



## Tokat – Zile Akdoğan Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri

Özlem AKAR<sup>1</sup> İrfan OĞUZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Tokat

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü – Tokat

\* e-posta: ookur79@hotmail.com

Alındığı tarih (Received): 15.04.2016

Kabul tarihi (Accepted): 22.06.2016

Online Baskı tarihi (Printed Online): 31.08.2016

Yazılı baskı tarihi (Printed): 26.09.2016

**Öz:** Bu çalışmada, havza alanı 7.376 km<sup>2</sup> olan Tokat – Zile Akdoğan Deresi Havzası yağış ve akış özellikleri 1987-2011 su yıllarını kapsayan dönem için araştırılmıştır. Havzada üç adet yağış istasyonu ve bir adet limnigraf bulunmaktadır. Savak, 40°18'02" kuzey enlemi ve 35°47'23" doğu boylamındadır. Araştırmanın 1987-2011 su yıllarını kapsayan döneminde yıllık ortalama yağış 495.5 mm, ortalama akım 27.07 mm ve ortalama su verimi 199 668 m<sup>3</sup> olarak saptanmıştır. Bu akımın 9.34 mm'si yüzey akış, 8.04 mm'si yüzeyaltı akım ve 9.69 mm'si ana akımdır. Havza yıllık ortalama yüzey akış katsayısı % 2.55'tir. Havzanın 60 dakika süreli ortalama birim hidrografında pik debisi (qp) 1565 L/s, taban süresi (tb ) 3.54 saat, pike erişme süresi (tp ) 1.46 saattir. Havza yıllık su verimi hesabında kullanılan M. Turc yöntemindeki A katsayısı havza için 689.7, benzer havzaların birim hidrograflarının sentetik olarak çıkarılmasında kullanılan Snyder metodu katsayıları olan Ct=0.32 ve Cp=0.993, Mockus metodu katsayıları K=0,32 ve H=0.85 ve M.Turc metodunun A katsayısı 689.7 olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tokat Zile Akdoğan, Havza, Yağış, Akım, Hidroloji

### The Characteristics of Precipitation and Flows in Tokat-Zile Akdoğan Basin

**Abstract:** In this study; the result of hydrologic research obtained from Tokat – Zile Akdoğan Watershed of 7.376 sq.km area presented for the period of 1987-2011. In the watershed has three pluviograph and one linnigraph. The sluice locates at the 40°18'02" North latitude and the 35°47'23" East longitude. The average annual precipitation of watershed for the period of 1987-2011 is 495.5 mm, average runoff is 27.07 mm and average water yield is 199668 m<sup>3</sup>. Surface flow, subsurface flow and base flow values of this flow were found to be 9.34 mm, 8.04 mm and 9.69 mm respectively. The average annual coefficient of surface flow was found as 2.55 %. The Elements of average Unit Hydrograph for the watershed were calculated as qp = 1565 L/sec, tb = 3.54 hours and tp = 1.46 hours. The coefficient of Snyder's Ct and Cp , Mockus's H and K and M.Turc method's A were calculated as Ct=0.32, Cp=0.993, K=0.32, H=0.85 and A=689.7 respectively.

**Keywords:** Tokat Zile Akdoğan, Watershed, Rainfall, Precipitation, Hydrology

#### 1. Giriş

Canlıların yaşaması için gerekli olan suyun kaynağı atmosferdeki su buharının yoğunlaşması sonucu meydana gelen yağışlardır. Yağmur, kar, dolu, kırağı olarak yeryüzüne ulaşan yağışlar, toprakta birikerek bitkiler için faydalı toprak rutubetini oluştururlar. Bunlardan bilhassa yağmur ve kar suları yer altı sularını besler ve yer altı suyu akımlarını meydana getirirler. Yağışın şiddetine ve toprağın durumuna bağlı olarak süzilemeyen sular ise yüzey akışa dönüşürler.

Yağmur şeklindeki yağışlar sahip oldukları enerji ile toprakları yerinden oynatarak erozyon, akıma geçtikleri zaman da sediment oluştururlar.

Yağışın miktarı, şiddeti, paterni, tekrerrü gibi özellikler bölgeden bölgeye ve zamanla değişiklik gösterir. Bu nedenle özellikle küresel ısınmanın bir sonucu olarak, dünya ölçeğinde birçok bölgede kurak periyotlar artmaya başlamıştır. Kuraklık olgusuna bağlı olarak yağışın çok olduğu zamanlarda oluşan fazla suyu ihtiyaç duyulduğu zaman kullanmak üzere depolamak,

hem su ihtiyacını karşılamak hem de taşkınlardan oluşacak zararları önlemek açısından gereklilik haline gelmiştir.

Ülkemizin birçok bölgesinde kırsal su toplama havzalarında yağışlar ve yağışlara bağlı olarak oluşan akımların belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir. Akbay ve Bakanoğulları (1996), Kırklareli - Vize Deresi Havzasında 1985 yılında başlayan araştırmanın 10 yıllık (1985-1994) sonuçlarına göre 4.64 km<sup>2</sup> olan havzada; havzanın yıllık ortalama yağışını 503.9 mm, ortalama akımını ise 2.46 mm olarak bulmuşlardır. Helaloğlu (1996), Adıyaman - Kahta Harebe Deresi Havzasında yürüttüğü araştırmanın 10 yıllık (1985-1994) sonuçlarına göre; 11.662 km<sup>2</sup> olan havzanın yıllık ortalama yağışını 588.5 mm, yıllık ortalama akımını ise 139.9 mm olarak bulmuştur. Karaş (1996), Kütahya-Merkez-Kocaçeşme Deresi Havzasında yürüttüğü araştırmanın ilk 5 yıllık sonuçlarına göre; alanı 11.3 km<sup>2</sup> olan havzanın ortalama yıllık yağışını 352.5 mm, ortalama akımını ise 3.76 mm olarak bulmuştur. Yılmaz (1996), Konya - Seydişehir Glabbera Deresi Havzasında yürüttüğü araştırmanın 10 yıllık (1985-1994) sonuçlarında, alanı 1.744 km<sup>2</sup> olan havzanın yıllık ortalama yağışını 931.1 mm, akımını 292.06 mm olarak bulmuştur. Oğuz ve Balçın (2001), Yozgat - Sorgun İkikara Deresi Havzasında yürüttükleri araştırmanın 10 yıllık (1990-1999) sonuçlarına göre; 13 km<sup>2</sup> olan havzanın yıllık ortalama yağışını 434.4 mm, yıllık ortalama akımını ise 34.58 mm olarak bulmuşlar ve havzanın 60 dakika süreli ortalama birim hidrograf elemanlarını  $Q_p= 1524.79$  l/s,  $t_p= 1.75$  saat ve  $t_b= 6.66$  saat olduğunu belirtmişlerdir.

Bakanoğulları ve Baran (2006), Edirne – Merkez – Kumdere Havzası'nda 1985 – 2004 yıllarında yıllık ortalama yağışı 590.6 mm, yıllık ortalama akımı ise 16.9 mm olarak bulmuşlardır. Havzanın 1.00 saat süreli ortalama birim hidrografının elemanları;  $Q_p= 590.6$  L/h,  $t_p= 1.6$  saat ve  $t_b= 9.1$  saattir. Snyder Metodu katsayıları  $C_t= 0.357$ ,  $C_p= 0.471$  ve Mockus Metodu katsayıları da  $K= 0.174$  ve  $H= 0.264$  olarak bulunmuştur. Erel ve ark. (2010), Samsun Minöz

Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri isimli projelerinin 1994 – 2008 yıllarını kapsayan 15 yıllık dönemi için havza ortalama yağışını 591.8 mm, toplam akımı ise 105.27 mm olarak bulmuşlardır. Havzanın 60 dakikalık birim hidrografının pik debisi,  $Q_p=1011.50$  L/s, taban süresi,  $t_b=15.90$  ve pike erişme süresi,  $t_p=2.86$  saat, yıllık su verimini 831 017 m<sup>3</sup>/yıl olarak bulmuşlardır.

Proje mühendislerine ve konuyla ilgili çalışan araştırmacılara ihtiyaç duyacakları bilgileri vermek için Tokat – Zile Akdoğan Deresi Havzasında yağış karakteristikleri ve akımların araştırılmasına 1987 su yılında başlanılmıştır. Bu çalışmada, su toplama havzasında yağış karakteristiklerinin araştırılması, yağmur yağışlarının derinlik – alan – süre (DAS) ve frekans ilişkilerinin saptanması, kar örtüsü durumu, içeriği ve kar erimesi karakteristiklerinin incelenmesi, homojen havza birimlerini veya alt havzaları içine alarak gittikçe büyüyen havzalarda akım hidrograflarını oluşturan akımların nasıl kombine olduğunun saptanması, toplam veya eklenik akım miktarları ile birim zamandaki akım miktarları (mm/h veya m<sup>3</sup>/s) üzerine havza karakteristiklerinin etkisini belirlemek ve bu çalışmadan elde edilen sonuçların benzer havzalara aktarılması amaçlanmıştır. Araştırmada 1987 – 2011 yıllarını kapsayan 25 yıllık süreçte yağış ve akım bulguları incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Akdoğan Havzası, Yeşilirmak Havzası içerisinde yer almakta olup havza içerisinde Akdoğan ve Akgüller Köyleri bulunmaktadır. Akdoğan Havzası, Zile İlçesine 9.0 km ve Tokat iline 76.0 km uzaklıktadır. Havza alanı 7.376 km<sup>2</sup> olup, akım ölçme istasyonu rakımı 945 m' dir. Savak 40°18'02" kuzey enlem ve 35°47'23" doğu boylamının kestiği noktadadır. Araştırma havzası içerisinde kalan Çanakarla, Kurnaz ve Geyicek Dereleri Akdoğan Deresine, oradan da Değirmen Deresine, Bağlıca Deresine, Honar Çayına ve Yeşilırmağa dökülmektedir. Akarsular merteye sistemine göre Akdoğan Deresi 3. dereceden bir koldur.

Akdoğan Havzasının % 68'de kuru tarım, % 20'si mera ve % 12'si orman arazilerinden oluşmaktadır. Havza topraklarının başlıca sorunları yetersiz derinlik, taşlılık, yaşlılık ve aşırı eğimdir.

Araştırma havzasına en yakın meteoroloji istasyonu olan Zile Meteoroloji İstasyonu 42 yıllık uzun yıllar verilerine göre yağış ortalaması 455.1 mm, yağışlı gün sayısı 114 gün ve ortalama sıcaklık 11.7°C'tır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Zile Meteoroloji İstasyonu uzun yıllar iklim verileri (DMi, 1970 - 2011)

**Table 1.** Many years climate data of Zile Meteorology Station

Meteorolojik Elemanlar	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Yıllık
Yağış, mm	37.8	42.4	46.8	42.5	39.5	44.2	59.7	62.8	42.8	11.0	7.2	18.4	455.1
Yağışlı Günler Sayısı	7.9	9.7	12.6	11.7	11.6	13.3	13.9	14.0	9.0	3.3	2.4	4.6	114.0
Ortalama Sıcaklık, °C	12.9	6.6	2.3	0.7	2.2	6.4	11.7	15.8	19.5	22.3	22.1	18.2	11.7
En Yüksek Sıcaklık, °C	33.6	26.3	21.5	20.0	22.4	29.7	32.8	35.0	40.3	43.2	41.3	38.0	32.0
En Düşük Sıcaklık, °C	-5.1	-10.0	-19.0	-23.2	-22.1	-20.0	-6.0	-2.7	1.6	6.1	0.0	1.6	-8.2
Ortalama Nispi Nem, %	69.9	75.3	78.6	76.8	73.5	68.1	66.7	66.8	64.3	62.2	63.1	64.8	69.2
En Düşük Nispi Nem, %	18	22	25	21	17	10	13	16	15	16	14	11	16.5
Ort. Rüzgar Hızı, m/s	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.6	0.7
En Hızlı Rüzgar Hızı	19.0	19.0	12.3	9.9	22.6	22.6	22.6	22.6	19.0	19.0	12.3	12.3	17.7
En Hızlı Rüzgar Yönü	SW	SW	SSE	WSW	WSW	WNW	WSW	W	NW	SW	NNE	SW	SW

Araştırma havzasının topoğrafik karakteristikleri şöyledir: Havza alanı 7.376 km<sup>2</sup>, Havza Çevre Uzunluğu (P) 11.150 km, Havza Uzunluğu (LH) 4.625 km, Havza Genişliği (WH) 1.595 km, Havza Maksimum Yükseltisi (h<sub>max</sub>) 1350 m, Havza Minimum Yükseltisi (h<sub>min</sub>) 945 m, Havza Röliefi (r) 405 m, Nisbi Rölief (rn) 0.036 ve Havza Yöneyi Güneybatı-Kuzeydoğu istikamettedir.

Çalışmada, havza yağış karakteristikleri (havza ortalama yağışı, yağış miktarları ve şiddetlerinin yersel ve zamansal dağılımı, yağış frekansları, havza kar örtüsü durumu) ve havza akım karakteristikleri (hidrograf analizleri, yüzey akış, birim hidrograflarının çıkarılması, yağış-tutulma ve yüzey akış ilişkileri, havza su verimi) detaylı bir şekilde 1987-2011 yıllarını kapsayan 25 yıllık dönem süresince incelenmiştir.

Yağış karakteristiklerini belirlemek için havzanın farklı yerlerine üç adet yağışölçer (plüviometre ve plüviograf) yerleştirilmiştir. Akım karakteristiklerinin belirlenebilmesi amacıyla ise, havza akım çıkış noktasına bir adet su seviye ölçer (limnigraf) yerleştirilmiştir.

Yağış istasyonları R6, R7 ve R8 yağış ölçüm istasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu istasyonlardan, R6 istasyonu havza çıkışında akım ölçme savağının hemen yanında ve kuzey - doğusunda, 945 m kotunda, R7 istasyonu 1030 m kotunda Akdoğan Köyünde, R8 istasyonu ise

1150 m kotunda Akgüller Köyünde olup havzanın batı ve güneybatısından düşebilecek yağışları temsil edecek özelliktedir.

Havzada meydana gelen akımları ölçmek amacıyla havza çıkışına 1/5 şevli beton üçgen savak inşa edilmiş olup, savaktan geçen suyun miktarını zamansal olarak ölçebilmek için savağın sağ tarafına ve dere yatağı banketi üzerine savak geçidi (notch) aletin sıfırı olarak kabul edilerek elektronik su seviye aleti yerleştirilmiştir.

Havzanın ortalama yağışı ve önemli yüzey akış veren bireysel yağışların ortalamalarının bulunmasında aritmetik ve Thiessen metodları kullanılmıştır. Aritmetik ortalama metodu, havza içerisindeki istasyonların yağış toplamlarının istasyon sayısına bölümüdür.

$$Port = \frac{Pi}{n} \quad (1)$$

P<sub>ort</sub>= Ortalama yağış miktarı, mm

P<sub>i</sub> = n Adet istasyondaki yağış miktarları, mm

n = İstasyon sayısı, adet

Thiessen (Poligon) Metodunda, havzadaki yağış istasyonları doğru çizgilerle birleştirilir. Bu doğruların orta dikmelerinin kesiştiği noktalar birleştirilerek Thiessen poligonları teşkil edilir. Her bir poligon alanı ölçülerek bunun toplam alan içerisindeki % si bulunur.

$$Port = \frac{P_i \times a_i}{A} \quad (2)$$

$P_{ort}$ : Ortalama yağış, mm

$P_i$ : i İstasyon yağışı, mm

$a_i$ : i istasyonu poligon alanı, km<sup>2</sup>

$A$ : Havza alanı, km<sup>2</sup>

Su seviye ölçer ile belirlenen su yükseklikleri, anahtar eğrisi yardımıyla Q debilerine çevrildikten sonra, zamana karşı debilerle akım hidrografları çıkarılmış ve analiz edilerek bileşenlerine ayrılmıştır. Hidrografları kısımlarına ayırırken Barnes Metodu kullanılmıştır. Hidrograflar yarı logaritmik kağıda çizilip, sondaki yeraltı suyu çekilme kısmı pik değerinin altına kadar uzatılmış ve bu nokta hidrografın başladığı nokta ile birleştirilmiştir. Böylece taban akımı toplam hidroraftan çıkarılarak yüzey akım ve yüzey altı

akım elde edilmiştir. Geriye kalan kısım tekrar yarı logaritmik kağıda çizilmiş, alçalma eğrisi sonuna doğru kırılma varsa yüzey altı akımı da aynı şekilde ayrılarak yüzey akım hidrografı elde edilmiştir. Birim hidrografı elde etmek için, etkili yağışı havzada ve zaman içinde mümkün olduğu kadar düzgün dağılımlı olan yağışlar seçilmiştir. Yüzey akım diğer kısımlarından ayrılarak yüzey akım hacmi ve derinliği hesaplanmıştır. Yüzey akım ordinatları akım derinliğine bölünüp o etkili yağış süresindeki birim hidrograf ordinatları bulunmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma havzasının 1987 - 2011 su yılları aylık ve yıllık yağış miktarları Aritmetik ve Thiessen Metodlarına göre hesaplanmıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Akdoğan Havzası 1987 - 2011 yılları arası aylık ve yıllık yağışları (mm)

**Table 2.** Monthly and annual precipitation between 1987 - 2011 years of Akdogan Basin

25 yıllık ort.	Ort. yağış	İst. No	A y l a r												Yıllık
			X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
			Ari.	38.4	53.3	52.5	41.2	38.6	49.3	71.2	69.9	42.9	11.0	11.1	
	Thi.	39.9	54.2	53.8	42.2	39.6	51.5	72.5	72.1	44.2	11.2	11.8	16.8	510.3	
	Günlük max. yağ	14.2	16.7	15.9	14.1	11.7	13.6	19.7	23.0	16.6	5.8	6.8	8.0	33.9	

Havzanın 25 yıllık ortalama yağış miktarı Aritmetik Metot'a göre 495.5 mm, Thiessen Metoduna göre 510.3 mm olarak bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla Tokat bölgesinde daha önce yapılmış çalışmalar karşılaştırıldığında ise İkikara havzasında ortalama yağış 417.9 mm, yıllık ortalama akım 28.5 mm (Akar ve Oğuz, 2006) ve Uğrak havzasında ortalama yağış 485.5 mm, yıllık akım 55.64 mm olarak bulunmuşlardır (Oğuz ve Balçın, 2003).

En yağışlı yıl 694.0 mm yağışla 2002 su yılı, en az yağışlı yıl ise 331.1 mm yağışla 1997 su yılı olmuştur. Erel (2010) ise, Samsun'da yaptığı

Minöz Deresi Havzası'ndaki çalışmasında en yağışlı yılı 766.7 mm ile 2004, en az yağışlı yıl da 334.7 mm ile 1994 yılının olduğunu tespit etmiştir.

Ortalama akım miktarları, aylık yağış ve akış miktarları ile bunlara bağlı olarak hesaplanan

yüzey akış, yüzeyaltı akım, ana akım miktarları ve yüzey akış katsayıları yıllık düzeyde saptanmıştır (Çizelge 3).

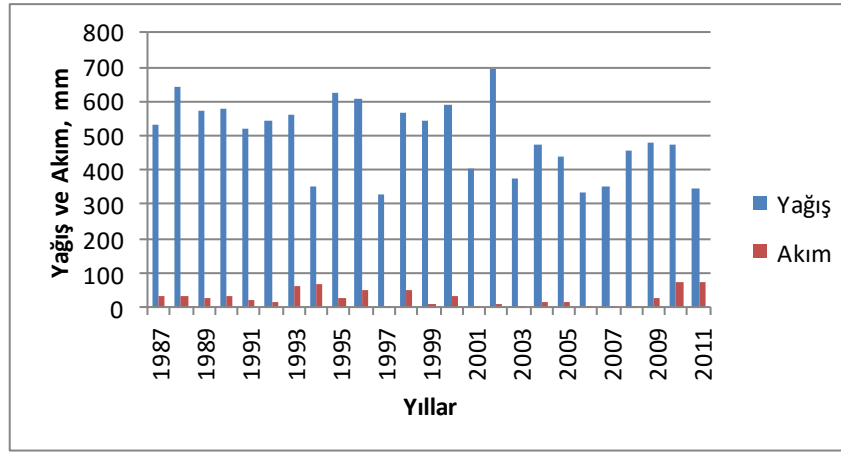
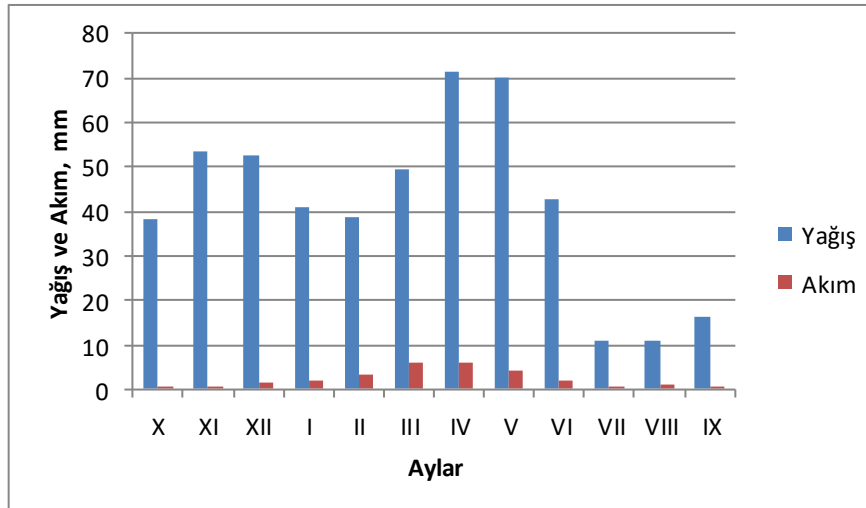
Akdoğan Havzasında araştırma süresince düşen ortalama 495.5 mm yağış, havzada yıllık ortalama 27.07 mm akıma yol açmıştır. Bu akımın 9.34 mm' si yüzey akış, 8.04 mm' si yüzeyaltı akım ve 9.69 mm' si taban akım olarak hesaplanmıştır. Havza yüzey akış katsayısı % 2.55 olmuştur. Havza ortalama akımının havza ortalama yağışına oranına göre havza ortalama akım katsayısı % 5.46 olarak hesaplanmıştır.

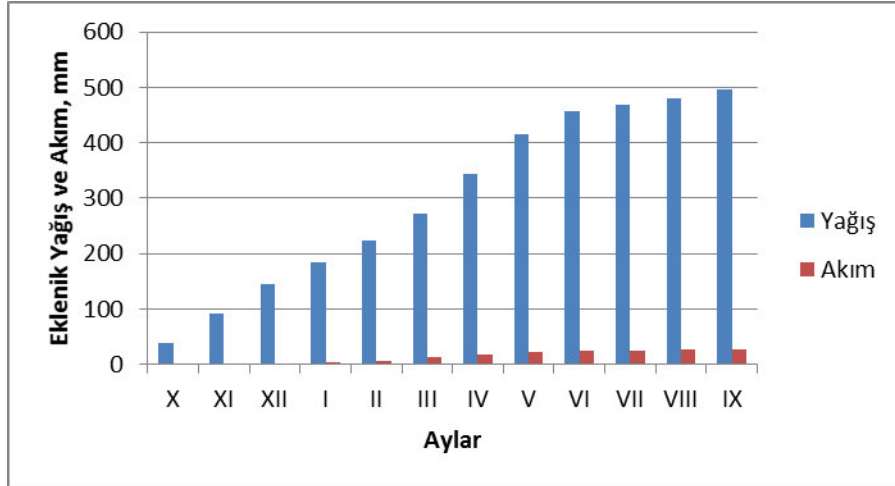
Tokat yöresinde yürütülmüş bir diğer çalışmada ise; yıllık ortalama akım 56.1 mm, yüzey akış 16.01 ve yüzey akış katsayısı %3.68 olarak bulunmuştur (Oğuz ve Balçın, 2001).

**Çizelge 3.** Akdoğan Havzası 1987-2011 yılları arası aylık akım miktarları**Table 3.** The monthly flow amount of between 1987-2011 years of Akdogan Basin

25 yıllık ort.		A y l a r												Yıllık
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
	Aylık yağış, mm	38.4	53.3	52.54	41.11	38.6	49.4	71.2	69.9	42.9	10.71	11.10	16.34	495.5
	Aylık akım, mm	0.05	0.34	1.47	1.78	3.15	6.04	5.90	4.26	1.95	0.60	0.86	0.10	27.07
	Yüzey akış, mm	0.03	0.028	0.46	0.51	1.20	2.75	2.03	1.52	0.67	0.07	0.08	.	9.34
	Yüzeyaltı akım	0.04	0.11	0.56	0.46	0.90	1.86	1.90	1.17	0.46	0.11	0.47	.	8.04
	Taban akım, mm	0.03	0.19	0.44	0.81	1.10	1.89	1.97	1.56	0.86	0.43	0.31	0.10	9.69
	Yüzeyakış kats.,%	0.03	0.058	1.36	0.86	3.01	5.98	2.45	2.36	1.45	0.38	1.47	.	2.55

Akdoğan Havzası 1987-2011 yılları yıllık akımları Şekil 2’de ve eklenik yağış ve akımları yağış ve akımları Şekil 1’de, aylık yağış ve Şekil 3’de verilmiştir.

**Şekil 1.** 1987-2011 Yılları havza yıllık yağış ve akımları**Figure 1.** Basin annual precipitation and flow of 1987-2011 years**Şekil 2.** 1987-2011 Yılları havza aylık yağış ve akımları**Figure 2.** Basin monthly rainfall and flows of 1987-2011 years



Şekil 3. 1987-2011 Yılları havza eklenik yağış ve akımları

Figure 3. Basin rainfall and flows of addition of 1987-2011 years

### 3.1. Yağış ve akımların mevsimlere göre dağılımı

Yağışların mevsimlere dağılımı incelendiğinde en fazla yağışın 190.5 mm (% 38.4) ile ilkbahar

mevsiminde olduğu, bunu sırasıyla 132.2 mm (% 26.8) ile kış mevsimi, 108.0 mm (% 21.8) ile sonbahar mevsimi ve 64.7 mm (% 12.8) mm ile yaz mevsiminin takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4).

#### Çizelge 4. 1987 – 2011 su yıllarında yağışların mevsimlere göre dağılımı

Table 4. Seasonal distribution of rainfall in 1987 - 2011 water years

Yıllar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Yıllık, mm
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
1987	191.6	35.9	186.8	35.0	101.8	19.1	53.7	10.1	533.9
1988	190.9	29.6	211.2	32.8	124.2	19.3	117.8	18.3	644.1
1989	111.9	19.6	164.4	28.8	65.0	11.4	228.4	40.1	569.7
1990	76.5	13.2	237.4	41.1	60.4	10.5	203.6	35.2	577.9
1991	132.4	25.4	302.0	58.0	38.5	7.4	48.1	9.2	521.0
1992	115.8	21.4	133.0	24.6	161.5	29.8	131.2	24.2	541.5
1993	201.4	35.8	167.2	29.8	73.1	13.0	120.1	21.4	561.8
1994	139.5	39.7	115.7	32.9	23.6	6.7	72.7	20.7	351.5
1995	121.5	19.5	280.4	45.1	94.5	15.2	125.6	20.2	622.0
1996	73.8	12.2	279.5	46.1	43.4	7.2	209.0	34.5	605.7
1997	89.0	26.9	125.7	38.0	57.8	17.4	58.7	17.7	331.1
1998	165.6	29.2	243.9	43.0	29.9	5.3	127.7	22.5	567.2
1999	155.2	28.6	155.5	28.7	120.3	22.2	111.3	20.5	542.3
2000	189.5	32.2	278.7	47.4	54.1	9.2	66.2	11.2	588.5
2001	93.0	23.0	218.0	54.0	43.3	10.7	49.6	12.3	403.9
2002	188	27.1	308.6	44.5	104.3	15.0	93.1	13.4	694.0
2003	124.2	33.1	119.9	32.0	32.2	8.6	98.5	26.3	374.8
2004	140	29.5	161	33.8	97.8	20.6	76.3	16.1	474.0
2005	132.5	30.3	205.4	46.9	10.8	2.5	89.3	20.4	438.0
2006	51.5	15.3	145.8	43.4	25.4	7.5	113.2	33.7	335.9
2007	63.5	18	126.4	35.9	63.4	18	98.8	28.1	352.2
2008	121.9	26.9	145.7	32.1	21.5	4.7	164.9	36.3	454.0
2009	171.8	35.6	133.2	27.6	79.3	16.4	97.9	20.3	482.1
2010	187.8	39.7	142.3	30.1	30.6	6.5	112.6	23.8	473.3
2011	77.4	22.3	174.9	50.4	62.3	18.0	32.5	9.3	347.2
Ortalama	132.2	26.8	190.5	38.4	64.7	12.8	108.0	21.8	495.5

Akımların mevsimlere dağılımı değişim göstermiş olup, en fazla akım ilkbahar, en az akım ise sonbahar mevsiminde meydana gelmiştir (Çizelge 5). Uzun yıllar ortalamasına (1987 -

2011 su yılları) göre, yıllık akımın % 17.08' i kış, % 66.34' ü ilkbahar, % 14.63' ü yaz ve % 1.92' i sonbahar aylarında meydana gelmiştir. Oğuz ve ark. (2008), Tokat için 1966 - 2006 yılları

arasında rasat verilerinden aylık, mevsimlik ve yıllık yağışlar ve sıcaklıklara ait serilerin zamana göre değişimleri öncelikle görsel olarak incelemiş, seyirlerinden belirlenen artış ve azalışların önemli

olup olmadığı 0.05 önem seviyesinde Mann-Kendall sıra korelasyon eğilim testine tabii tutmuşlardır.

**Çizelge 5.** 1987 - 2011 su yıllarında akımların mevsimlere göre dağılımı

**Table 5.** Seasonal distribution of flow in 1987 - 2011 water years

Yıllar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Yıllık, mm
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
1987	4.12	12.47	26.90	81.42	1.92	5.81	0.10	0.30	33.04
1988	4.93	16.62	16.96	57.18	7.66	25.83	0.11	0.37	29.66
1989	10.04	36.64	14.92	54.45	0.74	2.70	1.70	6.20	27.40
1990	5.91	19.42	21.77	71.52	2.64	8.67	0.12	0.39	30.44
1991	0.62	3.17	16.29	83.32	2.52	12.89	0.12	0.61	19.55
1992	0.89	5.65	10.19	64.74	4.44	28.21	0.22	1.40	15.74
1993	22.42	38.33	31.57	53.98	3.80	6.50	0.70	1.20	58.49
1994	17.60	25.23	41.44	59.41	9.21	13.20	1.50	2.15	69.75
1995	0.88	3.53	20.17	80.81	3.76	15.06	0.15	0.60	24.96
1996	3.51	7.00	43.81	87.36	2.14	4.27	0.69	1.38	50.15
1997	0.36	9.02	2.73	68.42	0.82	20.55	0.08	2.01	3.99
1998	11.70	23.68	34.05	68.93	3.36	6.80	0.29	0.59	49.40
1999	2.02	17.78	8.63	75.97	0.63	5.55	0.08	0.70	11.36
2000	0.12	0.38	23.14	72.54	8.41	26.36	0.23	0.72	31.90
2001	0.39	44.32	0.31	35.23	0.06	6.82	0.12	13.64	0.88
2002	1.49	21.04	4.78	67.51	0.71	10.02	0.10	1.41	7.08
2003	0.03	0.75	2.48	62.62	1.45	36.61	.	.	3.96
2004	4.71	38.86	6.39	52.72	1.02	8.41	.	.	12.12
2005	0.41	2.37	14.68	85.20	2.06	11.95	0.08	0.46	17.23
2006	0.01	1.01	0.73	73.73	0.23	23.23	0.02	2.02	0.99
2007	0.01	2.2	0.42	93.3	0.02	4.4	.	.	0.45
2008	0.16	2.8	4.7	82.3	0.85	14.8	.	.	5.71
2009	.	.	13.13	47.17	13.09	47.03	1.61	5.78	27.83
2010	44.74	63.22	20.83	29.43	0.81	1.14	4.37	6.17	70.76
2011	23.2	31.56	36.3	49.38	14	19.04	.	.	73.5
Ortalama	6.39	17.08	16.69	66.34	3.45	14.63	0.49	1.92	27.02

Buna göre ovada yıllık yağış ortalamasının değişmediği, ancak kış yağışlarındaki azalma eğiliminin önemli olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca uzun yıllık sıcaklık ortalama değerlerinde az da olsa gittikçe bir azalma olurken, yıllık minimum sıcaklıklardaki azalış ve maksimum sıcaklıklardaki artış eğilimlerini önemli bulmuşlardır.

### 3.2. Yağış miktarları ve şiddetlerinin yersel ve zamansal dağılımı

Değişik yüksekliklerde bulunan yağış istasyonlarının aylık ve yıllık yağış değerleri bir birleriyle karşılaştırıldığında, genel olarak en yüksek kotta (1150 m) bulunan R8 istasyonuna ortalama 530.0 mm yağış ile diğer istasyonlara göre daha fazla yağış düşmüştür. R6 istasyonunda (950 m) 482.8 mm ve R7 istasyonunda (1030 m) 473.4 mm yağış ölçülmüştür. Havza bireysel yağışları miktar ve şiddet bakımından farklılıklar

göstermiş, genellikle ilerlemiş paternde oldukları tespit edilmiştir. İstasyonlara göre yağışlı gün sayıları yıllar itibariyle 59 - 157 gün arasında değişmiştir.

### 3.3. Yağışların şiddet – süre - tekerrür ilişkileri

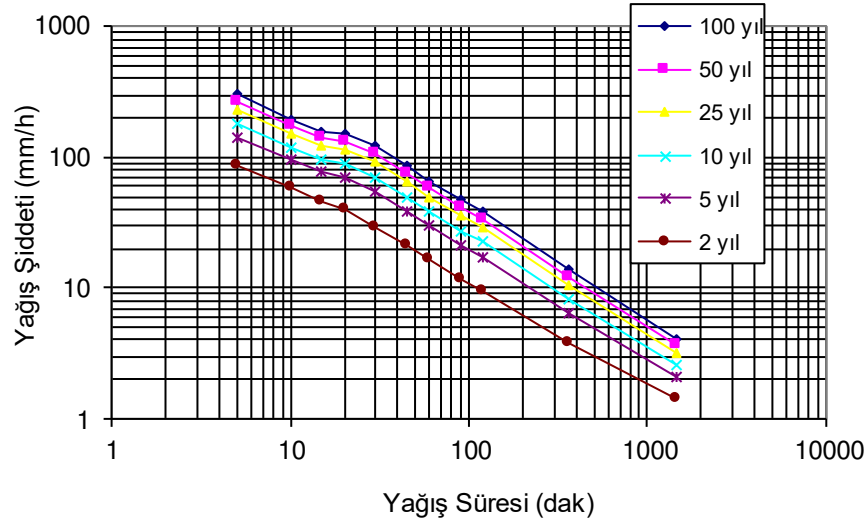
Araştırma süresince, standart sürelerdeki yağış şiddetleri istasyonlara göre değişiklik göstermiş olup, standart sürelerde tespit edilen en şiddetli yağış 22.05.2002 tarihinde R6 istasyonunda 240.0 mm/h olarak tespit edilmiştir. Bu yağışın 5 dakikalık süre içerisinde ölçülen miktarı 20.0 mm olmuştur. İstasyonların şiddet – süre – tekerrür ilişkileri Çizelge 6 -8 ve Şekil 4 – 6 verilmiştir.

### 3.4. Havza ortalama birim hidrografi ve S hidrografi

Havza akımlarının değerlendirilmesinde birim hidrograf çıkarılma özelliklerine uygun 7 adet

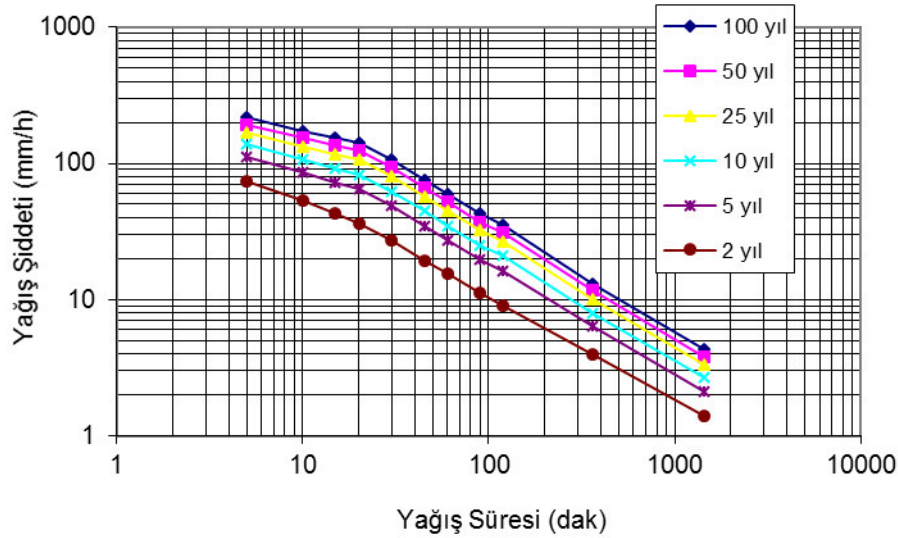
bireysel olay seçilmiştir. Tarihsel olarak 19.05.1988, 11.06.1988, 25.04.1989, 17.06.1992, 10.06.1995, 24.05.2000 ve 29.06.2006 tarihli

bireysel olaylar birim hidrograf oluşturmak amacıyla analiz edilmiştir.



**Şekil 4.** R6 İstasyonu maksimum yağışları şiddet-süre - tekerrür ilişkisi

**Figure 4.** Maximum rainfall intensity-duration - recurrence of relation in R6 Station



**Şekil 5.** R7 İstasyonu maksimum yağışları şiddet - süre - tekerrür ilişkisi

**Figure 5.** Maximum rainfall intensity-duration - recurrence of relation in R7Station

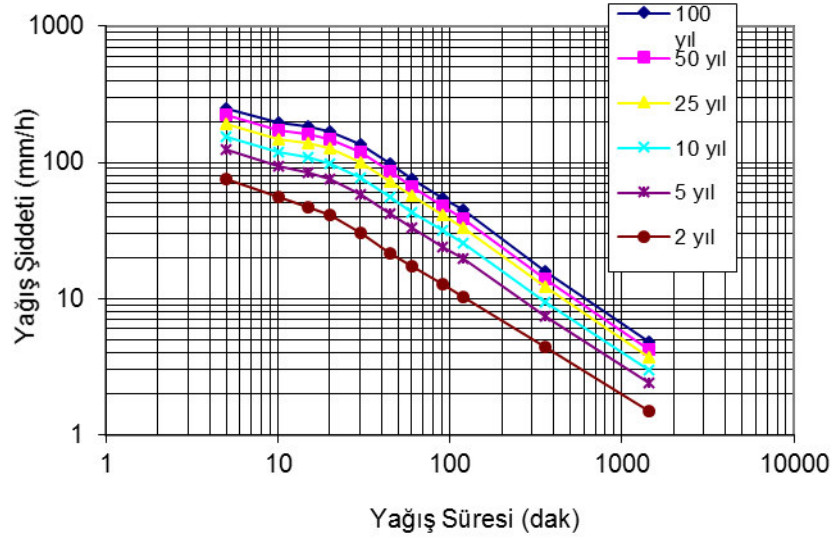
Yapılan değerlendirme sonucunda birim hidrograf teorisine en uygun bulunan 19.05.1988 ve 10.06.1995 tarihli yağışlar dikkate alınarak havza birim hidrografı oluşturulmuştur. Farklı etkili süreye sahip birim hidrograflardan her biri için bir saatlik birim hidrograf (BH<sub>60</sub>) çıkarılmıştır. Çıkarılan birim hidrograflar Şekil

7'de çizilerek, birim hidrografların parametreleri Çizelge 9' da verilmiştir. Havza ortalama birim hidrografının pik debisi 1565 L/s, pike erişme süresi 1.46 saat, taban süresi ise 3.54 saat olarak bulunmuştur. Ortalama birim hidrografın bu değerlerinden yararlanılarak altında kalan akım derinliği 1.0 mm olan havzaya ait ortalama BH<sub>60</sub>



eğrisi Şekil 8' de çizilmiştir. Havzanın  $S_{60}$  eğrisi, havza ortalama birim hidrograf ( $BH_{60}$ ) değerlerinden yararlanılarak çizilmiştir. Çizelge 10'da ortalama birim hidrograf değerleri ve bunların 60 dakika kaydırılması ile elde edilen  $S_{60}$

değerleri görülmektedir. Bu değerlere göre çizilen  $S_{60}$  eğrisi ise Şekil 9'da verilmiştir.  $S_{60}$  eğrisinden çeşitli etkili yağış sürelerinden oluşacak taşkınların birim hidrograflarını çıkarmak mümkün olacaktır.



Şekil 6. R8 İstasyonu maksimum yağışları şiddet – süre - tekerrür ilişkisi  
Figure 6. Maximum rainfall intensity-duration - recurrence of relation in R8 Station

Çizelge 6. Akdoğan Havzası R6 istasyonu yağışları şiddet-süre-tekerrür analizi

Table 6. Intensity-duration-recurrence analysis of R6 station rainfall in Akdoğan Basin

Tekerrür	S t a n d a r t Z a m a n l a r ( D a k )										
	5	10	15	20	30	45	60	90	120	360	1440
100 yıl	302.5	194.2	159.8	150.2	122.3	86.2	66.4	47.1	38.9	13.7	4.1
50 yıl	266.6	172.0	141.1	132.0	107.0	75.5	58.2	41.3	34.0	12.1	3.7
25 yıl	230.6	149.5	122.3	113.7	91.5	64.7	49.9	35.4	29.1	10.5	3.2
10 yıl	182.0	119.3	96.9	89.0	70.7	50.2	38.7	27.5	22.5	8.2	2.6
5 yıl	143.5	95.3	76.8	69.5	54.3	38.7	29.8	21.2	17.2	6.5	2.1
2 yıl	85.4	59.2	46.5	40.0	29.4	21.4	16.5	11.7	9.3	3.8	1.4

Çizelge 7. Akdoğan Havzası R7 istasyonu yağışları şiddet-süre-tekerrür analizi

Table 7. Intensity-duration-recurrence analysis of R7 station rainfall in Akdoğan Basin

Tekerrür	S t a n d a r t Z a m a n l a r ( D a k )										
	5	10	15	20	30	45	60	90	120	360	1440
100 yıl	216.7	172.7	153.6	141.1	106.8	75.9	59.0	42.5	35.7	13.1	4.3
50 yıl	193.2	153.0	135.3	123.8	93.6	66.6	51.8	37.3	31.3	11.6	3.8
25 yıl	169.6	133.1	116.9	106.4	80.4	57.2	44.6	32.2	26.8	10.1	3.3
10 yıl	137.6	106.3	92.1	83.0	62.5	44.5	34.9	25.2	20.9	8.0	2.7
5 yıl	112.3	85.1	72.4	64.4	48.4	34.5	27.2	19.6	16.1	6.4	2.1
2 yıl	74.2	53.0	42.8	36.4	27.0	19.4	15.5	11.3	9.0	4.0	1.4

### 3.5. Havza yıllık su verimi ve Turc metoduyla karşılaştırılması

Havzanın ortalama yıllık akım miktarı 27.07 mm olarak bulunmuştur. Buna göre, havza ortalama yıllık su verimi 199 668' m<sup>3</sup> tür. Akdoğan Havzasının direkt ölçümle bulunan su

verimini amprik metotlarla karşılaştırmak için Turc metoduna göre hesaplama yapılmıştır (Eşitlik 3, 4, 5 ve 6). Turc Metoduna göre yapılan hesaplamada havzanın 1987 - 2011 dönemi ortalama yıllık yağışı (495.5 mm) ile Zile Meteoroloji istasyonunun 1970 - 2011 döneminin

yıllık ortalama sıcaklığının araştırma havzasına taşınmış değeri (11.7 °C) kullanılmıştır.

**Çizelge 8.** Akdoğan Havzası R8 istasyonu yağışları şiddet-süre-tekerrür analizi

**Table 8.** Intensity-duration-recurrence analysis of R8 station rainfall in Akdoğan Basin

Tekerrür	S t a n d a r t Z a m a n l a r ( D a k )										
	5	10	15	20	30	45	60	90	120	360	1440
100 yıl	250.9	195.7	184.2	169.4	135.5	97.9	76.0	54.5	44.6	15.9	4.8
50 yıl	222.0	172.6	161.6	148.2	118.2	85.3	66.3	47.6	38.9	14.0	4.2
25 yıl	193.0	149.3	138.9	126.9	100.7	72.5	56.5	40.7	33.2	12.1	3.7
10 yıl	153.8	117.8	108.2	98.1	77.2	55.4	43.3	31.4	25.6	9.5	3.0
5 yıl	122.9	92.9	83.9	75.3	58.5	41.8	32.9	24.0	19.5	7.5	2.4
2 yıl	76.0	55.3	47.2	40.9	30.4	21.3	17.2	12.8	10.3	4.4	1.5

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad (3)$$

$$q = P - D \quad (4)$$

$$V = q \times A \times 10^3 \quad (5)$$

$$L = 145.4 + 25 T + 0.05 T^3 \quad (6)$$

D: Evapotranspirasyon (Akım açığı)

P: Yıllık Yağış Ortalaması, mm

L:Katsayı (Yeşilirmak Havzası için)

T:Yıllık Ortalama Sıcaklık, °C

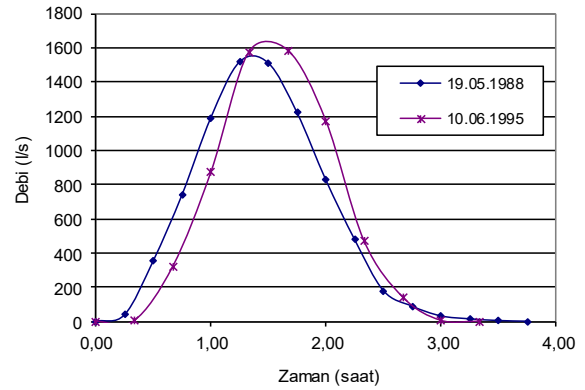
q: Akım Derinliği, mm

V: Yıllık su verimi, m<sup>3</sup> dir.

Buna göre; Havzanın akım derinliği 125.72 mm ve yıllık su verimi 927 340 224 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Bu metotta kullanılan A ve 0.9 katsayılarının gözden geçirilmesi gerekmektedir. A katsayısının eldesinde, formüldeki 0.9 katsayısı aynen kullanılarak P = 495.5 mm, T = 11.7 °C ve q = 27.07 mm alındığında D = P - q eşitliğinden D = 468.4 mm bulunur. Bu değer evapotranspirasyon formülünde yerine konulduğunda bulunan L = 1058.67 ve sıcaklık değerlerini ;

$L = A + 25 T + 0.05 T^3$  eşitliğinde yerine konduğunda A = 689.717 değeri elde edilir. Katsayı 0.9'un düzeltilmesi için,  $L = 145.4 + 25 T + 0.05 T^3$  eşitliğinden L = 517.98065 elde edilir. Bu değer evapotranspirasyon formülünde yerine konulduğunda 0.9 katsayısı 0.12 olarak hesaplanır. Bu sonuca göre, Akdoğan Havzası için Turc metoduyla havza su veriminin tahmininde 0.9 katsayısının sabit tutularak A = 687.017 katsayısının kullanılması veya 145.4 katsayısının aynen kullanılarak 0.9 katsayısının yerine 0.20 değerinin kullanılması durumunda Snyder Metoduna göre; araştırma havzası 1 saat süreli birim hidrograf elemanları  $T_p = 1.22$  saat

elde edilecek havza su verimi araştırma bulgularıyla uyumlu olacaktır.



**Şekil 7.** Akdoğan Havzası 1.00 saat süreli birim hidrografları

**Figure 7.** Unit hydrograph of 1.00 hours in the Akdoğan basin

### 3.6. Sentetik birim hidrograf elemanları

Araştırma havzası birim hidrograflarından, Snyder Metodunun katsayıları  $C_t = 0.32$ ,  $C_p = 0.993$  ve Mockus Metodunun katsayıları  $K = 0.320$ ,  $H = 0.854$  olarak bulunmuştur. Bu değerler ve havza boyutsuz birim hidrografi ile Akdoğan Havzası yanında yer alan havza için birim hidrograflar elde edilmiştir. Bu havzaya yakın Emirdolu Köyü Havzasında Snyder Metodu ile 1 saat süreli birim hidrograf elemanları  $t_p = 0.73$  saat ve  $Q_p = 4247$  l/s olarak bulunmuştur. Aynı havzanın Mockus Metodu ile birim hidrograf elemanları  $t_p = 0.932$  saat ve  $t_b = 1.660$  saat ve  $Q_p = 4655$  l/s olarak bulunmuştur. Snyder ve Mochus metodu ile araştırma havzasının  $T_c$  süresine eşit (1 saat) birim hidrografi elde edilmiştir.

ve  $Q_p=1909$  l/s olarak bulunmuştur. Mochus hidrografi ile  $T_p=1.6$  saat.  $T_b=2.97$  saat ve

$Q_p=1471$  l/s olarak hesaplanmıştır. Araştırma değerleriyle bulunan katsayılar kullanıldığında Akdoğan Havzasının gözlem ve analizler sonucu çıkarılan havza birim hidrografi ile Mochus Metoduyla bulunan havza birim hidrograf elemanlarından  $T_p$ ,  $T_b$  ve  $Q_p$  yakın sonuçlar

vermiş ve gerçek değerlerden sırasıyla % 9.6, % 16.1 ve % 5.2 sapma göstermiştir. Aynı şekilde Snyder metodunda da yaklaşık sonuçlar elde edilmiş ve  $Q_p$  ve  $T_p$  gerçek değerlerden sırasıyla % 23 ve % 16.6 sapma göstermiştir.

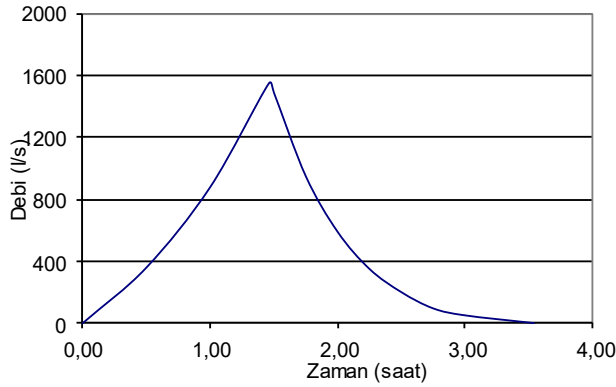
**Çizelge 9.** Akdoğan havzası ortalama birim hidrograf değerleri

**Table 9.** Average unit hydrograph values of Akdogan basin

Tarih	Birim Hidrograf Elemanları ( $BH_{60}$ )		
	Pik debi. $q_p$ (l/s)	Pike erişme süresi. $T_p$ (h)	Taban süresi $T_b$ (h)
19.5.1988	1544	1.25	3.75
10.6.1995	1585	1.67	3.33
Ortalama	1565	1.46	3.54

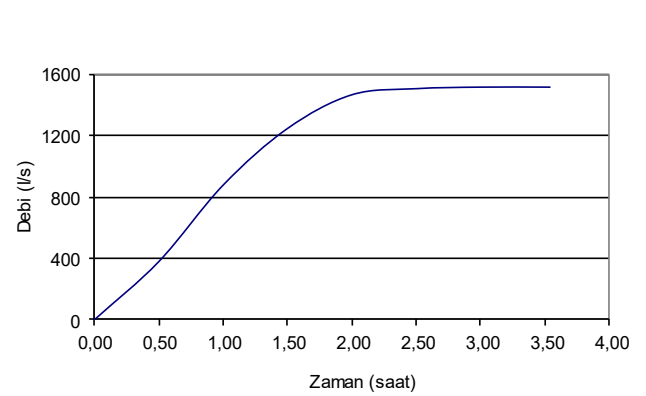
**Şekil 8.** Akdoğan Havzası ortalama birim hidrografi  $BH_{60}$

**Fig. 8.** Average unit hydrograph  $BH_{60}$  of the Akdogan Basin



**Şekil 9.**  $BH_{60}$  tan hesaplanan  $S_{60}$  hidrografi

**Fig 9.**  $S_{60}$  hydrograph of calculate from  $BH_{60}$



**Çizelge 10.** Akdoğan Havzası ortalama birim hidrografi ( $BH_{60}$  ordinat değerleri ve  $S_{60}$  hidrografi)

**Çizelge 10.** Average unit hydrograph  $BH_{60}$  ordinate value and  $S_{60}$  hydrograph of Akdogan Basin

Zaman	$BH_{60}$ (l/s)	$S_{60}$ (l/s)
0.00	0	
0.25	170	
0.50	360	
0.75	605	
1.00	880	880
1.25	1230	
1.46	1548	
1.50	1490	
1.75	950	
2.00	590	1470
2.25	350	
2.50	200	
2.75	95	
3.00	50	1520
3.25	20	
3.54	0	1520

#### 4. Sonuç

Akdoğan havzasında, 25 yıllık dönemde 495.5 mm yıllık ortalama yağışa karşılık 27.07 mm ortalama akım meydana gelmiştir. Havzanın yıllık su verimi 199 668 m<sup>3</sup> olmuştur. Havzanın yüzey akış katsayısı % 2.55 olmuş, en yüksek yüzey akış katsayısı Mart ayında (% 5.98) oluşmuştur. Yağış istasyonlarında yağış dağılımı yeknesak olmamış R8 istasyonunda 530.04 mm, R6 istasyonunda 482.8 mm ve R7 istasyonunda 473.4 mm olarak belirlenmiştir. Havza günlük maksimum yağış miktarı 22.05.2002 tarihinde 102.4 mm olarak R8 istasyonunda ölçülmüştür. Havzada görülen maksimum pik debi 10.6.1995 tarihinde 1700 L/s olarak ölçülmüştür. Havzanın yağışlı gün sayısı 59 - 157 gün arasında değişmiştir. En yüksek kar kalınlığı 69 cm olarak ölçülmüştür. Yağışların aylık dağılımları yıllara göre değişmiş olup Nisan ayı 25 yıllık ortalamalara göre 71.2 mm ile en fazla yağış alan ay olurken Temmuz ayı 10.7 mm ile en düşük yağış alan ay olmuştur. Mevsimsel olarak ilkbahar mevsiminde 190.5 mm (% 38.4), kış mevsiminde 132.2 mm (% 26.8), sonbahar mevsiminde 108.0 mm (% 21.8) ve yaz mevsiminde 64.7 mm (% 12.8) mm yağış dağılımı olmuştur.

Havza yağışlarının şiddetlilik durumları standart sürelerle göre incelenmiştir. En şiddetli yağış 22.05.2002 tarihinde R6 istasyonunda 240.0 mm/h olarak tespit edilmiştir. Bu yağışın 5 dakikalık süre içerisinde ölçülen miktarı 20 mm'dir.

Araştırma havzasının yıllık su verimi uygulayıcı birimlerin kullandığı amprik formüllerle de yapılmıştır. Yıllık su verimi; Turc Metodunda Yeşilirmak havzası için kullanılan değer olan 145.4 alındığında 941988.96 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre araştırma sonucu ile bulunan havza su verimi ile Turc Metoduna göre bulunan değerler arasında büyük fark vardır. Bu uyumsuzluk, yörede gölet planlamalarında su verimi hesaplanırken uygulamacı mühendisler tarafından dikkate alınmalıdır.

Havzanın yıllık akım hidrorafları incelendiğinde 1987, 1988, 1995, 1998 ve 2001

yılları dışında devamlı akım olduğu görülmektedir. Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında akımlar yükselmiştir. Hava sıcaklığının artması ile kar erimeleri Mart ve Nisan aylarında akımda yükselmelere neden olmuştur. Akdoğan Havzası bir saat süreli ortalama birim hidrografi (BH<sub>1</sub>) değerleri  $t_p=1.46$  saat,  $t_b = 3.54$  saat ve  $Q_p= 1565$  L/s olarak bulunmuştur. Akdoğan Havzası için çıkarılan boyutsuz birim hidrograf benzer havzalar için uygulanabilir. Benzer havzaların taşkın hidroraflarının çıkarılmasında araştırma havzası değerlerinden yararlanılarak çıkarılan  $C_t=0.32$ ,  $C_p=0.993$ ,  $K=0.320$  ve  $H=0.854$  katsayıları kullanılabilir.

Temsili havzalar seçilmiş hidrolojik rejimleri temsil etmelidir. Temsili havzalar üzerindeki çalışmalar uzun müddet süreceğinden eğer mümkünse iklim, topografya, jeoloji ve hidrojeolojik karakterler kombinasyonu ile çalışılmalıdır. Geçici istasyonlar kurarak hidrolojik ön bilgiler elde edilmelidir. Yurdumuzu hidrolojik bölgelere daha sonra da kendi içlerinde benzer havzalara ayırıp buna göre benzer havza seçip sonuca gidilmelidir.

#### Kaynaklar

- Akar Ö, Oğuz İ (2006). Yozgat – Sorgun İkikara Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TAGEM Yayın No: TAGEMBB-TOPRAKSU-2006/231, Tokat.
- Akbay Ş, Bakanoğulları F (1996). Edirne – Merkez Kumdere Havzası yağış ve akım karakteristikleri (Ara Rapor 1985 - 1994). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü Yayın No: 98, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1995, Sa:101-115, Ankara
- Bakanoğulları F, Baran M (2006). Kırklareli-Vize Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Rapor 1985-2004), T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı - TAGEM Yayın No:TAGEMBB-TOPRAKSU-2006/26, Kırklareli.
- DMİ Genel Müdürlüğü (2011). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Meteoroloji Dökümantasyon Merkezi, Ankara.
- Erel A (2010). Samsun – Minöz Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara rapor 1994 – 2008). T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı -TAGEM Yayın No: TAGEMBB-TOPRAKSU-2009/99, Samsun.
- Helaloğlu C (1996). Adıyaman - Kahta Harabe Deresi Havzası Akımları (Ara Raporu 1985 - 1989). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü Yayın

- No: 98, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1995, Sa:86-100, Ankara.
- Karaş E (1996). Kütahya Merkez Kocaçeşme Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Rapor 1990-1994), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü Yayın No: 98, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1995, Sa:36-41, Ankara.
- Oğuz İ, Balçın M (2001). Tokat - İkikara Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Rapor 1990 - 1999). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü Yayın No: 117, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Ankara.
- Oğuz İ, Balçın M (2003). Tokat-Uğrak Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (1997-2002). Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları 2003 sf.30. KHGM APK Dairesi Başkanlığı. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:124.Tokat.
- Oğuz İ, Öztekin T, Akar Ö (2008). Tokat Kazova'daki uzun yıllık yağış ve sıcaklık gidişlerinin kuraklık açısından iredelenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 71-79.
- Yılmaz A (1996). Seydişehir Tarasçı Glabbera Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Rapor 1985-1994). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü Yayın No: 98, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1995, Sa:42-54, Ankara.