

6569

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

BÜYÜK SU YAPILARININ TASARIMINDA FİZİKSEL YÖNTEM KULLANILARAK
OLASI MAKSİMUM YAĞIŞ YÜKSEKLİĞİNİN VE OLASI MAKSİMUM TAŞKIN
HİDROGRAFI (DOLUSAVAK PROJE GİRİŞ HİDROGRAFI) NİN TAHMİNİ

İnş.Müh. Hülya BOĞUŞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

"İnşaat Yüksek Mühendisi"

Ünvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22.8.1989

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 8.9.1989

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Recai BİLGİN

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Basri Ertas

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Ali Kalender

Enstitü Müdür V.: Doç.Dr. İlhan SUNGUR

Ağustos-1989

TRABZON

Y. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Ö N S Ö Z

Yüksek lisans tez çalışması olarak Fiziksel yöntemle olası maksimum yağış ve olası maksimum taşkın debi hidrografının (Dolusavak Proje Giriş Hidrografının) hesabı çalışmasını bana öneren ve yardımlarını esirgemeyen Hocam Sayın Doç.Dr.Recai BİLGİN'e teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen EİE Genel Müdürlüğü Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanı Sayın Harun Yaşar KUTOĞLU'na, Hidrolik Etüdlere Dairesi Başkanlığı Proje Hidrolojisi Şube Müdürü Sayın Mehmet TANRIKULU ve personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarında yardımları olan EİE, DMI, DSI Genel Müdürlüklerine ve DSI 22. Bölge Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Bu çalışmamda bana desteğini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma ayrıca tezimi büyük bir dikkat ve özenle yazan Sayın Temel TOSUN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ağustos-1989, Trabzon

Hülya BOĞUŞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	
ŞEKİL LİSTESİ	
TABLO LİSTESİ	
ÖZET	
SUMMARY	
BÖLÜM 1: GİRİŞ	1
1.1. GENEL	1
1.2. TAŞKINLARIN TAHMİNİNDE FİZİKSEL YÖNTEMİN ÖNEMİ	2
1.3. PROJE HİDROLOJİSİ METODOLOJİSİ	4
1.4. TEKNİK TERİMLER	11
BÖLÜM 2: MAKSİMUM YAĞIŞ	14
2.1. SAĞNAKLARIN FİZİKSEL MODELLERİ	14
2.2. FIRTINA TAŞINIMI	19
2.3. FIRTINA YAĞMURUNUN MAKSİMİZASYONU	25
BÖLÜM 3: UYGULAMA	37
3.1. FIRTINA DERESİ HAVZASI VE HİDROMETEOROLOJİK VERİLER	37
3.2. TARİHİ FIRTINALARIN ORTALAMA YAĞIŞININ HESABI	43
3.3. TARİHİ FIRTINALARIN MAKSİMİZASYONU	61
3.4. NET YAĞIŞ	83
3.5. BİRİM HİDROGRAF	88
3.6. OLASI MAKSİMUM YAĞIŞIN AKIŞ HİDROGRAFI	99
3.7. KAR ERİME AKIMI HİDROGRAFI (DERECE-GÜN METODU)	103
3.8. BAZ AKIM DEBİSİ	114
3.9. OLASI MAKSİMUM TAŞKIN HİDROGRAFI	114
BÖLÜM 4: SONUÇLAR VE ÖNERİLER	120
KAYNAKLAR	123
EKLER	124
ÖZGEÇMİŞ	127

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1:	Proje hidrolojisi akış şeması	6
2.1.	Orografik yağış modelinin şematik gösterilişi	17
2.2.	1000-mb ile belli bir basınç arasında doymuş adyabatik atmosferdeki yağabilir su	21
2.3.	Doyma adyabatları boyunca özgül nem farkları	28
2.4.	Bir istasyonda max. çığ noktası değerlerinin zarf eğrisi	32
2.5.	Bir fırtına içindeki max. çığ noktasının belirlenmesi	35
3.1.	Fırtına deresi yağış alanı hidrometeorolojik ağ ve yıllık toplam eşyağış haritası	44
3.2.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın kütle yağış eğrisi	46
3.3.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın kütle yağış eğrisi	47
3.4.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın eşyağış eğrileri haritası (36 saatlik)	53
3.5.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın eşyağış eğrileri haritası	54
3.6.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın yağış derinlik-alan-süre eğrileri	62
3.7.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın yağış derinlik-alan-süre eğrileri	63
3.8.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın akış engeli dazeltmesi için kot uzaklık eğrisi	69
3.9.	Pazar meteoroloji istasyonu 100 yıllık ve maksimum buhar basınçları eğrileri	76
3.10.	Kaptanpaşa meteoroloji istasyonu 100 yıllık ve maksimum buhar basıncı eğrileri	77
3.11.	İkizdere meteoroloji istasyonu 100 yıllık ve max. buhar basıncı eğrileri	78
3.12.	Yağışın zaman içindeki dağılımı	85
3.13.	1977 yılı anahtar eğrisi	89
3.14.	1974 yılı anahtar eğrisi	90
3.15.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın hidrografı	92
3.16.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın 12 saat-1 cm'lik birim hidrografı	94
3.17.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın 12 saat-1 cm'lik birim hidrografı	96
3.18.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın hiyetografı	97

Şekil 3.19.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın hiyetografı	97
3.20.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın olası max. yağışın akış (OMYA) hidrografı	99
3.21.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın olası max. yağışın akış (OMYA) hidrografı	101
3.22.	2232 Nolu Topluca hidrometri istasyonunun 15 Mart-15 Temmuz ayları arasındaki yağmur kar erime ve baz akım bileşenleri	103
3.23.	Topluca Hidrometri istasyonunun yağış alanının kot-alan eğrisi	105
3.24.	Topluca koyü hidrometri istasyonunun yağış alanının kar erime oranı-toplam erime korelasyonu	107
3.25.	Kar erime akım hidrografı	114
3.26.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın olası max. taşkın debi hidrografı	116
3.27.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın olası max. taşkın debi hidrografı	119

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Fırtına maksimizasyonu için gök gürültülü şimşekli bulutların varsayılan max. yükseklikleri	31
2.2.	Doymuş adyabatik atmosfer içindeki toplam yağabilir su	31
3.1.	Havza içinde ve civarındaki meteoroloji istasyonları	38
3.2.	Meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağış değerleri	39
3.3.	Fırtına havzası içerisindeki ve civarındaki istasyonların günlük max. yağışlarının ortalaması	40
3.4.	Fırtına havzası içerisindeki ve civarındaki istasyonların aylık toplam yağışlarının ortalaması	41
3.5.	2232 Nolu Topluca hidrometri istasyonunun aylık toplam akımları	42
3.6.	Seçilen tarihi fırtınalar	43
3.7.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın yağış verileri	48
3.8.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın yağış verileri	49
3.9.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın yağışlı yağış toplamları yüzdesi	50

Tablo 3.10.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın eşyağış eğrilerinin çiziminde kullanılan veriler	50
3.11.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın yağışlı yağış toplamları yüzdesi	51
3.12.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın eşyağış eğrilerinin çiziminde kullanılan veriler	51
3.13.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri (12, 24, 36 saatlik)	55
3.14.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri (12, 24, 36 saatlik)	58
3.15.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın standart alanlardaki gerçek (aktüel) yağış derinlikleri	64
3.16.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın standart alanlardaki gerçek (aktüel) yağış derinlikleri	64
3.17.	Doymuş B.B. mb (su üstünde,)	65
3.18.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın 1000 mb daki ortalama işba sıcaklığı (aktüel)	68
3.19.	Islak termometre potansiyel sıcaklığının fonksiyonu olarak 1000 mb yer ile belirtilen basın arasında yağabilir su	70
3.20.	1000 mb çiğ noktasının fonksiyonu olarak doymuş pseudo-adyabatik atmosferde 1000 mb yer ile belirtilen yükseklik arasında yağabilir su	72
3.21.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri	74
3.22.	Pazar meteoroloji istasyonu 12 saat süreli hakim max. B.B. tekerrür değerleri	75
3.23.	Kaptanpaşa meteoroloji istasyonu 12 saat süreli hakim max. B.B. tekerrür değerleri	75
3.24.	İkizdere meteoroloji istasyonu 12 saat süreli hakim max. B.B. tekerrür değerleri	75
3.25.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın 1000 mb.daki ortalama işba sıcaklığı (mağ)	79
3.26.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın W_{max} (gerçek yağabilir su) değeri	79
3.27a.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın olası max. yağış derinlikleri	80
3.27b.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın olası max. yağış derinlikleri	80
3.28.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın 1000 mb'daki ortalama işba sıcaklığı (aktüel)	81
3.29.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri	81

Tablo 3.30.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın 1000 mb'daki ortalama işba sıcaklığı (max.)	81
3.31.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın W_{max} (gerçek yağabilir su) değerleri	81
3.32.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın noktasal 1000 mb'daki işba sıcaklığı	82
3.33.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri	82
3.34.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın noktasal 1000 mb'daki işba sıcaklığı (max.)	82
3.35.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın noktasal W_{max} (gerçek yağabilir su) değeri	83
3.36.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın 1000 mb'daki işba sıcaklığı (aktüel)	84
3.37.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri	84
3.38.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın 1000 mb'daki işba sıcaklığı (max.)	84
3.39.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın W_{max} (gerçek yağabilir su) değeri	84
3.40.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın net yağış blokları	86
3.41.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın net yağış blokları	86
3.42.	Yağış alanı eğri numarası	87
3.43.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın oluşturduğu taşkına ait seviye ve bunlara karşı gelen (anahtar eğrisinden) debiler	91
3.44.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın 12-saat-1 cm'lik birim hidrografi verileri	93
3.45.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın 12 saat-1 cm'lik birim hidrografi verileri	95
3.46.	29-31/7/1977 tarihli fırtınanın olası max. yağışın akış (OMYA) hidrografi verileri	98
3.47.	5-7/6/1974 tarihli fırtınanın olası max. yağışın akış (OMYA) hidrografi verileri	100
3.48.	Fırtına deresi Topluca hidrometri istasyonu yağış alanının erime oranı ve toplam erimesi	108
3.49.	Fırtına deresi-Topluca hidrometri istasyonunun erime ve erime oranı verileri (1964-1985)	109
3.50.	Korelasyon eğrisi verileri	110
3.51.	Mayıs ayı max. 10 günlük sıcaklıklar	111

Tablo 3.52. Mayıs ayı max. 10 günlük sıcaklık proje verileri (sıcaklık dizayn paterni)	112
3.53. Proje yeri günlük kar erime hacmi ve yağış alanı günlük kar erime debisi verileri	115
3.54. 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın OMT hidrografı verileri	117
3.55. 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın OMT debi hidrografı (dokusavak proje giriş hidrografı) verileri	118



ÖZET

Akarsular üzerinde inşa edilecek her çeşit yapının, örneğin baraj, regülatör, köprü veya taşkın kontrol seddelerinin optimum projelendirilebilmeleri, ilgili proje yerine ait taşkın (pik) debilerinin güvenilir tahminlerine bağlıdır. Taşkın tahminleri konusunda çok çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. En uygun taşkın tahmin yönteminin seçimi, hidrometeorolojik kayıtların niteliğine ve niceliğine çok sıkı bir şekilde bağlıdır. Yoğun bir yerleşim merkezinin menbaında yer alacak bir baraj dolusavağının en ekonomik bir şekilde boyutlandırılabilmesi için ilgili proje kesitinde en az 500 veya 1000 yıllık dönüş aralıklarına sahip taşkın büyüklüklerinin tahminine gereksinim vardır. Bu kadar büyük taşkınların tahmininde kullanılacak geleneksel yöntemler, örneğin istatistik ağırlıklı "taşkın frekans analizleri", doğru sonuçlara her zaman götürmeyebilir. Bu konuda en güvenilir yöntemler bölgede görülebilecek "olası maksimum yağışlara" (yağışların fiziksel üst limitlerine) dayalı taşkın tahmin yöntemleri olmalıdır. Özellikle toprak barajların dolusavakları, öyle boyutlandırılmalıdır ki, ilgili havzanın üretebileceği taşkın akımlarının fiziksel üst limiti olan "olası maksimum taşkın"ı geçirebilmelidir.

Bu çalışmada, çok şiddetli yağışlara neden olan "fırtına mekanizmaları"na dayalı ve meteoroloji ağırlıklı "fiziksel yöntem" temel alınmıştır. Bu yöntem yardımıyla ilk önce "olası maksimum yağış" tahmin edilmiş, sonra da "birim hidrograf" tekniğinden giderek "olası maksimum taşkın debisi" (dolusavak proje giriş hidrografı)'nın tahmini amaçlanmıştır. Olası maksimum yağışın tahmini için önce gözlenmiş en şiddetli yağışlara (tarihi fırtınalara) göre havzanın yağış derinlik-alan-süre eğrileri hazırlanmıştır. Sonra bu eğrilerdeki yağış derinlikleri iki yönden artırılmıştır. Bir yandan gözlenmiş olan yağışlardaki hava kütlelerinin su buharı içeriği ve subuharını yağışa çeviren mekanizmanın etkinliği olanaklar ölçüsünde maksimum değerlerine çıkarılmış, öte yandan meteorolojik bakımdan benzer olan komşu bölgelerde gözlenmiş şiddetli yağışlarda meteorolojik farklar

gözönüne alınacak şekilde o bölgeye kaydırılmıştır. Böylece gözlenmiş olan sağnaklarda ölçülen yağış derinlikleri fiziksel bakımdan olanaklı en büyük değerlerine çıkarılmıştır.

Uygulama havzası olarak Doğu Karadeniz bölümünde yeralan fırtına deresi seçilmiştir. Belirlenen tarihi fırtınalara ait yağış derinlik-alan-süre eğrilerinin çiziminden sonra 12-saat süreli hakim max. buhar basınçlarının frekans analizleri yapılmış ve dönüş aralıkları 100 yıl olan buhar basıncı zarf eğrileri çizilmiştir. Her tarihi fırtına için buhar basınçları doyma sıcaklığına, nem adyabatları yardımıyla deniz seviyesi doyma sıcaklığına (işba sıcaklığına) dönüştürölüp ortalamaları alınmış ve yağabilir su tahmin edilmiştir. Ayrıca bu fırtınalar için akış engeli düzeltmesi yapılmış, gerçek yağabilir su ve max. yağabilir su değerleri belirlendikten sonra "maksimizasyon oranı" olan W_{max}/W_{ac} elde edilmiştir. Yağış derinlik-alan süre eğrilerindeki yağış derinlikleri, bu oran ile çarpılarak en yüksek değerlerine çıkarılmışlardır. Benzer şekilde, noktasal maksimizasyonla da yapılmış ve varılan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her fırtına yağışıyla ilgili toplam yağışın zamansal dağılımı ve yağış blokları hesaplanmış, yağış-akış eğri numarası belirlenerek net yağış (dolaysız akış) blokları hesaplanmıştır. Hidrometri istasyonunda gözlenmiş hidrograftan 12 saatlik birim hidrograf elde edilmiş, sonrada olası max. yağmurun akış hidrografı elde edilmiştir. Derece-gün yöntemine göre fırtına deresi-Topluca hidrometri istasyonu yağış alanınının toplam erime, erime oranları hesaplanmış ve doğrusal korelasyon uygulanarak max. erime oranı elde edilmiştir. Kaptanpaşa meteoroloji istasyonu sıcaklık proje verileri (sıcaklık dizayn paterni) hesaplanmış, proje yerine taşınmış, günlük kar erime hacmi ile debisi hesaplanmıştır. Taban (baz) akımı debisi hesabedildikten sonra ayrı ayrı hesaplanan pik debiler çakıştırılarak kar erime mevsimi için olası max. yağışın akım hidrografı +kar erime akımı hidrografı +baz akımı değerleri hesaplanmış, kar erime mevsimi dışında olası max. yağışın akım hidrografı +baz akım değerleri hesabedilmiştir. Böylece, sonuç olarak "maksimum taşkın debisi hidrografı (dokusavak proje giriş hidrografı)" belirlenmiştir. Değişik tarihi fırtınaların verdiği sonuçlar kıyaslandığında, kar erime mevsiminde hesaplanan olası max. taşkın debisi hidrografı (OMTDH),kar erime mevsimi dışında hesaplanandan daha küçük olduğu görölmüştür.

SUMMARY

The concept of "Probable Maximum Precipitation" is reconised that there is a physical upper limit to the amount of precipitation that can fall over a specified area in a given time. In other words, by the definition given by Wiesner (1970) "the depth of precipitation which for a given area and duration can be reached but not exceeded under known meteorological conditions". If required meteorological data at the projected area are adequate, the estimated value obtained by this method is generally considered as a better approximation than that of the statistical method.

The basin of Firtina (Deresi) River where several hydro-electric generation schemes have been planned and projected near future is the biggest among others in the Eastern Part of Black Sea Region. This study describes the derivation of the probable maximum precipitation and the probable maximum flood, which has been based on a comprehensive hydrometeorological study. The estimated flood has been adopted for spillway design purposes.

The probable maximum precipitation over the catchment was estimated by maximizing major historic storms. Many aspects of storm precipitation and their causes, snowfall and snowcover, were examined. Unit hydrograph procedures were then applied to the findings of these studies to derive the hydrograph of the probable maximum flood. The estimated maximum (peak) discharge is 3086.008 cumecs and the 5-day volume is 23 millon cubic-meter.

The analysis consider the physical causes of major floods in the Firtina River Basin and attempt to assess their upper limits. The Author considers that this is the only realistic approach to the estimation of spillway design floods when there must be no risk of overtopping the impounding structures.

BÖLÜM 1

G İ R İ Ş

1.1. GENEL

Bir ülkenin en önemli doğal kaynakları toprak, su ve iklimdir. Fakat bunlardan daha da önemlisi olan varlığı, bu kaynakların işletilmesini bilen o ülkenin eğitilmiş insanları yani onların beyinleridir.

Bugün ulusların gelişmişliğinin en önemli göstergesi, kişi başına düşen brüt milli gelirden ziyade kişi başına tüketilen enerji miktarıdır. 1973 yılında petrole yapılan 4 kat zam Dünyada hidrolik kaynakların önemini ön plana çıkarmış ve Türkiye için bu durum hala güncelliğini korumaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için tek çıkar yol, kendi doğal kaynaklarından elde edilecek verimi en yüksek düzeye ulaştırmaktır. Petrol dışalımını, dışsatımın önemli bir kısmını içermekte olduğundan yapılması gereken en doğru iş hidrolik ve termik santralleri en kısa sürede inşa ederek servise sokmak olacaktır. Bunu yaparken teknik bilgi ve beceri kaçınılmazdır. Bu konuya ilişkin olarak su kaynaklarımızın geliştirilmesi, öncelikli bir konu olarak düşünülmelidir. Ülkemiz hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilmesinde büyük kapasiteli projeleri ele alınmış olmasına karşın 1988 istatistiklerine göre 122x10⁹ kWh lık ekonomik hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık %20 sinden yararlanılabilmektedir.

Nüfus patlaması ve hızlı sanayi gelişimi suya olan gereksinimi çok artırmıştır. Suyu çok amaçlı kullanım özelliği, "Su Kaynakları Mühendisliği"nde çok çeşitli disiplinlerin beraberce çalışmasını zorunlu kılar. Ayrıca, bu durum suyun kontrolünden proje sahasına iletilmesine, çeşitli amaçlarla kullanılmasına, fazlasının proje alanından uzaklaştırılmasına, kalitesinin kontrolüne, arıtılmasına va hatta denizlerde yaptığı kirlilik etkilerine kadar çok çeşitli aşamalarda uzmanlaşmayı da beraberinde getirmektedir.

Su kaynaklarının geliştirilmesi ve kontrolü çalışmalarının katkısı olan disiplinler arasında "Mühendislik Hidrolojisi" çalışmalarının çok önemli bir payı vardır. Planlanan su projelerinin ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi ve işletilebilmesi için "Mühendislik Hidrolojisi" konularına duyulan gereksinim son yıllarda giderek artmış, bilgisayarlarında yardımıyla karmaşık matematiksel işlemlerin ve hidrolojik modellerin çözümlenmesi kolaylaşmıştır.

Hidrolojik olayları benzetmek (simüle etmek), bu olaylara "Deterministik" (Parametrik), "Stokastik" veya "Probabilistik" yaklaşımlar getirmek, daha önce gözlenmiş çok sayıdaki tarihi fırtınayı incelemeyi (istatistik analizden geçirmeyi) ve karmaşık işlemler yapmayı gerektirmektedir. Çeşitli amaçlar için düşünülen su yapılarının plan ve projelerinin optimum düzeyde hazırlanabilmesi, güvenilir ve uzun süreli hidrometrik ve meteorolojik veri toplanmasına ve bunların "Mühendislik Hidrolojisi" çalışmalarında doğru bir şekilde yorumlanabilmesine bağlıdır. Yapılacak çalışmaların başarısı, kullanılacak verilerin nitelikleri ve nicelikleriyle doğru orantılıdır. Güvenilir ve uzun süreli veriler bulunamadığında inşa edilecek bir su yapısı, ya güvenilir olamayacak, kritik bir olayda hasara uğrayarak yapılan harcamaların boşa gitmesine, hatta mal ve can kaybına yol açabilecektir ya da ekonomik olmayacak, gereksiz yere büyük boyutlarda inşa edilecek, geri dönülemeyecek harcamalara neden olacak ve işletme verimi düşebilecektir.

1.2. TAŞKINLARIN TAHMİNİNDE FİZİKSEL YÖNTEMİN ÖNEMİ

Tüm Dünya ülkelerinde büyük akarsu yapıları için en uygun proje ölçütünün seçimi, mühendislerin yüzyüze kaldığı en önemli sorunlardan biridir. Birçok su yapısı ve hidrolojik problem için sözü edilen proje ölçütünü, temelde ekonomik parametreler belirler. Bu ölçütün önemli olduğu örnekler şu şekilde sıralanabilir.

- Optimum rezervuar kapasitesi,
- Yerleşim bölgelerinden uzakta inşa edilen beton yapıların dolusavak kapasiteleri,
- Kanalların taşıma kapasiteleri,
- Kanal iyileştirme projeleri,
- Yağmur suyu kanalizasyon sistemleri.

Optimum proje ölçütü, sıkça görülmeyen doğal olaylarda ortaya çıkabilecek onarım masrafları ile en büyük taşkınları karşılayabilecek masraflar arasında bir denge kurarak elde edilebilir. Böyle bir ekonomik analiz için "Taşkın Frekans Analizi" (Bilgin, 1989) sonuçlarına gereksinim duyulur. Eğer yeterli veri varsa istatistik analiz yöntemleriyle istenen bilgiler elde edilebilir. Bazı hallerde proje ölçütünün seçiminde çok yüksek bir güvenilirlik sınırı temel alınabilir. Örneğin, toprak dolgu bir su yapısı, örneğin büyük bir baraj, dolup üzerinden su aşarsa yıkılabilir ve sonuçta mal ve can kaybı ortaya çıkabilir. Böyle bir yapının dolusavağı, yapının yaşama süresi içinde görülmesi olası çok büyük taşkınları güvenli bir şekilde geçirebilmelidir. Eğer yıkılma tehlikesi tamamiyle gözardı edilmek isteniyorsa 100 yıldan daha kısa süreli kayıtların istatistik analizi, güvenilir bir ölçüt sağlayamaz. Eğer yapının yaşama süresi 100 yıl ise şu gösterilebilir: Dönüş aralığı 100 yıl olan bir taşkın bir süre içinde görülme şansı %63 dür. Bu şu demektir: 100 yıllık taşkına göre projelendirilmiş bir su yapısının bu süre içinde kapasitesinin aşılma olasılığı %63 dür. Bu irdelemeyi daha ileriye götürerek, %5 lik bir riske indirebilmek için, ilgili mühendis yapıyı 1950 yıllık taşkına göre projelendirmelidir. Kısa süreli kayıtlardan istatistik yöntemler yardımıyla bu gibi seyrek görülen taşkınların tahminindeki güvensizlik, özellikle yoğun yerleşim bölgelerinin membaındaki yapılar için çok güvenilir proje ölçütüne olan gereksinim, proje taşkınlarının tahmininde fiziksel yöntemin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Toprak dolgu yapıların bulunduğu bölgelerde (özellikle şehir merkezlerinin membaında) birçok proje mühendisinin ortak düşüncesi şu olmuştur.

Dolusavaklar, öyle projelendirilmelidir ki baraj havzasının üretebileceği taşkın akımlarının fiziksel üst limitlerini geçirebilmelidir.

Yer sarsıntıları ve heyelanlardan kaynaklanan taşkınlar dışlanırsa, önemli taşkınlar ekstrem meteorolojik koşulların sonucudur. Bu yüzden sözü edilen fiziksel analizler, meteorolojik çalışmalarla başlar. Bu çalışmaların önemli bir kısmını maksimum kar birikimi ve erime oranlarının belirlenmesi oluşturur. Bir havzada veya bir bölgede fırtına yağışının fiziksel üst limitinin tahminine yönelik yağış çalışmalarının bulunduğu yerde, sonuçta elde edilecek tahminler genelde "Olası Maksimum Fırtına" veya "Olası Maksimum Yağış" diye isimlendirilir. Bu yağış, dönüşüm yöntemlerinden biri ile taşkın akımlarına dönüştürüldüğünde sonuç taşkını "Olası Maksimum Taşkın" diye bilinir.

Su nokta özellikle vurgulanmalıdır: Hidrolojik sonuçlara ek olarak herhangi bir su yapısının proje ölçütünün son seçimi ekonomik, politik, hatta moral düşünceleri de içermelidir. Hidrolojist ve hidrometeorolojistlerin görevi, ilgili kesitteki taşkın potansiyelinin güvenilir tahminlerini yapabilmek için eldeki verileri en iyi bir şekilde düzenlemek ve en uygun analiz yöntemlerini uygulamaktır.

1.3. PROJE HİDROLOJİSİ METODOLOJİSİ

Ülkemiz su kaynaklarının geliştirilmesinde hidroelektrik enerji amaçlı su projelerinin mühendislik hidrolojisi çalışmaları yapılmakta ve sonuçları raporlar halinde yayınlanmaktadır. Bu çalışmalar, su projelerinin ilk etüd, master plan, yapılabirlik ve kesin proje aşamalarındaki hidrolojik bilgi gereksinimine cevap verebilecek düzeydedir. Bununla beraber bir projenin mühendislik hidrolojisi raporunun yayın tarihi ile su projesinin ele alınışı arasında birkaç yıllık süre geçmişse, rapor toplanan ek verilere göre yenilenmektedir. Ayrıca proje mühendisleri yeni bir ek çalışma istedikleri takdirde bu çalışmalar

yapılmakta ve sonuçları ana rapora ek olarak yayınlanmaktadır. Türkiye'de mühendislik hidrolojisi raporları Elektrik Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü elemanlarınca hazırlanmaktadır. Hazırlanmakta olan su projelerinin mühendislik hidrolojisi raporlarının içerdiği konular ve uygulanan yöntemler aşağıda açıklandığı ve Şekil 1.1.de gösterildiği gibidir. Raporlar metin, tablolar ve şekiller olmak üzere üç kısımdan oluşur.

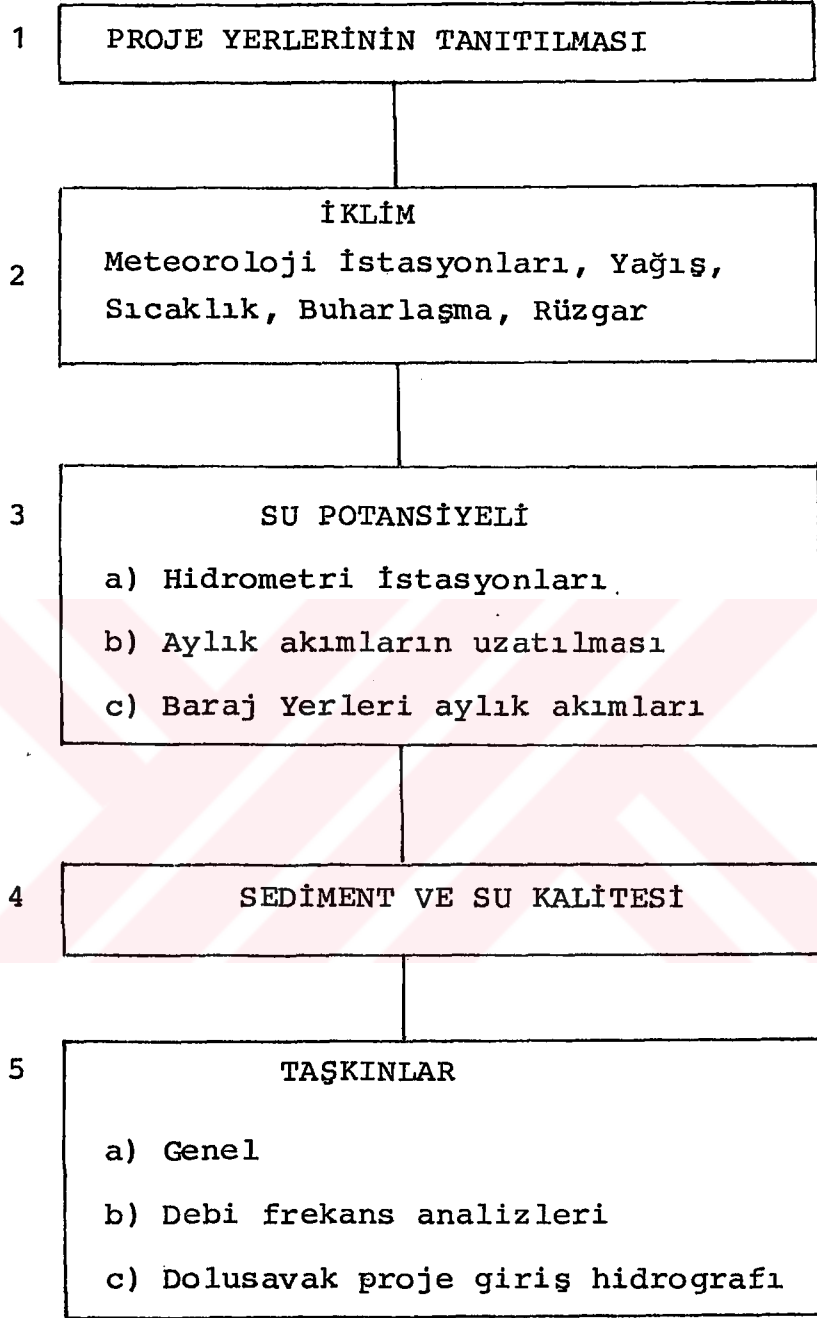
1.3.1. Proje Yerinin Tanıtılması

Bu bölümde proje yerinin ve yağış alanının genel tanıtımı yapılır. Topoğrafik haritalardan ve proje yerine düzenlenen gezilerden elde edilen bilgiler, iklim özellikleri, yağış alanının bitki örtüsü, yağış-akış bağıntısını belirleyen eğri numarası, kot-alan eğrisi, istasyon açısını gösteren harita, proje yeri akımlarını etkileyecek mevcut ve gelecekte yapılması düşünülen tesisler gibi genel açıklamalar yapılır.

1.3.2. İklim

Proje yeri yağış alanının içinde ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarının ölçüm sonuçlarına göre projelendirme çalışmaları için gerekli olan aylık ve yıllık ortalama yağış, sıcaklık, aylık buharlaşma, bağıl nem, maksimum rüzgar hızı gibi bilgiler bu bölümde verilir. Kar gözlem istasyonlarının durumu ve meteoroloji istasyonlarındaki kar gözlem sonuçları ile proje yağış alanının kar örtüsü ve kar erimesinde akımların etkilenme şekli açıklanır.

Proje yağış alanının yıllık ortalama yağışı, aritmetik ve izohital yöntemle hesaplanır. Yağış alanının eş yağış haritası çizilirken özellikle dağlık bölgelerdeki meteoroloji istasyonlarının alan dağılımının yetersizliği ve istasyonların gözlem sürelerinin çok farklı olması gibi nedenlerden dolayı güçlüklerle karşılaşmaktadır. Ayrıca bazı istasyonların yağış gözlem değerlerinde yanlışlıklar tesbit edilmektedir.



Şekil 1.1. Proje Hidrolojisi Akış Şeması

Su projelerinin baraj göllerinden buharlaşma hesabında meteoroloji istasyonlarının yuvarlak tava ile buharlaşma gözlem değerlerinden yararlanılır. Bu gözlemler 1962 yılından itibaren başlamıştır ve birçok istasyonun gözlemleri kısadır. Kısa süreli buharlaşma gözlemleri, buharlaşma veya aylık buharlaşma-aylık ortalama sıcaklık doğrusal ve logaritmik korelasyonları ile uzatılır. Korelasyon grafikleri raporlarda verilmektedir. İstasyon aylık buharlaşma değerleri 0.7 tava düzeltme katsayısı ile çarpılarak baraj göl yüzünden buharlaşma elde edilmektedir. DMİ istasyonlarının yuvarlak tava buharlaşma gözlem değerleri yayınlanmamaktadır.

Proje yerini temsil edebilecek meteoroloji istasyonunun hakim rüzgar yönü ve maksimum rüzgar hızı raporda verilmektedir. Genellikle anemografli istasyon sayısı azdır ve gözlem süreleri kısadır. Bu tür istasyonların alan dağılımı da üniform değildir.

1.3.3. Su Potansiyeli

Proje yerlerinin uzun süreli aylık ve yıllık akım değerleri, hidrometri istasyonlarının gözlem değerlerinden yararlanılarak bulunur. Kısa süreli aylık akımlar, akım-akım logaritmik veya lineer korelasyonları ile uzun süreye uzatılır. Bazı durumlarda yağış alanları oranı ile çarpılarak istasyon akımları başka yere taşınır. Akım korelasyon çizimleri raporlarda verilir.

Aylık akım değerlerinde menbadaki mevcut su kullanımlarının etkisi varsa akımlar hesapla düzeltilir ve aylık doğal akımlar elde edilir. Menbadaki gelecekteki su kullanımları ayrı tablolar halinde verilir. Mevcut ve gelecekteki aylık su kullanım değerleri DSİ'den temin edilir.

Hidrometri istasyonlarının aylık akımları grafik noktalama ile karşılaştırıldığında hatalı değerlere rastlanmaktadır. Aynı akarsu üzerindeki istasyonların aylık akımlarında bile süreksizlikler gözlenmektedir. Su potansiyeli hesapları için yararlanılan hidrometri istasyonlarının gözlem süreleri oldukça kısadır,

ayrıca değerlendirilmeyen yıllar şeklinde verilerde dikkate değer ölçüde kesiklikler vardır. Bazı istasyonların değerlendirilmeyen yılları, korelasyondan daha iyi yaklaşım değeri vermesi halinde yeniden değerlendirilmekte ve çalışmalarda kullanılmaktadır.

Proje yerinin su potansiyeli hesabında mümkün olabilen seçenekler denenmekte ve akımların en uzun süreye uzatılabilmesi yeğlenmektedir. En uzun akım gözlem süresi veya korelasyonla uzatmada geriye doğru 1935 yılına kadar ulaşılabilir.

Küçük yağış alanlı proje yerleri için su potansiyeli hesaplarında veri yönünden daha fazla güçlüklerle karşılaşmaktadır. Yıllık ortalama yağış-ortalama akış oranı çok yüksek değerlere ulaşabilmektedir.

Bu proje yerleri dikkate alınarak özellikle küçük yağış alanlı hidrometri istasyonlarının durumunun gözden geçirilmesinde yarar vardır.

1.3.4. Sediment ve Su Kalitesi

Proje yerlerindeki sediment miktarı, hidrometri istasyonlarının askı halindeki sediment ölçüm değerlerinden hesaplanmaktadır.

Debi süreklilik eğrisi veya günlük debilerle hesaplanan askı halindeki sediment verimleri arasında büyük farklar görülmektedir.

Proje yerinin su kalitesi, hidrometri istasyonlarındaki su kalite gözlem ve analiz sonuçlarından yararlanılarak tesbit edilir.

1.3.5. Taşkınlar

Bu bölümde proje yeri taşkınları hakkında genel bilgiler verilir, kar erimesinin taşkınlara katkısı olup olmadığının ve taşkınların oluştuğu mevsimler açıklanır.

1.3.5.1. Debi Tekerrürleri (Debi-Frekans Analizleri)

Proje yerinin çeşitli tekerrürlü pik debileri (genellikle 100 veya 1000 yıla kadar), hidrometri istasyonlarının pik debi gözlem dizilerinden yararlanılarak hesaplanır.

1.3.5.2. Dolusavak Proje Giriş Hidrografı (Olası Maksimum Taşkın Hidrografı)

Su projelerinin dolusavak proje giriş hidrografı olası maksimum yağmur, birim hidrograf, kar erime akımı ve baz akım yardımıyla hesaplanır.

1.3.5.3. Olası Maksimum Yağmur Hesabı

Proje yağış alanının olası maksimum yağmur değeri, meteorolojik verilerin yeterli olduğu durumlarda fiziksel yöntemle hesaplanır, ve istatistik yöntemle hesaplanan aynı yağış değeri ile karşılaştırılır.

a) Fiziksel yöntemin uygulanışı, tarihi fırtınaların maksimizasyonu şeklinde özetlenebilir. Meteorolojik verilerin durumu ve ülkemizin topoğrafik koşullarına göre bu yöntem uygulanabilmektedir.

b) İstatistik yöntemle (frekans faktörü) noktasal yağışlardan muhtemel maksimum yağış değeri hesaplanır ve yağış alanına dağıtılır, ancak bu yağışların kar erime mevsiminde görüleceği söylenemez.

1.3.5.4. Birim Hidrograf

Proje yerinin birim hidrografı hidrometri istasyonlarında gözlenmiş taşkın debi hidrograflarının analizinden veya sentetik birim hidrograf yöntemi ile hesaplanır. Verilerin yeterli

olmadığı durumlarda proje yeri birim hidrografi Snyder yöntemi veya Mockus yöntemi ile hesaplanır. Snyder katsayılarının değerleri yağış alanının fiziksel özelliklerine göre tahmin edilir.

1.3.5.5. Olası Maksimum Kar Erime Akım Hidrografı Hesabı

Proje yerinin maksimum kar erime akım hidrografı, günlük ortalama debi hidrografı, günlük ortalama yağış ve sıcaklık, kar örtüsü sınır kotu ve kar derinliği bilgilerinden yararlanılarak hesaplanır. Bu bilgileri içeren yıllık debi hidrograflarının baz akım, yağmur ve kar erime akım bölümleri gözle ayrılır. Her yılın 20 (veya 10) gün süreli en büyük kar erime akım hidrografları seçilir. Yağış alanının kar örtüsü durumu, meteoroloji istasyonlarının kar derinlik, karla örtülü gün sayısı ile kar rasat istasyonlarındaki gözlemlerden tesbit edilir, bazen peyk resimlerinden de yararlanır.

1.3.5.6. Baz Akım Debisi

Maksimum baz akım debisi, kar erime mevsimi içindeki ve dışında debi hidrograflarının ayırımından bulunur.

1.3.5.7. Sonuç Hidrografı (Dolusavak Proje Taşkın Hidrografı)

Proje yerinin olası kar erime mevsimi içerisindeki maksimum yağmur ve kar erime hidrografları, pik debileri çakışacak şekilde süperpoze edilir ve baz akımı eklenir. Kar erime mevsimi haricinde meydana gelmiş olası maksimum yağmur hidrografına baz akım eklenir. Böylece dolusavak proje giriş hidrografı veya olası maksimum taşkın hidrografı elde edilir. Böylece hidrograflardan en büyük piki verecek olan alınır. Bu hidrograf ve pik debi değeri en güvenilir yaklaşım değerleri olup projelendirme çalışmalarında kullanılması önerilmektedir.

1.4. TEKNİK TERİMLER

Aşağıda verilen bazı teknik tanımlardan amaç, yağış maksimizasyonu veya çeşitli analizlerde karşımıza çıkan ayrıntılı açıklamalarda terimlerin gerçek anlamlarını vermektir (WMO, 1969).

Adyabatik Kart : Meteoroloji örgütlerince uygulanan termodinamik bir diyagram olup atmosferik sıcaklık ile basınç arasındaki ilişkiyi vermektedir. Ayrıca, doymuş adyabatlar ve diğer eğrileri de içermektedir.

Konverjans : Siklonlarda (alçak basınç merkezlerinde) ve diğer basınç sistemlerinde görülen ve havanın düşey hareketini yukarıya zorlayan bir yakınlaşma ve daralma hareketi olup yeterli nemin bulunduğu yerlerde yağış olayına neden olabilmektedir.

Yağış derinliği-Süre-alan değerleri : Sabit süreler ve alan büyüklükleri için fırtına yağışının maksimum değerleri.

Lapse Rate : Atmosferde sıcaklığın düşey değişim oranı.

Karışma oranı : Atmosferde karışım halinde olan su buharı kütesinin kuru hava kütesine oranıdır ve şu eşitlikle gösterilir:

$$W = 0.622 \frac{e}{p-e} \quad (1.1)$$

Burada, W karışma oranı, p atmosferik basınç, e subuharı basıncı ve 0.622 suyun molekül ağırlığının kuruzhavanın ortalama molekül ağırlığına oranıdır. Ayrıca gr/kg olarak verilebilir ve bu durumda yukarıdaki değer 1000 katı olur. Özgül neme benzerdir.

Nem maksimizasyonu : Fırtına yağışını artırıcı yönde bir düzeltme süreci olup diğer fırtına koşullarının değişmediği bir yerde ve mevsimde havadaki nem içeriğinin düşünebileceğimiz en yüksek değeridir.

Yağabilir su : Belli iki seviye arasında, eğer bu seviyeler belirtilmemişse yerden atmosferin üst noktası arasında bulunan

düşey hava kolonunun içerdiği atmosferik su buharı. Kolonun kesit alanına eşit bir alan üzerindeki kütleye eşit sıvı su derinliği cinsinden ifade edilir. Su buharının su eşdeğeri olarak da adlandırılır.

$$W = \frac{1}{\rho g} \int_{P_1}^{P_2} q \partial P \quad (1.2)$$

Burada, W yağabilir su, g yerçekimi ivmesi, q özgül nem, P hava basıncı ve ρ suyun yoğunluğudur. Bu eşitlik için kullanılan birimler seti şöyle:

W(cm); P (mb); q (gr/kg); g (cm/sn²); ρ (gr.sn²/cm⁴).

Olası maksimum yağış : Yılın belli bir zamanında belirli bir havza üzerinde verilen süre içerisinde fiziksel yönden olanaklı en büyük teorik yağış yüksekliğidir.*¹

Doyma adyabatı : Doyma adyabatik düşme oranını betimleyen ve termodinamik diyagram üzerinde bir eğri.

Doyma adyabatik düşme oranı : Yükselmekte olan doymuş hava paketinin sıcaklığındaki düşme oranı aşağıdaki varsayımlara bağlıdır : (1) Akışkan parçacıkları ile çevre arasında radyasyon veya konduksiyon ile ısı alış verişinin olmadığı adyabatik düşme oranı. (2) Doyma fazlası olan su buharı, yoğunlaşarak sıvı hale dönüşür. (3) Yoğunlaşma sonucu salıverilen gizli ısı havayı ısıtır. Doyma adyabatik düşme oranı, normal olarak Kümüls, Kümülonimbus veya kalın katmanlı Alto stratus'da olduğu gibi dikine gelişmeli bulutlarınkine oldukça yakındır.

Ardışık (sequential) maksimizasyon : Fırtınalar arasında gözlenmiş zaman aralıklarını azaltarak varsayımlı (ileri sürülen) çok şiddetli fırtına dizilerini geliştirmek.

Uzaysal (spatial) maksimizasyon : Yağış fırtınaları veya fırtına patlamaları (bursts) arasındaki uzaklıkları azaltarak varsayımlı (ileri sürülen) şiddetli yağış dizilerini geliştirmek.

* Glossary of Meteorology, American Meteorological Society, Boston, Mass., USA, 1959.

Özgül nem : Subuharı kütlesinin toplam nemli hava kütlesine oranı (boyutsuz).

$$q = 0.622 \frac{e}{p} \quad (1.3)$$

Buradaki terimler, yukarıda açıklandığı gibidir.

Fırtına taşınımı : Bir fırtınanın görüldüğü yerden, gelecekte olanaklı bir fırtınayı temsil etmek üzere bir başka yara (proje yerine) taşınımı (nakli).

Islak termometre potansiyel sıcaklığı : Eğer bir hava paketi kuru-adyabatik olarak başlangıç halinden doyma haline, böylece doyma-adyabatik süreç yardımıyla 1000 mb'a dönüşmek üzere soğutulursa sonuçta sahip olacağı sıcaklıktır. Islak termometre potansiyel sıcaklığı, doyma adyabatı boyunca sabittir ve bu gibi eğriler için bir isim (etiket) gibi kullanılır. Pek çok hidrometeorolojik yazılarda 1000-mb çiğ noktasının aynıdır.

BÖLÜM 2

MAKSİMUM YAĞIŞ

2.1. SAĞNAKLARIN FİZİKSEL MODELLERİ

Aşağıda iki sağnak modeli açıklanmıştır: "Genel" (konverjans model) ve "dağların rüzgar alan yamaçlarına gelen orografik yağış modeli". Birincisi fırtınaların nem maksimizasyonuna ilişkin olup aşağıda ayrıntıları verilmiştir.

2.1.1. Konverjans Modeli

Bu model, yağış fırtınalarının aşağıda belirtilen üç özelliğine dayanmaktadır:

- a) Nemli hava, fırtına alanına hemen hemen yatay olarak yaklaşır.
 - b) Nemli hava yükselir
 - c) Adyabatik genleşme ile nemli hava soğur ve doyma fazlası subuharı gaz halinden katı veya sıvı hale dönüşmesi için zorlanır.
- Bu genel model tüm yağış tiplerine uygulanabilir.

Konverjans, düşey hareket ve soğuma arasındaki karşılıklı kuramsal ilişkiler bilinmektedir. Atmosferin çeşitli seviyelerindeki konverjansın veya düşey hareketin belli bir yerde ve zaman içindeki ortalama değeri hangi hassasiyetle bilinirse bilinsin kütlelenin süreklilik ilkesinden giderek aynı hassasiyetle diğerinde hesaplanabilir. Belli bir subuharı içeriğine sahip havada adyabatik soğuma sonucu oluşabilecek yağış büyük bir hassasiyetle hesaplanabilir. Özgül nem ne kadar yüksekse yağışta o kadar fazla olur. Dolayısıyla konverjans modeli şu kavrama açıklık getirmektedir: Bir havza üzerindeki şiddetli yağışlar, çok şiddetli konverjans oranı ve yüksek su buharı içeriğinin bir kombinasyonudur. Ekstrem yağış, ekstrem kombinasyon ürünüdür.

Konverjans model kullanılarak max. yağış tahmininde bazı güçlükler karşımıza çıkmaktadır. Klimatolojik verilerin uygun analiz yöntemleri yardımıyla havanın max. su buharı içeriği birçok bölge ve mevsim için kabul edilebilir bir güven aralığında tahmin edilebilir. Fakat, max. değer in ya konverjans ya da düşey hareket ile ayrı ayrı ilişkisinin kurulması konusunda ne ampirik ne de kuramsal bir temel bulunmamaktadır. Bu değişkenlerin doğrudan ölçümleri olanaksızdır. Bu karışıklığa tek çözüm olarak fırtına yağışı değerlerini, konverjans ve düşey hareketin dolaylı ölçümleri olarak kullanmaktır. Ekstrem yağışlar atmosferdeki konverjans ve düşey hareketin max. değerlerinin temsilcileri durumundadır. Konverjans ve düşey hareketin birarada bulunuşu ile sağlanan koşullar "yağışın mekanizması" diye isimlendirilir.

Konverjans ve düşey hareketin ayrı ayrı hesabına gereksinim duyulmadan ekstrem sağnaklardan doğan ekstrem mekanizmalar, ilgili havzaya (proje yerine) taşınır (transpoze edilir). Aşağıda belirtilen hususlar gözönüne alınarak gözlenen fırtına değerlerinde düzeltmeler yapılır:

a) Her fırtına proje yerine taşınabilir mi?

b) Taşınan fırtınadaki nem içeriği nedir? Bu koşullarda yağışın maksimum değeri ne olabilir? Diğer bir anlatımla, gözlenen fırtınadan ne kadar fazla bir fırtına değeri, proje yerinde görülebilir? Bu düzeltme, nemli adyabatik süreçlere ilişkin fiziksel değerlendirme ile yapılabilir.

c) Bu taşınma ve düzeltme işlemlerinde güvenlik katsayısı nedir? (Güven sınırları, güvenlik bandı). Güven sınırlarının belirlenmesi amacıyla birçok fırtına proje yerine taşınır, düzeltmeler yapılır ve sonuç değerlerinin bir zarfı elde edilir.

Yukarıdaki paragrafta sözü edilen işlemlerin en basitleştirilmiş tekniği, fırtınadaki yağış değerini (mm), civarındaki havanın yağabilir su değerine (mm) bölmek ve boyutsuz bir oran elde etmektir. Bu oran, su buharından "yağış mekanizmasının" oluşturduğu yağış miktarının güvenilir tahmininin bir ölçüsüdür. Bu orana çeşitli isimler verilmiştir. Amerika Meteoroloji

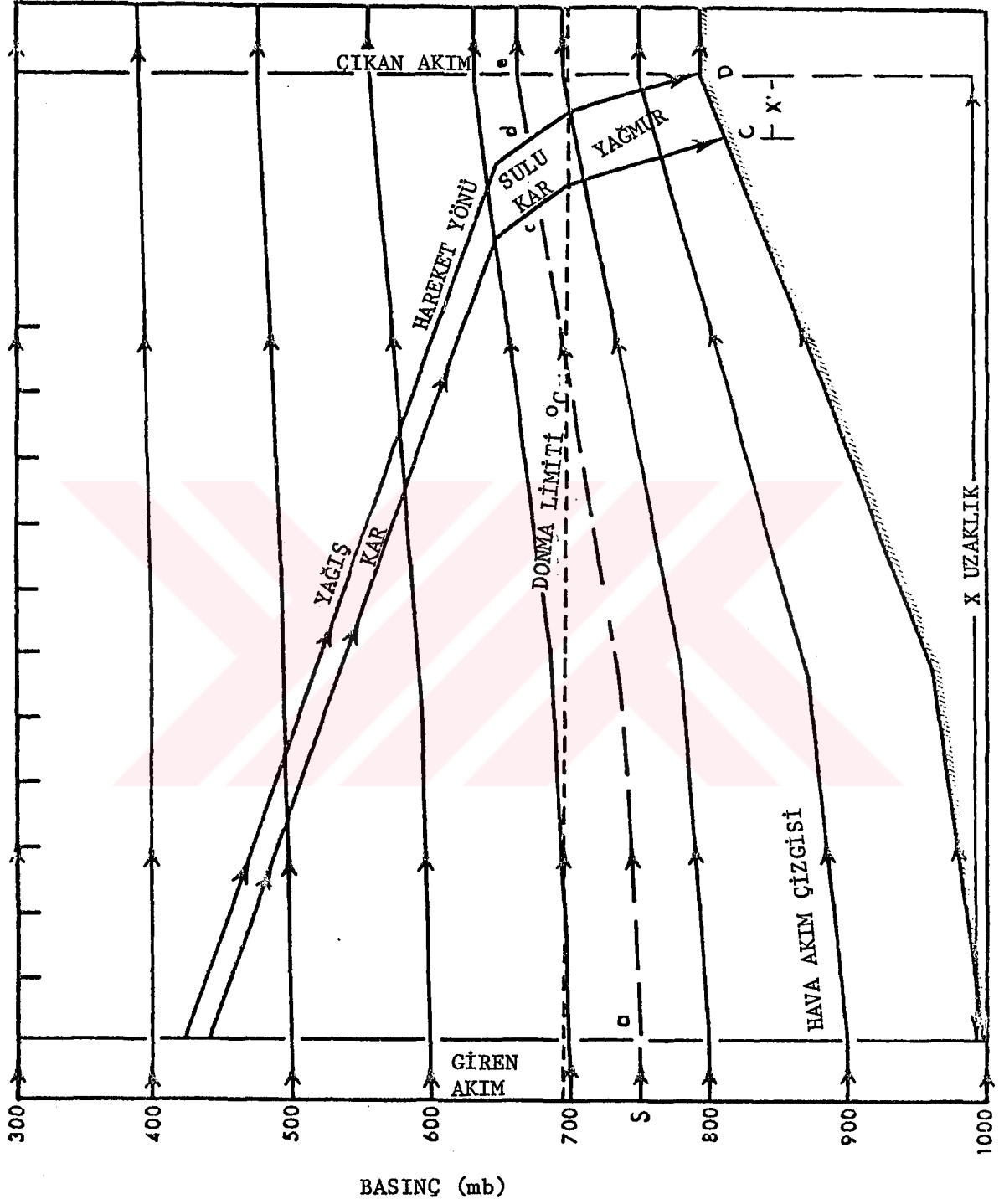
Örgütünün bazı raporlarında bu orana "P/M oranı" ismi verilmiştir. Bunun anlamı "Yağış/Nem"dir. P/M değerleri, karakteristik maksimum değerlere varabilmek için, mevsimlere ve fırtına sürelerine bağlı olarak yumuşatılabilir ve zarf eğrileri çizilebilir.

2.1.2. Orografik Yağış Modeli

Su kaynaklarını geliştirme projelerinin en önemlileri dağlık bölgelerde yer almaktadır. Buralarda, ovalara kıyasla yağış çok daha fazladır. Sıradağların rüzgar alan yamaçlarındaki yağış fazlalığı iki nedene bağlıdır. Birincisi, rüzgar akımının dağ yamacı tarafından basitçe yükseltilmesi, aynen çarpan topuk yüzeyden sıçraması gibidir. Diğeri ise başlangıçtaki küçük yükselme ile dengesiz kalan hava kütlelerinde konveksiyon olayının kamçılanması gösterilebilir. Bunların ikisi de bir fırtınanın oluşumunda etkili olabilir. Orografik model, rüzgar hareketini laminer varsayar ve yağışları da doğrudan "kaldırma" kuvvetine bağlar. Ayrıca, düşey düzlemde yer alan hava akımının dağ doruklarına dik geldiğini varsayar. Bu, bir çeşit "iki boyutlu model"dir. Düzlem, akım yönünde x eksenine, düşeyde z eksenine sahiptir. Hava akımının eğimi, yukarıya çıktıkça azalır ve çok yükseklerde yatay duruma gelir ve "nodal yüzey" olarak isimlendirilir. Bu model Şekil 2.1 de şematik olarak görülmektedir.

Orografik model, laminer akım sonucu oluşan yağışın hesabında kolaylık sağlar. Burada dağ eteğinin üzerindeki çeşitli seviyelerde hava akımı giriş hızları ve özgül nemliliklerin bilindiği varsayılır. Model, gözlenmiş fırtınalar için test edilir ve sonra da maksimum yağışın tahmininde uygulanır. Hesap adımları şöyledir :

- 1) Uygun ölçekteki topoğrafik haritalardan proje yerine ait basitleştirilmiş yer profilleri alınır.
- 2) Nodal yüzey için bir basınç değeri belirlenir. 2000 m'den daha yüksek dağlar için 300 mb önerilmektedir.



Şekil 2.1: Orografik yağış modelinin şematik gösterilişi

3) Şekil 2.1 de görüldüğü gibi her biri iki akım çizgisi tarafından sınırlanmış olarak akım alanı eşit tabakalara bölünür.

4) Donma seviyesi işaretlenir.

5) Rawin gözlemlerinden veya tahminlerle her bir tabaka için ortalama hızlar belirlenir (V). Rüzgarın dağ yönündeki hızı

$$V = V_t \cos \alpha \quad (2.1)$$

V_t = Toplam rüzgar hızı

α = Rüzgar hızı ile kesit alanı arasındaki açı

6) Radyosonde gözlemlerinden veya tahminlerle her bir tabakaya ortalama giriş özgül nemi belirler.

7) Her bir tabakadaki yağış şiddetini hesapla

$$\frac{R}{t} = V \frac{\frac{\Delta P}{\rho g} (q_a - q_e)}{x} \quad (2.2)$$

Burada,

R = t zaman içindeki yağış (cm)

V = giriş rüzgar hızı (km/saat)

P = giriş tabaka derinliği (mb)

q_a, q_e = giriş ve çıkıştaki havanın özgül nemi (gr/kg)

q_e , adyabatik kart kullanılarak q_a dan hesaplanır.

g = yerçekimi ivmesi (980 cm/sn²)

ρ = su yoğunluğu (1.0 gr/cm³)

x = dağ eteği ile dağ tepesi arasındaki yatay uzaklık (km)

Toplam yağış, her bir tabakada türetilen yağışın toplamından ibarettir.

2.2. FIRTINA TAŞINIMI (Transpozisyon)

Bir havzayı çevreleyen bir alanda görülen büyük fırtınalar, tarihi yağış verilerinin çok önemli bir kısmını oluşturur. Maksimum yağışın tahmini, bu tarihi verilere dayandırılarak yapılmaktadır.

Fırtına taşınımının bir limiti bulunmaktadır. Bu limit içinde fırtına büyük ölçüde değişikliğe uğramadan bir yerden diğer bir yere nakledilebilir. Bu limit için de bulunan havzalar birbirine benzer (fakat birbirinin aynı değildir), iklim ve topoğrafik karakterlere sahiptirler.

2.2.1. Taşınım Düzeltimi

Taşınım düzeltim katsayısı bir oran olup iklim ve topoğrafik farklılıkları temsil etmek üzere tarihi fırtına yağışı ile çarpılır.

Taşınım, teknik adı ile transpozisyon sadece fırtınalar için kullanılan bir yöntem olmayıp klimatolojik ve hidrometeorolojik analizlerin pek çok uygulamalarında karşımıza çıkmaktadır. Her çeşit meteorolojik veriler, Dünyada bireysel istasyonlarda yapılır, yani hepsi noktasal verilerdir. Verileri bulunmayan yörelerin iklimi veya hidrometeorolojik özellikler, bu noktasal verilere anlam verilerek (interpolasyon yaparak) bulunur. Maksimum yağışın tahmininde taşınım özellikle çok önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü bilinen büyük fırtınalardan olanaklar elverdiğince fazla bilgi çıkarılmalıdır. Büyük fırtına kayıtları sadece sayıca değil, gözlem noktalarının dağılımı bakımından da sınırlıdır.

Fırtına taşınımı işlem adımları:

1) Fırtına seçimi: Bir fırtına taşınımında ilk adım, fırtına içindeki en şiddetli yağmur nerede, ne zaman düşmüş olduğunun ve sinoptik meteoroloji açısından yaklaşık nedenleri açıkça tanımlanmalıdır. İzohiyet haritaları, çift-kütle eğrileri ve hava haritaları bu amaçlara hizmet etmektedir. İzohiyet haritaları

çok basit olabilir, çünkü onun temel fonksiyonu fırtına yerinin belirlenmesidir. Hava haritaları, fırtına nedenlerinin tanınmasında özellikle yağış, tropikal veya ekstratropikal siklonlarla ilişkili ise yeterli olabilir. Diğer durumlarda, fırtına nedenlerinin belirlenmesinde ayrıntılı yağış analizi yeterli olabilir.

2) Fırtına tipinin etki alanı : İkinci adım, birinci adımda tanınmış olan ve yağışın oluşumunda önemli olan meteorolojik fırtına tipinin etkili olduğu alanın çizilmesidir. Bu iş, birbirini izleyen birkaç hava haritasından yapılacak ölçümlerle yerine getirilebilir. Günlük Kuzey Yarımküresi hava haritaları bu amaç için uygundur.

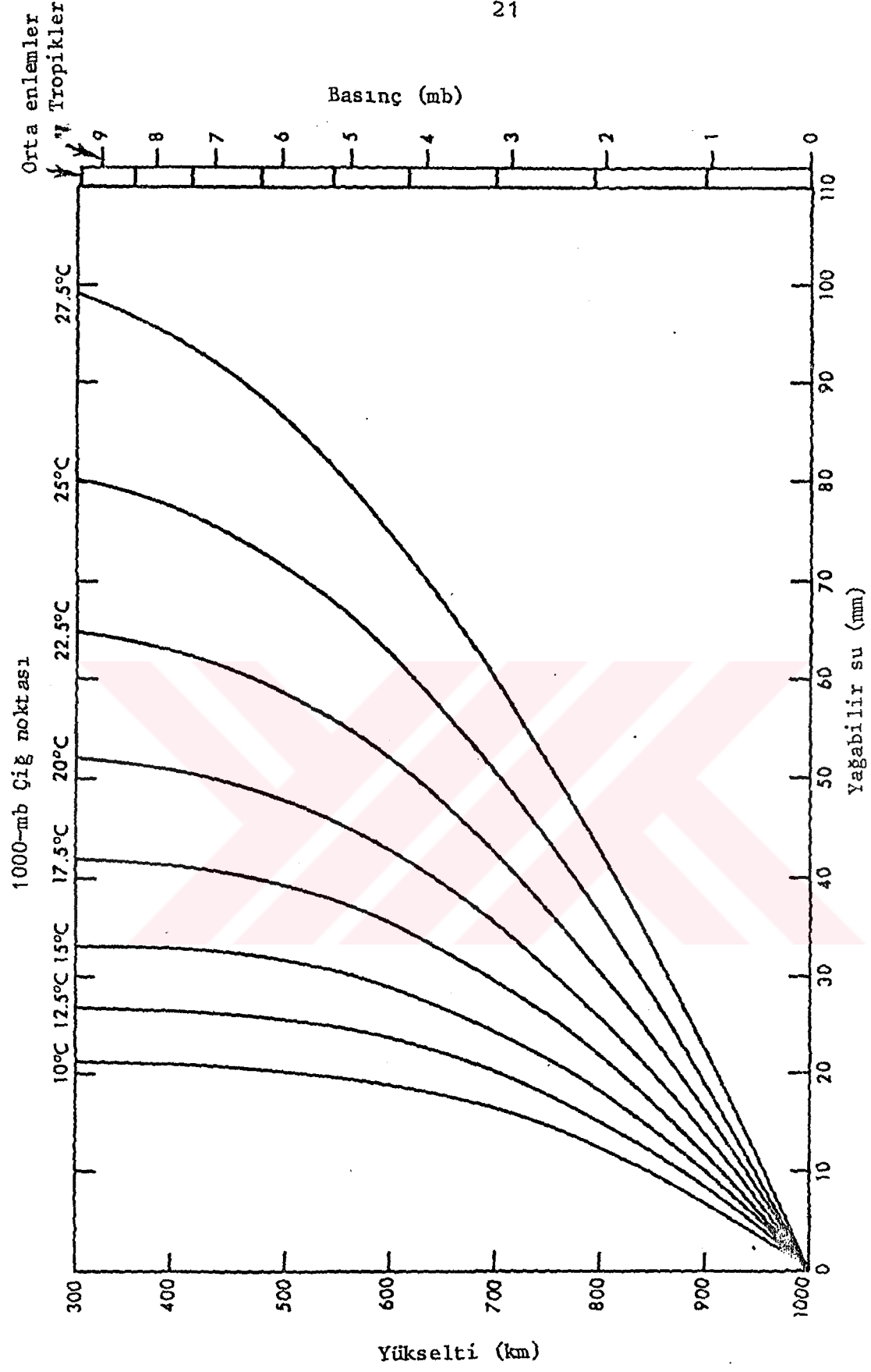
3) Topoğrafik kontroller : Üçüncü adım, taşınan topoğrafik limitlerin çizilmesidir. Kıyı fırtınaları genelde kıyı boyunca taşınır. Sadece sınırlı uzaklıkta kalmak üzere kara içine taşınabilir. Kara içlerine taşınan fırtına pozisyonları o şekilde tespit edilir ki o bölgedeki belli başlı dağ dizileri, denizden gelen nem akışını engellemesin.

4) Son adım : Taşınımın son adım, aşağıda tartışılan düzeltme şekillerini uygulamaktır.

Taşınım Düzeltimleri

1) Yer için nem düzeltimi:

Atmosferde bulunan nem miktarı, çeşitli bölgelerde beklenebilen maksimum yağışın tahmininde önemli bir faktördür. Fırtına taşınımında nem düzeltmesi en sık yapılan bir uygulamadır. Bu iş, ortak bir yüksekliğe indirgenmiş çığ noktası zarf eğrisinden çıkarılır. Sözü edilen çığ noktası eğrileri, "maksimizasyon" bölümünde (aşağıda) açıklanmıştır. Çığ noktaları, Şekil 2.2 yardımıyla yerden belli bir yüksekliğe kadar "doymuş adyabatik" atmosferdeki yağabilir suya dönüştürülür. Böylece, taşınım düzeltmesi, taşınım noktasındaki zarf eğrisinden alınan çığ noktası değeri için, fırtınanın gözleendiği yerdeki yağabilir suyun gerçek (gözlenen) yağışa oranıdır.



Şekil 2.2: 1000-mb ile belli bir basınç arasında doymuş adyabatik atmosferdeki yağabilir su

$$R_2 = R_1 \cdot r \quad (2.3)$$

$$r = W_2/W_1 \quad (2.4)$$

Burada, R_1 = Belli bir süre ve alan içinde gözlenmiş fırtına yağıışı,

R_2 = Taşınım için düzeltilmiş yağıış,

r = Taşınım düzeltmesi

W_1 = Yerden belli bir yüksekliğe kadar doymuş adyabatik atmosfer içindeki yağabilir su (fırtına yerindeki maksimum yer çığ noktasına karşılık gelmekte)

W_2 = Taşınan yerdeki W_1 in aynısı.

Bütün "yağıış derinliği-süre-alan" değerleri bu oran ile çarpılır. Nem taşınım düzeltme oranı, 1'den ya küçüktür veya büyüktür. Bu değer taşınımın, nem (su) kaynağına doğru veya kaynağın dışına doğru olmasına göre değişir.

2) Engel Düzeltimi

Taşınım düzeltiminin diğer bir uygulamasıda fırtınanın engel arkasına yerleştirilmesidir. Engel, nemin normal olarak havzaya ulaştığı yönde olmak üzere denizle, ilgili havza arasında uzanan dağ dizisine diyoruz. Bu, doğal bir görünüm olup, çünkü en uygun baraj yerinin membaındaki havza dağlarla çevrilidir. Arkalarında oldukça yüksek dağ dizileri bulunan ovalardan dağların fırtına üzerindeki dinamik etkileri nedeniyle fırtınanın taşınımı güçtür. Buna karşın, yaklaşık 1000 m civarında bulunan daha küçük engellerin belli oranlarda fırtına potansiyelini azalttığı varsayılır. Bu durum, taşınım düzeltimini gerekli kılar. Dağ dizileri, nem akışının bir miktarının proje havzasına girişini engeller. Dolayısıyla, dağ tepesindeki hava kolonunda bulunan yağabilir suyun dağın fırtınaya yakın eteğindeki yağabilir suya oranı kadar fırtına azalır.

$$R_3 = R_1 b \quad (2.5)$$

$$b = W_3/W_1 \quad (2.6)$$

Burada, R_1 = Gözlenen fırtına yağıışı
 R_3 = Engel arkasına taşınan yerdeki düzeltilmiş yağış
 b = Engel için taşınım düzeltim oranı
 W_1 = (2.4) eşitliğindeki değerin aynısı
 W_3 = Engelin en üst noktası üzerinde doymuş adyabatik atmosferde yağabilir su.

W_1 ve W_3 , deniz seviyesine indirgenmiş olarak dağdan fırtına yerine kadar olan uzaklığa bağlı olarak aynı veya farklı çığ noktalarına karşılık gelmektedir. Eğer farklı çığ noktaları sözkonusu ise, b coğrafik yer ve engel için birleşik (kombine) düzeltim oranı olarak alınır.

Son yıllarda yapılmış araştırmalar, engel düzeltiminin uygulanışında fırtına tipleri arasında ayırım yapmıştır. Birkaç km^2 büyüklüğündeki havzalar için çok önemli olan kısa süreli ve şiddetli sağnaklar, fırtına başlangıcından önce etrafı dağlarla çevrili geniş iç alanlar üzerinde uzanan nemli havayı üzerine çekebilir. Bu gibi bölgelerde önceden düşen yağış, buharlaşma ile havaya verileceğinden tüm seviyelerde çok miktarda atmosferik nem oluşabilir. Bu tip fırtınalar için engel düzeltimi tümüyle ihmal edilebilir. Eğer, herhangi bir yer için nem düzeltimi isteniyorsa, iç bölgelerde gözlenmiş çığ noktası zarf eğrisi değerlerine karşılık gelmek üzere ve (2.4) eşitliğindeki W_1 ve W_2 değerleri kullanılır.

Geniş alanları kaplayan ve derin siklonik devinimlerle ilişkili bulunan fırtınalar sürekli nemli hava akımı ile beslendiği gözlenmiştir. Bu fırtınalara, yukarıda açıklandığı üzere engel düzeltimi uygulanır.

3) Yükseklik Düzeltimi

Fırtınaların taşınımında engel arkasına yerleştirme işi dışında diğer topografik düzeltimler daha az bilinmektedir. Yükseklikte herhangi bir artma, atmosfer kolonunun içerdiği nemde bir düşmeye neden olur. Buna karşın, birçok fırtına neminin

büyük bir kısmını 1-1.5 km yüksekliğinde kuvvetli alçak basınç akımlarından sağlanırlar ve bu durumda fırtına nemi seviye değişimlerinden etkilenmez. Yumuşak düz tepeler (foothills) konveksiyonu hızlandırır ve dolayısıyla yağışı artırır. Diğer yandan dağın rüzgar alan yamacı, mekanik kaldırmayı (lifting) sağlar. Yağışın artmasına neden olan bu etkiler, arazi yükselmesinden dolayı yağabilir sudaki azalma ile hemen hemen dengelenir.

Topografyanın yağışı etkilemesi konusunda birbiriyle çelişen bu teknikler ışığında, Amerika Meteoroloji Örgütü, orta kuşaktaki maksimum yağış çalışmaları çerçevesinde şu prosedürü izlemektedir.

a) Bitişik düz alanlara kıyasla 1000 m den daha az yükseltili dağlık alanlar içerisinde olan ve geniş alanları kapsayan fırtına taşınımlarında genelde yükseklik düzeltimi yapılmaz. Buradaki düşünce şu mantığa dayanır: Yukarıda değinilen yağış stümülasyonu (artımı), yükseklikle azalan nem miktarı ile dengelenir (USWB,1965).

b) Dik eğimli yüksek dağların bulunduğu havzalarda fırtına yağışı, kapsamlı bir araştırmanın verdiği sonuçlara göre iki kısımdan ibarettir. Birincisi orografik etkiler, diğeri de atmosferdeki genel fırtına süreçlerinden kaynaklanmaktadır. (USWB,1961; 1966). İkinci kısım "konverjans yağışı" diye isimlendirilir. Bu bileşen için azalan neme bağlı olarak yükselti düzeltimi uygulanır.

c) Yüksekliği 1500 m'ye kadar değişen yörelerde ve şiddetli lokal gök gürültülü fırtınalarda yükselti düzeltimi uygulanmaz. Bitişikteki vadilere kıyasla dağlık yörelerde çok şiddetli gökgürültülü sağnakların gözleendiği bilinir. 1500 m üzerindeki seviyelerde nem içeriğinde çok azalma olur ve yağabilir suya ilişkin yükselti düzeltimi uygulanır. Bu düzeltimler yapılırken gözlenen fırtına yerine ve taşınım yapılan yere ait hassas noktasal yükseltiden ziyade "effektif (etkin) yükselti" gözönüne alınır. Bu şekilde hesaplamanın nedeni gökgürültülü fırtınalar, o civarın çok uzağından bile nem çekebilme kapasitelerinin bulunması gösterilmektedir. Effektif yükselti, ya o yeri çevreleyen birkaç

on kilometre kare kaplayan alanın ortalama yükseltisi ya da dağ yamacına dik yönde 5 ile 10 km daha uzun bir sektörün yükseltisi alınır.

4) Klimatolojik Düzeltimler

Topografya ve nem yanında diğer faktörlerde fırtına büyüklüğünü etkiler. Bu faktörlerin etkisi klimatolojik abaklarla açıklanır.: Ortalama yıllık yağış, noktasal yağışın maksimum değerleri, şiddetli yağış frekansı grafikleri. Örneğin ortalama dönüş aralığı 5 yıl olan 6-saat süreli yağış, vb. klimatolojik abaklar, olası en büyük yağışın coğrafik değişiminin bir göstergesidir. Örneğin, eğer muson yağmurları, yıllık yağışın büyük bir kısmını oluşturuyor, aynı zamanda havza içlerinde büyük çapta ekstrem yağış korkusu yaratıyorsa, ortalama yıllık yağış ve olası maksimum yağış (OMY), genelde benzer dağılıma sahip olacaktır.

İklim diyagramlarının, fırtına taşınımı konusunda bir rehber görevi yapması aşağıdaki prosedürle sağlanır.

- 1) Taşınımı yapılacak fırtına tipinden en çok etkilenebilecek en uygun iklim diyagramını seç.
- 2) Deneme ile taşınım katsayısını aşağıdaki formül ile hesapla.

$$r' = F_2/F_1 \quad (2.7)$$

Burada, F_1 ve F_2 sırasıyla, fırtınanın görüldüğü yerde ve taşınım yerindeki klimatolojik yağış verileridir.

- 3) r' taşınım düzeltim katsayısının üst limiti olarak kabul et ve bunu r ye yaklaştır (r , 1'e yakın olup 1 den büyükse küçült, 1'den küçükse yükselt).

2.3. FIRTINA YAĞMURUNUN MAKSİMİZASYONU

Fırtına yağışı maksimizasyonunda belli başlı üç yöntem geliştirilmiştir: İstatistik, Fiziksel ve Karma yöntemler. Bunlardan fiziksel yöntem, bu çalışmada benimsenmiştir.

2.3.1. Karma Yöntem

Karma yöntem iki kısımdan oluşur: "Ardışık maksimizasyon (sequential maximazation)" ve "Uzaysal maksimizasyon (spatial maximization)". Bir havza üzerindeki fırtınalar arasındaki gözlenmiş zaman aralıklarını veya fırtına içindeki çok şiddetli yağışlar (yağış patlamaları) arasındaki zaman aralıklarının azaltılmasına ardışık maksimizasyon denir. Sözü edilen zaman aralıkları dizisinin kronolojik sırasına uyulma zorunluluğu yoktur. Uzaysal maksimizasyon, aynı zamanda fırtına patlamaları (bursts) arasındaki uzaklığın azaltılmasından ibarettir. Diğer bir anlamıyla, uzaysal maksimizasyon, proje havzası içinde veya yakınında gözlenmiş fırtınaların havza içinde bir veya birçok kritik noktaya taşınımlarına ilişkin işlemleri içerir. Bu yol ile maksimum debiye varmaya çalışılır.

2.3.2. Fiziksel Yöntem

Bu yöntemle maksimizasyon, fırtınalara tek tek uygulanır. (Bruce, 1959; Showalter, 1945; Weisner, 1964). Bu yöntem yukarıda açıklanan fiziksel modele dayanmakta ve fırtınanın en önemli parametresi bulut sistemidir. Bu sistem içinde hava kütleleri alçak seviyelerde birbirine yaklaşır (konverjans olayı sonucu), adyabatik genleşme ve soğuma ile birlikte daha yükseğe tırmanır, bu olayın sonucunda yağış bırakır ve en sonunda da yüksek seviyelerde dağılmaya ve saçılmaya yüz tutar. Bulut içerisinde sıcaklığın yükseklikle değişimi "doymuş adyabatik düşme oranı" düzeyindedir.

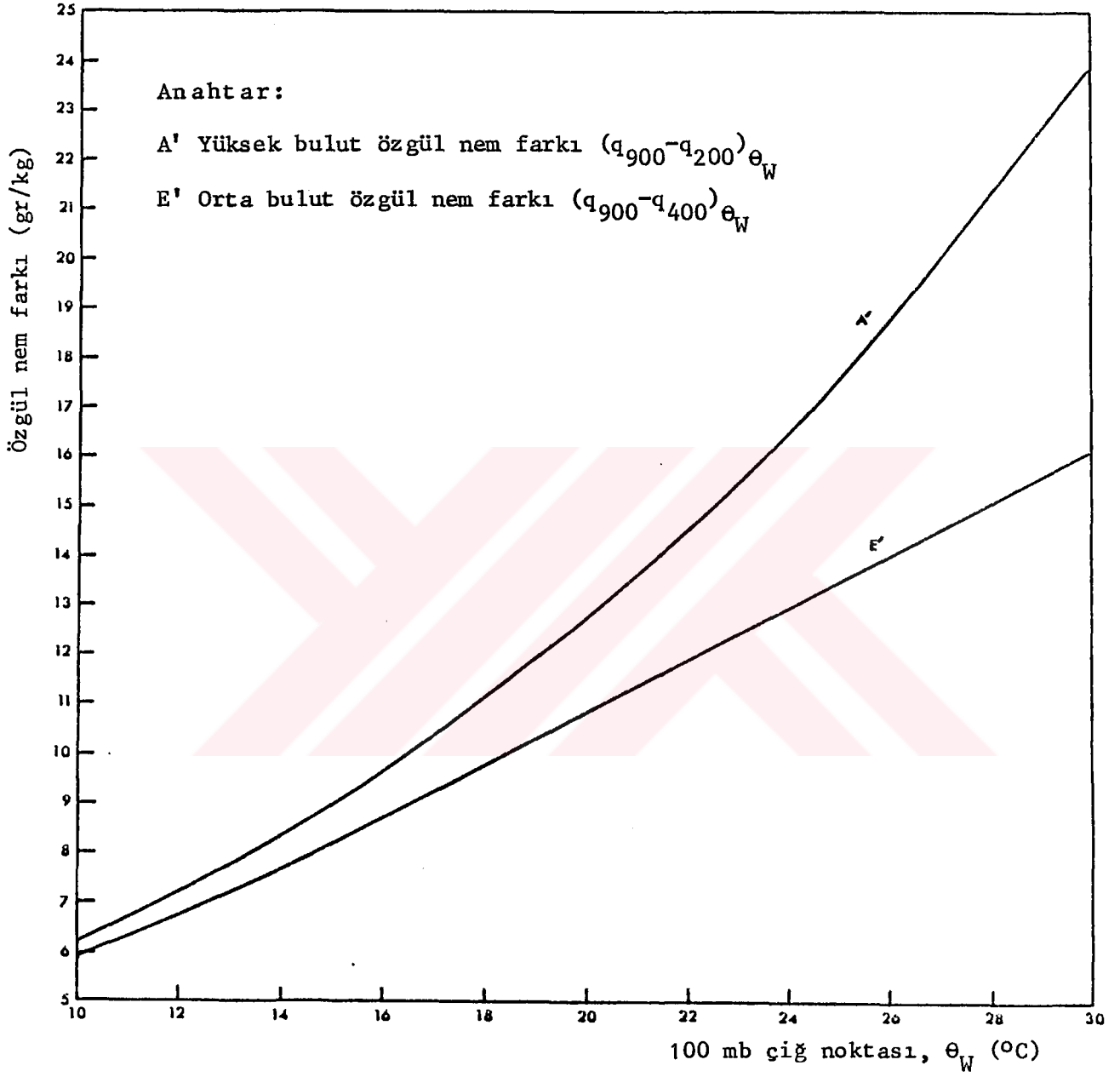
Nem maksimizasyonu, herhangi bir yılın belirli bir zaman süreci içinde ilgili bölgede beklenebilecek en sıcak doymuş adyabat boyunca havanın yükselmesiyle ortaya çıkabilecek yağış miktarının, gözlenen tarihi fırtınanın nemli adyabat boyunca gerçekleşebilecek yağışa oranı olarak bilinir. Rüzgar maksimizasyon oranı ise, alçak seviyedeki rüzgarın maksimum hızının, gözlenen fırtınaya ait rüzgar hızının tahmin edilen değerine

oranıdır. Rüzgar maksimizasyonundaki hipotez şudur; yağış veriminin temel parametresi olan rüzgar konverjansı, rüzgar hızı ile orantılıdır. Geniş alanlar üzerinde uzun süre hakimiyetini sürdüren konverjans için bu hipotezin gerçeğe çok yakın olduğu gösterilmiştir. Nem maksimizasyonu, fırtınanın fiziksel maksimizasyonunda en önemli rolü oynar. Çünkü, nem maksimizasyonu, çok güvenilir ve kesin bir şekilde hesabedilebilmektedir. Rüzgar maksimizasyonu tek başına nadiren kullanılır ve diğerleriyle kıyaslandığında, daha çok orografik fırtınalara hemen uygulanabilir.

2.3.2.1. Nem Maksimizasyonu

Gökgürültülü-Şimşekli fırtınalar:

Tropik bölgelerde birkaç yüz km^2 ye kadar olan havzalarda en büyük ekstrem debi, genellikle bir veya daha çok bu tip fırtınalardan oluşur. Bunların tek tek veya gruplar halinde en önemli özellikleri, alçak seviyelerde fazla nem taşımaları, kısa sürede doyma noktasına varmaları, dolayısıyla yoğunlaşmaya başlamaları gösterilebilir. Bunlarla ilişkili hava kütleleri nemli adyabat olarak tropopoz'a kadar yükselir ve stratosferin alt kısmına yayılabilirler. Fiziksel model altında bu fırtınaların oluşturacakları yağış, ıslak termometre potansiyel sıcaklığına bağlı olarak değişir. Yağış miktarı, hava kütlelerinin fırtına alanına giriş seviyesi ile bulutun oldukça yüksek olan üst seviyesi arasındaki doymuş adyabat boyunca özgül nem farkının hesabı sonucunda elde edilir. Islak termometre potansiyel sıcaklığı cinsinden 900 mb (1 km) ile 200 mb (11-13 km) arasındaki bu özgül nem farkının değişimi Şekil 2.3 (A' eğrisi) de gösterilmiştir. Bu eğri, büyük yükseklikli dikine gelişmeli Kümülonimbus bulutlarından sağlanan yağışın sıcaklığı ile değişim indisini göstermektedir. Yukarıda açıklanan nem maksimizasyon oranı, şu formül yardımıyla hesaplanır:



Şekil 2.3: Doyma adyabatları boyunca özgül nem farkları

$$r_m = \frac{(q_{900} - q_{200})_X}{(q_{900} - q_{200})_S} \quad (2.8)$$

Burada, r_m = Nem maksimizasyon oranı,

q_{900}, q_{200} = Islak termometre potansiyel sıcaklığı, X (yöre ve mevsim için maksimum) ve S (fırtına) değerinde 900 mb ve 200 mb seviyelerinde doygun özgül nem değerleri (her iki değer de A' eğrisinden alınır)

Çok yükseklerde yer alan soğuk Kümülonimbus bulutlarının üst kısımlarında doyma özgül nem değerleri çok düşüktür. Bu bulutlar için şu eşitlik kullanılır:

$$r_m = \frac{(q_{900})_X}{(q_{900})_S} \quad (2.9)$$

Nem maksimizasyonunda kullanılan diğer bir formülde şudur:

$$r = \frac{h_X}{h_S} \cdot \frac{\Delta q_X}{\Delta q_S} \quad (2.10)$$

Burada, h= Basınç farkı cinsinden bulut yüksekliği

Δq = (2.8) eşitliğindeki nemli adyabat boyunca karışma oranı farkı.

X, S= Sırasıyla yukarıda da belirtildiği gibi maksimum ve fırtına ıslak termometre potansiyel sıcaklıklarına ait indislerdir. h değerleri, Tablo 2.1 den alınır.

(2.10) eşitliği ile hesaplanan maksimizasyon oranları, gerçekte nem maksimizasyon oranı ile kısmî hız maksimizasyon oranının bir kombinezonudur. Buna karşın, (2.10) eşitliği, yine de nem maksimizasyonu oranı olarak tanımlanmaktadır.

Yağabilir su miktarının tahmini:

Nemli adyabatik sıcaklık dağılımı ile doymuş atmosfer kolonundaki toplam yağabilir su değerleri Tablo 2.2'de verilmiştir. Amerika Meteoroloji Örgütü (2.10) eşitliğindeki değişen bulut yüksekliği modelini, şimşekli fırtınaların nem maksimizasyonunda temel temel oluşturduğunu kabul etmektedir.

Pratikte, tablodan hazır olarak sağlanabilen toplam yağabilir su değeri, nem maksimizasyonu için şu şekilde belirlenir:

$$r_m = \frac{W_X}{W_S} \quad (2.11)$$

Burada, W_S ve W_X , gözlenen fırtınaya ve ıslak termometre sıcaklıklarına karşılık olmak üzere Tablo 2.2 den alınan yağabilir su değerleridir.

(2.11) eşitliğini kullanarak denizden oldukça yüksekte bulunan yerdeki fırtına yağışını maksimize edebilmek için W_X ve W_S , o yükselti üstündeki hava kolonuna ait yağabilir su değerleridir. Bu gibi hesaplamalarda gerekli yağabilir su değerleri Tablo 3.19 dan alınabilir.

2.3.2.2. Çiğ Noktaları

Bir fırtınanın nem maksimizasyonu, iki doyma adyabatının tanınmasını gerektirir. Birincisi, yeri ve zamanı belli en şiddetli yağışa en büyük ağırlığı vererek maksimize edilecek fırtınanın düşey sıcaklık dağılımını temsil eder. Diğeri ise aynı yerde ve mevsimde bir fırtınada beklenebilen en sıcak doyma adyabatıdır. Meteorolojide doyma adyabatları, "ıslak termometre potansiyel sıcaklığı" diye isimlendirilir. Diğeri bir isimlendirme ise "1000 mb çiğ noktası" dır. Fırtınanın içinde veya yakınında

Tablo 2.1: Fırtına maksimizasyonu için gökgürültülü şimşekli bulutların varsayılan max. yükseklikleri

W (°C)	Yükseklik (m)	Üst (mb)	Basınç derinliği,h (mb)
10	9600	300	700
15	11200	244	756
20	13300	192	808
25	17400	111	889
25.6 dan faz.	18100	100	900

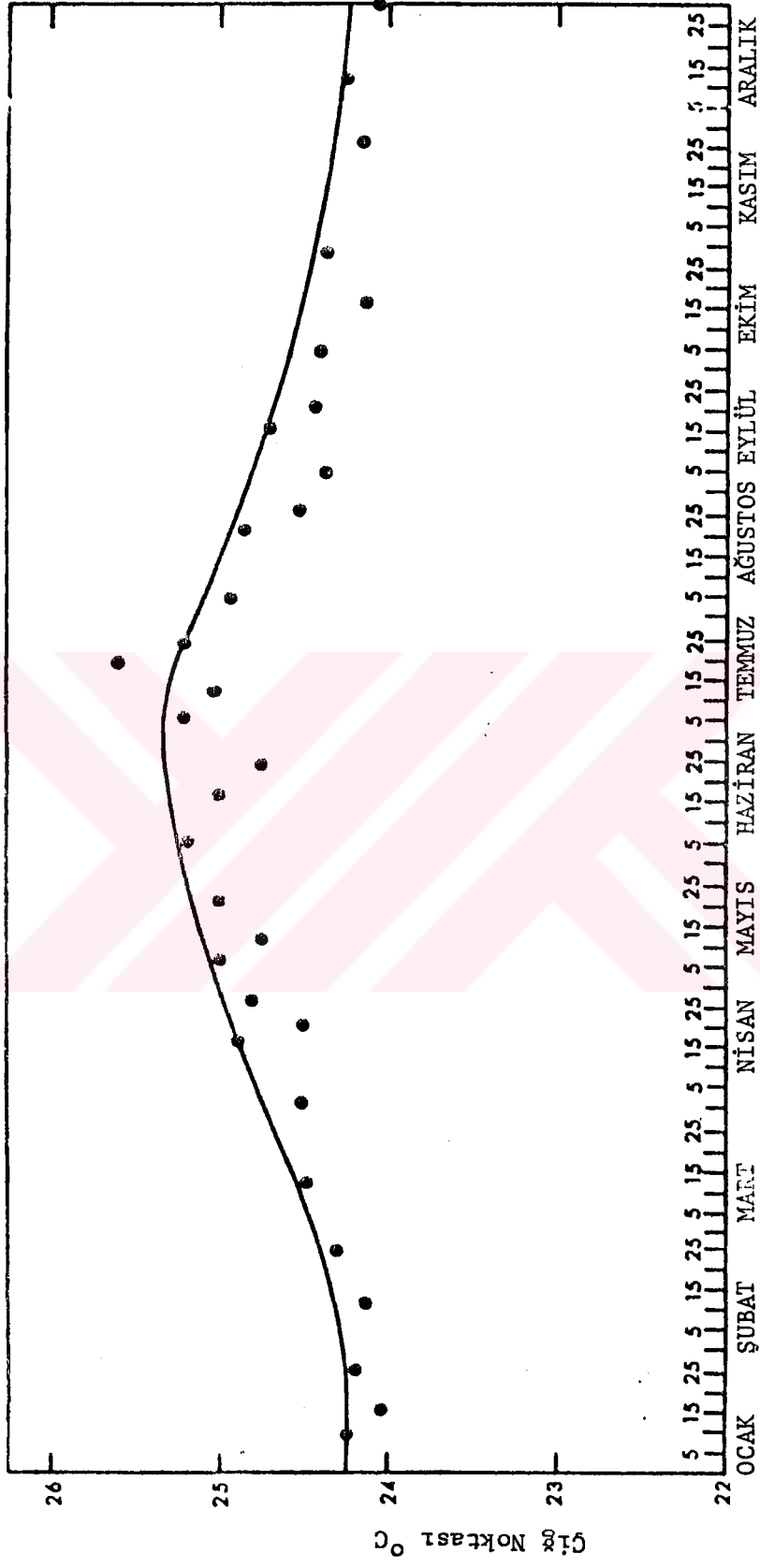
W = Islak termometre potansiyel sıcaklığı
(Buradaki değerler (USWB, 1947) kaynağından alınmıştır.)

Tablo 2.2: Doymuş adyabatik atmosfer içindeki toplam yağabilir su

Islak termometre sıcaklığı (°C)	Yağabilir su (mm)
0	8.48
5	13.46
10	21.23
15	33.46
20	52.27
22	62.36
24	74.43
26	88.54
28	106.81
30	118.77

Islak termometre potansiyel sıcaklığı

W, 1000 mb çığ noktası değerinin aynıdır.



Şekil 2.4: Bir istasyonda maksimum çiğ noktası değerlerinin zarf eğrisi

tropikal hava içindeki yüzey çığ noktaları, fırtına adyabatını temsil eder. Yüksek seviye istasyonlarına ait fırtına çığ noktası ile maksimum çığ noktasının her ikisi de nemli adyabat üzerinden 1000 mb'a yani deniz seviyesine indirgenir.

2.3.2.2.1. Maksimum Çığ Noktaları

Çığ noktası verilerinin bulunduğu yerde maksimum nem indeksinin elde edilmesinde en güvenilir yol, uzun süreli kayıtları bulunan birçok istasyon çığ noktası verilerinin derlenmesidir. Her istasyona ait en yüksek değerler zamana karşı noktalanır ve Şekil 2.4'de görüldüğü gibi düzgün bir zarf eğrisi elde edilir. 1000 mb doyma adyabatiğe indirgenmiş aylık değerler her ayın 15. günü için bu grafiklerden okunur ve aylık haritalara noktalanır. Bu haritalar üzerinde düzgün eş çığ noktası eğrileri (izopletler) çizilir.

2.3.2.2.2. 12 Saat Hakim Çığ Noktaları

Çığ noktasının ölçülmesinde en çok kullanılan yöntem psikrometre ile yapılanıdır. Bu ölçeğin ıslak haznesi, yeterince nemlendirilemez ve havalandırılmaz ise sıcaklığı yeterince kuru termometre sıcaklığının altına indirilemez. Bu çeşit ölçümler yanıltıcı ve genelde yüksek değerler verir. Amerika Meteoroloji Örgütü en yüksek hakim 12 saat çığ noktası değerini kullanmaktadır. Bu değer, ardışık olarak 12 saat içinde yapılmış tüm gözlemlerin eşit olan veya aşan en yüksek değeridir. Örneğin aşağıda verilen değerler, 6 saatlik aralıklarla gözlenmiş çığ noktası değerleridir.

Çığ noktaları ($^{\circ}\text{C}$)

12, 23 25 24 26 24 20 21

En yüksek hakim 12 saat çığ noktası 24°C dir.

2.3.2.2.3. Fırtınaya Ait Çiğ Noktası Sıcaklığı

Gözlenmiş fırtına nemini temsil etmek üzere doymuş adyabat-tan giderek fırtına bölgesine akan en sıcak hava kütleleri için-deki en yüksek çiğ noktası değerleri, sinoptik yer kartlarından çıkarılır. Şekil 2.5, fırtına çiğ noktasının belirlendiği sema-tik hava haritasını göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi, fır-tına süresi içinde max. çiğ noktası, ardarda düzenlenmiş her ha-va haritası üzerinde çeşitli istasyonların ortalaması alınarak hesaplanır. Eğer yeterli sayıda istasyon yoksa tek istasyon veri-lerine güvenmek durumundayız.

2.3.3. OLASI MAKSİMUM YAĞIŞIN TAHMİNİNDE HERSHFIELD YÖNTEMİ (İstatistik-Ampirik Yöntem)

Hershfield (Hershfield, 1961), günlük (24 saatlik) noktasal yağmurun ekstrem değerlerinin tahmininde bir istatistik prosedür geliştirmiştir.

Bu prosedürün uygulanabilmesi için gözönüne alınan bir gözlem noktası (proje yeri olabilir) için max. yıllık, 24 saat süreli yağmur verilerinin derlenmesi gerekir. Hershfield 'ın tahmin denk-lemi şudur:

$$X_{\max} = \bar{X} + 15 S$$

Burada, X_{\max} = Tahmini aranan günlük maksimum yağmur değeri

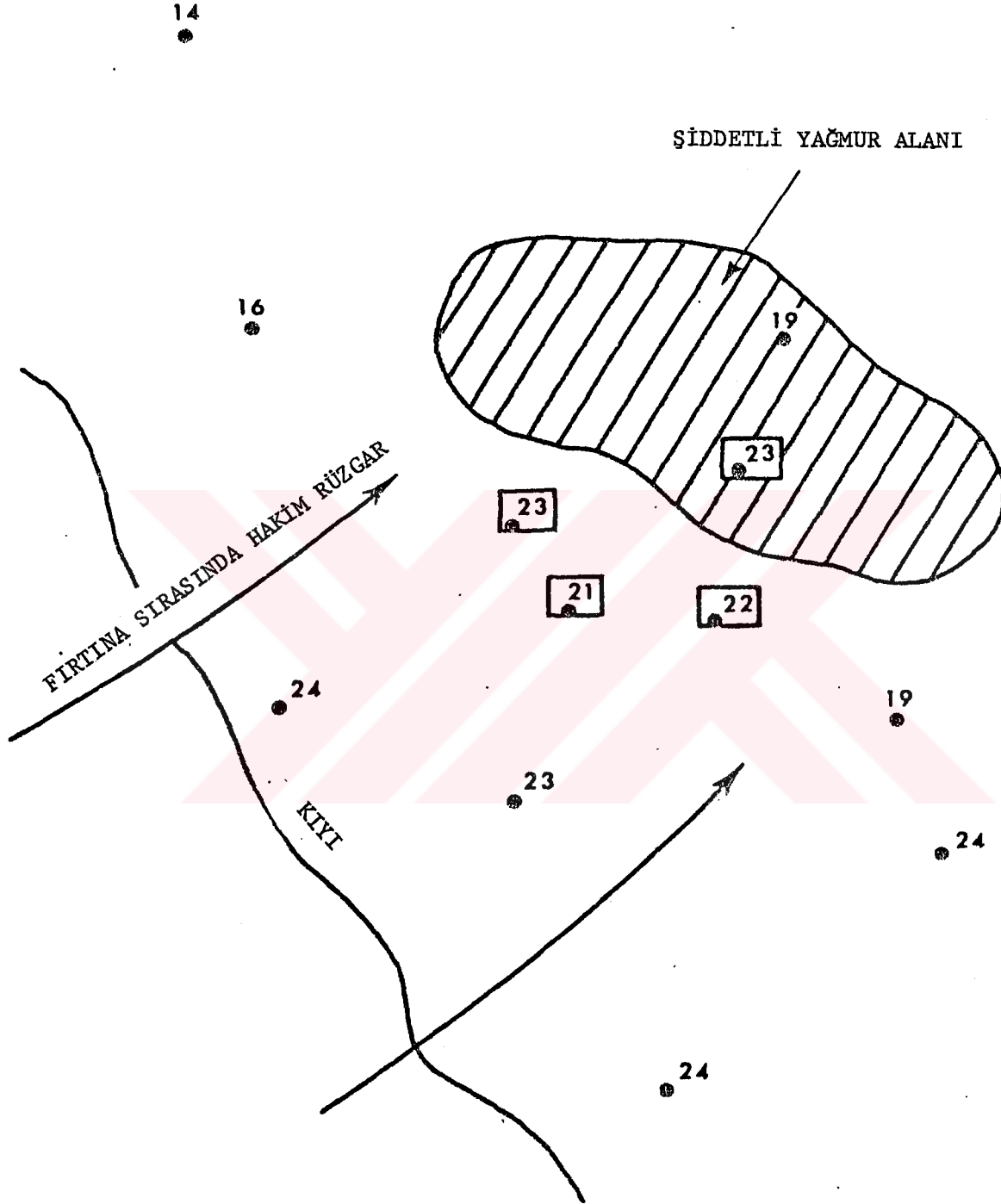
\bar{X} = Maksimum yıllık değerler dizisinin aritmetik orta-laması.

S = Dizinin standart sapması

15 = Ampirik olarak çıkarılan bir katsayı

Hershfield'in denklemi, temelde Chow'un (Chow, 1951;1964) genelleştirilmiş frekans eşitliğinin bir adaptasyonundan başka bir şey değildir.

$$X_T = \bar{X} + K_T S \quad (2.12)$$



Şekil 2.5: Bir fırtına içindeki maksimum çığ noktasının belirlenmesi
(Bu harita zamanı için temsili çığ noktası kutular içindeki değerlerin ortalamasıdır)

Burada, \bar{X} ortalama yıllık maksimum; X_T T dönüş aralıklı yıllık maksimum; S standart sapma, K_T , T ye ve varsayılan olasılık dağılımına bağlı "frekans faktörü"dür. Uygulamada K_T , kullanılan verilerden bağımsız olarak matematik yoldan hesaplanır.

Hershfield, bu denklemlerle, hem T dönüş aralığını hem de ilgili frekans dağılımını gözardı etmekte, sadece büyük çaptaki veri dizileriyle çalışmayı yeğlemiştir. Hershfield ilk çalışmalarında şu eşitlikle yola çıkmıştır:

$$X_m = \bar{X}_1 + K_m S_1$$

Burada, X_m gözlenen 24 saatlik yıllık max. yağmurun en büyüğü, \bar{X}_1 yıllık maksimumların aritmetik ortalaması, S yıllık maksimumların standart sapması. Amerikada 2600 istasyon verileriyle yapmış olduğu bir inceleme sırasında K_m nin genelde 3-14.5 arasında değiştiğini gözlemiştir. Araştırmalarının sonucunda, olası max. yağışın tahmininde K_m için üst sınır olan 15 değerini, katsayı olarak benimsemiştir.

A.B.D. ve Kanada'da Hershfield'in denklemini kullanarak yapılmış çalışmaların varlığı sonuçları şunlardır: Büyük yıllık yağışların görüldüğü bölgeler için X_m , diğer yöntemlerin verdiği tahminlerle kıyaslandığında, çok büyük tahminler vermektedir. Diğer yandan, düşük yıllık yağışların görüldüğü bölgelerde ise çok küçük tahminler vermektedir. Bu yöntemin uygulanmasına ilişkin en önemli nokta, yöntemin, maksimum yağışın alansal değerinden ziyade noktasal tahminini vermesidir.

BÖLÜM 3

UYGULAMA

3.1. FIRTINA DERESİ HAVZASI VE HİDROMETEOROLOJİK VERİLER

3.1.1. Havzanın Yeri

Doğu Karadeniz bölgesinde Rize ili sınırları içinde 1216.3 km² lik alana sahip olan fırtına havzası, bölgenin en yüksek kota sahip olan havzasıdır. Rize dağları birçok noktada 3500 m yi aşar. Bu dağların en yüksek iki zirvesi Pazar ilçesinin güneydoğusundaki Kaçkar dağı (3937 m) ile Verçenik (3711 m) dağıdır. Bu iki zirvenin kuzey yamaçlarında birkaç küçük buzulda bulunur. Dağların tepeleri genellikle pramit şeklinde olup, bunların arasındaki sırtlar testere dişleri görünümündedir. Arazi çok dik dağlarla kaplıdır.

3.1.2. İklim

Fırtına havzası Doğu Karadeniz Bölgesinin doğusunda yer alması nedeniyle Doğu Karadeniz iklimi özelliklerine sahiptir. Bölge Türkiye'nin en fazla yağmur alan yeridir. Bu iklim özelliği her mevsim yağışlı, yazları sıcak, kışları ılık geçmesidir. Yağış ve sıcaklık sahil kesiminden itibaren iç kesimlere gidildikçe azalmaktadır.

3.1.3. Meteoroloji İstasyonları

Fırtına havzasını karakterize eden Devlet Meteoroloji İstasyonu ve DSİ tarafından çalıştırılan meteoroloji istasyonları bulunmaktadır. Havzanın iç kesimlerini en iyi şekilde karakterize eden meteoroloji istasyonu; Çamlıhemşin DMİ'dir. Bu istasyonlardan DSİ tarafından çalıştırılan Meydan ve Tunca meteoroloji istasyonlarının değerleri çok az olmasına rağmen proje çalışmalarında

bazı konulara açıklık getirmesi amacıyla kullanılmıştır. Havza-
da ve civarında bulunan meteoroloji istasyonları Tablo 3.1 de
verilmiştir.

Tablo 3.1. Havza içinde ve civarındaki meteoroloji
istasyonları

İstasyon	İşleten kuruluş	Kullanılan gözlem süresi
Çamlıhemşin	DMİ	1964-1985
Pazar	DMİ	1964-1985
Ardeşen	DMİ	1964-1985
İkizdere	DMİ	1964-1985
Çayeli	DMİ	1964-1985
Kaptanpaşa	DMİ	1964-1985
Çamlıkaya	DMİ	1964-1985
İspir	DMİ	1964-1985
Sivrikaya	DSİ	1974-1985
Meydan	DSİ	1979-1985
Tunca	DSİ	1983-1985

3.1.4. Yağışlar

Fırtına havzasında ve civarında bulunan meteoroloji istasyon-
ları yağışları; kar ve yağmur şeklinde ölçer. Havzanın bölgesel
yağış rejimi nedeniyle, yağışlar genellikle iki şekilde olmakta-
dır. Sahil ve dağların denize bakan kısımlarında yıl içindeki
dağılım düzgün ve yılın her ayında olmaktadır. Daha çok cephe-
sel ve orografik özelliktedir. İç kesimleri ve yükseklerle çıkı-
lınca yağış azalmaktadır. Yağışlar bu kesimde cephesel ve kon-
vektif özellik göstermektedir. Yani genel olarak havzadaki ya-
ğışlarda sahilden iç kısımlara doğru gidildikçe azalma görülmek-
tedir.

Havzada yıllık toplam yağış Çamlıhemşin meteoroloji istas-
yonuna göre 1354.2 mm'dir. Sahil kesiminde ise Pazar meteoroloji

istasyonuna göre toplam yıllık yağış 1968 mm'dir. Diğer istasyonlar için yağışlar Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağış değerleri

İstasyonlar	Yıllık toplam yağış değerleri (mm)
Çamlıhemşin	1354.2
Pazar	1968.4
Ardeşen	1939.0
Meydan	727.0
İkizdere	1068.0
Çayeli	2248.0
Çamlıkaya	508.0
Sivrikaya	1103.0
Kaptanpaşa	1556.0

Yıllık toplam yağışın mevsimlere göre dağılımı ise ilkbaharda %20, yazın %24, kışın %23, sonbaharda %33'dür. Meteoroloji istasyonlarının aylık toplam yağışlarının ortalaması Tablo 3.3'de ve günlük maksimum yağışların ortalaması Tablo 3.4'de verilmiştir.

3.1.5. Sıcaklık

Fırtına havzasında hüküm süren iklim Doğu Karadeniz iklimi olduğundan yazları sıcak, kışları ise ılımandır. Sahil kesiminde tamamen bu özelliğe sahip olan iklim iç kesimlere ve yükseklere gidildikçe bir miktar farklılık gösterir. Yani karasallık özellikler görülmeye başlar. Şöyleki; sahil kesiminde gece ile gündüz arasında sıcaklık farkı pek fazla değişken değildir, iç kesimlerde fark artmaktadır. Fırtına havzasında sıcaklık rasatları yapan Pazar DMİ mevcuttur. İşlemlerimizde havza yakınında Çamlıhemşinle birbirine çok yakın özelliklere sahip olan

Tablo 3.3: Fırtına havzası içerisindeki ve civarındaki istasyonların günlük maksimum yağışlarının ortalaması (mm) (1964-1985)

İstasyon	A Y I L A R												Aralık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Pazar	44.49	37.15	25.34	23.48	26.65	56.59	49.43	43.84	67.98	59.08	60.96	51.65	
İspir	11.19	12.58	11.75	16.08	15.37	12.52	9.18	10.24	12.58	14.27	12.38	16.31	
Ardeşen	45.97	36.79	27.96	23.80	31.20	56.60	44.61	49.13	71.46	60.58	54.94	46.16	
Çayeli	56.71	40.06	29.79	28.60	36.26	67.69	56.38	59.16	77.01	74.77	68.92	56.59	
Çamlıhemşin	28.37	19.60	24.80	46.91	27.46	35.22	37.71	26.92	35.84	50.87	40.89	43.15	
Kaptanpaşa	42.52	34.97	22.89	21.67	22.11	39.26	38.60	24.43	39.99	46.90	43.05	50.39	
İkizdere	26.65	23.04	19.27	21.74	21.56	26.54	21.02	22.04	26.24	32.23	33.50	35.25	
Çamlıkaya	12.44	11.96	14.28	17.16	15.98	13.79	10.61	12.01	11.95	13.09	13.64	16.26	
Meydan	31.65	16.10	18.30	16.12	23.85	22.53	18.23	14.80	23.15	29.78	28.80	181.10	
Tunca	44.20	32.65	22.15	24.00	40.50	32.67	47.10	24.93	50.10	61.67	50.43	45.00	
Sivrikaya	10.59	12.26	13.32	18.38	17.39	17.20	16.34	15.05	15.26	24.14	16.59	13.00	

Tablo 3.4: Fırtına havzası içerisindeki ve civarındaki istasyonların aylık toplam yağışlarının ortalaması (mm) (1964-1985)

İstasyon	A Y L A R												Aralık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Çamlıkaya	36.31	36.28	49.00	58.66	67.36	51.69	24.93	25.68	26.04	38.09	37.98	52.33	
Çamlıhemşin	95.72	77.47	88.11	97.26	84.88	120.59	113.67	88.85	128.17	154.84	158.99	144.27	
Meydan	101.50	75.08	67.29	77.99	110.39	93.84	79.76	67.04	82.59	110.48	115.38	140.67	
Tunca	159.30	189.28	120.40	114.00	102.02	125.38	153.22	144.40	165.16	245.62	152.88	194.18	
Kaptanpaşa	138.09	130.80	130.48	91.26	92.49	137.30	111.58	91.56	130.71	193.17	156.21	177.39	
Çayeli	209.04	163.35	132.09	103.73	104.08	173.83	182.57	211.38	261.45	310.63	260.82	239.05	
İkizdere	95.32	76.81	65.44	80.84	84.87	90.95	59.88	61.30	73.05	125.04	119.58	129.54	
Ardeşen	175.53	148.68	121.64	78.44	88.18	151.43	138.46	151.60	206.83	267.74	203.10	202.97	
İspir	29.53	35.15	40.76	53.54	64.59	44.50	23.30	21.59	25.59	35.88	35.82	47.69	
Pazar	194.09	141.54	103.62	80.69	75.19	149.49	140.70	143.36	207.73	272.32	208.53	218.27	

Kaptanpaşa istasyonu sıcaklık verilerinden bölümde anlatıldığı gibi çok fazla yararlanılmıştır. Pazar istasyonunun maksimum sıcaklık 30°C ile temmuz ayında, minimum sıcaklık ise -7°C ile Ocak ayında ölçülmüştür.

3.1.6. Buharlaşma

Doğu Karadeniz bölgesinde ve dolayısıyla fırtına havzasında yıllık buharlaşma ve evapotransprasyon değerleri oldukça küçüktür. Yağışların yıl içindeki dağılımının düzgün oluşu, bağıl nem yüzdesinin yüksek oluşu buharlaşma ve evapotransprasyon değerlerinin düşük değerlerde kalmasına neden olmaktadır.

3.1.7. Akım Gözlem İstasyonları

Fırtına havzasında E.İ.E.İ. tarafından çalıştırılan 1 adet, DSİ tarafından çalıştırılan 5 adet Akım Gözlem istasyonu bulunmaktadır. DSİ istasyonlarının rasat süreleri oldukça kısadır. Havzada en uzun süreli çalıştırılan 2232 nolu Topluca hidrometri istasyonudur. Bu istasyonun yağış alanına göre işlemlerimiz yapılmıştır. Hidrometri istasyonunun aylık toplam akımları Tablo 3.5'de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. 2232 Nolu Topluca hidrometri istasyonunun aylık toplam akımları (1964-1985)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kasım	Aral.
Debi (m ³ /sn)	10.98	12.40	16.97	36.45	63.63	65.07	40.85	22.74	19.56	20.63	19.43	14.97

Fırtına deresi Topluca hidrometri istasyonunun 1964'den 1985'e kadar olan aylık toplam debilerine göre ilk üç sırayı alan en çok akımlar Haziran, Mayıs ve Temmuz aylarında gözlenmiş olmasına karşılık maksimum pik akımların ortalamasında ilk üç sırayı Temmuz, Haziran ve Mayıs ayları almaktadır.

Fırtına deresi yağış alanı hidrometeorolojik ağ ve yıllık toplam eşyağış haritası Şekil 3.1'de sunulmuştur.

3.2. TARİHİ FIRTINALARIN ORTALAMA YAĞIŞININ HESABI

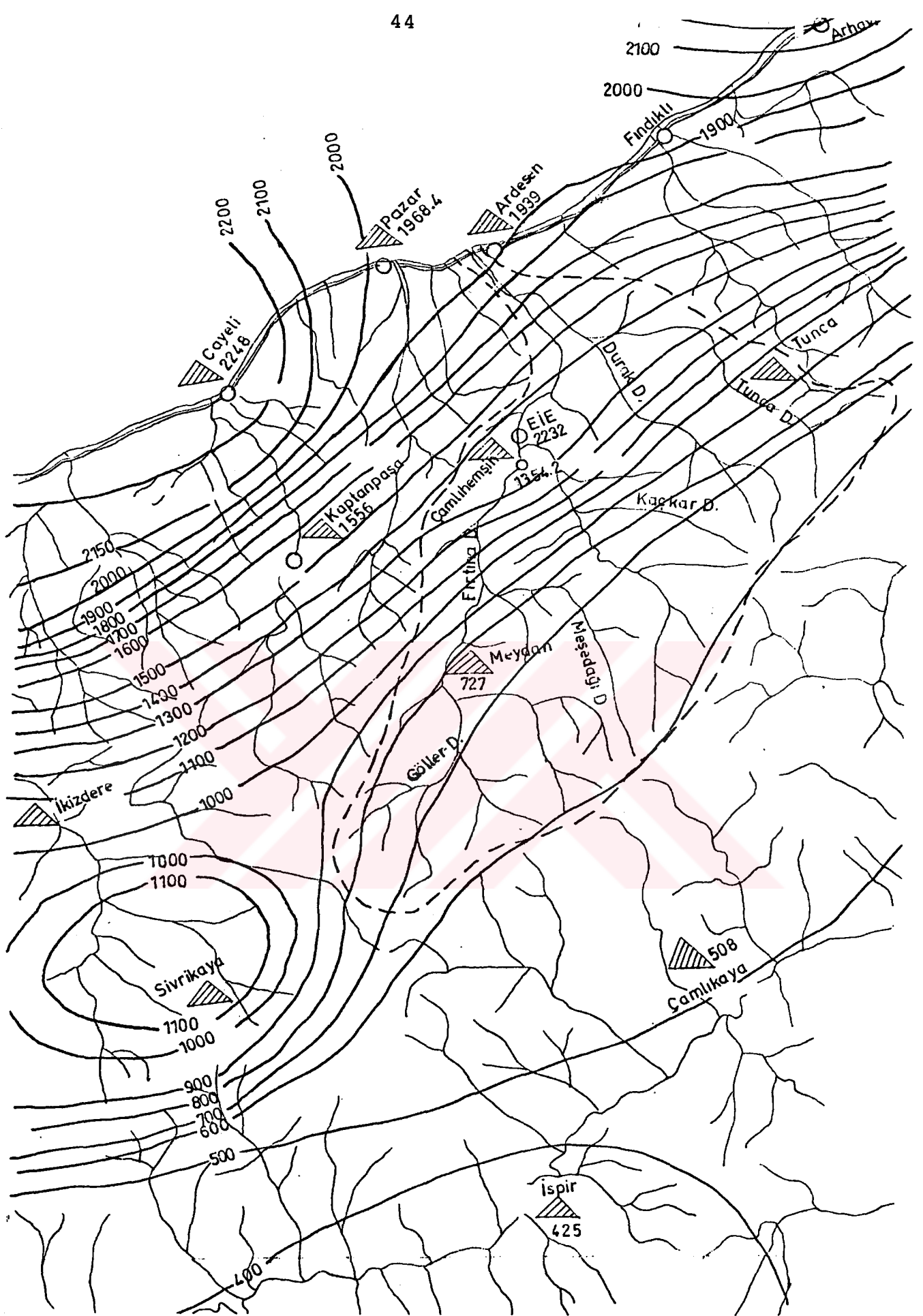
3.2.1. Tarihi Fırtınalar ve Seçimi

Yılın belirli bir ayında ve belirli bir gününde görülmüş ve havzanın her yerinde hissedilmiş olan büyük yağışlara "fırtına yağışları" denir. Bu yağışların her istasyondaki büyüklüğü havzanın topoğrafyasına ve yağışın geliş biçimine göre aynı değerde değildir. Önemli olan noktasal yağışların gözlenen en büyük (max) yağış ve havza ortalamasında maksimum yağış olmasıdır.

Yağış alanı içindeki ve civarındaki meteoroloji istasyonlarının günlük yağış gözlemlerinden tarihi fırtınalar belirlenmiştir. Ayrıca EİE'nin 2232 nolu hidrometri istasyonunda tarihi fırtınaların oluşturduğu piklerin büyüklüğünde gözönüne alınarak seçimde kolaylık sağlamıştır. 2232 nolu hidrometri istasyonunda 1964 den 1985'e kadar gözlenmiş en büyük (max) debi $560 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile (3.7.1977) tarihinde gözlenmiştir. Fırtına deresi havzasında Tablo 3.6'da verilen tarihi fırtınalar seçilmiştir.

Tablo 3.6. Seçilen tarihi fırtınalar

Fırtına No:	Fırtına tarihi
1	29-31.7.1977
2	5-7.6.1974
3	28-29.6.1978
4	15-19.10.1977
5	1-5.9.1974
6	6-9.10.1971
7	3-6.11.1971
8	23-25.6.1969
9	28-31.5.1968

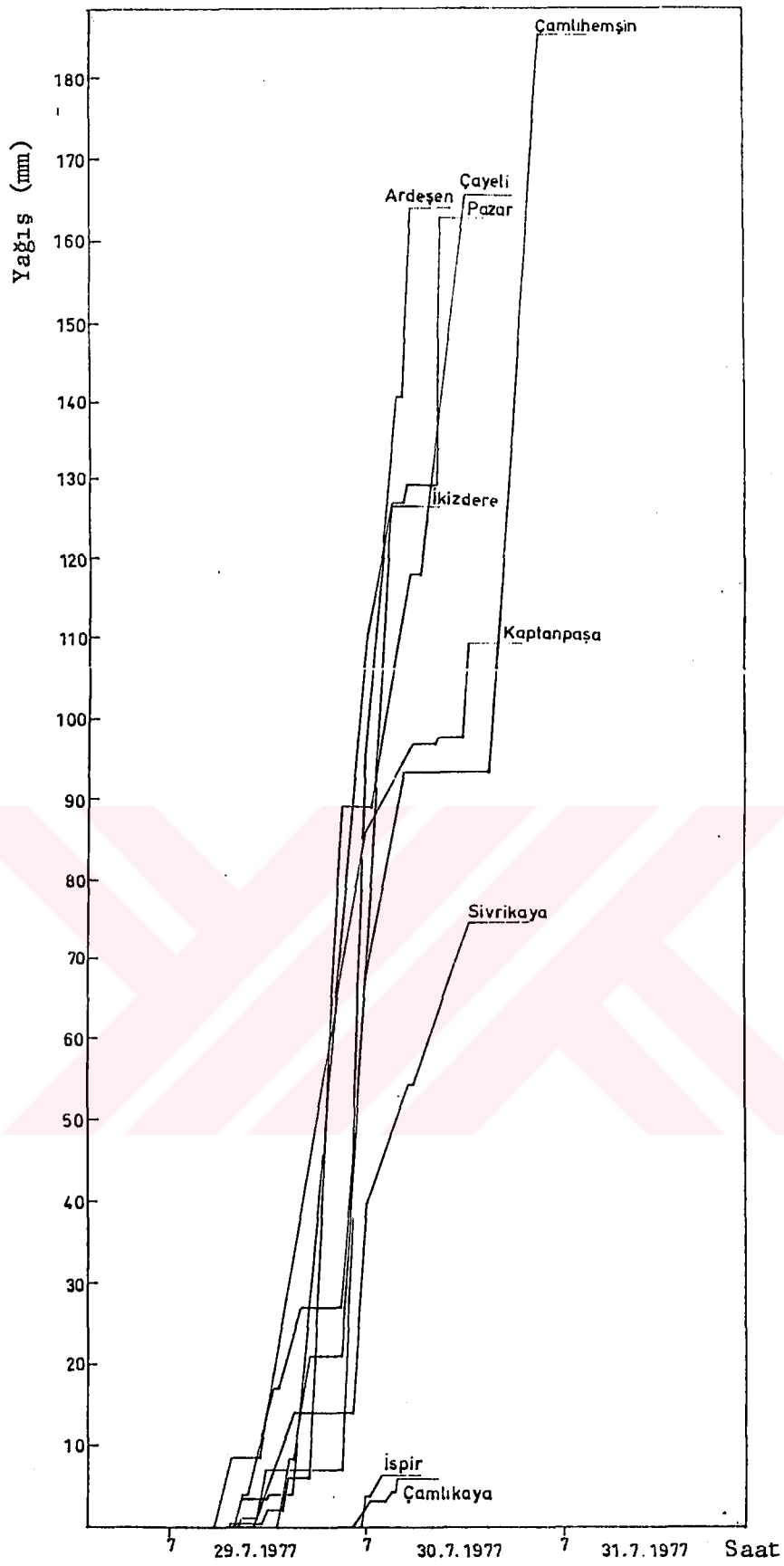


Şekil 3.1: Fırtına deresi yağış alanı hidrometeorolojik ağı ve yıllık toplam yağış haritası

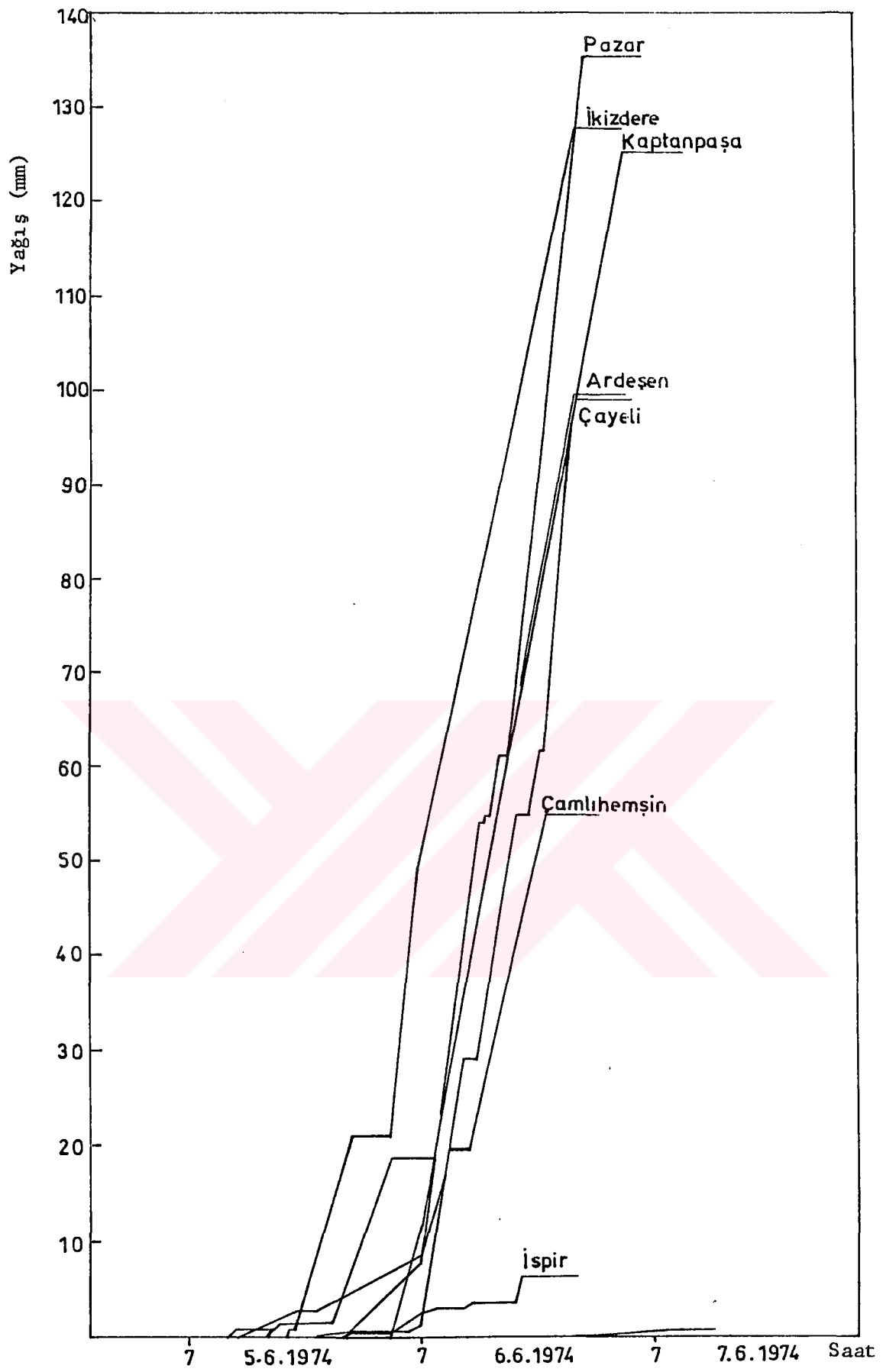
Fırtına havzasındaki tarihi fırtınalar Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim, Kasım aylarında tesbit edilmiştir. Yukarıda da anlatılan durumlar gözönüne alınarak 4 adet tarihi fırtına için işlemler yapılmış en iyi sonucu verecek olan 2 adet tarihi fırtına için işlemler yapılmıştır. Bunlardan bir tanesi kar erime mevsiminde görülmüş diğeri de Temmuz ayında görülen tarihi fırtınadır. Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış önceki çalışmalarda fırtına deresi havzasında büyük taşkınları oluşturabilecek kritik fırtına süresi 24 saat olarak belirlenmiştir (Özdemir, 1978). Havzadaki taşkınlara 36-48 saat süreli net yağışlardan oluştuğu gözlenmiştir.

3.2.2. Kütle Eğrisi Yöntemi İle Fırtına Yağışı Yüzdelerinin Hesabı

Havza içerisindeki ve civarındaki meteoroloji istasyonlarının tarihi fırtına süresi içindeki yağış değerleri alınarak kütle-yağış eğrisinin çizimi için varsa plüviograf değerleri yoksa arayağış ölçümleri (07-14-21. saatlerdeki okumalar) ve rasatçı notlarından yararlanılarak çizilmiştir. Şekil 3.2'de görüldüğü gibi apsisi saat ordinatada yığışımli yağış değerleri yazılmıştır. Daha sonra her istasyonun 3'er saatlik okumaları yapılmış, yatay ve düşey toplamlar hesaplanarak ortalamaları alınmış ve 6 şar saatlik zaman gruplarına ayrılmıştır. Bu değerler Tablo 3.7'de gösterilmiştir. Bu gruplar en büyük 6 saatlik değer başta olmak üzere Tablo 3.9'da görüldüğü gibi sıralanmıştır. 6'şar saatlik yağışların herbiri ayrı ayrı toplam fırtına yağışına bölünmek suretiyle elde edilen değerler yüz ile çarpılmış ve yığışımli olarak toplanarak zaman dilimi yüzdeleri elde edilmiştir (Tablo 3.11). Daha sonra tarihi fırtınadaki istasyonların toplam yağışları bu zaman dilimlerindeki yüzdelerle oranlanarak dağıtılmış ve Tablo 3.11'de gösterilmiştir).



Şekil 3.2: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın kütle-yağış eğrisi



Şekil 33: 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın kütle-yağış egrisi

Tablo 3.7: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın yağış verileri (mm)

YAĞIŞ İSTASYONU	T A R İ H İ F İ R T İ N A L A R														TOPLAM		
	29/7/1977							30/7/1977								31/7/1977	
	15	18	21	24	3	6	9	12	15	18	21	24	3	6			
Kaptanpaşa	8.5	-	17.0	18.2	18.2	17.7	10.0	6.0	1.2	0.9	11.5				109.2		
İkizdere	0.3	9.7	9.5	7.5	-	26.0	56.0	17.6							126.6		
Pazar	0.3	2.7	1.0	22.5	35.5	34.0	25.0	8.2	-	33.7					162.9		
Çayeli	0.4	-	2.6	5.5	59.0	21.7	8.8	18.5	15.0	25.5	8.7				165.7		
Çamlıhemşin			4.5	16.5	-	32.0	26.5	14.0	-	-	-	29.5	46.0	16.7	185.7		
Ardeşen	3.0	4.0	-	-	-	57.0	57.0	34.0	9.0						164.0		
İspir							6.2								6.2		
Çamlıkaya						1.0	2.2	2.7							5.9		
Sivrikaya	2.0	8.5	8.5	3.5	-	10.5	21.0	8.0	7.5	9.0	4.8				74.8		
TOPLAM	9.5	17.4	47.1	73.7	112.7	119.9	212.7	109.0	32.7	69.1	25.0	29.5	46.0	16.7	1001.0		
ORTALAMA	1.1	1.9	5.2	8.2	12.5	22.2	23.6	12.1	3.6	7.7	2.8	3.3	5.1	1.9	111.2		
ZAMAN DİLİMİ	(7)	(3)	(2)	(2)	(2)	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)							

Tablo 3.8: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın yağış verileri (mm)

Yağış İstasyonu	F İ R T İ N A L A R														TOPLAM			
	5/6/1974							6/6/1974								7/6/1974		
	12	15	18	21	24	3	6	9	12	15	18	21	24	3		6	9	
Pazar				1.0		3.0	3.0	15.0	22.5	14.5	20.0	28.0	28.2				135.2	
Kaptanpaşa	0.8	-	0.7	-	5.5	9.0	2.8	3.7	16.5	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	6.2	125.2		
Çamlıhemşin	1.3	1.5	0.4	1.6	1.5	1.7	8.0	3.8	12.7	13.5	8.9					54.9		
İkizdere		0.8	10.2	10.0	-	19.0	20.0	14.0	14.5	14.5	14.5	14.5	10.0				127.5	
Çayeli						8.0	14.5	16.5	16.0	16.0	16.0	12.0					99.0	
Ardeşen				0.2	0.4	-	0.5	13.5	14.5	13.5	12.2	21.2	23.6				99.6	
İspir					0.5	-	1.5	1.0	0.5	0.3	2.4						6.2	
Çamlıkaya												0.1	0.2	0.1	0.1		0.5	
TOPLAM	0.8	1.3	3.0	10.8	19.0	13.5	36.5	75.7	88.3	87.5	94.6	104.6	89.9	16.2	6.3	0.1	648.1	
ORTALAMA	0.1	0.2	0.4	1.4	2.4	1.7	4.6	9.5	11.0	10.9	11.8	13.1	11.2	2.0	0.8	0.0	81.0	
ZMAN DİLİMİ	(8)	(6)	(6)	(5)	(3)	(2)	(1)	(4)	(7)									

Tablo 3.9: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın yığışimli yağış toplamları
Yüzdesi

Zaman dili- mi (saat)	(1) 6	(2) 12	(3) 18	(4) 24	(5) 30	(6) 36	(7) 42	Toplam Yağış (mm)
Yağış (mm)	45.8	24.6	13.4	11.3	6.1	7.0	3.0	111.2
Yağış (%)	41.2	22.1	12.0	10.2	5.5	6.3	2.7	100.0
Yığışimli Toplam (%)	41.2	63.3	75.3	85.5	91.0	97.3	100.0	100.0

Tablo 3.10: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın eşyağış eğrilerinin
çiziminde kullanılan veriler

ZAMAN DİLİMİ (saat)	6	12	18	24	30	36	42	TOPLAM
Yığışimli Yağış %'si	41.2	63.3	75.3	85.5	91.0	97.3	100.0	
Kaptanpaşa	45.0	69.1	82.2	93.4	99.4	106.3	109.2	109.2
İkizdere	52.2	80.1	95.3	108.2	115.2	123.2	126.6	126.6
Pazar	67.1	103.1	122.7	139.3	148.2	158.5	162.9	162.9
Çayeli	68.3	104.9	124.8	141.7	150.8	161.2	165.7	165.7
Çamlıhemşin	76.5	117.5	139.8	158.8	169.0	180.7	185.7	185.7
Ardeşen	67.6	103.8	123.5	140.2	149.2	159.6	164.0	164.0
İspir	2.6	3.9	4.7	5.3	5.6	6.0	6.2	6.2
Çamlıkaya	2.4	3.7	4.4	5.0	5.4	5.7	5.9	5.9
Sivrikaya	30.8	47.3	56.3	64.0	68.1	72.8	74.8	74.8

Tablo 3.11: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın yığışımli yağış Toplamları
Yüzdesi

Zaman dili- mi (saat)	(1) 6	(2) 12	(3) 18	(4) 24	(5) 30	(6) 36	(7) 42	(8) 48	Toplam Yağış (mm)
Yağış (mm)	24.9	21.9	14.1	13.2	4.1	1.8	0.8	0.3	81.0
Yağış (%)	30.7	27.0	17.4	16.3	5.1	2.2	1.0	0.3	100.0
Yığışımli Toplam (%)	30.7	57.7	75.1	91.4	96.5	98.7	99.7	100.0	100.0

Tablo 3.12: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın eşyağış eğrilerinin çiziminde
kullanılan veriler

Zaman dili- mi (saat)	6	12	18	24	30	36	42	48	TOPLAM
Yığışımli Yağış %'si	30.7	57.7	75.1	91.4	96.5	98.7	99.7	100.0	
Pazar	41.5	78.0	101.5	123.6	130.5	133.4	134.8	135.2	135.2
Kaptanpaşa	38.4	72.2	94.0	114.4	120.8	123.6	124.8	125.2	125.2
Çamlıhemsin	16.9	31.7	41.2	50.2	53.0	54.2	54.7	54.9	54.9
İkizdere	39.1	73.6	95.8	116.5	123.0	125.8	127.1	127.5	127.5
Çaşeli	30.4	57.1	74.3	90.5	95.5	97.7	98.7	99.0	99.0
Ardeşen	30.6	57.5	74.8	91.0	96.1	98.3	99.3	99.6	99.6
İspir	1.9	3.6	4.7	5.7	6.0	6.1	6.2	6.2	6.2
Çamlıkaya	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

3.2.3. Eşyağış (İzohital) Yöntemi İle Yağış Derinlik- Alan-Süre Eğrilerinin Çıkarılması

Meteoroloji istasyonlarının kütle-yağış eğrisi ile elde edilen Tablo 3.10 de zaman dilimlerindeki yağış değerlerinin o zaman dilimi içindeki (örneğin 36 saatlik) yağış dağılımları kullanılarak ve havzaya gelen hava kütlelerinin, arazinin topoğrafik durumuna göre yerden yere yağış farklılıkları meydana getirdiğini dikkatle değerlendirip, havza dışındaki istasyon yağışlarında da yararlanılarak eşyağış eğrileri Şekil 3.4 'de çizilmiştir.

Tablo 3.13'ün Hazırlanışı:

Önce 1/100000 ölçekli çalışma haritasındaki havza sınırları üzerinden planimetre ile üç defa ölçüm yapılarak ortalama alan hesaplanmış ve km^2 'ye çevrilmiştir. Fırtına havzası 1216.3 km^2 ölçülmüştür.

Kolon 1- Havza içersindeki en düşük ve en yüksek yağış miktarlarına göre yağışların sınıf aralıkları tespit edilir. Bunlar 5 mm veya 10 mm olarak geçirilmiştir.

Kolon 2- İzoheytlar arasında kalan alanlar planimetre ile 3'er defa ölçülerek ortalamaları bulunmuş ve km^2 'ye çevrilmiştir. Genel olarak yağışın alan içersindeki dağılımında 25 km^2 'lik alana kadar aynı şiddeti gösterdiği ve bunun üzerindeki alanlar için yağış merkezindeki şiddetin, alan büyüdükçe azaldığı bilinmektedir.

Kolon 3- Kolon 2'deki alanların yığışımı olarak toplanmasıyla eklenik alanlar oluşturulmuştur.

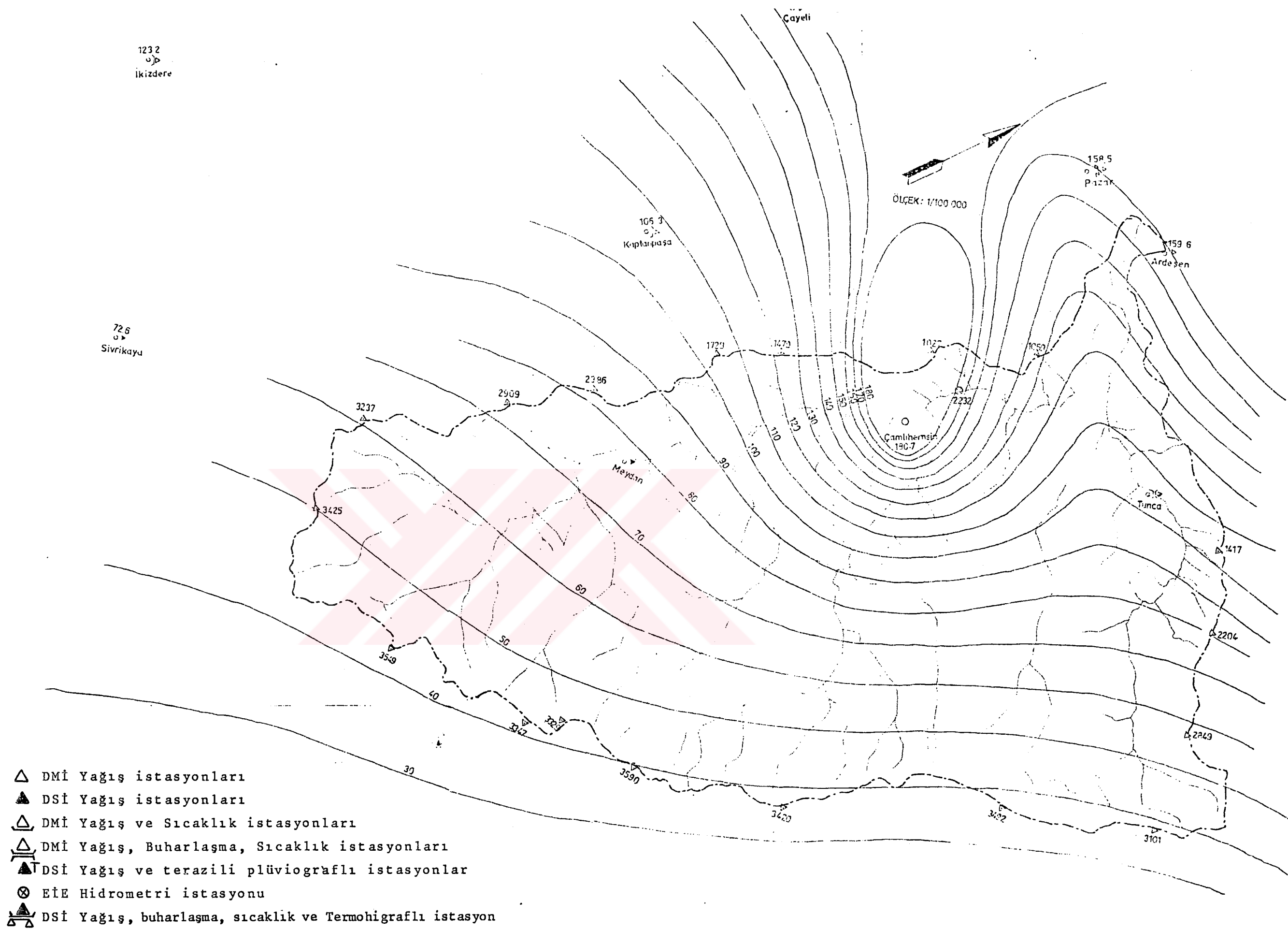
Kolon 4- Kolon 1'deki izoheytların ortalaması alınarak oluşturulur. Birinci ve en sondaki izoheytlerde havzadaki yağış durumu dikkate alınarak ortalamaları bulunmuştur.

Kolon 5- Kolon 2 ile kolon 4'ün çarpılması sonucu izoheytlar arası hacim bulunmuştur.

Kolon 6- Kolon 5'in yığışımı olarak toplanmasıyla eklenik hacim bulunmuştur.

1232
İkizdere

72.6
Sivrikaya



Şekil 3.4. 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın Eşyağış eğrileri haritası (36 saatlik)

- △ DMİ Yağış istasyonları
- ▲ DSİ Yağış istasyonları
- △ DMİ Yağış ve Sıcaklık istasyonları
- △ DMİ Yağış, Buharlaşma, Sıcaklık istasyonları
- ▲ DSİ Yağış ve terazili plüviografli istasyonlar
- ⊗ EİE Hidrometri istasyonu
- ▲ DSİ Yağış, buharlaşma, sıcaklık ve Termohigrafli istasyon

57
0 74
İSPİR

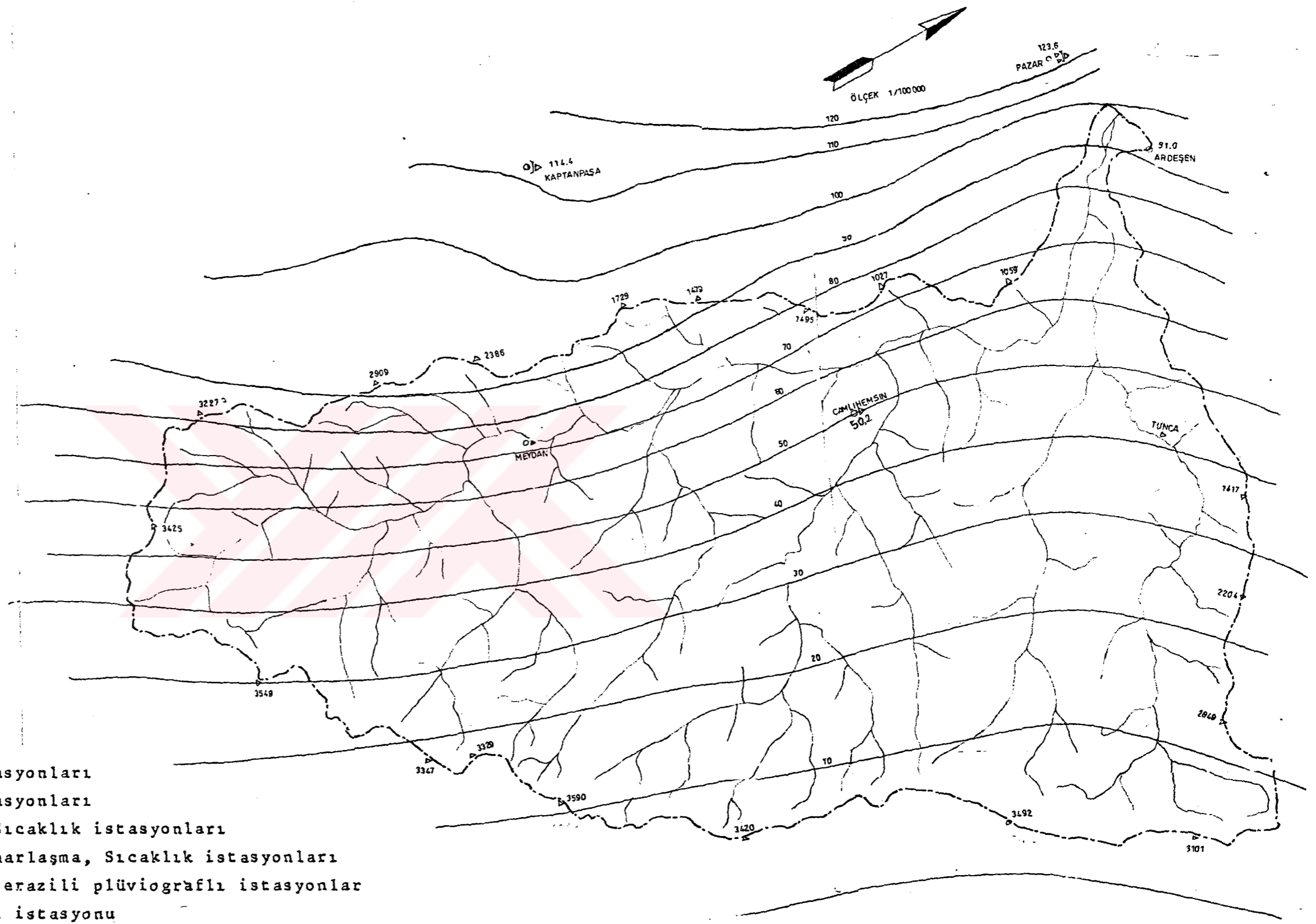
0.4
CAMLIKAYA
OP

Şekil 3.5: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın eşyağış eğrileri haritası

118.3
İKİZDERE

SIVRIKAYA

0.5
ÇAYELİ



ÖLÇEK 1/100.000

123.6
PAZAR

114.4
KAPTANPAŞA

91.0
ARDEŞEN

CAMLİHEMSİN
50.2

TUNCA

MEYDAN

3425

3548

3347

3378

3590

3420

3192

3101

1417

2204

2849

120

110

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

Tablo 3.13: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri
(12 saatlik)

(1) İzoheyt	(2) Alan (km ²)	(3) Yığılımlı alan (km ²)	(4) Ortalama yağış (mm)	(5) Hacim (mmx km ²)	(6) Yığılımlı hacim (mmxkm ²)	(7) Yağış (mm)
115<	25.0	25.0	118	2950	2950	118
115-110	22.5	47.5	112.5	2531	5481	115.4
110-105	39.2	86.7	107.5	4214	9695	111.8
105-100	35.4	122.1	102.5	3629	13324	109.1
100-95	34.7	156.8	97.5	3383	16707	106.5
95-90	42.3	199.1	92.5	3913	20620	103.6
90-85	55.0	254.1	87.5	4813	25433	100.1
85-80	62.1	316.2	82.5	5123	30556	96.6
80-75	75.1	391.3	77.5	5820	36376	93.0
75-70	84.2	475.5	72.5	6526	42902	90.2
70-65	111.5	587.0	67.5	7526	50428	85.9
65-60	122.3	709.3	62.5	7644	58072	81.9
60-55	143.3	852.6	57.5	8240	66313	77.8
55-50	122.2	974.8	52.5	6416	72728	74.6
50-45	91.0	1065.8	47.5	4323	77051	72.3
45-40	77.2	1143.0	42.5	3281	80332	70.3
40-35	53.2	1196.2	37.5	1995	82327	68.8
35>	20.1	1216.3	33.0	663	82990	68.2

Tablo 3.13: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri
(24 saatlik)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
İzoheytl	Alan (km ²)	Yığışımli alan (km ²)	Ortalama yağış (mm)	Hacim (mm x km ²)	Yığışımli hacim (mm x km ²)	Yağış (mm)
150<	25.0	25.0	159	3975	3975	159.0
150-140	13.6	38.6	145	1972	5947	154.1
140-130	18.1	56.7	135	2444	8391	148.0
130-120	32.5	89.2	125	4063	12454	139.6
120-110	51.8	141.0	115	5957	18411	130.6
110-100	79.7	220.7	105	8369	26780	121.3
100-90	93.6	314.3	95	8892	35672	113.5
90-80	113.5	427.8	85	9648	45320	105.9
80-70	140.6	568.4	75	10545	55865	98.3
70-60	155.1	723.5	65	10082	65947	91.1
60-50	208.8	932.3	55	11484	77431	83.1
50-40	212.0	1144.3	45	9540	86971	76.0
40 >	72.0	1216.3	38	2736	89707	73.8

Tablo 3.13: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri (36 saatlik)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
İzoheytl	Alan (km ²)	Yığışımllı alan (km ²)	Ortalama yağış (mm)	Hacim (mm x km ²)	Yığışımllı hacim (mm x km ²)	Yağış (mm)
180<	25.0	25.0	181	4525	4525	181.0
180-170	8.5	33.5	175	1488	6013	179.5
170-160	8.9	42.4	165	1469	7482	176.5
160-150	20.2	62.6	155	3131	10613	169.5
150-140	20.6	83.2	145	2987	13600	163.5
140-130	30.6	113.8	135	4131	17731	155.8
130-120	49.4	163.2	125	6175	23906	146.5
120-110	66.7	229.9	115	7671	31577	137.4
110-100	71.6	301.5	102	7518	39095	129.7
100-90	76.4	377.9	95	7258	46353	122.7
90-80	95.9	473.8	85	8152	54505	115.0
80-70	132.8	606.6	75	9960	64465	106.3
70-60	175.2	781.8	65	11388	75853	97.0
60-50	221.0	1002.8	55	12155	88008	87.8
50-40	191.8	1194.6	45	8631	96639	80.9
40>	21.7	1216.3	40	868	97507	80.2

Tablo 3.14: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri
(12 saatlik)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
İzoheytl	Alan (km ²)	Yığılımlı alan (km ²)	Ortalama yağılı (mm)	Hacim (mmxkm ²)	Yığılımlı hacim (mm x km ²)	Yağılı (mm)
60<	25.0	25.0	62.5	1563	1563	62.5
60-55	35.0	60.0	57.5	2013	3576	59.6
55-50	40.2	100.2	52.5	2111	5687	56.8
50-45	55.5	155.7	47.5	2636	8323	53.5
45-40	76.1	231.8	42.5	3234	11557	49.9
40-35	84.3	316.1	37.5	3161	14718	46.6
35-30	111.2	427.3	32.5	3614	18332	42.9
30-25	140.0	567.3	27.5	3850	22182	39.1
25-20	153.2	720.5	22.5	3447	25629	35.6
20-15	161.1	881.6	17.5	2819	28448	32.3
15-10	173.1	1054.7	12.5	2164	30612	29.0
10-5	149.0	1203.7	7.5	1118	31730	26.4
5>	12.6	1216.3	4.0	50	31780	26.1

Tablo 3.14: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri
(24 saatlik)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
İzoheytl	Alan (km ²)	Yığışımli alan (km ²)	Ortalama yağış (mm)	Hacim (mm x km ²)	Yığışımli hacim (mm x km ²)	Yağış (mm)
90 <	25.0	25.0	92	2300	2300	92.0
90-80	49.2	74.2	85	4182	6482	87.4
80-70	74.9	149.1	75	5618	12100	81.2
70-60	102.9	252.0	65	6689	18789	74.6
60-50	130.2	382.2	55	7161	25950	67.9
50-40	153.1	535.3	45	6890	32840	61.3
40-30	193.8	729.1	35	6783	39623	54.3
30-20	186.2	915.3	25	4655	44278	48.4
20-10	195.6	1110.9	15	2934	47212	42.5
10 >	105.4	1216.3	8	843	48055	39.5

Tablo 3.14: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın gerçek yağış derinlikleri
(36 saatlik)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
İzoheytl	Alan (km ²)	Yığılımlı alan (km ²)	Ortalama yağılı (mm)	Hacim (mm x km ²)	Yığılımlı hacim (mm x km ²)	Yağılı (mm)
100<	25.0	25.0	101	2525	2525	101.0
100-90	41.4	66.4	95	3933	6458	97.3
90-80	65.6	132.0	85	5576	12034	91.2
80-70	93.0	225.0	75	6975	19009	84.5
70-60	108.6	333.6	65	7059	26068	78.1
60-50	128.1	461.7	55	7046	33114	71.7
50-40	145.3	607.0	45	6539	39653	65.3
40-30	167.0	774.0	35	5845	45498	58.8
30-20	188.3	962.3	25	4708	50206	52.2
20-10	171.5	1133.8	15	2573	52779	46.6
10>	82.5	1216.3	7	578	53357	43.9

Kolon 7- Kolon 6/Kolon 3 den yağış değerleri elde edilmiştir.

Yığılımlı değerler olarak apsiste alan, ordinatta da yağış değerleri olmak üzere noktalanmış değerlerden eğriler çizilerek yağışın "derinlik-alan-süre" eğrileri Şekil 3.6'da gösterilmiştir. 42 saatlik yağış değerleri 36 saatlik yağış değerlerinin "derinlik-alan-süre" eğrileri geçirildiğinde birbirine çok yakın bulunmuş ve 36 saatten sonraki zaman diliminde ihmal edilebilecek boyutlarda bir yağış bıraktığı için alınmamıştır. Standart alanlarda okumalar yapılarak Tablo 3.15 hazırlanmıştır.

3.3. TARİHİ FIRTINALARIN MAKSİMİZASYONU

3.3.1. Fiziksel Yöntemle Olası Maksimum Yağış Hesabı

Aşağıda, gözlenmiş tarihi fırtınaların fiziksel yöntemle maksimizasyonu açıklanmıştır. Olası maksimum yağışın hesabı için Türkiye'de yararlanılacak veriler dikkate alınarak (3.1) formülü kullanılmaktadır (E.İ.E., 1988).

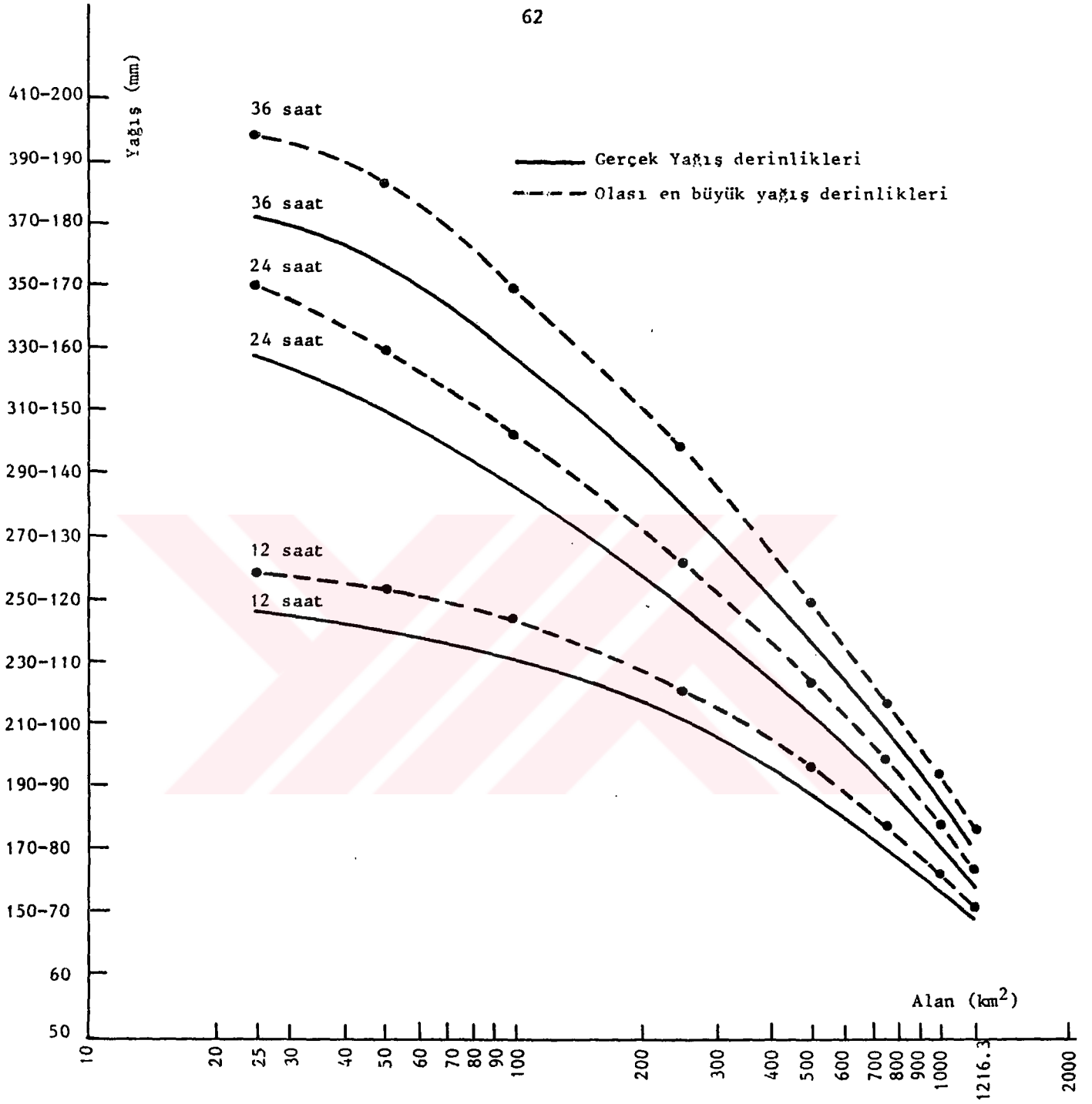
$$P_{\max} = P_{ac} \frac{W_{\max}}{W_{ac}} \quad (3.1)$$

Burada; P_{ac} , fırtınanın gerçek (aktüel) ortalama yağış değeri, P_{\max} , Olası maksimum yağış, W_{\max} , maksimum gerçek yağabilir su, W_{ac} , fırtınanın gerçek yağabilir su değeri.

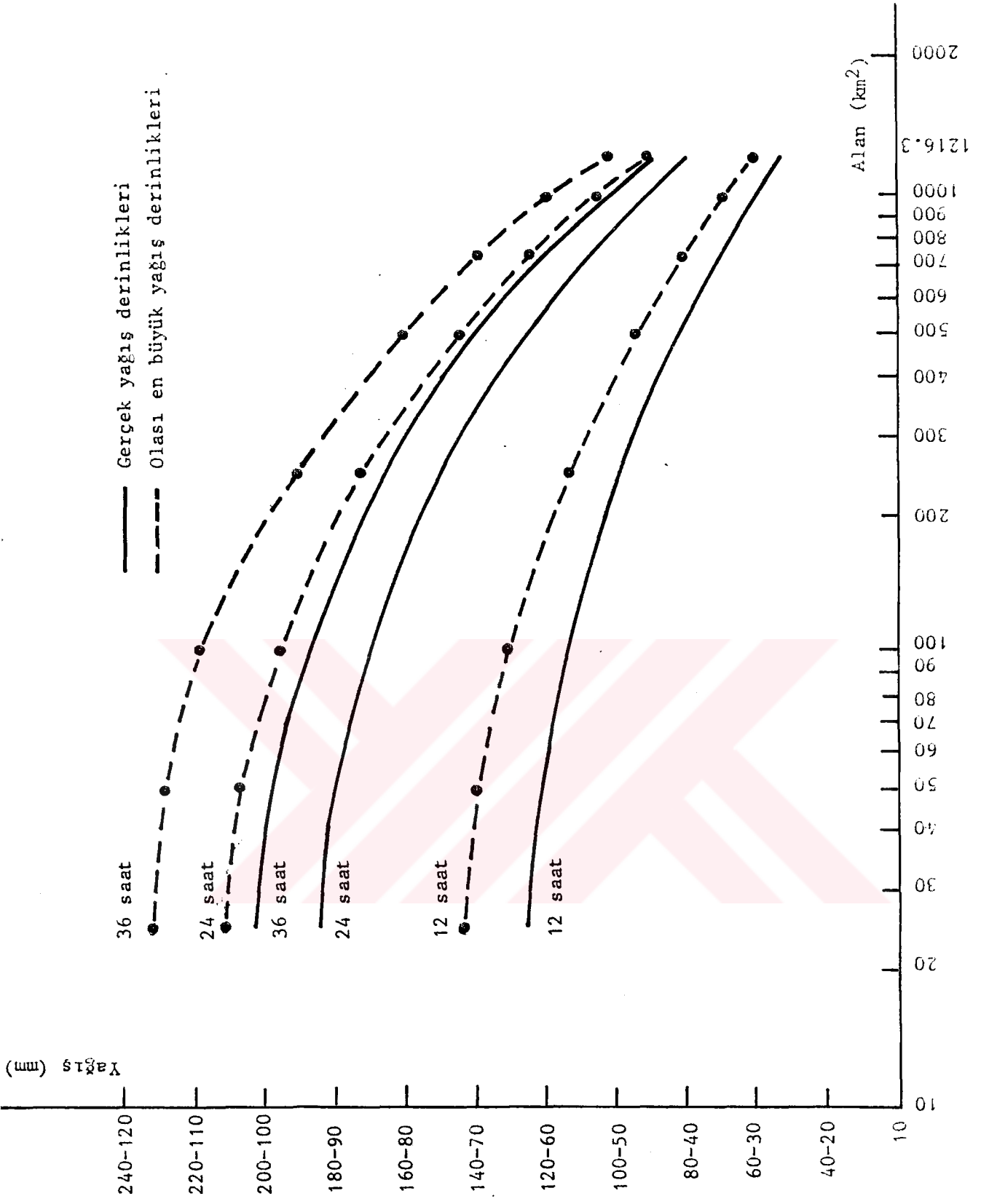
Maksimizasyon çalışmalarına örnek olarak tüm havza için 29-31/7/1977 tarihli fırtına ele alınmış ve hesaplama adımları aşağıda verilmiştir. 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın hesaplanmış değerleri bu adımlar arasında tablolar halinde verilmiştir.

3.3.1.1. Gerçek Yağabilir Su

Tarihi fırtına görüldüğü sırada buhar basıncı gözlemi yapan istasyonların 12 saatlik hakim max. buhar basınçları (B.B) alınmıştır. Bu değer DMİ, 1980 yayınından alınan Tablo 3.17 yardımı ile işba sıcaklığına dönüştürülmüştür. Bu değer işba



Şekil 3.6: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın yağış derinlik-alan-süre eğrileri



Şekil 3.7: 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın yağış derinlik-alan-süre eğrileri

Tablo 3.15: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın standart alanlardaki gerçek (aktüel) yağış derinlikleri

STANDART ALANLAR (km ²)	ZAMAN (saat)		
	12	24	36
25	118.0	159.0	181.0
50	115.2	149.9	174.0
100	110.7	137.4	158.7
250	100.3	119.0	135.5
500	88.8	102.0	113.4
750	80.4	90.2	98.6
1000	73.9	80.5	88.0
1216.3	68.2	73.8	80.2

Tablo 3.16: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın standart alanlardaki gerçek (aktüel) yağış derinlikleri

STANDART ALANLAR (km ²)	ZAMAN (saat)		
	12	24	36
25	62.5	92.0	101.0
50	60.5	89.9	99.1
100	56.7	85.0	94.9
250	49.2	75.0	82.8
500	40.9	62.8	70.0
750	35.0	53.7	60.0
1000	29.9	45.9	51.2
1216.3	26.1	39.5	43.9

Tablo 3.17: Doymuş B.B (buhar basıncı) mb. (su üstünde)

Sıcaklık °C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
- 49	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
- 48	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
- 47	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
- 46	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
- 45	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
- 44	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11
- 43	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
- 42	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
- 41	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
- 40	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17
- 39	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19
- 38	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21
- 37	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23
- 36	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26
- 35	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29
- 34	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32
- 33	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35
- 32	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39
- 31	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42
- 30	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47
- 29	0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52	0.52	0.51
- 28	0.61	0.61	0.60	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56
- 27	0.67	0.67	0.66	0.65	0.65	0.64	0.64	0.63	0.62	0.62
- 26	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68
- 25	0.81	0.80	0.79	0.79	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.74
- 24	0.88	0.87	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.82	0.81
- 23	0.96	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.90	0.89
- 22	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97
- 21	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06
- 20	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16
- 19	1.37	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26
- 18	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38
- 17	1.62	1.61	1.59	1.58	1.56	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50
- 16	1.76	1.75	1.73	1.72	1.70	1.69	1.67	1.66	1.65	1.63

Tablo 3.17: (Devam ediyor)

Sıra No	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
- 15	1.91	1.90	1.88	1.86	1.85	1.83	1.82	1.80	1.79	1.77
- 14	2.08	2.06	2.04	2.02	2.01	1.99	1.98	1.96	1.94	1.93
- 13	2.25	2.23	2.22	2.20	2.18	2.16	2.14	2.13	2.11	2.09
- 12	2.44	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.33	2.31	2.29	2.27
- 11	2.64	2.62	2.60	2.58	2.56	2.54	2.52	2.50	2.48	2.46
- 10	2.86	2.84	2.82	2.80	2.77	2.75	2.73	2.71	2.69	2.67
- 9	3.10	3.07	3.05	3.02	3.00	2.98	2.95	2.93	2.91	2.89
- 8	3.35	3.32	3.30	3.27	3.25	3.22	3.20	3.17	3.15	3.12
- 7	3.62	3.59	3.56	3.53	3.51	3.48	3.45	3.43	3.40	3.37
- 6	3.91	3.88	3.85	3.82	3.79	3.76	3.73	3.70	3.67	3.65
- 5	4.21	4.18	4.15	4.12	4.09	4.06	4.03	4.00	3.97	3.94
- 4	4.55	4.51	4.48	4.44	4.41	4.38	4.34	4.31	4.28	4.25
- 3	4.90	4.86	4.83	4.79	4.75	4.72	4.67	4.65	4.61	4.58
- 2	5.28	5.24	5.20	5.16	5.12	5.08	5.05	5.01	4.97	4.93
- 1	5.68	5.64	5.60	5.55	5.51	5.47	5.43	5.39	5.35	5.31
- 0	6.11	6.06	6.02	5.98	5.93	5.89	5.85	5.80	5.76	5.72
0	6.11	6.15	6.20	6.24	6.29	6.33	6.38	6.43	6.47	6.52
1	6.57	6.61	6.66	6.71	6.76	6.81	6.86	6.90	6.95	7.00
2	7.05	7.11	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.42	7.47	7.52
3	7.58	7.63	7.68	7.74	7.79	7.85	7.90	7.96	8.02	8.07
4	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.42	8.48	8.54	8.60	8.66
5	8.72	8.78	8.84	8.90	8.97	9.03	9.09	9.15	9.22	9.28
6	9.35	9.41	9.48	9.54	9.61	9.67	9.74	9.81	9.88	9.94
7	10.01	10.08	10.15	10.22	10.29	10.36	10.43	10.51	10.58	10.65
8	10.72	10.80	10.87	10.94	11.02	11.09	11.17	11.24	11.32	11.40
9	11.47	11.55	11.63	11.71	11.79	11.87	11.95	12.03	12.11	12.19
10	12.27	12.36	12.44	12.52	12.61	12.69	12.78	12.86	12.95	13.03
11	13.12	13.21	13.30	13.38	13.47	13.56	13.65	13.74	13.83	13.92
12	14.02	14.11	14.20	14.29	14.39	14.49	14.58	14.68	14.77	14.87
13	14.97	15.07	15.17	15.27	15.36	15.47	15.57	15.67	15.77	15.87
14	15.98	16.08	16.19	16.29	16.40	16.50	16.61	16.72	16.83	16.94
15	17.04	17.15	17.26	17.38	17.49	17.60	17.71	17.83	17.94	18.06
16	18.17	18.29	18.41	18.52	18.64	18.76	18.88	19.00	19.12	19.24
17	19.37	19.49	19.61	19.74	19.86	20.00	20.12	20.24	20.37	20.50
18	20.63	20.76	20.89	21.02	21.15	21.29	21.42	21.56	21.69	21.83
19	21.95	22.10	22.24	22.38	22.53	22.66	22.80	22.94	23.08	23.23

Tablo 3.17: (Devam ediyor)

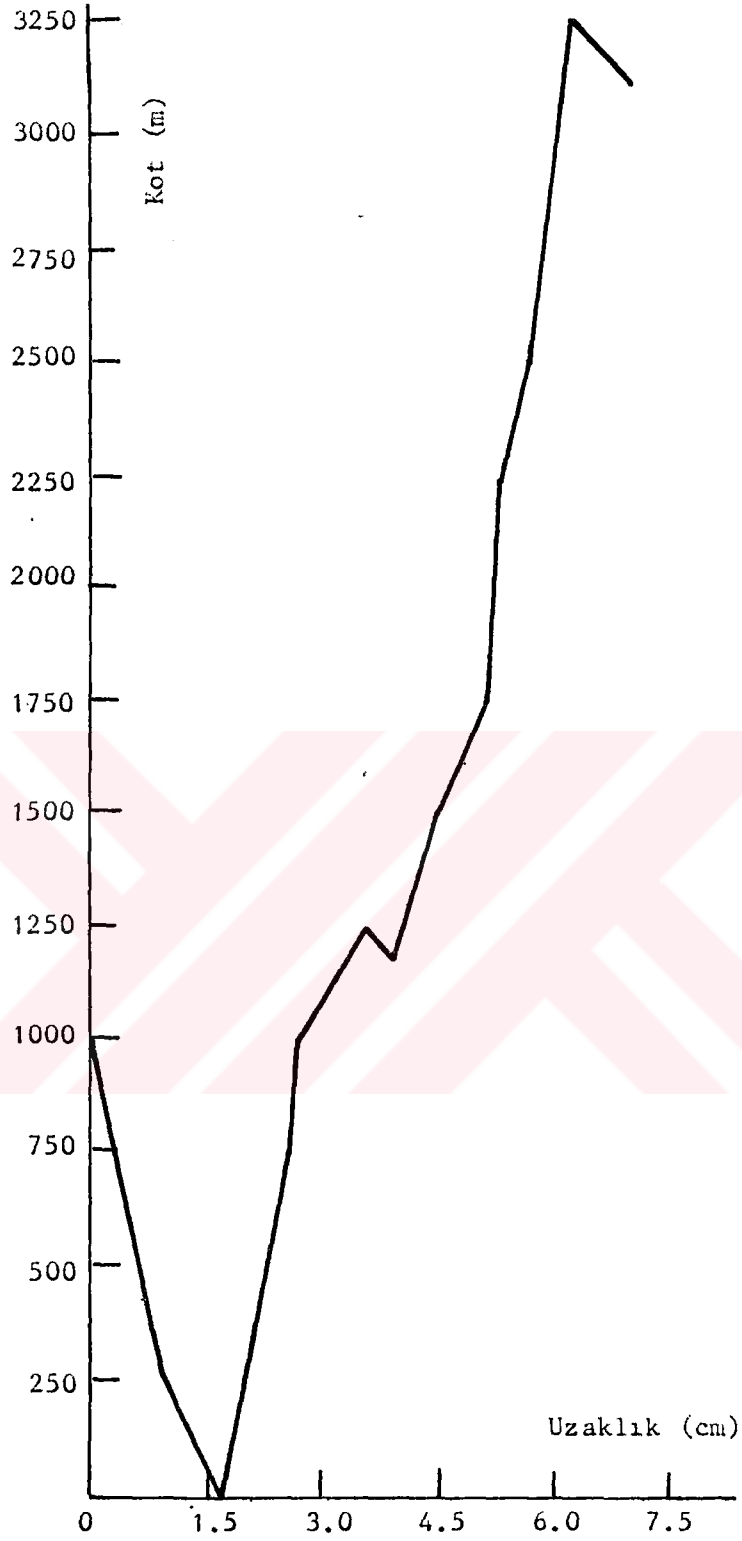
Sıcaklık °C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
20	23.37	23.52	23.66	23.81	23.96	24.11	24.26	24.41	24.56	24.71
21	24.86	25.01	25.17	25.32	25.48	25.64	25.79	25.95	26.11	26.27
22	26.43	26.59	26.75	26.92	27.08	27.25	27.41	27.58	27.75	27.92
23	28.09	28.26	28.43	28.60	28.77	28.95	29.12	29.30	29.48	29.65
24	29.83	30.01	30.19	30.37	30.56	30.74	30.92	31.11	31.30	31.48
25	31.67	31.86	32.05	32.24	32.43	32.63	32.82	33.02	33.21	33.41
26	33.61	33.81	34.01	34.21	34.41	34.62	34.82	35.02	35.23	35.44
27	35.65	35.86	36.07	36.28	36.50	36.71	36.92	37.14	37.36	37.58
28	37.80	38.02	38.24	38.46	38.69	38.91	39.14	39.36	39.59	39.82
29	40.06	40.29	40.52	40.76	40.99	41.23	41.47	41.70	41.94	42.19
30	42.43	42.67	42.92	43.17	43.41	43.66	43.91	44.16	44.42	44.67
31	44.93	45.18	45.44	45.70	45.96	46.22	46.49	46.75	47.02	47.28
32	47.55	47.82	48.09	48.36	48.64	48.91	49.19	49.47	49.75	50.02
33	50.31	50.59	50.87	51.16	51.45	51.74	52.03	52.32	52.61	52.90
34	53.20	53.50	53.80	54.10	54.40	54.70	55.00	55.31	55.62	55.93
35	56.24	56.55	56.86	57.18	57.49	57.81	58.13	58.45	58.77	59.10
36	59.42	59.75	60.08	60.41	60.74	61.07	61.41	61.74	62.08	62.42
37	62.76	63.10	63.45	63.80	64.14	64.49	64.84	65.20	65.55	65.91
38	66.26	66.62	66.98	67.35	67.71	68.08	68.45	68.82	69.19	69.56
39	69.93	70.31	70.69	71.07	71.45	71.83	72.22	72.60	72.99	73.38
40	73.78	74.17	74.57	74.97	75.36	75.77	76.17	76.58	76.98	77.39
41	77.80	78.22	78.63	79.05	79.46	79.88	80.31	80.73	81.16	81.58
42	82.02	82.45	82.88	83.32	83.75	84.19	84.64	85.08	85.52	85.97
43	86.42	86.88	87.33	87.78	88.24	88.70	89.16	89.63	90.10	90.56
44	91.03	91.51	91.98	92.46	92.94	93.42	93.90	94.39	94.87	95.36
45	95.86	96.36	96.84	97.34	97.84	98.35	98.85	99.36	99.87	100.38
46	100.89	101.41	101.93	102.45	102.97	103.50	104.03	104.56	105.09	105.62
47	106.16	106.70	107.24	107.78	108.33	108.88	109.43	109.98	110.54	111.10
48	111.66	112.22	112.79	113.36	113.93	114.50	115.07	115.65	116.23	116.81
49	117.40	117.99	118.58	119.17	119.77	120.37	120.97	121.57	122.18	122.79

sıcaklığını deniz seviyesine indirgeyen SKEW T log p Diagram (Başbakanlık Basımevi-Ankara,1976) yardımı ile deniz seviyesine indirgenmiştir. Burada kottan girilip nem adyabatlarına paralel olarak sıcaklık değeri okunup deniz seviyesine indirgenmiştir. Gerçek buhar basıncı değerlerinin işba ve deniz seviyesi işba sıcaklıkları B.B. gözlemi yapan meteoroloji istasyonları için yapılarak ortalamaları alınmış ve Tablo 3.18'de gösterilmiştir.

Tablo 3.18. 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın 1000 mb'daki ortalama işba sıcaklığı (aktüel).

İstasyon	12 saat süreli hakim Aktüel B.B. (mb)	Kot (m)	İşba sıcaklığı (°C)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
Pazar	19.7	79.2	17.3	12.5
Kaptanpaşa	18.2	525	16.0	12.1
İkizdere	18.3	800	16.2	12.6
Ortalama				12.4

Yağabilir suyu bulmak için Tablo 3.19'dan 200 mb'a karşılık gelen değer alınmıştır. Buradan da görüldüğü gibi fırtına yağışlarında 200 mb'ın üzerinde nem ihtiva etmediği kabul edilir. Daha sonra fırtına yönünde yağış alanına giren nemli hava için akış engeli hesaplanmıştır. Bu değer yağış havzaya girdiği zaman belli bir yükseklikte bir akış engeliyle karşılaşır. Yani arazinin topografyasından dolayı yağışın bir kısmını diğer tarafa geçirmesi engellenir. Bunun için yağış fırtınasının havzaya girişini gösteren DMİ deki sinoptik haritalardan ve çizilmiş olan izoheytal (eşyağış) haritalarından yararlanılarak havzaya girdiği kısım belirlenir. Bu kısımda harita üzerindeki kot ve mesafe ölçülerek Şekil 3.8 elde edilmiştir. Burada üstte kalan alan altta kalan alana eşit olacak şekilde doğru geçirilmiştir. Bu doğrunun kestiği kot akış engeli düzeltmesi kotunu vermiştir. Bu eğriden 29-31/7/1977 tarihli fırtına için akış engeli düzeltmesi kotu 1250 m alınmıştır. Bu değer Tablo 3.20'den 1000 mb ortalama işba sıcaklığı değeriyle okunarak akış engeli düzeltmesi değeri elde edilmiştir. Daha sonra yağabilir sudan akış engeli düzeltmesi



Şekil 3.8: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın akış engeli düzeltmesi için kot-uzaklık eğrisi

Tablo 3.19: Islak termometre potansiyel sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) nin fonksiyonu olarak 1000 mb yer ile belirtilen basınç (mb) arasında yağabilir su (mm)

Doymuş pseudo-adyabatik düşme oranı ile 1000 mb üzerinde sıvı su eşdeğeri (mm)

MB	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$^{\circ}\text{C}$
990	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
980	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1
970	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1
960	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	1
950	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	1
940	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	1
930	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	1
920	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	7	1
910	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	1
900	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	9	9	1
890	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	1
880	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	1
870	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	12	12	1
860	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	10	10	11	12	13	1
850	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	11	11	12	13	14	1
840	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	10	11	12	13	14	15	1
830	5	5	6	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	1
820	5	6	6	7	7	8	8	9	10	11	11	12	13	14	15	17	1
810	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	1
800	6	6	7	7	8	8	9	10	11	12	12	13	15	16	17	18	1
790	6	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	1
780	6	7	7	8	8	9	10	11	11	12	13	14	16	17	18	19	1
770	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	1
760	6	7	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	17	18	19	21	1
750	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	1
740	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	22	1
730	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	21	23	1
720	7	7	8	9	10	11	11	12	13	15	16	17	18	20	22	23	1
710	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	24	1
700	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	24	1
690	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	21	23	25	1
680	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	24	25	1
670	7	8	9	10	11	11	12	14	15	16	17	19	20	22	24	26	1
660	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	24	26	1
650	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	25	27	1
640	8	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	21	23	25	27	1
630	8	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	20	22	24	26	28	1
620	8	9	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	26	28	1
610	8	9	9	10	11	12	13	15	16	17	19	20	22	24	26	28	1
600	8	9	9	10	11	12	13	15	16	17	19	21	23	25	27	29	1
590	8	9	10	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	25	27	29	1
580	8	9	10	11	11	13	14	15	16	18	19	21	23	25	27	30	1
570	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	21	23	25	27	30	1
560	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	21	23	26	28	30	1
550	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	24	26	28	30	1
540	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	24	26	28	31	1
530	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	24	26	28	31	1
520	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	26	28	31	1
510	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	26	29	31	1
500	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	27	29	32	1
490	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	22	25	27	29	32	1
480	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	23	25	27	29	32	1
470	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	23	25	27	29	32	1
460	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	23	25	27	30	32	1
450	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	23	25	27	30	32	1
440	8	9	10	11	12	13	15	16	17	19	21	23	25	27	30	33	1
430	8	9	10	11	12	13	15	16	17	19	21	23	25	27	30	33	1
420	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	30	33	1
410	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	30	33	1
400	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
390	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
380	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
370	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
360	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
350	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
340	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
330	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
320	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
310	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
300	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
290	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
280	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
270	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
260	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
250	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
240	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
230	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
220	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
210	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1
200	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	1

Tablo 3.19 (Devam ediyor)

Doymuş psedo-adyabatik düşme oranı ile 1000 mb üzerinde sıvı su eşdeğeri (mm)

MB	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	°C
990	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
980	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
970	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	
960	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	
950	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	12	12	13	
940	7	7	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	14	15	16	
930	8	8	9	9	10	11	11	12	13	14	14	15	16	17	18	
920	9	9	10	10	11	12	13	14	14	15	16	17	19	20	21	
910	10	10	11	12	13	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	
900	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	26	
890	12	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	24	25	27	28	
880	12	13	14	15	16	17	18	20	21	23	24	26	27	29	31	
870	13	14	15	16	18	19	20	21	23	24	26	28	29	31	33	
860	14	15	16	18	19	20	21	23	24	26	28	30	32	34	36	
850	15	16	18	19	20	21	23	24	26	28	30	32	34	36	38	
840	16	17	19	20	21	23	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
830	17	18	19	21	22	24	26	27	29	31	33	35	38	40	43	
820	18	19	20	22	24	25	27	29	31	33	35	37	40	42	45	
810	19	20	21	23	25	26	28	30	32	34	37	39	42	44	47	
800	19	21	22	24	26	28	29	32	34	36	38	41	44	46	49	
790	20	22	23	25	27	29	31	33	35	38	40	43	46	49	52	
780	21	23	24	26	28	30	32	34	37	39	42	45	48	51	54	
770	22	23	25	27	29	31	33	35	38	41	43	46	49	53	56	
760	22	24	26	28	30	32	34	37	39	42	45	48	51	55	58	
750	23	25	27	29	31	33	35	38	41	44	47	50	53	57	60	
740	24	26	28	30	32	34	37	39	42	45	48	51	55	59	62	
730	24	26	28	30	33	35	38	40	43	46	50	53	57	60	64	
720	25	27	29	31	34	36	39	42	45	48	51	55	58	62	66	
710	26	28	30	32	35	37	40	43	46	49	53	56	60	64	68	
700	26	28	31	33	35	38	41	44	47	50	54	58	62	66	70	
690	27	29	31	34	36	39	42	45	48	52	55	59	63	68	72	
680	27	30	32	34	37	40	43	46	49	53	57	61	65	69	74	
670	28	30	33	35	38	41	44	47	51	54	58	62	67	71	76	
660	29	31	33	36	39	42	45	48	52	55	60	64	68	73	78	
650	29	31	34	37	39	42	46	49	53	57	61	65	70	75	80	
640	29	32	35	37	40	43	46	50	54	58	62	67	71	76	81	
630	30	32	35	38	41	44	47	51	55	59	63	68	73	78	83	
620	30	33	36	38	42	45	48	52	56	60	65	69	74	79	85	
610	31	33	36	39	42	45	49	53	57	61	66	71	76	81	87	
600	31	34	37	40	43	46	50	54	58	62	67	72	77	82	88	
590	32	34	37	40	43	47	51	55	59	63	68	73	78	84	90	
580	32	35	38	41	44	48	51	55	60	64	69	74	80	85	91	
570	32	35	38	41	45	48	52	56	61	65	70	75	81	87	93	
560	33	36	39	42	45	49	53	57	61	66	71	77	82	88	94	
550	33	36	39	42	46	49	53	58	62	67	72	78	83	90	96	
540	33	36	39	43	46	50	54	58	63	68	73	79	85	91	97	
530	34	37	40	43	47	50	55	59	64	69	74	80	86	92	99	
520	34	37	40	43	47	51	55	60	64	70	75	81	87	93	100	
510	34	37	40	44	48	51	56	60	65	70	76	82	88	95	102	
500	34	37	41	44	48	52	56	61	66	71	77	83	89	96	103	
490	35	38	41	45	48	52	57	61	66	72	78	84	90	97	104	
480	35	38	41	45	49	53	57	62	67	73	79	85	91	98	105	
470	35	38	42	45	49	53	58	62	68	73	79	85	92	99	106	
460	35	38	42	45	49	54	58	63	68	74	80	86	93	100	108	
450	35	39	42	46	50	54	58	63	69	74	81	87	94	101	109	
440	35	38	42	46	50	54	59	64	69	75	81	88	95	102	110	
430	36	39	42	46	50	55	59	64	70	76	82	88	96	103	111	
420	36	39	43	46	50	55	60	65	70	76	82	89	96	104	112	
410	36	39	43	47	51	55	60	65	71	77	83	90	97	105	113	
400	36	39	43	47	51	55	60	65	71	77	84	90	98	105	114	
390	36	39	43	47	51	56	60	66	71	77	84	91	98	106	115	
380	36	39	43	47	51	56	61	66	72	78	85	92	99	107	115	
370	36	40	43	47	51	56	61	66	72	78	85	92	100	108	116	
360	36	40	43	47	51	56	61	66	72	79	85	93	100	108	117	
350	36	40	43	47	52	56	61	67	73	79	86	93	101	109	118	
340	36	40	43	47	52	56	61	67	73	79	86	93	101	109	118	
330	36	40	43	47	52	56	61	67	73	79	86	94	102	110	119	
320	36	40	44	48	52	57	62	67	73	80	87	94	102	111	120	
310	36	40	44	48	52	57	62	67	73	80	87	94	102	111	120	
300	36	40	44	48	52	57	62	67	74	80	87	95	103	111	121	
290	36	40	44	48	52	57	62	68	74	80	87	95	103	112	121	
280	36	40	44	48	52	57	62	68	74	80	88	95	103	112	121	
270	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	95	104	112	122	
260	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	104	113	122	
250	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	104	113	122	
240	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	104	113	123	
230	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	104	113	123	
220	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	104	113	123	
210	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	105	114	123	
200	36	40	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	105	114	123	

Tablo 3.20: 1000 mb çığ noktasının ($^{\circ}\text{C}$) fonksiyonu olarak doymuş psedo-adyabatik atmosferde 1000 mb yer ile belirtilen yükseklik arasında yağabilir su (mm)

(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$^{\circ}\text{C}$
200	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
400	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	
600	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	
800	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	
1 000	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	9	9	10	10	11	
1 200	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	11	12	13	
1 400	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	10	11	12	13	14	15	
1 600	5	6	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	13	14	15	16	
1 800	6	6	7	7	8	9	9	10	11	12	12	13	14	15	17	18	
2 000	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	13	14	16	17	18	19	
2 200	7	7	8	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	
2 400	7	8	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	
2 600	7	8	8	9	10	11	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	
2 800	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	22	24	
3 000	8	8	9	10	10	11	12	13	14	15	17	18	20	21	23	25	
3 200	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	24	26	
3 400	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	24	26	
3 600	8	9	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	23	25	27	
3 800	8	9	10	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	26	28	
4 000	8	9	10	11	11	12	14	15	16	17	19	21	22	24	26	28	
4 200	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	25	27	29	
4 400	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	21	23	25	27	29	
4 600	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	24	25	28	30	
4 800	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	24	26	28	30	
5 000	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	26	28	31	
5 200	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	26	29	31	
5 400	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	26	29	31	
5 600	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	22	24	27	29	32	
5 800	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	22	25	27	29	32	
6 000	8	9	10	11	12	13	15	16	17	19	21	23	25	27	30	32	
6 200	8	9	10	11	12	13	15	16	17	19	21	23	25	27	30	32	
6 400	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	30	33	
6 600	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	30	33	
6 800	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	30	33	
7 000	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	
7 200	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	
7 400	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	
7 600	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	
7 800	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	25	28	30	33	
8 000	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	26	28	30	33	
8 200	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	26	28	30	33	
8 400	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	26	28	30	33	
8 600	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	26	28	30	33	
8 800	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	26	28	30	33	
9 000	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	26	28	31	33	
9 200	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	23	26	28	31	33	
9 400						14	15	16	18	19	21	23	26	28	31	33	
9 600						14	15	16	18	19	21	23	26	28	31	33	
9 800						14	15	16	18	19	21	23	26	28	31	33	
10 000						14	15	16	18	19	21	23	26	28	31	33	
11 000											21	23	26	28	31	33	
12 000												21	23	26	28	31	33

Tablo 3.20: (Devamı)

(°)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	°C
200	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	
400	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	12	
600	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	14	15	15	16	17	
800	10	10	11	12	13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1 000	12	13	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	25	26	28	
1 200	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	26	27	29	31	32	
1 400	16	17	18	19	20	22	23	24	26	28	29	31	33	35	37	
1 600	17	19	20	21	23	24	25	27	29	31	33	35	37	39	41	
1 800	19	20	22	23	25	26	28	30	32	34	36	39	41	43	46	
2 000	21	22	24	25	27	29	31	33	35	37	39	42	44	47	50	
2 200	22	24	25	27	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	54	
2 400	23	25	27	29	31	33	35	37	40	43	45	48	51	54	57	
2 600	24	26	28	30	32	35	37	40	42	45	48	51	55	58	61	
2 800	26	27	30	32	34	36	39	42	45	48	51	54	58	61	65	
3 000	27	29	31	33	35	38	41	44	47	50	53	57	61	64	68	
3 200	28	30	32	34	37	40	42	45	49	52	56	59	63	67	71	
3 400	29	31	33	36	39	41	44	47	51	54	58	62	66	70	74	
3 600	29	32	34	37	39	42	45	49	52	56	60	64	68	73	77	
3 800	30	32	35	38	41	44	47	50	54	58	62	66	70	75	80	
4 000	31	33	36	39	42	45	48	52	56	60	64	68	73	78	83	
4 200	31	34	37	40	43	46	49	53	57	61	65	70	75	80	85	
4 400	32	34	37	40	44	47	51	54	58	63	67	72	77	82	87	
4 600	32	35	38	41	44	48	52	56	60	64	69	74	79	84	90	
4 800	33	36	39	42	45	49	53	57	61	65	70	75	81	86	92	
5 000	33	36	39	42	46	50	54	58	62	67	72	77	82	88	94	
5 200	34	37	40	43	47	50	54	59	63	68	73	78	84	90	96	
5 400	34	37	40	44	47	51	55	60	64	69	74	80	85	92	98	
5 600	35	38	41	44	48	52	56	60	65	70	76	81	87	93	100	
5 800	35	38	41	45	48	52	57	61	66	71	77	82	88	95	101	
6 000	35	38	42	45	49	53	57	62	67	72	78	84	90	96	103	
6 200	35	38	42	45	49	54	58	63	68	73	79	85	91	97	104	
6 400	35	39	42	46	50	54	58	63	68	74	80	86	92	99	106	
6 600	36	39	42	46	50	54	59	64	69	74	80	87	93	100	107	
6 800	36	39	42	46	50	55	60	65	70	75	81	87	94	101	108	
7 000	36	39	43	46	51	55	60	65	70	75	82	88	95	102	110	
7 200	36	39	43	47	51	55	60	65	71	76	82	89	96	103	111	
7 400	36	39	43	47	51	56	61	66	71	77	83	90	97	104	112	
7 600	36	39	43	47	51	56	61	66	72	77	83	90	98	105	113	
7 800	36	39	43	47	51	56	61	66	72	78	84	91	98	106	114	
8 000	36	40	43	47	52	56	61	67	72	78	85	92	99	107	115	
8 200	36	40	43	47	52	57	62	67	73	78	85	92	100	108	115	
8 400	36	40	43	47	52	57	62	67	73	79	85	92	100	108	116	
8 600	36	40	43	47	52	57	62	68	73	79	86	93	101	109	117	
8 800	36	40	43	47	52	57	62	68	73	79	86	93	101	109	118	
9 000	36	40	43	47	52	57	62	68	74	80	86	94	102	110	118	
9 200	36	40	43	48	52	57	62	68	74	80	87	94	102	110	119	
9 400	36	40	44	48	52	57	62	68	74	80	87	94	102	110	119	
9 600	36	40	44	48	52	57	63	69	74	80	87	94	102	111	120	
9 800	36	40	44	48	52	57	63	69	74	80	87	95	103	111	120	
10 000	37	40	44	48	52	57	63	69	74	80	87	95	103	112	121	
11 000	37	40	44	48	52	57	63	69	74	81	88	96	104	113	122	
12 000	37	40	44	48	52	57	63	69	74	81	88	96	105	114	123	
13 000					52	57	63	69	74	81	88	97	105	114	124	
14 000					52	57	63	69	74	81	88	97	105	115	124	
15 000										81	88	97	106	115	124	
16 000										81	88	97	106	115	124	
17 000										81	88	97	106	115	124	

değeri çıkarılarak fırtınanın gerçek yağabilir su (W_{ac}) değeri elde edilmiş ve Tablo 3.21'de gösterilmiştir.

Tablo 3.21: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri

1000 mb ort. işba sıcaklığı (°C)	Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi (1250 m) (mm)	Gerçek yağabilir su (mm)
12.4	26.2	11.4	14.8

3.3.1.2. Maksimum Yağabilir Su (W_{max})

Aynı tarihli fırtınanın W_{max} değerini hesaplayabilmek için yukarıda belirtilen meteoroloji istasyonlarının gözlem süresinde her ayın (o tarihe bağlı kalmaksızın) 12 saat süreli hakim max. B.B. değerlerinin aylık sürelerde tekerrür analizleri yapılmış ve Tablo 3.22'de Pazar, Tablo 3.23'de Kaptanpaşa, Tablo 3.24'de İkizdere meteoroloji istasyonlarının yıllık tekerrürlü B.B. değerleri gösterilmiştir. Bunlar Ek-1'de gösterilmiş olan Gumbel dağılımı programı ile hesaplanmıştır. Bu değerler temsil ettikleri ayın 15'ine işaretlenmiştir. Daha sonra 100 yıl tekerrürlü B.B. 'larının zarf eğrisi çizilmiştir. Daha önceden yapılan çalışmalarda her ayın max. B.B. değerleri alınır ve bu noktalardan zarf eğrisi geçirilir. (Kutoğlu,1981). Bu çalışmada her iki durum için işlemler yapılarak zarf eğrileri geçirilmiş ve aralarında çok büyük bir fark olmadığı gözlenmiştir. Fakat tekerrürlü zarf eğrisiyle yapılacak olan çalışma daha güvenilir sonuç vereceği için seçilmiştir. Şekil 3.9'da Pazar, Şekil 3.10'da Kaptanpaşa, Şekil 3.11'de de İkizdere meteoroloji istasyonlarının 12 saat süreli hakim max. B.B.'ları ve max. B.B.'ları zarf eğrileri gösterilmiştir. Fırtınanın gözleendiği tarihten fırtınanın artım yönünde 15 gün önce veya 15 gün sonraki tarihe rastlayan max. B.B. değerleri alınmıştır. Bu işlemler her bir istasyon için yapılmıştır. Bu değerler daha önce gerçek yağabilir suyun hesabında

Tablo 3.22: Pazar Meteoroloji istasyonu 12 saat süreli hakim maksimum B.B. tekerrür değerleri (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık)

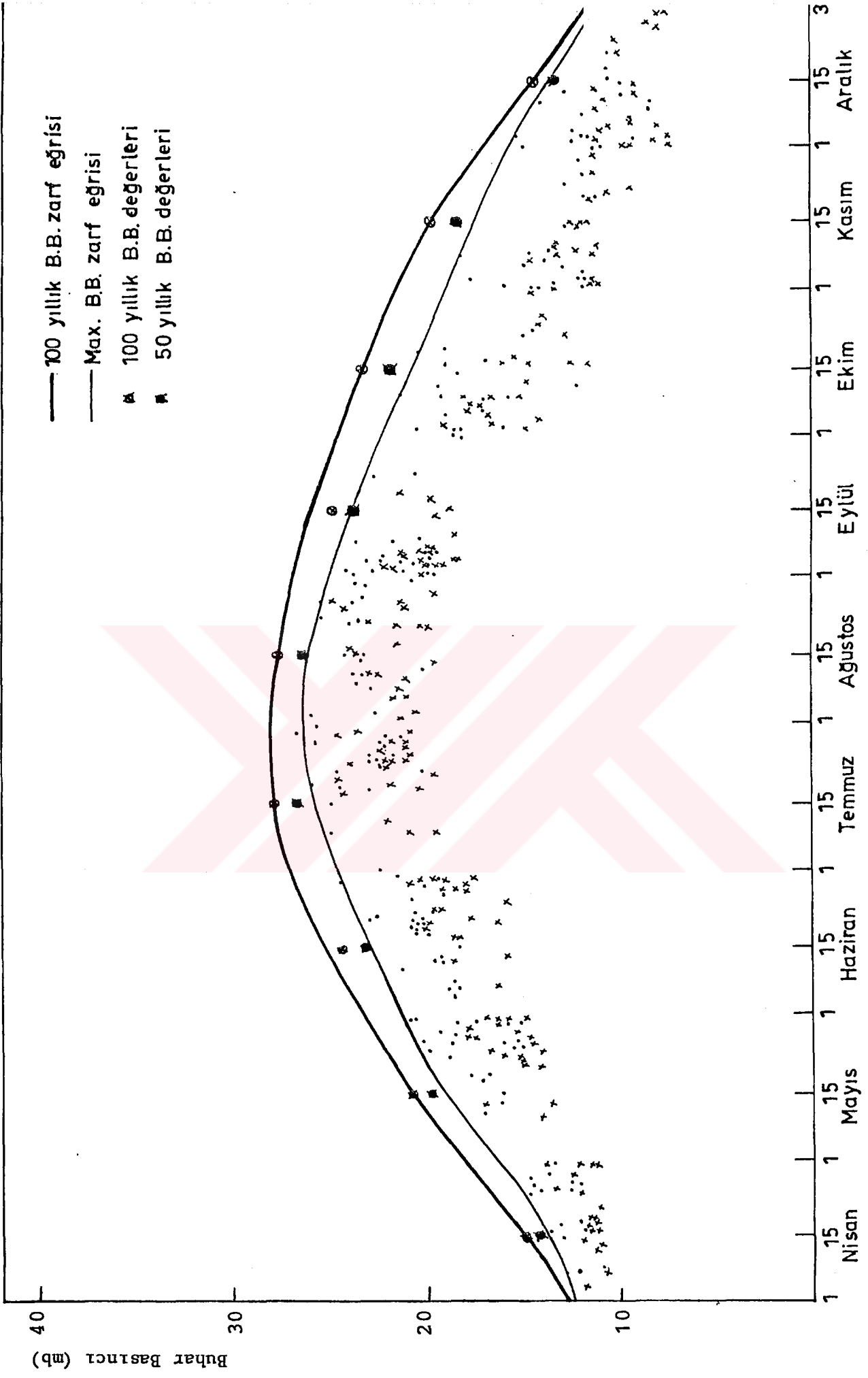
Tekerrür yılları	A Y L A R								
	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kasım	Aralık
X ₂	12.332	17.192	20.759	23.831	23.665	21.205	16.237	13.138	10.524
X ₅	13.822	19.469	22.594	26.604	26.034	23.357	18.261	14.990	11.868
X ₁₀	14.808	20.977	23.810	28.440	27.603	24.782	19.601	16.216	12.758
X ₂₅	16.054	22.882	25.345	30.760	29.585	26.582	21.294	17.765	13.882
X ₅₀	16.979	24.295	26.685	32.481	31.056	27.918	22.550	18.915	14.717
X ₁₀₀	17.896	25.698	27.615	34.190	32.515	29.244	23.797	20.055	15.545

Tablo 3.23: Kaptanpaşa Meteoroloji istasyonu 12 saat süreli hakim maksimum B.B. tekerrür değerleri (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık)

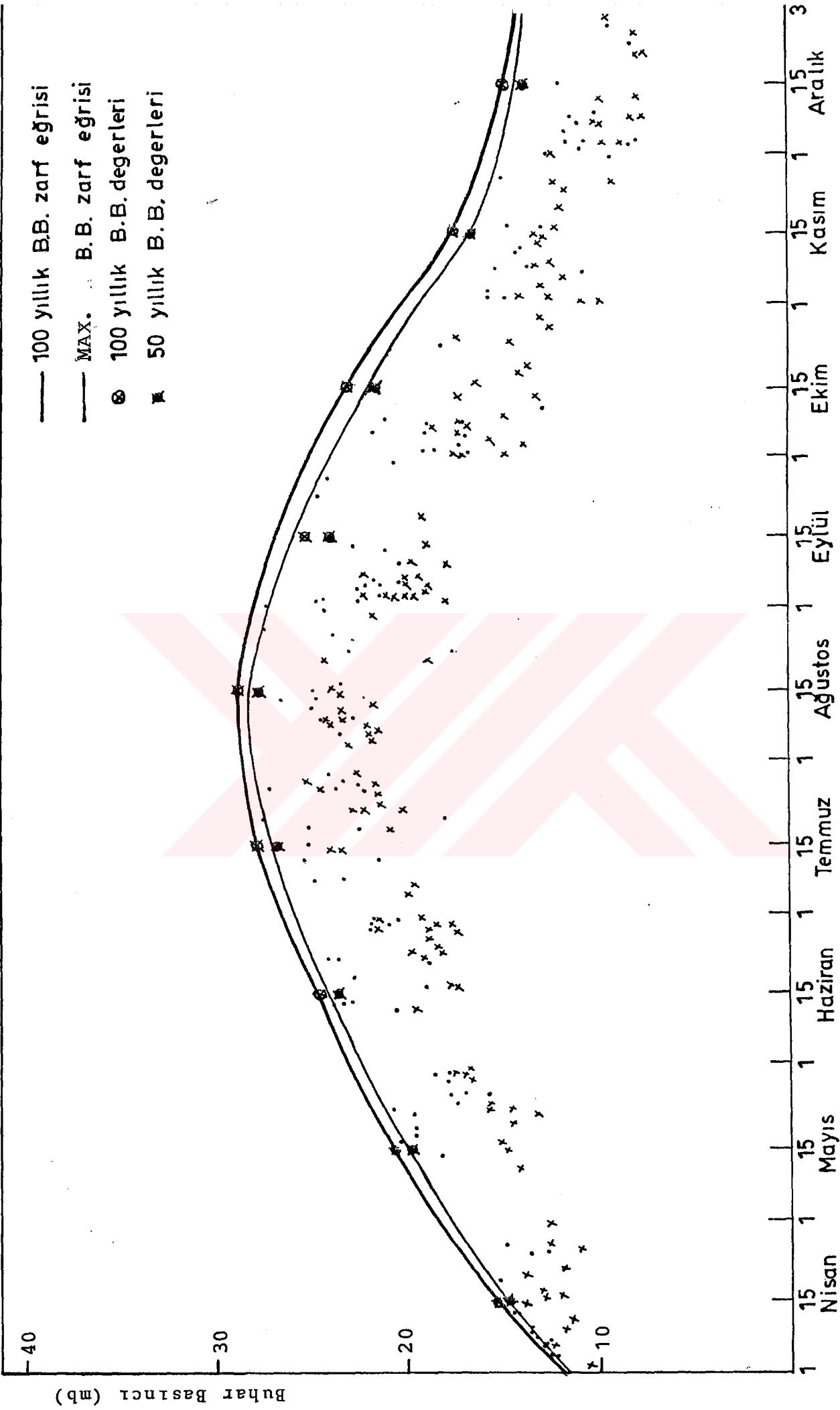
Tekerrür yılları	A Y L A R								
	Nis.	May.	Haz.	Temmuz	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kasım	Aralık
X ₂	11.488	15.285	18.042	21.479	21.333	19.681	14.734	11.857	8.956
X ₅	12.321	16.653	19.580	23.059	22.899	20.803	16.942	13.901	10.327
X ₁₀	12.872	17.558	20.599	24.105	23.936	21.546	18.404	15.254	11.235
X ₂₅	13.569	18.703	21.886	25.427	25.247	22.484	20.252	16.964	12.382
X ₅₀	14.086	19.552	22.841	26.408	26.218	23.181	21.622	18.233	13.233
X ₁₀₀	14.599	20.395	23.789	27.381	27.183	23.872	22.983	19.492	14.077

Tablo 3.24: İkizdere Meteoroloji istasyonu 12 saat süreli hakim maksimum B.B. tekerrür değerleri (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık)

Tekerrür yılları	A Y L A R								
	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kasım	Aralık
X ₂	11.180	14.327	17.680	20.073	20.933	18.286	14.156	11.087	8.375
X ₅	12.049	15.664	19.084	21.658	22.528	19.576	16.128	12.496	9.822
X ₁₀	12.621	16.549	20.014	22.708	23.585	20.429	17.433	13.428	10.780
X ₂₅	13.346	17.668	21.188	24.034	24.920	21.507	10.083	14.607	11.991
X ₅₀	13.884	18.498	22.060	25.018	25.910	22.307	20.307	15.481	12.889
X ₁₀₀	14.418	19.322	22.925	25.995	26.893	23.101	21.522	16.349	13.780



Şekil 3 10 : Kaptanpaşa meteoroloj istasyonu 100 yıllık ve max. B.B. eğrileri



Şekil 3.11: İkizdere meteoroloji istasyonu 100 yıllık ve max. B.B. eğrileri

anlatıldığı gibi işba sıcaklığına dönüştürülmüş ve deniz seviyesine indirgenmiştir. W_{ac} nin elde edilmesinde açıklandığı gibi 1000 mb ortalama işba sıcaklığı bulunmuş ve Tablo 3.25'de gösterilmiştir.

Tablo 3.25: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın 1000 mb daki ortalama işba sıcaklığı (max.)

İstasyon	12 saat süreli hakim max. B.B (mb)	Kot	İşba sıcaklığı (°C)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
Pazar	34.2	79.2	26.3	22.1
Kaptanpaşa	27.4	525	22.6	18.5
İkizdere	26.0	800	21.8	18.1
Ortalama				19.6

Yağabilir su, akış engeli düzeltmesi hesaplanmış ve max. gerçek yağabilir su değeri Tablo 3.26'da gösterilmiştir.

Tablo 3.26: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın W_{max} (gerçek yağabilir su) değeri

1000 mb ort. işba sıcaklığı (°C)	Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi (1250 m) (mm)	Gerçek Yağabilir su (mm)
19.6	50.4	18.1	32.3

29-31/7/1977 tarihli fırtınanın maksimizasyon katsayısı;

$$\frac{W_{max}}{W_{ac}} = \frac{32.3}{14.8} = 2.2$$

hesaplanmıştır.

Tablo 3.15'deki değerler maksimizasyon katsayısı ile çarpılarak standart alanlarda olası maksimum yağışın derinlik-alan-süre değerleri Tablo 3.27a'da verilmiştir. Bu değerler Şekil 3.6 da noktalanarak olası maksimum yağışın derinlik-alan-süre değerleri elde edilmiştir. Havza için olası max.yağış değeri 176.4 mm bulunmuştur.

Tablo 3.27a: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın olası max. yağış derinlikleri

STANDART ALANLAR (km ²)	ZAMAN (saat)		
	12	24	36
25	259.6	349.8	398.2
50	253.4	329.8	382.8
100	243.5	302.3	349.1
250	220.7	261.8	298.1
500	195.4	224.4	249.5
750	176.9	198.4	216.9
1000	162.6	177.1	193.6
1216.3	150.0	162.4	176.4

Tablo 3.27b: 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın olası max. yağış derinlikleri

STANDART ALANLAR (km ²)	ZAMAN (saat)		
	12	24	36
25	143.8	211.6	232.3
50	139.2	206.8	227.9
100	130.4	195.5	218.3
250	113.2	172.5	190.4
500	94.1	144.4	161.0
750	80.5	124.0	138.0
1000	68.8	105.6	117.8
1216.3	60.0	90.9	101.0

Tablo 3.28: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın 1000 mb'daki ortalama işba sıcaklığı (Aktüel)

İstasyon	Aktüel hakim 12 saatlik max.B.B.(mb)	Kot (m)	İşba Sıcaklığı (°C)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
Pazar	17.6	79.2	15.5	11.1
Kaptanpaşa	16.7	525.0	14.7	11.0
İkizdere	15.8	800.0	13.8	10.8
Ortalama				11.0

Tablo 3.29: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri

1000 mb ortalama işba sıcaklığı (°C)	Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi 1600 m (mm)	Gerçek yağabilir su (mm)
11.0	23.0	12.0	11.0

Tablo 3.30: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın 1000 mb'daki ortalama işba sıcaklığı (max.)

İstasyon	Hakim max. 12 saatlik B.B. (mb)	Kot (m)	İşba sıcaklığı (°C)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
Pazar	32.6	79.2	25.5	20.9
Kaptanpaşa	25.7	525.0	21.6	17.3
İkizdere	23.8	800.0	20.3	17.0
Ortalama				18.4

Tablo 3.31: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın W_{max} (gerçek yağabilir su) değeri

1000 mb ortalama işba sıcaklığı (°C)	Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi 1600 m (mm)	Gerçek yağabilir su (mm)
18.4	45.6	20.4	25.2

5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın maksimizasyon katsayısı

$$\frac{W_{max}}{W_{ac}} = \frac{25.2}{11.0} = 2.3 \text{ dür.}$$

3.3.2. Noktasal Maksimizasyon

Havza için en büyük noktasal yağışı verebilecek olan bir istasyon için B.B değerleri alınıp 3.3.1.1 ve 33.1.2 de anlatıldığı gibi hesaplanmış ve aşağıda tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 3.32: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın noktasal 1000 mb daki işba sıcaklığı

Pazar İst. gün ve yağış	12 saat süreli işba hakim aktüel B.B. (mb)	İşba sıcaklığı (°C)	Kot (m)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
29	-	-	-	-
30 (110)	24.3	20.6	79.2	15.5
31 (529)	17.2	15.1		11.0

Tablo 3.33: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın noktasal W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri

Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi (1250 m) (mm)	Gerçek yağabilir su (mm)
34.5	14.0	20.5
23.0	10.3	12.7

Tablo 3.34: 20-31/7/1977 tarihli fırtınanın noktasal 1000 mb'daki işba sıcaklığı (mx.)

Pazar İst. gün ve yağış	12 saat süreli işba hakim max. B.B (mb)	İşba sıcaklığı (°C)	Kot (m)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
29				
30 (110)	34.2	26.3		22.1
31 (52.9)	34.2	26.3	79.2	22.1

Tablo 3.35: 29-31/7/ 1977 Tarihli fırtınanın noktasal W_{max} (gerçek yağabilir su) değeri

Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi (1250 m) (mm)	Gerçek yağabilir (mm)
62.6	20.9	41.7
62.6	20.9	41.7

$$P_{max_N} = P_{ac_N} \left(\frac{W_{max}}{W_{ac}} \right)_N = 110 \frac{41.7}{20.5} = 223.8 \times 0.44 = 98.5$$

$$= 52.9 \frac{41.7}{12.7} = 173.7 \times 0.44 = 76.4$$

P_{max_N} değerleri Tablo 3.15'den $1216.3/25 = 80.2/181 = 0.44$ ile çarpılarak yağış alanına dağıtılmıştır.

Tarihi fırtına için OMY (olası maksimum yağış) değeri 176.4 mm'ye yakın bir değer çıkmıştır. Bu da işlemlerimizin doğruluğu göstermektedir.

3.4. NET YAĞIŞ (yüzeysel Akış)

3.4.1. Toplam Yağışın Zamansal Dağılımı

Proje yağış alanlarında oluşan fırtına yağışlarının kritik yağış süresi yaklaşık 24 saattir (Özdemir,1978). Fiziksel yöntemle maksimize edilmiş tarihi fırtınaların zaman dağılımları toplam yağış incelendiğinde (Tablo 3.13) yaklaşık %65'inin ilk 12 saatte %85'inin 24 saatte ve %100'ünün de 36 veya 48 saatte düştüğü görülmüştür. Yağışın derinlik-alan-süre eğrileride yaklaşık olarak aynı zaman dağılımını göstermektedir. İşlemler 2232 nolu Topluca hidrometri istasyonu için yapılmıştır. 940 km²'lik yağış alanının $P_{max} = 200$ mm değeri bu zaman dağılımı yüzdelerine uygun olarak 12 saatlik yağış bloklarına bölünmüştür. (EİE, 1988). Zamanın

Tablo 3.36: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın 1000 mb'daki işba sıcaklığı (Aktüel)

Kaptanpaşa İstasyonu gün ve yağış	12 saatlik Hakim Aktüel B.B. (mb)	İşba Sıcaklığı (°C)	Kot (m)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
5				
6 (18.8)	16.7	14.7	525	11.1
7 (106.4)	15.6	13.6		10.3

Tablo 3.37: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın W_{ac} (gerçek yağabilir su) değeri

Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi 1600 m (mm)	Gerçek yağabilir su (mm)
23.2	12.1	11.1
21.6	11.3	10.3

Tablo 3.38: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın 1000 mb'daki işba sıcaklığı (max.)

Kaptanpaşa İstasyonu gün ve yağış	12 saat süreli hakim max. B.B. (mb)	İşba sıcaklığı (°C)	Kot (m)	1000 mb işba sıcaklığı (°C)
5				
6 (18.8)	25.6	21.5	525	17.3
7 (106.4)	25.7	21.6		17.4

Tablo 3.39: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın W_{max} (gerçek yağabilir su) değeri

Yağabilir su (mm)	Akış engeli düzeltmesi 1600 m (mm)	Gerçek yağabilir su (mm)
41.2	19.3	21.9
41.6	19.4	22.2

5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın noktasal olası max. yağış değeri

$$P_{\max_N} = P_{ac_N} \left(\frac{W_{\max}}{W_{ac}} \right)_N = 18.8 \frac{21.9}{11.1} = 37.1 \times 0.43 = 15.95$$

$$= 106.4 \frac{22.2}{10.3} = 229.3 \times 0.43 = 98.60$$

dir.

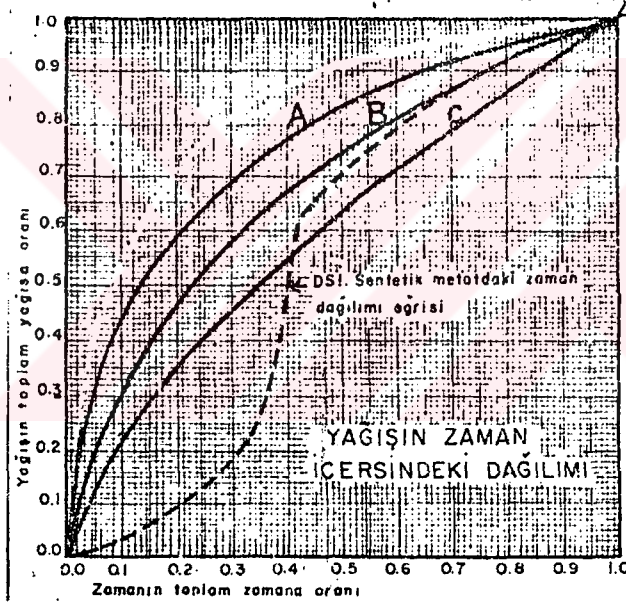
114.55 mm

toplam zamana oranı

$$\frac{12}{36} = 0.33 ; \quad \frac{24}{36} = 0.67 ; \quad \frac{36}{36} = 1.00$$

hesaplanmıştır.

Türkiye'de yağışın zaman içersindeki dağılımı incelenerek (Özdemir, 1978) fırtına havzası için B zaman dağılım eğrisi alınmıştır. Hesaplanmış olan zamanın toplam zamana oranı değerleri Şekil 3.12'de apsisten girilerek B eğrisi kestirilmiş ve yağışın toplam yağışa oranı değerleri bulunmuştur. Toplam yağışın zaman içindeki dağılımı değeri de Tablo 3.40'da görüldüğü gibi yağışın toplam yağışa oranı değerlerinin birbirinden çıkarılması sonucu elde edilmiştir.



Şekil 3.12: Yağışın zaman içersindeki dağılımı

3.4.2. Yağış Bloklarının Hesabı

Şekil 3.6'dan 940 km^2 'lik alan için OMY değeri $P_{\text{max}} = 200 \text{ mm}$ bulunmuştur. Bu yağış değeri toplam yağışın zaman içindeki dağılımı değerleriyle oranlanarak yağış bloklarını oluşturmuştur. (Tablo 3.40).

Tablo 3.40: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın net yağış blokları

ZAMAN (saat)	Yağışın toplam yağışa oranı (%)	Toplam yağışın zaman içindeki dağılımı (%)	Yağış blokları P_{max} (mm)	Yığışımli yağış (mm)	Yığışımli net yağış blokları (mm)	Net yağış blokları (mm)
12	61	61	122	122	88.45	88.45
24	86	25	50	172	136.44	47.99
36	100	14	28	200	163.70	27.26

Tablo 3.41: 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın net yağış blokları

ZAMAN (saat)	Yağışın toplam yağışa oranı	Toplam yağışın zaman içindeki dağılımı	Yağış blokları P_{max} (mm)	Yığışımli yağış (mm)	Yığışımli net yağış blokları (mm)	Net yağış blokları (mm)
12	61	61	75.60	75.60	45.65	45.65
24	86	25	31.00	106.60	73.97	28.32
36	100	14	17.40	124.00	90.34	16.37

3.4.3. Uygun Yağış-Akış Eğrisinin Belirlenmesi

Harita üzerinden yağış alanındaki zemin grupları ve bitki örtüsü miktarı planimetre ile ölçülerek arazi yüzdesi hesaplanmış (Özdemir,1978; Tablo 6) 'dan arazi grubu ve eğri numaraları belirlenmiştir. Eğri numaralarının yüzdeleri alınarak yağış alanı toplam eğri numarası 75 olarak hesaplanmış ve Tablo 3.42' de gösterilmiştir.

Tablo 3.42: Yağış alanı eğri numarası

Arazi durumu	Arazi grubu	Arazi %'si	Eğri No	Eğri No %'si
Ufak daneli	B	5	75	3.75
Çayırılık veya meydan	C	10	86	8.60
Orman çiftlik ağaçları	C	70	73	51.10
Yollar	D	5	92	4.60
Devamlı çayır	C	5	71	3.55
Sık ekilmiş bakliyat	B	5	72	3.60
Toplam eğri no				75.00

Yağış süresi 1 gün veya daha kısa süreli yağışlar için (Özdemir, 1978; Şekil 8)'in kullanılabileceğini fakat bir günden fazla süren yağışlar için önceki nem durumuna göre akış tahmini; günlük zaman bazı dikkate alınarak yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir. Bunun için (Özdemir,1978; Tablo 8)'den şart 1'in karşılığı olarak 75 eğri numarası şart 2'den 88 olarak hesaplanmıştır.

3.4.5. Net Yağış Bloklarının Hesabı

Tablo 3.40'daki yağış blokları yığılımlı olarak toplanıp yığılımlı yağışlar elde edilmiştir. (Özdemir,1978; Şekil 8)'de yağış değerleri girilip eğri numarası kestirilmiş ve akış değerleri okunmuştur. Ancak eğriden okunan değerlerden göz yanılmasıyla gelebilecek olan hatalardan dolayı Ek-2'deki yağışı akışa dönüş-

türen program yardımıyla hesaplanmış ve bu değerlerle yığışimli net yağış blokları elde edilmiştir. Bunlar birbirinden çıkartılarak net yağış (akış) blokları Tablo 3.40'da hesaplanmıştır.

3.5. BİRİM HİDROGRAF

2232 Nolu hidrometri istasyonunun hem limnigraf hem de 8. ve 16. saatlerdeki rasatçı notlarıyla okunan seviyelere karşı gelen debiler tarihi fırtına yılındaki anahtar eğrisinden Şekil 3.13'den okunarak akıma dönüştürülmüş ve Tablo 3.43'de gösterilmiştir. Zamana karşı gelen debiler işaretlenerek 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın hidrografi Şekil 3.15 elde edilmiştir. Baz akım doğrusu geçirilmiş ve dolaysız akış hacmi planimetre ile ölçülmüştür. Çizimde;

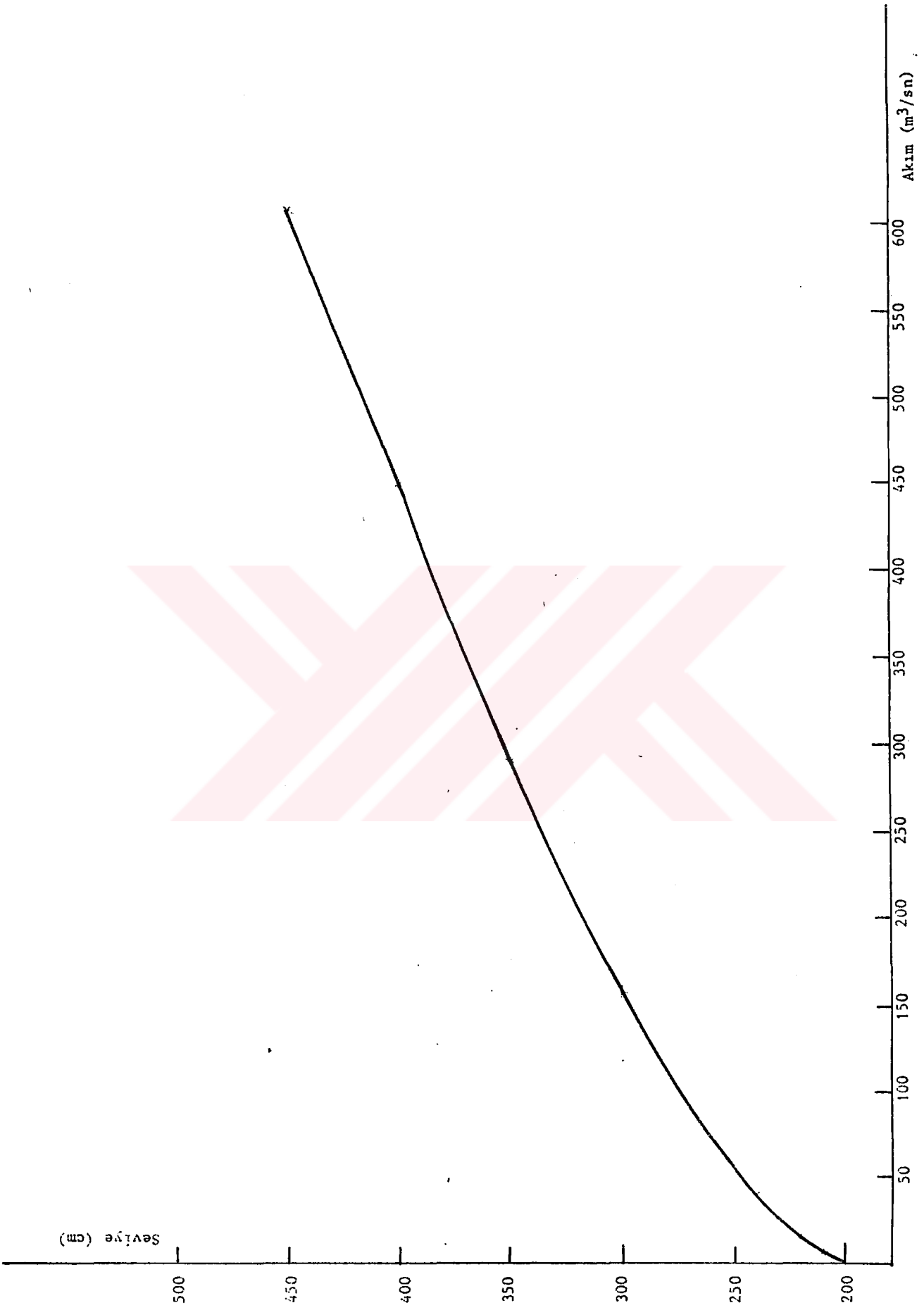
$$1 \text{ cm}^2 = 20 \text{ m}^3/\text{sn} \times 2.5 \times 60 \times 60 \text{ sn} = 180000 \text{ m}^3 \text{ 'dür.}$$

Planimetre ile toplam alan 89.3 cm^2 bulunmuştu.

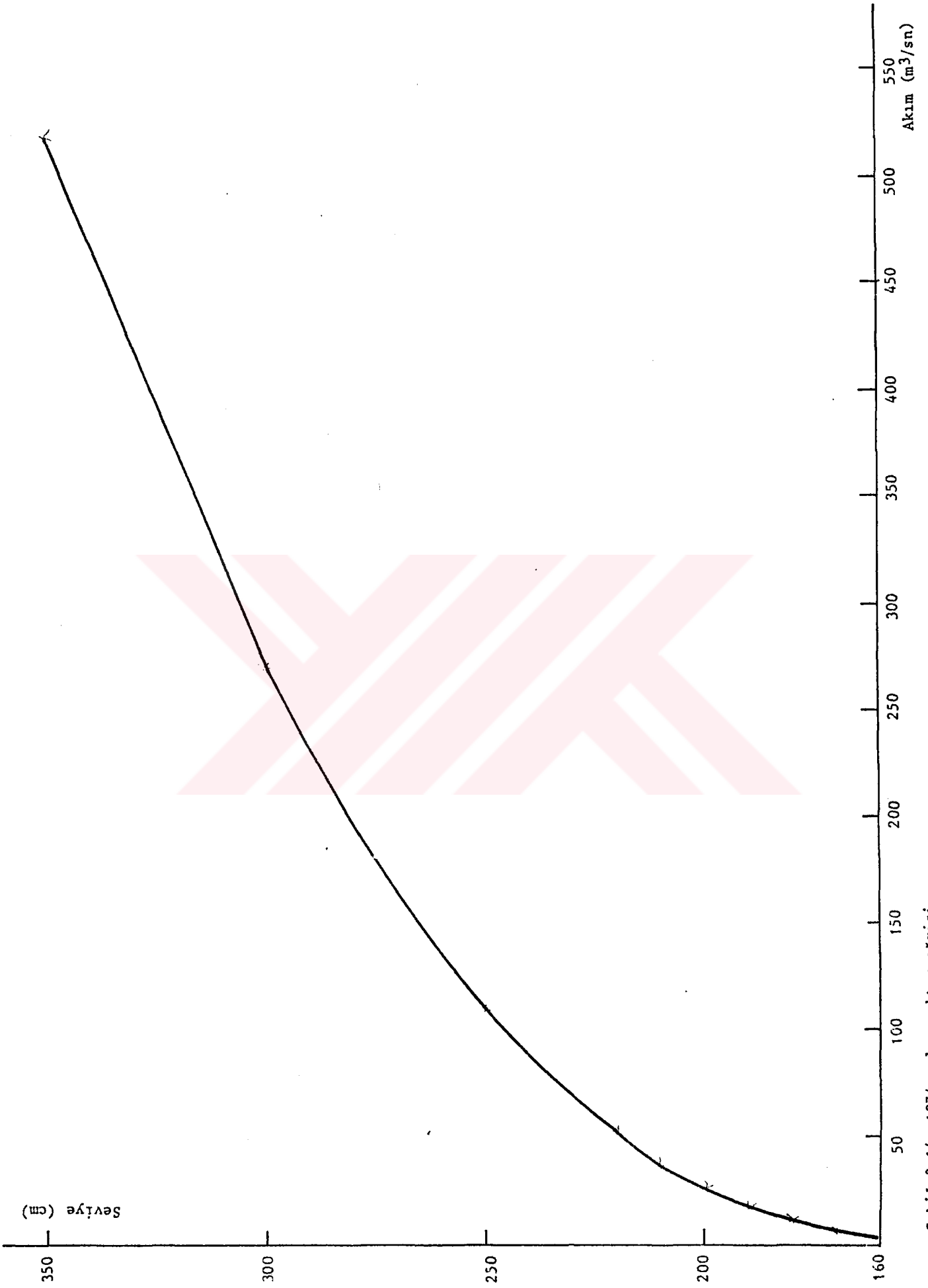
$$\text{Toplam hacim} = 89.3 \times 180000 = 16074000 \text{ m}^3 \text{ elde edilmiştir.}$$

$$\begin{aligned} \text{Dolaysız akış yüksekliği} &= \frac{V}{A} = \frac{16074 \times 10^6 \text{ m}^3}{940 \times 10^6 \text{ m}^2} = 0.0171 \text{ m} \\ &= 1.71 \text{ cm} \\ &= 17.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hidrograf değerlerinden baz akım değerleri çıkarılarak dolaysız akış hidrografı değerleri elde edilmiş, hidrograf değerleri dolaysız akış yüksekliğine bölünerek B.H. değerleri elde edilmiş ve Tablo 3.44'de gösterilmiştir. 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın birim hidrografı Şekil 3.16'da gösterilmiştir. Apsisi zaman (saat) ordinata da yağış şiddeti (mm/saat) yerleştirilerek hiyetograf Şekil 3.18'de çizilmiştir. Elde edilen birim hidrograf süresini belirlemek için hiyetograf üzerinde çizilen yatay bir çizgi ile hiyetografıta alanı artık yağış yüksekliği (dolaysız akış yüksekliği) 17.1 mm'ye eşit olan kısım ayrılmış ve doğrunun hiyetografı kestiği yerdeki zaman süresi 12 saat olarak okunmuştur. Böylece 12 saat-1 cm'lik B.H. Şekil 3.16'da gösterilmiştir



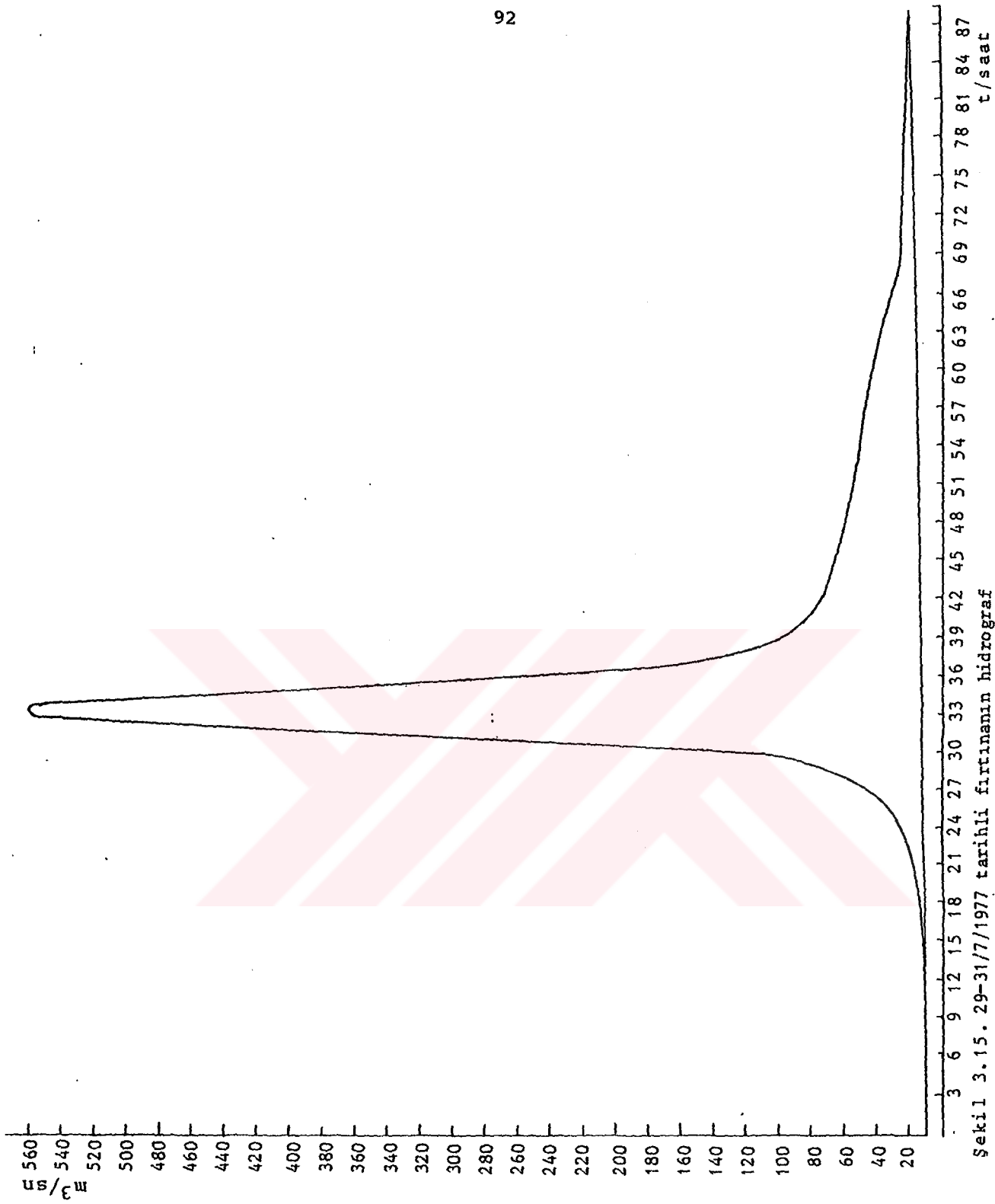
Sekil 3.13: 1977 Yılı anahtar eğrisi



Şekil 3.14: 1974 yılı anahtar eğrisi

Tablo 3.43: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın oluşturduğu taşkına ait seviye ve bunlara karşı gelen (anahtar eğrisinden) debiler

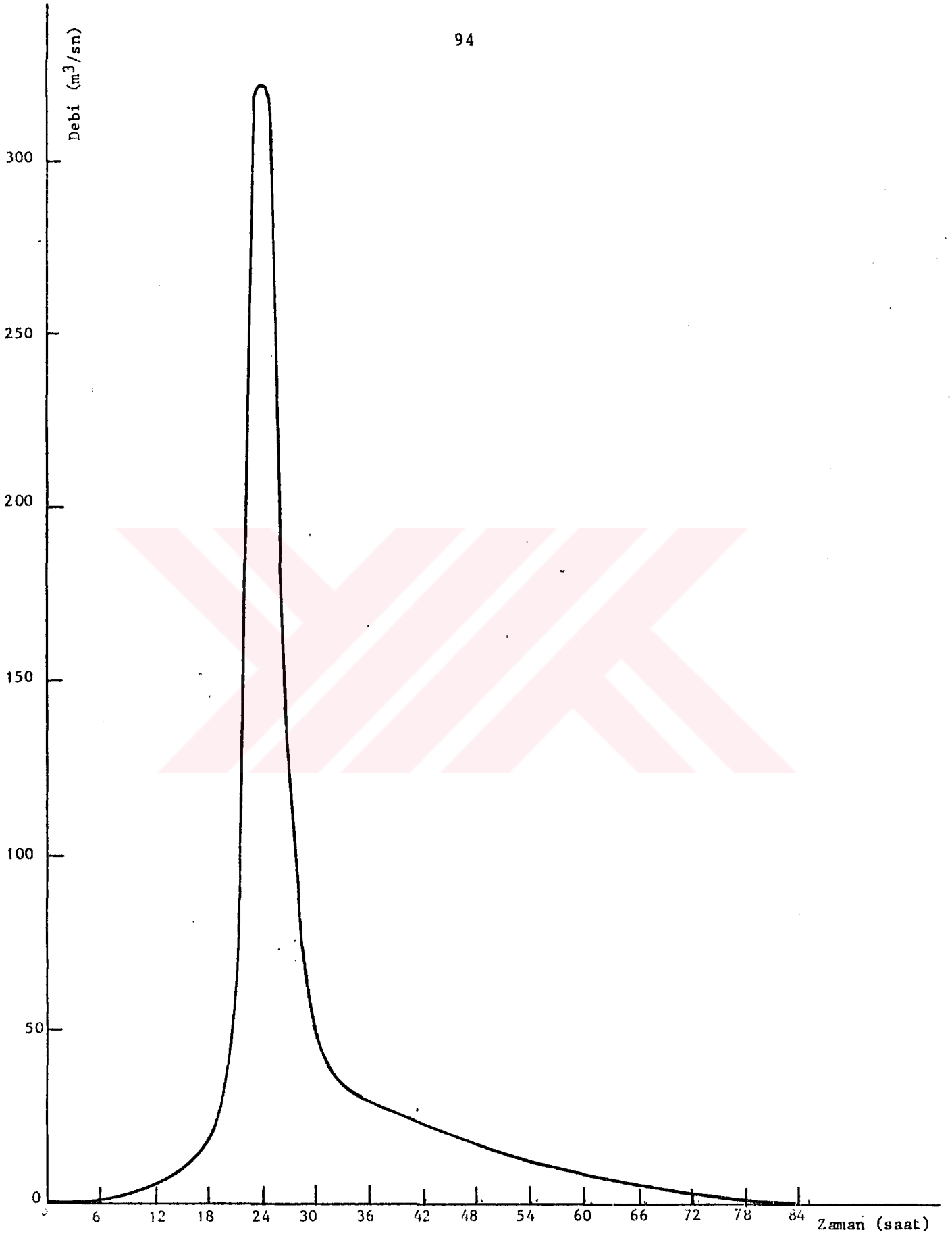
29/7/1977			30/7/1977			31/7/1977		
Zaman (saat)	Seviye (cm)	Debi (m ³ /sn)	Zaman (saat)	Seviye (cm)	Debi (m ³ /sn)	Zaman (saat)	Seviye (cm)	Debi (m ³ /sn)
1	215.00	11.25	1	233.00	30.25	1	251.00	57.8
2	214.50	10.63	2	237.00	30.25	2	250.50	57.50
3	214.25	10.31	3	241.00	41.25	3	249.50	54.70
4	214.00	10.00	4	250.00	57.50	4	249.00	53.75
5	213.75	10.00	5	264.00	80.00	5	248.00	52.50
6	213.50	9.75	6	290.00	138.75	6	247.00	51.25
7	213.25	9.00	7	328.00	231.25	7	246.5	50.31
8	213.00	8.75	8	400.00	448.00	8	246.00	50.00
9	213.00	8.75	9	434.00	562.00	9	245.00	47.50
10	213.20	9.00	10	420.00	511.25	10	244.00	46.25
11	213.50	9.50	11	360.00	321.25	11	243.00	43.75
12	213.75	9.75	12	322.00	215.00	12	241.00	41.85
13	214.25	10.31	13	300.00	158.00	13	240.50	40.31
14	214.50	10.63	14	283.00	117.50	14	239.00	38.75
15	215.00	11.25	15	273.00	97.50	15	237.50	37.19
16	216.00	11.88	16	266.00	83.75	16	236.00	35.00
17	217.00	12.50	17	263.00	78.75	17	234.00	32.20
18	218.00	13.33	18	260.35	73.75	18	232.50	30.00
19	219.75	14.69	19	258.50	70.30	19	230.50	27.50
20	220.50	16.75	20	257.00	67.80	20	228.75	26.70
21	222.50	18.00	21	255.50	65.30	21	228.00	26.00
22	224.50	20.00	22	254.50	65.00	22	228.00	26.00
23	226.50	22.50	23	253.00	62.50	23	227.00	25.75
24	230.00	27.50	24	252.00	60.00	24	226.75	25.50



Sekil 3.15. 29-31/7/1977 taribli firtinanin hidrograf

Tablo 3.44: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın 12 saat-1 cm'lik birim hidrografi verileri

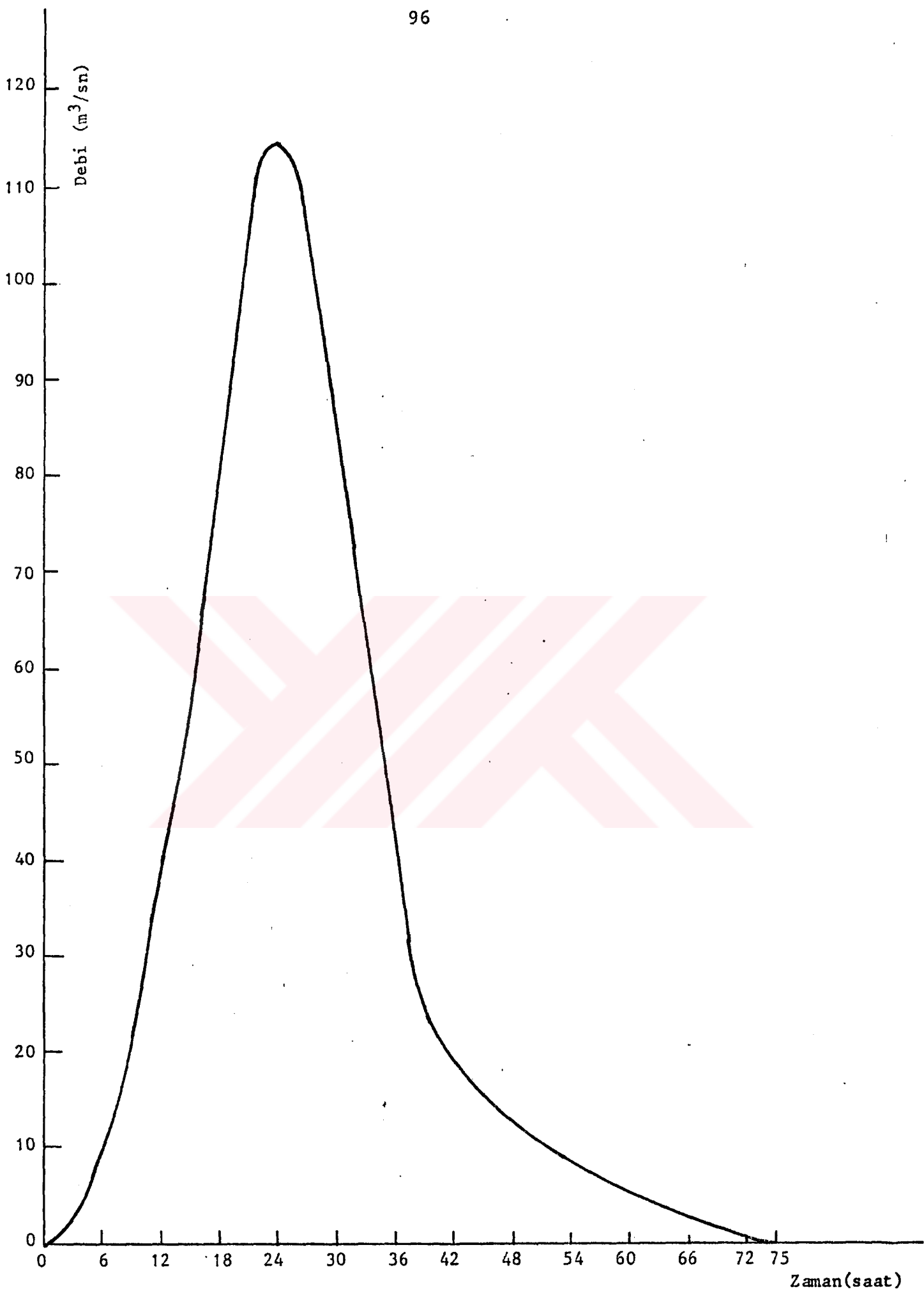
ZAMAN (saat)	Debi (m ³ /sn)	Taban akışı (m ³ /sn)	Dolaysız akış hidrografi (m ³ /sn)	12 saat-1 cm'lik B.H. (m ³ /sn)
0	8.75	8.75	0.00	0.00
3	8.80	8.75	0.50	0.50
6	11.00	9.25	1.75	1.02
9	13.33	9.90	3.43	2.01
12	18.00	10.00	8.00	4.68
15	26.00	10.00	16.00	9.36
18	41.25	10.80	30.45	17.81
21	138.75	11.25	127.50	74.56
24	562.00	12.00	550.00	321.64
27	215.00	12.00	203.00	118.71
30	97.50	12.25	85.25	49.85
33	72.75	13.00	59.75	34.94
36	65.30	13.75	51.55	30.15
39	60.00	14.00	46.00	26.90
42	54.70	14.50	40.20	23.51
45	51.25	15.00	36.25	21.20
48	47.50	15.25	32.25	18.86
51	41.85	15.50	26.35	15.41
54	37.19	16.00	21.19	12.39
57	30.00	16.00	14.00	8.19
60	26.00	16.25	9.75	5.70
63	25.50	17.00	8.50	4.97
66	25.00	17.50	7.50	4.39
69	24.25	18.00	6.25	3.65
72	23.90	18.10	5.40	3.16
75	22.00	19.00	3.00	1.75
78	21.00	19.50	1.50	0.88
81	20.50	19.75	0.75	0.44
84	20.00	20.00	0.00	0.00



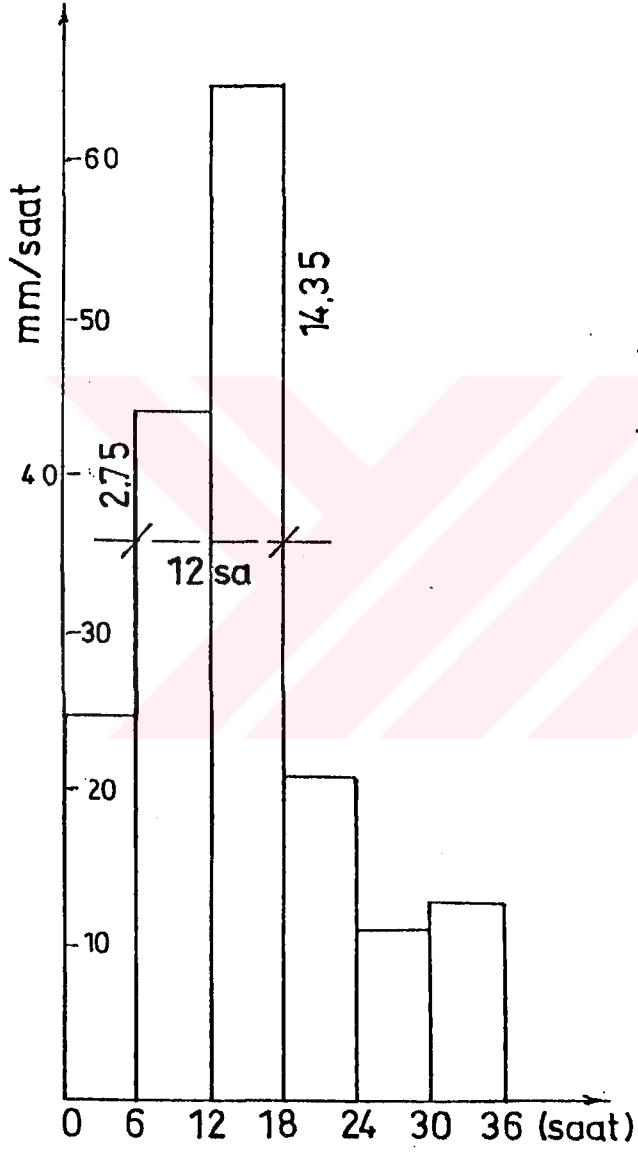
Şekil 3.16: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın 12saat-1 cm birim hidrografi

Tablo 3.45: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın 12 saat-1 cm'lik birim hidrografı verileri

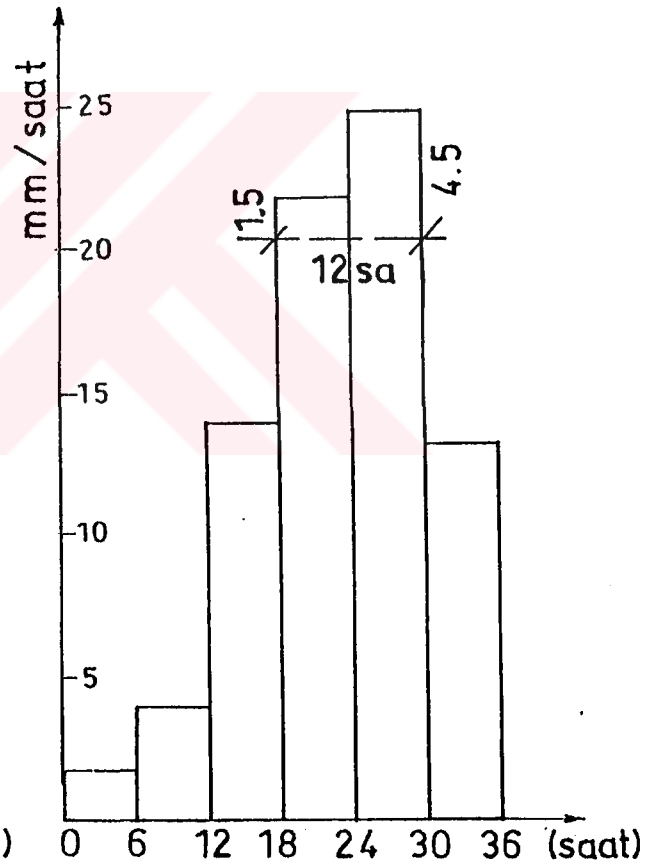
ZAMAN (saat)	Debi (m ³ /sn)	Taban akışı (m ³ /sn)	Dolaysız akış hidrografı (m ³ /sn)	12 saat-1 cm'lik Birim hidrograf (m ³ /sn)
0	60.00	60.00	0.00	0.00
3	60.50	59.00	1.50	2.50
6	62.50	56.50	6.00	10.00
9	67.50	55.50	12.00	20.00
12	76.50	55.00	21.50	35.83
15	88.25	55.00	33.25	55.42
18	101.50	55.00	46.50	77.50
21	116.50	55.00	61.50	102.50
24	123.50	55.00	68.50	114.17
27	118.50	55.25	63.25	105.42
30	116.50	55.50	61.00	101.67
33	93.50	55.50	38.00	63.33
36	81.50	55.60	25.90	43.17
39	69.75	55.75	14.00	23.33
42	66.00	55.85	10.15	16.92
45	65.00	56.00	9.00	15.00
48	63.50	56.25	7.25	12.08
51	62.50	56.50	6.00	10.00
54	61.50	56.50	5.00	8.33
57	61.00	56.75	4.25	7.08
60	60.00	56.90	3.10	5.17
63	59.35	57.00	2.35	3.92
66	58.75	57.00	1.75	2.92
69	58.35	57.25	1.10	1.83
72	57.75	57.50	0.25	0.42
75	57.50	57.50	0.00	0.00



Şekil 3.17: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın 12 saat-1 cm'lik birim hidrografı



Şekil 3.18: 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın hiyetografı



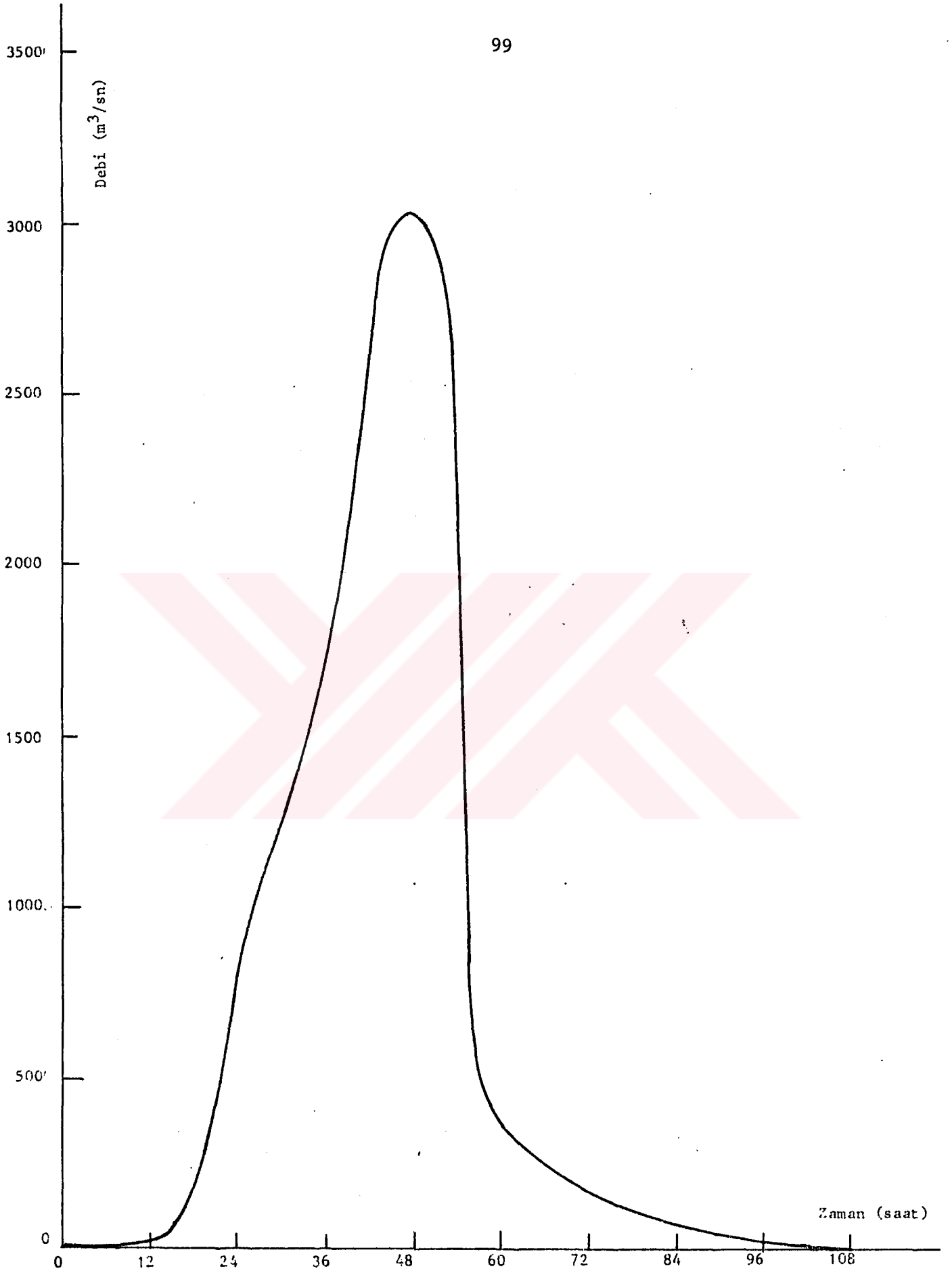
Şekil 3.19: 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın hiyetografı

3.6. OLASI MAKSİMUM YAĞIŞIN AKIŞ HİDROGRAFI

Birim hidrograf net yağış bloklarının süresi kadar (12 saat) kaydırılarak net yağış bloklarıyla çarpılmış ve Tablo 3.46'da gösterilmiştir. Çarpılmış değerler toplanarak Ortalama maksimum yağışın akış hidrografı elde edilmiş ve Şekil 3.20'de gösterilmiştir.

Tablo 3.46: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın olası max. yağışın akış (OMYA) hidrografı verileri

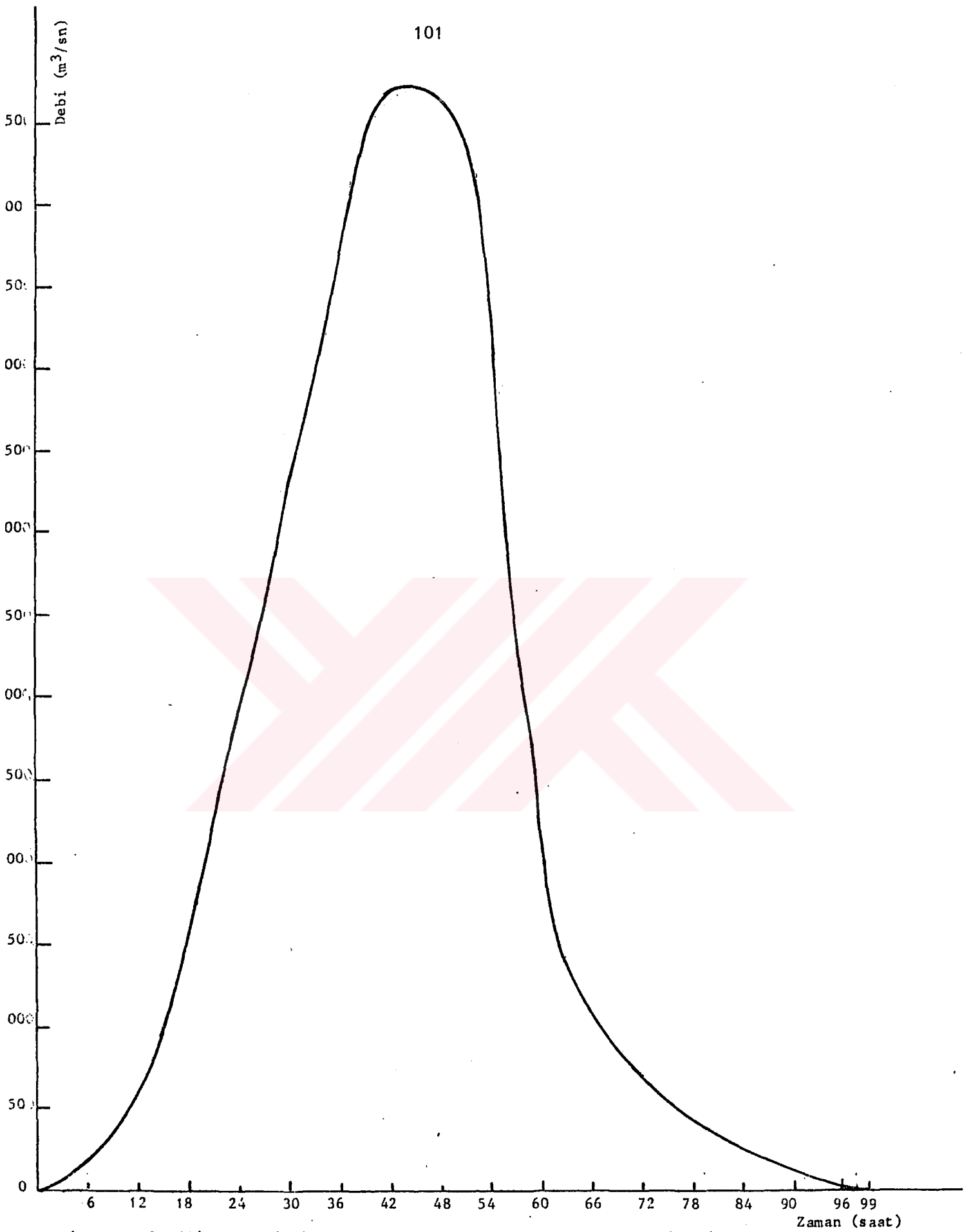
ZAMAN (saat)	12 sa-1 cm B.H. (m ³ /sn)	Net Yağış Blokları			OMY Akış hidrografı (m ³ /sn)
		2.726	4.799	8.845	
0	0.00	0.000			0.000
12	4.68	12.758	0.000		12.758
24	321.64	876.791	22.459	0.000	899.250
36	30.15	82.189	1543.550	41.395	1667.134
48	18.86	51.412	144.690	2844.906	3041.008
60	5.70	15.538	90.509	266.677	372.724
72	3.16	8.614	27.354	166.817	202.785
84	0.00	0.000	15.165	50.417	65.586
96			0.000	27.950	27.950
108				0.000	0.000



Şekil 3.20: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın olası max. yağışın akış (OMYA) hidrografı

Tablo 3.47: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın olası max. yağışın akış
(OMYA) hidrografı verileri

ZAMAN (saat)	12 sa-1 cm'lik Birim Hidrograf (m ³ /sn)	NET 1.637	YAĞIŞ 2.832	BLOKLARI 4.565	OMY 'nin akış hidrografı (m ³ /sn)
0	0.00	0.000			0.000
3	2.50	4.093			4.093
6	10.00	16.370			16.370
9	20.00	32.740			32.740
12	35.83	58.654	0.000		58.654
15	55.42	90.723	7.080		97.803
18	77.50	126.868	28.320		155.188
21	102.50	167.793	56.640		224.433
24	114.17	186.896	101.471	0.000	288.367
27	105.42	172.573	156.949	11.413	340.935
30	101.67	166.434	219.480	45.650	431.564
33	63.33	103.671	290.280	91.300	485.251
36	43.17	70.669	323.329	165.364	559.362
39	23.33	38.191	298.549	252.992	589.732
42	16.92	27.698	287.929	353.788	669.415
45	15.00	24.555	179.351	467.913	671.819
48	12.08	19.775	122.257	521.186	663.218
51	10.00	16.370	66.071	481.242	563.683
54	8.33	13.636	47.917	464.124	525.677
57	7.08	11.590	42.480	289.101	343.171
60	5.17	8.463	34.211	197.071	239.745
63	3.92	6.417	28.320	106.501	141.238
66	2.92	4.780	23.591	77.240	105.611
69	1.83	2.996	20.051	68.475	91.522
72	0.42	0.688	14.641	55.145	70.474
75	0.00	0.000	11.101	45.650	56.751
78			8.269	38.026	46.295
81			5.183	32.320	37.503
84			1.189	23.601	24.790
87			0.000	17.895	17.895
90				13.330	13.330
93				8.354	8.354
96				1.917	1.917
99				0.000	0.000



Şekil 3.21: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın olası maksimum yağışın akış (OMYA) hidrografı

Y. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

3.7. KAR ERİME AKIMI HİDROGRAFI

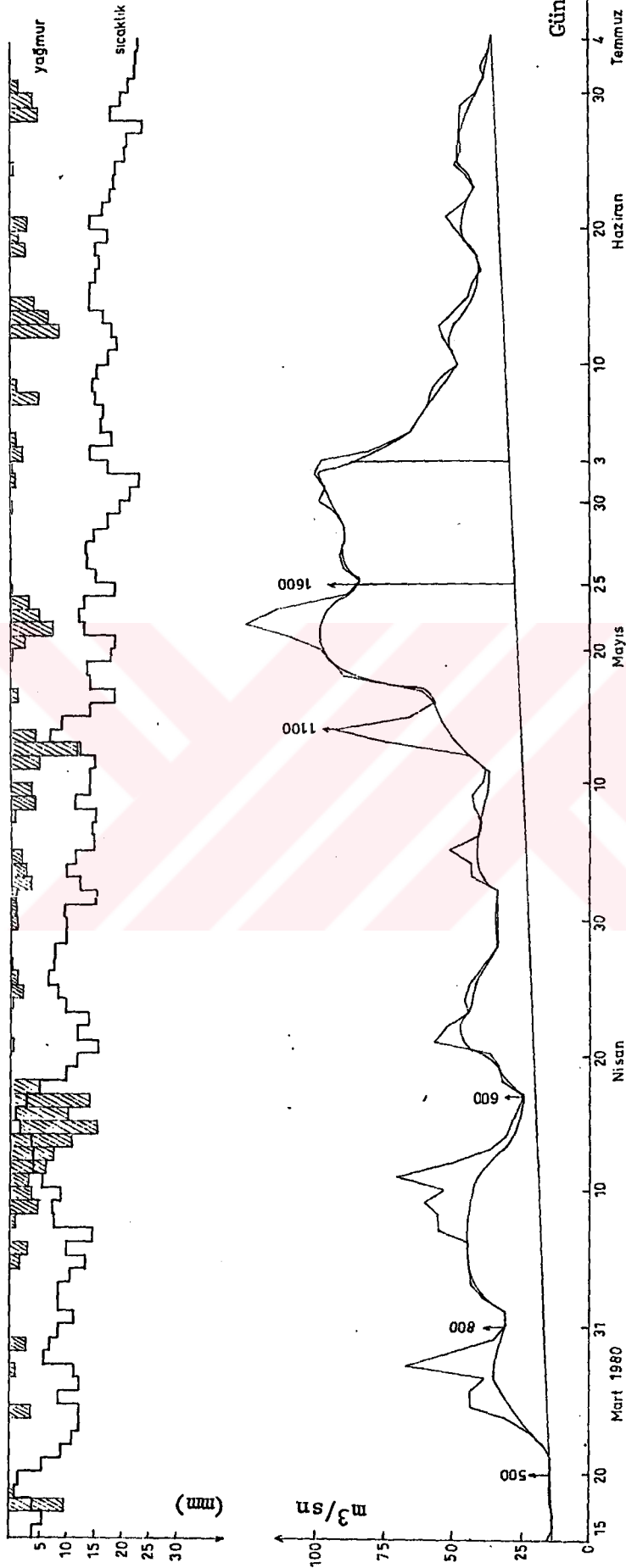
Proje yerinin olası maksimum kar erime hidrografını hesaplayabilmek için 2232 nolu Fırtına deresi-Topluca hidrometri istasyonunun 1964-1985 yıllarının 15 Mart-15 Temmuz ayları arasındaki günlük ortalama debi hidrografoyları analiz edilmiştir. Şekil 3.22'de görüldüğü gibi üst kısmı aynı tarihlerdeki Çamlıhemşin, Meydan ve Kaptanpaşa meteoroloji istasyonlarının günlük yağış ortalaması ve Kaptanpaşa meteoroloji istasyonunun günlük ortalama sıcaklık grafikleri, alt kısma ise günlük debiler çizilmiştir. 15 Mart-15 Temmuz ayları arasında yağış alanındaki kar örtü sınır kotlarını ve kar derinliklerini tesbit edebilmek için meteoroloji istasyonlarının karla örtülü gün sayısı bilgileri ayın 1. 10. ve 20. günlerindeki kar derinlikleri ölçümlerinden ve rasatçı notlarından yararlanılarak düzenlenmiştir.

Debi hidrografoyları ile günlük yağış ortalaması ve sıcaklık grafiklerinin incelenmesinden bu aylarda yağış alanında önemli ölçüde kar erimesinin olduğu belirlenmiştir. Yine bu grafiklerden etkin kar erimesinin Mayıs ve Haziran aylarında olduğu görülmektedir. 2232 nolu Topluca hidrometri istasyonunun yağış alanı büyüklüğü ve pik debi hidrografoyları süresi göz önünde bulundurularak max. kar erime akımı hidrografının yaklaşık 10 gün içinde meydana geldiği ve bu süre içerisindeki max. kar erime hacminin Mayıs ayı ortaları ve Haziran ayı ilk haftalarında olduğu Tablo 3.48 görülmektedir. Bütün bu bilgiler kullanılarak günlük ortalama debi hidrografoylarının yağmur, kar erime ve baz akım bileşenleri Şekil 3.22'de gözle ayrılmıştır.

3.7.1. Fırtına Deresi-Topluca Hidrometri İstasyonu Yağış Alanının Erime Oranının ve Toplam Erimesinin Hesabı

Tablo 3.48'de ilk kolona 10 günlük max. erimenin meydana geldiği tarih yazılmıştır.

Kolon 2: 10 günlük max erime hacimleri planimetre ile ölçülüp hesaplanıp yazılmıştır.



Sekil 3 22 : 2232 nolu Topluca hidrometri istasyonunun 15 Mart - 15 Temmuz ayları arasındaki yağmur, kar erime ve baz akım bileşenleri

Kolon 3: 10 günlük max. erime hacimlerindeki kar örtüsünün kotu yazılmıştır.

Kolon 4: Kar örtü sınır kotundaki (kolon 3 deki) değer Şekil 3.23'den alan-kot eğrisinden bakılarak kar örtü alanı değeri elde edilmiştir. Yağış alanının alan kot eğrisi 1/100000 ölçekli topoğrafik haritası üzerinden 500 m'de bir kotlar arası planimetre ile ölçülerek alanları hesaplanmış, ve apsise alanlar ordinata da kotlar yazılarak alan-kot eğrisi (Şekil 3.23) çizilmiştir.

Kolon 5: Kolon 2/Kolon 4 'den elde edilen 10 günlük max. akış değerleridir.

Kolon 6: Kolon 3'deki kar örtü sınır kotu değerini alan-kot eğrisinde işaretleyip bu kotun üzerinde öyle bir çizgi geçirilmelidir ki üstte kalan alan altta kalan alana eşit olacak ve bu çizginin kotu kestiği değer kar örtü alanı ortalama kotunu verir.

Kolon 7: Kaptanpaşa istasyonu 1 günlük gecikmeli 10 günlük sıcaklık değeri yazılmıştır. Bu değer max. erime hacmine karşılık gelen zaman içersinde örneğin; 1982'nin 10-19 haziranında bir gün gecikmeli olarak 9-18 hazirandaki sıcaklıkların toplamı alınarak hesaplanmış ve bu kolona yazılmıştır.

Kolon 8: Kaptanpaşa günlük ortalama sıcaklık $0.7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ sıcaklık azalma oranı ile kar erime alanı ortalama kotuna taşınmış ve ortalama kotta sıcaklık elde edilmiştir. Sıcaklık azalma oranı EİE çalışmalarında $0.6-0.7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ arasında değiştiği (EİE, 1980) saptanmıştır. Kaptanpaşa ve Pazar istasyonları arasındaki 445.8 m kot farkına göre yaklaşık $0.7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ alınmıştır.

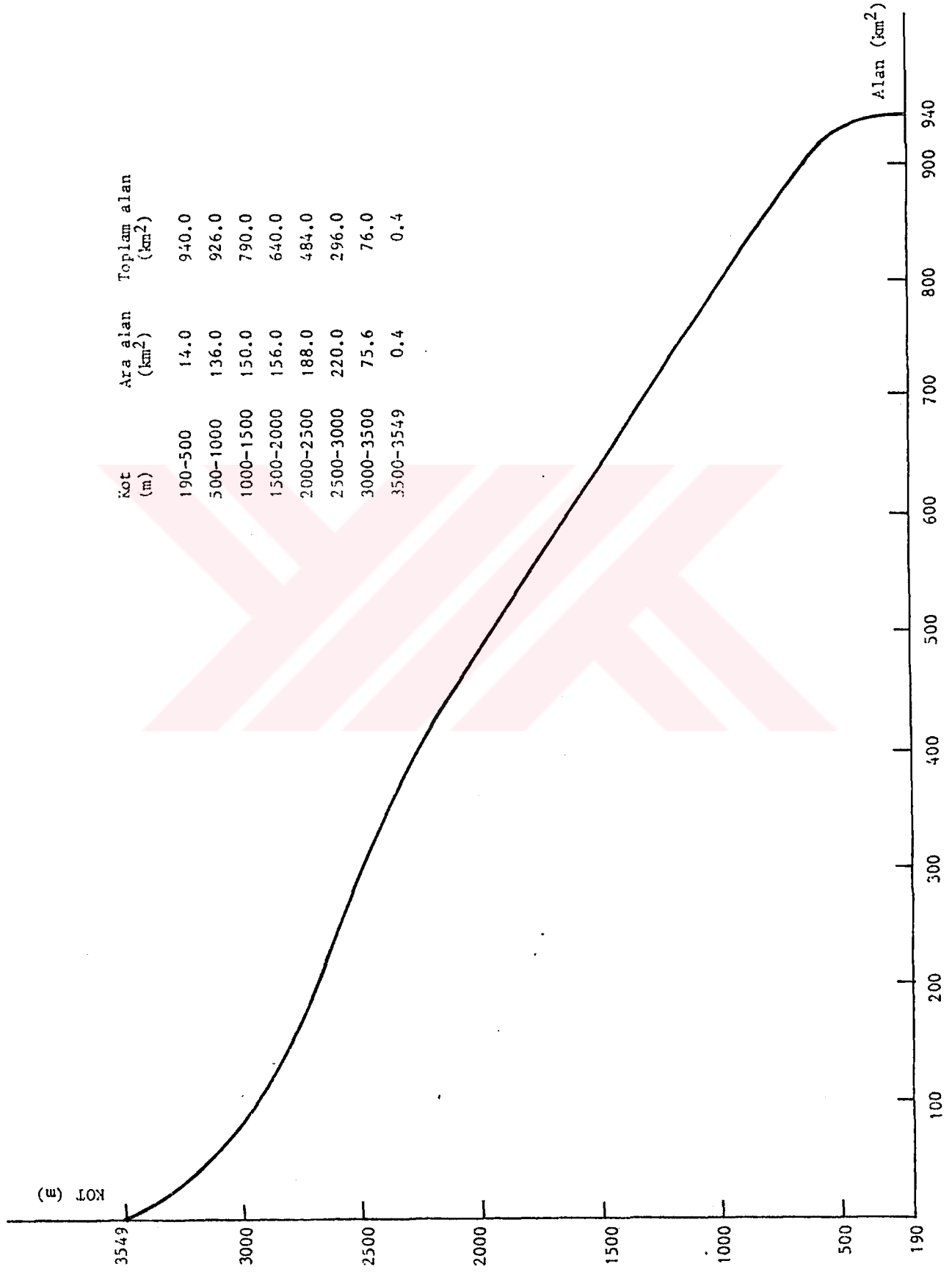
Örneğin, 1982 yılının kar örtü alanı ortalama kotundan Kaptanpaşa istasyonu kotu çıkarılmıştır.

$$2590-525 = 2065\text{ m}$$

Daha sonra 2065 m'deki sıcaklık azalması hesaplanmıştır.

$$100\text{ m} \quad 0.7^{\circ}\text{C}$$

$$2065\text{ m} \quad X \quad X = 14.46^{\circ}\text{C}.$$



Şekil 3.23: Topluca hidrometri istasyonu yağış alanının kot-alan eğrisi

Bu değer 1 günlük sıcaklık azalmasıdır. 10 günlük sıcaklık azalması $14.46 \times 10 = 144.6$ °C dir. Kaptanpaşa istasyonu 1 gün gecikmeli 10 günlük toplam sıcaklık değerinden çıkarılarak ortalama kotta sıcaklık değeri hesap edilmiştir.

$$179.0 - 146.6 = 34.4^{\circ}\text{C}$$

Kolon 9: 10 günlük maksimum akış değeri ortalama kottaki sıcaklık değerine bölünerek erime oranı (cm/°C-gün) hesaplanmıştır.

Kolon 10: Toplam erime başlangıç tarihi yazılmıştır. Şekil 3.22'de görüldüğü gibi erime başladığı andaki tarih alınıp yazılmıştır.

Kolon 11: Kolon 3'de anlatıldığı gibi kolon 10'un erime başlangıç kar sınır kotunun değeri alınmıştır.

Kolon 12: Kolon 6'da anlatıldığı gibi 11'inci kolondaki değerin ortalama kotu bulunmuştur.

Kolon 13: Kolon 12'deki ortalama kota karşı gelen değer Şekil 3.23'den okunarak ortalama kottaki alan alınmıştır.

Kolon 14: Toplam erime hacmi planimetre ile ölçülerek hesaplanmış ve yazılmıştır.

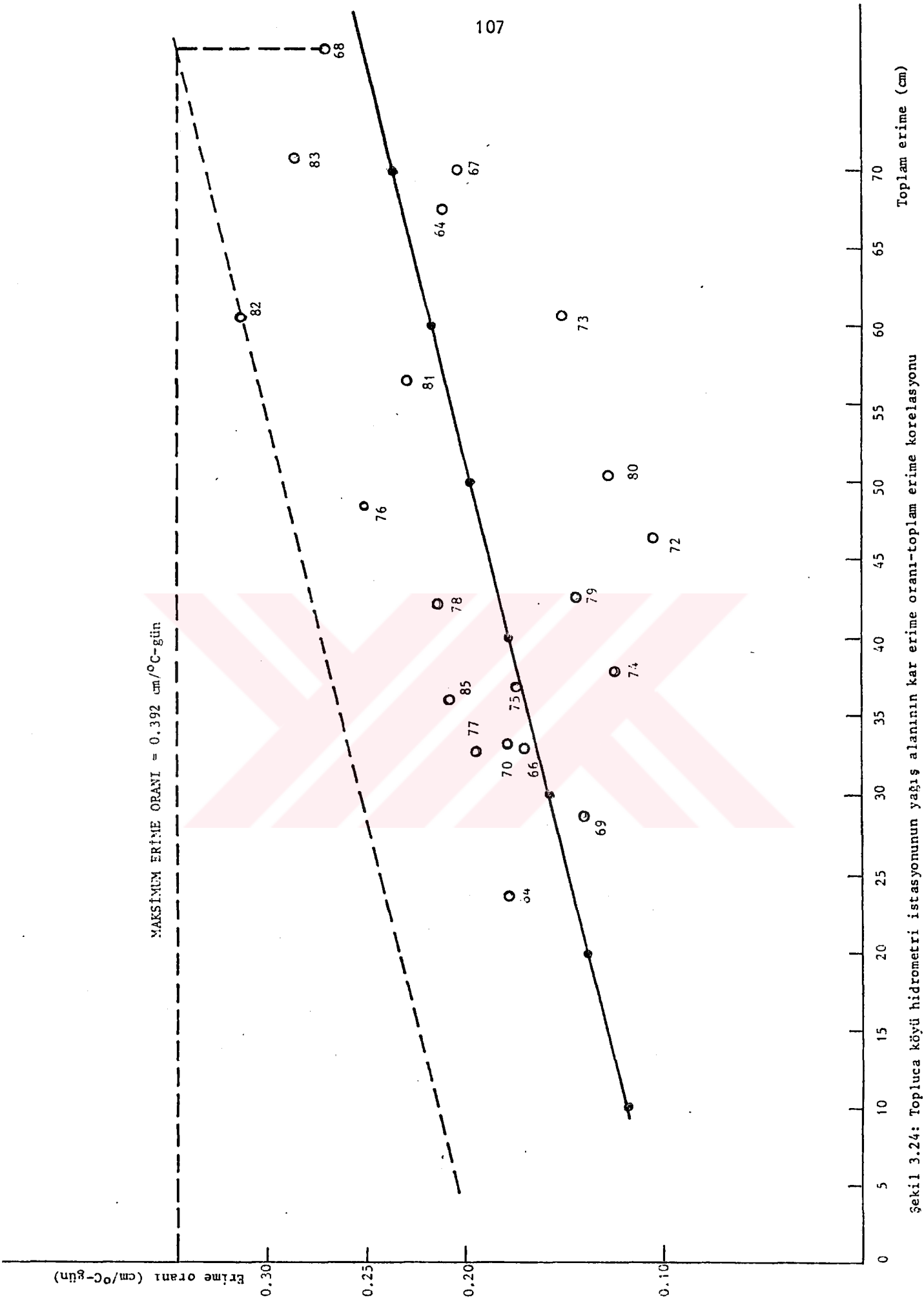
Kolon 15: Toplam erime hacmi ortalama kotta alana bölünerek toplam erime hesaplanmıştır.

3.7.2. Maksimum Erime Oranının Hesabı

Toplam erime hacmi ile erime oranı arasında doğrusal (linear) korelasyon uygulanmıştır. Şekil 3.24'de görüldüğü gibi toplam erime apsisten, erime oranı da ordinattan girilerek kestirilir ve her yıl için bu noktalar bulunup Şekil üzerinde gösterilmiştir. Tablo 3.49 daki x (toplam erime) ve y (erime oranı) değerleri Ek-3 'deki bilgisayar programında verilerek $y = a + b \cdot x$ 'deki a ve b katsayıları hesaplanmış ve aşağıdaki denklem yazılmıştır.

$$y = 0.10059 + 0.00194 \cdot x \quad (3.2)$$

(3.2) denkleminde x 'e değerler verilip Tablo 3.50'deki y değerleri bulunmuştur.



Şekil 3.24: Topluca köyü hidrometri istasyonunun yağış alanının kar erime oranı-toplam erime korelasyonu

Tablo 3.48: Fırtına deresi-Topluca hidrometri istasyonu yağış alanının erime oranı ve toplam erimesi

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
T A R İ H	10 günlük max. erime hacmi 10^6 m^3	Kar örtü sınır kotu (m)	Kar örtü alanı (km^2)	10 günlük max. akış (cm)	Kar örtü alanı (ortalama kotu (m))	Kaptanpaşa istasyonunun 1 günlük gecikmeli 10 günlük sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Ortalama kotta sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Erime oranı $\text{cm}/^{\circ}\text{C-gün}$	Toplam erime başlangıç tarihi	Erime başlangıç kar sınır kotu (m)	Ortalama kot (m)	Ortalama kotta alan (km^2)	Toplam erime hacmi 10^6 m^3	Toplam erime (cm)
10-19/5/1982	55.5552	1900	514	10.8	2590	179.0	34.4	0.314	29.3.1982	500	1980	490	296.6976	60.55
30/5/-8/6/1983	47.4688	1700	576	8.24	2490	166.3	28.7	0.287	10.4.1983	900	2280	392	277.5168	70.80
25/5/-3/6/1980	50.8032	1600	608	8.36	2460	200.6	65.15	0.128	21.3.1980	500	1980	490	247.9680	50.61
9-18/5/1973	42.1286	1750	560	7.52	2520	189.3	49.65	0.151	29.3.1973	900	2150	436	265.7664	60.96
13-22/4/1972	38.6554	1000	790	4.89	2190	163.1	46.55	0.105	27.3.1972	600	2020	478	220.1472	46.06
21-30/5/1968	63.8496	2000	484	13.19	2610	194.5	48.55	0.272	30.3.1968	800	2090	456	354.9313	77.84
5-14/5/1967	59.7888	1400	668	8.95	2390	174.2	43.65	0.205	28.3.1967	900	2150	436	306.2016	70.23
27/5/-5/6/1964	60.0755	1600	608	13.17	2460	197.5	62.05	0.212	15.3.1964	800	2090	456	308.4480	67.64

Tablo 3.49: Firtına deresi-Topluca Hidrometri istasyonunun erime ve erime oranı verileri (1964-1985)

YIL	x (cm)	y (cm/°C-gün)
1964	67.64	0.212
1965	47.50	0.190
1966	33.00	0.170
1967	70.23	0.205
1968	77.84	0.272
1969	28.75	0.140
1970	33.25	0.178
1972	46.06	0.105
1973	60.96	0.151
1974	38.00	0.124
1975	37.00	0.174
1976	48.62	0.251
1977	32.75	0.194
1978	42.25	0.214
1979	42.75	0.144
1980	50.61	0.128
1981	56.64	0.229
1982	60.55	0.314
1983	70.80	0.287
1984	23.75	0.178
1985	36.10	0.208

Tablo 3.50: Korelasyon eğrisi verileri

x = 10	y = 0.120
x = 20	y = 0.139
x = 30	y = 0.159
x = 40	y = 0.178
x = 50	y = 0.198
x = 60	y = 0.217
x = 70	y = 0.236

Tablo 3.50'deki değerler Şekil 3.24'de noktalanarak korelasyon doğrusu geçirilmiştir. Şekildedeki görüldüğü gibi doğrunun üzerindeki en üst noktadan bu doğruya paralel geçen bir doğru çizilmiştir. Doğrunun artış yönündeki en uç noktadan paralel doğruya apsisten dikme çizilip ordinat kesleştirilmiş ve maksimum erime oranı $0.392 \text{ cm}/^{\circ}\text{C-gün}$ değeri elde edilmiştir.

3.7.3. Sıcaklık Proje Verilerinin Hazırlanışı (Sıcaklık Dizayn Paterni)

Kar erime mevsiminin görüldüğü 15 Mart-15 Temmuz ayları arasında max. erime hacminin en çok Mayıs ayında (Tablo 3.48 kolon 1 de) gerçekleştiği görülmüş ve sıcaklık proje verileri Mayıs ayı için oluşturulmuştur. 1964-1985 yıllarının Mayıs ayının en büyük sıcaklık değerinden başlanılmış, ikinci sıcaklık değeri bu en büyük sıcaklık değerinin, sağında ve solunda en büyük ikinci değer olarak alınmıştır. Böyle 10 günlük sıcaklıkla diğer aylara taşmadan ve gruptan ayrılmadan alınmış ve Tablo 3.51'de gösterilmiştir. Daha sonra bu değerler yığışımlı olarak toplanarak Tablo 3.52'de gösterilmiştir. 10 günün en büyük değerleri alınarak yığışımlı max. sıcaklıklar oluşturulmuştur. Daha sonra bu değerler birbirinden çıkarılarak sıcaklık farkları bulunmuştur. Pik değeri elde edebilmek için en büyük değer ortaya konulmuş, büyükten küçüğe bir üste bir alta sıralanarak sıcaklık proje verileri oluşturulmuş Tablo 3.52'de gösterilmiştir.

Tablo 3.51: Mayıs ayı max. 10 günlük sıcaklıklar

Gün	1964	65	66	67	68	69	1970	71	72	73	74	75	76	77	78	79	1980	81	82	83	84	1985
1	21.2	21.3	18.4	19.7	24.1	19.3	21.0	23.4	23.0	22.2	22.2	19.1	16.3	17.0	20.6	19.5	22.8	24.8	19.4	18.6	17.3	20.2
2	21.2	18.9	16.3	19.6	20.5	18.8	16.4	20.4	23.0	21.5	17.1	17.6	13.8	15.4	18.2	19.0	21.2	22.2	17.1	16.6	16.8	20.1
3	20.1	18.8	14.8	19.1	19.9	16.6	15.6	17.9	22.7	20.3	15.4	16.9	10.2	14.8	17.9	16.4	20.6	20.6	17.0	15.8	16.4	17.9
4	19.3	18.6	13.6	18.9	19.0	13.6	12.6	16.3	22.8	19.9	14.0	16.6	12.4	12.8	18.1	16.4	20.2	20.6	17.0	16.7	15.8	17.0
5	19.2	18.2	13.5	18.7	19.4	12.8	12.0	18.7	22.6	19.0	15.8	15.4	11.4	14.6	18.0	15.2	18.9	20.6	16.8	15.2	15.4	16.5
6	20.6	19.3	15.6	17.8	19.1	14.0	11.9	18.6	22.0	19.6	16.0	16.6	9.6	13.8	19.0	14.6	18.8	20.6	18.1	15.1	13.9	16.3
7	19.6	18.1	14.1	17.5	21.2	16.3	13.4	16.1	22.8	19.0	16.7	15.0	9.4	13.0	19.2	14.1	18.5	20.2	18.2	16.4	11.8	16.4
8	19.2	18.0	11.0	17.4	18.8	12.0	16.9	16.4	22.8	18.5	19.4	15.4	11.1	15.7	18.4	12.9	20.2	19.4	19.2	14.8	11.8	16.2
9	18.8	17.4	11.0	17.8	18.6	12.2	14.4	16.2	21.8	18.4	17.7	15.4	8.0	15.7	18.2	13.1	21.2	19.2	18.7	17.4	11.8	15.0
10	18.2	17.4	11.1	18.2	18.2	12.2	11.1	17.2	21.7	19.3	16.4	14.3	8.8	14.1	18.6	12.6	19.8	20.1	18.7	15.7	12.6	15.0

Tablo 3.52: Mayıs ayı max. 10 günlük sıcaklık projeksiyon verileri (Sıcaklık kaynağı: pateni)

Gün	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Maksimum 10 günlük sıcaklık (°C)	Yıllık sıcaklık farkı (°C)	Sıcaklık projeksiyonu (°C)
1	21.2	21.3	18.4	19.7	24.1	19.3	21.0	23.4	23.0	22.2	22.2	19.1	16.3	17.0	20.6	19.5	22.8	24.8	19.4	18.6	17.3	20.2	24.8	24.8	21.7
2	42.4	40.2	34.7	39.3	44.6	38.1	37.4	43.8	46.0	43.7	34.3	36.7	30.1	32.4	38.8	38.5	44.0	47.0	36.5	35.2	34.1	40.3	47.0	22.2	22.0
3	62.5	59.0	45.5	58.4	64.5	54.7	53.0	61.7	68.7	64.0	54.7	53.6	40.3	47.2	56.7	50.9	64.6	67.6	53.5	51.0	50.5	58.2	68.7	21.7	22.6
4	81.8	77.6	63.1	77.3	83.5	68.3	65.6	78.0	91.5	83.9	68.7	70.2	52.7	60.0	74.8	71.3	84.8	88.2	70.5	67.7	66.3	75.2	91.5	22.8	22.8
5	101.0	95.8	76.6	96.0	102.9	81.1	77.6	96.7	114.1	102.9	84.5	85.6	64.1	74.6	92.8	86.5	103.7	108.8	87.3	82.9	81.7	91.7	114.1	22.6	24.8
6	121.6	115.1	92.2	113.8	122.0	95.1	89.5	115.3	136.1	122.5	100.5	102.2	73.7	88.4	111.8	101.1	122.5	129.4	105.4	98.0	95.6	108.0	136.1	22.0	22.8
7	141.2	133.2	106.3	131.3	143.2	111.4	102.9	131.4	158.9	141.5	117.2	117.2	83.1	101.4	131.0	115.2	141.0	149.6	123.5	114.4	107.4	124.4	158.9	22.8	22.8
8	160.4	151.2	117.3	148.7	162.0	123.4	119.8	147.8	181.7	160.0	136.6	132.6	94.2	117.1	149.4	128.1	161.2	169.0	142.8	129.2	119.2	140.6	181.7	22.8	22.2
9	179.2	168.6	128.3	166.5	180.6	135.6	134.2	164.0	203.5	178.4	154.3	148.0	102.2	132.8	167.6	141.2	182.4	188.2	161.5	146.6	131.0	155.6	203.5	21.8	21.8
10	197.4	186.0	139.4	184.7	198.8	147.8	145.3	181.2	225.2	197.7	170.7	162.3	111.0	144.9	186.2	153.8	202.2	208.3	180.2	162.3	143.6	170.6	225.2	21.7	21.7

3.7.4. Proje Yeri Günlük Kar Erime Hacmi ve Debisinin Hesabı

Tablo 3.53'de ilk kolona zaman (gün) yazılmıştır.

Kolon 2 de; max. kar erime kotu 1600 m (Tablo 3.49 kolon 3) den alınmıştır. Bu kot için Şekil 3.23'den ortalama kot 2460 m bulunmuştur. Sıcaklık proje verilerindeki sıcaklıklar Tablo 3.49 kolon 8 de anlatıldığı gibi ortalama kota taşınmıştır.

Kolon 3; Daha sonra bu değerler max. erime oranı ile çarpılmıştır.

Kolon 4; 1600 m kotu üzerindeki alan proje yeri yağış alanı Şekil 3.23'den 608 km^2 olarak bulunmuştur. Bu değer m^2 'ye çevrilererek kolon 3 ile çarpılıp proje yeri günlük kar erime hacmi oluşturulmuştur.

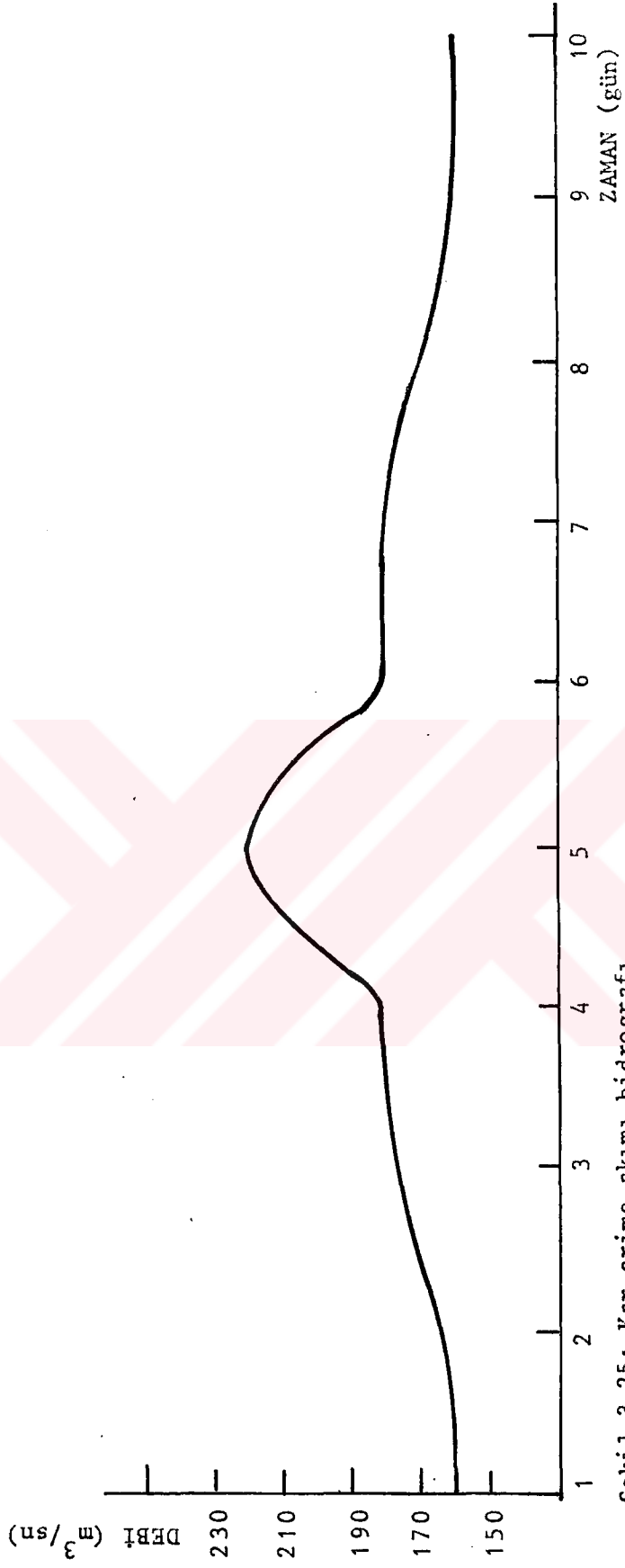
Kolon 5; Kolon 3 deki günlük kar erime hacmi değeri 86400'e bölünerek m^3/sn olarak yağış alanı günlük kar erime debisi hesaplanmış ve buradan da kar erime akımı hidrografı çizilmiş ve Şekil 3.25'de gösterilmiştir.

3.8. BAZ AKIM DEBİSİ

2232 Nolu Topluca hidrometri istasyonunun günlük ortalama debi hidrograflarının analizinden ve kar erime mevsimi içerisinde çizilmiş olan Şekil 3.22 'de baz akımlardan en büyüğünü veren $45 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik baz akım alınmıştır.

3.9. OLASI MAKSİMUM TAŞKIN HİDROGRAFI (Dolu Savak Proje Giriş Hidrografı)

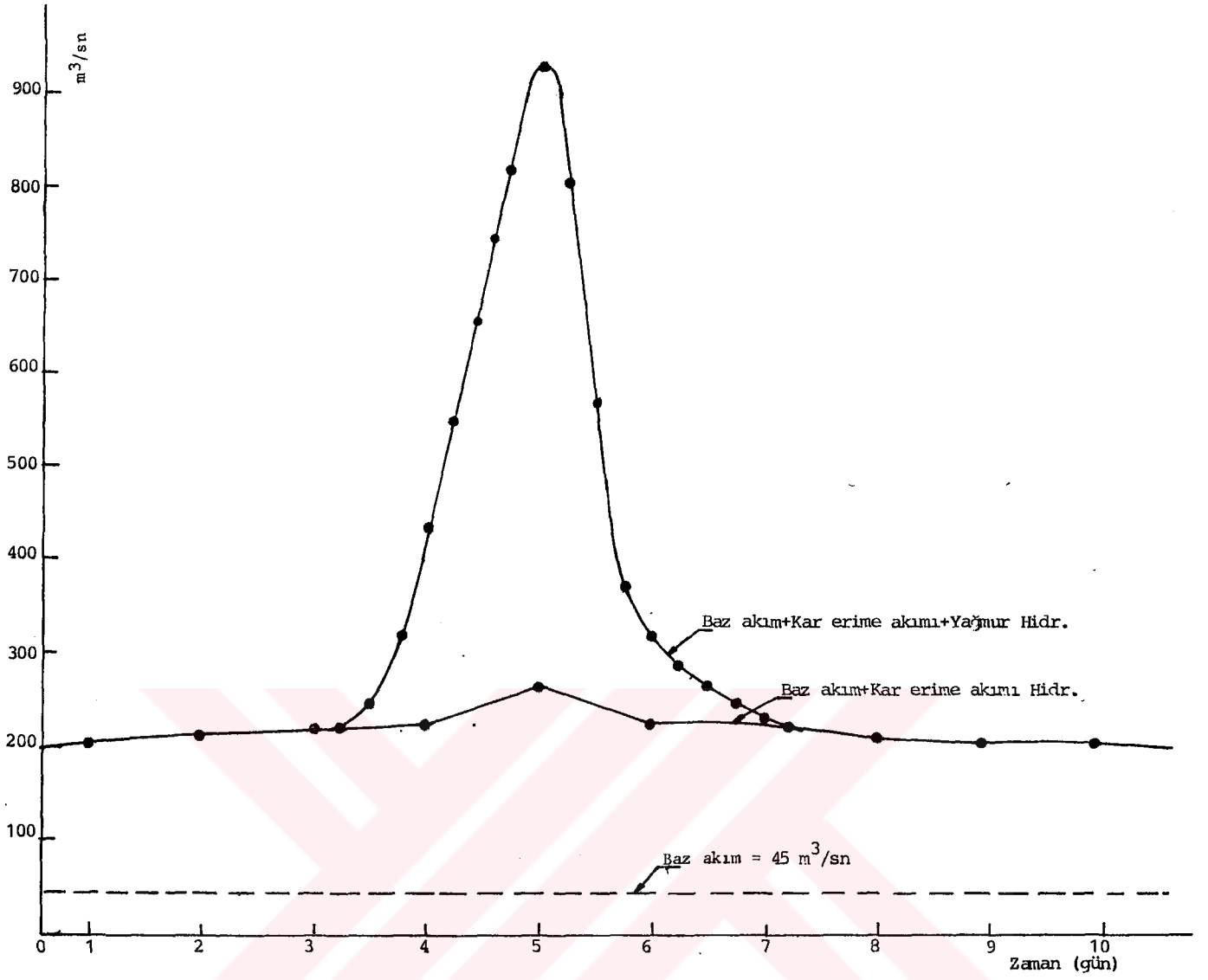
Olası maksimum taşkın hidrografı kar erime mevsimi içerisinde olası max. yağmur (OMY) hidrografı, max. kar erime akımı (MKEA) hidrografı ve max. baz akım debisinin süperpozisyonundan elde edilmiş, Şekil 3.26'da eğri gösterilmiş ve Tablo 3.54'de verileri sunulmuştur. Hidrograflar süperpoze edilirken pik



Şekil 3.25: Kar erime akımı hidrografı

Tablo 3.53: Proje yeri günlük kar erime hacmi ve yağış alanı günlük kar erime debisi verileri

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ZAMAN (gün)	Ortalama kotta sıcaklık (2460 m) (m)	X Erime oranı (cm)	Proje yeri günlük kar erime hacmi (10^6 m^3)	Yağış alanı günlük kar erime debisi (m^3/sn)
1	8.16	2.268	13.79	159.61
2	8.45	2.349	14.28	165.28
3	9.05	2.516	15.30	177.08
4	9.25	2.572	15.64	181.02
5	11.25	3.128	19.02	220.14
6	9.25	2.572	15.64	181.02
7	9.25	2.572	15.64	181.02
8	8.65	2.405	14.62	169.21
9	8.25	2.294	13.95	161.46
10	8.16	2.268	13.79	159.61



Şekil 3.26: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın olası max. taşkın debi hidrografı (Dolusavak proje giriş hidrografı)

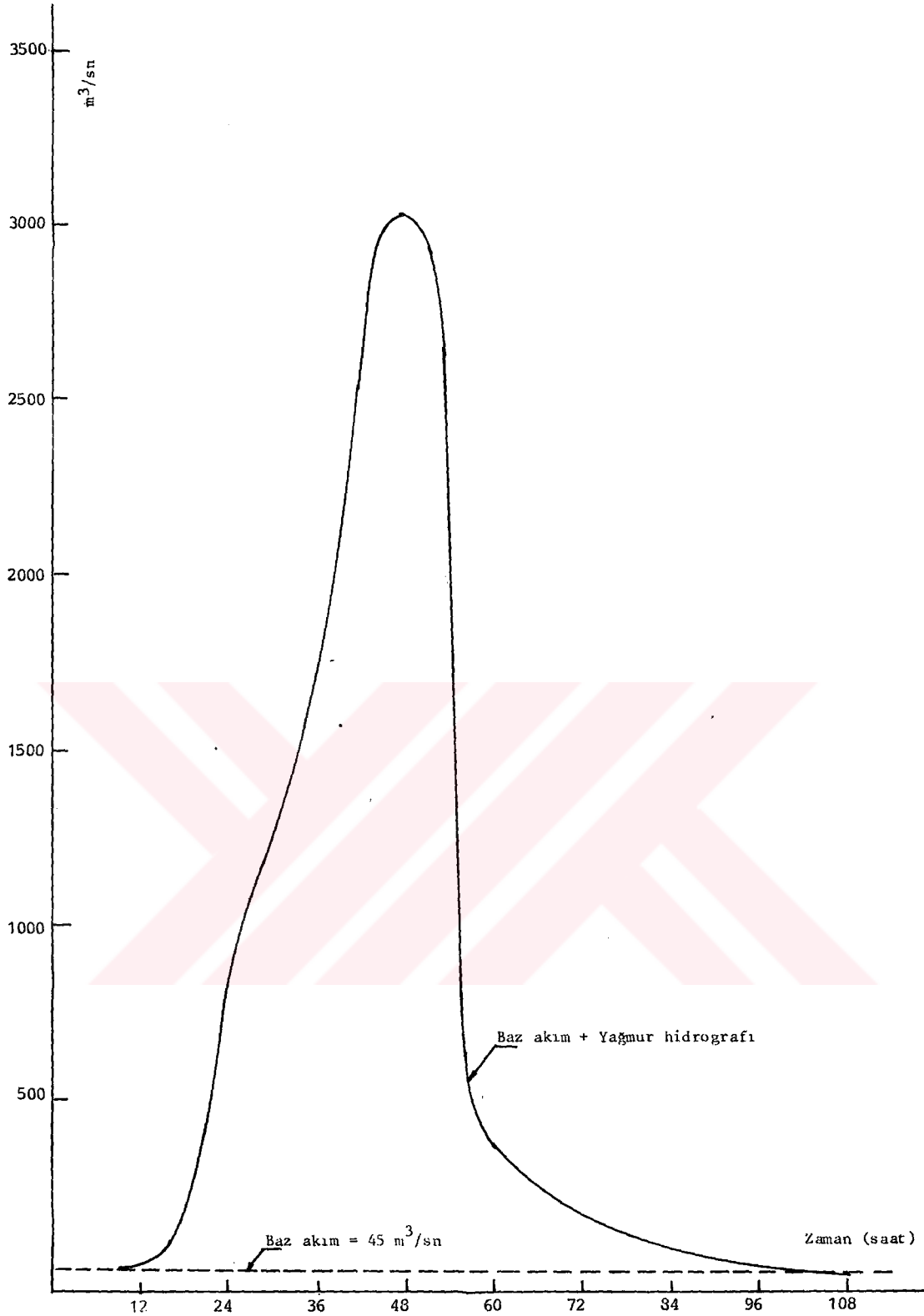
Tablo 3.54: 5-7/6/1974 Tarihli fırtınanın OMT hidrografı verileri

ZAMAN		DEBİ
Gün	Saat	(m ³ /sn)
1	12.00	204.61
2	12.00	210.28
3	12.00	222.08
	15.00	222.10
	18.00	224.09
	24.00	247.74
4	6.00	322.80
	12.00	450.45
	18.00	570.93
	24.00	709.25
5	6.00	814.73
	12.00	936.94
	18.00	809.16
	24.00	583.17
6	6.00	371.24
	12.00	317.54
	18.00	282.77
	24.00	263.52
7	6.00	243.92
	12.00	234.81
	18.00	220.00
8	12.00	214.21
9	12.00	206.46
10	12.00	204.61

debileri çakıştırılarak toplanmışlardır. Kar erime mevsimi dışındaki olası maksimum taşkın (OMT) hidrografında sadece OMY ve baz akım hidrografları süperpoze edilmiş ve OMT hidrografı oluşturulmuştur. Şekil 3.27'de eğriler gösterilmiş ve Tablo 3.55'de veriler verilmiştir.

Tablo 3.55 : 29-31/7/1977 tarihli fırtınanın OMT debi hidrografı (Dolusavak proje giriş hidrografı) verileri

ZAMAN (saat)	DEBİ (m ³ /sn)
0	45.00
12	57.758
24	944.250
36	1712.134
48	3086.008
60	417.724
72	247.785
84	110.586
96	72.950
108	45.000



Şekil 3.27: 29-31/7/1977 Tarihli fırtınanın olası max. taşkın debi hidrografı (Dolusavak proje giriş hidrografı)

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Bölümünde yer alan Fırtına Deresi havzası için "Fiziksel Yöntem" uygulanarak "Olası Maksimum Yağış (OMY" ve "Olası Maksimum Taşkın Debi Hidrografı"nın (Dolusavak Proje Giriş Hidrografını) tahmini amacıyla yapılmış çeşitli analizler ve hesaplamalarda şu sonuçlara varılmıştır:

1) Havzadaki tarihi fırtınaların, Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında olduğu görülmüştür. Bunların en büyüğü 29-31/7/1977 tarihli olup bu fırtınanın "yağış derinlik-alan-süre" analizleri sonucunda havza ortalaması 80.2 mm hesaplanmıştır. Diğer büyük fırtına, 5-7/6/1974 tarihli olup bunun havza ortalaması ise 43.9 mm olarak belirlenmiştir.

2) Fırtına Deresi-Topluca hidrometri istasyonunda gözlenen değerler kıyaslandığında Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarına ait ortalama debilerin daha büyük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun havzadaki kar erimesinden kaynaklandığı saptanmıştır.

3) Nem maksimizasyonunda kullanılan buhar basınçlarının zarf eğrileri aylık maksimum ve 12 saatlik hakim maksimum buhar basınçları değerlerine göre çizilmiştir. Maksimum buhar basınçlarının zarf eğrisi tekerrürlü 12 saatlik hakim maksimum buhar basınçlarının 50 yıllık tekerrür değerleri ile yaklaşık aynı olduğu gözlenmiştir. Emniyetli tarafta kalınması için 100 yıllık tekerrürlü buhar basınçlarına göre işlemler yapılmıştır.

4) 29-31/7/1977 tarihli fırtına için maksimizasyon oranı 2.2, 5-7/6/1974 tarihli fırtınanın ise, 2.3 hesaplanmıştır. Bu fırtınalara ait OMY değerleri sırasıyla 176.4 mm ve 101.0 mm olarak hesaplanmıştır. Bu fırtınalar için ayrıca noktasal maksimizasyon değerleri de hesaplanmış ve sırasıyla 174.9 mm ve 114.6 mm bulunmuştur.

5) Değişik zaman aralıklarındaki fırtına yağışının, fırtına süresindeki toplam yağışa oranlarından giderek, yağışın %61'inin ilk 12 saat içerisinde, %86'sının ilk 24 saat içerisinde ve %100'ünün ise 36 saat içinde düştü belirlenmiştir. Tarihi fırtınaların

yağış derinliklerini belirlerken elde edilen değerler (12, 24 ve 36 saat) de yaklaşık aynı zaman dağılımı vermektedir.

6) 1977 tarihli fırtına için 12-saatlik zaman dilimlerindeki net yağış blokları sıra ile 88.45 mm, 47.99 mm ve 27.26 mm hesaplanmıştır. 1974 tarihli fırtına için ise sırasıyla 45.65 mm, 28.32 mm ve 16.37 mm hesabedilmiştir.

7) 1977 ve 1974 tarihli fırtınalar için pik değerler sırasıyla $3041.08 \text{ m}^3/\text{sn}$, ve $671.8 \text{ m}^3/\text{sn}$ hesaplanmıştır. Bu değerler beklenen değerlerin bir miktar üzerindedir. Şekil 3.4'de görüldüğü gibi noktasal yağış Çamlıhemşin'de en büyük değerini almış ve Topluca hidrometri istasyonu da odaklanan noktada kaldığı için akış çok büyük boyutlara varmıştır. Pik debi $560 \text{ m}^3/\text{sn}$ gözlenmiştir.

8) Havza için kar erime mevsimi 15 Mart-15 Temmuz ayları arasında bulunmuştur. Kar erime hidrografı, "derece-gün" yöntemiyle hesaplanmış ve maksimum erime oranı $0.392 \text{ cm}/^\circ\text{C-gün}$ olarak saptanmıştır. Günlük maksimum kar erime hacmi $19.02 \times 10^6 \text{ m}^3$ ve debisi $220.14 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak hesaplanmıştır.

9) Baz (Taban) akımı debisi olarak kar erime mevsimi içindeki ve hidrograflardaki baz akımlardan bakılarak en büyüğü olan $45 \text{ m}^3/\text{sn}$ alınmıştır.

10) OMTD hidrografı değerleri OMY hidrografı +MKE hidrografı+ baz akım değerlerinin süperpozisyonu sonucu $936.94 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve OMY hidrografı+baz akım değerlerinin süperpozisyonu sonucu ise $3086.008 \text{ m}^3/\text{sn}$ hesaplanmıştır. Bu da göstermektedir ki kar erime mevsimi içersindeki yağışların maksimumasyonu ile süperpoze edilen maksimum kar erimesi değerlerinin sonuçları etkilemediği görülmüştür.

ÖNERİLER

1) Hidrometeorolojik veri toplama ve analizlerde bir an önce otomasyona gidilmeli ve bilgisayar kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

2. Meteoroloji ve hidrometri istasyon sayıları özellikle yüksek kotlarda ve dağlık bölgelerde artırılmalıdır. Fiziksel yöntemin başarısı, bu istasyon ağının sıklığı ile artacağına şüphe yoktur.

3) Mühendislik hidrolojisini çeşitli uygulamalarına ilişkin çalışmalarda ampirik yöntemler yerine gerçek ölçüm ve arazi verilerine dayalı teknikler yenilenmelidir.

4) EİE, DSİ ve DMI gibi büyük kuruluşların diğer bölgelerde kurmuş olduğu kar gözlem istasyonlarını Karadeniz Bölgesinde de kurmaları sonuçların güvenilirliğini artıracaktır.

5) Mühendislik hidrolojisi çalışmaları ile ilgili kuruluşlar Üniversite ile işbirliği halinde olmalıdır.

6) Su kaynaklarını geliştirme çalışmaları birçok mühendislik ve uzmanlık dallarını ilgilendirse de bu çalışmalarda en büyük sorumluluk inşaat mühendislerine düşmektedir.

KAYNAKLAR

- BAYAZİT, M., ŞEN, Z., AVCI, İ. (1978) Hidroloji Uygulamaları, İTÜ, İstanbul.
- BAYAZİT, M. (1987) Hidroloji. İTÜ, İstanbul.
- CHOW, V.T. (1951). A General Formula for Hydrological frequency Analysis, Trans. Amer. Geophysical Union, Vol.32. pp.231-237.
- CHOW, V.T., (ED.) (1964). Handbook of Applied Hydrology McGraw-Hill, New York.
- DMİ (1980). Havadaki Su Buharının Basınç ve Doyma Derecesinin Bulunması, Meteoroloji Memurlarının El Kitabı. Teknik Seri No. 16, Ankara
- EİEİ GN.MD. (1988). Çoruh Nehri Deriner, Borçka ve Muratlı Barajları Mühendislik Hidrolojisi Raporu, Rapor No.43, Ankara.
- HERSHFIELD, D.M. (1961). Estimating Probable Maximum Precipitation, Journal of Hydraulics Division, Prec. of Amer. Soc. of Civ. Eng., pp. 99-116.
- KUTOĞLU, H.Y. (1977). Kar Erime Akımı, EİEİ Gn. Md., Ankara.
- (1981). Dicle Nehri Havzasının Maksimum Yağış Hesabı, 1. Ulusal Meteoroloji Kongresi. İTÜ Temel Bilimler Fakültesi, İstanbul.
- ÖZDEMİR, H. (1978). Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- RAUDKIVI, A.J. (1979). Hydrology-An Advanced Introduction to Hydrological Processes And Modelling, Pergamon Press, Oxford.
- U.S. WEATHER BUREAU (1961). Interim Report-Probable Maximum Precipitation in California, Hydrometeorological Report NO.36 USA.
- (1961). Meteorology of Flood Producing Storms in the Ohio River Basin, Hydrometeorological Report No.38.USA.
- (1965). Probable Maximum Precipitation, Susquehanna River Drainage above Harrisburg, Pa. Hydrometeorological Report No.40, USA.
- (1966). Probable Maximum Precipitation, Northwest States, Hydrometeorological Report No.43, ESSA, U.S. Department of Commerce, USA.
- WIESNER, C.J. (1970). Hydrometeorology, Chapman-Hall, London.
- WMO (1969). Estimation of Maximum Floods. Technical Note No.98, Geneva.

EK-1

```

5 PRINT "GUMBEL": CLEAR:ZTAT CLEAR
10 INPUT "N";N:DIMx(N), Y(25)
20 FORT=1 TON:PRINT "X";I;:INPUT X(I):NEXTI
30 PRINT "PIK:P MIN:M";
40 B$=INKEY$:IF B$="P"THEN S=-1 ELSE IFB$="M"THEN S=1 ELSE 4Ø
45 CLS:E$=INKEY$:IFE$<>" "THEN 45 ELSE IF B$="M" THEN Q$="E": GO TO BØ
50 CLS: PRINT "NOK.POZISYONU E/H";
51 CLS:E$=INKEY$:IFE$ " "THEN 55 ELSE PRINT "TUM TABLO E/H";
55 CLS:E$=INKEY$:IFE$ < >""THEN 55 ELSE PRINT "TUM TABLO E/H";
57 W$=INKEY$:IFW$=" " THEN 57
60 CLS:IF W$="E"THEN L=1 ELSE L=2Ø
80 FOR I=1 TON:P=I/(N+1):X=-LOG(-LOGP):STATX:NEXT(I):
Y(9)=SOXN:Y(10)=MEAN X
90 STAT CLEAR:FOR I=1 TO N:STATX(I):NEXTI.
95 IFQ$="E"THEN:60 SUB 300:PR:Q
100 Y(1)=SUMX:Y(2)=N:Y(3)=MEANX:Y(4)=SUMX2:
Y(5)=Y(3)*Y(1):Y(6)=Y(4)-Y(5)
110 Y(7)=Y(6)/(N-1):Y(8)=SQRY(7):Y(11)=Y(18)/Y(9):Y(12)=Y(10)*Y(11)
120 Y(13)=Y(13)-Y(12):RESTORE 18Ø
130 FOR I=14 TO 19:READ T:K=-LOG(-LOG(1-1/T)):Y(I)=
K*Y(11):Y(I+6)=Y(I)+Y(13):NEXT I
150 BEEPØ:IFQ$<>"E"THEN 17Ø

```

EK- 2

YAĞIŞ-AKIŞ İLİŞKİSİ PROGRAMI

```
10 INPUT "EĞRİ NO=", N
20 INPUT "YAĞIŞ=", P(1)
30 P=P(1)/25.4
40 S=(1000-N*10)/N
50 Q=(P-0.2*S) 2/(P+0.8*S)
60 Q(1)= 25.4*Q
70 PRINT "AKIŞ="; Q(1)
80 GOTO 20
90 END
```

N = Arazi akış eğri no

P(1)= Yağış miktarı (mm)

S = Eğri hesabı denklemi

Q = Akış hesabı denklemi

Q(1) Akışa geçen miktar

EK-3

P0

```

5 PRINT "KORELASYON DATA GIR!"
10 CLEAR: STAT CLEAR
20 INPUT "N"; N: DIM X(N), Y(N)
30 FOR I=1 TO N:PRINT "X"; I; : INPUT X(I):NEXT I
40 FOR I=1 TO N:PRINT "Y"; I;:INPUT Y(I):NEXT I
50 END

```

P1

```

5 PRINT "LINEER KORELASYON"
10 STAT CLEAR: FOR I=1 TO N:STAT X(I), Y(I): NEXT I
20 PRINT "SX="; SDXN, "SY="; SDYN, "="; LRA, "B="; LRB,
    "R="; ROUND (COR, -4)
30 INPUT "X"; X:Y=ROUND (EDY(X), -4): PRINT "Y"=;Y;: GOTO 30

```

ÖZGEÇMİŞ

1963 yılında Trabzon'da doğdu. 1969-1974 yılları arası İskenderpaşa ilkokulunda, 1974-77 yılları arasında Karma ortaokulunda, 1977-80 de Trabzon lisesinde okudu. 1981 yılında Karadeniz Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 1986 da mezun oldu. Aynı yıl yüksek lisans bölümünü kazandı ve halen devam etmektedir.