

**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FİLYOS HAVZASI AKARSU KÖPRÜLERİ RİSK ANALİZİNDE HİDROLİK
ETKENLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHARREM ATALAR

MAYIS 2020

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİLYOS HAVZASI AKARSU KÖPRÜLERİ RİSK ANALİZİNDE HİDROLİK
ETKENLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHARREM ATALAR

DANIŞMAN: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

ZONGULDAK
MAYIS 2020

KABUL:

Muharrem ATALAR tarafından hazırlanan ‘‘Filyos Havzası Akarsu K opr leri Risk Analizinde Hidrolik Etkenlerin Değerlendirilmesi’’ başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hidrolik Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 21/05/2020

Danışman: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnaaat
Mühendisliği Bölümü

 ye: Prof. Dr. Emrah DOğAN
Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnaaat Mühendisliği Bölümü

 ye: Dr. Öğr.  . Ömer Faruk ÇAPAR
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnaaat
Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen  ğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. / / 20....

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Muharrem ATALAR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FİLYOS HAVZASI AKARSU KÖPRÜLERİ RİSK ANALİZİNDE HİDROLİK ETKENLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Muharrem ATALAR

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

Mayıs 2020, 81 sayfa

Filyos Nehri debisi ve sediment taşıma kapasitesi açısından Karadeniz'e dökülen en önemli nehirlerden biridir. Zonguldak İli sınırlarında kalan aşağı Filyos Havzası'nda düşük yatak eğimi ve nispeten geniş vadi formu nedeniyle yoğun yerleşim, sanayi ve tarımsal faaliyet alanları bulunmaktadır. 1998 yılında yaşanan sel afeti sırasında havza içinde bulunan tüm yerleşim bölgeleri ve akarsu yapıları zarar görmüştür. Bu bağlamda akarsu köprülerinin yıkılmasındaki etkenler incelendiğinde hidrolik etkenlerin en başta geldiği görülmektedir. Türkiye'de köprü gözlemlerinde geliştirilen yaklaşımlar öncelikle köprünün yapısal güvenliğine odaklanmıştır. Ancak akarsu yatağındaki hidrolik etkenler gözardı edilemeyecek boyutlardadır. Köprülerin yıkılma riskinin belirlenmesinde köprü öncesinde ve sonrasında akarsu yatağının fiziksel koşulları ve bunların zamanla değişimi köprü güvenliğini tehlikeye atabilecek olan hidrolik etkenlerin belirlenmesi açısından en önemli göstergedir.

ÖZET (devam ediyor)

Bu çalışma kapsamında köprü gözlemlerinde kullanılan hidrolik etkenlerin değerlendirildiği gözlem metodları derlenmiş ve en çok kullanılan metot belirlenmiştir. Literatürde geliştirilen metoda göre gözlenmesi ve değerlendirilmesi gereken temel parametreler irdelenerek Filyos Nehri, Aşağı Filyos Havzasında belirlenen köprülerde gözlemler yapılmıştır. Belirlenen köprüler arasında taşkın önlemleri alınan köprüler ile taşkın önlemi alınmayan köprüler arasında risk katsayıları karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Akarsu Köprüsü, Güvenlik, Gözlem, Hidrolik Stabilite Değerlendirme, Filyos Havzası

Bilim kodu : 624.02.00

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF HYDRAULIC PARAMETERS IN RISK ANALYSIS OF RIVER BRIDGED AT FİLYOS BASIN

Muharrem ATALAR

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

January 2020, 81 pages

Filyos River is one of the most important rivers flowing into the Black Sea in terms of flow rate and sediment carrying capacity. The lower Filyos Basin, which lies within the boundaries of Zonguldak province, has intensive settlement, industrial and agricultural activity areas due to its low bed slope and relatively wide valley form. During the flood disaster in 1998, all settlements and river structures within the basin were damaged. It demonstrates the need for a systematic approach to regular inspections and measures to be taken during the lifetime of bridges. When the factors affecting the collapse of river bridges are examined, hydraulic factors are the most important. The developed bridge observation approach in Turkey is primarily focused on the structural safety of the bridge. However, hydraulic factors in the river bed are ignored. The physical conditions of the river bed upstream and downstream of the bridge and their change over time are the most important indicators for determining the hydraulic factors that may put in danger the safety of the bridge.

ABSTRACT (continued)

In this study, observation methods in which hydraulic factors used in bridge observations are evaluated. The basic parameters that should be observed and evaluated according to the methods developed in the literature were examined and observations were made at the bridges identified in the Filyos River and Lower Filyos Basin. Risk coefficients were compared between bridges with flood prevention and bridges without flood prevention.

Keywords: River Bridge, Safety, Inspection, Hydraulic Stability Analysis, Filyos Basin

Science code: 624.02.00



TEŐEKKÜR

Tezimin her aşamasında tecrübe ve bilgisini paylaŐarak yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER ve ArŐ. Gör. Onur DÜNDAR ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü çalışanlarına teŐekkürü borç bilirim.





İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 ÇALIŞMANIN TANIMI.....	1
1.2 ÇALIŞMANIN KAPSAMI	1
BÖLÜM 2. FİLYOS HAVZASI.....	3
2.1 FİLYOS HAVZASININ COĞRAFYASI	3
2.2 FİLYOS HAVZASI, YERLEŞİM, TARIM VE SANAYİ	4
2.3 FİLYOS NEHRİ KOLLARI	5
2.4 FİLYOS NEHRİ HİDROLOJİK ÖZELLİKLERİ	6
2.5 FİLYOS HAVZASINDA MEYDANA GELEN SELLER	9
2.6 FİLYOS HAVZASINDA YIKILAN KÖPRÜLER	12
2.7 FİLYOS NEHRİ ÜZERİNDE YAPILAN TAŞKIN KORUMA YAPILARI	15
2.8 AŞAĞI FİLYOS HAVZASI KÖPRÜ VE MENFEZLER	20

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

BÖLÜM 3 METOD	23
3.1 KÖPRÜLERİN GÖZLEM VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	23
3.2 KÖPRÜ GÖZLEM DEĞERLENDİRME METODLARI	25
3.3 KGM KÖPRÜ GÖZLEM VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN TANITIMI.....	27
3.4 KÖPRÜ GÜVENLİĞİ TEHLİKEYE DÜŞÜREN HİDROLİK ETKENLER VE TAŞKIN KAYNAKLI RİSKLER İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER	28
3.5 KÖPRÜ GÖZLEM VE DEĞERLENDİRMEDE HİDROLİK ETKENLER	30
BÖLÜM 4 AKARSU KÖPRÜLERİ HİDROLİK ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ ...	39
4.1 BAKACAKKADI KÖPRÜSÜ	40
4.2 ÇAYCUMA KÖPRÜSÜ	43
4.3 ÇORAK DERESİ KÖPRÜSÜ.....	46
4.4 DEVREK KALDIRIM DERESİ TARİHİ KÖPRÜ	49
4.5 DEVREK MERKEZ KÖPRÜSÜ	51
4.6 GÖKÇEBEY KÖPRÜSÜ	54
4.7 ÖRMECİ KÖPRÜSÜ	57
4.8 PERŞEMBE OYKA KÖPRÜSÜ	60
4.9 PERŞEMBE TCK KÖPRÜSÜ	63
4.10 SALTUKOVA KÖPRÜSÜ	66
4.11 YENİCE KÖPRÜSÜ	69
BÖLÜM 5 SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	73
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Filyos Nehri Kolları	6
Şekil 2.2 Sünnetler Deresindeki Göçmeler	10
Şekil 2.3 İçme suyu keson kuyusu etrafında oluşan oyulmalar	11
Şekil 2.4 Çaycuma köprüsünde aşağıya düşen tabliye	12
Şekil 2.5 Köprü göçmesi ile kayıpların yaşandığı bölge ve arama çalışmaları	13
Şekil 2.6 Bilir kişi incelemesi ve değerlendirmeler.	14
Şekil 2.7 Köprü mansabı ve taşkın dalgaları	15
Şekil 2.8 Filyos Çayının Filyos Beldesinde denize mansaplandığı kısım	16
Şekil 2.9 Filyos Çayında Bakacakadı köprüsü membasındaki ıslah çalışması	17
Şekil 2.10 Filyos Çayına sol sahilden mansaplanan Abdalpaşa Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	18
Şekil 2.11 Filyos Çayı Sol Sahilden OSB önünde yapımı tamamlanan taş tahkimat imalatı ..	19
Şekil 2.12 Filyos Çayına sol sahilden mansaplanan Örmeci Deresi Taşkın Koruma İnşaatı ..	19
Şekil 4.1 Bakacakadı köprüsü	42
Şekil 4.2 Çaycuma köprüsü	45
Şekil 4.3 Çorak Deresi Köprüsü	48
Şekil 4.4 Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprü	51
Şekil 4.5 Devrek Merkez Köprüsü	54
Şekil 4.6 Gökçebey köprüsü	57
Şekil 4.7 Örmeci Köprüsü	60
Şekil 4.8 Perşembe Oyka köprüsü	63
Şekil 4.9 Perşembe TCK Köprüsü	66
Şekil 4.10 Saltukova Köprüsü	69
Şekil 4.11 Yenice köprüsü	72



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Batı Karadeniz iller, Nüfus, Yüzölçümü ve GSYH değerleri.....	4
Çizelge 2.2 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (İşletme).....	8
Çizelge 2.3 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (inşaat)	8
Çizelge 2.4 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (proje)	8
Çizelge 2.5 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (ön inceleme, master, planlama).....	8
Çizelge 2.6 Filyos Havzasında oluşan önemli seller ve zararları.....	11
Çizelge 2.7 Filyos havzası ana kollar ve yan dereler üzerindeki köprü ve menfezler	21
Çizelge 3.1 Farklı ülkelerde geliştirilen köprü muayene yöntemleri.....	26
Çizelge 3.2 Ülkelere göre muayene sıklığı	27
Çizelge 3.3 Köprü yıkılmalarındaki başlıca hidrolik etkenlerin	29
Çizelge 3.4 Akarsu Köprüleri Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu.....	34
Çizelge 3.5 Üç ana akarsu yatağı tipi için genel değerlendirme puanları sınırları	37
Çizelge 4.1 Bakacakadı Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	41
Çizelge 4.2 Çaycuma Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	44
Çizelge 4.3 Çorak Deresi Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu.....	47
Çizelge 4.4 Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	50
Çizelge 4.5 Devrek Merkez Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	53
Çizelge 4.6 Gökçebey Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	56
Çizelge 4.7 Örmeci Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	59
Çizelge 4.8 Perşembe Oyka Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu.....	62
Çizelge 4.9 Perşembe TCK Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu.....	65
Çizelge 4.10 Saltukova Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	68
Çizelge 4.11 Yenice Köprüsü Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu.....	71
Çizelge 5.1 Aşağı Filyos Havzası Akarsu Köprüleri Hidrolik Stabilite Değerlendirme Tablosu	74



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

BEÜ	: Bülent Ecevit Üniversitesi
DSİ	: Devlet Su İşleri
GIS	: Geographic Information System
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü





BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 ÇALIŞMANIN TANIMI

Batı Karadeniz Havzası'nda uzunluğu yaklaşık olarak 360 km olan Filyos Nehri su potansiyeli, sediment kapasitesi ve taşkın karakteristikleri ile bölgenin en önemli akarsuyudur. Özellikle Devrek, Çaycuma ve Filyos İlçeri arasında yer alan aşağı Filyos havzası yoğun yerleşim, tarım ve sanayi bölgesidir. Özellikle 1998 yılında yaşanan selde can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Geçen yıllar içinde bir çok alt yapı ve taşkın koruma projeleri geliştirilip kısmi olarak uygulamaya geçirilmiştir.

Filyos Nehri üzerindeki Çaycuma Köprüsünün 2012 yılında göçmesi ile 15 kişi hayatını kaybetmiştir. Ülkemizde meydana gelen en ağır can kaybına neden olan bu kaza ile köprü güvenliği konusunda alınması gereken önlemler bir daha gün yüzüne çıkmıştır. Köprüler ömürleri boyunca periyodik olarak muayene ve bakıma ihtiyaç duyarlar. Köprülerdeki hasarlar dış etkilere meydana gelebildiği gibi uygun olmayan tasarım, yapım ve bakım gibi diğer faktörlerden de kaynaklanabilir. Köprülerin kullanımı sırasında yapılacak gözlem ve değerlendirmeler ile olası risklerin erken teşhisi güvenlik, ekonomi ve sosyal açıdan avantajlar sağlayacaktır.

Dünyada köprülerin hidrolik olarak risklerin değerlendirilmesi çalışmalarının gelişimi sadece son 30 yılı kapsamaktadır. Ülkemizde ise köprülerde oluşan hidrolik risklerin değerlendirilmesi için sürekli uygulanan bir gözlem metodu yoktur. Bu konuda yapılacak çalışmalar hem ulusal hem de uluslararası toplumun faydasına olacaktır.

1.2 ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Akarsu yatakları dış etkenler ile devamlı değişim halindedir. Dış etkenler doğal olduğu gibi insan eliyle yapılmış her tür yapının kendisi ve doğal etkenler ile etkileşimi de değişimlere

neden olmaktadır. Akarsu yatağında akış ile ortaya çıkan değişim ve bunun akarsu yapıları üzerinde oluşturacağı etkiler hidrolik riskleri ortaya çıkarmaktadır. Hidrolik değerlendirmeler havzanın jeolojik özelliklerini, hidrolojik verileri, hidrolik koşulları, flora ve faunasının özellikleri, mühendislik uygulamalarını ve tüm bunların bir biri ile etkileşimini içerir.

Bir köprü gözlem çalışmasında yer alan bu maddelerin araştırılması, ilgili yapının mevcut durumu için değerlendirme ve sınıflamaya dayalı bilgilerin elde edilmesini sağlayacaktır. Bu amaçla, mevcut inceleme algoritmaları, bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılan uygulamalar özel olarak değerlendirilerek çalışma açısından gözden geçirilmiştir.

Bu çalışmada, önceki çalışmalara, deneyimlere ve uygulamalara dayanarak Filyos havzasında akarsu köprüleri hidrolik risk değerlendirme metodunun uygulaması için farklı özelliklere sahip akarsu yataklarında, farklı büyüklük ve özellikte, taşkın kontrol çalışmaları yapılmış ve çalışma yapılmamış akarsu yataklarında olmak üzere 11 adet köprü seçilerek değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu köprülerin risk değerleri belirlenmiş ve köprüler arasında güvenliği düşük, yüksek riskli olanlar zayıf tarafları ile ortaya konmuştur. Risk değeri düşük durumda olan köprülerin de gelecekte risk oluşturma olasılığı bulunan zayıf tarafları ortaya konmuştur.

Bu tez çalışması 5 bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde Filyos havzasının genel bir tanıtımı detaylı olarak verilmektedir. Bu kısımda havzada yaşanan seller, oluşan zararlar, yıkılan köprüler tarihsel bir sıra ile verilmiştir. Ayrıca havza içinde geliştirilen ve uygulanan taşkın koruma projeleri, hidrolik yapılar ve köprüler teknik bilgileri ile verilmiştir. Üçüncü bölümde köprü gözlem yöntemlerinin gelişimi, farklı ülkelerde kullanılmakta olan köprü yöntemleri ve bunların sıklıkları anlatılmaktadır. Ayrıca akarsu köprülerinde oluşan hidrolik riskler ve hidrolik risk değerlendirme parametreleri detaylı olarak verilmiştir. Dördüncü bölümde Aşağı Filyos Havzasında bulunan 11 köprünün yerinde yapılan gözlemler ile elde edilen risk değerlendirmeleri ve puanları verilmiştir. Altıncı ve son bölümde bu çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmiştir.

BÖLÜM 2

FİLYOS HAVZASI

2.1 FİLYOS HAVZASININ COĞRAFYASI

Batı Karadeniz Havzası, Türkiye'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Havza güneyde Sakarya ve Kızılırmak Havzası ile batıda Sakarya Havzası ve Kuzeyde Karadeniz ile sınırlıdır. Batı Karadeniz Havzası, 40°34'42" - 41°27'52" kuzey enlemleri ile 30°52'33" - 35°12'12" doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Havzada Ankara, Bartın, Bolu, Çankırı, Düzce, Karabük, Kastamonu, Sakarya, Samsun, Sinop ve Zonguldak İllerinin tamamı ya da bir bölümü yer almaktadır. Bahsi geçen illerden Bartın, Karabük ve Zonguldak il topraklarının tamamı, diğer illerin de; Bolu il topraklarının 4.094 km²'lik bir bölümü, Çankırı il topraklarının 1.663 km², Düzce'nin 2.447 km², Kastamonu'nun 7.275 km²'lik bir kısmı havzada yer almaktadır. Ankara, Sakarya ve Samsun il topraklarının da sırasıyla 19,45 km², 296,02 km² ve 193,16 km² alanları havza içindedir. Havzanın yüzölçümü 28.855 km²'dir.

Bu kadar büyük yağış alanı olan bu havzayı daha ayrıntılı olarak çalışabilmek için alt havzalara ayırmanın daha uygun olacağı düşünülmüştür. Batı Karadeniz Havzası kapsamında 5 adet alt havza belirlenmiş olup, yağış alanları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

- 1) Sinop ve Devrekani Alt Havzası (8.868 km²)
- 2) Filyos Alt Havzası (13.440 km²)
- 3) Bartın Alt Havzası (2.130 km²)
- 4) Melen Alt Havzası (2.444 km²)
- 5) Ereğli Alt Havzası (1.973 km²)

28.855 km² alana sahip Batı Karadeniz Havzasında yapılan çalışmalar sonunda Batı Karadeniz Havzası yüzey suyu potansiyeli 10.797 hm³ olarak hesaplanmıştır.

Batı Karadeniz Havzası'nda uzunluğu yaklaşık olarak 360 km olan Filyos Çayı akış güzergahı boyunca bir çok kola ayrılmaktadır. Bu nedenle bir çok bölgede farklı adlarla anılmıştır. Seben kasabasının kuzeyinde Benli Dağ'dan Ulusu adıyla doğar. Yenice Nehri, Köroğlu Deresi, Ulu Su, Gerede Çayı, Melan Çayı, Akçay, Soğanlı Çayı vb. birçok isimleri vardır. Gerede Yaylası'na inerek Gerede Çayı ile birleşir. Kuzeydoğu yönünde akar. Ilgaz Dağları eteklerinde bir çok dere ile birleşerek kuzeybatıya döner. Araç Çayı ile Safranbolu yakınlarında birleşir. Karabük İlinin çıkışında Araç Çayı ve Soğanlı Çayının birleşmesiyle Yenice Çayı adını alan akarsu, Bolu Dağları'nda Efteni Gölü'nden doğan Devrek Çayı ile Gökçebey sınırları içerisinde birleşimi ile Filyos Çayı adını alarak Zonguldak Çaycuma Filyos Beldesinden Karadeniz'e mansaplanmaktadır.

13.440 km² yağış havzasına sahip olan Filyos Çayının yıllık ortalama akımı 3 milyar m³ civarında olup, emniyetli yatak kapasitesi 1.070 m³/s'dir.

2.2 FİLYOS HAVZASI, YERLEŞİM, TARIM VE SANAYİ

Türkiye yüzölçümünün % 3.7'sini oluşturan Batı Karadeniz Havzası'nın yaklaşık % 1.3'ü yerleşim alanlarından oluşmaktadır. Havza içerisinde Bartın, Bolu, Çankırı, Düzce, Karabük, Kastamonu, Sakarya, Sinop ve Zonguldak illerinin tamamı ya da bir bölümü yer almaktadır. Havza içinde yer alan İllerin nüfus, yüzölçüm ve gayri safi yurtiçi hasılası (GSYH) değerleri Çizelge 2.1'de verilmektedir.

Çizelge 2.1 Batı Karadeniz İller, Nüfus, Yüzölçümü ve GSYH değerleri

İl	Nüfus (kişi)	Yüzölçümü (km ²)	GSYH (Milyon TL)
Bartın	198.999	2.230	4.668
Bolu	311.810	8.313	12.123
Çankırı	216.362	7.542	5.018
Düzce	387.844	2.492	12.662
Karabük	248.014	4.142	7.462
Kastamonu	383.383	13.064	10.561
Sakarya	1.010.700	4.824	35.718
Samsun	1.335.716	9.725	35.575
Sinop	219.733	5.717	4.878
Zonguldak	599.698	3.342	16.520

Batı Karadeniz havzasının yaklaşık % 30.05'i tarım arazilerinden oluşmaktadır. Çalışma alanında çok geniş ve verimli tarım alanlarının ve otlak alanlarının varlığı dikkati çekmektedir. Civar köylerden toplanan sütler Çaycuma Süt adı altında süt ve süt ürünleri olarak pazarlanmaktadır. Zamanla işçi sayısı azalmasına rağmen SEKA Kâğıt fabrikası ve Zonguldak Kömür İşletmeleri Çaycuma ve yakın çevresinin kısmi istihdamını oluşturmaktadır.

Aşağı Filyos Havzasında faaliyet gösteren Çaycuma Organize Sanayi Bölgesi, 1992 yılında % 60 İl Özel İdaresi, % 20 Zonguldak TSO ve % 20 Çaycuma TSO ortaklığında kurulmuş olup 2003 yılında işletmeye geçilmiştir. OSB'nin toplam büyüklüğü 125 hektardır. OSB'de 60 adet sanayi parseli ve 6 adet hizmet destek alanı bulunmaktadır. OSB'de 50 parsel üretim faaliyetinde, 5 parsel inşaat aşamasında, 3 parsel proje aşamasında olup, 2 parsel boştur. OSB'de ağırlıklı sektör mobilya, orman, tekstil ve metal ürünleri üretimi üzerinedir. OSB'de istihdam edilen işçi sayısı yaklaşık 3.000 kişidir. Yine Aşağı Filyos Havzasında Sera Organize Sanayi Bölgesi üst yapı proje ihalesi yapılmış olup, yıl sonunda sonuçlanacaktır. Sera OSB yatırım programında bulunmakta olup, 2020 yılında üst yapısı tamamlanarak 2021 yılında üretime geçmesi planlanmıştır. Asgari 15 adet 25 dönümlük sera üzerine depolama, ambalajlama ve yükleme alanları kurulacak. Topraksız üretim yöntemi ile salkım domates üretimi yapılacaktır. Sera OSB'de yaklaşık 1000 kişilik istihdam sağlanması planlanmaktadır.

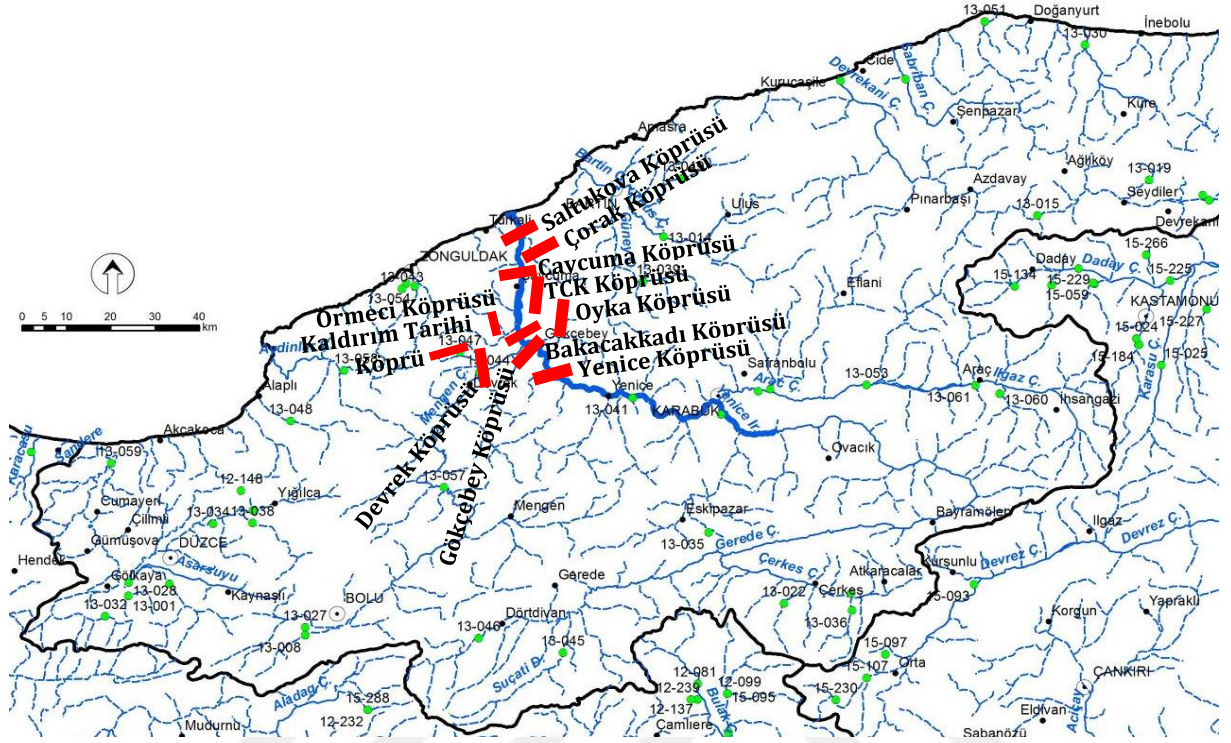
2.3 FİLYOS NEHRİ KOLLARI

Batı Karadeniz'in önemli bir nehri olan Filyos Nehri, Ilgaz ve Köroğlu Dağları'ndan beslenerek bir çok kolun birleşmesiyle oluşan ve geçtiği yerlerde farklı adlarla da anılan bir nehirdir. Gökçebey'den itibaren geniş tabanlı bir yataktan akar, Filyos'un doğusunda bir delta oluşturarak Karadeniz'e dökülür. Gökçebey'den Filyos'a kadarki bu alan Aşağı Filyos havzasını oluşturur. Bu havza aynı zamanda "Filyos Vadisi Projesi" olarak adlandırılan önemli bir projeye anılmaktadır.

Gökçebey'den Filyos Beldesi'ne kadar uzanan ve burada denize dökülen Filyos Nehri'ne sağ ve sol sahilden bağlanan yan kollar bulunmaktadır (Şekil 2.1). Bunlar mabadan mansaba doğru sırasıyla;

Sol Sahilde, Örmeci Deresi (4.000 metre), Kalaycılar Deresi, Abdalpaşa Deresi (850 metre), Ayvazlar Deresi, Nadir Deresi (1.000 metre), Cevizlik Deresi (3.800 metre), Sünnetler Deresi

(1.900 metre), Soğuksu Deresi (1.300 metre), Çayır Deresi mevcuttur. Sağ Sahilde, Perşembe Deresi (4.900 metre), Tilki Deresi, Sulama Kanalı, Çorak Deresi (3.600 metre)'dir.



Şekil 2.1 Filyos Nehri Kolları.

2.4 FİLYOS NEHRİ HİDROLOJİK ÖZELLİKLERİ

Filyos Irmağı, Gökçebey İlçesi (Devrek+Yenice); Filyos Nehri membasındaki Devrek Çayı ve Yenice Irmağı Gökçebey İlçesi girişinde Devrek Çayı yan kollarındaki Karasu ve Buldan Sel Kapanları ve Yenice Irmağı yan kollarındaki Pirinçlik, Şimşirdere ve İncedere Sel Kapanlarının olması ve olmaması durumuna göre iki alternatifte 100, 500 ve 1000 yıl yinelenmeli taşkın hidrografları hesaplanmıştır.

Filyos Irmağı, Çaycuma İlçesi; Filyos Irmağı Çaycuma ara havza (sel kapanı var) yağış alanı 5.533 km², Filyos Irmağı Çaycuma arahavza (sel kapanı yok) yağış alanı 6.351 km², Filyos Irmağı Çaycuma ilçesindeki toplam yağış alanı 12.870 km²'dir.

Bu çalışmada Andıraz Barajı, Aldeğirmen Barajı, Araç Barajı ve Köprübaşı Barajı'nın mevcut olması durumundaki taşkın konusu incelenmiş olduğundan, yukarıdaki sonuç dikkate

alındığında, Andıraz Barajının mansabında yer alan ve planlama aşamasındaki Aktaş Barajında taşkın hacmi bırakılmasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, Köprübaşı barajının mansabında enerji ve taşkın koruma amaçlı olarak planlanan Çay Barajının da yine aynı koşullarda, yani Andıraz, Aldeğirmen, Araç ve Köprübaşı Barajlarının mevcut olması durumunda taşkın amaçlı yapılmasına gerek olmadığı, barajın mansabında, Devrek ilçesi için projelendirilmiş ıslah tesisleri proje debisinin 500 ve 1.000 yıl yinelenmeli taşkın debilerinin çok üzerinde olduğu görülmüştür. Her ne kadar sel kapanlarının olması veya olmaması durumunda söz konusu ilçelerde ve ana kollar boyunca sorun olmamakla birlikte, sel kapanlarının üzerinde bulunduğu derelerde sel kapanlarının mansabında yer alan yerleşim yerlerinin taşkından korunması için ya sel kapanlarının ya da taşkın koruma seddelerinin yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu konu ayrıca incelenmiş olup, teknik ve ekonomik yönden karşılaştırma yapılarak hangi tesisin yapılacağına karar verilmiştir. Filyos Havzası Taşkın Koruma Projesi Revizyonunda, Kılıçlar Sel Kapanı Aldeğirmen Barajı adı ile sulama ve taşkın koruma amaçlı baraj olarak projelendirilerek inşaatına başlanmıştır. Bu raporda diğer 5 sel kapanı (Pirinçlik Sel Kapanı, Şimşirdere Sel Kapanı, İncedere Sel Kapanı, Buldan Sel Kapanı, Karasu Sel Kapanı) hidrolojik olarak değerlendirilmiş ve gerekli olup olmadıkları ve karakteristikleri ortaya konulmuştur.

Öncelikle sel kapanlarının 500 yıl yinelenmeli taşkın debilerine göre taşkın öteleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada giriş debileri olarak Master Plan Raporunda hesaplanan debiler kullanılmıştır. Çıkış debileri olarak ise Sel kapanlarının üzerinde planlandığı yan derelerde ıslah düşünülmemesi nedeni ile “Filyos Havzası Taşkın Koruma Projesi Revizyonu”ndaki debiler esas alınmıştır. Taşkın öteleme çalışmaları detaylı olarak hazırlanmış olup, sel kapanlarının ya da taşkın koruma seddelerinin yapılması ile mansap bölgesinde yer alan yerleşim yerleri ve tarım arazilerinin taşkından korunması sağlanmış olacaktır. Çizelge 2.2, Çizelge 2.3, Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5’de sırasıyla havzada işletmede, inşaat halinde, projesi hazırlanmış ve ön inceleme-master- planlama aşamasında olan barajların karakteristik bilgileri verilmiştir.

Çizelge 2.2 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (İşletme).

Tesis adı	İl adı	Aktif hacim	Toplam hacim	Sulama alanı Kurulu güç		Kurulu güç	Toplam enerji üretimi	İçmesuyu kullanımı (yıllık toplam)	İşletme ve açılış yılı
				brüt (ha)	Net (ha)				
Köprübaşı Barajı	Bolu	142.92	199.26	-	-	74.85	203.12	-	2013

Çizelge 2.3 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (inşaat).

Tesis adı	İl adı	Aktif hacim	Toplam hacim	Sulama alanı Kurulu güç		Kurulu güç	Toplam enerji üretimi	İçmesuyu kullanımı (yıllık toplam)
				brüt (ha)	Net (ha)			
		hm ³	hm ³	brüt (ha)	Net (ha)	Mw	Ghw/yıl	hm ³ /yıl
Aldeğirmeni Barajı	Karabük	6.51	6.92	1.56	1.40	-	-	-
Araç Barajı ve HES	Kastamonu	16.26	44.16	4.36	3.92	5.00	13.71	-

Çizelge 2.4 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (proje).

Tesis adı	İl adı	Aktif hacim	Toplam hacim	Sulama alanı Kurulu güç		Kurulu güç	Toplam enerji üretimi	İçmesuyu kullanımı (yıllık toplam)
				brüt (ha)	Net (ha)			
		hm ³	hm ³	brüt (ha)	Net (ha)	Mw	Ghw/yıl	hm ³ /yıl
Andıraz Barajı	Kastamonu	146.66	234.13	-	-	36.00	53.87	-

Çizelge 2.5 Havzada yer alan barajların karakteristikleri (ön inceleme, master, planlama).

Tesis adı	İl adı	Aktif hacim	Toplam hacim	Sulama alanı Kurulu güç		Kurulu güç	Toplam enerji üretimi	İçmesuyu kullanımı (yıllık toplam)
				brüt (ha)	Net (ha)			
		hm ³	hm ³	brüt (ha)	Net (ha)	Mw	Ghw/yıl	hm ³ /yıl
Aktaş Barajı HES	Karabük	82.19	106.80	-	-	18.00	39.63	-
Çay Barajı - HES	Zonguldak	39.90	173.35	-	-	26.00	143.13	-

2.5 FİLYOS HAVZASINDA MEYDANA GELEN SELLER

Zonguldak-Merkezde 06.07.1983 tarihinde meydana gelen taşkın; Zonguldak civarında 26-27-28 Temmuz 1983 tarihleri arasında şiddetli yağın sağanak sonucu taşkınlar meydana gelmiştir. Devrek İlçesinde Çomaklar Deresi taşmış ve pere kaplı duvarlar yıkılmıştır. Taşkının rusubat taşması taşkını artırmış, yamaçlardan ve yan derelerden gelen sular birçok işyerini basmış ve Orman İşletme binasının arşiv kısmına girerek evrakların tahrip olmasına neden olmuştur. Filyos çayının taşmasıyla da kenarındaki tarım arazileri zarar görmüştür.

Gökçebey'de 04.06.1991 tarihinde meydana gelen taşkın; 27.06.1991 tarihinde başlayan sürekli yağışlar nedeniyle Gökçebey'de şehir merkezinden geçen Agustu deresi taşmış ve inşa edilmiş taşkın koruma tesisinin üzerinden aşarak yerleşim yerini su basmış ve 115 iş yeri sular altında kalmıştır.

Devrek İlçesinde 22.05.1998 tarihinde meydana gelen taşkın; Devrek İlçe Merkezinin %90'ı sular altında kalmış, 5 kişinin sel sularına kapılmış, 2 adet köprü yıkılmış, ilçenin çevre ile bağlantısı kesilmiş, Devrek İlçesinde 8 adedinin tamamı olmak üzere 21 adet çok katlı bina çökmüş, birçok sanayi tesisi zarar görmüştür. İlçe Merkezinden geçen Çayın taşması sonucu çayın sol sahilinde inşa edilmiş olan 1.5 km uzunluğundaki beton taşkın koruma duvarlarının tamamı yıkılmıştır. İlçe Merkezi Pınarönü mevkiinde Devrek Çayı sağ sahilde karayollarına ait duvarlar yıkılmıştır.

Çaycuma İlçesi İstasyon Mahallesi Filyos Çayında su seviyesinin yükselmesi, Perşembe deresinden gelen suyun deşarj olamaması nedeni ile su baskınına maruz kalmış 1 adet tuğla fabrikası, 1 adet yem fabrikası, tren istasyonu ve yollar ile bütün yerleşim birimi ve 1.200 da tarım arazisi zarar görmüştür. Çaycuma köprüsü yanında Filyos Çayı sağ sahilinde kurulmuş bulunan Küçük Sanayi Sitesi'ni ve SEKA kağıt fabrikası pompalarını koruyan seddelerin kısmen yıkılması sonucunda bu alanlarda su baskınları yaşanmıştır. Saltukova (Kokaksu) Beldesinde Filyos Çayının aşırı yükselmesi nedeniyle beldenin tamamı su baskınına maruz kalmıştır. Belde Merkezi içindeki caddeler üzerine 2 metre yüksekliğe varan rusubat birikimi olmuş, Devrek ve yukarı havzadan sürüklenen ağaçlar ve hayvan ölüleri şehrin içinde birikmiştir.

Zonguldak İlinde 05-06-07 Haziran 2014 tarihlerinde meydana gelen taşkın; İl genelinde görülen sağanak yağışlar sonucunda, Çaycuma İlçesinde; Filyos Irmağı Taşkın Koruma 3. Kısım işinde yan dere bağlantılarında sıkıntılar yaşanmıştır. Bunlar; Sünnetler Mahallesindeki Sünnetler deresi üzerinde bulunan Karayolları menfezinin yetersiz olması sebebiyle taşkın yaşanmış olup; konutları su basmıştır. Sünnetler Deresi, Temizlik Deresi ve Tabakhane Deresinin ana dereye mansaplanamaması sebebiyle oyulmalar meydana gelmiştir. Örmeci Deresinde Karadere ile Örmeci Deresinin birleşim yerinden Filyos Irmağına kadar olan bölgede taşkın koruma projesi olmadığından tarım arazilerinde oyulmalar meydana gelmiş ve kayıplar yaşanmıştır. Filyos Çayına mansaplanan Sünnetler deresi, Temizlik Deresi ve Tabakhane Deresi taşkın sonrasında projelendirilerek yapımı tamamlanmış olup, Örmeci deresinde ıslah çalışmaları halen devam etmektedir.



Şekil 2.2 Sünnetler Deresindeki Göçmeler.

Filyos Çayı'nın yan kolu olan Sünnetler Deresi'nin Filyos Çayı'na mansaplandığı kesimde taşkın sonrasında talveg kotu düşmüş olup göçmeler meydana gelmiştir (Şekil 2.2). Çay Deresi'nin Filyos Çayı'na mansaplandığı kesimlerde derenin sağ sahilinde Beycuma Belediyesi'ne ait içme suyu keson kuyusu yaşanan taşkınlar sonrasında kıyı oyulmasına maruz kalmıştır (Şekil 2.3). Çay Deresi'nin Filyos Çayı'na mansaplandığı kesimlerde derenin sağ sahilinde derenin dış kurp bölgelerinde oluşan kıyı oyulmaları ve arazi kayıpları oluşmuştur.



Şekil 2.3 İçme suyu keson kuyusu etrafında oluşan oyulmalar.

Filyos Havzında oluşan diğer önemli sellerin oluştuğu kollar zara verdiği bölgeler ve oluşan zararlar detaylı olarak Çizelge 2.6 da verilmektedir.

Çizelge 2.6 Filyos Havzasında oluşan önemli seller ve zararları.

Tarih	Akarsu - Dere	Bölge	Zarar - hasar
04.07.1972	Araç Çayı - Çengelli Deresi.	İğdir Beldesi	Ekili alan, köprü ve ricat duvarları.
27/28.07.1983	Kokaksu ve Beycuma Deresi, Çomaklar ve Şafak Deresi	Devrek ve Beycuma İlçe Merkezi	3 ölü, köprü ve ricat duvarları, 45 ev ve 676 iş yeri taşkın zararı.
01.07.1988	Kokaksu Deresi	Saltukova Beldesi.	30 ev ve iş yeri.
27/28.02.1989	Filyos Nehri, ve Eflani, Devrek, Yenice, Danbazlar Çayı	Karabük, Toprakcuma Yenice, Gökçebey	Ekili alan, ev ve iş yerleri, köprü ve köprü ricat duvarları, dere taşkın koruma yapıları
11/12.06.1991	Filyos Nehri ve Devrek, Yenice Çayı	Gökçebey İlçe Merkezi, Bakacakadı, Kayıkçılar, Gemiciler, Hışiroğlu ve Çaydeğirmeni Beldeleri	Ekili alan, ev ve iş yerleri, dere taşkın koruma yapıları
26/27.06.1991	Ağustu ve Cevizlik Deresi Filyos Nehri	Gökçebey ve Çaycuma İlçe Merkezi	36.25 ha ekili arazi, 258 ev ve iş yeri.
07.07.1991	Eğerci Deresi	Devrek ve Yenice İlçe Merkezi	Ekili alan, ev ve iş yerleri, Eğerci dere taşkın koruma yapıları
21.06.1992	Nakışharmamı Deresi	Devrek İlçe Merkezi	Ekili alan, Ev ve iş yerleri,
19/21.05.1998	Filyos Nehri	Filyos havzasındaki bütün yerleşim yerleri	Bazı kayıplar, ekili alan, ev ve iş yerleri, köprü ve ricat duvarları, dere taşkın koruma yapıları, toplam 8 milyar dolar ekonomik kayıp.
06.06.2014	Filyos Çayı, Beycuma Deresi, Örmeci Deresi		

2.6 FİLYOS HAVZASINDA YIKILAN KÖPRÜLER

Zonguldak İli Çaycuma İlçe Merkezi ile İstasyon Mahallesi'ni birbirine bağlayan araç köprüsü olarak ulaşımı sağlayan Filyos Çayı üzerinde bulunan iki köprüden biri olan eski köprü 06.04.2012 tarihinde saat 15.30 sıralarında, üç tabliye ve iki ayaktan oluşan yaklaşık 60 metre uzunluğundaki bölümünün tamamen çökmesi sonucu köprünün bütününden kopması sonucu Filyos Nehrine düşmüştür (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Çaycuma köprüsünde aşağıya düşen tabliye.

Bu esnada köprü üzerinde seyir halindeki iki araç içerisinde bulunan ve yaya olarak geçmekte olan 17 kişi dereye düşmüş olup, 2 kişi kendi imkanları ve görevliler tarafından kurtarılmış ve, 15 kişi hayatını kaybetmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Köprü göçmesi ile kayıpların yaşandığı bölge ver arama çalışmaları.

Bilirkişi tarafından hazırlanan değerlendirme raporunda; “köprünü yıkılan ayakları da dahil olmak üzere ayaklarının ve betonarmesinin sağlam olduğu, herhangi bir kırılma, çatlama görülmediğinin, köprü boyunca taş dolgu şeklinde yapılan seddenin bölgemizde yoğun kar yağışının getirdiği debi artışına 4-5 Nisan tarihlerindeki yüksek sıcaklık nedeni ile ani kar erimesi neticesinde oluşan debi artışının da eklenmesi neticesinde bir bölümünün yıkıldığı ve sedde arkasında biriken suyun ani ve çok yüksek hızla köprüünün çöken ayaklarının bulunduğu bölgeden akışa geçtiğinin, hızla akan ve köprüünün çöken ayaklarına doğru yönelen su, yıkılan taş tahkimatın köprüye çok yakın olmasının da etkisiyle köprünü ayaklarını boşaltarak göçmesine neden olduğu, bütün bu etkenler birlikte değerlendirildiğinde köprüünün asıl yıkılma nedeninin yaşına bağlı yıpranma değil, köprü ayaklarını koruyan taş tahkimatın ani olarak tıkmaması neticesinde çok büyük bir hızla akışa geçen suyun köprü ayaklarının altını boşaltması nedeniyle köprü üzerinde hiçbir belirti vermeden ani bir şekilde göçtüğü, köprü üzerinde bakım onarım sırasında yapılan yaay geçiş ilavesi, asfalt vb. işlerin kazanın doğrudan çökme nedeni olmadığı” kanaatine varıldığı belirtilmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Birlikçi incelemesi ve değerlendirmeler.

Bir Üniversitemizin, İnşaat Fakültesi, Yapı Malzemeleri Laboratuvarı'nda karotlar üzerinde yapılan deney sonucunda, “gerek ortalama basınç dayanımı ve gerekse hesap dayanımı olarak, köprüün inşa edildiği tarihteki beton dayanımları göz önüne alındığında, beklenen değerlerin üzerinde olduğu, adı geçen eski köprüde malzeme mukavemeti bakımından herhangi bir zafiyetin olmadığı”nın bildirildiği,

Birlikçi heyeti tarafından düzenlenen raporda; “yıkılma olayının meydana geldiği köprüün yaklaşık 67 yıl kadar önce inşa edilmiş bir köprü olduğu ve bunun yanında 2-3 sene kadar önce inşa edilen yani köprüün yeni bir köprü bulunduğu, her iki köprüün mansap tarafında boydan boya nehri kuşaklayan kaya dolgu set (brit) yapıldığı, bu setin hızını azaltacak suda memba (suyun geldiği taraf) tarafında yığılma yaptığı ve bu sebeple köprü ayaklarında oyulmayı engellemenin hedeflendiği, bu setin üzerinden su geçmesine müsaade edildiği, dolayısıyla hemen hemen her yıl bu kaya dolgu setin hasar gören yerlerinin onarıldığı, olay sırasında meydana gelen yüksek debili feyezanın (taşkın) kaya dolgu olarak planlanan köprülerin mansabındaki kaya dolgu setin yıkılmasına neden olduğu ve bu setin arkasında birikmiş olan suyun hızla akışı sırasında ahşap kazıklar üzerine oturtulan temel tabliyelerinin bulunduğu bölgelerde en çok 4 metreye varan oyulmalar meydana geldiği ve bu sebeple ahşap kazıkların stabilitesinin bozulması sonucu eski köprüün söz konusu üç açıklığının öncelikle göçtüğünün

anlaşıldığı, sonuç olarak söz konusu olayda esas üzerinde durulması gereken durumun köprülerin üst yapısından çok, anılan köprü ayaklarındaki oyulmayı önlemek için oluşturulan bariyerin bakım ve denetimindeki yetersizlikler olduğu, köprü ayaklarında oluşan stabilite bozukluğunun nedeni, ayaklarda oluşabilecek oyulmayı önleyen bu özel mühendislik uygulamasının (enerji düşürücü kaya dolgu bariyer) fonksiyonunu kaybetmesi olduğu” belirtilmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Köprü mansabı ve taşkın dalgaları.

2.7 FİLYOS NEHRİ ÜZERİNDE YAPILAN TAŞKIN KORUMA YAPILARI

Araç Barajı, Kastamonu ili Araç ilçesi sınırları içerisinde olup, Araç Çayı üzerinde yer almaktadır. Baraj yapımına 2015 yılında başlanmış olup çalışmalar devam etmektedir Baraj ile 5.359 ha (brüt) alana sulama suyu sağlanacak ve 5 MW Kurulu güç ile 13,79 GWh/yıl enerji üretimi yapılacaktır.

Kışla Sel Kapanı, Bartın İli, Kozcağz İlçesi sınırları içerisinde Güney Dere üzerindedir. Sel kapanı yapımına 2014 yılında başlanmış olup çalışmalar halen devam etmektedir. Kışla Sel Kapanı 500 yıl yinelenmeli taşkın hidrografını rezervuarda tutmak ve mansaba en fazla 15 m³/s debi bırakmak suretiyle, Bartın İlinde meydana gelecek taşkın debilerinde önemli ölçüde düşüş sağlamak amacıyla yapılmaktadır.

Köprübaşı Barajı, Bolu ili Mengen İlçesinde Devrek çayı üzerinde, Enerji+Taşkın amacıyla inşa edilmiş olup 2012 yılında işletmeye açılmıştır. Tipi, kil çekirdekli kaya dolgu olan barajın yağış alanı 1994 km² dir.

Aktaş Barajı; Proje sahası, Batı Karadeniz Havzasında Filyos çayının ana kollarından olan Soğanlı çayı üzerinde, Eskipazar deresi ile Soğanlı çayının birleştiği yerin doğusunda, Karabük iline yaklaşık 18 km mesafede yer alır. Bu barajlardan Köprübaşı barajı işletmede, Araç ve Aldeğirmen barajları inşa halinde olup, Andıraz barajının projesi tamamlanmış durumdadır.

Filyos Nehri üzerinde ıslah çalışmaları kısımlar halinde projelendirilerek, yapımları gerçekleştirilmektedir.

Filyos Çayı Taşkın Koruma 2. Kısım İnşaatı işinde; Filyos Belde merkezinde sahil kısmında Sağ Sahilde; 3.666 metre, Sol Sahilde 3.100 metre olmak üzere toplam; 6.766 metre istifli taş tahkimat imalatı tamamlanmıştır. Dere yatak genişliği 300 metre, elevasyon yüksekliği 5 metre'dir. Islah projesi ile Filyos Belde merkezi taşkınlardan korunmuştur (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Filyos Çayının Filyos Beldesinde denize mansaplandığı kısım.

Filyos Çayı Taşkın Koruma 3. Kısım İnşaatı projesinde; Çaycuma Köprüsünden mansaba doğru Sağ ve Sol Sahilde 3.750 metre olmak üzere toplam; 7.500 metre istifli taş tahkimat imalatı tamamlanmıştır. Dere yatak genişliği 220 metre, elevasyon yüksekliği 5.5 metredir.

Ayrıca mevcut proje kapsamında Sağ ve Sol Sahilden Filyos Çayına mansaplanan **Sünnetler Deresi, Seban Deresi ve Yenimahalle Deresi** ıslahları yapılmıştır. Sünnetler Deresinde; 1.200 metre çift taraflı beton duvar, 1 adet menfez (köprü), Seban Deresinde; 155 metre çift taraflı beton duvar, 1 adet menfez (köprü) ve Tabakhane Deresinde; 658 metre çift taraflı tabanı pere kaplı istifli taş tahkimat ve 1 adet menfez (köprü) yapılmıştır.

Filyos Çayı yan kolu olan ve Çaycuma İlçe Merkezinden geçen **Cevizlik Deresi** ayrı bir proje ile ıslah edilerek; 1.480 metre çift taraflı beton duvar, 5 adet menfez (köprü) ve 6 adet brit imalatı yapılmıştır.

Filyos Çayı Taşkın Koruma 4. Kısım İnşaatı işinde; Çaycuma köprüsünden membaya doğru Sağ Sahilde 1.290 metre, Sol Sahilde 580 metre olmak üzere toplam; 1.870 metre istifli taş tahkimat imalatı yapılmıştır. Dere yatak genişliği 220 metre, elevasyon yüksekliği 5.5 metre'dir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Filyos Çayında Bakacakkadı köprüsü membasındaki ıslah çalışması.

Yapımına devam edilmekte olan **Filyos Çayı Taşkın Koruma 5. Kısım İnşaatı** işi projesinde; 1.000.000 ton talveg altı taş dolgu (uzun yıllar boyunca dere yatağından usulsüz ve kontrolsüz malzeme alımları sonucu talveg kotunun düşmesi ile tesis topuklarının sağlam zemine oturtulması amacıyla taş dolgu ile yapılacak iyileştirme), Bakacakkadı köprüsü ile Çaycuma köprüsü arasında 20.120 metre taş tahkimatlı sedde, 20 adet taban kuşağı ve menfez imatları, **Abdalpaşa Deresinde** 1.275 metre duvar, yan kol Karadere üzerinde çift taraflı 477 metre beton duvar ve ana dere üzerinde bir adet taşıt köprüsü imatları mevcuttur (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Filyos Çayına sol sahilden mansaplanan Abdalpaşa Deresi taşkın koruma inşaatı.

Şu an itibariyle; yaklaşık 374.000 ton talveg altı taş dolgu (iyileştirme), 10.708 metre sedde, 10.000 metre topuk tahkimatı, 9.080 metre şev tahkimatı, 3.010 metre tahkimat yapımı ile 529.222 m²'lik OSB'nin de bulunduğu araziler koruma altına alınmıştır. Bakacakkadı köprüsünden mansaba doğru sağ ve sol sahilde 1.570 metre, Çaycuma köprüsünden membaya doğru sağ ve sol sahilde 2.000 metre taş tahkimat, Abdalpaşa Deresinde; 1.275 metre duvar ve 1 adet menfez, imalatı tamamlanmış olup, çalışmalara 2020 yılında devam edilmektedir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Filyos Çayı Sol Sahilden OSB önünde yapımı tamamlanan taş tahkimat imalatı.

Filyos Çayı yan kolu olan ve Örmeci Köyü içerisinde geçen **Örmeci Deresi Taş. Kor. Projesi** ayrı bir ihale kapsamında çalışmalara devam edilmektedir. Projede; 660 metre taş tahkimat, 2.140 metre kargir duvar, 12 adet taban kuşağı ve 1 adet taşıt köprüsü mevcuttur. Projede kalan 1.580 metre temeli beton kargir duvar imalatına 2020 yılında devam edilecektir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Filyos Çayına sol sahilden mansaplanan Örmeci Deresi taşkın koruma inşaatı.

İşletme, inşaat ve proje aşamasında olan taşkın koruma seddelerinin kapasiteleri, söz konusu ilçelerde hesaplanan 500 yıl yinelenmeli taşkın debilerini, rahatlıkla geçirebilmektedir.

2.8 AŞAĞI FİLYOS HAVZASI KÖPRÜ VE MENFEZLER

Bir akarsu üzerinde inşa edilecek köprünün boyutlandırılmasında (uzunluk ve yüksekliğinin seçilmesinde) dere talveg kotu ve köprü giriş alt kotu arasındaki düşey mesafe ve köprü genişliği taşkın sırasında gelecek olan suyu ve suyun beraberinde getirdiği yüzen cisimleri rahatça geçirebilecek şekilde seçilmelidir.

Taşkın kontrol tesisleri üzerinde yapımı öngörülen yol geçiş yapıları taşkın riski göz önünde bulundurularak yukarı havzadan gelebilecek rüsubat ve odunsu materyal de dikkate alınarak boyutlandırılmalıdır. Yol kotları ile de uyumlu olacak şekilde tercihen tek açıklıklı köprüler, düz tabliyeli köprüler yerine şartlar imkan verdiği ölçüde kemer köprüler tercih edilmelidir. Köprülerin hidrolik boyutlandırılmasında, “Karayolu Yolboyu Mühendislik Yapıları İçin Afet Yönetmeliği” ve DSİ kriterlerine göre boyutlandırılması yapılan taşkın kontrol tesisi ile uyumlu şekilde köprü giriş alt kotu ve talveg kotu arasındaki mesafe (köprü gabarisi) belirlenmelidir.

Köprü suyun akışına dik veya en az verevlikte olacak şekilde planlanmalıdır. Köprü yaklaşım dolguları taşkın anındaki oyulmaya karşı mutlaka tahkimat veya duvarlarla koruma altına alınmalıdır. Akarsu yatağında su hızına bağlı olarak oyulma derinliği hesap edilmeli ve köprü ayaklarında bu oyulmaya karşı tahkimat yapılmalıdır. Köprü ayakları civarında oluşacak su hızındaki artışlara ve zemin yapısına bağlı olarak gerçekleştirilecek oyulma derinliğine uygun temel tipi, boyutu ve derinliği belirlenerek, temel çevresinde oyulmayı önleyici tedbirler alınmalıdır.

Filyos havzası içinde ana kollar ve yan dereler üzerinde yer alan köprü ve menfezler taşkın debileri, dere ve ıslah boyu uzunlukları Çizelge 2.7’de verilmektedir. Bu köprü ve menfezlerin buldukları bölgelere dere ıslah çalışmalar DSİ tarafından yürütülmektedir. Islah çalışmalar kapsamında akarsuyun 100- 500 yıllık tekerrürlü debileri belirlenmektedir. Köprü ve menfezler yerleşim bölgelerinde ise 500 yıllık tekerrürlü, yerleşim alanları dışındaysa 100 yıllık debiyi uygun bir hava payı ile geçirmesi istenmektedir.

Çizelge 2.7 Filyos havzası ana kollar ve yan dereler üzerindeki köprü ve menfezler.

Akarsu	Debi Q ₁₀₀ - Q ₅₀₀ (m ³ /sn)	Dere uzunluğu (metre)	Islah proje boyu (metre)	Köprü/menfez adı
Ahmetler Deresi	176,10 - 258,30	650		1 Nolu Menfez
Ahmetler Deresi	176,10 - 258,30	650		2 Nolu Menfez
Ahmetler Deresi	176,10 - 258,30	650		3 Nolu Menfez
Agustu Deresi	95,22 - 113,71	4.300		4 Nolu Menfez
Agustu Deresi	95,22 - 113,71	4.300		5 Nolu Menfez
Agustu Deresi	95,22 - 113,71	4.300		6 Nolu Menfez
Agustu Deresi	95,22 - 113,71	4.300		7 Nolu Menfez
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	8 Nolu Menfez
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	9 Nolu Menfez
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	10 Nolu Menfez
Yenice Çayı	1.251,00 - 1.864,00	1.200		Gökçebey köprüsü
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	11 Nolu Menfez
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	12 Nolu Menfez
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	13 Nolu Menfez
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	14 Nolu Menfez
Yenice Çayı yan dere	-	-	-	15 Nolu Menfez
Filyos Çayı	3.118,00 - 4.055,00	34.000		Bakacakadı köprü
Örmeci Deresi	242,11 - 325,16	4.000		16 Nolu Menfez
Örmeci Deresi	242,11 - 325,16	4.000		17 Nolu Köprü
Filyos Çayı yan dere	3,65 - 4,84	-		18 Nolu Menfez
Kalaycılar Deresi	5,84 - 8,76	-		19 Nolu Menfez
Abdalpaşa Deresi	65,33 - 84,50		850	20 Nolu Menfez
Abdalpaşa Deresi	65,33 - 84,50		850	21 Nolu Köprü
Abdalpaşa Deresi	65,33 - 84,50		850	22 Nolu Menfez
Ayvazlar Deresi	6,06 - 8,960			23 Nolu Menfez
Nadir Deresi	34,99 - 51,14	1.000		24 Nolu Köprü
Perşembe Deresi	143,51 - 162,08	4.900	1.800	25 Nolu Köprü
Perşembe Deresi	143,51 - 162,08	4.900	1.800	26 Nolu menfez
Filyos Çayı	3.118,00 - 4.055,00	34.000		Çaycuma köprüsü
Filyos Çayı yan dere	-			27 Nolu menfez
Tilki Deresi	-			28 Nolu menfez
Filyos Çayı yan dere	-			29 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		30 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		31 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		32 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		33 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		34 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		35 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		36 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		37 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		38 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		39 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		40 Nolu menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		41 Nolu Menfez
Cevizlik Deresi	44,05 - 60,15	3.800		42 Nolu menfez
Sünnetler Deresi	21,72 - 29,37	1.900		43 Nolu Menfez
Filyos Çayı yan dere	-	-		44 Nolu menfez
Sulama Kanalı	-	-		45 Nolu menfez
Soğuksu Deresi	14,06 - 20,30	1.300		46 Nolu menfez
Soğuksu Deresi	14,06 - 20,30	1.300		47 Nolu menfez
Filyos Çayı	3.118,00 - 4.055,00	34.000		DDY köprüsü
Çorak Deresi	276,20 - 360,00	3.600		48 Nolu köprü
Çorak Deresi	276,20 - 360,00	3.600		49 Nolu menfez
Filyos Çayı	3.118,00 - 4.055,00	34.000		Saltukova köprüsü
Filyos Çayı yan dere	-	-		50 Nolu Menfez



BÖLÜM 3

METOT

3.1 KÖPRÜLERİN GÖZLEM VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ülkemizde Roma-Bizans (1. Bin yıl), Selçuklu (11-14. yüzyıllar), Osmanlı (14-19. yüzyıllar) döneminden kalmış olan yüzlerce tarihi taş köprü bulunmaktadır. Bu köprülerden bir çoğu küçük onarımlar ile halen hizmet vermeye devam etmektedir (Alkan vd., 2011). Cumhuriyet döneminde inşaa edilmiş ve Karayolları Genel Müdürlüğü envanterinde ise 7.300 karayolu köprüsü bulunmaktadır. Karayolu köprülerimiz Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından planlanmakta, inşa ettirilmekte, kullanım süresi boyunca bakım ve onarımı yapılmakta ve kullanım ömrü sonunda yol ağından çıkarılması veya yıkımı konusunda karar verilmektedir. Köprülerde oluşan hasarlar; yaya ve taşıt trafiğinde aksamalara, hatta zaman zaman, can kayıplarınada neden olmaktadır. 2012 yılında, Çaycuma Köprüsü'nün göçmesiyle oluşan felakette, köprü üzerinde bulunan 15 vatandaşımız nehir sularına kapılarak hayatlarını kaybetmiş, cesetlerin bazılarına uzun süre ulaşılamamıştır. Filyos Nehri üzerindeki Çaycuma İlçe merkezini ana yola bağlayan kara yolu köprüsünde meydana gelen bu felaket, bize köprülerin kullanım süreleri boyunca düzenli muayenelerinin yapılması ve önlem alınması için sistematik bir yaklaşımın ülke genelinde ciddiyetle uygulanmasının gerekliliğini hatırlatır niteliktedir.

Akarsu geçişlerinde yer alan kara yolu köprüleri alt yapı elemanlarının nehir yatağı içinde yer alması ve nehir içindeki gerek su gerekse sediment hareketinden oluşan etkilere açık olması nedeniyle diğer köprülere oranla daha büyük risk taşımaktadırlar (Yanmaz ve Caner 2007). Nehir yatağının kendisi, içinden akmakta olan su gibi dinamik bir karektere sahiptir ve zaman içinde doğal etmenler ile yapısal değişimler göstermektedir. Bu değişimin köprü güvenliğini tehlikeye atacak duruma gelip gelmediği sistematik tetkikler yapılmadan ortaya çıkarılması mümkün değildir. Bu nedenle akarsu köprülerinin hem yapısal elemanları hem de akarsu

yatağının düzenli olarak gözlemlenerek olası risk faktörlerine göre değerlendirilip gerekli önlemlerin yıkılmadan önce alınması gerekmektedir.

Amerika'da, 1950-1960 yılları arasında artan köprü inşaa çalışmalarına rağmen, köprü gözlem ve bakım konusuna pek önem verilmemiştir. 15 Aralık 1967 tarihinde West Virginia'da Ohio Nehri üzerinde inşaa edilmiş olan 738 metrelik Silver Bridge köprüsünün çökmesi ve 46 kişinin ölmesi köprü gözlem ve bakım konusuna olan bakışı tamamen değiştirmiş ve kamuoyunun dikkatinin köprülerin bakım ve onarımı konusuna çevrilmesine neden olmuştur. 1971 yılından itibaren Ulusal Köprü Gözlem Standartlarının (NBIS) geliştirilmesine başlanmıştır. Amerika'da geliştirilen Ulusal Köprü Gözlem Standardı ile köprü gözlem ve bakımının kapsamı aşağıdaki beş ana başlık altında toplanmıştır (Rossow 2006).

- Muayene yöntemi
- Muayene sıklığı
- Personel yetkinliği
- Muayenelerin raporlanması
- Köprü envanterinin korunması

Ülkemizde köprü gözlem ve değerlendirilmesi için geşiltirien Köprü Yönetim Sisteminin temel işlevi, köprülerin bakım ve yönetiminden sorumlu olan kuruluşun köprülerin gözlem, bakım, onarım ve yenileme faaliyetlerinin düzenlenmesidir. Ayrıca köprünün ömrü boyunca hizmet kabiliyetini en iyi seviyede tutmak, güvenliğinin ve yeterliliğinin devamını sağlamak ve bakım-onarımına yönelik uygulamaların uygun zamanlama içinde gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Tüm bunların yanında iyi geliştirilmiş bir Köprü Yönetim Sistemi köprülerin bakım-onarım ihtiyaçlarının giderilmesinde yığılmayı önler ve eksikliklerin köprülerin güvenliğini azaltan seviyeye ulaşmasını engeller (KGM 2012).

Akarsu köprülerinin yıkılmasının nedenleri araştırıldığında hidrolik etkenlerinin diğer tüm etkenlerden daha büyük rol oynadığı ortaya çıkmaktadır (Wardhana ve Hadipriono, 2003). Buna karşın KGM tarafından geliştirilen köprü gözlem sistemi incelendiğinde köprülerin yapısal elemanlarının kondisyonun hidrolik etkenlere göre daha ön planda olduğu ortaya çıkmaktadır (Dundar vd. 2015). Akarsu köprülerinin olası risklerin doğru olarak belirlenebilmesi için hidrolik etkenlerin ayrıca gözlenip değerlendirilmesine ihtiyaç

duyulmaktadır. Köprü tetkik ve izlenmesinde hidrolik etkenlerin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar son yıllarda gelişmektedir (Johnson ve Simon 1997), (Johnson vd. 1999), (Johnson 2005), (Berk 2006), (Yanmaz ve Caner 2007).

Ülkemizde ve Dünya’da taşkınlar hem maddi zararları hem de can kayıpları nedeniyle en yıkıcı afetlerin başında gelmektedir. Taşkın zararları tüm akarsu yapıları için tehlike arz etmenin yanısıra özellikle afet durumunda köprülerin kullanıma devam edilebilmesi için ayrıca göz önünde bulundurulması gereken en önemli hidrolik etkenlerin başında gelmektedir. Köprülerin taşkın sırasında zarar görmeden kullanımına devam edebilmeleri için gerek köprü kesitinde gerekse havza üzerinde yapılacak olan diğer hidrolik yapıların tasarımında gerekli önlemler alınmalıdır (Yanmaz 2007).

3.2 KÖPRÜ GÖZLEM DEğERLENDİRME METODLARI

Her ülke kendi ekonomik, ekolojik ve coğrafik yapısına uygun olmak kaydıyla farklı köprü yönetim sistemleri geliştirmiştir. Bu yöntemlerin birbiriyle benzer birçok noktası olmasına karşın, ayrışan kısımları da bulunmaktadır. Bilimsel gelişmeler ile köprü gözlem ve değerlendirme yöntemlerinin her geçen gün hem kapsamı genişlemekte hem de etkenliliği artmaktadır. Avrupa Birliğine bağlı İngiltere, Danimarka, Finlandiya, Fransa ve Almanya ile Amerika ve Türkiye’de köprü gözlem ve muayenelerinin nasıl yapıldığına dair bilgiler izelge 3.1’de sunulmuştur. Bu gözlem ve muayeneler sonucunda köprünün genel durum değerlendirilmektedir. Her köprü için ortaya çıkan performans ve risk faktörlerine göre alması gereken önlemler, ileri tektikler veya köprünün yıkılıp yıkılmayacağı ile ilgili karar verilmektedir. Ülke karayolu köprülerin tamamı için sürekli tekrarlan tetkikler ile tüm köprülerin istenen performans düzeyinde işletilebilmesi için uzun dönemli yatırım ve geliştirme kararları verilebilmektedir. Dolayısıyla her bir muayenenin her aşaması ayrı öneme sahiptir ve ayrı titizlikle çalışılmalıdır (Dundar vd. 2015).

Periyodik muayeneler sırasında, hasar puanlamasına göre acil bir durumun bulunduğu tespit edilen köprülerde, gerekli diğer muayeneler yapılmakta ve onarım çalışmaları başlatılmaktadır. Muayene ne kadar ayrıntılı ve sistematik yapılırsa ulaşılacak sonuçlarda hata payı o ölçüde azaltılmış ve muayeneden beklenen fayda arttırılmış olacaktır. Ayrıca muayenenin yapılış biçimi kadar sıklığı da önemlidir. Muayeneler ne kadar sıklıkta yapılırsa o kadar iyi sonuçlar elde edilmektedir. Çizelge 3.2’de ülkelerin muayene sıklığı karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çizelgedan ülkemizde yapılan muayenelerin diğer ülkelerle kıyaslandığında, gerek sıklık gerekse yapılan gözlemlerin içeriği bakımından daha sınırlı olduğu gözlemlenebilir.

Çizelge 3.1 Farklı ülkelerde geliştirilen köprü muayene yöntemleri (Dundar vd. 2015).

İngiltere	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gözle muayene (yıllık ya da en fazla üç yıllık aralıklarla yapılır) 2. Detaylı muayene (her beş veya on yıl aralıklarla yapılır)
Avustralya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rutin bakım muayenesi (altı aylık aralıklar ile düzenli olarak yapılır) 2. Kapsamlı gözle muayene (yıllık ya da iki yıllık aralıklarla yapılır) 3. Detaylı muayene (kapsamlı muayeneden elde edilen veriler ışığında ihtiyaç doğrultusunda uzman mühendisler tarafından yapılır)
Danimarka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rutin bakım muayenesi (gözle bir yıl aralıklarla düzenli olarak yapılır) 2. Esas muayene (köprünün hâlihazır durumuna ve gözlemcinin deneyimine bağlı olarak bir kaç aydan altı yıla kadar değişen aralıklarla yapılır) 3. Özel muayene (Uzmanlar tarafından fiziksel ölçümlere dayalı olarak yapılır)
Finlandiya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yıllık güvenlik muayenesi (yıllık olarak yapılır ve hasarlı elemanlar anında uzman mühendislerle bildirilir) 2. Genel muayene (köprülerin temel muayenesidir, uzunluğu 5 m ya da daha büyük olan köprüler için sekiz yılda bir yapılır) 3. Ana muayene (fiziksel testlerle desteklenen genel muayenedir, genellikle beş yılda bir yapılır ve köprünün kalan kullanım süresine karar verilir)
Fransa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yıllık güvenlik muayenesi (yıllık olarak yeni ortaya çıkan hasarları belirlemek için yapılır) 2. Niteliksel gözle muayene (köprünün bakım onarım maliyetlerinin ve durumun belirlenmesi için üç yılda bir yapılır) 3. Detaylı muayene (gözlemcilerin önerisiyle üç ile dokuz yıl aralıkla yapılır)
Amerika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rutin muayene (en fazla iki yılda bir, düşük riskli köprüler FHWA onayı ile en fazla dört yılda bir bu muayeneden geçirilir) 2. Özel muayeneler (sualtı muayenesi, çelik köprüler için kritik çatlak muayenesi, doğal afet ve kazalardan sonra hasar muayenesi) 3. Detaylı muayene (rutin ve özel muayenelerden elde edilen verilerle belirlenen koşullar ışığında karar verilir)
Almanya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yüzeysel muayene (üç ayda bir) 2. Genel muayene (üç yılda bir) 3. Başlıca muayene (altı yılda bir) 4. Özel muayene (yalnızca özel durumlarda)
Türkiye	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gözle muayene (üç ve altı ay aralıklarla) 2. Ekipmanlı muayene (gözle muayenenin yeterli olmadığı durumlarda, ihtiyaç doğrultusunda)

Çizelge 3.2 Ülkelere göre muayene sıklığı (Dundar vd. 2015).

Muayene Aralığı	3 ay	1 yıl	2 yıl	3 yıl	4 yıl	5 yıl	6 yıl	8 yıl	10 yıl	Gerekli görülürse
İngiltere	x		x				x			x
Almanya	x			x			x			x
Danimarka		x					x			x
Finlandiya		x				x		x		x
Fransa		x		x			x			x
Amerika			x		x				x	x
Türkiye	x									x

3.3 KGM KÖPRÜ GÖZLEM VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN TANITIMI

Ülkemizde KGM tarafından hazırlanan Köprülerin Gözle Muayenesi ile gözlenecek hasarın sonuca etkisi düşünülerek bir (Hasar-Sonuç) Değerler Sıralaması yapılmıştır. Diğer bir deyişle köprüdeki hasarı belirleyen faktörlerin önceliği sıralanmıştır. Köprü gözlemi sırasında tetkik edilen elemanlar ve hasarları bu etki değerlendirme yapısında aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır (KGM 2012).

- Araç veya yaya trafiği ile üçüncü şahısların güvenliğini doğrudan etkileyen hasarlar
- Direksiyon hâkimiyeti ve sürüş kolaylığı gibi trafik güvenliğini dolaylı olarak etkileyen hasarlar
- Normal trafik akış hızını bozarak trafik güvenliğini dolaylı olarak ilgilendiren hasarlar
- Yapı elemanında Yük Taşıma Kapasitesi kaybına yol açan hasarlar
- Yapı elemanın ekonomik ömrünü azaltan hasarlar
- Yaya veya araçların seyahat konforunu azaltan hasarlar
- Üçüncü şahıslar olarak adlandırılan ve köprüyü kullanmadığı için trafiğe dâhil olmayan kişiler şeklinde tarif edilebilen, çevre sakinlerine rahatsızlık veren hasarlar

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün uyguladığı sistemde ise derecelendirme 4 başlık halinde yapılmaktadır (KGM 2012).

- 1: Hasar çok az veya hasar yok
- 2: Hafif hasarlı ve tamir edilebilir
- 3: Orta hasarlı, onarımı gerekmekte, fakat acil değil
- 4: Ağır hasarlı, onarımı gerekmekte ve acil

KGM tarafından geliştirilen köprü muayene sisteminde gözle ve aletlerle olmak üzere iki ayrı muayene türü bulunmaktadır. Periyodik olarak uygulanan rutin gözle muayenedir ve köprünün genel durumu ve hasarına ilişkin bilgiler değişen sürelerle güncellenmektedir. Köprülerin aletli muayenesi özel ölçümlerin yapıldığı, köprünün hâlihazır durumunun tespit edildiği ve kalan kullanım süresine karar verildiği muayenedir. Gözle yapılan periyodik muayenelerin sonuçlarının düzenli hasar ve risk faktörlerinin gelişimin gözlenmesi ve gerekli bakımlarını kısa orta ve uzun vadede planlaması açısından önemlidir. Risk faktörleri yükselen köprülerin aletli muayene ile kullanımına veya yıkımına karar verilebilir.

3.4 KÖPRÜ GÜVENLİĞİ TEHLİKEYE DÜŞÜREN HİDROLİK ETKENLER VE TAŞKIN KAYNAKLI RİSKLER İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER

Taşkınlar yoğun yağış ve (veya) kar erimesi ile akımının akarsu yatağının taşıyamayacağı kadar artıp yatak dışına taşması ile oluşan doğa olayıdır. Taşkınlar havza içinde insanoğlunun var olmadığı alanlarda olduğunda yaşamı etkilemez iken insan oğlunun var olduğu alanlarda meydana geldiğinde kontrol altında tutulmadığında yada hatalı uygulamalar ile büyük zararlara neden olmaktadır. Ülkemizde depremlerden sonra en büyük can kayıpları ve maddi zararlar taşkınlar nedeniyle yaşanmaktadır. Doğal taşkınlarını oluşmasının önüne geçmek mümkün olmamakla birlikte oluşturduğu zararlarının uygun önlemler ile ortadan kaldırılması mümkündür. Taşkınlarla mücadelede problemin şiddetine bağlı olarak aşağıda sunulan önlemlerin birisi veya birkaçı birlikte ele alınabilir. Bu önlemler, Yevjevich (1994) tarafından dört grup halinde sunulmaktadır:

- 1) Akılcı olarak taşkınlarla yaşamının öğrenilmesi ve herhangi bir önlem alınmaması; örneğin taşkın yataklarının sadece tarımsal amaçlı olarak kullanılıp, buralarda yaşanmaması.
- 2) Yapısal olmayan önlemlerin alınması; örneğin, taşkın tahmini, uyarıcı sistemler, boşaltma, fiziki savunma ve sigortalama işlemlerinin yapılması.
- 3) Yoğun yapısal önlemlerin alınması; örneğin, arazi yüzeyinin yeniden düzenlenmesi, toprağın erozyona karşı korunması, yağış veya kar erimesinden kaynaklanan yüzeysel akışın geciktirilmesi ve sızmanın artırılması yöntemleri.
- 4) Yapısal ve yapısal olmayan önlemlerin birlikte alınması.

Taşkın kaynaklı köprü hasarlarının anlaşılabilmesi için öncelikle köprülere zarar veren hidrolik etkenlerin iyi anlaşılması gerekmektedir. Yanmaz (2002) köprü emniyetini azaltan başlıca hidrolik etkenlerin nedenleri ve sonuçları ile Çizelge 3.3’de kısaca özetlenmiştir. Kullanımda olan köprülerin yanısıra tasarım aşamasında olan köprüler içinde bu hidrolik etkiler dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır.

Taşkın sırasında ortaya çıkan hidrolik etkenlerden dolayı köprü güvenliğini teklikeye atan temel etkenler 4 ana başlıkta değerlendirilebilir. Bunlar yerel oyulmalar, basınçlı ve savak tipi akımların oluşması, ayaklar arasındaki açıklığın rüsubatla tıkanması ve akarsu kullanımındaki olumsuzlukların etkisidir.

Çizelge 3.3 Köprü yıkılmalarındaki başlıca hidrolik etkenlerin (Yanmaz 2002)

Etken	Neden	Sonuç
Doğal nedenlerle uzun dönemde taban seviyesi değişimleri	Akarsu doğal rejimine ve havza hidrometeorolojik özelliklerine göre oluşan sürekli veya periyodik taban seviyesi alçalması veya yükselmesi, şev denge problemi ve yanal erozyon	Bu değişimler, genellikle köprü ekonomik ömründen daha uzun sürede oluşur ve köprü civarındaki düzenleme yapılarıyla telafi edilir
İnsan kaynaklı nedenlerle kısa ve orta dönemde taban seviyesi değişimleri	Akarsu düzenlemesi, yargın inşaatı, taban malzemesi çekilmesi, su çekilmesi, baraj veya bağlama yapılması, arazi kullanımındaki olumsuzluklarla havza sediman veriminin artması	Akarsuda genişletme, derinleştirme, yargın inşası, baraj ve bağlama yapıları gibi etkenlerle taban rejiminin bozulması, taban malzemesi çekimiyle mansapta; su çekimiyle mimbada artan taban erozyonu
Daralma oyulması	Köprü aksındaki açıklığın dar olması	Mertebesi genellikle ayaklar etrafındakinden daha az olmak üzere köprü açıklığı tabanında oyulma
Ayaklar etrafında yerel oyulma	Ayaklar etrafında oluşan çevrintiler ve artan sürüntü maddesi taşıma kapasitesi	Köprü ayakları etrafındaki yerel oyulma nedeniyle temelde oturma ve olası köprü yıkımı

Çizelge 3.3 (devam ediyor)

Etken	Neden	Sonuç
Köprü açıklığında hidrolik sıçrama	Köprü aksındaki açıklığın çok dar olması nedeniyle açıklıkta sel rejimi oluşma olasılığı	Hidrolik sıçramadaki çevrıntilerin taban malzemesinin sürüklenme kapasitesini ve oyulmayı arttırması
Ayaklar arasındaki açıklığın dolması	Altyapı elemanlarının şekil ve boyutlarındaki yetersizlik, ayak sayısının fazla olması	Daralan açıklıkta artan akım hızıyla taban oyulma potansiyelinin artması ve memba su kotunun kabarması
Taşınan malzemenin dinamik itkisi	Akarsu şevlerinden veya vadi yamaçlarından toprak kaymasıyla taşınan kaya parçalarının köprü elemanlarına uyguladığı dinamik itki	Ayaklara veya tabliyeye yüksek hızlarla çarpan kaya parçalarının büyük tahrip etkisi
Basınçlı ve savak tipi	Açıklığı dar olan köprülerde taşkın esnasında su seviyesinin aşırı artması	Basınçlı akımda tabliyeye uygulanan alttan kaldırma kuvveti, savaklı akımlarda akımlar köprü trafiğinin maruz kaldığı tehlike, bu tip akımlarda düşey daralma etkisiyle tabanda oyulma eğiliminin artması
Köprü yeri seçimindeki hata	Depolama tesislerin yakın mansabı, Çevirme tesislerinin yakın membaı, Akarsu birleşimlerinin mansabı, Keskin kurplar	Depolama tesislerinin mansabında artan temiz su oyulması, çevirme tesislerinin membaında kabaran su derinliği nedeniyle tabanda artan gerilmeler, akarsu birleşimlerinin mansabında ve kurplarda taban oyulmaları
Köprü ayakları yerlerinin seçimindeki hata	Orta ayakların açıklıktaki büyük hız bölgelerine konuşlandırılması	Ayak civarında taban oyulması artmakta ve köprü yıkılmasına neden olabilmektedir
Temel durumu	Sömel seviyesinin yeterince derinde olmaması sömel	Tabanda oyulma potansiyeli yüksek köprülerde sığ seviyesine kadar oyulma devam ederse büyüyen sömel genişliği nedeniyle oyulma daha da artar köprü yıkılabilir.

3.5 KÖPRÜ GÖZLEM VE DEĞERLENDİRMEDE HİDROLİK ETKENLER

Akarsular ve akarsu yatakları doğal etmenlerin dinamik yapısı nedeniyle zamanla değişim göstermekte bu değişim havzadaki insan eliyle yapılmış tüm yapıların güvenlik ve stabilite koşullarını da etkilemektedir. Yapılarının güvenlik koşullarının doğru değerlendirilmesi hem taşkın hemde düşük akım dönemlerinde oluşan değişimlerin gözlenmesi ve doğru değerlendirilmesi ile mümkün olabilir. Kurak dönemlerde düşük akım seviyelerinde akarsu yatağında birikmeler oluşmakta, su altında kalmayan bölgelerde bitki örtüsü gelişmekte ve kest geometirileri ve kesit pürüzlülük değerleri değişmektedir. Buna karşın taşkın dönemlerinde artan debiler ile akım hızı ve taban kayma gerilemeleri artmakta ve nehrin sediment taşıma kapasitesindeki artış ile oyulmalar artmaktadır. Özellikle hidrolik yapılar etrafında daralma ve genişleme bölgelerinde oyulma derinlikleri yapılara zarar verecek boyutlara ulaşabilmektedir. Taşkın kontrolü için düzenlemelerin yapılmamış kesitlerde yan şevler tamamen oyularak taşınmaktadır.

Doğal etkilerin yanısıra ülkemizde akarsu yataklarının insan eliyle tahrip edildiği bu tahribatın sonucu özellikle taşkın dönemlerinde hem mal kayıplarına hemde can kayıplarına yol açan büyük afetlerin yaşandığı bilinmektedir. Ülkemizde akarsu yatakları yapılaşma, sanayi faaliyetler, kum ocağı işletmeciliği ve tarım için yaygın olarak kullanılmaktadır. Akarsu yatağı içinde yapılacak her tür değişim binlerce yılda oluşmuş morfolojik dengeyi bozmakta ve geriye dönüşü mümkün olmayan büyük riskler ortaya çıkarmaktadır.

Literatürde sunulan mevcut köprü değerlendirme sistemleri incelendiği zaman, hidrolik etkenlerden biri olan ayaklar etrafındaki oyulmanın genellikle yapısal etkenler arasında ele alındığı görülmektedir. Ülkemizde KGM tarafında geliştirilen Köprü Muayene sisteminde de hidrolik etkenler sadece köprü ayakları ve yan duvarlar etrafında taban seviyesi hakkında gözlem içermektedir. Köprülerde oluşacak hidrolik etkilerin doğru değerlendirilebilmesi için nehir yatağının bir çok morfolojik özelliğinin bilinmesi gerekmektedir. Literatürde nehir yatağının morfolojik yapısının değerlendirilmesi ile ilgili olarak bir çok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmalar genellikle çok deyatlı araştırmalara ihtiyaç duymaktadır. Büyük su yapılarının projelendirilmesinde kullanılan bu çalışmaların her bir köprü için belirli zaman aralıklarında tekrar edilmesi ve uygulanması zahmetli ve mümkün değildir.

Köprü tetkik ve izlenmesinde hidrolik etkenlerin değerlendirilmesi için güvenilir ve hızlı uygulanabilir bir yöntem son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Johnson ve Simon (1997), Johnson vd. (1999), Johnson (2005), Berk (2006), Yanmaz ve Caner (2007), Süme (2015). Bu yaklaşım 13 parametrenin değerlendirilmesine bağlı olup, parametrelerin durum değerlendirmeleri bir puanlama sistemiyle yapılmaktadır. Johnson (1997) tarafından geliştirilen yöntem sulama kanallarının verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiş tetkik yöntemine dayanmaktadır. ABD’de yerel koşullarını göz önüne alınarak geliştirildiği için tamamen farklı yöresel koşullar içeren durumlarda ancak göreceli olarak bir bilgi edinmek olasıdır. Ancak yöntemin pratikliği ve elde edilecek parametrelerin yersel gözlemlerle kolaylıkla bulunabileceği düşünüldüğünde bu yöntemin Türkiye için önerilen köprü izleme sistemiyle bütünleştirilebileceği kabul edilmiştir (Berk 2006). Yersel gözlemlerle değerlendirmeye alınacak parametrelerin akarsu dengesi hakkında somut bir fikir vereceği düşünülmektedir. Bu sistemde değerlendirmeye esas alınacak parametreler ve bunların hangi bilgiyi vereceği hususu aşağıda özetlenmektedir:

- a) Şev malzemesi ve özellikleri: Şev dengesinin analizi için gereklidir.
- b) Ortalama şev eğimi: Şev dengesinin analizi için gereklidir.
- c) Şevdeki bitki örtüsü durumu: Şevin erozyona karşı mukavemetinin bir göstergesidir.
- d) Şev kesilmesi: Akımın bilhassa kurplu bölgelerde kısa yolu takip etme eğilimi sonucunda karşısına çıkan şeve çarpma eğilimi.
- e) Şev kayması: Yerçekimi etkisiyle gevşek toprak malzemenin şevden kayması eğilimi.
- f) Kum adacıklarının oluşması: Düzensiz akımlar sonucunda biriken ve kum adacıklarının oluşmasını sağlayan koşulların taban oyulmalarını artırma eğilimi.
- g) Akarsuyun sürüntü taşıma kapasitesi: Köprü açıklığında, bilhassa taşkınlar sonrasında biriken kaba sürüntü malzemelerinin yerel oyulmaları artırma eğilimi.
- h) Akım saptırıcı ve kum tutucular: Yerel oyulma potansiyelini artıracak şekilde akım alanında olası olumsuz değişiklikler.
- i) Taban malzemesi konsolidasyonu ve zırhlanma: Taban malzemesi taşınımına etkisi.
- j) Kayma gerilmesi oranı (τ_e): Herhangi bir andaki taban kayma gerilmesinin kritik kayma gerilmesine oranı, akarsu tabanının direnç seviyesini ifade etmektedir.
- k) Akımın köprü aksına açılı yaklaşım hali (α): Artan yaklaşım açısıyla yerel oyulma potansiyeli artmaktadır.
- l) Köprü'nün kurp merkezinden uzaklığı (D_m): Akımın merkezkaç kuvveti etkisiyle dış bükey kıyıda erozyon, iç bükey kıyıda ise birikme potansiyelini artırması ve yakındaki köprüye olası etkileri.
- m) En kesit daralması yüzdesi: Daralma oyulması üzerindeki etkisi açısından önemlidir.

Köprü hidrolik stabilite tekniğinde kullanılan yöntemler eldeki verileri ve yapılan gözlemler edilen tecrübeler ışığında her geçen gün değişmekte ve gelişmektedir. Johnson (2005) çalışması ile daha önce geliştirmiş olduğu yöntemde değişiklikler ile stabilite tekniğinin daha hızlı ve daha güvenilir yapılabilir hale gelmesini sağlamıştır. Adı geçen metod FHWA (2006) ile Amerika Birleşik Devletleri Federal Karayolları İdaresi tarafından da köprülerin stabilitesinin hızlı değerlendirilmesinde kullanılacak temel yöntem olarak belirlenmiştir. Köprülerin stabilitesinin hızlı değerlendirmesinde kullanılan prosedür aşağıdaki karakteristiklere sahip olmalıdır.

1. Hızlı bir şekilde tamamlanabilmesi için kısa olmalıdır.
2. Çok yoğun eğitime gereksimin duyulmadan yapılabilecek şekilde basit olmalıdır. (Gözlemci mutlaka temel bir eğitim almış olmalıdır)
3. Temel kaynaklarda belirtilen sağlam gözlem kriterlerini temel almalıdır.
4. Köprü mühendislerinin gereksin duyduğu bilgileri barındırmalıdır.

Bahsi geçen kriterleri dikkate alındığında öncelikle Thorne (1998) Montgomery ve Macdonald (2002) tarafından tanımlanan kavramlar izlenerek havza ve bölge düzeyinde probleme bakıp yatak içi düşey ve yanal hareketler göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuç olarak daha geniş düzeyde, havza ve taşkın yatağı aktiviteleri ve karakterisitikleri, akım davranışları, yatak modeli ve tipi ve yan hendek yapısı dikkate alınacak göstergeler olmalıdır. Akarsu yatağı düzeyinde, yatak malzemesi sıkışması ve zırlanması, yatak içi birikim ve engel oluşumu dikkate alınmalıdır. Yatak yan seddelerinin stabilitesi konusunda kara vermek için yan sedde malzemesi, bitki örtüsü ile kaplı olup olmaması, kenar kesmesi veya yan seddelerde kaymaya sebep olacak malzeme taşınımı olup olmadığına dikkat etmek faydalı olacaktır. Son olarak da köprünün yatak içi yerleşiminin etkisini ortaya koyacak yataktaki medereslerin etki noktası ve yatak ile köprü yerleşiminin açışını dikkate almak gerekecektir. Johnson vd. (1999) çalışmasında kullanılan ortalama taban kayma gerilmesinin kritik kayma gerilmesine oranı sediment hareketinin belirlenmesi için doğru bir göstere olduğu düşünülmüştür. Ancak sediment hareketinde ortalama taban kayma gerilmesi belirleyici bir değer değildir ve kritik kayma gerilmesi hesabından elde edilen değer de çok zaman güvenilir değildir. Bunun yanı sıra bu değerlerin hesaplanması hızlı bir değerlendirme tekniği için uygun değildir. Daha önce kullanılmakta olan taban kayma gerilmesini kritik kayma gerilmesine oranı değerlendirme kriterleri arasından çıkarılmıştır. Bu parametre yerine yatak malzemesinin içindeki kum oranı dikkate alınmıştır. Wilcock ve Crowe (2003) çalışmasında yatak malzemesinin taşınımının içerdiği kum oranına göre bir bir fonksiyon olarak vermektedir.

Değerlendirmede kullanılacak olan 13 parametre Çizelge 3.4’de detayları ile verilmektedir. Her bir parametre temel olarak mükemmel, iyi, vasat ve zayıf olarak 4 sınıfta ve her bir sınıf için 3’lü ölçek dâhilinde 1-12 arasında puanlanarak değerlendirme yapılmaktadır. Köprü bölgesi hidrolik stabilite değerlendirmesi 13 ölçüğe ait değerlerin toplanması ile elde edilir. Bu metod üç temel varsayımı içinde barındırmaktadır. İlki tüm parametreler eşit ağırlıktadır. İkincisi her bir gösterge diğerlerinden bağımsızdır. Üçüncüsü ise değerlendirmede kullanılan parametreler ile elde edilen risk değeri arasında lineer bir ilişki vardır (Johnson 2005).

Çizelge 3.4 Akarsu Köprüleri Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu (Johnson 2005).

Stabilite Göstergesi	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve Taşkın yatağı etkinliği ve karakterisitikleri	Kararlı, ormanlık, bozulmamış taşkın yatağı.	Taşkın yatağı içi hayvan aktiviteleri (otlatma ve / veya su içmek için akışa erişim) ile ara sıra küçük bozuklukları (mekansal ve / veya geçici olarak) inşaat, tomrukçuluk veya diğer küçük ormansızlaşma; sınırlı tarım faaliyetleri	Taşkın yatağı içinde sık sık bozulma (mekansal ve / veya geçici olarak), sığır aktivitesi dahil, heyelan, kanal kumu veya çakıl madenciliği, tomrukçuluk, tarım veya bina yapımı, yollar veya diğer alt yapı inşaatları. Taşkın yatağının önemli bir kısmında yerleşme.	Taşkın yatağı içinde sürekli bozulma. Yoğun sığır etkinliği, heyelanlar, kanal kum veya çakıl madenciliği, tomrukçuluk, tarım veya binalar, yollar veya diğer kentsel altyapı çalışmaları. Oldukça kentleşmiş veya hızla kentleşen taşkın yatağı.
2. Akım davranışı	Taşkın davranışı olmayan daimi akım	Daimi akış ve ya küçük taşkın debili birinci derece sel deresi	Daimi akış ve ya taşkın karakteristikli mevsimlik dere	Yüksek taşkın debili ve ya mevsimlik taşkın debili ana akarsu kolları.
3. Akarsu yatak şekli	Düşük eğrilik yarı çaplı düz ile mederesli yapı arası, daha çok askıda sediment yükü taşıyan	Mederesli, orta eğrilik yarıçaplı; askıda ve yatak sediment yükü taşıyan, iyi bakım yapılan mühendislik tasarımı kanallar	Örgülü meders yapısına, çok dolambaçlı menderes yapısına sahip özellikle yatak sürüntü maddesi taşıyan, bakımları yapılmayan mühendislik tasarımı kanallar	Örgülü, özellikle yatak sürüntü maddesi taşınan ve hiç bakım yapılmayan mühendislik tasarımı kanallar
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri	Kanal ana yatak sınırı dışında etkin taşkın yatakları mevcut, alt yapıda oyulma emaresi yok ve doğal sınır seddeleri yok	Etkin taşkın yatağı metruk, ancak yeniden oluşuyor; taşkın yatağı sınırlarında çok az sedde var; alt yapı korumasız değil, doğal yatak seddeleri alçak ve akarsuda arkasında düzgün yapılanmış	Orta ölçekte sınırlanmış vadi ya da kanal duvarları, alt yapıda orta ölçekli hasarlanma, teraslar oluşmuş, taşkın yatağı zarar görmüş, kanal sınırları orta ölçekli ve akarsudan yakın mesafede oluşmuş	Mansaba doğru yatak içinde düşüler görülebiliyor, su çizgizinde veya alt yapıda hasarlar oluşmuş, akarsu yatak genişliğinin taşkın yatak genişliğine oranı küçük derin doğal yatak sınırları, etkin taşkın yatağı yok, akarsu yatağı boyunca ve yüksek doğal seddeler
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s=yatak içindeki yakalaşık kum oranı	Karışık boyutlu çok sıkı birdirmeli ve büyük olasılıkla katmanlı. Malzemenin büyük bölümü $> 4mm$. $F_s < \%20$	Orta sıklıkta ve çok az bindirmeli. Çok az miktarda malzeme $< 4mm$. $\%20 < F_s < \%50$	Gevşek tek boyutlu ve bindirme oluşmamış. Az veya ortalama miktarda malzeme $< 4mm$. $\%50 < F_s < \%70$	Hiç sıkışmamış çok gevşek tek boyutlu malzeme. Malzeme miktarının büyük bir kısmı $< 4mm$. $F_s > \%70$

Çizelge 3.4 (devam ediyor)

Stabilite Göstergesi	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu	S < 0.02 ve w/y > 12 için doğal oluşmuş kum adacıkları, akarsu genişliğine oranla oldukça dar, çakıl ve kaya parçalarından oluşmuş, tamamen bitki örtü ile tamamen kaplanmış. S > 0.02 ve w/y < 12 için doğal kum adacıkları oluşmaz.	S < 0.02 ve w/y > 12 için doğal oluşmuş kum adacıkları, çakıl ve kaya parçalarından yeni oluşmuş, çok az ve kısıtlı miktarda doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenen. S > 0.02 ve w/y < 12 için doğal kum adacıkları oluşmaz.	S < 0.02 ve w/y > 12 için doğal oluşmuş adacıklar, yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenen. S > 0.02 ve w/y < 12 için oluşan adacıklar.	Düşük akım koşullarında akarsu yatağının ½ sinden daha büyük genişliğe sahip adacıklar. İnce kumdan iri çakıllara kadar farklı dane dağılımına sahip yoğun birikim ile oluşmuş bitki örtüsü çok az veya bulunmayan adacıklar. S > 0.02 ve w/y < 12 için doğal adacıklar yok.
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, rip rap	Yok ve ya çok nadir	Ara sıra, dik akımlara neden olup kanal yanlarında ve tabanda erezyona sebep olan	Ortalama sıklıkla ve ara sıra denge bozulması nedeniyle engeller oluşturan, kanal içinde farkedilecek ölçüde erezyona sebep olan. Yapı arkasında önemli ölçüde sediment akımına sebep olan.	Çok kez ve sıkça dengesiz, devamlı olarak sediment ve akım yollarının değişmesine neden olan. Tutucular hızlı bir şekilde dolup kanalın yer değiştirmesine ve genişlemesine neden olurlar.
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon	Kil - kumlu kil; kohezyonlu malzeme	Killi organik toprak - killi kumlu organik toprak; az miktarda kohezyonsuz ve konsolide olmamış karışım; tabakalar olabilir ama temel olarak kohezyonlu davranış gösteren	Kumlu kil -kumlu organik toprak sıkışmamış buzlu ve diğer materyallerin karışımı; küçük tabkalar veya mercekler halinde kohezyonsuz veya sıkışmamış karışımlar	Organik topraklı kum - sade kum; kohezyonsuz malzemeler, sıkışmamış buzlu ve diğer materyaller, kum ve çakıl içeren kohezyonsuz tabakalar ve mercekler barındıran.
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar sevi 90°dir)	Kohezyonsuz ve sıkışmamış malzemeler için kenar şev açıları < 3H:1V (18°) ile her iki tarafı kil olan kanallar için kenar şev açıları < 1:1 (45°)	Kohezyonsuz ve ya sıkışmamış malzemeler için kenar şev açıları < 2H:1V (27°) ile bir veya her iki tarafı ara ara killi kenar şev açıları < 0.8H:1V (50°)	Kohezyonsuz veya sıkışmamış malzeme için kenar şev açıları < 1H:1V (45°) ile bir veya her iki kenarı sıklıkla kil içeren kenar şev açıları < 0.6H:1V (60°)	Kohezyonsuz ve ya sıkışmamış malzeme için kenar şev açıları > (45°) ile bir veya iki kenarı yaygın olarak killi kenar şev açıları > (60°)

Çizelge 3.4 (devam ediyor)

Stabilite Göstergesi	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
10. Kenar şevlerinin korunması, bitki örtüsü veya mühendisik yapıları	Ağaçsı bitkilerden oluşan yoğunluğu ve kapladığı alan % 90'dan daha fazla geniş bir bant halinde. Genellikle sert odunlu yapraklı, kışın yaprak döken sağlıklı ve olgun farklı türlerden ağaçlardan oluşan şevlerin tamamını kaplayan bitki örtüsü. Direk olarak gelişim gösteren odunsu bitki örtüsü. Bitki örtüsü olmadığı durumda, her iki şevi taş kaplamalı veya ağır taş zırh döşenmiş.	Ağaçsı bitkilerden oluşan yoğunluğu ve kapladığı alan % 70'den daha fazla orta genişlikte bir bant halinde. Genellikle sert odunlu yapraklı, kışın yaprak döken sağlıklı ve yeni gelişmekte olan farklı türlerden ağaçlardan oluşan şevlerin tamamını kaplayan bitki örtüsü. Yatayla 80-90° açı yapan kökleri ortaya çıkmamış odunsu bitki örtüsü. Bitki örtüsü olmadığı durumda, her iki şev veya en az biri kısmi kaplamalı veya taş döşenmiş.	Ağaçsı bitkilerden oluşan yoğunluğu ve kapladığı alan %50 - %70 arası dar bir bant halinde. Genellikle yumuşak odunlu iğne yapraklı, olgun veya yeni gelişmekte olan tek tür ağaçlardan oluşan şevlerin kenarında veya dışında yer alan bitki örtüsü. Yatayla 70 -80° açı yapan kökleri ortaya çıkmış odunsu bitki örtüsü. Bitki örtüsü olmadığı durumda, kaplama olmayan veya en az bir şev taş döşenmiş.	Farklı yaşta, kısmen kurumuş ağaçsı bitkilerden oluşan yoğunluğu ve kapladığı alan % 50'den az kısmi yayılım halinde. Genellikle yumuşak odunlu, iğne yapraklı, genç yaşlı ve kurumuş olan tek tür ağaçlardan oluşan şevlerin dışında yer alan bitki örtüsü. Yatayla 70°'den küçük açı yapan kökleri tamamen ortaya çıkmış odunsu bitki örtüsü. Bitki örtüsü olmadığı durumda, kaplama olmayan taş döşenmemiş.
11. Kenar Şev kesmesi	Çok az veya hiç gözlemlenmemiş. Nadiren sıyrılma oluşmuş veya tüm şevlerin ihmal edilebilir yüzdesi.	Aralıklı olarak kanal dönüşlerinde şevlerin önde kanal uçlarında. Sıyrılma olan şevlerin düşey yönde şevin küçük bir bölümünü etkiliyorsa.	Her iki şevde etkili ve sıklıkla. Sıyrılma olan şevlerin düşey yönde şevin büyük bir bölümünü etkiliyorsa. Toprak altı kök örtüsü ortaya çıkmış.	Her iki kenar şevinde sürekli olarak devam ediyor ve şevin üzerine ulaşıyorsa. Üst kesme noktasında içeriye doğru ilerlemiş ve çim kökleri çıkmış.
12. Toprak kayması veya şev göçmesi	Hiç ya da çok küçük miktarda toprak kayması veya oluşumunun göstergeleri. Kanal boyunca eşit kanal genişliği	Nariden toprak kaymaları olduğunu gösteren emareler ve kayan bölgeler. Genellikle bitki örtüsü ile kaplanmış. Genellikle aynı genişlikte kanal ve şevlerde çok az taraklı yapı.	Sıklıkla toprak kayması olduğuna dair göstergeler ve oluşumlar, özellikle taşkın akımlarda kenar şevlerinin tamamen göçme riski ortaya çıkaran durum. Kanal genişliği oldukça düzensiz ve şevlerde yoğun taraklı yapı belirtileri.	Sıklıkla ve yoğun olarak toprak kaymaları oluşması. Şevlerde yılıkma belirtisi olarak üst bölgelerde çatlaklar ve şev uçlarında sürekli oyulma gözlemleri. Kanal genişliğinde çok büyük değişkenlik ve şevlerin taraklanması.

Çizelge 3.4 (devam ediyor)

Stabilite Göstergesi	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi	35 metreden daha fazla, köprü nehir akışına göre düzgün yerleşmiş.	25-35 metre köprü akıma göre uygun yerleşmiş	10 - 20 metre, köprü eksenine akıma göre yamuk yerleşmiş veya akım köprü açıklığının ortasından geçmiyor.	10 metreden daha az; köprü akarsu yatağına düzgün yerleşmemiş.
H = Yatay, V = Düşey, Fs = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y= Genişlik-su derinliği oranı				

Stabilite analizinden elde edilen toplam değerler köprü bölgesi hidrolik stabilitesinin genel değerlendirilmesinde kullanılırken her tür akarsu yatağı ve jeomorfolojik bölge için aynı şekilde kullanılması bu metodun hassasiyetinde azalmaya neden olacaktır. Montgomery-Buffington sınıflandırmasında olduğu gibi değerlendirme yapılmakta olan bölgenin fiziksel özelliklerinin de değerlendirme şemasında yer alması değerlendirmenin hassasiyetini arttıracaktır. Basamaklı ve düşü havuzlu akarsularda yoğun taşınım hareketi olup sediment yükünde ve debide olan değişimlerden diğer akarsulara göre daha az etkilenirler ve değerlendirme de ayrı bir grup olarak ele alınırlar. Düz yataklı, havuzlu-kumluk ve tepecikli-kumluk yatak boyunca yanlara sedde tasarlanmış özellikle müdahale edilmiş akarsu yatakları ikinci tip olarak değerlendirilirler. Son olarak örgülü yapıya sahip akarsular sediment yükünde ve debideki değişimlere çok duyarlı olan akarsular da üçüncü grup olarak değerlendirilirler. Çizelge 3.5’de üç ana grup akarsu yatağı için mükemmel, iyi, vasat ve zayıf olarak performans sınıflamasına ait değerlendirme sınırları verilmektedir.

Çizelge 3.5 Üç ana akarsu yatağı tipi için genel değerlendirme puanları sınırları.

Hidrolik Stabilite Değerlendirme puanı, R			
Kategori	Düz yataklı, havuzlu-kumluk ve tepecikli-kumluk, mühendislik hizmeti görmüş	Basamaklı ve düşü havuzlu	Örgülü yapıda
Mükemmel	$R < 49$	$R < 41$	Yok
İyi	$49 \leq R < 85$	$41 \leq R < 70$	$R < 94$
Vasat	$85 \leq R < 120$	$70 \leq R < 98$	$94 \leq R < 129$
Zayıf	$120 \leq R$	$98 \leq R$	$129 \leq R$



BÖLÜM 4

AKARSU KÖPRÜLERİ HİDROLİK ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma yerinde değerlendirme ve incele yapılması için Aşağı Filyos Havzası içinde kalan bölgede incelemeler yapılarak 11 adet köprü belirlenmiştir. Bu köprüler sırasıyla aşağıda verilmektedir.

1. Bakacakkadı Köprüsü
2. Çaycuma Köprüsü
3. Çorak Deresi Köprüsü
4. Devrek Kaldırım köprüsü
5. Devrek Merkez Köprüsü
6. Gökçebey köprüsü
7. Örmeci köprüsü
8. Perşembe Oyka köprüsü
9. Perşembe TCK köprüsü
10. Saltukova Köprüsü
11. Yenice köprüsü

Aşağı Filyos Havzası'nda yoğun yerleşim, tarım, sanayi faaliyetleri olması ve taşkınlara maruz kalması nedeniyle taşkın koruma çalışmalarının da yoğun olarak yürütüldüğü bir bölgedir. Değerlendirmesi yapılacak olan köprülerin 7 (yedi) tanesi hali hazırda taşkın koruma yapılarının yapıldığı kesitlerde yer almakta olup, diğerleri doğal yataklar üzerindedir. Çalışma sırasında değerlendirilen köprüler 2019 ve 2020 yıllarında yerinde hem DSİ taşkın koruma yapıları inşa edilirken hem de ayrıca değerlendirmelerini gerçekleştirmek üzere birden fazla kez ziyaret edilmiştir. Köprülerin gözlemleri sırasında hem havadan hem de yerden çok sayıda fotoğraf çekilmiştir. Elde edilen fotoğraflar ile Google Earth Programı uydu görüntüleri aynı anda değerlendirilerek kanaate ulaşılmıştır.

4.1 BAKACAKKADI KÖPRÜSÜ

Bakacakkadı Köprüsü Bolu İlinden gelen Devrek Çayı ve Karabük İlinden gelen Yenice çayı birleşimi sonrası Filyos ana kolu üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.1-b). Yatak genişliği 220 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi $4.055 \text{ m}^3/\text{s}$ gibi oldukça yüksek bir değere sahiptir. Bakacakkadı Köprüsü yerinde ve uydu görüntüleri üzerinde incelemesi yapılmış ve köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.1'de verilmiştir. Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 2 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, hayvan aktiviteleri ile ara sıra bozukluklar ve sınırlı tarım faaliyetleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.1.a). Köprü mansabında kenar şevlerinin üzerleri kaya ile kaplanarak yapısı güçlendirilmiştir. (Şekil 4.1-b). Filyos Çayı hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımaktadır, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü mansap yönünde yapılan mühendislik yapıları ile koruma altına alınmıştır. Akarsu taşkın yatağı köprü memba ve mansap yönünde çift taraflı sıkıştırılmış seddeli dolgu üzerine taş tahkimat kaplama inşa edilerek koruma altına alınmıştır. Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir (Şekil 4.1-c). Bakacakkadı Köprüsünün bulunduğu kesitte tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler azdır, ayrıca memba yönünde her iki yamaçta şevlerde sıkıştırılmış seddeli dolgu inşa edilmesi yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önlemektedir. Her iki kenar şevi sıkıştırılmış dolgu ve şev açıları 45° dir (Şekil 4.1-d). Her iki şev kenarı ağır taş zırh döşenmiştir. Yerinde yapılan incelemede şev kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde yakın dönemde düzenlemeler yapılmamış olduğundan kanal genişliği kanal boyunca eşit değildir ve yer yer toprak kaymaları gözlemlenmiştir (Şekil 4.1-e). Bakacakkadı köprüsü akım eksenine göre dik yerleşmiştir, yatak düzenlemesi yapılmadan önce akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü membasına doğru; sol sahilde 590 metre, sağ sahilde 1.290 metre sıkıştırılmış seddeli dolgu ve köprü emniyetini sağlamak amacıyla mansap yönünde 1 adet brit inşa edilmiştir (Şekil 4.1-f). Söz konusu köprü memba bölgesinde yaklaşık 1 km mesafede kenar şevleri taş tahkimatlı koruma tedbirleri alınmıştır. Bakacakkadı köprüsü için hali hazırda yapılmış olan koruma yapıları da dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprü'nün toplam değerlendirme puanı 70 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 49'dan büyük ve 85'den küçük olduğu için "İYİ" olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.1 Bakacakadı Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu.

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği	-	-	8	-
2. Akım davranışı	-	-	9	-
3. Akarsu yatak şekli	-	-	9	-
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri	-	4	-	-
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı	-	4	-	-
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu	-	-	8	-
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaçları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap	-	5	-	-
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon	-	5	-	-
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90°'dir)	3	-	-	-
10. Kenar şevlerinin koruması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları	2	-	-	-
11. Kenar Şev kesmesi	3	-	-	-
12. Toprak kayması veya şev göçmesi	-	6	-	-
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi	-	4	-	-
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Bakacakkadı köprüsü mansap yönünde düşülü brit yapısına ait drone görüntüsü.



b) Köprü mansap ricat duvarları devamında inşa edilmiş taş tahkimatlı şev kaplamaları.



c) Bakacakkadı köprüsü mansap sağ sahil ricat duvarına ait görüntü.



d) Bakacakkadı köprüsü sağ sahil kenar ayağı mansap yönü görüntüsü.



e) Bakacakkadı köprüsü orta ayaklarına ait görüntü.



f) Köprü mansabında inşa edilmiş düşülü beton brit yapısına ait görüntü.

Şekil 4.1 Bakacakkadı köprüsü.

4.2 ÇAYCUMA KÖPRÜSÜ

Çaycuma Köprüsü, Filyos ana kolu üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.2-a). Yatak genişliği 220 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi $4.055 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Çaycuma Köprüsü yerinde ve uydu görüntüleri üzerinde incelemesi yapılmış ve köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.2'de verilmiştir. Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 5 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, hayvan aktiviteleri ile ara sıra küçük bozukluklar ve sınırlı tarım faaliyetleri gözlemlenmiştir. Filyos Çayı hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımaktadır, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü memba yönünde 10 km'lik güzergâh üzerinde yapımı devam etmekte olan ve mansap yönünde çift taraflı yapımı tamamlanan mühendislik yapıları ile taş tahkimat inşa edilerek koruma altına alınmıştır. Diğer taraftan 2012 yılında aynı mevkide yıkılan köprü olayından edinilen tecrübelerle inşa edilmiş olan Çaycuma köprüsünde fazlaca tedbirler alınmıştır (Şekil 4.2-d ve f). Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmekte olup, rutin olarak yapılan makineli yatak tanzim ve temizlik çalışması ile akış kesidi açık tutulmaya çalışılmaktadır (Şekil 4.2-b). Çaycuma köprüsünün bulunduğu kesitte tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler çok azdır, ayrıca memba yönünde her iki yamaçta şevlerde tahkimatlı taşkın koruması inşa edilmesi, membada Bakacakkadı köprüsü ve alınan koruma tedbirleri, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önlemektedir. Kenar şevlerinin üzerleri kaya ile kaplanarak yapısı güçlendirilmiştir. Her iki kenar şevi tahkimatlı ve şev açıları 45° dir. Her iki şev kenarı ağır taş zırh döşenmiştir. Yerinde yapılan incelemelerde kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde düzenlemeler yapıldığı için kanal genişliği kanal boyunca eşittir ve toprak kayması gözlemlenmemiştir. Çaycuma köprüsü akım eksenine göre 90° 'ye yakın yerleşmiş, yatak düzenlemesi öncesinde akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir (Şekil 4.2-a). Köprü membasına doğru; sol sahilde 550 metre, sağ sahilde 1.900 metre seddeli taş tahkimat ve köprü emniyetini sağlamak amacıyla mansap yönünde 2 adet brit (Şekil 4.2-d ve e) ve 3.750 metre çift taraflı seddeli taş tahkimat inşa edilmiştir. Çaycuma köprüsü için hali hazırda yapılmış olan koruma yapıları da dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprü'nün toplam değerlendirme puanı 68 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 49'dan büyük ve 85'den küçük olduğu için "İYİ" olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2 Çaycuma Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu.

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği		6		
2. Akım davranışı			8	
3. Akarsu yatak şekli		6		
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri		5		
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı		5		
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu			7	
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap			7	
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon		4		
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90°'dir)	3			
10. Kenar şevlerinin koruması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları	3			
11. Kenar şev kesmesi		5		
12. Toprak kayması veya şev göçmesi		5		
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi		4		
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Çaycuma köprüsüne ait memba yönünden alınan drone görüntüsü.



b) Uygun hidrolik akış kesidini sağlamak amacıyla yapılan çalışmalara ait görüntü.



c) Çaycuma köprüsü ayaklarının memba yönünden görüntüsü.



d) Çaycuma köprüsü mansabında düşülü brit yapısına ait görüntü.



e) Çaycuma köprüsü mansabında düşülü brit yapısına ait görüntü.



f) Çaycuma köprüsü ayaklarının mansap yönünden görüntüsü.

Şekil 4.2 Çaycuma köprüsü.

4.3 ÇORAK DERESİ KÖPRÜSÜ

Çaycuma İlçesi Saltukova Beldesinde Filyos Çayına sağ sahilden mansaplanan Çorak Deresi üzerinde yer alan iki açıklıklı köprü yerinde ve uydu görüntüleri üzerinde incelemesi yapılmış ve köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.3’de verilmiştir. Taşkın yatağı içinde köprü bölgesinde yapılan gözlemlerde, yer yer rusubat birikintileri, yamaç göçmeleri olduğu gözlemlenmiştir. Söz konusu köprü, Filyos Çayına sağ sahilden mansaplanan Çorak deresi üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.3-a). Yatak genişliği yaklaşık 15-20 metre civarında ve 500 yıllık tekerrür debisi 360 m³/s değere sahiptir. Çorak Deresi hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımaktadır, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü memba yönünde aşırı yağışlarda bitki, ağaç, köklerinin yukarı havzadan sürüklenmesi ile köprü ayağında tıkanmalar meydana gelmekte, köprü risk altında kalmaktadır (Şekil 4.3-b). Özellikle 15-20 metre yatak genişliği olan bu tür derelerde mümkün olduğunca köprülerin tek açıklıklı (orta ayaksız) inşa edilmeleri tercih edilmelidir (Şekil 4.3-c). Şu an itibariyle istikşaf raporu hazırlanmış olan projede, Çorak deresinin 1.950 metre membadan itibaren taş tahkimatlı trapez kanal yapımı ile Filyos Çayına mansaplanması ön görülmüştür. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer birikmiş iri kum, çakıl, küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Memba ve mansap yönünde taşkın koruma yapısı inşa edilmemiş olması, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu tetiklemektedir (Şekil 4.3-d ve e). Her iki kenar şevi korumasız ve şev açıları 45° dir. Akarsu yatağı içinde özellikle yağışlı dönemlerde ve taşkın yaşanan dönemlerde rutin olarak makineli çalışma ile yatak temizlenmekte, köprü emniyeti sağlanmaktadır. Köprü akım eksenine göre 90°’ye yakın yerleşmiş, yatak düzenlemesi öncesinde akımın köprü aksınının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Halihazır durumda köprü tabanındaki beton kaplama ve brit yapısı köprüyü korumakta olup (Şekil 4.3-f), membada 1.250 metre, mansapta 700 metre taş tahkimatlı trapez kanal kesit, tabanda oyulmayı önleyici taban kaplama imalatlarının yapımı ile köprü daha da emniyetli hale gelecektir. Çok sayıda köy ve yerleşim yerlerine ulaşımı sağlayan köprünün mevcut durumu dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprünün toplam değerlendirme puanı 99 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 85’den büyük ve 120’den küçük olduğu için “VASAT” olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.3 Çorak Deresi Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme Tablosu

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği			9	
2. Akım davranışı			9	
3. Akarsu yatak şekli			7	
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri			9	
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı			8	
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu			9	
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaçları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap			7	
8. Kenar şevleri toprak yapışı ve kohezyon			7	
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90°'dir)			8	
10. Kenar şevlerinin koruması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları		4		
11. Kenar şev kesmesi			8	
12. Toprak kayması veya şev göçmesi			9	
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi		5		
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) İki açıklıklı Çorak köprüsünün mansaptan görüntüsü.



b) Dere yatağında doğal olarak oluşan, bitki ve ağaçlara ait görüntüsü.



c) Köprü orta ayakları tıkanmalara karşı risk teşkil etmektedir.



d) Köprü mansap yönünde derenin doğal halindeki akışına ait görüntü.



e) Köprü memba yönünde derenin doğal halindeki akışına ait görüntü.



f) Çorak köprüsü tabanındaki beton kaplama ve brit yapısı.

Şekil 4.3 Çorak Deresi Köprüsü.

4.4 DEVREK KALDIRIM DERESİ TARİHİ KÖPRÜ

Devrek İlçesi Karşıyaka Mahallesiinde Devrek Çayına sol sahilden mansaplanan Kaldırım Deresi üzerinde yer alan tarihi kemer köprü yerinde ve Google Earth görüntüleri üzerinde incelemesi yapılmış ve köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.4’de verilmiştir. Taşkın yatağı içinde köprü bölgesinde yapılan gözlemlerde, yamaç göçmeleri, yukarı havzadan sürüklenerek taşınan rusubat birikintileri ve dereye bırakılan çöp ve moloz parçaları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.4-a ve b). Söz konusu köprüsü, Devrek Çayına sol sahilden mansaplanan Kaldırım deresi üzerinde yer almaktadır. Yatak genişliği yaklaşık 5-10 metre civarında ve 500 yıllık tekerrür debisi $10,40 \text{ m}^3/\text{s}$ değere sahiptir. Kaldırım Deresi hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımaktadır, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü memba yönünde sık sık tıkanmalar meydana gelmekte, köprü risk altında kalmaktadır. Geçen yıl 21.06.2019 tarihinde meydana gelen yağışlar sonrası oluşan taşkında köprü tıkanmıştır (Şekil 4.4-c). Acilen yapılan makineli çalışma ile dere yatağı temizlenerek açılmış, köprü akış kesidi uygun hale getirilmiş ve risk ortadan kaldırılmıştır (Şekil 4.4-d). Sorunun kalıcı olarak çözümlenmesi için bu bölgede ıslah projesi hazırlanmış olup, köprü membasında 100 metre (Şekil 4.4-f), mansabında 450 metrelik tabanı beton kaplı betonarme kanal ile derenin Devrek Çayına mansaplanması öngörülmüştür. Proje onayı için Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu görüşü beklenmektedir. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer birikmiş iri kum, çakıl, küçük kaya parçaları, kum adacıkları ve doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Memba ve mansap yönünde taşkın koruma yapısı inşa edilmemiş olması, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu tetiklemektedir. Her iki kenar şevi korumasız ve şev açıları 45° dir. Akarsu yatağı içinde özellikle yağışlı dönemlerde ve taşkın yaşanan dönemlerde (Şekil 4.4-e)’de görüldüğü gibi makineli çalışma ile yatak temizlenmekte, köprü emniyeti sağlanmaktadır. Köprü akım eksenine göre 90° ’ye yakın yerleşmiş, yatak düzenlemesi öncesinde akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü membası yönünde 100 metre, mansap yönünde 450 metre çift taraflı tabanı beton kaplı duvar imalatı yapımı ile köprü emniyetinin sağlanması, ayrıca membaba yapılan ilave beton yapısı kesidi daraltmış olup, bu yapının Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulunca yıktırılması ve restore edilerek köprünün korunması büyük önem taşımaktadır. Tarihi açıdan da büyük değere sahip köprünün mevcut durumu dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprünün toplam değerlendirme puanı 122 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 120’den büyük olduğu için “ZAYIF” olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4 Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprü Hidrolik Stabilité Değerlendirme Tablosu

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği				11
2. Akım davranışı			9	
3. Akarsu yatak şekli				11
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri			9	
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı			7	
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu			9	
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap			9	
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon				12
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90° 'dir)		9		
10. Kenar şevlerinin korunması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları		8		
11. Kenar Şev kesmesi		9		
12. Toprak kayması veya şev göçmesi				10
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi			9	
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Devrek İlçesi Karşıyaka Mah. Kaldırım deresi üzerindeki tarihi kemer köprü.



b) Tarihi kemer köprüye ait memba görüntüsü.



c) Taşkın anında su yüküne yukarı havzadan gelen rusubat ilavesi ile tıkanan kemer köprü.



d) Taşkın sonrası temizlenerek akışa uygun hale getirilen kemer köprüye ait görüntü.



e) Taşkın sonrası makineli tanzim çalışması ile açılan dere yatağına ait görüntü.



f) Taşkın koruma tedbirlerinin alınması gereken köprü memba kısmına ait görüntü.

Şekil 4.4 Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprü.

4.5 DEVREK MERKEZ KÖPRÜSÜ

Devrek Merkez Köprüsü yerinde ve uydu görüntüleri üzerinde incelemesi yapılmış ve köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.5’de verilmiştir. Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 5 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, ara sıra küçük bozukluklar ve sınırlı tarım faaliyetleri gözlemlenmiştir. Devrek Merkez Köprüsü, Ankara istikametinden gelen Devrek Çayı üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.5-a ve b). Yatak genişliği 60 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi $1.605 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Devrek Çayı hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımaktadır,

sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, son iki yılda yapımı tamamlanmış olan köprü memba yönünde çift taraflı 1 km betonarme duvar ve mansap yönünde yapımı devam etmekte olan mühendislik yapıları ile koruma altına alınmıştır. Akarsu taşkın yatağı köprü memba yönünde 8 adet beton brit yapısı ile çift taraflı betonarme duvarlar inşa edilerek koruma altına alınmıştır (Şekil 4.5-c). Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Devrek merkez köprüsünün bulunduğu kesitte tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler çok azdır, ayrıca memba yönünde her iki yamaçta betonarme duvarlı taşkın koruması inşa edilmesi, membadaki 8 adet enine brit yapısı ile alınan koruma tedbirleri, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önlemektedir. Kenar şevlerinin üzerleri betonarme duvarlar ile kaplanarak yapısı güçlendirilmiştir. Her iki kenar şevi beton duvarlı ve şev açıları 90° dir. Her iki şev kenarı betonarme duvarlarla döşenmiştir (Şekil 4.5-d ve e). Yerinde yapılan incelemelerde kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde düzenlemeler yapıldığı için kanal genişliği kanal boyunca eşittir ve toprak kayması gözlemlenmemiştir. Köprü akım eksenine göre 90° 'ye yakın yerleşmiş, yatak düzenlemesi öncesinde akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü membasında; 700 metrelik kısmı son iki yılda olmak üzere İlçe merkezine doğru eski yıllarda yapımı tamamlanmış 4 km'lik betonarme duvarlar ve köprü emniyetini sağlamak amacıyla 8 adet brit yapısı inşa edilmiş olup, mansaba doğru çalışmalar devam etmektedir. Devrek köprüsü için hali hazırda yapılmış olan koruma yapılarının yanı sıra da köprü mansabında 500 metre betonarme duvar ve 12 adet brit yapısının da tamamlanacağı dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprü'nün toplam değerlendirme puanı 57 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 49'dan büyük ve 85'den küçük olduğu için "İYİ" olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.5 Devrek Merkez Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu.

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği		6		
2. Akım davranışı		6		
3. Akarsu yatak şekli		4		
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri		4		
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı		5		
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu			7	
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap			7	
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon		4		
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90°'dir)	2			
10. Kenar şevlerinin korunması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları	2			
11. Kenar Şev kesmesi		4		
12. Toprak kayması veya şev göçmesi		4		
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi	2			
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Devrek Merkez Köprüsü memba sol sahilden görüntüsü.



b) Devrek Merkez Köprüsü memba sağ sahilden görüntüsü.



c) Köprü membasına doğru her iki şevi koruma altına alınmış dereye ait görüntü.



d) Memba yönünde köprü ayağı sağ sahil ricat bağlantı duvarına ait görüntü.



e) Memba yönünde köprü ayağı sol sahil ricat bağlantı duvarına ait görüntü.



f) Köprü üç açıklıklı ve iki orta ayaklı olarak inşa edilmiştir.

Şekil 4.5 Devrek Merkez Köprüsü.

4.6 GÖKÇEBEY KÖPRÜSÜ

Gökçebey Köprüsü yerinde ve uydu görüntüleri üzerinde incelemesi yapılmış ve köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.6'da verilmiştir. Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 2 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, hayvan aktiviteleri ile ara sıra küçük bozukluklar ve sınırlı tarım faaliyetleri gözlemlenmiştir. Gökçebey Köprüsü, Karabük İlinden gelen Yenice Çayının ana akarsu kolu üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.6-b). Yatak genişliği 110 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi $1.864 \text{ m}^3/\text{s}$ gibi oldukça yüksek bir değere sahiptir. Yenice Çayı hem askıda hemde yatak sürüntü yükü taşımaktadır, sediment yükü ve taşınımı ile

ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü memba yönünde yapılan mühendislik yapıları ile koruma altına alınmıştır (Şekil 4.6-c). Akarsu taşkın yatağı köprü memba ve mansap yönünde çift taraflı seddeli taş tahkimat inşa edilerek koruma altına alınmıştır. Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Gökçebey Köprüsünün bulunduğu kesitte tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler çok azdır, ayrıca memba yönünde her iki yamaçta şevlerde tahkimatlı taşkın koruması inşa edilmesi yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önlemektedir. Kenar şevlerinin üzerleri kaya kaplanmış ve yapısı güçlendirilmiştir. Her iki kenar şevi tahkimatlı ve şev açıları 45° dir. Her iki şev kenarı ağır taş zırh döşenmiştir (Şekil 4.6-d). Yerinde yapılan incelemede kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde düzenlemeler yapıldığı için kanal genişliği kanal boyunca eşittir ve toprak kayması gözlemlenmemiştir. Gökçebey köprüsü akım eksenine göre yamuk yerleşmiştir, yatak düzenlemesi yapılmadan önce akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü membasına doğru; sol sahilde 3.845 metre, sağ sahilde 2.610 metre seddeli taş tahkimat ve köprü emniyetini sağlamak amacıyla mansap yönünde 1 adet brit inşa edilmiştir (Şekil 4.6-a). Söz konusu köprü memba bölgesinde oldukça uzun mesafede koruma tedbirlerinin alınmıştır. Bunun yanında makineli yatak tanzim çalışması ile rusubat birikiminden kaynaklı kapasite kayıpları önlenmektedir. Gökçebey köprüsü için hali hazırda yapılmış olan koruma yapıları da dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprü'nün toplam değerlendirme puanı 59 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 49'dan büyük ve 85'den küçük olduğu için "İYİ" olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.6 Gökçevey Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu.

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği		5		
2. Akım davranışı				11
3. Akarsu yatak şekli		6		
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri	3			
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı		5		
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu			8	
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaçları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap		4		
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon	2			
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90° 'dir)	2			
10. Kenar şevlerinin koruması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları	1			
11. Kenar Şev kesmesi	2			
12. Toprak kayması veya şev göçmesi	1			
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi			9	
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Mansap yönünde köprüyü oyulmaya karşı koruyan brit yapısına ait drone görüntüsü.



b) Köprü mansap yönünden drone görüntüsü.



c) Köprü membasında her iki yamaçta şevlerin tahkimatlı korumasına ait drone görüntüsü.



d) Köprü kenar ayakları memba ve mansap yönünde tahkimat kaplanarak güçlendirildi.



e) Köprü orta ayaklarına ait görüntü.



f) Uygun hidrolik akışı sağlamak üzere yatak tanzim çalışması yapılmış memba görüntüsü.

Şekil 4.6 Gökçebey köprüsü.

4.7 ÖRMECİ KÖPRÜSÜ

Örmeci köprüsü, Beycuma Beldesinden gelen Örmeci deresi üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.7.d). Yatak genişliği 25 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi $325 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.7'de verilmiştir. Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 2 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, yer yer rusubat birikintileri gözlemlenmiştir. Örmeci Deresi hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımakta, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü memba ve mansap yönünde sık sık makineli yatak tanzim çalışmaları yapılarak akış kesidi uygun durumda tutulmaya özen gösterilmektedir. Köprü membasında 1.000 metre harçlı kagir duvar, mansabında 300 metrelik istifli taş tahkimat mühendislik yapıları ile

koruma altına alınmıştır (Şekil 4.7-a ve b). Örmeci deresi köprü mansabında 300 metre sonra Filyos Çayına mansaplanmaktadır. Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Köprü membasında tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler çok azdır, ayrıca memba ve mansap yönünde her iki yamaçta kagir duvar ve taş tahkimat ile koruma yapılmış olması, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önlemektedir. Kenar şevlerinin üzerleri kaya ile kaplanarak yapısı güçlendirilmiştir. Her iki kenar şevi tahkimatlı ve şev açıları 45° dir. Her iki şev kenarı ağır taş zırh döşenmiştir. Yerinde yapılan incelemerde kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde Şekil 4.7'e ve f'de görüldüğü gibi düzenlemeler yapıldığı için kanal genişliği kanal boyunca eşittir ve toprak kayması gözlemlenmemiştir. Örmeci köprüsü akım eksenine göre 90° 'ye yakın yerleşmiş, yatak düzenlemesi öncesinde akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü tek açıklıklı (orta ayaksız) olarak inşa edilmiş olup, memba yönünde 1.000 metre kagir duvar, mansap yönünde 300 metre taş tahkimat ve mansapta 3 adet brit yapısı ile köprü oldukça emniyetli duruma getirilmiştir. Ayrıca derenin 300 metre mesafede mansaplandığı Filyos Çayında devam etmekte olan ıslah çalışmaları da Örmeci köprüsü emniyeti için büyük katkı sağlamaktadır. Örmeci köprüsü için hali hazırda yapılmış olan koruma yapıları da dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprünün toplam değerlendirme puanı 49 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 49 olduğu için "MÜKEMMEL" olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.7 Örmeci Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği		5		
2. Akım davranışı		5		
3. Akarsu yatak şekli		4		
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri	3			
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı		4		
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu		6		
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap		4		
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon	3			
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şev 90° 'dir)	3			
10. Kenar şevlerinin koruması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları	2			
11. Kenar Şev kesmesi		4		
12. Toprak kayması veya şev göçmesi	2			
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi		4		
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Tek açıklıklı öngerme kirişli köprü kenar ayakları kagir duvarla emniyet altına alınmıştır.



b) Köprü memba sağ ve sol sahilde kagir duvar ayak bağlantıları.



c) Köprü memba görüntüsü.



d) Örmeci köprüsü memba yönünden drone görüntüsü.



e) Köprü memba yönünde yatak tanzimi sonrası suyun düzgün akışına ait görüntü.



f) Köprü mansap yönünde yatak tanzimi sonrası suyun düzgün akışına ait görüntü.

Şekil 4.7 Örmeci Köprüsü.

4.8 PERŞEMBE OYKA KÖPRÜSÜ

Oyka Köprüsü, Bartın İlinden gelen Perşembe deresi üzerinde yer almaktadır. Yatak genişliği 10 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi $103^3/s$ değere sahiptir. Oyka Fabrikası önünde yer alan Oyka Köprüsünün stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.8'de verilmiştir. Perşembe Deresi hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımaktadır, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü memba ve mansap önünde sık sık makineli yatak tanzim çalışmaları yapılarak akış kesidi uygun durumda tutulmaya özen gösterilmektedir (Şekil 4.8-e ve f). Köprü bölgesinde hali hazırda yaklaşık 550 metre civarında imalat bulunmaktadır.

Bu imalatların bir kısmında her iki sahilde ve tabanda pere kaplama, bir kısmında da köprü memba sol sahilde dik duvarlı, sağ sahil ve taban ise pere kaplıdır. Mevcut mühendislik yapıları ile dere yatağı hidrolik olarak yeterli duruma getirilmiş ve köprü koruma altına alınmıştır (Şekil 4.8-a ve b). Perşembe deresi köprü mansabında yaklaşık 1 km'lik mesafede Filyos Çayına mansaplanmaktadır. Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Köprü membasında tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler çok azdır, ayrıca memba ve mansap yönünde her iki yamaçta şevlerde harçlı pere taşkın koruması inşa edilmiş olması, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önlemektedir. Kenar şevlerinin üzerleri kaya ile kaplanarak yapısı güçlendirilmiştir. Her iki kenar şevi tahkimatlı ve şev açıları 45° dir. Her iki şev kenarı ağır taş zırh döşenmiştir (Şekil 4.8-c ve d). Yerinde yapılan incelemelerde kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde düzenlemeler yapıldığı için kanal genişliği kanal boyunca eşittir ve toprak kayması gözlemlenmemiştir. Oyka köprüsü akım eksenine göre 90°'ye yakın yerleşmiş, yatak düzenlemesi öncesinde akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü membası yönünde sağ ve sol sahilde 300 metre, mansap yönünde sağ ve sol sahilde 200 metre harçlı pere imalatı ve köprü emniyetini sağlamak amacıyla mansap yönünde dere tabanında taş kaplama yapılmıştır. Söz konusu köprü memba bölgesinde oldukça uzun mesafede koruma tedbirleri alınmıştır. Oyka köprüsü için hali hazırda yapılmış olan koruma yapıları da dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprünün toplam değerlendirme puanı 74 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 49'dan büyük ve 85'den küçük olduğu için "İYİ" olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.8 Perşembe Oyka Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu.

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7- 9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği			7	
2. Akım davranışı			7	
3. Akarsu yatak şekli		6		
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri		4		
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı			7	
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu			9	
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap		5		
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon		4		
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şev 90° dir)		4		
10. Kenar şevlerinin korunması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları		4		
11. Kenar Şev kesmesi			7	
12. Toprak kayması veya şev göçmesi		5		
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi		5		
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Köprü mansap yönünde şev koruma yapısı ve taban kaplama anroşmanı görünümü.



b) Köprü memba yönünde şev koruma yapısı ve taban kaplama anroşmanı görünümü..



c) Mansap sol sahil harçlı pere şev kaplaması görünümü.



d) Mansap sağ sahil harçlı pere şev kaplaması görünümü.



e) Makineli çalışma öncesi yatak içerisinde oluşmuş bitki, ot ve sazlıklara ait görüntü.



f) Yatak temizlik çalışması sonrası köprü hidrolik kesidi uygun duruma getirilmiştir.

Şekil 4.8 Perşembe Oyka köprüsü

4.9 PERŞEMBE TCK KÖPRÜSÜ

Perşembe Deresi üzerinde Filyos Çayı bağlantı noktasından 380 metre membada yer alan TCK Köprüsü stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.9'da verilmiştir. Perşembe TCK Köprüsü, Bartın İlinden gelen Perşembe deresi üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.9-a ve b). Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 2,5 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, yatak içerisinde sık sık bozukluklar, yer yer rusubat birikintileri gözlemlenmiştir. Yatak genişliği 10 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi 103 m³/s değere sahiptir. Perşembe Deresi hem askıda hem de yatak

sürüntü yükü taşımakta, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmaktadır. Dere eğiminin düşük olması, yatak içerisinde otlama ve ağaçlanmanın olmasına, bunun neticesinde dere içerisinde mendereslenme ve kıyı oyuntularına neden olmaktadır (Şekil 4.9-d). Köprü memba ve mansabında (Şekil 4.9-e ve f)'de görüldüğü gibi herhangi bir koruma yapısı bulunmamaktadır. Köprü membasında 1.500 metre ve mansabında 380 metre olmak üzere toplamda 1.880 harçlı kagir duvar proje çalışmaları devam etmekte olup, henüz yapım çalışmalarına başlanmamıştır. Perşembe deresi köprü mansabında yaklaşık 380 metrelik mesafede Filyos Çayına mansaplanmaktadır. Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Köprü membasında tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler fazladır, ayrıca memba ve mansap yönünde her iki yamaçta herhangi bir taşkın koruma yapısının bulunmaması, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu artırmaktadır. Kenar şevlerinin üzerleri kaya ve kagir duvarlar ile kaplanarak yapısı güçlendirilmelidir (Şekil 4.9-c). Yerinde yapılan incelemede kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde köprü membasında yer alan Devlet Demiryolları tarafından 100 metre ara ile yapılmış iki çelik köprünün açıklıkları ve gabarisinin yetersiz olması bu bölgede dere yatağının uygun akış koşullarını olumsuz etkilemekte, yatak içerisinde temizlik çalışmalarına engel teşkil etmektedir. Bu nedenle kanal genişliği kanal boyunca değişkenlik göstermekte ve toprak kayması gözlemlenmektedir. Söz konusu köprü memba ve mansap bölgesinde herhangi bir koruma yapısının olmaması ve DDY köprülerinin dere yatağına olumsuz etkileri de dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprünün toplam değerlendirme puanı 114 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 85 ile 120 arasında olduğu için "VASAT" olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.9 Perşembe TCK Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme Tablosu

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği			7	
2. Akım davranışı			9	
3. Akarsu yatak şekli			8	
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri				11
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı			9	
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu			9	
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap				11
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon			9	
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şev 90° dir)			8	
10. Kenar şevlerinin korunması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları			8	
11. Kenar Şev kesmesi			9	
12. Toprak kayması veya şev göçmesi			8	
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi			8	
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Perşembe deresi üzerindeki TCK köprüsünün memba yönünden görüntüsü.



b) Mansap yönünden TCK köprüsüne ait görüntü.



c) Kenar ayak şevlerinin korumasız olması köprü emniyetini olumsuz etkilemektedir.



d) Ağaç, bitki, kök ve rusubat birikimi köprü ayaklarında risk oluşturmaktadır.



e) Köprü memba yönünde dere üzerinde herhangi bir koruma yapısı yoktur.



f) Membada olduğu gibi mansap yönünde de herhangi bir kıyı koruma yapısı yoktur.

Şekil 4.9 Perşembe TCK Köprüsü.

4.10 SALTUKOVA KÖPRÜSÜ

Saltukova Köprüsü, Bolu İlinden gelen Devrek Çayı ve Karabük İlinden gelen Yenice çayı birleşimi sonrası Filyos ana kolu üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.10-a). Yatak genişliği 220 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi $4.055 \text{ m}^3/\text{s}$ gibi oldukça yüksek bir değere sahiptir. Saltukova Köprüsü stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.10'da verilmiştir. Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 3 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, hayvan aktiviteleri ile ara sıra bozukluklar ve sınırlı tarım faaliyetleri gözlemlenmiştir. Filyos Çayı hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımaktadır, sediment yükü ve taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup,

köprü memba ve mansap yönünde şev korumasına yönelik herhangi bir mühendislik yapısı olmaması köprü emniyetini olumsuz etkilemektedir (Şekil 4.10-b ve c). Buna karşın köprü mansabında inşa edilen düşülü taş tahkimat brit yapısı köprü ayaklarını taban oyulması ve oturmaya karşı korumaktadır (Şekil 4.10-e). Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Saltukova Köprüsünün bulunduğu kesitte tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler fazladır, ayrıca memba ve mansap yönünde her iki yamaçta herhangi bir koruma yapısının olmaması, şevlerin doğal haliyle yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önleyememektedir. Her iki kenar şevi sıkıştırılmamış doğal yapı ve şev açıları 45° dir. Her iki şev kenarı korumasızdır. Yerinde yapılan incelemede akarsu yatağı içinde yakın dönemde düzenlemelerin yapılmamış olduğu, kanal genişliğinin kanal boyunca değişkenlik gösterdiği, yer yer toprak kaymalarının olduğu, yukarı havzadan gelen kum, çakıl, ağaç, kök, bitki ve rusubat birikintilerinin olduğu gözlemlenmiştir. Saltukova köprüsü akım eksenine göre dik yerleşmiştir, yatak düzenlemesi yapılmadan önce akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü mansabında düşülü taş tahkimatlı brit yapısı inşa edilerek köprü emniyetinin artırılması amaçlanmıştır (Şekil 4.10-d). Saltukova köprüsü memba ve mansap yönünde yamaç şevlerinde koruma yapısı olmaması, yukarı havzadan gelen sürüntü malzemesi ve rusubat birikiminin dere yatak kesidini daraltacağı, hidrolik akışı olumsuz yönde etkileyeceği, ancak buna mukabil köprü mansabında taban oyulmasını önleyici brit yapısının inşa edilmiş olması dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprünün toplam değerlendirme puanı 111 olarak hesaplanmıştır. Düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 85'den büyük, 120'den küçük olduğu için "VASAT" olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.10 Saltukova Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu.

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği			9	
2. Akım davranışı			9	
3. Akarsu yatak şekli			8	
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri			9	
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı		6		
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu				10
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap			9	
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon			9	
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90°'dir)			9	
10. Kenar şevlerinin koruması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları			8	
11. Kenar Şev kesmesi				10
12. Toprak kayması veya şev göçmesi			9	
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi		6		
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) On bir adet orta ayaklı Saltukova köprüsüne ait memba yönünden görüntü.



b) Memba kısmında şev korumasına yönelik mühendislik yapısı inşa edilmemiştir.



c) Mansap kısmında şev korumasına yönelik mühendislik yapısı inşa edilmemiştir.



d) 4.055 m³lük yüksek debiye sahip Filyos Çayının brit mansabından görüntüsü.



e) Köprü mansabında inşa edilen taş tahkimatlı brit yapısı.



f) Saltukova köprüsünde kullanılan basit giriş sistemine ait görüntü.

Şekil 4.10 Saltukova Köprüsü.

4.11 YENİCE KÖPRÜSÜ

Yenice Köprüsü yerinde ve Google Earth görüntüleri üzerinde incelemesi yapılmış ve köprüye ilişkin stabilite değerlendirmesi Çizelge 4.11’de verilmiştir. Taşkın yatağı içinde membada yaklaşık 3 km uzaklığa kadar yapılan gözlemlerde, hayvan aktiviteleri ile ara sıra küçük bozukluklar ve sınırlı tarım faaliyetleri gözlemlenmiştir. Yenice Köprüsü, Karabük İlinden gelen Yenice Çayının ana akarsu kolu üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.11-a ve b). Yatak genişliği 110 metre ve 500 yıllık tekerrür debisi 1.864 m³/s gibi oldukça yüksek bir değere sahiptir. Yenice Çayı hem askıda hem de yatak sürüntü yükü taşımakta, sediment yükü ve

taşınımı ile ilgili zaman zaman problemler oluşmakta olup, köprü memba yönünde yapılan mühendislik yapıları ile koruma altına alınmıştır. Akarsu taşkın yatağı köprü memba ve mansap yönünde çift taraflı seddeli taş tahkimat inşa edilerek koruma altına alınmıştır. Ayrıca 1.950 metre membadaki Gökçebey köprüsü ve koruma yapıları Yenice köprüsünün emniyetini artırmaktadır. Yatak malzemesi içerisinde orta sıklıkta ve bindirmeli tabakalanmalar gözlenmekte ve tane çapı 4 mm'den küçük malzeme miktarı da çok azdır. Akarsu taşkın yatağı içinde yer yer yeni birikmiş iri kum ve küçük kaya parçalarından genişlemeye müsait kum adacıkları, bu adacıklar üzerinde seyrek doğal bitki örtüsü gelişimi gözlenmektedir. Yenice Köprüsünün bulunduğu kesitte tıkanmalara sebep olacak akarsu yapıları ve doğal etmenler çok azdır, ayrıca memba yönünde her iki yamaçta şevlerde tahkimatlı taşkın koruması inşa edilmesi, membada Gökçebey köprüsü ve alınan koruma tedbirleri, yamaçlarda ve tabandaki erozyonu önlemektedir (Şekil 4.11-c). Kenar şevlerinin üzerleri kaya ile kaplanarak yapısı güçlendirilmiştir. Her iki kenar şevi tahkimatlı ve şev açıları 45° dir. Her iki şev kenarı ağır taş zırh döşenmiştir. Yerinde yapılan incelemerde kesmesi gözlemlenmemiş nadiren sıyrılmalara rastlanmıştır. Akarsu yatağı içinde düzenlemeler yapıldığı için kanal genişliği kanal boyunca eşittir ve toprak kayması gözlemlenmemiştir. Yenice köprüsü akım eksenine göre 90°'ye yakın yerleşmiş, yatak düzenlemesi öncesinde akımın köprü aksının tam ortasından geçmediği bilinmektedir. Köprü membasına doğru; sol sahilde 5.795 metre, sağ sahilde 4.560 metre seddeli taş tahkimat ve köprü emniyetini sağlamak amacıyla mansap yönünde 1, memba yönünde 2 adet brit inşa edilmiştir (Şekil 4.11-d ve f). Söz konusu köprü memba bölgesinde oldukça uzun mesafede koruma tedbirleri alınmıştır. Yenice köprüsü için hali hazırda yapılmış olan koruma yapıları da dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucu köprünün toplam değerlendirme puanı 47 olarak hesaplanmıştır. Mühendislik hizmeti görmüş, düz yataklı akarsu değerlendirilmesi için verilen çizelge 3.5 ile kıyaslandığında köprü genel puanı 49'dan küçük olduğu için "MÜKEMMEL" olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.11 Yenice Köprüsü Hidrolik Stabilité Değerlendirme tablosu.

STABİLİTE GÖSTERGESİ	Mükemmel (1-3)	İyi (4-6)	Vasat (7-9)	Zayıf (10-12)
1. Havza ve taşkın yatağı etkinliği ve karakteristiği		5		
2. Akım davranışı			8	
3. Akarsu yatak şekli		6		
4. Tahkimat / kanal yan seddeleri	3			
5. Akarsu yatağı malzemesi F_s = yatak içindeki yaklaşık kum oranı		4		
6. Kanal içi doğal engel (kum adacıkları) oluşumu		6		
7. Tıkanmalar, ortaya çıkan ana yatak kayaları, zırh kaplamaları, büyük ağaç kütükleri sıkışması, seviye kontrol yapıları, köprü yatağı koruma yapıları, kaplamalar, yönlendirme sedde ve kapakları, riprap		4		
8. Kenar şevleri toprak yapısı ve kohezyon	2			
9. Ortalama kenar şev açısı (dik kenar şevi 90°'dir)	2			
10. Kenar şevlerinin korunması, bitki örtüsü veya mühendislik yapıları	1			
11. Kenar Şev kesmesi	2			
12. Toprak kayması veya şev göçmesi	1			
13. Köprü ekseninin memba yönündeki menderes etki noktasına olan uzaklığı ve köprü yerleşimi		5		
H = Yatay, V = Düşey, F_s = Malzemedeki kum oranı, S = Taban eğimi, w/y = Genişlik-su derinliği oranı				



a) Köprü mansap yönünde yatak tanzimi ve bit yapısına ait drone görüntüsü.



b) Yenice köprüsü mansap yönünden drone görüntüsü.



c) Köprü membasında her iki yamaçta şevlerin tahkimatlı korumasına ait drone görüntüsü.



d) Köprü ayaklarını oyulmaya karşı koruyan mansaptaki bit yapısına ait drone görüntüsü.



e) Yenice köprüsü orta ayaklarına ait görüntü.



f) Köprü mansabında inşa edilmiş bit yapısının yerden görüntüsü.

Şekil 4.11 Yenice köprüsü.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Aşağı Filyos Havzası içinde yer alan 11 akarsu köprüsünün hidrolik stabilitesinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeleri ilişkin elde edilen veriler Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Değerlendirmesi yapılan köprülerden Filyos Nehri Yenice kolu üzerinde yer alan Yenice Köprüsü ve Filyos Nehrine Çaycuma İlçesi’nden bağlanan Örmeci Deresi üzerinde yer alan Örmeci Köprüsü toplamda 49 risk puanı ile en düşük risk seviyede bulunmaktadır. Bu köprüler risk açısından “MÜKEMMEL” durumda olarak değerlendirilmektedirler. Her iki köprü bölgesi içinde DSİ tarafından taşkın koruma yatakları düzenlemesi yapılarak, öncelikle taşkın yatağı seddeleri taş tahkimat ile kaplanmış köprü memba ve mansap bölgelerinde ise enine ve boyuna yatak düzenleme yapıları inşa edilmiştir. DSİ tarafından gerçekleştirilmiş olan taşkın koruma çalışmaları akarsu köprülerinin hidrolik risk faktörünü de azaltmıştır.

Devrek Merkez Köprüsü, Gökçebey Köprüsü ve Perşembe Oyka Köprüsü, sırasıyla 57, 59 ve 74 puanlık risk derecelerine sahiptirler. Bu risk dereceleri ile her iki köprüde risk açısından “İYİ” olarak değerlendirilmiştir. Devrek şehir merkezinde yer alan köprü 1998 yılındaki selden sonra yapılmış ve dere yatağı şehir geçişi boyunca beton kaplanmıştır. Gökçebey köprüsü bölgesinde taşkın koruma yapılarının inşaatları tamamlamıştır. Oyka köprüsü bölgesinde 550 metrelik şev ve taban kaplama yapısı inşa edilmiştir. Her üç köprü memba ve mansap bölgesi akarsu taban düzenlemeleri uygun şekilde yapılmıştır. Hem yan duvar ve şevlerin hemde yatak tabanın düzenlenmesi köprünün hidrolik stabilitesi artışında katkı sağlamıştır.

Çaycuma Köprüsü ve Bakacakkadı Köprüsü hidrolik stabilite değerlendirme sisteminden sırasıyla 68 ve 70 puan risk katsayılarına sahiptirler. Bakacakkadı ve Çaycuma Köprüleri Filyos Nehrinin ana kolu üzerinde yer almakta olup, Saltukova Köprüsünden sonra büyük taşkın debisine maruz kalacak köprülerdir. Bu nedenle her iki köprüde yüksek taşkın etkinliği riskine

sahiptirler. Bunun yanı sıra her iki köprü bölgesinde taşkın yatağı sedde düzenlemeleri yapılmasına rağmen henüz yatak tabanı düzenlemeleri yapılmamıştır. Bu durum köprü bölgesinde riskli akarsu yatak şekli oluşumuna neden olmakta, ayrıca Filyos Nehrinin yüksek yatak ve askıda sürüntü maddesi taşınımı potansiyeli ile beraber yatak içinde kum adacıkları oluşumlarının emareleri görülmektedir. Bu durumlar köprülerin hidrolik risk puanlarını bir miktar artışına neden olsa da risk puanı 85'in altında kalmasından dolayı "İYİ" olarak değerlendirilmelerine olanak sağlamıştır.

Çizelge 5.1 Aşağı Filyos Havzası Akarsu Köprüleri Hidrolik Stabilté Değerlendirme tablosu.

Stabilite Göstergesi No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Toplam
1. Bakacakadı Köprüsü	8	9	9	4	4	8	5	5	3	2	3	6	4	70
2. Çaycuma Köprüsü	6	8	6	5	5	7	7	4	3	3	5	5	4	68
3. Çorak Deresi Köprüsü	9	9	7	9	8	9	7	7	8	4	8	9	5	99
4. Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprü	11	9	11	9	7	9	9	12	9	8	9	10	9	122
5. Devrek Merkez Köprüsü	6	6	4	4	5	7	7	4	2	2	4	4	2	57
6. Gökçebey Köprüsü	5	11	6	3	5	8	4	2	2	1	2	1	9	59
7. Örmeci Köprüsü	5	5	4	3	4	6	4	3	3	2	4	2	4	49
8. Perşembe Oyka Köprüsü	7	7	6	4	7	9	5	4	4	4	7	5	5	74
9. Perşembe TCK Köprüsü	7	9	8	11	9	9	11	9	8	8	9	8	8	114
10. Saltukova Köprüsü	9	9	8	9	6	10	9	9	9	8	10	9	6	111
11. Yenice Köprüsü	5	8	6	3	4	6	4	2	2	1	2	1	5	49

Hidrolik stabilite değerlendirilmesinde "VASAT" olarak değerlendirilen köprüler ve risk değerleri sırasıyla, Çorak Deresi Köprüsü; 99, Saltukova Köprüsü; 111 ve Perşembe TCK

Köprüsü; 114 puandır. Çorak Deresi Köprüsü, ve Perşembe TCK Köprüsü yan dereler üzerinde yer alan köprüler olmasına karşın, Saltukova Köprüsü Filyos Nehrinin Karadeniz ile buluşmadan önce ana kolu üzerine yapılmış olan son köprüdür. Bu çalışma kapsamında hidrolik stabilite değerlendirmesi en kötü durumda olan akarsu köprüsü Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprüsüdür. Hidrolik stabilite değerlendirme puanı 122 olarak elde edilmiştir ve “ZAYIF” olarak sınıflandırılmıştır.

Perşembe Oyka Köprüsü memba ve mansabında yatak şevlerinde taş tahkimatlar ile düzenleme yapılmıştır. Ancak taban akımı düşük olan dere yatağında bitki gelişimi çok hızlı olmakta ve köprü altı açıklığı bitki örtüsü ile kapanma riski taşımaktadır. Bunun yanı sıra köprünün toplam açıklığı 10 metrenin altında olmasına karşın köprü tabliyesi çok sayıda dikdörtgen ayak ile ortasından desteklenmiştir. Batı Karadeniz Bölgesinde taşkınlarda ağaç parçalarının ve kütüklerin sürüklenmesi ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Perşembe Oyka Köprüsü çoklu orta ayak yapısı ile kütük ve ağaç sıkışması riski taşımaktadır.

Çorak Deresi Köprüsünün hidrolik stabilite değerlendirmesinde özellikle fark edilmesi gereken olgu, köprünün her hangi bir açıdan belirgin bir hata ya da sorun olmamasıdır. Ancak köprü tüm değerlendirme kriterleri açısından vasat olarak sınıflandırıldığı için genel hidrolik risk puanı da yüksek olmakta ve riskli köprüler arasında yer almaktadır.

Perşembe TCK Köprüsü değerlendirme yapılan köprülerden en yüksek ikinci risk katsayısına sahip köprüdür. Akarsu yatak ve şevlerinde her hangi bir düzenleme ve koruma çalışması yapılmamıştır. Bu nedenle Perşembe TCK Köprüsü tüm değerlendirme kriterlerinde vasat düzeyiyle yüksek puanlara sahiptir. Tüm bunlara ek olarak yan kanal seddelerinde her hangibir koruma ve tahkimat yoktur, ayrıca Perşembe Oyka Köprüsünde olduğu gibi kanal içi bitki örtüsü ile kaplanma eğiliminde ve orta ayakları nedeniyle de ağaç ve kütükler ile tıkanma tehlikesine taşımaktadır.

Saltukova Köprüsü Zonguldak, Bartın, Ankara Karayolunu turizm potansiyeli olan Filyos ilçesi ve Türkalı, Göbü gibi sahil kasabaları ile birleştiren karayolu üzerindedir. Saltukova Köprüsü yapılması planlanan Filyos Sebest Ticaret Bölgesi ve Filyos Limanı için de önem taşımaktadır. Saltukova Köprüsü membasında akarsu yatağında ve şevlerinde bu güne kadar her hangi bir taşkın koruma çalışması yapılmamıştır. Köprü mansabın yapılmış olan taş brit yapısı ile köprü ayaklarında oyulma kontrol altında turtulmaya çalışılmaktadır. Köprü menbasında yatak içi

tarım ve hayvansal faaliyetlere açık olup hem tek yıllık hemde çok yıllık bitkiler ile tarımı faaliyetleri sürdürülmektedir. Köprü bölgesinde sürekli taban akışının devam ettiği ana akım yatağı dışında taşkın yatağının tamamında sediment birikimi olmuş ve köprü altı açıklığının azalmasına sebep olmuştur. Tüm bu etkenler ile Saltukova köprüsü yüksek riskli bir akarsu köprüsüdür ve risklerin ortadan kaldırılması için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında değerlendirmesi yapılan köprüler arasında en yüksek risk katasayısına sahip köprü Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprüdür. Devrek Kaldırım Deresi Tarihi Köprü memba ve mansabında hiçbir yatak ve kanal düzenlemesi yapılmamıştır. Buna ek olarak membasında yapılan kontrolsüz inşaat çalışmaları toprak ve moloz dökümü gibi faaliyetler nedeniyle köprü açıklığı zamanla tamamen kapanmıştır. Son dönemde meydana gelen taşkın sonrasında yapılan dere yatak temizliği esnasında fark edilmiş olup, etrafında kısmi düzenlemeler yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında değerlendirmesi yapılan 11 akarsu köprüsünden ikisi “MÜKEMMEL”, dördü “İYİ” risk seviyesinde derecelendirilmiştir. Değerlendirmesi yapılan bu altı köprü hidrolik risk seviyesi düşük hidrolik stabiliteye sahip güvenli köprülerdir. Ancak çalışma kapsamında değerlendirilen diğer dört köprünün hidrolik stabilite analizi değerlendirilmesi “VASAT”, birinin de “ZAYIF” olduğu bulunmuştur. Hidrolik stabilite değerlendirilmesi vasat ve zayıf olan köprülerin risk katsayıları yüksek, hidrolik stabiliteleri ve güvenlikleri düşüktür. Bu köprüler için hidrolik risk faktörlerinin azaltılması ve güvenliklerinin artırılması için gerekli çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Ülkemizde köprü güvenliği gözlemi özellikle yapısal etkiler dikkate alınarak KGM tarafından gerçekleştirilmektedir. Köprü güvenliği gözlem ve değerlendirilmesinde hidrolik stabilite değerlendirilmesi yapılmamaktadır. Köprü güvenliğinin doğru olarak belirlenebilmesi için hidrolik satabilitesininde doğru değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma ile Jhonson (2005) tarafından geliştirilmiş köprü hidrolik stabilite değerlendirme metodu ile Filyos Havzasında yer alan 11 farklı özellikte köprü değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan köprü hidrolik stabilite değerlendirme metodu;

Tek açıklıklık, iki açıklıklı ve çok açıklıklı köprülerde sorunsuz bir şekilde uygulanabilmiş ve köprülerin hidrolik stabilitesinin değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Ana akarsu kolu, yan akarsu kolu ve küçük derelerde bulunan köprülerde hidrolik stabilite değerlendirmesi yapılabilmektedir.

Taşkın koruma çalışmaları yapılan akarsu yataklarında ve her hangi bir çalışma yapılmamış doğal akarsularda bulunan köprülerde hidrolik stabilite değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Akarsu köprüleri hidrolik stabilite değerlendirmesinde kullanılan metod ve Ülkemizde uzun yıllardır yürütülmekte olan taşkın koruma çalışmalarında uygulanan yöntemler birbiriyle uyumlu sonuçlar üretmektedir. Kullanılan metod ile DSİ tarafından taşkın kontrolü ve düzenlemeleri ile güvenlikleri artırılmış köprülerde daha düşük risk katsayıları elde edilmiş, taşkın riski altında bulunan ve gerekli düzenlemelerin yapılmadığı doğal akarsu yataklarında bulunan köprülerde daha yüksek risk katsayıları elde edilmiştir.

Hem mühendislik hizmeti ile geliştirilerek önlemler alınan hemde hiç bir düzenleme yapılmamış doğal akarsu yatakları ve şevleri doğal etkilere açık ve sürekli değişim halindedirler. Doğal akarsu yataklarında süre giden bu değişime karşın oluşabilecek risklerinde hızlıca gözlenip değerlendirilmesi ve olası kötü sonuçların önlenmesi için gereken tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu açıdan uygulaması yapılmış olan köprü stabilite değerlendirme metodu hızlı uygulanabilen ve risk faktörünü doğru olarak belirleyebilen bir yöntem olarak ülkemizde akarsu köprülerinin düzenli olarak gözlenmesi için kullanılabilir ve stabilitesinin değerlendirilmesi için kullanılabilir.

Kısa, orta ve uzun vadede bir havza, bölge veya ülkede kullanılan akarsu köprülerinin daha uzun süre yüksek güvenlikle kullanılabilmesi için bakım onarım ve yenileme çalışmalarının en uygun şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Doğru yönetim planlamasının yapılabilmesi için bu köprülerin performans ve risklerinin de uygun nesnel bir yöntem ile değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde kullanılmakta olan köprü yönetim çalışmaları sadece yapısal risk ve güvenliği belirlediği için eksik kalmaktadır. Bu çalışma kapsamında uygulaması gerçekleştirilen köprülerin hidrolik stabilitesini değerlendirme yöntemi yapısal güvenlik değerlendirme yöntemiyle birleştirilerek köprü envanterinin daha verimli yönetimi sağlanabilir.



KAYNAKLAR

- Alkan A, Baykan O, Atalay A, Baykan N ve Öziş Ü** (2011) Su Yapısı Olarak Anadolu'daki Taş Köprüler II. *Su Yapıları Sempozyumu* - 16-18 Eylül 2011, Diyarbakır, Türkiye.
- Berk A** (2006) Development of a Safety-Inspection Methodology for River Bridges *Yüksek Lisans Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara,382-389.
- Dundar O, Polat M ve Tanış M** (2015) *Ülkemiz Köprü Gözlem ve Yönetimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme 7. Kentsel Altyapı Sempozyumu*, 13-14 Kasım 2015, Trabzon, Türkiye, 1-8.
- FHWA** (2006) Federal Highway Administration "Assessing Stream Channel Stability at Bridges in Physiographic Regions" *FHWA-HRT-05-072 JULY 2006 Research, Development, and Technology*, Turner-Fairbank Highway Research Center 6300 Georgetown.
- Johnson P A and Simon A** (1997) Effect of Channel Adjustment Processes on Reliability of Bridge Foundations. *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 123 (7): 648-651.
- Johnson P A, Gleason G L and Hey R D** (1999). Rapid Assessment of Channel Stability in Vicinity of Road Crossing, *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 125 (6), 645-651.
- Johnson P A** (2005) Preliminary Assessment and Rating of Stream Channel Stability near Bridges. *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 131 (10): 845-852.
- KGM** (2012) *Köprü Muayenesi El Kitabı*, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Montgomery D R and MacDonald L H** (2002) Diagnostic approach to stream channel assessment and monitoring. *Journal Am. Water Resour. Assoc.*, 38-1.
- Rossow M** (2006) Overview of Bridge Inspection Programs (BIRM) *Continuing Education and Development*, Inc. 9 Greystone Farm Court Stony Point, NY.
- Süme V** (2015) Hidrolik Faktörlerin Köprü Ayakları Civarındaki Oyulma ve Dolmaya Etkisi (Doğu Karadeniz Örneği), *UHMFD*, 2 (3): 114-128.
- Thorne C R** (1998) Stream reconnaissance handbook: *Geomorphological investigation and analysis of river channels*, Wiley, Chichester, U.K.
- Wardhana K and Hadipriono F C** (2003) Analysis of Recent Bridge Failures in the United States", *Journal of Performance of Constructed Facilities*. 17, 144-150.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Yanmaz A (2002) Yıkılan Akarsu Köprüleri Üzerine Görüşler, *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri*, 420-421-422, 137-151.

Yanmaz A M ve Caner A (2007) Köprülerin Tetkik ve İzlenmesinde Hidrolik Etkenlerin Değerlendirilmesi. *1. Köprü ve Viyadükler Sempozyumu*, 27-30 Kasım 2007, Antalya, Türkiye, 1-7.

Yanmaz A M (2007) Akarsu Geçişlerinde Taşkın Kaynaklı Problemlerin Değerlendirilmesi, *Sel-Heyelan-Çığ Sempozyumu*, Samsun, Türkiye, 44-53.

Yevjevich V (1994) Technology for Coping with Floods in the 21st Century, Proceedings of Coping with Floods, *NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences*, 257, 35-43, Erice, Italy.



ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında Trabzon'da doğdum. İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Trabzon İlinde tamamladıktan sonra, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünden 1990 yılında mezun oldum. 1991 yılında Trabzon DSİ 22. Bölge Müdürlüğünde göreve başladım. 1995-1998 yılları arasında Kars DSİ 24. Bölge Müdürlüğünde Kontrol Mühendisi olarak görev yaptım. 1998-2000 yılları arasında Trabzon DSİ 22. Bölge Müdürlüğüne bağlı Rize DSİ 224. Şube Müdürlüğünde Kontrol Mühendisi, aynı görev yerinde 2000-2013 yılları arasında Şube Müdürü olarak görev yaptım. DSİ Genel Müdürlüğünde 7 aylık görev süresi sonrası 2014 yılından itibaren Kastamonu DSİ 23. Bölge Müdürlüğüne bağlı Zonguldak DSİ 232. Şube Müdürlüğünde Şube Müdürü olarak görev yapmaktayım. Evli ve bir çocuk babasıyım. Orta derecede Almanca ve İngilizce bilmekteyim.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

E-posta: matalar@dsi.gov.tr