

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE HAVZALARI İÇİN SNYDER SENTETİK BİRİM
HİDROGRAF METODU PARAMETRE DEĞERLERİNİN
İNCELENMESİ**

Hakan BÖRÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

Haziran - 2019

T.C. DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DİYARBAKIR

Hakan BÖRÜ tarafından yapılan "TÜRKİYE HAVZALARI İÇİN SNYDER SENTETİK BİRİM HİDROGRAF METODU PARAMETRE DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Tamer BAĞATUR
Üye : Doç. Dr. Fevzi ÖNEN
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Murat BATAN



Tez Savunma Sınavı Tarihi: 08/07/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../2019

Prof. Dr. Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım süresi boyunca bilgi, deneyim ve sabrını esirgemeyerek beni sürekli destekleyen, danışman hocam Prof. Dr. Tamer BAĞATUR'a en içten dileklerimle teşekkürü bir borç bilirim.

Aynı zamanda tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Hakan BÖRÜ

Haziran 2019 - DİYARBAKIR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR LİSTESİ	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı	3
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal	10
3.2. Metot	12
3.3. Akarsu Havzası.....	25
3.3.1. Akarsu Havzalarının Özellikleri	26
3.3.1.1. Akarsu Havza Alanı	26
3.3.1.2. Drenaj Yoğunluğu ve Drenaj Frekansı	27
3.3.1.3. Drenaj Havzasının Şekil Faktörü ve Uzama Oranı	28
3.3.1.4. Akarsuyun Mertebesi ve Benson Eğimi.....	30
3.3.1.5. Çatallanma Oranı ve Sentroid Uzunluğu	31
3.3.1.6. Drenaj Havzasının Yükseklik Özellikleri	32
3.4. Yüzeysel Akış ve Hidrograf	33
3.4.1. Hidrografların Elemanları	34
3.5. Birim Hidrograf	36

3.5.1.	Birim Hidrografların Elemanları	36
3.6.	Sentetik Birim Hidrograf	37
3.6.1.	Sentetik Birim Hidrograf Yöntemleri	37
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	41
5.	SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	51
6.	KAYNAKLAR	53
	ÖZGEÇMİŞ	59



ÖZET

TÜRKİYE HAVZALARI İÇİN SNYDER SENTETİK BİRİM HİDROGRAF METODU PARAMETRE DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan BÖRÜ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2019

Su yapılarında hesap ve tasarım yapılırken hem meydana gelebilecek taşkınlara karşı dayanıklı olarak tasarlanmalı hem de su yapılarının maliyetleri çok yüksek olması sebebiyle maliyetleri en aza indirgenecek şekilde su yapılarının boyutlandırılması gerekir. Bu nedenlerle su yapılarının yapılacağı alanlarda ölçülen birim hidrograf verilerine gereksinim duyulmaktadır. Buna rağmen daima istenen veriler ve ölçümler elde olmayabilir veya olsa bile eksik olabilir. Bu durumlarda söz konusu yapıların tasarımında kullanılacak olan veriler ve ölçümler sentetik birim hidrograf yöntemleri sayesinde elde edilebilir.

Bu çalışmada sentetik birim hidrograf yöntemlerinden biri olan Snyder sentetik birim hidrograf metodu yöntemi kullanılmıştır. Snyder sentetik birim hidrograf metodu parametre değerlerinin (C_t ve C_p katsayıları) ülkemiz havzaları için değişimi incelenmiştir. Seçilmiş ülkemiz havzalarına ait gözlenmiş ortalama birim hidrograflar (GOBH) araştırma materyali olarak değerlendirilmiştir. Kullanılan materyallerin gözlenmiş ortalama birim hidrograf değerleri ve bu havzaların özellikleri; Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, E.İ.E.İ Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve DSİ Genel Müdürlüğü verilerinden sağlanmıştır. Ülkemiz geneli seçilen 26 adet alt havzalara ait birim hidrograf elemanları gözlenmiş verilerden düzenlenmiştir. Bu veriler kullanılarak Snyder yöntemi ile denklem katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu Snyder yöntemi ile elde edilen birim hidrograf metodu parametre değerleri pratikte kabul gören değerlerle kıyaslanmıştır. Bulunan C_t ve C_p katsayıları ile Snyder metodunda yer alan havza alanı (A) arasındaki ilişki grafiklerle incelenmiştir. Daha sonra C_t ve C_p katsayıları sırasıyla A/L^2 ve A/T_p oranı arasında regresyon analizleri yapılmıştır. Fakat herhangi bir yüksek korelasyon tespit edilememiştir. Ayrıca, bu katsayıların ülkemiz havzaları için uygulanabilirliği sorgulanarak elde edilen yeni katsayıların ülkemiz havzaları için dikkate alınması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akarsu havzası, Birim Hidrograf, Sentetik Birim Hidrograf, Snyder Metodu

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SNYDER SYNTHETIC UNIT HYDROGRAPHY METHOD PARAMETRES FOR TURKEY BASINS

MSc THESIS

Hakan BÖRÜ

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2019

When calculating and constructing water structures, water structures should be designed as resistant against floods and water structures should be dimensioned to be the lowest since the current costs of water structures are very high. For this reason, measured hydrograph data is needed in places where water structures are to be constructed. However, the desired measurements and data may not always be obtained or may be missing. In this case, the data to be used in the design of these structures can be obtained by means of synthetic unit hydrograph methods.

In this study, Snyder synthetic unit hydrograph method, which is one of the synthetic unit hydrograph methods, is used. The variation of Snyder synthetic unit hydrograph method parameter values (C_t and C_p coefficients) for the basins of our country was investigated. Observed average unit hydrographs (GOBHs) of selected Turkey basins were evaluated as research material. Observed average unit hydrograph values of materials used and properties of these basins; Ministry of Agriculture and Rural Affairs General Directorate of Agricultural Research, E.İ.E. General Directorate, General Directorate of Rural Services and General Directorate of State Hydraulic Works. The unit hydrograph elements belonging to 26 sub-basins selected in our country were arranged from the observed data. Using these data, equation coefficients were calculated by Snyder method. As a result of the calculations, the values of the unit hydrograph method obtained by Snyder method were compared with the values accepted in practice. Then, C_t and C_p coefficients were regression analyzes between A / L^2 and A / T_p ratio, respectively. However, no high correlation was detected. Moreover, the applicability of these coefficients for our country basins was questioned and it was concluded that the new coefficients obtained should be taken into consideration for our country basins.

Keywords: River Basin, Unit Hydrograph, Synthetic Unit Hydrograph, Snyder Method

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.	Türkiye’deki Akarsu Havzaları ve Karakteristik Değerleri	9
Çizelge 3.2.	Ülkemiz alt havzalarına ait fiziksel bilgiler ve gözlenen hidrograf değerleri	12
Çizelge 4.1.	Ülkemiz alt havzalarına ait fiziksel bilgiler ve gözlenen Ct ve Cp değerleri	42
Çizelge 4.2.	Ortalama Snyder denklem katsayısı değerleri ve gözlenmiş hidrograf değerleri ile hesaplanan verilerin karşılaştırılması	43
Çizelge 4.3.	Ortalama Snyder denklem katsayısı değerleri ve gözlenmiş hidrograf değerleri ile hesaplanan verilerin karşılaştırılması	44

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		Sayfa No
Şekil 1.1.	Hidrolojik Çevrim	1
Şekil 3.1.	Birim Hidrografların gözleendiği havzaların coğrafik konumu	11
Şekil 3.2.	İzmir Menemen Ulucak alt havzası gözlenen birim hidrogra	13
Şekil 3.3.	İzmir Menemen Ulucak alt havzası gözlenen birim hidrograf	1
Şekil 3.4.	Samsun Merkez Öteköy alt havzası gözlenen birim hidrograf	14
Şekil 3.5.	Mersin Tarsus Topçu alt havzası gözlenen birim hidrograf	14
Şekil 3.6.	Samsun Vezirköprü Ayvalı alt havzası gözlenen birim hidrograf	15
Şekil 3.7.	Bilecik Pazaryeri Kurukavak alt havzası gözlenen birim hidrograf	15
Şekil 3.8.	Edirne Merkez Kumdere alt havzası gözlenen birim hidrograf	16
Şekil 3.9.	Kırklareli Vize Vizederesi alt havzası gözlenen birim hidrograf	16
Şekil 3.10.	Tokat Merkez Uğrak alt havzası gözlenen birim hidrograf	17
Şekil 3.11.	Şekil 3.11. Tokat Zile Akdoğan alt havzası gözlenen birim hidrograf	17
Şekil 3.12.	İstanbul Çatalca Damlıca alt havzası gözlenen birim hidrograf	18
Şekil 3.13.	Eskişehir Karapazar Çayır alt havzası gözlenen birim hidrograf	18
Şekil 3.14.	Konya Beyşehir Karabalçık alt havzası gözlenen birim hidrograf	19
Şekil 3.15.	Adıyaman Kahta Harabe alt havzası gözlenen birim hidrograf	19
Şekil 3.16.	Yozgat Sorgun İkikara alt havzası gözlenen birim hidrograf	20
Şekil 3.17.	Ankara Yenimahalle Kayaönü alt havzası gözlenen birim hidrograf	20
Şekil 3.18.	Ankara Haymana Çatalkaya alt havzası gözlenen birim hidrograf	21
Şekil 3.19.	Şanlıurfa Merkez Kızlar alt havzası gözlenen birim hidrograf	21
Şekil 3.20.	Konya Çumra Çiçek alt havzası gözlenen birim hidrograf	22
Şekil 3.21.	Konya Görmel Ermenek a Ankara Haymana Çatalkaya alt havzası gözlenen birim hidrograf lt havzası gözlenen birim hidrograf	22

Şekil 3.22.	Balıkesir Susurluk 3-24 alt havzası gözlenen birim hidrograf	23
Şekil 3.23.	Balıkesir Susurluk 3-13 alt havzası gözlenen birim hidrograf	23
Şekil 3.24.	Balıkesir Susurluk 3-21 alt havzası gözlenen birim hidrograf	24
Şekil 3.25.	Balıkesir Susurluk 3-34 alt havzası gözlenen birim hidrograf	24
Şekil 3.26.	Adana Seyhan Himmetli Göksu alt havzası gözlenen birim hidrograf	25
Şekil 3.27.	Mersin Hamam Göksu alt havzası gözlenen birim hidrograf	25
Şekil 3.28.	Türkiye Akarsu Havza Konumları	26
Şekil 3.29.	Topografik harita	27
Şekil 3.30.	Eşit alanlı iki havza ve drenaj frekans	28
Şekil 3.31.	Havza şeklinin hidrograf üzerindeki etkisi	29
Şekil 3.32.	Farklı uzama oranları	30
Şekil 3.33.	Havzalarda drenaj mertebesi	31
Şekil 3.34.	Sentroid uzunluğu	32
Şekil 3.35.	Eşyükselti çizgileri arasında kalan alanlar ve eğim grafiği	33
Şekil 3.36.	Tekil hidrograf	34
Şekil 3.37.	Akarsu akış hidrografının bileşenleri	35
Şekil 3.38.	Snyder sentetik birim hidrograf yöntemi	39
Şekil 4.1.	Havza alanları (0-100 km ²) ve hesaplanan Ct katsayısı değerleri arasındaki ilişki	45
Şekil 4.2.	Havza alanları (100-1000 km ²) ve hesaplanan Ct katsayısı değerleri arasındaki ilişki	45
Şekil 4.3.	Havza alanları (A>1000 km ²) ve hesaplanan Ct katsayısı değerleri arasındaki ilişki	46
Şekil 4.4.	Havza alanları (0-100 km ²) ve hesaplanan Cp katsayısı değerleri arasındaki ilişki	47
Şekil 4.5.	Havza alanları (100-1000 km ²) ve hesaplanan Cp katsayısı değerleri arasındaki ilişki	47
Şekil 4.6.	Havza alanları (A>1000 km ²) ve hesaplanan Cp katsayısı değerleri arasındaki ilişki	48

Şekil 4.7.	Boyutsuz $A/L2$ oranı ile C_t katsayısı arasındaki ilişki	49
Şekil 4.8.	Boyutsuz $A/L2$ oranı ile C_p katsayısı arasındaki ilişki	49
Şekil 4.9.	A/t_p oranı ile C_t katsayısı arasındaki ilişki	50
Şekil 4.10.	A/t_p oranı ile C_t katsayısı arasındaki ilişki	50



KISALTMA VE SİMGELER

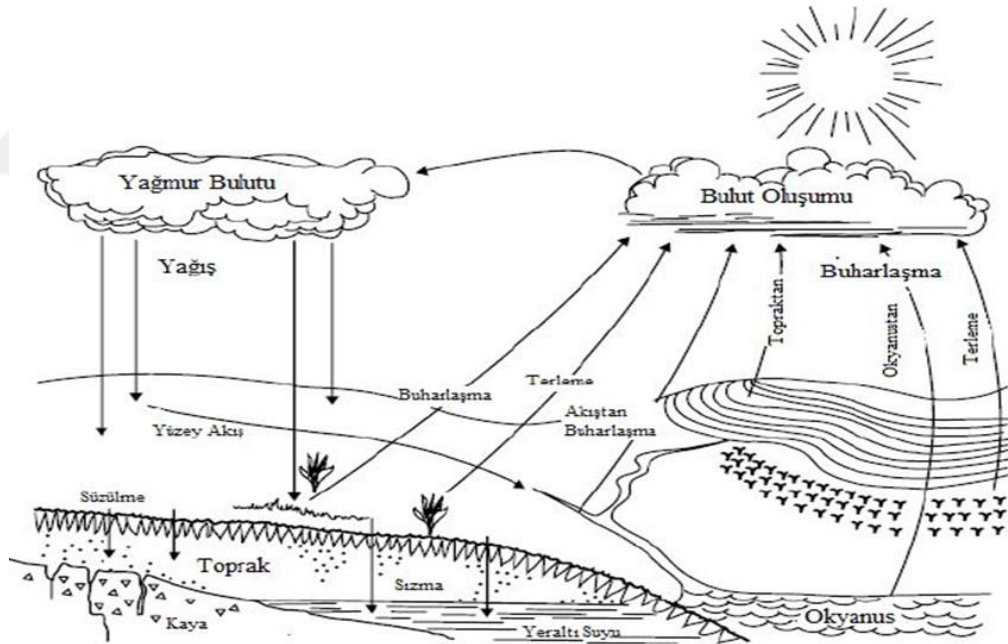
A	: Drenaj alanı
a_i	: İki ardışık sınır arasındaki alan
a_p	: Tepe akışına katkıda bulunan etkin alan (km^2)
C	: Yağış katsayısı
CN	: Boyutsuz akış eğrisi numarası
C_p	: Pik katsayısı
C_t	: Zamanlama katsayısı
D	: Drenaj alanı ile eşdeğer daire alanı çapı
D_c	: Havza alanı ile aynı alana sahip olan dairenin çevresi
D_d	: Drenaj yoğunluğu
D_f	: Drenaj frekansı
Δt	: Süre değişimi
Δt_0	: Orijinal birim hidrografın süresi
D_w	: Havzanın çevre uzunluğu
$\bar{E}$	: Havzanın ortalama yüksekliği
E_f	: En uzak noktadaki kot
e_i	: Alt alanın ortalama yüksekliği
E_0	: Çıkış noktası
E.İ.E.İ.	: Enerji İşleri Etüt İdaresi
h_a	: Yağış yüksekliği (cm)
L	: Ana akım uzunluğu
L_b	: Maksimum havza uzunluğu

L_C	: Sentroid uzunluğu
L_T	: Akarsu kanalının toplam uzunluğu
N_s	: Bir drenaj alanındaki tüm akarsuların sayısı
P	: Toplam yağış
Q_a	: Yükseliş eğrisi debisi
Q_d	: İniş eğrisi debisi
Q_i	: Dolaysız akış,
Q_p	: Havzanın birim alanı için pik debi (cfs)
qpR	: Havza alanı birimi başına düşen pik debisi
Q_t	: Herhangi bir t zamanındaki debi
R_e	: Uzama oranı
S	: Akarsu ana kanal eğimi
$S.B.H.$	: Sentetik Birim Hidrograf
S_c	: Ortalama kanal eğimi
S_f	: Drenaj havzasının şekil faktörü
T	: Baz zaman
T_b	: Hidrograf taban genişliği
T_C	: Havzanın yoğunlaşma zamanı
t_b	: Baz zaman
t_e	: Taşkına sebep olan efektif yağış süresi
t_f	: Taşkın hidrografı için esas olan yağış süresi
t_g	: Gecikme zamanı
t_p	: Pik zamanı
t_{pR}	: Havza gecikmesi
t_r	: Artık yağış süresi (saat)
W	: (Zaman birimlerinde) Pik debinin %50 ve %75'inde birim hidrografın genişlikleri

1. GİRİŞ

Canlıların yapı taşı olan su, aynı zamanda yaşamlarını sürdürebilmeleri için de temel ihtiyaçları olduğundan insanoğlu varlığının başlangıcından beri su ile ilgilenmiş, suyun özelliklerini belirlemeye, doğada nasıl hareket ettiğini incelemeye oluşturabileceği tehlikeleri belirleyip önlemeye ve su kaynaklarından etkili bir biçimde faydalanmaya çalışmıştır.

Sıvı halinin dışında katı ve gaz halinde de bulunabilen suyun sürekli bir dolaşım haliyle bir döngü oluşturması “hidrolik çevrim” olarak adlandırılmaktadır. Bu çevrimde buharlaşarak atmosfere karışan su, yoğunlaşarak yeryüzüne yağış olarak düşmektedir. Yağmur, kar, dolu, kırağı vb. şeklinde yeryüzüne ulaşan yağışların bir kısmı toprakta birikip bitkiler tarafından tutulurken özellikle yağmur ve kar suları olmak üzere bir kısmı sızarak yeraltına geçip yeraltı sularını beslemekte ve bir kısmı ise yüzeysel akışlar meydana getirmektedir.



Şekil 1.1. Hidrolojik Çevrim (National Engineering Handbook, 2007)

Hidrolojik çevrim içinde yağış olarak düşen suların toplanıp belirli su yollarına aktarımını sağlayan sistem ise havza olarak düşünülebilir. Yağış olayı neticesinde havzada meydana gelen akış olayının insanlık için pek çok faydasının olması dışında zararı da olabilmektedir. Akış olayı sebebiyle oluşabilecek zararların en önemlilerinden

biri taşkınlardır. Su miktarının doğal veya yapay yataklarının taşıma kapasitesini aşmasıyla oluşan taşkınlar, seller ve su basmaları sıklıkla görülmekte ve oluşturduğu maddi zarar ve can kaybıyla da depremlerden sonra en etkili afetlerden olmaktadır. Bu nedenle taşkın olayının meydana gelmesini önleyebilecek mühendislik yapılarına önemle ihtiyaç duyulmaktadır.

Su yapıları, akış halindeki suların çeşitli amaçlar için kullanılmasını sağlamak amacıyla depolanması, kabartılması ve yönlendirilmesini sağlayan tesislerdir. Su yapılarında hesap ve tasarım yapılırken hem meydana gelebilecek taşkınlara karşı dayanıklı olarak tasarlanmalı hem de su yapılarının maliyetleri çok yüksek olması sebebiyle maliyetleri en aza indirgenecek şekilde su yapılarının boyutlandırılması gerekir. Bu nedenlerle su yapılarının yapılacağı alanlarda ölçülen birim hidrograf verilerine gereksinim duyulmaktadır. Buna rağmen daima istenen veriler ve ölçümler elde olmayabilir veya olsa bile eksik olabilir. Bu tür durumlarda söz konusu mühendislik yapılarının tasarımı için kullanılacak olan akış hacmi bazı ampirik yöntemler kullanılarak hesaplanabilmektedir. Taşkın olayına ait pik debinin, pik su seviyesinin veya akış hacminin söz konusu ampirik yöntemler yardımı ile belirlenmesi sayesinde köprüler, menfezler, barajlar ve bağlamalar gibi pek çok su yapıları projelendirilmektedir. Ayrıca, taşkın yönetimi için yapılan tesislerin tasarımı, taşkınların akarsu havzasına ne ölçüde etki edeceği ve tasarlanacak olan mühendislik yapılarının risk durumları belirlenebilmektedir.

Pik debilerin belirlenmesinde kullanılan ampirik yöntemlerden biri de doğrusal hidrolojik sistemin birim reaksiyon denklemi olarak bilinen ve ilk olarak Sherman tarafından 1932 yılında önerilen birim hidrograf yöntemidir. Sherman tarafından 1932 yılında pik debiler yerine sadece gözlemlenen yağış ve akış verilerinden süperpozisyon kullanarak hidrografları tahmin eden Birim hidrograf teorisi ortaya atıldı. Birim hidrograf, akarsuyun bulunduğu havzaya belirli bir zaman boyunca sabit şiddette düşen, birim yükseklikteki (1cm veya 1mm) artık yağışın meydana getireceği dolaysız yağışın hidrografı olarak tanımlanmaktadır. Artık yağış ise depolama ve sızma sonucu kaybolmayan yağış olarak tanımlanabilir. (Bayazıt, 2011).

Birim hidrograf teorisi oldukça kolay ve basit olmasına rağmen birim hidrografın bulunabilmesi için yağış verilerine ve bunlara tekabül eden akış verilerine ihtiyaç duyulur. Ancak pek çok yerde yağış ve akış verilerini toplayan organizasyonlar farklıdır.

Ve dolayısıyla aynı sağanağa ait veriler bulunmayabilir. Ölçümlerin olmadığı bu havzalarda ise pik debilerin belirlenmesi için sentetik birim hidrograflar kullanılmaktadır. Sentetik birim hidrograf metotları yardımıyla havzaların yağış ve akış kayıtlarının bulunmamasından dolayı havzalara ait fiziksel özellikler temel alınarak hesaplamalar yapılır. Bu sayede, sentetik birim hidrograf modelleri ile pik debi, pik zamanı ve yağış hidrografının doğru bir şekilde tahmin edilebilmesi amaçlanır.

Snyder, Mockus ve DSİ Sentetik (uyarlanmış SCS) yöntemleri ülkemizde sık kullanılan sentetik birim hidrograf yöntemleridir. Bu yöntemler yardımı ile ölçülmüş verileri bulunmayan havzalara ait karakteristik özellikler kullanılarak elde edilen katsayılarla hesaplamalar yapılmaktadır. Ancak bu yöntemlerde, havzalara ait katsayıların belirlenmesinde yaşanan problemler nedeniyle ya daha önce yakın bir yerde yapılan çalışmalar sonucu elde edilen katsayılar kullanılır ya da uzman yardımı alınarak söz konusu havzaya ait katsayıların belirlenmesi yoluna gidilir.

1.1. Tezin Amacı

Birim hidrograf teorisi oldukça kolay ve basit olmasına rağmen birim hidrografın bulunabilmesi için yağış verilerine ve bunlara tekabül eden akış verilerine ihtiyaç duyulur. Ancak pek çok havzalarda yağış ve akış verilerini toplayan organizasyonlar farklılık gösterir. Dolayısıyla aynı yağışa ait ölçülmüş verilere ulaşmak mümkün olmayabilir.

Bu durumda, ölçümlerin olmadığı havzalarda pik debilerin belirlenebilmesi için sentetik birim hidrograflar kullanılmaktadır. Sentetik birim hidrograf metotları yardımıyla havzalara ait fiziksel özellikler temel alınarak hesaplamalar yapılır. Bu sayede, sentetik birim hidrograf modelleri ile pik debi, pik zamanı ve yağış hidrografının doğru bir şekilde tahmin edilebilmesi amaçlanır.

Türkiye’de ve muhtemelen diğer birçok ülkede, Snyder yöntemi sentetik birim hidrograf geliştirmede hala en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Snyder yöntemi, havza karakteristikleri ile ilgili olan ve bölgeden bölgeye büyük farklılıklar gösteren C_t ve C_p katsayılarının tahminini gerektirmektedir. Ayrıca Snyder yöntemi, birim hidrografın genel şeklini oluşturmada biraz kişisel muhakeme yapmayı gerektirmektedir. Snyder yöntemindeki C_t ve C_p katsayıları, gözlemlenen birim hidrograflardan, yöntemdeki Q_p ve t_p formüllerinden hesaplanabilir (Haktanır ve Sezen 1990).

Bu çalışmada, Snyder sentetik birim hidrograf metodu parametre değerlerinin Türkiye havzaları için kullanılabilirliğinin incelenmesi ve Türkiye havzaları için bu yönteme ait katsayıları belirleyerek yaşanan problemlerin giderilmesi amaçlanmıştır. Snyder, drenaj havzası özelliklerine bağlı parametreler olarak adlandırdığı C_t ve C_p katsayıları için yürüttüğü çalışma alanına bağlı olarak C_t katsayısının 1.8 ile 2.2 arasında değiştiğini ve C_p katsayısının da 0.5 ile 0.7 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada, bu katsayıların ülkemiz için belirlenen 26 adet alt havzada değişim değerlerinin analizi amaçlanmıştır. akrabalık belirleme olana kadar değerlendirmektir (Sanal, 2017).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sherman (1932), tarafından ilk defa ileri sürülen birim hidrograf teorisi doğrusal hidrolojik sistemin birim reaksiyon denklemi, veri tabanlı modellerin en önemlisi ve en yaygındır.

Snyder (1938), Amerika'daki Appalachian dağlarında bulunan havzalar üzerinde çalışmış ve birim hidrografın pik akışı, gecikme zamanı, taban zamanı ve pik akışı gibi karakteristikler arasındaki ilişkilerin incelenebileceğini ileri sürmüştür. Snyder'ın görüşleri daha sonra Espey, Altman ve Graves tarafından 1977 yılında geliştirilen havza parametrelerinin bölgeselleştirilmesi görüşü ile genişletilmiştir.

Kirpich (1940), iyi belirlenmiş kanal ve dik yamaçlara sahip olan Tennessee'deki yedi kırsal havzanın verilerinden yararlanarak konsantrasyon zamanı formülünü belirlemiştir.

Clark (1945), birim hidrografın saf bir depolama yönlendirme işlemi tarafından izlenen saf bir translasyon yönlendirme işleminin bir kombinasyonunun sonucu olduğunu ileri sürerek Birim hidrograf yöntemine bir diğer önemli katkıyı sağlamıştır.

Nash (1957), bir birimlik etkiye karşılık bununla özdeş lineer rezervuar kaskatının tepkisi olan bir gama dağılımı olan bir birim hidrograf denklemi önerdiği yönteminde, yalnızca havzayı modellememiştir, aynı zamanda hesaplanan ve gözlenen hidrografların birinci ve ikinci momentlerine dayalı bir ayarlama tekniği sunmuştur. (Chow ve ark., 1988).

Mockus (1957), tarafından geliştirilen sentetik birim hidrograf yöntemi ise genellikle Toprak Koruma Servisi (SCS) standart birim hidrografı olarak anılmaktadır ve en çok bahsedilen sentetik birim hidrograf yöntemleridir. Bazı devletler ve yerleşim yerlerinde tüzük tarafından hidrolojik tasarımlar için gerekli olan sentetik birim hidrograf olarak tanımlanmaktadır (Sheridan ve ark., 2002).

Gray (1961), tarafından geliştirilen sentetik birim hidrograf yöntemine göre, iki parametrelili gama dağılım fonksiyonuna dayanan boyutsuz bir grafik ile sentetik birim hidrograflar türetilmektedir (Bhunya ve ark., 2011).

ABD Tarım Departmanının Toprak Koruma Servisi (SCS) (1972), artık yağış hiyetografinin kütle merkezi ile birim hidrografın pik noktası arasındaki gecikme zamanına dayalı bir birim hidrograf modeli önermiştir.

Dr. Nakayasu (1940), Japonya nehirleri için geliştirmiş olduğu ve yaygın bir şekilde kullanılan ve Nakayasu sentetik birim hidrograf metodu olarak bilinen yöntemi uygulamıştır (Safarina ve ark., 2011).

Soykan (1972), yapmış olduğu çalışmada, Ankara Beytepe havzası için 0.1 saat'lik birim hidrograf elemanlarını hesaplamıştır. Havza alanı 3.10 km^2 ile pik debi $Q_p=956 \text{ L/s}$, $t_p=0.5$ saat ve $t_b=4.5$ saat olarak saptanmıştır. Çalışma kapsamında, havza ve hidrograf karakteristiklerine bağlı elde edilmiş katsayılar $C_t=0.263$ ve $C_p=0.56$ olarak elde etmiştir.

Özdemir (1978), H. Kubilay'ın 1971'de Gediz Havzasında elde ettiği birim hidrografı sentetik metotlarla karşılaştırarak, Snyder metodunun Türkiye akarsularında kullanılabileceğini belirtmiştir.

Yılmaz (1987), Konya-ÇiftliközüKarabalçık Deresi Havzasına ait 10 yıllık ortalama yağışı 491 mm, akımı da 65.90 mm olarak tespit etmiştir. Havzanın 1 saatlik birim hidrograf değerlerini $Q_p=1434.3 \text{ L/s}$, $t_p=1.75$ saat, $t_b=8.8$ saat; Snyder Metodu katsayılarını $C_t=0.465$ ve $C_p=0.601$ olarak bulmuştur.

Helaloğlu ve Kaya (1994), Kızlar Deresi Havzasına ait 10 yıllık ortalama yağışı 430.6mm, akımı 24.85 mm olarak tespit etmişlerdir. Havzanın 1 saatlik ortalama birim hidrograf değerlerini $Q_p=4203 \text{ L/s}$, $t_p=1.67$ saat, $t_b=9.71$ saat; Snyder Metodu katsayılarını $C_t=0.475$, $C_p=0.673$ olarak bulmuştur.

Ye ve ark. (1994), coğrafi bilgi sistemini kullanarak Mt. Kyeryong Milli Parkı'ndaki ikinci toplu tesis alanı gelişiminin neden olduğu hidrolojik etkileri araştırmışlardır. Çalışmada akış hacmini tahmin etmek için Rasyonel yöntemi ve SCS yöntemini kullandılar. Pik debi Nakayasu yöntemiyle tahmin edildi. Sonuçta, pik akış hacmi Kapsamlı Plan Raporu'nda bu çalışmada tahmin edilenden daha küçük bir değere sahipti (Ye ve ark., 1994).

Karaş (1996), Bilecik-Pazaryeri-Kurukavak Deresi Havzasında 1984-1993 yılları arasındaki araştırmasında Snyder Metodu katsayılarını $C_t=0.199$, $C_p=0.972$ olarak bulmuştur (KHGM, 1996).

Bakanoğulları ve Akbay (1997), Çatalca-Çamlıca Deresi Havzası'nın 17 yıllık ortalama yağışını 699.5 mm, 15 yıllık ortalama akımı 43.2 mm olarak bulmuşlardır. Havzanın 1 saatlik ortalama birim hidrograf değerlerini $Q_p=5173\text{L/s}$, $t_p=4.00$ saat, $t_b=15.06$ saat; Snyder Metodu Katsayılarını $C_t=2.659$, $C_p=0.834$ olarak bulmuştur.

Oğuz ve Balçın (2002), yapmış oldukları çalışmada Tokat-Zile-Akdoğan deresi havzasında 1987-2001 yıllarını kapsayan on beş yıllık dönemde Snyder ve Mockus yöntemleri kullanarak sentetik birim hidrografları belirlemişlerdir. Araştırma sonunda birim hidrograf değerlerini $Q_p=1565\text{ L/sn}$; $T_p=1.46$ saat ; $T_b= 3.54$ saat ve havzaya ait katsayıları $C_t=0.32$; $C_p=0.993$ (Snyder Metodu), $K=0.320$ ve $H=0.854$ (Mockus metodu) olarak saptamışlardır.

Kang ve ark. (2009), kritik fırtına süresi hesabını dikkate alarak yol geçiş drenaj menfez tasarımı için bir yöntem önermişlerdir. Kritik fırtına sürelerini Huff eğrileri ile Nakayasu modeli, Birleşik Devletler Tarım Toprak Koruma Servisi Eğri Numarası modeli, Clark modeli ve WFRpaddy modeli (tarlaları dikkate alan havza taşkın yönlendirme modeli) gibi birim hidrograf modellerini uygulayarak belirlemişlerdir. Uyguladıkları birim hidrograf modellerinden elde ettikleri sonuçlar, hesaplanan akış parametrelerinin gözlenen verilerle istatistiksel olarak yakın olduğunu göstermiştir (Kang ve ark., 2009).

Safarina ve ark. (2009), Citarum, Cimanuk, CiliwungProgo ve TawangRejeni havzası gibi Java'daki çeşitli havzalar için Snyder, SCS, Nakayasu ve Gama I yöntemlerinin geçerliliğini araştırmışlardır. Ölçülen havza karakteristikleri; alan, şekil, eğim ve arazi kullanımıdır. Çalışmada belirli havza karakteristikleri için sentetik yöntemin doğrulanması önerilmiştir. Pik debi, pik zamanı ve taban zamanı belirlemede kullanılan doğrulama yöntemi determinasyon katsayısı (R^2)'dir. Çalışmanın sonucunda Snyder ve SCS yöntemleri için determinasyon katsayısı (R^2)'nin çalışmadaki hemen hemen tüm havza karakteristikleri için geçerli olduğu görülmüştür. (Safarina ve ark., 2009).

Safarina ve ark. (2011), Nakayasu yönteminin hidrografının ve parametrelerinin hassas bir şekilde sahip olduğu ve bu nedenle bu yöntemin ölçüm olmayan havzalarda kullanılmasının güvenilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Taşkınlar, ölçüm olmayan havzalar için planlanan baraj ve diğer su kaynaklarının tasarlanmasında daha kesin sonuçlar elde etmek için Nakayasu sentetik birim hidrograf metodunu önermişlerdir.

Kang ve ark. (2013), kritik fırtına süresi kavramını kullanarak tasarım taşkınlarını belirlemek için yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Çalışmalarındaki tasarım taşkınlarını değerlendirirken yağış dağılım tipi ve yağış süresine dayanarak şu hidrolojik modelleri kullanmışlardır: Rasyonel yöntem, Nakayasu yöntemi, SCS yöntemi, Clark yöntemi ve WFRpaddy modeli (tarla koşullarını dikkate alan havza taşkın yönlendirme modeli). Genel olarak en yüksek tahmini zirve akışı SCS (Toprak Koruma Servisi) modelinden elde edilirken, bu modeli sırasıyla WFRP, Clark ve Nakayasu modelleri izlemiştir (Kang ve ark., 2013).

Nigussie ve ark. (2015), Türkiye'deki Güvenç mikro-havzasında Snyder, SCS, Mockus, Nakayasu, Rodriguez-Valdez ve GuptaWaymire sentetik birim hidrograf yöntemlerinin performanslarını araştırmışlardır. Gözlenmiş birim hidrograf ve sentetik birim hidrograf yöntemlerini karşılaştırırken pik debi ve pik zamanını kullanmışlardır. Sentetik birim hidrografların bileşenleri karşılaştırıldığında SCS yaklaşımının çalışma alanındaki pik akışının simülasyonunda en iyi performansı gösterdiği görülmüştür. Diğer tüm yaklaşımlar pik debiyi olduğundan düşük tahmin etmişlerdir. En düşük tahmin GuptaWaymire yönteminin tahmini olmuştur. Mockus yönteminin pik zamanının simule etmek için bulunan tek yöntem olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Rodriguez-Valdez ve GuptaWaymire yöntemlerinin küçük havzaların birim hidrograflarını oluşturmada uygun yöntem olmadıkları görülmüştür. Nakayasu yönteminin gözlemlenmiş birim hidrografların şeklini simüle etmede diğer yöntemlere göre daha iyi olduğunu da belirtmişlerdir (Nigussie ve ark., 2015).

Aydın (2016), yaptığı çalışmada Nakayasu sentetik birim hidrograf metodunun Türkiye havzaları için uygulanabilirliğini inceleyerek bu yöntemin modifiye edilmiş haliyle ülkemiz havzalarında kullanabileceği kanaatine varmıştır.

3. MATERİYAL VE METOT

Ülkemizin yüzölçümü toplamı 780.000 km²'dir. Bu yüzölçümü toplamı 26 adet hidrolojik havzaya bölünmüş olup (Çizelge 3.1.) bu havzalarda meydana gelen toplam ortalama yıllık akış miktarı 186.5 milyar m³'tür. DSİ verilerine göre bunun yaklaşık üçte biri, ülkenin doğusunda yer alan Fırat ve Dicle havzalarına aittir. Alansal büyüklük olarak bunu Kızılırmak ve Sakarya havzaları izlerken, ortalama yıllık akış miktarı olarak Fırat-Dicle havzasından sonra Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya Havzaları gelmektedir.

Çizelge 3.1. Türkiye'deki akarsu havzaları ve karakteristik değerleri (Erkek ve Ağırlioğlu, 2013)

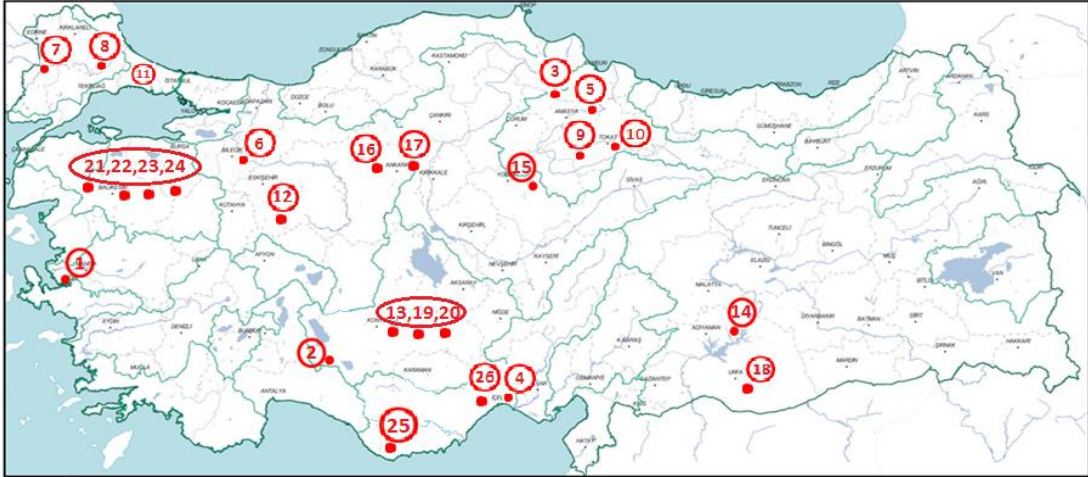
No	Havza Adı	Yüzölçümü (km ²)	Ortalama Yağış (mm/yıl)	Ortalama Akış (10 ⁹ .m ³ /yıl)
1	MERİÇ-ERGENE	14560	640	1.25
2	MARMARA SULARI	24100	766	7.62
3	SUSURLUK	23765	730	5.35
4	KUZEY EGE	9032	730	2.20
5	GEDİZ	17110	639	1.81
6	KÜÇÜK MENDERES	7165	740	1.12
7	BÜYÜK MENDERES	24903	656	2.95
8	BATI AKDENİZ	22615	865	7.76
9	ORTA AKDENİZ	14518	910	11.24
10	BURDUR GÖLÜ	8764	436	0.31
11	AFYON	8377	472	0.45
12	SAKARYA	56504	534	6.03
13	BATI KARADENİZ	29682	803	10.04
14	YEŞİLIRMAK	36129	556	5.54
15	KIZIL IRMAK	78646	459	6.28
16	KONYA	56554	437	3.36
17	DOĞU AKDENİZ	22484	669	12.27
18	SEYHAN	20731	629	7.06
19	ASI	10885	837	1.20
20	CEYHAN	21222	758	7.21
21	FIRAT	120917	582	33.48
22	DOĞU KARADENİZ	24022	1291	14.00
23	ÇORUH	19894	540	6.46
24	ARAS	27548	462	5.54
25	VAN GÖLÜ	15254	507	2.59
26	DİCLE	51489	814	21.81
-	TOPLAM	766870	652.5	186.5

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak ülkemiz havzaları üzerinde bulunan alt havzalar üzerinde gözlenmiş olan birim hidrograflar kullanılmıştır. Bunlardan Kayraktepe, Hamam, Kırkyalan alt havzaları 17 nolu Doğu Akdeniz havzasında Göksu nehri üzerinde yer almaktadır. Kayraktepe, Hamam ve Kırkyalan alt havzalarında gözlenmiş olan birim hidrograf verileri 1977 yılı Enerji İşleri Etüt İdaresi (E.İ.E.İ.), Göksu Nehri, Kayraktepe Barajı Mühendislik Hidrolojisi Raporundan temin edilmiştir. Üzümlü alt havzası 23 nolu Çoruh Havzasında Çoruh nehri üzerinde yer almaktadır. Üzümlü alt havzasında gözlenmiş birim hidrograf verileri Haziran 1979 tarihli E.İ.E.İ., Çoruh Nehri Üzerinde Tasarlanan Barajların Mühendislik Hidrolojisi Raporundan temin edilmiştir. Himmetli alt havzası 18 nolu Seyhan Havzasında Göksu Nehri üzerinde yer almaktadır. Himmetli alt havzasında gözlenmiş birim hidrograf verileri 1984 tarihli Verbund-Plan, Romconsult, Temelsu Yukarı Seyhan Havzası Master Plan Raporundan temin edilmiştir (Sezen, 1988; Haktanır ve Sezen, 1990).

İzmir Menemen Ulucak alt havzası 5 nolu Gediz Havzası üzerinde yer almaktadır. Konya Seydişehir Glabbera alt havzası 16 nolu Konya Havzası üzerinde yer almaktadır. Mersin Tarsus Topçu alt havzası 17 nolu Doğu Akdeniz Havzası üzerinde yer almaktadır. Konya Beyşehir Karabalçık alt havzası 16 nolu Konya Havzası üzerinde yer almaktadır. Adıyaman Kahta Harabe alt havzası 21 nolu Fırat Havzası üzerinde yer almaktadır. Yozgat Sorgun İkikara alt havzası 15 nolu Kızılırmak Havzası üzerinde yer almaktadır. Ankara Haymana Çatalkaya alt havzası 12 nolu Sakarya Havzası üzerinde yer almaktadır. Bu alt havzalara ait havza özellikleri ve gözlenmiş ortalama birim hidrograflar değerleri; Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, E.İ.E. Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, DSİ Genel Müdürlüğü verilerinden sağlanmıştır (Sezen, 1988; Haktanır ve Sezen, 1990; Usul ve Tezcan, 1995; Bakanoğulları ve Akbay, 2000; Kuşkuvaran ve Canbolat, 2001; Oğuz ve Balçın, 2001; Kaya, 2001; Tekeli ve Babayiğit, 2001; Demiryürek ve ark., 2001; İstanbulluoğlu ve diğ., 2004, 2005; Bakanoğulları ve Günay, 2010).

Çalışmamızda kullanılan Türkiye genelindeki alt havzaların coğrafi konumu şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Birim Hidrografların gözlemlendiği havzaların coğrafik konumu

1-İzmir-Menemen-Ulucak **2-**Konya-Seydişehir-Glabbera **3-** Samsun-Merkez-Öteköy **4-**Mersin-Tarsus-Topçu **5-**Samsun-Vezirköprü-Ayvalı **6-**Bilecik-Pazaryeri-Kurukavak **7-**Edirne-Merkez-Kumdere **8-**Kırklareli-Vize-Vizederesi **9-**Tokat-Merkez-Uğrak **10-**Tokat-Zile-Akdoğan **11-**İstanbul-Çatalca-Damlıca **12-**Eskişehir-Karapazar-Çayır **13-**Konya-Beyşehir-Karabalçık **14-**Adıyaman-Kahta-Harabe **15-**Yozgat-Sorgun-İkikara **16-**Ankara-Yenimahalle-Kayaönü **17-**Ankara-Haymana-Çatalkaya **18-** Şanlıurfa-Merkez-Kızlar **19-**Konya-Çumra-Çiçek **20-**Konya-Görmel-Ermenek **21-**Balıkesir-Susurluk(3-24 nolu alt havza) **22-**Balıkesir-Susurluk(3-13 nolu alt havza) **23-**Balıkesir-Susurluk(3-21 nolu alt havza) **24-**Balıkesir-Susurluk(3-34 nolu alt havza) **25-**Adana-Seyhan-Himmetli-Göksu **26-** Mersin-Hamam-Göksu

Çizelge 3.2. bu çalışmada kullanılmak üzere seçilmiş alt havzalara ait birim hidrograf karakteristik özellikleri göstermektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Çizelge 3.2. Ülkemiz alt havzalarına ait fiziksel bilgiler ve gözlenen hidrograf değerleri

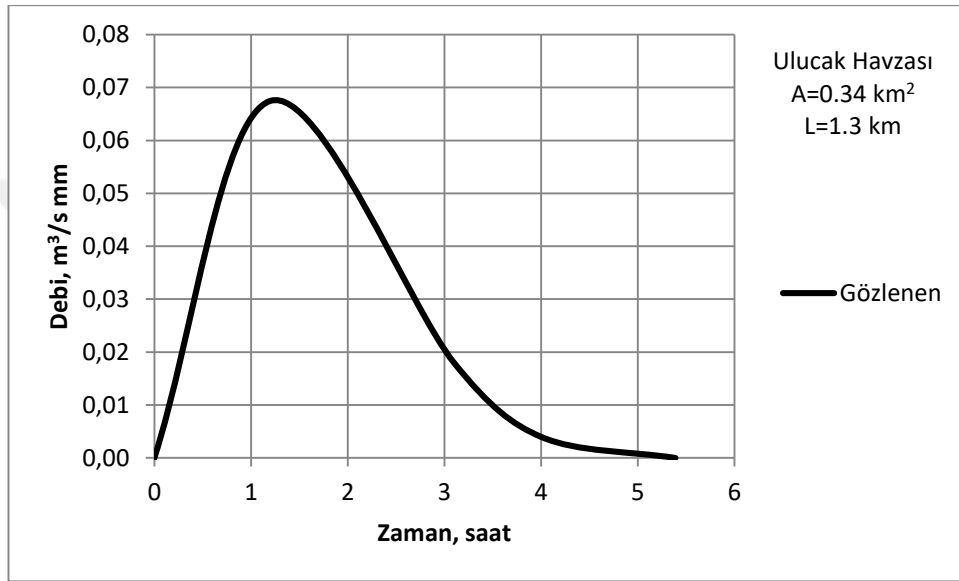
Havza adı	A (km ²)	L (km)	Qp (m ³ /s cm)	tr (sa)	tp (sa)	Tp (sa)	Tb (sa)	Sh (%)	P (mm)	E (m)	S (%)	C N
İzmir(Menemen-Ulucak)	0,34	1,3	0,675	0,6 9	0,8 5	1,20	5,39	1,3	587, 9	65	30, 0	80
Konya(Seydişehir-Glabbera)	1,20	2,0	2,93	1,0 0	1,2 9	1,79	4,64	0,1 0	932, 4	135 2	0,3	82
Samsun(Merkez-Öteköy)	1,20	1,5	3,08	0,3 6	1,0 0	1,18	5,78	9,0	580, 5	141	11, 9	88
Mersin(Tarsus-Topcu)	1,69	2,0	4,35	1,0 0	1,2 7	1,77	5,09	2,4	654, 2	117	16, 7	82
Samsun(Vezirköprü-Ayvalı)	3,61	2,3	12,70	0,5 1	0,7 1	0,96	2,67	7,7	593, 1	634	8,0	81
Bilecik(Pazaryeri-Kurukavak)	4,25	3,8	16,09	0,3 1	0,6 7	0,83	0,82	4,5	660, 3	953	17	80
Edirne(Merkez-Kumdere)	4,40	3,6	6,83	0,7 0	1,0 5	1,40	7,99	0,9	609, 6	139	4,0	77
Kırklareli(Vize-Vizederesi)	4,64	4,5	3,54	1,0 0	1,1 3	1,63	14,4 3	0,6	535, 5	215	3,0	67
Tokat(Merkez-Uğrak)	7,00	6,7	43,01	0,1 8	0,2 7	0,36	2,17	17	497, 0	129 2	20, 6	85
Tokat(Zile-Akdoğan)	7,38	4,8	15,51	1,0 0	0,9 6	1,46	3,54	8,1	552, 9	113 3	22, 5	75
İstanbul(Çatalca-Damlıca)	8,26	4,4	5,33	0,6 7	3,4 9	3,83	15,0 1	2,2	707, 4	184	5,6	88
Eskişehir(Karapazar-Çayır)	9,41	5,5	25,71	0,2 2	0,2 7	0,38	3,92	3,0	426, 8	119 7	13, 5	80
Konya(Beyşehir-Karabalçık)	10,60	5,0	12,84	1,0 0	1,7 5	2,25	8,89	2,7	466, 4	141 6	13, 0	70
Adıyaman(Kahta-Harabe)	11,66	6,0	15,99	1,0 0	1,8 8	2,38	7,65	2,2	612, 9	686	15, 7	81
Yozgat(Sorgun-İkikara)	13,00	5,0	15,25	1,0 0	1,7 5	2,25	6,66	7,0	434, 4	111 0	8,0	75
Ankara (Yenimahalle-Kayaönü)	16,13	5,4	89,92	0,3 3	0,3 4	0,51	4,05	4,6	441, 5	123 6	21, 0	86
Ankara(Haymana-Çatalkaya)	18,70	7,5	25,79	1,0 0	2,0	2,50	7,67	4,6	430, 3	125 9	21, 0	86
Ş,Urfa(Merkez-Kızlar)	26,25	6,3	50,26	0,5 8	1,0 4	1,33	9,30	1,9	443, 1	706	9,0	74
Konya(Çumra-Çiçek)	98,00	17,0	151,5	0,7 1	1,6 5	2,01	9,26	2,0	502, 1	136 0	12, 0	75
Konya(Görmel-Ermenek)	141,50	23,5	54,00	2,0 0	5,0 0	6,00	29,0 0	-	-	-	1,1 8	-
Balıkesir-Susurluk (3-24 nolu alt havza)	244,00	28,6	227,50	1,0 0	2,0 0	2,50	29,0 0	-	-	134 4	1,5 8	-
Balıkesir-Susurluk (3-13 nolu alt havza)	449,20	35,0	104,80	5,0 0	6,3 3	8,83	56,5 0	-	-	950	1,2 4	-
Balıkesir-Susurluk (3-21 nolu alt havza)	521,20	48,6	143,70	3,0 0	4,1 7	5,67	54,0 0	-	-	700	0,7 9	-
Balıkesir-Susurluk (3-34 nolu alt havza)	1297,6 0	85,20	259	6,0 0	7,0 0	10,0 0	55,0 0	-	-	208 9	0,8 8	-
Adana-Seyhan(Himmetli-Göksu)	2148	108	198	12	18	24	-	-	-	665	1,1 8	-
Mersin(Hamam-Göksu)	4300	161	417	20	24	34	100	-	-	-	0,8 3	-

3.2. Metot

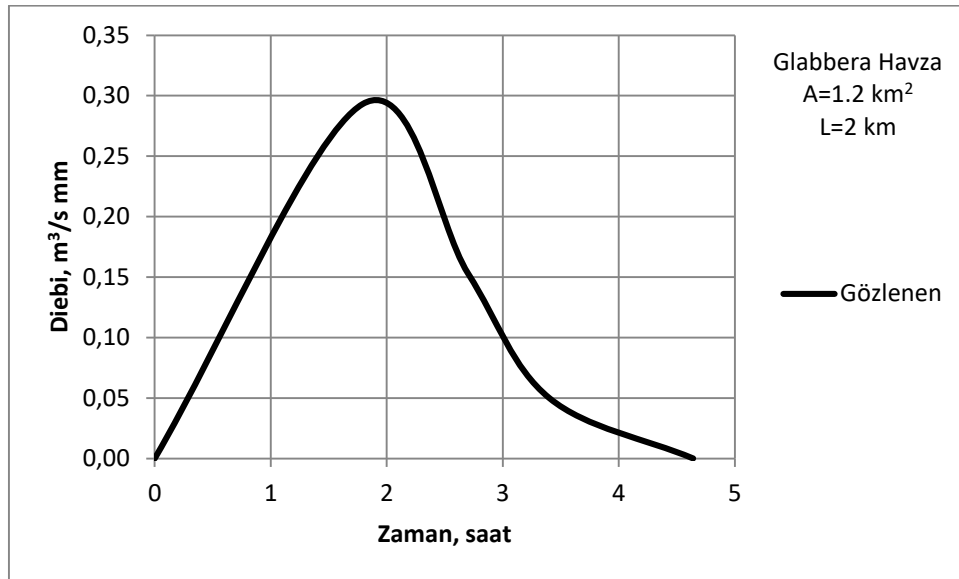
Bu çalışmada öncelikle ülkemiz geneli seçilen 26 adet havza için gözlenmiş birim hidrografa ait karakteristik özellikler ve ölçülmüş hidrograf değerleri kullanılarak havzaların gözlenen birim hidrograf eğrileri elde edilmiştir. Daha sonra gözlenmiş havza özellikleri ve hidrograf verileri kullanılarak Snyder yöntemi ile denklem katsayıları

hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu Snyder yöntemi ile elde edilen birim hidrograf metodu parametre değerleri pratikte kabul gören değerlerle kıyaslanmıştır.

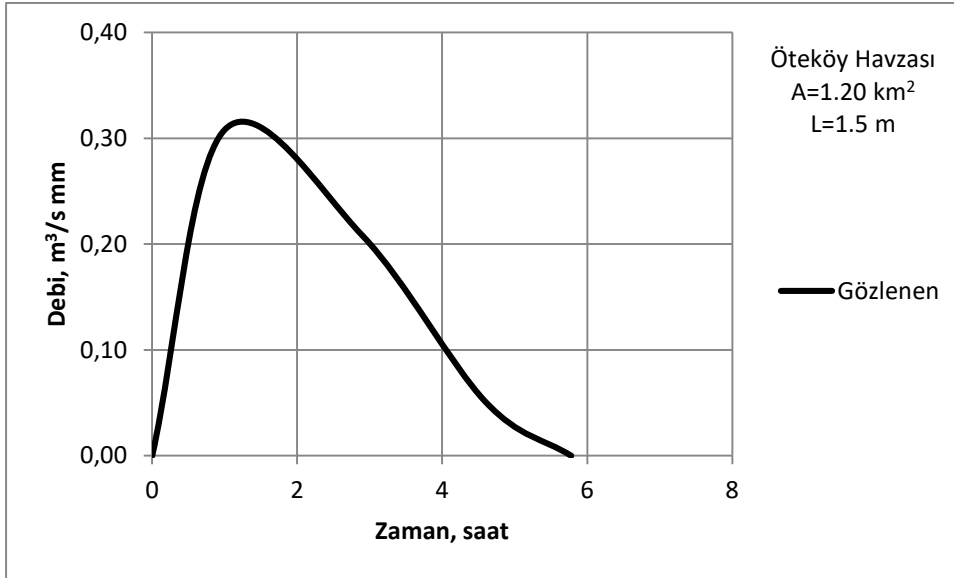
Ülkemiz geneli seçilen 26 adet alt havzaya ait gözlenmiş olan birim hidrograf parametreleri kullanılarak çizilen birim hidrograf eğrileri aşağıdaki şekillerde sırasıyla bütün havzalar için gösterilmiştir.



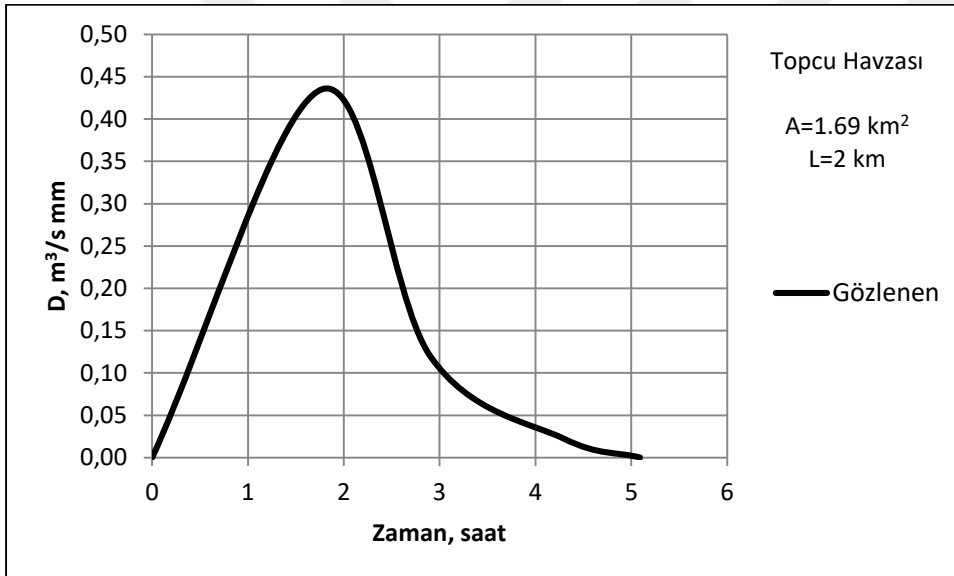
Şekil 3.2. İzmir Menemen Ulucak alt havzası gözlenen birim hidrograf



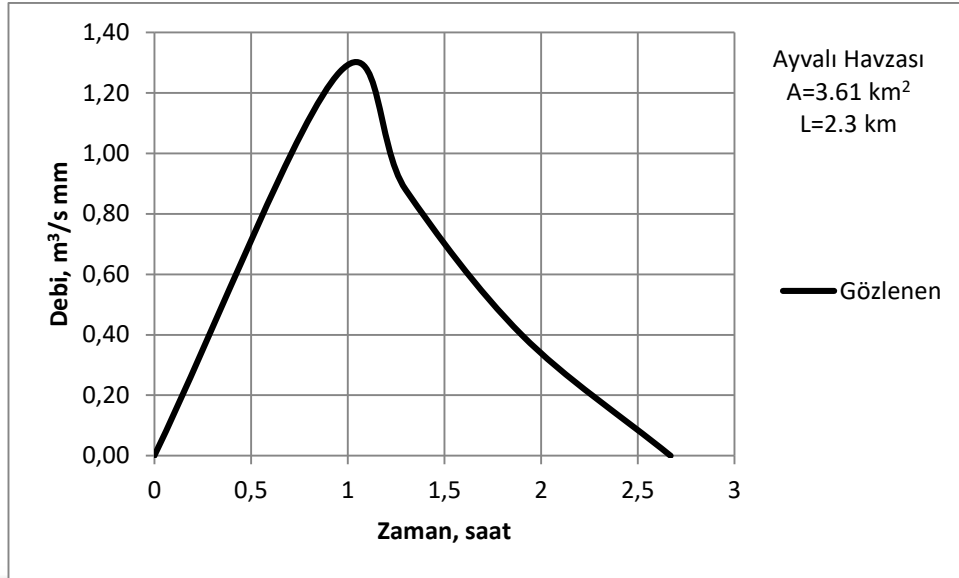
Şekil 3.3. Konya Seydişehir Glabbera alt havzası gözlenen birim hidrograf



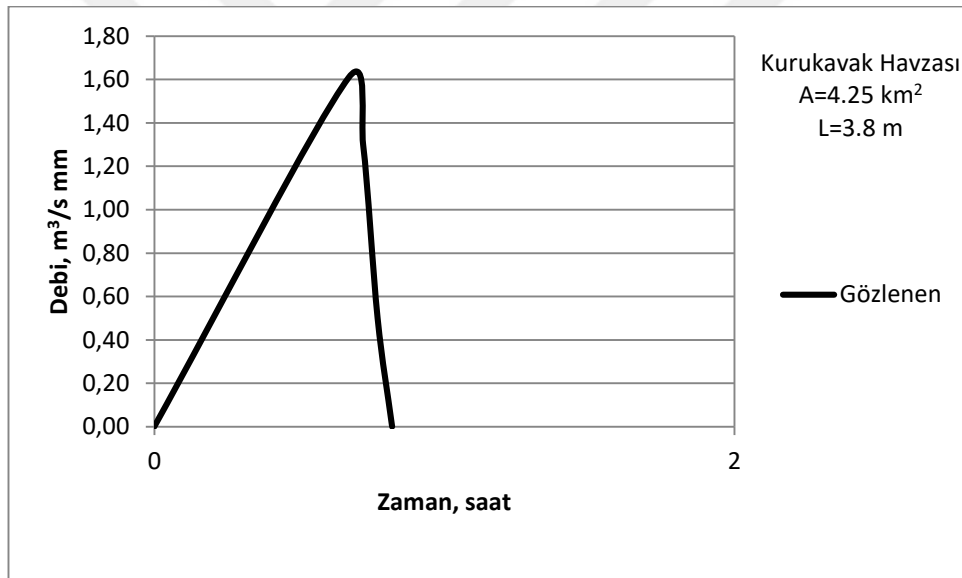
Şekil 3.4. Samsun Merkez Öteköy alt havzası gözlenen birim hidrograf



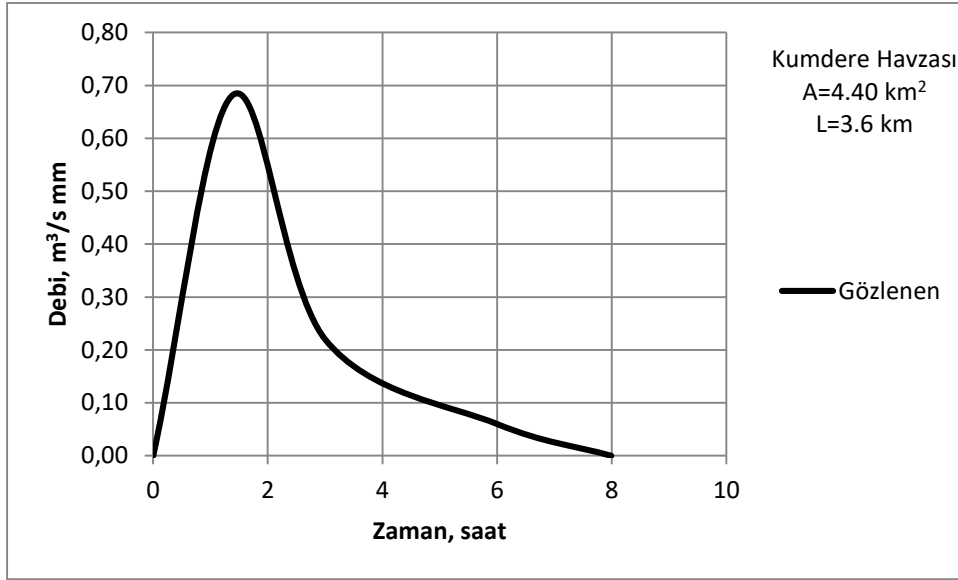
Şekil 3.5. Mersin Tarsus Topçu alt havzası gözlenen birim hidrograf



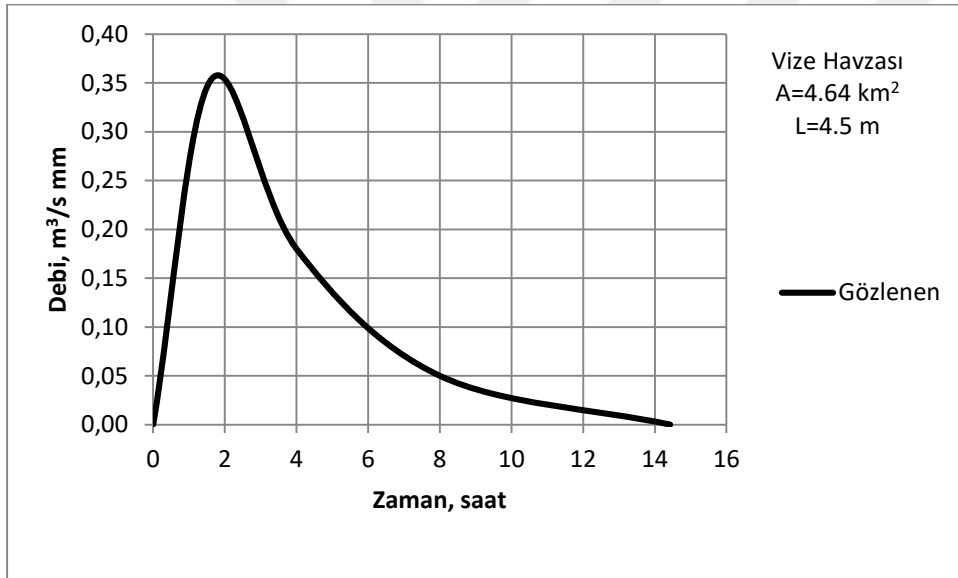
Şekil 3.6. Samsun Vezirköprü Ayvalı alt havzası gözlenen birim hidrograf



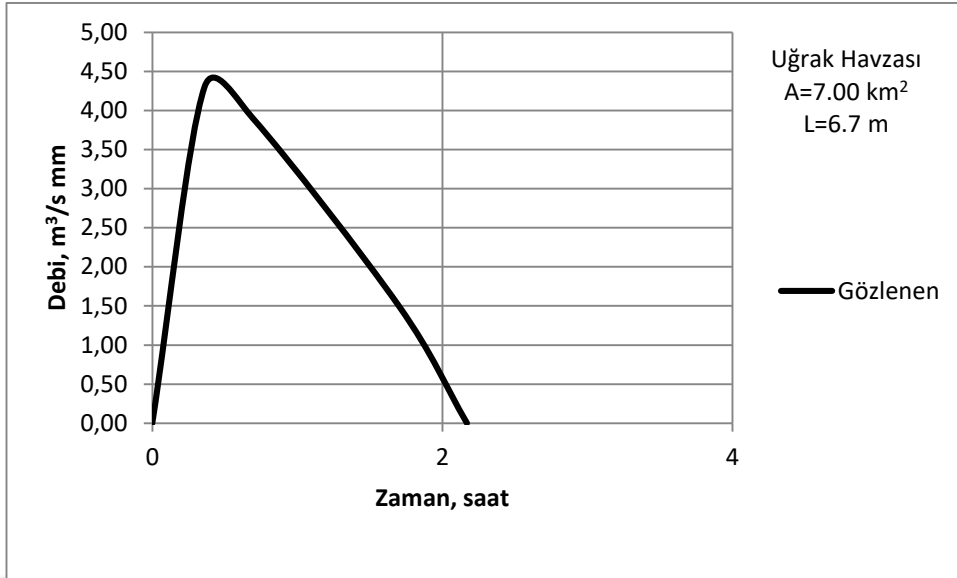
Şekil 3.7. Bilecik Pazaryeri Kurukavak alt havzası gözlenen birim hidrograf



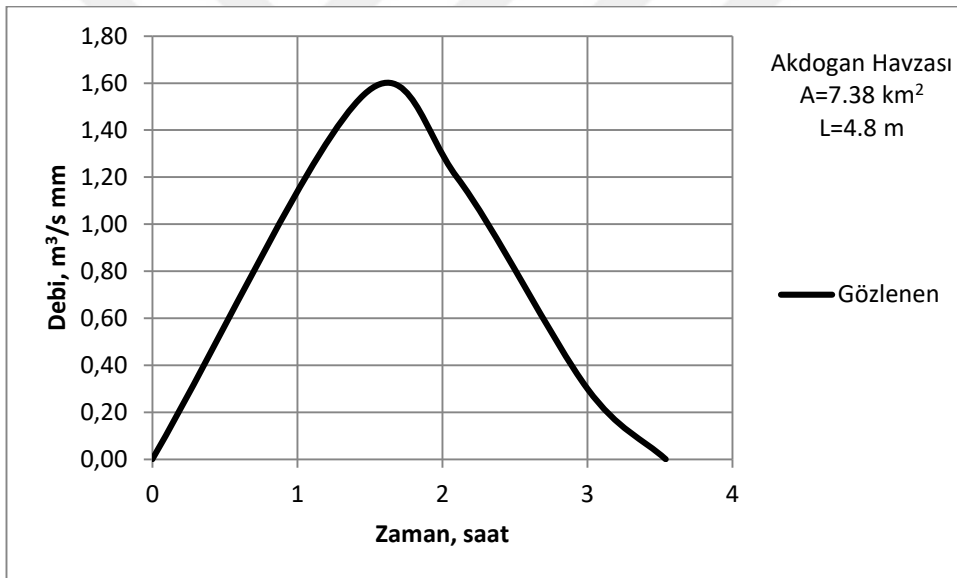
Şekil 3.8. Edirne Merkez Kumdere alt havzası gözlenen birim hidrograf



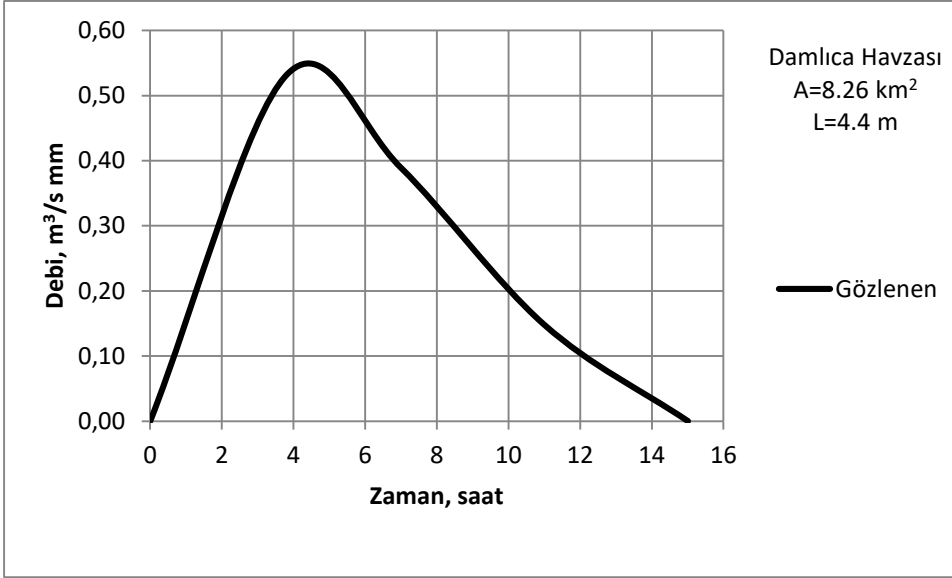
Şekil 3.9. Kırklareli Vize Vizederesi alt havzası gözlenen birim hidrograf



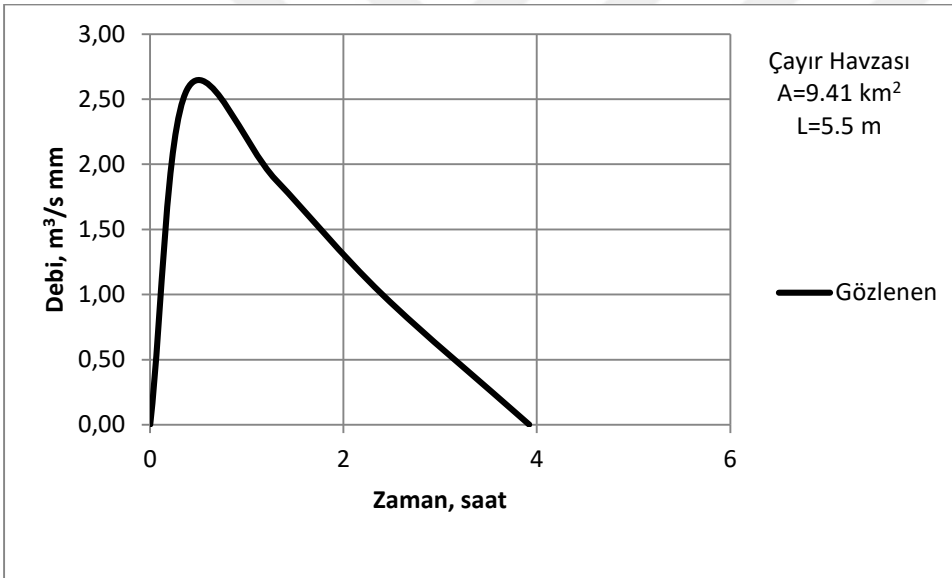
Şekil 3.10. Tokat Merkez Uğrak alt havzası gözlenen birim hidrograf



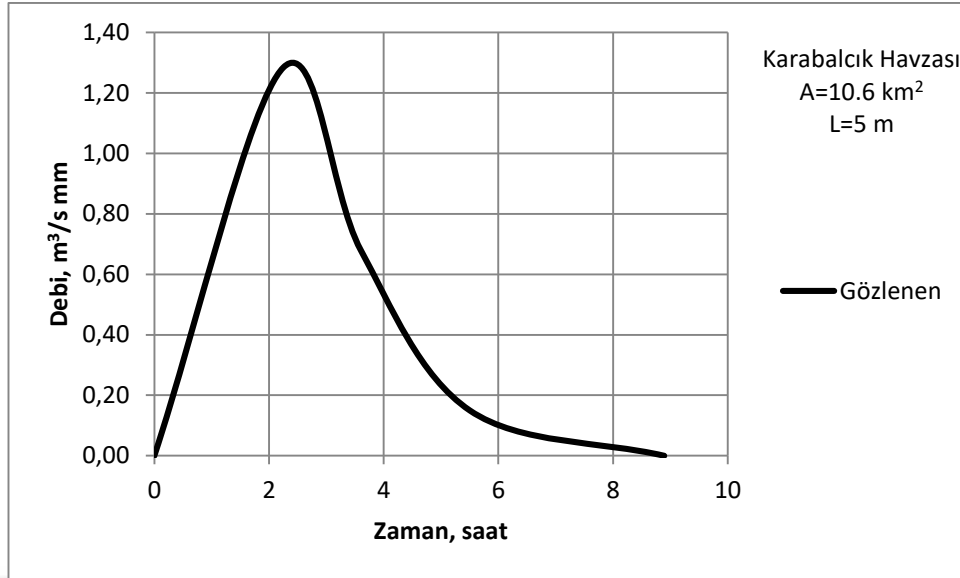
Şekil 3.11. Tokat Zile Akdoğan alt havzası gözlenen birim hidrograf



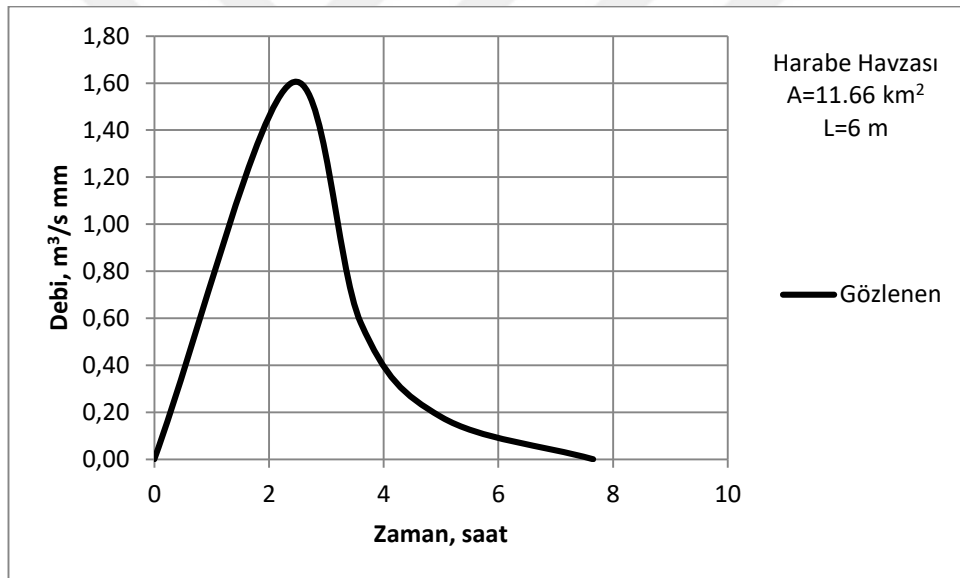
Şekil 3.12. İstanbul Çatalca Damlıca alt havzası gözlenen birim hidrograf



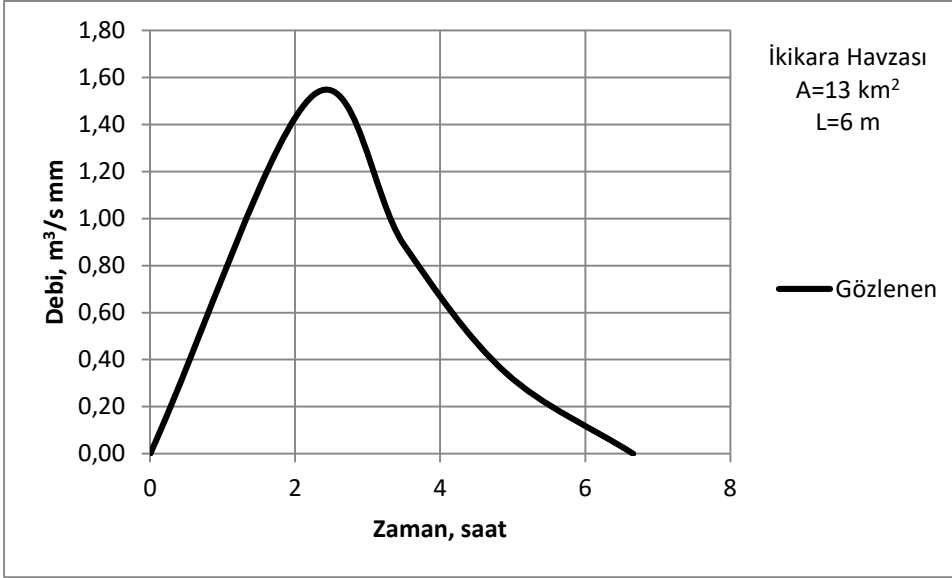
Şekil 3.13. Eskişehir Karapazar Çayır alt havzası gözlenen birim hidrograf



Şekil 3.14. Konya Beyşehir Karabalçık alt havzası gözlenen birim hidrograf



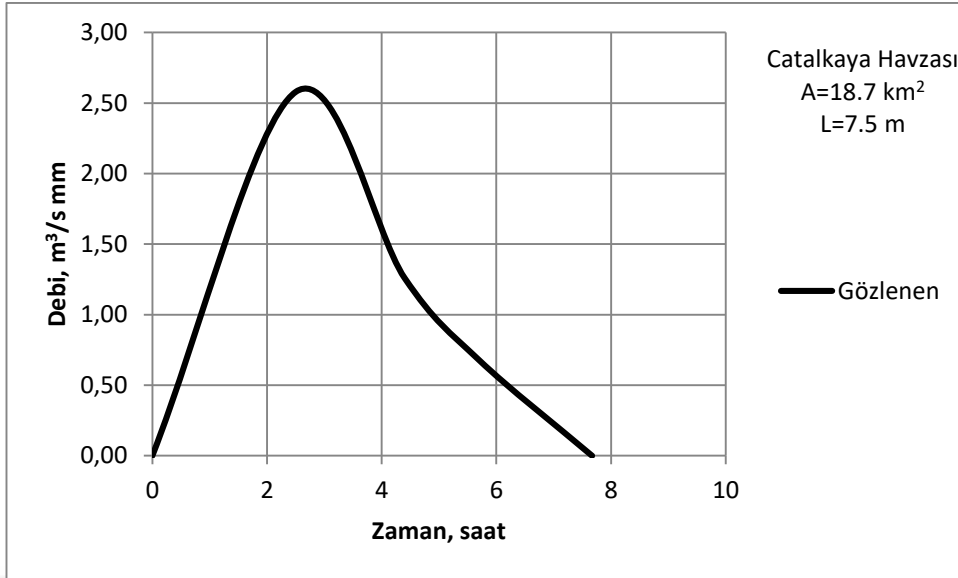
Şekil 3.15. Adıyaman Kahta Harabe alt havzası gözlenen birim hidrograf



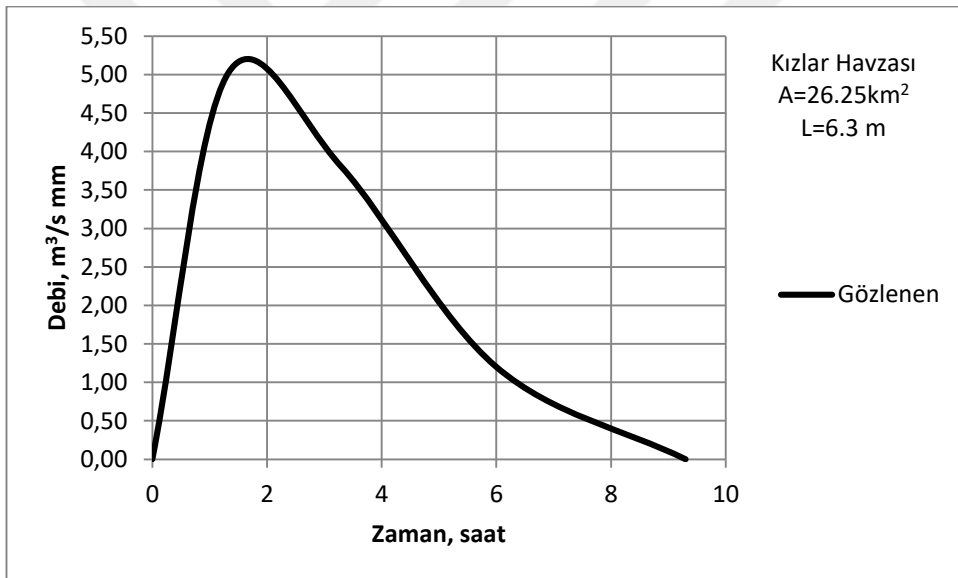
Şekil 3.16. Yozgat Sorgun İkikara alt havzası gözlenen birim hidrograf



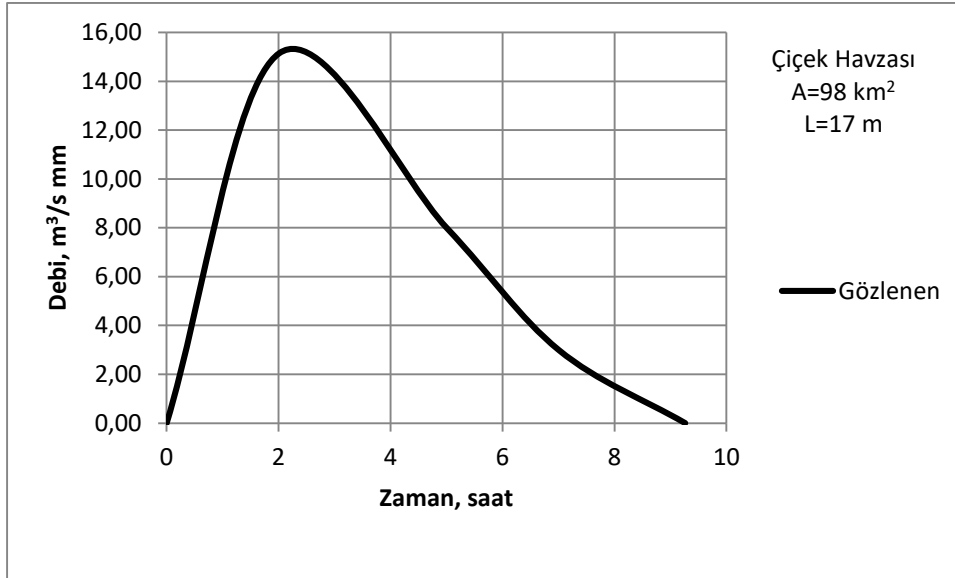
Şekil 3.17. Ankara Yenimahalle Kayaönü alt havzası gözlenen birim hidrograf



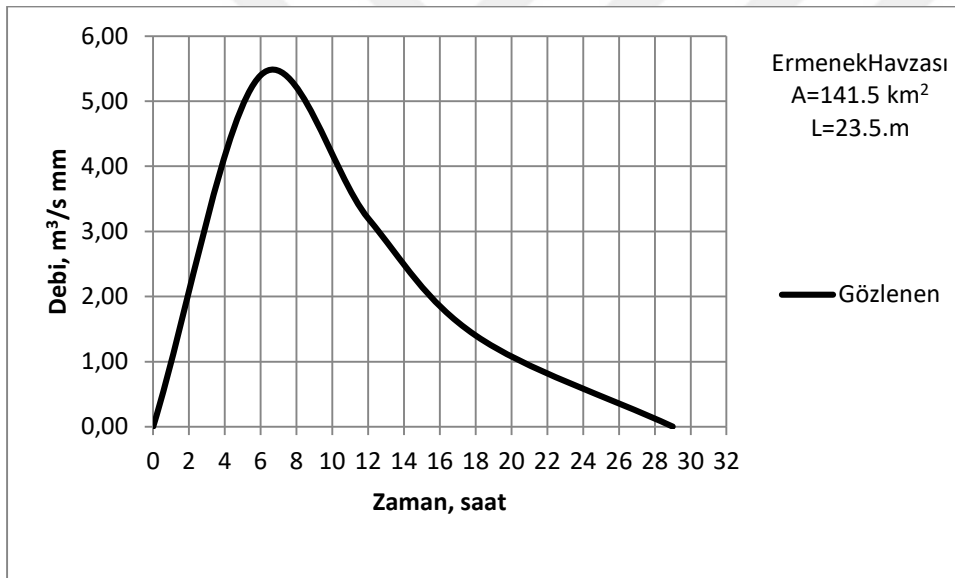
Şekil 3.18. Ankara Haymana Çatalkaya alt havzası gözlenen birim hidrograf



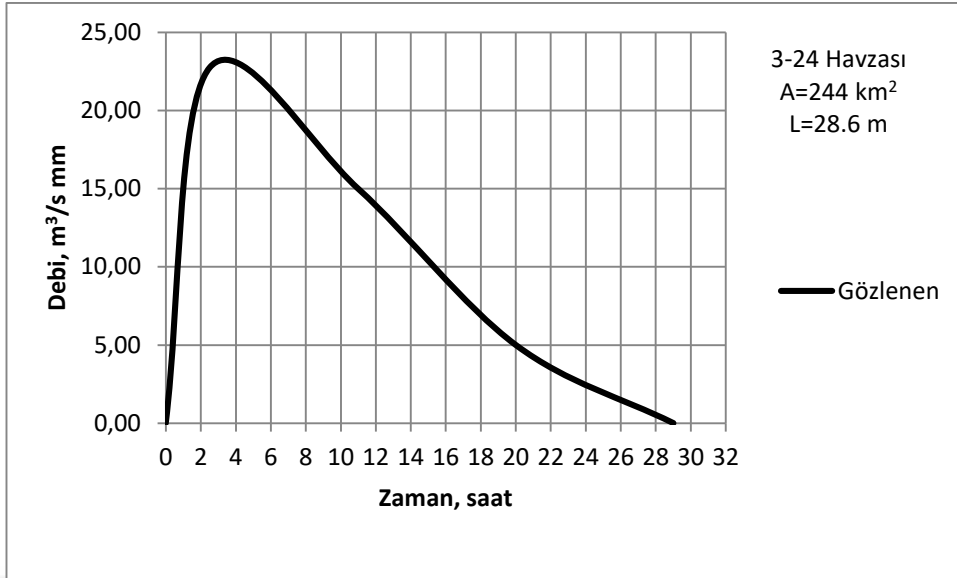
Şekil 3.19. Şanlıurfa Merkez Kızlar alt havzası gözlenen birim hidrograf



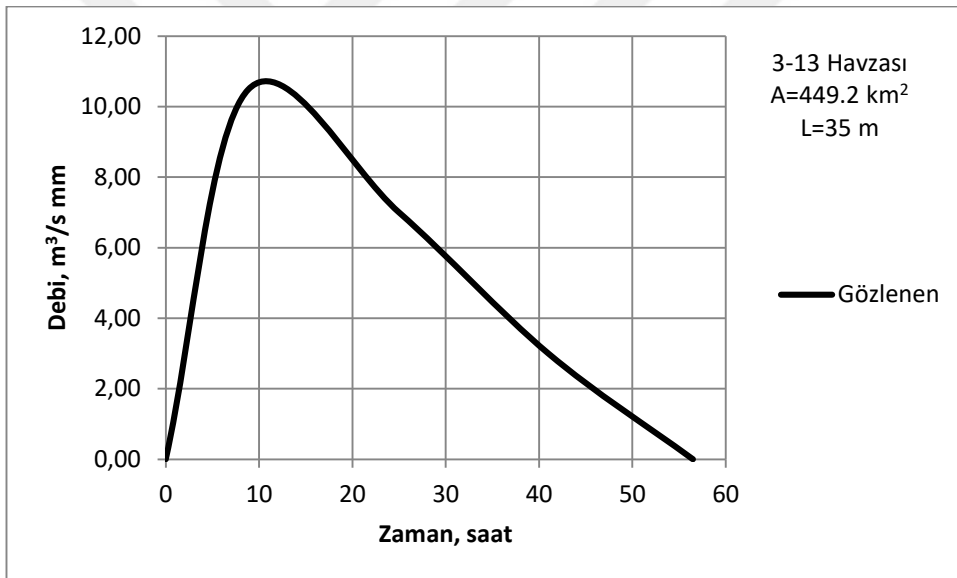
Şekil 3.20. Konya Çumra Çiçek alt havzası gözlenen birim hidrograf



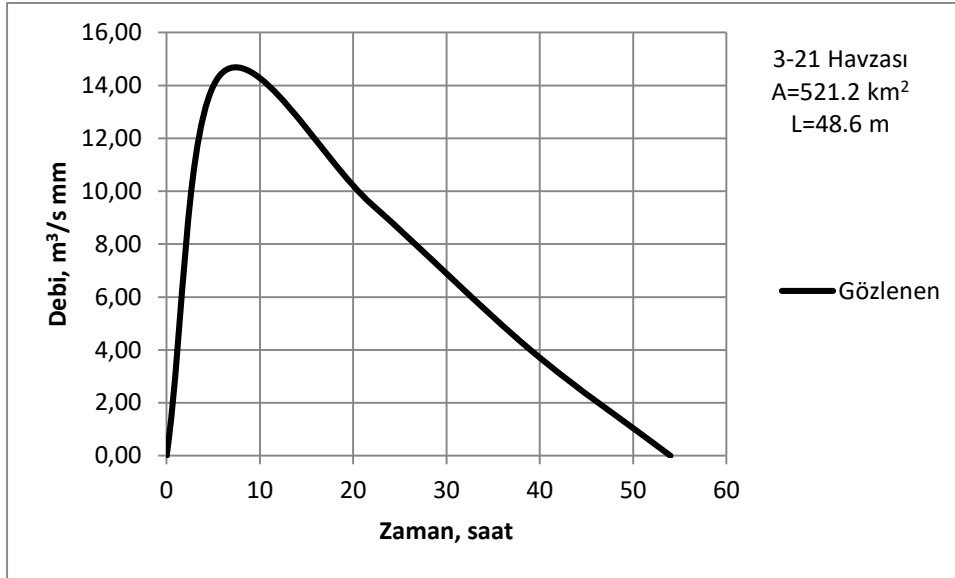
Şekil 3.21. Konya Görmel Ermenek alt havzası gözlenen birim hidrograf



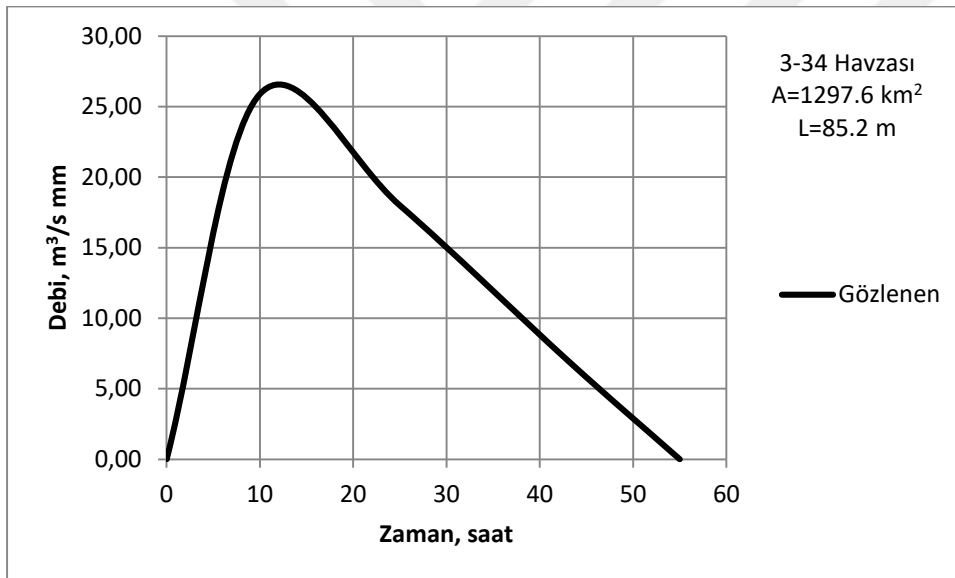
Şekil 3.22. Balıkesir Susurluk 3-24 alt havzası gözlenen birim hidrograf



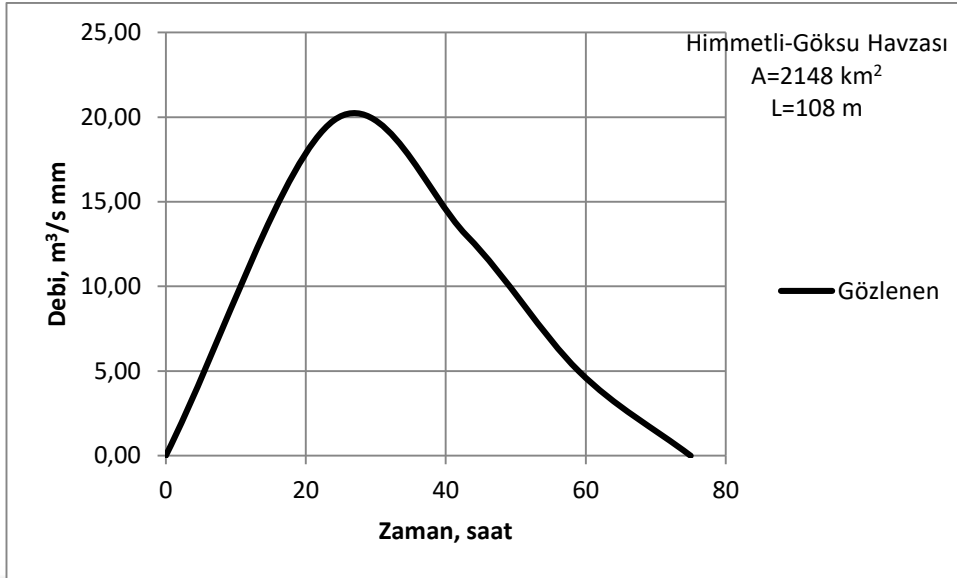
Şekil 3.23. Balıkesir Susurluk 3-13 alt havzası gözlenen birim hidrograf



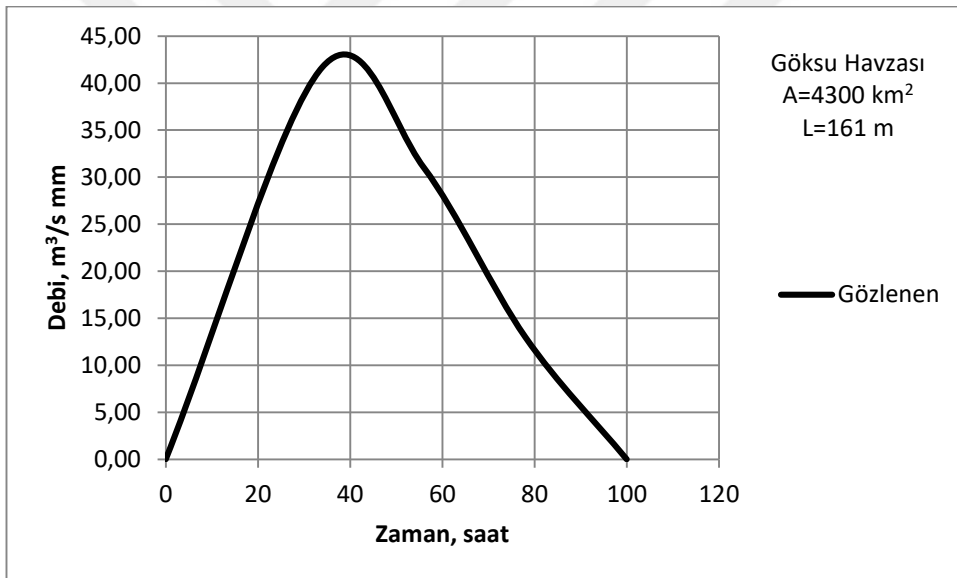
Şekil 3.24. Balıkesir Susurluk 3-21 alt havzası gözlenen birim hidrograf



Şekil 3.25. Balıkesir Susurluk 3-34 alt havzası gözlenen birim hidrograf



Şekil 3.26. Adana Seyhan Himmetli Göksu alt havzası gözlenen birim hidrograf



Şekil 3.27. Mersin Hamam Göksu alt havzası gözlenen birim hidrograf.

3.3. Akarsu Havzası

Yeryüzünde bulunan yüzeysel sular yerçekiminin etkisi ile eğimin en çok olduğu yönde belirli bir alanda toplanarak çizgisel bir akım oluşturmaktadır. Akarsu, bu şekilde oluşan doğal su yolları içinde hareket eden suların genel adıdır. Akarsular; aşındırma, taşıma ve yığılma sureti ile yeryüzünün şekillenmesini etkileyen en önemli dış etkenlerdendir. Akarsular yer kabuğunun bölgesel olarak suları toplayarak hidrolojik çevrimin önemli bir noktasını oluştururlar.

Akarsu havzası, bir akarsuyun sularını toplayan alan olarak tanımlanabilir. Dünya yüzeyine düşen yağış sularının biriktiği bölgelere akarsuların su toplama havzası adıyla anılmaktadır. Ülkemiz akarsu ve havza özelliklerine bağlı olarak topografik olarak 26 adet akarsu havzasına bölünmüştür (Şekil 3.28.).



Şekil 3.28. Türkiye akarsu havza konumları

3.3.1. Akarsu Havzalarının Özellikleri

Havzaların hidrograf özellikleri ile muhtemel pik zamanı, pik debi, taban zamanı ve yoğunlaşma zamanı gibi ilişkilerinin anlaşılabilmesi için havzaların jeomorfolojik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Havzaların jeomorfolojik özelliklerini aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

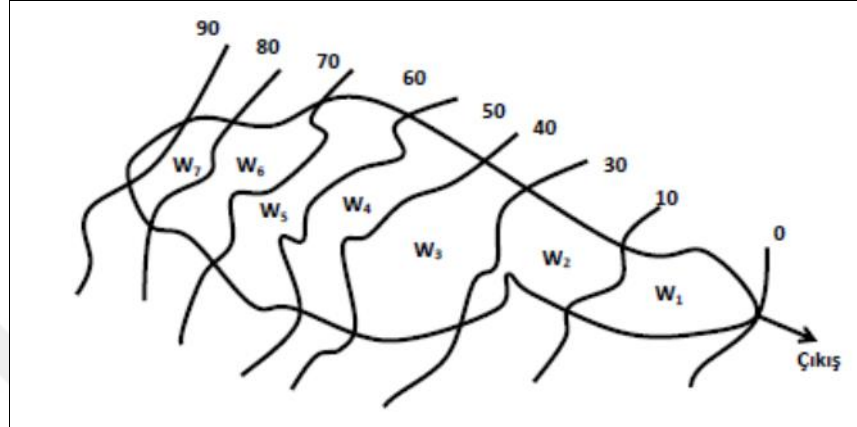
3.3.1.1. Akarsu Havza Alanı

Bir akarsuyun belirli bir noktaya kadar aktığı yatay yeryüzü alanı drenaj alanını oluşturur. Küçük havzalarda büyük havzalara oranla akış daha düzensizdir bunun nedeni birim alan başına akan maksimum debinin daha büyük olmasıdır. Geçiş süresi havza alanıyla doğru orantılı olarak büyümektedir (Bayazıt, 2011).

Drenaj alanı dört kategoride incelenmektedir:

- i) 1000 km²'den büyük drenaj alanları çok büyük,

- ii) 1000 km² ile 100 km² arası drenaj alanları büyük,
- iii) 100 km² ile 5km² arası drenaj alanları orta,
- iv) 5 km²'den küçük drenaj alanları ise küçük drenaj alanı olarak adlandırılır (Şen, 2004).



Şekil 3.29. Topografik harita (Şen 2004)

Şekil 3.29.'daki topografik haritada su ayırım hattının sınırları çizilerek drenaj alanının nasıl hesaplanabileceğini görebiliriz. Bazı bölgelerdeki artış drenaj havzasının yağış payında artışa neden olur ve aynı şekilde yüzey ve yeraltı suyu payı da artar.

3.3.1.2. Drenaj Yoğunluğu ve Drenaj Frekansı

Havza içindeki su taşıyan tüm doğal kolların toplam uzunluğunun havza alanına oranı bize “Drenaj Yoğunluğu” nu verir (Beyazıt, 2011):

$$D_d = L_T/A \quad (3.1)$$

Bu formüldeki;

D_d = Drenaj yoğunluğu

L_T = Devamlı ve periyodik akarsu kanallarının toplam uzunluğu

A = Havza drenaj alanı (km²) temsil etmektedir (Şen, 2004).

Drenaj yoğunluğu genellikle 0,5 ile 2,5 km/km² arasında değişmektedir. (Beyazıt, 2011). Bir havzanın drenaj yoğunluğu ne kadar fazlaysa gelişmiş bir drenaj sisteminin olduğunu ve yüzeysel akışın o kadar hızlı hareket ettiğini gösterir. Drenaj yoğunluğu ne

kadar fazlaysa sızma o kadar az olur. Bu da erken pik hidrograf ve büyük pik debi oluşumuna yol açar (Şen, 2004).

Yıl boyunca kurumayan akarsu ve alt-akarsu kanallarının sıklığını göstermektedir.

Drenaj frekansı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$D_f = \frac{N_s}{A} \quad (3.2)$$

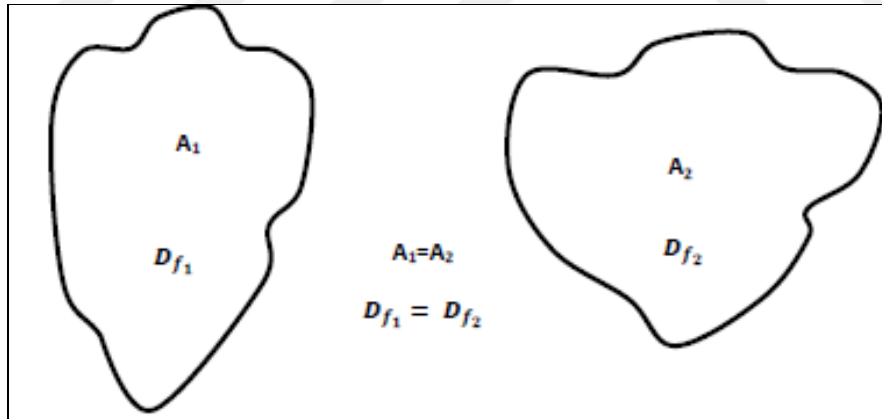
Bu formülde;

D_f = Drenaj frekansı

N_s = Havza alanındaki tüm akarsuların sayısı

A = Havza drenaj alanı (km²) temsil etmektedir.

Drenaj Frekansı bölgedeki iklim şartlarının akarsu uzunluğuna etkisini gösterir akarsu frekansındaki artış sızma kapasitesiyle doğru orantılı olarak artış gösterir. Yüzey akış kanalı ve alt-akarsu kanalları drenaj frekansının hesaplanmasında dikkate alınır. Drenaj havzasındaki sağanak yağış hidrograf pikinin daha erken oluşmasına ve büyük pik debiye neden olur (Şen, 2004).



Şekil 3.30. Eşit alanlı iki havza ve drenaj frekansı (Şen, 2004)

3.3.1.3. Drenaj Havzasının Şekil Faktörü ve Uzama Oranı

Drenaj havzasının şekli akış ve taşkın olaylarını ve onların zamansal ve mekânsal dağılımlarını etkilemektedir. Bu faktör aşağıdaki şekillerde hesaplanabilir;

i) Memba ile mansap arasındaki en uzun doğru çizgi uzunluğunun karesinin havza alanına oranı

$$S_{f1} = \frac{L^2}{A} \quad (3.3)$$

Şekil faktörü birden büyük bir değere sahiptir.

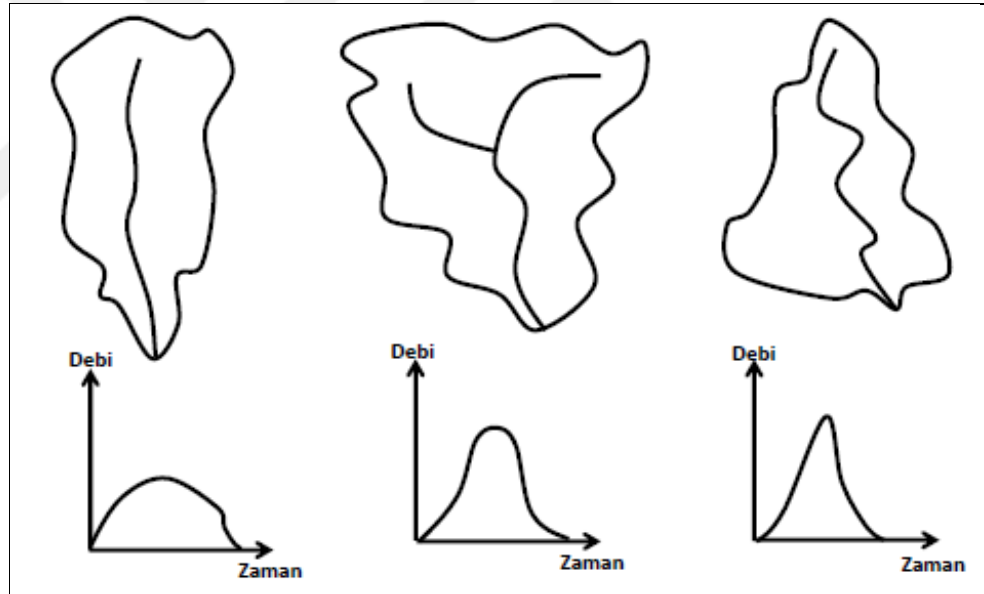
ii) Havza alanı ile eşit daire alanına sahip dairenin çapının (D), memba ile mansap arasındaki en uzun doğru çizgi uzunluğuna oranı

$$S_{f2} = \frac{D}{L} \quad (3.4)$$

iii) Drenaj havzanın çevre uzunluğunun (D_w) havza alanı ile eşit daire alanına sahip olan dairenin çevresine (D_c) oranı

$$S_{f3} = \frac{D_w}{D_c} \quad (3.5)$$

Bu sayının büyüklüğü havzanın dar ve uzun olduğunu ifade eder. Çeşitli havzalara düşen yağışlar farklı sonuçlar doğurması beklenmektedir (Şen, 2004).



Şekil 3.31. Havza şeklinin hidrograf üzerindeki etkisi (Şen, 2004)

Havzanın şekli şekil 3.31.'de de görüldüğü gibi hidrografın şeklini etkilemektedir (Bayazıt, 2011). Uzun ve dar havzalara düşen yağışların daha düz ve uzun süreli hidrograf şekilleri oluşturduğu Geniş havza durumunda ise hidrograf süresi kısalmakta ve pik debi büyümektedir (Şen, 2004).

1956 yılında Schumm yaptığı araştırmalarında havza alanı ile aynı alana sahip bir daire çapının maksimum havza uzunluğuna oranına uzama oranı adını vermiştir:

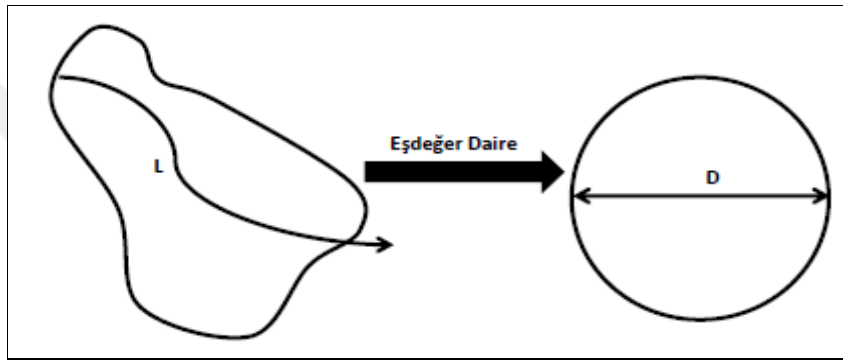
$$R_e = \frac{D_c}{L_b} \quad (3.6)$$

Bu formüldeki;

R_e = uzama oranı

D_c = havza alanı ile aynı alana sahip dairenin çapı

L_b = maksimum havza uzunluğunu temsil etmektedir.

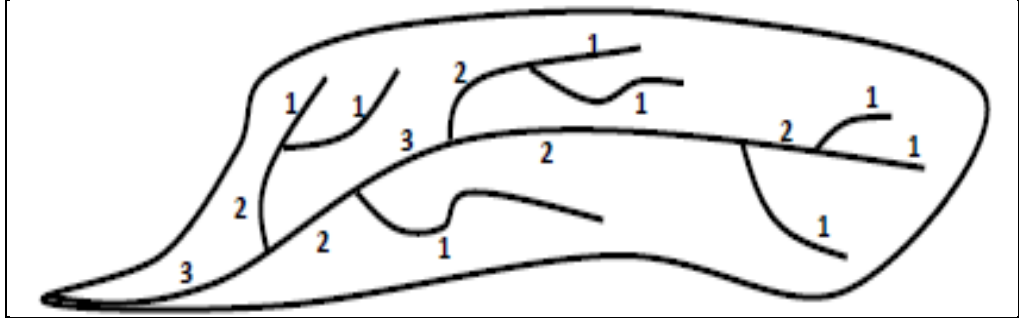


Şekil 3.32. Farklı uzama oranları (Şen, 2004)

Havzanın şekli daire şekline yaklaştıkça uzama oranının değeri 1'e yaklaşır. Çeşitli iklimsel ve jeolojik rejimlerde bu oran 0.6 ile 1 arasında değerler almaktadır. Çok düşük derinlikteki bölgeler için ise 1'e yaklaşıırken, daha güçlü derinlikteki ve dik zemin eğimine sahip bölgeler için bu oran 0.6 ile 0.8 arasında değerler almaktadır (Singh ve ark., 2011).

3.3.1.4. Akarsuyun Mertebesi ve Benson Eğimi

Havzalar şekil 3.33.'teki gibi bir ana kanal ve yan dallarından oluşmaktadır. Horton 1945 yılında akarsu ağı ile ilgili yaptığı çalışmalarda ıslak hava koşullarında normal akışlara sahip en küçük kanallara 1 den başlamak üzere küçük kanallar birleştikçe değer artırmak kaydıyla en geniş kanal olan ana kanala ulaşana kadar değeri artırmıştır ana kanalda ulaştığı en yüksek sayıya bu akarsuyun mertebesi adını vermiştir (Bayazıt, 2011).



Şekil 3.33. Havzalarda drenaj mertebesi (Şen, 2004)

Benson eğimi de denilen ana kanal eğimi hesabı aşağıdaki gibidir:

$$S = \frac{E_f - E_o}{L} \quad (3.7)$$

Bu formülde;

S = Ana kanal eğimi

E_f = En uzak noktadaki kot

E_o = Çıkış noktası

L = Ana akım uzunluğunu temsil etmektedir.

Eğim artarsa akış düzensizleşir, geçiş süresi azalır ve birim alanda oluşan maksimum debi artar (Bayazıt, 2011).

3.3.1.5. Çatallanma Oranı ve Sentroid Uzunluğu

1945 yılında Horton'un yapmış olduğu çalışmalarda çatallanma oranının (R_N), (N_i), i 'inci sıradaki kanalların, N_{i+1} $i+1$ 'inci sıradaki kanalların sayısına oranına bakarak iki ardışık sıra arasındaki oranın nispeten sabit olduğunu yaptığı deneyler sonucunda tespit etmiştir. Horton'un akarsu sayısı yasası aşağıdaki formülle ifade edilir:

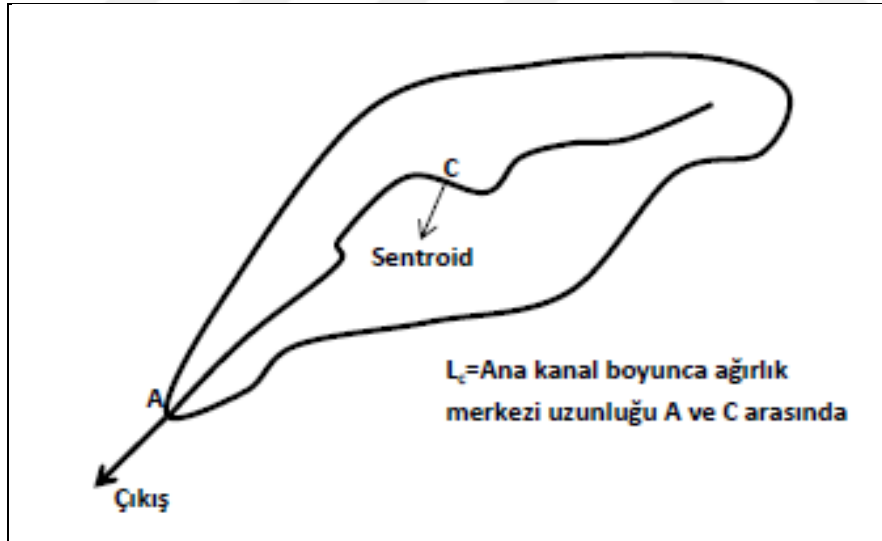
$$R_N = \frac{N_i}{N_{i+1}} \quad (3.8)$$

Horton benzer şekilde Akarsu uzunluğu (R_L) ve Akarsu alanı (R_A) oranlarının da nispeten sabit olduğunu tespit etmiştir. Akarsu uzunluğu yasası ve akarsu alanı yasası aşağıdaki formüllerle ifade edilebilir:

$$R_L = \frac{L_{i+1}}{L_i} \quad \text{ve} \quad R_A = \frac{A_{i+1}}{A_i} \quad (3.9)$$

Farklı havzalar için hazırlanmış ölçekli topografya haritalarından benzer oranlar elde ediliyorsa bu havzaların karakteristik özelliklerinin birbirine benzer olduğundan bahsedebiliriz (Şen 2004).

Sentetik Birim Hidrograf Metodunun önemli bir parametresi ana kanal üzerindeki havza sentroidine en yakın nokta ile çıkış noktası arasındaki mesafe sentroid uzunluğu olarak adlandırılır. Sentroid noktası, havzanın bir modeli en az iki noktadan asılarak dikey düz çizgiler çizilir iki çizginin kesişme noktası havza sentroidinin yerini verir. Sentroidinana kanal üzerindeki izdüşümü ise kanalın sentroide en yakın noktasını belirtir. (Şen 2004)



Şekil 3.34. Sentroid uzunluğu (Şen, 2004)

3.3.1.6. Drenaj Havzasının Yükseklik Özellikleri

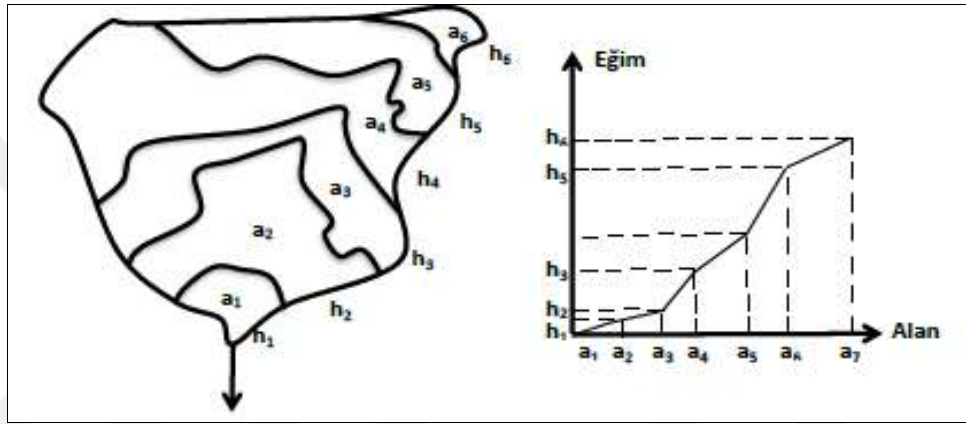
Verilen herhangi bir sınır çizgisinin altındaki alt alanların toplam yüzdesi hesaplanırken yükseklik eğrileri arasında kalan alt alanların toplam havza alanının dışındaki her bir alt alanın yüzdesi hesaplanır. İki ardışık sınır arasındaki alan (a_i) ile bu

alt alanın ortalama yüksekliği (e_i) ile gösterilirse havzanın ortalama yüksekliği ($\bar{E}$) aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\bar{E} = \left(\frac{a_1}{A}\right) e_1 + \left(\frac{a_2}{A}\right) e_2 + \dots + \left(\frac{a_n}{A}\right) e_n \quad (3.10)$$

ya da

$$\bar{E} = p_1 e_1 + p_2 e_2 + \dots + p_n e_n \quad (3.11)$$



Şekil 3.35. Eşyüksekti çizgileri arasında kalan alanlar ve eğim grafiği (Şen 2004)

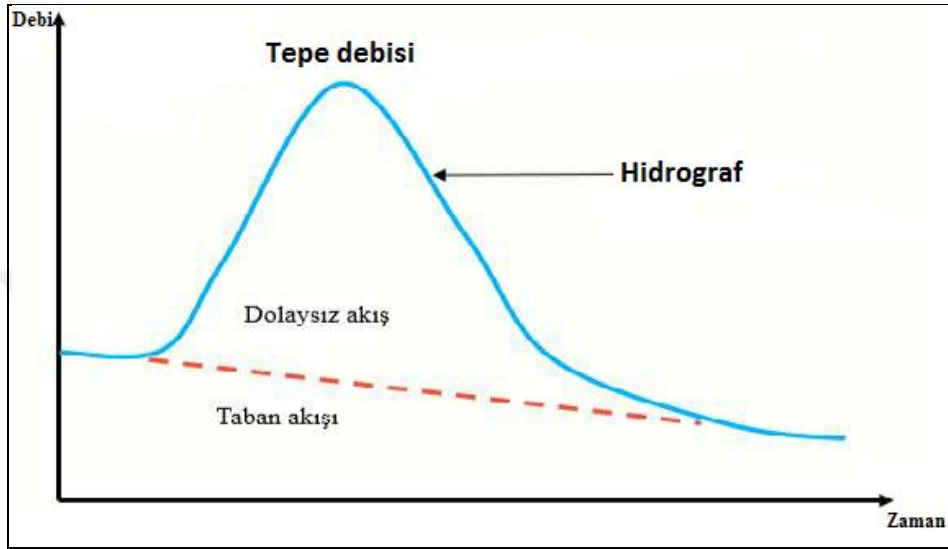
Yükseklik ile drenaj alanının genel ortalama yüksekliği üzerindeki alanın yüzdesi arasında eğrisel bir grafik çizilirse yükseklik arttıkça bu seviyedeki alanın yüzdesi de artar. Grafik yüksekliğe bağlı yağış değişimlerinde kullanılabilir (Şen 2004)

3.4. Yüzeysel Akış ve Hidrograf

Yağışlar tutma, sızma ve buharlaşma kayıplarının çıkmasından sonra su toplama havzasının yüzey şekillerine göre, ilk olarak ince tabakalar halinde genel mecralar dışındaki yüzeylerden yer çekimi ve yerel eğimlerin etkileriyle en yakın mecralara, oradan da daha hızlı bir şekilde su toplama havzasının çıkış noktasına doğru akar. Bu akışların mecralarında olanlarına yüzey akışı denir (Şen 2003).

Bir akarsu kesitindeki akış miktarının zaman içerisindeki değişimini gösteren grafiğe hidrograf denilmektedir (Bayazıt 2011). Bir havzanın yağışlar karşısında nasıl tepki verdiğini temsil etmektedir.

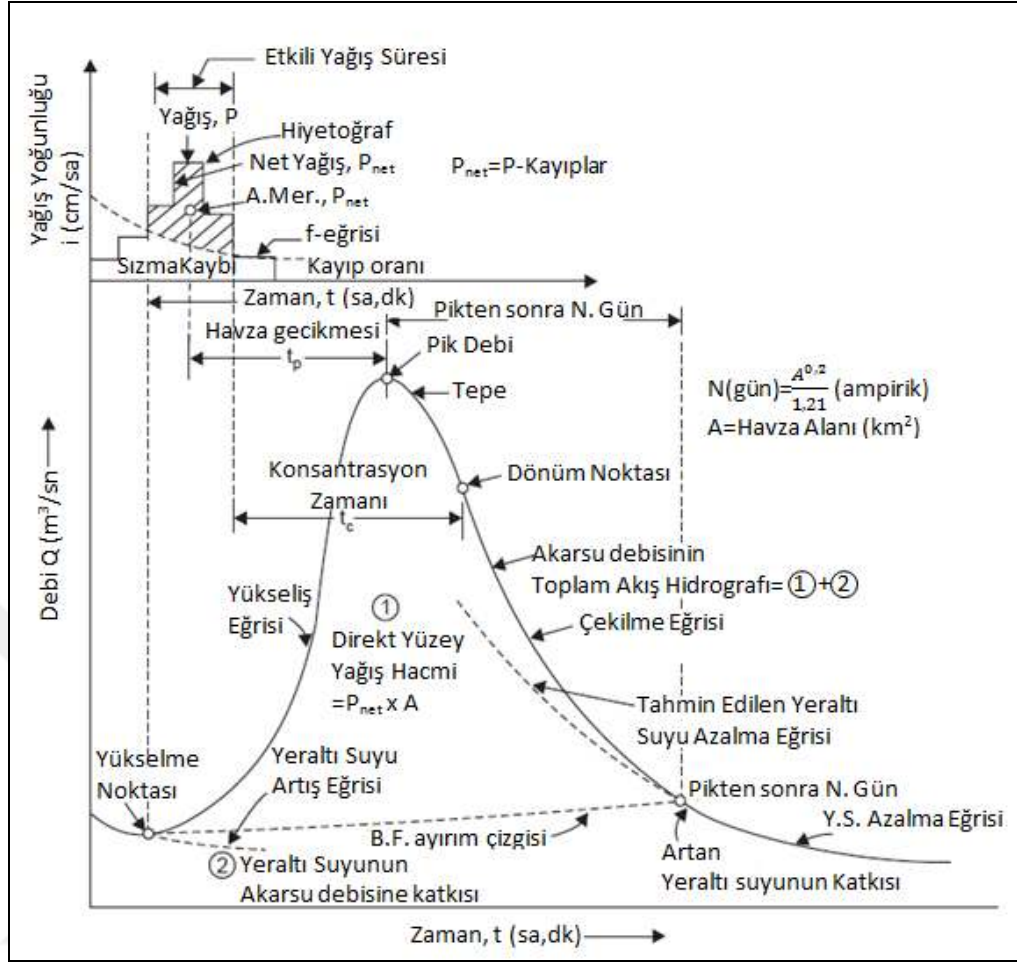
Genel olarak buna su grafiği adı da verilebilir ve bir kesitten birim zamanda geçen suyun miktarının zamanla değişimini gösteren bir grafik olarak tanımlanır (Şen 2003).



3.4.1. Hidrografların Elemanları

Bir hidrograf üç parçadan meydana gelmektedir: Yükseliş eğrisi, tepe noktası ve iniş eğrisi.

Yükseliş Eğrisi: Şekil 3.37’de görüldüğü gibi başlangıçta debinin zamanla artış gösterdiği eğri yükseliş eğrisi olarak adlandırılmaktadır. Bu eğrinin şekli yağış öncesi şartlara ve yağışın özelliklerine bağlıdır. Yağışın başlangıcından itibaren havzanın yukarı kısımlarından gelen suların katkısı zaman ilerledikçe arttığından bu eğri genellikle yukarı doğru iç bükeydir. Çıkış noktasından uzaklaştıkça yükseliş eğrisinin eğimi artmaktadır (Bayazıt, 2011).



Şekil 3.37. Akarsu akış hidrografının bileşenleri (Raghunath, 2006)

Tepe Noktası: Yükselme eğrisi üzerindeki debinin maksimum değere ulaşarak debi artışının sonlandığı nokta hidrografın tepe noktası olarak adlandırılmaktadır. Tepe noktası ile hyetografin ağırlık merkezi arasında bulunan zaman aralığı ise gecikme zamanı olarak adlandırılmaktadır (Kurt, 2007).

Alçalma (Çekilme) Eğrisi: Debinin maksimum değerine ulaştıktan sonra zamanla azalmaya başladığı eğri iniş eğrisi olarak adlandırılır. Bu eğrinin şekli havzanın karakterine bağlıdır (Bayazıt, 2011).

3.5. Birim Hidrograf

Birim hidrograf kavramı ilk kez Sherman (1932) tarafından ortaya konulmuştur. Bir havzanın birim hidrografı, drenaj alanı üzerine düzgün yayılı bir şekilde ve bir birim sabit yoğunluklu aşırı yağış hacminden kaynaklanan dolaysız akış hidrografı olarak tanımlanır. Aşırı ya da etkili yağışın birim hacminin süresi, etkili süre olarak adlandırılıp belirli bir birim hidrografı tanımlar ve sınıflandırır. Birim hacmin genellikle havza alanı üzerine düzenli bir şekilde dağılan etkili yağışın 1 cm'si ile ilişkili olduğu düşünülür (Ramirez 2000).

3.5.1. Birim Hidrografların Elemanları

Bir birim hidrografı oluşturan elemanlar şu şekilde sıralanabilir (Chow ve ark., 1988)

Taban Genişliği (T_b): Birim hidrografın dolaysız yüzey akışı süresi (bir birim fırtına nedeniyle) taban genişliği olarak adlandırılmaktadır.

Birim Fırtına: Şiddeti ne olursa olsun birim zamandaki (birim hidrografın süresi) fırtına birim fırtına olarak adlandırılmaktadır.

Birim Dönem: Birim fırtınanın zaman süresi (birim hidrografın süresi) birim dönem olarak adlandırılmaktadır.

Pik Zamanı (T_p): Bir birim fırtına merkezinden söz konusu birim hidrografın pik debisine kadar geçen zaman pik zamanı olarak adlandırılmaktadır.

Etkili Yağış Süresi (t_r): Aşırı ya da net yağış sonrasında dolaysız yüzey akışının süresi hidrograf analizinde etkili yağış süresi olarak adlandırılır (Raghunath 2006).

3.6. Sentetik Birim Hidrograf

Birim hidrograf teorisi oldukça kolay ve basit olmasına rağmen birim hidrografın bulunabilmesi için yağış verilerine ve bunlara tekabül eden akış verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok yerde yağış ve akım verilerini toplayan organizasyonlar farklı olduğundan aynı sağınağa ait veriler bulunmayabilmektedir. Başka bir durumda, sağınak sırasında yağış ölçen aletler çalışmayabilmektedir. Bazı durumlarda sağınak öyle karışık olmaktadır ki hidrograf parçalarına ayrılıp analiz yapılamamaktadır. Bu tür durumlarda

birim hidrograf teorisi kullanılamaz ve benzer havzalardaki geçmiş gözlem ve tecrübelerle dayanarak bu havzanın hidrografının sentetik olarak bulunması gerekir (Uzul, 2008).

3.6.1. Sentetik Birim Hidrograf Yöntemleri

Aynı havzadaki veya benzer nitelikteki yakın havzalardaki akarsu üzerindeki diğer yerler için birim hidrograflar geliştirmede kullanılan sentetik birim hidrograf prosedürleri üç tür sentetik birim hidrograf metoduyla karşımıza çıkmaktadır:

Hidrograf karakteristiklerini (pik akışı oranı, taban zaman, vs.) havza karakteristikleri ile ilişkilendirenler (Snyder ve Gray yöntemleri gibi),

Boyutsuz bir birim hidrografa dayalı olanlar (SCS yöntemi gibi), havza depolama modellerine dayalı olanlar (Clark yöntemi gibi) (Chow ve ark. 1988).

3.6.1.1. Snyder Sentetik Birim Hidrograf Metodu

Türkiye’de ve muhtemelen diğer birçok ülkede, Snyder yöntemi sentetik birim hidrograf geliştirmede hala en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Snyder yöntemi, havza karakteristikleri ile ilgili olan ve bölgeden bölgeye büyük farklılıklar gösteren C_t ve C_p katsayılarının tahminini gerektirmektedir. Ayrıca Snyder yöntemi, birim hidrografın genel şeklini oluşturmada biraz kişisel muhakeme yapmayı gerektirmektedir. Snyder yöntemindeki C_t ve C_p katsayıları, gözlemlenen birim hidrograflardan, yöntemdeki Q_p ve t_p formüllerinden hesaplanabilir (Haktanır ve Sezen 1990).

Snyder yöntemi, akarsu akış kayıtları mevcut olan ve olmayan 10 ila 10.000 km^2 ’lik drenaj alanlarının akış özelliklerinin analizlerini içermektedir. Hiçbir aşama kaydı bulunmayan alanlarda kullanılmak üzere “gecikme”yi belirlemek üzere bir yöntem verilmiştir. Birim grafiğin tepe hızının gecikmenin bir fonksiyonu olarak ifade edildiği bu yöntemde dağılım grafiği de yine gecikme ile belirlenmiştir. Söz konusu alan için dağılım grafiği ve pik değeri bilindiği zaman bir birim grafiğinin çizilebileceği ortaya konmuştur (Snyder 1938).

Snyder 1938 yılında yaptığı çalışmasında su toplama havzasının alanının, havzanın şeklinin, topografyanın, kanal eğiminin, akış yoğunluğunun ve kanal depolamanın hidrografın şeklini etkilediği fikrini önermiştir. Buna dayanarak su toplama havzası alanına, havzanın şekline ve diğer parametrelerin bir katsayı ile ortalamalarını

almaya dayalı sentetik birim hidrograf adı verilen ampirik birim hidrograf denklemini önermiştir (Jain ve Sinha 2003).

W. Snyder, en küçük kareler yöntemini Birleşik Devletlerde birim hidrografların türetilmesinde kullanmıştır. Bu yaklaşımda, en küçük kareler kriteri birim hidrografın kesikli ordinatlarının optimum değerlerini belirlemek için kullanılmaktadır. Snyder matris formunda gerekli olan hesaplamaları belirtmiş ve dijital bilgisayar için bir program geliştirmiştir (Dooge 1968). Snyder yöntemi, her havzanın tek bir hidrografı olduğu yaklaşımına dayalı olarak geliştirilmiştir (Singh ve ark. 2007). Snyder yöntemi geçmişe yönelik ölçümü bulunmayan alanlarda uygulanabilir olan ilk birim hidrograf tekniğidir. Çalışmasında tahmini zirve akım hızı, havza alanı, pik zamanı ve bir depolama katsayısı kullanılarak hesaplanırken; pik zamanı, havza uzunluğundan, çıkıştan havza sentroidine kadar olan mesafeden ve bölgesel bir katsayıdan tahmin edilmektedir. Hidrografın şeklini çizmek için hidrografın genişliği pik debinin %50'si ve %75'i olarak tahmin edilmektedir. Genişlikler genel olarak, üçte biri pikten önce, üçte ikisi pikten sonra yerleşecek şekilde dağıtılmıştır (Jena ve Tiwari 2006).

Snyder sentetik birim hidrografı, Amerika'daki Appalachian dağlık bölgesinde bulunan 20 havza üzerinde yapılmıştır ve boyutları 25 ila 25.000 km² arasında değişmektedir (Salami ve ark. 2009). Snyder, birim hidrografların, üç havza geometrik parametresi ve iki ampirik şekil katsayısı (A, havza alanı; L, hidrolik uzunluk; L_C, sentroid uzunluğu; C_t, zamanlama katsayısı; C_p, pik katsayısı) tarafından tahmin edilebileceği sonucuna ulaşmıştır. Snyder bu parametreler ve katsayılarından sentetik birim hidrografın beş özelliği için eşitlikler geliştirmiştir; havza alanı birimi başına düşen pik debisi (q_pR), havza gecikmesi (t_pR), taban süresi (T_b) ve (zaman birimlerinde) pik debinin %50 ve %75'inde birim hidrografın genişlikleri (W) (Melesse ve Graham 2004).

Snyder'ın formülasyonunun ampirik katsayıları, benzer drenaj ve depolama kapasitesine sahip havzalar için arazi verileri ile kalibre edilmelidir. Bu, hızlı taşkın eğilimli araziler için gözlemlenen birim hidrografları (örneğin gözlenen akarsu akış ve yağış kayıtlarından elde edilen birim hidrografları) gerektirir. Ulusal hava durumu hizmetleri (NWS), genellikle geniş havzalar için bazı operasyonel mekâna özgü akış tahmin konumları için gözlenen birim hidrograflar belirlemiştir. Küçük ile orta boy arası boyutlardaki akarsular için birkaç gözlenen birim hidrograf vardır ve iki ampirik

katsayının değerleri oldukça belirsiz olabilir. Uygulama bölgesinde bunların değerlerini tahmin etmede yerel veri ve bilgiler kullanılmalıdır (Carpenter ve ark. 1999).

Snyder'in tanımladığı formülasyonları göstermeden önce kullanılan sembolleri açıklayalım:

t_p = Gecikme zamanı (saat)

t_r = Artık yağış süresi (saat)

t_R = Artık yağış uzunluğu (saat)

T_b = Birim hidrografın taban süresi (gün)

L = Havzanın çıkış noktasından en uzak noktaya kadar ana kanalın uzunluğu (km)

L_c = Havzanın orta noktası ile çıkış noktası arasındaki mesafe (km)

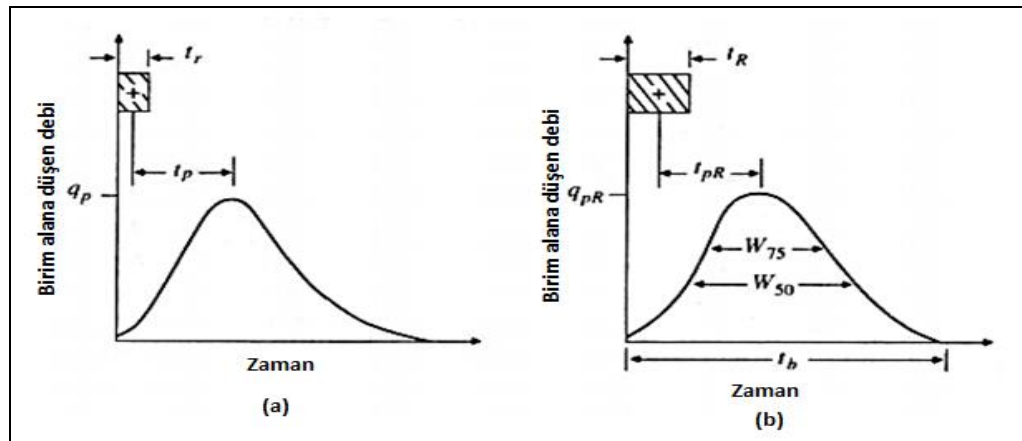
a_p = Tepe akışına katkıda bulunan etkin alan (km^2)

q_p = Havzanın birim alanı için pik debi ($\text{m}^3/\text{s km}^2$)

Q_p = Havzanın birim alanı için pik debi (m^3/s)

A = Drenaj alanı (km^2)

C_t ve C_p = Drenaj havzası özelliklerine ve birimlere bağlı katsayılar



Şekil 3.38. Snyder sentetik birim hidrograf yöntemi (Chow ve ark., 1988)

(a) Standart birim hidrograf ($t_p = 5.5 t_r$).

(b) Gereken birim hidrograf ($t_{pR} \neq 5.5 t_R$).

Yapılan çalışmaların birçoğunda t_p 'nin $L_{ca}^{(0.6)}$ kadar değiştiği bulunmuştur. Ancak Snyder ifadeye L değerini de katarak bunun biraz daha açık bir şekilde belirlenebileceğini ileri sürmüştür:

$$t_p = 0.75 C_t (L L_c)^{0.3} \quad (3.12)$$

Snyder, çalışılan Appalachian dağlık bölgesindeki alanlarda C_t katsayısının metrik sisteme göre 1.8 (1.35) ile 2.2 (1.65) arasında değiştiğini ve ortalama 2 (1.5) olarak alınabileceğini belirtmiştir.

Fırtına uzunluğu, akış miktarı ve alanın boyutu elimine edilirse ve depolama etkisi ile havza alanının merkeze uzaklığı gecikme (t_p) ile temsil edilirse q_p , t_p ve C_p (Snyder için 0.5-0.7 arasında değişir) arasında basit bir ilişki ortaya çıkmaktadır:

$$q_p = 2.78 C_p / t_p \quad (3.13)$$

$$Q_p = 2.78 C_p A / t_p \quad (3.14)$$

Birim hidrografın taban süresi ile ilgili olarak da şu eşitlik yazılabilir:

$$T_b = [3+3 (t_p/24)] \quad (3.15)$$

Burada en küçük alanlar için (yaklaşık 10 km²'lik alanlar için) T değeri en az 3 gündür. Bu bir birim fırtına akış debisinin normal bir zemin suyu kalınlığına yükselmesi ya da gerilemesi için gereken zamandır.

Fırtınaların gerçek uzunluğunun t_r 'ye eşit olması mümkün olmayabilir dolayısıyla yukarıdaki q_p denklemi aşağıdaki gibi modifiye edilebilir:

$$q_{pR} = 2.78 C_p / [t_p + (t_R - t_r)/4] \quad (3.16)$$

Zaman konturları fikrine dayanarak, $c_{pR} = 5.5 a_{pR} / A$ iken ve a_{pR} tepe akışına katkıda bulunan alana eşit iken ve fiili fırtına süresine tekabül ederken bu formül, $q_{pR} = 2.78 c_{pR} / t_p$ şeklinde okunur. Ancak yeterli alan şekli diyagramlarının eksikliği nedeniyle, çeşitli fırtına sürelerini dikkate almak amacıyla ifadenin payından ziyade paydasının değiştirilmesinin daha uygun olacağı düşünülmüştür. Bunu yapmak için yukarıdaki denklemin kullanılması gerekmektedir (Snyder, 1938).

$$t_p = (22 t_{pR} - 5.5 t_R) / 21 \quad (3.17)$$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, ülkemiz havzaları için Snyder sentetik birim hidrograf yöntemi ve denklem parametre değerlerinin değişimi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, belirlenen 26 adet alt havzalara ait gözlenmiş birim hidrograflar kullanılmıştır. Yönteme ait hesap denklemlerinde yer alan C_t ve C_p katsayı değerleri belirlenmiştir. Çizelge 4.1’de ülkemiz alt havzalarına ait havza bilgileri ile gözlenen C_t ve C_p değerleri verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.1. Ülkemiz alt havzalarına ait fiziksel bilgiler ve gözlenen Ct ve Cp değerleri

Sıra	Havza adı	A (km ²)	L (km)	Lc (km)	Qp (m ³ /s mm)	tr (saat)	tp (sa)	Ct	Cp
1	İzmir (Menemen-Ulucak)	0,34	1,3	0,61	0,675	0,69	0,85	1,01	0,61
2	Konya (Seydişehir-Glabbera)	1,20	2,0	1,00	2,93	1,00	1,29	1,18	1,13
3	Samsun (Merkez-Öteköy)	1,20	1,5	0,80	3,08	0,36	1,00	1,20	0,92
4	Mersin (Tarsus-Topcu)	1,69	2,0	1,00	4,35	1,00	1,27	1,16	1,18
5	Samsun (Vezirköprü-Ayvalı)	3,61	2,3	1,10	12,70	0,50	0,71	0,62	0,90
6	Bilecik (Pazaryeri-Kurukavak)	4,25	3,8	1,90	16,09	0,31	0,67	0,46	0,91
7	Edirne (Merkez-Kumdere)	4,40	3,6	1,80	6,83	0,70	1,05	0,70	0,55
8	Kırklareli (Vize-Vizederesi)	4,64	4,5	2,25	3,54	1,00	1,13	0,59	0,31
9	Tokat (Merkez-Uğrak)	7,00	6,7	3,40	43,01	0,18	0,27	0,14	0,60
10	Tokat (Zile-Akdoğan)	7,38	4,8	2,40	15,51	1,00	0,96	0,476	0,732
11	İstanbul (Çatalca-Damlıca)	8,26	4,4	2,20	5,33	0,67	3,49	2,35	0,81
12	Eskişehir (Karapazar-Çayır)	9,41	5,5	2,75	25,71	0,22	0,27	0,13	0,27
13	Konya (Beypazarı-Karabalçık)	10,60	5,0	2,50	12,84	1,00	1,75	0,64	0,55
14	Adıyaman (Kahta-Harabe)	11,66	6,0	3,00	15,99	1,00	1,88	0,96	0,93
15	Yozgat (Sorgun-İkikara)	13,00	5,0	2,50	15,25	1,00	1,75	0,98	0,74
16	Ankar (Yenimahalle-Kayaönü)	16,13	5,4	2,70	89,92	0,33	0,34	0,16	0,68
17	Ankara (Haymana-Çatalkaya)	18,70	7,5	3,75	25,79	1,00	2,0	0,90	0,99
18	Ş, Urfa (Merkez-Kızlar)	26,25	6,3	3,20	50,26	0,58	1,04	0,51	0,72
19	Konya (Çumra-Çiçek)	98,00	17,0	8,00	151,5	0,71	1,65	0,47	0,92
20	Konya (Görmel-Ermenek)	141,50	23,5	12,00	54,00	2,00	5,00	1,16	0,69
21	Balıkesir-Susurluk (3-24 nolu alt havza)	244,00	28,6	16,00	227,50	1,00	2,00	0,39	0,67
22	Balıkesir-Susurluk (3-13 nolu alt havza)	449,20	35,0	22,50	104,80	5,00	6,33	0,96	0,53
23	Balıkesir-Susurluk (3-21 nolu alt havza)	521,20	48,6	23,90	143,70	3,00	4,17	0,58	0,42
24	Balıkesir-Susurluk (3-34 nolu alt havza)	1297,60	85,20	41,00	259	6,00	7,00	0,67	0,50
25	Adana-Seyhan (Himmetli-Göksu)	2148	108	33,50	198	12,00	18	1,79	0,60
26	Mersin (Hamam-Göksu)	4300	161	70,00	417	20,00	24	1,53	0,70

Hesaplanan C_t ve C_p katsayılarının formülde ve hesaplarda oluşturacağı değişimleri gözlemlemek için seçilen 3 havza alanında C_t ve C_p katsayı değerleri kullanılmıştır. Bu çalışmada havza özelliklerinin etki değerinin bir yorum oluşturabilmesi için örnek havzalar, aynı il sınırları içerisinde yer alan 13, 19 ve 20 numaralı havzalar olarak belirlendi. Q_p ve t_p değerleri, Snyder'in kabul ettiği katsayılar ve ülkemiz havzaları için bulduğumuz değerleri ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada farklı havza özelliklerinin bir analizini yapabilmek için farklı havza alanı ve havza özelliğine sahip 15, 21 ve 25 numaralı havzalar seçilmiştir. Q_p ve t_p değerleri, Snyder'in kabul ettiği katsayılar ve ülkemiz havzaları için bulduğumuz değerleri ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ortalama Snyder denklem katsayısı değerleri ve gözlenmiş hidrograf değerleri ile hesaplanan verilerin karşılaştırılması

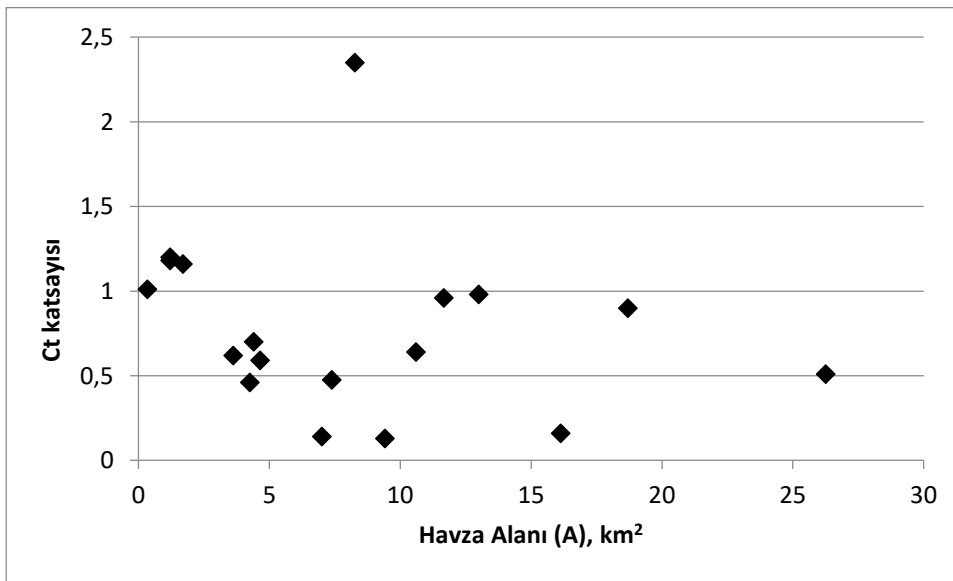
Parametreler		Havza No		
		13	19	20
		Karabalçık	Çiçek	Ermenek
C_t	Gözlenen	0.64	0.47	1.16
	Snyder	1.50	1.50	1.50
	Fark	0.86	1.03	0.34
	% Fark	134	219	29
C_p	Gözlenen	0.55	0.92	0.69
	Snyder	0.60	0.60	0.60
	Fark	0.05	0.32	0.09
	% Fark	9.0	34.7	6.2
Q_p	Gözlenen	12.84	151.5	54
	Snyder	17.27	33.28	38.61
	Fark	4.43	118.22	15.39
	% Fark	34	78	28
t_p	Gözlenen	1.75	1.65	5.00
	Snyder	2.40	4.91	6.11
	Fark	0.65	3.26	1.11
	% Fark	37	197	22

Çizelge 4.3. Ortalama Snyder denklem katsayısı değerleri ve gözlenmiş hidrograf değerleri ile hesaplanan verilerin karşılaştırılması

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

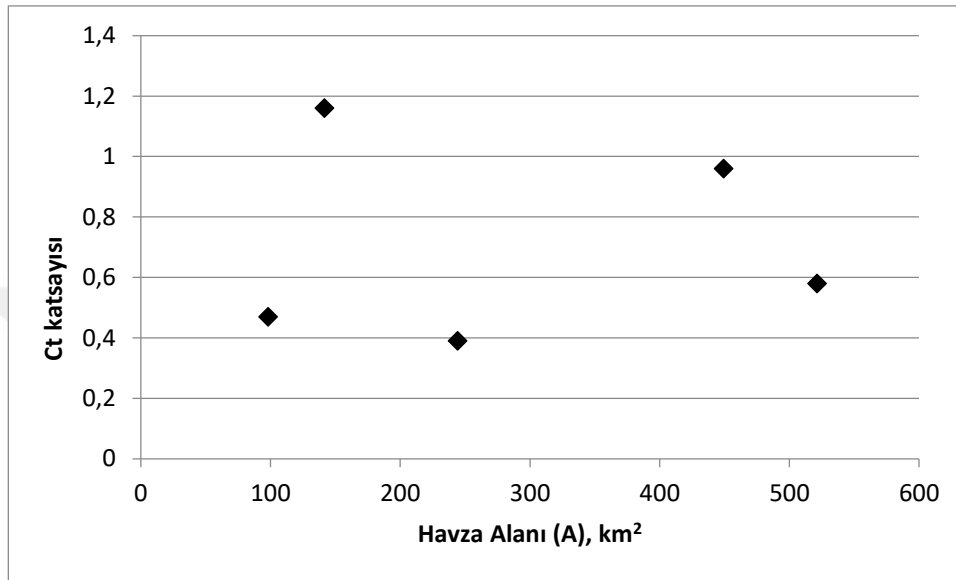
Parametreler		Havza No		
		15	21	25
		İkikara	Susurluk 3-24	Himmetli-Göksu
C_t	Gözlenen	0.98	0.39	1.79
	Snyder	1.50	1.50	1.50
	Fark	0.52	1.11	0.29
	% Fark	53	284	16
C_p	Gözlenen	0.74	0.67	0.60
	Snyder	0.60	0.60	0.60
	Fark	0.14	0.07	0
	% Fark	18	10	0
Q_p	Gözlenen	15.25	227.5	198
	Snyder	8.53	58.17	280
	Fark	6.72	169.33	82
	% Fark	44	74	41
t_p	Gözlenen	1.75	2	18
	Snyder	2.40	7.06	13.14
	Fark	0.65	5.06	4.86
	% Fark	37	253	27

Daha sonra Çizelge 4.1’de verilen havza bilgileri ve gözlenen C_t ve C_p katsayıları yardımıyla havza alanı (A), sırasıyla 0-100 km², 100-1000 km² ve 1000 km²’den büyük olmak üzere üçe ayrılarak ölçülen C_t ve C_p katsayıları ile arasındaki ilişki gözlenmiştir. Ayrıca Snyder yönteminde geçen A/L^2 ile C_t ve C_p katsayıları arasındaki ilişki de aşağıdaki grafikler yardımıyla sırasıyla incelenmiştir.



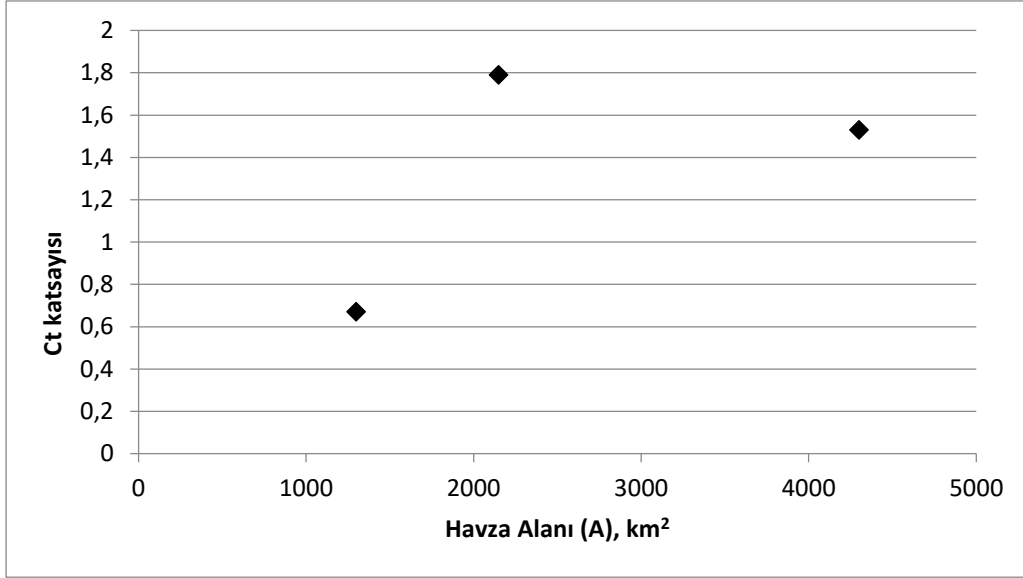
Şekil 4.1. Havza alanları (0-100 km²) ve hesaplanan C_t katsayısı değerleri arasındaki ilişki

Havza alanı 100 km²'ye kadar olan havzalarda C_t değerinin 0.13 ile en düşük değerini alırken en yüksek değerin ise 2.35 olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C_t değerinin olduğu 2.35 değerine ulaşılan havzanın alanının 8.26 km² olduğu ve 0.13 ile en düşük C_t değerinin ise 9.41 km² alana sahip havzada tespit edildiği gözlenmiştir. Ayrıca değerlerin sıklıkla 0.5 ile 1.5 arasında kaldığı görülmüştür.



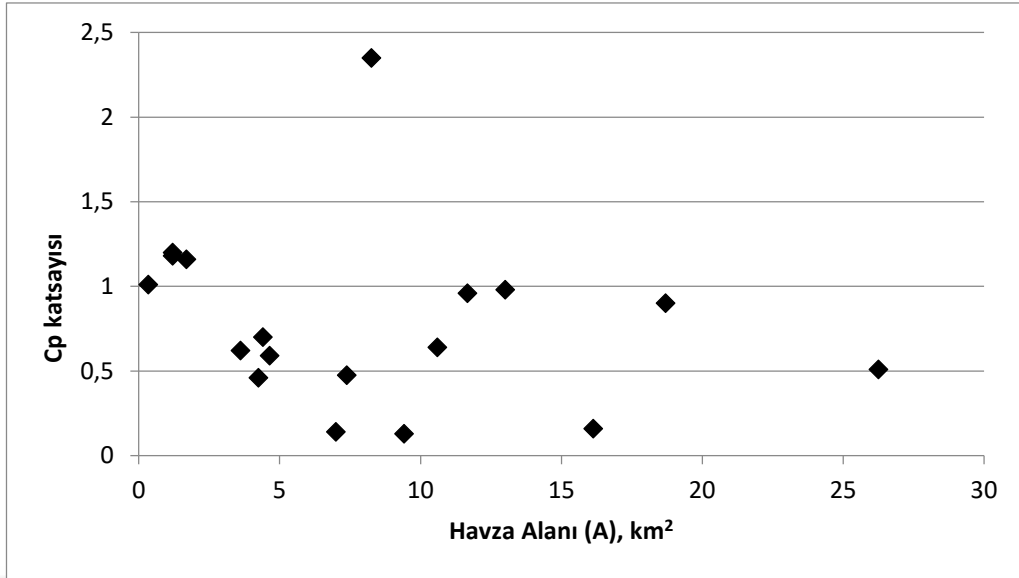
Şekil 4.2. Havza alanları (100-1000 km²) ve hesaplanan C_t katsayısı değerleri arasındaki ilişki

Havza alanı 100 km²'den 1000 km²'ye kadar olan havzalarda C_t değerinin 0.39 ile en düşük değerini alırken en yüksek değerin ise 1.16 olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C_t değerinin olduğu 1.16 değerine ulaşılan havzanın alanının 141.50 km² olduğu ve 0.39 ile en düşük C_t değerinin ise 244 km² alana sahip havzada tespit edildiği gözlenmiştir. Ayrıca değerlerin sıklıkla 0.4 ile 1.2 arasında kaldığı görülmüştür.



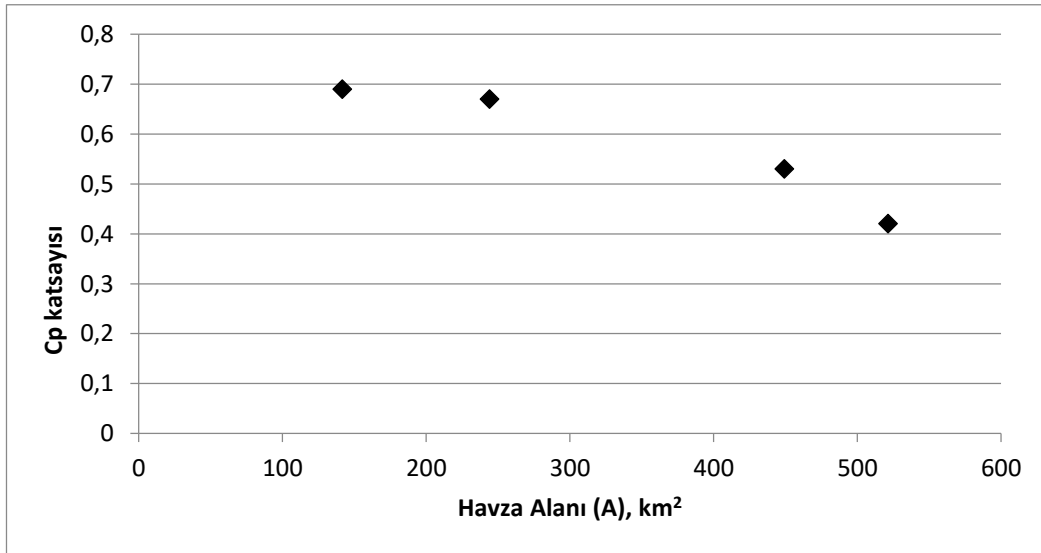
Şekil 4.3. Havza alanları ($A > 1000 \text{ km}^2$) ve hesaplanan C_t katsayısı değerleri arasındaki ilişki

Havza alanı 1000 km^2 'den büyük olan havzalarda C_t değerinin 0.67 ile en düşük değerini alırken en yüksek değerin ise 1.79 olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C_t değerinin olduğu 1.79 değerine ulaşılan havzanın alanının 2148 km^2 olduğu ve 0.67 ile en düşük C_t değerinin ise 1297.60 km^2 alana sahip havzada tespit edildiği gözlenmiştir. Ayrıca değerlerin sıklıkla 0.67 ile 1.79 arasında kaldığı görülmüştür.



Şekil 4.4. Havza alanları (0-100 km²) ve hesaplanan Cp katsayısı değerleri arasındaki ilişki

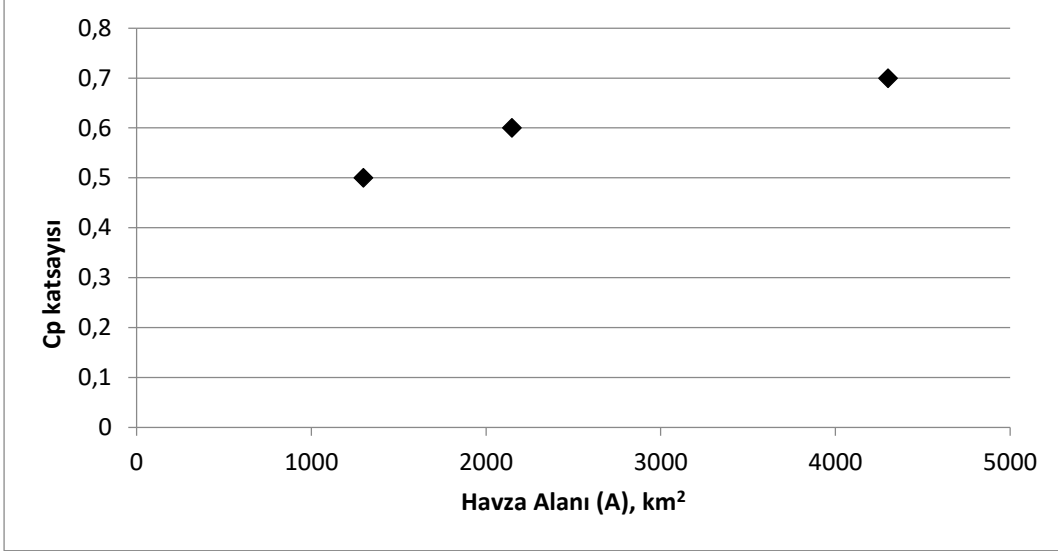
Havza alanı 100 km²'ye kadar olan havzalarda C_p değerinin 0.27 ile en düşük değerini alırken en yüksek değerin ise 1.18 olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C_p değerinin olduğu 1.18 değerine ulaşılan havzanın alanının 1.69 km² olduğu ve 0.27 ile en düşük C_p değerinin ise 9.41 km² alana sahip havzada tespit edildiği gözlenmiştir. Ayrıca değerlerin sıklıkla 0.5 ile 1.0 arasında kaldığı görülmüştür.



Şekil 4.5. Havza alanları (100-1000 km²) ve hesaplanan Cp katsayısı değerleri arasındaki ilişki

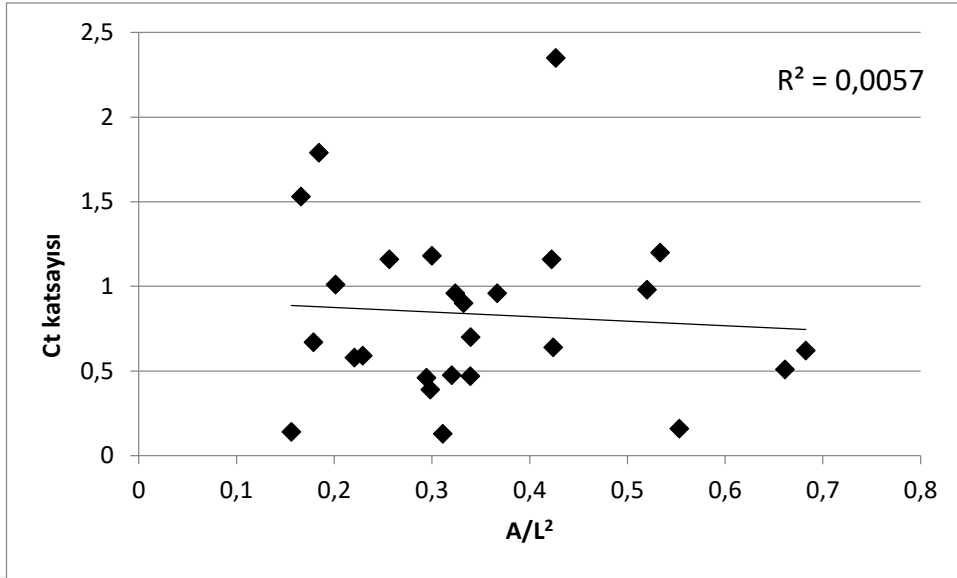
Havza alanı 100 km²'den 1000 km²'ye kadar olan havzalarda C_p değerinin 0.42 ile en düşük değerini alırken en yüksek değerin ise 0.69 olduğu tespit edilmiştir. En

yüksek C_p değerinin olduğu 0.69 değerine ulaşılan havzanın alanının 141.50 km² olduğu ve 0.42 ile en düşük C_p değerinin ise 521.20 km² alana sahip havzada tespit edildiği gözlenmiştir. Ayrıca değerlerin sıklıkla 0.4 ile 0.7 arasında kaldığı görülmüştür.



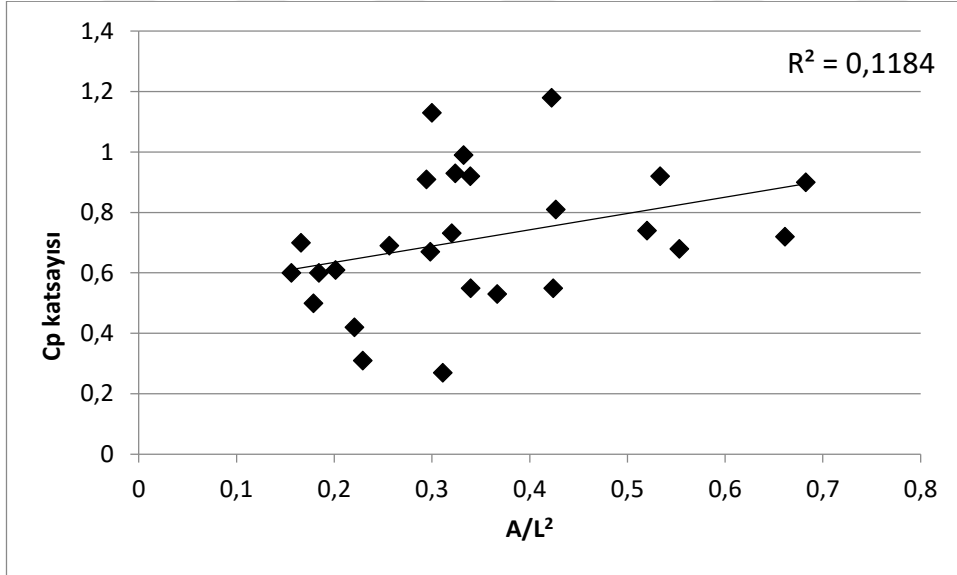
Şekil 4.6. Havza alanları ($A > 1000$ km²) ve hesaplanan C_p katsayısı değerleri arasındaki ilişki

Havza alanı 1000 km²'den büyük olan havzalarda C_p değerinin 0.50 ile en düşük değerini alırken en yüksek değerin ise 0.7 olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C_p değerinin olduğu 0.7 değerine ulaşılan havzanın alanının 4300 km² olduğu ve 0.50 ile en düşük C_p değerinin ise 1297.60 km² alana sahip havzada tespit edildiği gözlenmiştir. Ayrıca değerlerin sıklıkla 0.50 ile 0.70 arasında kaldığı görülmüştür.



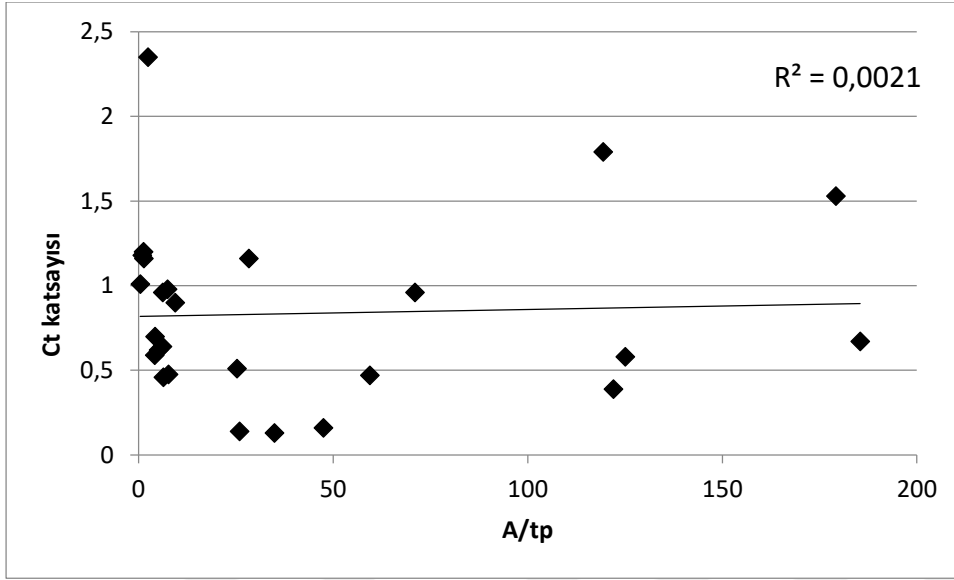
Şekil 4.7. Boyutsuz A/L^2 oranı ile C_t katsayısı arasındaki ilişki

A/L^2 ile C_t arasındaki ilişkinin incelendiği Şekil 4.7'deki grafiğimizde grafiğin Korelasyon katsayısı (R^2) 0.0057 olarak bulunmuştur.



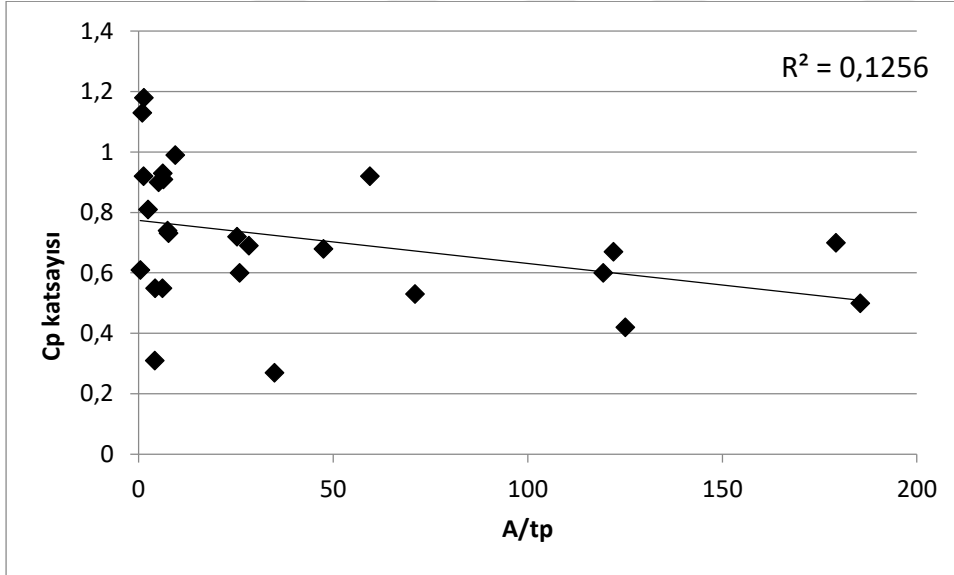
Şekil 4.8. Boyutsuz A/L^2 oranı ile C_p katsayısı arasındaki ilişki

A/L^2 ile C_t arasındaki ilişkinin incelendiği Şekil 4.8'deki grafiğimizde grafiğin Korelasyon katsayısı (R^2) 0.1184 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.9. A/tp oranı ile C_t katsayısı arasındaki ilişki

A/tp ile C_t arasındaki ilişkinin incelendiği Şekil 4.9'daki grafiğimizde grafiğin Korelasyon katsayısı (R^2) 0.0021 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.10. A/tp oranı ile C_p katsayısı arasındaki ilişki

A/L^2 ile C_t arasındaki ilişkinin incelendiği Şekil 4.10'daki grafiğimizde grafiğin Korelasyon katsayısı (R^2) 0.1256 olarak bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, sentetik birim hidrograf yöntemlerinden biri olan Snyder sentetik birim hidrograf metodu ve denklem katsayılarının değişimi ele alınmıştır. Snyder sentetik birim hidrograf metodu parametre değerlerinin (C_t ve C_p katsayıları) ülkemiz havzaları için değişim aralıkları incelenmiştir. Ülkemiz havzalarına ait 26 adet gözlenmiş ortalama birim hidrograflar (GOBH) verileri araştırma materyali olarak değerlendirilmiştir. Bu veri değerleri kullanılarak Snyder yöntemi ile denklem katsayıları hesaplanmıştır. Yürütülen hesaplamalar sonucu Snyder yöntemi ile elde edilen birim hidrograf metodu parametre değerleri pratikte kabul gören değerlerle kıyaslanmıştır. Ayrıca, bu katsayıların ülkemiz havzaları için uygulanabilirliği sorgulanarak elde edilen yeni katsayıların ülkemiz havzaları için dikkate alınması ve taşkın hesaplarında göz önünde bulundurulması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Yürütülen çalışmaya ek olarak C_t ve C_p katsayılarının tayini için bir korelasyon araştırması yapılmış. Havza alanları (A), sırasıyla 0-100 km², 100-1000 km² ve 1000 km²'den büyük olmak üzere üç kısma ayrılarak ölçülen C_t ve C_p katsayıları ile arasındaki ilişki incelenmiştir. Havza alanı (A), boyutsuz A/L^2 ve gecikme zamanı (t_p) ile C_t ve C_p katsayıları arasında denklemler kurulmaya çalışılmıştır. Fakat, yapılan regresyon analizleri sonucu uygun korelasyonlar elde edilememiştir.

Sonuç olarak, C_t ve C_p katsayılarının uygun seçimi için şu yorumlar çıkartılabilir:

1) C_t değerleri ortalama olarak 0.83 olarak hesaplanmıştır. En yüksek değer tek bir havza için 2.35 olarak gözlemlenmiştir. En küçük değer de 0.13 olarak bulunmuştur. Genel olarak dağılım 0.5-1.0 aralığında gerçekleştiği ve Snyder'in kabul ettiği 1.8 ile 2.2 aralığında olmadığı, görülmüştür. En küçük değere 9.41 km² alana sahip havzada ulaşılırken en büyük değer 8.26 km² alanlı havzada tespit edilmiştir. Havza alanları ile C_t değeri arasında lineer bir ilişki tespit edilememiştir.

2) C_p değerleri ortalama olarak 0.71 olarak hesaplanmıştır. En yüksek değer tek bir havza için 1.18 olarak gözlemlenmiştir. En küçük değer de 0.27 olarak bulunmuştur. Genel olarak dağılım 0.5-1.0 aralığında gerçekleşmiştir. Snyder'in kabul ettiği 0.5 ile 0.7 aralığında değerler aldığı görülmüştür. En küçük değere 9.41 km² alana sahip havzada ulaşılırken en büyük değer 1.69 km² alanlı havzada tespit edilmiştir. Havza alanları ile C_p değeri arasında lineer bir ilişki tespit edilememiştir.

3) Bu çalışmada havza özelliklerinin etki değerinin bir yorum oluşturabilmesi için örnek havzalar, aynı il sınırları içerisinde yer alan 13, 19 ve 20 numaralı havzalar olarak belirlenmiştir. Q_p ve t_p değerleri, Snyder'in kabul ettiği katsayılar ve ülkemiz havzaları için bulduğumuz değerleri ile hesaplanmıştır. Ayrıca bu çalışmada farklı havza özelliklerinin bir analizini yapabilmek için farklı havza alanı ve havza özelliğine sahip 15, 21 ve 25 numaralı havzalar seçilmiştir. Q_p ve t_p değerleri, Snyder'in kabul ettiği katsayılar ve ülkemiz havzaları için bulduğumuz değerleri ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Snyder katsayılarla hesaplanan pik debi değerlerinin farklı havza ve alan değerlerine göre pik debilerin yüzde %30-%80 mertebesinde düşük hesaplandığı görülmüştür. Gecikme zamanlarının da gözlenmiş değerlere göre daha büyük çıktığı gözlenmiştir.

4) Bu çalışmada pik debilerdeki büyük farklılıklardan dolayı Snyder'in ortalama değerleri ile yapılan hesapların çok tutarlı olmadığı özellikle C_t katsayısı için olmak üzere görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Apan, M. 1982. Birim Hidrograf ve Uygulamada Kullanılması. Atatürk Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 268, Sayfa: 33. Erzurum.
- Aydın, M. 2016. Ülkemiz havzalarında Nakayasu sentetik birim hidrograf metodunun kullanılabilirliği. Doktora tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Bakanoğulları, F., Akbay, Ş. Ve Baran, M.F. 2002. Çatalca - Damlıca Deresi Havzası yağış ve akım karakteristikleri (1982-2001). Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları 2002 sf. 166. KHGM, APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:121, 2003 Ankara.
- Balov, M.N. 2014. Akış hidrografi tahmin modelleri. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 83.
- Bayazıt, M. 2011. Hidroloji. Birsan Yayınevi, Sayfa: 220. İstanbul.
- Bhunya, P.K., Panda, S.N., Goel, M.K. 2011. Synthetic unit hydrograph methods: A critical review. The Open Hydrology Journal, 5: 1-8.
- Bingöl, Y. 2006. İstanbul derelerinin mevcut durumu ve taşkın debilerinin hesabı. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 86..
- Carpenter, T.M., Sperflage, J.A., Georgakakos, K.P., Sweeney, T., Fread, D.L. 1999. National threshold run off estimation utilizing GIS in support of operational flash flood warning systems. Journal of Hydrology, 224: 21-44.
- Chow, V.T, Maidment, D.R., Mays, L.W. 1988. Applied Hydrology. McGraw Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, Sayfa: 572. Singapore.
- Demiryürek, M., Tongarlak, İ.E., Okur, M. 2001. Seydişehir Tarasçı Glabbera Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Raporu 1985-1999). KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, Yayın No: 117, Ankara.
- Dooge, J.C.I. 1968. The hydrologic cycle as a closed system. International Association of Scientific Hydrology, 13 (1): 58-68.
- Erkek, C., Ağralıoğlu, N. 2013. Su Kaynakları Mühendisliği. Beta Yayınevi, 7. Baskı, Sayfa: 394. İstanbul. Kılıç H, Kendal E, Aktaş H ve Tekdal S (2014). İleri kademe ekmeklik buğday hatlarının farklı çevrelerde tane verimi ve bazı kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi. J. Inst. Sci and Tech, 4 (4): 87-95.
- HELALOĞLU, C. ve KAYA, S. 1994. Şanlıurfa-Kızlar deresi havzası yağış ve akım karakteristikleri. KHGM Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 83, Rapor Seri No: 56, ŞANLIURFA.
- Istanbulluoglu, A., Konukcu F., Kocaman I. 2004. Precise determination of Turkish spill way sizes from synthetic unit hydrographs to prevent flood damage. ACTA Agriculture Scandinavica Section B. Soiland Plant Science, 54 (3): 1-8.
- Istanbulluoglu, A., Konukcu F., Kocaman I. 2005. Determination of the Project parameters forth small earth reservoirs to be built in the sub-basins of thrace region. International Symposium on Water for Development Worldwide, General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), 7-11 Eylül 2005, İstanbul. S, 24-35.
- Jena, S.K., Tiwari, K.N. 2006. Modeling synthetic unit hydrograph parameters with geomorphologic parameters of watersheds Journal of Hydrology, 319: 1-14.

- Kang, M.S., Goo, J.H., Chun, J.A., Her, Y.G., Park, S.W., Yoo, K. 2009. Design of drainage culverts considering critical storm duration. *Bio Systems Engineering*, 104: 425–434.
- Kang, M.S., Goo J.H., Song, I., Chun, J.A., Her, Y.G., Hwang, S.W., Park, S.W. 2013. Estimating design floods based on the critical storm duration for small water sheds. *Journal of Hydro-Environment Research*, 7: 209-218.
- Kaya, S. 2001. Adıyaman Kâhta Harabe Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Raporu 1985-1999). KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, Yayın No: 117, Ankara.
- Kurniawan, Y.T. 2013. Hydraulic simulation of flash flood as triggered by natural dam break. *Civil Engineering Forum*, 22: 1319-1326.
- Kurt, İ. 2007. Filtre edilmiş yuvarlatılmış minimumlar taban akışı ayırma yöntemi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 158.
- Kuşkuvaran, K., Canbolat, M. 2001. İçel Tarsus Topçu Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Raporu 1985-1999). KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, Yayın No: 117, Ankara.
- Limantara, L. M. 2012. Suitable synthetic unit hydrograph at Rungun Hulu Sub-watershed, Centre Kalimantan of Indonesia. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2 (7): 6622-6631.
- Melching, C.S., Marquardt, J.S. 1997. Equations for estimating synthetic unit-hydrograph parameter values for small watersheds in Lake Country, Illinois. U.S. Geological Survey Open-File Report 96-474: 1-49.
- Melesse, A.M., Graham, W.D. 2004. Storm run off prediction based on a spatially distributed travel time method utilizing remotesensing and GIS. *Journal of the American Water Resources Association*, 40 (4): 863-879.
- Natakusumah, D.K., Harlan, D., Hatmoko, W. 2013. A new synthetic unit hydrograph computation method based on the mass conservation principle. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 172: 27-38.
- Nigussie, T.A., Yeğen, E.B., Melesse, A.M. 2015. Performance evaluation of synthetic unit hydrograph methods in mediterranean climate. A case study at Guvenç Micro-watershed, Turkey. Editörler; A. Melesse and W. Abtew, *Landscape Dynamics, Soils and Hydrological Processes in Varied Climates*, 293-315.
- NPTel-National Programme on Technology Enhanced Learning. 2010. Rain fall run off relationship. Erişim: [http://nptel.ac.in/courses/Webcourse-contents/IIT%20Kharagpur/Water%20Resource%20Engg/pdf/m2l03.pdf]. Erişim Tarihi: 04.03.2016.
- Oğuz, İ. ve Balçın, M. 2000. Yozgat – Sorgun İkikara Havzası yağış ve akım karakteristikleri (Ara Rapor 1990-1999). Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları 2000 sf. 181. KHGM, APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:117, 2001 Ankara.
- Oğuz, İ., Balçın, M. 2001. Yozgat Sorgun İkikara Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Raporu 1990-1999). KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, Yayın No: 117, Ankara.
- Oğuz, İ. ve Balçın, M. 2002. Tokat Zile Akdoğan Deresi Havzası yağış ve akım karakteristikleri (Ara Rapor 1987–2001)). Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları 2002 sf. 64. KHGM, APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:121, 2003 Ankara.

- Orman ve Su İşleri Bakanlığı. 2012. Ulusal havza yönetimi stratejisi (2012-2023). Erişim: [www.ormansu.gov.tr/osb/Libraries/Dokümanlar/UHYS.sflb.ashx]. Erişim Tarihi: 11.11.2015.
- Özdemir, H. 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi DSİ, Ankara.
- Öztürk, A. 2001. Karayolu menfezlerinin hidrolik yönden irdelenmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 129.
- Ramírez, J. A. 2000. Prediction and modeling of flood hydrology and hydraulics. Editör; Ellen Wohl, Inland flood hazards: Human, riparian and aquatic communities, Cambridge University Press, 293-333.
- Safarina, A.B. 2011. Reliability of Nakayasu synthetic unit hydrograph flood discharge in various watershed area. Erişim: [http://e-journal.kopertis4.or.id/file/11%20Reliability%20of%20Nakayasu%20Synthetic.pdf]. Erişim Tarihi: 08.09.2015.
- Safarina, A.B. 2012. Modified Nakayasu syntheti cunit hydrograph method for mesoscale leungauge watersheds. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 2 (4): 649-654.
- Safarina, A.B., Ramli. 2015. Cimahi River bench marking flood analysis based on threshold of total rainfall. International Journal of Research in Engineering and Technology, 4 (4): 659-663.
- Safarina, A.B., Salim, H.T., Hadihardaja, I.K., Syahril, M.B.K. 2009. Validity analysis of synthetic unit hydrograph methods for accuracy flood discharge estimation. International Conference on Sustainable Infrastructure and Built Environment in Developing Countries, 2-3 Kasım 2009, ITB Bandung.
- Safarina, A.B., Salim, H.T., Hadihardaja, I.K., Syahril, M.B.K. 2011. Clusterization of synthetic unit hydrograph methods based on watershed characteristics. International Journal of Civil & Environmental Engineering, 11 (6): 76-85.
- Salami, A.W., Bilewu, S.O., Ayanshola, A.M., Oritola, S.F. 2009. Evaluation of synthetic unit hydrograph methods for the development of design storm hydrographs for rivers in South-West, Nigeria. Journal of American Science, 5 (4): 23-32.
- Salim, N., Eng, M. 2015. Determining the coefficient of T_r , A and river length (L) of flood runoff model using synthetic unit hydrograph Nakayasu (case study Bedadung Watershed Jember). IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 12 (6): 24-31.
- Şen, Z. 2003. Su Bilimi ve Yöntemleri. İTÜ, Su Vakfı Yayınları.
- Sezen, N. 1988. Gama ve beta olasılık dağılımı yoğunluk fonksiyonlarının birim hidrograf olarak kullanma imkânlarının araştırılması ve bundan yararlanarak Anadolu havzalarında uygun sentetik birim hidrograflar elde edilmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 231.
- Sharma, K.D., Singh, S. 1992. Run off estimation using lands atthematic mapper data and the SCS model. Hydrological Sciences Journal, 37 (1): 39-52.
- Sheridan, J.M., Merkel, W.H., Bosch, D. 2002. Peak rate factors for Flatland Watersheds. Applied Engineering in Agriculture, 18 (1): 65-69.
- Sherman, L.K. 1932. Stream flow from rain fall by the unit graph method. Eng. News Rec., (108): 501-505.
- Singh, P.K., Bhunya, P.K., Mishra, S.K., Chaube, U.C. 2007. An extended hybrid model for synthetic unit hydrograph derivation. Journal of Hydrology, 336: 347-360.

- Singh, V.P., Singh, P., Haritashya, U.K. 2011. Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers. Springer Science& Business Media, Sayfa: 1253.
- Snyder, F.F. 1938. Synthetic unit-graphs. Transactions, American Geophysics Union, 19: 447–454.
- Soemarto, C.D. 1987. Engineering Hydrology, Usaha Nasional, Sayfa: 515. Surabaya, Indonesia.
- Soykan, İ. 1972. Ankara-Beytepe su toplama havzası birim hidrografının çıkarılması ve bunun benzer havzalarda uygulama imkanları üzerine bir araştırma, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No: 17, Teknik yayın No14, ANKARA.
- Sönmez, O., Öztürk, M., Doğan, E. 2012. İstanbul derelerinin taşkın debilerinin tahmini. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16 (2): 130-135.
- Sule, B. F., Alabi, S.A. 2013. Application of synthetic unit hydrograph methods to construct storm hydrographs. International Journal of Water Resources and Environmental Engineering, 5 (11): 639-647.
- Sumaryono, Nakatani, K., Satofuka, Y., Mizuyama, T. 2009. One-dimensional numerical simulation for sabo dam planning using Kanako (Ver. 1.40): A case study at Cipanas, Guntur Volcanoes, West Java, Indonesia. International Journal of Erosion Control Engineering, 2 (1): 22-32.
- Susilowati, D., Bisri, M., Hidayat, K., Rachmansyah, A. 2016. Flood analysis in Kali Lamong watershed. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 8 (2): 61-73.
- Sutrisno, M. 2014. Optimisation model for problem solving of Bandung urban basin flood using value engineering approach. Erişim: [<http://www.seekdl.org/nm.php?id=2503>]. Erişim Tarihi: 16.03.2015.
- Şen, Z. 2004. Innovative Hydrograph Analysis and Methodologies. Turkish Water Foundation, Sayfa: 240. İstanbul.
- Şen, Z. 2003. Su Bilimi ve Yöntemleri. İTÜ, Su Vakfı Yayınları.
- Tallaksen, L.M. 1995. A review of base flow recession analysis. Journal of Hydrology, 165: 349-370.
- Tekeli, İ., Babayigit, H.G. 2001. Ankara Haymana Çatalkaya Deresi Havzası Yağış ve Akım Karakteristikleri (Ara Raporu 1994-1999). KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, Yayın No: 117, Ankara.
- Usul, N. 2008. Mühendislik Hidrolojisi, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık Ve İletişim A.Ş., Ankara, 418 ss.
- Usul, N. & Tezcan, B. 1995. Determining synthetic unit hydrographs and parameters for four Turkish basins. Journal of Soil and Water Conservation 50, 170-173
- Ye, W.-S., Lee, H.-S., Lee, K.-S. 1994. Application of the GIS in the hydrologic effects caused by the second collective facility area development in Mt. Kyeryong National Park. Journal of Environmental Impact Assessment, 3 (2): 57-67.
- Yılmaz, A. 1987. Konya-Çiçek deresi havzası yağış ve akım karakteristikleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Konya Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 119, Rapor Seri No: 92, KONYA.
- Younis, A.M., Hasan İ.F., Saeed Y.N. 2014. Comparison study of two methods used to estimate surface run off hydrograph for small basins. Journal of Engineering and Development, 18 (6): 218-232.

Yüksel, Y., Ağaçcıoğlu, H., Coşar, A., Çelikoğlu, Y., Gürer, S. 1999. Haliç ıslah projesinde Kağıthane ve Alibeyköy derelerinin etkisinin incelenmesi. TMMOB İMO II.Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu, 18-20 Kasım 1999, Adana. S, 239-2





ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Diyarbakır ilinde dünyaya geldi. İlköğrenimini, ortaöğrenimini ve lise eğitimini Diyarbakır ilinde tamamladı. 2007 yılında Diyarbakır Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2015 yılında Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 2016 yılında Hakkâri Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünde inşaat mühendisi olarak göreve başladı. 2016-2018 yılları arasında Hakkâri ve Diyarbakır Çevre Şehircilik İl Müdürlüklerinde inşaat mühendisi olarak çalıştı. 2016 yılında Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Anabilim Dalında Yüksek Lisans'a başladı. 2019 yılında Kütahya Vakıflar Bölge Müdürlüğüne inşaat mühendisi olarak atandı ve halen bu görevi sürdürmektedir.







**DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ İNTİHAL FORMU**

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

ADI VE SOYADI	Hakan BÖRÜ
ÖĞRENCİ NO	16806015
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018-2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	İnşaat Mühendisliği
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	Türkiye havzaları için Snyder sentetik birim hidrograf metodu parametre değerlerinin incelenmesi

İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ

RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	75
BENZERLİK ORANI	%19
RAPORLAMA TARİHİ	08/07/ 2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 75 sayfalık kısmına ilişkin, 08/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %19'dur.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☒ Kabul/Onay sayfaları hariç,
- ☒ Kaynakça hariç
- ☒ Alıntılar hariç/dâhil
- ☒ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.


Hakan BÖRÜ
08.07.2019

Prof. Dr. Tamer BAĞATUR
Tez Danışmanı
08.07.2019


Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK
Anabilim Dalı Başkanı
08.07.2019


Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.