



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 1A0108

**ENGINEERING SCIENCES**

Received: August 2009

Accepted: October 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Kemal Saplıoğlu**

**Mesut Çimen**

Suleyman Demirel University

kemsa@sdu.edu.tr

Isparta-Turkey

**TABAN AKIŞI AYRIMI İÇİN YENİ BİR YÖNTEM**

**ÖZET**

Günümüzde suya olan talebin hızla artması, su kaynakları planlanması ve işletilmesi gibi konuların büyük önem kazanmasına sebep olmuştur. Planlama ve işletme aşamalarında en önemli konu, mevcut veya oluşabilecek su potansiyelinin belirlenmesidir. Ayrıca akarsuların, göllerin ve diğer su kaynaklarının su potansiyellerinin tahmin edilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Akarsulardaki su potansiyellerinin tahmininde ise kurak dönemlerde akarsu akımının büyük kısmını oluşturan taban akışının belirlenmesi önemli bir konu olmaktadır. Bu çalışmada, Köprüçay Nehri Beşkonak ölçüm istasyonundan alınan veriler ile taban akışını ayrılması için yeni bir tahmin modeli geliştirilmeye çalışılmıştır. Geliştirilen bu model, literatürde sıklıkla kullanılan yersel minimum metot ve tek parametrelili sayısal filtreleme yöntemi ile kıyaslaması yapılmıştır. Bu karşılaştırma ile tek parametrelili sayısal filtreleme yöntemi ile yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Taban akışı, Köprüçay, Beşkonak, Ayırma Sayısal Filtreleme

**A NEW METHOD FOR BASE FLOW SEPARATION**

**ABSTRACT**

Today, due to the increase in water demand, the planning and operating the water resources has become very important. Herein, accurate calculation of the present and the estimation of the expected water potential are the most important stages of the water resources (such as rivers, lakes, and other water resources) planning. Especially it is important to separate the base flow of river which occurs in dry period. In this study, a new model has been developed to separate the base flow river. The data obtained from Beşkonak measurement station were used for modeling. The results of the model has been compared with the results of two approaches namely "minimum flow method" and "single parameter digital filtering method" that is mostly used in the literature. With the results of comparison it is seemed that single parameter digital filtering method and proposed method have same results.

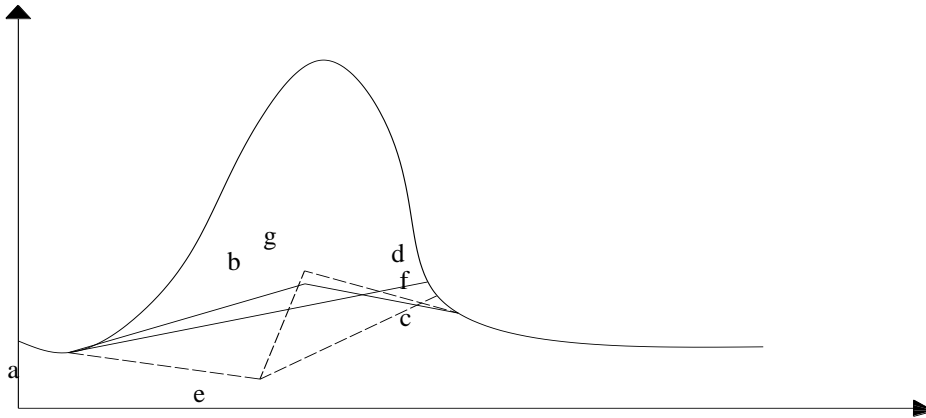
**Keywords:** Base Flow, Köprüçay, Beşkonak, Separation, Digital Filtering Method

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Son yıllarda iklim değişimi, nüfus artışı ve sanayileşmenin gelişmesi gibi faktörler suya olan talebin hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Dolayısıyla, su bütçesinin planlanması ve yürütülmesi ile ilgili konular büyük önem kazanmaya başlamıştır. Akarsulardaki su miktarının ölçümü ve tahmini gibi konular ise su bütçesi planlaması ve yürütülmesi aşamalarında önemli bir konuma sahiptirler. Akarsu debilerinin belirlenmesindeki en iyi yöntem akarsu üzerinde yapılacak ölçümlerdir. Ancak akarsu üzerinde istenilen her noktada akım ölçüm istasyonu kurulması ekonomik olarak oldukça zordur. Bundan dolayı, ölçüm yapılan istasyonlardaki akım değerlerinden çeşitli tahmin yöntemleri ile yada havzanın hidrolojik, jeolojik ve morfolojik özelliklerine dayanan fiziksel modeller ile akım tahmini çalışmaları uygulanabilmektedir. Akarsu akımının tahmin edilebilmesi için, akarsu akımının bileşenlerinden biri olan ve özellikle kurak mevsimlerde akarsu akımının büyük bir kısmını oluşturan taban akışının belirlenmesi de çok önemli bir konudur. Taban akışı, yüzeysel akımın gecikmeli kısmı ile yeraltı suyundan oluştuğu için, çeşitli sayısal modeller içerisinde tanımlanabilmektedir[1].

Taban akışı ayırma yöntemleriyle ilgili literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur. Ayırma yöntemleri grafiksel, matematiksel ve deneysel olarak üç grupta incelenebilir. [2] tarafından yapılan bir çalışmada grafiksel metotların temelini oluşturan akarsu akımı ile taban akışının ayrıldığı noktalar belirtilmiştir. [2]' ye göre, akarsu akımı ile taban akışının ilk ayrıldığı nokta, kurak bir dönem sonunda yağışların başladığı ve akarsu akımının yükselme eğilimine geçtiği zaman adıdır. Akarsu akımı ile taban akışının tekrar bir araya geldikleri yer ise yağışın olmadığı, yüzeysel akışın çekilmesini tamamladığı ve akarsuda meydana gelen debilerin logaritmik olarak çizildiğinde düz bir çizgi halini aldığı ve böylece akarsu akımının hemen tamamının taban akışından oluştuğu nokta olarak tanımlanmıştır. Grafiksel metotlarda bu iki durum oldukça yaygın olarak görülmektedir. Bu iki bölge arasında ise taban akışının değişiminin gösterimi farklılıklar göstermektedir.

Şekil 1'de en çok kullanılan grafiksel metotlar gösterilmiştir. Bu metotlarda taban akışının yüzeysel akıştan ayrıldığı kısım yani yağışların başladığı ve akarsu akışının çekilme döneminden yükselme dönemine geçtiği nokta (a), ilk nokta olarak seçilmektedir. Genellikle taban akışının pik noktalarının (b,e,g) ve akarsu akışının tamamen taban akışından meydana geldiği noktaların (c,d,f) belirlenmesinde farklılıklar oluşmaktadır.



Şekil 1. Bir akarsu hidrografında taban akışının ayrılması  
(Figure 1. Base flow separation in a streamflow hydrography)

Taban akışı ayırma yöntemlerinde kullanılan farklı bilgisayar programları da mevcuttur. Bu programlar genel olarak havza modellemesi programları olup içerisinde taban akışı ayırma yöntemlerini de

barındırmaktadır. HYSEP programı bunlar arasında yaygın olarak kullanılanlardandır. HYSEP programı kullanılarak, akarsu akımı hidrografı, taban akışı ve yüzeysel akış bileşenlerine ayrılabilir. Bu amaç için HYSEP programının hesaplamalarında, sabit aralık ve kayan aralık yöntemleri ile yerel minimum grafiksel yöntemi kullanılmaktadır[3].

İlerleyen yıllarda yapılmış taban akışı ayırma ile ilgili diğer bir çalışmada tek pikli ve çok pikli akımların ayrılması incelenmiştir[4]. [4] tarafından önerilen bu çalışmada tek pikli ve çok pikli akımların ayrılması için ayrı ayrı yöntemler teklif edilmiştir. Grafiksel olarak uygulanan bu yöntemde akım hidrografının bittiği noktadan başlayıp tekrar başlangıç noktasına gelinerek taban akışının ayrılması sağlanır. Köprüçay nehri Beşkonak ölçüm istasyonu üzerindeki aylık ortalama akım verileri değerlendirilerek yapılan bu çalışmada tek pikli akımlar için ayrı çok pikli akımlar için birer yöntem izlenmiştir.

Matematiksel taban akışı ayırma metotları ise üç kategoride toplanmaktadır. Bunlarda ilki yeraltı suyu ile dere arasındaki etkileşim için Bousinesq (1877) tarafından teklif edilmiş olan ve daha sonraları akarsu akımı çekilmelerinde de kullanılan bir boyutlu çözümlerdir [5].

$$Q_t = Q_{t-1}e^{-\alpha t} \quad (1)$$

Burada  $Q$  debiyi,  $\alpha$  akarsu çekilme katsayısını ve  $t$  ise zamanı göstermektedir. Bu metot kurak dönemlerde akarsuyun azalan kolu üzerinde akım çekilmesi katsayısının belirlenmesine dayanır. Bousinesq denkleminin kullanılmasıyla yer altı suyunun dereceli beslenmesi, drenaj havzasının hidrolik karakteristikleri, taban akışı çekilme eğrisinin fiziksel yapısı gibi çalışmalar yapılmıştır[6,7,8,9,10].

Matematiksel taban akışı ayırma metotlarından ikincisi ise, yüksek frekanstaki veya hızlı akıştaki akarsu akımından düşük frekanstaki taban akışını ayırma yöntemi olarak tanımlanan sayısal filtreleme metotlarıdır [11]. Tek parametrenin kullanıldığı sayısal filtreleme yöntemi ilk kez [12] tarafından önerilmiştir. Bu yöntem daha sonra farklı araştırmacılar tarafından da uygulanmıştır[13,14]. [15] tarafından yapılan çalışmada tek parametrelili sayısal filtreleme yöntemi düzenlenerek aşağıdaki formül teklif edilmiştir.

$$Q_b(i) = \frac{k}{1-k} Q_b(i-1) + \frac{1-k}{2-k} Q_t \quad (2)$$

Burada  $Q_b$  taban akışı,  $Q$  akarsuda meydana gelen akım,  $i$  gün sayısı,  $k$  ise bir katsayıdır.  $k$  katsayısını belirlemek için akımın tamamen taban akışından meydana geldiği dönem kullanılmaktadır. Bu dönem, yağışların tamamen bittiği, akarsuda yüzeysel çekilmenin tamamlandığı ve akarsu akımının sadece yeraltından beslendiği dönemdir. Böylelikle taban akışının gerçek karakteristiğini gösterebilecek bir katsayı ( $k$ ) elde edilmiştir. Bu katsayı sayesinde yüzeysel akışın meydana geldiği dönemde de taban akışının doğru bir şekilde belirlenmesi mümkün olmaktadır.

Daha sonraki yıllarda [16] tarafından iki parametrelili bir algoritma önerilmiştir. Aşağıdaki ifade tek parametrelili sayısal filtre denkleminde bulunan  $1-k$ 'nin yerine  $C$  katsayısının konulması ile oluşturulmuştur.

$$Q_b(i) = \frac{k}{1-c} Q_b(i-1) + \frac{c}{1+c} Q_{(t)} \quad (3)$$

Taban akışını ve yüzeysel akışın ayrı ayrı katsayılarla yükselip alçaldığı ve birbirinden bağımsız olarak hareket ettiği varsayımında bulunan [17], üç parametrelili algoritmayı (IHACRES) teklif etmişlerdir.

$$Q_b(i) = -\frac{\alpha_s \beta_s + \alpha_q \beta_s}{\beta_q \beta_s} Q_b(t-1) + \frac{\beta_s}{\beta_q + \beta_s} [Q(i) + \alpha_q Q(i-1)] \quad (4)$$

Burada,  $a_s$  ve  $\square_s$  yavaş akış durumundaki parametreleri,  $\alpha_q$  ve  $\beta_q$  hızlı akış durumundaki parametreleri gösterir. Bu ifadede  $C=\square_s/\square_q$  ve  $k=-\square_s-\square_q\square_s/\square_q$  konularak aşağıdaki bağıntı elde edilmiştir.

$$Q_b(i) = \frac{k}{1+c} Q_b(i-1) + \frac{c}{1+c} [Q(i) + \alpha_q Q(i-1)] \quad (5)$$

IHACRES modeli için uzun dönemde akarsu akımının taban akışına oranını belirleyebilmek için taban akışı indeksi (BFI) kullanılmaktadır [18].

$$BFI = \frac{c(1+\alpha_q)}{1+c-k} \quad (6)$$

[19] yaptığı çalışmasında grafik yöntemler, yersel minimum metot ve sayısal filtreleme yöntemlerini aylık ve günlük verilere uygulayarak test etmiştir.

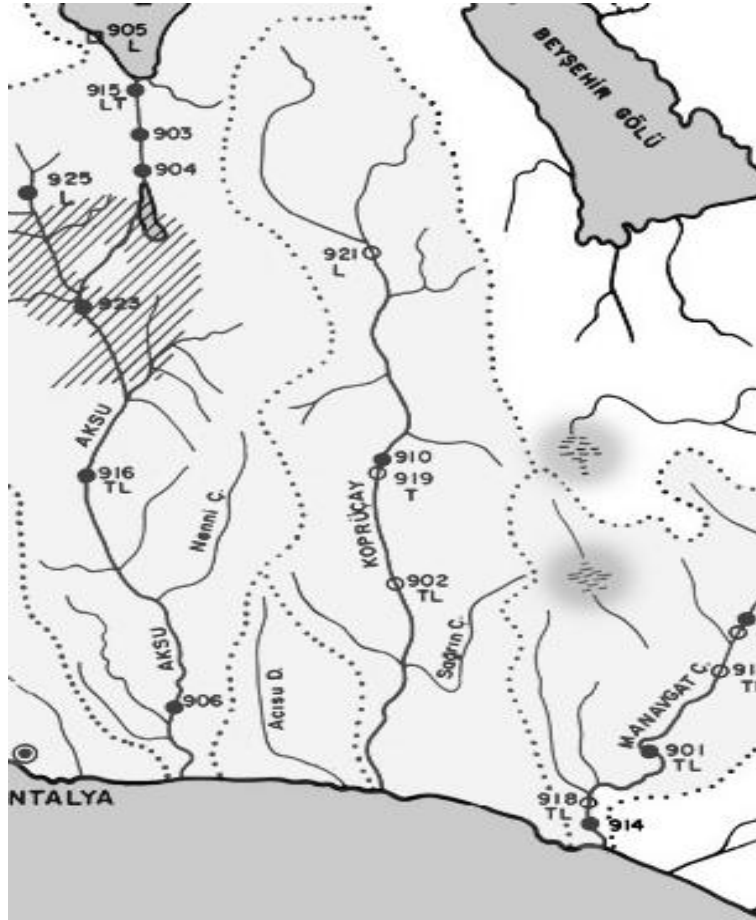
Üçüncü tip matematiksel modeller ise yoğunluk dengesi metotlarıdır. Bu metotlarda akarsuyun çeşitli bileşenlerden meydana geldiği (örneğin silis ve oksijen izotop oranı) ve bu bileşenlerin her birinin bir veya daha fazla kimyasal bileşeni olduğu kabul edilir[20]. Genellikle akımın yüzey akışı ve taban akışı olmak üzere iki bileşeni belirlenmiştir Fakat bazı çalışmalarda akım, yüzey akışı, yüzeyaltı akışı ve taban akışı bileşeni olmak üzere üç bileşene ayrılmıştır[21]. Bu tip modeller genellikle 1 km<sup>2</sup> den küçük alanlı havzalarda daha iyi sonuçlar vermektedir. [22] akım hidrografını yağış, kar erimesi, yüzeyaltı suyu ve yeraltı suyu olarak dörde ayırmıştır. Ayrılan bu bileşenleri değişik izotop konsantrasyonları ile takip etmişlerdir. [23] ise daha büyük ölçekli havzalar için ancak yüzeysel ve taban akışı olmak üzere iki bileşen üzerinde çalışma yapılabileceğini belirtmişlerdir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, Köprüçay Nehri Beşkonak ölçüm istasyonundan alınan veriler ile taban akışını ayrılması için yeni bir tahmin modeli geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu sayede, hidrograf tamamlanmadan kullanılabilecek bir taban akışı ayırma modelinin literatüre kazandırılması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, hidrografın tamamlanmasına ihtiyaç duymayan ve kullanımda olan tek parametrelili sayısal filtreleme metodu ile karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma doğrultusunda kullanılabilir olduğu düşünülmüştür. Böylelikle, kullanımı kolay olan bir taban akışı ayırma yöntemi literatüre kazandırılarak akarsu akışından ayrımı zor olan taban akışı ayrımı için önemli ölçüde bir basitlik sağlanmış olmaktadır.

## 3. ANALİTİK ÇALIŞMA (ANALYTICAL STUDY)

Bu çalışmada Türkiye'nin Mütefferik Orta Akdeniz Suları Havzasında yer alan Köprüçay nehri Beşkonak akım ölçüm istasyonundan alınan veriler değerlendirilmiştir (Şekil 2). Köprüçay nehri, Eğirdir gölünün doğusundan ve Anamas dağıının batısından doğmaktadır. Nehrin toplam uzunluğu 156 km olup, toplam havza alanı 2498 km<sup>2</sup>'dir. Havzaya yıllık ortalama 3,2x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> yağış düşmektedir. Ayrıca nehir havzasının yıllık ortalama sıcaklığı 18,6 °C ve ortalama yağışlı gün sayısı da 90 gün civarındadır. Beşkonak (902) akım ölçüm istasyonu ise Köprüçay nehri'nin Akdenize döküldüğü noktadan itibaren 40 km membaındadır ve istasyonun drenaj havzasının büyüklüğü 1980 km<sup>2</sup> dir. Bu drenaj havzası yaklaşık olarak Köprüçay havzasının %80'lik kısmını oluşturmaktadır[24]. Gözlemlenmiş minimum taban akışı miktarı ise 28,8 m<sup>3</sup>/sn olarak tespit edilmiştir



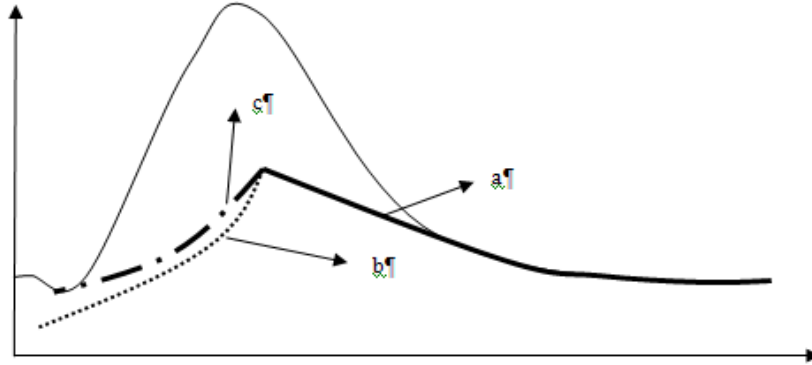
Şekil 2. Köprüçay Nehri havzası ve Beşkonak ölçüm istasyonu [25]  
(Figure 2. Köprüçay River basin and Bekonak measurement station)

Çalışmada Beşkonak (902) akım ölçüm istasyonunda 1961-2006 su yılları arasındaki ölçülmüş akım verileri kullanılmıştır. Bu verilerden 1961-1980 yılları arasındakiler modeli oluşturmak için, 1981-2006 yılları arasındakiler ise modeli test etmek için kullanılmıştır.

Model taban akışının yükselme ve alçalma devrelerinin her biri için ayrı çekilme katsayılarının oluşturulmasına dayanır. Taban akışı çekilme katsayısının belirlenmesinde, Beşkonak akım ölçüm istasyonuna ait 1961-1980 yılları arasındaki akım verileri kullanılmıştır. Bousinesq denklemi (Denklem 1) ile genellikle yağışın meydana gelmediği yaz ayları dikkate alınarak her yıla ait günlük taban akışı çekilme katsayıları ( $a_i$ ) belirlenmiştir. Belirlenen bu katsayıların ortalaması alınarak bu istasyona ait ortalama bir taban akışı çekilme katsayısı bulunmuştur. Çalışmada, Beşkonak akım ölçüm istasyonuna ait taban akışı çekilme katsayısı 0,004 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 3'te görüldüğü gibi taban akışı yükselme katsayısı bulunurken, yine Bousinesq denkleminden faydalanılmıştır. Hidrografın taban akışına geçtiği yaz aylarından itibaren geriye doğru, akarsuyun pik noktasının olduğu ana kadar, taban akışı çekilme katsayısı yardımı ile taban akışı değerleri uzatılmıştır (a eğrisi). Bu noktadan akarsuyun yükselmeye başladığı noktaya kadar (yağışın başladığı nokta) rastgele seçilen bir katsayı (b) ile taban akışının yükselme kısmı oluşturulmuştur (b ve c eğrileri). Bu işlem sırasında 15 Aralık ile 31 Mart tarihleri arasında yani toprağın neme doymun olduğu zamanlarda farklı, diğer tarihler arasında farklı birer katsayı düşünülmüştür. Hidrografın başlangıç noktasına ulaşıldığında, şayet taban akışı hidrografın başlangıç değeri ile aynı

değeri almış ise, belirlenen katsayıların doğru olduğu kabulü yapılmaktadır (c eğrisi). Aksi takdirde yeni katsayılar denenerek hidrograf kapanıncaya kadar bu işleme devam edilir. Beşkonak ölçüm istasyonu için bu işlemler 1961-1980 yılları için uygulanarak her yıl için taban akışı yükselme katsayıları teker teker bulunmuş ve bunların ortalaması alınarak modelde kullanılacak değerler belirlenmiştir. Çalışmada  $\beta$ 'nin değerleri 15 Aralık - 1 Nisan tarihleri arasında 0,036, diğer dönem için ise 0,01032 olarak tespit edilmiştir. Daha sonra bu değerler ve taban akışı çekilme katsayısıyla birlikte kullanılarak 1981-2006 yılları arasındaki veriler test edilmişlerdir.



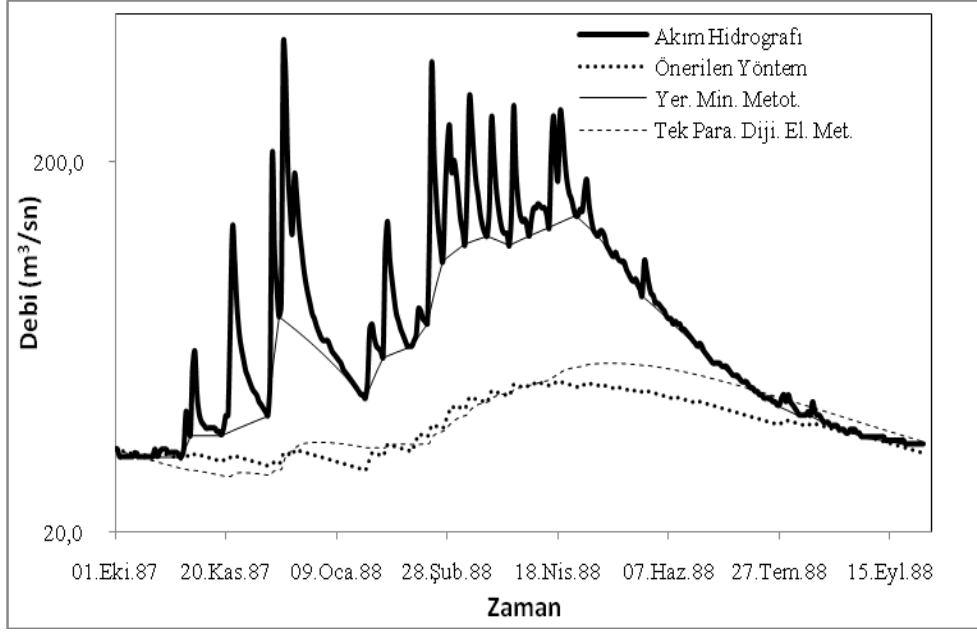
Şekil 3. Oluşturulan modelin grafiksel gösterimi  
(Figure 3. Graphical display of generated model)

Çalışmada karşılaştırma için kullanılan yöntemlerden yerel minimum metot, akarsuda meydana gelen minimum akım noktalarının birleştirilmesiyle taban akışının tespitine dayanan bir metottur. Birbirine yakın minimum noktalar tespit edilir ve bu noktalar düz bir çizgi ile birleştirilir[4].

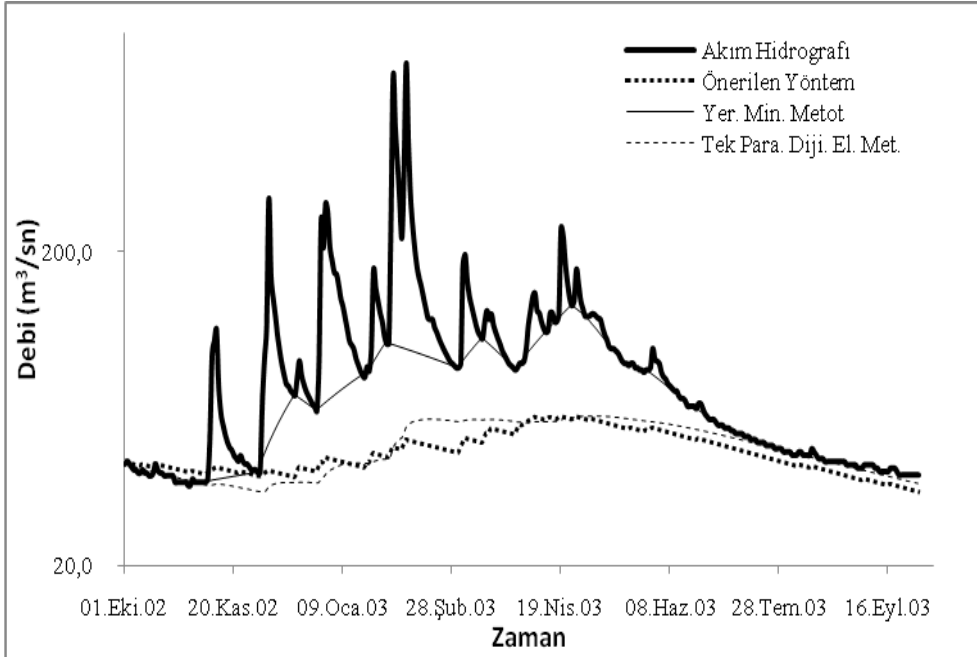
Diğer karşılaştırma yöntemi olan ve [12] tarafından teklif edilen tek parametrelili sayısal filtreleme yönteminde ise, bu çalışmada oluşturulan modeldeki gibi akım hidrografının tamamlanmasına gerek duyulmadan Denklem 2 kullanılarak hidrograftaki değişimlere paralel, aynı zaman diliminde taban akışı belirlenebilmektedir. Bu yöntemde k katsayısının belirlenmesi önemlidir. k katsayısı hesaplanırken oluşturulan modelin taban akışı çekilme katsayısının hesaplanmasında olduğu gibi, yağışın az olduğu ve akışın genellikle taban akışından ibaret olduğu yaz ayları seçilmiştir. 1981-2006 yıllarındaki akım verilerini kullanarak istasyonu en iyi temsil eden k katsayısı değeri (0,996) tespit edilmiştir.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Test uygulaması eldeki hidrografın başlangıç noktasından başlatılmıştır. Belirlenen katsayılar ve Bosnesq denklemi yardımı ile hidrografın bitiş noktasına kadarki taban akışının tespiti yapılmıştır. Ayrıca oluşturulan model, literatürde mevcut olan çalkantısız minimum akım tekniği ve tek parametrelili dijital filtre yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiş ve logaritmik olarak çizilmiş bazı şekiller (Şekil 4,5) verilmiştir.



Şekil 4. 1988 su yılı Köprüçay Nehri Beşkonak ölçüm istasyonu akım verileri ve taban akışı ayırma yöntemlerinin logaritmik ölçek grafiği  
(Figure 4. The flow data Köprüçay River measured in 1988 Water Year at Beşkonak Measurement station and base flow separation methods results logarithmic scale graph)



Şekil 5. 2003 su yılı Köprüçay Nehri Beşkonak ölçüm istasyonu akım verileri ve taban akışı ayırma yöntemlerinin logaritmik ölçek grafiği  
(Figure 5. The flow data Köprüçay River measured in 2003 water year at Beşkonak measurement station and base flow separation methods results logarithmic scale graph)



Tablo 1. Taban akışı miktarlarının akarsu akışına yüzdesel oranları  
(Table 1. As percentage, base flow/stream flow)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Y. Min Met.	72,35	68,87	84,30	79,76	79,40	81,79	79,13	79,89	86,44
T.P.S.F.M	49,27	50,10	53,44	49,82	53,34	51,45	51,54	49,28	55,99
Teklif Edilen	43,43	43,70	68,73	42,06	56,09	60,89	56,78	45,98	55,77

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Y. Min Met.	72,18	83,04	59,13	74,80	78,47	76,89	68,81	80,00	75,38
T.P.S.F.M	39,73	60,33	49,72	49,05	54,31	47,59	51,44	53,50	51,30
Teklif Edilen	50,79	63,08	45,95	43,78	56,57	40,81	44,64	59,26	37,52

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Ort.
Y.Min Met.	70,35	86,34	74,66	77,31	74,03	82,06	80,86	84,74	76,78
T.P.S.F.M	50,38	50,38	53,04	49,26	52,13	51,94	56,49	51,28	51,58
Teklif Edilen	45,71	45,71	54,42	42,96	50,42	51,48	64,44	54,24	50,02

Şekil 4 ve 5 ile Tablo 1'de elde edilen sonuçlara göre teklif edilen yöntem literatürde mevcut ve güvenilirliği yersel minimum yönteme göre daha fazla olan sayısal filtreleme yöntemi ile yakın sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Literatürde daha önceden pek çok çalışmada kullanılmış olan sayısal filtreleme yöntemi ile yakın sonuçlar elde edilmesi teklif edilen yöntemin doğruluğu hakkında bir ipucu vermektedir.

##### 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Akarsulardaki su potansiyellerinin tahmininde, yaz aylarında ve kurak dönemlerde, akarsu akımının büyük kısmını oluşturan taban akışının belirlenmesi önemli bir konudur. Taban akışının kesin olarak belirlenebilmesi probleme etki eden parametrelerin zamana ve konumuna göre değişebilirliğinden mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, taban akışının belirlenmesi ancak bir takım varsayımlar ve basitleştirmeler yolu ile yapılabilmektedir. Bazı modellerde debi gidiş çizgisinin bir bütün halinde incelenmesi gerekmekte, bazılarında ise günlük olarak taban akışı tespit edilebilmektedir. Grafikselsel metotlar ile hidrografın tamamlanması gerekliliği, güncel taban akışı tespitini olanaksız kılar. Buna karşın parametrik modeller ve yoğunluk dengesi modelleri günlük taban akışının belirlenmesinde kullanılabilir. Bu çalışmada ise güncel olarak taban akışının belirlenebilmesi için daha basit bir yöntem ileri sürülmüştür.

Önerilen metot, taban akışının yükselme ve alçalma devrelerinin her biri için ayrı katsayıların oluşturulmasına dayanmaktadır. Oluşturulan model, literatürde mevcut olan yersel minimum metot ve tek parametrelili sayısal filtre yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Literatürde pek çok çalışmada kullanımı ispatlanmış olan tek parametrelili sayısal filtre modeli ile karşılaştırma sonucunda elde edilen değerlerin yüzdesel olarak yakın olduğu görülmüştür. Ayrıca tek parametrelili filtreleme yönteminde olduğu



gibi akarsu hidrografının tamamlanmasına gerek kalmadan günlük sonuçlara ulaşılabilmiştir. Bu yüzden önerilen modelin grafik metotlara karşı daha kullanışlı olduğu söylenebilir.

Kullanılan modelin aynı nehir üzerindeki başka istasyonlar veya başka nehirler üzerinde de uygulanması mümkündür. Modelin uygulanabilirliğini görmek için istasyon yakınlarına gözlem kuyuları açılarak bulguların kuyudaki seviyeler ile ilişkisi araştırılabilir. Böylelikle daha sağlıklı katsayıların elde edilebilmesi sağlanabilir.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Yu, Z. and Schwartz, W., (1999). Automated Calibration Applied to Watershed-Scale Flow Simulations, *Hydrologic Process* 13, 191-209.
2. Chapman, T., (1999). A Comparison of Algorithms for Stream Flow Recession and Baseflow Separation, *Hydrological Processes* 13, 701-714.
3. Sloto, R.A. and Crouse, M.Y., (1996). HYSEP: A Computer Program for Streamflow Hydrograph Separation and Analysis, *US Geological Survey, Water Resources Investigations Report* 96-4040.
4. Çimen, M. ve Saplıoğlu, K., (2004). A Procedure for Separation of Baseflow, *Conference of Water Observation and Information System for Decision Support (BALWOIS)*, 25-29 May, Ohrid, FY Republic of Macedonia, 402.
5. Boussinesq. J., (1877). *Essai sur la theorie des eaux courantes. Memoires presentes par divers savants a l'Academie des Sciences de l'Institut National de France*, Tome XXIII, no 1.
6. Meyboom, P., (1961). Estimating groundwater recharge from stream hydrographs. *Journal of Geophysical Research* 66, no. 4: 1203-1214.
7. Wright, C.E., (1970). Catchment characteristics influencing lowflows. *Water and Water Engineering* 74: 468-471.
8. Mendoza, G.F., Steenhuis T., Walter M.T., and Parlange J., (2003). Estimating basin-wide hydraulic parameters of a semi-arid mountainous watershed by recession-flow analysis. *Journal of Hydrology* 279, no. 1 4: 57-69.
9. Barnes, B.S., (1939). The structure of base flow recession curves. *Transactions American Geophysical Union* 20: 721-725.
10. Çimen, M. ve Saplıoğlu, K., (2004). Akarsu Çekilme Sabitlerinin Belirlenmesi İçin Bir Bilgisayar Programı, *Türkiye İnşaat Mühendisliği On Yedinci Teknik Kongre ve Sergisi*, 15-17 Nisan, İstanbul, 278-280.
11. Stewart, M., Cimino, J., and Ross, M., (2007). Calibration of Base Flow Separation Methods with Streamflow Conductivity, *Ground Water*, 45(1), 17.
12. Lyne V. and Hollick M., (1979). Stochastic time-variable rainfall runoff modelling; *Institute of Engineers Australia National Conference* 89-93.
13. Chapman, D., (1987). Planning for conjunctive goals. *Artificial Intelligence*, 32, pp. 333-377.
14. Nathan, R.J. and McMahon. T.A., (1990). Evaluation of automated techniques for base flow and recession analysis. *Water Resources Research* 26, no. 7: 1465-1473.
15. Chapman, T.G., (1991). Comment on ``Evaluation of automated techniques for base flow and recession analyses'' by 26 M. Stewart et al. *GROUND WATER* 45, no. 1: 17-27 R.J. Nathan and T.A. McMahon. *Water Resources Research* 27, no. 7: 1783-1784.
16. Boughton W.C., (1993). A hydrograph-based model for estimating water yield of ungauged catchments. *Institute of Engineers Australia National Conference. Publ. 93/14*, 317-324.

17. Jakeman A.J. and Hornberger G.M., (1993). How much complexity is warranted in a rainfall-runoff model? *Water Resources Research* 29:2637-2649.
18. Kling, H. and Nachtnebel, H.P., (2009). A Method for the Regional Estimation of Runoff Separation Parameters for Hydrological Modelling, *Journal of Hydrology* 364, 163-174.
19. Kurt, İ., (2007). Filtre Edilmiş Yuvarlatılmış Minimumlar Taban Akışı Ayırma Yöntemi, İTÜ İnşaat Fakültesi.
20. Tekeli, İ., Şorman, Ü. ve Gürleşen, N., (2000). Ankara-Güvenç havzasında akım hidrografının bileşenlerine ayırımında izotop tekniklerinin kullanımı. Toplu Sonuç Raporu. 2000-Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Ankara.
21. Rice, K.C. and Hornberger, G.M., (1998). Comparison of hydrochemical tracers to estimate source contributions to peak flow in a small, forested, headwater catchment. *Water Resour. Res.* 34 (7), 1755-1766.
22. Günyaktı, A. and Altınbilek, H.D., (1991). Akım Hidrografının Kısımlara Ayrılmasında İzotop Yöntemi, İMO Teknik Dergisi, Cilt 2, Sayı 2, sayfa 285-292.
23. Uhlenbrook S., Frey M., Leibundgut C., and Maloszewski P., (2002). Hydrograph separations in a mesoscale mountainous basin at event and seasonal timescales. *Water Resources Research*, 38, 6, 1-14.
24. Feasibility report, (1983). on Beskonak hydroelectric power development project. Japan International Cooperation Agency
25. EİE,, <http://www.eie.gov.tr/turkce/hidroloji/09oakdeniz.html> 13 Ekim 2006