

67774

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**S.C.S. SENTETİK BİRİM HİDROGRAF
YÖNTEMİNİN TÜRKİYE ŞARTLARINDA
UYGULANABİLİRLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

İnşaat Müh. Birol ASLAN

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Su Programında hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sabahattin ÜÇ (YTÜ)

İSTANBUL, 1997

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
KISALTMALAR	V
TEŞEKKÜR	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT	VIII

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Genel	1
1.1.1. Taşkın hidrolojisinin önemi	6
1.1.2. Taşkın hidrolojisinin amacı	6
1.1.3. Taşkın tanımı	6
1.1.4. Taşkın meydana getiren faktörler	7
1.1.5. Taşkın tekerrür olasılığı	8
1.1.6. Taşkın zamanı	9
1.1.7. Taşkın tesir eden faktörler	9
1.1.8. Taşkın zararları	9
1.1.9. Taşkın koruma tesis ve tedbirleri	10
1.1.10. Yapıların emniyeti	10
1.1.11. Taşkın ekonomik analizi	10
1.2. Taşkınların hidrolojik doneleri	13
1.2.1. Hidrolojik donelerin önemi	13
1.2.2. Hidrolojik donelerin doğruluğu	13
1.2.3. Hidrolojik donelerin çeşidi	14
1.2.4. Hidrolojik donelerin ölçülmesi	14
1.3. Arazi doneleri	15
1.3.1. Drenaj alanının büyüklüğü	15
1.3.2. Drenaj alanının şekli	16

1.3.3. Drenaj alanının eğimi	17
1.3.4. Drenaj alanının jeolojik yapısı	17
1.3.5. Drenaj alanının akarsu yatakları	18
1.3.6. Drenaj alanının depolama kapasitesi	19
1.3.7. Drenaj alanının bitki örtüsü	19
1.3.8. Drenaj alanının toprak örtüsü	20
1.3.9. Drenaj alanının kullanılış şekli	20
1.3.10. Drenaj alanının rakımı	20
1.3.11. Drenaj alanının yönü	21
1.3.12. Drenaj alanındaki sun'i yapılar	21
1.3.13. Drenaj alanının hidrojeolojisi	21
1.3.14. Drenaj alanının yağış-akış bağıntısı	22
1.3.15. Drenaj alanının nem durumu	24
1.4. Akım doneleri	25
1.4.1. Akım gözlem istasyonları	25
1.4.2. Akımın periyodik ölçüm doneleri	26
1.4.3. Ekstrem ölçüm doneleri	27
1.4.4. Tarihi taşkın doneleri	27
1.4.5. Taşkın zamanları	28
1.5. İklim doneleri	28
1.5.1. Hidrometeoroloji istasyonları	28
1.5.2. Periyodik ölçüm doneleri	29
1.5.2.1. Yağış	29
1.5.2.1.1. Yağışın şekli	31
1.5.2.1.2. Yağışın şiddeti	32
1.5.2.1.3. Yağışın süresi	33
1.5.2.1.4. Yağışın süresi içerisindeki dağılımı	33
1.5.2.1.5. Yağışın alan içerisindeki dağılımı	33
1.5.2.1.6. Yağış ölçümleri	34
1.5.2.1.7. Yağış istasyonları ağı	35
1.5.2.1.8. Türkiye'de yağış ölçümleri	36

1.5.2.2. Sıcaklık	36
1.5.2.2.1. Hava sıcaklığı	36
1.5.2.2.2. Ortalama toprak sıcaklıkları	37
1.5.2.2.3. Toprak üstü düşük sıcaklığı	37
1.5.2.3. Buharlaşma	37
1.5.2.4. Rüzgar	38
1.5.2.5. Yağış yönü	39
1.5.2.6. Basınç	39
1.5.2.7. Nem	40
1.6. Taşkın hesapları	40
1.6.1. Taşkın hesabının ne maksatla istendiği	40
1.6.2. Taşkın hesaplarıyla nelerin verilebileceği	41
1.6.3. Taşkın akım doneleriyle hesabında esaslar	41
1.7. Taşkın hidrolojisindeki önceki çalışmalar	42
1.8. Tezin amacı	43

BÖLÜM 2

YÖNTEMLERİN TANITILMASI

2.1. Taşkın etüdları	45
2.2. Taşkın hidrografi	45
2.3. Birim hidrograf	46
2.4. Boyutsuz birim hidrograf	48
2.5. Sentetik birim hidrograf yöntemleri	49
2.5.1. Snyder yöntemi	49
2.5.2. D.S.İ. Sentetik yöntemi	51
2.5.3. Mockus yöntemi	54
2.5.4. SCS yöntemi	56
2.5.4.1. Neden SCS yöntemi?	56
2.5.4.2. Akış hacminin tahmini	57
2.5.4.2.1. SCS Dolaysız akış denklemi	57

2.5.4.2.2. Ortalama CN'deki ayarlama	59
2.5.4.2.3. Doygunluğa yakın havza şartlarında CN ayarlaması	62
2.5.4.3. SCS Hidrolojik toprak grupları	62
2.5.4.3.1. Hidrolojik toprak grubu belirleme yöntemi	63
2.5.4.3.2. Sahadaki toprak gruplarının ayarlanması	64
2.5.4.3.3. Toprak örtüsü gruplaması	64
2.5.4.4. Pik debinin bulunuşu	65
2.5.4.4.1. Bir günlük proje yağmur yüksekliği	65
2.5.4.4.2. Proje yağış şiddeti zaman dağıtımı	65
2.5.4.4.3. Havza reaksiyon süresi	66
2.5.4.4.4. Havza gecikme tahmin opsiyonları için genel yorumlar	69
2.5.4.4.5. SCS pik debi denklemi	69

BÖLÜM 3

YÖNTEMLERİN UYGULANMASI

3.1. Havzanın tanıtılması	74
3.2. Yöntemlerin uygulanması	75
3.2.1. D.S.İ. Sentetik yöntem uygulaması	75
3.2.2. S.C.S. yöntemi uygulaması	76
3.2.3. Snyder yöntemi uygulaması	77
3.2.4. Mockus yöntemi uygulaması	78
3.3. Sonuçların karşılaştırılması	80

BÖLÜM 4

Sonuçlar	83
----------	----

KAYNAKLAR	85
------------------	----

ÖZGEÇMİŞ

KISALTMALAR

D.S.İ.	: Devlet Su İşleri
D.P.T.	: Devlet Planlama Teşkilatı
A.G.İ.	: Akım Gözlem İstasyonu
M.M.Y.	: Muhtemel Maksimum Yağış
S.C.S.	: Soil Conservation Service

ÖLÇÜ KISALTMALARI

mm	: milimetre
m	: metre
km	: kilometre
km ²	: kilometre kare
ha	: hektar

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmalarımlın her aşamasında, çalışmalarıma yön verip izleyen, teknik ve idari konularda yardımlarımı esirgemeyen, tez hocam Sayın Prof. Dr. Sabahattin ÜÇ'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu tezin oluşması için manevi desteğini esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Yalçın YÜKSEL ve değerli arkadaşım Dr. Mehmet Emin BİRPINAR ile Yük. Müh. Ayhan Ş. GAZİOĞLU'na teşekkürü bir borç bilir ve şükranlarımı sunarım.

Birol ASLAN

ÖZET

Bu çalışmada, yeterli miktarda hidrolojik verilerin bulunmadığı küçük havzaların oluşturacağı taşkın değerlerini bulmak için geliştirilen sentetik hesap yöntemleri incelenmiş ve belirli bir havza için uygulama yapıp sonuçları üzerinde durulmuştur.

Su mühendisliği kapsamına giren yapı ve tesislerin tasarımı için yapılan hidrolojik çalışmalarda amaç, yapılacak proje kesitinde beklenen hidrolojik değerlerin tahminini en doğru bir şekilde belirlemektir. Bunun sağlanması için güvenilir verilere, çeşitli yöntemlerin denenmesine ve gerektiğinde yeni yöntemlerin ortaya konması için tüm dünyada sürekli çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar için harcanacak zaman, daima kazanç olarak topluma geri dönecektir.

Bu çalışmada, küçük havzaların oluşturacağı pik debileri hesaplamak için son yıllarda dünyada büyük kabul gören SCS Birim Hidrograf Yöntemi Kemiklidere Yağış Havzası için uygulanmış ve diğer mevcut sentetik yöntemlerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Giriş bölümü olarak hazırlanan birinci bölümde, taşkına tesir eden tüm hidrolojik doneler teker teker ele alınmış ve geniş bir şekilde açıklanmıştır.

İkinci bölümde, pik debilerin bulunmasında faydalanılan çeşitli yöntemlerin tarifleri ve ayrıntılarıyla formülleri verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise Kemiklidere havzasının topoğrafik ve iklimsel diğer özellikleri belirtilmiş ve havza irdelenerek yöntemler buraya uygulanmıştır.

Sonuç ve öneriler bölümü olan dördüncü bölümde, farklı yöntemlerle hesap edilen sonuçlar mukayese edilmiştir.

ABSTRACT

Design peak runoff discharges are highly important for flood control, stream flow forecasting, reservoir design, irrigation, drainage as well as for industrial and municipal water supply.

An evaluation of hydrological techniques for making flood estimation from small ungauged catchments has been studied by using the synthetic methods.

In this study, flood volumes and peak discharge from the selected catchment of Kemiklidere have been calculated and compared, based on SCS and with the other synthetic methods.

In the first chapter of this study, hydrological data which affect the peak discharge have been analyzed.

In the second chapter, an evaluation of hydrological techniques for making flood estimations have been explained with details.

In the third chapter, topography and the climate conditions of the selected Kemiklidere, İstanbul, catchment has been given and the above mentioned methods have been applied for this catchment.

The last chapter of the this study is the results and comparison of the methods.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. GENEL

Yeryüzünde canlıların yaşaması için suyu kullanmak ve kontrol altına almak gerektiğinden insanlar tarihin başlangıcından beri su ile ilgilenmişler, suyun özelliklerini tanımaya, hareketini yöneten kanunlarını belirlemeye, oluşturabileceği tehlikeleri önlemeye ve sudan en iyi şekilde yararlanmaya çalışmışlardır. Suyun hareketini inceleyen bilime *hidromekanik*, bu bilimin teknikteki uygulamasına *hidrolik*, yeryüzünde, yeraltında ve atmosferde suyun çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevreyle ve canlılarla karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bilime de *hidroloji* denir (A.B.D. Bilim ve Teknoloji Federal Konseyi Bilimsel Hidroloji Komisyonu tarafından 1962’de önerilen tanım.). (Bayazıt, 1991).

Hidroloji, suyun dünya üzerindeki bulunuşunu ve hareketlerini inceleyen bir bilim olduğuna göre, üstten ısı değişimi, rüzgarlar ve yağış oluşumu bakımından *meteoroloji*, alttan da suyun toprak üzerindeki hareketi ve bunun sonucunda oluşan taşkın, erozyon, sedimantasyon vb. gibi nedenlerle *jeoloji*, okyanus ve denizlerdeki akıntılar, med-cezir dalga hareketi nedeniyle de *okyanus bilimi* ile yakından ilişkilidir.

Bunlardan başka hidrolojik ve jeolojik doneler klimatolojiye temel teşkil eder. Tarım ve kişilerin toprak yüzeyinde meydana getirdikleri değişiklikler ise hidrolojinin önemli etkileyicileridir. Bütün bunlar doğrudan veya dolaylı olarak taşkın hidrolojisi ile yakından ilgilidir.

Bugün suyun kontrolü ve kullanılması ile ilgili olarak yapılan mühendislik çalışmaları *su kaynaklarının geliştirilmesi* adı altında toplanmaktadır. Bu çalışmaların amaçları şu şekilde sınıflandırılabilir;

1. Suyun kullanılması amacıyla yapılan çalışmalar: Su getirme, sulama, hidroelektrik, akarsularda ulaşım gibi.

2. Su miktarının kontrolü amacıyla yapılan çalışmalar: Taşkınların önlenmesi, kurutma tesisleri, kanalizasyon tesisleri gibi.

3. Su kalitesinin kontrolü amacıyla yapılan çalışmalar: Suyun kirlenmesinin önlenmesi gibi.

Hayat için gerekli olduğuna inanılan 20'den fazla element, ekosisteminde devamlı olarak devretmekte ve bunların teşkil ettiği maddeler bir halden diğerine dönüşerek kaynakları yenilemektedir. Su da bunlar arasındadır. Yağış, akış ve sızma hidrolojik çevrimin başlangıcı ve sonu olmayan dönüşümlerini oluşturur. Yeryüzüne yağın yağmurun bir kısmı doğrudan doğruya su yüzeylerine düşer, bir kısmı zemin yüzeyinden akarak dere, nehir, göl ve doğal haznelere veya denize ulaşır. Bir kısmı da zemin içine sızar veya su yüzeylerinden, arazi ve bitki örtüsünden buharlaşarak hemen atmosfere geri döner.

Zemine sızan suyun bir kısmı, yüzeye yakın olan yerlerde kapilarite yoluyla tutulur. Kapiler suyun bir kısmı ise doğrudan doğruya buharlaşarak atmosfere döner. Diğer bir kısmı ise terleme yoluyla büyük ölçüde atmosfere geri verilmek üzere bitki örtüsü tarafından alıkonulur. Zemin içine süzülen suyun geri kalan kısmı, daha aşağıda bulunan yeraltı suyuna kavuşup onun bir parçasını teşkil edinceye kadar zemin yüzünden, pınarlar veya sızıntı suları halinde dışarı çıkar veya su seviyesinin üstünden veya altından akarak durgun sulara ve denizlere karışır.

Suların dere ve nehirlerde akmasına hidrolojide *akış* denir. Akış, ya doğrudan doğruya yağışlardan yüzeysel akış olarak meydana gelir veya dolaylı olarak göllerin, doğal havuz ve haznelerin su seviyelerinin alçalması veya yeraltı sularının sızmasından oluşur.

Su son derece değerli doğal kaynaklardan birisidir. Su olmadan hayatın hiç bir şekli mümkün değildir. Su, bitkiler ve hayvanlar alemi ve bu alemin sürekliliği için vazgeçilmez bir öğedir. Bu kaynak, hidroelektrik enerjisi üreten bir güç, bazen bir taşıma hizmetine imkan sağlayan yararlı bir ortam, bazen de sel ve taşkınlar halinde toprakları taşıyarak zararlı olan bir öğe olabilmektedir.

Dünya nüfusu hızla artmakta, bu sebeple içme, kullanma ve endüstri için suya olan ihtiyaç da büyük ölçüde artmaktadır. Hidroloji bilimi yalnız mühendislik uğraşları için gerekli olmayıp, ormancılık, tarım ve doğal bilimlerin tüm kolları için gereklidir.

Ülkemizde su kaynaklarımızın potansiyeli ve bunlarla ilgili çalışmalar Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce yapılmaktadır. Su kaynaklarının gelişmesi ile ilgili

sorunları geniş çapta incelemek üzere Türkiye, yağış alanları yönünden 26 havzaya ayrılmıştır. (Tablo 1.1.).

Tablo 1.1. Türkiye'nin su potansiyeli

H A V Z A				HAVZADAKİ ORTALAMA SU			HAVZADA SU DEPOSU	
NO	ADI	NÜFUS 1990	Y. ÖLÇÜMÜ (Km ²)	YIL. ORT. YAĞIŞ (mm)	YIL. HAVZA VERİMİ (l/s/Km ²)	YIL. TOP. AKIŞ (Km ³)	SARAJ ADET	DEPO EDİLEN SU (hm ³)
1	MERIC ERGENE	1002635	14560	604,0	2,9	1,33	20	947,4
2	HARMARA	9392354	24100	728,7	11,0	8,33	54	2191,3
3	SUSURLUK	1882366	22379	711,6	7,2	5,43	20	3121,7
4	KUZAY EGE	575234	10003	624,2	7,4	2,09	13	765,3
5	GEDİZ	2103941	18000	603,0	3,6	1,95	13	3355,6
6	K. MENDERES	1672677	6907	777,4	5,3	1,19	10	811,4
7	B. MENDERES	1809770	24976	664,3	3,9	3,03	13	2403,6
8	BATI AKDENİZ	780244	20953	875,8	12,4	8,93	18	1685,9
9	ANTALYA	1287999	19577	1000,4	24,2	10,06	11	2780,6
10	BURDUR GÖLLER	205788	6374	446,3	1,8	0,5	11	196,0
11	AKARÇAY	535478	7605	451,8	1,9	0,49	3	172,0
12	SAKARYA	5189644	58160	524,7	3,6	6,40	40	7069,9
13	BATI KARADENİZ	2036589	29598	811,0	10,6	9,93	23	2447,8
14	YEŞİLIRMAK	2427117	36114	496,5	5,1	5,8	41	4876,5
15	KIZILIRMAK	3833053	78180	446,1	2,6	6,48	82	23069,5
16	KONYA KAPALI	2424286	53850	416,8	2,5	4,52	25	2884,8
17	DOĞU AKDENİZ	1634036	22048	745,0	15,6	11,07	12	9213,5
18	SEYHAN	2424286	20450	624,0	12,3	8,01	18	6192,9
19	ASI	1634036	7796	815,6	3,4	1,17	8	850,9
20	CEYHAN	1586621	21982	731,6	10,7	7,18	24	7658,8
21	FIRAT	1303741	127304	540,1	8,3	31,81	80	109947,7
22	DOĞU KARADENİZ	859002	24077	1192,2	19,5	14,90	45	1517,0
23	ÇORUH	6478772	19672	629,4	10,1	9,30	17	7467,6
24	ARAS	2507257	27548	432,4	5,3	4,63	18	3555,3
25	VAN KAPALI	508719	19405	474,3	5,0	2,39	7	567,9
26	DICLE	1234532	57814	867,2	13,1	21,33	36	30330,5
T O P L A M		56473035	* 779452	** 642,8	209,3	186,05	652	236101,4

NOT: * Akarsu havzalarının Türkiye dışındaki alanları dahil edilmemiştir.
** Ortalama değer

Yurdumuzda yıllık yağış ortalaması 642,6 mm. buna karşı gelen su potansiyeli $501 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ 'tür. Bu miktarın akış durumuna geçen kısmı $186.05 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ 'tür. Yağış ve akışa geçen miktarlara göre, Türkiye için ortalama akış katsayısı 0.37 olmaktadır. Diğer bir anlatımla, yağışlarla yer yüzüne düşen suyun %63'ü buharlaşma ve transpirasyon gibi nedenlerle yer üstü akımı haline geçememektedir.

(Tablo 1.2)'de Türkiye'nin su potansiyeli ile ilgili bilgiler görülmektedir. Bu tablo (D.S.İ. Haritalı İst. Bülteni) incelenirse, akış katsayısının 1967'deki değeri olan %32'den, 1993'te %37'ye çıktığı görülür. Bu bizim potansiyelimizin arttığını ifade eder.

Tablo 1.2. Türkiye Su Potansiyeli (D.S.İ. Haritalı İst. Bülteni)

	1993 Yılı	1991 Yılı	1967 Yılı
Türkiye yağış ortalaması (aritmetik metot)(mm)	642.60	642.60	670
Türkiye'ye düşen ort. yıllık yağış hacmi (km^3)	501.00	501.00	518
Yer üstü suları;			
Akış halindeki miktar (km^3)	186.05	186.05	166
Yıllık akış yağış oranı	0.37	0.37	0.32
Tüketilecek yıllık su miktarı (km^3)	95	95	86
Fiili yıllık su tüketimi	25.90	25.60	-
Yeraltı suları;			
Çekilebilir yıllık su potansiyeli (km^3)	12.00	11.60	6
Tahsis edilen su miktarı (km^3)	7.60	6.60	5.80
Fiili yıllık su tüketimi (km^3)	5.70	5.40	-

Yine bu tabloda yeraltı sularımızın artışı gözüküyor ki burada akış katsayısı artarken, yeraltı sularımızın artması çelişki oluşturuyor. Dolayısıyla bu konuda incelenmeye değer ayrı bir çalışma yapılabilir.

Yine görüldüğü gibi, yapılan çalışmalar belirli ve daha kısa periyotlarla verilen verilerin ve uygulanan metotların da daha hassaslaşması ile optimum sonuçlar ile projelendirme çalışmalarına gidilmesi insanlarımız yararına olacaktır.

Türkiye su potansiyeli bakımından oldukça zengindir. Ancak faydalanma bakımından iyi değildir. Biz sularımıza müdahale etmedikçe ya komşu ülkelere akıp gitmekte (Çoruh, Arpaçay, Aras Rusya'ya, Sarısu İran'a, Dicle Irak'a, Fırat Suriye'ye ve Irak'a) ya da sınırlarımız içinde deniz göl ve bataklıklarda son bulmaktadır. Türkiye su kaynaklarının %15'ini kullanmaktadır. Bu oran gelişmiş ülkelerde %30 ile %95 arasında değişmektedir ki ülkemizde sudan yararlanmak için, ihtiyaca bağlı olarak sularımıza düzen vermek ve bu amaçla depolama tesisleri olan yeni barajlar yapmanın gerekli olduğu açıktır.

Türkiye'de nehir havzalarında su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi konusunda imkanları belirlemek üzere yapılan etüdlere göre Türkiye'nin su rejimini düzeltmek için 473 baraj inşası düşünülmektedir. Bu barajların aracılığı ile akarsularımız düzenlendiğinde 5.541.263 ha. alanın sulanması, 444.403 ha. alanın taşkından korunması, 165.367 ha. alanın kurutulması, $2358 \cdot 10^6$ m³ suyun içme suyu olarak kent ve kasabalara ulaştırılması konuları çözümlenmiş olacaktır.

Halen ülkemizde yerüstü ve yeraltı su kaynakları ile sulanmakta olan alan $4.2 \cdot 10^6$ ha.'dır. Bugünkü şartlarda büyük ve küçük sulamalar, yerüstü ve yeraltı sulamaları ile ekonomik olarak sulanması imkan dahilinde görülen tarım arazisi $8.5 \cdot 10^6$ ha. civarındadır. Buna ek olarak $4.3 \cdot 10^6$ ha. arazinin ilerideki yıllarda sulanması için gerekli tesislerin inşası söz konusudur. (D.S.İ.,1981).

Diğer taraftan, ülkemizin 2000 yılındaki su gereksinimi içme ve kullanma suyu olarak $9.07 \cdot 10^9$ m³, sulama suyu $57.60 \cdot 10^9$ m³, endüstride kullanılacak su $7.30 \cdot 10^9$ m³ olmak üzere toplam $73.97 \cdot 10^9$ m³ olarak tahmin edilmektedir.

1.1.1. TAŞKIN HİDROLOJİSİNİN ÖNEMİ

Kabul edilen proje ömrü içerisinde, kendisinden beklenen hizmetleri yeterli bir emniyetle ve en iyi bir şekilde yapabilen, inşaat ve işletme masrafları asgari olan, bir mühendislik yapısı idealdir. Bilhassa büyük yatırımları gerektiren ve kendisinden önemli hizmetler beklenen, baraj gibi yapıların ideal bir şekilde gerçekleşmesi esastır. Zira, böyle bir yapıdaki hidrolojik hataların meydana getireceği zararlar çok zaman milyonlarca lirayı bulmakta, hele bu zararlar taşkından ileri gelmişse, daha büyük maddi kayıplara, değeri hiçbir şeyle telafi edilemeyecek can kayıpları da eklenmektedir. Zamanımızda hidroloji, üzerine çok büyük sorumluluk almıştır. Hele bu hizmetini, ancak geçmişteki rasatlarla geleceği tahmin etmek suretiyle yapmak mecburiyetinde olduğu ve mevcut istasyonların adeden noksan, gözlem süreleri kısa ve gözlem değerlerinin çok yerde yetersiz bulunduğu düşünülecek olursa, hidrolojinin bu derece önemli olan görevini ne büyük güçlüklerle yerine getirmeye çalıştığını anlamak zor değildir. Bundan böyle, sonuçları asgari hata ile tahmin edebilmek için, gerekli görülen bütün usullerle her türlü hidrolojik donenin kıymetlendirilmesine çalışılmalı ve bu suretle harcanacak zaman kazanç sayılmalıdır. (Özdemir, 1978).

1.1.2. TAŞKIN HİDROLOJİSİNİN AMACI

Taşkın hidrolojisindeki başlıca amacın, bir proje kesitinde beklenen taşkınların, en doğru şekilde tahmin edilerek, yapıya kazandırılmak istenen emniyetin, asgari masrafla sağlanması olması gerekir. Bunun için de, dünyadaki son gelişmeleri yakından izleyebilecek, bilgili ve meraklı bir hidroloji personeline, güvenilir sağlam donelere, muhtelif usullerin denenmesi ve icabında yenilerinin ortaya konması için, yurt çapında devamlı çalışmalar yapılmasına ihtiyaç olduğu şüphesizdir. Ancak, bu takdirde yukarıdaki amaca kısa zamanda ulaşılabilir.

1.1.3. TAŞKININ TANIMI

Bir akarsu debisinin aşırı yağış ve kar erimesi sonucunda hızla artarak yatağından taşması ve civardaki arazilere, yapılara ve canlılara zarar verecek hale

gelmesine bilim dilinde *taşkın* denmektedir. Taşkın değerleri doğada pek çok değişkenden etkilenmekte olup, hiç bir zaman belirli bir kural ve paterne uyarak meydana gelmezler. Bu nedenle rastgele bir olay kabul edilen taşkın değerleri, olasılık teorisi ve istatistiki yöntemlerle incelenebilmektedir. Yağışı akışa çeviren havza sistemini temsil eden birim hidrograf ise deterministik yöntemle hesaplanır. Sentetik yöntemlerle proje taşkın değerlerinin hesabında deterministik ve istatistik yöntemler birlikte kullanılmaktadır. Taşkınlar tahmin edildikleri yöntemler ve büyüklüklerine bağlı olarak, olası maksimum taşkın, standart proje taşkını, değişik yinelenme süreli taşkınlar, ortalama yıllık taşkın gibi adlar alırlar. Değişik taşkın büyüklüklerinin tanımları aşağıda verilmiştir.

Olası maksimum taşkın: Sağanağı oluşturan faktörlerin maksimizasyonu sonucu meydana gelen yağışın en büyük fiziksel limitini arayarak deterministik yöntemle bulunan taşkındır.

Standart proje taşkını: Sağanak transpozese yöntemiyle havzaya düşebilecek en şiddetli bölgesel sağanaktan oluşan sentetik taşkındır.

Değişik yinelenme süreli taşkınlar: Herhangi bir taşkının iki defa görülmesi veya aşılması durumunda aradan geçen zaman süresine yinelenme yılı (T), taşkının büyüklüğüne de T yıl yinelenme süreli taşkın denir.

Ortalama yıllık taşkın: Aritmetik anlamda taşkın değerleri dizisi ortalaması olup, dizideki çok büyük veya çok küçük bir kaç taşkın değerinden etkilendiğinden her zaman değişir. Grafik anlamda taşkın dizisindeki ortalama büyüklükteki değerlerin ortalamasıdır. Bu ortalama, aritmetik ortalamaya göre daha kararlı ve güvenilirdir.

Olası maksimum ve standart proje taşkın hesapları oldukça yoğun bilimsel çalışmalar sonucu yürütülmektedir. Su yapılarının ekonomik ve güvenilir inşa edilmesinde, taşkın zararlarının önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınmasında, proje açısından taşkınların büyüklüğü ve frekansı çok önemlidir. (Dizdar ve diğerleri, 1994).

1.1.4. TAŞKINI MEYDANA GETİREN FAKTÖRLER

Taşkın ya yağmur şeklindeki bir yağıştan, ya kar veya buzun erimesinden, ya da bu ikisinin birlikteki tesirinden meydana gelir. Bir bölgedeki taşkınların bunlardan

hangisi ile meydana geldiğinin bilinmesi önemlidir. Örneğin, Türkiye'deki birçok akarsularda kış taşkınları yağmurdan , ilkbahar taşkınları ise kar erimesinden meydana gelmektedir. Yağmurdan meydana gelen taşkınlarda pik yüksek, pike ulaşma ve taşkın süresi kısa, kardan meydana gelen taşkınlarda ise pik küçük, hacim büyük, pike ulaşma ve taşkın süresi uzun olmaktadır.

1.1.5. TAŞKININ TEKERRÜR OLASILIĞI

Taşkınların muntazam aralıklarla gelmesi beklenemez. Uzun tekerrür sürelerine sahip taşkınlar, birkaç yıl üst üste gelebilir. Bu sebeple herhangi bir tekerrüre haiz bir taşkının olasılığı hiçbir zaman %100 olamaz.

Tekerrür süresi 100 yıl olan bir taşkın hakikaten 100 yılda bir tekerrürü zayıf bir olasılıktır. Ancak, bir P olasılığı dahilinde, hangi aralıkta geleceğinin tayini, K ve 1/K değerlerine ait (Tablo 1.3.)'ün kullanılması ile yapılabilir.

Tablo 1.3. K ve 1/K Değerleri

P (%)	0.100	0.300	0.500	0.6827	0.750	0.900	0.9545
K (Yıl)	1.146	1.552	2.105	3.129	3.909	9.503	21.485
1/K	0.873	0.657	0.475	0.319	0.256	0.105	0.0465

Örneğin, ortalama tekerrür süresi 100 yıl olan bir taşkın hakiki tekerrür süresi %10 olasılıkla hangi seneler arasındadır dendiğinde, (Tablo 1.3.)'ten %10 olasılığın karşılığındaki K ve 1/K değerleri alınıp 100 ile çarpıldığında, 100 yıllık tekerrüre haiz olan bir değer %10 olasılıkla $1.146 \cdot 100 = 114.6$ ve $0.873 \cdot 100 = 87.3$ yılları arasında gelebileceği, aynı taşkın 4.65 sene ile 2148.5 sene arasında gelme olasılığının ise %9545 olduğu ve yine bu taşkın $100 \cdot 0.105 = 10.5$ seneden az bir sürede gelme olasılığının da $(1-P)/2 = (1-0.900)/2 = 0.05$ olduğu söylenebilir.

İç içe geçen bu olasılıklar sebebiyle, gerek taşkın miktarı ve gerekse tekerrürü, ancak muayyen olasılık sınırları içerisinde bilinebilir. Esasen geçmişteki gözlemlerden faydalanarak geleceğin tahmin edilmesi, geçmişteki gözlemlerin

gelecekte de değişmeyeceğinin önceden kabulü anlamına gelir ki, geçmişteki gözlemlere güvenerek gelecekteki serilerin değişmeyeceği iddia edilemez. Bundan böyle, elde gayet uzun süreli gözlemler bile olsa, bulunacak sonuçların sadece bir olasılık dahilinde geçerli olabileceği kabul edilmelidir. (Özdemir, 1978).

1.1.6. TAŞKININ ZAMANI

Taşkının hangi yıllarda ve mevsimlerde geldiğinin bilinmesi, gerek taşkının muhtemel zararlarını tahmin ve gerekse koruma bakımından önemlidir. Bölgedeki taşkın zamanları hakkında gözlem ve taşkın yılları incelenerek ve mahalli halktan soruşturularak bir kanaata varılabilir.

1.1.7. TAŞKINA TESİR EDEN FAKTÖRLER

Taşkına tesir eden faktörleri iki grup altında toplamak mümkündür.

a) Taşkına tesir eden fizyografik faktörler :

Taşkına tesir eden fizyografik faktörlerin başında havzanın büyüklüğü, akarsu yatağı, eğimi, kolların sıklığı, şekli ve pürüzlülüğü, tabii ve suni göller, arazinin eğimi, yüksekliği, topografyası, jeolojisi, bitki örtüsü ve kullanılışı gelir.

b) Taşkına tesir eden meteorolojik faktörler :

Taşkına tesir eden meteorolojik faktörler yağışın dağılımı, miktarı, şiddeti, fırtınanın yönü, şekli, hacmi, kar veya buzun erime derecesi, bölgenin kurak oluşudur.

1.1.8. TAŞKININ ZARARLARI

Her Taşkın, büyüklük derecesine göre mutlaka bir zarar meydana getirmektedir. Bu suretle her yıl birçok canlı hayatını kaybetmekte, yapılar harap olmakta erozyon dolayısıyla milyonlarca m³ toprak denizlere taşınmakta, büyük emeklerle yapılan barajlar sedimantasyonla dolarak kısa zamanda ömürlerini tüketmekte, verimli toprakları kaplayan taşkın artığı çökelti maddeleri verimi çok yerde hiçe indirmektedir.

1.1.9. TAŞKIN KORUMA TESİS VE TEDBİRLERİ

Taşkın koruma tesislerinin başında taşkın koruma maksatlı barajlar, sel kapanları gelmektedir. Akarsu yataklarının ıslahı, seddeler ve kanallar hep bu maksatla yapılmaktadır. Teraslamalar ve ağaçlandırma tedbirleri, erozyonla birlikte taşkınları önleme gayelidir.

1.1.10. YAPILARIN EMNİYETİ

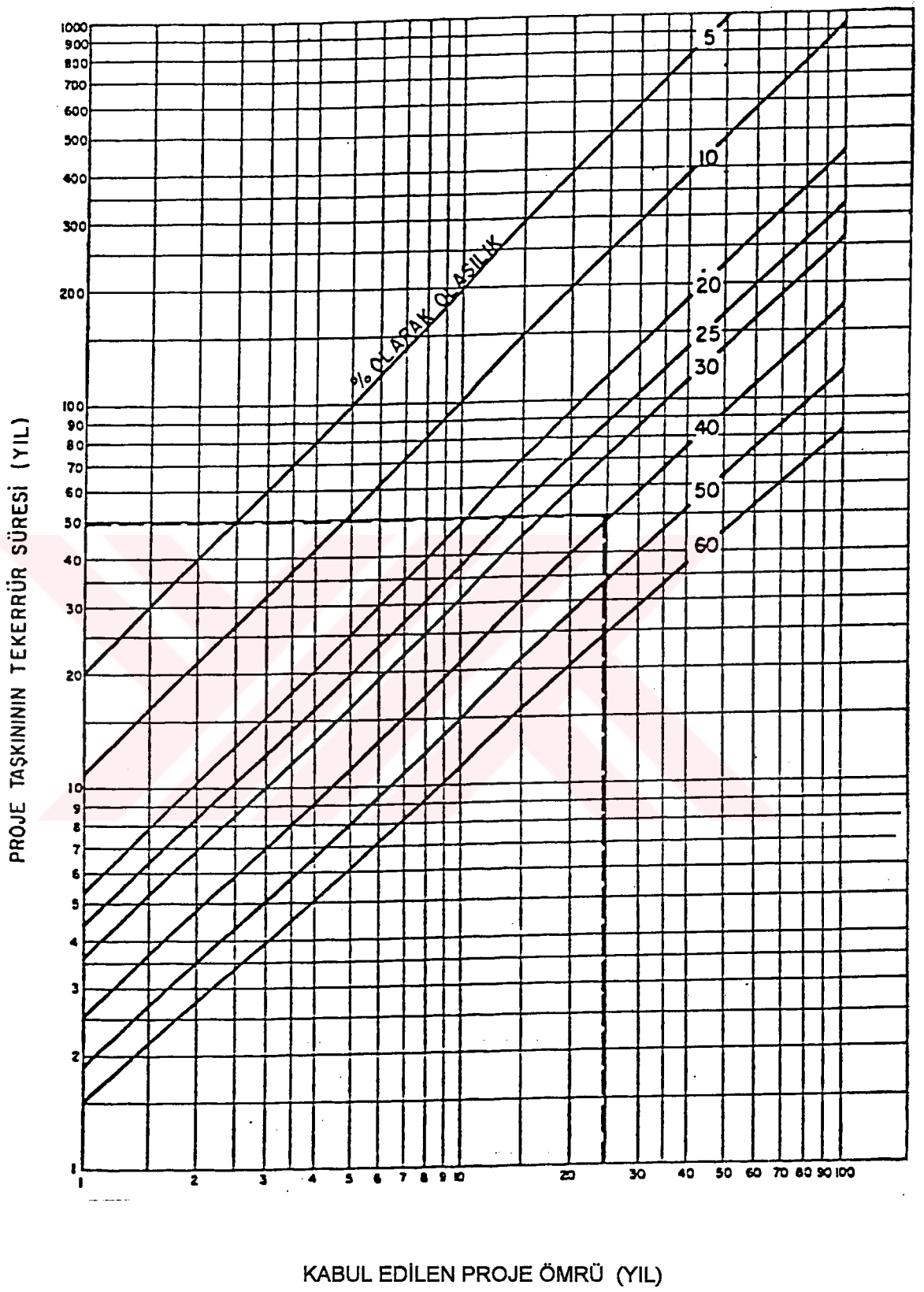
Bir veya birkaç maksada hizmet gayesiyle inşa edilmekte olan bütün mühendislik yapılarından emniyetli olması, ucuza mal edilebilmesi ve ömrü boyunca kendisinden beklenen görevleri yerine getirebilmesi istenir. Ayrıca, akarsular üzerindeki baraj, sel kapanı, gölet, regülatör, çevirme bendi ve köprü gibi su yapılarının taşkın zararlarından korunması, yapının değerine göre daha da önem kazanır. Bu koruma işlemi için yapılacak ekonomik analizde, yapının maliyeti ile göze alınacak risk makbul bir dengede bulundurulur.

1.1.11. TAŞKININ EKONOMİK ANALİZİ

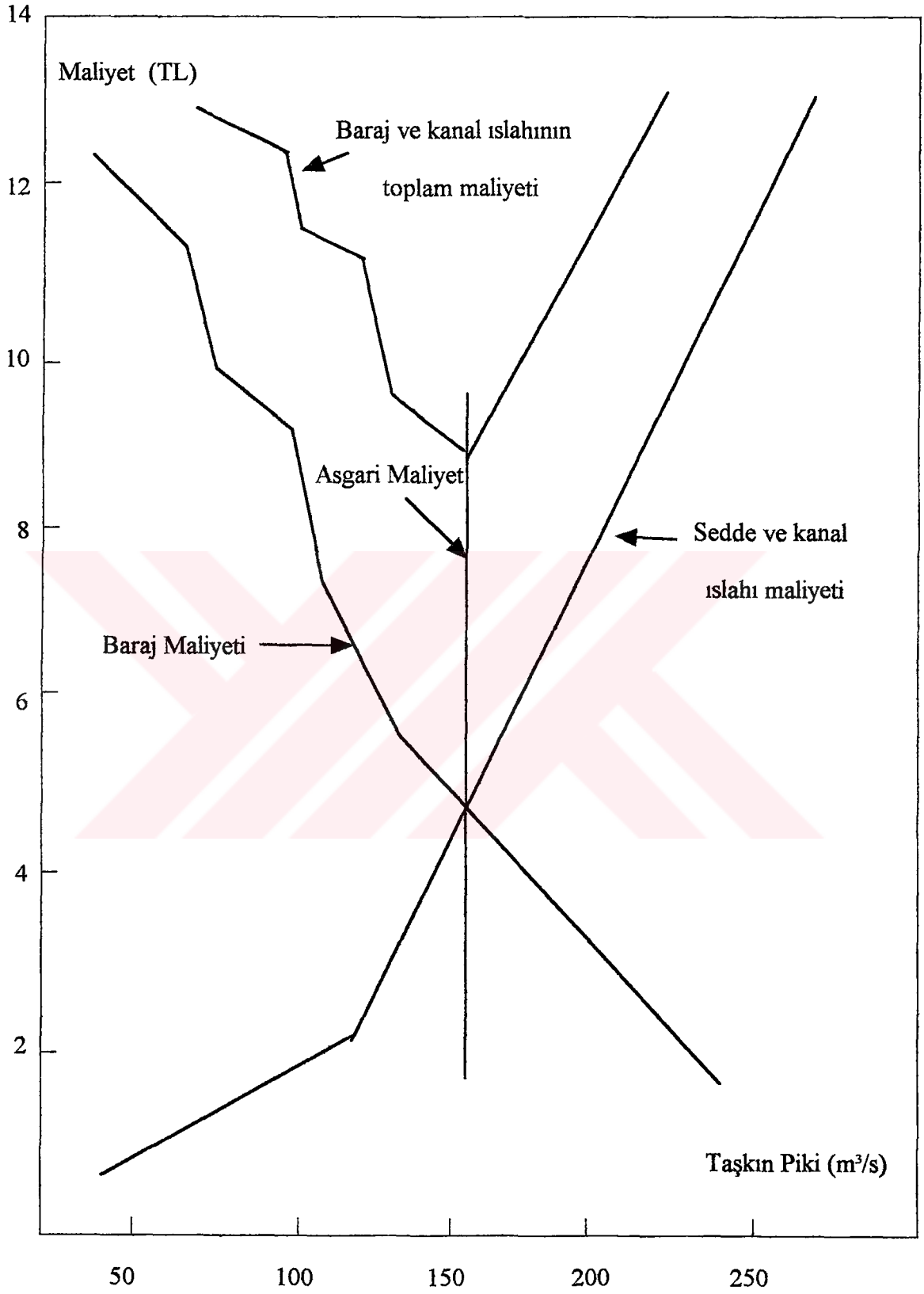
Bir akarsu kesitindeki muhtelif tekerrürlü taşkınlar ile bu kesitin mansıbında meydana getireceği farz edilerek hesaplanan taşkın zararları arasında bir bağıntı kurulabilir.

Örneğin proje ömrü 25 yıl olan bir tesisin 50 yıllık bir taşkına göre hesaplanması halinde hasara uğrama riski %40 olarak (Şekil 1.1.)'de gösterilmiştir.

Yine bir akarsu kesitindeki taşkınların baraj inşası veya yatak ıslahı ile önlenmesinin kombine olarak düşünülmesi halinde, asgari maliyetinin yerini gösteren bir grafik (Şekil 1.2.)'de gösterilmiştir. (Özdemir, 1978).



Şekil 1.1. Kabul edilen proje ömrü içerisinde yapının hasara uğrama riski



Şekil 1.2. Taşkın ekonomik analizi

1.2. TAŞKINLARIN HİDROLOJİK DONELERİ

1.2.1. HİDROLOJİK DONELERİN ÖNEMİ

Taşkınların hesabında hidrolojik donelerin önemini, bu donelerin taşkın hesabına olan etkileri ile ölçmek gerekir. Akım doneleri, taşkın hesaplarında doğrudan doğruya kullanıldığından, vereceği sonuçların güvenliği bakımından başta gelen öneme haizdir. Taşkınların sentetik yoldan hesabında, sentetik birim hidrografının elde edilmesi için gereken arazi doneleri, birim hidrografın çizilmesinde ayrı bir önem taşır. Ancak bunların sıhhatli haritalardan en doğru bir şekilde ölçülmeleri mümkündür. Burada esas önemli olan taşkın hesabına tesir edecek maksimum yağışın tayinidir.

1.2.2. HİDROLOJİK DONELERİN DOĞRULUĞU

Taşkın hesaplarında kullanılan arazi donelerinin, yukarıda da belirtildiği gibi doğruya çok yakın bir şekilde tayini kesindir. Hesaplarda aranacak esas doğruluk, hidrolojik akım ve yağış donelerindedir. Taşkın hesaplarının temelini teşkil eden bu doneler tamamen doğru olsalar dahi, yeterli bir gözlem süresine haiz değillerse, genellikle gözlem sürelerinin üzerindeki tekerrürler için değerlendirilmek isteneceklerinden, hesaplanacak sonuçlar tekerrür süresi arttıkça genişleyen bir hata sınırı ihtiva edeceklerdir. Bu durumda, akım ve yağış donelerinin ihtiva edeceği küçük hataların dahi, yüksek tekerrürlerde ne kadar büyüyeceği görülmektedir.

Oysa, bilhassa drenaj alanı pek büyük olmayan kesitlerde, meydana gelecek taşkınların, hidrografla tespiti yerine, günde iki kez yapılan periyodik akım donelerine itibar edilmesi halinde, gerek ölçüldüğü sanılan pik debilerin ve gerekse (Genellikle baz akımı az olan bu akarsularda, yılda gelecek suyun çoğu taşkınlarla geçeceğinden) hesaplanacak yıllık su değerlerinde ne büyük hatalara düşüleceği aşıkardır. Bu bakımdan, baz akımı az olan küçük drenaj alanlı akım istasyonlarının değerlerine güvenilebilmesi için, taşkın raporlarının noksansız olması ve bütün istasyonlardaki akım ölçümlerinin yüksek seviyelerde de yapılarak akım anahtarlarının bir takım yöntemlerle aşırı bir uzatmaya zorlanmaması şarttır.

Taşkın, sentetik yoldan hesabında kullanılan maksimum yağışların doğruluğundan emin olabilmek için ise, istasyonların bölgenin yağış özelliğine uygun bir sıklıkta kurulmuş olması; bilhassa konvektif sağanakların taşkınlar meydana getirdiği kurak bölgelerdeki istasyon aralıklarınının 5 km.'nin üzerine çıkmaması gerekmektedir.

1.2.3. HİDROLOJİK DONELERİN ÇEŞİDİ

Taşkın hesaplarında arazi, akım ve yağış olmak üzere başlıca üç grup hidrolojik döne kullanılmaktadır. Arazi doneleri içerisinde drenaj alanının büyüklüğü, şekli, ana akarsu boyu, bitki ve toprak örtüsü, kullanılışı, rakımı, jeolojisi, hidrojeolojisi ve önceki nem durumu bulunmakta; akım doneleri, pik debi ve hacimler ile bunların sürelerini içermekte; iklim donelerinde ise, yağışın süresi, miktarı, şiddeti, alan ve süresi içindeki dağılımı ile kar'ın etkisi değerlendirilmektedir.

1.2.4. HİDROLOJİK DONELERİN ÖLÇÜLMESİ

Hidrolojik donelerin ölçümleri ne kadar hassas olursa, taşkın hesaplarındaki hata paylarının da o kadar azalacağı açıktır. Bu bakımdan gerek harita ve gerekse gözlem ölçümleri çift yapılmalıdır. Bu tip bir ölçüm, bir bakıma ölçümlerin kontrolü anlamını da taşıyacağından arzu edilen de budur.

Ayrıca, civarındaki gözlemlere kıyasen anormal değerler verdiği görülen istasyonların bu farklı sonuçları, hemen araştırılmalı ve farkın sebebi mutlaka ortaya konulmalıdır. Örneğin bir akım istasyonunun debi değerleri membaındaki daha küçükse veya Km^2 'deki debi miktarı bilinen sınırların dışına çıkıyorsa herhalde sebebi araştırılmaya değer görülmelidir. Yine bir istasyondaki maksimum yağışlar aynı durumdaki civar istasyonların değerlerinden aşırı fark gösteriyorsa, bir mikroklima araştırması icap ediyor demektir. Hele, aynı istasyondaki plüviyograf değerleri ile plüviyometre değerlerinin bariz bir şekilde uyuşmamasının üzerinde mutlaka durulmalıdır. Bu farklı durumları daha da çoğaltmak mümkündür.

Zaman zaman gözlem yıllıklarında ve bültenlerde değerleri değiştirilen (Debi, drenaj alanı, yağış gibi) istasyonlarda, değiştirme sebebi belirtilmelidir. Akım

istasyonlarının yerlerini gösteren 1/800.000 ölçekli haritalarda istasyonların debi değerlerini etkileyen baraj gibi sun'i yapılar (Su tutmaya başladıkları yıl yazılarak) ile doğal göllenme ve taşkın alanları gösterilmeli ve bu hususta yıllıklara gerekli açıklamalar yazılmalıdır. Taşkın hesaplarında ihtiyaç duyulan her gözlem yılındaki en büyük (1,2, ..., 24) saatlik ve günlük en çok yağış gözlemleri ile pik debiler ve (1,3,5,7,15) günlük hacim gözlemleri, en son yıla kadar ortalama, standart sapma ve değişkenlik katsayıları hesap edilmiş olarak her zaman istifadeye hazır bulunmalıdır. Bu hususta hidroloji, meteoroloji ve gözlem kısımlarının sıkı işbirliği yapmalarında önemli faydalar görülmektedir.

1.3. ARAZİ DONELERİ

1.3.1. DRENAJ ALANININ BÜYÜKLÜĞÜ

Drenaj alanı bir yağış su ayırım çizgisi ile sınırlıdır. Bu çizgi boyunca yüzeysel sular iki komşu havza arasında bölünür. Bir de yer altı su ayırım çizgisi vardır. Bu iki çizgi çakışır ise bir havzadan komşu havzaya su kaçağı yoktur. Yağış miktarı ve şiddeti aynı ise, cm. derinlik olarak ifade edilen akım, havzanın büyüklüğüne bağlı olmaksızın aynıdır. Buna karşılık, büyük yağış havzasına ait hidrografın tabanı daha geniş olacak ya da hidrografın temsil ettiği taşkın akımı daha uzun süreli olacaktır.

Bir drenaj alanının getireceği taşkın büyüklüğü, pike ulaşma süresi ve taşkın devam süresi ile hacmi, drenaj alanının yüz ölçümü ile orantılıdır. Taşkın büyüklüğü bakımından bu oran literatürde, değişen C katsayısı ile birlikte drenaj alanı üssünün ortalama $2/3$ 'üncü kuvveti olarak verilmiştir. Taşkın hacmi ise, drenaj alanının büyümesi nispetinde artar. Taşkın pike ulaşma ve devam süresini, alanın büyüklüğünden başka diğer faktörler de etkilediğinden, doğrudan doğruya alanın büyüklüğü ile ilgili bir bağıntı konmamıştır. Genel olarak drenaj alanının yüz ölçümü büyüdükçe taşkın piki, pike ulaşma süresi ve devam süresi ile hacmi büyümekle beraber birim alanından gelecek taşkın miktarı azalmaktadır. Bir akarsu üzerinde gözlem süresi yeterli bir akım - gözlem istasyonu varsa, taşkın alanla olan $Q_{max}=CA^{2/3}$ bağıntısından faydalanarak, bu akarsuyun bir başka kesitindeki taşkın pikini hesaplamak mümkündür. Ancak, burada dikkat edilecek husus, drenaj alanı büyüklükleri arasında fazla bir fark olmaması ve büyük drenaj alanı değerleri

biliniyorken küçük drenaj alanının hesaplanacak değerlerinin, hakikisinden biraz daha küçük veya tersi halinde, hakikisinden biraz daha büyük hesaplanmış olacağının bilinmesidir. Drenaj alanı yüzölçümü, taşkınların sentetik yöntemlerle hesabında en başta gelen doneler arasındadır.

1.3.2. DRENAJ ALANININ ŞEKLİ

Drenaj alanı şeklinin, taşkınların meydana gelişinde tesiri önemlidir. Büyüklükleri ve diğer özellikleri aynı ve fakat şekilleri değişik olan drenaj alanlarından gelecek olan taşkın hacimleri eşit olduğu halde, havzanın şekline göre debi miktarları, pike ulaşma ve devam süreleri değişiktir. Örneğin, proje kesitine sapı yukarıda olarak oturtulmuş armut biçimindeki bir drenaj alanının taşkın debisi, bunun tamamen tersi olan bir drenaj alanının taşkın debisinden daha büyük, pike ulaşma ve taşkın devam süresi daha kısadır. Nitekim bu husus sentetik yöntemlerdeki taşkın hesaplarına, havza ağırlık merkezinin, ana akarsu boyu üzerindeki izdüşümünün proje kesitine olan mesafesi (L_c) olarak konmuştur. Bu mesafenin kısalması taşkını büyütmemektedir.

Yağış havzasının şekli, düşen yağışın derelere ulaşma hızı ve süresini etkilemektedir. Havza şeklini ifade etmek için kullanılan *form sayısı* (F), şöyle tespit edilir;

$$F = b / L \quad (1.1)$$

Burada;

b : Havzanın ortalama genişliği, (km.).

L : Havzanın uzunluğu, (km.).

Havzanın ortalama genişliği ise havza alanının, havza uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir. Bazı havzaların genişlikleri, akış yönündeki uzunluklarından büyük olabilir. Böyle durumlarda form sayısı 1'den büyük çıkar. Küçük form sayısına sahip olan havzalarda şiddetli bir yağışın havzadaki uzun eksenin tümünü kapsaması ihtimali, yüz ölçümü aynı fakat büyük form sayısına sahip havzaya oranla daha azdır.

1.3.3. DRENAJ ALANININ EĞİMİ

Drenaj alanı eğiminin taşkınlarda rolü büyüktür. Yüz ölçümleri ve diğer özellikleri aynı olan iki drenaj alanının taşkın hacimleri denk olmasına rağmen, eğimi fazla olanın taşkın debisi daha büyük, pike ulaşma ve taşkın süresi daha kısadır.

Genellikle tatbikatta bu eğim, ana akarsu boyunun harmonik eğimi olarak kabul edilmektedir. Ancak ana akarsu boyu harmonik eğiminin havza genel eğiminden bariz derecede az olduğu hallerde, hesaplanan taşkın değerleri, beklenenden daima biraz küçük olacaktır. Bu taktirde, drenaj alanı yan derelere göre parçalara bölünmeli ve her parça için hesaplanan sonuçlar, gecikme süreleri de nazarı itibara alınarak, süperpoze ve öteleme yapılmak suretiyle, drenaj alanının tamamından gelecek taşkın değerleri bulunmalıdır.

Bir yağış havzasındaki eğim, infiltrasyon, yüzeysel akış, toprak nemi ve yeraltı suyu tarafından dere akımına yapılan katkılar yönünden önemli bir etmendir. Bu nedenle yüzeysel akışın süresi ve derelere ulaşarak yüksek akımlar meydana getirmesi üzerinde en etkili etmenlerden birisidir. (Balcı, 1987).

Havzanın ortalama eğimi şu formülle bulunur;

$$S = (D * L) / A \quad (1.2)$$

Burada;

S : Havzanın ortalama eğimi, (%).

D : Eş yükselti eğrileri arasındaki kot farkı, (m).

L : Eş yükselti eğrilerinin toplam uzunluğu, (m).

A : Havza alanı, (ha).

1.3.4. DRENAJ ALANININ JEOLJİK YAPISI

Drenaj alanı jeolojik yapısının geçirgenlik özelliğine göre, meydana gelecek taşkınlara etkisi de bilhassa toprak örtüsünün az olduğu veya hiç bulunmadığı hallerde önemli olmaktadır. Genellikle metamorfik kayaların hakim olduğu çatlaklı, kırıklı, faylı ve geçirgenliği yüksek formasyonlardan meydana gelen arazilerde, yağışın akışa

geçmesi son derece az olmaktadır. Karstik arazilerde görülen düdenler, dehliz ve mağaralar, drenaj alanındaki akışları kısa zamanda yutarak, ya daha derinlere ya da komşu drenaj alanlarına taşımakta ve böylece taşkını azaltıcı bir rol oynamaktadır.

Drenaj alanı arazi yapısının jeolojik yönden incelenmesi, bilhassa metamorfik ve karstik drenaj alanları için çok önemlidir. (Özdemir, 1978).

1.3.5. DRENAJ ALANININ AKARSU YATAKLARI

Bir drenaj alanındaki akarsu yatak boylarının kısa ve sıklıklarının fazla olması, toplanma süresini azaltacağından taşkınları büyütücü, pike ulaşma ve taşkın süresini kısaltıcı tesir gösterir. Sentetik yöntemlerde yatak boyu olarak havzanın esas tahliyesini yapacak olan ana akarsu boyu (L) nazarı itibara alınmaktadır. Akarsu yataklarının yoğunluk, taşıma kapasitesi, enkesit, şekil ve pürüzlülük gibi özellikleri, gerek drenaj alanı yüzeyinde ve gerekse akarsu boyunca değişkenlik gösterdiklerinden, değerlendirilmeleri son derece güçtür ve zaten dikkate alınmış olanlar yanında taşkınlara tesirleri de o kadar büyük değildir.

Bir havzanın drenaj durumunu göstermek için bazı deyim ve yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan biri *dere sıklığı* ile tabir edilir. Bu, havzanın sularını boşaltan derelerin km²'deki sayısına denir. Şöyle bulunur;

$$D_s = N_s / A \quad (1.3)$$

Burada;

D_s : Dere sıklığı, (adet).

N_s : Havzadaki toplam dere sayısı, (adet).

A : Yağış havzasının alanı, (km²).

Formülde görüldüğü gibi, dere sıklığı dere sayısının yağış havzasına bölünmesi ile bulunur. Bu anlatımın tersi kullanılarak, dere başına düşen alan miktarı da hesaplanabilir. Dere sayısı belirlenirken sürekli ve periyodik dereler göz önüne alınır.

Dere sıklığı çoğu zaman yalnız başına havzanın drenaj durumunu göstermekte her zaman yeterli olmamaktadır. Bu nedenle *drenaj yoğunluğu* adı

verilen bir indeks daha kullanılmaktadır. Drenaj yoğunluğu, birim alandaki dere uzunluğu olarak ifade edilir. Şöyle hesaplanır;

$$D_d = L/A \quad (1.4)$$

Burada;

D_d : Drenaj yoğunluğu.

L : Toplam dere uzunluğu.

A : Havza alanı.

Bir havzanın dere sıklığı ve drenaj yoğunluğu ne kadar yüksekse, o havzada mevcut dere ve akarsu şebekesinin yağış sularını boşaltma yeterliliğinin de o derece yüksek olduğu söylenebilir.

1.3.6. DRENAJ ALANININ DEPOLAMA KAPASİTESİ

Drenaj alanındaki akışın yüzey örtüsündeki doğal girintilerde toplanması, düzlük veya az meyilli kısımlarda göllenme yapması ve hatta bazen araziye yayılarak taşkın bölgeleri meydana getirmesi, o drenaj alanından gelecek olan taşkın pikini önemli derecede azaltıp taşkın hidrografındaki sürelerin uzamasına sebep olabilir. Bu şekilde öteleme yapılmış pikleri ölçen akım istasyonlarının değerleri, drenaj alanı farkına rağmen, membarlarındaki istasyonlarınkinden küçük olabilir. Bu durum iyice incelenmeli ve değerlerine itibar edilecek istasyon ona göre seçilmelidir.

1.3.7. DRENAJ ALANININ BİTKİ ÖRTÜSÜ

Bitki örtüsü, yağışın akışa geçinceye kadarki süre içerisinde meydana gelmekte olan, bilhassa başlangıç kayıplarının önemli etkileyicisidir. Bu etki bitki örtüsünün çeşidine, sıklığına, büyüklüğüne ve hatta yapraklarının şekline bağlı olarak dahi değişmektedir. Bitki örtüsünün taşkınları ve erozyonu önleme bakımından etkisi büyüktür.

1.3.8. DRENAJ ALANININ TOPRAK ÖRTÜSÜ

Drenaj alanını kaplayan toprak cinsi ve kalınlığının başlangıç kayıplarına tesiri bitki örtüsünden de fazladır. Hatta toprak cinsi sızmanın baş faktörü olduğundan etkisini, taşkınımın devamı boyunca da sürdürür. Toprağın tekstürü, gözenek hacmi ve gözeneklerin dağılışı, derinliği, kolloidlerin cinsi, şişme ve büzülme özellikleri, ıslanma yeteneği ve agregalaşma gibi nitelikleri infiltrasyon ve yüzeysel akış üzerinde etkili olmakta ve bu nedenle de dere akımlarında önemli bir rol oynamaktadır.

1.3.9. DRENAJ ALANININ KULLANILIŞ ŞEKLİ

Drenaj alanındaki arazinin kullanılış şekli, yani tesviye eğrilerine paralel sürülmesi, teraslanması, bitkilerin ekilişinde muntazam sıralama yapılması taşkınları azaltıcı bir tesir gösterirken, nadasa bırakılması, taşkını arttırıcı bir rol oynamaktadır.

Yine, tamamen sık ve boylu bir ormanla kaplı yağış havzasında yağışın büyük bir kısmı çeşitli şekillerde tutulur veya depolanır ve yüzeysel akışa geçmez. Bunda ormanın tepe örtüsünün ve daha önemlisi orman ölü örtüsünün rolü vardır. Çünkü orman ölü örtüsü kendi ağırlığının 4-5 misli ağırlıktaki suyu bünyesinde bir süre tutmaktadır. Ormanın kaldırılması halinde derenin hidrografi, aynı miktar ve şiddette yağışlardan sonra tümüyle değişmekte ve kısa süre sonra nehirlerde yüksek taşkın akımları oluşmaktadır.

1.3.10. DRENAJ ALANININ RAKIMI

Yüksek rakımlarda çığ noktası düşük ve düşük çığ noktasında havzanın su muhtevası az olduğundan bu gibi yerler, şiddetleri az ve fakat daha uzun süreli yağışlara maruzdur. Ancak, yağış yönüne dönük ve bilhassa sahile bakan yamaçlarda rakım, yağışın devamlı beslenmesi nedeniyle, belli bir sınıra kadar yağış şiddetini arttırıcı rol oynamaktadır. Rakım, yağışın hangi oranda kar veya yağmur olacağına da tesir etmektedir.

Kışın yükseklik arttıkça sıcaklığın azalma derecesi de çoğalmaktadır. Sıcaklık rakımla bağıntılı olduğundan, genellikle bir bölgedeki eşit rakımlı kesimlerde, haiz

buldukları eşit çığ noktası sıcaklıkları dolayısıyla, benzer yağışlar görülür. Ancak, bunun için beslenme şartlarının müsait olması gerekir. Rakımın yağışla olan bağıntısından, dar bir bölge içindeki istasyonların rakımları ile yıllık ortalama yağışları arasındaki bağıntının saptanması suretiyle yararlanılabilir.

1.3.11. DRENAJ ALANININ YÖNÜ

Yağışın geldiği yöne dönük olan drenaj alanları, yağışın geldiği yöne arkası dönük drenaj alanlarından daha çok yağış alır. Nitekim Karadeniz sahil şeridinde kuzey batıya; Akdeniz sahil şeridinde ise güney batıya dönük olan drenaj alanları, genellikle daha yüksek yağışlara maruz kalmaktadır. Buna mukabil, yağışa arkası dönük alanlarda, yağışın taşkına katkısı daha fazladır.

1.3.12. DRENAJ ALANINDAKİ SUN'İ YAPILAR

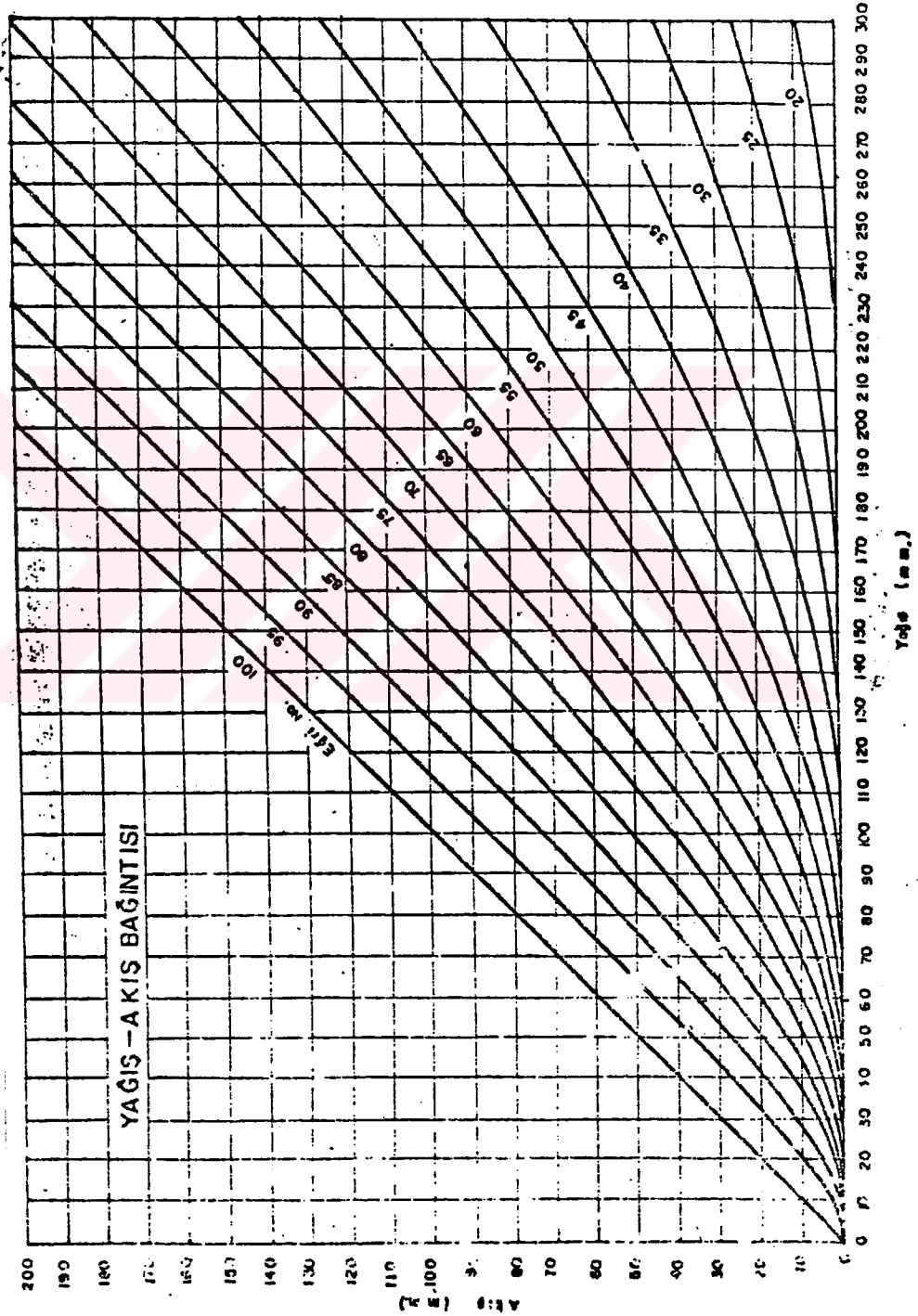
Drenaj alanı içerisinde inşa edilmiş bulunan baraj, gölet, sel kapanı, batardo gibi su yapıları, kendi drenaj alanlarındaki taşkınları öteleyerek taşkını hafifletici hizmet görmekte iken; yerine göre sedde, kanal ve yatak ıslahları da taşkınlara olumlu veya olumsuz yönden tesir edebilir. Bu yapıların, beklenen taşkınlara olan etkileri incelenmek suretiyle değerlendirilmelerinin yapılması gerekir.

1.3.13. DRENAJ ALANININ HİDROJEOLJİSİ

Drenaj alanı içerisinde bulunan göller, bataklıklar, akarsular ve kaynaklar, buharlaşmayı arttırarak, daha çok yağışın meydana gelmesine sebep olurlar. Buna ilaveten, yeraltı su seviyesinin yüzeye yakınlığı derecesinde sızmayı güçleştirerek, taşkını artırıcı etki gösterirler. Göller ve bataklıklar, depolama yaparak taşkınları regüle etmek suretiyle, taşkın tesirlerini önemli derecede azaltırlar.

1.3.14. DRENAJ ALANININ YAĞIŞ - AKIŞ BAĞINTISI

Gerek drenaj alanındaki bitki ve toprak örtüsü ve gerekse arazinin kullanılış şeklinin taşkınlara tesiri, deneysel yöntemlerle değerlendirilerek, yağış-akış bağıntısı eğrileri meydana getirilmiştir (Şekil 1.3). Ancak, belirtilen bu yağış-akış bağıntısından, kullanılacak donelerin gerçek durumları ile kıymetlendirilmesi ölçüsünde faydalanılabileceği açıktır. Bunlarla ilgili ayrıntılar (Tablo 1.4)'te verilmiştir.



Şekil 1.3. Yağış-akış bağıntısına ait grafik

Tablo 1.4. Hidrolojik zemin grupları ve bitki örtüsüne göre akış eğri no'ları
(Şart II; $I_a = 0.25$)

Arazi kullanması örtü	Muamele ve tatbikat	Sızma için hidrolojik şart	Hidrolojik toprak gurubu			
			A	B	C	D
NADAS	SR	—	77	86	91	94
DİZİ NEBATI Pancar gibi	SR	Zayıf	72	81	88	91
	SR	İyi	67	78	85	89
	C	Zayıf	70	79	84	88
	C	Zayıf	65	75	82	86
UFAK DANELİ Buğday gibi	CT	Zayıf	66	74	80	82
	CT	İyi	62	71	78	81
	SR	Zayıf	65	76	84	88
	SR	İyi	63	75	83	87
SİK EKİLMİŞ BAKLİYAT VEYA OT ROTASYONU	C	Zayıf	63	74	82	85
	C	İyi	61	73	81	84
	CT	Zayıf	61	72	79	82
	CT	İyi	59	70	78	81
ÇAYIRLIK VEYA MEYDAN	SR	Zayıf	66	77	85	89
	SR	İyi	58	72	81	85
	C	Zayıf	64	75	83	85
	C	İyi	55	69	78	83
DEVAMLİ ÇAYIR	CT	Zayıf	63	73	80	83
	CT	İyi	51	67	76	80
	—	Zayıf	68	79	86	89
	—	Müsait	49	69	79	84
ORMAN Çiftlik ağaçları	—	İyi	39	61	74	80
	C	Zayıf	74	67	81	88
	C	Müsait	25	59	75	83
	C	İyi	6	35	70	79
ÇİFTLİK BINALARI	—	—	30	58	71	78
YOLLAR (Tuzlu)	—	—	45	66	77	83
YOLLAR (Sert zeminde)	—	—	36	60	73	79
	—	İyi	25	55	70	77
	—	—	59	74	82	86
	—	—	72	82	87	89
	—	—	74	84	90	92

A. Çok kumlu zeminler

B. Kumlu çok, kili az zemin, derince bitkisel toprak

C. Kumlu az, kili çok zemin, sığ bitkisel toprak

D. Çok ağır kili veya kayalık zemin, bitkisel toprak çok inco veya hiç yok

TİCARİ VEYA MİLLİ ORMAN HAVZALARI İÇİN (Şart — II)

SR = Muntazam sıralı
C = Tesviye münhanilerine paralel
T = Teraslanmış
CT = Tesviye münhanilerine paralel ve teraslanmış

Hidrolojik Sınıflar	Hidrolojik Toprak Gurubu			
	A	B	C	D
I En zayıf	56	75	86	91
II Zayıf	45	68	78	84
III Orta	36	60	70	76
IV İyi	26	52	62	69
V En iyi	15	44	54	61

1.3.15. DRENAJ ALANININ NEM DURUMU

Drenaj alanının taşkından önceki nem durumunun, yağışın drenaj alanında meydana getireceği akışa tesiri büyüktür. Taşkın meydana getirecek bir sağanağın çoğu, kuru bir zeminde başlangıç kayıpları için harcanırken, doymuş bir zeminde hiç bir kayba uğramadan doğrudan doğruya akışa başlayacaktır. Bu bakımdan geçmiş bir sağanağın meydana getirdiği taşkın hesaplanırken (Tablo 1.5)'te verilen yağıştan önceki nem durumunun nazarı dikkate alınması şarttır. Muhtelif tekerrürlü taşkınların sentetik yolla hesabında, nem durumu vasat (Şart II), katastrofal taşkınların hesabında ise nem durumu doymuş (Şart III) olarak alınmaktadır (Tablo 1.6). Ancak uzun süreli gözlemlerin analizi sonucunda bölgede oluşan taşkın zamanları öncesindeki nem durumunun, daima (Şart I) veya (Şart III) halinde bulunduğu tespit edilebiliyorsa, o takdirde eğri No. su muhtelif tekerrürlü taşkınların hesabında (Şart II) yerine tespit edilen (Şart I) veya (Şart III)'ten dolusavak taşkın sarfiyatının hesabında ise, (Şart I)'in karşılığı olarak (Şart II)'den alınır. (Şart III)'ün karşılığı olarak da doğrudan doğruya yağışın kendisi akış kabul edilmelidir. Nem merkezine göre drenaj alanının pozisyonu yağışa da tesir eder. (Özdemir, 1978).

Havzanın toprak nemi yüksek ise infiltrasyon kapasitesi az ve havzada bir taşkın olma olasılığı fazladır. Eğer toprak tarla kapasitesinde ise, infiltrasyonla toprağa giren su tabansuyunu ve bundan oluşan akımı artırır. Yaz sonları ve sonbahar başlarken topraktaki su, evapotranspirasyon aracılığı ile harcanır ve yağış suları toprak rezervinin dolması için kullanılır ve dere akımına önemli bir katkısı olmaz. Fakat toprağı doyuran uzun süreli bir yağıştan sonra düşen yağmurların, yüksek akımların oluşmasına neden olduğu çok görülmüştür.

Tablo 1.5. Yağış öncesi nem durumu tahmini için yağış limitleri

Yağış öncesi nem durumu sınıfı (Şart)	5 Günlük Toplam yağış (mm.)	
	Kasım - Mart Ayları	Nisan - Ekim Ayları
I	12.0'den az	36.0'dan az
II	12.0 - 28.0	36.0 - 53.0
III	28.0'den fazla	53.0'den fazla

Tablo 1.6. Akış eğri no.ları değiştirme tablosu

Orta Derecede Doygun Zemin	KURU ZEMİN		DOYGUN ZEMİN	
	DSİ Sent. Metoda göre	(Ref-19)'a göre	DSİ Sent. Metoda göre	(Ref-19)'a göre
Şart - II	Şart - I		Şart - III	
100	100	-	100	-
95	87	-	99	-
90	78	-	98	96
85	70	-	97	93.5
80	63	-	94	91
75	57	56.5	91	88.5
70	51	-	87	85
65	45	-	83	81.5
60	40	-	79	78
55	35	-	75	74
50	31	-	70	-
45	27	26	65	-
40	23	22	60	-
35	19	18.5	55	-
30	15	-	50	-
25	12	-	45	43
20	9	-	39	37
15	7	6	33	-
10	4	-	26	22

1.4. AKIM DONELERİ

1.4.1 AKIM - GÖZLEM İSTASYONLARI

Bir akım - gözlem istasyonunun gözlemlerinden faydalanmadan önce;

a) Akım - gözlem istasyonunun haritadaki yeri ve rakımı.

b) İstasyonun gözlem süresi boyunca drenaj alanı büyüklüğünün değişip değişmediği, değişmiş ise bunun hangi yıllarda ve neden değiştiği ile drenaj alanı ölçümlerinin hangi ölçekli haritadan yapıldığı (1/25.000, 1/200.000 gibi).

- c) Hangi ölçü aletlerinin bulunduğu (Eşel - Limnometre).
- d) Akım ölçümlerinin zamanı ile ölçümlerdeki pik debi miktarı.
- e) Taşkın pik debileri ile ölçüm pik debileri arasındaki oranın ne olduğu, yani akım anahtarlarının ne kadar uzatıldığı.
- f) Gözlem süresince taşkın raporlarının muntazam tutulup tutulmadığı.
- g) Gözlem süresi boyunca taşkınların hangi aylar arasında geldiği.
- h) Değerlerinin doğruluk derecesinin ne şekilde belirtildiği.
- ı) Akış yüksekliklerinin yağışlarla karşılaştırılması halinde, akış yüzdesinin ne kadar olduğu gibi hususlar ortaya konduktan sonra istasyon gözlemlerinin taşkınların hesabında ne derece güvenilir olduğu saptanmalıdır.

1.4.2. AKIMIN PERİYODİK ÖLÇÜM DONELERİ

Periyodik ölçümler genellikle saat 08 ve 16'da yapılmakta ve bunlara ait doneler, ilgili gözlem yıllıklarına verilmektedir. Ancak, gözlem yıllıklarından faydalanırken;

- a) Baskı hataları nedeniyle yıllıkla beraber verilmiş olan düzeltmeler, önceden yıllığa işlenmiş olmalıdır.
- b) Yıllıklarda zaman zaman yapılan düzeltmeler sebebiyle, değerlerin alınmasına son gözlem yılından başlanmalıdır.
- c) İstasyon değerlerini etkileyen baraj gibi sun'î yapıların mevcudiyeti halinde, istasyon değerleri, barajdan bırakılanlar düşüldükten sonra kıymetlendirilmeli, baraj deşarjları ara drenaj alanı için bulunan sonuçların üzerine ayrıca ilave edilmelidir. İstasyonun baraj yapılmadan önceki değerleri ise, artık bu analize sokulmamalıdır.
- d) Akış-yağış analizleri sonucunda veya başka bir yolla istasyon değerlerinin, komşu drenaj alanındaki bir göl veya doğrudan doğruya komşu drenaj alanının kendisinden beslendiği ki bu durumda baz akımı ve taşkın debileri beslenme miktarı kadar artacaktır, ya da drenaj alanından kaçakların olduğu (bu takdirde hem baz akımı hem de taşkın debileri kaçaklar derecesinde azalacaktır) anlaşılırsa, taşkınların

sentetik yolla hesabında bu husus, mutlaka dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde sonuçlar büyük hatalar taşıyabilir.

e) Periyodik ölçüm donelerinin, civar istasyon gözlemleriyle uyuşması araştırılmalı, mutabakat sağlanmalı veya uyuşmazlık nedeni ortaya konuncaya kadar gerekli araştırmalar yapılmalıdır.

1.4.3. EKSTREM ÖLÇÜM DONELERİ

Ekstrem ölçümler, taşkınların en büyük ve en küçük değerlerinin hesabında esas doneyi teşkil ettiklerinden, ne kadar hatasız tayin edilebilirse sonuçların güvenilirliği de o kadar artacaktır.

Kuraklık analizlerinde ihtiyaç duyulan minimum debilerin değişmesi ani olmadığından, her ne kadar bir akım-gözlem istasyonundaki periyodik ölçümlerle tespit edilebilirlerse de, bilhassa ani değişme gösteren maksimum debilerin, sınırlı saatlerde yapılan periyodik ölçümlerle tespiti mümkün değildir. Zira, anlık piklerin yakalanması, muayyen gözlem saatlerine bağlı kalmaksızın, taşkın devamı süresince, icabında çok küçük zaman aralıklarına kadar inen gözlemlerin yapılmasını gerektirebilir. Bütün taşkınları, taşkın süresi boyunca gözlenmeyen bilhassa küçük drenaj alanlı bir akım-gözlem istasyonu için verilen anlık piklerin ve yıllık akımların doğruluğuna inanılmaz.

1.4.4. TARİHİ TAŞKIN DONELERİ

Tarihi donelerin kıymetlendirilmesi, gerek periyodik ve ekstrem ölçüm doneleri ve gerekse sentetik yolla hesaplanacak değerlerin tahkiki bakımından önemlidir. Bunun için civardaki yaşlı halkın gözlemlerinden, akarsu yatağı cidarlarının durumundan ve bu cidarlardaki taşkın izlerinden, yataktaki maddelerin cinsinden ve iriliğinden çıkarılacak sonuçlarla taşkın içeriği hakkında bir kanaata sahip olunmalı ve temin edilecek bilgiyle tarihi taşkın donesinin tespitine çalışılmalıdır.

1.4.5. TAŞKIN ZAMANLARI

Gözlem yıllıkları incelenerek, istasyonda ölçülen taşkınların, yılın hangi aylarında geldiği tespit edilmelidir. Taşkın periyodunun önceden bilinmesi halinde, aynı zamanda taşkın kontrolü yapan sulama gayeli bir barajda, su seviyesini taşkın periyodu dışında yüksek tutarak, sulama suyundan azami şekilde faydalanma imkanı oluşturulabilir. Taşkın periyodunun bilinmesi ile taşkın periyodu dışında yapılarak bitirilebilecek bir su yapısının inşasında, sadece inşaat süresi için hesaplanacak daha küçük taşkınlara göre çalışılması mümkündür. Böylece küçük su yapılarının, bir yıldan az bir zamanda bitirilebilecek inşaatlarının, taşkın periyodunun dışına rastlamasıyla, önemli tasarruflar sağlanabilir.

1.5. İKLİM DONELERİ

1.5.1. HİDROMETEOROLOJİ İSTASYONLARI

Hidrometeoroloji istasyonlarının gözlemlerinden faydalanırken;

- a) Hidrometeoroloji istasyonunun haritadaki yeri ve rakımı.
- b) İstasyon yerinin gözlem süresi boyunca değişip değişmediği, değişmiş ise sebebi ve bu değişimin, değişimden sonraki gözlem değerlerine etkisi.
- c) İstasyonun hangi meteorolojik değerleri ne şekilde ölçtüğü.
- d) Ölçüm zamanları, şayet varsa plüviyometre ve plüviyograf gözlemlerinin uyuşup uyuşmadığı.
- e) Günlük yağış raporlarındaki yağışın başlangıç ve bitiş saatleri, yağış şiddetinin seyri, yağışın şekli, yağışın yönü, yağış esnasındaki rüzgarın hızı ve sıcaklık dereceleri.
- f) İstasyon yağış değerlerinin civardaki yağış ve akım istasyonları değerleriyle uyuşup uyuşmadığı ve dolayısıyla pik yağışlarının ölçülüp ölçülmediği.
- g) İstasyonun bir mikro klima özelliği gösterip göstermediği ve geçiş bölgesinde bulunup bulunmadığı hususları hakkında toplanan malumatlara göre istasyonun durumu tespit edilmelidir.

h) Meteoroloji bültenlerinden, düzeltme cetvellerine göre gerekli düzeltmeler işlendikten sonra faydalanılmalıdır.

1.5.2. PERİYODİK ÖLÇÜM DONELERİ

Bu kısımda, hidrometeoroloji istasyonlarınca periyodik olarak ölçülen yağış, sıcaklık, buharlaşma, rüzgar, basınç ve toprak nem'i doneleri belirtilecektir.

1.5.2.1. YAĞIŞ

Eğer belli bir hava kitlesi nem ile doymuş halde değilse ve çevresi ile bir ısı alış verişi de yoksa bu hava kitlesi yükseldiği takdirde genişleyecek ve bu genişleme için bir miktar ısı enerjisi harcanacağı için kendi sıcaklığı düşecektir. Bu olaya *kuru adyabatik soğuma* denir. Bu şekilde yükselen bir hava kitlesinin sıcaklığı kuru adyabatik soğuma ile her 1000 m.'de 10°C düşer.

Doymuluk derecesine erişildikten sonra hava kitlesi yine yükselir. Bu halde hava kitlesi soğumaya devam eder ve yoğunlaşma olduğu zaman su damlacıkları oluşur. Bu olaya *ıslak adyabatik soğuma* denir. Bu olaydan sonra hava sıcaklığı her 1000 m'de yaklaşık 5.82°C düşer. Hemen hemen yağışların büyük bir kısmının oluşumuna neden olan olay adyabatik soğumadır. (Muslu, 1994).

Yoğunlaşmaya neden olan diğer olaylar ise, farklı sıcaklıktaki hava kitlelerinin karışımı, daha soğuk bir yüzeye temas sonucu olan soğuma ve radyasyonla ısı kaybederek soğuma suretiyle meydana gelen yoğunlaşmalardır. Temas ve radyasyonel soğuma ile oluşan yoğunlaşma, çığ, kırağı ve sis oluşumuna neden olur.

Bir hava tabakası içinde toplam su buharı miktarı, tabanı 1 m^2 olan hava sütununun içindeki su buharının 1 m^2 taban alanında bir su stunu şeklinde yoğunlaşması halinde, bu suyun yüksekliği cinsinden ifade edilir. Su buharı ile tamamen doymuş haldeki havanın içindeki su buharı hacmi bu sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı ile o andaki atmosfer basıncı arasındaki oranla, hava hacminin çarpımına eşittir. Atmosfer basıncı yükseklikle azaldığından, yükseldikçe hava kütlelerinin doymuş halde ihtiva edecekleri su buharı miktarı azalır.

Atmosferdeki su buharının yoğunlaşması (kondensasyonu) genel olarak bulut şeklinde kendini gösterir. Sıcak bir günde bulutların gözlenmesi, bunların yavaş yavaş çoğaldığını ve neticede buharlaşma sebebi ile ortadan kaybolduklarını gösterir. Bütün bulutlar yağış meydana getirmezler. Sis ve bulut içinde yoğunlaşma çekirdekleri üzerine kümelenmiş çok küçük damlaların büyüyerek yer yüzüne düşebilecek iriliğe erişmesi gerekir. Bu durumun meydana gelebilmesi için donma noktasının altına kadar soğumuş buz taneleri ve su damlacıklarının bir bulut içinde birbiri ile karışması gereklidir veya küçük damlacıkların çarpışarak birleşmesi lazımdır. Son yıllarda bu şartı gerçekleştirerek sun'i yağmur yağdırmak için havaya kuru buz veya gümüş iyodür serpmek yolunda çalışmalar yapılmaktadır.

Hangi nedenle olursa olsun yükselen bir hava kitlesinin nem kapsamı yeterli ve uygun ise sonuçta genellikle bir yağış oluşmaktadır. Yağışlar genellikle 3 ana grupta toplanabilir;

1. *Konveksiyonel yağışlar*: Sıcak günlerde yeryüzü ısınır ve yer yüzüne yakın olan hava tabakalarının da ısınmasına sebep olur. Bu durum havanın yükselmesine, genişlemesine, dinamik olarak soğuyarak yoğunlaşmasına ve yağış teşekkülüne yol açar. Konvektif yağışlar diye de isimlendirilen bu yağışlar tropikal bölgelerde çok görülür. Etrafi dağlarla çevrili bölgelerde daha ziyade yaz aylarında bu tip yağışlara rastlanır.

2. *Orografik yağışlar*: Su buharı ile yüklü hava kitlelerinin topografik angeller üzerinden aşmaya zorlanmasından ileri gelen yağışlardır. Ülkemizde, Karadeniz'de kuzeyden esen sürekli rüzgarlar, birlikte getirdikleri nemli hava kitlelerini Kuzey Anadolu Dağları'nın kuzey yamaçlarında yağışa dönüştürürler. Memleketimizin sahil bölgelerindeki yüksek yağışlar çoğu zaman böyle meydana gelir.

3. *Depresyonik (Siklonik) yağışlar*: Kuzey yarım küresinde, hava alçak basınç merkezine, saat yelkovanının aksi yönde dönerek helezon şeklinde hareket ederek girer. Alçak basınç merkezinde hava kitlesi bir baca gibi yükselir, genişler ve dinamik olarak soğur. Bünyesindeki nem yoğunlaşarak yağışlar meydana gelir. Bu yağışlara depresyonik (cephesel) yağışlar adı verilmektedir. Meteorolojik bakımdan farklı iki hava kitlesinin karşılaşması ile oluşan cepheler boyunca yoğunluğu az olan hava kitlesinin yoğunluğu fazla olan hava kitlesi üzerinde yükselmesi ile adyabatik olarak soğuma, dolayısıyla yoğunlaşma ve yağışlar meydana gelmektedir.

Genellikle Türkiye üzerinde meydana gelen şiddetli yağışların depresyonik olduğu görülmüştür. Sahil bölgelerinde ve engebelerin bulunduğu diğer bölgelerde orografik sağnaklar, İç ve Doğu Anadolu'nun etrafı dağlarla çevrili kısımlarında konveksiyonel sağnaklar oluşur. (Erkek, Ağırlioğlu, 1993).

Bir bölgedeki Akım Gözlem İstasyon'larınca (AGİ) ölçülmüş olan taşkınları, bu yağışlardan hangisinin etkilediği tespit edilebilir. Yıllık ortalama yağışı fazla olan bir yerde genellikle maksimum yağışlar da fazladır. Ancak bu her zaman için geçerli değildir. Örneğin, yağışları bütün seneye dağılan bir yerde yıllık ortalama yağışın yüksek olmasına mukabil maksimum yağışlar düşük olabilir. Zira, önemli olan yağışın miktarı değil rejimidir. Esasen maksimum yağışlar rastgele olarak dağılmaktadır. Böyle bir bağıntının, yıllık ortalama yağışla, günlük en çok yağış ortalaması arasında daha iyi belirdiği, yapılan çalışmalarda görülmüştür.

1.5.2.1.1. Yağışın şekli:

Bir bölgeye düşecek olan yağışlar genellikle yağmur, kar veya dolu şeklinde olabilir. Bunlara ayrıca çığ, kırağı ve sis ilave edilebilirse de, taşkınlara katkıları bakımından önemleri yoktur.

Yağmur

Yağmurun taşkına tesiri, drenaj alanındaki akarsu üzerine düşen yağmurun akışa geçmesiyle başlar. Ancak, yağmurun bu etkisi, bu esnada drenaj alanının diğer kısımlarına düşen yağmur, bitki ve toprak örtüsü tarafından tutulmakta olduğundan, fazla değildir. Drenaj alanındaki esas akış, sızmanın asgari olması dolayısıyla başlangıç kayıplarının ilk önce sona erdiği, sert ve geçirimsiz kısımlarda görülür. Bilahare yağmurun süresine, şiddetine, alan ve süresi içerisindeki dağılımına göre, drenaj alanına sirayet eder. Daha sonra da drenaj alanının toplanma zamanına ve diğer özelliklerine bağlı olarak en büyük değerine ulaşır.

Kar

Yağış esnasındaki ısının sıfır derecenin altında olması halinde kar yağışı başlar. Karın taşkınlara tesiri erimeye başlaması ile birlikte görülür. Bu esnada, gerek yüzey altı ve gerekse yeraltı suyu akışı artar. Karın taşkınlara tesiri daha ziyade hacim yönünden olur. Pik debiye tesiri az, pike ulaşma süresi ve taşkın süresi uzundur. Kar doymuş hale gelinceye kadar yağmuru bünyesinde tuttuğundan, kar üzerine düşen yağmurun akışa geçmesi başlangıçta çok azdır. Normal kar yağarken akış meydana gelmez. Karın ancak sulu olarak yağması, yüzey akışını artırır. Karın, drenaj alanından gelecek taşkına tesiri kapladığı yüzeye, kalınlığına, yoğunluğuna ve erime derecesine bağlıdır. Karın erime miktarı ise sıcaklık, rüzgar, kar üzerine yağmur yağışı gibi meteorolojik; drenaj alanı rakımı, bitki örtüsü gibi de fizyografik faktörlerin tesiri ile değişir.

Dolu

Yağışın, buzlanmış halde düşmesidir. Dolunun taşkına tesiri, erimesine bağlı olarak değişir. Bu da, sıcaklıkla ilgilidir. Dolu, genellikle yeryüzü sıcaklığı sıfırın üzerinde iken yağdığından, süratli bir şekilde erir ve dolayısıyla kısa sürede bir akış meydana gelir. Bu bakımdan taşkına tesiri, kardan daha fazla ve çoktur.

1.5.2.1.2. Yağışın şiddeti:

Birim zaman içerisinde düşen yağışın miktarıdır. Taşkınlar, bilhassa şiddetli yağışların sonunda meydana gelmekte ve başlangıç kayıplarından sonra yağış şiddeti ile taşkın arasındaki bağlantı, taşkın büyüklüğünün, yağışın şiddetine bağlı olarak değişmesi şeklinde görülmektedir. Genellikle konvektif yağışlarda şiddet, cephesel ve orografik yağışlardan fazla olduğundan, bu yağışların meydana getirdiği taşkınlar da büyük olmakta; mevzii yağdıklarından çok zaman baskın tesiri yaparak bilhassa küçük drenaj alanlarında, büyük hasarlara yol açmaktadır. Şiddetli yağışlarda, sızma için yeterli zamanın kalmaması da akışı ve dolayısıyla taşkını artırıcı rol oynamaktadır.

1.5.2.1.3. Yağışın Süresi:

Sabit şiddetteki bir yağışın süresi arttıkça, meydana getireceği taşkının büyümesi, drenaj alanının büyüklüğüne, toplanma süresine ve diğer özelliklere bağlı olarak, bir süre sonra limite ulaşır ve yağışın süresi sonsuz da olsa, taşkın hacmi büyümesine rağmen, pikinde değişme görülmez. Yağışın şiddeti değişken olduğu takdirde, taşkın piki en büyük değerine, en şiddetli yağış periyodunda ulaşır. Yağış süresi, konvektif tipteki yağışlarda, cephesel ve orografik tip yağışlarından daha kısadır. Başka bir deyişle, yüksek bölgelerdeki yağışların süreleri, kurak iklim bölgelerindeki yağış sürelerinden daha uzun ve rejimleri daha kararlıdır. Bu durum yüksek dağlar ihtiva eden yerler için de geçerlidir.

1.5.2.1.4. Yağışın süresi içerisindeki dağılımı:

Bir yağış istasyonunda ölçülen yağış yüksekliği süresi içinde önemli değişimler gösterebilir. Bazı bölgelerde yağışların aydan aya büyük değişiklikler gösterdiği, bazılarında ise yıl boyunca oldukça üniform bir dağılım bulunduğu görülmektedir. Yağışın yıl boyunca değişimi bölgenin su bütçesini etkiler.

Yağışın süresi içerisindeki dağılımı, süresi boyunca şiddetinin ne şekilde değiştiğinin ifadesidir. Yağış şiddetinin süresi içerisindeki dağılımı, genel olarak birim süre büyüdükçe azalır. Aynı süre içindeki değişim, yıllık yağışlarda aylık yağışlardan daha az, nokta yağışında havza yağışından daha çoktur. Ayların %60' ında normalin altında, %40'ında ise üstünde yağış gelir. İki bölgenin yıllık ortalama yağışları aynı olduğu halde, mevsimlik dağılımları ve maksimum yağışları tamamen farklı olabilir.

1.5.2.1.5. Yağışın alan içerisindeki dağılımı :

Genel olarak yağışın, 25 km' lik alana kadar aynı şiddeti gösterdiği ve bunun üzerindeki alanlar için, yağış merkezindeki şiddetin, alan büyüdükçe azaldığı bilinmektedir.

Bu değişimin küçük alanlarda tayini, seçilmiş tek merkezli en az 8 ila 10 sağanağın analizi ile yapılmakta, çok merkezli yağışların olduğu daha büyük

alanlarda ise, derinlik - süre eğrileri çizilmektedir. Bütün Türkiye için bu analizlerin tamamlanması uzun bir zamanı gerektirdiğinden, halen icap ettikçe yapılmaktadır.

1.5.2.1.6. Yağış ölçümleri :

Yağışın bütün şekilleri düştükleri yerde kaldıkları zaman biriken suyun derinliği olarak ölçülür ve mm. olarak ifade edilir. Yatay bir düzlem üzerinde toplanan yağmur suyu yüksekliğini ölçmek için kaydedici olan ve olmayan ölçekler kullanılır. Yağışlar, yağış ölçer denen meteoroloji aletleri ile ölçülür.

1. *Kaydedici yağmur ölçekleri (Plüviograf)*: Bu ölçekler, yatay bir düzlem üzerinde toplanan yağmur suyu yüksekliğini zamana bağlı olarak bir kağıt üzerinde gösterirler. Dolayısıyla bu eğriler yardımıyla yağış şiddetlerini ve bunun zamanla değişimini bulmak mümkündür. Bu bilgiler özellikle yağmur suyu kanal sisteminin hesabı ve akarsularda feyzan seviyelerinin önceden bilinmesinde lüzumludur.

Kaydedici ölçeklerin çeşitli tipleri vardır; Bunlar, devrilen kovalı yağmur ölçeği, terazili yağmur ölçeği ve yüzgeçli yağmur ölçeğidir. Türkiye’de en çok kullanılan terazili tipte olanıdır. Bu tipte, bir terazi üzerine oturtulmuş standart kesitli bir kaba düşen yağış devamlı olarak tartılıp bir kaydedici ile bir silindir etrafına sarılmış özel kağıda çizilir. Silindirin dönme hızına bağlı olarak bir günlük veya bir haftalık özel grafik kağıtları kullanılarak, bir günlük veya bir haftalık toplam yağış eğrileri elde edilir.

2. *Kaydedici olmayan ölçekler (Plüviometre)*: Düşey kenarlı herhangi bir kap yağış ölçmekte kullanılabilir. Ancak ölçüm sonuçlarını birbiriyle karşılaştırmak ve hataların aynı mertebede kalmasını sağlamak için standart kaplar kullanılmalıdır. Çok kullanılan bir plüviometre tipi (U.S. Weather-Bureau) 20 cm. çaplı bir silindir şeklindedir. Okuma presizyonunu arttırmak ve buharlaşmayı azaltmak için bu kabın içine, alanı, silindirin 1/10’u kadar olan bir iç kap yerleştirilebilir. İç kaptaki toplanan yağış bölmeli bir çubukla ölçülür, okuma 10’a bölünerek yağış yüksekliği elde edilir. Yağış yüksekliği 50 mm’yi geçince toplanan su taşmaya başlar, iç kap çıkarılarak toplamaya devam edilebilir.

Plüviometreler yağış yüksekliğinin zamanla değişimini kaydedemezler, ancak belli bir zaman aralığında toplam yağışı verirler. Okumalar genellikle günde bir defa

yapılır. Erişilmesi zor yerlerde uzun süre içindeki yağışı toplamak için totalizatör denen daha büyük kaplar da kullanılır.

Plüviyometre ile olan yağış ölçümleri mahalli saatle 07, 14, 21 ve 07 olmak üzere günde 4 defa yapılmakta ve bir gün evvelki saat 07'den 14'e, 14'den 21, 21'den ertesi gün 07'ye kadar ki yağışların toplamını ihtiva etmekte ve gözlem bültenlerinde mm. veya m²'ye kg. olarak verilmektedir.

Meteoroloji bültenlerinde verilen günlük yağış miktarları, yağışın durumuna göre bazen tamamen yağmur, kar veya doludan oluşabileceği gibi, bazen de bunların karışımından meydana gelebilir. Oysa, taşkınlar sentetik yolla hesaplanırken yağışın tamamının yağmur ihtiva etmesi gerekmektedir. Yağış şeklinin ne olduğunu, meteoroloji bültenlerindeki sıcaklık değerlerinden veya günlük meteoroloji bültenlerinde verilen yağış şeklinden kabaca öğrenmek mümkün ise de, yağışın 24 saatlik süresi boyunca yağış şeklinin ve miktarının ne gibi bir değişim gösterdiğini anlamak kabil değildir. Bu sebeple Frekans atlası ve Katastrofal yağışın tayininde kullanılan günlük en çok yağış değerleri için de böyle bir inceleme imkanı bulunamamıştır.

Ancak taşkınların sentetik yolla hesabından önce meteorolojinin arşiv bilgilerinden de yararlanılarak, bilhassa doğu bölgesi istasyonları ile rakımları yüksek olup daha çok kar yağışına maruz kalabilecek, diğer bölge istasyonları günlük en çok yağış değerlerinin, hangi yağış şeklinden meydana gelmiş olduğu saptanmalıdır. Böylece karın taşkınların hesabında iki defa hesaba katılması ihtimali önlenmiş olabilir. Şayet günlük en çok yağışların sonuçları etkileyecek derecede kar ihtiva ettiği anlaşılacak olursa, bu taktirde, taşkın hesaplarında, bölgenin taşkın periyoduna göre teşkil edilecek ve sadece yağmurdan oluşan seriler kullanılmalıdır.

1.5.2.1.7. Yağış istasyonları ağı:

Yağış ölçme istasyonlarının yoğunluğu, yani birim alana düşen istasyon sayısı ölçümlerin kullanılacağı amaca göre değişir. Ayrıca arazinin topografik durumu da yoğunluğa etki eden bir faktördür. Engebeli bir arazide, düz araziye göre daha sık istasyona ihtiyaç olacağı açıktır. Genel olarak yoğun bir ölçüm ağı hatayı azaltır, diğer taraftan gözlem masraflarını artırır. Dolayısıyla amaca göre optimum bir ölçüm ağının

bulunması gerekir. Genellikle düzlük geniş alanlarda yıllık ortalama yağış bulunmasında veya büyük ve yaygın sağanakların çalışmasında seyrek bir ağ yeterli olduğu halde, kısa süreli sağanakların dağılımının incelenmesi için çok yoğun bir ağa ihtiyaç vardır. Dünya Meteoroloji Teşkilatı optimum ölçek sıklığı olarak düz bölgelerde 600-900 km²'de, dağlık bölgelerde 100-250 km²'de bir ölçek tavsiye etmektedir. Dağlık bölgelerde ölçekler en fazla 500 m. kot farkıyla yerleştirilmelidir. Yağışın zaman içinde dağılımını belirleyebilmek için ölçeklerin bir kısmının (%10-20) yazıcı olması gerekir. Türkiye'de 450 kadarı kaydedici yağmur ölçeği olmak üzere 1500 kadar yağış ölçeği vardır. Buna göre 500 km²'ye bir ölçek düşmektedir. (Özer,1990).

1.5.2.1.8. Türkiye'de yağış ölçümleri:

Ülkemizde yağış ölçümleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. D.S.İ. de bazı ölçümler yapmaktadır. Çeşitli meteoroloji istasyonlarına ait sağanak halindeki yağışlar için süre-şiddet-frekans bağıntıları eğriler halinde yayınlanmıştır.

Çeşitli meteoroloji istasyonlarında uzun süreli ölçümlere dayanan aylık ve yıllık ortalama yağışlar ve ekstrem değerleri için Meteoroloji Bülteni yayınlanmaktadır.

1.5.2.2. SICAKLIK

Meteoroloji bültenlerinde hava, ortalama toprak ve toprak üstü düşük sıcaklıkları olarak verilmektedir.

1.5.2.2.1. Hava sıcaklığı :

Gölgede 2 m. yükseklikte bulunan serbest havanın °C ile ölçülen sıcaklığıdır. Mahalli saatle 07, 14 ve 21'de ölçülmekte, ortalama ve ekstrem olarak verilmektedir.

1.5.2.2.2. Ortalama toprak sıcaklıkları :

Muhtelif toprak derinliklerine ait ortalama toprak sıcaklıklarıdır. Günde bir defa saat 14'de yapılmaktadır.

1.5.2.2.3. Toprak üstü düşük sıcaklığı :

Yerden 10 cm yükseklikte termometre ile ölçülen düşük sıcaklık derecesidir. Sıcaklığın kaynağı güneştir ve bilindiği gibi iklim faktörlerinin başlıcalarından biri sıcaklıktır. Dünya üzerinde her meridyen arasında kabaca yarım derece fark etmektedir. Açık havalarda en düşük hava sıcaklığı güneşin doğuşu sırasında, en yüksek sıcaklık da saat 14 sıralarındadır. Hava yeryüzünden ısınmakta ve toprak, güneşten aldığı sıcaklığı 2 saat içerisinde havaya vermektedir. Bulduğumuz bölgelerde, kışın sıcaklığın artması, havanın ağırlığını ve basıncını düşürerek, çok zaman fırtına ve yağışı davet eder. Sıcaklığın artışı, ayrıca buharlaşmayı çoğaltıp toprağı kurutarak, taşkından önceki başlangıç kayıplarını yükseltmek suretiyle, taşkın üzerinde azaltıcı rol oynar. Sıcaklık artışının taşkına esas tesiri, kardan meydana gelen taşkınlarda, karın erimesine olan büyük etkisi ile görülür.

Sıcaklığın azalması, şiddetli soğuklara ve sis teşekkülüne sebep olur. Sıcaklık azalmasının taşkına direkt tesiri sıcaklığın sıfır $^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşerek, donma meydana getirip, akışı durdurması ile görülür. (Özdemir, 1978).

1.5.2.3. BUHARLAŞMA

Meteoroloji bültenlerinde verilen buharlaşma, gölde ve toprak yüzeyinden 2 m. yükseklikte bulunan Wild ve Piş evaporometresiyle ölçülen buharlaşmanın toplamı olup, mm. cinsinden veya m^2 'den buharlaşan suyun kg. olarak miktarını ifade eder. Yeryüzünde su ihtiva eden denizler, göller, akarsular, nemli topraklar, karla örtülü veya buzla kaplı yeryüzü, ormanlar ve her çeşit bitki örtüleri ile hayvan ve insanlardan, her sıcaklık ve basınçta buharlaşma olur ve hava, su buharına doyuncaya kadar devam eder. Toprak ve bitkilerdeki buharlaşmaya terleme denir. Havanın su buharına doyması halinde, nispi nem de % 100'e ulaşır.

Buharlaşma derken, sıvı veya katı haldeki suyun, gaz haline geçerek, havaya karışması kastedilmektedir. Ve bu olayın baş etkilisi de, enerjisi güneş olan sıcaklıktır. Bir yılda, karalardaki buharlaşmanın 410 mm., denizlerdekinin ise 924 mm. olduğu ifade edilmektedir. Arazideki buharlaşma ince kumda çok az, kilde en fazladır. Sudan buharlaşma ise suyun evsafına ve derinliğine göre değişir. Atmosferik basıncın da buharlaşmada rolü vardır. Buharlaşan su çok miktarda ısı yutar. Buharlaşmanın taşkınlara tesiri dolaylı yönden olup, taşkın hesaplarında önemli görülmemektedir.

1.5.2.4. RÜZGAR

Yerden 10 metre yükseklikteki aletlerle hız ve yn bakımından ölçülmekte ve meteoroloji bültenlerinde, mahalli saatle 07, 14 ve 21'deki rüzgar hızları, yağış esnasındaki rüzgar yönleri, esme sayısına göre ortalama rüzgar hızları, en hızlı rüzgarların yönleri, ortalama fırtınalı gün sayıları ile muhtelif yönlerden ortalama esme sayıları ve hızı belirtilmektedir. İklimin önemli unsurlarından biri de rüzgarlardır. Dünya zerindeki rüzgarlar genel olarak, tropikal bölgelerde ısınarak hafifleyen ve bu suretle de basıncı düşen hava yerine, kutuplardaki soğuk ve basıncı yüksek havanın devamlı olarak akması (Alize) ve tropikal bölgelerde ısınarak yükselen havanın soğuyarak, kutuplardan eksilen havanın yerini alması (Kontralize) şeklinindedir. Ancak, coğrafi ve diğer sebeplerle yönünde ve şeklinde değişiklikler olmaktadır. Yeryüzünün çok arızalı olan yerlerinde, mahalli ve muntazam rüzgarların estiği görülmektedir. Geceleri dağlardan vadilere, gündüzleri vadilerden dağlara, sahillerde ise gündüzleri denizden karalara, geceleri karalardan denizlere esmektedir. Bu mahalli rüzgarlar nedeniyle vadilerin iklimleri, dağlar ve yaylalardan daha sert, sahillerin kimi ise kara ikliminden daha yumuşak olmaktadır. Rüzgarlar genel olarak basınç, sıcaklık ve nem farklarını azaltır. Kutup bölgelerinde havayı ısıtır, tropiklerde ise serinletir. Rüzgarlar beraberinde nem getirdikleri gibi, kuru olduğu zaman da nem'i alıp götürür. Yüksek ve çıplak dağlardan inen ve çöllerden gelen rüzgarlar her yeri kurutur. Çok hızlı estiğinde fırtına, ya da kasırğa şekline dönüşerek önemli zararlara sebep olur. Taşkın yönünden karın erimesinde etkisi görülür.

1.5.2.5. YAĞIŞ YÖNÜ

Taşkın bakımından yağış esnasındaki rüzgarın yönü, yani bir drenaj alanına yağışın hangi yönden geldiği önemlidir. Hele, faydalanılabilecek bir AGİ'da olmayıp, taşkınlar tamamen sentetik yolla hesaplanacaksa, bu husus daha da önem kazanır. Zira, bir drenaj alanına düşen yağış, sentetik metotlarda kabul edildiği gibi, her zaman drenaj alanının tamamına yağmaz. Her yerinde aynı saatte başlamaz, aynı süre ve şiddette devam etmez. Bilhassa cephesel yağışlardan etkilenen büyük drenaj alanlarında bu husus daha da bariz olarak görülür.

Bir drenaj alanındaki yağışların yönü genellikle membadan mansaba doğru ise ve başka hiçbir sebep bulunmamışsa, sentetik olarak hesaplanan piklerin akımdan elde edilenlerden küçük olacağı muhakkaktır. Aksi durum için de bunun tersi olacaktır.

1.5.2.6. BASINÇ

Bültenlerde, hava tabakası ağırlığının meydana getirdiği, 0 °C sıcaklığa ve normal yer çekimine indirilmiş aktüel basınç ile havadaki su buharı basıncı olmak üzere iki şekilde ve mb. cinsinden verilmektedir. Deniz seviyesinde normal hava basıncı 1013 mb = 760 mm hg. = 1.0333 kg/cm² = 1 Atm'dir. Deniz seviyesine yakın yerlerde her 8 m. yükselmede basınç 1 mb. düşer. Denizden 3000 m. yükseklikte atmosferik basınç 700, 12 km. yükseklikte ise 200 mb.'dir. Yeryüzünde kaydedilmiş en büyük basınç 1073, en düşük basınç 985 mb.' dir. Yeryüzünde iki ayrı yerin aynı andaki basınçlarını mukayese için her iki noktanın deniz seviyesine indirilmiş basınçları kullanılır. Bu maksatla, denizden yükseklikleri dolayısıyla düşmüş olan basınç miktarları barometre basıncına ilave edilerek deniz seviyesine irca edilmiş basınçları bulunmuş olur. 6 mb'lık bir hava basıncı altında 0 °C de kaynayan su, 1013 mb. basınç altında 100 °C de kaynar. Bu 0 °C de su buharının azami tansiyonu 6 mb., 100 °C de ise 1013 mb. demektir. Havadaki su buharı, hidrometeor yani gözle görülen su buharının her şekli için başlıca kaynaktır. Su buharı ayrıca bakterilerin havada yaşamalarını, boğaz ve derinin fazla kurumamasını, güneş radyasyonlarından bir

kısmını yutmak suretiyle gündüzleri şiddetinin azalmasını, geceleri ise, yeryüzünün fazla soğumamasını sağlar.

Havaya ihtiva ettiği su buharı oranına göre kuru, rutubetli, doymuş, yaş ve aşırı doymuş denir. Gerek aktüel ve gerekse su buharı basıncının taşkınlara tesiri dolaylı yoldandır. Katastrofal yağışın, maksimuma yükseltme yöntemi ile tayininde buhar basıncı, çığ noktası sıcaklığını bulmak için kullanılmaktadır. (Özdemir, 1978).

1.5.2.7. NEM

Meteoroloji bültenlerinde nispi nem olarak verilmekte olup, havadaki su buharı miktarının, aynı sıcaklıkta mümkün olabilen en yüksek su buharı miktarına olan (%) cinsinden oranını ifade etmektedir. Yeryüzünün 7/10'sini ihtiva eden denizlerden, güneşin sıcaklık etkisiyle atmosfere muazzam bir nem taşınır. Havanın sıcaklığı arttıkça ihtiva ettiği nem miktarı da artar. Bir bulutun meydana getireceği yağış, diğer şartlarla birlikte haiz olduğu nem miktarı ile bağlantılıdır. Nem'in de taşkınlara tesiri dolaylı şekildedir.

1.6. TAŞKIN HESAPLARI

1.6.1. TAŞKIN HESABININ NE MAKSATLA İSTENDİĞİ

Bir kanal veya seddenin inşası için yapılacak olan bir projede, sadece taşkın piklerinin bilinmesi yeterli iken, sel kapanı yada dolusavak projelendirmesinde hacim de önemli olmaktadır. Tasarruf düşüncesi hakim olan bir inşaatın taşkın mevsimi dışında bitirilmesinin mümkün olup olmaması haline göre, hesaplanacak taşkın debileri çok farklı olabilir. Bir tarım arazisinin bitki büyüme müddetince alınacak tedbirler yönünden, seçilen bir tekerrür için, ne büyüklükteki taşkınlara maruz kalacağı bilinmesi gerekebilir. Bir şantiye, bir geçici depolama yeri veya bir ordugah bölgesi, bir seyyar köprü yerinde, hizmet süresince gerekli tedbirleri alabilmek için ne gibi taşkınlara maruz kalacağı öğrenilmek istenebilir. Bu hususta risk sınırları farklı, daha pek çok örnek sıralamak mümkündür. Taşkınları hesaplayacak olan hidrolojistin, çalışmalarını nereye kadar derinleştirmesi gerekeceğini takdir edebilmesi için

hesaplanacak taşkınların ne maksatla istendiğinin, önceden bilinmesinde, her bakımdan yarar bulunmaktadır.

1.6.2. TAŞKIN HESAPLARIYLA NELERİN VERİLEBİLECEĞİ

Herhangi bir proje kesiti için, taşkın yönünden verilebilecek analiz sonuçlarından bir kısmı şöylece sıralanabilir:

- a) Yıllık, aylık veya birkaç aylık ya da kısmi serilerle hesaplanan muhtelif tekerrürlü taşkın pikleri.
- b) Bu serilerle hesaplanan muhtelif günler için muhtelif tekerrürlü taşkın hacimleri.
- c) Aynı seriler için muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları, dolayısıyla taşkın pikleri, hacimleri ve süreleri.
- d) Yıllık serilerle hesaplanan taşkınların yılın hangi aylarında geleceği, yani kaç aylık bir periyodu ihtiva ettiği.
- e) Dolusavak taşkın hidrografi, yani pik'i, hacmi ve süresi.
- f) Herhangi bir taşkının rezervuar veya akarsu boyunca ne kadarının ötelenebileceği.
- g) Beklenen bir taşkının yağış başlangıcından ne kadar zaman sonra proje kesitine gelebileceği.
- h) Bölgedeki hangi süre içerisindeki taşkınların yağmurdan, hangi süredekilerin kardan veya her ikisinin karışımından meydana geldiği.

1.6.3. TAŞKININ AKIM DONELERİYLE HESABINDA ESASLAR

Muhtelif tekerrürlü taşkın debilerinin hesabı :

AGİ proje kesitinde ve gözlem süresi 22 yıl veya daha fazla ise hesaplanacak sonuçlara güvenilebilir. Gözlem süresi 5 ila 22 yıl arasında ise aynı havzadaki drenaj alanı özellikleri benzer ve drenaj alanı büyüklükleri yakın (%40 farklı) olan uzun

gözlem süreli istasyonlardan elde edilen sonuçlarla uyuşma halinde olmalıdır. Böyle bir istasyon yoksa sonuçların kontrolü sentetik yoldan hesaplanacak değerlerle yapılmalıdır. Gözlem süresi 5 yıldan az ise, gözlem yıllarındaki pik debi ortalaması, uzun gözlem süreli benzer istasyonun aynı yıllardaki pik debi ortalaması ile oranlanmalı ve benzer istasyondan elde edilen değerler bu oranla çarpılarak hesaplanacak sonuçlar, sentetik yoldan bulunan sonuçlarla da kontrol edilmelidir. AGİ proje kesitinde değilse, alan değişikliğinden doğacak farklar $Q_{max} = CA^{2/3}$ formülüyle giderilmelidir.

Muhtelif tekerrürlü hacimlerin hesabı :

Bunun için, taşkın süresine göre (1-3-5-7-10-15-30.....) günlük kümülatif debilerin tekerrürü hesaplanmalı veya aynı yer için sentetik yolla çizilen boyutsuz birim hidrograf ordinatları, muhtelif tekerrürlü piklerle çarpılıp, elde edilen hidrograflar ölçülerek istenen hacimler bulunmalıdır.

1.7. TAŞKIN HİDROLOJİSİNDEKİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çok eski yıllardaki su yapılarının projelendirilmesinde mahalli soruşturma ve müşahedelere göre varılan takdir kullanılmıştır. İlk araştırma *rasyonel metot* adı altında 1889'da Kuichling tarafından yapılmış ve bilahare 1967'de deneysel olarak incelenmesini, 1968'de geliştirilmesini amaçlayan çalışmalar görülmüştür. 1914'te Fuller, 1924'te Foster, 1930'da Hazen'in koyduğu formül ve 1932'de Sherman'ın ortaya attığı *birim hidrograf* kavramı, o zamana kadarki olan çalışmalara yenilik getirmiştir. 1936'da Slade, 1938'de Snyder ilk *sentetik birim hidrografın* adını atmıştır. 1941'de Gumbel ve daha sonra Frechet, 1952'de Taylor ve Scwarz, 1954'te Soil Conservation Service'in geliştirdiği *üçgen birim hidrograf* ve 1957'de Mockus'un uygulamaları hidrolojinin gelişmesinde önemli adımlar olmuştur. 1959'da Hickok, Keppel ve Rafferty *boyutsuz birim hidrograf* kavramını ortaya atmışlar, aynı yıl Nash tarafından geliştirilerek yağış ve akış arasındaki ilişkileri bakımından incelenmiştir. 1961'de Gray küçük drenaj alanlarında *sentetik birim hidrograf metodunu* uygulama alanına sokmuş, 1961'de *Potter yöntemi* uygulama alanına

girmiştir. 1962’de Chow SCS yöntemini yeniden düzenlemiş, aynı yıl Reich Person-III dağılımından küçük havzalar için proje hidrografları geliştirmiştir. 1963’te Wu, Nash, Edson ve Gray yöntemlerine benzer şekilde *gamma dağılımı* ile bir çalışma ortaya koymuştur. Reich ve Hiemstra 1965’te küçük drenaj alanlarında *maksimize taşkın tahmini* çalışmasını yapmış, 1966’da Grawford ve Linsley bilgisayarla *Stanford modeli* diye bir yöntem ile aynı yıl Bayazit spektral analiz yoluyla *enstantane birim hidrograf türetmesi* yöntemini geliştirmiştir. 1967’de Newton ve Vinyard karmaşık yağışlardan bilgisayarla birim hidrograf çıkarmış, 1968’de Mc Sparsan, Moor ve Bell *taşkın hidrografi* çalışmaları yapmışlardır. Aynı yıl Schultze bilgisayarla *hyreun modeli* diye taşkın hidrografına ait bir çalışma ortaya koymuş, 1969’da Merva, Brazee, Schwab ve Curry küçük yağış alanları için ayrı çalışma yapmışlar, aynı yıl Surkan *sentetik hidrograflar* türetmiştir. Yine 1969’da Hotan bazı bağıntılar bulurken, Hudlow ve Clark yağış alanı, akarsu boyu, havza merkezinin havza çıkışından uzaklığı, eğimi kullanarak ve Snyder metodunu bilgisayara uygulayarak *birim hidrograf* türetmişlerdir. Aynı yıl Fogel özellikle konvektif yağışlardan oluşan taşkınlar için bağıntı bulmuştur. 1964’te Weiss, hergün 07.⁰⁰ den 07.⁰⁰ ye oluşan yağışların günlük en yüksek yağışı vermesi için belli bir katsayı ile çarpılmasının gerektiğini ileri sürmüştür. 1970’te Cordery, zeminin yağış öncesi nem durumu ile sızma arasında bir bağıntı elde etmiş, 1971’de Fleming ve Franz eski yöntemlerden başlıcalarının karşılaştırmalarını yapmışlardır. 1973’te Kişisel ve Gündoğar enstantane birim hidrograftan herhangi bir yağış için yüzey akımını saptamak amacıyla güden çalışmalar yapmış, 1971’de H. Kubilay Gediz havzası için elde etmiş olduğu birim hidrografi bazı sentetik metodlarla mukayese etmiş ve Snyder metodunun Türkiye şartları için uygun olduğunu belirtmiştir. 1974’te Gülerman küçük havzalarda proje taşkın hidrograflarının elde edilmesi için bir yöntem geliştirmiştir.

1.8. TEZİN AMACI

Taşkının kontrolü, düzen altına alınması ve onlara karşı mal ve can emniyetinin korunması işleriyle ilgilenen mühendisler için en güç meselelerden biri, hazırlıklı olmaları icap edebilecek taşkın şartlarını önceden kestirmektir. Koruyucu tedbirlerin, lüzumsuz derecede pahalı olmayacak bir surette alınması ancak taşkın debisinin sıhhatli olarak tahmin edilmesine bağlıdır.

Eğer havzaya ait yeterli miktarda akım rasatları mevcut ise taşkın debilerinin hesabında istatistik metotlar olumlu sonuç verebilir. Ancak yağış alanlarının bir çoğunda birim hidrograftan çıkarılabilecek yağış-akış bilgileri mevcut değildir. Bu nedenle sentetik birim hidrograflar geliştirilmelidir.

Halihazırda ülkemizde kullanılan D.S.İ. Birim Hidrograf Yöntemi yılların tecrübelerinden faydalanılarak ortaya konduğu için diğer istatistik yöntemlerle uygunluk gösterebilmektedir.

Konumuz dahilinde sentetik yöntemlerden D.S.İ. Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi, Mockus Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi, Snyder Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi ve S.C.S. Birim Hidrograf Yöntemi incelenip bunların sonuçları üzerinde durulacaktır.



BÖLÜM 2

YÖNTEMLERİN TANITILMASI

2.1. TAŞKIN ETÜTLERİ

Bir akarsudan gelecek taşkınların tayini hidrolojik etütlerin önemli bir konusunu teşkil eder. Genel bir ifade ile taşkın etütleri ile ilgili olarak iki önemli unsurun tek tek veya bir arada bilinmesi istenir;

a) Taşkından gelecek en büyük debi, (Taşkın pik'i).

b) Taşkının getireceği toplam su miktarı, (Taşkın hidrografi).

Birinci değer (Taşkın pik'i) daha çok, akarsular üzerinde tesis edilecek depolama hacmine sahip olmayan yapıların (Köprü, sedde, bağlama, biriktirmesiz kabartma tesisi gibi) projelendirilmesinde kullanılır.

İkinci değer (Taşkın hidrografi) ise gelecek taşkın suyunu biriktirme imkanına sahip akarsu yapılarının projelendirilmesinde kullanılır (Barajlar, geniş ova seddeleri, sel kapanı gibi).

Aşağıda bu değerlerin sentetik yöntemlerle hesabı anlatılacaktır.

2.2. TAŞKIN HİDROGRAFI

Hidrograf, bir akarsu kesitindeki debinin zamanla değişimini gösterir. Genel olarak apsis ekseninde süre, ordinat ekseninde ise debi gösterilir. Eğer seviye sürekli olarak ölçülmüş ise hidrograf düzgün bir eğridir. Aralıklı olarak ölçülmüşse bu bir kırık çizgi olur. Bir taşkın hidrografının şekli, taşkını meydana getiren yağışın ve drenaj alanının özelliklerine göre değişir. Drenaj alanı karakteristikleri sabit kabul edileceğine göre benzer yağışlardan benzer hidrografların elde edilmesi beklenir.

Bu hidrograf iki kısma ayrılabilir;

a) *Baz akım* : Nehir yatağında, taşkın oluşmadan önce mevcut olup, taşkın sırasında ve taşkından sonra devam eden akımdır. Bunun taşkın akımından ayrılması için çizilecek ayırım çizgisi için çeşitli usuller teklif edilmişse de, bunların en kolayı taşkın yükselmeye başladığı noktadan, yatay hale gelmeye başladığı nokta arasına çizilen doğru hattır.

b) *Taşkın akımı (Dolaysız akış)* : Taşkın hidrografının üstünde kalan kısım olup, genellikle bir kabarma kanadı, bir tepe ve bir alçalma kanadından meydana gelir. Kabarma ve alçalma kanatlarının dikliği, havzanın büyüklüğü ve topografyası ile belirlenir. Geniş ve yatay havzalarda kanatlar yatık, küçük ve sarp havzalarda ise kanatlar dik olur.

Taşkın getirdiği toplam su miktarının yağış havzasına bölünmesi ile taşkın akış derinliği bulunur.

Taşkın hidrographları, ya yağmur sağanakları veya kar erimeleri ya da bu ikisinin bir kombinezonu şeklinde meydana gelebilir. Aşağıda anlatılacak konularda, sadece yağmur sonucu meydana gelen taşkınlar incelenmiştir.

2.3. BİRİM HİDROGRAF

Belirli bir akarsu havzasında süresi belirli bir sağanak yer aldığını düşünelim. Bu sağanağın bir kısmı toprak tarafından tutulur ve gerisi akışa geçer. Havza üzerinde akışa geçen bu yüzey suları, çeşitli kanallarda toplanarak, en sonunda bir taşkın halinde havzayı terk eder.

Genel bir düşünce ile, havzanın her hangi bir noktasında meydana gelen akışın havza çıkışına kadar ulaşması için gerekli zaman aynıdır. Dolayısıyla, havza üzerine düşen yağışın süresi sabit olduğu müddetçe, havzadan çıkan taşkın hidrografının şekli hep aynı olacak, sadece ordinatları debinin miktarına göre az veya çok olacaktır.

Mesela, 2 saat süren bir sağanağın taşkınının 2 cm. akış yüksekliği meydana getirdiğini, yine 2 saat süren diğer bir yağış neticesi meydana gelen bir taşkın 4 cm.

akış yüksekliği meydana getirdiğini düşünelim. Aynı süreli akışlar neticesi meydana gelen bu iki taşkın hidrografının şekilleri birbirinin aynı olacak, buna karşılık ikinci hidrografın bütün ordinatları birincinin iki katı olacaktır.

Eğer, bu şekilde meydana gelen taşkın akışına ait hidrografların ordinatlarını, cm. olarak akış derinliğine bölersek, bu şekilde elde edilen hidrograf, 1 cm. derinliğinde akış ihtiva eden ve belirli bir yağış süresine karşılık gelen hidrograf olmaktadır.

Belirli bir havza için bu şekilde elde edilmiş olan hidrografın şekli sabit olup, bu hidrografa birim hidrograf denilmektedir. O halde birim hidrografi şöyle tarif edebiliriz;

Birim hidrograf : Belirli bir havzada, belirli bir yağış süresi için, havza üzerinde akışı 1 cm. derinliğe tekabül eden taşkın hidrografına denir. (Özal, 1972)

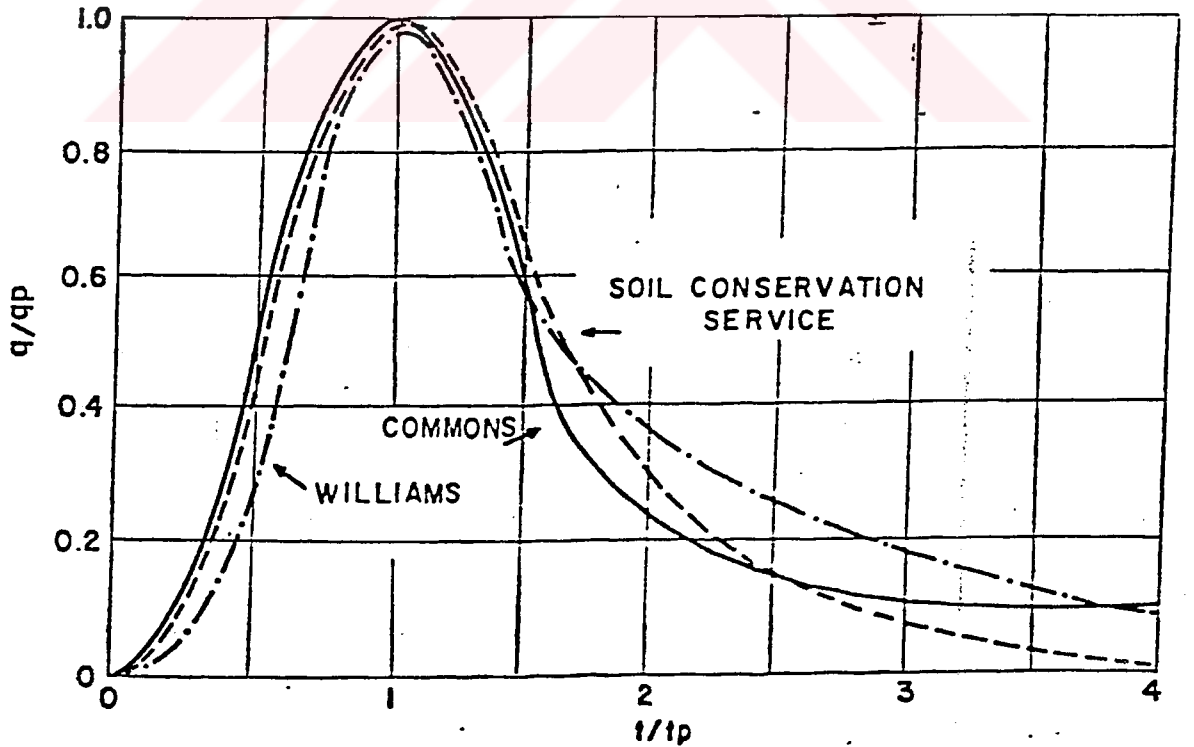
Aynı yükseklikteki akışı verecek yağış süresinin artması, hidrograf tabanının büyümesine, pik debinin ise azalmasına sebep olur. Teorik olarak her yağış süresi için ayrı bir birim hidrografın çizilmesi gerekir ise de, hakikatte yağış süresindeki %25'e kadar olan farkın hidrografın şekline etkisi fazla değildir. Yağış şiddetinin her hali için birim hidrograf tayini ise imkansızdır. Birim hidrograf ancak üniform bir akış çizebilir. Yağış şiddetindeki büyük değişmeler, drenaj alanı büyüklüğüne bağlı olarak hidrografın şeklini etkiler. Kritik akış süresi, taşkın gecikme süresinin dörtte biri kadardır. Gecikme süresi ise, yağış diyagramı ağırlık merkezi ile hidrograf piki arasındaki zaman farkı olarak tarif edilmektedir. Yağışın drenaj alanı üzerindeki dağılımı da hidrografın şekline tesir eder. Yağış merkezi mansaba yakınsa, hidrograf süratle yükselerek sivri bir pik yapar ve süratle de iner. Yağış merkezi memba tarafında ise yatak ötelemesi nedeniyle hidrograftaki yükselme ve alçalma daha yavaş, pik daha küçük ve geçiş daha yumuşak olur. Buna göre, büyük drenaj alanlarında, yağış merkezinin bulunduğu yere veya düzenli oluşuna göre, ayrı hidrograflar çizilmesi gerekir. Bundan böyle birim hidrograflar, yağış dağılımının hidrograf şekli üzerine önemli etki yapmayacağı ve en çok 5000 km²'ye kadar olan drenaj alanları için uygulanmalı, daha büyük alanlar, tali drenaj alanlarına bölünmek suretiyle incelenmelidir. Önemle belirtmek gerekir ki, birim hidrograf yönteminin uygulanması için, yağışın bütün alan üzerinde düzenli bir dağılım göstermesi şart değil, fakat belirli ve genel bir dağılım karakterine uygun olması gerekir. Birim hidrograf kavramından

çıkan temel prensibe göre, belli bir süre devam eden akıştan meydana gelen hidrografların ordinatları, akış hacimleri ile orantılıdır. Bu ise, aynı kesit için eş süreli yağış fazlasından meydana gelen hidrograf tabanlarının aynı olacağı anlamına gelir. Hakikatte hidrografın iniş süresi, pik debinin fonksiyonudur. Bununla beraber yukarıda belirtilen kabul, mühendislik maksatları için yeter bir yaklaşıklık ve önemli bir kolaylık sağlamaktadır.

İncelenen yağış alanında, birim hidrograf çıkarmak için hiç bir akış kaydı mevcut değilse, sentetik birim hidrograf yöntemi kullanılabilir. Bu yöntemin temeli, yağış alanının yüzölçümü ve eğimi gibi karakteristik parametreleri ile, birim hidrografın biçimi arasındaki ampirik bir bağıntıya dayanır. Bu bağıntı pik'in yerini, hidrografın taban genişliğini ve pik debinin büyüklüğünü verir. (Özdemir, 1978).

2.4. BOYUTSUZ BİRİM HİDROGRAF

Bir hidrografın yükselme zamanına T_p , pik'ine de Q_p der ve apsisi T_p 'ye, karşılığı olan ordinatları da Q_p 'ye böldüğümüzde boyutsuz birim hidrografi elde etmiş oluruz. Bu şekilde çeşitli yağış süreleri için elde edilecek boyutsuz birim hidrograflar birbirlerine benzer, (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Boyutsuz birim hidrograflar.

Bir drenaj alanı için en az beş hidrograftan elde edilecek böyle ortalama boyutsuz bir birim hidrograf yardımıyla, o drenaj alanına ait birim hidrografi, sadece pik'inin bilinmesiyle çizebiliriz ya da her hangi bir tekerrüre sahip debilerin hidrograflarını çizme imkanını bulabiliriz.

2.5. SENTETİK BİRİM HİDROGRAF YÖNTEMLERİ

2.5.1. SNYDER YÖNTEMİ

Bu, F.F. Snyder'in bulduğu ve 1977 yılında A.B. Taylor ve H.E. Schwartz'ın eklemelerde bulunduğu bir sisteme dayanır.

Snyder A.B.D.'deki çeşitli havzaların birim hidrograflarını inceleyerek birim hidrografın t_{PR} gecikme zamanı (saat) ve Q_{PR} maksimum debisi (m^3/s) için şu formülleri vermiştir:

$$t_{PR} = t_p + 0.25 * (t_o - t_r) \quad (2.1)$$

$$Q_{PR} = 2.78 * (C_p / t_{PR}) * A \text{ veya } q_p = 2760 * (C_p / t_p) \quad (2.2)$$

Bu formüldeki t_p ve t_r değerleri şu şekilde hesaplanacaktır;

$$t_p = 0.75 * C_t * (LL_c)^{0.3} \quad (2.3)$$

$$t_r = t_p / 5.5 \quad (2.4)$$

$$C_t = 7.81 / (P_a)^{0.78} \text{ veya } C_t = 0.6 / S^{1/2} \quad (2.5)$$

$$C_p = 0.89 * C_t^{0.48} \quad (2.6)$$

Burada;

A : Havza alanı, (Km^2).

L : Akarsu hidrolik uzunluğu, (Km).

L_c : Çıkış noktası ile havza ağırlık merkezi arasındaki akarsu uzunluğu, (Km).

t_b : Artık yağış süresi, (saat).

C_t : Havza depolama kapasitesi ve eğimine ait katsayı, (0.4 ile 2.2 arasında).

C_p : Katsayı, (0.56 ile 0.94 arasında).

S : Ortalama havza eğimi.

P_a : Havzadaki su geçirmez tabakanın yüzdesi.

Dağlık bölgelerde C_t katsayısı küçük değerler alır, C_p ise artar. Bu katsayıların aynı bölgedeki birim hidrografları bilinen benzer havzalardan elde edilmesi uygun olur.

Birim hidrografın taban genişliği aşağıdaki formülle tahmin edilebilir;

$$t_b = 3 + (t_{PR} / 8) \quad (2.7)$$

Burada;

t_b : Taban genişliği, (gün).

t_{PR} : Gecikme zamanı, (gün).

Küçük havzalarda t_b 'yi pik debinin görülmesine kadar geçen sürenin 3-5 katı almak uygun olur.

Birim hidrografın Q_{PR} maksimum debisi ve t_{PR} gecikme zamanı hesaplandıktan sonra birim hidrografi elde etmek için *boyutsuz birim hidrograflardan* faydalanılır. Boyutsuz birim hidrograflar;

Q/Q_{PR} debisinin t/T_{PR} ile değişimini gösterirler.

T_{PR} : Pik debinin görülme zamanı.

Bugüne kadar çeşitli boyutsuz birim hidrograflar ileri sürülmüştür. Bunların dışında, daha basit olarak birim hidrografın üçgen biçiminde olduğu da kabul edilebilir. Böylelikle birim hidrografın taban genişliği azaltılmış olacağından maksimum debisi artar, gerçektekinden daha şiddetli akışlar hesaplanmış olur. Üçgen

birim hidrografın taban genişliği C_p katsayısına bağlıdır. Ortalama bir değer olarak taban genişliğinin aşağıdaki gibi alınabileceği ifade edilmektedir;

$$t_b = 2.67 * t_{PR} \quad (2.8)$$

2.5.2. D.S.İ. SENTETİK YÖNTEMİ

Bu yöntem 1000 km²'ye kadar olan drenaj alanları için kullanılmaktadır. Daha büyük alanlar küçük alanlara ayrılarak her biri için ayrı hidrograf çizilir ve drenaj alanında ayrılmış olan kesitlerine göre geciktirilen hidrograflar noktalanarak bütün drenaj alanına ait hidrograf elde edilir. Bu yöntemle birim hidrografın bulunması için yapılacak iş sırası şöyledir;

a) Havzaya ait uygun ölçekli (örneğin 1/25000) haritadan drenaj alanı belirlenir.

b) Aynı ölçekli haritadan en uzun akarsu boyu (L) km. cinsinden belirlenir.

c) Yine aynı ölçekli haritadan, drenaj alanı ağırlık merkezinin en uzun ana akarsu üzerindeki izdüşümü ile proje kesiti arasındaki mesafe (L_c) km. cinsinden belirlenir.

d) Havza harmonik eğimi hesaplanır. Bunun için akarsu membandan başlanarak proje kesitine kadar yükseklik ve mesafeler yazılır, sonra toplam mesafe n eşit parçaya bölünerek karşılıkları olan rakımlar bulunur ve aşağıdaki formülle hesap edilir;

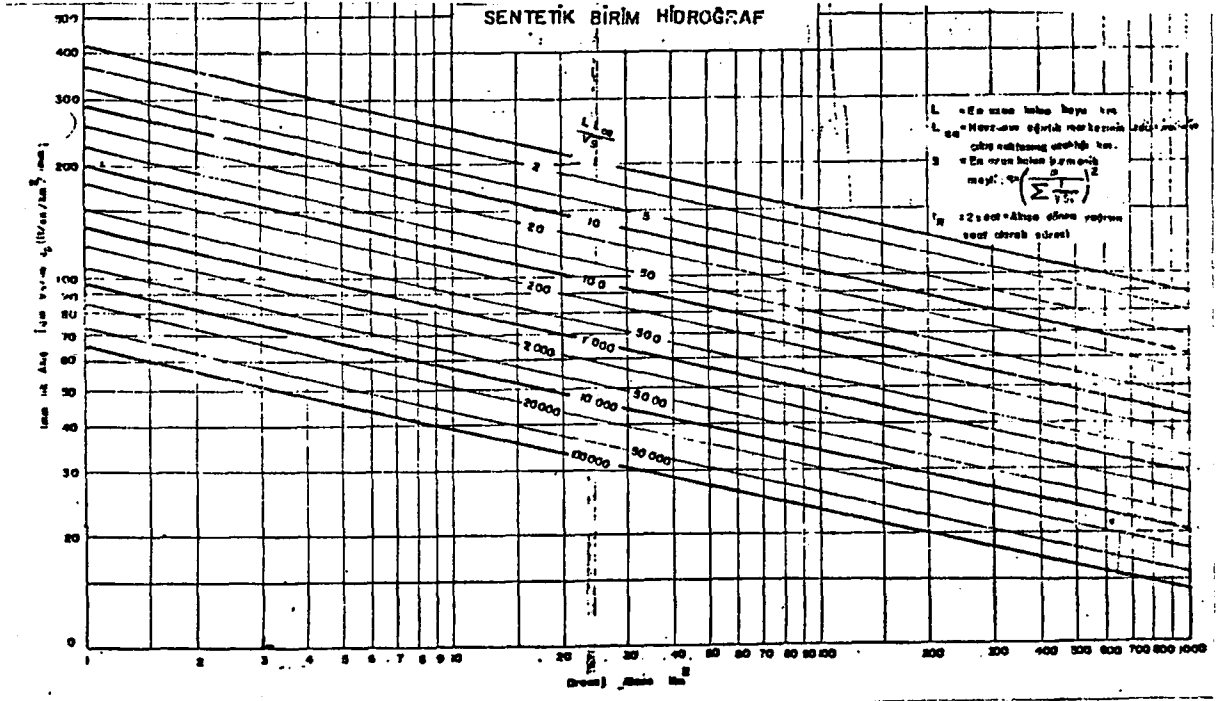
$$S = [n / (\sum (1 / S_i^{1/2}))]^2 \quad (2.9)$$

e) Havza parametresi $(L * L_c) / S^{1/2}$ değeri hesaplanır.

f) Drenaj alanı-verim grafiğinden (Şekil 2.2) alana karşılık gelen $(L * L_c) / S^{1/2}$ ile bulunan eğriye dik çıkılır ve buradan verim düşeyine yatay olarak gelinip verim (q_p) bulunur.

g) Pik debi bulunur;

$$Q_p = A * q_p * 10^{-3} \quad (m^3 / s / mm) \quad (2.10)$$



Şekil 2.2. Drenaj alanı - Verim grafiği

h) $h_a = 1$ mm. akış için birim hacim (V_b) bulunur;

$$V_b = A \cdot h_a \cdot 10^3 \text{ (m}^3\text{)} \quad (2.11)$$

ı) Hidrograf devam süresi (T) bulunur;

$$T = 3.65 \cdot (V / Q_p) \text{ (saniye)} \quad (2.12)$$

i) Hidrografın yükselme zamanı (T_p) bulunur;

$$T_p = T / 5 \text{ (saat)} \quad (2.13)$$

j) D.S.İ. boyutsuz birim hidrograf koordinatları (Tablo 2.1) kullanılarak havzaya ait birim hidrograf, (T/T_p) 'nin T_p ile çarpılıp t değerlerinin elde edilmesi, (Q/Q_p) 'nin Q_p ile çarpılıp Q 'nun elde edilmesi ve bu değerlerin milimetrik kağıda noktalanması ile elde edilir.

Tablo 2.1. D.S.İ. Sentetik yöntem boyutsuz birim hidrograf koordinatları

T/T _p	Q/Q _p	T/T _p	Q/Q _p	T/T _p	Q/Q _p
0.0	0.000	0.9	0.970	2.0	0.320
0.1	0.015	1.0	1.000	2.2	0.240
0.2	0.075	1.1	0.980	2.4	0.180
0.3	0.160	1.2	0.920	2.6	0.130
0.4	0.280	1.3	0.840	2.8	0.098
0.5	0.430	1.4	0.750	3.0	0.075
0.6	0.600	1.5	0.660	3.5	0.036
0.7	0.770	1.6	0.560	4.0	0.018
0.8	0.890	1.8	0.420	4.5	0.009
				5.0	0.004

T ve T/T_p'nin tam sayı olmaması halinde dahi, birim hidrograf kullanılarak hesaplanıp çizilecek hidrograflarda önemli bir farka sebebiyet verilmeyecektir.

Ancak bilindiği gibi (şekil 2.2)'nin 2 saat süreli yağışlara göre hazırlanması ve grafikten okunan q_p değerinin 2 saat süreli bir birim hidrografın en büyük debisi olması, çizilen birim hidrograf t_p'sinin de 2 saat veya daha fazla olmasını gerektirmektedir. Oysa birim hidrograf alanı;

$$a = 1.344$$

$$Q_p = q_p * A * 10^{-3}$$

$$a = Q_p * t_p$$

$$a = 0.001 * A$$

$$a = Q_p * t_p = 0.001 * A$$

$$t_p = (0.001 * A * 10^3) / (1.344 * Q_p) \quad (\text{saniye}) \quad (2.14)$$

Olur ve buradan çıkacak t_p değeri de T_p = T/5 denkleminde çıkan sonuçla aynıdır. O halde t_p ve Q_p'nin T_p saatlik birim hidrografın değerleri olması gerekir.

Bundan böyle t_p 'nin 2 saatten küçük olması halinde, sonuçlardaki isabeti arttırmak için, birim sağanak süresinin de t_p süresi kadar alınması uygun görülmektedir.

2.5.3. MOCKUS YÖNTEMİ

Mockus yöntemi, hesabının pratikliği ve üçgen hidrografının çizim kolaylığı bakımından tercih edilmektedir. Üçgen hidrograflar, rezervuarlarda ve akarsu yataklarındaki ötelemelerde de eğrisel hidrograflar kadar hassas neticeler vermekte, sadece hidrograf kuyruğunun projelendirmeye tesir ettiği hallerde eğrisel hidrograflar zorunlu olmaktadır. Ayrıca üçgen hidrografların eğrisel hidrograflara dönüştürülmesi hassasiyetleri bozulmadan mümkün olmaktadır.

Mockus yöntemi, toplanma zamanı (T_c) 30 saate kadar olan drenaj alanları için uygulanabilmekte, daha büyük alanlarda D.S.İ. sentetik yönteminde olduğu gibi, drenaj alanı tali parçalara ayrılarak her bir parça için çizilecek hidrograflar geciktirme sürelerine göre süperpoze edilmektedir. Yağışın değişkenliği nedeniyle hesaplanacak taşkınlarda alınacak ΔD birim sağanak süresinin doğru seçilmesi önemlidir. ΔD birim sağanak süresinin seçiminde genel kriter şöyle verilmiştir;

$$\Delta D \leq (T_c/5)$$

İlk 6 saatlik proje sağanak süresi için ΔD çoğunlukla 1 saattir. Toplanma süresi (T_c)'nin 3 saatten az olduğu hallerde ise ΔD pratik olarak 1/2 saat alınmaktadır. Toplanma süresinin 10 ila 15 saat olması halinde ΔD 2 saat, 15 saatten 30 saate kadar olması halinde ise ΔD 'nin 3 saat alınması tavsiye edilmektedir.

Mockus yöntemine ait değerleri bulmak için aşağıdaki işlem sırası takip edilir;

- a) Uygun ölçekli haritadan drenaj alanı km^2 olarak belirlenir.
- b) Aynı haritadan hidrolik uzunluk metre olarak belirlenir.
- c) Ana akarsuyun son kotundan çıkış noktasındaki kotu çıkartılarak kot farkı (H) belirlenir.
- d) Drenaj alanı ortalama eğimi (S) belirlenir.
- e) Drenaj alanına ait kat sayılar K ve H_c tespit edilir.

f) Geçiş süresi T_c hesaplanır;

$$T_c = 0.00032 * (L^{0.77} / S^{0.385}) \text{ (saat)} \quad (2.15)$$

g) Taşkını oluşturan yağışın süresi D hesaplanır;

$$D = 2 * T_c^{1/2} \text{ (saat)} \quad (2.16)$$

h) Birim sağanak süresi ΔD hesaplanır;

$$\Delta D = T_c / 5 \text{ (saat)} \quad (2.17)$$

ı) Pik debiye ulaşma süresi T_p hesaplanır;

$$T_p = 0.5 * \Delta D + 0.6 * T_c \text{ (saat)} \quad (2.18)$$

ii) Taşkın sönümlenme süresi T_r hesaplanır;

$$T_r = H_c * T_p \text{ (saat)} \quad (2.19)$$

j) Hidrograf taban genişliği T_b bulunur;

$$T_b = T_p + T_r \text{ (saat) veya } T_b = 2.67 * T_p \text{ (saat)}$$

k) $h_a = 1$ mm'lik yağışın oluşturduğu birim hidrograf pik değeri q_p hesaplanır;

$$q_p = (K * A * h_a) / T_p \text{ (m}^3\text{/s/mm)} \quad (2.20)$$

2.5.4. S.C.S. YÖNTEMİ

2.5.4.1. NEDEN S.C.S. YÖNTEMİ?

30 km²'den küçük havzalardaki su kaynaklarının planlama, projelendirme ve yönetilmesinde kullanılmak üzere sık sık hidrolojik bilgilere ihtiyaç olmaktadır. Seçilmiş proje dönüş aralıkları için yağış-akış hacmi ve maksimum debi değerleri düzenli olarak gereklidir. Bu bilgiler sıklıkla, simülasyon modellerinin kullanımı ile tahmin edilmek durumundadır. (Schulze ve Diğerleri, 1992).

Küçük havzalarda kullanılması kabul edilen ve uygulanan böyle bir model S.C.S. yöntemidir ki Hawkins'e (1980) göre 10 yıldan fazla bir süredir uluslararası olarak zaten, hem de yılda birkaç milyon kez olarak kullanılmaktadır. Enstitüler tarafından önerilen ve A.B.D., Almanya, Fransa, Orta Doğu ülkeleri, Avustralya ve Afrika'nın bazı yerlerinde test edilen ve kullanılan S.C.S. modelinin yaygın olarak kullanılış nedenlerini şu şekilde özetleyebiliriz;

1. Denklemler basittir.
2. Girdiler havzanın fiziksel özellikleri ile ilişkilidir (Örneğin toprak bilgisi, arazi örtüsü özellikleri, zemin nemi gibi).
3. Yöntem gerçeğe yakın sonuçlar sağlar.
4. Girdi olarak günlük yağış miktarlarını ve hazır bilgileri kullanır.
5. Grafik çözümler yöntemi kullanana kolaylık sağlar.

Buna karşılık yöntem bazı kısıtlamalara maruzdur;

1. Drenaj alanı 20 mil kare ile sınırlıdır.
2. Drenaj alanları sabit bir CN (Eğri numarası) değerine sahip olmalıdır.
3. Drenaj alanı içerisinde homojen bir drenaj yapısı bulunmalıdır.
4. Eğri numarası (CN) çok isabetli olarak saptanmalıdır.

Güney Afrika için S.C.S. yönteminin uygulanmasını Reich 1962 yılında önermiştir, fakat tekniklerin popüler olması, Schulze ve Arnold'un 1979 yılında S.C.S. kullanıcı el kitabını özel yerel girdi bilgileri ile yayınlamasından sonradır. S.C.S. yönteminin değişik kurumlar ve pek çok danışman tarafından kabulünü takiben,

1970'ler ve 1980'lerde Natal Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Bölümü'nde, modelin temel ve uygulamalı yönlerinde hatırı sayılır araştırmalar yapılmıştır.

2.5.4.2. AKIŞ HACMİNİN TAHMİNİ

2.5.4.2.1. S.C.S . Dolaysız akış denklemi:

Dolaysız akış, verilen bir yağışa doğrudan akış reaksiyonu olarak tanımlanabilir. Yüzey ve yüzey altı akışlarını içerir, taban akışını hariç tutar (Örneğin yeraltı akış reaksiyonunun gecikmesi gibi).

Dolaysız akış yüksekliği, S.C.S. yöntemine göre aşağıdaki denklem ile hesaplanır;

$$P_e = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S) \quad (P > I_a \text{ ise}) \quad (2.21)$$

Burada;

P_e : Dolaysız akış yüksekliği, (mm).

P : Günlük yağış yüksekliği, (mm). Genellikle verilen periyot için bir günlük yağış datası olarak alınır.

S : Potansiyel, maksimum toprak su tutma durumu (mm). Yağıştan önce, havzanın toprak nemi indeksi.

I_a : Dolaysız akışın başlangıcındaki ilk kayıplar. İçeriğinde basınç depolaması, geçirgenlik ve sızmalar bulunur. $I_a = 0.1 * S$ olduğu söylenebilir.

Dolaysız akış, havzanın üzerindeki üniform yüksekliği gösterir. Belki, üzerinde çalışılan havza alanının hacmi şeklinde de kullanılabilir.

Potansiyel, maksimum toprak su tutma durumu, S , hidrolojik toprak özellikleri, toprak üzerindeki bitki örtüsü ve toprak yönetimi şartları ile ilgilidir. Bulunuşunda birimsiz havza eğri numarası kullanılır (Curve Number = CN). Bununla ilgili formül şu şekilde verilmiştir;

$$S = (25400/CN) - 254 \text{ (mm)} \quad (2.22)$$

Eğri numarası, (CN), herhangi bir havzaya düşen yağışın aynı havzada oluşturduğu akış yüzdesi olarak tanımlanabilir. Havzanın karakteristik CN'sini bulmak için;

1. Hidrolojik toprak özellikleri.
2. Toprak örtüsü (İçinde toprak kullanımı, toprağın davranışı ve hidrolojik şartlar bulunur).
3. Havzanın, yağıştan önceki rölatif ıslaklık yada kuruluk değerlerinin bilinmesi gerekir.

CN değeri ilk önce toprağın nemini göz ardı ederek, toprak ve bitki örtüsü özelliklerine göre hesaplanır. Buna ortalama CN denir ve bunlar CN_{II} olarak gösterilir. Geniş bir toprak örtüsü için verilen değerler ve davranış sınıfları, akış potansiyelleri ile hidrolojik toprak grupları (Tablo 2.6)'da gösterilmiştir. Ortalama CN, toprağın nem durumuna göre, belki rölatif olarak ıslak olan havzaya göre yükseltilir ya da rölatif olarak kuru olan havzaya göre olabilecek en küçük CN değerine indirilir.

CN'yi bulurken aşağıdaki noktaları göz önünde bulundurmak gerekir;

a) (Tablo 2.6)'da verilen CN değerleri, A.B.D. menşelidir ve Türkiye'nin tipik toprak örtüsü özelliklerinin hepsini içermez. Bu yüzden benzer toprak örtüsü gruplarının değerlerini bulmak için interpolasyon metoduna başvurulur.

b) CN değerleri yağmur başlamadan hemen önceki şartlarda arazi (toprak) örtüsü kombinasyonunu gösterir.

c) Kullanıcı, toprak kullanım şartlarını proje hayatında yaygınlaştırmaya gayret etmelidir. Böylece orman plantasyonundaki büyüme, kesilme devri ya da şeker kamışı, seçilen CN için havza alanının yüzdesinin bulunmasında kullanılabilir. Benzer şekilde kentsel gelişme ya da toprak örtüsündeki projesel değişimler, havza CN'sini bulmak için göz önüne alınmalıdır.

d) Gelecekteki arazi değişikliklerinden dolayı, dolaysız akış yüksekliğinde bir artma olur. Bu nedenle CN'nin 50'nin altında bir değerle çalışılması durumunda ihtiyatlı davranmak gerekir.

e) Havzadaki toprak ve arazi örtüsünün doğasının heterojen olmasından dolayı, havzanın alt alanları arasında belli değişiklikler olabilir. CN'deki bazı

değişiklikleri, havzayı rölatif olarak homojen toprak (arazi) örtüsü özelliklerine sahip daha küçük havzalara ayırırken göz önünde bulundurmak gerekir.

f) Kullanıcı, arazi örtüsü klasifikasyonunda daha fazla detay edinmek için Schmidt ve Schulze'tan (1987a) faydalanabilir.

2.5.4.2.2. Ortalama CN'deki ayarlama:

Belli bir toprak ve bitki örtüsü şartlarına verilen CN değeri, havzanın toprak neminin dikkate alınmasından evvel dolaysız akışın bir göstergesi olarak düşünülür. Eğer dolaysız akış reaksiyonu havza ıslaklığı için çok hassas etkide bulunuyorsa CN'deki ayarlama toprak nemi durumuna göre yapılır.

Yağmurdan önceki gerçek toprak nem durumu;

Yağmur öncesindeki drenaj, yağmur ve buharlaşma miktarına bağlı olacaktır (seçilen periyot için). Böylece toprak nem durumu toprağın su özelliklerinden etkilenecektir. Bunlar yağmurun absorbe edilmesi, su tutma durumu ve yeniden dağıtımını olduğu kadar, toprak suyunun buharlaşması ve toprak bitki su alışverişi şeklinde kurumasını etkileyen doğal karakteristikleridir.

Türkiye'deki CN'yi proje yağmurundan önceki şartlarda ayarlamak için bölgesel iklim özellikleri ile toprak ve bitki özelliklerinin birleştiği noktayı da göz önüne almak gerekir.

(Tablo 2.6)'dan okunan ortalama CN değeri, sonradan aşağıdaki formül ile son CN değerine dönüştürülür;

$$CN_f = 1100 / [(1100/CN_{II}) - (S/25.4)] \quad (2.23)$$

Üç toprak derinlik kategorisi (sığ, orta ve derin), üç toprak dokusal sınıfı (kum, kil, ve işlenebilir toprak) ve üç tip bitki örtüsü sınıfı (yoğun, orta ve seyrek) kombinasyonunda 27 çeşit toprak arazi örtüsü şartı bulunur. (Tablo 2.2, 2.3 ve 2.4)'te 27 sınıfın her birinin açıklaması verilmiştir. Yağmurdan önceki hakim toprak nem durumu CN'sini hesaplama yöntemi de dahil olmak üzere daha fazla detay elde etmek için Schmidt ve Schulze'a (1987a) bakılmalıdır.

Toprak nem durumu analizinde kullanılan toprak derinliği, doku sınıfı ve arazi örtüsü şartı açılımı;

Tablo 2.2. Toprak derinlik kategorileri ve kabul edilen özellikleri

Kategori	üst toprak derinliği (m)	alt toprak derinliği (m)	Toplam derinlik (m)
Derin	.30	.80	1.10
Orta	.25	.50	.75
Sığ	.15	.15	.30

Tablo 2.3. Toprak doku sınıfı ve kabul edilen özellikleri

Kum (Kaba doku)	: İyi drene, düşük yağış akışı reaksiyonu
Kullanılabilir (Orta doku)	: Orta drene, orta yağış akışı reaksiyonu
Kil (İnce doku)	: Kötü drene, yüksek yağış akışı reaksiyonu

Tablo 2.4. Arazi örtüsü kategorisi ve kabul edilen özellikleri

Sıkı örtü	: Sıkı tente gibi örtü, yüksek terleme durumu, derin kök
Orta örtü	: Orta tente gibi örtü, orta terleme durumu, orta derin kök
Seyrek örtü	: Seyrek tente gibi örtü, düşük terleme durumu, sığ kök

27 toprak-arazi örtüsü kombinasyonuna dayanan iklimsel datalarla, tipik toprak nem durumu ilişkili CN ayarlama da aşağıdaki iki yolla yapılabilir;

1. Orta şart yöntemi: Bir havzada yağmurdan önce istatistiksel olarak en çok olması beklenen toprak nem durumunu hesap eder.

Ortalama toprak nem durumu (burada kastedilen, toprağın ihtiva ettiği nem miktarının, seçilen proje yağışından önce, proje yağışının %50'sine eşit veya fazla olmasıdır), 5 adet büyük günlük bağımsız yağmur suyu toplayıcısı ile her yıl için elde edilen kayıtlar ile çıkarılmıştır. İşte bu ortalama toprak nem ihtivasından, toprağın kabul edilen ilk nem ihtivası bulunabilir.

2. Ortak birleşim yöntemi: Türkiye şartlarında, her birinde yağmurdan önce benzeştirilmiş toprak nem durumunu göz önüne alır.

Çok sayıda yağışa dayalı orta toprak nem durumu ayarlaması, her yağışa göre değişen toprak nem durumunun, proje akış reaksiyonu tahmini yapılırken ki etkisini dikkate almaz. Yağış miktarı ile havza nem durumu arasındaki ortak birleşim, en büyük yağışın olduğu bir yıl içinde, ikinci, üçüncü hatta dördüncü en büyük yağış olayında, yağışın hemen öncesinde, hakim bulunan özel nemli toprak şartlarından ötürü sonuçlanabilir. Yağmur ve havza nem durumu arasındaki ortak birleşimi dikkate almak için, bahsi geçen CN ayarlamaları, Türkiye'deki iklimik-hidrolojik reaksiyon bölgelerinin temsil edildiği her bir yağış istasyonu için her kayıt yılında 5 en yüksek müstakil günlük yağış olayına uygulanmalıdır.

Ortalama CN için, seçilmiş yağmur olayına uygulanmış dolaysız akış reaksiyonu, 27 adet toprak-arazi kombinasyonunun her biri için oluşan özel olay öncesi, hakim toprak nem durumu için ayarlanan ortalama CN'nin bulunmasından sonra hesaplanmıştır. %50, 80, 90 ve 95 değerlerini aşmama durumlarını gösteren yıllık maksimum günlük dolaysız akış derinliklerinden çıkarılan seriler üzerinde bir frekans analizi yapılmıştır. Bu yüzde değerler, 2, 5, 10 ve 20 yıl periyotlu günlük dolaysız akış derinlikleri için yaklaşık değerlerdir.

Sonuçlar, yağmur yüksekliği ve havza nem durumu ortak birleşimini dikkate almış olarak dolaysız akış derinliğini ve dolayısıyla hacmi doğrudan tahmin imkanı sağlar. Böylece elde edilen dolaysız akış serileri, her bir iklim reaksiyon bölgesini temsil eden istasyonun, günlük yağmur kayıtlarını kullanmış oluyor. Bölgelerin

çoğunun 50 yıldan fazla günlük yağmur kaydı bulunan temsil istasyonları olmasına rağmen bazı bölgelerin sadece 30 yıllık kayıtları bulunan temsil istasyonları vardır. Bu nedenle frekans analizi sadece %95'lik bir değer ortaya koydu (örneğin 20 yıllık dönüş periyotunu yaklaşık bularak). Bu dönüş periyotu ötesinde extrapolasyon yapma imkanı tavsiye edilmemiştir.

Yukarıdan anlaşıldığı gibi ortak birleşim yöntemi, 20 yılı aşmayan periyotlardaki yağış tahminleri için tavsiye edilmiştir. Ortalama şart yöntemi ise 20 yılı aşan durumlarda tavsiye edilmiştir.

2.5.4.2.3. Doymuşluğa yakın havza şartlarında CN ayarlaması:

S.C.S. henüz muhtemel maksimum yağışı (M.M.Y.) hesaplama yöntemi olarak geliştirilmemişken, dikkatli bir şekilde M.M.Y. değerini tahminde kullanılabilirdi. M.M.Y., doymuş veya doymuşluğa yakın bir havzaya düşen M.M.Y. miktarından (bu değerler başka bir kaynaktan alınabilir.) çıkarılabilir.

Sobhani (1976), ıslak şartlardaki ortalama CN ayarlaması için aşağıdaki denklemi türetmiştir;

$$CN_w = CN_{II} / (0.4036 + 0.0059 * CN_{II}) \quad (2.24)$$

Bu CN_w , denklem (2.21)'deki P_e 'yi hesaplamak için denklem (2.22)'de kullanılabilir.

2.5.4.3. S.C.S. HİDROLOJİK TOPRAK GRUPLARI

Toprak özellikleri S.C.S.'de hidrolojik olarak dört ana grupta toplanmıştır (A,B,C,D). Bunların karakteristik özellikleri (Tablo 2.5)'te gösterilmiştir. Tip olarak içinde yüksek olarak kil bulunan toprak, nispeten kili az olan toprağa göre dolaysız akışa daha çok reaksiyon verir. Yeraltı su tabakası yüksek olan topraklar da, geçirimsiz topraklar gibi dolaysız akışa fazla tepki gösterirler. Derin topraklar genellikle sığ topraklara göre, toprak üstünde engel ve engebeler olmadıkça, dolaysız akışa daha az reaksiyon verir.

Tablo 2.5. S.C.S. Hidrolojik toprak gruplarının özellikleri

Toprak grubu A	<i>Düşük dolaysız akış potansiyeli</i> : Bu grupta süzülme yüksek ve geçirimsizlik (Permeabilite) hızlıdır. (Sızma kapasitesi yaklaşık 25 mm/h, hidrolik iletkenliği 7.6 mm/ h'ten büyüktür.)
Toprak grubu B	<i>Nispi düşük dolaysız akış potansiyeli</i> : Bu gruptaki topraklar nispi süzülme düzeyi, efektif derinlik ve drenaja göre karakterize olurlar. Geçirgenlik hafif ölçüde kısıtlıdır. (Sızma kapasitesi yaklaşık 13 mm/h, hidrolik iletkenliği 3.8 ila 7.6 mm/h arasındadır.)
Toprak grubu C	<i>Nispi yüksek dolaysız akış potansiyeli</i> : Bu grupta süzülme düzeyi düşüktür veya hızlı bir şekilde zayıflar. Geçirgenlik kısıtlıdır. Toprak derinliği sıkışma eğilimindedir. (Sızma kapasitesi yaklaşık 6 mm/h, hidrolik iletkenliği 1.3 ila 3.8 mm/h arasındadır.)
Toprak grubu D	<i>Yüksek dolaysız akış potansiyeli</i> : Bu gruptaki topraklar yavaş süzülme düzeyleri ve çok kısıtlanmış geçirgenlikle karakterize olurlar. Çok sık topraklar ve yüksek şişme-büzülme potansiyeli bu grubun içindedir. (Sızma kapasitesi yaklaşık 3 mm/h, hidrolik iletkenliği ise 1.3 mm/h'tan küçüktür.)

Not :

1. Yukarıdaki sızma kapasitesi ve hidrolik iletkenlik doymuş toprak içindir.
2. Sızma kapasitesi kısa çayır örtülü topraklar içindir.
3. Sızma kapasitesi yüzey şartları tarafından, hidrolik iletkenlik toprak profili özellikleri tarafından kontrol edilir.
4. Toprak grubunun seçiminde yardımcı olması için standart işlemleri takip eden sızma kapasitesi veya alternatif seçme testleri, havza içinde birkaç yerde yapılabilir.

2.5.4.3.1. Hidrolojik toprak grubu belirleme yöntemi:

Toprak formu ve toprak ailesi ya da alternatif olarak toprak formu ve serileri hakkında elde bir bilgi olduğunda, (Tablo 2.6)'daki her toprak serisi ile birlikte S.C.S. toprak gruplamaları benimsenecektir. Alternatif olarak hidrolojik toprak grubu A'dan

D'ye, saha çalışmalarından ve (Tablo 2.5)'te verilen tariftten belirlenecektir. Hesaplanmış dolaysız akış, seçilmiş hidrolojik toprak grubuna son derece hassastır ve uygun toprak grubunun doğru bir şekilde tespiti ile Türkiye için mevcut hakim toprak yapılarını tanımak için her gayret gösterilmelidir. Toprak ve arazi tip haritaları bu anlamda işaret edilmeli, toprağın saha incelemeleri kuvvetli bir şekilde tavsiye edilmelidir.

2.5.4.3.2. Sahadaki toprak gruplarının ayarlanması:

Belirli bir seri içinde toprak özelliklerinin değişken doğası nedeniyle sahadaki toprak gruplarının ayarlanması için gerekli gösterge tablosu aşağıda verilmiştir.

1. **Toprak derinliği:** Tipik derin topraklar sığ fazda ise, örneğin dik eğimlerde, bir grup düşürülmelidir (Örneğin B; B/C olur).
2. **Topografik pozisyon:** Genel olarak düşük arazilerde, seriler düşürülebilir ve yukarı arazilerde oluşan seriler de bir grup yükseltilebilir (Örneğin B; B/C, B; A/B).
3. **Ana materyal:** Değişik ana materyalden türetilen benzer seriler yeniden gruplanmaya ihtiyaç duyabilir.

2.5.4.3.3. Toprak örtüsü gruplaması:

S.C.S. yönteminde havzanın yüzey şartları tesirleri aşağıdaki durumların incelenmesiyle değerlendirilir.

1. **Arazi örtüsü:** Arazi örtüsü, orman, yıllık veya devamlı bitki örtüsü, kentsel ve kırsal şartlar ile su yüzeylerini içine alan havzayı tarif eder.
2. **Arazi düzeni:** Zirai arazi kullanımına uygulanır ve esas itibarı ile yapı muhafazası gibi mekanik uygulamaları (teras, kontur) ve ürünlerin rotasyonu ile kontrolü gibi idari pratikleri kapsar.
3. **Dolaysız akış potansiyeli:** Dolaysız akış potansiyeli idari uygulamalardan etkilenir. Yüksek, orta ve alçak olmak üzere üç adet dolaysız akış potansiyeli kategorize edilmiştir. Böylece tarımsal ürünler çerçevesinde, toprak yüzeyinde terk edilen ürün artıkları için kullanılan muhafaza uygulamaları düşük dolaysız akış potansiyeli ile neticelenir. Yoğun ot büyümesi veya yakın zamanda arazi yakma (arazinin %50'den azı için) durumu için düşük dolaysız akış olur. Ayrıca arazinin

%75'inden fazlasında hafif ot veya bitki örtüsü varsa yine düşük dolaysız akış potansiyeli oluşur. Ormanlık alan şartlarında, taban örtüsü az, organik ve döküntü tabakası sığ ise (humus 50 mm'den az) dolaysız akış potansiyeli yüksek olur. Öte yandan taban örtüsü, organik ve döküntü tabakası gevşek ve derin ise (humus 100 mm'den fazla) dolaysız akış potansiyeli düşük olur.

2.5.4.4. PİK DEBİNİN BULUNUŞU

2.5.4.4.1. Bir günlük proje yağmur yüksekliği:

S.C.S. yönteminde bir günlük yağış yüksekliği, günlük dolaysız akış derinliğini bulmak için kullanılır. Bu da, günlük yağış datalarının geniş olarak elde edildiği sürece kullanıcı için oldukça çekici gelmektedir. Yağmur şiddeti, ayrıca pik debinin bulunmasında önemli bir karakterdir ve "Proje yağış şiddeti zaman dağıtımı" bölümünde açıklanmıştır.

2.5.4.4.2. Proje yağış şiddeti zaman dağıtımı:

Yağış şiddeti, zamanlamada ve pik debinin büyüklüğünde belli bir etkiye sahiptir. Kritik pik akımını meydana getirecek yağış süresi ve şiddetini, havza reaksiyon süresi meydana getirir.

Kısa reaksiyon süresine sahip küçük bir havza kritik bir pik debiye sahiptir. Bu da genellikle kısa ve yüksek şiddetli bir yağış ürünüdür. Uzun reaksiyon süreli büyük bir havza, yine uzunca yağış süreli ve düşük şiddetli bir yağışın sebep olduğu kritik akım piklerine sahiptir. S.C.S. modeli, toplam dolaysız akış yüksekliğini bulmak için, bir günlük proje yağış derinliğini kullanmaya imkan sağlar. Bu proje yağış miktarı bir gün içinde zamana göre dağılır. Yağmur şiddeti sentetik zaman dağıtımlarının kullanımı, sürece itibar etmeksizin bölgedeki şiddet-süre ilişkisini uydurmak için herhangi bir süre boyunca bir günlük yağmurda toplam derinliği kabul eder. Bunun anlamı, reaksiyon süresine bağlı kalmaksızın bütün havzalar için uygun sentetik dağıtımın kullanımına izin verilmesidir.

2.5.4.4.3. Havza reaksiyon süresi:

Havzada oluşan dolaysız akışın, havza içindeki hız indeksi olan havza reaksiyon süresi, pik debinin büyüklüğünü ve hidrograf şeklini tespit eden önemli bir faktördür. S.C.S.'de havzanın reaksiyon süresi, havza gecikmesi olarak anılır. Bu gecikmeyi bulmak için dört seçenek vardır;

1. Konsantrasyon süresi belli olması halinde gecikme bağıntısı:

Bir akarsu havzasının hidrolojik bakımdan en önemli özelliklerinden biri yüzeysel akışın havzanın en uzak noktasından çıkış noktasına varması için geçen süre olarak tanımlanan geçiş süresidir (konsantrasyon süresi). Konsantrasyon süresi T_c , havza reaksiyon süresini tarif için kullanılan bir gecikme frekansı indeksidir.

Geçiş süresi şu sürelerin toplamına eşittir:

1. Yağış şiddetinin sızma kapasitesini aşması için gereken süre.
2. Yüzey birikintilerinin dolması için geçen süre.
3. Tabaka halinde akışın akarsu ağına varması için geçen süre.
4. Akarsu ağında suyun çıkış noktasına varması için gereken süre.

Bu opsiyonun S.C.S'de uygulanmasında T_c 'nin saat olarak bilinmesi gereklidir;

$$T_c = 0.066 * (l^2 / y)^{0.385} \quad (\text{Kirpich formülü}) \quad (2.25)$$

T_c : Geçiş süresi (saat).

l : Hidrolik uzunluk (Km).

y : Havza eğimi (%).

S.C.S. gecikme süresi L , aşağıdaki denklemdeki gibi T_c ile orantılıdır.

$$L = 0.6 * T_c \quad (2.26)$$

Üçüncü bölümdeki uygulamalarımızda gecikme süresi buradaki gibi hesap edildiğinde bulunacak pik debi değerini S.C.S-SA 1 olarak göstereceğiz.

2. S.C.S. gecikme bağıntısı:

$$L = [1^{0.8} * (S'+25.4)^{0.7}] / 7069 * y^{0.5} \quad (2.27)$$

Burada;

L : Havza gecikme süresi, (saat).

l : Havza ana kanal hidrolik uzunluğu, (m).

y : Ortalama havza eğimi, (%).

S' : (25400 / CN_{II}) - 254 (mm).

Arazi haritasından ölçüldüğü gibi havzanın ana deresinin en uzak bölünme noktasına mesafesine **hidrolik uzunluk** (l) denir.

Ortalama havza eğimi, y(%), aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir;

$$y(\%) = (M * N * 10^4) / A \quad (2.28)$$

Burada;

M : Havzadaki kontur çizgilerinin toplam uzunluğudur.

N : Kontur aralıkları, (m).

A : Havza alanı, (Km²).

Bu denklemin S.C.S.'de kullanılmasında l ve y değerleri değişken olup, S' sabit olarak hesaplanır.

Üçüncü bölümdeki uygulamalarımızda gecikme süresi buradaki bağıntıdan hesaplandığında bulunacak pik debi sonucu S.C.S-SA 2 olarak gösterilecektir.

3. Schmidt-Schulze gecikme bağıntısı:

$$L = (A^{0.35} * MAP^{1.1}) / (41.67 * y^{0.3} * I_{30}^{0.87}) \quad (2.29)$$

Burada;

L : Havza gecikme süresi, (saat).

A : Havza alanı, (Km²).

MAP : Yıllık ortalama yağış, (mm).

y : Ortalama havza eğimi, (%).

I₃₀ : İki yıllık periyotta 30 dakikalık yağış şiddeti, (mm/saat).

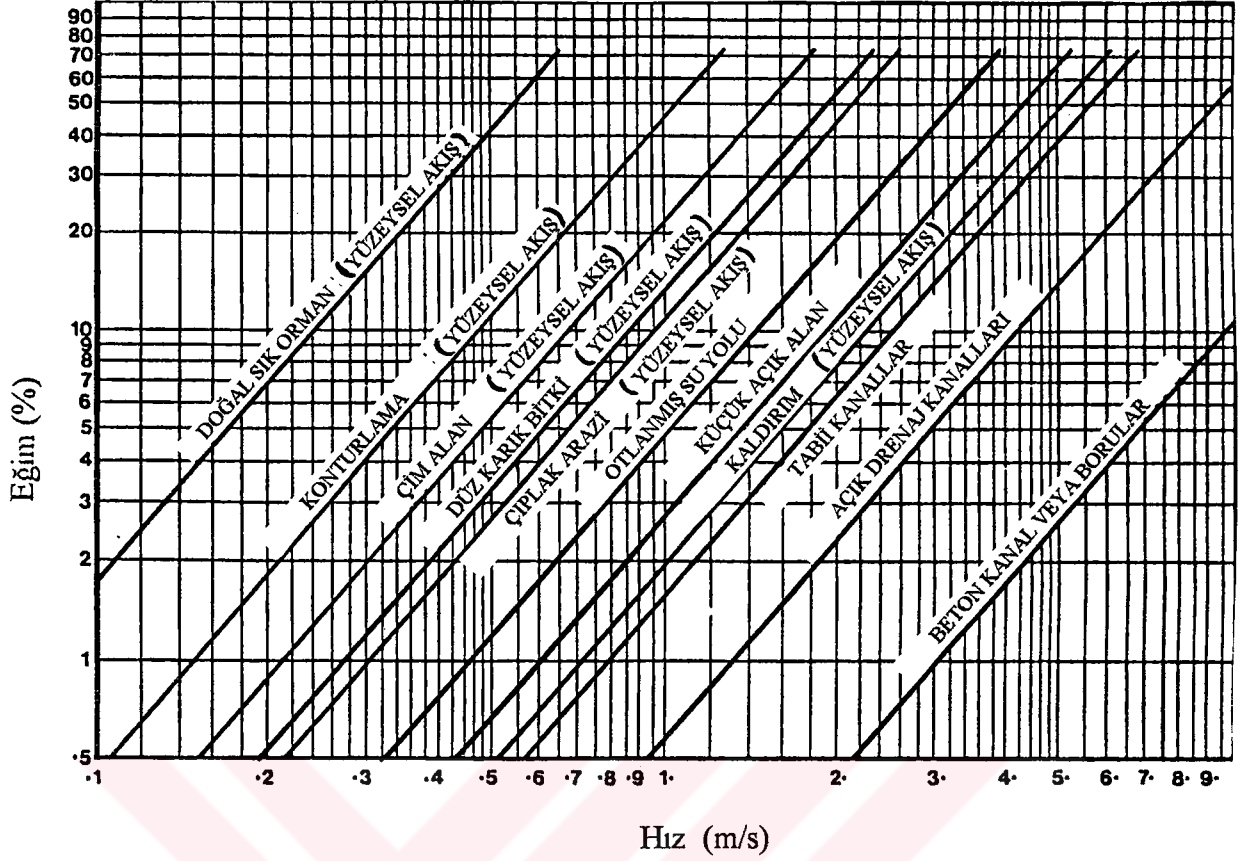
Bu denklem S.C.S.'de kullanıldığında A, y ve MAP değerleri değişken olup, I₃₀ sabit olarak hesaplanır.

Üçüncü bölümdeki uygulamalarımızda gecikme süresi buradaki bağıntıdan hesaplandığında bulunacak pik debi sonucu S.C.S-SA 3 olarak gösterilecektir.

4. Akış yörüngeleri boyunca seyahat süreleri toplamı:

Konsantrasyon süresi, hidrolik olarak en uzak noktadan olan su akış yörüngesi de dahil olmak üzere farklı yönlerdeki akış sürelerinin toplanması ile tahmin edilebilir. Bu akış yörüngeleri, arazi üstü akışı, su yaklaştıkça sığ kanal akışını ve nihayet iyi belirlenmiş doğal veya yapay kanallardaki konsantre akışı içine alır. Her bir akış yörüngesinin her bir fazındaki seyahat süresi, akış yörüngesi uzunluğunun (m) akış hızına (m/s) bölünmesiyle, dolu akış şartları için üniform akış denklemlerinde olduğu gibi bulunur (Manning denklemi gibi.).

Akış hızları, yukarı araziler nomografi kullanmak suretiyle de (Şekil 2.3) tahmin edilebilir. Konsantrasyon süresi, her bir kanal yörüngesindeki akış süresi (saate çevrilmiş olarak) ilavesiyle bulunur. Gecikme de (Denk.2.26) ile hesaplanabilir. S.C.S'de bu opsiyon kullanıldığında, her bir akış yörüngesinin uzunluğu (m) ve akış hızı (m/s) bilinmelidir.



Şekil 2.3. Akış hızları yukarı araziler nomografi

2.5.4.4.4. Havza gecikme tahmin opsiyonları için genel yorumlar:

Değişik mesafeler için akış hızı hesaplamalarında havzalara ampirik bağıntılar uygulanması kısıtlı olmaktadır. Denklem (2.29), dolaysız akışla beraber yeraltı akışını da dikkate almada denklem (2.27)'ye tercih edilir. Sık sık yüksek yıllık ortalama yağmur durumlarında olduğu gibi veya iyi yüzey örtüsüne sahip havzalarda olduğu gibi. Denklem (2.27)'nin kısıtlı bitki örtüsüne sahip yarı kurak ve kurak arazilerde, sık toprağa sahip bölgelerde kullanılmasının daha uygun olduğu görülmüştür.

2.5.4.4.5. S.C.S. pik debi denklemi:

S.C.S. ile pik debinin bulunuşu *üçgen birim hidrograf* kavramına dayanır. Bu birim hidrograf, P_e ile gösterilen, birim sürede oluşan dolaysız akışın artan derinliği için, dolaysız akışın geçici dağıtımını temsil eder.

$$\Delta q_p = (0.2083 * A * P_e) / [(\Delta D / 2) + L] \quad (2.30)$$

$$D = 0.133 * T_c \quad (2.31)$$

Burada;

Δq_p : Artan birim hidrografın pik debisi, (m³/s).

A : Havza alanı, (Km²).

P_e : Artan dolaysız akış yüksekliği ,(mm)

L : Havza gecikme tepki süresi, (saat).

ΔD : Yağmur şiddetindeki değişiklikleri göz önüne almak için günlük yağış dağıtımıyla beraber kullanılır, (yağış süresi), (saat).

T_c : Geçiş süresi, (saat).



Tablo 2.6. Seçilen arazi düzenleme sınıfları ve arazi örtüsü için ilk eğri numaraları, dolaysız akış potansiyelleri ve hidrolojik toprak grupları.

Toprak kullanılışı veya örtüsü	Arazi düzenlenmesi Sürülüşü Tanım	Hidrolojik Şartlar	Hidrolojik Toprak Grubu						
			A	A/B	B	B/C	C	C/D	D
Nadas	1. Düz karık	—	77	82	86	89	91	93	94
	2. Düz karık+İyi işlenmiş toprak	İyi	75	80	84	87	89	91	92
	3. Düz karık+İyi işlenmiş toprak	Kötü	74	79	83	85	87	89	90
Sıra Bitkileri	1. Düz karık	İyi	72	77	81	85	88	90	91
	2. Düz karık	Kötü	67	73	78	82	85	87	89
	3. Düz karık+İyi işlenmiş toprak	İyi	71	75	79	83	86	88	89
	4. Düz karık+İyi işlenmiş toprak	Kötü	64	70	75	79	82	84	85
	5. Konturlama	İyi	70	75	79	82	84	86	88
	6. Konturlama	Kötü	65	69	75	79	82	84	86
	7. Konturlama+İyi işlenmiş toprak	İyi	69	74	78	81	83	85	87
	8. Konturlama+İyi işlenmiş toprak	Kötü	64	70	74	78	80	82	84
	9. Muhafaza edilmiş	İyi	66	70	74	77	80	82	82
	10. Muhafazalı	Kötü	62	67	71	75	78	80	81
	11. Muhafazalı+İyi işlenmiş toprak	İyi	65	70	73	76	79	80	81
	12. Muhafazalı+İyi işlenmiş toprak	Kötü	61	66	70	73	76	78	79
Bahçe Bitkileri	1. Düz karık	Kötü	45	56	66	72	77	80	83
	2. Düz karık	İyi	68	71	75	79	81	83	84
Küçük Daneli Bitkiler	1. Düz karık	İyi	65	71	76	80	84	86	88
	2. Düz karık	Kötü	63	69	75	79	83	85	87
	3. Düz karık+İyi işlenmiş toprak	İyi	64	70	74	78	82	84	86
	4. Düz karık+İyi işlenmiş toprak	Kötü	60	67	72	76	80	82	84
	5. Konturlama	İyi	63	69	74	79	82	84	85
	6. Konturlama	Kötü	61	67	73	78	81	83	84
	7. Konturlama+İyi işlenmiş toprak	İyi	62	68	73	77	81	83	84
	8. Konturlama+İyi işlenmiş toprak	Kötü	60	66	72	76	79	81	82
	9. Konturlama--Kış dönemi	Kötü	63	66	70	75	78	80	81
	10. Muhafazalı	İyi	61	67	72	76	79	81	82
	11. Muhafazalı	Kötü	59	65	70	75	78	80	81
	12. Muhafazalı+İyi işlenmiş toprak	İyi	60	67	71	75	78	80	81
	13. Muhafazalı+İyi işlenmiş toprak	Kötü	58	64	69	73	76	78	79

Tablo 2.6. devamı

Toprak kullanılışı veya örtüsü	Arazi düzenlenmesi Sürülüşü Tanım	Hidrolojik Şartlar	Hidrolojik Toprak Grubu						
			A	A/B	B	B/C	C	C/D	D
Sık tohumlama, Baklagiller veya Dönüşümlü çayır	1. Düz karık	İyi	66	72	77	81	85	87	89
	2. Düz karık	Kötü	58	65	72	75	81	84	85
	3. Konturlama	İyi	64	70	75	80	83	84	85
	4. Konturlama	Kötü	55	63	69	74	78	81	83
	5. Muhafazalı	İyi	63	68	73	77	80	82	83
	6. Muhafazalı	Kötü	51	60	67	72	76	78	80
Alan ve otlak	1. Alan/Kötü durumda otlak	İyi	68	74	79	83	86	88	89
	2. Alan/Orta halli otlak	Orta	49	61	69	75	79	82	84
	3. Alan/İyi durumda otlak	Kötü	39	51	61	68	74	78	80
	4. Konturlar otlak	İyi	47	57	67	75	81	85	88
	5. Konturlar otlak	Orta	25	46	59	67	75	80	83
	6. Konturlar otlak	Kötü	6	14	35	59	70	75	79
Sulanmış otlak		Kötü	35	41	48	57	65	68	70
Çayır		Kötü	30	45	58	65	71	75	81
Koruluk ve Fundalık (Çalılık)	1. Koruluk	İyi	45	56	66	72	77	80	83
	2. Koruluk	Orta	36	49	60	68	73	77	79
	3. Koruluk	Kötü	25	47	55	64	70	74	77
	4. Çalılık--Kış dönemi	Kötü	28	36	44	53	60	64	66
Ormanlar ve Çiftlikler	1. Humus derinliği 25 mm.	Sıkı	52	62	72	77	82	85	87
	2. Humus derinliği 25 mm.	Orta	48	58	68	73	78	82	85
	3. Humus derinliği 25 mm.	Gevşek	37	49	60	66	71	74	77
	4. Humus derinliği 50 mm.	Sıkı	48	58	68	73	78	82	85
	5. Humus derinliği 50 mm.	Orta	42	54	65	70	75	78	81
	6. Humus derinliği 50 mm.	Gevşek	32	45	57	62	67	71	74
	7. Humus derinliği 100 mm.	Sıkı	41	53	64	69	74	77	80
	8. Humus derinliği 100 mm.	Orta	34	47	59	64	69	72	75
	9. Humus derinliği 100 mm.	Gevşek	23	37	50	56	61	64	67
	10. Humus derinliği 150 mm.	Sıkı	37	49	60	66	71	74	77
	11. Humus derinliği 150 mm.	Orta	30	43	56	61	66	69	72
	12. Humus derinliği 150 mm.	Gevşek	18	33	47	52	57	61	65

Tablo 2.6. devamı

Toprak kullanılışı veya örtüsü	Arazi düzenlenmesi Sürülüşü Tanım	Hidrolojik Şartlar	Hidrolojik Toprak Grubu						
			A	A/B	B	B/C	C	C/D	D
Şehir ve Mücavir alan kullanımı	1. Açık alan, park, mezarlık >%75 çim kaplı		39	51	61	68	74	78	80
	2. Açık alan, park, mezarlık <%75 çim kaplı		49	61	69	75	79	82	84
	3. Ticari/İş alanı %85 zorunlu		89	91	92	93	94	95	95
	4. Endüstri bölgesi %72 zorunlu		81	85	88	90	91	92	93
	5. Meskun bölge; Parsel: 500 m ² %65 zorunlu		77	81	85	88	90	91	92
	6. Meskun bölge; Parsel: 1000 m ² %38 zorunlu		61	69	75	80	83	85	87
	7. Meskun bölge; Parsel: 1350 m ² %30 zorunlu		57	65	72	77	81	84	86
	8. Meskun bölge; Parsel: 2000 m ² %25 zorunlu		54	63	70	76	80	83	85
	9. Meskun bölge; Parsel: 4000 m ² %20 zorunlu		51	61	68	75	78	82	84
	10. Kaldırım park payı, çatılar		98	98	98	98	98	98	98
	11. Caddeler/Yollar; Asfalt, yağmur kanalı		98	98	98	98	98	98	98
	12. Caddeler/Yollar; Çakıl		76	81	85	88	89	90	91
	13. Caddeler/Yollar; Çamur		72	77	82	85	87	88	89
	14. Caddeler/Yollar; Çamur--Katı yüzey		74	79	84	88	90	91	92
Şeker kamışı	1. Düz karık: Yakılmış süprüntü		43	55	65	72	77	80	82
	2. Düz karık: Yakılmış toprak		45	56	66	72	77	80	83
	3. Düz karık: Sınırlı örtü		67	73	78	82	85	87	89
	4. Düz karık: Bölümlü örtü		49	60	69	73	79	82	84
	5. Düz karık: Tam örtü		39	50	61	68	74	78	80
	6. Muhafazalı: Sınırlı örtü		65	70	75	79	82	84	86
	7. Muhafazalı: Bölümlü örtü		25	46	59	67	75	80	83
	8. Muhafazalı: Tam örtü		6	14	35	59	70	75	79
Meyvalık	1. Biçilmiş örtü--Kış dönemi		39	44	53	61	66	69	71

BÖLÜM 3

YÖNTEMLERİN UYGULANMASI

3.1. HAVZANIN TANITILMASI

Kemiklidere, İstanbul'un Anadolu yakasında, Pendik ilçesinde TEM Otoyolu güneyinden başlayıp Pendik Tersanesi yanından Marmara Denizi'ne dökülmektedir.

Kemiklidere'nin kolları ile birlikte toplam boyu 49050 m., toplam drenaj alanı yağmur suları için 6491 ha., atıksular için 6554 ha., havzadaki atıksu kolektörleri toplam uzunluğu 94730m., yağmur suyu kolektörleri toplam uzunluğu 12000 m., havzanın denizden yüksekliği 0-300 m.'dir. Havza ortalama eğimi %0.66'dır.

Dere havzasının yukarı kısımlarında, Pendik Toplu Konut alanına 40000 konut inşa olunmaktadır. Diğer taraftan havzadaki Kurtköy, Şıhlı, Yayalar ve Dolayobada da nüfus hızla artmaktadır.

Havzanın kuzeyinden TEM, güneyinden E5 karayolu geçmekte, TEM Kurtköy sapağını E5 Pendik Tersane sapağına bağlayan inşa halindeki yol Kemiklidere güzergahını takip etmektedir. Bu yolun batı yakasında geniş bir alan hava alanı için ayrılmıştır. Kemiklidere'ye sağ taraftan katılan dört yan kol havaalanı içerisinden geçmektedir. Havaalanının batı tarafında bulunan mevcut Tepeören-Kurtköy-Pendik yolu üzerindeki yoğun yerleşimler ile Toplu Konutların atıksuları bu dört yan kol vadileri boyunca ana toplayıcıya iletilecektir.

Büyük kısmı henüz kendi tabii toprak yatağından akan dere, yer yer yapı tecavüzlerine maruz kalmıştır.

1/5000 ölçekli paftalardan su toplama alanlarının sınırları belirlenmiş, planimetre ile alanlar ölçülmüş, şekildeki mevcut 1/25000 ölçekli Yağmursuyu Havza Planı'nda her bir dere kısmının hidrolojik havza sınırları ve havza numaraları, akış katsayıları ve havza alanları gösterilmiştir.

3.2. YÖNTEMLERİN UYGULANMASI

3.2.1. D.S.İ. SENTETİK YÖNTEMİ UYGULAMASI

Havzaya ait verilerle yapılan uygulama tablo halinde aşağıda sunulmuştur.

D.S.İ. Sentetik Yöntemi uygulama tablosu

Nokta No	L	L _c	A	Kısmi Boy	Kot Başta	Kot Sonda	Kot Farkı	Eğim	1/(S _i ^{1/2})	Σ1/(S _i ^{1/2})	S=(n/Σ1/S _i ^{1/2}) ²
	(m)	(m)	Km ²	(m)	(m)	(m)	(m)	S _i			
0-8	4000	700	6.79	4000	250	107	143	0.036	5.27	5.27	0.036
8-11	5650	1350	9.33	1650	107	68	39	0.024	6.45	11.72	0.029
11-20	6450	340	12.24	800	68	61.58	6.42	0.008	11.18	22.9	0.017
20-25	7000	510	19.95	550	61.58	54.60	6.98	0.013	8.77	31.67	0.016
25-28	7800	790	25.77	800	54.60	48.67	5.93	0.007	11.95	43.62	0.013
28-32	9000	1270	30.62	1200	48.67	30.20	18.48	0.015	8.16	51.78	0.013
32-38	9950	1215	33.71	950	30.20	20.62	9.58	0.01	10	61.78	0.013
38-45	11200	1435	42.53	1250	20.62	11.30	9.32	0.007	11.95	73.73	0.012
45-55	12650	2100	47.98	1450	11.30	7.45	3.85	0.003	18.25	91.98	0.010
55-59	14250	2555	59.56	1600	7.45	2.30	5.13	0.003	18.25	110.23	0.008
59-60	15800	3050	64.91	1550	2.3	0	2.30	0.001	31.62	141.85	0.006

LL _c /(S ^{1/2})	q _p	Q _p =Aq _p 10 ⁻³	V _b =Ah _a 10 ³	C	h _{a25}	h _{a100}	Q ₂₅ =Q _p h _a	Q ₁₀₀ =Q _p h _a
		(m ³ /s)	(m ³)		(mm)	(mm)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
14.75	175	1.19	6790	0.70	22	36	26.18	42.80
44.79	135	1.26	9330	0.70	22	36	27.70	45.40
16.82	150	1.84	12240	0.70	22	36	40.50	66.24
28.22	128	2.55	19950	0.70	22	36	56.10	91.80
54.04	108	2.78	25770	0.70	22	36	61.16	100.10
100.2	92	2.82	30620	0.50	5	9	14.10	25.38
106.0	86	2.90	33710	0.45	2	4	5.8	11.60
146.7	72	3.06	42530	0.65	18	27	55.08	82.62
265.7	76	3.65	47980	0.50	5	8	18.28	29.20
407.0	62	3.69	59560	0.70	22	36	81.18	132.84
622.1	60	3.89	64910	0.70	22	36	85.68	140.00

3.2.2. S.C.S. YÖNTEMİ UYGULAMASI

Burada A.B.D.'de Soil Conservation Service tarafından geliştirilmiş olan birim hidrograf yöntemi uygulanacaktır. Dünya'da bu yöntemin uyarlamalarından olan ve Güney Afrika için geliştirilmiş S.C.S-SA, paket program olarak kullanılacak ve neticeleri de yine S.C.S-SA 1, S.C.S-SA 2 ve S.C.S-SA 3 olarak karşılaştırma açısından burada verilecektir.

Buna göre parametreleri hesaplayacak olursak;

Havza geçiş süresi;

$$T_c = 0.066 * (I^2 / y)^{0.385} = 0.066 * (15.8^2 / 0.0066)^{0.385} = 3.8 \text{ Saat}$$

Yağış süresi;

$$D = 0.133 * T_c = 0.133 * 3.8 = 0.51 \text{ Saat}$$

Havza gecikme süresi;

$$L = 0.6 * T_c = 0.6 * 3.8 = 2.28 \text{ (Saat)}$$

Pik'e ulaşma süresi;

$$t_p = (D / 2) + L = (0.51 / 2) + 2.28 = 2.54 \text{ (Saat)}$$

Ağırlıklı havza eğri numarası;

$$CN = (56 * 70 + 15 * 50 + 5 * 45 + 18 * 60 + 6 * 65) / 100 = 64$$

Maksimum toprak su tutma durumu;

$$S = (25400 / CN) - 254 = (25400 / 64) - 254 = 143 \text{ (mm)}$$

Dolaysız akış yüksekliğini bulmak için aşağıdaki formülde geçen günlük yağış yüksekliği P (Tablo 3.1)'den gerekli periyotlar için okunmuştur.

$$P_e = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S) = (P - 0.1 * S)^2 / (P - 0.1 * S + S)$$

$$P_{e25} = (85 - 0.1 * 143)^2 / (85 - 0.1 * 143 + 143) = 23.4 \text{ mm}$$

$$P_{e100} = (103 - 0.1 * 143)^2 / (103 - 0.1 * 143 + 143) = 34 \text{ mm}$$

Birim hidrograf pik debisi, (Kalaaji, 1985);

$$Q_p = (0.2083 * A / t_p) = (0.2083 * 64.91 / 2.54) = 5.32 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{mm}$$

Dolaysız akış yüksekliği (P_e) ile birim hidrograf pik debisi (Q_p) çarpılarak kesitten geçecek debiler bulunmuş ve aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

T	Q_p	P_e	Q
Yıl	$\text{m}^3/\text{sn}/\text{mm}$	mm	m^3/sn
25	5.32	23.4	124
100	5.32	34	181

3.2.3. SNYDER YÖNTEMİ UYGULAMASI

Snyder Yöntemi'nde birim pik debinin bulunabilmesi için yöntemle ait havza parametrelerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir. Havza parametrelerinden havza depolama kapasitesi ve eğimine ait katsayı C_t dağlık arazilerde 1.2, düzlük yerlerde 0.72 ve vadilerde 0.35 değerinde olduğu bildirilmektedir, (Wen Te Chow). Yine aynı kaynaktan alınan ve C_t katsayısını arazi eğimine bağlı olarak bulunmasını sağlayan formülle arazimize ait C_t değeri ve buna bağlı olarak C_p değeri şöyle belirlenmiştir;

$$C_t = 0.6 / S^{1/2} = 0.6 / 0.6^{1/2} = 0.77$$

$$C_p = 0.89 * C_t = 0.89 * 0.77 = 0.68$$

1/25000'lik paftadan havzaya ait ana kol hidrolik boyu 15.8 km. ve ağırlık merkezinin çıkışa olan uzaklığı yine aynı paftadan 3.05 km. olarak belirlenmiş ve bunlara bağlı olarak havza gecikme zamanı şöyle bulunmuştur;

$$t_p = 0.75 * C_t (L * L_c)^{0.3} = 0.75 * 0.77 (15.8 * 3.05)^{0.3} = 1.85 \text{ Saat}$$

Birim hidrografa ait sağanak süresi;

$$t_r = t_p / 5.5 = 1.85 / 5.5 = 0.34 \text{ Saat}$$

Birim hidrograf pik değeri ise aşağıdaki formülle hesap edilmiştir, (Özdemir, 1978);

$$q_p = 2760 \cdot (C_p / t_p) = 2760 \cdot (0.68 / 1.85) = 1014.5 \text{ lt/sn/km}^2/\text{cm}$$

$$Q_p = A \cdot q_p \cdot 10^{-3} = 64.91 \cdot 1014.5 \cdot 10^{-3} = 65.85 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{cm} = 6.5 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{mm}$$

Buradan, boyutsuz birim hidrograf kullanılarak t_r süresi için birim hidrograf hesaplanabilir ancak bizim için önemli olan, kanal boyutlandırılmasında kullanılan hesaplanan kesite ait en büyük debi değerinin bilinmesi olduğundan biz burada belli periyotlar (25 ve 100 yıl) için pik debi değerlerini hesaplayıp karşılaştıracacağız.

Burada 25 ve 100 yıllık periyotlara ait oluşabilecek dolaysız akış yüksekliği h_a , (Tablo 3.1)'de Göztepe yağış istasyonuna ait değerler (Şekil 1.3)'te akışa geçirilerek aşağıdaki gibi belirlenmiş ve birim hidrograf pik değeri (Q_p) ile çarpılarak kesitten akacak debi değerleri bulunup aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

T	Q_p	h_a	Q
Yıl	$\text{m}^3/\text{sn}/\text{mm}$	mm	m^3/sn
25	6.5	18	117
100	6.5	28	182

3.2.4. MOCKUS YÖNTEMİ UYGULAMASI

Bu yöntem ile çözüm yapabilmek için gerekli topoğrafik veriler 1/25000'lik paftadan alınan değerlere göre aşağıdaki gibidir;

Havza alanı : 64.91 km²

Hidrolik uzunluk : 15.8 km

En yüksek rakım : 250 m

Havza eğimi : % 0.66

Havza parametreleri, (Özdemir, 1978);

$$H_c = 1.67$$

$$K = 2 * 0.278 / (1 + H_c) = 2 * 0.278 / (1 + 1.67) = 0.208$$

Havza geçiş süresi;

$$T_c = 0.00032 * (L^{0.77} / S^{0.385}) = 0.00032 * (15800^{0.77} / 0.0066^{0.385}) = 3.78 \text{ Saat}$$

Taşkını oluşturan yağışın süresi;

$$D = 2 * T_c^{1/2} = 2 * 3.78^{1/2} = 3.89 \text{ Saat}$$

Birim sağanak süresi;

$$\Delta D = T_c / 5 = 3.78 / 5 = 0.76 \text{ Saat}$$

Pik'e ulaşma süresi;

$$T_p = 0.5 * D + 0.6 * T_c = 0.5 * 3.89 + 0.6 * 3.78 = 4.2 \text{ Saat veya}$$

$$T_p = 0.5 * \Delta D + 0.6 * T_c = 0.5 * 0.76 + 0.6 * 3.78 = 2.65 \text{ Saat}$$

Taşkın sönümlenme süresi;

$$T_r = H_c * T_p = 1.67 * 4.2 = 7 \text{ Saat veya}$$

$$T_r = H_c * T_p = 1.67 * 2.65 = 4.43 \text{ Saat}$$

Hidrograf taban genişliği;

$$T_b = T_p + T_r = 4.2 + 7 = 11.2 \text{ Saat veya}$$

$$T_b = 2.67 * T_p = 2.67 * 4.2 = 11.2 \text{ Saat}$$

Birim hidrograf pik değeri;

$$Q_p = (K * A * h_a) / T_p = (0.208 * 64.91 * 1) / 4.2 = 3.2 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{mm veya}$$

$$Q_p = (K * A * h_a) / T_p = (0.208 * 64.91 * 1) / 2.65 = 5.1 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{mm}$$

Burada da yine 25 ve 100 yıllık periyotlara ait oluşabilecek dolaysız akış yüksekliği h_a , (Tablo 3.1)'de Göztepe yağış istasyonuna ait değerler (Şekil 1.3)'te akışa geçirilerek aşağıdaki gibi belirlenmiş ve birim hidrograf pik değeri ile çarpılarak kesitten akacak debi değerleri bulunup aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

T	Q _p	Pe	Q
Yıl	m ³ /sn/mm	mm	m ³ /sn
25	3.2	18	58
	5.1	18	92
100	3.2	28	90
	5.1	28	143

3.3. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Yukarıda çeşitli yöntemlerle hesaplanan değişik periyotlara ait pik debiler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Burada bulunan debiler mevcut havzanın çıkış yerindeki kesitten geçecek debileri göstermektedir. Kanal boyutlandırılmasında kullanılmak üzere değişik kesitlerdeki debileri de bulmak gerekir. Dolayısıyla burada sadece çıkış kesiti için yapılan işlemleri diğer kesitler için tekrarlamak icap eder. Bu maksatla yukarıda D.S.İ. Yöntemi'ne uyguladığımız gibi tablolar oluşturulabilir.

Yöntem	Pik debi değerleri (m ³ /sn)	
	25 Yıl	100 Yıl
D.S.İ. Sentetik Yöntemi	86	140
S.C.S. Yöntemi	124	181
Snyder Yöntemi	117	182
Mockus Yöntemi	58	90
	92	143
S.C.S-SA 1	79	117
S.C.S-SA 2	20	26
S.C.S-SA 3	34	48

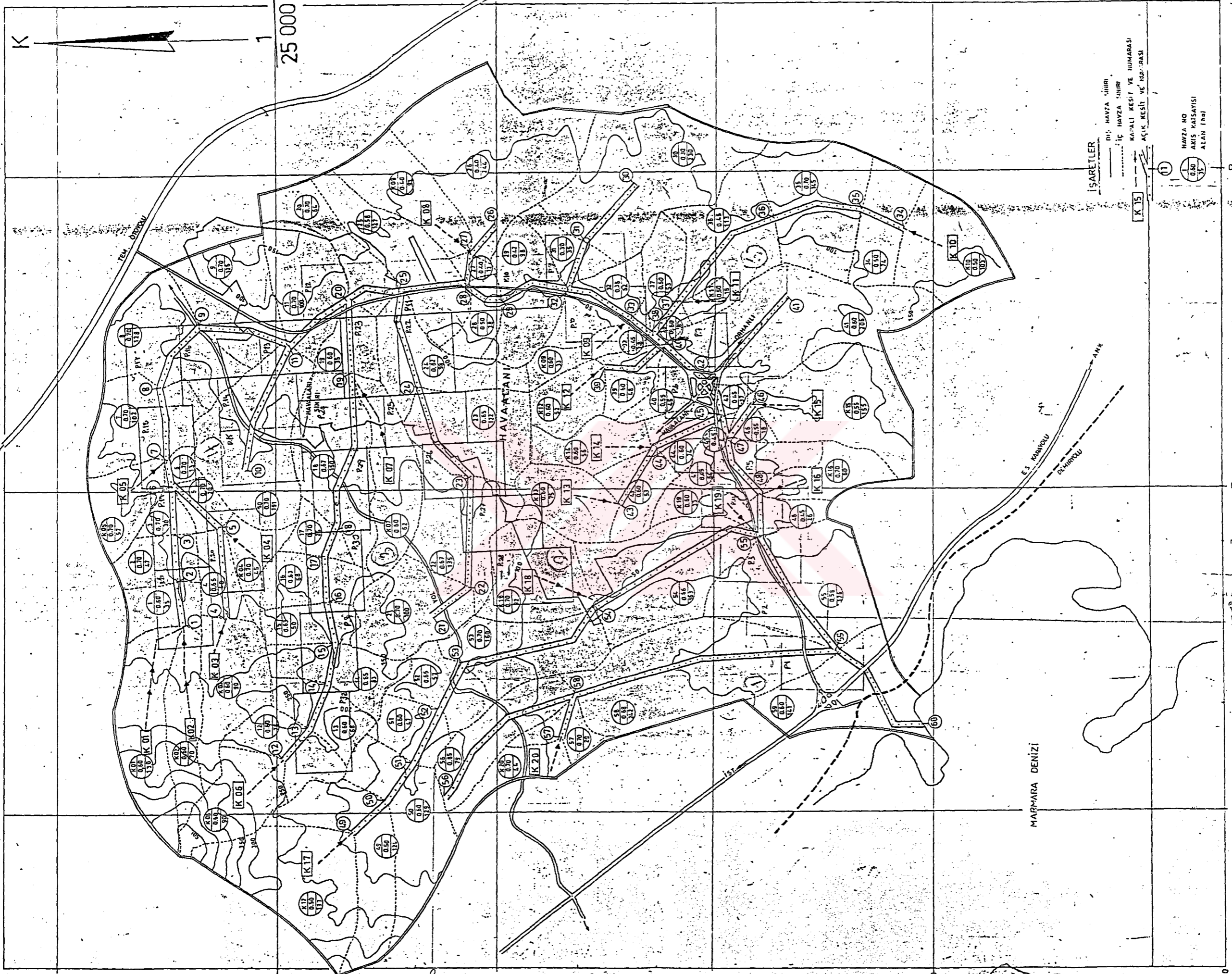
Bu tabloda sadece sonucunu verdiğimiz paket program S.C.S-SA 1,2 ve 3'ün programdaki farklılıkları havza gecikme süresi ile ilgili olup havza gecikme süresini bulmak için sırasıyla denk. 2.26, 2.27 ve 2.29 kullanılarak pik debi değerleri hesaplanmıştır.

Tablodaki sonuçlar karşılaştırıldığında S.C.S. ve Snyder Yöntemi ile hesaplanan sonuçlar uyuşmuş, D.S.İ. Sentetik Yöntemi, Mokus Yöntemi ve S.C.S-SA 1 uygulaması ile hesaplanan değerler de birbirlerine yakın çıkmıştır.

Hesaplanan sonuçlar arasında görülen farklar, yöntemlerin kullanılış sınırları ve yapılan kabullerden ileri gelmekte olup, bu durum drenaj alanı hakkındaki bilgiler ile işin önemi ve riski gözönüne alınarak değerlendirilmelidir.



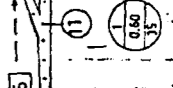
33 000 3 900 6 300 7 950 8 700 11 700 13 500 16 500



İSARETLER

- DİŞ HAVZA SINIRI
- - - İÇ HAVZA SINIRI
- KAPALI KESİT VE HİMARASI
- - - AÇIK KESİT VE HİMARASI

HAVZA NO
AKIS KAISAYISI
ALAN (m²)



165000 135000 105000 75000 45000 15000

20 200 25 000 25 000

165000 135000 105000 75000 45000 15000

BÖLÜM 4

SONUÇLAR

Bu çalışmada Taşkın Hidrolojisi'nin teorisi incelenerek İstanbul Anadolu yakası Pendik ilçesindeki Kemiklidere havzası için bir uygulama yapılmıştır.

Kemiklidere havzasına ait hidrolojik, iklimsel ve topoğrafik veriler elde edilmiş ve havzadaki her bir kola ait havza alanları belirlenmiştir.

Bu havzadan, derenin denize döküldüğü noktaya gelebilecek maksimum debinin belirlenmesi için havzaya ait günlük yağış değerlerinin havzanın topoğrafik şartlarında oluşturacağı maksimum debi miktarı belirlenmeye çalışılmıştır.

Elimizde Kemiklidere'ye ait debi ölçüm değerleri olmadığından havzadan gelebilecek maksimum su miktarları ancak Sentetik Yöntem'ler vasıtasıyla belirlenebilir. Dolayısıyla halen dere ıslah projelerinde kullanılmakta olan D.S.İ. Sentetik Yöntemi, Snyder Yöntemi, Mockus Yöntemi, S.C.S. Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi'ne ait formüllerle havzadan gelebilecek maksimum debi değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır.

Bu hesaplamalar sırasında 25 yıl ve 100 yıllık tekerrürler esas alınmış ve o proje yıllarına ait havzada oluşabilecek debi değerleri tespit edilmiştir. Proje yağış miktarları (h_p) ile her bir yonteme ait belirlenen birim hidrograf pik değerleri (Q_p) çarpılarak 25 yıl ve 100 yıllık proje pik debileri elde edilmiştir. Bu değerler her bir yöntem için ayrı ayrı yapılarak tablolar halinde verilmiştir.

Ayrıca S.C.S. Yöntemi daha kapsamlı olarak incelenmiş ve bu yöntemin uygulanması esnasında gecikme süresi olarak bilinen L (Lag Time) üç ayrı bağıntıyla (Denk. 2.26, 2.27 ve 2.29) Güney Afrika için geliştirilen paket programda hesaplanmış ve buradan her bir L için pik debiler ayrı ayrı bulunmuş ve sırasıyla S.C.S-SA 1,2,3 olarak tabloda verilmiştir.

Bu uygulama çalışması neticesinde şu sonuçlara varılmıştır;

1- S.C.S. Birim Hidrograf Yöntemi'nin uygulanması sonucunda çok büyük değerler verdiği görülmüştür. Bu durum, bu yöntemin Türkiye şartlarında bu haliyle uygulanmasının doğru olmayacağını bir göstergesi olarak alınabilir. Ancak S.C.S. Yöntemi ile S.C.S-SA 1 çözümü arasında gecikme süreleri (L) aynı olmasına karşılık, pik'e ulaşma süresini

(t_p) bulunurken birincisinde yağış süresi olarak D (Denk 2.31) alınmakta, ikincisinde ise program yağmur şiddetindeki değişiklikleri göz önüne alarak ΔD 'yi hesaplayıp debi denkleminde (Denk. 2.30) yerine koyarak pik debiyi hesaplamaktadır. Bulunan sonuç diğer yöntemlerle bulunan değerlere daha yakın olduğundan S.C.S-SA 1 uygulamasının Türkiye şartlarında olumlu neticeler vereceğini göstermektedir.

Ayrıca S.C.S-SA 2 ve 3'ün uygulanma şansının olmadığı da yine tabloda verilmiş olan sonuçlardan çıkarılabilir.

Yöntem	Pik debi değerleri (m^3/sn)	
	25 Yıl	100 Yıl
D.S.İ. Sentetik Yöntemi	86	140
S.C.S. Yöntemi	124	181
Snyder Yöntemi	117	182
Mockus Yöntemi	58	90
	92	143
S.C.S-SA 1	79	117
S.C.S-SA 2	20	26
S.C.S-SA 3	34	48

2- Tablodaki sonuçlara baktığımızda, D.S.İ. ve Mockus Yöntemi ile S.C.S-SA 1 uygulaması, yöntemlerin kullanılış sınırları ve yapılan kabuller dikkate alındığında birbirleriyle uyduğu görülmektedir. Snyder Yöntemi'nin sonuçlarının farklı çıkması ise bu yöntemle ilgili katsayıların tam isabetli olarak alınmaması sebebiyledir.

KAYNAKLAR

1. Balcı, N. A., Öztan, Y., 1987. Sel Kontrolü, KTÜ, Trabzon.
2. Bayazıt, M., 1991. Hidroloji, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
3. Baykan, N. O., 1993. Hidroloji Ders Notları, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yayın No.27, Denizli.
4. Castany, G., 1969. Yeraltı suları hakkında Pratik Uygulamalar, D.S.İ. Matbaası, Ankara.
5. Dizdar, M., Kulga, Z., DSİ Bölge Müdürlükleri Hidrolojistleri, 1994. Türkiye Akarsu Havzaları Maksimum Akımlar Frekans Analizi (MAFA), D.S.İ. Matbaası, Ankara.
6. D.S.İ., 1981. Haritalı İstatistik Bülteni.
7. Erkek, C., Ağırlioğlu, N., 1993. Su Kaynakları Mühendisliği, İTÜ, İstanbul.
8. Kalaaji, M. R., 1985. Design Runoff Peak Discharges For Dohuk Watershed, Colorado State Universty, A.B.D.
9. Muslu, Y., 1985. Su Temini Ve Çevre Sağlığı, İ.T.Ü. Matbaası, Gümüşsuyu.
10. Muslu, Y., 1994. Hidroloji ve Meskün Bölge Drenajı, İTÜ, İstanbul.
11. Muslu, Y., Öztürk, İ., Yüksel, E., 1996. İstanbul'daki Derelerde Yağmur Suyu Akımının Ve Kalitesinin Belirlenmesi, 1. Ara Rapor, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
12. Özal, K., 1966. Toprak Barajlar, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
13. Özal, K., 1972. Akarsu Yapıları, Cilt 1, Bahar Yayınevi, İstanbul.
14. Özer, Z., 1990. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik Esaslar, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
15. Özdemir, H., 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi, D.S.İ. Matbaası, Ankara.

16. Schulze, R. E., Schmidt, E.J., Smithers, J.C., 1992. SCS-SA, User Manual, PC-Based SCS Design Flood Estimates For Small Catchments In Southern Africa, Department of Agricultural Engineering, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa.
17. Schmidt, E.J., Schulze, R.E., 1987a. Flood Volume And Peak Discharge From Small Catchments In Southern Africa, Based on The SCS Technique. Water Research Commission, Pretoria, WRC-TT 31/87. 164 pp.
18. Sobhani, G., 1976. A Review Of Selected Watershed Design Methods For Possible Adaptation To Iranian Conditions. Utah State Univ., Logan UT. Unpubl. M.Sc. Thesis.
19. Wen Te Chow, 1964. Handbook Of Applied Hydrology, University of Illinois, Mc Graw-Hill Book Company, New York.

ÖZGEÇMİŞ

Birol ASLAN, 1963 yılında Kaynarca'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini yurdumuzun çeşitli şehirlerinde tamamlamış, 1990 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden İnşaat Mühendisi olarak mezun olmuştur. Çeşitli özel inşaat firmalarında çalışmış ve bilahare 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilimdalı'nda araştırma görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. 1993 yılında aynı yerde yüksek lisans programına başlamıştır.

Halen aynı yerdeki görevini sürdürmektedir.