

BORÇKA BARAJI REZERVUAR ALANINDA ASKIDAKİ KATI MADDE VE BULANIKLIK MİKTARININ TESPİTİ

Meltem Kenanoğlu¹, Murat İhsan Kömürcü², Adem Bayram³,
Yılmaz Yıldırım⁴, Deniz Kenanoğlu⁵

Özet

Bu çalışmanın amacı, Çoruh Nehri üzerinde inşa edilmiş olan Borçka Barajı rezervuar bölgesinde tespit edilen çeşitli istasyonlardaki bulanıklık ve askıda katı madde (AKM) konsantrasyon değerlerini belirlemek ve aralarındaki ilişkiyi değerlendirmektir. Bu amaçla, toplam dört istasyonda (Çoruh Nehri üzerinde, Murgul Çayı'nda, rezervuar alanında ve barajın mansabında) aylık periyotta yüzeysel su numuneleri alınarak laboratuvar ortamında değerlendirilmiş ve ayrıca yerinde su kalitesi parametresi (bulanıklık) ölçülmüştür. En fazla bulanıklık değeri, 30 - 1374 (NTU) ve en fazla AKM konsantrasyonu ise 59 - 1383 mg/l değeri ile Çoruh Nehri üzerinde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bulanıklık değerleri ile AKM konsantrasyonu arasında anlamlı bir ilişki olduğu, AKM konsantrasyonunun mevsimsel değişimlerden etkilendiği, rezervuar alanına dökülen Murgul Deresi'nin önemli miktarda katı madde taşıdığı tespit edilmiştir.

1. Giriş

Bilindiği üzere suyun hidrodinamik etkisi ile yatağın oyulması neticesi harekete başlayan, belli bir süre sonra yatak tabanı üzerinde sürüklenerek veya su içerisinde asılı halde hareketine devam eden ve belli bir zaman sonra çökelen malzemeye sediment adı verilmektedir.

Tanımdan da anlaşılacağı üzere sediment taşınımı su hareketinin direkt fonksiyonudur. Su kütlesi içindeki taşınımı esnasında sediment parçacıkları üç kategoriye ayrılabilir: silt, kil ve kum. Bu üç maddeyi de içeren süspansiyon, nehir yatağı ile etkileşim halinde olan kaba (iri) malzeme ve sıçrama hareketi yapan taneciklerden oluşmaktadır.

¹ İnş.Y.Müh. DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü, Trabzon

² Doç.Dr. KTÜ., Müh. Fak., Trabzon

³ Arş.Gör. KTÜ., Müh. Fak., Trabzon

⁴ Prof.Dr. ZKÜ., Müh. Fak., Zonguldak

⁵ İnş.Müh. DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü, Trabzon

Suda bulunan bulanıklığı belirlemek için su içinden ışık geçirilir ve ışığın ne derece engellenmiş olduğu ölçülür. Işık şiddetinde meydana gelen azalma ile bulanıklık derecesi belirlenir. Askıdaki katı madde (AKM) ise gözenek boyutu 1.2 µm olan filtrelerden süzülerek ayrılabilir (Yalçın ve Gürü, 2002).

Akarsuyun taşıdığı katı maddelerin büyük bir kısmı, akım hızının ve türbülansın küçülmesiyle baraj haznesinde çökeler. Bu çökme haznenin çeşitli bölgelerinde farklı şekillerde oluşur. Sürüntü hareketi yapan taneler ve askı halinde taşınan malzemenin iri tanelerden oluşan kısmı haznenin hemen girişinde çökerek bir delta oluşturur. Askı halindeki ince taneler ise, haznenin tabanının yakınında bir yoğunluk akıntısı oluşturarak ilerler ve baraj gövdesi yakınında çökeler. Çok ince tanelerin bir kısmı dolusavak ve dip savak yoluyla hazneden çıkabilir (Bayazit, 1996).

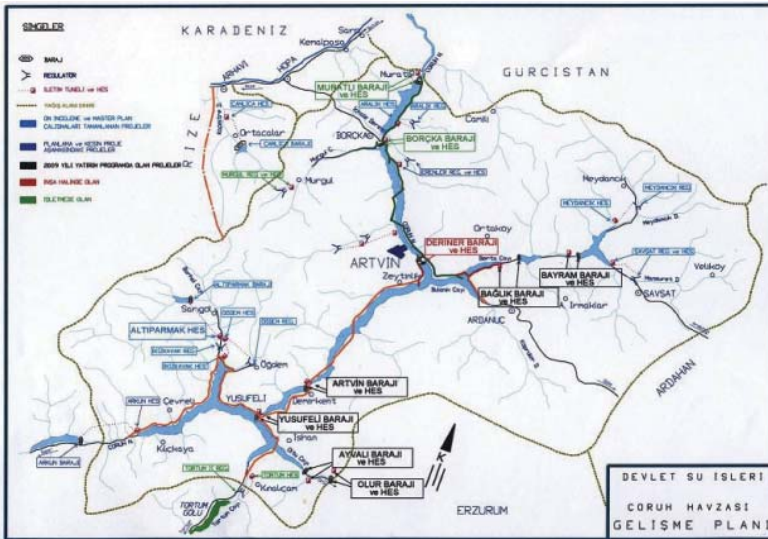
Akarsu yapılarının planlaması ve projelendirilmesinde akarsudaki sediment hareketinin bilinmesi ve toplam sediment miktarının hesaplanması önem arz etmektedir. Çünkü barajda katı madde yığılmasının özellikle faydalı biriktirme hacmine, çıkış yapılarının ve dinlenme yerlerinin seçimine ve boyutlandırılmalarına, hatta barajın işletmesine önemli etkileri vardır. Ayrıca baraj göllerinde toprak yığılması, nehirdeki ulaşım açısından ve yapılacak iskeleler bakımından da önemlidir. Taşkın yataklarının yükselmesi, daha sık sel baskınları olmasına sebep olur. Bunun sonucu olarak, verimli tarı alanları kumla örtülür ve gübrelemenin etkisi azalır. Sulama ve su arıtma sistemlerinin masrafları artar, vana, kapak, türbin gibi mekanik kısımlar aşınır. Bu bakımdan bir barajda ne kadar katı madde yığılacağına bilinmesi yeterli değildir. Ayrıca bu maddelerin nasıl ve nerede yığılacağı da önemlidir (Ağralıoğlu, 2004).

Çalışmanın amacı; Borçka Barajı rezervuar alanında ve rezervuara dökülen yan derelerde belirlenen gözlem istasyonlarındaki askıda katı madde (AKM) ve bulanıklık değerlerini, bu değerlerin yersel ve zamansal değişimini tespit ederek, askıda katı madde (AKM) ve bulanıklık değerleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.

2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Çoruh Nehri Havzası içerisinde bulunmaktadır. Çoruh Nehri Havzası, Türkiye'nin kuzeydoğusunda 39° 55' - 41° 32' Kuzey enlemleri ile 39° 40' - 42° 39' Doğu boylamları arasında yer alır. Havza, Kuzeyde Doğu Karadeniz Dağları, Kuzey-Batıdan Giresun Dağları, Güney-Batı ve Güneyden Otlukbeli Dağları ile Dumlu Dağı, Güney-Doğudan Allahuekber Dağları ve Doğudan Yalnızçam Dağları ile sınırlanmıştır (Şekil 1). Çoruh Nehri'nin Türkiye sınırını terk ettiği nokta baz alındığında yağış alanı yaklaşık 20 000 km² olup, bu alanın büyük bir bölümü Doğu Karadeniz Bölgesi'ne, kalan bölümü ise Doğu Anadolu Bölgesi'ne aittir (Malkoç, 2002). Bayburt İli'nde doğan ve toplam uzunluğu 431 km olan Çoruh Nehri'nin son 20 km'si Gürcistan sınırları içerisinde olup, bu ülke sınırları içerisinde Karadeniz'e dökülmektedir. Çoruh Nehri'nin enerji üretebilecek toplam düşüşü ise 1420 m'dir.

Çoruh Nehri, Türkiye'deki nehir havzaları içinde ekonomik potansiyeli % 45 ile en yüksek olan bir havzadır. Çoruh Havzası'nda, 10 tanesi anakol üzerinde olmak üzere toplam 27 adet hidroelektrik santral projesi planlanmıştır. Havza toplamında yılda yaklaşık 12.000 GWh enerji üretilerek olup bu rakam toplam üretilen hidroelektrik enerjimizin % 27'si, toplam enerjimizin ise % 7'si miktarındadır (Sucu, 2008).



Şekil 1 - Çoruh Havzası Gelişme Planı

Çoruh Nehri ana kolü üzerinde planlanmış olan barajlar; Yukarı Çoruh Havzası'nda; Laleli, İspir, Güllübağ, Aksu ve Arkun, Orta Çoruh Havzası'nda; Yusufeli ve Artvin, Aşağı Çoruh Havzası'nda; Deriner, Borçka ve Muratlı Barajlarıdır.

3. Borçka Barajı ve HES

Aşağı Çoruh Havzası'nda yapımı tamamlanan Borçka Barajı ve HES enerji üretimi amaçlı planlanmış olup 28.02.2007 tarihinde Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) Genel Müdürlüğü tarafından devir alınarak üretime geçilmiştir (Şekil 2). Borçka Barajı, Çoruh Nehri'nin mansabından membaya doğru yapılmış ikinci barajdır.

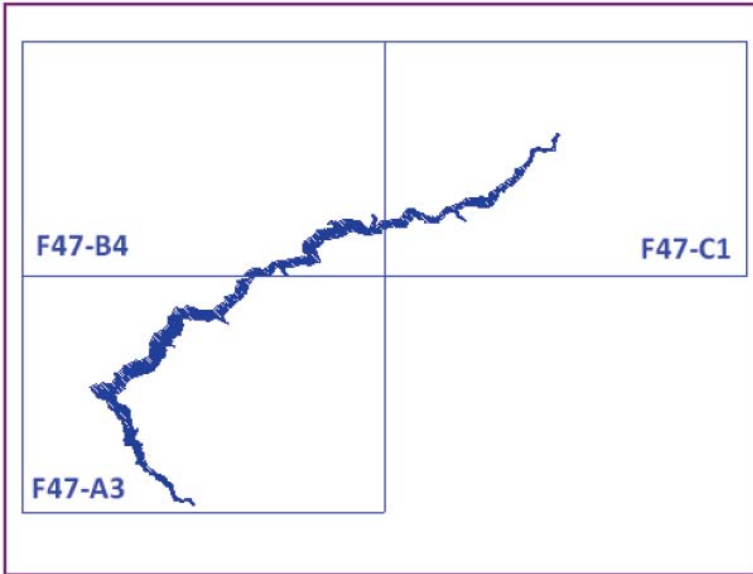


Şekil 2 - Borçka Barajı ve HES

araj yeri, oruh Nehri ile yan kollarından biri olan Murgul ayının birleşim yerinin takriben 300 m mansabında, Borçka İlçe merkezinin yaklaşık olarak 1,5 km membasında ve Artvin İli'nin 25 km kuzeybatısındadır. Kil ekirdekli, zonlu dolgu tipinde olan barajın kurulu gücü 300 MW, yıllık üretilecek enerji miktarı ise 1039 Gwh olarak beklenmektedir (Tablo 1). Proje Alanı, Artvin F47-a3, F47-b4, F47-c1 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalarda yer almaktadır ve ilgili nehrin sayısal görüntüsü Şekil 3'te verilmektedir.

Tablo 1 - Barajın Özellikleri

Tipi	Merkezi kil çekirdekli zonlu dolgu
Baraj yerinde ortalama akım	$5,655 \times 10^9 \text{ m}^3$
Max. taşkın su kotu	187,00 m
Max. işletme su kotu	185,00 m
Min. işletme su kotu	170,00 m
Toplam depolama hacmi	$418,95 \times 10^6 \text{ m}^3$
Aktif depolama hacmi	$150,78 \times 10^6 \text{ m}^3$
Rezervuar alanı (185 m kotunda)	$10,84 \times 10^6 \text{ m}^2$
Rezervuar uzunluğu	30,50 km
Talvegden yükseklik	86,00 m
Kret uzunluğu	557,00 m



Şekil 3 - Borçka Barajı Rezervuar Alanının 1/25.000 ölçekli paftaları

4. Yöntem

Çalışma periyodu Aralık 2010 - Mayıs 2011 dönemlerini kapsamakta olup, ayda bir kez olmak üzere toplamda 6 kez yerinde bulanıklık ölçümü ile laboratuvarda askıda katı madde tayini yapılmıştır. Bulanıklık ölçümleri yerinde Hydrolab DS5 Su Kalitesi Ölçüm Sondasıyla NTU (Nephelometric Turbidity Units) cinsinden belirlenmiş olup, alınan yüzeysel su örnekleri laboratuvarda filtre edilerek AKM konsantrasyonu mg/l cinsinden belirlenmiştir. Su örnekleri, 47 mm çaplı süzme haznesine sahip Sartorius marka filtrasyon seti ile gözenek boyutu 1,2 µm olan 47 mm çaplı cam yünü filtreler kullanılarak filtre edilmiş, 105 °C'de 6 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Sonrasında desikatöre alınarak oda sıcaklığına getirilmiş ve 0,0001 gr hassasiyetli Sartorius marka hassas terazide tartılmıştır.

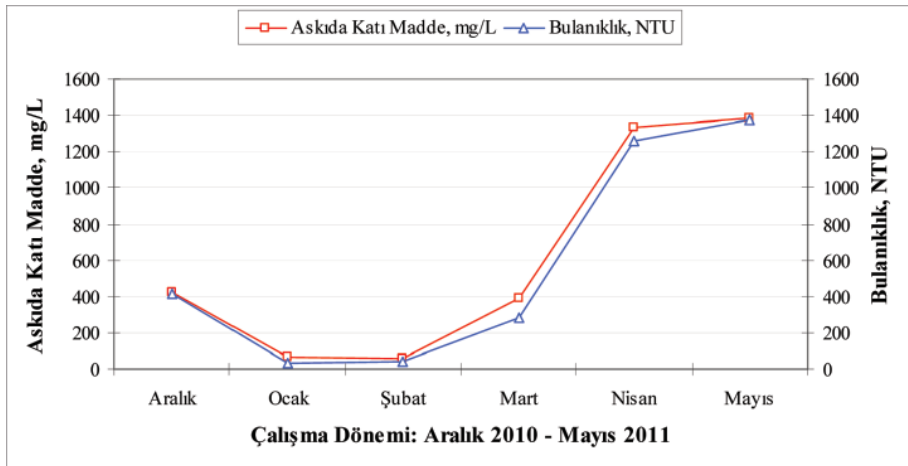
5. Bulgular

Çalışmada dört adet gözlem istasyonu belirlenmiştir. Bu istasyonlar barajın; membasında (Çoruh Nehri), yan dere (Murgul Çayı) üzerinde, rezervuarında ve mansap noktasında seçilmiştir.

Aralık 2010 - Mayıs 2011 dönemlerini kapsayan çalışmada; baraj membası, Murgul Çayı, rezervuar alanı ve barajın mansabı için elde edilen bulanıklık ve AKM konsantrasyonu değerleri sırasıyla Tablo 2'de ve Şekil 4, 5, 6 ve 7'de verilmektedir.

Tablo 2 - Bulanıklık (NTU) ve AKM konsantrasyon(mg/l) değerleri

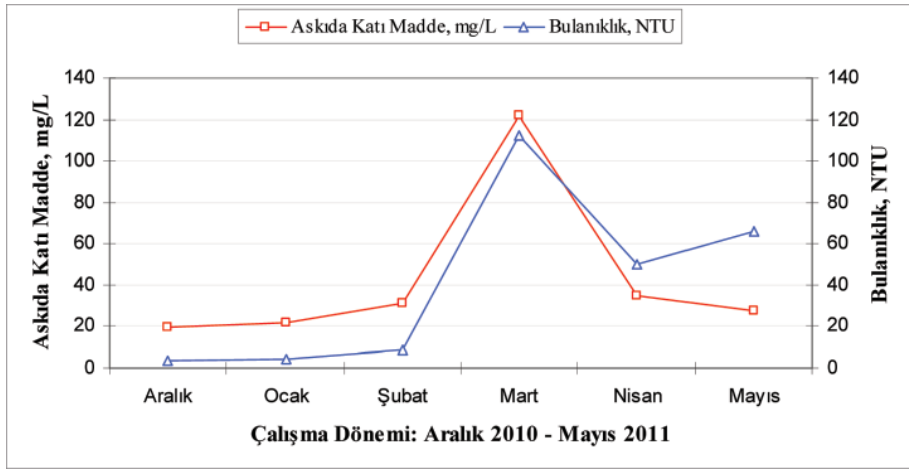
Parametre	Çoruh Nehri	Murgul Çayı	Rezervuar Alanı	Barajın Mansabı
Bulanıklık (NTU)	30 - 1374	58 - 402	4 - 112	1 - 136
AKM (mg/l)	59 - 1383	90 - 609	19 - 122	21 - 62



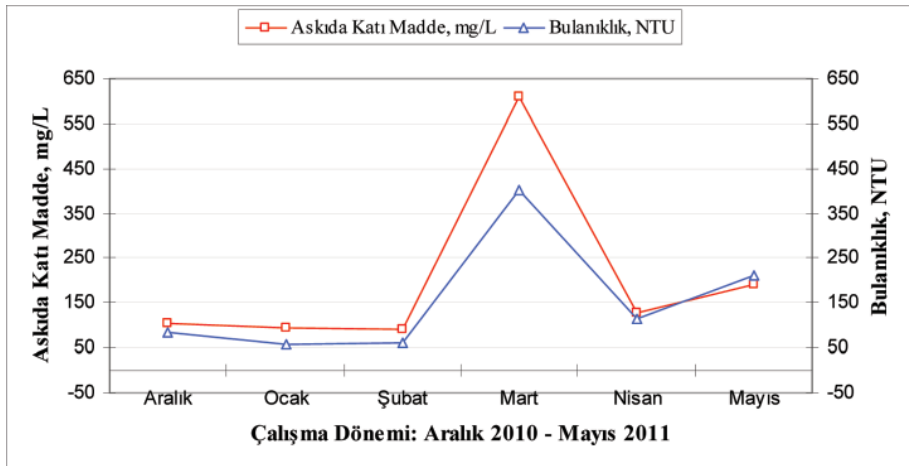
Şekil 4 - Barajın membasındaki gözlem istasyonu için AKM ve bulanıklık değerleri

Barajın membasında (Çoruh Nehri) seçilen istasyon için bulanıklık değerleri 30 - 1374 NTU arasında değişmekte olup; en düşük değerlere kış aylarında (ortalama 161 NTU) en yüksek değerlere ise ilkbahar aylarında (ortalama 971 NTU) rastlanılmıştır. AKM konsantrasyonu değerleri ise 59 - 1383 mg/l arasında değişmekte olup, ilkbahar aylarında ortalama 1035 mg/l, kış aylarında ise 183 mg/l olarak ölçülmüşür. Bağımsız değişken olarak bulanıklık değerleri, bağımlı değişken olarak AKM değerleri kullanılarak yapılan lineer regresyon analizinde korelasyon katsayısı 0,99 olarak belirlenmiştir.

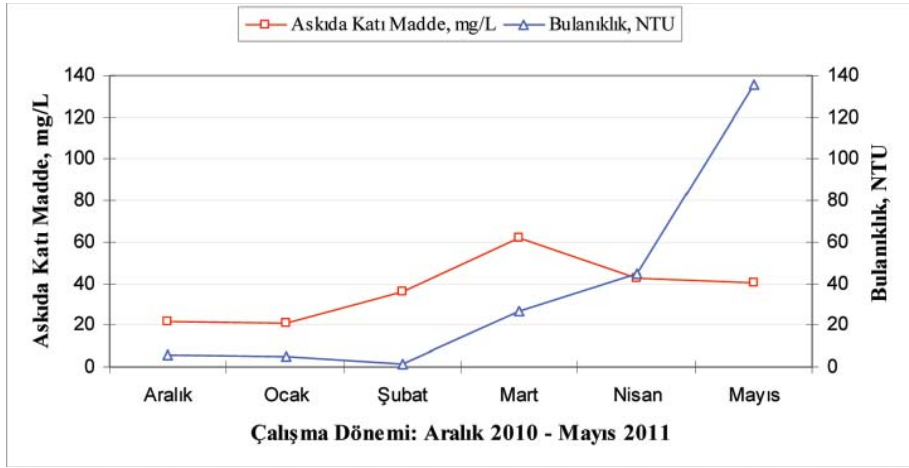
Murgul ayı üzerinde seçilen istasyon için bulanıklık değerleri 58 - 402 NTU arasında değişmekte olup; en düşük değerlere kış aylarında (ortalama 67 NTU) en yüksek değerlere ise ilkbahar aylarında (ortalama 242 NTU) rastlanılmıştır. AKM konsantrasyonu değerleri ise 90 - 609 mg/l arasında değişmekte olup, ilkbahar aylarında ortalama 308,88 mg/l kış



Şekil 5 - Baraj rezervuarındaki gözlem istasyonu için AKM ve bulanıklık değerleri



Şekil 6 - Murgul ayı üzerindeki gözlem istasyonu için AKM ve bulanıklık değerleri



Şekil 7 - Barajın mansabındaki gözlem istasyonu için AKM ve bulanıklık değerleri

aylarında ise 97 mg/l olarak elde edilmiştir. AKM konsantrasyonu tahmini için yapılan lineer regresyon analizinden korelasyon katsayısı 0,94 olarak belirlenmiştir.

Rezervuar alanında baraj gövdesine yakın seçilen istasyon için bulanıklık değerleri 4 - 112 NTU arasında değişmekte olup; en düşük değerlere kış aylarında (ortalama 5 NTU) en yüksek değerlere ise ilkbahar aylarında (ortalama 76 NTU) rastlanılmıştır. AKM konsantrasyonu değerleri ise 19 - 122 mg/l arasında değişmekte olup, ilkbahar aylarında ortalama 61 mg/l kış aylarında ise ortalama 24 mg/l olarak elde edilmiştir. AKM konsantrasyonu tahmini için yapılan lineer regresyon analizinden korelasyon katsayısı 0,71 olarak belirlenmiştir.

Barajın mansabında seçilen istasyon için bulanıklık değerleri 1 - 136 NTU arasında değişmekte olup; en düşük değerlere kış aylarında (ortalama 4 NTU) en yüksek değerlere ise ilkbahar aylarında (ortalama 71 NTU) rastlanılmıştır. AKM konsantrasyonu değerleri ise 21 - 62 mg/l arasında değişmekte olup, ilkbahar aylarında ortalama 48 mg/l kış aylarında ise 26 mg/l olarak elde edilmiştir. AKM konsantrasyonu ve bulanıklık ilişkisini kurmak için yapılan lineer regresyon analizi sonucunda; bulanıklık değerlerinin yüzeysel akış ve su derinliği gibi değişkenler sebebiyle ani değişimler gösterdiği belirlenmiştir.

6. Sonuçlar

Elde edilen bulanıklık ve AKM konsantrasyonu değerleri incelendiğinde, söz konusu istasyonlar için bulanıklık ve AKM konsantrasyonu değerlerinin Mart ve Nisan aylarında önemli artış gösterdiği belirlenmiştir. Murgul çayı üzerinde kurulmuş olan bakır işletmelerinin çalıştığı dönemlerde; Murgul çayı üzerindeki istasyonda AKM konsantrasyonu ve bulanıklık değerlerinde önemli artışlar olmaktadır. Baraj gövdesine yakın seçilen istasyonun bulanıklık ve AKM konsantrasyonu değerleri ise, Murgul çayının rezervuara döktüğü noktaya çok yakın olduğundan Murgul çayındaki değerlerin değişiminden de etkilenmektedir. Bulanıklıktaki değişimler yüzeysel akış ve derinlikteki değişimlerle yakından ilişkili olup; Mayıs ayında dolu savaktan geçen suyun mansapta birikmiş su için-

deki askıdaki malzemeyi harekete geçirdiği ve bununda barajın mansabında bulanıklığı arttırdığı belirlenmiştir. Lineer regresyon analizleri genel itibarıyla AKM konsantrasyonu ve bulanıklık okumaları arasında doğrusal bir bağımlılığın olduğunu göstermektedir.

Teşekkür

Çalışmaya (2009.112.001.1 Kod No'lu Baraj Gölü Katı Madde Dağılımının Uzaktan Algılama Tekniği İle Tespiti isimli proje) verdiği katkılardan dolayı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Ağıraltıoğlu, N., Baraj Planlama ve Tasarımı, Özener Matbaacılık, İstanbul, 2004.
2. Bayazıt, M., Biriktirme Haznelerinin Tasarımı ve İşletilmesi, İTÜ, 1997.
3. Malkoç, Y., 2002, Çoruh Nehri Havzasının Hidrometeorolojik Özelliklerin Belirlenmesi, Doktora, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
4. Sucu, S. ve Din, T., TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 2008, ss. 33-38, Ankara.
5. Yalçın, H., Gürü, M., Su Teknolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara, 2002.