

Modeling of Water Level Changing of Yuvacık Dam with Fuzzy Logic

¹ Hussein Bizimana, *¹Fatma Demir, ¹Osman Sönmez

*¹Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

Abstract

In this study, It is aimed to develop a model to ensure reliable regulation to provide dam reservoir operation studies using the method of Fuzzy Logic Systems (FIS) for Yuvacık dam. A fuzzy logic system have been developed for reservoir losses, evaporation, humidity and unmeasured losses using very low, low, moderate, high and very high membership functions used for all inputs and same for outputs defined as losses. FIS has been improved again for the resulting reservoir losses, rainfall, inflow and outflow. In that FIS five membership functions were developed as very low, low, average, high and very high for each input. To complete the FIS; very critical, critical, allowable, satisfying and very satisfying fuzzy membership functions were developed for 5 different reservoir operation level. In this study a practical solution based on FIS is presented for application field Yuvacık Dam reservoir operation studies. The findings indicate that fuzzy logic may successfully be used regulate the level of any reservoir.

Key words: Fuzzy logic, Reservoir, Lake water level, Yuvacık dam.

Bulanık Mantık ile Yuvacık Barajı Su Seviyesi Değişimlerinin Modellenmesi

Özet

Bu çalışmada, Yuvacık barajı için Bulanık Mantık Sistem (BMS) yöntemi kullanılarak rezervuar işletme çalışmalarının düzenlenmesini sağlayacak güvenilir bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. BMS’de rezervuar kayıpları için buharlaşma, nem ve bilinmeyen kayıplar, çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek üyelik fonksiyonları kullanılarak bir bulanık mantık sistemi geliştirilmiş ve tüm girdiler ve çıktılar için aynı üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Elde edilen rezervuar kayıpları, Yağış, rezervuara giren akım ve rezervuardan çıkan akım için tekrar BMS geliştirilmiştir. Bu BMS de ise 5 üyelik fonksiyonu; çok düşük, düşük, ortalama, yüksek ve çok yüksek olarak her bir girdi için geliştirilmiştir. BMS’nin sonuçlandırılmasında; çok kritik, kritik, emniyetli, yeterli ve çok yeterli olmak üzere 5 farklı rezervuar işletme seviyesi oluşturulmuştur. Bu çalışmada uygulama sahası olan Yuvacık barajı rezervuar işletme çalışmaları için BMS’ne dayalı pratik bir çözüm sunulmuştur. Bulgular, BMS nin herhangi bir rezervuar seviyesini düzenlemek için başarıyla kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Rezervuar, Göl Su Seviyesi, Yuvacık Barajı.

1. Giriş

Rezervuar kontrolü ve yönetim sistemi, bir baraj için dolu savaktan boşaltılan su miktarının artırılması veya azaltılmasını kontrol eden bir yönetim tekniği olarak tanımlanabilir[1,2]. Bu sistemin en önemli görevi, rezervuar su seviyesini devamlı çalışabilecek şekilde koruyarak verilen ve istenilen aralıkta tutmaktır.[1,2]. Bu işlem tekniği hidroelektrik enerji üretimi, sulama

suyu ve içme suyu temini, rekreasyon faaliyetleri, balıkçılık v.b. gibi hazneden su kullanılarak yerine getirilmesi beklenen talepleri maksimize etmek için yapılır [3]. Düzensiz hidrolojik koşullar nedeniyle, ne yazık ki, giriş hidrografi belirlenmesi son derece zor ya da bazen imkansız olmaktadır. Ayrıca, çoğunlukla taşkınların meydana getirdiği fazla akımlar esnasında belirsiz değişkenler nedeniyle beklenmedik değişiklikler oluşabilir [3]. Bu nedenle etkili rezervuar yönetim sistemi planlamak kolay bir problem değildir. Bu kontrol sisteminin amacı, istenen noktalarda en kısa sürede rezervuarın kontrolünün yapılabildiği ve kullanıcıların rezervuardan ne zaman su alıp alamayacağını bileceği bulanık çıkarım kurallarıyla baraj gölü seviyesinin ayarlanmasıdır [2].

Bir çok farklı metotlar kullanılarak rezervuar kontrol ve yönetimi çalışmaları yapılmaktadır[3,4,5,6,7,8,9]. Ancak rezervuar kontrolündeki bu metotlar, debi giriş hidrografi, yüksek sızma nedeniyle aniden değişen su seviyesi, taşkın esnasındaki debinin zamanla değişimi, çıkış hidrografının bilinmeyen maksimum noktası, büyüyen ve değişen taleplere bağlı olarak çıkış hidrografının sistemsiz varyasyonu gibi problemler barındırmaktadır [4].

Çalışmamızda barajların rezervuar kontrolü için yeni bir yöntem önerilmektedir. Önerilen yöntem; bulanık mantık sisteminin kontrolüne dayanmaktadır. Bulanık mantık değerlerinin temsili için kullanılan üyelik fonksiyonları, bulanık mantık çıkarım sistemi tarafından en iyi şekilde elde edilir [10].

Çalışmamızda ele aldığımız Yuvacık barajı gölü, içme suyu ve sulama gibi farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Meteorolojik verilerin ani değişiklikleri nedeniyle meteorolojik ve hidrolojik açıdan değişken bir ortamda bulunan bu barajın göl su seviyesi 2006 yılında çok kritik bir seviyeye kadar gerilemiştir [11]. Gerekli ihtiyaç debisinin sağlanabilmesi açısından rezervuar su seviyesinin kontrolü ve işletmesi, bölge için büyük önem arz etmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bulanık Mantık, Bulanık kümeler ve Üyelik Fonksiyonları

Klasik mantıkta karar verilirken bir çok şartlar kullanılır ama her bir şartın karar vermede işlevlerini yerine getirmesi gerekmektedir. Doğru kararlar verilmesi zordur. Verilen kararların doğruluğu ise söz konusu belirsizliğin riske dönüştürülebildiği ölçümlerle kontrol edilecektir. Fakat karar vericiler karar sürecinde klasik ya da mantıksal yaklaşım ve bu yaklaşımın içerdiği yöntemleri kullanıyorlarsa, sonuçta verilen kararlar, iyi – kötü, güzel – çirkin, doğru – yanlış, evet – hayır, siyah – beyaz ya da 0 – 1 gibi kararlar olacaktır. Oysa gerçek yaşam mutlak ayırım üzerine kurulu değildir. Diğer bir deyiş ile karar ortamlarında kesinlikle siyah ve mutlak beyazın yanında binlerce renk tonunun varlığı unutulmamalıdır [12]. Bu noktada genel anlamda karar süreçlerinde belirsizliğin nasıl öngörüleceği ve nasıl karar süreçlerinin bir parçası haline getirilebileceği yolunda çalışmalar başlamış ve bu çalışmaların sonunda alternatif bilimsel yaklaşım (Bulanık Mantık) düşüncesi ortaya atılmıştır . Bulanık mantık konusunun temel elemanı bulanık kümedir. Bulanık kümeler, üyelik fonksiyonları ile karakterize edilirler [13]. Her bulanık küme, çalışma yapılan alana ait her bir elemana matematiksel olarak kümedeki üyelik derecesini temsil eden bir değer atayarak tanımlanmaktadır . Bu değer, elemanın bulanık küme tarafından

ifade edilen kavrama üyeliğın derecesi ifade edilmektedir. Bunun için bireylerin kümeye ait olması farklılaşmaktadır. Üyelik dereceleri 0 ile 1 arasındaki gerçek sayılarla temsil edilirler. Tam üye olma ve üye olmama durumudur, bulanık kümede sırasıyla 1 ve 0 değerleriyle karşılanır.

2.2. Rezervuar Su Seviyesi Tahmini

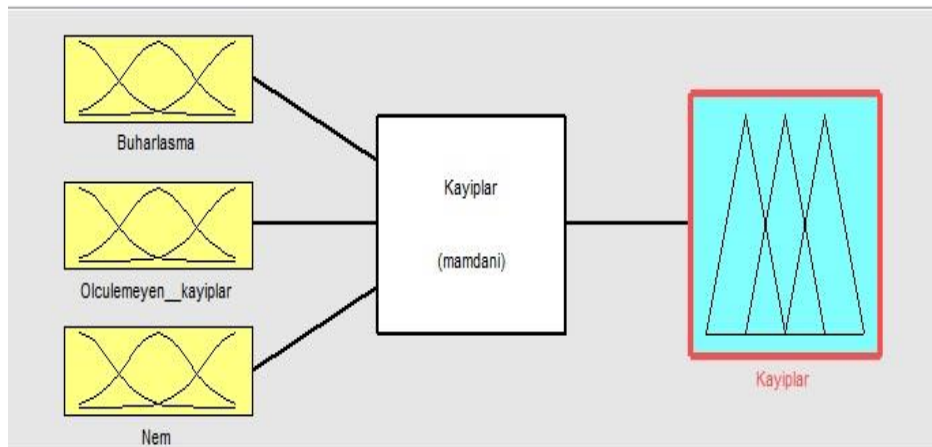
Günümüzde küresel iklim değişikliğinden kaynaklanan belirsizlik durumlarında ve kesin olmayan yağış, giriş ve çıkış hidrografi gibi hidrolojik verilerle tahmin yapmak zordur. Bulanık mantık sistemi ise bu belirsizlik durumlarında uzman bilgisiyle simüle edilebilecek şekilde çalışmaktadır.

Bu araştırma, Yuvacık barajından boşaltılan su için uygun ve güvenilir bir düzenleme sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada su kaynakları yönetimi konusunda en önemli parametreler olan yağış, su kayıpları, giren akım, çıkan akım, buharlaşma ve nem gibi meteorolojik ve hidrolojik değişkenler ele alınmıştır. Bulanık mantık çıkarım yöntemi olan Mamdani sonuç çıkarma sistemi bu parametrelerin analizinde kullanılmıştır.

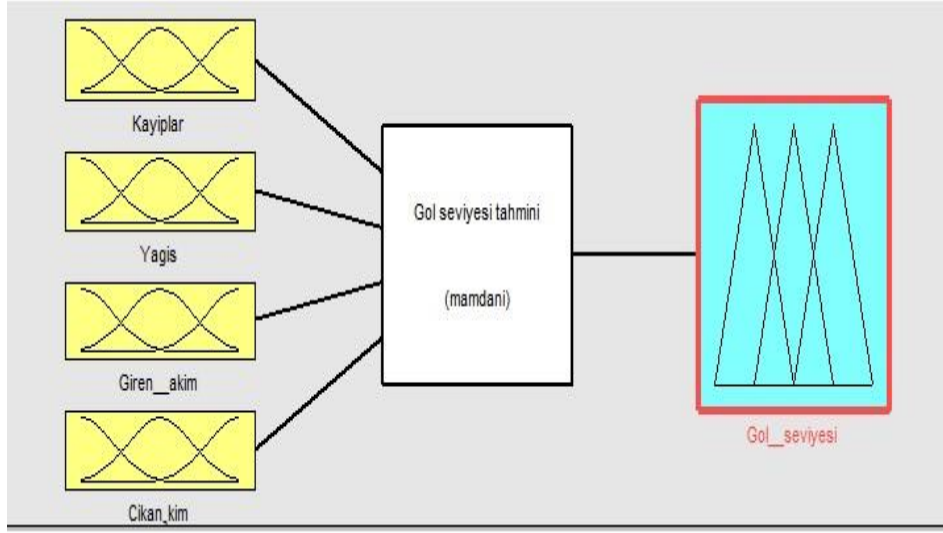
Meteorolojik ve hidrolojik veriler farklı üyelik fonksiyonlarına bağlı şekilde bulanık mantık kullanılarak modellenmiştir. Öncelikle kayıplar, buharlaşma, nem ve ölçülemeyen kayıplar, çok düşük, düşük, ortalama, yüksek ve çok yüksek şeklinde sınıflandırılarak bulanık mantık sisteminde tanımlanmıştır (Şekil 1). Aynı sınıflandırmalar tüm girdi ve çıktılar için de kullanılmıştır. Elde edilen kayıplar, giren akım, çıkan akım ve yağış parametreleri ise çok kritik, kritik, emniyetli, yeterli ve çok yeterli olarak 5 farklı üyelik fonksiyonu ile sınıflandırılmıştır.

Bulanık mantık sistemi rezervuar su seviyesi sonuç kriterleri ise çok kritik, kritik, yeterli, uygun ve çok uygun olarak çalışmanın rezervuar seviyesinin düzenlenmesi için belirlenmiştir.

Bu amaçla, MATLAB içindeki bulanık mantık ara yüzünde, üyelik fonksiyonlarının aralığı ile kural tabanı fonksiyonları seçilmiş ve bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmuştur. Aynı şekilde çıktı fonksiyonları analiz edilmiş ve sistem doğrulanmıştır.



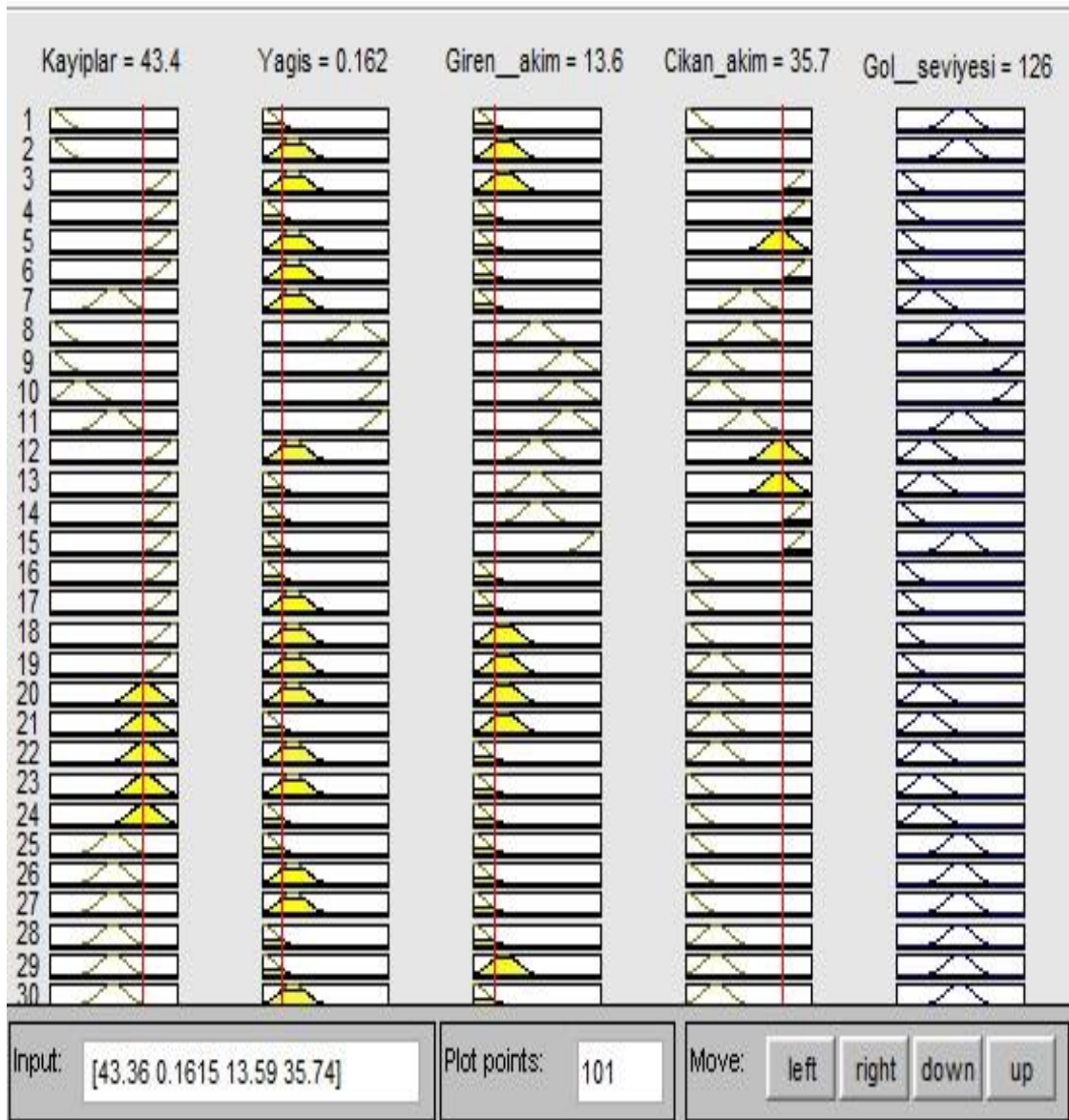
Şekil 1. Kayıplar üyelik fonksiyonları



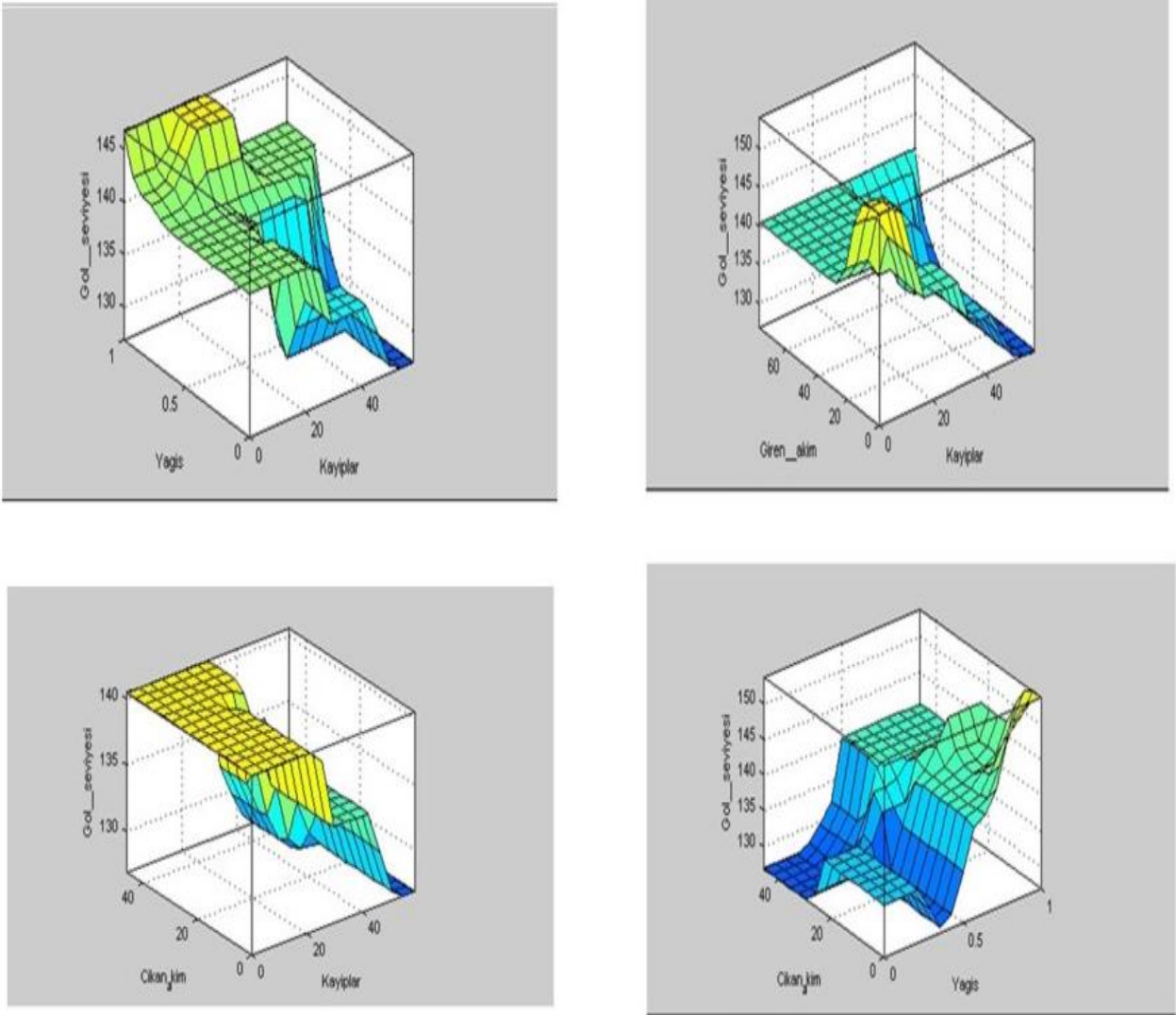
Şekil 2. Göl su seviye değişimi üyelik fonksiyonları

3. Sonuçlar

Bu çalışmada MATLAB Bulanık Çıkarım Sisteminde rezervuar seviyesinin iyi bir tahminini yapmak için kayıplar, yağış, giren akım ve çıkan akım olmak üzere dört girdi parametresi ve çıktı parametresi olarak göl su seviyesi modellenmiştir. Bulanık mantık sisteminde sonuçların değerlendirilmesi için farklı üyelik fonksiyonları literatür taraması sonucu belirlenmiştir. Uygulanan yöntemle güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçların Yuvacık barajı rezervuar seviyesinin yönetiminde daha iyi kararların alınmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Şekil 2, Şekil 3’de bulanık mantık sistemi kuralları ve Şekil 4’te girdiler ile çıktı arasındaki ilişki grafiği görülmektedir.



Şekil 3. Girdiler ile bulanık kural tabanı



Şekil 4. Girdiler ile çıktı arasındaki ilişki grafiği

Rezervuar kontrolü için geliştirilen bulanık mantık sisteminde, rezervuar seviyesinin çok kritik, kritik, emniyetli, yeterli ve çok yeterli olmak üzere belirlenen kontrol aralığındaki değişiminde kayıpların ve çıkan akım parametrelerinin, yağış ve giren akım parametrelerine nazaran daha önemli olduğu şekil 3 ve şekil 4'ten anlaşılmaktadır. Kayıpların ve çıkan akımın fazla oluşu rezervuar seviyesinin çok kritik olmasına, bu parametrelerin az olması ise rezervuar seviyesinin çok yeterli olması sonucuna varılmaktadır. Yağış miktarının fazla olmasına karşılık çıkan akımın da fazla olması rezervuar seviyesinin yeterli seviyeye ulaşamamasına yol açmaktadır.

Bulanık mantık sistemiyle elde edilen sonuçlar, mevcut ölçülmüş rezervuar su seviyesiyle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Ölçüm yapılan tarihteki kayıtlar ile karşılaştırıldığında bulanık mantık parametreleri arasındaki ilişki sonucu olarak elde edilen seviyenin, rezervuar kontrolü için

tutarlı bir bulgu olduğu görülmüştür. Ayrıca elde edilen bulgular bulanık mantığın, mamdani çıkarım sistemi kural tabanı kriterlerine bağlı ve kolay uygulanabilir olmasından dolayı rezervuar seviye kontrolünü sağlamada kullanılabilir bir yöntem olduğunu göstermiştir.

4. Değerlendirme

Yuvacık barajı rezervuarı kontrol sistemi, rezervuardaki buharlaşma sızma gibi su kayıpları göz önünde bulundurularak ve rezervuara giren ve çıkan akımlar da dikkate alınarak bulanık mantık modüllerinin hesaba katılmasıyla önerilmiştir. Çalışma sonuçları, bulanık teorinin diğer sistemlerle karşılaştırıldığında farklı hidrolojik belirsizlikleri de ele aldığından ve girdiler ile çıktı arasındaki ilişkinin kurallarda yorumlanabilmesinden rezervuar kontrolünde daha esnek ve güvenilir olduğunu göstermiştir. Bu durumun bulanık mantığın esnek bir modelleme yöntemi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] S. L. Udall , Design of Small Dams, United States Department of The Interior, Bureau Of Reclamation, Washington, 1961.
- [2] V.T.Chow, D.R.Maidment & L.W.Mays, Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, 1988.
- [3] T.Haktanir & Ö.Kisi, Ten-stage discrete flood routing for dams having gated spillways, Journal of Hydrologic Engineering, 86-90, 2001.
- [4] N.Acanal & T.Haktanır, Five-stage flood routing for gated reservoirs by grouping floods into five different categories according to their return periods, Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques 44(2), 163-172, 1999.
- [5] D.P.Loucks, J.R.Stedinger & D.A.Haith, Water Res. Systems Planning And Analysis, Prentice Hall, N.J., 1981.
- [6] D.J.Thampapillai & W.F.Musgrave, Flood damage mitigation:a rev. of str. and nonstr. measures and alt. decision frameworks, Water Resour. Res. 21(4), 411-424, 1985.
- [7] R.A.Wurbs, Reservoir system simulation and optimization models, J Water Resour. Plng. And Mgmt., ASCE 119(4), 455-472, 1993.
- [8] A.J.Raudkivi, Hydrology: An Advanced Int. To Hydrological Processes and Modeling, Pergamon Press, New York, 1979.
- [9] R.G.Mein & T.A.McMahon, River And Reservoir Yield, Water Res. Pub., Littleton, Colo, 1986.
- [10] Ö. Kişi, Optimum ten-stage overflow operating model for dams having gated spillway, Thesis, Turkey Erciyes University, 1999.

- [11] E. Doğan, M. Gümrükçüoğlu, M. Sandalcı, M. Opan, Modelling of evaporation from the reservoir of Yuvacık dam using adaptive neuro-fuzzy inference systems, *Engineering Application of Artificial Intelligence*, Vol.23, 961-967, 2010.
- [12] Zadeh L. A, Probability measures of fuzzy events, *Int. journal of mathematical analysis and application.*, vol. 23, issue: 2, pp. 421–427, 1968.
- [13] Romanowicz R., k. Beven J., Frodsham, K. J. Beven, R. Romanovicz, and Matgen P., “Fuzzy set approach to calibrating distributed flood inundation models using remote sensing observations.,” *Hydrol. Earth syst. Sci.*, Vol. 11, No. 3, 739–752, 2003.