

ÇOK AMAÇLI ARDIŞIK BARAJLARIN İŞLETİLMESİ

Osman N. ÖZDEMİR

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi,
Maltepe 06570 Ankara, ozdemir@gazi.edu.tr

ÖZET

Ardışık barajların birden fazla amaç için verimli işletilmesi ancak model programlar yardımı ile mümkün olabilmektedir. Havza çalışmalarında istenilen optimum koşulları oluşturabilmek için planlama aşamasından başlayarak işletme çalışmalarının yapılacağı son aşamaya kadar, bu tür programların kullanımına ihtiyaç vardır. Özellikle günümüzde uygulamaya konulan Yap-İşlet-Devret, YİD (Built-Operate-Transfer: BOT) modeli ile baraj inşaatı, bir havza planlamasında veya inşaatı gerçekleşmiş bir sistemde değişik amaçlara yönelik barajların iyi bir şekilde analiz edilmesi zorunluluğunu beraberinde getirmiştir.

Bu çalışmada öncelikle 1980 yılı Seyhan taşkını araştırılmış ve kurulan modelin kalibrasyonu sağlanmış, daha sonra Seyhan havzasında mevcut Seyhan barajı, hidroelektrik santrali ve işletmeye 1997 yılında alınan Çatalan barajı ve hidroelektrik santralinin taşkın kontrolü ve elektrik enerjisi üretimlerindeki etkileşimleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: HEC-5, baraj işletmesi, taşkın kontrolü, Seyhan Havzası

OPERATION OF SEQUENTIAL MULTI-PURPOSE DAMS

ABSTRACT

Operation of sequential multi-purpose dams are simulated by using some programs developed for this purpose. For a basin development, in order to obtain optimum solutions, starting from planning till operation stages, varieties of these kinds of programs are required. Especially, the Built-Operate-Transfer (BOT) type dams force for better analysis of such multi-purpose systems in planning or in operation mode.

In this study, the flood event happened in Seyhan basin in 1980 is simulated and the model created is calibrated. Then, Seyhan and Çatalan dams and powerplants existing in the Seyhan River Basin are investigated for a joint operation for flood control and energy production.

Keywords: HEC-5, dam operation, flood control, Seyhan Basin

GİRİŞ

Anadolu yarımadasının güneyinde yeralan Seyhan Nehri havzası kuzeyinde İç Anadolu, güneyinde Akdeniz bölgelerinin iklim özelliklerini göstermektedir. Zamanti ve Göksu akarsuları birleştikten sonra Seyhan nehrini oluşturmaktadır. Havzanın toplam yüzölçümü yaklaşık 20000 km² ve nehrin uzunluğu 500 km kadardır. Akdeniz kıyısına yakın kesimlerde yıllık yağış yaklaşık 800 mm, yüksek kesimlerde ise bu değer 1000 mm olabilmektedir [1,2]. Kuzey kesimlerde ise yağış 400 mm civarındadır. Yağış miktarlarının yaklaşık %50 kadarı Aralık ile ayı Mart ayı sonuna kadar olmaktadır. Türkiye’de kış mevsiminde yüksekliği 1000 m ve üstü olan kesimlerde yağış kar şeklinde görülmektedir. Bu kar örtüsü ilkbahar başında eriyip, yağmur ile birleştiğinde bölgede taşkınlara neden olmaktadır. Seyhan havzasında taşkın mevsimi Kasım ayından Nisan ayına kadar olan süredir.

Seyhan barajı mansabında bulunan Adana şehri ülkenin 4. büyük kenti olup ekonomik, politik, ticari, endüstriyel ve kültürel bir merkezidir. Seyhan barajı taşkın koruma ve enerji üretme amaçlı olarak 1956 yılında işletmeye alınmıştır. 1980 yılındaki Adana-Seyhan nehri taşkını mertebe olarak 100 yılda yinelenebilecek taşkına yakındır. Bu büyüklükteki taşkın dahi Adana ilinde zarara neden olmuştur [3]. Bu nedenle 500 yıllık taşkın olabileceği düşünülerek Seyhan barajının hemen menbaında Çatalan barajının inşasına başlanmıştır. 1982 yılında inşaatına başlanan Çatalan barajı 15 yıllık uzun bir inşaat süresinin ardından 1997 yılında işletmeye açılmıştır. Bu iki barajın ortak işletilmesi ile 500 yıl yinelemeli taşkınların zararsız bir şekilde Adana ili içinden geçirilmesi düşünülmektedir. Adana ili içinden geçen taşkın yataklarının kapasitesi 800 m³/s [3] olarak alınmıştır.

Bu çalışmada ilk adımda 1980 yılı taşkını HEC-5 programı kullanılarak modellenmiş ve kalibrasyon sağlanmıştır. İkinci adımda Seyhan ve Çatalan barajları 500 yıl yinelemeli taşkın için ortak işletilmiştir. Son aşamada ise bu iki baraja ait hidroelektrik santrallerin enerji amacı ile işletilmeleri durumunda ortaya çıkabilecek sonuçlar incelenmiştir. Yukarıda belirtilen problemlerin çözümünde U.S. Army Corps of Engineers tarafından geliştirilen HEC-5 [4,5] programından yararlanılmıştır.

HEC-5 PROGRAMI

HEC-5 programı bir veya birden fazla barajın taşkın, enerji, sulama ve içme suyu gibi değişik amaçlarını 1 dakikadan 1 aya kadar olan süreler içerisinde detaylı bir şekilde modelleyebilecek kapsamlı bir programdır. Programda enerji, içme suyu ve sulama suyu bir başka deyişle depolama optimizasyonunu sağlayacak alt programlar da bulunmaktadır. Bir baraj veya ardışık barajlardan öncelikli oldukları amaçlarına göre su bırakmaları ve barajların program kullanıcısı tarafından belirlenen orantılı su seviyelerinde tutulmaları sağlanabilmektedir. U.S. Army Corps of Engineers-Amerika tarafından geliştirilen HEC-5 [4,5] programı ticari olarak özel danışman firmalar tarafından geliştirilen birçok versiyonu ile dünyanın çeşitli ülkelerinde havza planlaması veya mevcut bir sistemin daha verimli işletilmesi gibi bir çok amaç için kullanılmaktadır. Ayrıca bu çalışmada yararlanılmayan nehir yataklarının taşkına uğraması durumunda kullanılacak 7 adet taşkın öteleme metodu yine program içerisinde yer almaktadır.

HEC-5 programının özellikleri ve programla yapılabilecekler bu çalışmanın özünde anlatılmak istenilen örnek uygulamanın uzunluğunu artıracığı için program kullanım kılavuzları ekte referans olarak verilmiştir.

1980 TAŞKINI ANALİZLERİ

1980 yılı Mart ayının son haftasında yağış ve sıcaklık artışı sonucu kar erimesi nedeni ile Seyhan baraj gölü seviyesinde özellikle 27-28 Mart günlerinde önemli artışlar izlenmiştir [3]. Seyhan barajı personeli yüksek kesimlerde bulunan derin kar örtüsünü ve sıcaklık artışını da dikkate alarak 27 Mart günü saat 16:00'dan itibaren alarm durumuna geçmiştir.

27 Mart 1980: Saat 16:00'da göl seviyesi 64,10 m ve göle giren debi 1000 m³/s'dir. Saat 24:00'da ise seviye 64,92 m giren debi ise 3800 m³/s'dir (Tablo 1).

28 Mart 1980: Baraj gölündeki yükselme devam etmiş ve sabah saat 9:00 itibarı ile 67,10 m seviyesine ulaşmıştır. Göle gelen su miktarı saat 10:30'da 6000 m³/s olarak hesaplanmıştır. Bu pik debiden sonra göle giren su miktarında azalma görülmeye başlamış fakat göldeki seviye artışı durmamıştır. Güne baraj gölünden atılan 1400 m³/s debi ile başlanmış, günün sonunda 24:00 sularında bu çıkış debisi 2500 m³/s'ye kadar ulaşmıştır.

29 Mart 1980: Saat 01:00 itibarı ile göle giren debi 3800 m³/s olarak hesaplanmıştır. Baraj göl seviyesinin artışını önleyebilmek için çıkış debisi 2540 m³/s'den 2800 m³/s'ye kadar artırılmıştır. Gün içinde izlenen maksimum göl seviyesi 69,72 m olmuştur. Bu maksimum değerden sonra gölde su seviyesi düşmeye başlamıştır.

Tablo1. Seyhan barajı taşkın işletmesi (24-29 Mart 1980)

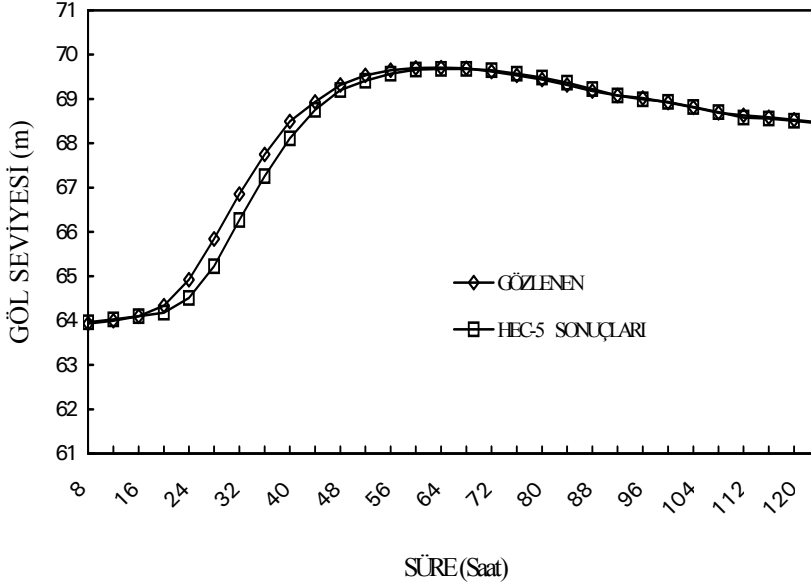
Tarih	Saat	Göl Seviyesi (m)	Kapak altı Kotu (m)	Giriş debisi (m ³ /s)	Çıkış debisi (m ³ /s)
24 Mart	13	62.45	64.00	300	410
25	13	63.04	64.00	444	812
26	13	63.80	64.00	591	1083
27	16	64.10	64.00	1000	800
27	24	64.92	64.00	3800	800
28	01	65.12	64.00	4178	800
28	03	65.59	64.00	5091	1033
28	05	66.11	64.00	5224	1050
28	07	66.60	64.00	5640	1117
28	09	67.10	64.00	5990	1187
28	10:30	67.45	64.00	6079	1180
28	12	67.75	64.00	4964	1342
28	14	68.15	64.00	5297	1422
28	16	68.50	64.00	4826	1674
28	20	69.01	64.00	4438	2020
28	24	69.33	64.00	3691	2560
29	06	69.60	63.50	3160	2760
29	16	69.72	63.50	2830	2830

27-28-29 Mart günleri taşkın en kritik günleri olmuştur. Gölde oluşan yüksek seviye, barajdan mansapta taşkın yaratacak debilerin bırakılmasına neden olmuştur. Seyhan barajından bırakılan sular Adana şehri içindeki seddeler arasından geçmektedir. Bu seddelerin taşıma kapasitesinin 1400 m³/s olduğu belirtilmesine rağmen, bu miktardaki suyu dahi taşıyamadıkları ve yırtılmaların meydana gelerek taşkına neden olduğu raporlarda belirtilmektedir [3]. 1980 yılı taşkını 47000 hektar ekili arazide zarara, 21 binanın yıkılmasına, 76 binanın da zarar görmesine neden olmuştur.

Yukarıda özetlenen 1980 yılı taşkınına ait hidrograf HEC-5 bilgisayar programı kullanılarak modellenmiş ve Şekil 1'de verilen izlenebilecek sonuçlar alınmıştır. Şekil 1 gölde izlenen su seviyeleri ile HEC-5 programı sonuçları arasındaki uyumun (kalibrasyonunun) yeterli olduğunu göstermektedir.

TAŞKIN KONTROLÜ

Seyhan barajı ve hidroelektrik santrali işletmeye alındığı 1956 yılından bu yana baraj gölünde sediment birikimine bağlı olarak alan-hacim verilerinde değişiklikler olmuştur. DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı ile ortak yürütülen çalışmalarda veriler güncelleştirilmiştir. DSİ Adana 6. Bölge Müdürlüğünden ise Seyhan ve Çatalan barajlarının taşkın sezonlarında (1 Kasım-1 Nisan) nasıl işletildiğine ilişkin baraj gölü su seviyeleri elde edilmiştir. Ayrıca Çatalan barajı 500 yıllık taşkın hidrografi değerleri [6] HEC-5 modeline veri olarak kaydedilmiştir.

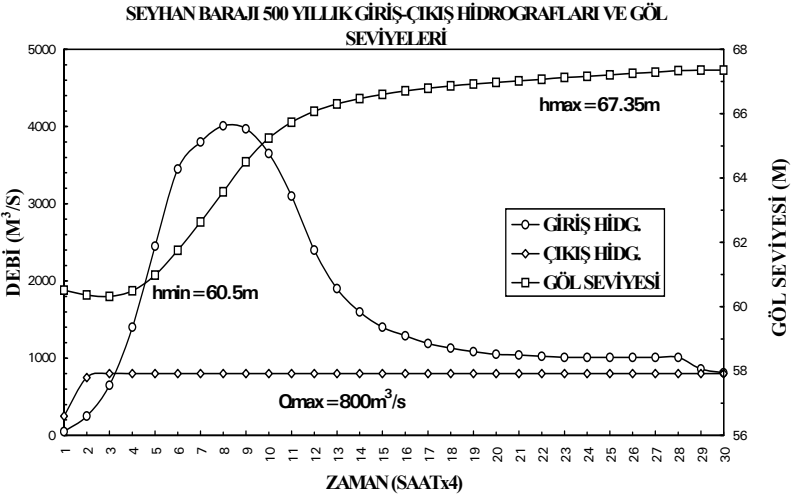
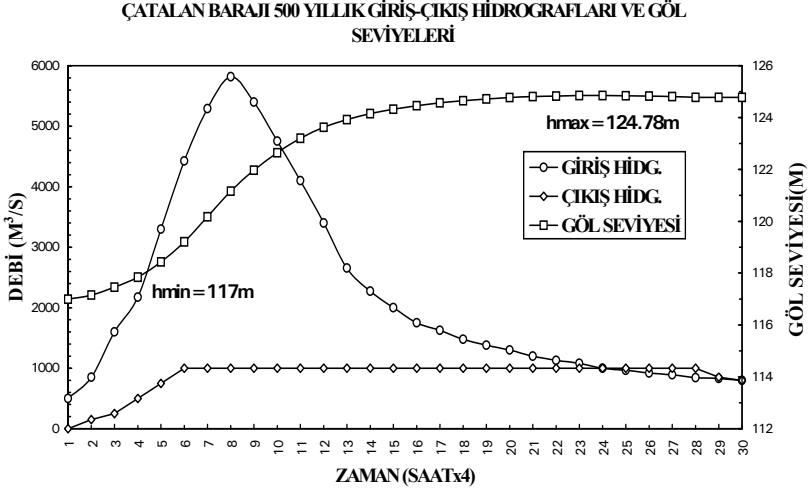


Şekil 1. 1980 yılı taşkını gözlenen ve modellenen Seyhan baraj gölü seviyeleri

Taşkın kontrolü için yapılan örneklemelerde sınır şartları olarak:

- i) Seyhan ve Çatalan alan-hacim-seviye eğrileri ve dolusavak boşaltım debileri
- ii) Seyhan nehri Adana içi taşkın koruma yatağı kesiti maksimum deşarj kapasitesi olarak $800 \text{ m}^3/\text{s}$ kullanılmıştır.

1980 yılında 100 yıl yinelemeli taşkında başarısız bir koruma sağlayan Seyhan barajı, Çatalan barajı ile birlikte 500 yıllık taşkınlara karşı ancak titiz bir şekilde uygulanacak mevsimlik (taşkın mevsimi) maksimum göl seviyeleri ile koruma sağlamaktadır. Şekil 2'de 500 yıllık taşkın hidrografları ile yapılan ardışık iki barajın işletmesinde Çatalan barajı 500 yıllık taşkın giriş hidrografı, başlangıçtan itibaren göl seviyeleri, deşarjlar eğri olarak verilmektedir. Şekil 3'de ise Çatalan barajından bırakılan deşarj ile Seyhan baraj gölüne direk akan Körkün, Çakıt, Üçürge sularının (ara havza) debileri toplamı giriş hidrografı olarak verilmektedir. Seyhan baraj gölüne ait su seviyeleri ve Seyhan barajı çıkış debilerine ait eğriler de Şekil 3'de gösterilmiştir.



Tablo 2 500 yıl yinelemeli taşkın hidrografının Seyhan ve Çatalan barajları için HEC-5 programı yardımı ile ötelenmesi sonuçlarını ve DSI'nin mevcut uygulamasını karşılaştırmaktadır. Bu tablodaki karşılaştırma HEC-5 ile yapılan çalışmanın Seyhan barajı mansabındaki taşıma kapasitesinin $800 \text{ m}^3/\text{s}$ olması

açısından önemlidir. Bu miktarda debi Adana ve çevresinde bir zarara neden olmamaktadır.

Tablo 2. 500 yıl yinelemeli taşkın için DSİ uygulaması [3] ve HEC-5 sonuçlarının karşılaştırması

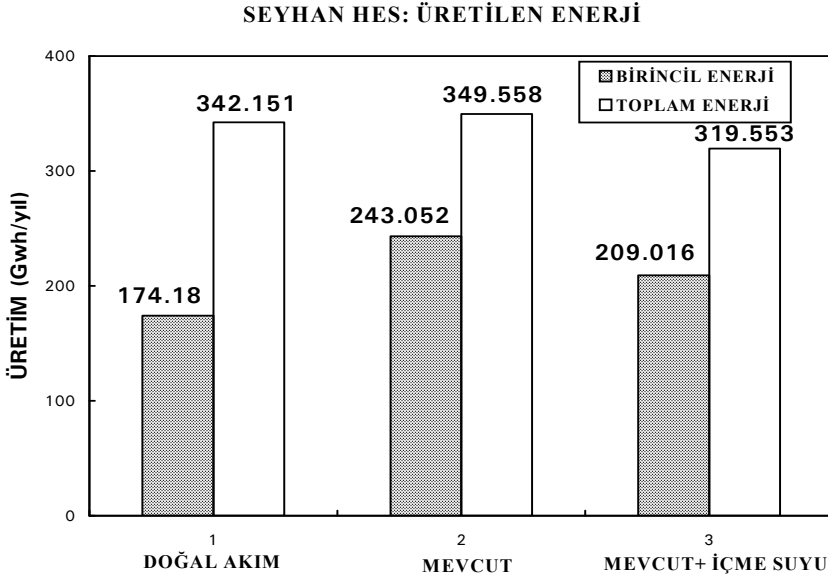
	Kret Kotu (m)	Maksimum Kot (m)	Başlangıç Kotu (m)		Maksimum Su Seviyesi (m)	
			DSİ Uygulaması	HEC-5 Sonucu	DSİ Uygulaması	HEC-5 Sonucu
ÇATALAN	126.50	125.00	118.00	117.00	125.00	124.80
SEYHAN	72.50	67.50	60.50	60.50	67.50	67.35

ENERJİ ÜRETİMİ

Seyhan barajı hidroelektrik santrali 1956 yılından bu yana elektrik enerjisi üretmektedir. Bu enerji Seyhan barajı yeri itibarı ile gelen doğal akımlar ile orantılı olarak üretilmiştir. Bu doğal akımlar 1997 yılından itibaren Çatalan barajının su tutmaya başlaması ve daha sonra elektrik enerjisi üretmesi ile düzenlenmiştir. Seyhan barajı Hidro Elektrik Santrali'nde (HES) doğal giriş akımlarıyla üretilen enerji ile Çatalan HES'den Seyhan baraj gölüne bırakılan düzenli akımla üretilebilecek enerji arasında farklar olacağı düşünülebilir. Seyhan aksında oluşan doğal akımların değişkenliği nedeni ile düzenli Çatalan deşarjına göre Seyhan HES'de daha az birincil (firm) enerji üretilbileceği tahmin edilmiştir. Diğer bir durumda ise Çatalan baraj gölünden Adana ili için gelecekte içme suyu olarak alınacak (16.5 m³/s) miktar ve Çatalan baraj gölünde oluşacak ilave buharlaşma dikkate alındığında Seyhan HES'in toplam yıllık enerji üretiminde de azalma olacağı düşünülebilir.

Yukarıda bahsedilen alternatiflerin modelini oluşturabilmek amacı ile 1939 yılı Ekim ayından itibaren 1992 yılına kadar olan süre için aylık akım değerleri [7] veri olarak derlenmiştir. Seyhan-Çatalan arası ara havza aylık doğal akımları da eklenerek üç durum için HEC-5 çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalarda mevcut barajların hidroelektrik santral türbin kapasiteleri, kuyruksuyu yükseklikleri, türbin verimlilikleri ve benzeri veriler elde edilmiş ve bu veriler DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesinde kontrol edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 4'de görülen 1 nolu durumda (DOĞAL AKIM) 1939-1992 yılları arasında yalnız Seyhan HES'in çalışması halinde üretilen birincil (firm) ve toplam enerji miktarları belirtilmektedir. Yine Şekil 4'de bugün geçerli 2 numaralı durum bir başka deyiş ile Çatalan'ın işletmede olduğu ve henüz Adana için içme suyu sağlamadığı haldeki enerji üretimi gösterilmiştir (MEVCUT). Son olarak 3 numaralı durumda (MEVCUT+İÇME SUYU) Seyhan ve Çatalan HES'lerinin

beraber çalışıyor olması ve Adana iline $16.65 \text{ m}^3/\text{s}$ içme suyu sağlanması halinde üretilebilecek birincil ve toplam enerji miktarları gösterilmiştir. Bu karşılaştırmalı tablodan (Tablo 4) anlaşılacağı gibi Çatalan'ın işletilmesi durumunda Seyhan'da birincil enerjide artış, bunun yanında Çatalan'ın içme suyu sağlanması ve baraj gölünden buharlaşma olması nedeni ile Seyhan HES'de üretilen toplam enerjide bir azalma olmuştur.



Şekil 4. Seyhan HES enerji üretimi

SONUÇ

Bu çalışma Türkiye'de havzalar üzerinde ardışık barajların işletilmesine yönelik HEC-5 modeli ile yapılan gerçek bir problemin çözümüne ilişkin ilk örnektir. Havzalar üzerinde baraj sayıları arttıkça ve diğer barajların planlaması yapıldıkça planlamadan başlayan ve işletmeye kadar geçen süre içerisinde HEC-5 gibi kapsamlı modellerin kullanılması elde edilecek sonuçların en iyiye yönelmesinde faydalı olacaktır.

Bu çalışmada konu edilen taşkın ötelemesi ve enerji üretimi ile ilgili örneklemeler Yap-İşlet-Devret (BOT) modeli ile yapılacak ardışık baraj sistemlerinde çıkabilecek mali ve hukuki problemlerin çözümünde de yararlı olabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Özdemir, O. N. ve Sabuncu, B.,“HEC-5 ve Seyhan Havzası Örneği”, **Su Mühendisliği Problemleri Semineri (v)**, Fethiye, 12.1-12.6, 21-23 Eylül 1998.
2. Özdemir, O. N. .,“The first use of HEC-5 in Turkey,” **Nato Advanced Research Workshop on Coping with Floods: Lessons Learned from Recent Experience**, Malenovice, Çek Cumhuriyeti, Mayıs 1999.
3. **Seyhan Taşkın Raporu**, DSİ Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara 1981.
4. **HEC-5 Simulation of Flood Control and Conservation Systems, Users Manual**, U.S. Army Corps of Engineers, April 1982.
5. **HEC-5 Simulation of Flood Control and Conservation Systems, Exhibit 8 of Users Manual, Input Descriptions**, U.S. Army Corps of Engineers, July 1987.
6. **Feasibility Study on Flood Control, Forecasting and Warning System for Seyhan River Basin**, Volume I-II-III, Japan International Cooperation Agency, Ekim 1994.
7. **Aylık Ortalama Akımlar Kitabı**, EİE Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, 1995.

