

# HİDROMETRİ (SU ÖLÇÜMÜ) UYGULAMALARINDA DEBİ ÖLÇÜMLERİ

Bekir Ragıp YURTSEVEN<sup>1</sup> - Serdar KALKAVAN<sup>2</sup>  
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü<sup>1,2</sup>  
Etüt, Planlama ve Tahsisler Dai. Bşk. – Rasatlar Şube Md.<sup>1,2</sup>  
Meteoroloji Mühendisleri Odası Hidroloji Komisyonu Üyesi<sup>2</sup>

## ÖZET

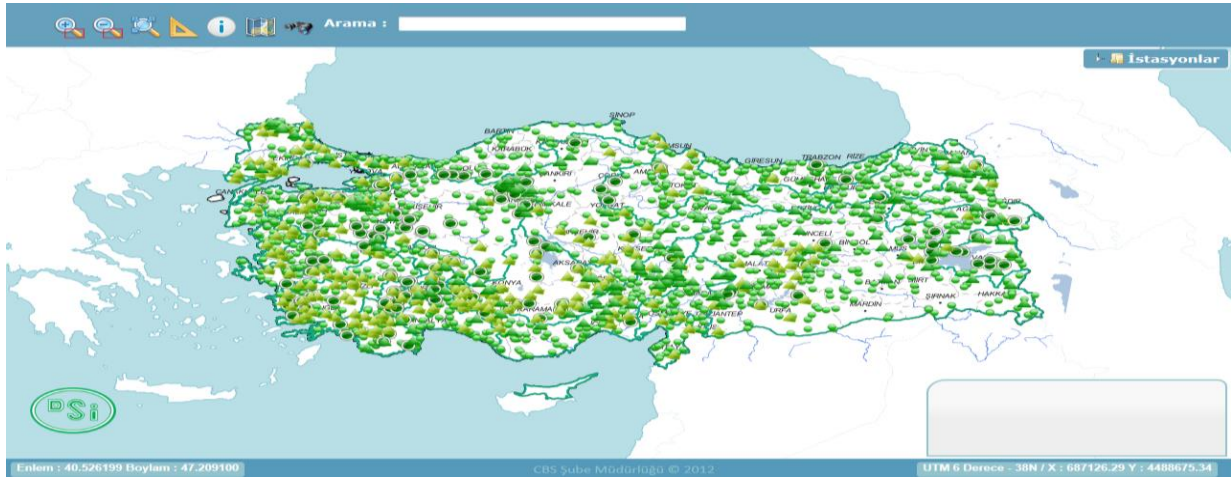
Belirli bir kesit alanından geçen suyun belirli zamanda geçişini ifade eden miktarına o akışkanın debisi yada akımı denir. Birimi m<sup>3</sup>/s veya l/s'dir. Akarsuların debi ölçümlerinde doğruluk ve süreklilik; su yönetimi, su depolama yapılarının planlanması ve boyutlandırılmasında büyük önem taşımaktadır. Ayrıca taşkınların önceden tahmin edilmesi ve buna bağlı olarak can ve mal güvenliğinin sağlanması açısından çok büyük fayda sağlamaktadır.

Türkiye'deki 25 havzada genel olarak eşelli ve limningraflı tesis edilen Akım Gözlem İstasyonlarında (AGİ) seviye ölçümlerinin yanında debi ölçümleri de yapılmakta ve seviye debi ilişkisini gösteren anahtar eğrilerinin çizimi ve kullanımı esas alınmıştır. Gelişmeler daha çok seviye kayıtlarının ve akım anahtar eğrilerinin iyileştirilmesine yönelik olmuştur. Debi ile seviye arasındaki ilişkiyi daha iyi tanımlayan anahtar eğrisini elde etmek için, hassas debi ölçüm cihazlarının kullanılması gereklidir. Bunlar arasında en çok kullanılan, akım hızını ölçen mülinelerdir. Mulineler, pervanenin devir sayısına göre suyun hızını ölçen aletlerdir. Son yıllarda gelişen teknolojiyle ses dalgasının su içerisindeki iletimi ve yansıması prensiplerine dayanan akım hızı ölçüm sistemleri önem kazanmaya başlamıştır. Bu makalede, debi ölçümleri ve debi ölçüm cihazları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz genelinde akım ölçümleri 1935 yılında Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır. Daha sonra buna 1954 yılında kurulan Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü ilave olmuştur. Her kurum kendisi tarafından açılan Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) ile akım ölçümlerini yapmıştır. 2011 yılı sonuna kadar ölçüm faaliyetleri her iki kurum tarafından yürütülmüştür. EİEİ kurumu 02.11.2011 tarih ve 662 Sayılı KHK ile kapatılarak hidrometrik ölçüm faaliyetleri DSİ'ye devredilmiştir.

DSİ, bünyesindeki Rasatlar Şube Müdürlüğü kontrol ve denetiminde ülke genelinde 1330 adet Akım Gözlem İstasyonu (AGİ), 100 adet Göl Gözlem İstasyonu (GGİ), 245 adet Kar Gözlem İstasyonu (KGİ), 146 adet Meteoroloji Gözlem İstasyonu (MGİ), 155 adet Sediment Gözlem İstasyonu (SGİ) ve 2000 civarında müteferrik gözlem istasyonu işletilmektedir. Bu gözlem istasyonlarından; 927 adet AGİ, 57 adet GGİ, 46 adet KGİ'den seviye bilgileri ve 9 adet kapalı sistem debi ölçüm verisi uzaktan algılamalı (on-line) olarak takip edilmektedir.



Şekil 1 DSİ Genel Müdürlüğü Rasatlar Şube Müdürlüğü Gözlem Ağı Haritası (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>)

Bir akarsuyun debisini bilmek bize o akarsu ile alakalı çok fayda sağlar. Örneğin geçmiş yıllardaki debisi bilinen bir akarsuyun son dönemlerde debisinde azalma var ise bu azalma bize o su kaynağının bulunduğu havzanın son yıllarda yeteri kadar yağış almadığı görüşü ilk akla gelendir. Eğer bir akarsuyun debisini bilmezsek o akarsuyun üzerinde herhangi bir yapı inşa edemeyiz. Akarsuyun debisi hatalı tespit edilip inşaa edilmesi durumunda ise su yapısı değişen debiyle beraber yükselecek olan su, yapılara zarar verebilir, taşkınlara, sellere sebep olabilir, hatta yıkılıp mansabında büyük zararlara yol açabilir.

Hidrometrik uygulamaların debi hesaplarında geleneksel metot, su seviyelerini ölçmek ve seviye-debi arasındaki ilişkiyi gösteren akım anahtar eğrisini oluşturarak su seviyelerini debiye dönüştürmektir. Su seviyesi eşel aletiyle manuel, limningraf cihazı ile dijital ölçülür. Akım anahtar eğrisini oluşturmak için ise belirli periyotlarda (ayda en az bir) istasyonun ölçü kesitinde muline cihazı veya diğer yöntemlerle yapılan debi ölçümleri gerekir.

Akarsularda su miktarını bir günde, bir ayda bir yılda veya hesabı istenilen daha uzun sürelerde geçen su miktarını nasıl bilebiliriz? Bu amaçla akarsularda AGİ'ler kurulmuştur. Kurulan AGİ'lerde yapılan gözlem ve ölçümlerle akarsu hakkında hidrometrik veriler elde edilir.

## 2. AKIM GÖZLEM İSTASYONU (AGİ)

Akarsu üzerinde belirli noktalarda inşa edilen, sabit bir röpere göre su yüzeyi seviyesinin günlük veya sürekli olarak kaydedildiği, periyodik olarak akış hızının ve debisinin ölçüldüğü tesislerdir.



Şekil 2 D02A100 Kurudere – Pargalı AGİ (DSİ Rasatlar Şube Müdürlüğü Arşivi 2020)

Bir akım gözlem istasyonunun çalıştırılmasındaki esas amaç o akarsuyun, istasyonun bulunduğu yerdeki akarsu en kesitinden geçirdiği su miktarının tespitidir.

AGİ'lerde kullanılan zamana bağlı olarak seviye değişimlerini sayısal olarak ölçen ve kaydeden cihazlara Limningraf denir. Bu cihazlarla akarsu ve göllerde seviye değişimleri kesintisiz ve istenilen zaman aralıklarında kayıt edilir.

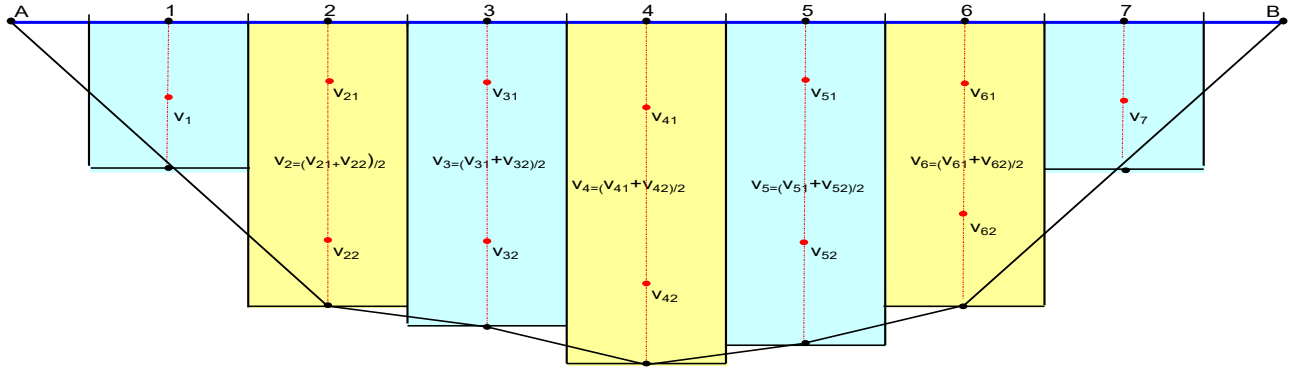
AGİ'lerde sadece su seviye değişimleri takip edildiğinden seviye değişimlerine karşılık gelen debiler muline cihazları yardımı ile ölçülür. Mulinelerle su hızı ölçümü yapılır. Su içerisinde bir pervanenin suyun akış hızına bağlı olarak belirli sürede dönme sayısı kullanılarak hız ölçümleri yapılmaktadır. Akarsu ve açık kanallarda muline ile belirlenen hız değerleri ile, ölçüm yapılan kesit alanı dikkate alınarak debi değerine dönüştürülür.

Mulinelerde, yatay veya düşey bir eksen etrafında dönen bir pervane bulunur. Pervanenin dönme hızı akımın hızıyla orantılıdır. Suyun derinliği fazla ise ve suya girilerek ölçüm yapılamayacak durumda ise askıda debi ölçümü yapılır. Bu durumda mulineyi akım doğrultusuna yönelten bir kuyruk ve sürüklenmesini önleyen bir ağırlık vardır.



Şekil 3 Muline Cihazı

Debi hesabında uygulanan yöntem, bir akarsuyun enine kesitini yeterli sıklıkta parçalara ayırıp derinlik ve ara mesafelerini ölçerek alanlarını hesaplamak ve bu alanların ortalama hızlarını muline ile ölçerek, bu alanlardan geçen debileri hesaplayıp bunları toplayarak kesitten geçen toplam debiyi bulmaktır.



Şekil 4 Akarsu En Kesitinde Muline ile Yapılan Debi Ölçümünün Şematik Gösterimi

$$\text{DEBİ (Q)} = \sum_{i=1}^n a_i * v_i$$

$$\text{TOPLAM DEBİ} = A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 + \dots + A_n \times V_n$$

i: Kesit sayısı,

Ai: Kesit alanı, (m<sup>2</sup>)

Vi: Kesitteki hız, (m/s)

Q: Debi, (m<sup>3</sup>/s)

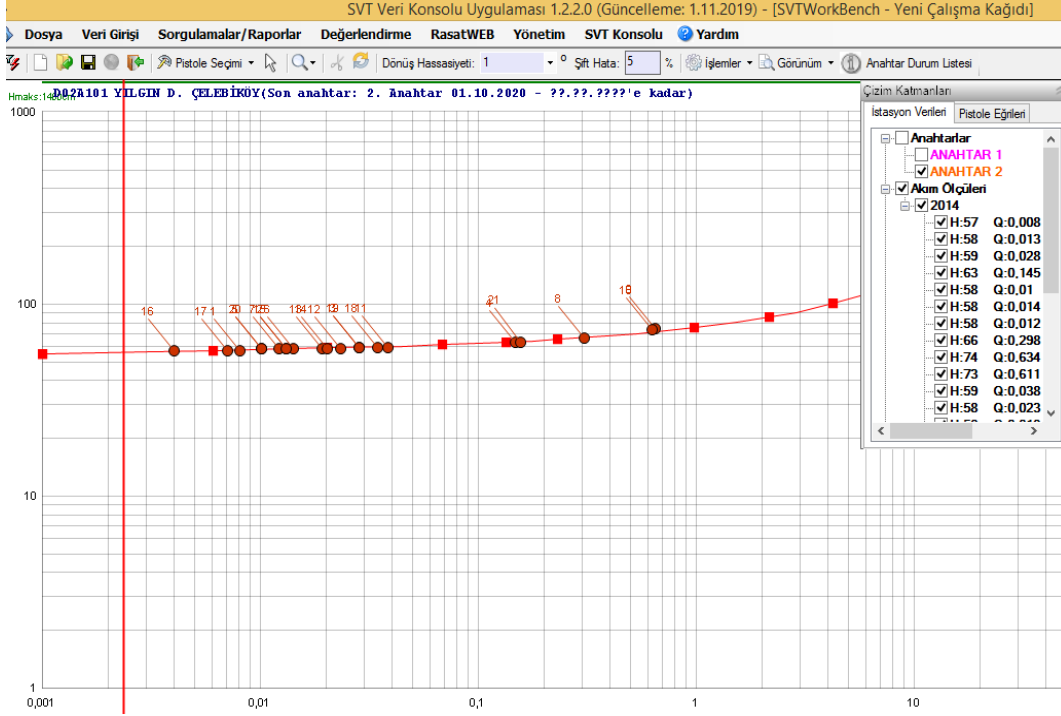
### 3. AKARSULARDA MULİNE İLE YAPILAN DEBİ ÖLÇÜMLERİ

1. Girilerek yapılan debi ölçümü
2. Oto krenle yapılan debi ölçümü
3. Teleferikle yapılan debi ölçümü
4. Botla yapılan debi ölçümü

AGİ'lerde belirli periyotlarda mulinelerle yapılan debi ölçümleri sürekli değil anlıktır. Meteoroloji Mühendisleri Odası Hidroloji Komisyonu

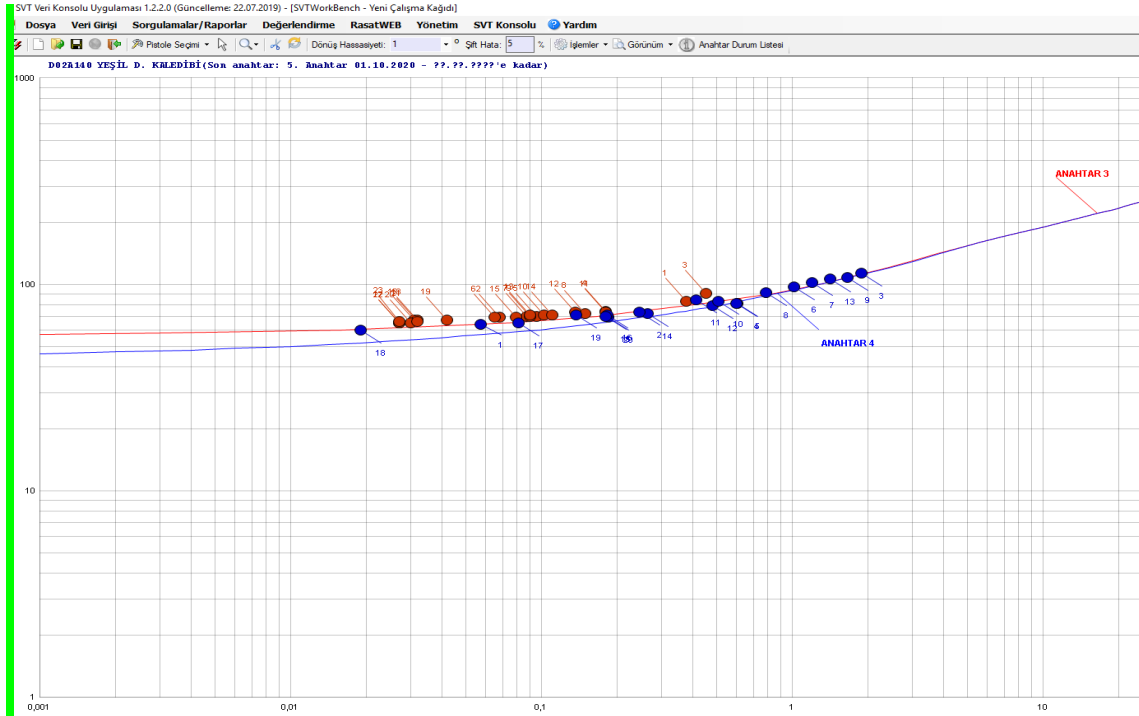
Anlık olarak elde edilen debi ise yapılan ölçümdeki seviye ile ilişkilidir. Debinin sürekliliği içinse minimum ve maksimum seviyeye karşılık gelen debileri gösteren akım anahtar eğrisine (debi süreklilik eğrisi) ihtiyaç vardır.

Bir AGİ'deki akım anahtar eğrisini oluşturmak için, o kesitte periyodik olarak çeşitli seviyelerde muline cihazı ile yapılan debi ölçüleri DSİ Su Veri Tabanı (SVT) programı yardımıyla noktalanır ve bu noktaları temsil eden en uygun eğri program vasıtasıyla çizilir.



Şekil 5 D02A101 No'lu Yılgın Dere-Çelebiköy 2014 Su Yılı Akım Ölçüleri ve Akım Anahtar Eğrisi (DSİ, SVT Ekran Görüntüsü )

Şayet ölçüler anahtar eğrisine oturmasaydı ve sapma gösterseydi, sapma gösteren ölçüden itibaren yeni bir anahtar eğrisi çizilmesi gerekecekti. Bunun bir örneği Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6 D02A140 No'lu Yeşil Dere-Kaledibi 2014 ve 2015 Su Yılları Akım Ölçüleri ve Akım Anahtar Eğrisi (DSİ, SVT Ekran Görüntüsü)

AGİ'de debi ile seviye arasında bir ilişki olduğundan, doğru bir debinin elde edilebilmesi, seviyelerin doğru elde edilmesiyle mümkün olmaktadır. Limnigraf cihazı ile istenilen zaman aralıklarında (bir saat / yarım saat / 15 dakika vb.) günlük kaydedilen su seviyelerin ortalaması hesap edilerek o güne ait ortalama su seviyesi tespit edilir.

Günlük ortalama su seviyelere karşılık debiler, akım anahtar eğrisi sayesinde bulunur. Böylelikle o istasyonun bir su yılına ait günlük, aylık ve yıllık tüm debileri bulunmuş olunur. Aşağıda tek anahtar eğrisinden elde edilen 54 cm ile 149 cm arasındaki seviyelere karşılık gelen debiler örnek olarak görülmektedir. Akım anahtar eğrisi ölçülen maksimum su seviyesine kadar uzatılabilir.

Anahtar Tablo Ekranı

Boş Tablo Kaydet Farklı Kaydet Hesapla Excel' e Aktar Kapat Yardım CBS için Kaydet

D02A101 YILGIN D. ÇELEBIKÖY istasyonuna ait 2 numaralı anahtarı görüntülemektir. Anahtar No: 2 Yükle Değiştir Anahtarı Sil

Bir sütunu tümüyle sabitlemek için sütun başlığına çift tıklayınız. Sütunu serbest bırakmak için sütun başlığına sağ tıklayınız.  
 - Klavyeden girdiğiniz ara değerler farklı renklerle işaretlenir ve doldurma için sabit olarak alınır. Sabit bir değeri kaldırmak için hücreyi seçip Escape tuşuna basın veya hücre içeriğini temizleyin.  
 - Seçtiğiniz hücrelerin sabit/hesaplanır özelliğini değiştirmek için Shift tuşunu kullanabilirsiniz.

	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	Fark
0.40											
0.50					0.000	0.001	0.003	0.006	0.013	0.020	
0.60	0.044	0.067	0.095	0.132	0.174	0.226	0.285	0.344	0.402	0.461	0.182/0.294
0.70	0.520	0.607	0.694	0.780	0.867	0.954	1.060	1.160	1.270	1.370	0.434/0.526
0.80	1.480	1.600	1.730	1.850	1.980	2.100	2.230	2.370	2.500	2.640	0.620/0.670
0.90	2.770	2.900	3.040	3.170	3.300	3.430	3.570	3.700	3.830	3.970	1.330
1.00	4.100	4.230	4.370	4.500	4.640	4.770	4.900	5.040	5.170	5.310	1.340
1.10	5.440	5.570	5.710	5.850	5.980	6.110	6.250	6.380	6.520	6.650	1.350
1.20	6.790	6.930	7.060	7.200	7.330	7.470	7.600	7.740	7.870	8.010	1.350
1.30	8.140	8.280	8.410	8.550	8.680	8.820	8.960	9.090	9.230	9.360	1.360
1.40	9.500	9.640	9.780	9.920	10.10...	10.20...	10.30...	10.50...	10.60...	10.80...	1.400

Şekil 7 D02A101 Yılgin Dere-Çelebiköy İstasyonuna Ait Akım Anahtar Eğrisinin Okunmuş Hali

Su yılı debi tablosundan o istasyonun ait akım yıllığı oluşturulur. Oluşturulan akım yıllığında; istasyona ait genel bilgiler, gözlem süresince ölçülen maksimum ve minimum akım, o su yılına ait aylık maksimum ve minimum akımlar, aylık ortalama ve toplam akımlar gibi bilgiler bulunur.



[2. Marmara Havzası  
D02A101 YILGIN D. ÇELEBİKÖY

YERİ : AĞVA KANDIRA YOLUNUN 5 KM'SİNDE KARAMOLU KÖPRÜSÜNDEDİR. (PAFTA F23-C3)  
29°53'57" Doğu - 41°5'32" Kuzey

YAGIŞ ALANI : 17,50 km<sup>2</sup> YAKLAŞIK KOT : 27 m

GÖZLEM SURESİ : 01.05.1989 - 30.09.2014

ORTALAMA AKIMLAR : Gözlem süresinde 0.201 m<sup>3</sup>/an. (25 Yıllık ) 2014 Su yılında 0.047 m<sup>3</sup>/an.

ANLIK EN ÇOK VE EN AZ AKIMLAR:

2014 Su yılında anlık en çok akım	:	5.970	m <sup>3</sup> /an	02.08.2014
2014 Su yılında anlık en az akım	:	0.003	m <sup>3</sup> /an	29.06.2014
Gözlem süresinde anlık en çok akım	:	13.500	m <sup>3</sup> /an	31.10.2009
Gözlem süresinde anlık en az akım	:	0.000	m <sup>3</sup> /an	30.09.1993

1. Anahtar Eğrisi (Seviyeler cm olarak)

Seviye	Akım	Seviye	Akım	Seviye	Akım	Seviye	Akım
37	0.000	80	1.9	160	6.5	210	9.5
39	0.017	100	3.0	170	7.1	220	10.1
45	0.218	120	4.1	180	7.7	230	10.7
55	0.650	140	5.3	190	8.3	240	11.3
65	1.2	150	5.9	200	8.9	250	11.9

Akımlar 01 Ekim 2013 'den 30 Eylül 2014' a kadar m<sup>3</sup>/an olarak

Gün	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
01	0.007	0.016	0.029	0.007	0.016	0.029	0.029	0.016	0.016	0.007	0.007	0.007
02	0.007	0.016	0.029	0.007	0.016	0.029	0.029	0.016	0.016	0.007	0.007	0.007
03	0.016	0.016	0.050	0.007	0.016	0.029	0.029	0.016	0.016	0.007	0.547	0.007
04	0.016	0.016	0.050	0.007	0.016	0.029	0.029	0.016	0.016	0.007	0.092	0.007
05	0.029	0.016	0.029	0.007	0.016	0.029	0.029	0.016	0.029	0.007	0.050	0.007
06	0.029	0.016	0.029	0.007	0.016	0.029	0.029	0.029	0.016	0.007	0.029	0.007
07	0.016	0.016	0.050	0.007	0.016	0.016	0.029	0.029	0.016	0.007	0.016	0.007
08	0.016	0.016	0.134	0.007	0.016	0.029	0.029	0.029	0.016	0.007	0.016	0.007
09	0.016	0.016	0.092	0.007	0.016	0.219	0.029	0.092	0.016	0.007	0.618	0.134
10	0.016	0.016	0.134	0.007	0.016	0.889	0.016	0.219	0.016	0.007	0.261	0.029
11	0.007	0.016	0.219	0.007	0.016	1.84	0.029	0.177	0.016	0.007	0.134	0.016
12	0.007	0.016	0.134	0.007	0.016	0.980	0.029	0.177	0.016	0.007	0.092	0.016
13	0.007	0.016	0.092	0.007	0.016	0.547	0.016	0.134	0.016	0.007	0.050	0.016
14	0.016	0.016	0.092	0.007	0.016	0.332	0.016	0.092	0.016	0.007	0.029	0.016
15	0.016	0.016	0.050	0.007	0.016	0.261	0.016	0.050	0.007	0.007	0.029	0.016
16	0.016	0.016	0.050	0.007	0.016	0.177	0.016	0.050	0.016	0.007	0.016	0.016
17	0.016	0.016	0.029	0.007	0.016	0.134	0.016	0.029	0.016	0.007	0.016	0.029
18	0.177	0.016	0.029	0.007	0.016	0.092	0.016	0.029	0.016	0.007	0.092	0.029
19	0.219	0.016	0.029	0.007	0.016	0.092	0.016	0.029	0.016	0.007	0.029	0.177
20	0.050	0.016	0.029	0.007	0.016	0.092	0.016	0.029	0.016	0.007	0.016	0.092
21	0.029	0.016	0.016	0.007	0.016	0.050	0.016	0.029	0.016	0.007	0.016	0.050
22	0.029	0.016	0.016	0.007	0.016	0.050	0.016	0.029	0.016	0.007	0.016	0.029
23	0.016	0.016	0.016	0.007	0.016	0.050	0.016	0.029	0.007	0.007	0.007	0.029
24	0.016	0.016	0.016	0.007	0.016	0.050	0.016	0.029	0.007	0.016	0.007	0.029
25	0.016	0.016	0.016	0.007	0.016	0.050	0.016	0.029	0.016	0.016	0.007	0.029
26	0.016	0.016	0.016	0.007	0.092	0.050	0.016	0.016	0.007	0.016	0.007	0.029
27	0.016	0.016	0.007	0.007	0.092	0.050	0.016	0.016	0.007	0.007	0.007	0.050
28	0.016	0.134	0.007	0.007	0.050	0.029	0.016	0.016	0.007	0.007	0.007	0.261
29	0.016	0.134	0.007	0.007	-----	0.029	0.016	0.016	0.007	0.007	0.007	0.332
30	0.016	0.050	0.007	0.007	-----	0.029	0.016	0.016	0.007	0.007	0.007	0.177
31	0.016	-----	0.007	0.007	-----	0.029	-----	0.016	-----	0.007	0.007	-----
Maks.	0.980	0.332	0.261	0.007	0.134	2.86	0.092	0.219	0.092	0.092	5.97	1.50
Min.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.016	0.007	0.016	0.003	0.003	0.003	0.003
Ortalama	0.029	0.025	0.049	0.007	0.023	0.205	0.021	0.049	0.014	0.008	0.073	0.055
LT/SN/Km <sup>2</sup>	1.66	1.43	2.78	0.400	1.29	11.7	1.19	2.79	0.802	0.450	4.17	3.16
AKİM mm.	4.45	3.70	7.46	1.07	3.13	31.3	3.08	7.48	2.08	1.20	11.2	8.18
MİL. M3	0.078	0.065	0.130	0.019	0.055	0.548	0.054	0.131	0.036	0.021	0.196	0.143
SU YILI ( 2014 ) YILLIK TOPLAM AKIM							1.48 MİLYON M3	84 Mİ.	2.7 LT/SN/Km <sup>2</sup>			

Şekil 8 D02A101 Yılgin Dere-Çelebiköy Akım Yıllığı 2014 Su Yılı Değerleri (DSİ Akım Yıllığı)

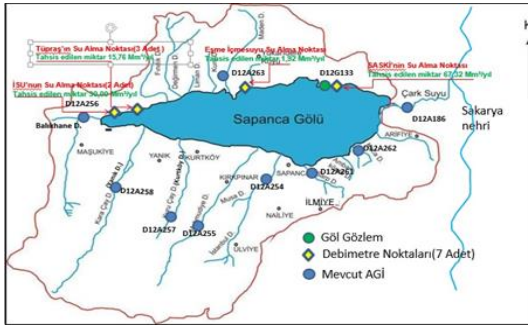
DSİ Genel Müdürlüğü 2015 su yılına kadar işlettiği açık ve kapalı tüm akım gözlem istasyonlarının akım yıllık bilgilerini internet sayfasında (www.dsi.gov.tr) pdf olarak yayınlamaktadır.

Meteoroloji Mühendisleri Odası Hidroloji Komisyonu

Gelişen teknoloji ile krenle, teleferikle ve botla yapılan debi ölçümlerinde Akustik Doppler Akım Profilliyici (ADCP) cihazı kullanılmaktadır. DSİ Genel Müdürlüğünün tüm Bölge Müdürlüklerindeki Rasatlar Servisindeki elemanlar bu cihazı aktif olarak kullanmaktadır.

#### 4. ULTRASONİK DEBİ ÖLÇER

Ultrasonik debi ölçer, kapalı borularda debi ölçümünde kullanılan çok kullanışlı bir cihazdır. Debi ölçümünde boru içerisinde geçen sıvıya ait hızın, ultrasonik (ses) sinyallerinin gönderimi ve alımı yapılarak tespit edilmesi prensibi ile çalışmaktadır. Bir boruya gönderilen ultrasonik dalganın frekansı ve bunun akışkandan yansımaları aynıdır. Eğer akışkan madde akıyorsa, yansıyan dalganın frekansı Doppler etkisinden dolayı farklı olur. Sıvı daha hızlı hareket ettiğinde, frekans kayması doğrusal olarak artar. Dalga verici, akış hızını belirlemek için iletilen dalgadan yansımaları işler ve hesaplar. Ultrasonik debimetrelerde alıcı-verici sensörler ve veri okuyucu kullanılmaktadır.



Şekil 9 Sapanca Gölü Kapalı Sistem 7 adet Debimetre Haritası (DSİ,2016)

DSİ Genel Müdürlüğü 2016 yılında, Sapanca Gölünde su çekimi yapan Türkiye Petrol Rafinerileri Anonim Şirketi'ne (TÜPRAŞ) ait 3 adet kapalı boru, Kartepe Eşme Mahallesi – Kocaeli içme suyuna ait 1 adet kapalı boru İzmit (Kocaeli) Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (İSU) ait 2 adet kapalı boru ve Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (SASKİ) ait 2 adet kapalı boru sisteminden günlük çekilen suyu ölçmek amacıyla debimetre cihazı koymuştur. Bu debimetre cihazları ile çekilen su miktarları uzaktan (on-line) gerçek zamanlı takip edilmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğü ile Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş (Erdemir) ve Kdz. Ereğli Belediyesi arasında Kızılcapınar Barajından sulama, endüstri ve içme suyu amacıyla alınacak suların kullanım şartları ile tarafların hak ve yükümlülüklerini belirlemek amacıyla 20.09.2018 tarihinde protokol imzalanmıştır.



Şekil 10 Kızılcapınar Brj İsale Hattı Debimetre Cihazı (DSİ)



Şekil 11 Kızılcapınar Brj Dip Savak Debimetre Cihazı (DSİ)

Bu kapsamda kullanılan su miktarını izlemek üzere Dip Savak ve İçme Suyu İsale Hattı üzerine 2 adet debimetre cihazı takmış ve bu cihazlar uzaktan (on-line) gerçek zamanlı takip etmektedir.

## 5. ELEKTROMANYETİK DEBİ ÖLÇER



Şekil 12 Elektromanyetik Debimetre Cihazı (DSİ)

Çalışma prensibi temel olarak elektromanyetik alan içerisinde geçen iletkende oluşan potansiyel farkına dayanmaktadır. Bu prensibin fiziksel temelleri 1831 yılında manyetik alan yardımıyla elektrik akımı üretilebileceğini keşfeden İngiliz Fizikçi Michael FARADAY'a dayanmaktadır. Faraday kanununda elektromanyetik alan içerisine sokulan bir iletkenin iki ucunda arasında potansiyel fark oluşmaktadır. 1941 yılında İsviçreli Mucit Bonaventura Thurlemann bu bilgiyi borulardan geçen iletken sıvılar uygulamış ve dünyanın ilk elektromanyetik akış ölçerini üretmiştir.

Elektromanyetik debimetreler genel olarak elektriksel iletkenliği olan su, atık su ve benzeri endüstrilerde kullanılmaktadır. Elektromanyetik debimetrenin içerisinde 2 adet bobin bulunur. Bu bobinler üzerine yerleştirilen metal parçalar yardımıyla ölçüm tüpünün kesit alanı boyunca sürekli bir manyetik alan oluşturur. Akış sonrasında oluşacak potansiyelin bilgi olarak alınacağı sensörler bulunmaktadır.

Elektromanyetik debimetrelerde herhangi bir hareketli parça olmaması ve minimum bakım gerektirmesi bu cihazın en önemli avantajıdır. Elektromanyetik ölçüm cihazları günümüzde özellikle arıtma tesislerinde kullanılır. Bu sebeple arıtma sistemlerinin olmazsa olmaz ölçüm aracı olarak kullanılır.



## 6. AKUSTİK DOPPLER AKIM PROFİLCİSİ (ADCP) İLE DEBİ ÖLÇÜMÜ



Şekil 13 ADCP Cihazı (DSİ)

Akustik Doppler Akım Profili çıkarma cihazı, farklı derinliklerde su akış hızını ölçen ve kaydeden bir çeşit sonardır. Akustik Doppler (ADCP) cihazı ses dalgalarını su kolonu içine gönderir. Su akımı ile taşınan asılı partiküller ses dalgalarından ekolar üretirler. Bu ekolar ADCP cihazı tarafından duyulur. Su kolonunun daha derinlerinden gelen bu ekolar cihaza daha geç döner. Bu ekolar derinden gelen ekolar olarak işaretlenir.

Böylece ADCP cihazı akış hızının dikey profillerinin oluşturulmasını sağlar. Bu bilinen Doppler etkisi olup, akış hızının ve yönünün hassas bir şekilde ölçülmesinde kullanılır. Bu cihaz sığ sularda dahi debiyi yüksek doğruluk oranıyla verir

Dere genişliği olarak ADCP cihazın yüzer botunun uzunluğunun en az 3 katı genişlikte olan yerler seçilir. Ölçüme başlamadan önce sensörün sıcaklığı ile suyun sıcaklığının eşitlenmesini beklenmelidir. Dere kesitinin şevleri üçgen veya kare şeklinde olup olmadığı kontrol edilerek boş bölge mesafeleri (ölçülemeyen başlangıç ve bitiş şev alanlarının kesit içerisindeki uzunluğu) dikkatli ölçülmelidir.



Şekil 14 ADCP Cihazı ile Yapılan Debi Ölçümü (DSİ K. Maraş Bölgesi, 2019)

Bilgisayarda kurulu yazılım sayesinde debi ölçümü yapılmaktadır. Bluetooth ile haberleşme özelliği vardır. Cihaz, nehir yatağının bir kenarından karşı kenarına, su akış yönüne yaklaşık dik bir yol izleyerek, suyun hızını, derinliğini ve debisini istenilen ölçüm aralığında doppler metodu ile ölçecektir.

ADCP ile yapılan ölçümler; geniş nehirlerde ve yüksek akımlarda verimlidir. Özellikle değişken akımların ve gelgitlerin olduğu bölgelerde daha yararlıdır. Botla, teleferikle ve krenle yapılan debi ölçümlerine göre daha iyi sonuçlar vermektedir.



Şekil 15 16 ADCP Cihazları Dağıtımdan Önce (DSİ Genel Müdürlüğü, 2017)

DSİ Genel Müdürlüğü Etüt Planlama ve Tahsisler Daire Başkanlığı Rasatlar Şubesi, yüksek sularda debi ölçümünü yapabilmek ve debi ölçüm kalitesini artırmak için ADCP aletinden 2016 yılında 10 adet, 2017 yılında 15 adet alıp, cihazların eğitimini Bölge Müdürlüklerindeki Rasatlar Servisinde çalışan tüm personele verilmesini sağlamıştır.

## **SONUÇ VE ÖNERİLER**

1. Akarsularda debi ölçümlerinde doğruluğun ve sürekliliğin sağlanması, özellikle yapılacak su yapılarının planlanması ve suyun yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.
2. Su içerisinde veya temassız şekilde su hızı ölçümü yapabilen akustik veya benzeri yöntemlerin kullanılması hem alansal bazda hem de süreklilik açısından çözüm sağlayacak alternatif olarak görülmektedir.
3. Mulineyle yapılan debi ölçümlerinin daha sağlıklı olması için bu cihazların düzenli olarak kalibrasyonlarının yapılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.
4. ADCP ile yapılan debi ölçümleri botla yada teleferikle yapılan ölçümlere göre hem daha kısa zamanda yapılmakta hem de insan sağlığı açısından daha güvenlidir.

## **KAYNAKLAR**

1. Hidrometrik Ölçüm Yönergesi, DSİ 2019
2. Akım Gözlem Yıllığı, DSİ 2014
3. DSİ Su Veri Tabanı Uygulaması – Konsol
4. DSİ Su Veri Tabanı Uygulaması – Web <http://rasatlar.dsi.gov.tr>,
5. DSİ Web Sayfası
6. Hidrometri, EİEİ 2011
7. Hidrometri Ders Notları, DSİ 2008