

**BOĞAZKÖY BARAJ VE HES'İNDEN AKIŞAŞAĞIYA  
BIRAKILMASI GEREKEN ASGARİ SU MİKTARININ  
BULUNMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME: TENNANT  
VE AKIM SÜREKLİLİK YÖNTEMLERİ**  
*Minimum Water Flow Assessment for Downstream of Boğazköy Dam  
and HEPP: Tennant and Flow Duration Methods*

**Yrd. Doç. Dr. M. Murat KÖLE**

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü  
[muratkole@karatekin.edu.tr](mailto:muratkole@karatekin.edu.tr)

**ÖZET**

*Su kaynaklarından etkin ve verimli bir şekilde faydalanmak için akarsular üzerine inşa edilen su yapılarından akış aşağıya bırakılması gereken asgari su miktarının hesaplanması günümüzde büyük önem taşımaktadır. Çalışmada, Boğazköy Baraj ve HES'inden akış aşağıya bırakılması gereken asgari su miktarı hidrolojik verilere dayalı Tennant (1976) ve akım süreklilik yöntemi ile karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Seçili yöntemler ile akarsu yatağında bulunması gereken asgari su miktarı hesaplanmıştır. Tennant (1976) yöntemine göre asgari su miktarı kurak dönemler için 1,34 m<sup>3</sup>/sn ve yağışlı dönemler için 1,69 m<sup>3</sup>/sn olarak belirlenmiştir. Akım süreklilik yöntemine göre Q70 6,59 m<sup>3</sup>/sn ve Q95 2,47 m<sup>3</sup>/sn olarak hesaplanmıştır. Seçili yöntemlerden, çevresel akış için Q70 değerinin kullanılması daha uygundur.*

**Ahahtar Kelimeler:** Boğazköy Baraj ve HES, hidrolojik yöntemler, çevresel akış, nehir yatağı

**ABSTRACT**

*Nowadays, determination of minimum water flow from dams that are build on rivers, has a vital importance in order to utilize water resources effectively and efficiently. In this study, minimum water flow for Boğazköy Dam and HEPP is calculated based on two different hydrologic methods, namely flow duration curve and Tennant (1976) methods and they are compared with each other. As a result of current study, based on Tennant method, for raid periods minimum 1,34 m<sup>3</sup>/sec and for wet periods minimum 1,69 m<sup>3</sup>/sec water flow is calculated. Based on flow duration method Q70 and Q95 are calculated respectively 6,59 m<sup>3</sup>/sec and 2,47 m<sup>3</sup>/sec. Between selected methods, it is more convenient to use the Q70 for the environmental flow.*

**Keywords:** Boğazköy Dam and HEPP, hydrological methods, environmental flow, river base

## 1.GİRİŞ

Su kaynaklarından etkin bir biçimde faydalanmak ve artan enerji ihtiyacına çözüm aramak için birçok bölgede rezervuarlar ve depolamalı hidroelektrik santraller (HES) inşa edilmektedir. Özellikle ekosistemin devamlılığı için en önemli çevresel konu başlıklarından biri su yapısından akarsu yatağına bırakılması gereken asgari su miktarının saptanmasıdır.

Baraj ve HES'i; Bursa ili İnegöl İlçesi idari sınırları içerisinde Boğaz Köy'ün yaklaşık bir kilometre menbasında, Sakarya Havzası drenaj alanı içerisinde Akçasu (Kocasu) üzerinde yer almaktadır (Şekil 1). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından 1995 – 2011 yılları arasında toprak dolgu gövde tipinde inşa edilmiştir. Söz konusu baraj başlangıçta sulama amaçlı olarak planlanmasına karşın, revize edilen projesi ile elektrik enerjisi üretimine uygun hale getirilmiştir. 2011 yılında inşaatı tamamlanan baraja ait sulama projesi inşaatına devam edilmekte olup, elektrik enerjisi üretiminin yanı sıra projenin tamamlanması ile 25 köyün arasında bulunduğu 11.187 ha alanın sulanması planlanmaktadır.



Şekil 1: Çalışma bölgesi yer buldur haritası

*BOĞAZKÖY BARAJ VE HES'İNDEN AKIŞAŞAĞIYA BIRAKILMASI GEREKEN ASGARI SU MİKTARININ BULUNMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME: TENNANT VE AKIM SÜREKLİLİK YÖNTEMLERİ*

Akçasu (Kocasu) Deresi, Bilecik idari sınırları içerisinde yer alan Osmaneli ilçesinde Sakarya Nehri'ne karışmaktadır (Şekil 1). Akış aşağıya Mudurnu ve Akçay'dan önce Sakarya Nehri'ni besleyen en önemli kol görevindedir. 2014 yılı itibari ile elektrik üretimine başlanan, 2015 yılı sonu itibari ile sulama projesinin hayata geçirilmesi hedeflenen Boğazköy Baraj ve HES' inden akış aşağıya bırakılması gereken asgari su miktarının belirlenmesi ekosistemin devamlılığı için önem taşımaktadır.

Asgari su miktarı için literatürde can suyu, çevresel akış ve ekosistem su ihtiyacı gibi tanımlamalar bulunmaktadır. Tanımlamalar sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Çevresel akış, bir akarsuyun bulunduğu ekosisteminin belirlenmiş, değerlendirilmiş özelliklerini sürdürebilmek için orijinal akış miktarının ne kadarının akış aşağıya ve akarsu yatağında akmaya devam edeceği olarak tanımlanmaktadır (Tharme vd., 1998, s. 1). Bir başka şekilde çevresel akış, belirli bir özel amaç için nehir sisteminde akış aşağıya bırakılan veya yatakta bulunması istenen akış olarak ifade edilmektedir (King, vd., 2008, s. 1).

Çevresel akış miktarının tayini için literatürde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Genel olarak DSİ Genel Müdürlüğü tarafından akarsu yatağında bulunması gereken asgari su miktarı (can suyu), on yıllık uzun dönem ortalama debinin en az %10'u referans alınarak hesaplanmaktadır (Yaşar vd., 2011, s. 212).

Çevresel akış miktarını hesaplayabilmek için literatürde farklı yöntemler uygulanmasına karşın, genel olarak bu yöntemler dört temel grupta toplanmaktadır (Karim vd., 1995, s. 1064).

- I. Hidrolojik yöntemler
  - Tennant (Montana) yöntemi
  - Düşük akım yöntemi
  - Akım süreklilik yöntemi
- II. Hidrolik derecelendirme yöntemleri
  - Islak çevre yöntemi
- III. Habitat simülasyon yöntemleri
- IV. Holistik (Bütünleşik) yöntemler

Bu temel yöntemlerin yanı sıra hibrit yaklaşımlarda bulunmaktadır. Hibrit yaklaşımlar, temel yöntemlere ait metodolojilerin bir veya daha

fazlasını bir arada değerlendirerek, duruma özel tekniklerle çevresel akış miktarının belirlenmesine yönelik yaklaşımları içermektedir (Tharme vd., 1998, s. 16).

Hidrolojik yöntemler, yatakta bulunması gereken asgari su miktarını, daha genel bir ifade ile çevresel su ihtiyacını günlük ya da aylık akış verilerinden hesaplamaktadır (Pyrice, 2004, s. 1). Hidrolojik yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanları Tennant 1976 (Montana) yöntemi, düşük akım yöntemleri ve akım süreklilik yöntemleridir.

Dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan hidrolojik akım değerlendirme yöntemi Tennant (1976) (Montana) yöntemidir. Tennant yöntemi, son derece basit hidrolojik verilere dayanması nedeni ile dünya genelinde yirmi beşten fazla ülkede, iki yüzden fazla uygulamada, orijinal haliyle ya da geliştirilmiş hali ile kullanılmaktadır (Tharme, 2003, s. 404).

Tennant (1976) yönteminden sonra dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan ikinci hidrolojik yöntem düşük akım yöntemidir. Düşük akım yöntemlerinin tümü temelde uzun dönemler boyunca (25 yıl, 10 yıl, 5 yıl, 2 yıl vb.) gerçekleşen, birbirini takip eden seçili günler boyunca (7 gün, 2 gün vb.) ortaya çıkan, en düşük akım süreleri üzerinden istatistiksel hesaplamalar yapılmasına dayanmaktadır (Smakhtin, 2001, s. 157). On yıllık periyod boyunca kaydedilen ardışık yedi günlük en düşük akım (7Q10) ve iki yıllık periyod boyunca kaydedilen ardışık iki günlük en düşük akım (7Q2) değerleri sıklıkla kullanılan düşük akım yöntemleridir.

7Q10 yöntemi atık su dışarından sonra alıcı ortam su kalitesinin düzenlenmesinde, kurak dönemlerde habitat için gereken su ihtiyacı tayininde ve sucül yaşamın kritik su ihtiyacının belirlenmesinde kullanılmaktadır. En basit hali ile yöntemin temel kullanımı kirlilik kontrolü amaçlı olarak su kalitesi hesaplamalarıdır (Pyrice, 2004, s. 7). 7Q10 yöntemine dayalı olarak çevresel su ihtiyacı ya da asgari su miktarının belirlenmesine yönelik olarak literatürde bazı çekinceler yer almaktadır. 7Q10 düşük akım yöntemi ile yatakta yer alması gereken asgari su miktarına dayalı kullanımların daha sonraki dönemlerde olumsuz biyolojik etkilerinin ortaya çıkabileceği belirtilerek akarsu yatağında olması gereken asgari su ihtiyacı hesaplamalarında problem oluşturabileceği belirtilmiştir (Caissie vd., 1995, s. 245). ABD Balıkçılık ve Yaban Hayatı Servisi 7Q10 yöntemine dayalı olarak belirlenecek olan

**BOĞAZKÖY BARAJ VE HES'İNDEN AKIŞAŞAĞIYA BIRAKILMASI GEREKEN ASGARI SU  
MİKTARININ BULUNMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME: TENNANT VE AKIM  
SÜREKLİLİK YÖNTEMLERİ**

asgari su ihtiyacı miktarının sucul sistem üyeleri için yeterli olmayacağını savunmaktadır (Pyrice, 2004, s. 7).

Akım süreklilik yöntemi literatürde kullanılmakta olan bir diğer hidrolojik yöntemdir. Kronolojik zaman dağılımı dikkate alınmaksızın, akım frekansının zamana göre nasıl değiştiğini gösteren akım (debi) süreklilik eğrileri yardımı ile düşük akım dönemlerinden taşkın dönemlerine kadar akarsu boşalımı/akımı belirlenebilir (Smakhtin, 2001, s. 9). Akım süreklilik eğrisinin %70 – %99 değeri altında kalan akımlar genellikle asgari akımlar olarak değerlendirilmektedir. Zamanın %95'inde beklenen akımın, belirli bir değere eşit veya ondan büyük olması (Q95); İngiltere'de sıklıkla kullanılan indeksler arasındadır. Benzer şekilde zamanın %70'inde beklenen akımın, belirli bir değere eşit veya ondan büyük olması (Q70); Güney Afrika ülkelerinde sıklıkla başvurulan indeksler arasında yer almaktadır (Smakhtin vd., 1998, s. 108).

Literatürde çevresel akış miktarını belirlemek için kullanılan bir diğer yaklaşım hidrolik derecelendirme yöntemidir. Yöntem ile nehir ekosisteminde yer alan biyotanın devamlılığı için ihtiyaç duyulan sınır akış değeri belirlenir (Pyrice, 2004, s. 3). Literatürde en yaygın olarak kullanılan hidrolik derecelendirme yöntemi ıslak çevre yöntemidir. Islak çevre yöntemi Washington yönteminin bir varyasyonu olarak ifade edilmektedir (Li vd., 2010, s. 3).

Habitat simülasyon yöntemleri farklı hidrolojik, hidrolik ve biyolojik parametrelere bağlı olarak detaylı analizlerin sonucunda habitatın ihtiyaç duyduğu çevresel su ihtiyacının belirlenmesi için geliştirilmişlerdir (Pyrice, 2004, s. 2). Habitat simülasyon yöntemlerinde detaylı bir şekilde ortam parametreleri olan akış, su derinliği, eğim, kesitin şekli vb. değişkenler belirlenerek modelleme çalışması yapılmaktadır. Sonuçlar genellikle habitat - debi eğrileri şeklinde ortaya çıkartılarak, optimum akımlar bu eğrilerden belirlenir (Özdemir vd., 2007, s. 404). Habitat simülasyon yöntemleri farklı türler için alternatif çevresel akış senaryolarında sonuçlar ortaya çıkartırlar. Bilgisayar temelli sistem olması nedeni ile çalışma alanındaki hidrolojik, hidrolik ve biyolojik parametrelere ait detaylı verilere ihtiyaç duyar (Tharme vd., 1998, s. 20).

Bütünleşik yöntemler, ekosistemin tümünün gereksinimlerini bir arada değerlendirerek (nehir yatağı, kaynak alanları, taşkın alanları vs.) akarsu doğal rejiminin değiştirilmesinden itibaren kritik akış değerinin

ortaya çıkartılması temeline dayanır (Pyrice, 2004, s. 4). Çoğu yaklaşım için esas olan değişen akış rejiminin, sistematik olarak her ay ve her parametre bazında izlenip değerlendirilmesi gerekir. Gelişmiş bütünleşik yöntemler; hidrolojik, hidrolik oran ve habitat simülasyon yöntemlerindeki bazı araçlardan da rutin olarak yararlanmaktadır.

## 2.AMAÇ VE YÖNTEM

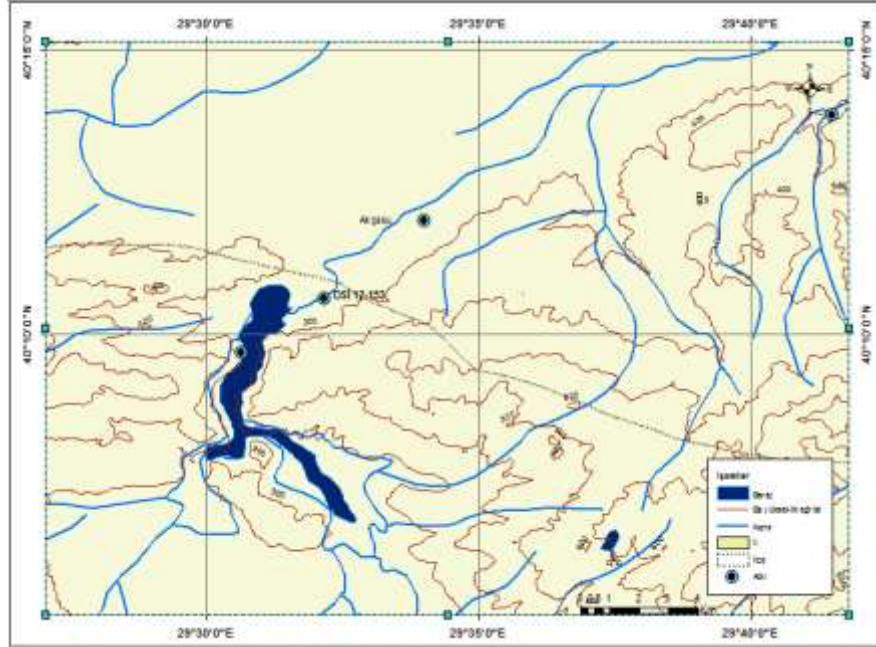
Çalışmanın ana amacı Boğazköy Baraj ve HES'inden Akçasu Deresi'ne akış aşağı bırakılması gereken asgari su miktarının seçili hidrolojik analiz yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalı olarak belirlenmesidir. Asgari su miktarı belirlenirken alıcı ortamda meydana gelen ve/veya gelebilecek kirletici aktiviteleri kökenli su kalite değişimi ve buna bağlı olarak gelişen çevresel akış miktarı çalışma kapsamında incelenmemiştir.

Akçasu deresi üzerinde yer alan akım gözlem istasyonları değerlendirilerek Boğazköy Baraj ve HES'inin yaklaşık bir kilometre mansabında yer alan DSİ'ye ait 12 – 153 numaralı istasyon rasat verilerinin kullanılması uygun görülmüştür (Şekil 2).

29°32'4"D – 40°11'50"K koordinatlarında 245 m. yükseltiyeye sahip akım gözlem istasyonunun yaklaşık drenaj alanı 1174,3 km<sup>2</sup>'dir. Gerek Boğazköy Baraj ve HES'inin hemen akış aşağısında yer alması gerekse 1977 yılından söz konusu depolama tesisinin inşaat başlangıç tarihi olan 1999 yılına kadar rasat verileri içermesi açısından 12 – 153 numaralı istasyon tercih edilmiştir. 1977 – 1999 yılları arasında Boğazköy AGİ'de sadece bir yıl akım kaydı tutulmamış, geri kalan yıllarda kesintisiz akım kayıtları tutulmuştur. Çalışma genelinde istasyona ait yirmi iki yıllık akım verilerinden faydalanılmıştır.

Boğazköy AGİ'ye ait uzun dönem veriler, hidrolojik akım analiz yöntemlerinden Tennant (1976) ve akım süreklilik yöntemi ile değerlendirilmiştir. Haritalama çalışmaları için coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) faydalanılmış olup, ArcMap 10 programı kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada regresyon analizi uygulaması için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programından faydalanılmıştır.

**BOĞAZKÖY BARAJ VE HES'İNDEN AKIŞAŞAĞIYA BIRAKILMASI GEREKEN ASGARİ SU MİKTARININ BULUNMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME: TENNANT VE AKIM SÜREKLİLİK YÖNTEMLERİ**



*Şekil 2: Çalışma bölgesi ve AGİ*

Tennant (1976) (Montana) yöntemine göre akarsu yatağında olması gereken asgari su miktarı, yağışlı ve kurak olmak üzere iki dönem halinde değerlendirilmektedir.

**Tablo 1:** Tennant (1976) yöntemine göre balık, yaban hayatı ve rekreasyon için gerekli olan akımın sınıflandırılması (%)

Genel akış koşullarının tanımı	Tavsiye edilen yıllık ortalama akış rejiminin yüzdesi: Ekim - Mart	Tavsiye edilen yıllık ortalama akış rejiminin yüzdesi: Nisan - Eylül
Taşkın veya maksimum	% 200	% 200
Optimum aralıkta	% 100 - 60	% 100 - 60
Mükemmel	% 40	% 60
Çok iyi	% 30	% 50
İyi	% 20	% 40
Orta	% 10	% 30
Zayıf veya minimum	% 10	% 10
Çok az	< % 10	< % 10

**Kaynak:** Tennant, D. L. (1976). *Instream Flow Regimens for Fish, Wildlife, Recreation and Related Environmental Resources*. Fisheries, 1, 6-10.

Bu doğrultuda çalışmada, su yılı akış açısından iki dönemde incelenmiştir. Ekim ve Mart arası su yılının ilk dönemini, Nisan ve Eylül ayları arası dönem su yılının ikinci dönemini oluşturmaktadır. Yirmi iki yıllık rasat süresi boyunca kaydedilen akım değerlerinden yağışlı ve kurak dönemler için Tablo 1’ de yer alan yüzdesel sınıflandırma değerleri ayrı ayrı kullanılarak istenen akış koşullarına göre yatakta bulunması gerek su miktarı hesaplanmıştır.

Akım süreklilik yöntemi ile uzun dönem aylık akımların analizi yapılarak, akarsu yatağındaki debinin, akım yılları boyunca zaman içerisindeki değişimini gösteren olasılık eğrisi (akım süreklilik eğrisi) elde edilmiştir. Bu şekilde akarsu akımının belirli bir değere eşit ya da daha büyük olduğu zaman yüzdesi hesaplanmıştır. Bunun için uzun dönem gerçek aylık akım değerlerine ait akım sıralarının belirlenmesinden sonra her bir veri kaydı için [1] numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$k = \left( \frac{p}{n+1} \right) * 100 \quad [1]$$

k : Belirli bir akış değerine eşdeğer olma veya aşılma olasılığı (% zaman akım değeri)

p : Akım rasat değerlerinin sıralanma sırası (Boyutsuz)

n : Toplam akım rasat sayısı (Boyutsuz)

[1] Numaralı eşitlik yardımı ile elde edilen değerlerin yatay eksene, bu değerlere karşılık gelen akım (debi) değerlerinin dikey eksene işlenmesi ile 12 – 153 istasyona ait uzun dönem verileri referanslı akım süreklilik eğrisi elde edilmiştir. Eğriye ait fonksiyonu ve fonksiyona ait belirleme katsayısını ( $R^2$ ) bulmak için SPSS 16.0 programı regresyon analizi uygulamasından faydalanılmıştır.

Değişkenliğin ne kadarının elde edilen fonksiyon tarafından açıklanabildiğini ifade eden “ $R^2$ ” katsayısı üst sınırı birdir (Bayazıt, 1995, s. 218). Bire yaklaşma oranı ile bağımlı değişkendeki değişimin büyük bir kısmını modeldeki bağımsız değişkenin açıkladığı sonucuna varılmaktadır (Ünver vd., 2013, s. 372). Bu varsayım ile fonksiyonun belirlenmesinde bire yakınlık oranı dikkate alınmıştır.

Elde edilen akım süreklilik eğrisinden itibaren debinin belli bir değere eşit veya ondan büyük olduğu zaman yüzdesi olarak Q95 ve Q70



**BOĞAZKÖY BARAJ VE HES'İNDEN AKIŞAŞAĞIYA BIRAKILMASI GEREKEN ASGARI SU  
MİKTARININ BULUNMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME: TENNANT VE AKIM  
SÜREKLİLİK YÖNTEMLERİ**

değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama için eğri fonksiyonunda Q95 için “k” değeri 95, Q70 için “k” değeri 70 alınarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

### 3.BULGULAR

Yirmi iki yıllık dönem boyunca 12 – 153 numaralı Boğazköy AGİ’na ait aylık ortalama akım değerleri kullanılarak, Tennant (1976) yöntemine göre yağışlı ve kurak dönemler için elde edilen asgari akım değerleri sırası ile 1,69 m<sup>3</sup>/sn ve 1,34 m<sup>3</sup>/sn ‘dir (Tablo 2).

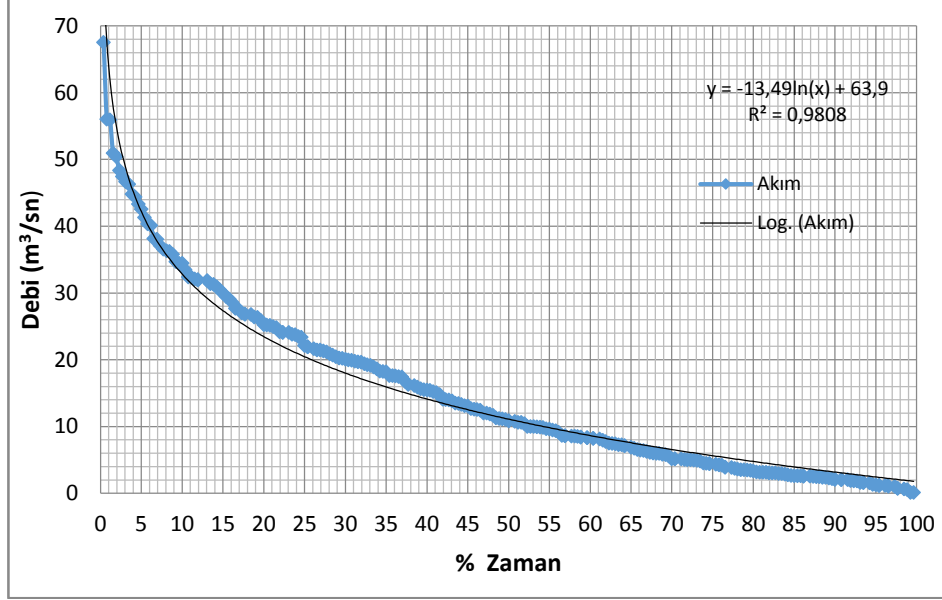
<i>Tablo 2: Seçili hidrolojik akım analiz yöntemlerine göre asgari su miktarı</i>		
	Yağışlı dönem	Kurak dönem
Uzun dönem ortalama akım (m <sup>3</sup> /sn)	16,87	13,37
Tennant % 10 (m <sup>3</sup> /sn)	1,69	1,34
Akım Süreklilik Q70 (m <sup>3</sup> /sn)	6,59	
Akım Süreklilik Q95 (m <sup>3</sup> /sn)	2,47	

Aylık ortalama akım değerleri ile oluşturulan akım (debi) süreklilik eğrisi [2] numaralı eşitlikte yer alan denklem ile karakterize edilmiştir (Şekil 3).

$$Q = -13,49 \ln(k) + 63,9 \quad [2]$$

Q : Debi (m<sup>3</sup>/sn)

k : Belirli bir akış değerine eşdeğer olma veya aşılma olasılığı (% zaman akım değeri)

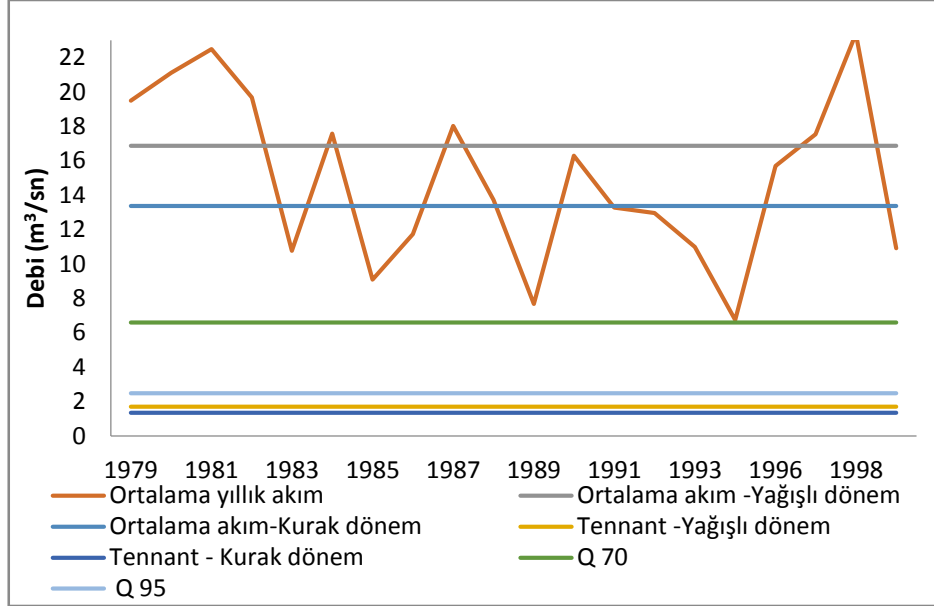


Şekil 3: Boğazköy AGİ akım (debi) süreklilik eğrisi

[2] Numaralı eşitlikten Q70 değeri 6,59 m<sup>3</sup>/sn ve Q95 değeri 2,47 m<sup>3</sup>/sn olarak hesaplanmıştır. Regresyon analizi ile elde edilen fonksiyonun regresyon belirleme katsayısı (R<sup>2</sup>) 0,9808 olarak hesaplanmıştır.

Uzun dönem yıllık ortalama akım verileri ile Tennant (1976) ve akım süreklilik yöntemlerine göre hesaplanan asgari su miktarı, 1979 – 1999 dönemi boyunca Boğazköy AGİ' da gerçekleşen ortalama yıllık akım değerlerinin hiçbir zaman üzerine çıkmamıştır (Şekil 4). Seçili yöntemler arasında rasat dönemi boyunca gerçekleşen en düşük yıllık ortalama akım değerine, akım süreklilik eğrisi yönteminde Q70 ile yaklaşılmıştır (Şekil 4).

**BOĞAZKÖY BARAJ VE HES'İNDEN AKIŞAŞAĞIYA BIRAKILMASI GEREKEN ASGARI SU MİKTARININ BULUNMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME: TENNANT VE AKIM SÜREKLİLİK YÖNTEMLERİ**



**Şekil 4:** Seçili yöntemlere göre asgari su miktarları ve Boğazköy AGİ uzun dönem ortalama akım değerleri (1979 - 1999)

#### 4.SONUÇ VE TARTIŞMA

Akarsu yatağında bulunması gereken asgari su miktarının belirlenmesinde literatürde farklı ülkeler tarafından farklı hesaplama yöntemleri kullanılmaktadır. Yöntemler arasında en yaygın olanları hidrolojik verilere dayanan yöntemlerdir. Hidrolojik verilere dayalı yöntemler arasında ise görece olarak daha basit ve kolay kullanıma sahip olması nedeni ile Tennant (1976) metodu yaygın olarak tercih edilmektedir.

Çalışma sahası olan Boğazköy Baraj ve HES' inden akış aşağıya bırakılması gereken asgari su miktarları gerek kurak ve yağışlı dönemler için Tennant (1976) yöntemine göre gerekse Q70 ve Q95 akım süreklilik yöntemlerine göre hesaplanmıştır. Söz konusu akım değerleri birbirlerinden farklıdır.

Boğazköy Baraj ve HES' inden doğrudan doğruya Tennant (1976) yöntemine göre akış aşağıya bırakılacak asgari su miktarının belirlenmesi uzun dönemde problemler ile karşı karşıya kalınmasına neden olabilir. Kurak ve yağışlı dönemler için hesaplanan asgari su miktarı değerlerine

yirmi iki yıllık akım gözlem kayıtları boyunca hiç yaklaşılmamıştır. Bu nedenle söz konusu değerlerde akımın ekosistem üzerinde ne gibi etkiler ortaya çıkartabileceği doğal olarak hiç tespit edilmemiştir.

Q70 ve Q95 akım süreklilik yöntemlerine göre Boğazköy Baraj ve HES' inden akış aşağıya bırakılacak asgari su miktarı değerlendirildiği zaman, Q70 akım değeri Q95 akım değerine göre daha anlamlı gözükmektedir. Tennant (1976) yöntemine paralel olarak Q95 akım değerine yirmi iki yıllık akım gözlem kayıtları boyunca hiç yaklaşılmamıştır. Benzer şekilde söz konusu değerlerde akımın ekosistem üzerinde ne gibi etkiler ortaya çıkartabileceği doğal olarak hiç tespit edilmemiştir. Q70 akım değerine ise gözlem süresi boyunca yaklaşılan dönemler bulunmaktadır.

Alıcı ortamdaki kirletici parametre değişimleri dikkate alınmadan sadece seçili hidrolojik yöntemlere göre yapılan bir değerlendirmede; ekosistemin Q70 akım değerine verdiği tepki görece olarak daha net öngörülebilir boyuttadır.

#### KAYNAKÇA

- Bayazıt, M. (1995). Hidroloji, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) İnşaat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Caissie, D., El-Jabi, N. (1995). "Comparison and Regionalization of Hydrologically Based Instream Flow Techniques in Atlantic Canada", Canadian Journal of Civil Engineering, sayı 22, s. 235-246.
- Karim, K., Gubbels, M. E., Goulter, I. C. (1995). "Review of Determination of Instream Flow Requirements with Special Application to Australia", Water Resources Bulletin, sayı 31, s. 1063-1077.
- King, J. M., Tharme, R. E., Villers, M. S. (2008). Environmental Flow Assessments For Rivers: Manuel For Building Block Methodology, Water Research Commission (WRC), Gezina.
- Li, H.-e., Lin, Q.-c. (2010). Estimation and Guarantee Measures of Ecological Basic Flow in Weihe River. Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE), 2010 4th International

**BOĞAZKÖY BARAJ VE HES'İNDEN AKIŞAŞAĞIYA BIRAKILMASI GEREKEN ASGARİ SU  
MİKTARININ BULUNMASINA YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME: TENNANT VE AKIM  
SÜREKLİLİK YÖNTEMLERİ**

- Conference on, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Chengdu.
- Özdemir, D. A., Karaca, Ö., Erkuş, M. K. (2007). Low Flow Calculation to Maintain Ecological Balance in Streams, International River Basin Management Congress Book, Ankara.
- Pyrice, R. (2004). Hydrological Low Flow Indicators and Their Uses, Watershed Science Centre (WSC), Ontario.
- Smakhtin, V. U. (2001). "Low Flow Hydrology: A Review", Journal of Hydrology, sayı 240, s. 147-186.
- Smakhtin, V. U., ve Toulouse, M. (1998). "Relationships Between Low-Flow Characteristics of South African Streams", Water SA, sayı 24(2), s. 107-112.
- Tennant, D. L. (1976). "Instream Flow Regimens for Fish, Wildlife, Recreation and Related Environmental Resources", Fisheries, Sayı 1, s. 6-10.
- Tharme, R. E. (2003). "A Global Perspective on Environmental Flow Assessment: Emerging Trends in The Development and Application of Environmental Flow Methodologies For Rivers", River Research and Applications, sayı 19, s. 397-441.
- Tharme, R. E., King, J. M. (1998). Development of the Building Block Methodology for Instream Flow Assessments and Supporting Research on the Effects of Different Magnitude Flows on Riverine Ecosystems, Water Research Commission (WRC), Cape Town.
- Ünver, Ö., Gamgam, H., Altunkaynak, B. (2013). Temel İstatistik Yöntemler, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yaşar, M., Baykan, N. O., Bülbül, A. (2011). Akışaşağısına Bırakılması Gerekli Debi Yaklaşımları, II. Su Yapıları Sempozyumu, Diyarbakır.