



Araştırma Makalesi / Research Article

Dicle Havzasında Yağış ve Akışların Alternatif Yöntemlerle Modellenmesi

Modeling of Rainfall and Flow in the Tigris Basin with Alternative Methods

Didem AYDIN BAYKALE ^{1,*}, Recep ÇELİK ², Hüseyin FİDAN ³

^{1,3} Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1451849>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 12 Mart 2024

Revize, 17 Nisan 2024

Kabul, 26 Nisan 2024

Online Yayınlama, 29 Mayıs 2024

Anahtar Kelimeler

Dicle Havzası, Yağış-akış ilişkisi, HEC-HMS, Dönüşüm metodu

ARTICLE INFO

Article History

Received, 12 March 2024

Revised, 17 April 2024

Accepted, 26 April 2024

Available Online, 29 May 2024

Keywords

Tigris Basin, Precipitation-Runoff relationship, HEC-HMS, Transform method

ÖZ

Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Dicle Havzası sınırları içerisinde yer alan Dankıran Deresi, Batman Çayı ve Başnik Çayı akım gözlem istasyonu verileri ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan yağış verileri kullanılarak drenaj ağı oluşturulmuştur. Dicle Havzası alt havzalara bölünerek HEC-HMS hidrolojik modeli ile Dicle Havzası'nın yağış-akış ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmada Intial and Loss Methodu (Başlangıç ve Kayıp Yöntemi) seçilmiştir. Başlangıç ve Kayıp Metodu simülasyon sürecinin başlangıcında toprak tabakasının ihtiyaç duyduğu su hacmini karşılamaktadır. Daha sonra Transform (Dönüşüm) Metodu olarak alt havza transformunda SCS Unit Hydrograph (Birim Hidrograf) kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada ise; alt havza yağışı için, Specified Hyetograph (Belirlenen Heyetograf) seçeneği HEC-HMS hidrolojik modelinde aktif hale getirilmiştir. SCS Eğri Sayısı Yöntemi, toplam yağıştan toplam akışı ve zamanla sızma kaybını hesaplamak ve akış hidrografını oluşturmak için kullanılmıştır. Dönüşüm metodu, toplanma ve gecikme süreleri, yağış verileri gibi parametreler baz alınarak hesaplanmıştır. Yapılan simülasyon neticesinde modelin performansını, istatistiksel endeksler – belirleme katsayısı (R^2), Nash-Sutcliffe verimliliği (NSE), sapma yüzdesi (PBIAS) ve kök ortalama karekök hatası (RMSE) standart sapma oranı (RSR) kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma neticesinde elde edilmiş bulgular uygulamalı hidroloji alanında örnek bir uygulama ve Dicle Havzası için bir görüş teşkil etmektedir.

ABSTRACT

In this study, a drainage network was created using the flow observation station data of Dankıran Stream, Batman Stream and Başnik Stream, located within the borders of the Tigris Basin in the Southeastern Anatolia Region, and the precipitation data received from the General Directorate

**Sorumlu Yazar*

E-posta Adresleri: didemaydin55@gmail.com (Didem AYDIN BAYKALE), recep.celik@dicle.edu.tr (Recep

ÇELİK), tem023@hotmail.com (Hüseyin FİDAN)

of Meteorology. The Tigris Basin was divided into sub-basins and the rainfall-flow relationship of the Tigris Basin was examined with the HEC-HMS hydrological model. In this study, Initial and Loss Method was chosen. The Start and Loss Method meets the water volume needed by the soil layer at the beginning of the simulation process. Later, SCS Unit Hydrograph was used as the Transform Method in the sub-basin transformation. In the next stage; For sub-basin precipitation, the Specified Hyetograph option has been activated in the HEC-HMS hydrological model. The SCS Curve Number Method was used to calculate total runoff from total rainfall and infiltration loss over time and generate the runoff hydrograph. The transformation method was calculated based on parameters such as collection and delay times and precipitation data. As a result of the simulation, the performance of the model was evaluated using statistical indices - coefficient of determination (R^2), Nash-Sutcliffe efficiency (NSE), percentage deviation (PBIAS) and root mean square error (RMSE) was evaluated using the standard deviation ratio (RSR). The findings obtained as a result of this study constitute an exemplary application in the field of applied hydrology and an opinion for the Tigris Basin.

1. GİRİŞ

İnsanın tüm yaşam evrelerinde beslenme, solunum, dolaşım, boşaltım gibi tüm yaşamsal etkenlerin devam edebilmesi için su, en temel ihtiyaç kaynağıdır. Dünyanın %70'i sudan meydana gelmektedir. Öte yandan insan organizmasının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Dünyamızın %70'i su ile kaplı olmasına rağmen ancak yeryüzünde ki mevcut su kaynaklarının yaklaşık olarak %0,3'ü içme ve kullanıma uygundur [1]. Canlıların varlığını sürdürebilmek için en önemli kaynakların başından gelen su, kaynakların her geçen gün kirletilmesi içilebilir ve kullanım suyunun gittikçe azalması sonucu, su sorunlarıyla karşı karşıya kalınması kaçınılmazdır. Bu doğrultuda mevcut su kaynaklarında etkili bir şekilde faydalanabilmesi ve çevresel problemlerin en aza indirgenebilmesi açısından havza odaklı su kaynaklarının yönetimi tüm dünyada önem arz etmektedir. Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde çoğalmasına paralel olarak su kaynaklarının yetersiz oluşu nedeniyle tüm canlıların yaşamını sürdürebilmesi için suya olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Bu doğrultuda su kaynaklarını koruma ve suyu yönetme göz önüne alınarak detaylı bir bakış açısıyla mevcut su durumu ortaya konularak bu sorunlara çözüm aranmaktadır. Azalan su miktarına yönelik analizler yapılması ve bu sorunlara çözüm arayışı içerisinde olması teknolojik ilerlemelere dayalı olarak günümüzde yağış-akış ilişkisi baz alınarak hidrolojik modelleme çalışmaları yapılmaktadır. Yağış-akış ilişkisi hidrolojik çevrimin en önemli etkenlerinden biridir. Yağışın bir havza boyunca akışa geçtiği sürecin doğrusal olmaması zamansal ve boyutsal açıdan değişiklikler göstermesi fiziksel modellerin yağış-akış süreci üzerinde uygulanmasını güçleştirmektedir. Geçerli bir hidrolojik modellemede yağış-akış ilişkisinin tahmin edilebilmesi, su kaynaklarının verimli bir biçimde kullanılması, olası taşkın kontrolü önlemlerinin alınması, baraj haznelerinin beklenmedik durumlara karşı önlemlerinin alınması ve barajların su alma kapasitelerinin doğru bir şekilde hesaplanması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Akarsu havzası, havzaya düşen

yağışı toplayarak yüzeysel bir doğal kanal ile çıkış noktasına kadar ileten yüzey ya da drenaj havzası olarak tanımlanmaktadır [2]. Su toplama havzası, drenaj havzası ya da yüzeysel akarsu havzaları farklı özelliklere sahiptir. Havzanın en önemli özellikleri şunlardır; havza genişliği, havza şekli, havza eğimi ve havzanın çıkış noktasına olan mesafesidir. Drenaj havzası yağışı akışa dönüştüren bir sistem olarak bilinmektedir. Herhangi bir kesitten geçen toplam akış miktarı farklı kısımlardan oluşmaktadır. Bu kısımlar; yüzeysel akış, yeraltı akışı ve yüzey altı akışlarından oluşmaktadır. Yağışın değiştiği ilk anda bir miktar yağış toprağın nem ihtiyacını karşılamak için toprağın boşluklarına sızmaktadır [3]. Sızmanın doygunluğa ulaştığı anda havzanın yüzeyinde su birikmeleri oluşur ve yerçekimi etkisiyle yüzeysel akışa geçmektedir. Yüzeysel akış hızına etki eden faktörler, toprağın geçirirliliği, toprağın nem oranı ve yağışın şiddetidir. Sızma etkisiyle toprağın içerisinde biriken su toprağın yüzeyinin en üst kısmına kadar ulaşmaktadır. Akabinde ya zeminin üst kısmından yatay bir şekilde hareket etmektedir ya da düşey olarak hareket etmektedir. Toprağın içerisine sızan su yerçekimi yardımıyla yeraltı sularına karışıp yeraltı akışını oluşturmaktadır. Şekil 1’de gösterildiği gibidir. Akış bölümleri arasında adlandırılan yüzey altı akışı toplam akış içerisinde ki oranını tahmin etmek oldukça zordur. Bu yüzden akarsudaki toplam akışın dolaysız akış ve taban akışı oluşmasına sebep olmaktadır. Yeraltı akışı ve yüzey altı akışın gecikmesiz kısmı dolaysız akışı meydana getirmektedir. Yağış şiddetinin sızma kapasitesini geçtiği anda dolaysız akış oluşmaktadır. Dolaysız akış hız bakımından düşüktür. Kuraklığın olduğu dönemlerde dolaylı akış hızı düşük olmakla birlikte akarsuyu besleyen en önemli faktördür.



Şekil 1. Hidrolojik çevrim [4].

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Çalışma Alanı

Dicle Havzası; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kesiminde, Karacadağ'ın doğusunda yer almaktadır. Dicle Havzası'nın konumu Şekil 2'de verilmiştir [5]. Havzanın ana kollarından olan Dicle

Nehri Hazar Gölü civarında yer alan Karaoğlan dağlarından doğmaktadır. Dicle Nehrinin ortalama debisi $360 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik bir debiye sahiptir. Diyarbakır kentinin güneyine yönelen Dicle Nehri ana koluna kuzey yönünden Amber, Pamukçay, Salat, Batman, Garzan çayları batı yönünde, Devegeçiti güneyde ise; Dankıran, Pamukluk, Göksu, Kusi Deresi ve Savur Çayı ile birleşmektedir. Daha sonra Dicle Nehrinin bir kolu olan Botan Çayı ile birleşerek Irak topraklarına dökülmektedir. Şekil 3'de verilmiştir. Bu çalışmada Dicle Havzası'nın Diyarbakır ile Batman arasında kalan alt havzalarda bulunan Batman Çayı, Dankıran Deresi ve Başnik Çayının oluşturduğu havzalar ele alınmıştır. Bu alt havzalar sırasıyla Malabadi Köprüsü AĞİ, Dankıran Deresi Selimi AĞİ ve Başnik Çayı Salat Akım Gözlem İstasyonlarına ait veriler kullanılmıştır. Batman Çayı yağış alanı 4105 km^2 , Dankıran Deresi yağış alanı 524 km^2 ve Başnik Çayı yağış alanı 1060 km^2 'lik bir alana sahiptir.



Şekil 2. Dicle Alt Havza'sının Türkiye Haritası'ndaki konumu [6].



Şekil 3. Dicle Alt Havza'sının konumu ve sınırları [6].

2.2 Havzanın Coğrafi Özellikleri

Dicle Havzası'nın kuzey kesimini oluşturan en eski arazilerden meydana gelmektedir. Bu arazilerden olan "Bitlis Masifi" Birinci Zaman'dan beri yükselerek aşınmaya uğramıştır. "Bitlis Masifi"nin güney kısmında yer alan Diyarbakır-Cizre havzası Birinci Zaman'dan Pliosen'e kadar

sürekli biriktirme sahası olmuştur. Dicle Havzası'nda Birinci Zaman'da faal olan tektonik yer hareketleri havzada bulunan akarsuların kaide seviyelerini düşürmüştür. Bundan dolayı akarsuların aşındırma kapasitelerini artırarak derin boğazlar açmış ve küçük çaplı akarsuları bünyelerine almışlardır. Dicle Nehri etrafındaki verimli ovalar, taraçalar ve halen devam etmekte olan Dicle Nehri'nin aşındırma ve biriktirme karakteristiğine bağlı olarak oluşmuşlardır [7]. Havzanın büyük bir bölümünde yağışlar, 400 mm ile 1250 mm arasında değişmektedir. Güneydoğu Toroslara yakın kısımlarda yağışlar artarken, orta kesimlerde yağışlar en az seviyede görülmektedir. Güney kesimlere doğru gidildikçe tekrardan bir artış meydana gelmektedir. Havzada en yaygın olarak görülen toprak türü, Diyarbakır, Siirt, Gercüş ve Savur dolaylarında rastlanan kahve renkli orman topraklarıdır. Diyarbakır'ın batı kesiminde bazaltlar ve Dicle Nehri'nin aşınım ve biriktirme sonucu oluşan alüvyal topraklar mevcuttur. Güneydoğu Toroslarda bulunan bitki örtüsü meşe ağaçlarından oluşan kuru ormanlardan ibarettir. Diyarbakır ve Batman dolaylarında ise; step bitki türüne rastlanmaktadır [8].

2.3 HEC-HMS Simülasyon İçin Kullanılan Veriler

2.3.1 Yağış Verileri

2023 Yılına ait Kasım ayı yağış verileri Diyarbakır 15.Metereoloji Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır. 2023 yılı Kasım ayına ait yağış verileri şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. 2023 Yılı Kasım ayı yağış verisi

2.3.2 Akım Verileri

Dicle Havzası'nın çıkış noktası olarak belirlenmiş olan Batman Çayı akım gözlem istasyonunun 2023 yılı akım (debi) değerleri Diyarbakır DSİ 10.Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır. 2023 yılı Kasım ayına ait akım verileri şekil 5'te verilmiştir [9].



Şekil 5. 2023 Yılı kasım ayı akım verileri

2.4 Metodoloji

Bir hidrolojik modelin oluşturulması için girdi verileri olarak yağış, kar erimesi vb. hidrolojik etmenler girdi olarak kullanılır. Ayrıca çıktı olarak da buharlaşma, terleme, sızma ve akış çıkış verileri kullanarak girdi ve çıktılar arasında bir ilişki oluşturulur. Bu ilişkiyi doğru bir biçimde sağlamak için birçok parametreye ihtiyaç duyulmaktadır. Oluşturulan modelin doğruluğu, girilen parametrelere bağlıdır. Belirli bir havza için seçilen model ayrıca değişken zaman verileri ve veri sayısına bağlıdır.

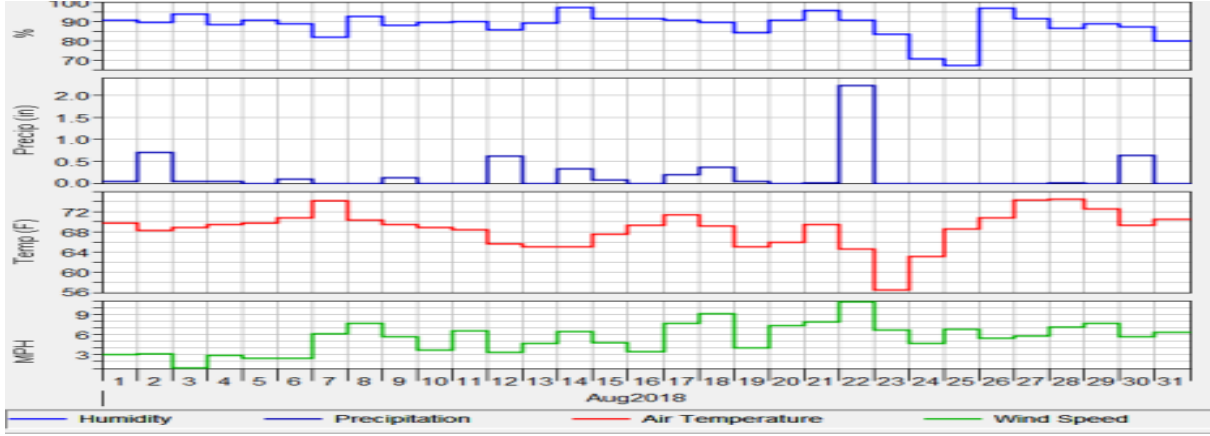
2.4.1 Kayıp Metodu (Loss Method)

Başlangıç ve Sabit Kayıp (Initial and Constant) Yöntemi, topraktaki değişiklikleri hesaba katmak için varsayımsal tek bir nem içeren toprak katmanını kullanır. Bu yöntem çok basit olmasına rağmen, yeraltı detayına sahip olmayan veya bilgileri eksikleri olan havzaları modellemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Sızan suyun çıkarılmasına yönelik herhangi bir araç dâhil edilmediğinden, bu yöntem yalnızca olay simülasyonu için kullanılmalıdır. Başlangıç kavramının altında yatan kavram ve sabit kayıp yöntemi, maksimum potansiyel yağış kaybı oranı f_c , sabittir ve simülasyon sırasında değişmez. Bu nedenle, eğer yağış oranı, p_t 'nin f_c 'den küçük olması durumunda akım olayı meydana gelmez. Birikmiş yağış hacmi p_i , f_c 'yi aşarsa, akış meydana gelmeyecektir. Ancak p_t , f_c 'yi aştığı anda akış meydana gelmektedir. HEC-HMS bu yöntemi kullanmak için gerekli olan parametreler arasında Başlangıç Kayıp [inç veya milimetre] ve Sabit Hız [inç/saat veya mm/saat] gibi parametreler mevcuttur. Doğrudan bağlı geçirimsiz alan [yüzde] isteğe bağlı bir parametredir ve kullanıcı tarafından belirtilebilir.

2.4.1.1 Başlangıç Kayıp Metodu (Initial Loss Method)

Başlangıç Kaybı, simülasyon sürecinin başlangıcında toprak katmanını doldurmak için gereken su hacmini tanımlar. Bu parametre tipik olarak toprak nem durumunun çarpımı kullanılarak tanımlanır.

Simülasyonun başlangıcı ve varsayılan aktif katman derinliği, ancak gözlemlenen veriler kullanılarak kalibre edilmelidir. Uygun bir Başlangıç Kaybını tahmin etmek için, başlangıçtaki önceki koşullar belirlenmelidir. Örneğin günlük ortalama nem, günlük yağış birikimi, günlük ortalama sıcaklık ve günlük ortalama rüzgâr hızı gibi parametreler Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Başlangıç kayıp metodu parametreleri [10].

2.4.1.2 Sabit Kayıp Metodu (Constant Loss Method)

Sabit Hız, başlangıçtaki kayıp hacmi karşılandıktan sonra yağışın toprak katmanına sızma hızını tanımlamaktadır. Tipik olarak bu parametre, suyun birim hidrolik eğim altında birim zamanda doymuş toprağın birim alanı boyunca hareket etme hızı olarak tanımlanan toprağın doymuş hidrolik iletkenliğine eşittir.

2.4.2 Curve Number

USDA Toprak Koruma Servisi (SCS) tarafından önerilen SCS Eğri Sayısı (CN) Yöntemi, basitliği ve geçmişi nedeniyle sızma kaybı ve akış hesaplaması için yaygın olarak kullanılmaktadır [11]. SCS Eğri Sayısı yöntemi, bir dizi ampirik denklem içerir ve temel parametresi, maksimum toprak suyu tutma/depolamayı inç veya mm cinsinden derinlik tanımlamak için kullanılan eğri numarası veya CN'dir.

$$S = (1000/CN) - 10 \quad (1)$$

Yukarıdaki formülde “S” maksimum toprak suyu tutma/depolama derinliğidir. Birimi ise inç veya mm cinsindedir. Ayrıca “CN” eğri numarası olarak adlandırılmaktadır.

Başlangıçta, SCS Eğri Sayısı Yöntemi, toplam yağıştan toplam akışı hesaplamak için geliştirilmiştir ve zamanla sızma kaybını ve hatta akış hidrografını hesaplamak için uyarlanmıştır. İlk

soyutlama esas olarak durdurma, fırtınanın erken kısımlarında sızma ve yüzey çöküntüsü depolamasından oluşur. Diğer infiltrasyon yönteminin ilk kayıp veya çöküntü depolamasından farklı olarak, SCS Eğrisi Sayısı Yönteminin ilk soyutlaması, bir simülasyon boyunca infiltrasyon ve akış hızı hesaplaması üzerinde sürekli bir etkiye sahiptir. Mümkün olduğunda, SCS Eğrisi Numarası Yöntemi için ilk kayıp veya çöküntü depolamasını sıfıra ayarlanır ve bunun yerine ilk soyutlama kullanılır. Aksi takdirde, hem ayrı bir depresyon deposu hem de ilk soyutlama kullanmak, ilk kaybı iki katına çıkaracaktır. Bu nedenle, resmi EPASWMM5'te, ilk soyutlama sıfır (0.0) olarak kodlanmıştır ve bu nedenle depresyon depolaması kullanılmalıdır.

$$Q = (p - I_a)^2 / (p - I_a + s) \text{ SCS tahmini, } I_a = 0,2S \text{ sonra, } Q = (p - 0,2S)^2 / (p + 0,8S) \quad (2)$$

Yukarıdaki formülde “Q” kümülatif yağış fazlalıkları veya yüzey akışı, “P” kümülatif yağışı, “S” maksimum toprak suyu tutma/depolamayı ve “I_a” başlangıç yağış şiddetini mm cinsinden ifade etmektedirler. Eğri numarası sızma kaybı, (P-I_a)-Q formüllü ile ifade edilmektedir.

2.4.3 Transform Method

Bir alt havza elemanı kavramsal olarak birlikte etkileşen sızma, yüzey akışı ve yeraltı süreçlerini temsil ederken, gerçek yüzey akışı hesaplamaları, alt havza içinde yer alan bir dönüşüm yöntemi ile gerçekleştirilir. Toplam dokuz farklı dönüştürme yöntemi sağlanır. Seçenekler arasında çeşitli birim hidrograf yöntemleri, kinematik dalga uygulaması, doğrusal yarı dağıtılmış yöntem ve iki boyutlu (2D) difüzyon dalgası yöntemi bulunur. Bir alt havza için dönüştürme yöntemi, Şekil 7'de gösterildiği gibi alt havza elemanı için bileşen düzenleyicisinde seçilir. Watershed Explorer'ın "Bileşenler" sekmesindeki alt havza ögesi simgesine tıklayarak bileşen düzenleyicisine erişilir. Harita o anda açıksa, havza haritasındaki öge simgesine tıklayarak da bileşen düzenleyicisine erişebilmektedir. Kullanılabilir yedi seçenek listesinden bir dönüştürme yöntemi seçilebilir. Yok yöntemi seçildiği takdirde, alt havza her zaman adımının sonunda tüm fazla yağışı akış olarak dönüştürecektir. Kullanmak istenilen yöntemi seçmek için seçim listesini kullanılmaktadır. Her alt havza farklı bir yöntem kullanabilir veya birkaç alt havza aynı yöntemi kullanabilmektedir şekil 7'de olduğu gibidir.

Subbasin	Canopy	Surface	Loss	Transform	Baseflow	Options
Basin Name: Alt Post Dam						
Element Name: Deer Cr						
Description:	Deer Creek catchment entering West Branch					
Downstream:	Spring Run					
*Area (KM2)	25.8					
Latitude Degrees:						
Longitude Degrees:						
Canopy Method:	Simple Canopy					
Surface Method:	Simple Surface					
Loss Method:	Layered Green and Ampt					
Transform Method:	Clark Unit Hydrograph					
Baseflow Method:	Linear Reservoir					

Şekil 7. Alt havza bileşeni editörü

2.4.4 SCS Birimi Hidrograf Modeli

SCS (Toprak Koruma Hizmeti) birim yönlendirme modeli, alt havzadaki net yağıştan kaynaklanan akışı hesaplamak için eğrisel bir birim hidrografi kullanır. SCS yöntemi ise, kapsamlı ölçülen verilerin analizinden elde edilen boyutsuz birim hidrografi kullanır.

2.4.4.1 Temel Kavramlar ve Denklemler

SCS birim hidrograf yöntemi, fazla yağışı alt havza çıkışına yönlendirmek için boyutsuz, eğrisel bir birim hidrograf kullanır. Bu boyutsuz, eğrisel birim hidrografi, deşarjı, q' 'yu, tepe deşarjının bir oranı olarak, q_p , herhangi bir t zamanı için, yükselme zamanının bir kesri olarak, T_p 'yi ifade eder. Aşırı yağış süresi için pik deşarj ve gecikme süresi göz önüne alındığında, birim hidrografın tüm ordinatları tahmin edilebilir. "Standart" SCS eğrisel birim hidrografi, T_p 'den önceki toplam akışın yüzde 37,5'ini içerir [12]. T_p , aşırı yağış süresi ile şu şekilde ilişkilendirilebilir: n hangi $t_r =$ aşırı yağış süresi (veya hesaplamalı zaman adımı) ve $t_p =$ aşırı yağışın kütle merkezi ile birim hidrografın zirvesi arasındaki zaman farkı olarak tanımlanan havza gecikmesidir.

$$T_p = t_r/2 + t_p \quad (3)$$

Ayrıca, birim hidrografın tepe deşarjı, Q_p [fit küp / saniye], aşağıdaki ilişki kullanılarak havza alanı, A [mil kare] ve T_p [saat] ile ilişkilendirilebilir.

$$Q_p = (PRF + A) / T_p \quad (4)$$

Yukarıdaki formülde "PRF" genellikle "tepe hız faktörü" olarak adlandırılan bir sabittir. T_p verildiğinde, T_p 'yi belirlemek için Denklem (4) çözülebilir. Daha sonra, bir PRF verildiğinde, Q_p 'yi bulmak için Denklem (3) çözülebilir. Tüm birim hidrograf daha sonra çarpma kullanılarak boyutsuz

eğrisel formdan bulunabilir. Standart boyutsuz SCS eğrisel birim hidrografi, PRF'nin yaklaşık 484'e eşit olarak ayarlanmasıyla oluşturulur. Bununla birlikte, PRF sabitinin dik arazide yaklaşık 600'den düz alanlarda 100 veya daha azına kadar değiştiği gösterilmiştir. Tepe hızı faktöründeki bir değişiklik, Tp'den önce meydana gelen akış yüzdesinde bir değişikliğe neden olur, bu da akış uzunluğuna, zemin eğimine ve havzanın diğer özelliklerine bağlı olduğu için tipik olaraktüm havzalarda tek tip değildir. PRF'yi değiştirerek, değişen topografyaya ve akışı etkileyen diğer koşullara sahip havzalar için alternatif birim hidrograflar hesaplanabilir.

Gerekli Parametreler

Gerekli parametrelere bağlantı HEC-HMS içinde SCS Yöntemini kullanmak için gereken parametreler arasında bir PRF ve bir gecikme süresi [dakika] bulunur. Araştırmalar, tp'nin havza yoğunlaşma zamanı, Tc ile ilişkili olabileceğini göstermiştir [13].

$$tp=0.6*Tc \quad (5)$$

Parametreleri Tahmin Etme

Parametreleri tahmin etme bağlantısı SCS Birim Hidrograf gecikmesi, ölçülü kaynak suyu alt havzaları için kalibrasyon yoluyla tahmin edilebilir. Konsantrasyon süresi, şu şekilde tahmin edilebilen yarı fiziksel temelli bir parametredir.

$$tc=ttabaka+tsığ+tkanal \quad (6)$$

Yukarıdaki formülde “ttabaka” havza kara yüzeyi üzerindeki tabaka akış segmentlerindeki seyahat sürelerinin toplamını, “tsığ” sığ akış bölümlerinde, sokaklarda, oluklarda veya sığ derelerde ve derelerde seyahat süresinin toplamını ve “tkanal” kanal segmentlerindeki seyahat süresinin toplamıdır. Kesit bilgilerinin mevcut olduğu açık kanalları belirlenir. Saha araştırmalarından, haritalardan veya hava fotoğraflarından kesitler elde edilir. Bu kanallar için, Manning denklemi ile aşağıdaki denklemde hız tahmin edilebilir.

$$V= (CR^{2/3}S^{1/2})/n \quad (7)$$

Yukarıdaki formülde “V” ortalama hızı, “R” hidrolik yarıçapı, “S” enerji sınıfı çizgisinin eğimi ve “C” dönüşüm sabitini tanımlamaktadır. “C” SI birim sistemi için 1.00 ve ayak-pound sistemi için 1.49'dur. Yaygın olarak Manning'in pürüzlülük katsayısı olarak bilinen n değerleri, sınıflandırmalara göre seçilebilmektedir. Hız tahmini yapıldıktan sonra, kanal seyahat süresi şu şekilde hesaplanır:

$$t_{\text{kanal}} = L/V \quad (8)$$

Yukarıdaki formülde “L” kanal uzunluğunu tanımlamaktadır. Tabaka akışı, su bir kanala ulaşmadan önce havza kara yüzeyi üzerinden akar. Mesafeler kısadır 10 ila 100 metre (30-300 fit) civarındadır. SCS, tabaka akışı seyahat süresinin şu şekilde tahmin edilebileceğini öne sürmektedir:

$$t_{\text{tabaka}} = (0,7NL^{0,8})/(P_2^{0,5}S^{0,4}) \quad (9)$$

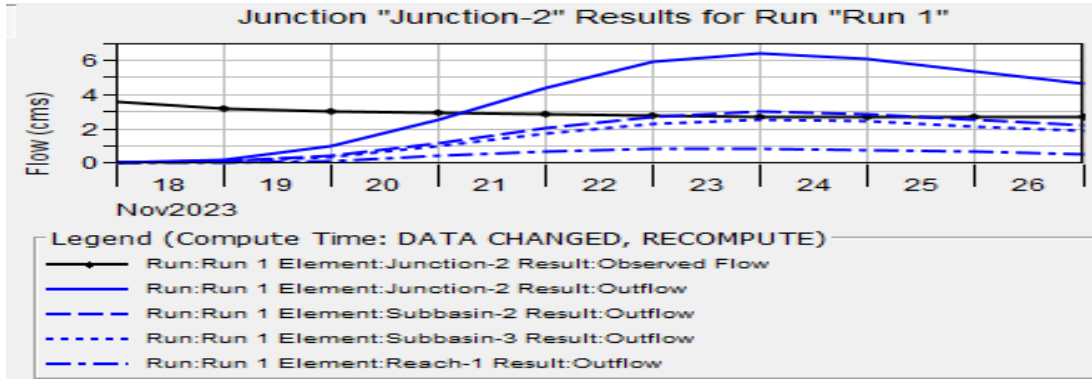
Yukarıdaki formülde “N” kara akışı pürüzlülük katsayısını, “L” akış uzunluğunu, “P₂” iki yıllık inç veya mm cinsinden 24 saatlik yağış derinliğini ve “S” ise arazi eğimiyle yaklaşık olarak tahmin edilebilen hidrolik çizgisinin eğimidir. Bu tahmin, kinematik dalga denklemlerinin yaklaşık bir çözümüne dayanmaktadır. Aşağıdaki tablo, çeşitli yüzeyler için N değerlerini göstermektedir. Tabaka akışı genellikle 100 metreden sonra sığ konsantre akışa dönüşmektedir. Sığ konsantre akış için ortalama hız şu şekilde tahmin edilebilir:

$$V = 16,1345S^{1/2} \quad \text{Asfaltsız yüzeyler için} \quad (10)$$

$$V = 20,3282S^{1/2} \quad \text{Asfalt yüzeyler için} \quad (11)$$

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada, yaklaşık 1320 km²'lik bir su toplama havzası kurulmuş olup ve havza çıkış kısmında Dicle Havzası akım gözlem istasyonları mevcut olan alt havzalar için HEC-HMS programı kullanılarak bir hidrolojik model oluşturulmuştur. Oluşturulan model için Dankıran Deresi, Batman Çayı ve Başnik Çayı alt havzaları programa tanıtılmıştır. Model verimlilik katsayıları değerleri için NSE eksi sonsuz ile 1'e kadar herhangi bir değer alabilmektedir. R² değeri ise 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir. R² değeri için farklı görüşler mevcuttur. Çalışmalarında genel olarak 0,50- 0,65 bir değere sahip olan NSE değerini kabul etmiş olup 0,65- 0,75 arasındaki sonuçlarında iyi bir değer olduğunu beyan etmişlerdir [14]. Ayrıca R² değerini 0,6'dan büyük sonuçların kabul görülebildiğini dille getirmişlerdir [15]. 24 Kasım 2023'te hesaplanan pik debi aşağıda verilen Dicle Havzası'nın çıkış noktasına ait hidrograf şekil 8'de gösterilmiştir. Havza elemanlarına ait pik debi ve tarihleri Tablo 1'de verilmiştir. Havzanın çıkış noktasına ait zaman serisi tablosu Tablo 2'de verilmiştir. Dicle Nehrine ait eksta oluşan akım yükü şekil 9'da verilmiştir. Üç adet alt havza iki adet kavşak (döğüm noktası) ve bir adet akış ötelemesi yapan nehrin çıkış akımları hidrografları sırasıyla şekil 10, 11, 12, 13, 14 ve 15'de verilmiştir ve havzanın çıkış heyetografi şekil 16'da verilmiştir.



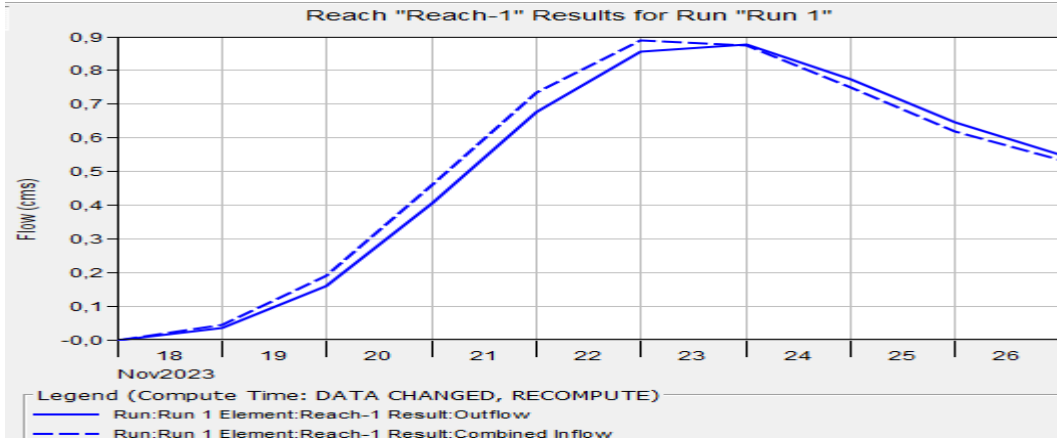
Şekil 8. Dicle Havzası çıkış noktasına ait hidrograf

Tablo 1. Havza elemanlarına ait genel özet tablosu

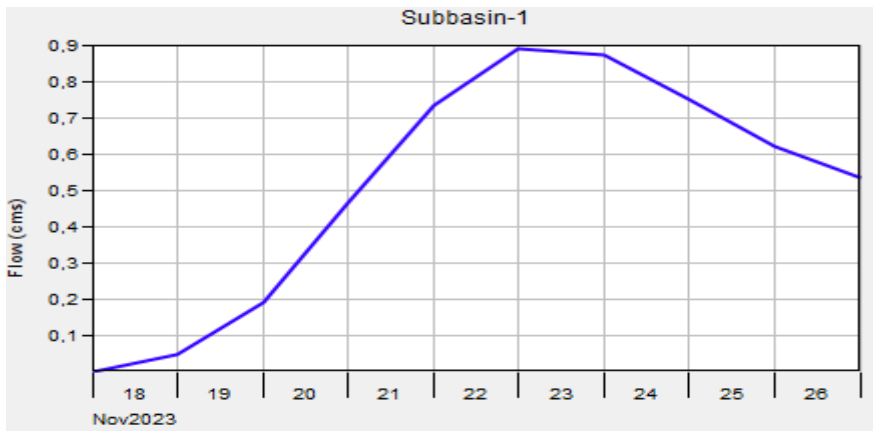
Project: Dicle Havzası Simulation Run: Run 1				
Start of Run: 18Kas2023, 00:00		Basin Model: Dicle Havzası		
End of Run: 27Kas2023, 00:00		Meteorologic Model: Met 1		
Compute Time:DATA CHANGED, RECOMPUTE		Control Specifications:Control 1		
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	<input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3	Sorting: Watershed Explorer
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	400.0	0.9	22 November 202...	1.04
Junction-1	400.0	0.9	22 November 202...	1.04
Subbasin-2	500.0	3.0	23 November 202...	2.77
Subbasin-3	420.0	2.5	23 November 202...	2.77
Reach-1	400.0	0.9	23 November 202...	1.02
Junction-2	1320.0	6.4	23 November 202...	2.24

Tablo 2. Havzanın çıkış noktasına ait zaman serisi tablosu

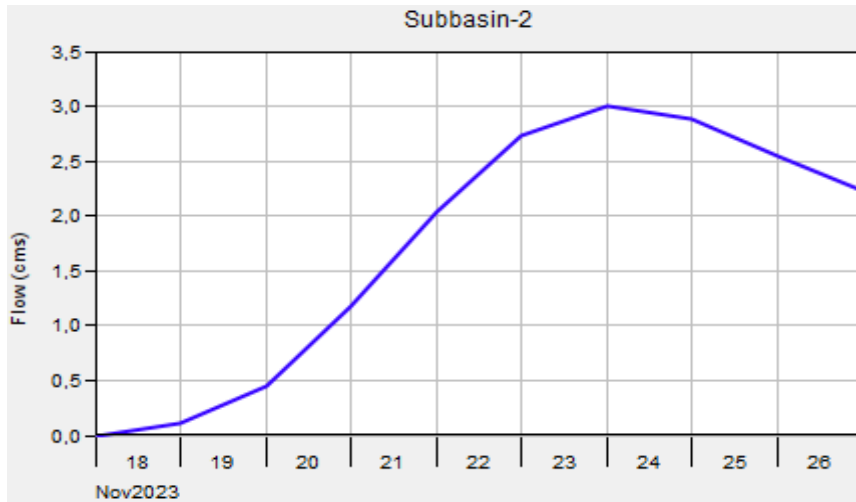
Project: Dicle Havzası Simulation Run: Run 1 Junction: Junction-2						
Start of Run: 18Kas2023, 00:00		Basin Model: Dicle Havzası				
End of Run: 27Kas2023, 00:00		Meteorologic Model: Met 1				
Compute Time:DATA CHANGED, RECOMPUTE		Control Specifications:Control 1				
Date	Time	Inflow from Subbasin-2 (M3/S)	Inflow from Subbasin-3 (M3/S)	Inflow from Reach-1 (M3/S)	Outflow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
18Kas2023	00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
19Kas2023	00:00	0.1	0.1	0.0	0.2	3.2
20Kas2023	00:00	0.5	0.4	0.2	1.0	3.0
21Kas2023	00:00	1.2	1.0	0.4	2.6	2.9
22Kas2023	00:00	2.0	1.7	0.7	4.4	2.8
23Kas2023	00:00	2.7	2.3	0.9	5.9	2.8
24Kas2023	00:00	3.0	2.5	0.9	6.4	2.7
25Kas2023	00:00	2.9	2.4	0.8	6.1	2.7
26Kas2023	00:00	2.5	2.1	0.6	5.3	2.7
27Kas2023	00:00	2.2	1.9	0.5	4.6	2.7



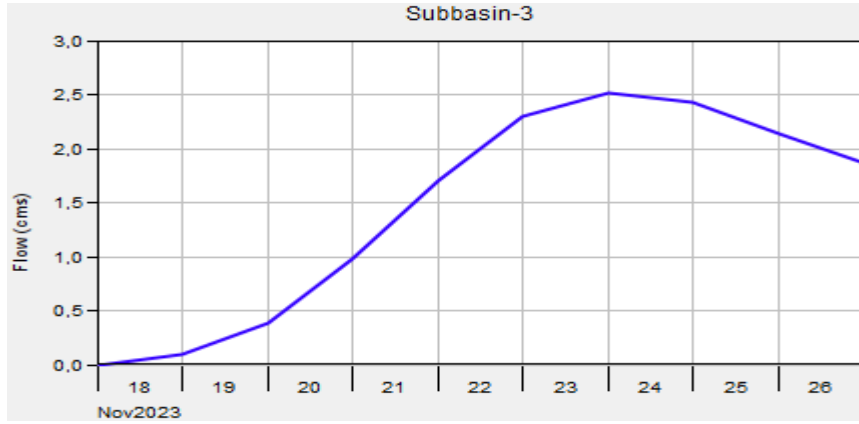
Şekil 9. Dicle Nehrine ait hidrograf



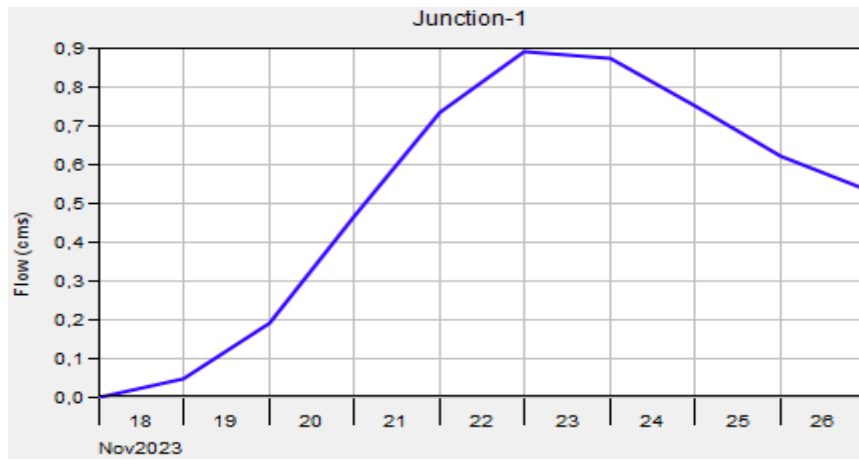
Şekil 10. Dankıran Deresi alt havzasına ait çıkış hidrografi



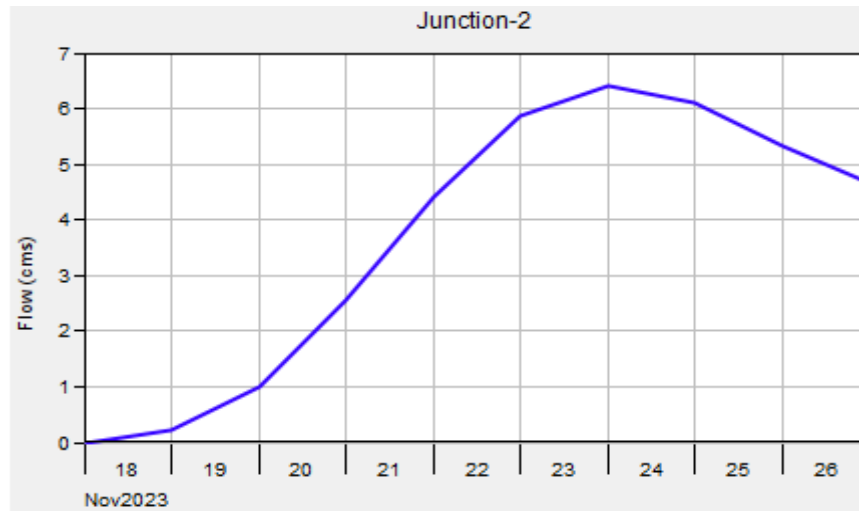
Şekil 11. Batman Çayı alt havzasına ait çıkış hidrografi



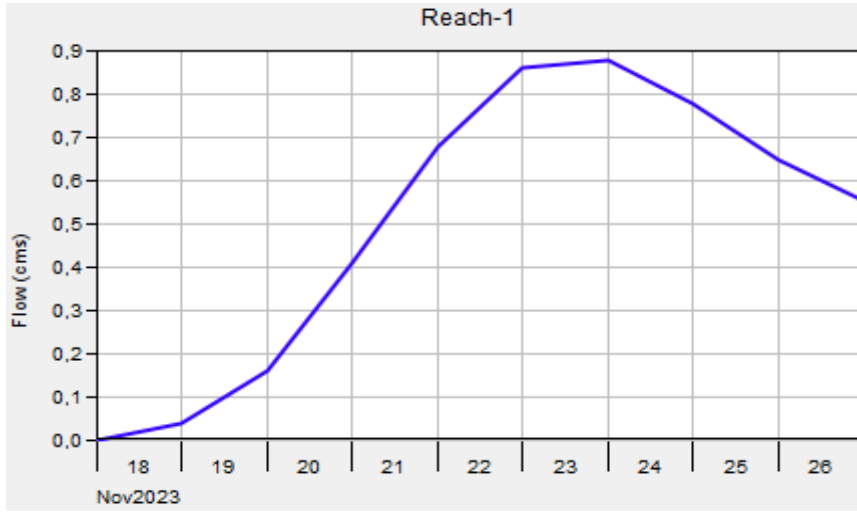
Şekil 12. Başnik Çayı alt havzasına ait çıkış hidrografi



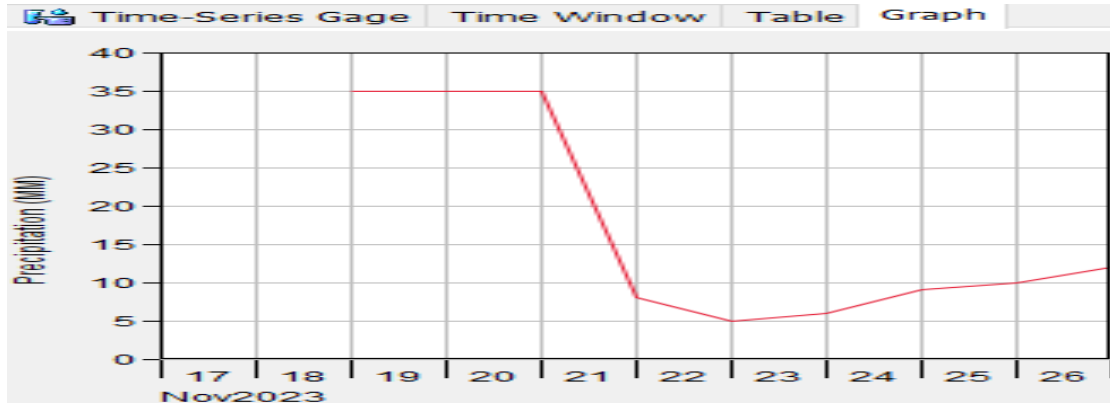
Şekil 13. Döğüm noktası 1'e ait çıkış hidrografi



Şekil 14. Döğüm noktası 2'e ait çıkış hidrografi

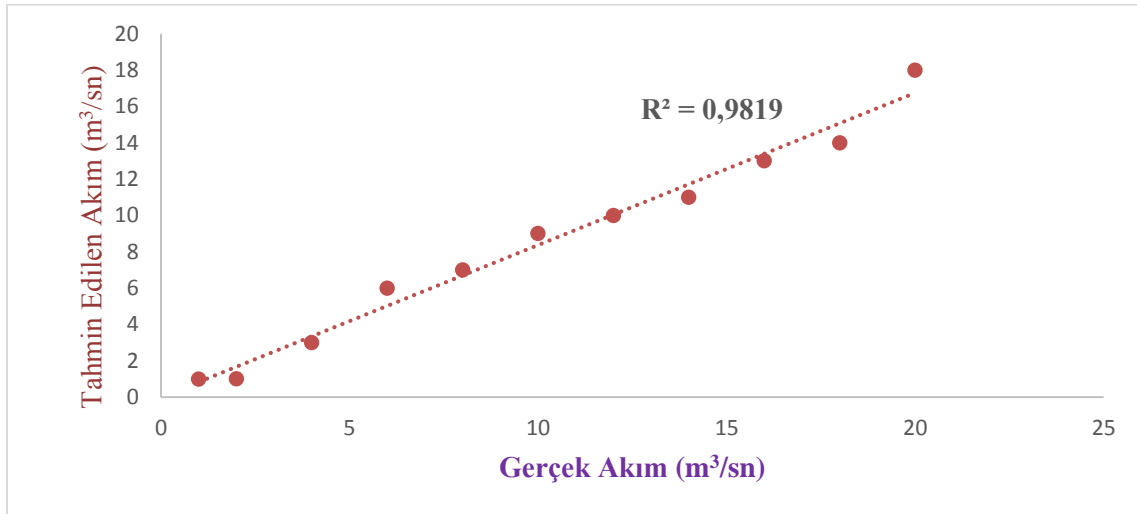


Şekil 15. Dicle Nehrine ait çıkış hidrografi



Şekil 16. Dicle Nehrine ait çıkış heyetografi

Şekil 17’de Dicle Havzasının Batman Çayı alt havzasına ait çıkış noktası akım değerleri regrasyon grafiği verilmiştir.



Şekil 17. Çıkış noktasına ait akım verilerinin regrasyon grafiği

Tablo 3'te kalibre edilmiş model performans değerleri Dicle Havzası'nın Batman Çayı alt havzası çıkış noktasına aittir.

Tablo 3. Kalibre edilmiş model performans değerleri

Computation Point	RMSE Stdv	Nash Sutcliffe	Percent Bias	R ²
Junction 2	0,006	0,99	1,179	0,981

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Dicle Havzası'nın günlük yağış verileri kullanılarak HEC-HMS 4.11 Beta versiyonu ile havzanın yağış-akış modellenmesi yapılmıştır. Güncel olan veriler 2023 yılına ait olmasından dolayı akış tahmin çalışmaları bu yıl verileri doğrultusunda yapılmıştır. Bu çalışmada, alt havzaların çeşitli şekillerini ve coğrafi konum çeşitliliğindeki değişkenlikler ele alınmıştır. Bu nedenden ötürü Dicle Havzası üç alt havzaya bölünmüştür. Bu çalışmada Intial and Loss Methodu (Başlangıç ve Kayıp Yöntemi) seçilmiştir. Başlangıç ve Kayıp Metotu simülasyon sürecinin başlangıcında toprak tabakasının ihtiyaç duyduğu su hacmini karşılamaktadır. Daha sonra Transform (Dönüşüm) Metodu olarak alt havza transformunda SCS Unit Hydrograph (Birim Hidrograf) kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada ise; alt havza yağışı için, Specified Hyetograph (Belirlenen Heyetograf) seçeneği HEC-HMS hidrolojik modelinde aktif hale getirilmiştir. SCS Eğri Sayısı Yöntemi, toplam yağıştan toplam akışı ve zamanla sızma kaybını hesaplamak ve akış hidrografını oluşturmak için kullanılmıştır. Dönüşüm metodu, toplanma ve gecikme süreleri, yağış verileri gibi parametreler baz alınarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırmada oluşturulan model sonucu ile gözlemlenen sonuç arasındaki benzerlikler ve farklılıkları ayrıca modelin kabul edilebilir sonuçlar üretip üretmediğini göstermek için birkaç farklı istatistiksel terimleri kullanarak hesaplamalar yapılmaktadır. Model performans analizi iki önemli istatistiksel performans indeksleri olan Nash-Sutcliffe Model Verimliliği (NSE) ve bir diğeri olan Korelasyon Katsayısı (R²) kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlar kalibrasyon anında, en yüksek NSE değeri 0,99 ve R² değeri ise; 0,981 olarak bulunmuştur. $0,75 < NSE \leq 1,00$ Çok iyi, $0,6 < NSE \leq 0,75$ iyi, $0,50 < NSE \leq 0,65$ tatmin edici, $NSE < 0,50$ kötü sonuç olduğunu ifade etmektedir. R² değeri 1' yakın olması modelin iyi olduğunu göstermektedir. RMSE stdv değerinin '0' sıfır olması en iyi sonuçtur. Tablo 3'te verilen sonuçlar analiz edildiğinde yağış verileri baz alınarak, model tarafından havzanın kayde değer bir şekilde modellendiği gösterilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduklarını, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Yazar 1: Kavramsallaştırma, gözetim ve liderlik sorumluluğu, metodoloji, analiz, kurgulama, taslak hazırlama, veri toplama, verinin düzenlenmesi, görselleştirme, yazma-gözden geçirme ve düzenleme. Yazar 2: Analiz araçlarını sağlama, analiz, inceleme, kavramsallaştırma, metodoloji, doğrulama, yazma-gözden geçirme ve düzenleme. Yazar 3: Veri toplama, verinin düzenlenmesi, inceleme.

KAYNAKLAR

- [1] S. Özsoy, “Su ve yaşam: suyun toplumsal önemi,” Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2009.
- [2] H. Zaifoğlu, “Fırat akarsu havzası için topoğrafik ve hidrometeorolojik veriye dayanan taban akışı ayırma modeli,” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [3] N. Hamidi, “İki boyutlu birim hidrograf belirlenmesinde lineer programlama,” İstanbul: İTÜ, 1984.
- [4] “Hidrolojik Çevrim,” [Çevrimiçi]. Available: <https://www.mgm.gov.tr/>. [Erişildi: 04 03 2024].
- [5] “Dicle Alt Havzası’nın Türkiye Haritasındaki Konumu,” [Çevrimiçi]. Available: <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler>. [Erişildi: 21 02 2024].
- [6] “Dicle Havzası Konumu,” [Çevrimiçi]. Available: <https://www.dsi.gov.tr/>. [Erişildi: 10 01 2024].
- [7] S. Karadoğan ve C. Kuzucuoğlu, “Diyarbakır Hevsel Bahçeleri ve Dicle Nehri: Arazi değişimlerinin jeomorfolojik kayıtları,” Türkiye Jeoloji Bülteni, cilt 60, no. 1, pp. 63-76, 2017.
- [8] N. Elmastaş, “Su Potansiyeli Açısından Bir Araştırma: Dicle Havzası,” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2000.
- [9] “DSİ 10.Bölge Müdürlüğü-Diyarbakır, Yıllık Debi Verileri,” [Çevrimiçi]. Available: <https://bolge10.dsi.gov.tr/>. [Erişildi: 21 02 2024].
- [10] “Program Description,” [Çevrimiçi]. Available: www.hec.usace.army.mil. [Erişildi: 01 03 2024].
- [11] US Department of Agriculture, “Curve Number,” [Çevrimiçi]. Available: <https://www.usda.gov/>. [Erişildi: 07 03 2024].

- [12] “HEC-HMS Tutorials and Guides,” [Çevrimiçi]. Available: www.hec.usace.army.mil. [Erişildi: 11 01 2024].
- [13] “Türkiye’de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri,” [Çevrimiçi]. Available: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf. [Erişildi: 27 02 2024].
- [14] D. Moriasi, J. Arnold, M. W. Liew, R. L. Bingner ve R. D. Hamel, “Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations,” American Society of Agricultural and Biological Engineers, cilt 500, no. 3, pp. 885-900, 2007.
- [15] C. Santhi, J. G. Arnold, J. R. Williams, W. A. Duga, R. Srinivasan ve L. M. Srivasan, “Validation of the SWAT model on a larve river basin with point and nonpoint sources,” Journal of American Water Resources Association, cilt 37, no. 5, pp. 1169-1188, 2001.

Copyright © 2024 Aydın Baykale, Çelik and Fidan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).