



Kırklareli Vize Deresi Havzası Birim Hidrograf Elemanlarının Belirlenmesi

Fatih BAKANOGULLARI^{1*}

Soner GÜNAY¹

¹Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, KIRKLARELİ

*Sorumlu Yazar

fatihbakanogullari@yahoo.com

Özet: Araştırma havzası 4.64 km² alana sahip olup havzada 3 adet yağış istasyonu kurulmuş ve havza çıkışında 1/5 şevli beton savak ile bir limnigraf yerleştirilmiştir. Akımların ölçüldüğü havza çıkışı 185 m kotunda, 41° 30' 53" Kuzey enlemi ve 27° 41' 20" Doğu boylamındadır. Vize deresi, 1/ 25 000 ölçekli topoğrafik haritada su yolları mertebelenirtilmesinde 5. dereceden bir kol olarak Meriç nehrine dökülmektedir.

Araştırmanın 1985-2007 su yıllarını kapsayan döneminde 23 yıllık yağış ve yıllık akım değerleri ölçülmüştür. Havzanın 23 yıllık yağış ortalaması 544.2 mm, akım ortalaması 6.04 mm dir. Bu akımın 3.52mm si yüzey akış, 076 mm si yüzeyaltı akım ve 1.75 mm side ana akımdır. Havza yıllık ortalama yüzey akış katsayısı % 0.53 dir.

Havzanın 60 dakika süreli ortalama birim hidrografında pik debisi (q_p) 354.63 L/s, taban süresi (t_b) 14.43 saat, pike erişme süresi (t_p) 1.63 saattir. S_{60} hidrografının sabit değeri 1751.2 L/s olarak elde edilmiştir.

Havza yıllık su verimi hesabında kullanılan M. Turc yöntemindeki A katsayısı havza için 1229.8, benzer havzaların birim hidrograflarının sentetik olarak çıkarılmasında kullanılan Snyder metodu katsayıları olan $C_t = 0.311$ ve $C_p = 0.293$ olarak, Mockus metodu katsayıları $K = 0,119$ ve $H = 3.95$ olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada havzada oluşan akımların ortalama değerleri, bireysel hidrografları ve bunlardan havza ortalama birim hidrografi verilmekte, ayrıca bu birim hidrograf, değişik sentetik metotlarla bulunan birim hidrograflarla karşılaştırılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kırklareli, Vize Deresi, Havza, Akım, Hidrograf,

Determination of the Unit Hydrograph Elements of Vize Creek Watershed in Kırklareli

Abstract: The area of the watershed is 4.64 square kilometers and has 2 recording precipitation gages and 3 non recording precipitation gages. The runoff of watershed is measured by one stage recording gage installed on a triangular weir over the main waterway in outlet of the watershed. This basin locates at the 41° 30' 53" North latitude and the 27° 41' 20" East longitude. Vize Creek flow to Meriç River.

According to precipitation and runoff data obtained between 1985 and 2007 years; the average annual precipitation and runoff depth at the watershed have been found as 544.2 mm and 6.04 mm, respectively. Surface flow, subsurface flow and base flow values of this flow were found to be 3.52 mm, 0.76 mm and 1.75 mm, respectively. The average annual coefficient of surface flow was found as 0.53 %.

Using selected Unit Hydrograph data for 23 years durations, the watershed average unit hydrograph was examined. Elements of average Unit Hydrograph (UH_{60}) for Vize creek watershed were calculated as $q_p = 354.6$ L/sec, $t_b = 14.4$ hours and $t_p = 1.6$ hours. The equilibrium point of S_{60} hydrograph was determined to be 1751.2 L/sec.

The coefficient of Snyder's C_t and C_p , Mockus's H and K and M. Turc method's A were established as $C_t = 0.311$, $C_p = 0.293$, $K = 0.119$, $H = 3.95$ and $A = 1229.8$ respectively.

In this study, single runoff values, average values, and Unit Hydrograph elements for the watershed are given and they were compared different synthetic methods.

Key Words: Kırklareli, Vize Creek, Watershed, Runoff, Unit Hydrograf,

GİRİŞ

Hidrolojik çevrim içinde dolaşan suyun yağış, akım gibi parametre değerleri meteorolojik ve hidrolojik ölçü teknikleri ile tespit edilir. Ölçme işlemleri sürekli ve uzun yıllar devam eder. Henüz ispatlanmamış olmasına rağmen en az 30 yıllık ölçümler analiz edilerek doğal su kaynaklarının meteorolojik ve hidrolojik rejim karakterleri belirlendikten sonra bu kaynaklar üzerine inşa edilecek hidrolojik yapılardan daha ekonomik bir şekilde yararlanılabilir.

Hidrolojik çalışmaların en önemli ve zor bölümü yağış, akım gibi çevrim parametrelerinin ölçümüdür. Ölçümlerle elde edilen veriler analiz edilerek bir

su kaynağının su potansiyeli, kuraklık ve taşkın zamanlarındaki su miktarları ile bunların frekansları hesaplanabilir.

Yurdumuzda su kaynakları çok olmasına rağmen, yağış ve akım rejimleri çok düzensizdir. Yağış rejimi doğal bir olay olduğu için müdahale edilememektedir. Ancak akım olaylarına teknik olarak müdahale edilerek, toprağa düşen yağmur damlarının toprakta tutulması veya akışa geçen yağış sularının depolanması, çeşitli toprak işleme teknikleri ve çeşitli depolama tesisleriyle mümkün olmaktadır. Bu durumda amaç suyun çok olduğu dönemde depolanarak ihtiyaç duyulan ve az olduğu devrede kullanma yollarının araştırılması söz konusudur. Doğa ile ilgili araştırmaları başka bir yere

aktarmak oldukça zordur, çünkü olayı etkileyen birçok faktör vardır. Bunların benzeşimlerini bulmak oldukça zordur, dolayısıyla en uygunu yerinde araştırma yaparak elde edilen verileri ölçüm yapılan bölge için kullanmaktır.

Bu amaçla proje mühendislerinin ve ilgili araştırmacıların ihtiyaç duyacakları verilerin belirlenmesi ve benzer havzalara uygulanabilmesi için Vize Deresi havzasında 23 süreli akım verileri ile ilgili bulguların sonuçları bu çalışmada değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın uygulandığı Vize deresi Havzası temsili bir su toplama havzasıdır. Araştırma havzası, Kırklareli ili Vize ilçesinin 11 km güneyinde Topçu köyü sınırları içerisinde yer almaktadır. Havza alanı 4.64 km² dir. Havzanın 1/25000'lik topoğrafik haritası incelendiğinde, su yolları mertebelenirilmesinde Vize deresi 5.dereceden bir kol olarak Meriç nehrine dökülmektedir. Havza çıkışı, 41° 30' 53" Kuzey enlem, 27° 41' 20" Doğu boylamlarında olup, denizden yüksekliği 185 m'dir. Havzanın genel iklim özelliği; kışlar soğuk ve yağışlı, yazlar sıcak ve kuraktır [1].

Havzanın toprak, jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri

Mülga TOPRAKSU genel müdürlüğünce yayınlanmış Marmara Havzası toprakları adlı rapordan alınan havzaya ait detaylı toprak etüdü aşağıda izah edilmiştir[2]

Havzanın 27.4 ha'lık bölümündeki büyük toprak grubu kalkersiz kahverengi orman toprağıdır. A, B, C profiline sahip olup, iyice gelişmiş bir gövde arz ederler.

Yarıya yakın bölümü orman veya fundalıkla örtülü olan bu topraklarda orijinal A horizonu bulmak mümkündür. Mineral kısmın üstünde birkaç santimetre kalınlıkta, tamamen yaprak ve sapların meydana getirdiği, muhtelif derecelerde dekompoze olmuş 01 ve 02 horizonları bariz olarak mevcuttur. A horizonunun kalınlığı ortalama 22 cm dir. Orta derecede teşekkül etmiş yapı mevcuttur. A horizonu asitle muamelede köpürmez. Bu horizonta kök dağılımı çok fazladır.

Alt toprak olarak bilinen B horizonunun ortalama kalınlığı 40 cm dir. Bu horizonta bünye kil birikmesi sebebiyle genellikle A horizonundan incedir. Siltli killi tın, killi tın, kumlu tın ve tından ibaret ince ve orta bünyeler hakimdir.

B horizonunda karakteristik yapı blok olup, teşekkül derecesi kuvvetlidir. Yalnız horizonun alt kısımlarında yani C horizonuna geçit yerlerinde yapı teşekkülü zayıflamaktadır.

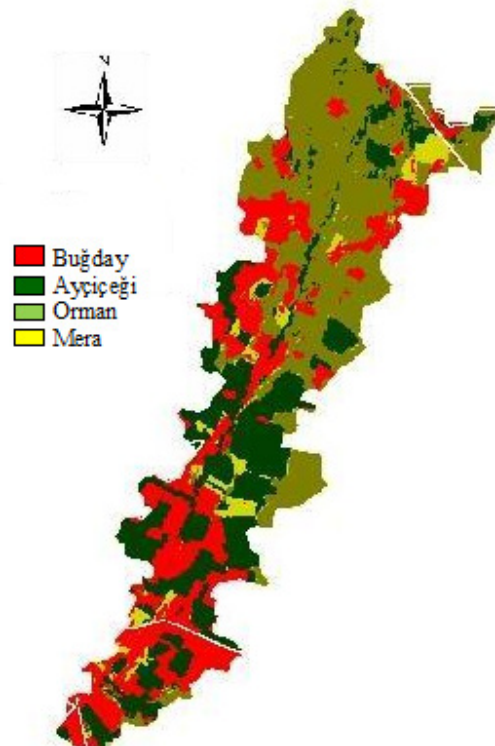
B horizonunda CaCO₃ bulunmadığından kalkersizdir.

C horizonu esas olarak üçüncü zaman tortul kütlesi ile gnays, mikşist, bazalt, andezit ve tüfler gibi metaformik ve volkan kayaların gevşemiş ayrılmış ürünleridir. Genellikle 75 cm derinliktedir. Ana maddesi kalkerli kil taşlarıdır. 19 hektarlık geri kalan kısımda büyük toprak grubu kalkersiz kahverengi orman toprağıdır. Bu bölünüş özelliği, dik düze yakın derin, hiç veya çok az erozyonlu olup, halihazırda nadassız kuru tarım arazisidir. Her çeşit tarıma uygundur.

Havza jeolojik yapı pliosen devri karasal formasyonu hakim olup, yer yer miosen devrine ait kil, kum ve çakıllara rastlanmaktadır. Istanca masifini güneyden takip eden kalker kütlelerine dayanmaktadır.

Çizelge 1. Havzanın jeomorfolojik ve drenaj karakteristikleri

| | | |
|---|---------------------|----------------------|
| -Havza Alanı | (A) | 4.64 km ² |
| -Havza çevre uzunluğu | (P) | 10.55 km |
| -Havza uzunluğu | (L _H) | 4.45 km |
| -Havza genişliği | (W _H) | 1.03 km |
| -Havza max. ve min. yükseklikleri | (h _{max}) | 244 m. |
| | (h _{min}) | 185 m |
| -Havza rölyefi ve nisbi rölyef | (r) | 59 |
| | (r _n) | % 0.56 |
| -Havza yöneyi | | Kuzeydoğu-Güneybatı |
| -Havzanın ortalama yükseltisi | (h _{or}) | 215 m. |
| -Havza median yüksekliği | (h _m) | 212 m |
| -Havza ortalama eğimi | (S _H) | % 3.0 |
| -Havza şekil indisleri | | |
| Ana su yoluna bağlı indis | (S ₁) | 4.32 |
| Havza uzunluğuna bağlı indis | (S ₂) | 4.36 |
| Dairesellik oranı | (S ₃) | 0.52 |
| Sıkışıklık indisi | K _c | 1.37 |
| -Havza dikdörtgen eşdeğeri | L _a | 4.14 km |
| -Havza dikdörtgen eşdeğerine göre eğim indisi | L _b | 1.12 km |
| -Hidrolojik toprak örtü no.'su | I _b | % 3.66 |
| -Ana su yolu uzunluğu | CN | 70.6 |
| -Toplam su yolları uzunluğu | (L _s) | 4.50 km |
| | (L _u) | 10.25 km |
| -Havza ağırlık merkezinin ana su yolu üzerindeki izdüşümünün havza çıkışına olan mesafesi | (L _c) | 2.475 km |
| -Ana su yolu profil eğimi | S _s | % 1.3 |
| -Ana su yolu harmonik eğimi | S | % 0.587 |



Şekil 1. Vize Deresi Havzası Arazi Kullanım Durumu

Havzanın tamamı yarma tepe formasyonu ($N_2 - O_1$) oluşturmaktadır. Ergene grubunun en üst kısmında yer alır, yaşlı pliosendir. Ergene grubu genel olarak beyaz sarımsı renkli çapraz katmanlaşmalı kil ve çakıl mercekli gevşek kumlardan oluşur. Yarma tepe formasyonunun altında aynı grup içinde yer alan ve nehir taracalarının oluşturduğu üst miosen yaşlı sinanlı formasyonu vardır [3].

Havzanın Arazi Kullanma ve Bitki Örtüsü Durumu

Havzada genellikle hububat ayçiçeği münavebe ekimi yapılmaktadır. %28.8 Buğday %28.62 Ayçiçeği % 39.09 Orman ve % 3.49 Mera dır

Yağış ve akım gözlem istasyonları

Havza içinde ve havzaya çok yakın olmak üzere 3 adet yağış istasyonu, havza çıkışında da akımı ölçmek üzere 1 adet akım ölçme savağı tesis edilmiştir.

Havza çıkışında 185 m` lik yükseklikte R-1 yağış istasyonu (1 adet pluviometre ve elektronik pluviograf), havzanın batı sınırına yakın 222 m.` lik rakıma R-2 istasyonu (1 adet pluviometre) ve yine havza kuzey sınıra çok yakın olmak üzere 233 m.`lik rakıma ise R-3 yağış istasyonu (1 adet pluviometre ve elektronik pluviograf) yerleştirilerek yağışların yersel ve zamansal dağılımı takip edilmektedir.

Akım gözlemleri için havza çıkışında, 185 m; lik kotunda 1/5 şevli üçgen savak inşa edilmiştir. Savak inşaatının hemen yanına savağa bir kanalla bağlantısı olan Limnigraf yerleştirilerek, savak yardımıyla dere yatağından geçen akımın zamansal dağılımı ölçülmektedir[1].

Hidrograf analizleri

Limnigraf, akım olaylarının zamansal değişimini diyagram üzerinde göstermektedir. Akarsu debisinin veya nehirdeki su seviyesinin zamana karşı çizilen grafiğine "Hidrograf" denir. Akım gözlemlerinin değerlendirilmesinde hidrograf analizleri önemli bir yer tutmaktadır.

Limnigraf diyagramlarından zamana karşı inch olarak okunan su yükseklikleri anahtar eğrisi yardımıyla q debilerine (L/s) çevrildikten sonra zamana karşı debi değerleriyle akım hidrografları çıkarılmış ve analiz edilerek bileşenlerine ayrılmıştır. Hidrografları kısımlarına ayırırken de Barnes (yarı logaritmik) metodu kullanılmıştır[4,5,6,7].

- Birim hidrograf

Bir havzanın birim hidrografi (BH), o havzaya belli bir sürede zamanda ve yerde dağılımı düzgün olarak yağın ve 1mm su derinliği meydana getiren sağanağın yüzey akım hidrografıdır. Belirtilen derinlik, süzülmeden sonra geride kalan su derinliğidir ve etkili yağış derinliği adını alır. Sherman`ın tarif ettiği birim hidrograf teorisinde beş kabul vardır. Bunlar;

1- Etkili yağış, belirtilen zaman içerisinde düzgün olarak yağmıştır. Bu kabul için nisbeten kısa süreli

yağışlar ele alınmalıdır.

2- Etkili yağış havzaya düzgün olarak dağılmıştır. Burada havzanın küçük olması önemlidir.

3- Yüzey akım hidrografının taban süresi, belli süreli yağışlar için sabittir.

4- Aynı süreli sağnakların meydana getirdikleri akımlara ait hidrografların ordinatları, sağnakların su derinlikleri ile doğru orantılıdır.

5- Bir havza için, belli süreli yağışın meydana getirdiği akımın birim hidrografi, zamanda bağımsız olarak sabittir.

Bu peşin kabuller dikkate alınarak birim hidrograf elde etmek için etkili yağışı havzada ve zaman içinde mümkün olduğu kadar düzgün dağılımlı olan yağışlar seçilmiştir. Yüzey akım diğer kısımlardan ayrılarak yüzey akım hacmi ve derinliği hesaplanmıştır. Yüzey akım ordinatları akım derinliğine bölünüp, o etkili yağış süresindeki birim hidrograf ordinatları bulunmuştur[4,5,6,7,8].

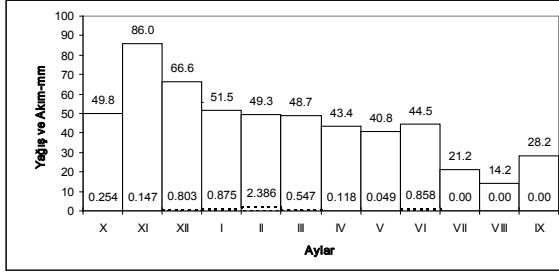
BULGULAR ve TARTIŞMA

1985-2007 yılları arasındaki 23 yıllık dönemde, ortalama yıllık toplam yağışın 544.2 mm, ortalama yıllık toplam akımın ise 6.04 mm olduğu görülür. Bu toplam akımın 3.52 mm`si yüzey akış, 0.76 mm`si yüzey altı akım ve 1.75 mm `si de ana akımdır. Ortalama yüzey akış katsayısı % 0.53 `dur. En yüksek yağış alan ay 91.1 mm ile Kasım, en az yağış alan ay ise 14.1 mm ile Ağustos ayı olmuştur. En yüksek yüzey akış katsayısı % 2.36 ile Şubat, en düşük yüzey akış katsayısı ise 0,09 ile Mayıs ayı, araştırma süresince Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında hiç akım gözlenmemiştir.

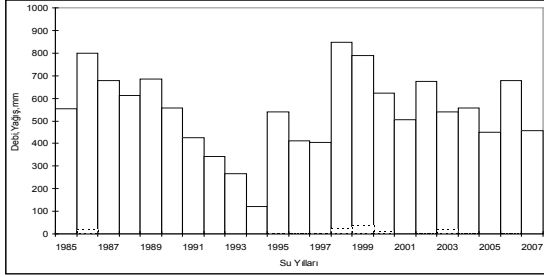
Havzaya ait 23 yıl içindeki aylık ortalama yağışlar, Şekil-2`de verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde, yıl içinde yağışın aylara göre dağılımı, Kasım ayında en yüksek, Ağustos ayında ise en düşük değer olarak gözlenmiştir. Aylık yağışlar ekim ayında başlamak üzere kasım ayında pike ulaşmış ve daha sonra genelde düşüş göstererek Nisan ayında tekrar yükselerek Mayıs ayında tekrar düşüş göstermiş, inişli çıkışlı bir trend göstermiştir. Araştırmanın bu döneminde, her yıla ait ortalama yağış değerleri Şekil-3`de gösterilmiştir. Araştırma süresince en yağışlı yıl 848.7 mm ile 1998 su yılı, en az yağışlı yıl ise 119.5 mm ile 1994 su yılı olmuştur.

1985-2007 su yılı periyodunda 1998 su yılı 848.7mm ile en yağışlı yıl olurken, 1994 su yılı 119,5 mm yağış ile en az yağışlı yıl olmuştur. Havzada en fazla akım 789,3 mm yağışa karşılık 37,26 mm ile 1999 su yılında, en az akım da 426,2 mm`lik yağışa karşılık 0,05 mm ile 1991 su yılında kaydedilmiştir. 1990, 1992,1992,2001 ve 2007 su yıllarında herhangi bir akım olayı meydana gelmemiştir.

23 yıllık ortalama en yağışlı ay 91,1 mm ile Kasım ayı olurken, en kurak ay 14,1 mm ile Ağustos ayı ; en çok akım 2,70 mm ile Şubat ayında kaydedilirken, en az akım 0,06 mm ile Mayıs ayında kaydedilmiştir. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında akım meydana gelmemiştir. Akım katsayısı % 0,53 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. 1985-2007 Yılları Havza Ortalama Aylık Yağış ve Akım Değerleri



Şekil 3. Havzanın Yıllık Yağış ve Akımları

Havza ortalama birim hidrografi ve S eğrisi

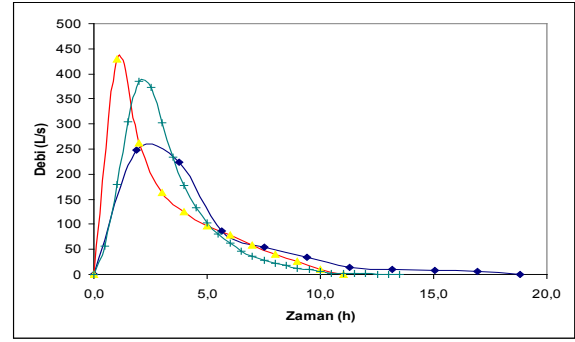
Vize deresi havzasında 1985-2007 su yıllarında kaydedilen önemli yağış-akım olaylarından, birim hidrografi çıkarılan değişik etkili yağış sürelerine sahip 3 adet akım olaylarının her biri için bir saatlik birim hidrograf (BH_{60}) çıkarılmış ve bu birim hidrograflar aynı koordinat sisteminde Şekil 4'te çizilmiştir. Yine aynı birim hidrografların pike erişme süreleri (t_p), pik debileri (q_p) ve taban süreleri (t_b) Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Vize Deresi Havzası Ortalama Birim Hidrograf (BH_{60}) Değerleri

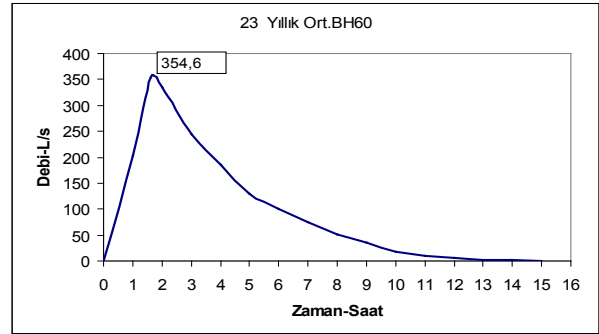
| Tarih | Birim hidrograf elemanları (BH_{60}) | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| | Pik debi (q_p) L/s | Pike erişme süresi (t_p) saat | Taban süresi (t_b) saat |
| 16.01.1986 | 249.0 | 1.88 | 18.8 |
| 16.12.1990 | 429.6 | 1.0 | 11.0 |
| 07.06.1998 | 385.3 | 2.0 | 13.50 |
| Ortalama | 354.63 | 1.63 | 14.43 |

Çizelge 2 incelendiğinde, havza ortalama birim hidrografının taban süresinin $t_b = 14.43$ saat, pike erişme süresinin $t_p = 1.63$ saat ve pik debisinin $q_p = 354.63$ L/s olduğu görülür. Ortalama birim hidrografın bu elemanlarından yararlanılarak çizilen ve altta kalan derinliği 1.00 mm olan havzaya ait 60 dakikalık birim hidrograflardan elde edilen ortalama BH_{60} eğrisi Şekil 5'te çizilmiştir.

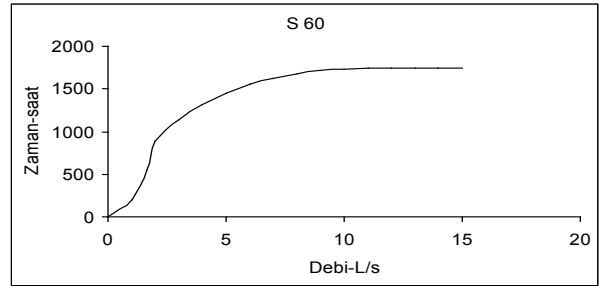
Havzanın S_{60} eğrisi, havza ortalama birim hidrograf (BH_{60}) değerlerinden yararlanılarak çizilmiştir. Çizelge 3'de ortalama birim hidrograf değerleri ve bunların 60 dakika kaydırılması ile elde edilen S_{60} hidrograf değerleri görülmektedir. Bu değerlere göre çizilen BH_{60} eğrisi ise Şekil 5, S_{60} eğrisi ise Şekil 6'da verilmiştir. S_{60} eğrisinde uygulamada çeşitli etkili yağış sürelerinde oluşacak taşkınların, birim hidrograflarını çıkarmak mümkün olacaktır[8].



Şekil 4. Vize Deresi Havzası 60 dakika Süreli Birim Hidrograflar



Şekil 5. Vize Deresi Havzası Ortalama Birim Hidrografi (BH_{60})



Şekil 6. BH_{60} 'dan Hesaplanan S_{60} Hidrografi

Çizelge 3. Vize Deresi Havzası Ortalama BH_{60} ve S_{60} Hidrografi Ordinat Değerleri

| Ek Zaman Saat | BH_{60} Debi L/s | S_{60} Debi L/s |
|---------------|--------------------|-------------------|
| 0.0 | 0.0 | 0 |
| 1.0 | 202.0 | 202 |
| 1.63 | 354.6 | 556.6 |
| 2.0 | 335 | 891.6 |
| 3.0 | 245 | 1136.6 |
| 4.0 | 185 | 1321.6 |
| 5.0 | 130 | 1451.6 |
| 6.0 | 100 | 1551.6 |
| 7.0 | 75 | 1626.6 |
| 8.0 | 52.2 | 1678.8 |
| 9.0 | 35 | 1713.8 |
| 10.0 | 18 | 1731.8 |
| 11.0 | 10 | 1741.8 |
| 12.0 | 6 | 1748.8 |
| 13.0 | 2 | 1750.0 |
| 14 | 1.2 | 1751.2 |
| 15 | 0 | 1751.2 |

Sentetik Birim Hidrograf Elemanları

Vize deresi havzası için bulunan birim hidrografın, bazı sentetik metotlarla aynı havza için elde edilen birim hidrograflarla karşılaştırılması ve bu metotlardaki bazı katsayıların elde edilmesi aşağıda ele alınmıştır.

Mockus Metodu

Hesabın pratikliği ve üçgen hidrografın çizim kolaylığı açısından tercih edilen Mockus metodu Vize deresi havzası'na uygulanması ve metotta yer alan "K" ve "H" parametrelerinin havza için hesaplanması;

$$Q_p = K \times A \times h_a / T_p \quad (1)$$

Burada; Q_p = Birim hidrograf piki ($m^3 / sn/mm$)

$$T_p = \text{Pike erişme süresi (saat)}$$

$$A = \text{Havza alanı (km}^2\text{)}$$

$$H_a = \text{Birim hidrograf derinliği (mm)}$$

$$H = (2 \times 0.278 - K) / K \quad (2) \quad K = 0.208$$

$$T_r = H \times T_p \quad (3) \quad H = 1.67$$

$$T_b = T_p + T_r \quad (4)$$

Metot'ta yer alan K ve H değerleri havzamız için hesaplanırken; havzaya ait 3 adet bir saat süreli birim hidrografların (BH_{60}), her biri için Q_p ve T_p değerlerini (1) nolu formülde yerine koyduğumuzda, her birim hidrografa ait K değerlerini elde ederiz. Bu değerlerin ortalaması alınarak $K = 0.119$ sonucu elde edilir. Sonra her birim hidrograf için elde edilen K değerleri (2) nolu formülde kullanılarak her hidrografa ait H değeri ve bunların ortalamasından da $H = 3.95$ katsayısı havza için bulunur.

Vize deresi havzasının Mockus metoduna göre üçgen birim hidrografının elde edilmesi;

$$\text{Havza alanı (A)} = 4.64 \text{ km}^2$$

$$\text{Ana su yolu uzunluğu (L)} = 4500 \text{ m} \quad K = 0.119$$

$$\text{Ana su yolu kot farkı (H}_L\text{)} = 59 \text{ m} \quad H = 3.95$$

$$\text{Ana su yolu harmonil meyili (S)} = 0.00587 \text{ ha} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Suların toplanma zamanı } T_c = 0.00032 (L^{0.77} / S^{0.385})$$

Formülünden

$$T_c = 1.5 \text{ saat veya } T_c = L^{1.15} / (3100 \times H_L^{0.385}) \text{ den}$$

$$T_c = 1.07 \text{ saat bulunur.}$$

Bunlardan küçük değerli T_c tercih edilir.

Taşkınu meydana getiren yağış süresi (proje sağanak süresi) D ise $D = 2\sqrt{T_c} = 2\sqrt{1.07} = 2.07$ saat bulunur. Toplanma zamanı (T_c) nin 3 saatten az olması ve ayrıca birim sağanak süresi (AD) = $T_c / 5 = 0.21$ saat hesaplandığında, birim sağanak süresi (AD) 0.5 saat olarak alınmıştır. Buna göre hidrografın pike erme zamanı

$$T_p = \sqrt{T_c} + 0.6 T_c = \sqrt{1.07} + 0.6 \times 1.07 = 1.67 \text{ saattir.}$$

Hidrografın çekilme eğrisinin süresi

$$T_r = H \times T_p = 3.95 \times 1.67 = 6.62 \text{ saat}$$

Hidrografın taban süresi

$$T_b = T_p + T_r = 1.67 + 6.62 = 8,29 \text{ saattir.}$$

Buradan hidrograf piki (Q_p)

$$Q_p = K \times A \times h_a / T_p = 0.119 \times 4.64 \times 1 / 1.67 = 0.332428 \text{ m}^3 / sn / mm \text{ bulunur.}$$

Yukarıda elde edilen Q_p , T_b ve T_p değerleri 0.5 saatlik hidrografın (BH_{30}) değerleridir. Bu BH_{30} 'un elemanlarıyla üçgen birim hidrograf düzgün bir şekilde çizilip, sonra bu hidrografın 30 dakika kaydırılmasıyla,

Mockus'a göre havzaya ait BH_{60} elde edilir. Mockus'a göre elde edilen BH_{60} 'ta $Q_p = 319,5 \text{ L/s}$, $T_p = 2,25$ saat ve $T_b = 8,75$ saattir. Havzanın araştırmayla elde edilen BH_{60} 'ında ise $Q_p = 354,63 \text{ L/s}$, $T_p = 1,63$ saat ve $T_b = 14,43$ saattir. Burada Havza için hesaplanan $K(0,119)$ ve $H(3,95)$ parametrelerinin Mockus metodundaki eşitliklerde kullanılmasıyla, araştırmada elde edilen Q_p ve T_p değerlerine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Diğer parametre T_b 'nin oldukça farklı çıkması, çekilme eğrisi süresinden kaynaklanmaktadır.

DSİ Sentetik Metodu

Vize deresi havzasına ait çeşitli hidrolojik değerler aşağıda verilmiştir.

$$A = 4.64 \text{ km}^2 \quad O_p = A \times q_p \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$L = 4.50 \text{ km}$$

$$L_c = 2.475 \text{ km} \quad q_p = 414 / (A^{0.225} \times (L \times L_c / \sqrt{S})^{0.16}) \quad (2)$$

$$S = 0.00587 \quad V = A \times h_a \times 10^{-3} \quad (3)$$

$$T_b = 3.65 \times (V/Q_p) \quad (4)$$

$$T_p = T_b / 5 \quad (5)$$

Yukarıdaki değerler (2) nolu formülde yerine konduğunda 1 mm 'lik akış için verim olan $q_p = 132.14 \text{ L/s/km}^2/\text{mm}$ dir. Bunu (1) nolu formülde kullandığımızda birim hidrograf piki $Q_p = 0.613 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ bulunur.

1 mm 'lik akış için birim hacim (3) nolu formülden;

$$V = 4.64 \times 1 \times 10^{-3} = 4640 \text{ m}^3 \text{ dür.}$$

Buna göre hidrografın taban süresi (4) nolu formülden

$$T_b = 3.65 \times (4640 / 0.613) = 27.622 \text{ saniye} = 7.7 \text{ saat bulunur.}$$

Hidrografın pike erme zamanı (5) nolu formülden

$$T_p = 7.7 / 5 = 1.5 \text{ saat bulunur.}$$

Yukarıda hesaplanan Q_p , T_b ve T_p değerleri 2 saat süreli birim hidrograf değerleri olmaktadır. Havzanın bulunan 1 saatlik birim hidrografı, 1 saat kaydırılması ile elde edilen 2 saatlik birim hidrografa

$$Q_p = 0.344.8 \text{ m}^3/\text{s}, T_b = 16.0 \text{ saat ve}$$

$$T_p = 3 \text{ saat bulunmuştur.}$$

Snyder Metodu

Akım rasatları bulunmayan havzalar için, sentetik metotlarla birim hidrograf elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan metotların biriside Snyder metodu'dur.

Bu metodun esası, benzer havzaların çeşitli karakteristiklerindeki farklılıkları göz önünde tutan bir sentetik birim hidrograf vermesidir. Snyder birim hidrograf şekli üzerinde, havzanın bir çok özelliğinin etkili olduğu bildirilmekte, bunlardan sadece havza alanı ve şeklini hesaplamalara dahil etmekte ve diğer faktörleri de bir C_t katsayısı vererek hepsini hesaplama dışında bırakmaktadır[4,5].

Bu metot da kullanılan C_t ve C_p katsayılarının Vize deresi havzası için elde edilmesi gerekir. Metotda kullanılan denklemler, metrik sisteme çevrilmiş şekilleriyle aşağıda verilmiştir.

$$t_p = 0.75 C_t (L \cdot L_c)^{0.3} \quad (1)$$

$t_p = t_r$ etkili yağış süresinin ortasından hidrograf pikine kadar olan gecikme zamanı (saat)

$t_r = t_p / 5.5$ (2) $L =$ Ana su yolu uzunluğu (km)
 $L_c =$ Ana su yolu üzerinde proje kesit noktasından, havzanın şekilsel ağırlık merkezine en yakın noktaya kadar uzaklık (km)

$q_p = 275 C_p / t_p$ (3) $t_r =$ etkili yağış süresi (saat)
 $q_p = t_r$ etkili yağış süresinde birim hidrografın birim alanına düşen pik debisi (L/s/km²)

C_t ve $C_p =$ havza karakteristiklerine bağlı katsayılar
 $t_p R = t_p + 0.25 (t_r - t_p)$ (4) $t_r = t_r$ etkili yağış süresinden başka belirli bir incelemede kabul edilen artık yağış süresi (saat)

$q_p R = 275 C_p / t_p R$ (5) $t_p R = t_r$ süresinin ortasından birim hidrografın pikine kadar olan süre (saat)

$q_p R = (q_p \times t_p) / t_p R$ (6) $q_p R = t_r$ süresi için birim hidrografın birim alanına düşen pik debisi (L/s/km²)

$$Q_{PR} = A \times q_p R \times 10^{-3} \quad (7)$$

Bu denklemlerden hareketle, Vize deresinde değişik tarihler için elde edilen ve raporda verilen 3 adet birim hidrograf için ayrı ayrı C_t ve C_p katsayıları hesaplanır. Örnek olarak 16.1.1986 tarihli birim hidrograf ele alınmıştır.

$$A = 4.64 \text{ km}^2$$

$$L = 4.50 \text{ km}$$

$$L_c = 2.475 \text{ km}$$

$$t_p = 1.88 \text{ saat}$$

$$t_r = 1.88 \text{ saat}$$

$$t_p R = 0.94 \text{ saat}$$

$$Q_{PR} = 249 \text{ L/s}$$

$$q_p R = Q_{PR} / A = 249 / 4.64 = 53.66 \text{ L/s/km}^2$$

$$t_r = t_p / 5.5 = 1.88 / 5.5 = 0.34$$

$t_r \neq t_r$ olduğundan 4 no'lu denklemden düzeltilmiş t_p değeri bulunur.

$$t_p R = t_p + 0.25 (t_r - t_p)$$

$$0.5 = t_p + 0.25 (1.88 - 0.34)$$

$t_p = 0.555$ düzeltilmiş bu t_p değeri ile (1) no'lu denklem çözülerek C_t hesaplanır.

$$t_p = 0.75 C_t (L.L_c)^{0.3}$$

$$0.555 = 0.75 C_t (4.50 \times 2.475)^{0.3}$$

$$C_t = 0.202$$

C_p ise (5) no'lu denklem kullanılarak hesaplanır.

$q_p R = 275 C_p / t_p R$ $\Rightarrow 53.66 = 275 \times C_p / 0.94$ $\Rightarrow C_p = 0.183$ bulunur.

Bu şekilde 3 adet birim hidrografa ait C_t ve C_p katsayıları hesaplanmış ve ortalamaları ile birlikte Çizelge 4'de verilmiştir. Bu çizelgedeki ortalama C_t ve C_p değerleri kullanılarak havzamıza ait t_p değeri (1) no'lu denklemden 0.481 saat, (2) nu'lu denklem yardımıyla $t_r = 0.088$ saat, (4) no'lu denklemlerle $t_p R = 0.74$ saat, (5) no'lu denklemden ortalama C_p de hesaba katılarak $q_p R =$

70.70 L/s/mm ve tüm havza alanını hesaba katarak $Q_p R = 328.09$ L/s bulunur. Sentetik birim hidrografın pike erişme süresi $t_p = t_{PR} + t_r / 2$ denklemi ile $t_p = 0.74 + 1 / 2 = 1.24$ saat bulunur. Havza ortalama birim hidrografın debisi 354.63 L/s, pike erişme süresi ise 1.63 saattir.

TARTIŞMA

Araştırmanın 1985-2007 su yıllarını içeren 23 yıllık süre için elde edilen yıllık havza ortalama yağışı 544.2 mm, yıllık ortalama akımı ise 6.04 mm' dir. Bu akımın havza ortalama su verimi olarak değeri 28025.6 m³ / yıl dır. Uygulayıcı birimlerin havza yıllık su verimleri için kullandığı amprik metotlardan Turc metodunda, A katsayısı 300 olarak alındığında 564793.4 m³/yıl, Trakya için A katsayısı 285.9 kullanıldığında 585421.0 m³ / yıl elde edilir ki, bu her iki değer de havzada araştırma ile bulunan yıllık su verim (28025.6 m³/yıl) değerinden çok yüksek bir verim miktarıdır. Havzanın akım hidrografları incelendiğinde, akım rejiminin düzenli olmadığı ve derenin bireysel yağışların oluşturduğu ender akımların dışında yıl boyunca akım oluşmadığı ve kuru bir sel deresi olduğu gözlenmiştir.

Havzanın 60 dakika süreli ortalama birim hidrografının pik debisi (q_p) 354.63 L/s, taban süresi (t_b) 14.43 saat ve pike erişme süresi (t_p) 1.67 saat olarak hesaplanmıştır. Havza birim hidrografı için $t_b = 2.67 t_p$ eşitliği aranmış ve $t_b = 5.95 t_p$ bulunmuştur.

Araştırmada Vize deresi havzası için elde edilen birim hidrograf, aynı havza için bazı sentetik metotlarla elde edilen birim hidrograflarla karşılaştırılmış ve bu metotlardaki bazı katsayılar, araştırma havzası için elde edilmiştir.

Mockus metodundaki $K=0.208$ ve $H=1.67$ katsayıları havza için $K=0.119$ ve $H=3.95$ olarak hesaplanmıştır. Bu katsayılar kullanılarak elde edilen havzaya ait 60 dakika süreli birim hidrografta $q_p = 319.5$ L/s, $t_p = 2.25$ saat ve $t_b = 8.75$ saattir. Burada havza ortalama BH'ın q_p ve t_b değeri arasında ki fark çok az iken t_b değeri arasında ki fark 1.7 kat fazladır. Buda mockus metodundaki üçgen hidrografın çekilme eğrilerinin projelendirme aşamasında eğrisel hale getirilerek uzatılmaları gerekmektedir.

DSİ sentetik metoduyla elde edilen havzaya ait 120 dakika süreli birim hidrografta $q_p = 613$ L/s, $t_p = 1.5$ saat ve $t_b = 7.7$ saattir. Havza için araştırma ile elde edilen aynı süreli birim hidrografta ise $q_p = 344.8$ L/s, $t_p = 3.0$ saat ve $t_b = 16.0$ saattir.

Snyder metodunda kullanılan katsayılar araştırma havzası için $C_t = 0.311$ ve $C_p = 0.293$ olarak hesaplanmıştır. Bu metotla bulunan hidrografın ve araştırma ile bulunan

Çizelge-4. Snyder metoduna göre Vize deresi sentetik birim hidrograf elemanları

| Tarih | QPR | t_p | Düzel. t_p | t_b | t_{PR} | t_r | t_r et.yag.sü | $q_p R$ | C_t | C_p |
|------------|----------------------|-------|--------------|--------|----------|-------|-----------------|-------------------------|-------|-------|
| | m ³ /s/mm | saat | saat | saat | saat | saat | saat | L/s/km ² /mm | | |
| 16-Ocak-86 | 0.249 | 1.88 | 0.555 | 18.80 | 0.94 | 0.34 | 1.88 | 53.66 | 0.202 | 0.183 |
| 16-Ara- | 0.430 | 1 | 0.295 | 11.00 | 0.50 | 0.18 | 1 | 92.59 | 0.108 | 0.168 |
| 07-Haz-98 | 0.385 | 2 | 1.716 | 13.50 | 1.75 | 0.36 | 0.5 | 83.04 | 0.624 | 0.528 |
| ORT | 0.355 | 1.627 | 0.856 | 14.433 | 1.063 | 0.296 | 1.127 | 76.430 | 0.311 | 0.293 |

hidrografın, pik debileri ve pike erişme süreleri arasında da 2 kata yakın bir sapma bulunmuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuçlar

Havzanın 23 yıllık ortalaması olan 544.2 mm lik yıllık yağışa karşılık elde edilen ortalama yıllık akım derinliği 6.04 mm dir. Bu akımın 3.52 mm si yüzey akış, 0.76 mm si yüzeyaltı akım ve 1.75 mm si de ana akımdır. Araştırma ile bulunan havza yıllık su verimi 28025.6 m³/yıl 'dır. Turc metoduna göre havzanın yıllık su verimi (585421.0 m³/yıl) dir.

En fazla yıllık toplam yağış 1998 yılında 848.7 mm, en azı ise 1994 yılında 119.5 mm dir. En fazla akım 1999 yılında 37.26 mm, en azı ise 1991 yılında 0,05 mm olarak kaydedilmiştir. 1990,1992 ,1994, 2001 ve 2007 yıllarında akım meydana gelmemiştir. Havzanın 23 yıllık ortalamasına göre en yüksek yağış ve akım miktarı olan ay 258.1 mm yağış ile 1986 ocak ayı , 17.64 akım ile 1998 yılı haziran ayı olmuştur. Havza yıllık ortalama yüzey akış katsayısı % 0.53 olup, en yüksek yıllık yüzey akış katsayısını % 3.59 ile 1999 su yılı vermiştir.

Havzanın ortalama birim hidrografi önemli bireysel yağışların oluşturduğu akım hidrograflarından çıkarılmıştır. Bunlardan elde edilen 60 dakika süreli havza ortalama birim hidrografın pik debisi (q_p) 354.63 L/s, taban süresi (t_b) 14.43 saat, pike erişme süresi (t_p) 1.63 saattir. Havzanın 60 dakika süreli ortalama birim hidrografından elde edilen S_{60} hidrografının sabit değeri 1751.2 L/s dir.

Havza ortalama birim hidrografının elemanlarından pik debi $Q_p = 354.63$ L/s, Pike erişme süresi $T_p = 1.63$ saat ve taban süresi $T_b = 14.43$ saat olarak bulunmuştur. Vize deresi havzasının yıllık yağış ve akım değerleriyle A katsayısı 1229.8 olarak bulunmuştur.

Araştırma havzasında sentetik birim hidrograf metodu sonuçlarına göre Snyder metodu katsayıları $C_t = 0.311$ ve $C_p = 0.293$, Mockus metodu katsayıları $K = 0,119$ ve $H = 3.95$ olarak bulunmuştur.

Öneriler

Vize deresi havzasına benzer (iklim, toprak yapısı ve jeolojik özellikleri, arazi kullanma ve bitki örtüsü, topoğrafik karakteristikleri vb.) havzalar için Turc metodu sağlıklı sonuçlar vermemektedir bu metodun benzer havzalarda kullanılması için hesaplanan A katsayısının kullanılması proje mühendislerinin sağlıklı sonuç almalarını kolaylaştıracaktır.

Havzanın hesaplanan 60 dakika süreli birim hidrografi veya aynı süreli S_{60} hidrografından benzer havzaların çeşitli süreli yağışlarından yağışın etkili yağış süresi kadar S_{60} eğrisi kaydırılarak, debi değerleri arasındaki farklar t_1/t_2 ile çarpılarak istenilen etkili yağış süresi için birim hidrograf çıkarılabilir. Bu hidrograftan Q_{max} ve hidrograf alanında ise hidrograf hacmi bulunur. Havzanın boyutsuz birim hidrografi ile benzer havzaların birim hidrograf elemanları bulunabilir.

Benzer havzalara ait hidrografların elde edilmesinde uygulanabilecek Mockus ve Snyder yöntemlerindeki bazı katsayılar, araştırma havzası için elde edilmiştir. Bu katsayıların kullanılmaları uygulamada önemli yararlar sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Bakanoğulları, F., Günay, S. 2010. Kırklareli-Vize Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, TAGEM-BB-Topraksu-2010/83, Kırklareli
- [2] Topraksu, 1980. Marmara havzası toprakları, T.C. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No: 309, Raporlar serisi No: 91, Ankara.
- [3] Umut, M. ve ark. 1994. Edirne ili-Kırklareli ili-Lüleburgaz, Uzunköprü civarının jeolojisi, MTA derleme No: 7064, Ankara.
- [4] Soykan, İ. ve Önal, M.R. 1986. Akımlara etki eden yağış karakteristiklerinin araştırılması ana projesi ve ek talimatları, KHGM Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 132, Rapor Seri No: 59, Ankara.
- [5] Soykan, İ. ve Önal, M.R. 1986. Havzalarda akımların araştırılması ana projesi ve ek talimatları, KHGM Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 131, Rapor Seri No: 58, Ankara.
- [6] Şorman, Ü. 1975. Türkiye`de seçilen bazı havzaların kantitatif analizi, ODTÜ, Ankara (Basılmamış).
- [7] Usul, N. ve Şorman, Ü. 1981. Analiz teknikleri ve araştırma sonuçlarının yorumu 224 nolu ana proje ek talimatı, Merkez Topraksu Araştırma, Ek talimatlar serisi no: 8, Ankara.
- [8] Yılmaz, A. 1991. Uygulamalı havza hidrolojisi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Konya Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 143, Teknik Yayın No: 26, Konya.