

YAĞIŞ AKIŞ MODELLEMESİ (IHACRES); KONYA KAPALI HAVZASI, KOZANLI VE SAMSAM GÖLLERİ HAVZASI ÖRNEĞİ

İbrahim Güner¹, Murat Öncü²

Özet

Konya Kapalı Havzası, kuraklık tehlikesi nedeniyle, su kaynaklarının etkin, verimli ve sürdürülebilir olarak yönetilmesi açısından önemli bir bölgedir. Bu çalışmada, Konya Kapalı Havzasının bir alt havzası olan Kozanlı (Gökgöl) ve Samsam Gölleri Havzasında, kuraklık analizleri sonrasında belirlenen kalibrasyon sürelerindeki eksik akım verilerinin tamamlanması amacıyla hidrografların benzeşimi üzerine çalışılmıştır. Yağışları akışa dönüştürmede kullanılan Identification of Unit Hydrographs and Component Flows From Rainfall, Evaporation and Streamflow Data (IHACRES) yağış-akış modelleme programı uygulanmıştır. IHACRES programı değişken olarak; günlük sıcaklık, yağış ve ölçülen akım değerlerine ihtiyaç duymaktadır. Modelleme yapılırken ihtiyaç duyulan havza alanı, raster verilerinin ARC-GIS programının alt modülü olan ARCHYDRO programı ortamında sorgulanması sonucu belirlenmiştir. IHACRES’de kullanılan değişkenler ölçülen akım verileriyle modellenen akım verileri arasında en iyi uyumu verecek şekilde uyarlanmıştır. Benzeşim çalışmaları, havza ya ait kuraklık analizleri yapılması sonrasında belirlenen kalibrasyon dönemlerine göre yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu benzeşim çalışmalarında beş durum ele alınmış ve belirlenen durumlara göre IHACRES programı ile yapılan modelleme sonucunda benzeşim yapılan hidrograflar arasında genel olarak uyum gözlemlenmesine rağmen özellikle kurak dönemlerde uyumsuzluklar gözlenmiştir.

1. Giriş

Hidrolojik çalışmalarda mevcut su miktarının belirlenmesi, ilerleyen yıllarda su kaynakları potansiyelinin etkin ve verimli yönetilmesi açısından çok önemlidir. Ancak hidrolojik verilerin değişkenliklerinden dolayı meydana gelen belirsizlik vb. diğer faktörler çalışmaları zorlaştırır veya güvensiz konuma getirir. Hidrolojik verilerin belirsizliğine ve hidrometeorolojik analizler için yeterli veriye sahip olunmaması nedeniyle su miktarındaki meydana gelen ani değişikliklerin meydana getirdiği problemlere çözümler üre-

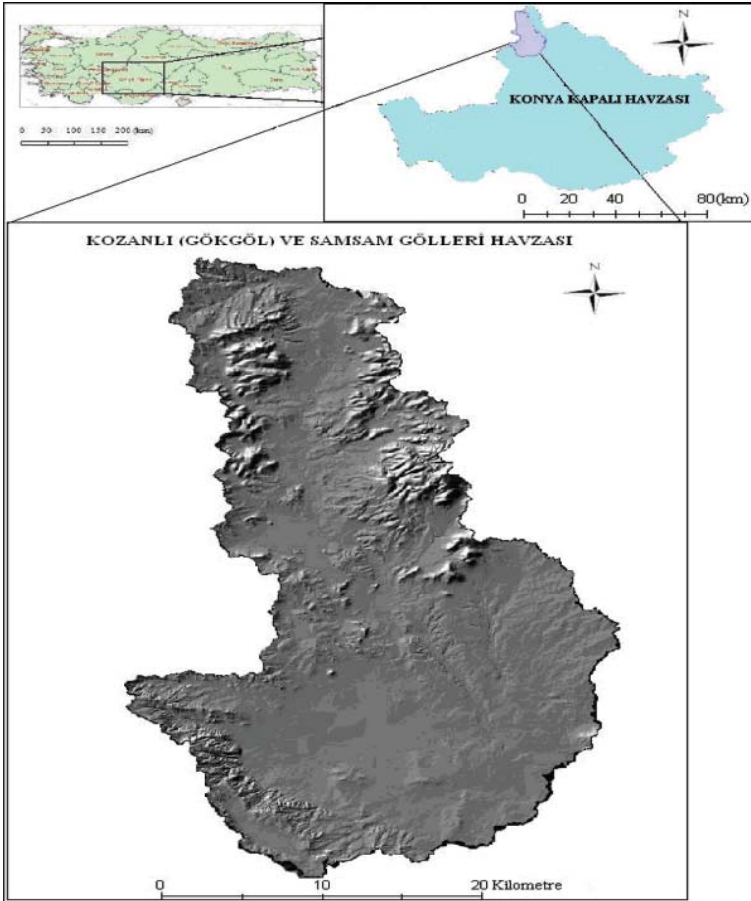
¹ Prof.Dr.Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maltepe, Ankara - gurer@gazi.edu.tr

² İnş.Y.Müh.Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü - oncumurat@hotmail.com

tilememektedir. Bu nedenle, akımların modellenmesi, su kaynaklarının ileriye yönelik kullanımı bakımından büyük önem taşımaktadır. Ölçülen akım değerlerinin doğruluğu, havzaya ait fiziksel parametrelerin tahmini ve akım değerlerinin tahmin edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri, kapalı kutu modeli olan Identification of Unit Hydrographs and Component Flows From Rainfall, Evaporation and Streamflow Data (IHACRES) programının modelleme yapılarak bölgeye uygulanmasıdır. IHACRES programı, havzaya düşen yağış miktarına göre akışa geçecek yağış miktarının hesabına dayanmaktadır. Program modelleme yaparken ölçülen yağış, sıcaklık ve akım değerlerine ihtiyaç duymaktadır.

2. Çalışma Alanı

Bu çalışma kapsamında, Konya Kapalı Havzası'nda bulunan Kozanlı (Gökgöl) ve Samsam Gölü alt havzası incelenmektedir. Çalışma alanı Haymana ilçesindeki Hacıdere ve



Şekil 1 - Kozanlı (Gökgöl) ve Samsam Gölleri havzası'nın coğrafi konumu ve sayısal yükseklik modeli

Kuyu derelerinden başlayarak Samsam Tahliye Kanalı üzerinden; Pazarözü deresine kadar devam eden kısımdır. Bu alan, Konya ilinin kuzeyinde, şehir merkezine yaklaşık olarak 150 km mesafede, 38°45'-39°23' kuzey enlemleri ile 32°35'-33°02' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1).

Şekil 2'de havza içerisindeki Samsam Gölü ve Kozanlı (Gökgöl) göllerinin olduğu bölgedeki yerleşim yerleri, ulaşım bilgileri ve göller arasında su geçişini sağlayan tahliye kanalını belirten vaziyet planı gösterilmektedir. Planda belirtilen Samsam tahliye kanalının uzunluğu yaklaşık olarak 35 km'dir.

Havza içerisindeki göllerden biri olan Samsam gölü, Kulu İlçesinin 25 km. güneybatısında Konya ile Ankara illeri arasındaki sınır bölgede bulunmaktadır. Yapılan tahliye kanalı nedeniyle Hacı deresinden gelen sular Samsam gölüne boşalmadan Kozanlı (Gökgöl) Gölüne akıtılmaktadır. 1992 yılında yapılan ölçümde gölün orjinal boyutu 830 ha' dır. Şekil 3'de belirtildiği gibi Samsam gölü yeraltı suyu, birkaç küçük dere ve yağışlarla beslenen küçük, sığ bir tatlı su gölüdür. Havza içerisinde bulunan diğer göl olan Kozanlı (Gökgöl) gölü ise Kulu İlçesinin 20 km. batısında, Kozanlı Beldesi sınırları içerisinde. Şekil 4'de gösterilen gölün 1993 yılında yapılan ölçümde orjinal boyutu 650 ha iken gölün şu andaki boyutu 50 ha civarındadır (Konya İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2004).



Şekil 2 - Kozanlı (Gökgöl) ve Samsam gölleri vaziyet planı
(Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2010)



Şekil 3 - Tahliye kanalı ve Samsam gölünün suyunun çekilmesi sonucu çoraklaşan topraklar



Şekil 4 - Kozanlı (Gökgöl) gölünden bir görünüm

3. Ihacres Modeli

IHACRES modeli, yağış, sıcaklık / buharlaşma ve ölçülen akım değerlerini kullanarak modellenen birim hidrografi ve akım değerlerinin bileşenlerini belirleyen bir programdır. IHACRES yağış-akış süreçleri iki modülle temsil edilir. Bu modüller, doğrusal olmayan ve doğrusal modüllerdir. Doğrusal olmayan modülle, yağış ve sıcaklık verilerinden (veya terleme ve buharlaşma tahminlerinden) etkili yağış değeri belirlenir; doğrusal modülle ise etkili yağış ve ölçülen akım verileri arasındaki doğrusal ilişkiye göre de modelleme yapılır (Littlewood ve diğ., 1994). Doğrusal olmayan modül formülasyonunda, akışa geçebilecek etkili yağış miktarı olan P_e değeri; P_o Ölçülen yağış, c kavramsal bir havzanın zemin nemi indeksi 1 (doyunluk)'e ulaştığı andaki zemin ıslaklık miktarı, I zemin nemi indeksi eşiği, ϕ_k zemin nemi ve p zemin nemi ile etkili yağış üssel dağılım bağlantısı parametreleri kullanılarak oluşturulan,

$$P_e = [c(\phi_k - l)]^p P_o \quad (1)$$

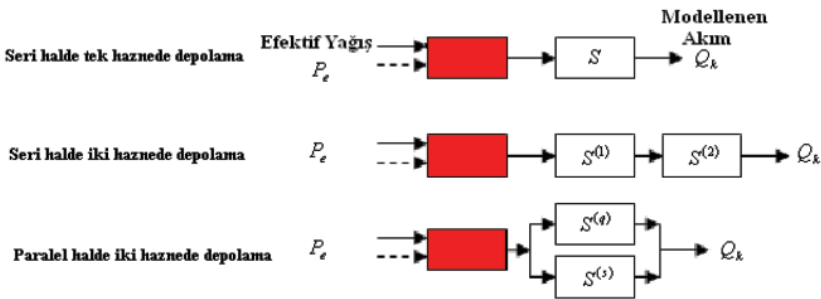
formülü ile belirlenir [4]. Modelleme çalışmaları yapılırken zemin nemi indeksi değeri ($l=0$) ve zemin nemi ile etkili yağış üssel dağılım bağlantısı değeri ise ($p=1$) olarak kabul edilmiştir. Zemin nemi ϕ_k , bir önceki dönemin zemin neminde meydana gelen ıslaklık azalımı sonrasında belirlenen değer ile yağışın toplanmasıyla belirlenmektedir. Zemin nemi hesaplamak için tasarlanan formülasyonda, τ_k sıcaklığına bağlı havza ıslaklık azalım oranını, ϕ_{k-1} 'de bir önceki güne ait zemin nemi değerini ifade etmektedir (Ye ve diğ., 1998).

$$\phi_k = P_o + \left[1 - \frac{1}{\tau_k} \right] \phi_{k-1} \quad (2)$$

1 nolu formülde belirtilen ϕ_k değerini hesaplamak için geliştirilen 2 nolu formüldeki parametrelerden biri olan τ_k zeminde meydana gelen buharlaşma ve sızma olayları nedeniyle meydana gelen ıslaklık azalım oranını, t_k ölçülen sıcaklığı, τ_w referans sıcaklığa bağlı havza ıslaklık azalım oranını, f buharlaşma oranına bağlı sıcaklık değişimini ve t_r 'de referans sıcaklığı parametrelerini ifade etmektedir (Ye ve diğ., 1998).

$$\tau_k = \tau_w e^{(f(t_r - t_k))} \quad (3)$$

Hesaplanan etkili yağış değerinin ardından; doğrusal modül formülasyonunda ise bu yağış değeri ile doğrusal bir ilişki kurulmak suretiyle akışa geçecek yağış değeri belirlenmektedir (3). Bu modülde hesaplama yapılabilmesi için akış tipi ve hazne depolama şeklinin belirlenmesi gerekmektedir. IHACRES yağış akış modellemesinde hızlı akış ve yavaş akış olmak üzere iki bileşen olarak düşünülmüştür (Ye ve diğ., 1998). Bu iki bileşen hazne depolama şekli olarak paralel veya seri olarak birbiriyle bağlanabilir (Şekil 5).



Şekil 5 - Drenaj Havzası biriktirme davranışları (Ye ve diğ., 1998)

$$Q_k = aQ_{k-1} + bP_e \quad (4)$$

Doğrusal modül formülasyonunda ise Q_{k-1} bir önceki zamana dilimi (Günlük)'ne ait akım değeri, akım şekli, hazne depolama şekli, birim hidrograf geri çekilme oranı ve etkili yağış değeri kullanılarak, Q_k hesaplama yapılacak güne ait akım değeri, belirlenmekte-

dir (Ye ve diğ., 1998). 4 nolu formüldeki a değeri akım geri çekilme oranını, b akım geri çekilme oranına bağlı olarak etkili yağışın maksimum değerinin kesir değerini ifade etmektedir. Akım değerlerinin hesaplanmasında kullanılan a ve b değerleri, farkı dönemlerde meydana gelen yağış olaylarına göre belirlenen çekilme eğrilerinin birleştirilmesi sonrası oluşturulan ortak çekilme eğrisine göre belirlenir (Whitehead ve diğ., 1975).

4. Çalışma Aşamaları ve Kullanılan Yöntemler

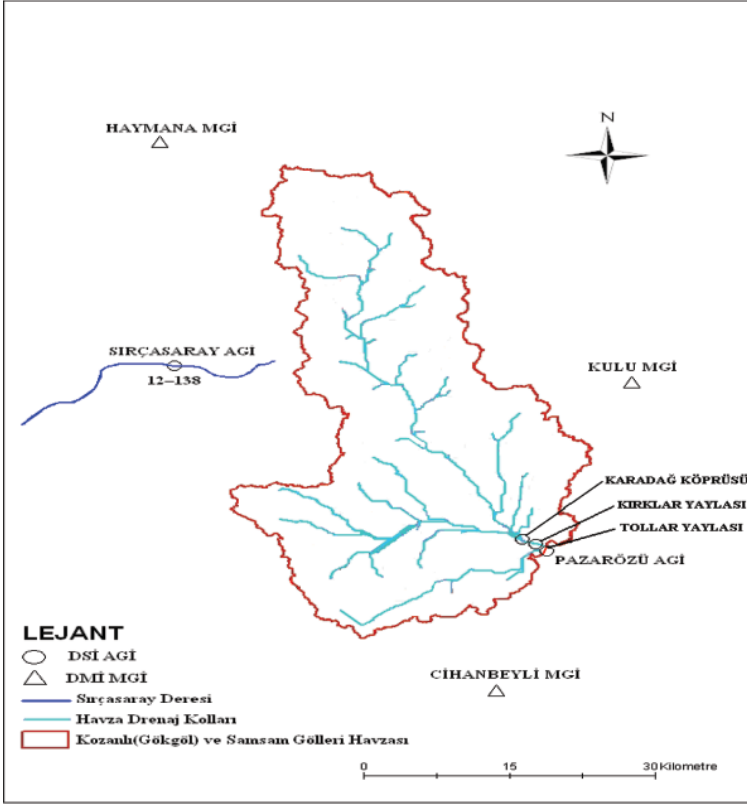
Çalışmaya ilk olarak, Kozanlı(Gökgöl) ve Samsam Gölleri Havzasının sınırını belirlemek amacı ile bilgisayar ortamında Coğrafi Bilgi Sistemleri içerikli bir program olan ARCH-YDRO ile sorgulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayı yapabilmek amacıyla kullanılan ölçeği 1/25 000 olan raster veri tipindeki topoğrafik haritalar, Çevre ve Orman Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığından temin edilmiştir.

IHACRES yağış akış modellemesi analizlerinin yapılabilmesi için çalışma alanının büyüklüğü, günlük yağış, sıcaklık ve akım değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Çalışma alanını temsil eden yağış ve sıcaklık verilerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda, alan içerisinde meteoroloji gözlem istasyonu (MGİ) bulunmaması nedeniyle havza etrafındaki MGİ'lere ait noktasal yağış verileri girdi alınarak Thiessen Metodu'nun uygulanmasıyla havzayı temsil edebilecek alansal yağış verileri hesaplanmıştır. Thiessen metodu hesaplamasında kullanılacak yağış verileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü(DMİ)'ne ait Kulu, Cihanbeyli ve Haymana MGİ istasyonlarından, sıcaklık verileri ise havza ortalama kotuna (1000 m) en yakın kota sahip olan Kulu MGİ (1010 m) istasyonu verilerinden elde edilmiştir. Havza içerisinde DSİ tarafından ölçüm yapılan akım değerleri ise Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ile DSİ arasında yapılan "Kozanlı (Gökgöl) ve Samsam Göllerinde İklim Değişikliği Nedeniyle Meydana Gelen Değişikliklerin Hidrolojik Olarak İncelenmesi" konulu protokol kapsamında temin edilmiştir. Havzayı akım rejimi açısından temsil eden Pazarözü Deresi üzerinde Karadağ köprüsü, Kırklar yaylası köprüsü ve Tollar yaylası olmak üzere farklı üç noktada akım gözlem noktası bulunması nedeniyle, her bir noktada müteferrik ölçümler yapılmıştır. Ölçüm istasyonlarıyla ilgili bilgiler Tablo 1'de, konumları ise Şekil 6'da gösterilmiştir.

Tablo 1 - Araştırma havzası mevcut akım gözlem istasyonları

İstasyon No:	Dere Adı:	İstasyonun Adı:	Gözlem Süresi:	Gözlem Süresi (Yıl)	Drenaj Alanı (km ²)
-	Pazarözü	Karadağ Köprüsü	1989-1991	3	1450
-	Pazarözü	Kırklar Yaylası	1998-2000	3	1535
-	Pazarözü	Tollar Yaylası	1985-1986	2	1542
12-138	Sırçasaray	Sırçasaray	1977-2005	33	294,5

Tablo 1'de belirtildiği gibi kalibrasyon dönemlerinde kullanılacak Pazarözü deresine ait akım verilerinde eksiklikler bulunmaktadır. Bu amaçla araştırma havzası'na ait yağış akış modellemesi yapılabilmesi için akış verilerindeki eksiklikleri gidermek büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede yapılan çalışmada ilk önce havza içerisindeki Pazarözü de-



Şekil 6 - Araştırma havzası ve civarındaki ölçüm istasyonlarının konumu

resi ve komşu alt havza içerisindeki Sırçasaray deresine ait akım değerlerinin özellikleri zaman serileri yardımıyla ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu iki derenin verilerinin, eksik akım verilerini tamamlamak için belirlenen korelasyon denklemlerini oluşturmak için kullanılmasının gerekçesi ise iki komşu havzada görülen bitki örtüsü, toprak yapısı ve yağış rejiminin aynı karakteristik özellik gösteriyor olmasıdır. Bitki örtüsü çeşitliliği bakımından iki havzada da bozkır bitki örtüsü gözlenirken, toprak yapısı bakımından da her iki bölgede Kestane-Kahverengi toprak yapısı görülmektedir.

Ölçülmeyen akım verilerinin belirlenmesi için Pazarözü deresinin 8 yıllık ortalama aylık akım zaman serileri kullanılarak Sırçasaray deresine ait 29 yıllık ortalama akım zaman serileri oluşturulmuştur. Bu zaman serileri üzerinde korelasyon bağlantıları yapılması sonrasında belirlenen regresyon denklemlerine göre elde edilen veriler analiz yapılmaya hazır hale getirilmiştir. Akım verisi türetme hesaplamalarında, Sırçasaray deresi AGİ'nu bağımsız değişken (X), Pazarözü deresi AGİ'ları bağımlı değişken (Y) olarak kabul edilmiştir. Her iki AGİ'nda ortak gözlem alınan yıllara göre kalibrasyon analizleri yapılması sonrasında Pazarözü ve Sırçasaray derelerinin özellikle kış ve bahar aylarında, Balkanlar'dan kaynaklanan cephe yağışının etkisi altında buldukları ve havza özellikleri benzer olduğu için akım değerleri arasında da bu dönemlerde yakın bir ilişkinin var olduğu Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2 - AĞİ birebir korelasyon tablosu



Akım İstasyonları Birebir Korelasyon Tablosu			
İstasyon Adı (X)	Korele Edilen İstasyon (Y)	Katsayı R ²	Denklemi
Sırçasaray	Kırklar Yaylası	0,8588	$Y = -0,0502X^2 + 1,0045X + 0,0017$
Sırçasaray	Karadağ Köprüsü	0,8868	$Y = -0,157X^2 + 1,0809X - 0,0072$
Sırçasaray	Tollar Yaylası	0,8474	$Y = -0,0142X^2 + 1,0107 + 9E-05$

5. Analiz Sonuçları

Ölçülen akım ve yağış verilerinin olduğu 1990 ve 2004 arası su yıllarını kapsayan dönemde modelin analiz yapması için belirlenmesi gereken kalibrasyon dönemleri, Eşlenik Yağış İndeksi, Standart Yağış İndeksi ve Yağmur Anomali İndeksi kuraklık analizi metotlarının kullanılmasıyla, birbirini takip eden kurak ve yağış mevsimlerin tespit edilmesi sonucu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3 - Kuraklık analizi metotlarının ortak çizelgesi

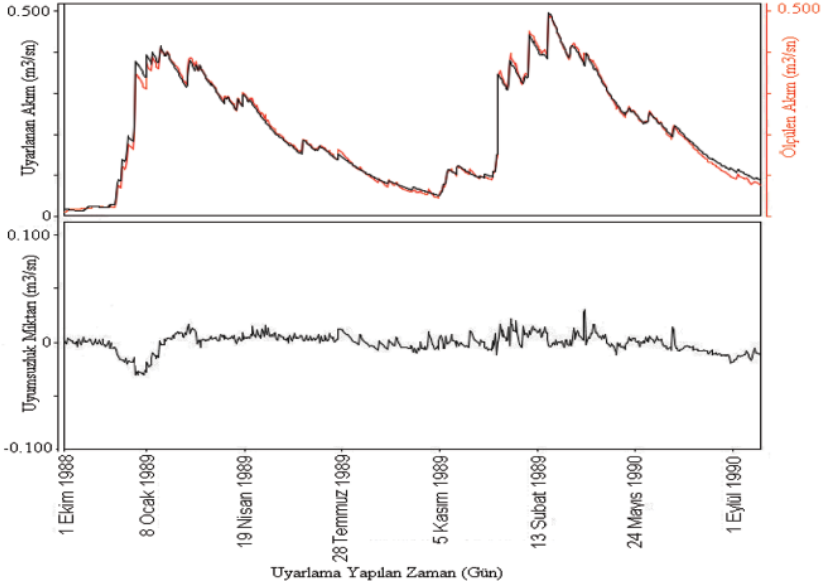
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
SYİ	Yağışlı	Yağışlı	Kurak	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak
YAI	Yağışlı	Yağışlı	Kurak	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak
EYİ	Yağışlı	Yağışlı	Kurak	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Yağışlı	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak

 Yağışlı Mevsim
 Kurak Mevsim

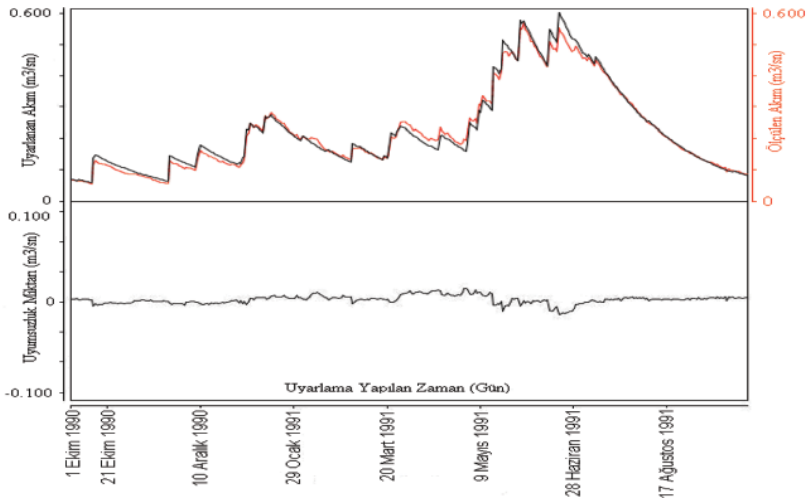
Tablo 3. incelendiğinde her üç kuraklık analiz metodunun uyumlu sonuç verdiği görülmüştür. Kuraklık analizleri sonrasında belirlenen kalibrasyon dönemlerine göre, akım verilerinin IHACRES tarafından modellenmesi iki yolla gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi, yağış, sıcaklık ve ölçülen-korelasyon sonucu uyarlanan akım verilerinin kullanılması sonucu yapılan modelleme; ikincisi ise aynı akım rejimi özelliği gösterdiği kabul edilen Pazarözü deresi ile Sırçasaray deresinin ortak ölçüm alınan dönemlerde korelasyon yöntemi ile tahmin edilen akım verilerinin, akım verisi ölçülen kurak ve yağışlı dönemlerde model tarafından tespit edilen havzayı temsil eden fiziksel parametreler ile birlikte uygulanması sonucu yapılan modellemedir.

Başlangıç aşamasında modelleme yapılacak kalibrasyon dönemleri için, programın belirlediği parametre değerleri (c, f, τ_r , τ_w , p, l) belirlenerek analizler yapılmıştır. Ancak, sonraki aşamada model tarafından yapılan iterasyonlar sonrasında ölçülen akım verileri ile modellenen akım verileri arasındaki uyumu en iyi derecede sağlayacak şekilde parametre değerleri belirlenmiştir. Kuraklık analizleri sonucu belirlenen kalibrasyon dönemleri, kurak-yağışlı dönem için (Durum 1a,1b,1c), yağışlı dönem için (Durum 2) ve kurak dönem için (Durum 3) olarak adlandırılmıştır. Durum 1 koşturması içerisinde direkt hav-

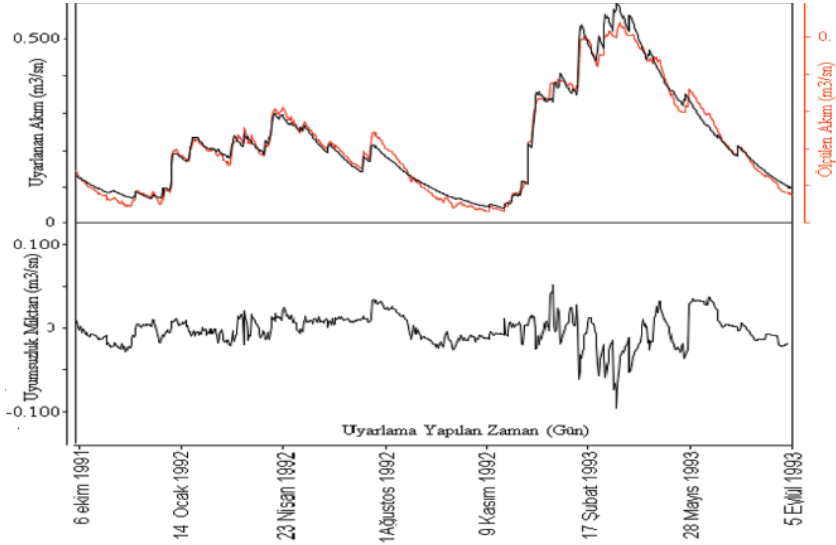
zayı temsil eden Pazarözü deresinden veri alınarak analizleri yapılan Durum 1a (yağışlı dönem) ve Durum 1b (kurak dönem) koşturmaları, Durum 1a koşturması sonucu yağışlı dönem için belirlenen fiziksel parametrelerin kullanılması ile aynı yağış rejimi etkisinde bulunan Sırçasaray deresinin verilerinin korelasyonu sonucu elde edilen veriler ile de Durum 1c (yağışlı dönem) koşturması adı altında analizler yapılmıştır (Şekil 7,8,9).



Şekil 7 - (1989-1990) su yılları için yapılan Durum 1a koşturması sonucu ulaşılan hidrograf benzetimi

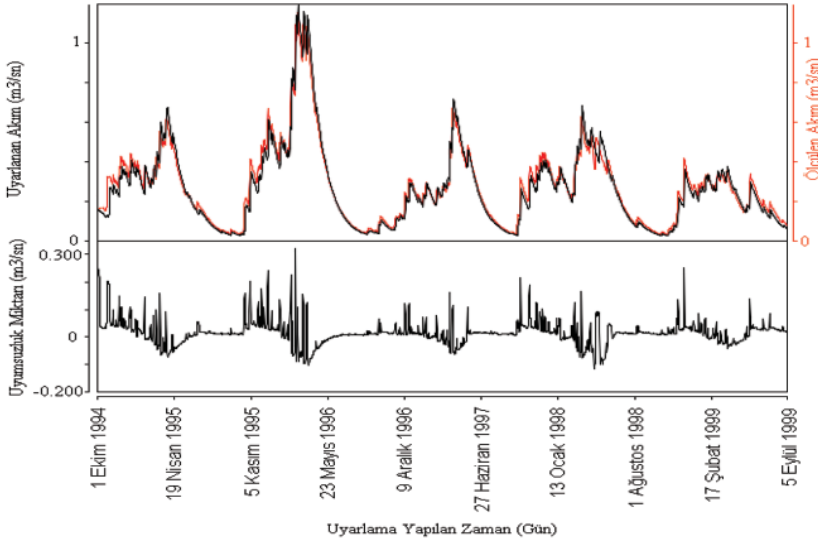


Şekil 8 - (1991) su yılı için yapılan Durum 1b koşturması sonucu ulaşılan hidrograf benzetimi



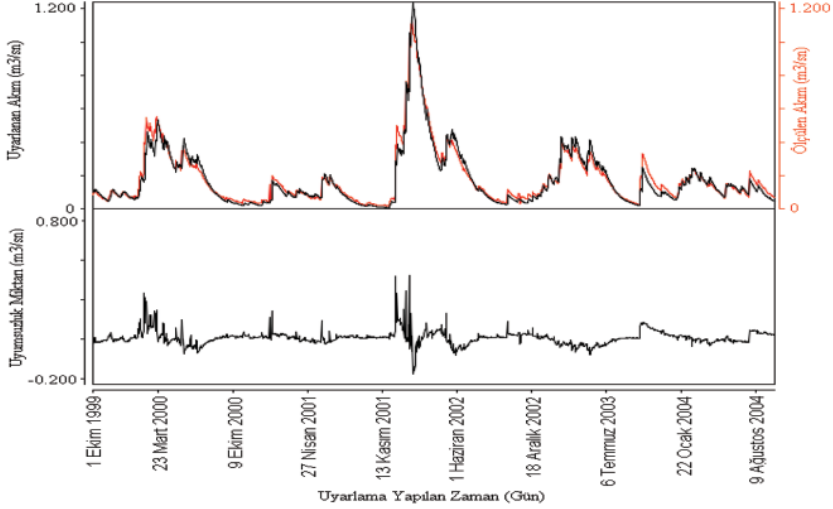
Şekil 9 - (1992–1993) su yılları için yapılan Durum 1c koşturması sonucu ulaşılan hidrograf benzetimi

1994-1999 su yılları arasındaki dönemi içeren kalibrasyon süresi; Durum 2 koşturması adı altında incelenmiş olup; koşturma işlemi kullanılan parametre değerleri, aynı yağışlı dönem özelliği gösteren Durum 1a koşturmasındaki parametre değerleri kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 10). Yapılan koşturma işlemi de bu döneme ait akım verileri, Sırçasaray deresinin verilerinin korale edilmesi sonucu belirlenen verilerdir.



Şekil 10 - (1994–1999) su yılları için yapılan Durum 2 koşturması sonucu ulaşılan hidrograf benzetimi

2000-2004 su yılları arasındaki dönemi içeren kalibrasyon süresi; Durum 3 koşturması adı altında incelenmiş olup; yapılan koşturma işlemi sonrasında belirlenen parametre değerleri direkt ölçüm alınan dönem olan 1999-2001 yılları arasındaki kurak dönem için yapılan analiz sonucu belirlenen parametre değerleridir (Şekil 11). Bu koşturmada 1999-2001 yılları için programa yüklenen veriler direkt ölçüm yapılan dönemden, diğer veriler ise Sırçasaray deresi verilerinden korale edilerek bulunan verilerden sağlanmıştır.



Şekil 11 - (1999-2004) su yılları için yapılan Durum 3 koşturması sonucu ulaşılan hidrograf benzetimi

6. Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan modellemeler sonucunda, IHACRES yağış-akış modelinin araştırma havzasına uygulanması aşamasında, yağışlı dönemlerdeki ölçülen akım değeri ile modellenen akım değerleri arasındaki uyum değerlerinin, kurak dönemlerdeki uyum değerlerine göre daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Akım verilerine ilişkin eksiklikleri tamamlamak noktasında ise IHACRES yağış-akış modelinin kullanılması sonrasında ölçülen ve korelasyon yöntemiyle tamamlanan akım değerleri ile IHACRES modelinin belirlediği akım değerleri arasındaki uyum düzeyinin yüksek olması nedeniyle bu konuda yapılacak benzer çalışmalarda da modelin uygulanabileceği görülmektedir.

Model ile yapılan analiz çalışmalarında akım değerlerinin pik seviyede olduğu zamanlarda, modellenen akım değerleri ile ölçülen akım değerleri arasındaki uyumun daha düşük olduğu tespit edildiğinden, modelin tüm zamansal koşullara uygun şekilde hesaplama yapabilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bunun için modele,

- Akım belirlemede kullandığı mevcut parametrelere ek olarak yeni parametreler (bitki örtüsünün çeşitliliği, zeminin sızma kapasitesi vd.)'in eklenmesi,
- Havzanın hidrolojik özelliklerine ve akarsu rejimlerinin benzerliğine göre havzayı temsil edebilecek alt havzalar için de akım modellemeleri yapacağı ek modüllerin tasarlanması,

- Kar erimesi ile ilgili de hesaplamaları da yapabilecek ek formülasyonlarında tasarlanması gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] <http://www.kulturturizm.gov.tr/TR1Genel/BelgeGöster.aspx?F6E10F8892433CFF7EE1F1486EE5030A6B896F16D985D5D>
- [2] Konya Valiliği, "2004 Yılı İl Çevre Durum Raporu", Konya İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 69-71 (2004).
- [3] Littlewood, I.G., Jakeman, A.J., "A new method of rainfall-runoff modelling and its applications in catchment hydrology". Environ. Mod, 143-171.(1994).
- [4] Ye W., Jakeman A.J, Young P.C, "Identification of improved rainfall-runoff models for an ephemeral low-yielding Australian catchment ", Environmental Modelling and Software, 59-74 (1998).
- [5] Whitehead, P.G., Young, P.C., Hornberger, G.H., "A systems model of stream flow and water quality in the Bedford-Ouse River.", I: Streamflow modelling. Water Res.13, 1155-1169 (1979)