

ISSN: 1012 - 0726 (Baskı)
ISSN: 1308 - 2477 (Online)



SAYI: 123
YIL : OCAK 2017

DEVLET SU İŞLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DSİ

TEKNİK

BÜLTENİ

ÖNSÖZ

“Taşkın suları ve sellere karşı koruyucu tesisler meydana getirmek ve bu tesislerin işletme ve görev sorumluluğu” 6200 sayılı DSİ Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun’un ilgili hükümleri doğrultusunda Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’ne verilmiştir. DSİ Genel Müdürlüğü bu çalışmalarını genelde yapısal önlemler içeren projeli faaliyetler şeklinde sürdürmekte olup ayrıca 4373 sayılı ve 7269 sayılı Kanunlarda ifade edilen hükümler doğrultusunda da taşkın afetinin her sürecinde muhtelif çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar çerçevesinde, taşkınların önlenmesi ve zararlarından korunmak amacıyla DSİ tarafında barajlar ve taşkından koruma tesisleri inşa edilmekte, dere yataklarında tanzim ve ıslah çalışmaları yapılmaktadır.

Bilindiği üzere, hızla gelişen teknolojik uygulamaların takibi ve geçerliliğini yitirmiş kabul ve bilgilerin güncellenmesini sağlamak ve araştırılan veri kaynaklarının kullanıcıların erişimine sunulması amacıyla bilgi ve tecrübe paylaşımının gerçekleştirildiği ortak platformlar oluşturulmaktadır.

Bu anlayış doğrultusunda taşkın konusunda ilgililerin, yetkili ve uzman kişilerin, araştırmacı, teknik eleman ve akademisyenlerin, mahalli ve mülki idare yönetici ve temsilcilerinin, kamu ve özel kurum ve kuruluş temsilcilerinin bir araya gelebileceği bir ortam oluşturmak, toplumsal bilincin ve hassasiyetin gelişmesini sağlamak ve halkımızı bu konu hakkında bilinçlendirmek amacıyla; DSİ Genel Müdürlüğü tarafından birincisi 10-12 Mayıs 2006 tarihleri arasında Ankara’da düzenlenen Ulusal Taşkın Sempozyumu’nun, ikincisi 22-24 Mart 2010 tarihleri arasında Afyonkarahisar’da, üçüncüsü 29-30 Nisan 2013 tarihleri arasında İstanbul’da ve dördüncüsü de 23-25 Kasım 2016 tarihleri arasında Rize’de düzenlenmiştir.

DSİ Teknik Bülteni’nin bu sayısında 4. Taşkın Sempozyumu’nda sunulan 49 bildiri arasından seçilen 5 adet bildiri siz değerli takipçilerimizin istifadesine sunulmuştur.

Tuncer DİNÇERGÖK
DSİ Teknik Bülteni Sorumlu Müdürü
ve
DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanı

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

Sahibi

DEVLET SU İŞLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Adına Genel Müdür
Murat ACU

Sorumlu Müdür

Tuncer DİNÇERGÖK

Yayın Kurulu (DSİ)

Murat Ali HATİPOĞLU
Murat ALP
Dinçer AYDOĞAN
Oğuzhan BEKTAŞ
Şenay ÖZKAN
Ayhan KOÇBAY
Ali Alper ÇETİN
Vehbi ÖZAYDIN
Erkan EMİNOĞLU
Bekir YAPAN
Hasan ÇAKIRYILMAZ
Mehmet KÖSEOĞLU
Ali ŞAHİN

Haberleşme Adresi

DSİ Teknik Araştırma ve
Kalite Kontrol (TAKK)
Dairesi Başkanlığı
06100 Yüce-tepe -
Ankara

Tel (312) 454 38 00
Faks (312) 399 27 95
bulten@dsi.gov.tr

Basıldığı Yer

Destek Hizmetleri
Dairesi Başkanlığı
Basım ve Foto-Film
Şube Müdürlüğü
Etlik - Ankara

SAYI : 123

YIL : OCAK 2017

Yayın Türü

Yaygın süreli yayın
Üç ayda bir yayınlanır
(Ocak, Nisan, Temmuz,
Ekim)

ISSN 1012 - 0726

(Baskı)

1308 - 2477 (Online)

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| AKARSULARDA YAPILAN BOY KISALTMALARININ ETKİLERİ Nihat EROĞLU | 1 |
| TAŞKIN DEBİLERİNİN TAHMİNİ İÇİN OLASILIK MODELİ YAKLAŞIMI Bihrat ÖNÖZ, Esra SÖKMEL | 17 |
| TOPUK EROZYONU VE KAZILARIN YAMAÇLARDA HEYELAN OLUŞUMUNA ETKİSİNİN ÖRNEKLERLE İNCELENMESİ Halil KUMSAR, Ömer AYDAN, İbrahim ÇOBANOĞLU, Sefer B. ÇELİK, Tamer KORALAY | 27 |
| TÜRKİYE'DE TAŞKIN KONTROLÜ FAALİYETLERİNİN GENEL DEĞERLENDİRİLMESİ VE YENİ ÇALIŞMALAR Bülent SELEK, Sevgi DENİZ | 37 |
| YUKARI HAVZA ISLAH ÖNLEMLERİ KAPSAMINDA YENİ BİR UYGULAMA; SÜZÜCÜ (GEÇİRGEN) TERSİP BENTLERİ Hüseyin Emrullah ÇELİK, Bülent SELEK, Murat DAĞDEVİREN, Erhan DEMİR, İbrahim BİROĞLU | 55 |

DSI TECHNICAL BULLETIN

Publisher

On behalf of
GENERAL
DIRECTORATE OF
STATE HYDRAULIC
WORKS
Murat ACU
General Director

Director in charge

Tuncer DİNÇERGÖK

Editorial Board (DSI)

Murat Ali HATİPOĞLU
Murat ALP
Dinçer AYDOĞAN
Oğuzhan BEKTAŞ
Şenay ÖZKAN
Ayhan KOÇBAY
Ali Alper ÇETİN
Vehbi ÖZAYDIN
Erkan EMİNOĞLU
Bekir YAPAN
Hasan ÇAKIRYILMAZ
Mehmet KÖSEOĞLU
Ali ŞAHİN

Contact Address

DSİ Teknik Araştırma ve
Kalite Kontrol (TAKK)
Dairesi Başkanlığı
06100 Yüce-tepe –
Ankara / TURKEY

Tel (312) 454 38 00
Faks (312) 399 27 95
bulten@dsi.gov.tr

Place of Publication

Destek Hizmetleri
Dairesi Başkanlığı
Basım ve Foto-Film
Şube Müdürlüğü
Etilik – Ankara / TURKEY

ISSUE: 123

YEAR: JANUARY 2017

Publication Type

Widely distributed
periodical
Published quarterly
(January, April, July,
October)

ISSN

1012 - 0726 (Press)
1308 - 2477 (Online)

CONTENTS

| | |
|--|----|
| EFFECTS OF THE MEANDER CUTOFF BUILD IN THE RIVER Nihat EROĞLU | 1 |
| PROBABILITY DISTRIBUTION MODEL APPROACH FOR ESTIMATION OF FLOOD DISCHARGES Bihrat ÖNÖZ, Esra SÖKMEL | 17 |
| INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF TOE EROSION AND EXCAVATION ON LANDSLIDE DEVELOPMENT IN SLOPES WITH CASE STUDIES Halil KUMSAR, Ömer AYDAN, İbrahim ÇOBANOĞLU, Sefer B. ÇELİK, Tamer KORALAY | 27 |
| GENERAL ASSESSMENT OF FLOOD CONTROL IN TURKEY AND NEW STUDIES Bülent SELEK, Sevgi DENİZ | 37 |
| A NEW APPLICATION IN THE CONTEXT OF UPPER WATERSHED REHABILITATION: FILTER DAMS Hüseyin Emrullah ÇELİK, Bülent SELEK, Murat DAĞDEVİREN, Erhan DEMİR, İbrahim BİROĞLU | 55 |

DSI Technical Bulletin is indexed by international database EBSCO.

DSİ TEKNİK BÜLTENİ'NİN AMACI

DSİ Teknik Bülteni'nde, su ile ilgili konularda, temel ve uygulamalı mühendislik alanlarında gönderilen bildiriler yayınlanır. Bildiriler, ilk önce konunun uzmanı tarafından incelenir ve değerlendirilir. Daha sonra, Hakem Kurulu uzman görüşünü de esas alarak bildirin yayınlanıp yayınlanmamasına karar verir. Bildirilerin tamamı veya büyük bir kısmı diğer yayın organlarında yayınlanmamış olması gereklidir. DSİ Teknik Bülteni Eylül 2016 tarihi itibarı ile uluslararası veritabanı kuruluşu EBSCO tarafından taranmaya başlamıştır.

DSİ TEKNİK BÜLTENİ BİLDİRİ YAZIM KURALLARI

1. Gönderilen yazılar kolay anlaşılır dilde ve Türkçe kurallarına uygun şekilde yazılmış olmalıdır.
2. Yazıların teknik sorumluluğu yazarına aittir (yazılardaki verilerin kullanılması sonucu oluşabilecek maddi ve manevi problemlerde muhatap yazardır).
3. Yayın Kurulu, bildiriler üzerinde gerekli gördüğü düzeltme ve kısaltmaları yapar.
4. Bildiriler bilgisayarda Microsoft Word olarak bir satır aralıkla yazılmalı ve Arial 10 fontu kullanılmalıdır. Bildiriler A4 normundaki kâğıdın her kenarından 25 mm boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
5. Sadece ilk sayfada, yazı alanı başlangıcından sola dayalı olarak, italik 10 fontunda Arial kullanılarak ilk satıra "*DSİ Teknik Bülteni*" yazılmalıdır.
6. Konu başlığı: Yazı alanı ortalanarak, "*DSİ Teknik Bülteni*" yazısından sonra dört satır boş bırakıldıktan sonra Arial 12 fontu kullanılarak büyük harflerle koyu yazılmalıdır.
7. Yazar ile ilgili bilgiler: Adı (küçük harf), soyadı (büyük harf), yazarın unvanı ile bağlı olduğu kuruluş (alt satıra) ve elektronik posta adresi (alt satıra) başlıktan iki boş satır sonra ilk yazardan başlamak üzere Arial 10 fontu ile yazı alanı ortalanarak yazılmalıdır. Diğer yazarlar da ilk yazar gibi bilgileri bir boşluk bırakıldıktan sonra yazılmalıdır.
8. Türkçe özet, elektronik posta adresinden dört boş satır sonra, özetten bir boş satır sonra ise anahtar kelimeler verilmelidir. Aynı şekilde, Türkçe anahtar kelimelerden iki boş satır sonra İngilizce özet, bir boş satır sonra ise İngilizce anahtar kelimeler verilmelidir.
9. Bölüm başlıkları yazı alanı sol kenarına dayandırılarak Arial 10 fontu kullanılarak koyu ve büyük harfle yazılmalı. Bölüm başlığının üzerinde bir boş satır bulunmalıdır.
10. Ara başlıklar satır başında başlamalı, üstlerinde bir boş satır bulunmalıdır. Birinci derecedeki ara başlıktaki bütün kelimelerin sadece ilk harfi büyük olmalı ve koyu harflerle Arial 10 fontunda yazılmalıdır. İkinci ve daha alt başlıklar normal harflerle Arial 10 fontu ile koyu yazılmalıdır.
11. Yazılar kâğıda iki sütün olarak yazılmalı ve sütün aralarındaki boşluk 10 mm olmalıdır.
12. Paragraf sola dayalı olarak başlamalı ve paragraflar arasında bir boş satır bırakılmalıdır.
13. Eşitlikler bilgisayarda yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Eşitlik numaraları sayfanın sağına oturmali ve parantez içinde yazılmalıdır. Her eşitlik alttaki ve üstteki yazılardan bir boş satır ile ayrılmalıdır. Eşitliklerde kullanılan bütün semboller eşitlikten hemen sonraki metinde tanımlanmalıdır.
14. Sayısal örnekler verildiği durumlarda SI veya Metrik sistem kullanılmalıdır. Rakamların ondalık kısımları virgül ile ayrılmalıdır.
15. Yararlanılan kaynaklar metinde kaynağın kullanıldığı yerde köşeli parantez içerisinde numaralı veya [Yazarın soyadı, basım yılı] olarak belirtilmelidir. Örneğin: "..... basamaklı dolusavaklar için geometri ve eşitlikler [1]" veya "..... basamaklı dolusavaklar için geometri ve eşitlikler [Aktan, 1999]" gibi.
16. Kaynaklar yazar soyadlarına göre sıralanmalı, listelenirken yazar (veya yazarların) soyadı, adının baş harfi, yayın yılı, kaynağın ismi, yayımlandığı yer ve yararlanılan sayfa numaraları belirtilerek, köşeli parantez içerisinde numaralandırılmalı ve yazarken soldan itibaren 0,75 cm asılı paragraf şeklinde yazılmalıdır. Makale başlıkları çift tırnak içine alınmalı, kitap isimlerinin altı çizilmelidir. Bütün kaynaklara metin içinde atıf yapılmalıdır.
17. Çizelgeler, şekiller, grafikler ve resimler yazı içerisine en uygun yere gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Fotoğraflar net çekilmiş olmalıdır. Şekil ve grafikler üzerine el yazısı ile ekleme yapılmamalıdır.
18. Bildirinin tamamı 20 sayfayı geçmemeli, şekil, çizelge, grafik ve fotoğraflar yazının 1/3'ünden az olmalıdır.
19. Sayfa numarası, sayfaların karışmaması için sayfa arkalarına kurşun kalem ile hafifçe verilmelidir.
20. Yazım kurallarına uygun olarak basılmış bildirin tam metni hem A4 kâğıda baskı şeklinde (2 adet) hem de dijital ortamda (CD veya DVD) yazışma adresine gönderilmelidir.
21. Yayımlanan bütün yazılar için "Kamu Kurum ve kuruluşlarınca ödenecek telif ve işlenme ücretleri hakkındaki yönetmelik" hükümleri uygulanır.
22. Bildiriyi gönderen yazarlar yukarıda belirtilenleri kabul etmiş sayılırlar.
23. Yazışma adresi aşağıda verilmiştir:

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığı

06100 Yücetepe ANKARA

Tel (312) 454 3800

Faks (312) 399 2795

E-posta bulten@dsi.gov.tr

Web <http://www.dsi.gov.tr/yayinlarimiz/dsi-teknik-bultenleri>

AKARSULARDA YAPILAN BOY KISALTMALARININ ETKİLERİ

Nihat EROĞLU
Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
enihat@gazi.edu.tr

(Makalenin geliş tarihi: 25.11.2016, Makalenin kabul tarihi: 11.01.2017)

ÖZ

Akarsular ve akarsu çevreleri insanlık için her zaman önemli olmuştur. Temel hayati ihtiyaçlardan olan suya ulaşabilmek için sürekli çaba içinde olan insanoğlu, güvenlik kaygılarının azalmasıyla birlikte akarsu kenarlarına yerleşmeye başlamıştır. Akarsu kenarlarına yaklaşan yerleşim yerleri, günümüzde taşkın yatağını işgal edecek kadar ileri seviyeye ulaşmıştır. Bunun getirdiği en büyük sakınca taşkın zamanlarında yerleşim yerlerinin sular altında kalmasıdır. Taşkın sularından korunmak için taşkın yataklarını terk etmek yerine, akarsuyu kontrol etmeyi seçen insanoğlu “doğaya meydan okumak” da sayılabilecek bir çabaya kalkışmıştır. Doğayla dinamik bir denge halinde olan akarsuyun davranışını kontrol etme çabaları çoğu zaman statik (rijit) mühendislik çözümlerinden oluşmaktadır ve akarsuyun doğal davranışını dikkate almamaktadır.

Akarsuyun mendereslendiği yerlerde akarsu boyunu kısaltarak taşkını ve akımı kontrol etme ve arazi kazanma çabaları bu tür yaklaşımlardandır. Akarsuyun doğal akışı sırasında değişen hidrolojik şartlara bağlı olarak oluşan boy kısalması, son yüzyılda insan eliyle de yapılmaya başlanmıştır. İnsan eliyle yapılan bu tür boy kısaltmaları sadece hidrolik şartları dikkate alarak planlanmakta hidrolojik, morfolojik, ekolojik... vb şartlar dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle de arzulanan fayda geçici olarak sağlanmakta ancak kısa ve uzun vadede akarsu değiştirilen bu şartlara karşı tepki vermektedir. Kısa vadede ekolojik ve hidrolik şartlarda, uzun vadede ise morfolojik ve yapısal şartlarda değişimlere neden olmaktadır.

Bu çalışmada akarsuda yapılan boy kısaltmalarının kısa ve uzun vadede su yüzü profillerinde neden olduğu değişimler HEC-RAS programı yardımıyla modellenmiş, kısa ve uzun vadede olabilecek değişimler literatürde tanımlı modeller ve veriler ışığında irdelenmiştir. Sadece hidrolik kaygılarla yapılmış radikal boy kısaltmalarına akarsuyun tepki verdiği, boy kısaltması yapılan bölgenin membasında taban alçalması, mansabında ise taban yükselmesi görülmüştür. Su yüzü profillerindeki değişimler şev stabilitesini, yeraltı su seviyesini, akarsu üzerindeki yapıları ve taşkın alanlarını etkilemektedir. Sürdürülebilir bir akarsu düzenlemesi için sadece hidrolik kaygılar değil, hidrolojik, morfolojik ve ekolojik kaygılarda içeren çözümler gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Akarsuyun Cevabı, HECRAS, Akarsuda boy kısalması, Menderes kesilmesi

EFFECTS OF THE MEANDER CUTOFF BUILD IN THE RIVER

ABSTRACT

Rivers and riverside land have always been important for humanity. Mankind, constantly endeavoring to reach the water, has begun to settle on the sides of the river with the security concerns diminishing. The settlements approaching the side of the river have occupied all of the floodplain nowadays. The biggest disadvantage of this situation is that settlements are flooded during floods. Instead of abandoning floodplains to protect against flood waters, man have chosen to control the floods and rivers. Efforts to control floods and to gain land by shortening the river reach in places where the river meanders are such approaches. The shortening the river reach (cutoff) , which is caused by the changing hydrological conditions during the natural flow of the river, has begun to be done by human hands in the last century. Human-made cutoff have planned only taking into account the hydraulic conditions. Hydrological, morphological, ecological ...etc conditions, generally, have not taken into consideration. The desired benefit for this reason is provided temporarily and river reacts to these conditions that have been changed for a short and long term. These changes causes to change in ecological and hydraulic conditions in short

term and morphological and structural conditions in long term. In this study, changes in the bed and water longitudinal profiles caused by shortening in the river meanders were modeled with the help of the HEC-RAS program. Short and long term changes were discussed by using model results and data of the literature. According to the model results, the bed and water level decreases at the upstream of the cutoff and the bed and water level increases at the downstream of the cutoff. These changes affect in a negative way to slope stability, groundwater level, stream structures and flood impact areas. For a sustainable river regulation, not only hydraulic concerns but also hydrological, morphological and ecological concerns are needed and necessary.

Keywords: Meander Cutoff, HECRAS, Meander Shortening, flood, River Response

1 GİRİŞ

Akarsular genelde boyuna yataylaşma eğilimindedirler. Doğayla dinamik bir denge halinde olan akarsular değişen şartlara bağlı olarak sürekli değişim gösterirler. Şartların stabil olduğu durumlarda görülen “denge” durumu, kısmen akarsuda taşınan sediment miktarının sabit olduğu durumu temsil eder. Denge durumunda, yersel olarak görülen oyulma ve yığılma ile akarsu boyunca gözlemlenen sediment hareketi belli bir sistematiğe devam eder. Ancak, insan eliyle yapılmış müdahaleler, tektonik hareketler ve hidrolojik değişimler akarsuyun eğimini, enkesit geometrisini, debisini, taşınan sedimentin çapını ve miktarını değiştirir. Dolayısıyla söz konusu denge durumu bozulur. Akarsu değişen şartlara göre yeni denge durumu oluşturmak için çabalar. Denge durumu sadece hidrolik ve morfolojik şartları yeniden ayarlamak kaygısı taşımaz aynı zamanda akarsuyla ilgili canlıların yaşamını da dikkate alan, ekolojik kaygıları da olan bir düzeltmedir ve yaşamın sürekliliği prensibine uyar.

İnsan eliyle akarsuya yapılan müdahaleler genelde akarsudan daha fazla fayda sağlamaya veya akarsuyun taşkın anında neden olduğu zararları azaltmaya yöneliktir. Akarsularda yapılan boy kısaltmaları da bu kaygıyı taşır. Akarsuyun mendereslendiği yerlerde akarsu boyunu kısaltarak taşkını ve akımı kontrol etme ve arazi kazanma çabaları bu tür yaklaşımlardandır. Gerçekte, akarsu değişen hidrolojik şartlara bağlı olarak boy kısaltmalarını zaten yapmaktadır. Ancak, akarsuyun kendi kendine yaptığı boy kısaltmaları belirli şartların oluşmasıyla mümkün olduğundan denge durumu zaman içinde kendiliğinden sağlanmaktadır. Süreç belli bir gelişim, olgunlaşma ve sonuçlanma şeklinde gelişir. İnsan eliyle yapılmış boy kısaltmalarıysa ani yapılmış, radikal bir yaklaşımdır ve hidrolojik, morfolojik ve ekolojik şartları dikkate almamaktadır.

Bu çalışmada radikal bir yaklaşım olan akarsu mendereslerinin düzleştirilmesiyle oluşan akarsu boy kısaltmasının neden olduğu olumsuzluklar irdelenmiştir. Hidrolojik şartlar değişmemesine rağmen hidrolik şartlarda yapılan değişimlere akarsuyun verdiği tepki açıklanmaya çalışılmıştır.

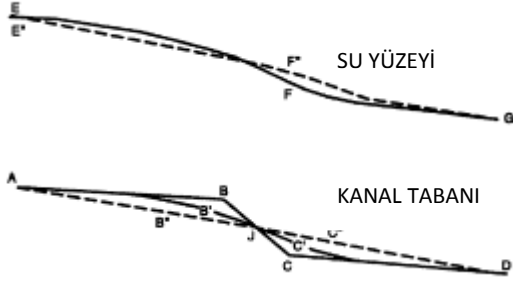
2 TEORİK YAKLAŞIMLAR VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Akarsuda boy kısaltmasına ve yeni güzergâh oluşturulmasına akarsuyun verdiği klasik cevapla ilgi teorik yaklaşım Lane (1947)'a göre Şekil 1'deki gibi. Buna göre boy kısaltması yapılan bölgenin membasında akarsu taban alçalmasına maruz kalacak, boy kısaltması yapılan bölgenin mansabında ise taban yükselmesine maruz kalacaktır. Benzer etki su yüzü profili içinde geçerlidir (Biedenhard vd.,1997).

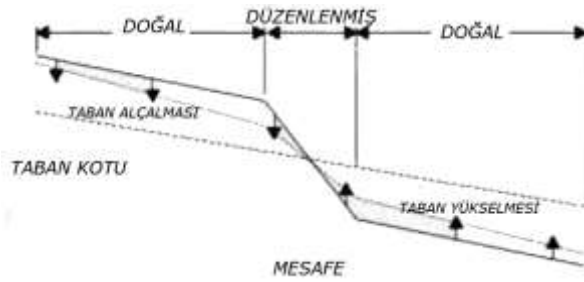
Parker ve Andres (1976) e göre ise akarsuyun vereceği cevap teorik olarak Şekil 2'deki gibidir (Talbot vd., 2002).

Ancak sonraki yıllarda yapılan araştırmalar göstermiştir ki, akarsuyun boy kısaltmasına verdiği cevap bu kadar basit değildir ve olay üzerinde etkin (taban zırhlılaşması, darlaşma, yeniden mendereslenme, hidrolojik şartlarda değişme, ilave sediment girişi veya çıkışı gibi) birçok parametreye etkindir. Dolayısıyla akarsuyun boy kısaltmasına karşı vereceği cevap oldukça kompleksdir (Talbot vd., 2002).

Konu üzerinde yapılan kapsamlı taramadan da görüleceği üzere yakın tarihte popülerliği artan bu konu, teknolojik ölçümlerle oldukça ilişkilidir. Su yüzeyi profilleri, mutlak değerli ve önemli olmakla beraber saha çalışmalarında bu denli hassas ve teknolojik çalışmak kolay değildir. Bizim çalışmamızda, daha kolay gözlemlenebilir ve ölçülebilir değerler ile bulgular elde edilmesi amaçlanmıştır.



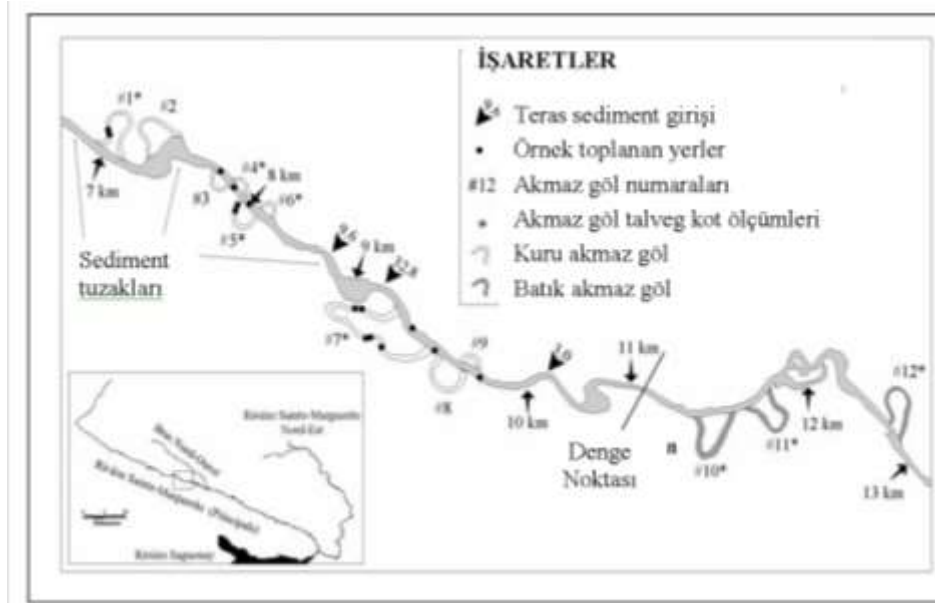
Şekil 1 - Lane (1947) Modeline Göre Boy Kısaltmasına Akarsuyun Cevabı (Biedenhard vd.,1997)



Şekil 2 - Parker ve Andres (1976) Modeline Göre Boy Kısaltmasına Akarsuyun Cevabı (Talbot vd., 2002)

İnsan eliyle yapılmış müdahalelerin akarsu sistemlerine olan etkisinin belirlenmesiyle ilgili çalışmalar 1950 li yıllara kadar uzanmaktadır.

Jeomorfolojistlerin 1955 yılında yaptığı "Man's role in Changing the Face of the Earth " sempozyumu ile o zamana kadar yapılmış çalışmalarda ne çalışıldığı, kimin ne çalıştığı kayıt altına alınmıştır. 1955 sempozyumu konunun disiplinler arası bir problem olduğunun anlaşılmasına, yerel ve global ölçekte bakılması gerektiğinin anlaşılmasına, kurumsal bir yapının gerekliliğinin anlaşılmasına katkı sağlamıştır (James vd., 2006). 1950 li yıllardan beri akarsu sistemlerine insan eliyle yapılmış müdahalelerin etkileri araştırılmaya devam edilmektedir. Akarsularda boy kısaltmasına bağlı etkileri inceleyen bu çalışmalardan birisi de Talbot, T. ve Lapointe, M. (2002) nin çalışmasıdır. 1960lı yıllarda Sainte-Marguerite (Quebec, Canada) nehrinin 8 km lik kısmında yapılan boy kısaltmasının 32 yıl içinde nasıl bir değişime neden olduğunu incelemişlerdir (Şekil 3). 1965 yılıyla 1997 yılında yapılmış ölçümlerin karşılaştırıldığı çalışmada teoridekiyle kısmen uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmacılar akarsuyun tekrar denge konumuna ulaşmada 4 ana tepki ürettiğini ve bunlarında yeniden eğimlenme, taban malzemesi çapında irileşmeye bağlı zırhlanma, yeniden mendereslenme ve vadi yamaçlarından akarsuya sediment girmesi şeklinde olduğunu belirtirler. Hangisinin daha önemli ve etkin olduğunun ise hem ayrı ayrı hem de beraber değerlendirmesini yapmışlardır.



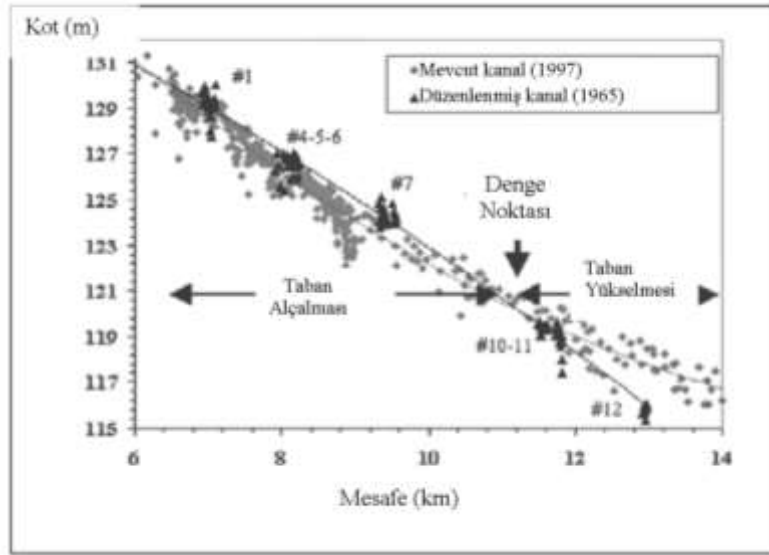
Şekil 3 - Saint-Marguerite Nehrinde Boy kısaltması Yapılan Bölgeler (Talbot vd.,2002)

Buna göre boy kısaltmasının yapıldığı bölgenin memba kısmının tabanında alçalma (degredation) , mansap kısmının tabanında ise yükselme (aggradation) tesbit etmişlerdir (Şekil4). Taban alçalma bölgesinden tanam yükselme bölgesine geçişi temsil eden “Denge noktası” teoridekinden farklı olarak boy kısaltması yapılan yerin mansap kısmına daha yakın olduğunu tesbit etmişlerdir. Yeniden profillenmenin su kotlarına olan etkisini ise Şekil 5’deki grafikte vermişlerdir. Şekil 3’de memba kısmında görülen 5 adet akmaz gölün (oxbow lake) yaz ayları boyunca kurduğu ve mansap kısmında kalan 3 adet akmaz gölün ise oldukça suyla dolu (eskisine göre 2 metre batık) olduğunu tesbit etmişlerdir.

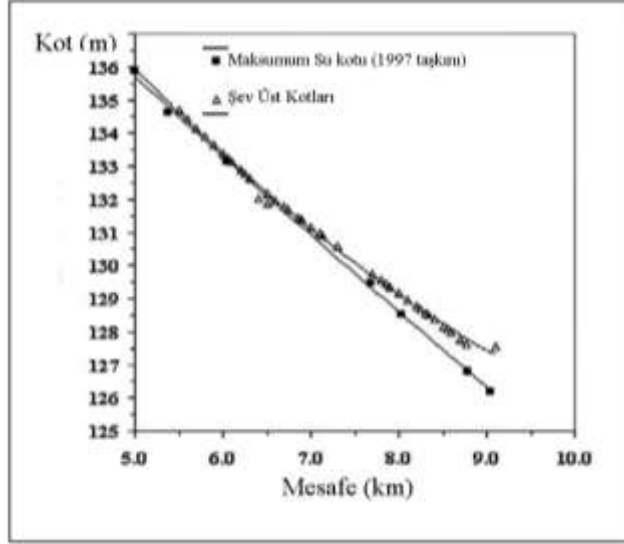
Araştırmacılar akarsu yatağındaki morfolojik değişim sadece boyuna eğimin değişmesiyle sınırlı olmadığını, akarsuyun yukarı kesimlerinden gelen malzeme miktarında değişiklik olmamasına rağmen söz konusu akarsu kesiminin memba kısmında taban malzemesi çapında irileşme, mansap kısmında ise incelleme olduğunu tespit etmişlerdir (Şekil 6). 32 yıllık süreçte söz konusu akarsuyun 3 ayrı bölgede yeniden mendereslenme eğilimine

girdiğini, akarsu boyunun bu süreçte 420 metre uzadığını ve boyuna eğimin %6 azaldığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda araştırmacılar akarsuya 3 farklı noktadan sediment girişi olduğunu tespit etmişler ve ilave sediment girişinin morfolojiyi etkilediğini tespit etmişlerdir. Çalışmaları sonucunda yeniden profillenmenin ve zirhlanmanın denge konumuna ulaşmada ana etken olduğunu, mendereslenmenin nispeten daha az etkili olduğunu, vadi yamaçlarından sediment girişinin ise geçici bir etki yarattığını tespit etmişlerdir.

Surian, N. ve Rinaldi, M. (2003) araştırmalarında İtalya’daki tüm nehirlerin son 100 yıl içindeki morfolojik değişimlerini incelemişlerdir. Araştırmalarında morfolojik değişimlerin çoğunlukla yapılan barajlardan, kum ocaklarından, akarsu ıslahından (darlaştırma, kaplama, boy kısaltma... vb.) ve arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu tip insan etkilerinin akarsuya etkisini ise iki ana başlık altında toplamışlardır. Bunlardan birincisi, yeniden profillenmeye bağlı taban alçalması (incision) , ikincisi ise, kanal darlaşması (narrowing) şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir. Taban alçalmasının Avrupa,



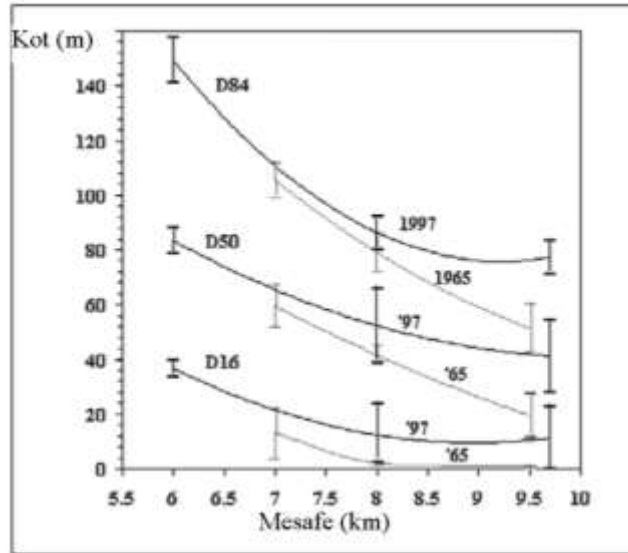
Şekil 4 - Saint-Marguerite Nehrinde Boy kısaltması Yapılan Bölgenin 1965 ile 1997 yıllarındaki talveg kotlarının karşılaştırılması (Tablot vd.,2002)



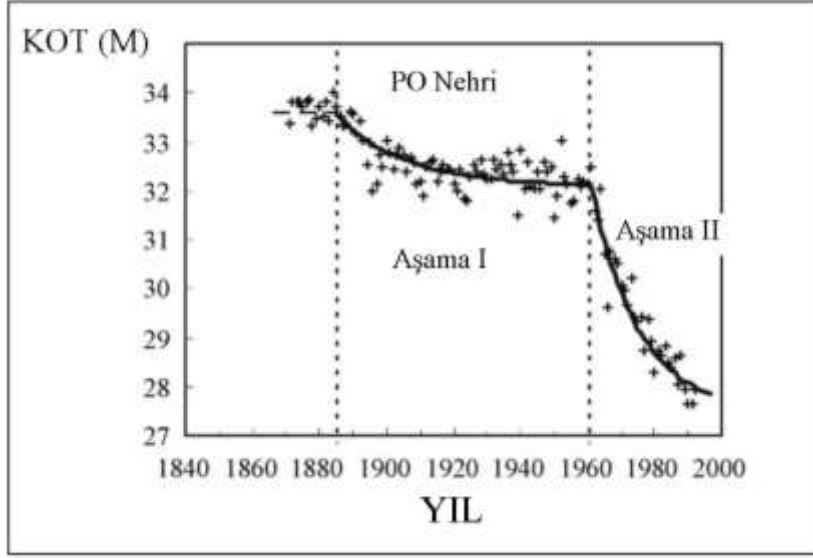
Şekil 5 - Saint-Marguerite Nehrinde düzenleme sonrası 1997 yılı taşkın kotları (Tablot vd.,2002)

Amerika ve Çin de birçok nehirde rastlandığını ve 7,5 metre ile 10 metre arasında değişen taban alçalmalarına rastlandığını tespit etmişlerdir. İtalya'daki çoğu nehrin insan eliyle yapılmış değişikliklere çok hızlı tepki verdiğini, bazılarının ise ilk tepkisinin hızlı ve zaman içinde yavaş gelişen bir tepki şeklinde oluştuğunu tespit etmişlerdir. İncelemelerine konu olan nehirlerden biri olan Po Nehrinde yaptıkları çalışmada taban alçalmasının 4 ile 6 metre arasında olduğunu tespit etmişlerdir (Şekil 7)

1989 ile 2002 yılları arasında yapılan çalışmalardan elde ettikleri sonuçlara göre taban alçalmasının neden olduğu olumsuz etkilerin akarsu yapılarının stabilitesinin bozulmasına, akarsuda hız artışına ve yeraltı su kaynaklarının kaybolmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer etkilerin incelemelerine konu olan İtalya'daki diğer nehirler içinde aynı olduğunu raporlamışlardır (Surian vd., 2003 ,Tablo 1) .



Şekil 6 - Saint-Marguerite Nehrinde 1965 ve 1997 yıllarındaki taban malzemesi çapının mesafeyle değişimi (Tablot vd.,2002)



Şekil 7 - Po Nehrinde Taban Kotlarının Yıllara Bağlı Değişimi (Surian vd., 2003)

Biedenharn, D.S. ve Watson, C.C. (1997)'nin araştırmaları Mississippi Nehrinde yaklaşık 970 km'lik bir kesimini içermektedir. 1927 yılındaki taşkından sonra geliştirilen bir projeye 1930 yılında söz konusu nehre müdahale edilmeye başlandığını belirlemişlerdir. Bu müdahalenin ana unsurlarından olan boy kısaltmasının 1933 ile 1942 yılları arasında uygulandığını ve akarsuyun 244 km kısaltıldığını tespit etmişlerdir. Boy kısaltması yaklaşık %30 seviyelerindedir.

Araştırmalarını 1930'lu yıllardan öncesi (düzenleme öncesi) ve 1943-1994 arası (düzenleme sonrası) olmak üzere iki zamansal kısma ayırmışlardır. Araştırmalarında 1776 ile 1884 arasında Mississippi Nehrinde 18 ayrı noktada doğal boy kısaltmasının gerçekleştiğini, 1929 ile 1942 arasında ise 14 ayrı noktada insan eliyle boy kısaltması yapıldığını belirtmişlerdir. (Şekil 8)



Şekil 8 - Mississippi Nehrinde Boy Kısaltması Yapılan Yerler (Biedenharn vd., 1997)

Söz konusu boy kısaltmalarından sonra membada yer alan Memphis akım ölçüm istasyonunun Debi-Seviye ilişkileri düzenleme öncesini ve düzenleme sonrasını içerecek şekilde Şekil 9'daki gibi vermişlerdir.

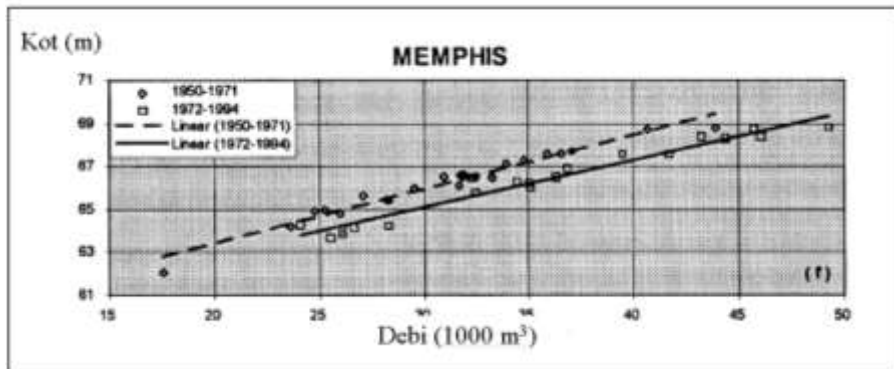
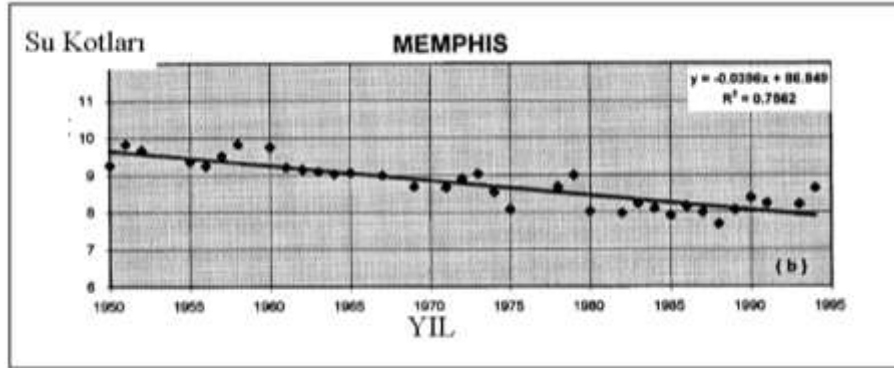
Memphis de olduğu gibi taban alçalmasının birçok bölgede var olduğunu, sürecin devam ettiğini belirtmişlerdir. En büyük taban alçalmasının düzenlemeden hemen sonra Arcansas City şehrinde olduğunu ve taban alçalmasının 4,9 metreyi bulduğunu belirtmişlerdir. Dikkate alınan bazı bölgelerde ise su seviyesinde yükselme olduğunu

belirlemişlerdir. 1950 den 1994'e kadar geçen dönem sonunda dikkate alınan bölgelerdeki morfolojik rejimin Tablo 1'deki gibi olduğunu tespit etmişlerdir.

Biedenham vd.,(1997) genelde vardıkları kanı sürecin (denge konumuna ulaşma) tamamlanmadığı şeklindedir ve Mississippi gibi büyük nehirlerde oldukça yavaş gelişeceği şeklindedir. Ayrıca yaptıkları tespite göre taban alçalma ve yükselme bölgeleri membaya doğru kaymaktadır ve uzun dönemde kaymaya devam edeceği şeklindedir.

Çizelge 1 - Düzenleme Sonrası Mississippi Nehrinin Dikkate alınan kısımlarındaki Morfolojik Durum (Biedenham vd.,1997)

| Akarsu Kesimi | Rejim (1950 – 1994) |
|---------------------------|-----------------------|
| Columbus–New Madrid | Dinamik Denge |
| New Madrid–Fulton | Geçiş / Dinamik Denge |
| Fulton–Sunflower | Taban Alçalması |
| Sunflower–Rosedale | Geçiş |
| Rosedale–Lake Providence | Dinamik Denge |
| Lake Providence–Vicksburg | Geçiş |
| Vicksburg–Natchez | Taban Yükselmesi |

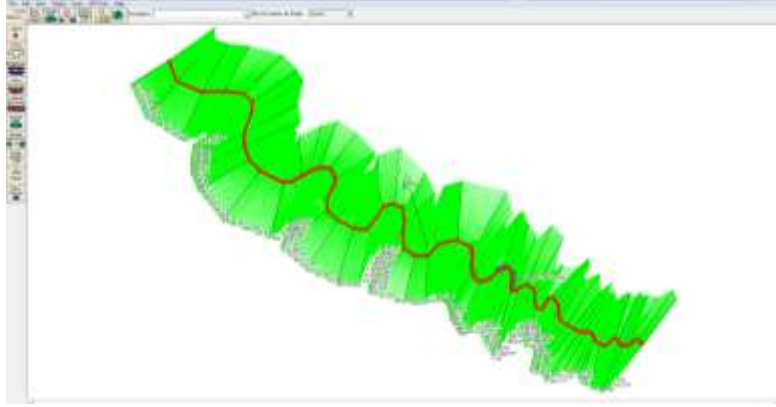


Şekil 9 - Mississippi Nehri Memphis Kesiminde Düzenleme Öncesi ve Düzenleme Sonrası Su Kotlarındaki Değişim (Biedenham vd.,1997)

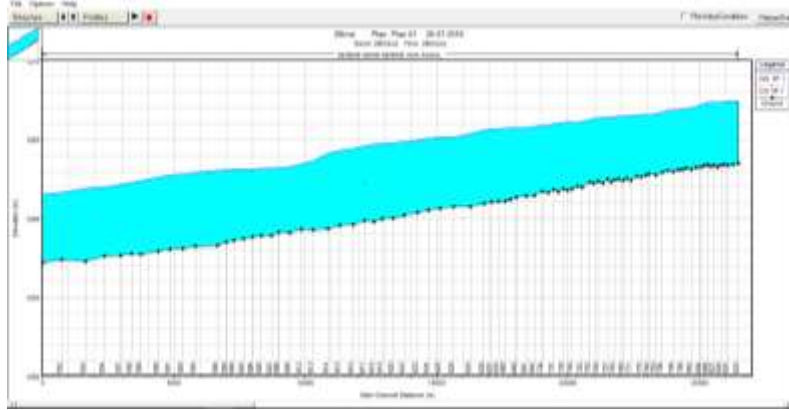
3 HEC-RAS MODELİ

Akarsu boy kısaltmasının hidrolik etkilerini görebilmek için Hec-Ras' da örnek bir akarsu modeli geliştirilmiştir. Akarsu boy kısaltmasının (cut-off) genellikle rastlandığı yerler akarsuyun menderesli bölgesi olduğu için örnek akarsu menderesli olarak tasarlanmıştır. Örnek akarsuyun boyu 26.462 metre olup yaklaşık 20 adet kurptan oluşmaktadır. Ortalama akarsu

eğimi $2,4 \times 10^{-4}$ dür. Akarsuyun enkesit genişliği ortalama 20-25 metredir. Örnek akarsuyu temsil eden 80 adet enkesit mevcuttur (Şekil 10). Model ana yatağın hemen hemen tam dolu aktığı debiye (bankfull) göre çalıştırılmıştır. Proje debisi geçerken akarsuyun boy profilindeki ve bazı enkesitlerindeki su kotları Şekil 11 deki gibidir.



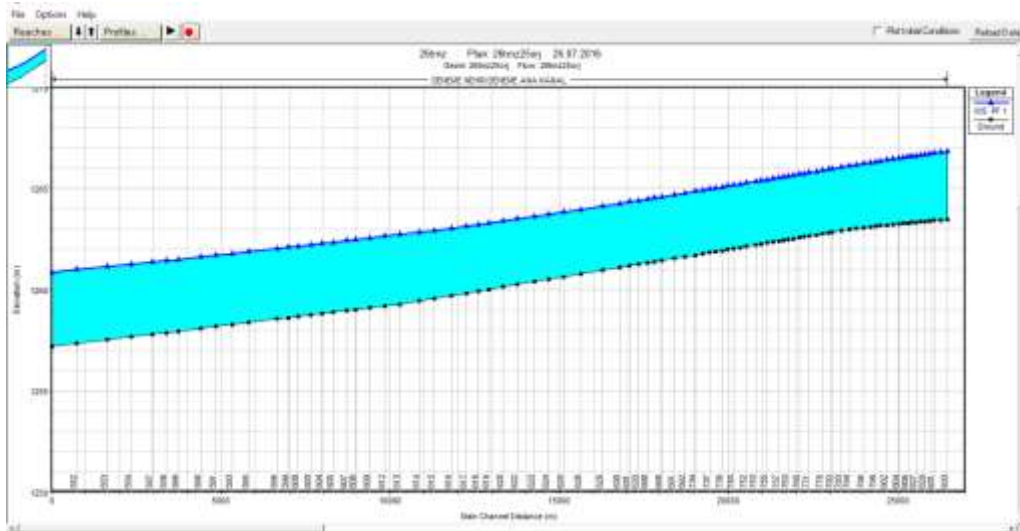
Şekil 10 - Hec-Ras Modeli Plan Görüntüsü



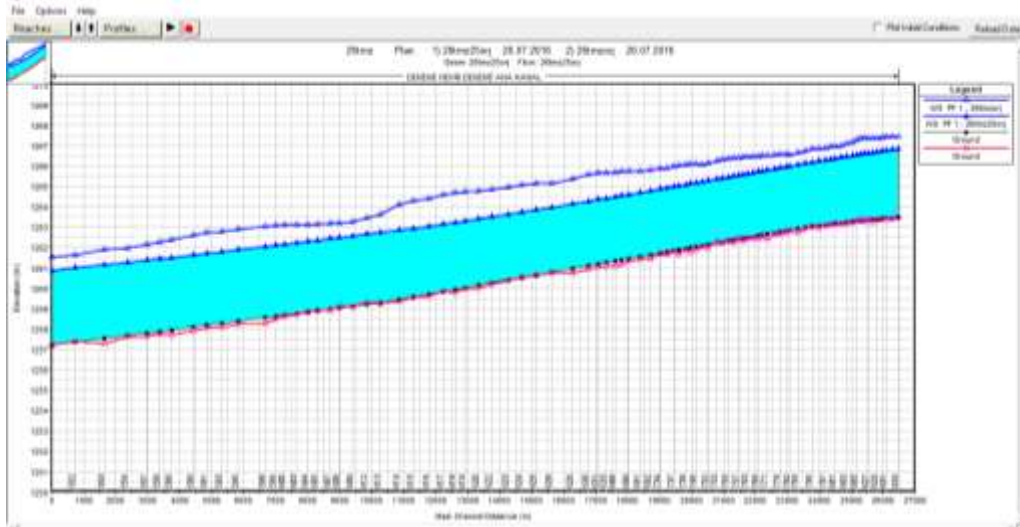
Şekil 11 - Hec-Ras Modeli Doğal Akarsu Boy Kesit ve En Kesit Görüntüleri

Örnek akarsuyun boyuna eğimi düzenleme için 3 ana kesime ayrılmıştır. Buna göre 833 (Km 26+462) kesiti ile 795 (Km 23+774) kesitleri arasında kalan yaklaşık 2.688 metrelik kesimde eğim 0,00016, kot farkı 0,44 metre; 795 (Km 23+774) kesiti ile 613 (Km 10+276) kesitleri arasında kalan yaklaşık 13.498 metrelik kesimde eğim 0,00028, kot farkı ise 3,76 metre; 613 (Km 10+276) kesiti ile 551 (Km 0+000) kesitleri arasında kalan yaklaşık 10.276 metrelik kesimde eğim 0,00020, kot farkı ise 2,09 metredir. Öncelikle ortalama kanal taban genişliği 25 metre ve şev eğimleri 1:2 kabul edilerek

akarsuda sadece yatak taraması ve en kesit düzenleme yapılması durumu dikkate alınmış ve etkisinin ne olacağı görülmüştür. Buna göre elde edilen sonuç Şekil 12'deki gibidir. Düzenlenmemiş ve düzenlenmiş akarsudaki su kotları karşılaştırması Şekil 13'deki gibidir. Şekil 13'den de görüleceği gibi su kotlarında yaklaşık 1,0-1,5 metre alçalma vardır. Yatak taraması yaparak enkesitleri düzenlemek, enkesitten enkesite değişen şekil direncini ve pürüzlülüğü azaltmış dolayısıyla su kotları düşmüştür.



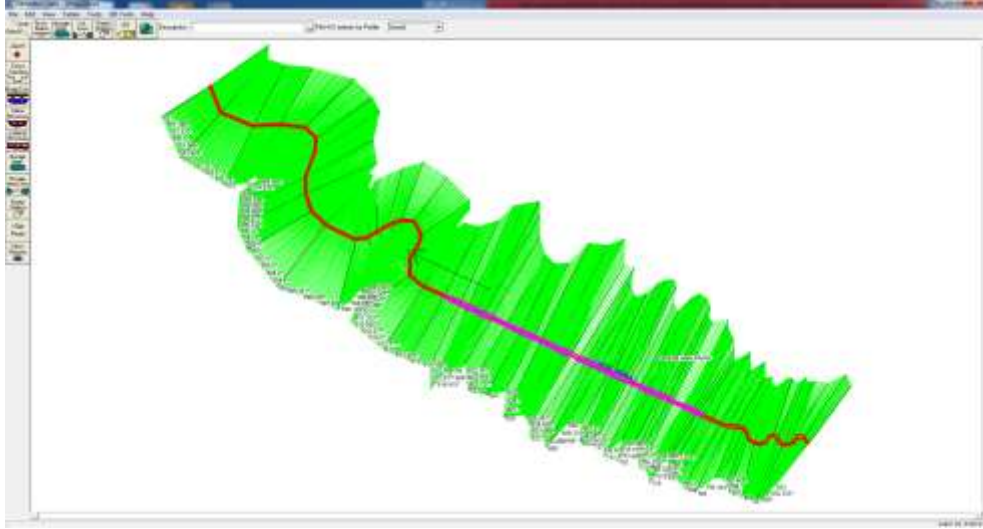
Şekil 12 - Yatak Taraması ve En Kesit Düzenlemesi Yapılması Durumunda Taban ve Su Kotları



Şekil 13 - Yatak Taraması ve En Kesit Düzenlemesi Yapılması Durumu ile Doğal Yataktaki Taban ve Su Kotları Karşılaştırması

Bu çalışmanın ana konusu olan akarsuda boy kısaltmasının etkisini görebilmek için 795 (Km 23+774) kesiti ile 613 (Km 10+276) kesitleri arasında kalan yaklaşık 13.498 metrelik kesimde

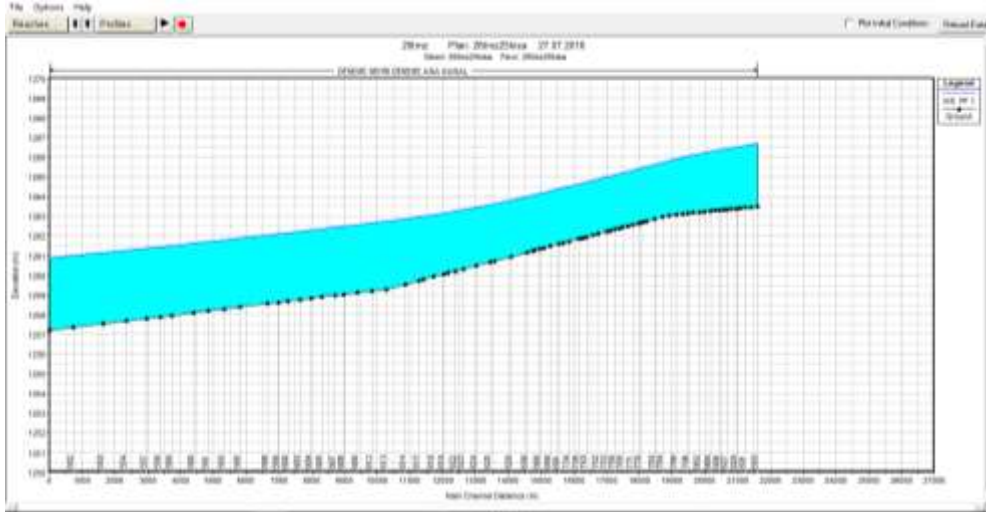
4858 metre boy kısaltması (yaklaşık %35 kısalma) yapılarak eğim 0,00044'e yükseltilmiş, kot farkı ise 3,76 metre olarak korunmuştur (Şekil 14).



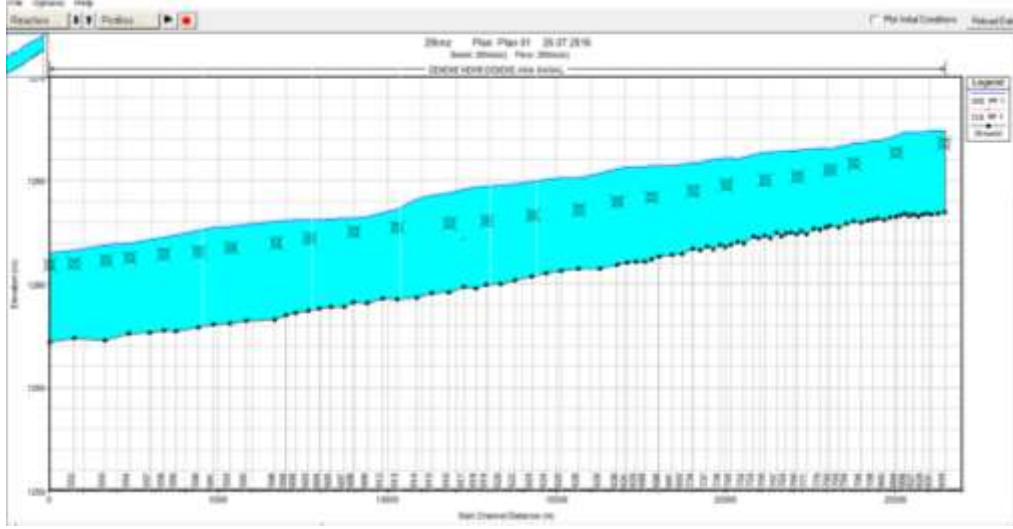
Şekil 14 - Boy Kısaltması Yapılan Kesimin Plan Görüntüsü

Boy kısaltmasıyla yaklaşık 9 tane menderes devre dışı bırakılmıştır. Hem boy kısaltmasının hem de enkesit düzenlemesinin etkisi Şekil 15'deki gibidir. Doğal yatak ile düzenleme yapılmış yataktaki su kotları karşılaştırması ise Şekil 16'daki gibidir. Şekil 16'dan boy kısaltması

olan bölgede (975 ile 613 kesitleri arası) su kotlarındaki düşme açıkça görülmektedir. Su kotundaki maksimum azalma 1,6 metre civarındadır.



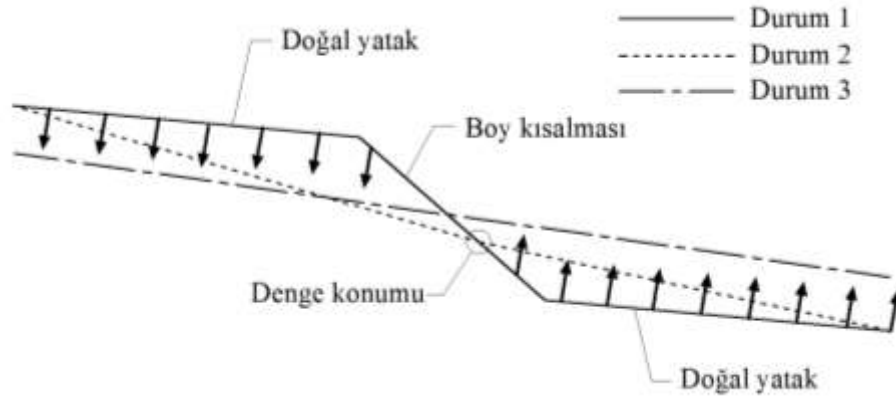
Şekil 15 - Boy Kısaltmasının ve En Kesit Düzenlemesinin Taban ve Su Kotlarına Olan Etkisi



Şekil 16 - Boy Kısaltmasının ve En Kesit Düzenlemesinin Su Kotlarına Olan Etkisi

Teoride ve literatürde tarif edilen boy kısaltmasına akarsuyun verdiği cevap bu araştırmada üç farklı senaryo ile modellenmiştir. Bu senaryolar "Durum 1", "Durum 2" ve "Durum 3" diye Şekil 17'de tariflenmiştir. Buna göre "Durum 1" de akarsuda yapılan boy kısaltması modellenmiş, "Durum 2" de denge konumu

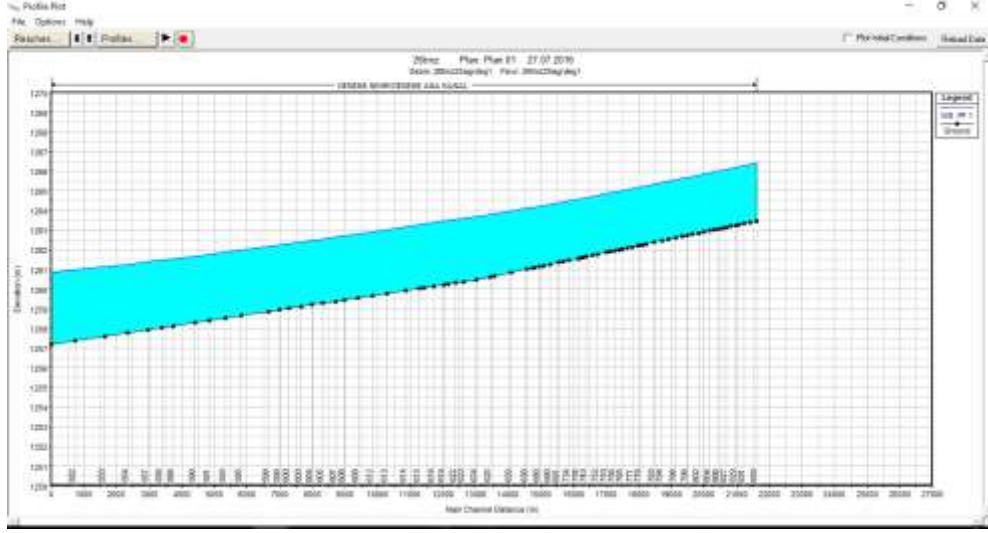
yaklaşık boy kısaltması yapılan kesimin 1/3 'üne gelecek şekilde eğim düzeltilmesi yapılmış, "Durum 3" de ise akarsuyun nihai denge konumuna ulaşmak için yataylaşması ve denge konumunun membaya taşınması durumu dikkate alınmıştır.



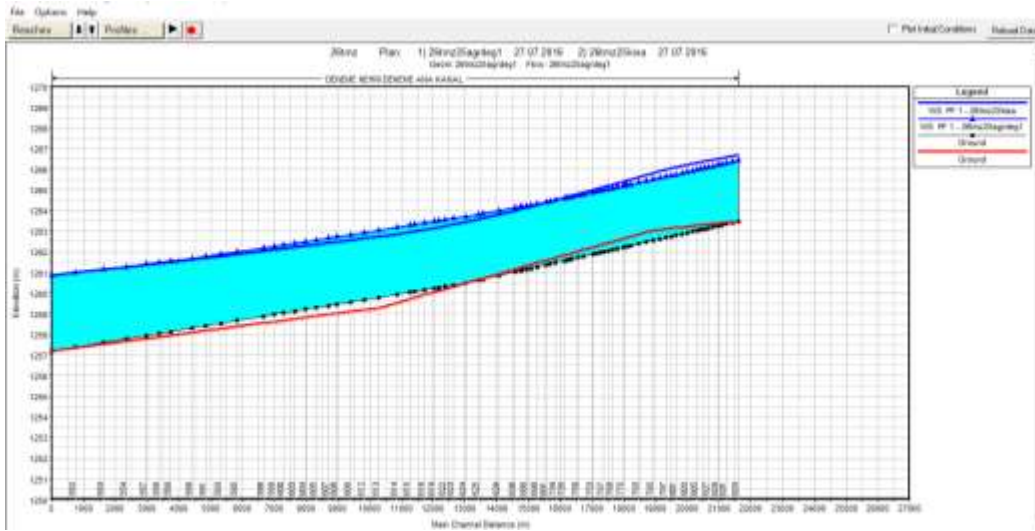
Şekil 17 - Boy Kısaltmasına Akarsuyun Verdiği Cevabın Modellenmesinde Uygulanan Senaryolar

"Durum 2" senaryosuna göre; akarsu 833 kesiti ile 624 kesiti arasında 0,00035 eğimde, 624 kesiti ile 551 kesiti arasında 0,00025 eğimde düzenlenmiştir. Akarsuyun bu duruma verdiği cevap Şekil 18'deki gibidir. Şekil 19 da ise "Durum 1" ile "Durum 2" nin karşılaştırması yapılmıştır. "Durum 2" deki davranış teorideki ve

literatürdeki davranış ile uyumludur. Akarsuyun memba kesiminde taban alçalmasıyla uyumlu su kotlarında alçalma, mansap kısmında ise taban yükselmesiyle uyumlu su kotlarında yükselme görülmektedir.



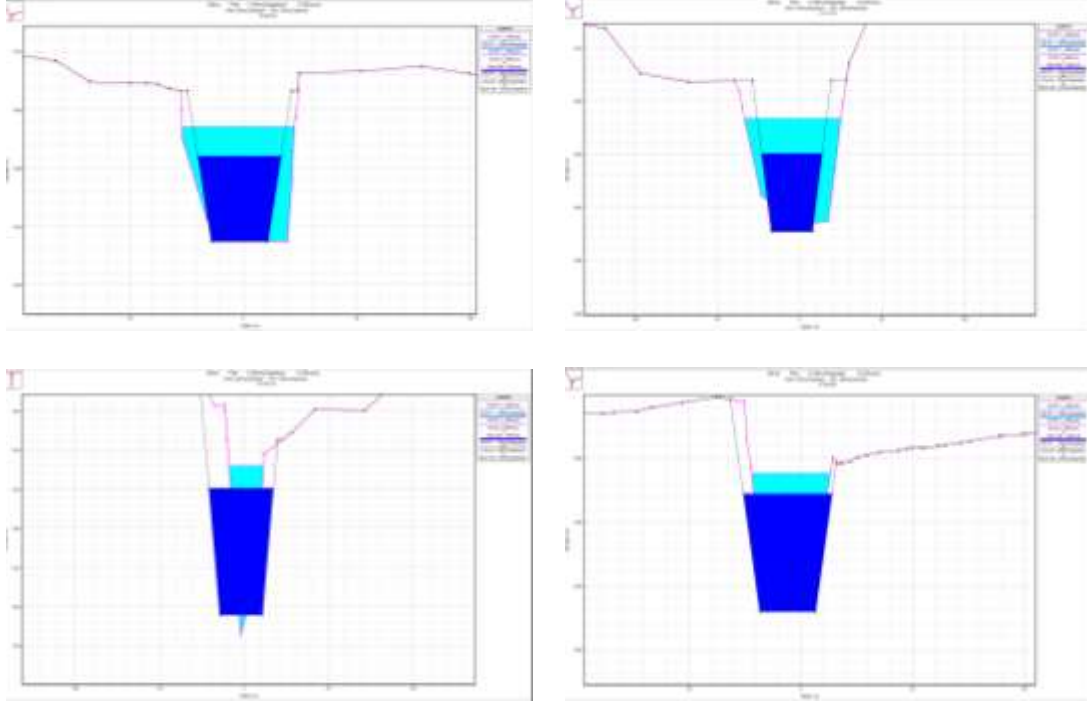
Şekil 18 - “Durum 2” Senaryosuna Göre Akarsudaki Taban ve Su Kotları



Şekil 19 - “Durum 1” ve “Durum 2” Senaryolarının Karşılaştırılması

Akarsuyun boy kılmasına ilk cevabı temsil eden “Durum 2” senaryosuyla Doğal akarsudaki su kotlarının karşılaştırması Şekil 20’de verilmiştir. Memba kesitlerinde

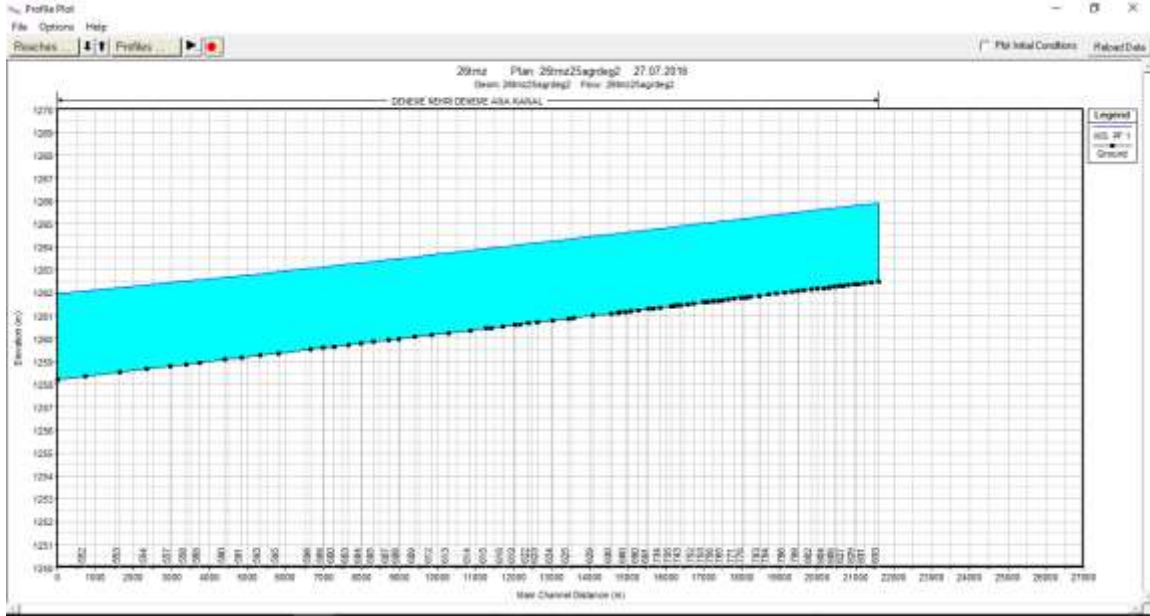
taban alçalması, mansap kesitlerinde taban yükselmesi olmasına karşın su yüzü kotlarında 0,5 -0,8 metre seviyesinde düşme olmuştur.



Şekil 20 - Doğal Akarsu ile “Durum 2” Senaryosunun Karşılaştırılması

“Durum 3” senaryosu akarsuyun yataylaşma ve nihai denge konumuna ulaşmasını modellemektedir. Buna göre akarsu eğimi 833 kesitinde taban alçalmasını ve 551 kesitinde taban yükselmesini dikkate alarak

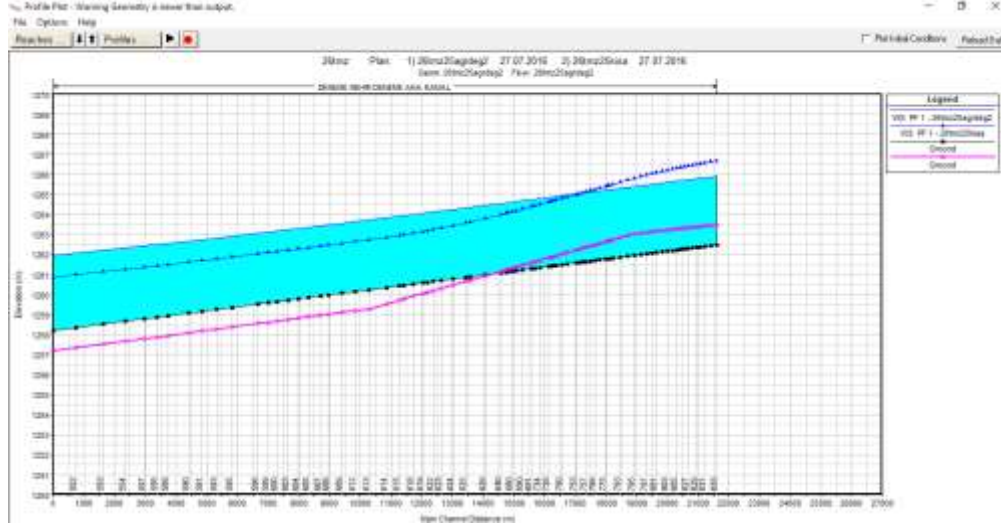
0,0002 eğimde tasarlanmıştır. Bu tasarımda denge konumunun memba'ya kayması durumu da dikkate alınmıştır. “Durum 3” senaryosuna göre boy profil ve su kotları Şekil 21’deki gibidir.



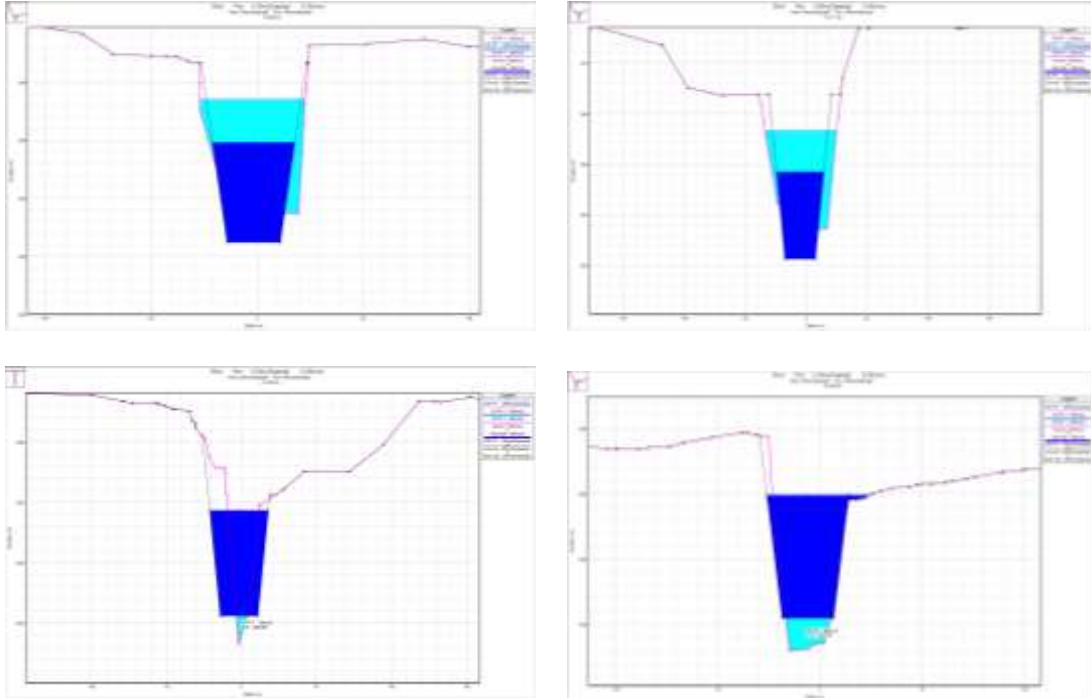
Şekil 21 - “Durum 3” Senaryosuna Göre Akarsudaki Taban ve Su Kotları

Şekil 22 de “Durum 3” senaryosu ile “Durum 1” senaryosunun karşılaştırması yapılmıştır. Şekil 22 den de görüleceği gibi akarsuyun yataylaşma eğiliminin yol açtığı taban yükselmesi iyice belirginleşmiştir. Su kotlarındaki yükselme boy kısaltması durumuna göre (Durum 1) 1 metre

civarındadır. Boy kısaltması yapılmamış Doğal akarsu yatağıyla “Durum 3” kıyaslandığında ise mansap kesiminde su kotlarındaki yükselme 0,5 metreyi, menba kesiminde su kotlarındaki alçalma ise 1,5 metreyi bulmaktadır (Şekil 23).



Şekil 22 - “Durum 1” ile “Durum 3” Senaryosunun Karşılaştırması



Şekil 23 - Doğal Akarsu ile “Durum 3” Senaryosunun Karşılaştırması

4 TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Hec-Ras modeli hem teoride tariflenen davranışı hem de literatürde de tariflenen boy profildeki davranışı (yeniden eğimlenme) dikkate alarak modellendiğinden elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlarla uyumludur. Modeldeki akarsuya radikal bir yaklaşımla 833 kesiti ile 613 kesitleri arasında 4858 metre (yaklaşık %35) boy kısaltması yapılmıştır (“Durum 1” senaryosu). Akarsuyun bu duruma verdiği ilk tepki akımın hızlanması ve su kotlarının belirgin bir şekilde düşmesidir. Şekil 16’dan da görüleceği gibi Su kotlarındaki azalma özellikle boy kısaltması yapılan bölgede oldukça belirgindir.

“Durum 2” senaryosu gereği, akarsuyun boy kısaltmasına tepki vereceği düşünülmüş ve membada taban alçalması mansapta ise taban yükselmesi olacak şekilde eğimler düzenlenmiştir. Şekil 19’da “Durum 1” ile “Durum 2” nin kıyaslaması yapılmış ve membada taban alçalmasına bağlı su kotunda alçalma, mansapta ise taban yükselmesine bağlı su kotunda yükselme görülmüştür. Henüz denge durumuna ulaşılmadığı ara bir durum olan “Durum 2” senaryosundan elde edilen sonuçlar Şekil 4 ve 5 ’de verilen Saint-Marguerite Nehri verileriyle, Şekil 7’de verilen Po Nehri verileriyle ve Şekil 9’da verilen Mississippi Nehrinin verileriyle uyuşmaktadır. “Durum 2” senaryosunda su kotlarındaki azalma Doğal akarsu su kotlarına göre %35 (1,6 metre) civarındadır.

Akarsu çevresiyle dinamik bir denge halinde olduğundan taban alçalmasına bağlı su kotlarındaki düşmenin çevreye yansması yeraltı su kotlarının düşmesi şeklinde olacaktır. Bu durum Saint-Marguerite Nehrinin menba kısımlarında (Şekil 3 deki Kuru Akmaz Göller) ve Po Nehrinde rastlanılan ve raporlanan bir durumdur. Akarsudaki taban yükselmesi ise tam tersi bir etkiye neden olacaktır, yani akarsuda taban yükselmesiyle birlikte su kotları da yükselecek, dolayısıyla yeraltı su kotları da

yükselecektir. Böyle bir durum Saint-Marguerite Nehrinde de tespit edilmiştir (Şekil 3 deki Batık Akmaz Göller). Taban yükselmesine bağlı su kotlarındaki artışın aynı zamanda aktif çalışan akarsu kesitini de azaltacağı bilindiğinden, akarsu kesitinin taşkın taşıma kapasiteside düşecek, dolayısıyla taşkın yatağı terk ederek yayılacak ve taşkın etki alanı da genişleyecektir. Bu durum Şekil 5’deki Saint-Marguerite Nehri mansap su kotlarında da anlaşılmaktadır.

“Durum 3” senaryosu gereği akarsu eğimi yataylaştırılmıştır. Yataylaşmaya bağlı su kotları membada ve mansapta doğal duruma yaklaşmış olsa da yine de eski doğal durum sağlanamamaktadır. Zira Hec-Ras modeli, akarsuyun boy kısaltmasına vereceği cevabı sadece tabandaki alçalma ve yükselme şeklinde dikkate aldığından elde edilecek sonuçlarında doğal durumdan uzak olması kaçınılmazdır.

Hec-Ras modelinden elde edilen sonuçlar memba kısmında literatürle uyumlu sonuçlar vermiş olmasına karşın mansapta kısmen literatürle uyumlu sonuçlarla karşılaşılmıştır. Bu durumun Hec-Ras modelinde tasarlanan akarsuyun en kesitleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Zira, en kesitler rasgele seçildiğinden en kesitlerin tam dolu aktığı debi (Bankfull) her yerde tam olarak sağlanamamıştır. Ayrıca Hec-Ras modelinde sadece eğimin dikleşmesi, sonrasında ise yataylaşması dikkate alınmıştır. Ancak, akarsuya insan eliyle yapılmış müdahalelere akarsuyun vereceği cevap oldukça komplekstir (Gregory (2006), Biedenharn vd.,(1997), Surian vd., (2003), Talbot vd.,(2002), James vd., (2006)). Akarsu en kesitlerinde genişleme, tekrar mendereslenme, hidrolojik şartlarda değişme, sediment miktarında değişme... vb bir çok etki ihmal edildiğinden model kısmen gerçeği yansıtmaktadır. Gerçek bir akarsu ile çalışılarak bu çalışmanın tekrar edilmesi daha gerçekçi sonuçlar alınmasına katkı sağlayacaktır.

5 SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Akarsularda boy kısaltması yapmak faydası kadar zararları da olan bir uygulamadır.
- Doğal şartlar altında gelişmeyen yani insan eliyle yapılan boy kısaltmalarında akarsu güzergâhı değişmekte, boyu kısaltmakta ancak akarsuyun başlangıç ve bitiş kotları değişmediğinden akarsu dikleşmektedir.
- Eğim dikleşmesi akım hızını ve taşınan sediment miktarını arttırmaktadır.
- Akarsuyun bu duruma verdiği ilk tepki, eğer akarsuyun şevleri kaplanmış ise ve mabadan gelen sediment miktarı sabit ise, akarsu tabanının alçalması şeklindedir. Zira akarsu ihtiyaç duyduğu sedimenti akarsu tabanından karşılayacaktır. Literatürdeki çalışmalarda yapılan arazi gözlemleri bu davranışı doğrulamaktadır.
- Boy kısaltması yapılan bölgenin mabasının tabanından yoğun şekilde sökülerek mansaba taşınan sediment, zaman içinde mansap bölgesinde birikerek akarsu tabanında yükselmeye ve dolayısıyla taşkın kotlarının yükselmesine neden olmaktadır.
- Akarsuyun bu davranışı akarsuyun yataylaşma eğilimiyle de uyumludur.
- Hem "Durum 1" hem de "Durum 2" senaryoları gereği akarsu tabanındaki yataylaşmaya bağlı su kotlarını da değiştirmiştir. Mabadan taban alçalmasına bağlı su kotlarında düşme, mansapta ise taban yükselmesine bağlı su kotlarında yükselme doğrulanmıştır.
- Mabadaki taban alçalması ve su kotlarındaki düşmenin pratikte yansıması, akarsu şev stabilitesinin bozulması, eğer şevler kaplı ise kaplama topuklarının zarar görmesine bağlı stabilite bozulması, akımın hızlanması ve yer altı su seviyesinin düşmesi şeklindedir.
- Mansaptaki taban yükselmesi ve su kotlarındaki yükselmenin pratikte yansıması, akarsuyun aktif çalışan kesitinin küçülmesi ve buna bağlı olarak taşkın kotlarını yükselmesi, taşkın alanlarının genişlemesi ve yeraltı su kotlarını yükselmesidir.
- Küçük akarsularda akarsuyun verdiği tepki çok hızlı iken, büyük akarsularda verilen tepki ilk başlarda hızlı ancak gittikçe yavaşlayan bir tepki şeklindedir.

- Akarsuyun verdiği tepkinin yavaş veya hızlı olmasında hidrolojik, morfolojik... vb şartlar kadar müdahalenin ne kadar radikal olduğu da önemlidir.
- Boy kısaltması, en kesit düzenlemesi... vb müdahale yapılan akarsularda akımın sığılaşması, hızlanması, taban kotlarının düşmesi, şev stabilitesinin bozulması, yeraltı su seviyesinin düşmesi, ...vb olumsuz etkiler görülebilmektedir. Akarsulara yapılan müdahaleler akarsuyun rejimini, morfolojisini ve ekolojik karakterini değiştirmektedir. Bu durumun akarsuyla ilişkili (bitki, balık,..vb) canlı türlerinin yaşamını olumsuz etkilediğiyle ilgili çalışmalar literatürde mevcuttur. Bu nedenle akarsuya yapılan müdahalelerde hidrolik kaygılar yanında hidrolojik, morfolojik ve ekolojik parametrelerin de dikkate alınması sürdürülebilir akarsu düzenlemesi için olmazsa olmazdır.

6 KAYNAKLAR

- HEC-RAS software, U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center software, Department of The Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616-4687
- Gregory, K.J.(2006), "The human role in changing river channels", geomorphology, 79 , 172-191
- Biedenharn, D.S., and Watson, C.C. (1997), "Stage adjustment in the lower mississippi river,usa", Regulated Rivers: research and Manegament , 13, 517-536
- Surian, N., and Rinaldi, M., (2003), "Morphological response tor iver engineering and management in alluvial channels in italy", Geomorphology , 50 (2003), 307-326.
- Talbot, T., and Lapointe, M.,(2002), "Model of response of a gravel bed river to meander straightening: the case of the Sainte-Marguerite River, Seguenay Region, Quebec, Canada", water resources research, Vol.38, No 6 , 1073.
- James, L.A.,(2006), "The Human Role in Changing Fluvial Systems: Resrospect, İnventory and Prospect", Geomorphology, 79, 152-171.

TAŞKIN DEBİLERİNİN TAHMİNİ İÇİN OLASILIK MODELİ YAKLAŞIMI

Bihrat ÖNÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul
onoz@itu.edu.tr

Esra SÖKMEL

Saray Belediyesi İmar Birimi, Tekirdağ
esrsokmel@gmail.com

(Makalenin geliş tarihi: 25.11.2016, Makalenin kabul tarihi: 11.01.2017)

ÖZ

Dere yatağındaki mevcut su miktarının, havzaya normalden fazla yağmur yağması veya havzada mevcut kar örtüsünün erimesinden dolayı hızla artması ve yatak çevresinde yaşayan canlılara, arazilere, mal ve mülke zarar vermesi olayına taşkın denilmektedir. Taşkın afetlerini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade etmek mümkün değildir. Herhangi bir havzada oluşan taşkınların yağış, havza ve iklim özelliklerine bağlı olarak rastgele özellikte oluşmaları nedeniyle önceden tahmin edilmeleri oldukça zordur. Bu sebeple Dünya üzerinde birçok araştırmacı tarafından taşkın tahminleri üzerine çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Bu çalışmalardan biri de olasılık modelidir. Olasılık modeli Rahman vd. (2011) tarafından ortaya konulmuştur. Bu çalışmada ülkemizde bulunan 54 akım gözlem istasyonunun pik debilerine Rahman, vd. (2011) tarafından geliştirilen olasılık modeli uygulanmıştır. Olasılık modeli kullanılarak çeşitli dönüş aralıklarında taşkın tahminlerinde bulunulmuştur. Olasılık modeli uygulanırken 54 akım gözlem istasyonuna ait Devlet Su İşlerinden temin edilen en güncel taşkın değerleri kullanılmıştır. Olasılık modeli geliştirilirken bu akım gözlem istasyonlarına ait çeşitli parametreler kullanılmıştır. Olasılık modeline genel olarak bakıldığında modelin değişim katsayısına (C_v) önemli ölçüde bağlı olduğu görülmüştür. Değişim katsayılarının büyük olduğu akım gözlem istasyonlarında modelin performansının, değişim katsayılarının küçük olduğu akım gözlem istasyonlarına göre daha düşük olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Taşkın, debi, değişim katsayısı, olasılık modeli

PROBABILITY DISTRIBUTION MODEL APPROACH FOR ESTIMATION OF FLOOD DISCHARGES

ABSTRACT

The process of rapidly increasing water amount in the stream bed, due to excess precipitation onto the basin and due to snow melting, giving harm to living beings, land and property is named as flood. It is not possible to define flood disaster related only to meteorological factors. It is quite difficult to estimate floods in advance since they have a random character due to precipitation, basin and climate properties of the region. That is why numerous researchers worldwide are working on various methods of flood estimations. One of these methods is the probability method. Probability method has been proposed by Rahman et al (2011). In this study probability model developed by Rahman et al (2011) has been applied to the peak discharges of 54 flow stations found in our country. Flood estimates at different recurrence intervals have been made by using the probability model. While applying the probability model, up-to-date flood values of the 54 flow stations have been used which were provided from the State Water Works. While the probability model was developed, various parameters belonging to these flow stations have been used. When a general view is cast upon the probability model, it is seen that the model is significantly dependent on the variation coefficient (C_v). The model performance is found to be higher for flow stations of which the coefficients of variation are small with respect to stations with larger variation coefficients.

Keywords: Flood, discharge, coefficient of variation, probability model

1 GİRİŞ

Taşkın bir nehir/dere yatağındaki mevcut su miktarının, havzaya normalden fazla yağmur yağması veya havzada mevcut kar örtüsünün erimesinden dolayı hızla artması ve yatak çevresinde yaşayan canlılara, arazilere, mal ve mülke zarar vermesi olayına denmektedir.

Herhangi bir havzada oluşan taşkınların yağış, havza ve iklim özelliklerine bağlı olarak rastgele özellikte oluşmaları nedeniyle öncede tahmin edilmeleri oldukça zordur. Taşkın tahminlerinden elde edilen belli yinelemeye sahip tasarım taşkın değerleriyle su yapılarının ve toprak kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi için bir takım önlemlerin tekniklerin geliştirilmesi amaçlanır (Bayazıt,Önöz, 2008)

Havzalardaki bu türden değişimler ölçülen hidrolojik verilerin homojenliğini ortadan kaldırmakta ve klasik taşkın frekans analizi yöntemlerini yetersiz kılmaktadır. Bu sebeple dünya üzerinde birçok araştırmacı tarafından taşkın tahminleri üzerine birçok yöntem geliştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında da bu çalışmalardan biri olan olasılık modeli incelenecektir. Rahman vd. (2011) tarafından geliştirilen olasılık modelinin, ülkemizde bulunan akım gözlem istasyonlarına uygulanarak çeşitli dönüş aralıklarında taşkın tahminlerinde bulunulması amaçlanmıştır. Ayrıca modelin ülkemizdeki havzalarda ne ölçüde başarılı sonuçlar vereceği belirlenmiş olacaktır (Sökmel, 2016).

2 YÖNTEM VE UYGULAMA

Olasılık modeli istenilen dönüş aralıklarına ait taşkın debilerini tahmin etmek için geliştirilen bir modeldir. Bu model Rahman vd. (2011) tarafından geliştirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında söz konusu modelde akım gözlem istasyonlarının ölçüm yapılmış yıllara ait taşkın debileri, ortalama, standart sapma ve değişim katsayısı değerleri hesaplarda kullanılmıştır (Bayazıt, Oğuz, 2005). Bu değerler kullanılarak çeşitli dönüş aralıklarında taşkın tahminleri yapılmasına olanak sağlayan bir denklem elde edilmiştir.

Olasılık modelinde ilk olarak çalışmaların yapılacağı her bir akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait yıllık taşkın debileri arasından maksimum taşkın debisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Maksimum taşkın debilerinin olasılık modelinde kullanılması için standart bir forma getirilmesi gereklidir. Bu standartlaştırma ile homojen değerler elde edilmiş olacaktır. Bunun için ise

maksimum taşkın debilerinin istasyonlara ait ortalama değerine bölünmesi uygun görülmüştür.

Tüm AGİ'lere ait maksimum taşkın debileri ortalama değerine bölünerek boyutsuz ve bir hale getirildikten sonra bu oranın değişim katsayısına bağlı olarak değişiminin grafiksel dağılımı çizdirilmiştir.

Bu grafikten iki değişken arasındaki ilişkiyi ifade eden doğrusal olmayan bir denklem elde edilmiştir. Elde edilen bu denklem aşağıda 2.1 ile belirtilmiştir.

$$\frac{Q_{maks}}{\mu} = 1 + \alpha C_v^\lambda \quad (2.1)$$

Denklem 2.1'de Q_{maks} maksimum taşkın debisini, μ ortalamayı, C_v ise değişim katsayısını ifade etmektedir.

Bu ifadede α ve λ olmak üzere belirtilen parametreler çeşitli matematiksel yöntemler yardımıyla hesap edilir.

Maksimum taşkın değerinin ortalamaya oranının, değişim katsayısına bağlı olarak değişen dağılım grafiği incelendiğinde α sabit parametresi yerine dönüş aralığına bağlı olan bir fonksiyonun olasılık modeline ait denklemlerde kullanılmasının daha doğru sonuçlar vereceği öngörülmüştür. Olasılık modelinde çeşitli dönüş aralıklarına ait taşkın tahminlerinde bulunabilmek için kullanılacak olan denklemlerde dönüş aralığına ait bir ifadenin bulunması gereklidir. Bu sebeple α parametresi yerine kullanılacak fonksiyon dönüş aralığı değişkenine bağlı olmalıdır.

Olasılık modelinde esas olarak kullanılacak olan bu denklem aşağıda 2.2 ile belirtilmiştir.

$$\frac{Q_{maks}}{\mu} = 1 + f(ARI)C_v^\lambda \quad (2.2)$$

Denklem 2.2 ile belirtilen ARI (Average Recurrence Interval) tekrarlanma sıklığını başka bir deyişle dönüş aralığını ifade etmektedir.

Fonksiyonun çözümünün ilk aşaması olarak 2.2 denklemini düzenlenerek standart değişken olarak tanımlanan γ değerleri hesap edilir. Standart değişkenin hesabına ait bu denklem 2.3 ile aşağıda belirtildiği gibidir.

$$\gamma = \frac{(Q_{maks}/\mu) - 1}{C_v^\lambda} = \frac{Q_{maks} - \mu}{sC_v^{\lambda-1}} \quad (2.3)$$

Denklemde s standart sapmayı ifade etmektedir. Standart değişkenin hesabı için denklem 2.3 düzenlenmiş; boyutsuz ve homojendir. Denklem

2.3 kullanılarak her bir AGİ için standart değişken değerleri hesap edilmiştir. AGİ'lere ait her bir standart değişkene tekabül eden dönüş aralıkları değerlerinin hesap edilmesi gereklidir. Böylece standart değişkenin dönüş aralığına bağlı olarak değişimi grafiksel olarak incelenerek ilgili fonksiyon belirlenecektir. Dönüş aralığına ait denklem aşağıda 2.4 ile belirtilmiştir.

$$ARI = \frac{1}{1 - (1 - \frac{m}{M})^n} \quad (2.4)$$

Denklem 2.4 ile belirtilen dönüş aralığı hesabında m ile belirtilen standart değişkenin büyükten küçüğe dizildiğindeki sıra numarası olup, n ise gözlem yapılan tüm yıllara ait taşkın değerlerinin sayısının ortalaması, M ise akım gözlem istasyonu sayısını belirtmektedir. Her bir AGİ'ye ait standart değişken ve dönüş aralıkları değerleri ilgili denklemler kullanılarak hesap edilir. Nümerik değerleri elde edilen bu iki değişkenin grafiksel olarak dağılımı elde edilir. Bu grafik incelendiğinde standart değişkenlerin dönüş aralıklarının logaritmik değerlerine ait bir fonksiyona bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

Bu dağılım sonucunda standart değişkenlerin dönüş aralığına bağlı olan değişimini ifade eden fonksiyon ifadesi elde edilmiş olur. Bu ifadenin 2.3 denkleminde yerine konulmasıyla olasılık modeline ait taşkın tahminlerinde kullanılacak olan denklem elde edilmiş olur. Olasılık modeline ait bu denklem kullanılarak çeşitli dönüş aralıklarında taşkın tahminleri yapılabilmektedir.

3 OLASILIK MODELİNİN HAVZALARA UYGULANMASI

Bu bölümde olasılık modelinin ülkemizde bulunan akım gözlem istasyonlarına uygulanışı ele alınacaktır.

3.1 Havzalar Hakkında Genel Bilgi

Bu çalışma kapsamında faydalanılan 54 AGİ harita üzerindeki konumları aşağıdaki Şekil 3.1'de belirtilmiştir.

Bu çalışma kapsamında faydalanılan 54 AGİ'nin bulunduğu havzalar ve AGİ özellikleri aşağıdaki Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.



Şekil 3.1 - Akım Gözlem İstasyonları

Çizelge 3.1 - AGİ özellikleri

| No | Havza | İstasyon No | İstasyon | Gözlem Aralığı | Gözlem Sayısı |
|----|----------------|-------------|----------------------------|----------------|---------------|
| 1 | Ergene | E01A006 | Hayrabolu deresi | 1969-2014 | 46 |
| 2 | Susurluk | E03A002 | Mustafa Kemal Paşa Döllük | 1938-2014 | 77 |
| 3 | Susurluk | E03A011 | Orhaneli Küçükilet | 1945-2014 | 69 |
| 4 | Susurluk | E03A028 | Emet çayı dereli | 1965-2012 | 47 |
| 5 | Büyük Menderes | E07A001 | Çine çayı kayırlı | 1938-2014 | 77 |
| 6 | Batı Akdeniz | E08A009 | Eşen çayı kavaklıdere | 1957-2013 | 57 |
| 7 | Batı Akdeniz | E08A015 | Eşen çayı kınık | 1972-2013 | 42 |
| 8 | Antalya | E09A012 | Manavgat çayı Sinanhoca | 1964-2014 | 51 |
| 9 | Antalya | E09A017 | Alaraçayı Alarahan | 1970-2014 | 45 |
| 10 | Antalya | E09A022 | Alaraçayı Narağacı | 1993-2014 | 22 |
| 11 | Akarçay | E11A002 | Sivrikaya Gazlıgöl | 1957-2011 | 51 |
| 12 | Sakarya | E12A022 | Kocasu Rüstümköy | 1953-2014 | 61 |
| 13 | Sakarya | E12A024 | Sakarya Nehri Aktaş | 1963-2014 | 50 |
| 14 | Sakarya | E12A037 | Mudurnu çayı Dokurcun | 1956-2014 | 58 |
| 15 | Batı Karadeniz | E13A019 | Mengen çayı Gökçesu | 1965-2014 | 45 |
| 16 | Batı Karadeniz | E13A027 | Ulus Afatlar | 1967-2014 | 47 |
| 17 | Batı Karadeniz | E13A031 | Kocairmak Bartın | 1969-2014 | 38 |
| 18 | Batı Karadeniz | E13A035 | Filyos çayı | 1964-2009 | 46 |
| 19 | Yeşilirmak | E14A012 | Çorum Çat Irmağı | 1954-2014 | 61 |
| 20 | Yeşilirmak | E14A018 | Gömeleönü | 1963-2014 | 52 |
| 21 | Yeşilirmak | E14A022 | Kelkit çayı Çiçekbükü | 1969-2014 | 46 |
| 22 | Yeşilirmak | E14A024 | Çekerek çayı | 1969-2014 | 45 |
| 23 | Kızılırmak | E15A001 | Kızılırmak Yamula | 1938-2015 | 74 |
| 24 | Kızılırmak | E15A017 | Karanlık dere şefaatlı | 1953-2014 | 61 |
| 25 | Kızılırmak | E15A035 | Kızılırmak Söğütlühan | 1963-2013 | 50 |
| 26 | Konya | E16A012 | İbrala çayı | 1957-2011 | 52 |
| 27 | Konya | E16A021 | Beyşehir | 1969-2011 | 42 |
| 28 | Doğu Akdeniz | E17A014 | Göksu Karahacılı | 1961-2014 | 54 |
| 29 | Doğu Akdeniz | E17A020 | Göksu Hamam | 1954-2014 | 49 |
| 30 | Doğu Akdeniz | E17A021 | Anamur çayı Alaköprü | 1968-2014 | 47 |
| 31 | Seyhan | E18A020 | Körkün suyu Hacılı köprüsü | 1969-2014 | 46 |
| 32 | Seyhan | E18A022 | Zamanti Fraktin köprüsü | 1969-2014 | 46 |
| 33 | Ceyhan | E20A004 | Ceyhan nehri Misis | 1971-2014 | 44 |
| 34 | Ceyhan | E20A006 | Göksu Karaahmet | 1954-2014 | 61 |
| 35 | Ceyhan | E20A008 | Savrun deresi Kadirli | 1969-2014 | 46 |
| 36 | Fırat | E21A002 | Murat nehri Palu | 1968-2011 | 44 |
| 37 | Fırat | E21A022 | Murat nehri Tutak | 1962-2011 | 48 |
| 38 | Fırat | E21A024 | Tohma suyu | 1963-2014 | 52 |
| 39 | Fırat | E21A035 | Bulamçayı Fatopaşa | 1961-2013 | 51 |
| 40 | Fırat | E21A058 | Bingöl çayı A.paşa köprüsü | 1969-2014 | 46 |
| 41 | Fırat | E21A064 | Göynük çayı çayağzı | 1969-2011 | 43 |
| 42 | Doğu Karadeniz | E22A002 | Karadere Ağnas | 1967-2013 | 47 |
| 43 | Doğu Karadeniz | E22A028 | Fol deresi Bahadırlı | 1962-2013 | 52 |
| 44 | Doğu Karadeniz | E22A032 | Fırtına deresi Topluca | 1964-2013 | 50 |
| 45 | Doğu Karadeniz | E22A033 | Tozköy deresi Tozköy | 1964-2013 | 50 |
| 46 | Doğu Karadeniz | E22A038 | Melet çayı Arıcılar | 1965-2013 | 49 |
| 47 | Doğu Karadeniz | E22A045 | Terme çayı Gökçeli | 1969-2013 | 45 |
| 48 | Doğu Karadeniz | E22A047 | Melet çayı Gocallı köprüsü | 1968-2013 | 46 |
| 49 | Çoruh | E23A005 | Çoruh nehri Peterek | 1963-2011 | 49 |
| 50 | Çoruh | E23A016 | Çoruh nehri İspir köprüsü | 1965-2014 | 50 |

| | | | | | |
|----|-------|---------|------------------------------|-----------|----|
| 51 | Çoruh | E23A023 | Oltu suyu İşhan köprüsü | 1963-2011 | 47 |
| 52 | Aras | E24A015 | Kura nehri Ur köprüsü | 1969-2011 | 43 |
| 53 | Dicle | E26A010 | Bitlis çayı Baykan | 1955-2013 | 58 |
| 54 | Dicle | E26A012 | Batman çayı Malabadi köprüsü | 1961-2013 | 50 |

Olasılık modeli uygulanırken akım gözlem istasyonlarına ait çeşitli parametrelerin kullanılması gereklidir. Bu parametreler aşağıda çizelge 3.2'de belirtilmiştir.

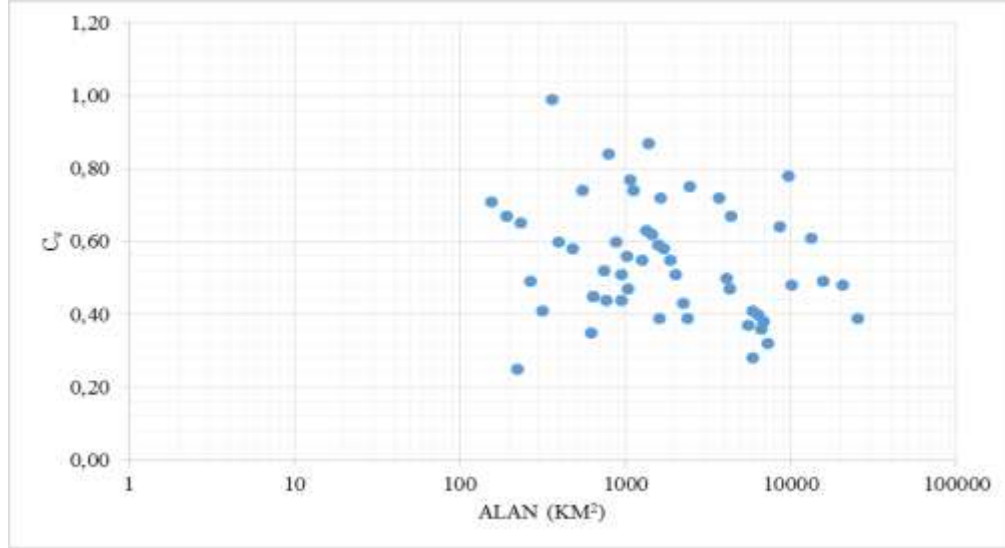
Çizelge 3.2 - AGİ'lere ait istatistiki değerler ve drenaj alanları

| İstasyon No | Ortalama(m ³ /s) | Standart Sapma(m ³ /s) | Alan(km ²) | Değişim Katsayısı(C _v) |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| E01A006 | 178,83 | 155,66 | 1381,20 | 0,87 |
| E03A002 | 694,04 | 543,76 | 9629,20 | 0,78 |
| E03A011 | 60,20 | 43,59 | 1621,60 | 0,72 |
| E03A028 | 95,86 | 70,92 | 1125,60 | 0,74 |
| E07A001 | 225,64 | 114,02 | 948,00 | 0,51 |
| E08A009 | 70,02 | 52,04 | 546,80 | 0,74 |
| E08A015 | 389,38 | 291,39 | 2448,00 | 0,75 |
| E09A012 | 536,94 | 185,81 | 625,60 | 0,35 |
| E09A017 | 470,07 | 281,07 | 875,50 | 0,60 |
| E09A022 | 157,40 | 94,00 | 396,30 | 0,60 |
| E11A002 | 9,61 | 9,57 | 360,80 | 0,99 |
| E12A022 | 158,86 | 80,66 | 2021,60 | 0,51 |
| E12A024 | 20,95 | 13,99 | 4342,20 | 0,67 |
| E12A033 | 226,81 | 137,43 | 1984,80 | 0,61 |
| E12A037 | 68,81 | 52,66 | 1073,40 | 0,77 |
| E13A019 | 79,17 | 66,73 | 786,30 | 0,84 |
| E13A027 | 114,61 | 49,94 | 953,60 | 0,44 |
| E13A031 | 497,68 | 313,91 | 1342,00 | 0,63 |
| E13A035 | 973,13 | 594,82 | 13300,40 | 0,61 |
| E14A012 | 54,99 | 39,67 | 3668,80 | 0,72 |
| E14A018 | 173,42 | 67,38 | 1608,00 | 0,39 |
| E14A022 | 77,38 | 44,78 | 1714,00 | 0,58 |
| E14A024 | 32,41 | 15,24 | 1032,80 | 0,47 |
| E15A001 | 410,76 | 201,19 | 15581,60 | 0,49 |
| E15A017 | 53,83 | 34,19 | 8592,40 | 0,64 |
| E15A035 | 310,96 | 110,75 | 6606,50 | 0,36 |
| E16A012 | 16,31 | 7,99 | 267,70 | 0,49 |
| E16A021 | 39,97 | 11,05 | 5882,00 | 0,28 |
| E17A014 | 789,67 | 380,27 | 10065,20 | 0,48 |
| E17A017 | 29,29 | 25,61 | 1005,20 | 0,87 |
| E17A020 | 313,54 | 146,49 | 4304,00 | 0,47 |
| E17A021 | 259,15 | 105,51 | 313,20 | 0,41 |
| E18A020 | 144,26 | 90,05 | 1440,80 | 0,62 |
| E18A022 | 70,37 | 27,94 | 6334,80 | 0,40 |
| E20A004 | 884,52 | 426,31 | 20466,00 | 0,48 |
| E20A006 | 50,17 | 25,96 | 739,20 | 0,52 |
| E20A008 | 161,17 | 92,90 | 480,00 | 0,58 |
| E21A002 | 1867,36 | 734,43 | 25515,60 | 0,39 |
| E21A022 | 533,85 | 218,00 | 5882,40 | 0,41 |
| E21A024 | 41,05 | 22,71 | 1256,10 | 0,55 |
| E21A031 | 26,89 | 30,48 | 277,60 | 1,13 |
| E21A035 | 32,51 | 23,04 | 154,80 | 0,71 |

| | | | | |
|---------|---------|--------|---------|------|
| E21A058 | 241,08 | 141,88 | 1577,60 | 0,59 |
| E21A064 | 527,28 | 226,94 | 2232,00 | 0,43 |
| E22A002 | 95,84 | 42,92 | 635,70 | 0,45 |
| E22A015 | 81,75 | 25,62 | 445,20 | 0,31 |
| E22A028 | 74,46 | 50,12 | 191,40 | 0,67 |
| E22A032 | 179,44 | 78,15 | 763,20 | 0,44 |
| E22A033 | 43,49 | 10,79 | 223,10 | 0,25 |
| E22A038 | 155,66 | 86,50 | 1024,40 | 0,56 |
| E22A045 | 277,07 | 180,87 | 232,80 | 0,65 |
| E22A047 | 398,48 | 218,49 | 1859,20 | 0,55 |
| E23A004 | 94,97 | 49,38 | 1734,00 | 0,52 |
| E23A005 | 385,29 | 122,36 | 7272,00 | 0,32 |
| E23A016 | 252,78 | 94,23 | 5505,20 | 0,37 |
| E23A023 | 235,33 | 90,59 | 6854,00 | 0,38 |
| E24A015 | 180,64 | 71,21 | 2380,00 | 0,39 |
| E26A010 | 219,40 | 99,39 | 640,40 | 0,45 |
| E26A012 | 1136,92 | 569,05 | 4105,20 | 0,50 |

3.2 Modelin Uygulanması

54 AGİ'ye ait alan ve değişim katsayısı (Cv) arasındaki ilişkiyi gösteren şekil aşağıda 3.2 ile belirtilmiştir.



Şekil 3.2 - AGİ'lere ait Cv'lerin Alana Bağlı Değişimi

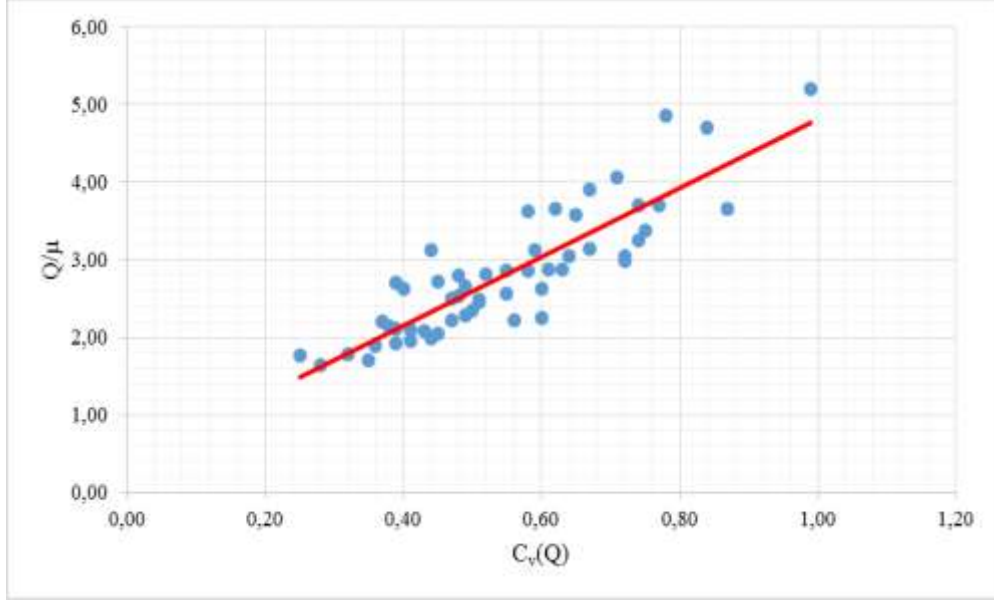
Şekil 3.2'de görüldüğü üzere değişim katsayısının (Cv) alana bağlı olarak değişimi oldukça birbirinden bağımsızdır. Şekil 3.2'den yola çıkarak değişim katsayısı (Cv) nın alana bağlı olarak uygun bir değişim göstermediği görülmüştür.

Bu kısımda olasılık modeli uygulanırken kullanılan hesaplamalara yer verilmiştir. Olasılık

modelinde önerilen 2.1 denkleminin çözülmesi gerekmektedir.

Bunun için maksimum taşkın debilerinin akım gözlem istasyonlarına ait ortalama değerleri ile boyutsuz hale getirilmiştir.

Q/μ değerlerinin ile değişim katsayısına (Cv) bağlı değişim grafiği şekil 3.3 ile gösterilmiştir



Şekil 3.3 - Q/μ değerlerinin C_v(Q)'ya bağlı değişim grafiği

Q/μ değerleri hesap edildikten sonra olasılık modelinde önerilen denklemde belirtilmiş olan α ve λ parametreleri hesaplanmalıdır. Bu parametrelerin hesabı için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu çalışma kapsamında bu parametrelerin hesabı için 2.1 denklemi aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir.

$$\ln\left(\frac{Q_{maks}}{\mu} - 1\right) = \ln\alpha + \lambda \ln C_v$$

Bu iki değişken arasındaki grafikten R2 değeri 0,78 olan, 3.1 ile belirtilen denklem elde edilmiştir. Bu denklem kullanılarak α ve λ parametreleri hesap edilmiştir. Denklem 3.1 aşağıda belirtildiği gibidir.

$$y = 1,3245x + 1,3479 \quad (3.1)$$

$$\ln\left(\frac{Q_{maks}}{\mu} - 1\right) = \ln\alpha + \lambda \ln C_v$$

$$\lambda = 1,32$$

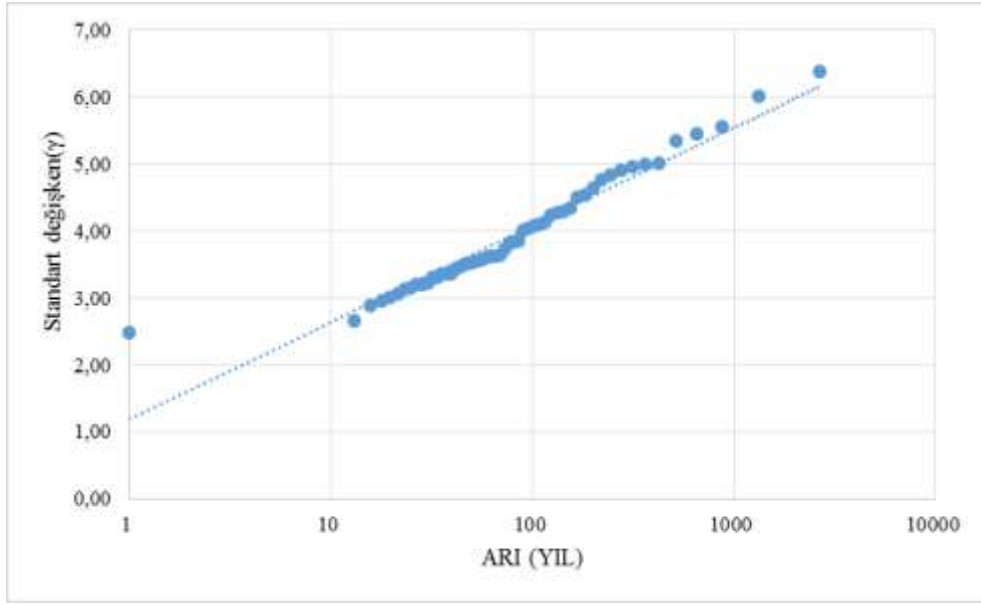
$$\alpha = 3,86$$

Denklem 3.1 kullanılarak α ve λ parametrelerinin sayısal değerleri belirlenmiştir.

Standart değişkenlerin dönüş aralığına(ARI) bağlı olan dağılımını gösteren grafik Şekil 3.4 ile aşağıda verilmiştir.

Şekil 3.4'de standart değişkenlerin dönüş aralığının logaritmik değerlerine bağlı dağılımı görülmektedir. İlgili grafikten de görüldüğü üzere standart değişken değerlerin büyük kısmı 2,9 ile 5 arasında dağılım göstermektedir.

Bu standart değişkenlere karşılık gelen dönüş aralıkları ise 20 ile 400 yılları arasındadır. Standart değişkenlerin dağılımı incelendiğinde olasılık modelinin 2.9 ile 5 arasındaki değişim katsayıları arasında, 20 ile 400 yılları arasındaki dönüş aralıklarında en uygun dağılımı gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3.4 - Standart değişkenlerin ARI'ya bağlı değişim grafiği

Grafiğe ait R2 değeri 0,94'tür. R2 değerinden yola çıkılarak iki değişken arasındaki ilişkinin oldukça başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir. Dönüş aralığına bağlı fonksiyonun denklemi, denklem 3.2 ile aşağıda belirtildiği şekildedir.

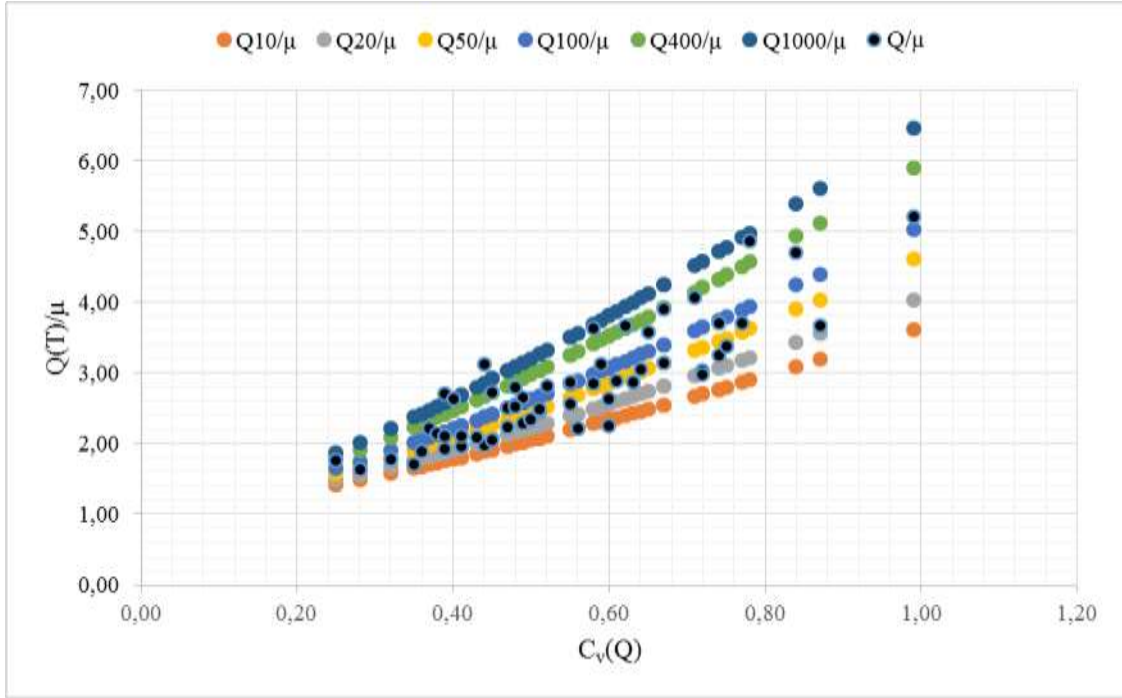
$$\gamma = 0,63 \ln(ARI) + 1,19 \quad (3.2)$$

f(ARI) fonksiyonun denklemi olasılık modeline ait 2.2 denkleminde yerine konulduğunda ülkemizdeki akım gözlem istasyonlarında taşkın tahminlerinde kullanılacak denklem elde edilmiş

olacaktır. Olasılık modeline ait bu denklem 3.3 ile aşağıda belirtildiği şekildedir.

$$\frac{Q_{maks}}{\mu} = 1 + (0,63 \ln(ARI) + 1,19) C_v^{\lambda} \quad (3.3)$$

Denklem 3.3 kullanılarak çeşitli dönüş aralıklarına ait taşkın tahminlerinde bulunulabilir. Aşağıdaki Şekil 3.5'te çeşitli dönüş aralıklarına ait taşkın tahminlerine ait grafik verilmiştir.



Şekil 3.5 - $Q(T)/\mu$ değerlerinin $C_v(Q)$ 'ya bağlı değişim grafiği

Şekil 3.5'de olasılık modeli kullanılarak hesap edilen belirli dönüş aralıklarına ait Q/μ değerlerinin $C_v(Q)$ 'ya bağlı olan değişim grafiği verilmiştir.

Ayrıca bu grafikte olasılık modeli kullanılmadan akım gözlem istasyonlarının ölçüm yapılmış taşkın değerlerine ait olan Q/μ değerlerinin $C_v(Q)$ 'ya bağlı değişimi de görülmektedir.

Grafikten de görüldüğü üzere $C_v(Q)$ değerlerinin 0,35 ile 0,78 arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu grafik incelendiğinde Q/μ değerlerinin 20 ile 400 yıllık dönüş aralıklarında yoğunlaştığı görülmektedir.

1000 yıllık dönüş aralığına tekabül eden değerlerin çok az sayıda olduğu grafikten de görülmektedir. Dönüş aralık değerleri ve değişim katsayıları (C_v) büyüdükçe Q/μ değerlerinin yoğunluğunun azaldığı Şekil 3.5'de görülmektedir.

Şekil 3.5'den yola çıkarak modelin değişim katsayılarının küçük olduğu değerlerde daha başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir.

Çalışma kullanılan 54 AGİ'de 400 yıllık dönüş aralığını aşan taşkın değerlerinin görülme olasılığının oldukça düşük olduğu da görülmektedir.

4 SONUÇLAR

Rahman vd. (2011) tarafından geliştirilen olasılık modeli ülkemizde bulunan 54 AGİ'ye uygulanmıştır.

Olasılık modelinde mevcut kısıtlı sayıda ölçüm yapılan havzaların verileri kullanılmıştır. Modelin değişim katsayılarının düşük olduğu akım gözlem istasyonlarında daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Ayrıca taşkın değerlerinin 20 ile 400 yılları arasında yoğunlaştığı, bu değerlerin üstündeki taşkın aralıklarında yoğunluğun azaldığı görülmektedir.

Modelin performansının daha fazla akım gözlem istasyonu verileri kullanılarak artabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca modelin veri olduğu takdirde havza bazında da geliştirilmesi ile daha başarılı sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir.

Geliştirilen model ölçüm olmayan akarsu havzalarında da ortalama akım değeri ve değişim katsayısı (C_v) çeşitli regresyon teknikleri kullanılarak elde edildiğinde başarı ile kullanılabilir.

Bu amaçla literatürde çeşitli hidrometeorolojik büyüklüklerle (alan, yağış şiddeti, yağış, buharlaşma, vb.) bu değerlerin başarılı tahminleri yapılabilmektedir.

Su kaynaklarının planlama, yapım ve benzeri çalışmalarında özellikle ölçüm olmayan akarsu havzalarında güvenilir taşkın tahminlerine duyulan ihtiyaç konusunda geliştirilen yöntemin katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5 KAYNAKLAR

- Majone, U. & Tomirotti, M. (2011). Estimation of major floods: Applicability of a simple probabilistic model. Australian Journal of Water Resources, Vol 14, No 2.
- Bayazıt, M., Önöz, B. (2008). Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Bayazıt, M., Yeğen, E.B (2005). Mühendisler İçin İstatistik. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Sökmel, E. (2016). Taşkın Debilerinin Tahmini için Olasılık Modeli Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi. İnşaat Mühendisliği Bölümü, İ.T.Ü., İstanbul.

TOPUK EROZYONU VE KAZILARIN YAMAÇLARDA HEYELAN OLUŞUMUNA ETKİSİNİN ÖRNEKLERLE İNCELENMESİ

Halil KUMSAR
Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı, Denizli
hkumsar@pau.edu.tr

Ömer AYDAN
Department of Civil Eng. and Architecture, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa, Japan
aydan@tec.u-ryukyu.ac.jp

İbrahim ÇOBANOĞLU
Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı, Denizli
icobanoglu@pau.edu.tr

Sefer B. ÇELİK
Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı, Denizli
scelik@pau.edu.tr

Tamer KORALAY
Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı, Denizli
tkoralay@pau.edu.tr

(Makalenin geliş tarihi: 25.11.2016, Makalenin kabul tarihi: 11.01.2017)

ÖZ

Mühendislik proje uygulamalarında yapılan yamaç ve şev kazıları, yağışlı mevsimlerde akarsuyun akış hızındaki artışın etkisiyle yamaç topuklarında meydana gelen erozyonlar yamaca etkiyen tutucu kuvvetlerde azalmaya neden olur. Belirli bir aşamadan sonra itici kuvvetlerin tutucu kuvvetlere oranı (güvenlik katsayısı) 1 olduğunda yamaçta kayma başlar.

Bu çalışmada, birinci yazar tarafından geliştirilen SLOPAC bilgisayar programı kullanılarak yukarıda değinilen etkiler altında çatlaklı kaya ve taneli zeminlerden oluşan yamaç ve şevlerin duraylılığı (stabilitesi) Denizli ilinde yer alan Gökpınar barajı sol sahil heyelanı ve Kınıklı Hamam Deresi heyelanı örnekleri ile incelenmiştir. Gökpınar barajı heyelanında baraj göl seviyesindeki yükselme sonucu baraj gölü içinde bir kaymanın meydana geldiği ve devamında aynı yamacın göl seviyesi dışında ikinci bir dairesel kaymanın geliştiği belirlenmiştir. Kınıklı Hamam deresi heyelanında ise kama türü ve dairesel kaymalar sonucunda heyelanın topuk kısmında akma türü kütle hareketinin meydana geldiği, bu heyelanın oluşmasında, taş ocağı işletmesinde yapılan patlatma, dik şev kazısı ve yeraltı suyunun etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, Erozyon, Denizli, Gökpınar barajı, Kınıklı Hamam Deresi

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF TOE EROSION AND EXCAVATION ON LANDSLIDE DEVELOPMENT IN SLOPES WITH CASE STUDIES

ABSTRACT

Excavation at toe of cut and natural slopes in engineering projects, and toe erosion of slopes due to high velocity of water flow cause decrease in the resisting forces acting on a slope. Slope failure starts when the rate of resisting forces to disturbing forces (factor of safety) becomes one.

In this study, stability assessment of slope failures within jointed and cracked rock mass and coarse and fine grained soils, that were located in Gökpınar dam left abutment area and Kınıklı Hamam stream in

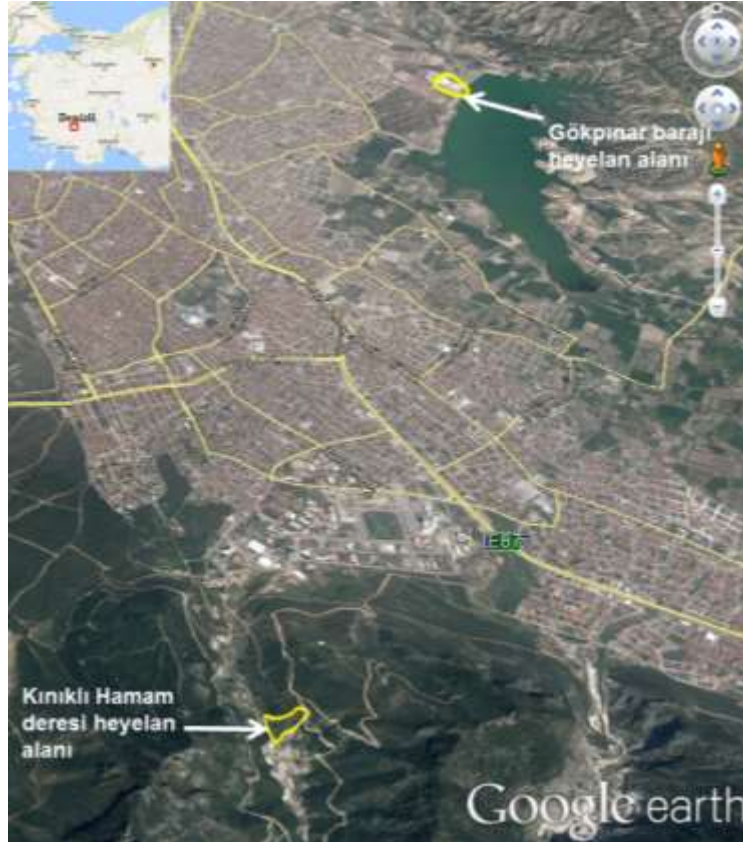
Denizli basin, were investigated by using SLOPAC computer program developed by the first author. It was assessed that, a slope failure took place inside the Gökpinar dam lake when water level of the lake increased, and then a second slope failure occurred in the same slope above the lake level. In Kınıklı Hamam stream landslide, wedge and circular type slope failures occurred and the sliding mass flowed at the toe of the slope due to high water content. The primary factors initiated the slope failure were determined as explosions in the rock quarry, steep angle slope excavation and groundwater flow within the slope.

Keywords: Landslide, Erosion, Denizli, Gökpinar dam, Kınıklı Hamam stream

1 GİRİŞ

Yağışların etkisiyle akışa geçen yüzey suları gözenekli yumuşak zeminlerde yüzey ve topuk erozyonuna neden olur. Yeraltına süzülen sular ise taneli zeminler arasındaki gözenekler, çatlaklı ve boşluklu kayalar içerisinde boşluk suyu basıncının oluşmasına, zeminlerin içsel dayanımlarında ve kayaların süreksizlik yüzeylerindeki sürtünme açılarında azalmalara neden olmaktadır. Sonuç olarak kayaç yamaç kütlelerinin ağırlığı artar, içsel direnci azalır ve

farklı türlerde kütle hareketleri meydana gelir. Kayan kütle, yamacın topuğundan geçen akışlı veya mevsimsel akışlı dere yatağında birikir. İçyapısı bozulmuş ve örselenmiş olan heyelan malzemesi yağışlı mevsimlerde akışa geçen yağmur suları ile akarsu düzlüklerindeki deltalara kadar taşınır. Bu çalışma kapsamında Denizli ilinde yer alan Gökpinar Barajı sol sahil heyelanı ve Kınıklı Hamam Deresi heyelanı örnekleri incelenmiştir.



Şekil 1 - Denizli ilinde Gökpinar barajı ve Kınıklı Hamam deresi heyelan alalarının uydü görüntüsü (Google Earth, 2016)

2 GÖKPINAR BARAJI SOL SAHİL HEYELANI

Gökpınar Barajı, Denizli ilinin sulama ve içme suyunun karşılanması amacı ile DSİ tarafından inşa edilmiştir. Baraj 43 m yüksekliğinde olup, kil çekirdekli toprak dolgu türü bir barajdır. Baraj yerinin jeolojik yapısı altta marn ve üstte çakıltaşı, dere yatağı boyunca da alüvyon birimlerinden oluşur. Barajın sol sahili boyunca maksimum su seviyesinin üzerinde baraja gelen sanayi atıklarını içeren kirli suların baraj gölü suyuna karışmaması için kanal inşa edilmiştir. Kanal kazısı, marn birimi içinde yapılmış ve kazıdan çıkarılan marn, baraj gölü yamacına dökülmüş, üzeri istifli kaya blokları (riprap) ile kaplanarak yamaç yüzeyi desteklenmiştir. 2011 yılı Haziran ayına kadar devam eden yoğun yağışlar sonrası (Şekil 3) baraj rezervuarı 41 m olan maksimum su seviyesine kadar dolmuştur. Gökpınar barajının sol sahilinde 22 Haziran 2011 tarihinde heyelan meydana gelmiştir.

Heyelan sonucunda by-pass kanalı tamamen hasar görmüş ve baraj gölü içine ötelenmiştir (Şekil 2).

Gökpınar barajı heyelanının oluşum mekanizması incelendiğinde baraj gölü içinde ve dışında iki ayrı heyelanın meydana geldiği belirlenmiştir. Bu heyelanlardan biri göl içerisinde diğeri ise göl seviyesi üzerinde meydana gelmiştir (Kumsar vd, 2012).

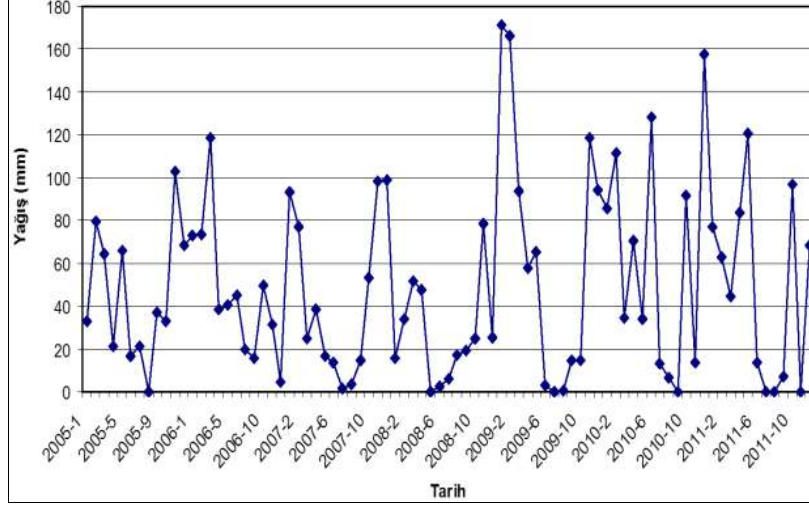
Heyelan sahasındaki kütle hareketlerinin oluşum mekanizmasının incelenmesi için göl seviyesi üzerinde su ile temas etmeyen marn ve suya doygun marn biriminin farklı su içeriklerinde fiziksel ve mekanik özellikleri örselenmemiş örnekler üzerinde yapılan deneylerle belirlenmiştir. Suyu doygun marn biriminin makaslama dayanımını belirlemek için, araziden alınan su içeriği düşük marn örnekleri kapilarite ile suya doygun hale getirilmiş ve örnekler dağılma sürecine geçmeden makaslama deneyleri yapılmıştır.



Şekil 2 - Gökpınar barajı sol sahil heyelan alanının uydu görüntüsü ve heyelan kütesinin görünümü

Yapılan deneyler sonucunda, göl seviyesi üzerindeki marn biriminin su içeriği (w) %10,40, doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) 16.1 kN/m³, kohezyonu (c) 50 kPa ve içsel sürtünme açısı (ϕ) 27o olarak belirlenmiştir. Suda bekletilen

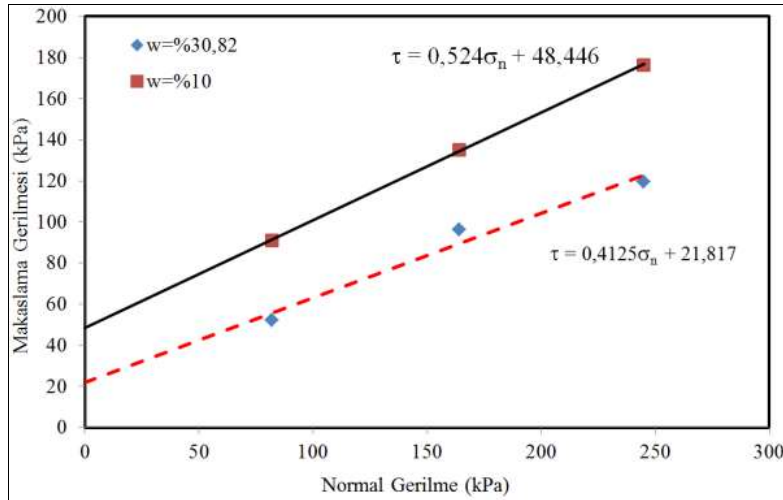
marn örneklerinde su içeriği (w) %30,82, doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) 17,5 kN/m³, kohezyon (c) 27 kPa ve içsel sürtünme açısı (ϕ) 21o olarak elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 3 - 2005-2011 yılları arasında Denizli ili merkezinde aylık yağış ortalamasının dağılımı

Marn biriminin suda dağılıma özelliğinden dolayı makaslama dayanımında önemli azalmalar meydana gelmektedir. Arazi gözlemleri ve jeolojik biriminin jeomekanik özellikleri değerlendirilerek heyelan mekanizması

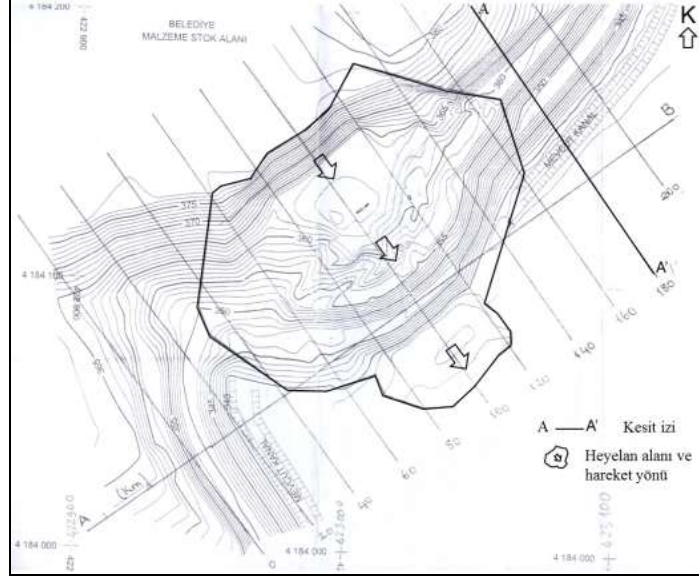
incelenmiştir. Kayan kütlelerin duraylılık analizi için Şekil 5'de kayma öncesi topoğrafyayı yansıtan alandan topoğrafik kesit alınmış ve bu kesit üzerinde kayma yüzeyleri tanımlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 4 - Marn biriminin farklı su içeriklerinde makaslama dayanımının değişimi

Üzeri riprap malzeme ile kaplanmış suya doymun marn biriminden oluşan ve göl seviyesi altında kalan yamacın duraylılık analizinin incelenmesi için su içeriği (w) %30,82 olan marn örneklerinin makaslama dayanım parametreleri ($c = 27$ kPa ve $\phi = 21^\circ$) ve göl seviyesi üzerindeki büyük

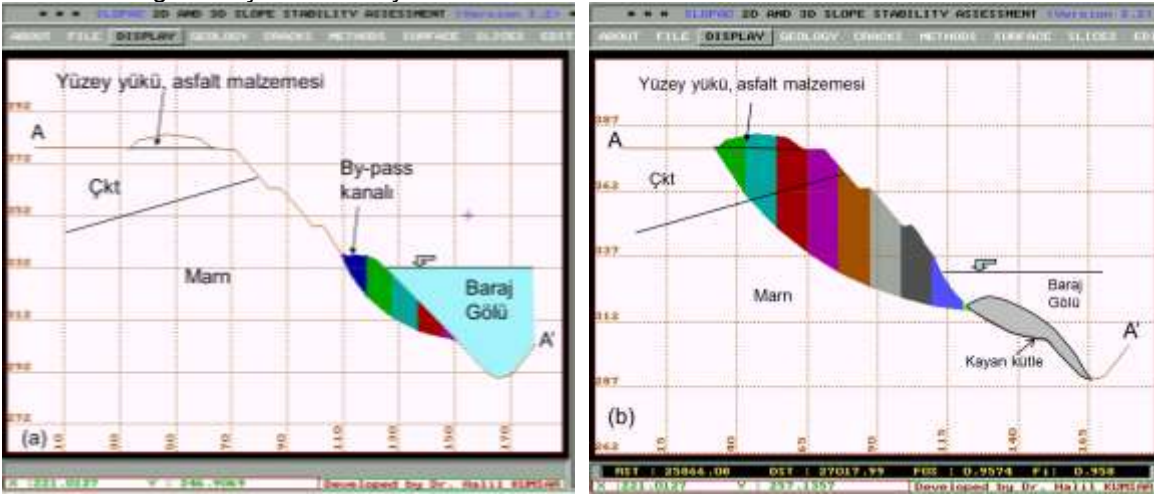
heyelan kütlelerinin duraylılık analizi için de su içeriği (w) %10,40 olan marn örneklerinin makaslama dayanım parametreleri ($c = 50$ kPa ve $\phi = 27^\circ$) hesaplamalarda kullanılmıştır.



Şekil 5 - Heyelan alanının kayma sonrası topoğrafik haritası

Kumsar (1993) tarafından yazılan SLOPAC şev duraylılığı analiz programı kullanılarak üç ayrı limit denge yöntemine göre yapılan duraylılık analizlerinde, göl seviyesi altındaki heyelan kütesindeki dairesel kaymanın yükselen göl seviyesi ile marn biriminin ıslanması ve makaslama dayanımının azalması etkisinde meydana geldiği belirlenmiştir. Bu kayma sonrasında göl dışındaki heyelan kütesi

topuğunun zayıfladığı ve güvenlik katsayısının 1,008 ile 1,025'e kadar düştüğü görülmektedir (Çizelge 1). Ancak büyük heyelanın topuğundaki 2 dilimin içinde bulunduğu marn biriminin su içeriğinin artması ve makaslama dayanımının azalması sonucu büyük heyelan kütesi de duraysızlaşmış ve kaymıştır. Bu iki heyelanın hareketi birbirine bağlı olarak gelişmiştir.



Şekil 6 - Baraj gölü içindeki (a) ve baraj gölü seviyesi üzerindeki (b) kayma kütlelerinin düşey dilimlere ayrılmış topoğrafik kesit üzerinde tanımlanması.

Çizelge 1 - Gökpinar barajı sol sahil heyelanlarının duraylılık analizleri

| Limit Denge Yöntemi | F (Baraj gölü içindeki topuk heyelanı $c = 27 \text{ kPa}$, $\phi = 21^\circ$) | F (Baraj göl seviyesi dışındaki heyelan, $c = 50 \text{ kPa}$, $\phi = 27^\circ$) | F (Baraj göl seviyesi dışındaki heyelan, topuktaki 2 dilim için $c = 27 \text{ kPa}$, $\phi = 21^\circ$) |
|---------------------|---|--|--|
| Bishop, 1955 | 0,902 | 1,015 | 0,99 |
| Aydan vd., 1992 | 0,904 | 1,015 | 0,99 |
| Kumsar, 1993 | 0,9 | 1,008 | 0,96 |

3 KINIKLI HAMAM DERESİ HEYELANI

Kınıklı Hamam deresi, Denizli graben alanının güneyini sınırlayan Babadağ fayının doğu ucunda Pamukkale Üniversitesi Kınıklı kampüs alanının güney sınırında yer alır (Şekil 7). Hamam deresi güneybatıdan kuzey doğuya doğru mevsimsel akışı olan bir vadi içerisinde yer alır. Büyük Menderes Masifinin parçası olan mermer ve şist birimleri ve bu birimlerin aşınması, taşınması ve birikmesi sonucu oluşan yamaç molozu ve alüvyon birimlerinden oluşur (Şekil 8). Vadi içindeki yamaçlarda yer alan mermer birimleri 2000 yılına kadar kırmataş ve mıcır ocağı olarak delme patlatma yöntemiyle işletilmiştir. Pamukkale Üniversitesi kampüsü ve Kınıklı kasabası yerleşim alanlarının mıcır ocaklarına yakın olmasından dolayı, bu vadi

içindeki taş ocağı işletme ruhsatları 2000 yılında iptal edilmiş ve bu alanlarda yapılan kırmataş ve mıcır üretimi durdurulmuştur.

Taşocağı işletmesi sırasında mermer bloklarının ana kayadan koparılması patlatma ve taş kırma makineleri ile gerçekleştirilmiştir. Hamam deresinin sol sahil yamacında mermer, şist ve yamaç molozu birimlerinden oluşan kesimde 1998 tarihinde büyük bir heyelan meydana gelmiş ve Hamam deresini kapatmıştır (Kumsar vd, 1999). Bu heyelan alanı incelendiğinde, heyelanın yamaç molozu birimi içinde geliştiği ve üç farklı türde kütle hareketinden oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 9). Bunlar, yamaç topuğunda kama türü kayma, yamaç gerisinde dairesel kayma ve sonrasında heyelan alanının topuk kesiminde akma türü kütle hareketleridir.



Şekil 7 - Kınıklı Hamam deresi heyelan alanı ve çevresinin uydu görüntüsü (Google Earth, 2016)

Arazide yapılan incelemede, heyelan alanının taç kısmında debisi 0.14 lt/sn olan su kaynağı gözlenmiştir. Bu kaynak suyu yamaç içinde gözenek suyu basıncında artışa ve killi yamaç molozu biriminin ve süreksizlik yüzeylerinin

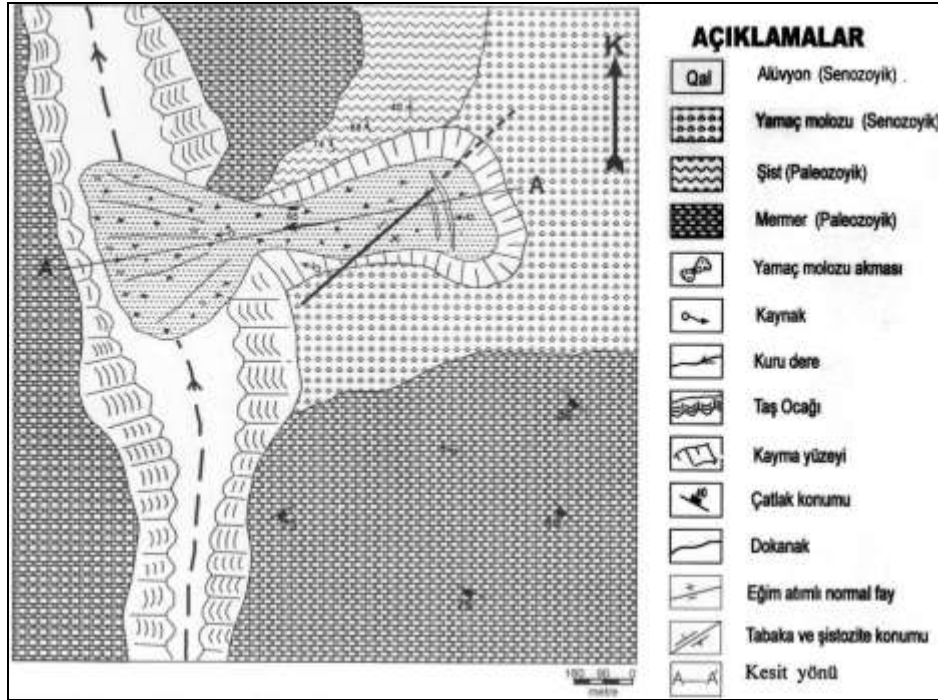
makaslama dayanımlarında azalmaya neden olmuştur.

Arazide yapılan incelemelerde heyelanın geliştiği yamaçta mermer ve şist birimleri içinde 2 adet süreksizlik yüzeylerinin varlığı

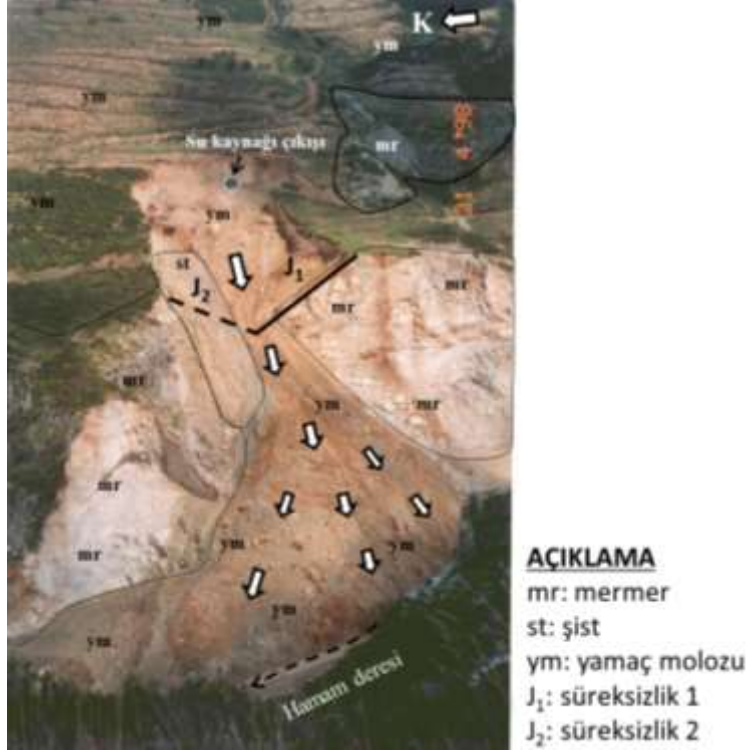
belirlenmiştir. J1 ve J2 olarak numaralandırılan bu süreksizlik yüzeylerinin doğrultu ve eğimleri sırasıyla 208°/35° ve 84°/65° olarak ölçülmüştür. Arazi ölçümlerinde süreksizlik yüzeylerinin ortalama sürtünme açısı (α) 25° olarak belirlenmiştir. Yapılan kinematik analizde (Şekil 10), kama bloğunun arakesit doğrusu şev yüzeyi ile kesişir ise kayma gerçekleşebilecektir. Kama yüzeyi üzerindeki kütlelerin duraylılık analizleri Kovari vd (1975) ve Kumsar vd (2000) tarafından önerilen yöntemlere göre, statik ve kuru durumda güvenlik katsayısı 1.27 olarak hesaplanmıştır.

Kama yüzeyi üzerindeki yamaç molozu kütlelerinin kayması, aynı yamacın doğusunda daha üst kotlardaki gözenek suyu içeren killi

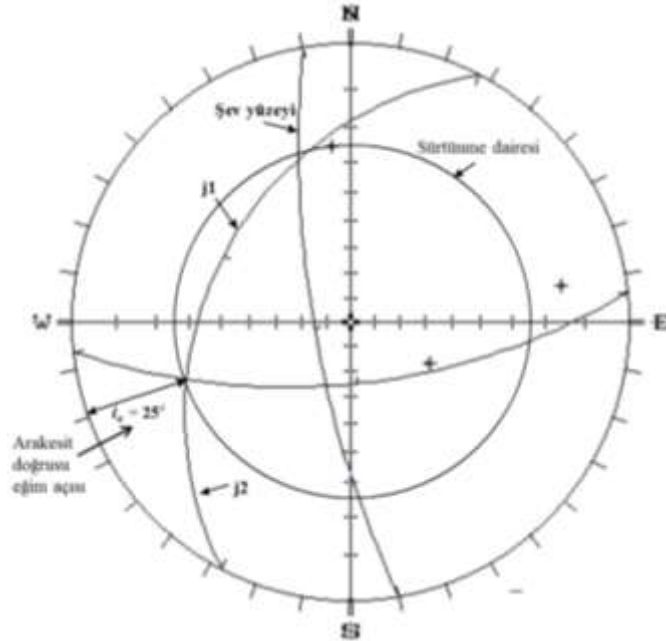
yamaç molozu biriminin topuğunun zayıflamasına ve aynı birim içinde dairesel kaymanın gelişmesine neden olmuştur. Dairesel kayma kütlelerinin duraylılık analizi için killi yamaç molozu biriminden örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınarak birimin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Yamaç molozu biriminin birim hacim ağırlığı (γ_n) 19 kN/m³, doruk kohezyonu (c_p) 29 kPa ve doruk içsel sürtünme açısı (α_p) 10,8°, artık kohezyonu (c_r) 16 kPa ve artık içsel sürtünme açısı (α_p) 9,9° olarak belirlenmiştir (Şekil 11). Heyelan öncesi topoğrafyada kayma doğrultusunda alınan topoğrafik kesit üzerinde dairesel ve kama türü kayma kütleleri tanımlanmış ve Şekil 12'de verilmiştir.



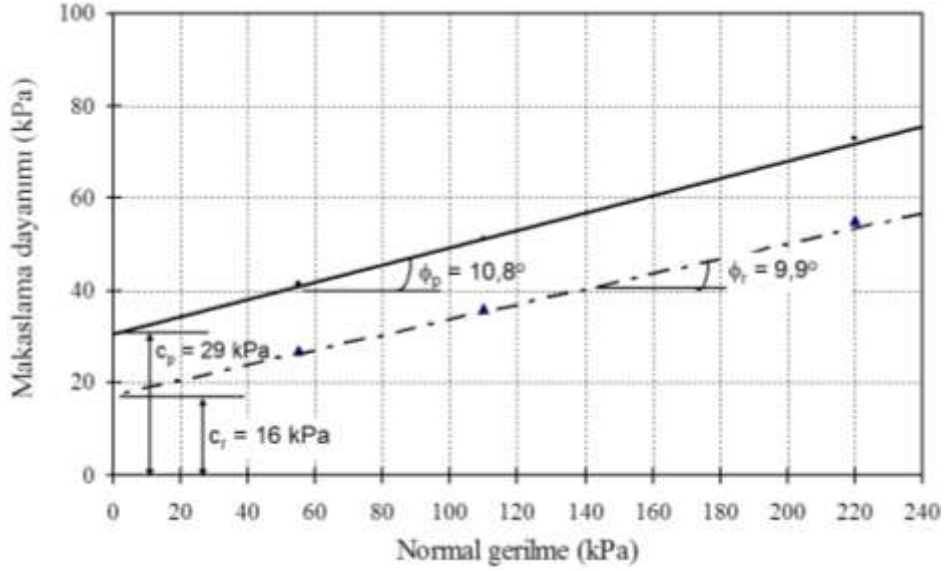
Şekil 8 - Kınıklı Hamam deresi heyelan sahasının mühendislik jeolojisi haritası.



Şekil 9 - Kırıklı Hamam deresi heyelan alanının görünümü



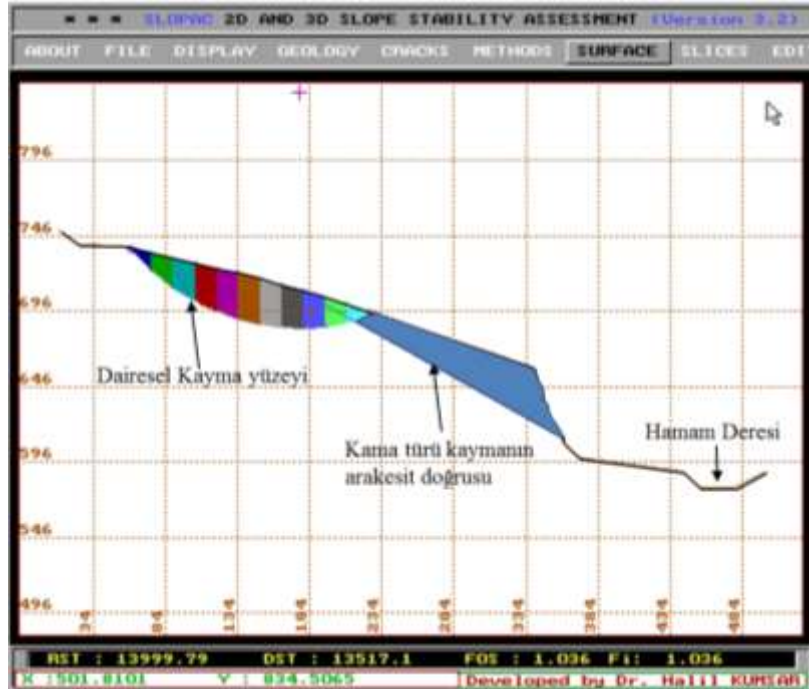
Şekil 10 - Kama türü kütle hareketinin kinematik analizi



Şekil 11 - Killi yamaç molozu biriminin makaslama dayanım grafiği

Dairesel kayma yüzeyi üzerindeki kütle düşey dilimlere ayrılmış ve duraylılık analizleri topuktaki kama türü kayma öncesi ve sonrası olmak üzere iki ayrı durum için limit denge yöntemleri ile yapılmıştır. Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, topuktaki kama türü kayma olmadan dairesel kayma meydana gelmemektedir ve güvenlik katsayısı 1,287 ile 1,303 arasında değişmektedir. Kama yüzeyi

üzerindeki yamaç molozunun kayması sonucunda ise, dairesel kayma kütesinin topuğu açılmakta ve güvenlik katsayısı 1,047'ye kadar düşmüştür. Yamaç molozu birimi içerisine 0,14 lt/sn debide boşalan yeraltı suyunun gözenek suyu basıncında artışa neden olması sonucu, güvenlik katsayısı 1'in altına düşmüş ve dairesel kayma gelişmiştir. Heyelan kütesinin topuk kısmında da akma meydana gelmiştir.



Şekil 12 - Kırıklı Hamam deresi heyelanının oluşum mekanizması

Çizelge 2 - Kınıklı Hamamderesi heyelanındaki dairesel kaymanın duraylılık analizleri

| Limit Denge Yöntemi | F (Topukta kama türü kayma öncesi) ($c = 29$ kPa, $\phi = 10,8^\circ$) | F (Topukta kama türü kayma sonrası) ($c = 19$ kPa, $\phi = 9,9^\circ$) |
|---------------------|--|--|
| Bishop, 1955 | 1,287 | 1,047 |
| Aydan vd., 1992 | 1,303 | 1,055 |
| Kumsar, 1993 | 1,288 | 1,048 |

4 SONUÇLAR

Gökpınar barajı sol sahil heyelan sahasının yamaç topuğunda baraj gölü içinde ve baraj gölü seviyesi üzerinde olmak üzere iki dairesel kayma meydana gelmiştir. Yamaç topuğunda meydana gelen dairesel kaymada marn biriminin su ile ıslanması sonucunda makaslama dayanımının azalması etkili olmuştur. Yamaç topuğundaki marn biriminin baraj gölü içine kayması sonucu, yamacın geri kalan kesiminde yer alan marn ve üst seviyelerdeki çakıltaşı biriminin topuğu açılmış ve ikinci dairesel kayma meydana gelmiştir. Meydana gelen dairesel kaymalar sonucunda da sol sahil yamacında maksimum su seviyesi üzerinde inşa edilmiş bypass kanalı parçalanmış ve baraj gölüne doğru ötelenmiştir. Heyelan kütlelerinin bir kısmı da baraj gölalanı içinde kalmış ve barajın ekonomik ömrünü olumsuz etkilemiştir.

Kınıklı Hamam deresi heyelanında ise vadi içinde ruhsatlı olarak çalıştırılmakta olan kırmataş ve mıcır ocağı işletmeleri sırasında yapılan patlatmalar, yamaç içinde çıkan kaynak suyu ve yamaç topuğunda yapılan kazılar etkili olmuştur. Hamam deresi sol sahilinde meydana gelen heyelan kütleleri kama türü, dairesel kaymalar ve sonrasında gelişen akma türü kütle hareketlerinden oluşur. Bu heyelan sonucunda Hamam deresi vadisi heyelan malzemesi ile kapanmış, ani yağışların olduğu dönemlerde de, taşkın suları dere boyunca heyelan malzemesini taşınmakta ve erozyon artışına neden olmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmada lojistik katkılarından dolayı DSİ 212 Şube Müdürlüğüne, Doğan İnşaat Kuruluşuna yazarlar teşekkür eder.

5 KAYNAKLAR

- Aydan, Ö., Shimizu, Y. and Kawamoto, T., (1992). "The stability of slopes against combined shearing and sliding failures and their stabilization." Asian Regional Symposium on Rock Slopes, Oxford & IBH Publ., New Delhi, pp 1105-1117.
- Bishop, A. W. (1955). "The use of slip circle in the stability analysis of slopes." Geotechnique, vol 5, pp 7-17.
- Google Earth, 2016. <https://maps.google.com/>
- Kovari, K., Fritz, P. 1975. "Stability analysis of rock slopes for plane and wedge failure with the aid of a programmable pocket calculator." 16th US Rock Mech. Symp., Minneapolis, USA, 25-33.
- Kumsar, H. (1993). Mine Slope Stability Assessment by Using Inter-slice Force Transmission, PhD Thesis, Nottingham University, UK., 251 p.
- Kumsar, H., Aydan, Ö. and Ulusay, R. (2000). "Dynamic and static stability of rock slopes against wedge failures." Rock Mechanics and Rock Engineering, Vol.33, No.1, 31-51.
- Kumsar, H., Aydan, Ö., Çobanoğlu, İ., Çelik, S.B. ve Akgün, M. (2012). Denizli-Gökpınar Barajının Sol Sahilinde Meydana Gelen Kütle Hareketlerinin Oluşum Nedenlerinin İncelenmesi, 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 2-6 Nisan 2012, Ankara, S. 482-483.
- Kumsar, H., Aydan, Ö., Ulusay, R. ve Çobanoğlu, İ. (1999). Kınıklı (Denizli) güneyindeki kama türü kaymanın oluşum nedenlerinin incelenmesi, Heyelan'99 Türkiye 3. Ulusal Heyelan Sempozyumu, Adana, s 19.

TÜRKİYE'DE TAŞKIN KONTROLÜ FAALİYETLERİNİN GENEL DEĞERLENDİRİLMESİ VE YENİ ÇALIŞMALAR

Bülent SELEK
DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
bulent.selek@dsi.gov.tr

Sevgi DENİZ
DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
sdeniz@dsi.gov.tr

(Makalenin geliş tarihi: 25.11.2016, Makalenin kabul tarihi: 11.01.2017)

ÖZ

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü(DSİ)nün taşkınların kontrol altına alınması ve zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmaları, 6200 sayılı kuruluş yasasında tanımlanan görev ve sorumluluklar çerçevesinde yapısal önlemler içeren projeli faaliyetler ile yapısal önlemler içermeyen çalışmalar kapsamında, taşkın öncesinde, sırasında ve sonrasında olmak üzere, taşkın afetinin her aşamasındaki faaliyetleri içermektedir. DSİ Genel Müdürlüğü yetki, görev ve sorumlulukları çerçevesinde, Ülkemizde yaşanan taşkın zararlarının asgari düzeye indirilmesi ile müdahale ve iyileştirme faaliyetlerinin etkin şekilde uygulanması için yapılacak taşkın kontrolüne yönelik faaliyetler için belirlenen süre sonunda erişilmesi istenen hedefler ve bu hedeflerin elde edilmesi için gerekli olan eylemler kapsamında çalışmalarını yürütmek amacıyla DSİ Taşkın Eylem Planı (2014-2018) hazırlanmıştır. Eylem Planında belirlenen hedefler kapsamında; DSİ Genel Müdürlüğü' nün taşkın çalışmalarına ait verilerin toplanabilmesi ve erişiminin sağlanması amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS) temelli TAMBİS (taşkın arıza ve müdahale bilgi sistemi) Projesi hazırlanmıştır. Ayrıca, taşkın tehlike haritalarının hazırlanması çalışmaları sürdürülmekte olup hazırlanan haritaları da kullanarak, taşkın tahmini ve erken uyarı sisteminin kurulması amacıyla çalışmalara başlanılmıştır. Genel Müdürlüğümüzce taşkınların önlenmesine yönelik yapılan yukarıda bahsedilen tüm faaliyetlerin yanı sıra gerek mevzuat gerekse yapısal ve yapısal olmayan tüm çalışmalarda öncü olmak ve Ülkemizde taşkınlarından kaynaklanan can ve mal kaybını en aza indirmek amacıyla çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmada, DSİ tarafından taşkın kontrolü maksadına yönelik çalışmalar genel anlamda ele alınmış, bunun yanında son teknolojik gelişmelerden de faydalanılarak yapılan yeni çalışmaların sunulması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın eylem planı, TAMBİS, taşkın tehlike haritası, taşkın erken uyarı sistemi

GENERAL ASSESSMENT OF FLOOD CONTROL IN TURKEY AND NEW STUDIES

ABSTRACT

Pursuant to duties of responsibilities delineated by "DSI Establishment Law No. 6200", activities of DSI General Directorate to control and mitigate flood hazards include all actions consisting of before, during, and after the torrent in the context of actions with project and actions without structural measures.

As part of duties of responsibilities of DSI, DSI Flood Action Plan (2014-2018) has been prepared in order to execute actions effectively for the purpose of minimizing flood hazards in Turkey and implementing intervention and rehabilitation activities within the context of actions to implement the works towards determining targets in a certain period and to execute due actions towards realizing these targets.

As part of actions delineated in Action Plan;

TAMBİS (flood malfunction and intervention information system) Project based on Geographical Information System) has been prepared to be able to collect data in relation to flood related studies and to be able to access to these data. Besides, flood hazard maps are being prepared. Works have started so as to establish flood forecasting and early warning system by utilizing these maps.

In addition to all above mention works towards prevention floods, DSI General Directorate strives to become pioneer in all the works with regard to regulations, with or without structural works for the purpose of minimizing life and property loss due to torrents in Turkey.

In this study, flood control works undertaken DSI has been approached in general. Besides, new works using state of art technology have been targeted to present.

Keywords: Flood action plan, TAMBİS, flood hazard map, flood early warning system.

1 GİRİŞ

Farklı coğrafik yapı ve yağış rejimine sahip bölgelerin yer aldığı Ülkemiz, taşkın felaketine duyarlı bir yapıya sahiptir. Taşkınlar, depremlerden sonra en büyük can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetlerdir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü(DSİ), 6200 sayılı kuruluş kanunu uyarınca kendisine verilen “taşkın sularına ve sellere karşı tedbirler almak” sorumluluğunun gereği olarak taşkınların yıkıcı etkilerini ortadan kaldırmak ya da en aza indirmek amacıyla hidrolik yapılar inşa etmenin yanı sıra yapısal olmayan taşkın önleyici faaliyetleri de kurumsal çalışma ilkeleri çerçevesinde belirlediği yöntem ve kurallara dayanarak gerçekleştirmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğü en son teknolojileri kullanarak ve akarsu havzalarındaki 60 yılı aşkın deneyimine dayanarak, yetki görev ve sorumlulukları çerçevesinde geçmişte olduğu gibi gelecekte de taşkın kontrolüne yönelik çalışmalarını giderek artan bir ivmeyle sürdürmektedir.

Taşkın zararlarının azaltılması çalışmalarında yapısal çalışmaların yanı sıra en etkin ve ekonomik çözüm; taşkın yaşanmadan önce havza genelindeki insan faaliyetlerini düzenleyen ve çoğunlukla yapısal olmayan, halkın eğitiminden ağaçlandırma faaliyetlerine kadar birbirini tamamlayan çoklu tedbirlerin, bir plan kapsamında, projeden yararlananlar ve yerel yönetimler de dahil olmak üzere, ilgili kurum ve kuruluşların katılımları ile birlikte alınmasının sağlanmasıdır.

Bu çerçevede, tüm dünyada olduğu gibi Ülkemizde de entegre/bütüncül su kaynakları yönetimi çerçevesinde DSİ Genel Müdürlüğüne rutin taşkın kontrol faaliyetleri dışında, sürdürülen yeni çalışma ve projeler bu çalışmada açıklanmıştır.

2 GİRİŞ TÜRKİYE’ DE YAŞANAN TAŞKINLAR NEDENLERİ VE ZARARLARI

2.1 Taşkınların Nedenleri

Taşkınlar, yaşandığı bölgenin iklim koşullarına, jeolojik ve topoğrafik özelliklerine göre gelişen tabii bir olaydır. Ancak, taşkınların oluşumunda insan faaliyetlerinin de önemli bir etkisi bulunmaktadır. Özellikle, sel riski bulunan sahalarda, önceden tedbir alınmaksızın süregelen kontrolsüz şehirleşme faaliyetleri ve dere yataklarına yapılan bilinçsiz müdahaleler, taşkın, feyzan afetinin en önemli sebepleri arasında bulunmaktadır. Taşkınların başlıca nedenleri;

- İklim değişikliği dolayısı ile yağış şiddetindeki artış, yağışın zamansal ve mekânsal dağılımındaki değişiklikler,
- Yanlış arazi kullanımları ve bitki örtüsü tahribinin neden olduğu heyelanlar,
- Yukarı havzadan gelen katı maddelerin (bitki kök ve dalları, kaya parçası vb.) sürüklenerek akarsu yataklarının hidrolik kapasitelerini azaltması, geçiş yapılarını tıkaması,
- Dere yataklarına yapılan uygunsuz müdahaleler (Şekil 1),
- Dere yataklarından düzensiz kum çakıl alınması,
- Kapasiteleri yetersiz ve tekniğine uygun olmayan sanat yapıları (köprü ve menfezler),
- Dere yataklarından izinsiz ve tekniğine uygun olmayan şekilde enine boru hattı (içmesuyu, doğalgaz, kablo vb.)geçişleri,
- Yol yapım çalışmaları ile dere yataklarının daraltılması, hafriyat dökülmesi,
- Dere yataklarının ve taşkın kontrol tesislerinin üzerinin kapatılması,
- Her türlü atıkların dere yatakları ve civarına atılması,
- Yapılaşma için uygunsuz yer seçimleri, yanlış mekânsal planlamalar ve uygulamalardır.



Şekil 1 - Dere yataklarına ve taşkın kontrol tesislerine yapılan müdahale örnekleri

2.2. Taşkınların Zararları

Ülkemizde, özellikle iklim değişikiminin de etkisiyle, yağış şiddetlerindeki artışlara bağlı kadastrofal yağışlar ve devamında yaşanan taşkınların sayısında artışlar olmuş ve ayrıca, daha önce taşkınlar yaşanmamış yerlerde de taşkın felaketi görülmeye başlanılmıştır. Taşkınların başlıca zararları;

- Can kayıpları,
- Ekili tarım arazisi zararları,

- Yerleşim alanları ve konutlardaki zararlar (Şekil 2),
- Üretim tesislerindeki zararlar,
- Su yapılarındaki zararlar,
- Ulaşım tesislerindeki zararlar,
- Altyapı tesislerindeki zararlar,
- Ekonomik faaliyetlerin etkilenmesi sonucu oluşan zararlar,
- Taşkınların neden olduğu toplumsal zararlar olarak ifade edilebilir.



Şekil 2 - Taşkınların zararlarına örnekler

Çizelge 1 - 1975-2015 yılları arasında meydana gelen taşkın zararları

| Yıl | Taşkın Sayısı | Can Kaybı | Su Altında Kalan Alan (ha) |
|------|---------------|-----------|----------------------------|
| 1975 | 62 | 8 | 36 714 |
| 1976 | 29 | 5 | 22 536 |
| 1977 | 27 | 11 | 3 317 |
| 1978 | 21 | 0 | 13 850 |
| 1979 | 21 | 61 | 40 966 |
| 1980 | 44 | 6 | 83 016 |
| 1981 | 16 | 2 | 58 413 |
| 1982 | 10 | 0 | 784 |
| 1983 | 14 | 33 | 2 113 |
| 1984 | 12 | 0 | 29 140 |

| | | | |
|--------------|------|-----|---------|
| 1985 | 7 | 0 | 2 318 |
| 1986 | 8 | 4 | 679 |
| 1987 | 7 | 0 | 564 |
| 1988 | 24 | 17 | 3 910 |
| 1989 | 10 | 1 | 9 500 |
| 1990 | 26 | 57 | 7 450 |
| 1991 | 23 | 23 | 15 770 |
| 1992 | 14 | 1 | 690 |
| 1993 | 2 | 0 | 60 |
| 1994 | 9 | 4 | 1 680 |
| 1995 | 20 | 164 | 201 100 |
| 1996 | 4 | 1 | 11 000 |
| 1997 | 1 | 0 | 1 390 |
| 1998 | 2 | 57 | 7 000 |
| 1999 | 1 | 3 | |
| 2000 | 4 | 0 | 8 066 |
| 2001 | 42 | 8 | 43 297 |
| 2002 | 27 | 27 | 510 |
| 2003 | 21 | 7 | 64 200 |
| 2004 | 23 | 3 | 25 750 |
| 2005 | 25 | 14 | 13 855 |
| 2006 | 24 | 45 | 85 810 |
| 2007 | 22 | 11 | 1 050 |
| 2008 | 10 | 2 | 10 |
| 2009 | 84 | 59 | 3 250 |
| 2010 | 110 | 25 | 44 279 |
| 2011 | 56 | 13 | 202 |
| 2012 | 69 | 23 | 19 685 |
| 2013 | 38 | 7 | 17 569 |
| 2014 | 118 | 9 | 4 455 |
| 2015 | 122 | 9 | 7 985 |
| GENEL TOPLAM | 1209 | 720 | 8933 |

3 DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ'NCE YÜRÜTÜLEN TAŞKIN VE RÜSUBAT KONTROL ÇALIŞMALARI

3.1 DSİ Genel Müdürlüğü Tarihçesi

Ülkemizde su yapılarının inşası; Osmanlı Döneminde vakıflar tarafından yürütülmüştür. Su işlerinin örgütlü bir şekilde ve süreklilikle ele alınması 1914 yılında Nafia Nezareti'nin yeniden yapılanması ile oluşturulan "Umur-u Nafia Müdüriyet-i Umumiyesi"nin (Bayındırlık İşleri Genel Müdürlüğü) kurulmasıyla başlar. 1925 yılında "Umur-u Nafia Müdüriyet-i Umumiyesi"ne bağlı bir "Sular Fen Heyeti Müdürlüğü" kurularak Bursa, Adana, Ankara, Edirne ve İzmir Su İşleri Müdürlükleri oluşturulmuşsa da gerek gözlem yetersizliği gerekse ödenek azlığı, işlerin beklenen ölçüde gelişmesine imkân vermemiştir.

1929 yılında ise ortaya çıkan şiddetli kuraklık ve kıtlık neticesinde o yıl "Sular Umum Müdürlüğü"nin kurulmuştur.

Cumhuriyetin ilânıyla beraber Türkiye, özellikle 1930'lu yıllarda ülkenin su kaynaklarını geliştirme yolunda geniş çaplı girişimlerde bulunmuştur. 1939 yılında da Nafia Vekaleti'ne bağlı olarak "Su İşleri Reisliği" kurulmuştur. Bu tarihten sonra su işlerinin önemi çok daha iyi anlaşılmış, su kaynaklarının istikşafı, etütleri ve planlamaları ile su ölçümleri yapılmıştır. Su İşleri Teşkilâtı 1953 yılında yeniden düzenlenmiş; 18.12.1953 tarihinde kabul edilen ve 28.02.1954 tarihinde yürürlüğe giren 6200 sayılı kanun ile yetkileri artırılarak, Bayındırlık Vekâleti'ne bağlı, katma bütçeli, tüzel kişiliğe sahip Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü kurulmuştur.

3.2 Taşkın Mevzuatı

Ülkemiz su kaynaklarını bilim ve tekniğe uygun olarak, faydalananların kullanımına sunmak ve suyun zararlarından korunmak amacıyla, su ve ilgili toprak kaynaklarımızın çevre duyarlılığı ve sürdürülebilirlik esasları dahilinde geliştirilmesini sağlamak misyonuyla çalışmalarını sürdüren DSİ, taşkın kontrolü faaliyetlerini aşağıda belirtilen taşkın ile ilgili mevzuatlar kapsamında yürütülmektedir.

3.2.1 Kanunlar

Taşkınların önceden tedbirinin alınması ile kontrol altına alınması, verdiği zararların azaltılması amacıyla taşkınla doğrudan veya dolaylı olarak aşağıdaki kanunlar Türkiye Cumhuriyeti mevzuatında yerini almaktadır. Taşkın kontrolü ile ilgili çalışmalar esas itibariyle DSİ'ye verilmiş olmakla birlikte, Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı ve sayıları 30'a ulaşmış Büyükşehir Belediye Başkanlıklarına önemli görevler verilmiştir.

18 Aralık 1953 tarih ve 6200 sayılı " DSİ Genel Müdürlüğü'nün Kuruluş Kanunu"

14 Ocak 1943 tarih ve 4373 sayılı "Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu"

15 Mayıs 1959 tarih ve 7269 sayılı " Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun"

20 Kasım 1981 tarih ve 2560 sayılı " İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (İSKİ) Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun "

10.07.2004 tarih ve 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu.

2872 sayılı Çevre Kanunu

5237 sayılı Türk Ceza Kanunu

5326 sayılı Kabahatler Kanunu

3091 sayılı Taşınmaz Mal Zilyetliğine Yapılan Tecavüzlerin Önlenmesi Hakkında Kanun

3.2.2 Yönetmelikler

Taşkınla ilgili meri mevzuatta iki adet yönetmelik bulunmakla birlikte DSİ tarafından Taşkın ve Rusubat Kontrolü Yönetmeliği de hazırlık aşamasındadır. Yürürlükteki yönetmelikler;

07.12.2006 tarih ve 26369 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Yolboyu Mühendislik Yapıları İçin Afet Yönetmeliği"

08.12.2007 Tarih ve 26724 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Kum

Çakıl ve Benzeri Maddelerin Alınması, İşletilmesi ve Kontrolü Yönetmeliği"dir.

3.2.3 Genelgeler

Son yıllarda taşkın olaylarının artması ile Ülkemizde biri 2006 yılında, diğer 2010 yılında olmak üzere iki adet Başbakanlık Genelgesi çıkarılmıştır. Bunlar;

09.09.2006 Tarih ve 26284 Sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan 2006/27 Sayılı "Dere Yatakları ve Taşkınlar" konulu genelge

20 Şubat 2010 Tarih ve 27499 Sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan 2010 / 5 Sayılı "Akarsu ve Dere Yataklarının Islahı" konulu genelge'dir.

3.3 TAŞKIN VE RÜSUBAT KONTROL ÇALIŞMALARI

DSİ Genel Müdürlüğü'nün taşkınların önlenmesi ve zararlarının azaltılmasıyla ilgili çalışmalarını, 6200 sayılı DSİ Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkındaki Kanunda tanımlanan görev ve sorumluluklar çerçevesinde;

1) Taşkını Önleyici Faaliyetler:

- Yapısal faaliyetler
- Yapısal olmayan faaliyetler

2) Taşkın Sırasında Yapılan Faaliyetler

3) Taşkın Sonrası Yapılan Faaliyetler başlıkları altında sürdürmektedir.

Bu bildiriye yapısal ve yapısal olmayan taşkın önleyici faaliyetler konusunda yapılan çalışmalara genel olarak değinilmiştir.

3.3.1 Taşkını Önleyici Faaliyetler

Bir toplum taşkınlara karşı korunmak için değişik önlemler alabilir. Bunlar arasında geçici olarak akan suyu depolayan ve taşkın tepe debisini sönmülemeye yarayan yapılar olarak biriktirme hazneleri, barajlar, göletler, yan duvarlar havza değişikliği gibi çalınmalar gelir.Akıllıca kullanıldığı zaman bunlar taşkın seviyesini önemli miktarda azaltarak su seviyelerinin akarsu yatağının doğal sınırları içinde kalmasını temin eder. Taşkın maruz kalabilecek yerlerde yapılan değişikliklerle taşkın etkinliği azaltılabilir.(Şen, 2009)

3.3.1.1 Yapısal faaliyetler

Taşkın anında suları taşkın riski taşıyan alandan uzakta tutmaya yönelik akarsu yatağı düzeltme ve düzenlemeleri, duvarlı kanal, sedde, taş tahkimat gibi kontrol amaçlı tesisleri içerenler ve yukarı havza ıslahına yönelik dere eksenine dik olarak tek ya da kademeli olarak inşa edilen tersip bendi, ıslah sekisi, taban kuşağı gibi yapılar ile sel kapanları ve barajlar

gibi suyun akış rejimini düzenleyen tesisleri içeren kontrol yapılarını kapsayan tesisler yapısal faaliyetler kapsamında inşa edilen taşkın kontrol tesisleridir.

Bu kapsamda, DSİ Genel Müdürlüğü'nce, bugüne dek, yerleşim yerlerini, tarım arazilerini

taşkınlardan korumaya yönelik, menba ve mansapta 7320 adet taşkından koruma tesisi ve 68 adet taşkından koruma amaçlı baraj inşa edilmiş olup toplamda 7388 adet tesis ile toplam 1 813 620 ha alanda taşkın kontrolü sağlanmıştır. (Çizelge 2)

Çizelge 2 - 2015 Yılı sonu itibariyle DSİ taşkın kontrol tesisleri sayısı

| TÜRÜ | ADET | KORUNAN ALAN (ha) |
|--------------------------|------|-------------------|
| Taşkın Kontrol Tesisi | 7320 | 1 366 070 |
| Taşkın Maksatlı Depolama | 68 | 447 550 |
| Toplam | 7388 | 1 813 620 |

3.3.1.1.1 Yukarı havza ıslahına yönelik yapılar ve çalışmalar

Problemlili yan derelerin yukarı havzalarında sedimentin kontrolü için alınacak önlemler iki şekilde olmaktadır;

- Yukarı havzada erozyonu kontrol altına alarak sediment oluşumunu önlemek,
- Oluşan sedimenti depolayıcı tesisler inşa etmek.

Erozyon ve sellerin kontrol altına alınması için uygulanacak önlemler, teknik ve idari önlemlerden oluşmaktadır.

Bu amaçla, dere eksenine dik olarak inşa edilen tek ya da kademeli enine yapılardan mekra ıslahında kullanılan başlıcaları; ıslah sekileri, tersip bentleri, taban kuşaklarıdır.(Şekil 3)



Şekil 3 - Menba tesisi örneği (Münferit ıslah sekisi)



Şekil 4 - Mansap tesis örneği (Kastamonu-Karaçomak Deresi)

3.3.1.1.1 Mansap ıslahına yönelik yapılar ve çalışmalar

Taşkın kontrol önlemlerinin yukarı havzaya ilişkin olanları dere boğazına kadar olan kesimde son bulur. Boğaz bölgesi çıkışından sonra başlayan taşkın kontrol önlemleri mansap çalışmaları olarak ele alınmaktadır. (Şekil 4) Taşkın Kontrol Kıyı duvarı, pere kaplama, beton kaplama, taş tahkimat, bitkisel kaplama, sedde, mahmuz v.b. yapılar mansap ıslah tesislerindedir.

3.3.1.2 Yapısal olmayan faaliyetler

- Hidrometrik ve Meteorolojik Gözlem Çalışmaları
- Taşkın Envanteri (Taşkın Yıllıkları)
- Taşkın Planları (İl, Bölge)
- İmar Planları ile İlgili Taşkın Etütleri,

- 4373 Sayılı Kanun Çerçevesinde Yapılan Çalışmalar
- 7269 Sayılı Kanun Kapsamında Yapılan Etütler
- Havza Yönetim Heyetlerinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Esasları Hakkında Tebliğ Kapsamındaki Çalışmalar,
- Eğitim Faaliyetleri,
- Taşkın Tehlike Haritaları Çalışmaları,
- Taşkın Tahini ve Erkan Uyarı Çalışmaları
- Taşkın Arıza ve Müdahale Bilgi Sistemi (TAMBİS)

3.3.1.2.1 Hidrometrik ve Meteorolojik Gözlem Çalışmaları

DSİ Genel Müdürlüğü'nün 1304 adet akarsular üzerinde akım gözlem istasyonu, 98 adet göl gözlem istasyonu, 188 adet meteoroloji istasyonu, 249 adet kar istasyonu, 155 adet sediment ölçüm istasyonu olmak üzere, toplam 1994 adet gözlem istasyonu bulunmaktadır. 2016 yılı Temmuz ayı itibarıyla, 705 AGİ anlık (otomatik) olarak izlenebilmektedir.

3.3.1.2.2 Taşkın Envanteri (Taşkın Yıllıkları)

Türkiye'de yaşanmış taşkınların envanterini oluşturan Taşkın Yıllıklarınının 1970-1997 dönemi taşkınlarına ilişkin doküman 8 cilt olarak yayınlanmış olup, bu tarihten sonra yaşanan taşkınlarla ilgili bilgiler Coğrafi Bilgi Sistemi vasıtasıyla kaydedilmeye devam edilmektedir.

3.3.1.2.3 Taşkın Planları (İl, Bölge)

DSİ Genel Müdürlüğü'nün taşra ünitelerince, akarsu havzaları esas alınarak ve havzadaki su developmanına yönelik çalışmaların sonuçlandırılma durumuna göre güncelleştirilerek hazırlanan Bölge Taşkın Planları, il afet planlarına entegre edilmek üzere ilgili Valiliklere gönderilmektedir.

Bölge taşkın planlarında; taşkın riski bulunan yerleşim yerleri belirlenmekte ve DSİ teşkilat birimlerinin görevleri, taşkın öncesinde,

sırasında ve sonrasında yapılacak işler, taşkın sırasında kullanılacak hazır malzeme yerleri, alarm durumunda görevli personel, iletişim bilgileri, taşkın sırasında en seri biçimde iletişimi sağlamak için mülki idare makamları ve diğer kuruluşların telefon numaraları, taşkın sırasında kullanılacak malzeme ocakları, sedde onarımında kullanılacak dolgu toprak alınabilecek yerler ve mesafeleri, taşkın sırasında kullanılacak binek araçları, iş makineleri v.b. bilgiler yer almaktadır.

3.3.1.2.4 İmar Planları ile İlgili Taşkın Etütleri

DSİ Genel Müdürlüğünce, plan yapma ve yaptırma yetkisine sahip farklı Kurum ve Kuruluşlar tarafından yürütülen farklı büyüklüklerdeki yerleşim yerlerine ait imar planlarının hazırlık çalışmalarında, talep konusu sahalar, taşkın durumu ve DSİ Genel Müdürlüğü görev alanında kalan diğer hususlar yönünden etüt edilerek, etüt çalışmaları sonucu belirlenen hususlar, incelenen harita paftaları üzerinde işaretlenmekte ve bu haritalar, görüş ve öneriler eşliğinde imar planı çalışmalarına altlık oluşturmak üzere talep sahibi ilgili kuruluşlara gönderilmektedir.

İmar planı çalışmaları ile ilgili olarak, taşkın durumu etütleri sırasında, incelenen hâlihazır haritada yer alan tüm dere yatakları 500 yıllık akışlar için (Q500 yinelemeli taşkın debisine göre) kapasite olarak yeterli olup olmadıkları yönünde etüt edilmektedir.

Söz konusu etütler sonucunda, yerleşim yerinden geçen kapasite olarak yetersiz bulunan dere yataklarında DSİ Genel Müdürlüğünce yapılmış veya gerçekleştirilecek ıslah çalışmaları ile derelerin kapasite olarak yetersiz bulunan taşkın yapan kesimlerinde taşkın alanları işaretlenmekte ve taşkın etkisindeki sahaların iskâna açılmasının düşünülmesi halinde, ilgili kuruluşlarca önceden yapılması önerilen taşkın kontrolü amaçlı ıslah çalışmaları hakkında detaylı olarak bilgi verilmektedir. (Şekil 5)

3.3.1.2.6 7269 Sayılı Kanun Kapsamında Yapılan Etütler

7269 sayılı kanunun ilgili hükümleri doğrultusunda, DSİ Genel Müdürlüğü tarafından etüt edilen ve etütler sonucunda taşkından korunmasının teknik ve ekonomik nedenlerle mühendislik tedbirleri ile sağlanmasının mümkün olmadığı anlaşılan yerleşim sahaları, Afet Bölgesi olarak ilan edilmek ve daha sonra emniyetli bir yerde yeniden iskân edilmek üzere DSİ Genel Müdürlüğü ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) taşkınlar konusunda müşterek çalışmalar sürdürülmektedir.

3.3.1.2.7 Havza Yönetim Heyetlerinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Esasları Hakkında Tebliğ kapsamında Yapılan Çalışmalar

Orman ve Su İşleri Bakanlığınca havza koruma eylem planlarının, havza, taşkın ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanması, uygulanması ve izlenmesi için, kurumlar arası koordinasyonun sağlanması ve uygulamaların takibi maksadıyla çıkarılan "Havza Yönetim Heyetlerinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Esasları Hakkında Tebliğ" 20.05.2015 tarih ve 29361 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Tebliğ hükümlerince; Havza Yönetimi Merkez Kurulu, Havza Yönetim Heyeti, İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu teşekkül edilmiştir.

Havza Yönetim Heyetinin sekretarya hizmetlerini koordinatör valilikteki DSİ Bölge Müdürlüğü veya DSİ Şube Müdürlüğü, İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulunun sekretarya hizmetlerini ilgili DSİ Bölge Müdürlüğü veya ilgili DSİ Şube Müdürlüğü yapmaktadır.

3.3.1.2.8 Eğitim Faaliyetleri

Dsi Genel Müdürlüğünce Kurum içi eğitim faaliyetleri kapsamında taşkın ve rüsubat kontrolü faaliyetlerine ve taşkın yönetimine yönelik düzenlenen seminerlerin yanısıra taşkın konusunda ilgililerin, mahalli/mülki idareciler ve temsilcilerinin, yetkili ve uzman kişilerin, araştırmacı, teknik eleman ve akademisyenlerin, kamu ve özel kurum/kuruluş temsilcilerinin bir araya geleceği bir zemin oluşturmak, toplumsal duyarlılık ve farkındalığı artırmak ve halkımızı bu konuda bilinçlendirmek amacıyla Ulusal Taşkın Sempozyumları da düzenlenmektedir.

4 DSİ TAŞKIN EYLEM PLANI KAPSAMINDA YÜRÜTÜLEN YENİ ÇALIŞMALAR

20.09.2012 tarihinde Bakanlığımızda yapılan Taşkın Koordinasyon Kurulu Toplantısında alınan karar gereği, DSİ Genel Müdürlüğü yetki, görev ve sorumlulukları çerçevesinde, Ülkemizde yaşanan taşkın zararlarının asgari düzeye indirilmesi ile müdahale ve iyileştirme faaliyetlerinin etkin şekilde uygulanması için yapılacak taşkın kontrolüne yönelik faaliyetler için belirlenen süresi sonunda erişilmesi istenen hedefler ve bu hedeflerin elde edilmesi için gerekli olan eylemler kapsamında çalışmaları yürütmek amacıyla DSİ Taşkın Eylem Planı (2014-2018) hazırlanmıştır.

DSİ Taşkın Eylem Planı Hedefleri;

- CBS ortamında taşkın veri tabanının oluşturulması,
- Dere yataklarına müdahalelerin tespiti ve ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmaların yapılması,
- Tüm havzaların taşkın risk ön değerlendirmesinin yapılması

• Taşkın Tehlike Haritalarının Yapılması

• Taşkın Erken Uyarı Sistemlerin Kurulması

• Taşkın Riski Olan Akarsuların Bütüncül Havza Yaklaşımıyla Islahı olarak belirlenmiştir.

Eylem Planında belirlenen; 6 adet hedef ve 31 eylemden doğrudan sorumlu DSİ birimleri ile taşkın yönetiminden sorumlu ilgili Kurum, Kuruluşların müşterek çalışmaları ile faaliyetler sürdürülmektedir.

Eylem planında yer alan hedefler doğrultusunda yapısal ve yapısal olmayan çalışmalar kapsamında yürütülen rutin taşkın kontrol çalışmalarına ilave olarak teknolojik imkanlar ve dünyada taşkın yönetiminde kullanılan yöntem ve çalışmalar paralelinde, DSİ Genel Müdürlüğünce de yeni çalışmalar yapılmaktadır.

4.1 Taşkın ve Rüsubat Kontrolü Yönetmeliği Çalışmaları

Taşkın ve rüsubat kontrolü amaçlı tasarlanan mühendislik yapıları ile akarsular üzerindeki köprü ve menfez gibi sanat yapılarının temel hidrolik tasarım kriterlerinin, akarsu yatakları ve mücavirlerinde yapılacak düzenlemeler ile diğer çalışmalar için gerekli izin ve onay işlemlerinin, akarsu yataklarına ve taşkın kontrol tesislerine yapılan müdahaleler ve alınacak önlemler ile ıslah öncesi yer teslimi konularının belirlenmesi amacıyla, akarsular üzerinde taşkın ve rüsubat kontrolü amacıyla tasarlanacak sel kapanı, bağlama, akarsu ıslahları ile akarsular üzerinde

tasarlanacak köprü ve menfez gibi sanat yapılarının yanı sıra akarsu yatakları ve mücavirlerinde yapılacak düzenlemeler ile diğer çalışmaların kriterlerinin belirlendiği "Taşkın Ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği" ilgili tüm kurum ve Kuruluş görüşleri alınarak hazırlanmış olup Resmi Gazete' de yayınlanmasına ilişkin süreç devam etmektedir.

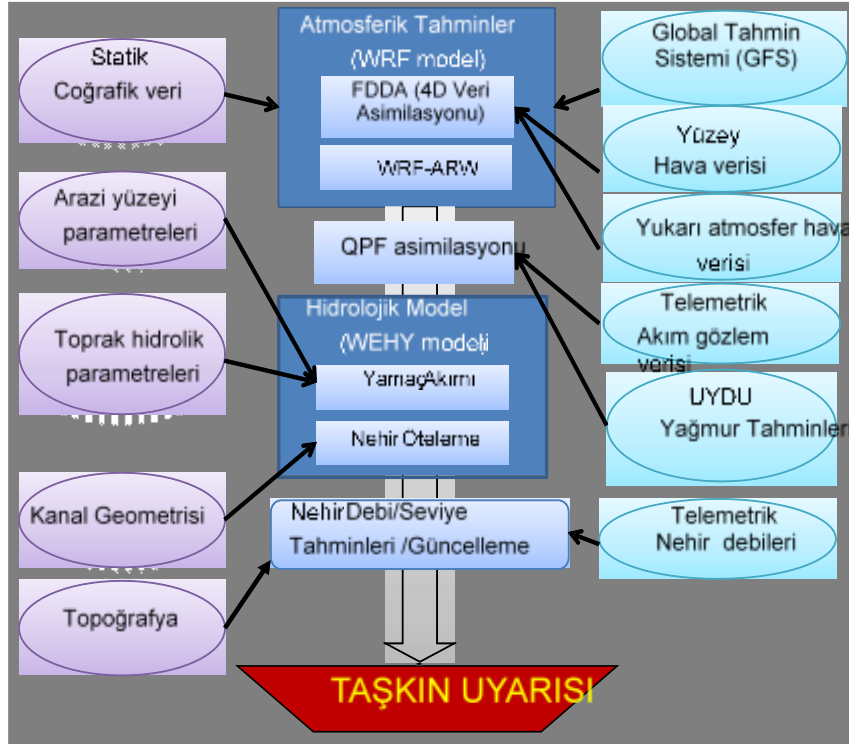
4.2 Kızılırmak Havzası Hidrolojik ve Hidrolik Taşkın Modellemesi Projesi

Proje ile Kızılırmak su havzasında yamaçlar ölçeğinde 72 saat önceden, saatlik aralıklarla sayısal yağış ve su akımı tahmini yapmak ve bir sayısal fiziksel-temelli atmosfer tahmin modeli ile bir fiziksel-temelli su havzası hidroloji modelinden oluşan ve hem atmosfer rasatları, hem de yer yağış istasyon rasatları hem de akım istasyon rasatları vasıtasıyla her 6 saatte bir

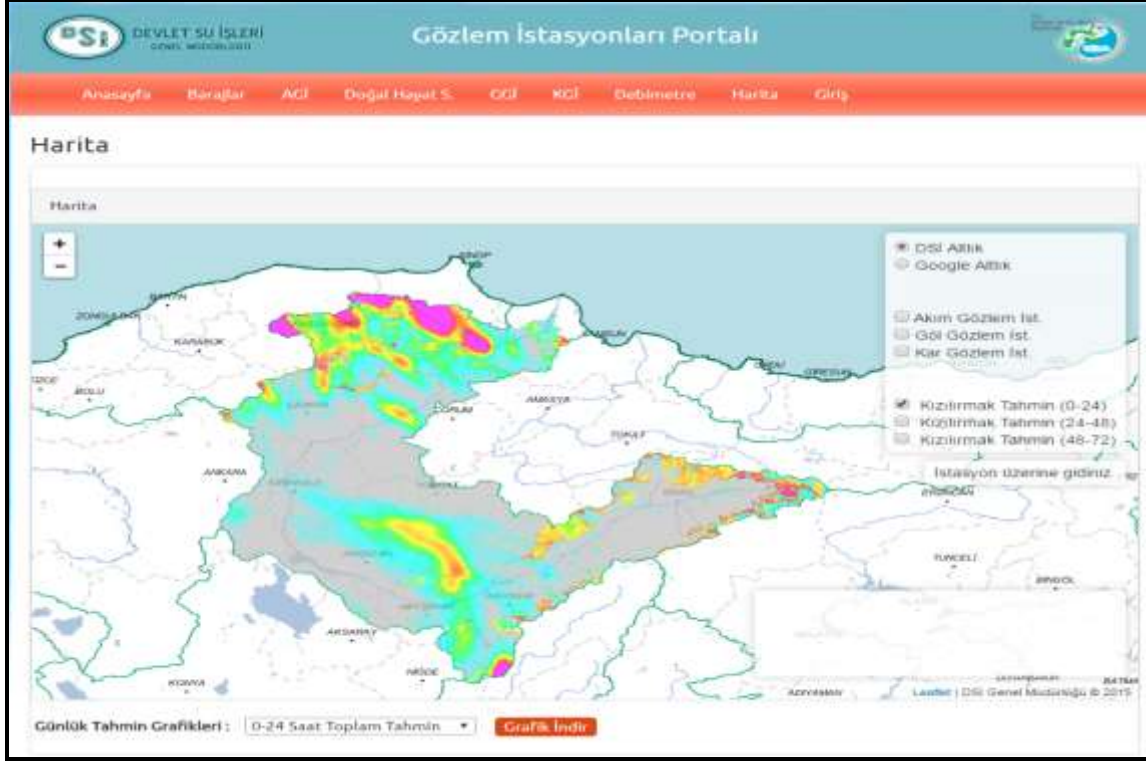
tahminleri düzeltilebilecek bir tahmin sistemini oluşturmak amaçlanmıştır (Şekil 7). 05.08.2013 tarihinde başlayan proje 09.04.2015 tarihinde tamamlanmıştır.

DSİ Genel Müdürlüğüne ait Coğrafi Bilgi Sistemleri Portalı(DSi, 2016) 2014 yılında faaliyete geçmiş olup, Akım, Göl ve Kar Gözlem İstasyonları online olarak hem Genel Müdürlük hem de Bölge Müdürlükleri tarafından anlık olarak takip edilebilmekte olup, söz konusu eşel enkesitlerine ait parametre bilgileri bu sistem içerisinde kullanılarak maksimum eşel su seviyeleri belirlenerek, bu seviyelerde alarm durumları oluşturularak bir çeşit taşkın erken uyarı sistemi hayata geçirilmiştir.

Kızılırmak Havzası Hidrolojik ve Hidrolik Taşkın Modellemesi Projesi' de aynı portal üzerinden takip edilmektedir (Şekil 8).



Şekil 7 - Kızılırmak Havzası Hidrolojik ve Hidrolik Taşkın Modellemesi Projesi Şematik Gösterimi



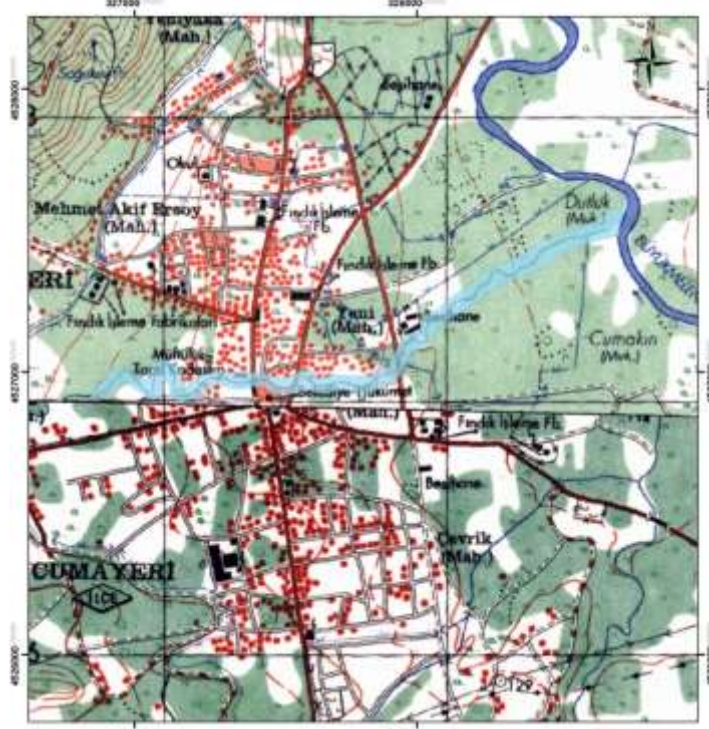
Şekil 8 - Kızılırmak Havzası Hidrolojik ve Hidrolik Taşkın Modellemesi Projesi İzleme Ekran Görüntüsü

4.3 Havza Master Plan Çalışmaları

Doğal kaynaklarımızın korunması ve sürdürülebilir kullanımların planlanması için su havza sınırları esas alınarak, Türkiye'nin 25 havzasında "Havzası Master Plan Raporu" hazırlanmaktadır. Esas itibarıyla havza su potansiyeli ve kalitesi, arazi kullanım durumları, toprak kaynakları, su kullanımları ve ihtiyaçlarının belirlenerek su bütçesinin oluşturulması, belirlenen potansiyelin değerlendirilme öncelikleri ile muhtemel su ihtiyaçlarının tespiti, ihtiyacın karşılanma yöntemleri ile teknik, ekonomik ve çevresel yapılabiliğinin genel anlamda incelenmesi amaçlanan çalışmada, Havza Taşkın ve Rüşubat Kontrolü çalışmaları kapsamında, havzada memba ve mansapta yer alan taşkın ve rüşubat kontrolüne yönelik mevcut tüm yapılar

CBS ortamına karakteristikleri ile birlikte 1/25000 ölçekli haritalar üzerine işlenmekte, taşkına yönelik tüm yapıların özet bilgileri liste halinde rapor içerisinde verilmekte, ilgili DSİ Bölge Müdürlüklerince düzenli olarak hazırlanmakta olan Bölge Taşkın Planlarında yer alan 1/25000 ölçekli taşkın alanları güncel verilerle tespit edilmekte (Şekil 9), rapor kapsamında havza erozyon ve rüşubat yönü ile genel anlamda ele alınmakta, havzadaki rüşubat kaynakları ve rüşubat verimleri ampirik formüller kullanılarak belirlenmekte ve mevcut erozyon ve rüşubat kontrol yapıları göz önüne alınarak membada gerekli görülen yapısal önlemler belirlenmektedir.

Tüm Havza Master Planı çalışmaları 2017 yılı içerisinde tamamlanacaktır.



Şekil 9 - Bölge Taşkın Planı-Taşkın Alanı Örnek Çalışma (Düzce-Cumayeri-Köprü Deresi)

4.4 Taşkın Tehlike Haritaları Çalışmaları

DSİ Genel Müdürlüğü'nce imar planı çalışmaları kapsamında bugüne dek gerçekleştirilen taşkın alanlarının belirlenmesi çalışmaları, ülkemizde son yıllarda yaşanan taşkınlar ve suyun havza bazında yönetiminden hareketle farklı bir boyut kazanmıştır. Bu doğrultuda, DSİ Genel Müdürlüğü'nce, taşkın riski taşıyan öncelikli akarsularda, 1 ve 2 boyutlu hidrolik model kullanılarak değişik yinelenmeli debilere karşılık gelen su yayılım alanlarında (Şekil 10) su derinliği ve su hızına bağlı olarak taşkın tehlike haritaları (Şekil 11) hazırlanmaktadır.

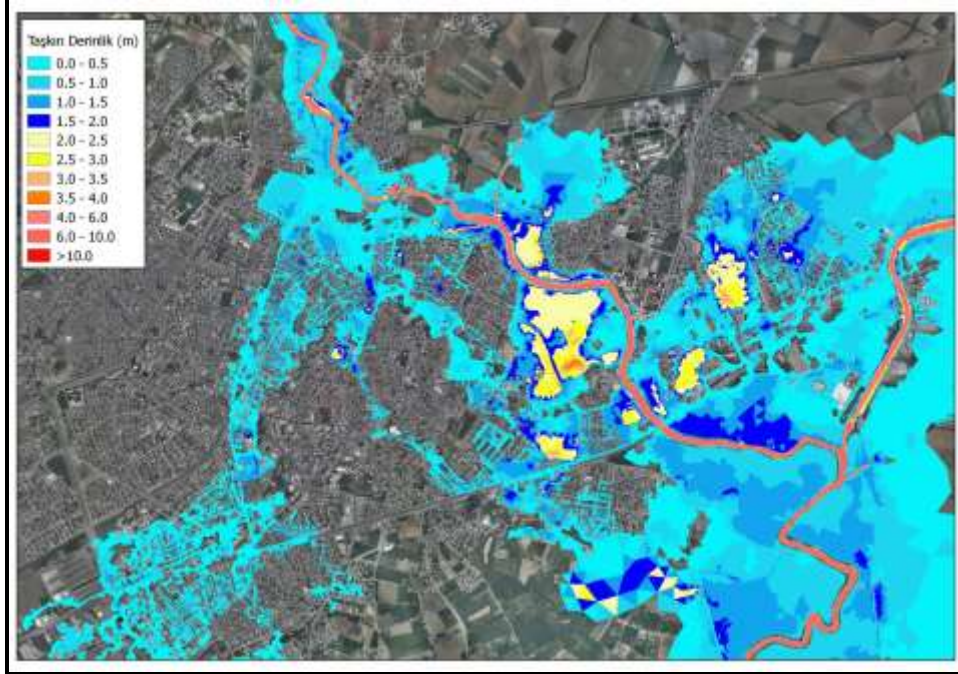
Bu haritalar; Havza Taşkın Yönetim Planlarında Taşkın Risk Haritalarının hazırlanması için Su Yönetimi Genel Müdürlüğüne, mekânsal planlamalarda kullanılmak üzere ilgili Valiliklere, Belediye Başkanlıklarına ve Ülkemizde tüm

afetlerin zararlarının azaltılmasından sorumlu olan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığına iletilmektedir.

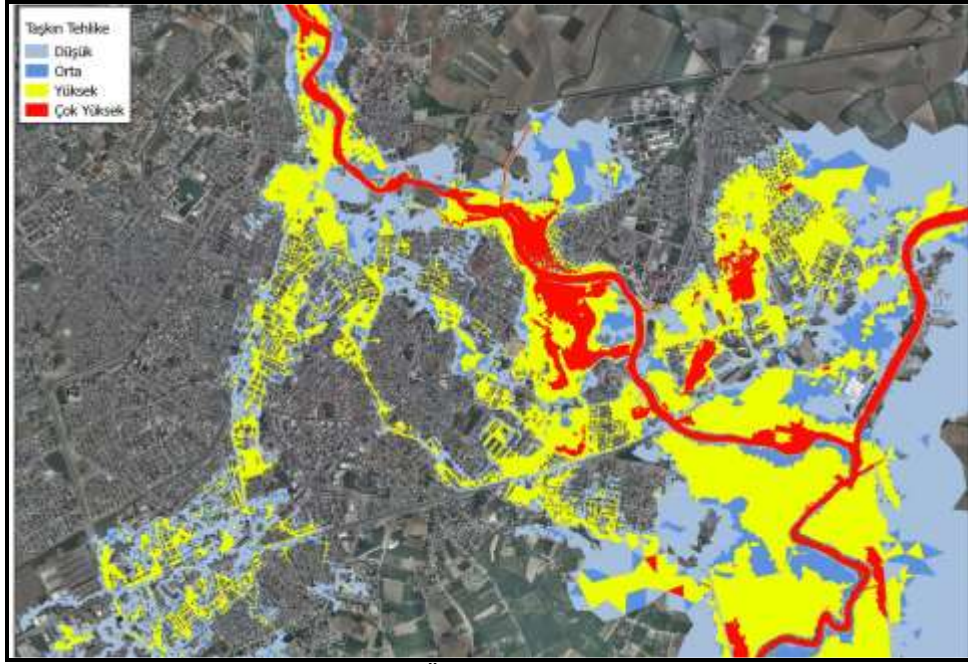
DSİ Genel Müdürlüğü'nce, Samsun-Terme İlçe Merkezi, Samsun-Havza İlçe Merkezi, Samsun-19 Mayıs İlçe Merkezi, Samsun-Merkez-Mert ve Kürtün İrmakları, Mersin-Tarsus Berdan Nehri, Trabzon İli, Rize İli, Giresun İli, Gümüşhane İli, Bayburt İli, Ankara ili taşkın tehlike haritaları tamamlanmıştır.

Ordu İli, Sinop İli, Artvin İli, Kastamonu ili, Zonguldak ili, Bartın ili, Karabük ili, taşkın tehlike haritaları hazırlanması çalışmaları devam etmektedir.

Erzurum İli, Erzincan İli, Ağrı İli, Çankırı İli, Bolu İli, Seyhan Nehri taşkın tehlike haritalarının hazırlanması da planlanan çalışmalardır.



Şekil 10 - Taşkın Yayılım Alanları Örnek Çalışma (Mersin-Tarsus Berdan Nehri)



Şekil 11 - Taşkın Tehlike Alanları Örnek Çalışma (Mersin-Tarsus Berdan Nehri)

4.5 Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu

28 Ocak 2012 Tarih ve 28187 Sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan "Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çalışma Grupları Yönetmeliği" ile Bakanlığımızın 2012/8 Sayılı " İhtisas Grupları ve Heyetleri" konulu Genelgesi uyarınca Genel Müdürlüğümüzce Taşkın Yönetimi İhtisas Grubu

altında oluşturulan çalışma gruplarından "Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Grubu" taşkın kontrol tesislerinin boyutlandırılmasında önemli bir kriter olan pürüzlülük katsayısı için farklı parametrelerin dikkate alındığı "Cowan Metodu"na ilişkin bir çalışma gerçekleştirmiş ve sonuçlarını basılı hale getirmiştir.(Şekil 12)

Gerek taşkın tehlike haritalarının gerekse taşkın kontrol projelerinin hazırlanması sırasında pürüzlülük katsayısının doğru bir şekilde belirlenmesi güvenilir sonuçlar elde edilmesinde önemlidir. Taşkın çalışmalarında önemli bir parametre olan pürüzlülük katsayısını dere yatağında yapılacak gözlem ve deneylerin yanı sıra mühendisin bilgi ve tecrübesine dayanarak belirlemek gereklidir. Bu çalışma, pürüzlülüğün oluşmasına neden olan birçok etken göz önünde tutularak pürüzlülük katsayısının belirlenmesi için kullanılan "Cowan Metodu"na ilişkin örnek ve teknik detayları içermektedir.



Şekil 12 - Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu

4.6 Geçirgen (Süzücü) Tersip Bendi Çalışmaları

Bilindiği gibi Ülkemizde son yıllarda yaşanan taşkınlarda akarsuların yukarı havzalarındaki ormanlık alanlardan taşınan ağaçların gövde,

kök ve dalları ile diğer iri materyalin yerleşim yerlerinin bulunduğu mansap kesimlerindeki ıslah tesislerinde kapasite kayıplarına, menfez ve köprülerde ise tıkanmalara yol açtıkları ve bunun sonucunda da oluşan taşkınların şiddeti ve dolayısıyla yıkıcı etkilerinin daha da arttığı gözlenmektedir. Bu problemin ortadan kaldırılabilmesi için; akarsuların üst kotlarında Süzücü (Geçirgen) Tersip Bendi olarak da adlandırılan yapılar üzerinde çalışma yapılması, bu yapıların Ülkemizin farklı coğrafi koşullarındaki bölgelerde uygulanmalarının sağlanması önem arz etmektedir.

Kuruluşumuzca hazırlanan "Taşkın Eylem Planı (2014-2018)" çalışmaları kapsamında akarsu ıslahlarında yeni bir yaklaşım olarak süzücü yapıların yapılması gündeme gelmiş ve DSİ Trabzon 22. Bölge Müdürlüğü de pilot bölge olarak seçilmiştir. Bu arada 2014 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye Ofisi ile DSİ Genel Müdürlüğü arasında imzalanan "Her Damla Değer Katar-Türkiye'de Geçirgen Tersip Bendi Uygulamalarının Teşviki" işbirliği protokolü ile Türkiye'de geçirgen tersip bendi uygulamalarına katkıda bulunulması, klasik ve geçirgen tersip bentleri için yazılım programı geliştirilmesi, kullanıcı el kitabının oluşturulması ve DSİ teknik personelinin bu konudaki kapasitesinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

"DSİ Trabzon 22. Bölge Müdürlüğü Yukarı Havza Islahı İstikşaf ve Kati Proje Yapımı" işi kapsamında, UNDP tarafından sağlanan uzman görüşleri ve yurt dışı uygulamalarının da değerlendirilmesi (Şekil 13) neticesinde ıslah çalışmalarında kullanılacak tipler belirlenmiş, 2015 yılında yapıların planlama ve projelendirme çalışmalarının tamamlanmasına müteakip 2016 yılında da uygulama çalışmalarının ilk etabına başlanmıştır.



Şekil 13 - Geçirgen tersip bendi örneği (Avusturya)

4.6 Taşkın Erken Uyarı Sistemine Yönelik Atmosferik-Hidrolojik-Hidrolik Modellerin Entegrasyonu Projesi

Erken uyarı sisteminin amacı taşkın dalgasının geçişi esnasında oluşacak su seviyelerini veya debileri akarsuyun mansabındakilere yeterli bir zaman önce vermektir. (Erkek, Ağırlioğlu, 1993) Proje ile taşkın erken uyarı sistemlerine yönelik, MGM tarafından verilecek atmosfer model çıktıları kullanılarak, yağış-akış ilişkilerinin hidrolojik model vasıtasıyla oluşturulması, kalibre edilmesi ve tahmin edilecek akış verileri

kullanılarak, taşkın tehlike haritaları oluşturulmuş alanlarda tahmini yapılan debi değerlerinde taşkın yayılım/tehlike haritalarının elde edilmesi amaçlanmaktadır.

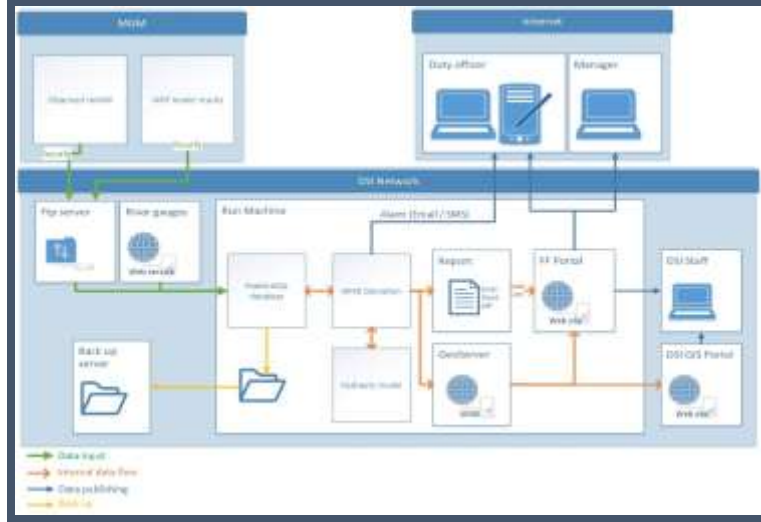
Sistemin Artvin ve Rize illerinde pilot olarak belirlenen 5 adet dere havzasında kurulması planlanmaktadır. Bu dereler yakın ve geçmiş yıllarda çeşitli boyutlardaki taşkın afetlerinden etkilenmiş ciddi can ve mal kayıplarının gözlemlendiği bölgelerden seçilmiş olan Tahiroğlu, Abuçağlayan, Kapistre, Sundura ve Çam Dereleridir (Şekil 14).



Şekil 14 - Proje alanı

Proje kapsamında kurulacak taşkın erken uyarı sistemi, Devlet Su İşleri (DSİ) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) aracılığı ile gerçek zamanlı verilerin temin edilmesine

dayanmaktadır. Sistem temel olarak tüm operasyonlarını DSİ bünyesinde yer alacak donanım ağı kapsamında gerçekleştirecektir. (Şekil 15)



Şekil 15 - Kurum içi ve kurumlar arası entegrasyon altyapısının ve veri akışı

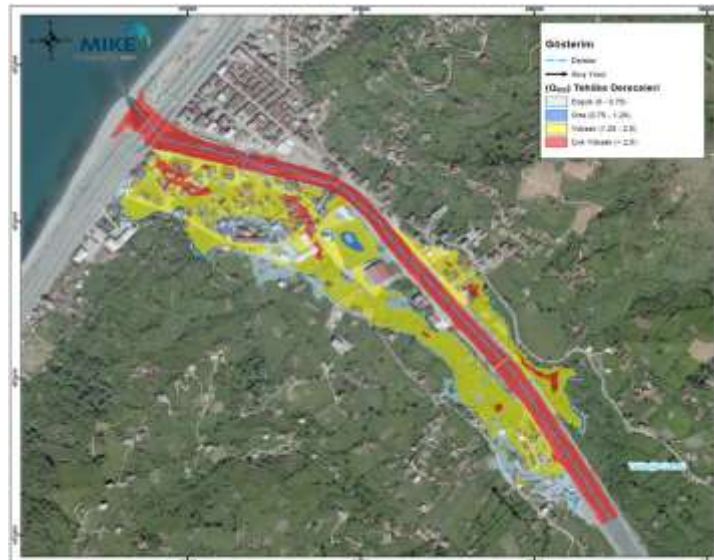
Modelleme çalışması dahilinde gerekli olan yağış bilgisi ve hava tahmin bilgisi gerçek zamanlı olarak MGM tarafından temin edilecektir. Veri akışında yaşanan herhangi bir sıkıntı veya aksama olması durumunda ilgili yetkililere mesaj ile durumu bildirecek ve güncel verinin sistemi beslemesi sağlanacaktır. Sistem MIKE yazılımı dahilindeki farklı modülleri kullanarak oluşturulacaktır.

Temin edilen hava tahmin modelleri verileri ve gerçek zamanlı yağış ve sıcaklık bilgileri kullanarak, hidrolojik model çalışacak ve çeşitli süre aralıkları için yağıştan oluşabilecek akış tahminleri üretecektir.

Modelleme kısmının son ayağı olan 1 ve 2 boyutlu hidrodinamik modelleme

tamamlandığında sonuç ürünlerini 1 boyutlu su yüzü profili ve 2 boyutlu su yayılım alanı olarak 72 saatlik tahminler şeklinde hazırlayacak ve raporlayacaktır. Önceden sisteme tariflenen alarm düzeylerinde ilgili mühendis veya yöneticiye raporun otomatik olarak iletimi, alarm bilgisinin ulaştırılması sağlanacaktır.

Sistem dahilinde MIKE Flood kullanılarak farklı taşkın tekerrür debilerine ait taşkın tehlike ve yayılım haritaları çıkartılacaktır. (Şekil 16) Sistem dahilinde çalışılan tüm dereler için tahminler doğrultusunda elde edilen debiyi temsil eden yayılım alanları ve su yükseklikleri dinamik bir şekilde elde edilebilecek ve raporlama yapılacaktır.



Şekil 16 - Tahiroğlu Deresi Q500 Taşkın Tehlike Alanları

Farklı formattaki verilerin yazılım ile sistem entegrasyonu sağlanacak ve coğrafi veriler WMS, WFS ya da WCS kullanılarak her havza için geliştirilecek DSI için özel olarak hazırlanmış bir web arayüzünde yayınlanacaktır. Bu web sitesine kurum içinde ve dışında daha önceden belirlenmiş ve sisteme girilmiş adresler ve kişiler tarafından erişilecektir. Temel verilerin yanı sıra model sonuçları bu web arayüzünden erişilebilir olacaktır. Girdi verilerinin konumları (AGİ, MGİ vb.) ve sistem tarafından tahmin edilen maksimum taşkın kapsamı web-CBS ortamında bu arayüzde gösterilecektir.

Taşkınlardan daha etili bir şekilde korunabilmek için, mevcut olanaklar nispetinde lokal ölçekli bir taşkın tahmin ve erken uyarı sistemi geliştirilmesi amaçlanmış, olası can ve mal kayıplarının asgari seviyeye indirilmesi hedeflenmiştir.

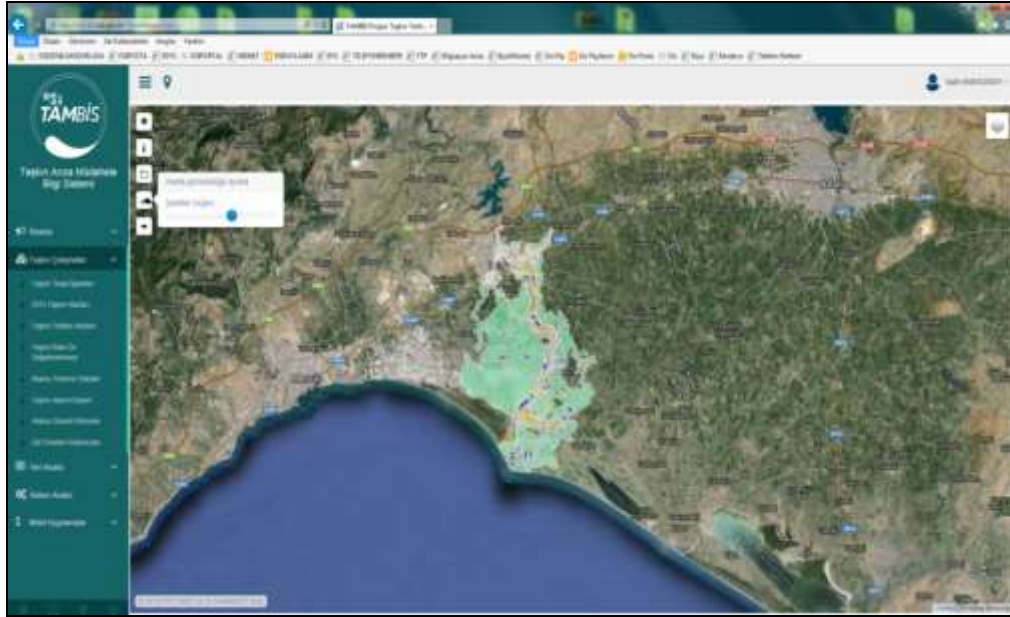
Taşkın kontrolü ve yönetimi çalışmalarında görevi tek başına araştırmacıya veya uygulamacıya yüklemek doğru olmadığı gibi taşkından zarar gören toplum bireylerini çoğu kez olduğu gibi sulamak da doğru değildir.

Taşkın sonrasında meydana gelen can ve mal kaybının en aza indirilmesi önemlidir. Bunun sağlanması araştırma ile başlayan, uygulama ve karar verme mekanizmaları ile devam eden, nihayet toplumun bireyinde sona eren bir zincir ile mümkündür.(Aksoy, 2010)

4.7 Taşkın Arıza ve Müdahale Bilgi Sistemi (TAMBİS) Projesi

Yaşanmış taşkın olayları, işletmeye açılmış taşkın kontrol tesisleri ile akarsu yataklarına yapılan müdahaleler, taşkın tehlike haritaları vb. bilgileri içeren verilerin toplanabilmesi, toplanan bu verilerin güçlendirilerek sürdürülebilirliğinin sağlanması ve kolaylıkla erişiminin sağlanması amacıyla hazırlanan web ve mobil uygulaması bulunan TAMBİS (Taşkın Arıza ve Müdahale Bilgi Sistemi) Projesi hayata geçirilmiştir.

DSİ Taşkın Eylem Planı'nda yer alan Hedef-1 CBS ortamında taşkın veri tabanının oluşturulması için belirlenen 10 adet eylemin yanı sıra DSI taşkın yönetimi faaliyetleri kapsamındaki tüm veriler bu sistem üzerinden takip edilecektir (Şekil 17).



Şekil 17 - TAMBİS Web Sayfası (Mersin-Tarsus Berdan Nehri Taşkın Tehlike Haritası)

5 SONUÇLAR

1953 yılından bu yana su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve yönetilmesinde lider kuruluş olma vizyonu ile çalışmalarını sürdüren DSI Genel Müdürlüğü taşkın kontrolü ve taşkın yönetiminde de aynı anlayış doğrultusunda çalışmaktadır.

Taşkın kontrolünde 3 E prensibine dayalı tesisler inşa etmekte aynı zamanda da taşkın yönetimin bir parçası olan ve mekânsal planlamalarda dikkate alınması gereken tehlike haritalarını hazırlamaktadır.

Taşkınlarda can ve mal kaybını önlemek ve azaltmakta; doğru zamanda, doğru yerde ve doğru kişiye güvenilir tahminler yapmak oldukça

büyük öneme sahiptir. Bu amaçla DSİ Genel Müdürlüğü ilgili tüm Kurum ve Kuruluşlarla işbirliği içerisinde çalışmalarını sürdürmektedir. Bununla birlikte, taşkınların sadece bazı kamu kuruluşlarının alacağı tedbirler ve yapacağı çalışmalarla önlenmesi mümkün değildir. Taşkın yönetim süreci teknik çalışmalardan halkın bilinçlendirilmesi çalışmalarına kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu nedenle, toplumun bütün fertlerinin ve kurumların, özellikle mahalli idarelerin de üzerine büyük vazifeler düşmektedir. Ülkemizde taşkın zararlarını asgari düzeye indirmek hedefine ulaşmak, ancak taşkın konusunda tüm paydaşların taşkın yönetim sürecine dâhil olması ile mümkün olabilir.

6 KAYNAKLAR

- [1] DSİ (2014), “DSİ Taşkın Eylem Planı (2014-2018)”, Ankara
- [2] DSİ (2015), “Mersin-Tarsus Berdan Nehri ve Yan Kolları Taşkın Tehlike Alanları Planlama Raporu”, Ankara
- [3] DSİ (2016), “Batı Karadeniz Havza Master Planı-Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Nihai Raporu”. Ankara.
- [4] DSİ, 2016, <http://cbsportal.dsi.gov.tr/> (Yerel intranet ağdan erişilebilir)
- [5] Erkek, C.,Ağırlioğlu, N.,(1993) “Su Kaynakları Mühendisliği”, Beta Yayınevi, İstanbul
- [6] Şen, Z.,(2009), “Taşkın Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri“, Su Vakfı, İstanbul
- [7] 7.Aksoy,H.,(2010), “Taşkın Çalışmalarında Araştırma, Uygulama ve Toplum Gereksinimleri“, II.Ulusal Taşkın Sempozyumu, Afyonkarahisar

YUKARI HAVZA ISLAH ÖNLEMLERİ KAPSAMINDA YENİ BİR UYGULAMA; SÜZÜCÜ (GEÇİRGEN) TERSİP BENTLERİ

Hüseyin Emrullah ÇELİK
İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul
hecelik@istanbul.edu.tr

Bülent SELEK
DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
bulent.selek@dsi.gov.tr

Murat DAĞDEVİREN
DSİ 10. Bölge Müdürlüğü, Diyarbakır
mdagdeviren@dsi.gov.tr

Erhan DEMİR
DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
erhandemir@dsi.gov.tr

İbrahim BİROĞLU
DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara
ibiroglu@dsi.gov.tr

(Makalenin geliş tarihi: 25.11.2016, Makalenin kabul tarihi: 11.01.2017)

ÖZ

DSİ Genel Müdürlüğünce akarsuların yukarı havzalarından kaynaklanan rüsubatı mecralarda tuzaklamak amacıyla klasik tersip bentleri geçmişten günümüze kadar başarıyla uygulanmaktadır. Bilindiği gibi klasik tersip bentleri süspanse malzemenin dışındaki rüsubatın tamamını rezervuarlarında biriktirerek mansaba taşınmasını önlemektedir. Ülkemizde özellikle akarsu havzalarındaki ormanlık alanlardan taşınan ağaç devrikleri, dal, kök gibi materyal feyezanlarla taşınarak mansap tesisleri ile köprü ve menfezlerde tıkanmalara neden olmakta ve bunun neticesinde taşkın zararlarının şiddet ve boyutunu artırmaktadır. Akarsulardaki bu tür problemlerin giderilmesine yönelik olarak, örneklerine daha çok Avrupa ve Uzak Doğu ülkelerinde rastlanan süzücü tersip bentlerinin Ülkemizde de uygulanmasına geçilmiştir. Bu amaçla Doğu Karadeniz Bölgesi pilot bölge olarak seçilmiş olup, "DSİ 22. Bölge Müdürlüğü (Trabzon) Yukarı Havza Islahı Planlama ve Projelendirme İş'i" kapsamında çalışmalara başlanmıştır. Ayrıca planlama ve projelendirme aşamasına teknik bilgi desteği sağlanması amacı ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile Genel Müdürlüğümüz arasında "Her Damla Değer Katar-Türkiye'de Geçirgen Tersip Bendi Uygulamalarının Teşviki" adıyla işbirliği projesi imzalanmış olup, protokol kapsamında Türkiye şartlarına uygun süzücü bent tiplerinin seçimi, yazılım programının hazırlanması ve DSİ personelinin kapasitesinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ülkemizde süzücü bent uygulamalarının yaygınlaştırılmasıyla akarsuların yukarı havzalarından feyezanlarla taşınan ağaç, dal, kök ve diğer kaba materyal mansaba taşınmadan üst kotlarda tutulması sağlanarak taşkınların zararlı etkileri azaltılmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, rüsubat, süzücü tersip bendi, UNDP

A NEW APPLICATION IN THE CONTEXT OF UPPER WATERSHED REHABILITATION: FILTER DAMS

ABSTRACT

The classical (closed) check dams have been applied successfully so far by State Hydrological Works (DSİ) General Directorate in order to trap the sediments originating from upper watershed. It is known that

classical check dams, except for suspended particles, prevent transportation of the sediment to the outlet by storing in its reservoir.

Logs, branches, roots and this type of material transported from upper watershed forests by floods clogs the bridges and culverts and this clogging increases the flood severity and magnitude of the damages.

In order to overcome such problems in the streams, implementation of the filter dams which are commonly used in Europe and the eastern Asia has been accepted in Turkey.

Eastern Black Sea was selected as the pilot region for this purpose and works started within the scope of "DSİ 22nd Regional Directorate (Trabzon) Upper Watershed Rehabilitation Plan".

Additionally, a joint project was signed between the United Nations Development Program (UNDP) and the DSİ with the aim of providing information on technical support at the design stage with the slogan of "Every Drop Adds Value – Incentive of Filter Dam Applications in Turkey".

Objectives of this project were to select the filter dam types suitable for Turkey's land conditions and write a software program for filter dam design and capacity building for the DSİ personnel.

By increasing filter dam applications in Turkey, the devastating effects of floods will be reduced by trapping debris flow from the upper watersheds without being transported to the outlet.

Keywords: Flood, sediment, filter dam, UNDP

1 GİRİŞ

DSİ Genel Müdürlüğünce inşa edilen bazı taşkın kontrolü tesislerinde biriken rüsubat yatak kapasitelerini düşürerek büyük boyutlu zararlara neden olmuştur. Yaşanan bu olumsuzlukları önlemek amacıyla dere yukarı havzalarında erozyon ve rüsubat kontrol önlemleri alma gereği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla akarsuların yukarı havzalarından kaynaklanan rüsubatı mansaba intikal etmeden uygun yatak kesitlerinde depolamak amacıyla inşa edilen tersip bentleri, 1950'li yılların sonlarından günümüze kadar Kuruluşumuzca Ülkemizin farklı bölgelerindeki akarsu ıslahlarında uygulanmaktadır. Klasik tersip bentleri olarak adlandırılan bu yapılar ile süspanse malzeme dışındaki hemen her boyuttaki rüsubatı malzeme tutulabilmektedir.

Klasik tersip bentlerinden farklı olarak süzücü bentler, iri taşıntıyı tutup daha küçüklerini bırakmak üzere gövdesinde açıklık bulunan, bu açıklığın bazen yatay bazen de düşey doğrultudaki tutucu elemanlarla bölündüğü yapılar olarak tanımlanmaktadır (Çelik, 2012).

Bildiride süzücü bentler, planlama ve proje çalışmaları ile Türkiye'de uygulama çalışmaları anlatılmıştır.

2 SÜZÜCÜ BENT PLANLAMA KRİTERLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMA ÇALIŞMALARI

Süzücü bentler ile taşınan rüsubat mambadan mansaba doğru bir sistem dahilinde depolanarak dozajlanabilmekte ve istenilen boyutlardaki malzemenin geçişine olanak sağlanmaktadır. Bu sayede akarsu yatağı bir bütün olarak ele

alınmakta olup, akarsu yatağında doğal denge oluşturulabilmekte böylece problem oluşturması muhtemel kaba materyal daha üst kotlarda tutulabilmekte, feyezan sularının enerjisi kırılmakta ve daha mansapta yer alan tesislerin fonksiyonel kalması sağlanabilmektedir.

Klasik tersip bentlerinin inşasıyla her boyuttaki rüsubatın depolanması nedeniyle yapı rezervuarı bazen bir feyezanda dolabilmekte, mansapta zarar oluşturmayan rüsubatın da tutulmasıyla akarsu yataklarında oyulmalar görülebilmekte, akarsulardaki akış devamlılığının kesilmesiyle akarsu ekosisteminde bozulmalar oluşabilmekte ve bazı hallerde balık göçleri engellenmektedir. Bu gibi olumsuzlukların engellenmesi amacıyla Avrupa ve Uzak Doğu ülkelerinde örneklerine rastladığımız süzücü bent uygulamalarına geçilmiştir. Özellikle Avrupa'da 1980'li yıllardan sonra, taşınan rüsubatın süzülmesi, taşıntının enerjisinin kırılması, nehir ağızlarındaki sedimentin beslenmesi, akarsu ekosistemlerine daha az zarar verilmesi vb amaçları içerecek şekilde rüsubat malzemenin kaynağından birikme konisine kadar azaltılarak tutulduğu bir yaklaşımla ıslah çalışmalarında bu yapılar sıklıkla uygulanmaktadır.

Süzücü bentler planlanırken bu tür yapıların işlevi göz önünde bulundurulmalıdır. Fiebigger (2008), söz konusu yapıların yaptığı görevleri şu şekilde sınıflandırmıştır;

- Yatağın stabilizasyonu
- Tahkim (ıslah, konsolide) etme
- Depolama (tersip)
- Ayıklama, sınıflandırma ve boyutlandırma
- Odunsu taşıntının tutulması
- Enerji kırma

- Yatak yükünün ayıklanması (ayarlama)



- Sel suyu miktarının ayarlanması (dozajı)



Resim 1-2 - Oduncu taşıntısının tutulmasını sağlayan süzücü bentler



Resim 3-4 - Odunsu taşıntıyı tutan ve sel suyu miktarını ayarlayan süzücü yapılar



Resim 5-6 - Yatak yükünün ayıklanması ve sel suyu miktarını ayarlayan süzücü bent



Resim 7-8 - Kaba rüsubat tutma ve enerji kırma işlevi gören süzücü bentler

Yukarıda belirtilen görevlere göre “Süzücü (Geçirgen) Tersip Bendi” olarak da adlandırılan yapılar üzerinde çalışma yapılması, bu yapıların ülkemizin farklı coğrafi bölgelerinde uygulanması önem arz etmektedir. Türkiye’de süzücü bentler ile ilgili olarak 2000’li yılların başında Denizli ilindeki Çınarlı ve Koca derelerde uygulama çalışmaları görülmektedir. Ancak bu konudaki uygulamalar yeteri kadar yaygınlaştırılmamıştır. Ülkemizde son yıllarda yaşanan taşkınlarda akarsuların yukarı havzalarından taşınan bitki kök ve dalları ile ağaç devrikleri gibi odunsu materyalin yerleşim yerlerinin bulunduğu mansap kesimlerinde ıslahlı kesitlerin, menfez ve köprülerin tıkanmalarına yol açtıkları, bunun sonucunda oluşan taşkınların yıkıcı etkilerinin daha da arttığı gözlenmektedir. Söz konusu bitki kök ve dalları ile ağaçlar; dere yatakları civarı ve ormanlık alanlardaki taşkın, heyelan ve yamaç göçmeleriyle sürüklenerek mansaba taşınmaktadır.

Bu nedenle süzücü bentlerin yapılması ilk olarak “Taşkın Eylem Planı (2014-2018)” kapsamında yeni bir yaklaşım olarak ele alınmıştır. Bu konudaki ilk uygulamaların yapılması için de DSİ 22. Bölge Müdürlüğü pilot bölge olarak seçilmiş ve buradan elde edilecek tecrübelerin de Kuruluşumuz genelinde yaygınlaştırılması amaçlanmıştır.

Ayrıca süzücü bentlerin planlama ve projelendirme aşamasında teknik bilgi desteği sağlanması amacı ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Genel Müdürlüğümüze müracaat ederek “Her Damla Değer Katar” projesi kapsamında süzücü bentler kısmına destek olmayı talep etmiş, Genel Müdürlüğümüzce de uygun görülen proje desteği kapsamında UNDP, süzücü bentler için bir yazılım hazırlanması, yurtdışı

uygulamalarının tanıtılması ve yurtiçi eğitim faaliyetlerinde katkı vermiştir.

3 DSİ 22. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ YUKARI HAVZA ISLAHI PLANLAMA VE PROJE ÇALIŞMASI

Süzücü bentlerin yapılması için pilot bölge olarak seçilen Doğu Karadeniz Bölgesi, topografik, jeolojik ve iklimsel açıdan taşkın ve heyelan olaylarına oldukça müsait bir bölge iken insan müdahaleleri ile söz konusu olaylar daha da artmaktadır. Bölgede taşkın ve heyelanlara neden olan en sık insan müdahaleleri, ormanlık alanların tarımsal alanlara dönüştürülmesi ve yol/yer açma kazıları şeklinde olmuştur (Akçalı, 2011).

Özellikle yamaç arazilerde derin köklere sahip ağaçların yerine sığ köke sahip çay ve fıındık bitkileri ekilmektedir. Sığ kökler ayrılmış zemini sağlam kayaya tutturabilecek kök uzunluğuna sahip olmadığından, ayrıca kesilen ağaçların kuruyan köklerinin oluşturduğu boşluklardan yağış suları zeminin derinliklerine kolayca inebildiğinden bölgedeki taşkın ve heyelan sayıları artmıştır (Akçalı, 2011).

Diğer bir insan müdahalesi olan yol/yer açma kazıları sonucu, şev topuk direncinin yok edilmesiyle özellikle sığ heyelanları tetiklemiştir (Akçalı, 2011).

Yukarıda sayılan doğal ve yapay nedenlerle meydana gelen taşkın ve heyelanların kısa vadede önlenmesi mümkün görülmemektedir. Ancak özellikle sığ ve yüzeysel kaymalar ile çamur ve moloz akmaları şeklinde meydana gelen heyelan hareketi sonucu dere yatağına inen heyelan malzemesinin (moloz, ağaç, kök, dal vb.) dere akışı ile mansaba doğru ilerleyerek dere yatağını daraltmasını, köprü ve menfezleri tıkanmasını önlemek için yukarı havzada önlemler alınması gerekmektedir (Resim 9).



Resim 9 - Çelik H, 2012



Resim 10 - Çıtır, 2011

“DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Yukarı Havza Islahı İstikşaf ve Kati Proje Yapımı” işi kapsamında, UNDP tarafından sağlanan uzman görüşleri ve yurt dışı uygulamalarının da değerlendirilmesi neticesinde ıslah çalışmalarında kullanılacak tipler belirlenmiştir. 2015 yılında planlama ve projelendirme çalışmaları tamamlanmış olup 2016 yılında uygulama çalışmalarının ilk etabına başlanmıştır. Proje kapsamında mevcut probleme göre ilk planda 3 tip süzücü bent inşa edilmesi kararlaştırılmıştır. Bu tiplerin fonksiyonları;

Tip:1 (Ayaklı süzücü bent)- Odunsu taşıntının tutulması, kaba rüsubatın tutan ince boyuttaki rüsubatın geçişine imkân vererek yatak yükünü ayıklama ve enerji kırma,

Tip:2 (Ayaklı ve ızgaralı süzücü bent)- Tip-1’den farklı olarak daha küçük boyutlardaki odunsu taşıntının ve kaba rüsubatı tutmak, daha ince boyuttaki rüsubatın geçişine imkân vererek yatak yükünü ayıklama ve daha sınırlı oranda enerji kırma,

Tip:3 (Dip açıklıklı süzücü bent)- Sel suyu miktarının ayarlanması ve taşkın sularının enerjisini kırma, akarsu ekosistemini koruma ve balık geçişine olanak sağlama şeklinde belirlenmiştir.



Görsel-1 - Ayaklı süzücü bent tipi ve yurt dışında uygulanmış örneği



Görsel-1 - Ayaklı ve ızgaralı süzücü bent tipi ve yurt dışında uygulanmış örneği



Görsel-1 - Dip açıklıklı süzücü bent tipi ve yurt dışında uygulanmış örneği

Projelendirme kriteri olarak göz önüne alınması gereken en önemli husus, söz konusu bentlerin havza karakteristiklerine göre değerlendirilmesi gerektiğidir. Havza planlanırken en iri malzemeler en memba kesimde kalacak ve giderek daha ince malzemeler sistematik olarak bentlerde tuzaklanacak şekilde projelendirilmektedir. Bentlerin ızgara aralığı problemin durumuna göre değişebilmekle birlikte genel olarak, geçirilmesi istenilen malzemenin 1,5 katı olacak şekilde hesaplanmaktadır. Çarpma etkisine maruz kalacak bentlerde dinamik çarpma etkileri göz önüne alınmaktadır. Membadaki bentler daha iri blok kayaları tuzaklayacağından genellikle betonarme tiplerle, daha mansaptaki bentler ise daha ince malzemeleri tuzaklayacağından, çelik ızgaralarla

projelendirilmiştir. Söz konusu bentlerin tıkanma olasılığı göz önünde bulundurularak, savak boyutlandırmasında dolu gövdeli tersip bendinin hidrolik kriterleri uygulanmaktadır.

Yapılan etüt ve planlama çalışmaları neticesinde proje kapsamında, DSİ 22. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında bulunan 15 adet derede 26 adet süzücü bent yapılması uygun bulunmuştur (Tablo 1).

Süzücü bentler balık geçişine izin verdiği için ayrıca balık geçidi projelendirilmemektedir.

Planlama ve projelendirme çalışmaları tamamlanan geçirgen bentlerin inşaatına Rize ili Güneysu ilçesi Güneysu deresinde 2016 yılında başlanmıştır.



Resim 11 - Rize ili Güneysu ilçesi Güneysu deresi Geçirgen Bent İnşaata

Çizelge 1 - 22. Bölge Yukarı Havza Islahı Planlama ve Projelendirme Çalışması Geçirgen Bent Bilgileri

| Tesis Yeri | Dere Adı | Yapı Adeti |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| Giresun - Merkez | Gökgöz Deresi | 1 |
| Giresun - Espiye | Henek Deresi | 2 |
| Giresun - Dereli | Sipahi Deresi | 1 |
| Giresun - Dereli | Semail Deresi | 2 |
| Giresun - Bulancak | Bostanlı Dere | 2 |
| Giresun - Görele | Bayazıt Köyü | 1 |
| Rize - Çayeli | Büyükdere | 3 |
| Rize - Merkez | Taşlıdere | 3 |
| Rize - Güneysu | Güneysu Dere | 3 |
| Rize - Merkez | Askaroz Dere | 1 |
| Rize - Çayeli | Şairler Deresi | 2 |
| Rize - Ardeşen | Durak Deresi | 1 |
| Gümüşhane - Merkez | Karamustafa Deresi | 1 |
| Gümüşhane - Torul | Herek Deresi | 2 |
| Trabzon - Maçka | Kalkanlı Dere | 1 |

Yapılan bu çalışmalar ile DSİ 22. Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde, özellikle rusubi derelerde mansap kısmını etkileyecek iri malzemeler ile yüzücü maddelerin (ağaç, dal, kök vb.) yukarı havzada tuzaklanması sağlanarak, taşkın riski azaltılacaktır.

Söz konusu geçirgen bentlerin ülke çapında yaygınlaştırılması için tip proje albümleri de DSİ 22. Bölge Müdürlüğüne hazırlanmış ve Kurumumuzun tüm Bölgelerine dağıtımını sağlanmıştır.

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde ve Doğu Karadeniz Bölgesinde yukarı havza ıslahında günümüze dek yaygın olarak klasik tipteki bentler uygulanmıştır. Klasik bentlerle her cins malzemenin tutulması ve mansaba intikali önlediğinden bentlerin arkası kısa vadede dolmakta, sık temizlenmemesi halinde yeni tedbirlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Süzücü tip bentler havza gözlemlenerek planlandıklarında ise yukarı havzadan gelen ve hedeflenen büyüklükteki malzemeyi tuttuklarından dere yataklarının doğal yapısı bozulmamakta ve sadece ince materyalin mansaba intikali sağlanmaktadır.

Süzücü bentler yukarı havzalardan heyelan vb. etkilerle koparak gelecek özellikle odunsu ve iri taşıntıyı tutacak şekilde planlandıklarında, mansapta yer alan köprü, menfez gibi sanat yapılarının tıkanması engellenerek mansap taşkınlarının zararları önemli ölçüde azaltılmaktadır.

Ayrıca süzücü bentler suyun önünü tamamen kesmediğinden balık göç yolları zarar görmemekte ve ekolojik dengenin devamlılığı sağlanmış olmaktadır.

Bu bağlamda geçirgen bentler taşkın frekansının en fazla olduğu Doğu Karadeniz Bölgesi öncelikli olmak üzere ülkemizde de uygulanmalı ve yaygınlaştırılmalıdır. Geçirgen bentler planlanırken diğer taşkın kontrol yapıları ve kültürel önlemlerle bir arada düşünülmelidir.

Yukarı havza etüdü yapılırken, havzalar iyi gözlemlenerek ihtiyaç duyulan şekilde bent önerilmeli, her havzaya uygun olacak şekilde klasik veya geçirgen bente karar verilmelidir.

5 KAYNAKLAR

- Akçalı, E., 2011. Heyelan Yağış İlişkisi Analizi Ve Modellemesi; Trabzon İli Örneği, Doktora Tezi, Sakarya Üniv, İnşaat Müh. Bölümü, Sakarya
- Çelik E. H., 2012. Yatak Islahında Geçirgen Taşıntı Barajları, DSİ Taşkın ve Rüşbat Kontrol Semineri, Gümüşdör, İzmir, 01-05 Ekim 2012
- Çelik E. H., 2014. Süzücü Bentler Çalıştayı, Trabzon, 21-22 Ekim 2014
- Çıtır M. R., 2011. Bölgede Taşkın ve Rüşbat Kontrolüne Yönelik Yapılan Çalışmalar, Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelan ve Taşkınları Sempozyumu-Trabzon
- DSİ, 2016. Doğu Karadeniz Havzası Master Plan Ara Raporu, DSİ

Fiebiger, G. 2008. Experiences With The Chain of Functions in Debris Flow Control, Proceedings of the International Conference DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection, Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008