

## Çoruh Havzası Taban Akışının İngiliz Hidroloji Enstitüsü Yuvarlatılmış Minimumlar Yöntemi ile Belirlenmesi

Serkan ŞENOCAK\*<sup>1</sup>, Sait TAŞCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25000, Erzurum

<sup>2</sup> Atatürk Üniversitesi, Oltu Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü, 25400, Erzurum

Geliş / Received: 05/12/2019, Kabul / Accepted: 20/02/2020

### Öz

Türkiye'nin büyük akarsu havzalarından biri olan Çoruh havzasında yapılacak taşkın tesisleri, su tutma yapıları ve suyun kullanıma sunulması amacıyla tasarlanacak bütün yapılar için akarsu debisinin ve bu debiyi oluşturan en büyük etmenlerden biri olan taban akış değerinin bilinmesi gerekmektedir. Taban akışı, havzaya yağın yağışa, akarsu ağı toplam uzunluğuna, drenaj yoğunluğuna, engebeliliğe vb. diğer faktörlere bağlı olduğundan gecikmeli bir akış olarak gerçekleşir ve yaz mevsiminde akarsu akışının önemli bir bölümünü, bazen ise tamamını karşılamaktadır. Çalışmada İngiliz Hidroloji Enstitüsü Yuvarlatılmış Minimumlar (İHEY) yöntemi kullanılarak Çoruh havzası üzerinde bulunan 10 adet Akım Gözlem İstasyonundan (AGİ) elde edilen günlük ortalama akarsu debileri yardımıyla akarsu debileri 5'erli gruplara ayrılmış, elde edilen bu gruplar içerisindeki en küçük debi değerleri minimum değerler olarak kabul edilmiştir. Daha sonra dönüm noktalarının kendinden önceki ve sonraki grubun minimum değerinin 0,9 katından küçük olması durumunda bu değer dönüm noktası olarak kabul edilmiş ve dönüm noktaları arasında kalan boşluklar doğrusal enterpolasyon yöntemi ile doldurularak akarsuya ait günlük taban akışı değerleri elde edilmiştir. Havzada yapılan çalışma sonucunda havzadaki taban akış indeksinin havza genelinde ortalama olarak 0,80 oranında olduğu belirlenmiş ve özellikle yaz aylarındaki akımın büyük çoğunluğunun taban akışından kaynaklandığı gözlemlenmiştir..

**Anahtar Kelimeler:** Çoruh Havzası, Taban Akışı, Yuvarlatılmış Minimumlar Yöntemi

### Determination of the Baseflow of Coruh Basin by the Smoothed Minima Technique of the British Institute of Hydrology

#### Abstract

In order to be able to build flood prevention facilities, water retaining structures and water utilization edifices in Çoruh basin, (one of the major stream basins of Turkey), the streamflow and its most significant contributing factor, the baseflow values should be known. Because the baseflow depends on the precipitation in basin, the total length of the stream system, the drainage density, the ruggedness and other factors, it occurs as a delayed flow and meets a significant part of the streamflow in summer and sometimes the whole. In this study, the flow rates of the streamflow were divided into five groups with the aid of daily average streamflow rates obtained from ten Current Observation Stations on the Coruh basin by using the Smoothed Minima Technique of the British Institute of Hydrology and the smallest flow rates within these groups were considered as minimum values. Then, if the turning point is less than 0.9 the minimum value of the previous and next group, this value was accepted as a turning point and the gaps between the turning points were obtained the daily streamflow values of the stream by filling with linear interpolation method. As a result of conducted the study in the basin, the baseflow index in the basin was found as 0.80 on the average in all across basin and it was observed that the majority of the flow in the summer months was mainly observed due to the baseflow.

**Keywords:** Çoruh Basin, Baseflow, Smoothed Minima Technique

## 1. Giriş

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ülkemiz nüfusunun 2030 yılında 100 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Nüfusun bu oranda arttığı ve mevcut kaynakların hiç zarar görmeden aktarılması durumunda kişi başı kullanılabilir su tüketim miktarı 1519 m<sup>3</sup>'ten 1120 m<sup>3</sup>'e düşeceği tahmin edilmektedir (DSİ, 2012). Bu minvalde ülkemizde her geçen yıl kişi başı su tüketim oranı azalmakta ve ülkemiz su sıkıntısı yaşayan ülkeler arasına hızla ilerlemektedir. Bu sebeple suyun faydalı kullanımını büyük önem arz etmektedir.

Suyun kontrol altında tutulması, sudan optimum derecede faydalanılması ve gelecek nesillere aktarılabilmesi doğru proje ve doğru planlama ile olacaktır. Doğru planlama ve projelendirmenin yapılabilmesi için ise su akımının doğru tahmin edilmesi ve özellikle yaz aylarında azalan suyun ne kadarlık kısmının taban akışı olarak gerçekleştiğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu durumun daha iyi anlaşılabilmesi için akımı oluşturan bileşenlerin yani akım bileşenlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Havzaya düşen yağışın bir sonucu ve drenaj kanallarında toplanması ile akarsu akımları oluşmaktadır. Havzaya düşen tüm yağış akımları meydana getirmekte ve akım bileşenleri olarak adlandırılmaktadırlar. Bir akarsu en kesitinden geçen akım yüzeysel akım, yüzeyaltı akımı ve yeraltı akımı olarak üç kısımdan oluşur.

Yüzeysel akım; Mevcut yağışın toprak üzerinde bir akış halinde meydana gelme

durumu yüzeysel akışı oluşturur. Yüzeysel akış hızı, toprağın geçirimsizliğine, toprağın başlangıçtaki nem miktarına ve yağışın hızına bağlıdır (Usul, 2013). Yüzeyaltı akımı; Yağışın toprak içerisindeki boşlukları doldurarak yatay olarak hareket etmesi durumu ise yüzeyaltı akışını meydana getirir. Bu akım yeraltı su tablası üzerinde hipodermik akım olarak da adlandırılır (Pilgrim vd., 1979). Bu akım havzanın jeolojik özelliklerine göre büyük veya küçük miktarlarda gerçekleşebilir. Yağışın toprak içerisindeki boşlukları doldurduktan sonra yerçekimi etkisi ile yeraltı su tabakasına kadar inmesi ve burada hareketine devam etmesi durumu yeraltı akımı olarak ifade edilir. Bu akıma da yeraltı suyu akımı denir. Bir akarsudaki yüzeyaltı akımını diğerlerinden ayırmak güç olduğundan bir akarsudaki toplam akışı akarsuya varış süresine göre iki parçaya ayırmak gerekir.

Yüzeysel akıyla yüzeyaltı akışının gecikmesiz kısmından meydana gelen akışa dolaysız akış denir. Genellikle yüzeyaltı akışının büyük bir kesimi dolaysız akış içinde düşünülür. Taban akışı ise yeraltı akışı ile yüzeyaltı akışının gecikmeli kısmından meydana gelen akımdır (Bayazit, 1999).

Özellikle kurak mevsimlerde akarsu akımını taban akışı oluşturacağı için taban akışının bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Taban akışının etkisi akarsu üzerinde fazla ise akarsuda kurak dönemde kuruma oluşmayacaktır.

Bu çalışmanın amacı, İngiliz Hidroloji Enstitüsü Yuvarlatılmış Minimumlar (İHEY)

yöntemi kullanılarak Çoruh havzası üzerinde bulunan 10 adet Akım Gözlem İstasyonuna günlük taban akışı değerlerini belirlemek ve ileride yapılacak projelere fayda sağlamaktır.

Doğu Karadeniz iklim özelliklerini barındıran bir havzadır. Bölge genel olarak yüksek rakımlı alanlar üzerinde kalmakta, yağışın büyük bir kısmı kar olarak düşmekte ve kar yılın büyük bir bölümünde kendini göstermektedir. Havza sınırları içerisinde Bayburt, Erzurum ve Artvin illeri yer almaktadır. Çoruh nehri 431 km uzunluğa sahip olup nehrin 411 km'si ülkemiz sınırları içerisinde, 20 km'si ise Gürcistan sınırları içerisinde kalmakta ve Karadeniz'e dökülmektedir. Nehir yılda ortalama 5,8 milyon m<sup>3</sup> rusubat taşımakta ve bu özelliği ile Çoruh havzası en fazla erozyona maruz kalan

## 2. Çalışma Alanı

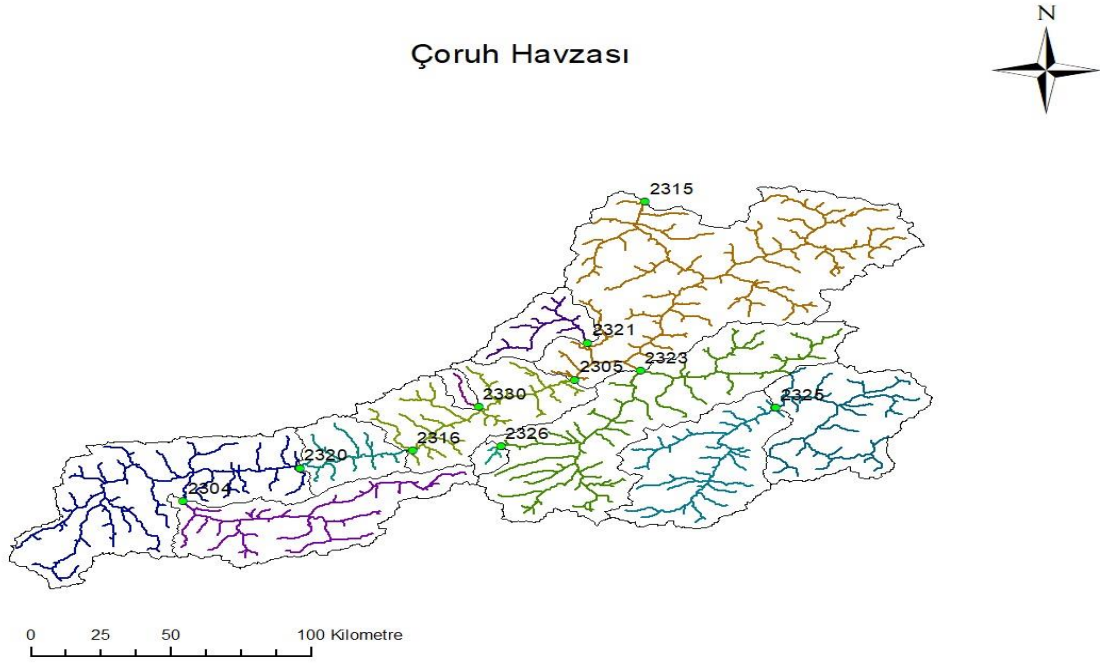
Çalışma alanı olan Çoruh havzası 19654,4 km<sup>2</sup> alan ve yıllık ortalama 540 mm yağış yüksekliğine sahip hem Doğu Anadolu, hem

havzalardan biri olmaktadır. Ayrıca Çoruh nehri ülkemizin en hızlı akan nehri özelliğini de taşımaktadır.

Çalışmada Çoruh havzasında DSİ tarafından işletilmekte olan Akım Gözlem İstasyonlarından (AGİ) 10 tanesi kullanılmıştır. Bu AGİ'lerden 8 tanesi açık, 2 tanesi kapalıdır. 2315 nolu istasyon 2001 yılında, 2325 nolu istasyon 2011 yılında kapatılmıştır. Tablo 1'de kullanılan akım gözlem istasyonları, Şekil 1'de de çalışma alanına ait bilgiler verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan Akım Gözlem İstasyonlarına ait özellikler

AGİ	Akarsu ve İstasyon Adı	Coğrafi Bilgiler		Drenaj Alanı ( km <sup>2</sup> )	Kot (m)	Gözlem Periyotları (yıl)
		Kuzey ( ° 1 1 )	Doğu ( ° 1 1 )			
2304	Çoruh – Bayburt	40 15 32	40 13 36	1794.32	1550	1962-2004
2305	Çoruh - Peterek	40 44 38	41 29 5	7290.72	660	1963-2004
2315	Çoruh - Karşıköy	41 27 7	41 42 38	20047.54	57	1965-2001
2316	Çoruh – İspir Köprü	40 27 37	40 57 53	5455.26	1180	1964-2003
2320	Çoruh - Laleli	40 23 31	40 36 16	4749.83	1377	1971-2004
2321	Altıparmak Çayı – Parhal Deresi	40 53 24	41 31 35	591.15	710	1972-2004
2323	Oltu Çayı – İşhan Köprü	40 46 50	41 41 54	7067.54	579	1965-2003
2325	Oltu Çayı - Aşağıkumlu	40 38 2	42 7 48	1846.99	1142	1974-2004
2326	Tortum Çayı – Büyükçay	40 28 39	41 18 47	111.22	1834	1980-2002
2330	Çoruh - Çamlıkaya	40 38 12	41 10 32	118.29	992	1983-2004



Şekil 1. Çoruh havzası

### 3. Materyal ve Yöntem

#### 3.1. Taban akışı

Akarsu, nehir göl v.b. su kaynaklarını yeraltı suyu akışı ile besleyen diğer akımlara göre daha az değişken olan akıştır. Yağışsız mevsim koşullarında akarsuların en önemli besleyici kaynağını taban akışları oluşturmaktadır. Böyle düşünüldüğünde taban akışı, akışın yeraltı sularından gelen kısmı olarak tabir edilebilir. Taban akışı, havzaya yağın yağışa, akarsu ağı toplam uzunluğuna, drenaj yoğunluğuna, engebeliğe vb. diğer faktörlere bağlı olduğundan gecikmeli bir akış olarak gerçekleşir. Taban akışı yaz mevsiminde akarsu akışının büyük bir kısmını, bazı durumlarda ise tamamını karşılamaktadır. Taban akışını bilmek havza ile ilgili planlama ve strateji geliştirmede, su kullanım projelendirmelerinde, su bütçesi hesaplamalarında büyük önem arz etmektedir.

Taban akışını toplam akıştan ayırmada literatürde çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler Grafik yöntemler (sabit debi yöntemi, sabit eğim yöntemi, konkav yöntemi, değişken eğim yöntemi), Sürekli taban akışı ayırma yöntemleri (dijital filtreleme yöntemi(DFY), İngiliz hidroloji enstitüsü yuvarlatılmış minimumlar yöntemi, revize edilmiş İngiliz hidroloji enstitüsü yuvarlatılmış minimumlar yöntemi(RİHEY), filtrelenmiş İngiliz hidroloji enstitüsü yuvarlatılmış minimumlar yöntemi) ve Regresyon analizidir.

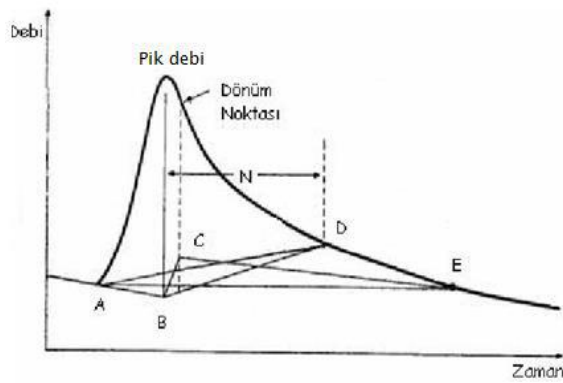
Yöntemler aşağıda kısaca açıklanmış olup, çalışmada taban akışının tahmini için İHEY kullanılmıştır. Uygulamada İHEY'in kullanılmasının sebebi diğer yöntemlere göre hem daha doğru sonuçlar vermesi, hem de daha pratik olarak sonuca ulaşılmasıdır. Şöyle ki grafik yöntemler belirli kabul ve ampirik formüllere dayanır ve grafik yöntem sonuçları arasında büyük farklılıklar görülebilir. Regresyon analizinde ise taban akışının belirlenmesi yine belirli kabuller ile

karmaşık ve uzun hesaplamalar sonucunda elde edilir ve bu İHEY'in seçilmesinde etken olmuştur. Ayrıca sürekli taban akışı ayırma yöntemleri arasında literatürde en fazla kullanılan yöntem de kullanım kolaylığı açısından İHEY'dir.

### 3.1.1 Grafik yöntemler:

#### 3.1.1.a Sabit debi yöntemi :

Taban akışının sabit bir değerde akarsu akımından bağımsız seyrettiği kabulüne dayanır (Linsley vd., 1949). Yükselme eğrisinin başlama noktasından önceki akarsu akımı sabit değer olarak kabul edilir. Yüzeysel akışın başladığı noktadan (A) yatay bir doğru çizilir ve hidrografın çekilme eğrisini kestiği nokta işaretlenir (E). Ortaya çıkan AE eğrisi altındaki alan taban akışını verir.



Şekil 2. Grafik taban akışı ayırma yöntemi

#### 3.1.1.b Sabit eğim yöntemi:

Sabit eğim yönteminde yağışla birlikte taban akışının hemen değiştiği varsayılır (Brodie and Hostetler, 2005). Bu yöntemde yükselme eğrisinin başladığı A noktası ile debinin pik değerine ulaştıktan N gün sonrasına karşılık gelen D noktası birleştirilir. Çizilen AD doğrusu sabit eğim yöntemini temsil eder ve bu doğrunun altında kalan alan taban akışını gösterir.

Pik değerden N sonraki günü hesaplamak için,  $N=0,827.A^{0.2}$  ampirik formülü kullanılır (Linsley vd., 1958).

#### 3.1.1.c Konkav yöntemi :

Konkav yönteminde Şekil 2'deki hidrograftan önceki hidrografın taban akışı çekilme eğrisi A noktasından devam ettirilerek pik değer altındaki B noktası ile birleştirilir. Daha sonra B noktası D noktası ile birleştirilir. AB-BD doğrusu altındaki alan taban akışını gösterir.

#### 3.1.1.d Değişken eğim yöntemi:

Değişken eğim yönteminde yine konkav yönteminde olduğu gibi önce A ve B noktaları birleştirilir. Daha sonra hidrografın yeraltı akışına ait çekilme eğrisi geriye doğru pikten sonraki dönüm noktasının izdüşümünü kesecek şekilde uzatılır. Dönüm noktası çekilme eğrisinin ikinci türevinin sıfır olduğu noktadır. Böylelikle C noktası elde edilmiş olur. AB-BC-CE doğrularının altında kalan alan taban akışını verir (Das, 2009).

### 3.1.2. Sürekli taban akışı ayırma yöntemleri

#### 3.1.2.a İngiliz hidroloji enstitüsü yöntemi (İHEY)

Taban akışını ayırmada kullanılan yöntemlerinden olan İngiliz Hidroloji Enstitüsü yuvarlatılmış minimumlar yöntemi ile günlük ortalama akım zaman serisi verileri kullanılarak toplam akıştan taban akışı ayırmaya çalışılır. Akım verileri 5'erli gruplara ayrılarak her gruba ait minimum değer alınır bu minimum değer kendinden önceki 5'li grup ile kendinden sonraki 5'li grubun 0,9 katından küçük ise bu değer minimum dönüm noktası olarak kabul edilir

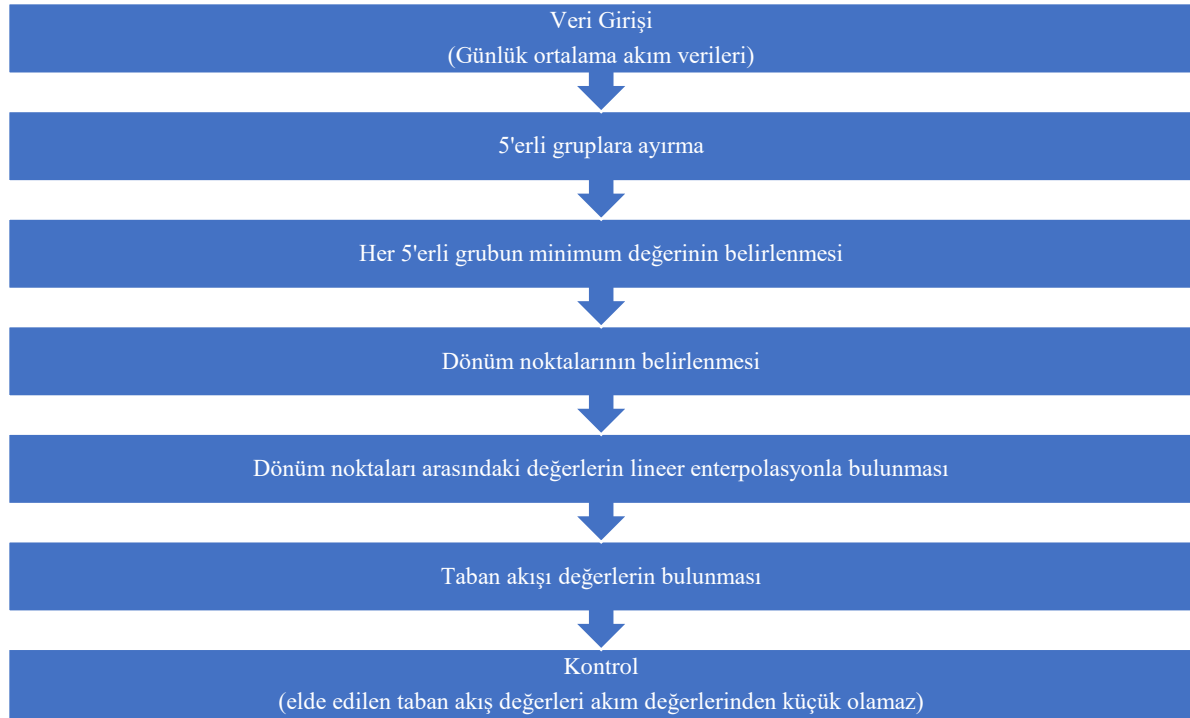
ve matematiksel olarak  $0,9q_i < \min(q_{i-1}, q_{i+1})$  şeklinde ifade edilir.

Denklemden kullanılan  $0,9$  çarpanı taban akış tahmininde bu yöntem için kullanılan bir katsayıdır (Mazvimavi vd., 2004). Tüm zaman serisine bu uygulama yapılarak dönüm noktaları belirlenir. Dönüm noktaları ve taban akış değerleri yıllık olarak belirlenebildiği gibi tüm zaman serisine tek bir defa da uygulanarak da belirlenebilir. Bulunan dönüm noktaları toplam akışın tamamının taban akışından kaynaklandığı günlere karşılık gelmektedir (Piggott vd., 2005). Bu dönüm noktaları arasındaki değerler doğrusal enterpolasyonla belirlenerek toplam akıştan taban akışı

ayrılmış olur. Ancak uygulama yapılırken doğrusal enterpolasyon yapıldıktan sonra oluşan değerler kontrol edilerek günlük ortalama akımdan fazla olan değer varsa o değerler maksimum günlük ortalama akım değeri olarak alınmalıdır.

İHEY'in kuruyan akarsularda kullanımında ise  $0,9q_i \leq \min(q_{i-1}, q_{i+1})$  koşulu kullanılır (Hisdal vd., 2003; Aksoy vd., 2008).

Bu çalışmada kuruyan akarsu bulunmadığı için  $0,9q_i < \min(q_{i-1}, q_{i+1})$  denklemi kullanılmış, uygulama yöntemine ait modül diyagramı Şekil 3'de sunulmuştur.



Şekil 3. İHEY modül diyagramı

### 3.1.2.b Revize edilmiş İngiliz hidroloji enstitüsü yöntemi (RİHEY)

İngiliz hidroloji enstitüsü yönteminde (İHEY) kullanıldığı gibi günlük ortalama akım zaman serileri kullanılır. İlk gününden başlanarak birbirleriyle çakışmayacak şekilde beşerli gruplara ayrılarak elde edilen minimumlar ve dönüm noktalarına göre

dönüm noktaları belirlenmektedir. Eğer serinin ikinci, üçüncü, dördüncü veya beşinci gününden itibaren başlanırsa elde edilen gruplar ve dolayısıyla bu grupların minimumları ve dönüm noktaları birbirinden farklı olacaktır. Başlangıç noktasının bu etkisini ortadan kaldırmak amacıyla Piggott vd. (2005) İHEY'in farklı bir uygulaması yapılarak yöntem revize edilmiştir. Bu

yöntem ile 5'erli grupların başlangıcı birinci gün, ikinci gün, üçüncü gün, dördüncü gün ve beşinci günden başlayarak ayrı ayrı gruplar elde edilmiş ve böylelikle 5 farklı taban akışı verisi ortaya çıkmıştır. Elde edilen taban akışı verilerinin ortalaması alınarak taban akışı bulunur. Sonuçlar İHEY ile büyük oranda benzerlik göstermektedir.

### 3.1.2.c Filtre edilmiş İngiliz hidroloji enstitüsü yöntemi

İHEY'de doğrusal enterpolasyon sonucu keskin doğrular ortaya çıkabilmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak ve İHEY ile DFY'nin sonuçlarını birbirine yaklaştırmak için Aksoy vd. (2009) yaptığı çalışmada İHEY ile DFY yöntemlerinin birlikte kullanılmasını önermiştir. Böylelikle İHEY ile ortaya çıkabilecek keskin doğruların DFY ile daha yumuşak bir hale getirilmesi amaçlanmıştır.

### 3.1.2.d Dijital filtreleme yöntemi (DFY)

DFY yüzeysel akış ile taban akışını frekanslarına göre ayırır. Yüzeysel akışı yüksek frekanslı, taban akışını ise düşük frekanslı kabul ederek sinyal analizine göre filtre edip iki akışı birbirinden ayırır.

### 3.1.3. Regresyon analizi

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkinin bir denklem ile ifade edilmesidir. Başka bir deyişle aralarında önemli bir ilişki bulunan  $X_i$  ve  $Y_i$  değişkenlerinin hangi bağıntı ile birbirlerine bağlı olduğunun belirlenmesidir. İki değişken ile oluşturulan regresyon basit regresyon, ikiden fazla değişken arasındaki bağıntıyı inceleyen

regresyon ise çoklu regresyon olarak adlandırılır. Regresyon analizi ile bir model oluşturmak ve bu model ile yapılan tahminlerin anlamlı olması basic varsayımların durumuna bağlıdır. Verilerin dikkatle incelenmesi daha iyi tahmin ve çok boyutlu uzayı daha gerçekçi değerlendirmeyi sağlamaktadır (Sharma, 1996). Basitçe söylemek gerekirse bu varsayımların geçerliliği modelin doğruluğunu oluşturmaktadır. İlişki analizleri için kullanılan varsayımlar şu şekilde özetlenebilir. Bu varsayımlar;

- ✓ Bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı yani bağımlılık olmamalıdır.
- ✓ Tahmin hataları ( $\epsilon$ ) arasında bağımlılık (otokorelasyon) olmamalıdır.
- ✓ Tahmin hatalarının ( $\epsilon$ ) varyansları eşit olmalı
- ✓ Hataların dağılımı normal olmalıdır (Işık, 2006).

Varsayımlar ve modele katılacak değişkenlerin seçimi uzun incelemeler ve araştırmalar neticesinde belirlenmektedir.

## 4. Araştırma Bulguları

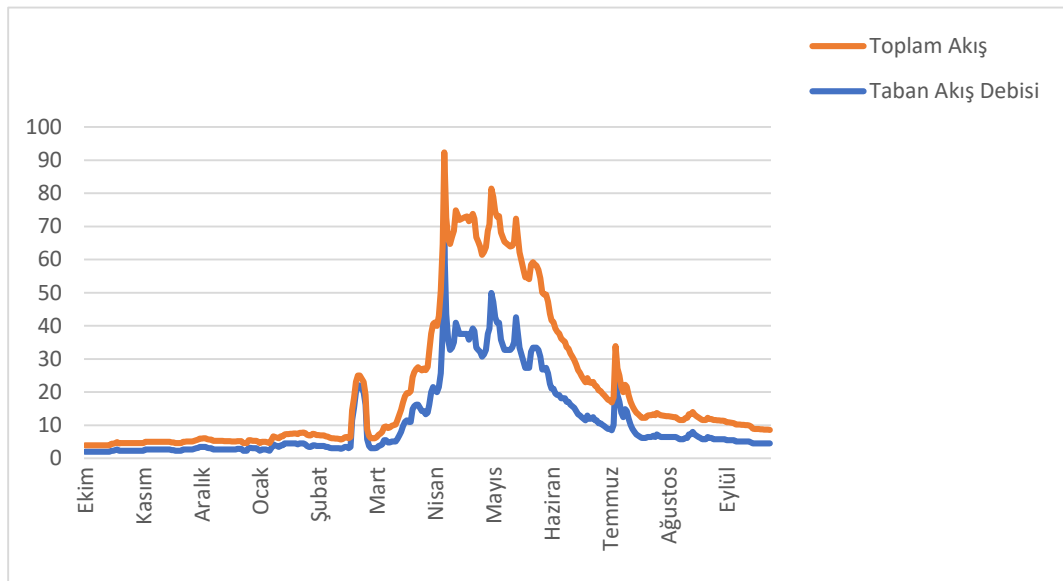
Çalışmada İngiliz Hidroloji Enstitüsü Yuvarlatılmış minimumlar yöntemi ve Çoruh havzası üzerinde yer alan 10 adet Akım Gözlem İstasyonu kullanılmıştır. Devlet Su İşleri Müdürlüğünden alınan günlük ortalama akarsu akım değerleri kullanılarak söz konusu havza içerisindeki taban akış değeri tahmin edilmiştir.

Çalışma ile ilgili bir çözüm örneği rastgele seçilen 2305 nolu Çoruh Havzası Peterek istasyonunda detaylı olarak verilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** İHEY'in 2305 nolu istasyona uygulanması örneği

Gün	Tarih	Debi (m <sup>3</sup> /s)	Minimumlar (m <sup>3</sup> /s)	Dönüm Noktaları (m <sup>3</sup> /s)	Doğrusal Enterpolasyon (m <sup>3</sup> /s)	Kontrol (m <sup>3</sup> /s)
1	11 Nisan 1963	199				
2	12 Nisan 1963	211				
3	13 Nisan 1963	180	180			
4	14 Nisan 1963	194				
5	15 Nisan 1963	215				
6	16 Nisan 1963	215				
7	17 Nisan 1963	218				
8	18 Nisan 1963	221				
9	19 Nisan 1963	203				
10	20 Nisan 1963	196	196	196	196.00	196.00
11	21 Nisan 1963	205	205	205	205.00	205.00
12	22 Nisan 1963	233			210.54	210.54
13	23 Nisan 1963	272			216.08	216.08
14	24 Nisan 1963	312			221.62	221.62
15	25 Nisan 1963	350			227.15	227.15
16	26 Nisan 1963	336			232.69	232.69
17	27 Nisan 1963	322			238.23	238.23
18	28 Nisan 1963	314			243.77	243.77
19	29 Nisan 1963	303			249.31	249.31
20	30 Nisan 1963	299	299		254.85	254.85
21	01 Mayıs 1963	280			260.39	260.39
22	02 Mayıs 1963	287			265.92	265.92
23	03 Mayıs 1963	277			271.46	271.46
24	04 Mayıs 1963	277	277	277	277.00	277.00
25	05 Mayıs 1963	277			279.50	279.50

Doğrusal enterpolasyon sonucu bulunan değerlerin toplam akıştan ayrılması Şekil 4'te değerler taban akışı değerleri olup, bu gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Toplam akıştan taban akışın ayrılması



## 5. Sonuç

Taban akışı, havzaya yağın yağışa, akarsu ağı toplam uzunluğuna, drenaj yoğunluğuna, engebeliliğe vb. diğer faktörlere bağlı olduğundan gecikmeli bir akış olarak gerçekleşir. Taban akışı yaz mevsiminde akarsu akışının önemli bir bölümünü, bazen ise tamamını karşılamaktadır. Bundan dolayıdır ki taban akışının bilinmesi hesaplamalarda çok önemlidir.

Çalışmada Çoruh havzasında bulunan 10 adet Akım Gözlem İstasyonuna ait günlük ortalama akım değerlerinden faydalanılarak taban akışı değerleri İHEY ile tahmin edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, havzada belirlenen 10 adet akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama debi, taban akış debisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.** AGİ'lere ait Akım değerleri

AGİ	Günlük Ortalama Akım (m <sup>3</sup> )	Taban Akış Debisi (m <sup>3</sup> )	Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )	Kot (m)
2304	15.835	12.915	1794.32	1550
2305	69.201	56.114	7290.72	660
2315	207.154	158.296	20047.54	57
2316	38.493	30.618	5455.26	1180
2320	28.676	23.099	4749.83	1377
2321	13.794	10.573	591.15	710
2323	33.325	25.835	7067.54	579
2325	7.068	5.545	1846.99	1142
2326	1.879	1.624	111.22	1834
2330	2.838	2.271	118.29	992

Yapılan çalışma sonucunda Çoruh havzasını oluşturan akışın büyük kısmının (%80) taban akışı şeklinde gerçekleştiği görülmüştür. İngiliz Hidroloji Enstitüsü Yuvarlatılmış Minimumlar yöntemi (İHEY)'nin Çoruh havzası için kullanılabilirlik açısından kolay ve doğru bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Bu yöntemin doğru yöntem olarak belirlenmesinde daha önce yapılan "Çoruh havzası taban akış modeli"(Taşci, 2018) tez çalışmasında belirlenen Regresyon modeli ile sonuçlar karşılaştırılmış ve sonuçların kullanılabilirlik açısından doğruluğu ile hangi yöntemin pratikte kullanılmasının daha doğru olacağı kanaatine varılmıştır.

Taban akışının belirlenebilmesi için yöntem seçimi, yöntemlerin üzerine kurulduğu varsayımlar, kullanılan teoriler, kullanım kolaylığı ve sonuca ulaşma süreleri göz önüne alınarak yapılmış ve elde edilen sonuç, uzun ve karmaşık işlem süreçleri ile elde edilen ve taban akışına etki eden en önemli etkenlerin belirlenebilmesi adına rol model olarak kabul edilen Regresyon analizi ile kıyaslanmış ve kullanılan yöntemin doğruluğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.** İHEY ve Regresyon modeli ile elde edilen Taban akış indekslerinin karşılaştırılması

İstasyon No	TAI İHEY	TAI Regresyon
2304	0,8156	0.8157
2305	0,8108	0,7942
2315	0,7641	0,7844
2316	0,7954	0,8029
2320	0,8055	0,8031
2321	0,7664	0,7691
2323	0,7752	0,7849
2325	0,7845	0,7861
2326	0,8643	0,8651
2330	0,8002	0,7837

## 6. Kaynaklar

Aksoy, H., Unal, N.E. ve Pektaş, A.O., (2008). “Smoother minima baseflow separation tool for perennial and intermittent stream”, *Hydrol. Process.* 22 (22), 4467–4476.

Aksoy, H., Kurt, I. ve Eris, E. (2009). “Filtered smoothed minima baseflow separation method”, *J. Hydrol.* 372 (1–4), 94–101.

Bayazıt, M., (1999). “Hidroloji, Genişletilmiş Yedinci Baskı”, *İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası*, ISBN 975-561-105-96, İstanbul, 242.

Brodie, R.S., Baskaran, S. and Hostetler, S. (2005). “Tools for assessing groundwater-surface water interactions: a case study in the Lower Richmond catchment,” *NSW. Bureau of Rural Sciences*, Canberra.

Das, G. (2009). “Hydrology and soil conservation engineering, 2nd edition,” *PHI*, pp 126-128.

DSİ. (2012). “Türkiye'nin su kaynakları”, Ankara.

Hisdal, H., Tallaksen, L. M., (2003). “Estimation of Regional Meteorological and

Hydrological Drought Characteristics”, *Journal Of Hydrology*, 280, 230-247.

Işık, A., (2006). “İstatistik – I” , *Beta Basım A.Ş.*, İstanbul

Linsley, R. K., Jr., Kohler, M. A., and Paulhus, J. L. H. (1949). “Applied Hydrology, McGraw-Hill”, 67, 399-400.

Linsley, R. K., Jr., Kohler, M. A., and Paulhus, J. L. H. (1958). “Hydrology for engineers, McGraw-Hill Book Co.”, Newyork.

Mazmimavi, D., Meijerink, A.M.J., Stein, A., (2004). “Prediction of base flows from basin characteristics: A case study from Zimbabwe”, *Hydrol, Sci, J.*, 49(4), 703-715.

Piggott, A.R., Moin, S., Southam, C., (2005). “A revised approach to the UKIH method for the calculation baseflow”, *Hydrol, Sci, J.*, 50(5), 911-920.

Pilgrim, DH, Cordery, I. & Doran, DG (1979). “Assessment of runoff characteristics in arid western New South Wales”, *Australia. In: The Hydrology of Areas of Low Precipitation (Proc. Canberra Symp., December 1979)*, 141-150. IAHS Publ. no. 128.

Sharma, S., (1996). “Applied Multivariate Techniques”, *John Wiley & Sons inc.*, Newyork.

Taşci, S. 2018 “Çoruh Havzası Taban Akış Modeli”, (Yüksek Lisans), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 1-72.

Uşul, N. (2013). “Mühendislik hidrolojisi, ikinci basım”, *ODTÜ yayıncılık*, ISBN 978-944-344-57-9, Ankara, 418.