

Çaycuma Köprüsünün Çökmesi Üzerine Görüşler

1. Giriş

Zonguldak ili, Çaycuma ilçesinde Filyos Çayı üzerinde bulunan karayolu köprüsü 6 Nisan 2012 tarihinde üst açıklıklarından birinin suya düşmesi ile işlevini yitirmiştir. Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti adına Prof. Dr. Melih Yanmaz ve Doç.Dr. Alp Caner'den oluşan ekibimiz 24 Nisan 2012 tarihinde olayın nedenlerini araştırmak amacıyla bölgede bir teknik gezi gerçekleştirmiştir. Yapılan incelemeler ve araştırmalar sonucunda köprü'nün hidrolik etkenlerden kaynaklanan zorlamalar altında çöktüğü kanaatine varılmıştır.

Özellikle hidrolik etkenler altında köprü çöküşleri gelişmiş ülkelerde de meydana gelebilmektedir (Wardhana ve Hadipriano 2003). Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmış olan bir araştırma, 1989-2000 yılları arasında çökmüş olan 503 adet köprü'nün %53'ünün hidrolik etkenler (sel, oyulma, yığılma, vb.) altında çöktüğünü açığa çıkarmıştır. Diğer esas sebepler arasında taşıt çarpması (%11 oranında) ve aşırı yükleme veya kaçak yük (%9 oranında) belirtilmiştir. Depremde yıkılan köprülerin oranı ise %3 civarındadır.

2. Yersel İzlenimler

Yapılan gözlemler sonucunda, yıllar içinde Filyos Çayında önemli derecede nehir taban seviyesinin alçaldığı görüşü ağırlık kazanmıştır. 1950 ve 1980 yıllarında inşa edilen köprülerin üst temel kotları ile 2007 sonrası inşa edilen yeni yan köprülerin temel kotları arasında büyük farklılıklar olması bu gözlemin doğru olma olasılığını güçlendirmiştir (Bkz. Fotoğraf 1 ve 2). Fotoğraf 1'de görülebileceği gibi Filyos yeni ve eski köprüleri arasında yaklaşık olarak temel üst kot farkları 5-6 metre mertebelerine ulaşmıştır. Fotoğraf 2'de gösterilen Çaycuma köprülerinde ise bu farkın 2 metre civarında olduğu söylenebilir.



Fotoğraf 1 – Filyos Köprüsü (Çaycuma köprüsünün 10 km membaında)



Fotoğraf 2 – Çöken Çaycuma Köprüsü

Nehir tabanının alçalması, akarsuyun doğal rejiminden kaynaklanabileceği gibi nehir kıyısında bulunan kum ocaklarından kontrolsüz biçimde sürekli ve fazla miktarda kum çekilmesi sonucunda da oluşabilir. Akarsu tabanından kum çekilmesi sonucu yıkılan köprü örneklerine dünya literatüründe de rastlanmaktadır (Melville ve Coleman, 2000; Yanmaz, 2002; Yanmaz ve Çiçekdağ, 2000, Wolforst ve Annandale 1998). Bu konuya örnek olarak, San Benito Nehri kıyısında bulunan kum ocaklarının nehir tabanından kum ve çakıl çekmesi sonucunda 30 yıl içinde nehir yatağının 4-5 metre civarında alçalması verilebilir. Bu örnekler ülkemizde de, özellikle Karadeniz Bölgesinde rastlanmaktadır. Çaycuma köprüsünün bulunduğu Filyos çayında da köprüye yakın bölgelerde çeşitli kum ocaklarının halen çalıştığı bilgisi alınmış ve köprü memba ve mansap bölgelerinde bazı kum çekim sahaları gözlenmiştir. Filyos çayında yapılan gözlemlere dayanarak yer yer nehir yatağının 4-5 metre seviyelerinde alçaldığı düşünülmektedir.

Çaycuma köprüsü çökmeden önce 20 Mart 2012 tarihinde köprünün mansabında köprü ayağı oyulmasını azaltmak amacıyla tasarlanan taş-dolgu setin (şut) orta bölgeden kırıldığı Çaycuma Sanat tarafından belgelenmiştir (Fotoğraf 3). Taş-dolgu setlerin genelde yüksek taban eğimli akarsularda köprünün mansabına yapılmasıyla membadan gelen taban malzemesini tutarak taban eğimini ve dolayısıyla olumsuz akım etkilerini azalttığı bilinmektedir. Ancak akım hızının en fazla olduğu orta bölgede Fotoğraf 3'te görüldüğü gibi kırılan set civarında su akış hızının aniden artmasının köprü ayağı çevresindeki oyulmayı bir anda yüksek mertebelere erdirmiş olması düşünülmektedir. Zaten açığa çıkmış olan temel kolonları etrafında gelişen aşırı yerel oyulma nedeniyle köprü ayağı temel seviyesinde direnç kalmadığı için ayak ve dolayısıyla taşıyıcı tabliyenin yıkıldığı düşünülmektedir.



Fotoğraf 3: Çaycuma Köprüsünde kırılan taş set
<http://www.caycumasanat.com/oku.asp?id=2315>)

6 Nisan 2012 tarihinde ise Çaycuma nehir köprüsünün uzun yıllara dayalı taban seviyesi alçalması ile birlikte çeşitli hidrolik zorlanmalara maruz kalması nedeniyle köprü'nün temel seviyesinde bulunan koruma yapısının ve temel üstü zemin örtüsünün iyice bozulduğu anlaşılmıştır. Bu bozulma sonucu köprü'nün yanıl zorlama etkilerine karşı direnci zayıflamıştır. Kuvvetli olduğu tahmin edilen bir akıntıda zayıflamış olan temel oynamış ve ilk aşamada köprü üst yapısı mesnet oturma uzunluğunun üzerinde bir harekete maruz kaldığından üst yapı suya düşmüştür. İkinci çöküş ise yine temelin oynaması sonucu stabilitesi bozulan köprü sisteminin ayak yapısının devam eden kuvvetli akıntıda suya düşmesi ile oluşmuştur.

Bu olay sonrasında kurtarma çalışmaları için sağ sahil bölgesine yakın konumda oluşturulan kurtarma amaçlı dolgu, yeni köprüyü hızlı bir su akışına maruz bırakarak tehlikeye atmıştır. Yapılan dolgu sebebiyle su akış alanı daraltılmış ve sadece iki açıklık arasından akımın geçmesine olanak sağlanmıştır. Bununla birlikte suyun bir anda akarsu aksı boyunca bir boyutlu akarken mansabında kırılmış ve bariyer etkisi oluşturmuş olan set sebebiyle ani yön değiştirmesi (planda iki boyutlu akım) yeni köprü ayağı çevresindeki akım girdap etkilerini artırmıştır. Bu durumda yeni köprü için de muhtemelen oyulma etkileri hızlanmıştır (Bkz. Fotoğraf 4).



Fotoğraf 4- Çaycuma Köprüsünde oluşturulan dolgu nedeniyle değişen akım

3. Sonuçlar

Yukarıda açıklandığı gibi yapılan incelemeler ve araştırmalar sonucunda köprünün hidrolik etkenlerden kaynaklanan zorlamalar altında çöktüğü kanaatine varılmıştır. Zaman içerisinde oluşan nehir tabanındaki önemli derecede alçalma etkisi de eski köprü temellerinin hidrolik kaynaklı yanal etkilere karşı daha fazla zayıflamasına neden olmuş olabilir. Nehir tabanındaki alçalma doğal olabildiği gibi Filyos Çayı durumunda kuvvetli ihtimalle nehir boyunca yapılan kum çekimlerinden de olmuş olabilir.

4. Tavsiyeler

Deprem kuşağında bulunan ülkemizde yakın zamanda yaşanan depremlerde köprülerimizin genel olarak iyi bir performans gösterdiklerini söyleyebiliriz. Bununla birlikte nehir köprülerinde hidrolik etkenli problemlerin göz önüne alındığı ve yapı-hidrolik etkileşiminin birlikte değerlendirildiği tasarımlar gerçekleştirilmelidir. Bu kapsamda mevcut köprülerin ayakları etrafına koruyucu malzeme yerleştirilmeli ve periyodik olarak bu malzemenin konumu gözden geçirilmelidir. Ayrıca yukarıda bahsedildiği gibi akarsu taban dengesini olumsuz etkileyecek agrega çekiminin köprü bölgelerinden uzakta ve kısıtlı miktarlarda yapılmasını sağlayacak yasal düzenlemelerin yapılmasında fayda görülmektedir. Kum çekim alanlarının köprü bölgesinden hangi uzaklıkta olması gerektiği hususunda gerçekçi kriterlerin belirlenebilmesi için uzman mühendislerden veya araştırmacılardan destek alınmalıdır. Son olarak, akarsu ve yapı etkileşimini olumsuz etkileyecek yapısal tasarımlardan kaçınarak, akım alanı içine mümkün olduğunca az ayak yerleştirilmesine ve bu ayakların hızlı akım bölgeleri dışında tutulmasına olanak verecek tasarımlara gidilmesinin önemi vurgulanmalıdır.

Kaynakça

- Melville, B.W., ve Coleman, S.E. (2000). *Bridge Scour*, Water Resources Publications, LLC, Colorado, ABD.
- Wardhana, K. ve Hadipriano, F. C. (2003) "Analysis of Recent Bridge Failures in the United States", *Journal of Performance of Constructed Facilities*, ASCE, Ağustos sayısı
- Wolforst J. ve Annandale G. (1998) "Channel Degradation due to Gravel Mining: Application of Geomorphic Analysis and Sediment Transport Modeling Approaches", *Proceedings: Unique Functional Consideration for Wetland Restoration*, ASCE.
- Yanmaz, A. M., ve Çiçekdağ, Ö. (2000) "Channel Mining Induced Stream Bed Instability Around Bridges", *CD-ROM Proceedings of Watershed Management Conference*, ASCE, Fort Collins, Colorado, ABD
- Yanmaz, A.M. (2002). *Köprü Hidroliği*, METU Press, ISBN 975-7064-55-6.

ÇAYCUMA KÖPRÜSÜ VE BİR UZMAN (!)

Akın Oyat
İnş. Y. Müh.

06 Nisan 2012 Cuma günü Çaycuma ilçesi içinde ve Filyos Çayı üzerindeki çift köprüden eski olanının (tasarım 1948, yapım 1950), taşkın nedeniyle kısmen yıkılması sonucu uğranılan can kaybı ve ayrıca sel sularına kapılan cesetlerin uzun süredir bulunamaması büyük bir üzüntüye yol açmış bulunuyor.

Olayın -bu yazıya konu edilmeyen- çok önemli toplumsal ve yönetsel boyutlarının yanı sıra, aşağıda kısaca değinilen teknik boyutları var.

Çaycuma Köprüsü:

Nafia Vekaleti Şose ve Köprüler Reisliği Köprüler Fen Heyeti tarafından Eylül 1948'de tasarımı yapılan ve 1950 yılında hizmete açılan köprü, 11 açıklıklı (18.00+9x24.00+18.00) ve Envanter Kartına göre döşeme uzunluğu 255.70 m olarak ölçülmüş olan bir Gerber Kirişli betonarme köprüdür. Toplam genişliği (0.70+7.00+0.70) 8.40 m'dir.

Köprü alt yapısı, eğimli ahşap çakma kazıklar (ortaayaklarda 34, kenarayaklarda 44 adet) üzerindeki beton kitle ortaayaklar ve aynı tarzdaki kitle kenarayaklardan oluşmaktadır. Kazık boyları yapım sırasında refü alma esasına göre yerinde saptanmıştır.

Köprü üstyapısı o dönemin olanakları çerçevesinde betonarme olarak geçilebilecek en büyük açıklıkları geçme olanağı veren, aynı zamanda farklı oturmalarından en az düzeyde etkilenen bir izostatik taşıyıcı sistem olan gerber kiriş sisteminde yapılmıştır.

Bilindiği gibi gerber kiriş sistemi, tek ya da çift çıkmalı basit kirişler ile bu çıkmalara oturan gerber askı kirişlerinden oluşmaktadır.

Döneminin standartları esas alınarak, kullanılan donatının akma sınırı 2200 kg/cm² ve kopma dayanımı 3400-5000 kg/cm² olan yumuşak çelik ; 28 günlük beton dayanımının ise 225 kg/cm² olduğu söylenebilir.

Yukarıda kısaca teknik özellikleri belirtilmiş olan Çaycuma Köprüsünün 10 ortaayağından 4 tanesi (4,5,6 ve 7 no.lu ortaayaklar) taşkın nedeniyle Filyos Çayı tabanında oluşan büyük miktardaki oyulma sonucu oturmuş, dönmüş ve yıkılmış ; bu 4 ortaayak tarafından taşınan 2 adet gerber çıkmalı kirişli tabliye ile 3 adet gerber askı tabliyesinden oluşan köprü üstyapı kısmı da ayaklarla birlikte sulara gömülmüştür.

Burada önemli olan husus, ne ortaayaklarda ne de üstyapıda kırılma tipi bir tahribat söz konusu olmadan, bir bütün halinde oturmuş, dönmüş ve pozisyonlarını yitirmiş olmalarıdır.

Şunu kesinlikle belirtelim ki, eğer akarsu tabanındaki büyük miktardaki oyulmalar sonucu ortaayaklar çökmemiş olsaydı, 62 yaşındaki köprü, daha uzun yıllar hizmet vermeye devam edecekti.

Akarsu Yataklarındaki Oyulmalar

Evet, köprü yıkılmıştır. Dünyanın her yerinde, köprü ayaklarının oturduğu akarsu yataklarında çeşitli nedenlerle oluşan taban oyulmaları sonucu köprü yıkılmaları olmuştur, olmaktadır ve olacaktır.

Denilebilir ki akarsu köprülerinin % 80'lere varan mertebelerdeki en çok rastlanan birincil nedeni, akarsu yataklarındaki oyulmalardır.

Köprü ayaklarının oturduğu temeller, ister yüzeysel kitle temel, isterse kazıklı temel tipinde olsunlar, taban oyulmaları tehlikelidir.

Yüzeysel kitle temellerde, temel altının oyulması sonucu temelde oluşan oturma ve dönmeler, ayak elevasyonlarının da temelle birlikte oturma ve dönmelerine neden olur.

Temelaltı kazıkları ile kazık başlığından oluşan temel tiplerinde, kazıkların taşıma kapasiteleri azalır. Bu da bir noktadan sonra, yine kazık başlığı ve bu başlığın taşıdığı ayak elevasyonlarında oturma ve dönmeler oluşturur.

Zemin içindeki kazıkların, zemin üstünde kolon olarak devam ettirildiği kazık-kolon tipi elevasyonlarda, taban oyulmaları sonucunda kazık-kolonun zemin içindeki kısmının boyu kısalmış; serbest boyu uzar. Bunun ise alt yapı için ne kadar kritik olduğu açıktır (Resim-1).



Resim – 1. Filyos II Köprüsü Ortaayaklarının Tabandaki Oyulma Sonrası Durumu

O halde köprü yeri ve yakın civarında, akarsu tabanlarındaki insan eliyle neden olunan oyulmaları önlemek gerekmektedir.

Daha önce 1999 Yalova ve Düzce depremleri sonucu Bolu Dağı viyadüklerinde oluşan hasarlar nedeniyle Cumhuriyet Bilim ve Teknoloji'de yayınlanan yazımızda⁽¹⁾ belirttiğimiz gibi inşaat mühendisliğinde “doğa’ya mutlak galibiyet” diye bir kavram peşinde olmak hayalciliktir. Doğa güçlerinin mertebesi için “mutlak-kesin” bir saptamada bulunulamaz. Özellikle deprem, rüzgar, tsunami, su taşkınları gibi doğa olayları, ne büyüklükte ve ne zaman meydana gelecekleri önceden belirlenemeyen “rasgele” olaylardır.

Yapılacak mühendislik yapısı hangi büyüklükteki doğa olayına dayanmak üzere tasarlanacaktır?

¹ CBT, Sayı 666 / 25.12.1999

Bu sorunun yanıtı, bir çok faktörün göz önüne alınmasını gerektiren bir mühendislik kararıdır⁽²⁾. Örneğin, karayolu köprülerinin, periyodu 1000 yıl olan depremlere ve 1000 yılda bir meydana gelecek taşkınlara göre tasarlanması gibi.

Bu yaklaşımın “kadercilik” ile bir ilgisi yok. Elbette ki mühendislik yapıları, kendileri için öngörülen ekonomik ömürleri süresince meydana gelebilecek zorlamalara dayanacak şekilde tasarlanır ve inşa edilirler.

Yeter ki insan eli ile yaratılmış, örneğin köprü civarında akarsu yatağını etkileyecek kum-çakıl malzeme alımı gibi olumsuz işler yapılmasın!

Akarsu yataklarındaki oyulmaların doğal oyulmalar dışındaki en önemli nedeni, bilinçsizce ve rastgele malzeme alınmasıdır. Son 40-50 yılda kentlerimizde oluşan nüfus artışı ve bu artışın tetiklediği başta konut olmak üzere büyük miktardaki bina inşaatları, doğal yapı malzemelerine (beton agregaları) olan gereksinimlerini artırmış bulunuyor.

Doğal agrega için en çok kullanılan kaynaklardan biri ise akarsu yataklarıdır. Ülkemizdeki akarsuların yılın büyük bölümünde çok az su taşıyan rejimi, malzeme alımını adeta teşvik etmektedir. Üstelik akarsu yataklarından sağlanan kum-çakıl malzemelerinin kolayca taşınması için köprü ve yollara yakın noktalar seçilmektedir.

Resim-1’ de, malzeme alımı sonucu Filyos Çayındaki taban oyulmasının mertebesi, Filyos II Köprüsünün ayaklarının durumu üzerinden çok açık bir şekilde görülmektedir. Bu fotoğraf Çaycuma Köprüsünün yıkıldığı günlerde çekilmiş bulunmaktadır.

Bir Uzman (!)

Son olarak bir diğer vahim olguya işaret etmek gerekiyor: köprü, bina vb. yapılarının yıkılması üzerine ulusal medyanın tutumu ve bu durumu yaratan sözde uzmanlar.

Çaycuma Köprüsü’nün yıkılmasından sonra medyada sıkça yer almış bir kişi, bununla yetinmeyip bir rapor hazırlıyor ve başta Cumhurbaşkanlığı olmak üzere bir çok kuruma ve bu arada Karayolları Genel Müdürlüğüne gönderiyor.

Adı ve alıntı yaptığımız raporu bizde saklı bulunan uzmanımız aynen şöyle yazmaktadır:

5. 07.04.2012 tarihinde yazılan ilk raporda belirtilen köprünün çökmesine neden olan etkenlerin yanında son yapılan onarım sırasında köprünün mevcut yolunun üstüne konulan ilave 70 cm’lik döşemenin yarattığı ağırlık nedeniyle köprünün çökmüş olduğu tespit edilmiştir; Köprünün 30 cm kalınlığındaki yolunun üstüne onarım adı altında 70 cm ilave yol eklenmiştir. 255 m uzunluğunda (bütün köprü boyunca) eklenen bu yol yaklaşık 2000 ton ağırlığındadır. Köprü kendi ağırlığını bütün aşınma, yorulma etkenleri altında zor taşıırken yükü taşıyan kolonlarda ve temellerde hiçbir güçlendirme yapmadan ilave yük konulması köprünün çökmesini hızlandırmış ve bugün yaşanan faciaya yol açmıştır.

Hemen belirtelim ki sayın uzmanın söyledikleri -affınıza sığınarak- zırvadan ibarettir: “köprünün 30 cm kalınlığındaki yolunun (döşemesinin demek istiyor herhalde!) üstüne onarım adı altında 70 cm ilave yol eklen”**MEZ!** Böyle bir iddiada bulunmak gülünçtür.

Köprü terminolojisinden habersiz olan bu zat, kendisine söylenmiş olanı anlamadan, açık seçik görülen köprü enkesitine de bakmadan, hesaba girişmiş ve köprüye ilave olarak tam 2000 ton (yazıyla ikibinton) yük bindirmiştir.

² Yapı Dünyası, Ocak 2010/166



Resim – 2. Yıkılan Çaycuma Köprüsünün Tabliyesi ve Yapılan Ekleme!

Oysa yapılan, köprü'nün dış taraf yaya kaldırımınının 70 cm genişletilmesidir (Resim-2). Bu da $0.25 \times 0.70 \times 2,5 = 0.44$ t/m'lik bir yük olup, köprü boyu ile çarpıldığında toplam ~110 ton (yazıyla yüzonton) eder.

Ayrıca yıkılan köprüde herhangi bir “kolon” bulunmadığını da belirtelim.

Bu uzmanın mensubu olduğu üniversitenin, Afet, Eğitim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, işte bu değerli (!) raporu “gerekli teknik işlemlerin yapılması” ve “gereği” için arz etmektedir.

Vah “Doktor” unvanına, vah Üniversitemize!