

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEDİZ HAVZASI ÖRNEĞİNDE, BEKLENEN  
AYLIK TOPLAM YAĞIŞLARIN ENTROPİ  
YÖNTEMİYLE TAYİNİ**

**Özgür TEMİZ**

**Temmuz, 2009  
İZMİR**

# **GEDİZ HAVZASI ÖRNEĞİNDE, BEKLENEN AYLIK TOPLAM YAĞIŞLARIN ENTROPİ YÖNTEMİYLE TAYİNİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Hidrolik - Hidroloji ve Su Kaynakları Yüksek Lisans**

**Özgür TEMİZ**

**Temmuz, 2009**

**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**ÖZGÜR TEMİZ**, tarafından **PROF. DR. TÜRKAY BARAN** yönetiminde hazırlanan “**GEDİZ HAVZASI ÖRNEĞİNDE, BEKLENEN AYLIK TOPLAM YAĞIŞLARIN ENTROPİ YÖNTEMİYLE TAYİNİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Türkay BARAN

Danışman

.....  
.....  
Jüri Üyesi

.....  
.....  
Jüri Üyesi

.....  
Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçilip yürütülmesindeki katkılarından dolayı tez yöneticisi (danışmanım) Prof. Dr. Türkay BARAN'a, yardımlarından ötürü Öğr. Gör. Dr. Yalçın ÖZDEMİR'e, çalışma kapsamında kullandığım verileri temin etmemde sağladıkları kolaylıklardan dolayı DSİ II. Bölge Müdürlüğü'ne, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen babam Eşref TEMİZ, annem Nilgün TEMİZ ve kardeşim H. Mert TEMİZ'e ve çok sevdiğim arkadaşlarım Sibel ALAN ve Muhittin BOZOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Temmuz 2009, İzmir

Özgür TEMİZ

# GEDİZ HAVZASI ÖRNEĞİNDE, BEKLENEN AYLIK TOPLAM YAĞIŞLARIN ENTROPİ YÖNTEMİYLE TAYİNİ

## ÖZ

Su kaynakları sistemlerinin planlanmasında kullanılan verilerin içerdiği bilgi miktarının saptanabilmesi için nesnel bir ölçüt kullanılması gerekmektedir. Bilgi kuramından hareketle tanımlanan belirsizlik veya bilgi içeriği anlamındaki entropi kavramı, incelenen sürecin içerdiği bilginin belirlenmesinde kullanılabilir.

Sunulan çalışmanın amacı, aylık toplam yağış miktarlarının uzun dönemli beklenen değerlerinin entropi kavramı kullanılarak tanımlanmasıdır. Bu amaçla, incelenen yağış değerlerinin gözlem süresinde görülme sıklığı (frekans) değerleri elde edilerek, entropi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değer “entropi yoğunluğu (IE)” olarak adlandırılmaktadır.

Çalışma kapsamında, Gediz Havzası örneğinde aylık toplam yağış değerleri değerlendirilmiştir. Havzada gözlemleri bulunan 44 yağış gözlem istasyonunun verileri kullanılarak hesaplanan entropi yoğunluğu (IE) değerlerinin, ortalama yıllık toplam yağış miktarlarıyla uyumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Entropi yoğunluğu, Gediz Havzası, yağış dağılımı.

**DETERMINATION OF EXPECTED VALUE FOR MONTHLY TOTAL  
PRECIPITATION BY ENTROPY BASED METHOD  
CASE STUDY: GEDIZ BASIN**

**ABSTRACT**

In water systems planning, it is essential to use an objective criterion to determine the information content of hydrological data. The entropy concept, defined by Shannon in information theory has been applied in hydrology and water resources for measuring the information content of hydrologic processes.

The presented study aims to determine the expected value of monthly total precipitation by using entropy concept. For these purposes, the frequency analyses of the observed long term monthly total precipitation are made and the entropy values are determined. The entropy values, determined by the frequency histogram are called as “intensity entropy” (IE).

The observed monthly total precipitation values of Gediz basin are evaluated within the presented study. In Gediz basin, 44 rainfall observation stations which have long term data are evaluated and the intensity entropy (IE) values are determined. The results show that IE and the mean of annual total rainfall in observation period are quite similar. Hence, IE values can be use to define regional information for the expected value of monthly total precipitation.

**Keywords:** Intensity entropy, Gediz Basin, rainfall distribution

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT.....	v
<b>BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM İKİ - GEDİZ HAVZASI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Genel Özellikleri .....	5
2.2 Meteorolojik Ölçüm İstasyonları.....	7
<b>BÖLÜM ÜÇ – YÖNTEM.....</b>	<b>13</b>
3.1 Hidrolojide Bilgi Kuramı .....	13
3.2 Entropi Kavramı .....	14
3.3 Hidrolojik Süreçlerde Entropi .....	15
3.4 Su Potansiyelinin Belirlenmesi .....	16
3.4.1 Türkiye'nin Su Potansiyeli .....	16
3.4.2 Su Potansiyeli Belirlenmesinde Entropi Yöntemi .....	17
<b>BÖLÜM DÖRT - BULGULAR .....</b>	<b>22</b>
4.1 Entropi Yoğunluğu (IE) Hesabında Gözlem Verilerinin Değerlendirilmesi... 22	22
4.2 Havzadaki DMİ Yağış Gözlem İstasyonları .....	22
4.2.1 Genel Özellikler.....	22
4.2.2 Ahmetli Yağış Gözlem İstasyonu.....	22
4.2.3 Akhisar Yağış Gözlem İstasyonu .....	24
4.2.4 Alaşehir Yağış Gözlem İstasyonu .....	25

4.2.5 Borlu Yağış Gözlem İstasyonu .....	26
4.2.6 Demirci Yağış Gözlem İstasyonu .....	27
4.2.7 Foça Yağış Gözlem İstasyonu .....	28
4.2.8 Gediz Yağış Gözlem İstasyonu .....	29
4.2.9 Gölarmara Yağış Gözlem İstasyonu.....	30
4.2.10 Gördes Yağış Gözlem İstasyonu .....	31
4.2.11 Güre Yağış Gözlem İstasyonu .....	32
4.2.12 Kemalpaşa Yağış Gözlem İstasyonu .....	33
4.2.13 Köprübaşı Yağış Gözlem İstasyonu .....	34
4.2.14 Kula Yağış Gözlem İstasyonu .....	35
4.2.15 Manisa Yağış Gözlem İstasyonu .....	36
4.2.16 Menemen Topraksu Yağış Gözlem İstasyonu.....	37
4.2.17 Muradiye Yağış Gözlem İstasyonu .....	38
4.2.18 Salihli Yağış Gözlem İstasyonu .....	39
4.2.19 Sarıgöl Yağış Gözlem İstasyonu .....	40
4.2.20 Saruhanlı Yağış Gözlem İstasyonu.....	41
4.2.21. Selendi Yağış Gözlem İstasyonu .....	42
4.2.22 şaphane Yağış Gözlem İstasyonu .....	43
4.2.23 Turgutlu Yağış Gözlem İstasyonu .....	44
4.3 Havzadaki DSİ Yağış Gözlem İstasyonları.....	45
4.3.1. Genel Özellikler.....	45
4.3.2. Avşar Barajı Yağış Gözlem İstasyonu.....	46
4.3.3. Beşyol Yağış Gözlem İstasyonu.....	46
4.3.4. Bozdağ Yağış Gözlem İstasyonu.....	47
4.3.5. Buldan barajı Yağış Gözlem İstasyonu .....	48
4.3.6. Çınardibi Yağış Gözlem İstasyonu.....	49
4.3.7. Demirköprü Barajı Yağış Gözlem İstasyonu.....	50
4.3.8. Dindarlı Yağış Gözlem İstasyonu.....	51
4.3.9. Doğanlar Yağış Gözlem İstasyonu .....	52
4.3.10. Eşmataşköyü Yağış Gözlem İstasyonu.....	53
4.3.11. Fakılı Yağış Gözlem İstasyonu.....	54
4.3.12. Göynükören Yağış Gözlem İstasyonu .....	55



4.3.13. Hacırâhmanlı Yağış Gözlem İstasyonu .....	56
4.3.14. Hanya (Güneşli) Yağış Gözlem İstasyonu .....	57
4.3.15. İçikler Yağış Gözlem İstasyonu.....	58
4.3.16. Kavakalan Yağış Gözlem İstasyonu .....	59
4.3.17. Kırarışlı Yağış Gözlem İstasyonu .....	60
4.3.18. Marmara Gölü Regülatörü Yağış Gözlem İstasyonu.....	61
4.3.19. Ören Yağış Gözlem İstasyonu .....	62
4.3.20. Sarılar Yağış Gözlem İstasyonu .....	63
4.3.21. Süleymanköy Yağış Gözlem İstasyonu .....	64
4.3.22. pınar Yağış Gözlem İstasyonu .....	65
4.3.23. Yukarı Poyraz Yağış Gözlem İstasyonu.....	66
4.4. Eş Yağış Haritaları .....	67
4.5. Eş Entropi Yoğunluğu Haritası .....	73
<b>BÖLÜM BEş – SONUÇ .....</b>	<b>76</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>78</b>

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Tüm canlılar için en önemli doğal kaynak olan su, insanoğlunun varoluşundan itibaren medeniyetlere hayat vermiştir. İnsanoğlunun tarih boyunca su kaynaklarına yakın yerlerde ikamet etmesi bir tesadüf olmayıp, zaruri bir ihtiyacın neticesidir. Nüfus artışı, teknolojinin gelişmesi gibi etkenler günlük su tüketimini sürekli olarak arttırmaktadır. Talep artışı sonucunda su rezervleri bakımından dünya sıralamasında alt sıralarda yer alan ülkelerde kriz yaşanmaktadır. Su kıtlığının gelecekte dünyamız için daha büyük boyutlarda bir tehdit oluşturması beklenmektedir.

Dünyadaki toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon km<sup>3</sup> olup yerkürenin dörtte üçünü kaplamaktadır. Ancak, bu miktarın tamamına ulaşılabilmesi ve kullanılabilmesi teknik ve ekonomik yönlerden mümkün değildir. Suların % 97,5'i deniz ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunmakta olup, sadece % 2,5'lik kısmı tatlı sudur (Shiklomanov ve Rodda, 2003). Atmosferde su hidrolojik çevrim (Şekil 1.1) içinde sürekli hareket halinde bulunmaktadır.



Şekil 1.1 Hidrolojik Çevrim (Amerikan Yerbilimsel Araştırma Kurumu [USGS], 2008)

Teorik olarak karalardaki (kıta içi) su kaynaklarının miktarını (niceliğini) oluşturan ve besleyen doğal olayın "yağış" olduğu kabul edilebilir. Yeryüzüne düşen toplam yağışın yılda 119.000 km<sup>3</sup> olduğu, bunun 42.600 km<sup>3</sup>'ünün yüzeysel akışa geçerek nehirlerle, denizlere ve kapalı havzalardaki göllere ulaştığı; 2200 km<sup>3</sup>'ünün ise yeraltı suyunu beslediği belirtilmektedir (Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP], 2008).

İnsan ve tüm canlıların vazgeçilmez yaşam ögesi olan su kaynaklarımız açısından Türkiye genelinde yeterli ve sürekli bir potansiyele sahip olduğumuz söylenebilmektedir. Ülkemizde ortalama yıllık yağış miktarı 643 mm olup, bu yağış miktarı ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Yağışın 274 milyar m<sup>3</sup>'ü çay, nehir, göl ve denizler ile bitkilerden buharlaşma yoluyla atmosfere geri döner. Yağışla toprağa düşen suyun 158 milyar m<sup>3</sup>'ü irili ufaklı pek çok akarsuyla deniz ya da göllere taşınmaktadır. Geriye kalan 69 milyar m<sup>3</sup>'ü yeraltı suyunu oluşturur. Oluşan yeraltı suyunun 28 milyar m<sup>3</sup>'ü kaynak suyu (pınarlar) halinde yüzey sularına tekrar katılmaktadır. Ayrıca Meriç ve Asi gibi nehirlerle komşu ülkelerden ülkemize yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su gelmektedir (Öziş, Baran, Durnabaşı ve Özdemir, 1997; Devlet Su İşleri [DSİ], 2006).

Yağışla oluşan 158 milyar m<sup>3</sup>'lük yüzey suları ve yer altı sularından kaynak suyu şeklinde tekrar yüzeye ulaşan 28 milyar m<sup>3</sup>'lük su ile komşu ülkelerden akarsularla gelen 7 milyar m<sup>3</sup>'lük sular ülkemizin brüt su potansiyeli olan 193 milyar m<sup>3</sup> değerini oluşturur. Yeraltına inerek yeraltı suyuna katılan 41 milyar m<sup>3</sup>'lük su da ilave edildiğinde, ülkemizin yenilenebilir brüt su potansiyeli 234 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşır (Öziş ve ark., 1997; DSİ, 2006).

Su, yenilenebilir bir doğal kaynaktır. Küresel ölçekte tükenmeyen kaynaklar içinde sayılabilirse de bölgesel ve yerel olarak sonlu bir kaynak durumundadır. Bir su kaynağının varlığı onun kullanılabilir su kaynağı olarak kabul edilmesine yetmez. Kullanılabilir bir su kaynağı; tanımlanabilir bir talebe bağlı olarak belli bir yerde ve belli bir zaman periyodu boyunca yeterli kalite ve miktarda mevcut olmasına veya bu mevcudiyetinin sağlanmasının imkân dâhilinde olmasına bağlıdır.

Bir ülkenin iklimi ve dolayısıyla su potansiyeli, bulunduğu yerin enlemine, boylamına, jeolojik, topografik yapısına ve bitki örtüsüne göre oluşmaktadır. Aynı şekilde ülkemizin jeolojik, topografik ve iklim (yağış) özelliklerinin yöre ve bölgelere göre farklı olması nedeniyle yeraltı ve yüzey suyu potansiyelinde farklılıklar görülmektedir (Bilgin, 1997; Özgüler, 1997). Su potansiyelinin bilinmesi, çeşitli kullanımlara yönlendirilecek su miktarının çerçevesini de belirleyeceğinden büyük önem taşır.

Su potansiyelinin belirlenme süreci, su kaynakları sistemlerinin planlanmasında ilk sırada yer almaktadır. Potansiyelin belirlenmesinde kullanılan hidrolojik gözlemlerin doğruluğu, güvenilirliği ve hassasiyeti büyük önem taşımaktadır. Diğer yandan, yeni bilgi getirmeyen her ölçüm değeri ülke ekonomisinde kayıplara neden olmakta, ayrıca işlem kalabalığına yol açmaktadır. Bilgi kuramında tanımlanan Shannon'un entropi kavramı, gözlem değerlerinin taşıdığı bilgi miktarını saptamakta nesnel bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Entropi (bilgi içeriği) ölçütünün tanımı; anlamına, türüne, değerine veya diğer herhangi bir sübjektif özelliğine bakılmaksızın, iletişim yaratan sembol, sinyal ya da sayılar dizisinin istatistiksel yapısını analiz eden Bilgi Kuramı'na dayanmaktadır. Burada "bilgi içeriği" terimi, iletişim yaratabilecek sinyal üretme yeteneği olarak tanımlanmaktadır ve bu çerçevede problem; herhangi bir bilgi kaybına veya tekrarına yol açmadan, yeterli miktarda sinyal göndererek, iletişimin doğru olarak yapılmasıdır. Bilgi Kuramı'nın temel prensipleri, iletişim hatlarından sinyal gönderilmesi işlevini stokastik bir süreç olarak ele alan Shannon tarafından geliştirilmiştir (Shannon, 1948).

Shannon'a göre, bir olay hakkında bilgi edinilmesi, ancak o olayın belirsizlik içermesi halinde söz konusu olabilir. Buna göre, oluşma olasılığı yüksek olayların meydana gelmesi fazla bilgi getirmemekte; aksine, olasılığı düşük olayların oluşması daha fazla bilgi taşımaktadır. Bu çerçevede, belli bir alternatif çözümün oluşma olasılığı, o çözümü oluşturan işaret, sembol ya da sayının belirsizlik (veya beklenebilirlik) derecesini temsil etmektedir. Bu nedenle, kazanılan bilgi giderilen belirsizlik miktarının dolaylı bir ölçütüdür.

Shannon yukarıdaki yaklaşımla entropi kavramını, bir olayın alabileceği çeşitli alternatif durumların (değerlerin) beklenen değeri olarak matematiksel bir bağıntıyla tanımlamıştır. Bu tanıma göre de entropi, belli birimlerle (bit, napier, desibel gibi) ölçülebilen kantitatif bir büyüklük olmaktadır. Böylelikle, bir rastgele sürecin olasılık yapısı belli olduğunda, o sürecin entropisi sayısal olarak hesaplanabilmekte ve söz konusu birimlerle ifade edilebilmektedir. Shannon'un tanımı gereği, entropi fonksiyonu daima pozitif değerler almaktadır. Bu özellikleriyle entropi kavramı, herhangi bir istatistik sürecin bilgi içeriğinin ölçülmesinde kullanılacak nesnel bir kriter olarak kabul görmüş ve hidrolojinin de arasında yer aldığı çeşitli bilim dallarında geniş bir uygulama alanı bulmuştur (Karmeshu 2003; Singh ve Fiorentino, 1992; Singh 1997, 2003).

Sunulan çalışmada, "Bilgi Kuramı" çerçevesinde tanımlanmış olan entropi ifadeleri kullanılarak uzun dönemli beklenen aylık toplam yağışların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, gerek tarımsal su kullanımı, gerekse içme ve kullanma suyu temini açısından önemli sorunların tanımlandığı Gediz havzası yağış gözlemleriyle çalışılmıştır.

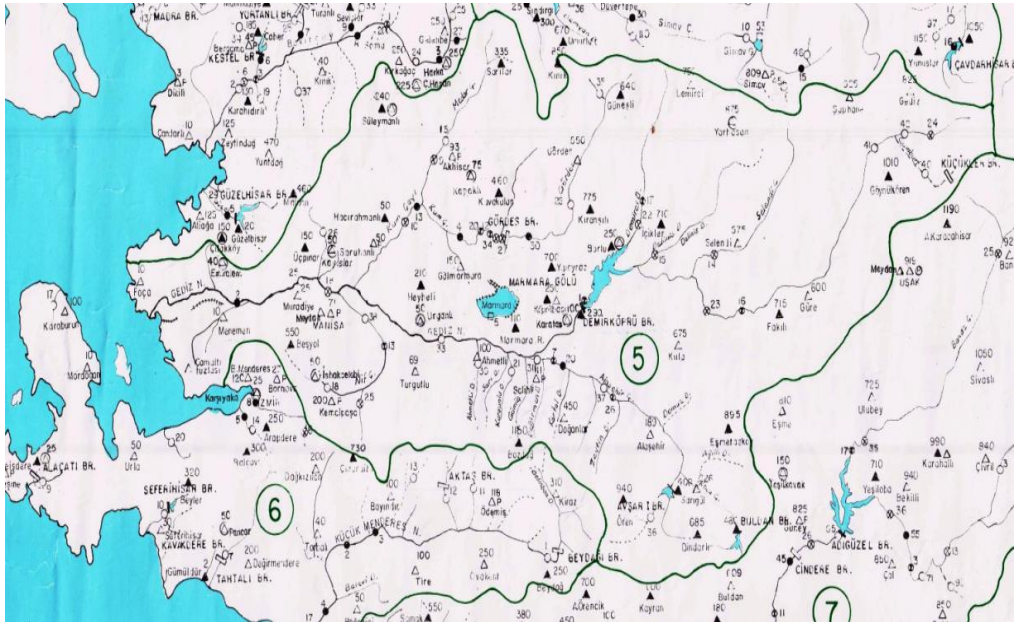
Gediz havzasının ve çalışmada değerlendirilen gözlem istasyonlarının özellikleri ikinci bölümde sunulmuştur. Yağış verilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemin esasları üçüncü bölümde, istasyonlara ilişkin bulgular dördüncü bölümde ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar beşinci bölümde değerlendirilmiştir.

## BÖLÜM İKİ

### GEDİZ HAVZASI

#### 2.1 Genel Özellikleri

Gediz havzası Türkiye'nin batısında Ege bölgesi sınırları içinde bulunur. Havza  $38^{\circ} 04'$  –  $39^{\circ} 13'$  Kuzey enlemleri ile  $26^{\circ} 02'$  –  $29^{\circ} 45'$  Doğu boylamları arasında yer alır. Havzanın kuzeyinde Kuzey Ege ( Bakırçay ) ve Susurluk havzaları, güneyinde Küçük ve Büyük Menderes havzaları bulunur (DSİ, 2005). Gediz Havzası'nın konumu Şekil 2.1' de sunulmuştur.



Şekil 2.1 Gediz havzası haritası (DSİ)

Gediz havzası sahip olduğu  $17.500 \text{ km}^2$  drenaj alanı ve  $1,95$  milyar  $\text{m}^3$  brüt yıllık yüzeysel su potansiyeli değerleriyle, Türkiye'deki 26 ana akarsu havzası içinde drenaj alanı açısından 20., su potansiyeli açısından ise 21. sırada yer almaktadır. Bu değerler, oransal olarak ülke yüzölçümünün % 2,2'sini su potansiyelinin % 1,7'sini oluşturmaktadır (DSİ, 2005).

Kütahya'nın Gediz ilçesi sınırları içinde  $2.312 \text{ m}$  yüksekliğindeki Murat dağında  $100'$  den fazla pınarın bir araya gelmesiyle ortaya çıkan Gediz nehri  $386 \text{ km}$  uzunluğundadır (DSİ, 2005).

Gediz nehrine Yukarı Gediz olarak adlandırılan Demirköprü barajının membaındaki kesimde kuzeyden üç büyük kol, Deliiniş, Selendi ve Demirci çayları katılır. Aşağı Gediz olarak adlandırılan Demirköprü barajının mansabındaki kesimde ise doğudan Alaşehir çayı, kuzeyden Kumçayı, güneyden de Nif çayı ve Ahmetli deresi en önemli yan kollardır (DSİ, 2005).

Gediz Nehir Havzası, İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yer alan en önemli su havzalarından birisidir. Gediz Nehri hem havzanın hem de İzmir metropolünün içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Gediz deltası ve sulak alanı (205 kuş ve 308 bitki türünü barındıran İzmir Kuş Cenneti) yasa ile koruma altına alınmış; 1997’de Ramsar Anlaşması kapsamına dahil edilmiş bir alan olması bakımından da ayrı bir önem taşımaktadır (ÇMO, 2009).

Gediz Nehri, Alaşehir çayı ve Kum çayının oluşturduğu genç akarsu alüvyonları ovalardaki düzlükleri meydana getirirler. Ayrıca güney kesimdeki yan dere alüvyonlarında birikinti konileri bulunmaktadır. Gediz Ovası tektonik bir çökme sonucu oluşmuş olup, ovanın oluşumuna sebep olan faylanmalar, genel olarak doğu-batı yönlüdür. Ayrıca kuzeydoğu-kuzey, güney yönünde tali faylar da bulunur (DSİ, 2005).

Gediz havzasında yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ılık ve yağışlı olan tipik Akdeniz iklimi görülür. Havzanın doğu ucundaki yüksek kesimleri Akdeniz iklimi ile Kara iklimi arasında bir geçiş bölgesi oluşturur. Bu kesimlerde özellikle kış aylarında kar yağışı gözlenir ve sıcaklıklar daha düşüktür. Havzanın yıllık ortalama yağışı 635 mm civarındadır. Havzanın batı ucundaki delta alanında 10 m kotundaki Menemen ilçesinde yıllık toplam yağış 484 mm iken, havzanın doğu ucunda 850 m kotundaki Gediz ilçesinde yıllık toplam yağış 760 mm’ ye ulaşır. Ortalama olarak yıllık yağışın % 75’i Aralık ile Nisan ayları arasındaki 5 aylık dönemde düşer (DSİ, 2005).

Havza nüfusu 2000 Yılı Genel Nüfus Sayımına göre, bir milyon altı yüz bin kişinin üzerindedir. Nüfusun % 55’ i şehir merkezlerinde, % 45’ i ise, bucak, köy ve mahallelerde yaşamaktadır (DSİ, 2005).

Gediz Havzası tarımsal potansiyeli ve tarımsal üretimi ile ülkemizin önde gelen havzalarındandır. Türkiye toplam tarımsal üretim değerinin yaklaşık % 10'u Gediz ovasından elde edilmektedir (DSİ, 2005).

Gediz Havzasında yaşanan en önemli problemler; hızlı sosyo-ekonomik gelişmenin sonucu oluşan su kısıtlılığı, tarımsal sulama ve özellikle bölgedeki hızlı sanayileşmeden kaynaklı yoğun su talebi ve yine bu gelişmelerden doğan yüksek derecedeki kirliliktir (ÇMO, 2009).

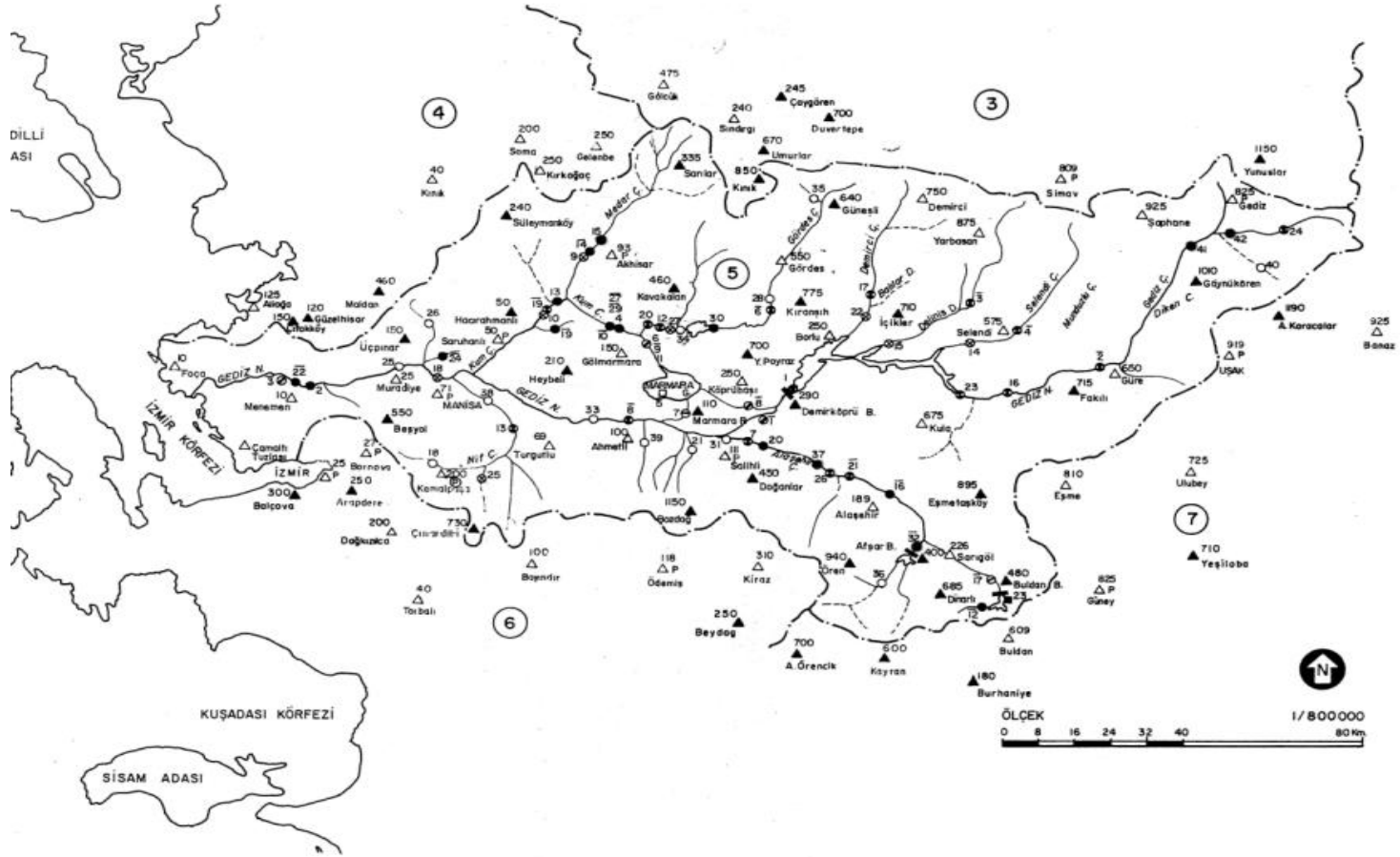
## 2.2 Meteorolojik Ölçüm İstasyonları

Bu çalışmada kullanılmak üzere Devlet Su İşleri (DSİ) ve Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından işletilen; konumları Şekil 2.2' de, özellikleri Tablo 2.1 ve Tablo 2.2' de sunulan toplam 45 adet gözlem istasyonunun aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Verileri temin edilen 45 istasyonun 22 adedi DSİ, 23 adedi DMİ tarafından işletilmektedir.

Çalışmada, gözlem süreleri istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar elde edilmesine imkân verecek veri uzunluğuna sahip istasyonların verileri değerlendirilmiştir. Bölge genelinde tarihsel en erken gözlem 1927 yılına, değerlendirilen en son veri 2006 yılına aittir. İstasyonlara ait değerlendirilmiş aylık toplam yağış değerleri DSİ II. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

DMİ tarafından işletilmekte olan Yarbasan yağış gözlem istasyonu verileri 1967-1974 yıllarına aittir. Kısa süreli bu gözlemler değerlendirme dışı bırakılmış olup, bu istasyon dışında kalan 22'si DSİ, 22'si DMİ tarafından işletilen istasyonların verileri değerlendirilmiştir. İncelenen istasyonların gözlem değerlerine ait temel istatistik parametreler Tablo 2.3 ve 2.4'de sunulmuştur. Sunulan temel istatistik parametreleri yıllık toplam yağış değerleri için hesaplanmıştır. Her bir istasyonda hem ay hem de yıl bazında temel istatistik parametreleri hesaplanmış olmasına rağmen ay bazında hesaplanan değerlerin sunulmasına gerek görülmemiştir. Hesaplanan tüm bu parametreler Excel programı yardımı ile elde edilmiştir. Sunulan standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri “n-1” yöntemi kullanılarak hesaplanan tarafsız, büyütülmüş değerlerdir.





Şekil 2.2 Gediz havzası DSI, DMI' ye ait istasyon konumları (DSİ 2005)

Tablo 2.1 Gediz havzasında bulunan DSİ 'ye ait yağış gözlem istasyonları

İstasyon Adı	İstasyon Numarası	Açılış Yılı	Kapanış Yılı	Durumu	Bulunduğu İl	Rakım
Avşar Barajı	05-026	1980	-	Açık	Manisa	275
Beşyol	05-022	1976	-	Açık	İzmir	530
Bozdağ	05-021	1961	-	Açık	İzmir	1150
Buldan Barajı	05-027	1967	-	Açık	Denizli	470
Çınardibi	05-015	1961	2002	Kapalı	İzmir	705
Demirköprü Barajı	05-003	1962	1993	Kapalı	Manisa	290
Dindarlı	05-006	1962	-	Açık	Manisa	685
Doğanlar	05-014	1970	-	Açık	Manisa	650
Eşmataşköyü	05-001	1962	-	Açık	Uşak	930
Fakılı	05-012	1962	-	Açık	Uşak	715
Göynükören	05-004	1966	2003	Kapalı	Kütahya	1020
Hacırahmanlı	05-002	1961	1997	Kapalı	Manisa	45
Hanya(Güneşli)	05-010	1961	1995	Kapalı	Manisa	640
İçikler	05-018	1961	-	Açık	Manisa	710
Kavakalan	05-011	1962	1998	Kapalı	Manisa	460
Kıranşih	05-016	1962	-	Açık	Manisa	670
Marmara Gölü Regülatörü	05-023	1961	2001	Kapalı	Manisa	75
Ören	05-020	1961	-	Açık	İzmir	940
Sarılar	05-008	1962	-	Açık	Manisa	340
Süleymanköy	05-009	1962	1997	Kapalı	Manisa	240
Üçpınar	05-007	1961	-	Açık	Manisa	100
Yukarı Poyraz	05-013	1962	2003	Kapalı	Manisa	630

Tablo 2.2 Gediz havzasında bulunan DMİ' ye ait yağış gözlem istasyonları

<b>İstasyon Adı</b>	<b>İstasyon Numarası</b>	<b>Açılış Yılı</b>	<b>Kapanış Yılı</b>	<b>Durumu</b>	<b>Bulunduğu İl</b>	<b>Rakım</b>
Ahmetli	5617	1938	1988	Kapalı	Manisa	100
Akhisar	17184	1929	-	Açık	Manisa	93
Alaşehir	5974	1931	-	Açık	Manisa	189
Borlu		1964	1982	Kapalı	Manisa	250
Demirci	17746	1929	-	Açık	Manisa	851
Foça	5434	1957	1994	Kapalı	İzmir	10
Gediz	17750	1934	-	Açık	Kütahya	825
Gölmarmara	5273	1939	1992	Kapalı	Manisa	150
Gördes	4930	1929	1997	Kapalı	Manisa	550
Güre	5458	1964	1995	Kapalı	Uşak	650
Kemalpaşa	5785	1938	1997	Kapalı	İzmir	200
Köprübaşı	5278	1967	-	Açık	Manisa	250
Kula	5624	1929	1991	Kapalı	Manisa	675
Manisa	17186	1929	-	Açık	Manisa	71
Menemen Topraksu	9020	1929	1995	Kapalı	İzmir	10
Muradiye	5440	1964	1987	Kapalı	Manisa	25
Salihli	17792	1939	-	Açık	Manisa	111
Sarıgöl	6143	1963	1986	Kapalı	Manisa	225
Saruhanlı	5269	1959	1996	Kapalı	Manisa	50
Selendi	5282	1955	1991	Kapalı	Manisa	575
Şaphane	4765	1964	1990	Kapalı	Kütahya	925
Turgutlu	5615	1929	-	Açık	Manisa	120
Yarbasan		1967	1974	Kapalı	Manisa	875

Tablo 2.3 DSİ' ye ait yıllık toplam yağış değerlerinin temel istatistik parametreleri

İstasyon Adı	Ortalama	Standard sapma	Çarpıklık	Değişkenlik	Basıklık
Avşar barajı	430,53	75,55	-0,039	% 17,54	-1,314
Beşyol	772,68	183,39	0,563	% 23,73	-0,061
Bozdağ	1258,62	338,44	1,014	% 26,88	1,600
Buldan barajı	468,34	95,07	0,486	% 20,30	-0,625
Çınardibi	932,89	215,89	0,486	% 23,14	0,520
Demirköprü brj	486,65	101,40	0,009	% 20,83	-0,576
Dindarlı	455,36	96,10	0,298	% 21,10	0,045
Doğanlar	630,46	152,52	0,323	% 24,19	0,497
Eşmataşköyü	468,62	97,70	0,754	% 20,84	0,293
Fakılı	447,13	77,95	0,436	% 17,43	-0,755
Göynükören	467,92	133,60	-0,264	% 28,55	-0,290
Hacırahmanlı	483,33	108,81	0,778	% 22,51	1,084
Hanya (Güneşli)	634,88	157,95	0,231	% 24,88	-0,243
İçikler	568,13	131,65	0,253	% 23,17	-0,742
Kavakalan	625,48	145,26	0,579	% 23,22	1,019
Kıranşih	589,24	124,79	0,320	% 21,17	-0,323
MarmaraGölü reg.	435,22	77,01	0,227	% 17,69	-0,239
Ören	735,21	256,56	-0,212	% 34,89	0,731
Sarılar	595,22	146,70	0,519	% 24,64	0,273
Süleymanköy	472,56	99,52	0,231	% 21,06	-0,708
Üçpınar	547,92	165,78	0,570	% 30,25	0,045
Yukarı Poyraz	588,52	115,66	0,727	% 19,65	0,611
ORTALAMA	595,22	140,79	0,377	% 23,08	0,038

Tablo 2.4 DMİ' ye ait yıllık toplam yağış değerlerinin temel istatistik parametreleri

<b>İstasyon Adı</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standard Sapma</b>	<b>Çarpıklık</b>	<b>Değişkenlik</b>	<b>Basıklık</b>
Ahmetli	485,65	125,12	-1,204	% 25,76	2,600
Akhisar	588,76	132,87	0,464	% 22,56	-0,198
Alaşehir	482,87	111,77	0,387	% 23,14	-0,631
Borlu	541,12	100,46	0,242	% 18,56	-0,189
Demirci	646,55	143,30	-0,014	% 22,16	-0,708
Foça	552,39	115,75	0,051	% 20,95	0,040
Gediz	602,37	119,54	0,202	% 19,84	-0,531
Gölmarmara	546,22	129,23	0,602	% 23,65	-0,018
Gördes	638,46	151,61	0,473	% 23,74	0,860
Güre	452,26	78,89	0,105	% 17,44	-1,282
Kemalpaşa	1071,88	405,50	2,347	% 37,83	7,311
Köprübaşı	447,80	94,63	0,415	% 21,13	0,418
Kula	590,44	142,36	0,578	% 24,11	0,033
Manisa	727,03	162,75	0,514	% 22,38	-0,024
Menemen Topraksu	537,57	144,89	0,556	% 26,95	0,031
Muradiye	648,65	160,36	0,196	% 24,72	-0,388
Salihli	489,44	98,32	0,485	% 20,09	0,109
Sarıgöl	486,71	99,40	0,250	% 20,42	-1,204
Saruhanlı	454,73	92,09	1,197	% 20,25	1,651
Selendi	514,41	110,21	0,199	% 21,42	-0,763
Şaphane	677,84	112,28	0,272	% 16,56	-0,874
Turgutlu	584,02	140,34	0,578	% 24,03	-0,098
<b>ORTALAMA</b>	<b>580,33</b>	<b>135,08</b>	<b>0,404</b>	<b>% 22,62</b>	<b>0,279</b>

## BÖLÜM ÜÇ

### YÖNTEM

#### 3.1 Hidrolojide Bilgi Kuramı

Su kaynakları sistemlerinin planlanmasında kullanılan verilerden elde edilebilecek bilgi miktarı çok önemlidir. Bu verilerin içerdiği bilgi miktarının saptanabilmesi için nesnel bir ölçüt kullanılması gerekmektedir. Entropi kavramı, ölçülen sürecin içerdiği bilginin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bilgi kuramından hareketle tanımlanan belirsizlik veya bilgi içeriği anlamındaki entropi kavramı Shannon tarafından geliştirilmiştir.

Günümüzde su kaynaklarının gerek nitelik ve gerekse nicelik yönünden kısıtlılığı, bunun ötesinde özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde mali olanakların da kısıtlı oluşu, planlama çalışmalarının geçmiştekilere kıyasla çok daha dikkatli ve tutarlı biçimde gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Su kaynakları sistemlerinin planlanmasında ilk aşama eldeki su potansiyelinin saptanmasıdır. Bu amaçla planlamacının yararlanabileceği tek kaynak akım, yağış, buharlaşma, sıcaklık ve kar su eşdeğeri gibi çeşitli hidrolojik değişkenlerin, belirli konumlarda ve yine belirli zaman aralıklarında gözlenmiş değerleri olmaktadır. Bu ölçümler ilk anda rasgele bir sayı dizisinden ibarettir. Planlamacının görevi ise bu diziden azami düzeyde bilgi edinebilmek ve dolayısıyla su kaynakları sistemlerinin tasarımı ve işletimi için gereksinme duyduğu parametreleri hesaplamaktır. O halde kullanılan veriler, belirli bir miktarda bilgi getirmektedirler. Bu bilginin saptanması planlamacı için büyük önem taşır, çünkü verilecek kararların tutarlılığı, ölçümlerin doğadaki olayı yeterli derecede yansıtıp yansıtmadığına bağlıdır. Öyleyse planlama çalışmalarının temelinde ölçüm ve ölçümün getireceği bilgi bulunmakta, bu bilginin saptanabilmesi için de nesnel bir ölçüte ihtiyaç duyulmaktadır (Harmancıoğlu, 1980).

Entropi, rasgele karakterdeki hidrolojik süreçlerin içerdiği belirsizliğin ölçüsü olmakta ve yapılan gözlemler yoluyla *kazanılan bilgi*  $\equiv$  *giderilen belirsizlik* olarak tanımlanmaktadır. Bu niteliği ile entropi kavramı, bilgi içeriğini dolaylı olarak belirleyebilen bir ölçüt olmaktadır (Baran, 1993).

Entropi kavramı tanımlanan biçimiyle, su kaynakları mühendisliğinde hidrolojik süreçlerin belirsizliğinin saptanması, süreci en az taraflı temsil edecek olasılık dağılımının saptanması, hidrolojik süreçler arası bilgi aktarımı, ölçüm ağlarının planlanması ve en uygun ölçüm aralıklarının seçilmesi, ölçüm dizisinin bilgi içeriğinin saptanması, matematik modellerin doğal süreçlere uygunluk derecelerinin belirlenmesi, süreçler arası ilişkilerin ve beslenme sistemlerinin araştırılması, ölçüm ağlarının işletme performanslarının belirlenmesi, optimizasyon ve karar verme teorisi alanlarında uygulama olanağı bulmuştur (Baran,1993).

Ölçüm sistemlerinin değerlendirilmesindeki uygulanabilirliğin yanı sıra, entropi kavramının sağlayacağı bir başka yarar da, hidrolojide kullanılan matematiksel modellerin doğal süreçlere uygunluk derecelerinin saptanabilmesi ve aynı süreç için geliştirilmiş farklı modeller arasında nesnel bir ölçütle kıyaslama yapılabilmesidir. Matematik modelin ürettiği yapay verilerin getireceği bilgi ile doğal sürece ait gözlemlerin içerdiği bilginin entropi kavramı ile ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, modelin uygunluk derecesi nesnel bir biçimde ortaya konmuş olmaktadır. Aynı yaklaşımla, birden fazla modelin davranışını belirleyerek sürece en uygun olanının seçimine de olanak bulunmaktadır. O halde hidrolojik süreçlerin matematiksel modellemesi açısından da entropi kavramı üzerinde düşünölmeye başlanması ve konunun bu yönde de geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Öyle ki sentetik hidrolojide karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, kurulan modellerin doğadaki süreci ne derecede yansıttığının saptanması (Baran ve Bacanlı, 2006, 2007a ve 2007b) ve dolayısıyla bu konudaki belirsizliğin ortadan kaldırılmasıdır.

### **3.2 Entropi Kavramı**

Shannon'a göre, bir olay hakkında bilgi edinilmesi, ancak o olayın belirsizlik içermesi halinde söz konusu olabilir. Buna göre, oluşma olasılığı yüksek olayların meydana gelmesi fazla bilgi getirmemekte; aksine, olasılığı düşük olayların oluşması daha fazla bilgi taşımaktadır. Bu çerçevede, belli bir alternatif çözümün oluşma olasılığı, o çözümü oluşturan işaret, sembol ya da sayının belirsizlik (veya beklenebilirlik) derecesini temsil etmektedir. Bu nedenle, kazanılan bilgi giderilen belirsizlik miktarının dolaylı bir ölçütüdür.

Shannon yukarıdaki yaklaşımla entropi kavramını, bir olayın alabileceği çeşitli alternatif durumların (değerlerin) beklenen değeri olarak matematiksel bir bağıntıyla tanımlamıştır. Bu tanıma göre de entropi, belli birimlerle (bit, napier, desibel gibi) ölçülebilen kantitatif bir büyüklük olmaktadır. Böylelikle, bir rastgele sürecin olasılık yapısı belli olduğunda, o sürecin entropisi sayısal olarak hesaplanabilmekte ve söz konusu birimlerle ifade edilebilmektedir. Shannon'un tanımı gereği, entropi fonksiyonu daima pozitif değerler almaktadır. Bu özellikleriyle entropi kavramı, herhangi bir istatistik sürecin bilgi içeriğinin ölçülmesinde kullanılacak nesnel bir kriter olarak kabul görmüş ve hidrolojinin de arasında yer aldığı çeşitli bilim dallarında geniş bir uygulama alanı bulmuştur (Amorocho ve Espildora, 1973; Chapman, 1986; Harmancıoğlu, 1981).

### 3.3 Hidrolojik Süreçlerde Entropi

Su kaynakları sistemlerinin değerlendirme ve planlanması konularında yaygın kullanım alanı bulan entropi kavramı, belirsizliğin mertebesini veya dolaylı olarak eldeki mevcut bilginin değerini ölçme olanağı sağladığından, belirsizlik altında verilecek kararlarda daha objektif yaklaşımlara temel oluşturmaktadır (Baran, 1993).

Entropi kavramı, bilgi ölçütü olarak geliştirildiği biçimiyle hidrolojinin bir çok alanında uygulama alanı bulmuştur. Bugüne kadar hidrolojide entropi kavramının kullanıldığı çalışmalarda hedeflenen amaçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Hidrolojik süreçlerin belirsizliğinin saptanması,
- Entropi fonksiyonunu en büyükleleyen olasılık dağılımını belirleyerek, süreci en az taraflı temsil edecek olasılık dağılımının saptanması,
- Ölçüm dizisinin bilgi içeriğinin saptanması,
- Hidrolojik süreçler arası bilgi aktarımı,
- Ölçüm ağlarının planlanması, zaman ve mekana göre en uygun ölçüm aralıklarının seçilmesi,
- Hidrolojide kullanılan matematik modellerin doğal süreçlere uygunluk derecelerinin belirlenmesi,
- Süreçler arası ilişkilerin ve beslenme sistemlerinin araştırılması,



- Ölçüm ağlarının işletme performanslarının belirlenmesi,
- Optimizasyon ve karar verme teorisi,
- Sürecin olasılık dağılımı için güven sınırlarının belirlenmesi,
- Taşkınlar için bölgesel analizler.

### **3.4 Su Potansiyelinin Belirlenmesi**

#### ***3.4.1 Türkiye'nin Su Potansiyeli***

Su dünya yüzeyine eşit dağılım göstermeyen ve global ölçekte olmasa da bölgesel ve yerel ölçekte tükenebilir bir kaynak olması sebebiyle su potansiyelinin tespiti büyük önem taşımaktadır. Su potansiyelinin belirlenmesi, su kaynakları sistemlerinin planlanmasında ilk ve en önemli aşamadır.

Türkiye genelinde ortalama yıllık yağış miktarı 643 mm olup, ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> su potansiyeline karşılık gelmektedir. Yağışın 274 milyar m<sup>3</sup>'ü yüzeysel sulardan (evaporasyon) ve bitkilerden (evapotranspirasyon) buharlaşma yoluyla atmosfere geri döner. Yağışla gelen suyun 158 milyar m<sup>3</sup>'ü yüzeysel akışa geçtiği, 69 milyar m<sup>3</sup>'ünün yeraltı suyuna karıştığı belirlenmiştir. Oluşan yeraltı suyunun 28 milyar m<sup>3</sup>'ü pınarlar halinde yüzey sularına katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden (Meriç ve Asi nehirleri) ülkemize yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su gelmektedir. Böylece toplam brüt su potansiyeli 193 milyar m<sup>3</sup> değerine ulaşmaktadır. Yeraltı suyuna katılan 41 milyar m<sup>3</sup>'lük su da ilave edildiğinde, ülkemizin yenilenebilir brüt su potansiyeli 234 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmaktadır. Bu potansiyel içerisinde Gediz Havzası'nın payı ise 1,95 milyar m<sup>3</sup>'tür (Öziş ve ark., 1997).

#### ***3.4.2 Su Potansiyeli Belirlenmesinde Entropi Yöntemi***

Hidrolojik çevrimin en önemli girdisi olan yağışların bir bölgenin potansiyel su kaynaklarına erişebilirliğini temsil ettiği düşünülmektedir. Yağışların yoğunluğu veya oluşumundaki düzensizlik (ya da belirsizlik) su kaynakları gelişimi ve su kullanımı uygulamalarında en önemli kısıtlardan biridir. Bu düzensizlikler, su kaynaklarının gelişimi için bölgesel veya genel stratejiler geliştirilirken, karar vermede en baskın faktörlerdir.

Entropi, bir değişkenin belirsizliğinin veya düzensizliğinin bir ölçüsüdür. Entropi, kesikli veya sürekli bir formdaki rastgele değişkenin olasılık kütle fonksiyonu (okf) veya olasılık yoğunluk fonksiyonunun (oyf) bilinmesiyle hesaplanabilmektedir. Bilgi kuramı çerçevesinde (Shannon, 1948), bir değişkenin veya o değişkenin olasılık dağılımının belirsizliği (entropi), değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonunun logaritmasının negatif beklenen değeridir. Karakteristik olarak, artan rastgelelik veya değişkenin düzensizliği olasılık dağılımının çarpıklığını azaltmaktadır. Bu durum ise entropinin artmasına yol açmaktadır. Değişkenin olasılık dağılımının uniform olması durumunda entropi maksimum değerini almaktadır. Kesin olayların entropisi ise sıfır olmaktadır (Maruyama, Kawachi, Singh, 2005).

Entropi teorisinin gözlenmiş yağış verilerine uygulanmasıyla düzensizlik ölçülebilmektedir. Düzensizlik ölçütü olarak yaygın kullanılan varyans parametresi esas olarak, bir frekans dağılımının ortalaması (beklenen değer) etrafındaki değişimi hesaplamakta kullanılmaktadır. Bu açıdan entropi, varyanstan daha güçlü ve genel nitelikli bir belirsizlik ölçütüdür. Bilindiği üzere, bir serinin ortalama ve varyans değerleri bilindiğinde ve bu serinin olasılık yoğunluk fonksiyonu normal dağılımla tanımlandığında değişkenin entropisi maksimum değerini almaktadır (Kagan ve diğ., 1973). Bu tanım gereğince varyans, normal dağılım kabulünün geçerli olduğu halde belirsizlik ölçütü olarak kullanılabilir. Oysa entropi tabanlı yöntemler herhangi bir dağılıma uygulanabilmektedir. Ölçüm öncesi (a priori) dağılımın bilinip bilinmemesi de önem taşımamaktadır (Maruyama ve ark., 2005).

Bu çalışma kapsamında, aylık yağış yoğunlukları (aylık toplam yağış miktarı) rasgele bir değişken olarak düşünölmüştür. Değişkenin seçilen bir zaman periyodundaki görölme sıklığı (frekans) ile aylık yağış yoğunluğu arasındaki ilişki, entropi tabanlı ifadelerle tanımlanmıştır. Böylece hesaplanan entropi değerleri, entropi yoğunluğu (intensity entropy - IE) olarak da adlandırılmaktadır.

Shannon tarafından  $p_1, p_2, \dots, p_n$  olasılık seti için tanımlanan entropi (H) değeri

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (1)$$

(1) numaralı formülle hesaplanmaktadır. Aylık yağışın yoğunluğu (veya toplamı) rasgele bir değişken olarak dikkate alındığında ve bir yağış serisi içerisinde oluşma olasılığının  $p_i$  gibi bir değer alması durumunda, bir istasyondaki entropi yoğunluğu (IE) değeri (1) numaralı denklem kullanılarak belirlenebilmektedir. Belirli bir istasyon için  $p_i$  olasılıkları, bu istasyondaki mevcut tüm aylık yağış değerleri ve bu değerlerin oluşma olasılıkları dikkate alınarak kesikli hal için tanımlanmıştır. IE aşağıdaki adımlar takip edilerek hesaplanmaktadır:

- (1) Her bir istasyon için aylık toplam yağış dizilerinde aylık gözlem eksikliği bulunmayan yıllar bir araya getirilmektedir. Daha sonra  $12 \times N$  sayıdaki aylık yağış değerleri herhangi bir seri özelliği olmaksızın bir veri seti oluşturacak şekilde küçükten büyüğe sıralanmaktadır.
- (2) Aylık toplam yağış değerlerinin yer aldığı bu dizi eşit aralıklı  $k$  adet sınıfa ayrılmaktadır. Frekans serilerinde en önemli nokta sınıf sayısının kaç tane veya sınıf aralığının ne olacağına belirlenmesidir. Sınıf aralığının ne olması konusunda çeşitli yazarlar çeşitli formüller önermektedirler. Ancak bu formüller sadece bir öneridir, kesin değildir. Sınıf sayısının az olması serinin verdiği bilgilerin kaybına yol açacağından sınıf sayısının dörtten az olmaması, diğer yandan çok fazla sınıf sayısının ise işlem zorluğu ve serinin yorumlanmasını zorlaştıracığı için sekizden fazla olmaması tavsiye edilir. Önerilen kurallardan biri, sınıf sayısının serideki gözlem sayısının (yıl) karekökü olarak seçilmesidir. Bu çalışmada sınıf adedinin ( $k$ ) belirlenmesi aşamasında 1926 yılında Sturges tarafından tanımlanan aşağıda gösterilmekte olan (2) numaralı formül kullanılmıştır.

$$k = 1 + \frac{4}{3} \times \ln(N) \quad (2)$$

Sınıf genişliği dizideki en büyük değerden en küçük değer çıkarılması ve bu farkın sınıf sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir. Ancak sunulan çalışmada dizideki en küçük değer yani en küçük aylık toplam yağış değeri her istasyon için sıfır olmaktadır dolayısıyla sınıf aralığı küçükten büyüğe

sıralanmış dizideki en büyük aylık toplam yağış değerinin ( $R_{max}$ ) yukarıda ifade edilen k, sınıf adedi değerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

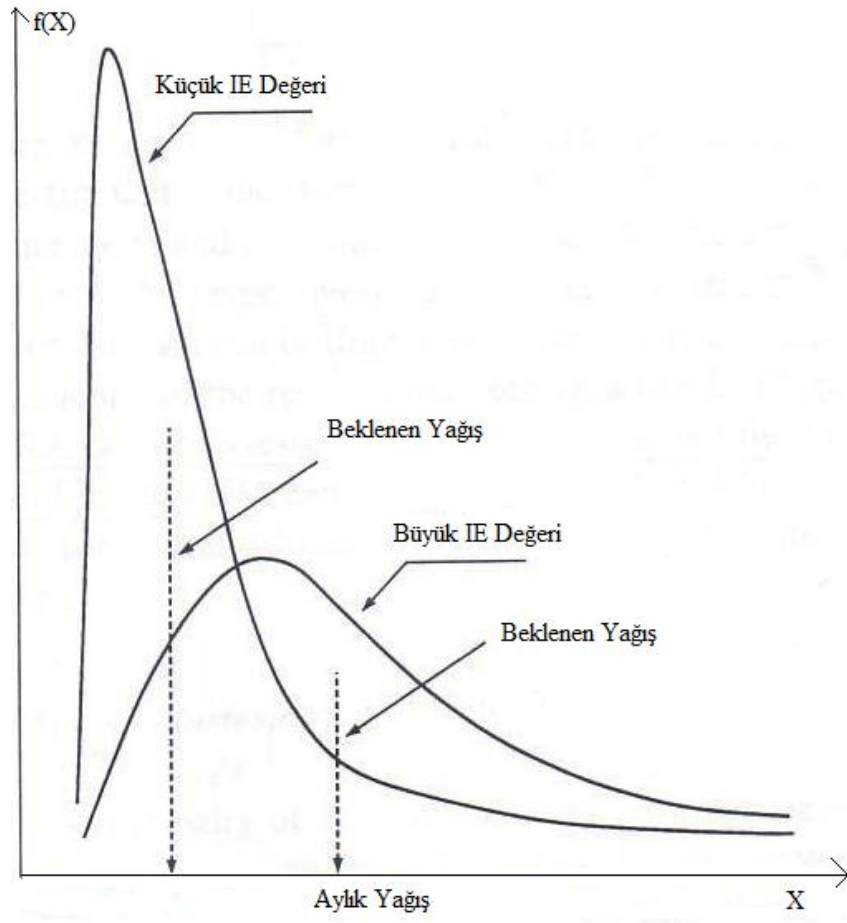
$$\Delta x = \frac{R_{max}}{k} \quad (3)$$

- (3) Her bir sınıf için  $f_i$  frekans değeri hesaplanır ve bir frekans dağılım tablosu oluşturulmaktadır  $\{f_i\}$ .
- (4) Aylık yağış değerlerinin tamamı için kesikli haldeki bir olasılık yoğunluk fonksiyonu elde edebilmek için her bir aralıkta ( $f_i/N$ ) nisbi frekans değerleri hesaplanır.
- (5) IE entropi değeri bu rölatif frekanslar kullanılarak hesaplanabilmekte ve formülü aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$IE = -\sum_{i=1}^k \left( \frac{f_i}{N} \right) \log_2 \left( \frac{f_i}{N} \right) \quad (4)$$

(4) numaralı formüldeki k, sınıf sayısını ve  $f_i$  her bir sınıf için frekans değerini ifade etmektedir. Burada IE entropi değerinin birimi logaritma 2 tabanında kullandığından “bit” olmaktadır.

Yarı sonsuz aralıkta ( $0 \leq IE < \infty$ ) tanımlı olan IE değeri aylık yağış yoğunluğunun düzensizliğini ifade etmekte kullanılan bir ölçüttür. Daha az düzensiz yoğunluk değeri daha küçük bir IE değeri ile ölçülmektedir, böylece aylık yağış değerinin frekans dağılımının daha çarpık olduğuna işaret etmektedir. Diğer taraftan aylık yağışın daha geniş bir aralıkta tanımlanmasıyla, çok daha düzensiz yoğunluk değerleri daha büyük IE değerlerinin elde edilmesine sebep olmaktadır. Bununla birlikte, yağış yoğunluğunun olasılık yoğunluk fonksiyonu, yağışların negatif değer almamasından ötürü, her zaman sıfır orijin noktasının da dâhil olduğu pozitif bir apiste (yatay eksen) tanımlıdır. IE değerinde artış olması, beklenen aylık yağış değerinde bir artış beklentisi oluşturur (Şekil 3.1). Bir başka ifadeyle, IE değeri ile beklenen aylık yağış miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Bu sebeple, IE değeri toplam yağış miktarının göstergesi niteliğindedir.



Şekil 3.1 Artan IE değeri ile artan beklenen yağış miktarı

## BÖLÜM DÖRT

### BULGULAR

#### 4.1 Entropi Yoğunluğu (IE) Hesabında Gözlem Verilerinin Değerlendirilmesi

İstasyonlar farklı gözlem sürelerine sahip de olsalar, entropi yoğunluğu (IE) frekans analizi sonucunda elde edilen aylık toplam yağış yoğunluğunu tanımladığından bölgesel bilginin tanımında kullanılabilir. Bu nedenle, çok kısa olan istasyonlar dışında kalan istasyonların verilerinin kullanılması mümkündür. Ancak, frekans analizi yapılmadan istasyonlar teker teker incelenerek verilerin güvenilirliği araştırılmalıdır.

Entropi yoğunluğu (IE) yönteminin kullanılmasının bir diğer avantajı da, değerlendirilen veri dizisinde eksik yılların tamamlanmasının gerekmemesidir. Verilerin aynı topluma ait olmaları durumunda, çeşitli nedenlerle ölçüm/değerlendirme yapılamamış olması halinde eksik yıllar için herhangi bir uzatma/tamamlama işlemine gerek kalmaksızın IE değerleri hesaplanabilmektedir.

#### 4.2 Havzadaki DMİ Yağış Gözlem İstasyonları

##### 4.2.1 Genel Özellikler

Gediz Havzası'nda bulunan DMİ (Devlet Meteoroloji İşleri) 'ye ait olan yirmi üç yağış gözlem istasyonundan, Yarbasan sekiz yıl uzunluğundaki aylık toplam yağış gözlem değerlerine sahip olması nedeni ile entropi hesaplarında kullanıma uygun görülmemiştir. Frekans analizi yapılırken tüm istasyonlarda aynı kesikleme aralığı (15 mm/ay) değeri kullanılmıştır. Değerlendirilen en uzun süreli gözlemler (76x12 ay) Akhisar ve Manisa, en kısa süreli gözlemler (18x12 ay) Borlu istasyonuna aittir.

##### 4.2.2 Ahmetli Yağış Gözlem İstasyonu

Aylık toplam yağış gözlem süresi 21 yıl olan Ahmetli istasyonu 1988 yılında kapatılmıştır. Mevcut gözlemler 1938 yılında başlayıp 1987 yılında sona ermektedir.

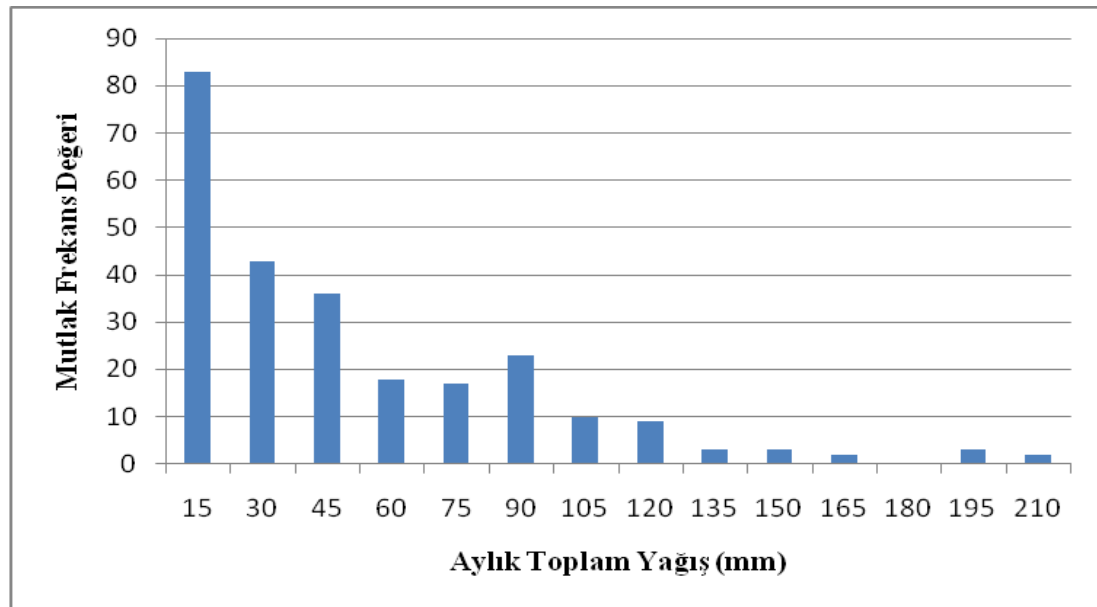
Ancak, 1942-1967 yılları arasında kalan dönemdeki gözlemlerin ölçülmesi veya kaydedilmesi sırasında oluşan aksaklıklar ve hatalar sebebiyle bu yıllardaki gözlem değerleri mevcut değildir.

Ahmetli istasyonunun 1938-1942 ve 1967-1987 yılları arasındaki aylık toplam yağış gözlemleri değerlendirilmiştir. Ancak, iki dönemin ortalama ve standard sapma parametreleri (Tablo 4.1) önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu nedenle, entropi hesaplarında sadece istasyonun son dönem (1967-1987) yılları arasındaki veriler kullanılmıştır.

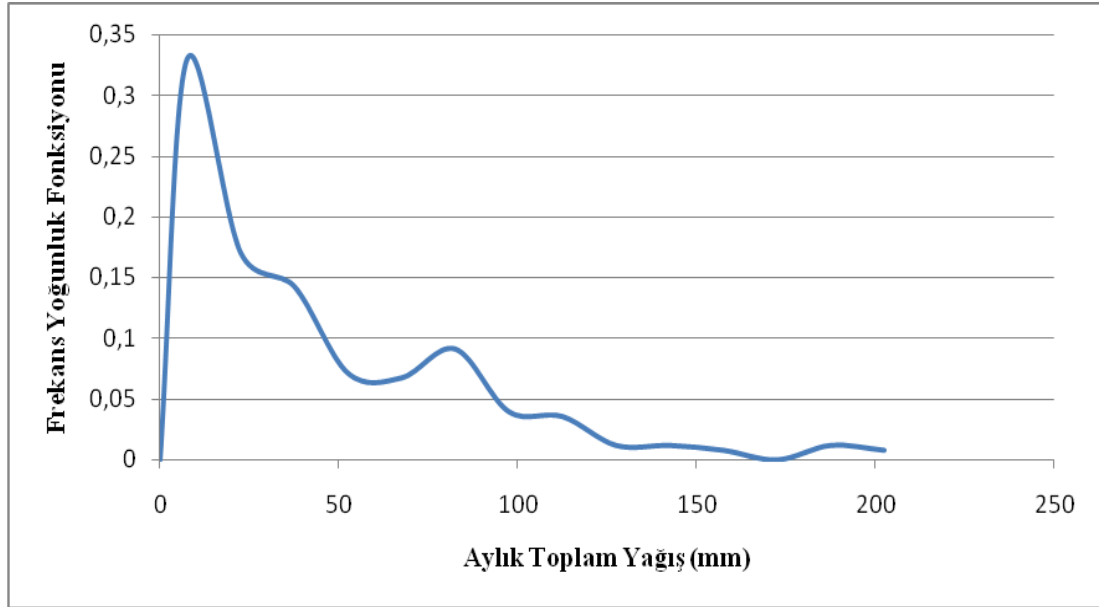
Tablo 4.1 Ahmetli istasyonuna ait dönemlerin temel istatistik parametreleri

Periyod (yıl)	Ortalama (mm)	Standard Sapma (mm)
1938-1942	380,64	204,37
1967-1987	510,66	88,34

Ahmetli istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,909 bit** olarak hesaplanmıştır. Ahmetli istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri sırasıyla Şekil 4.1 ve 4.2’de sunulmuştur.



Şekil 4.1 Ahmetli istasyonuna ait mutlak frekans histogramı.



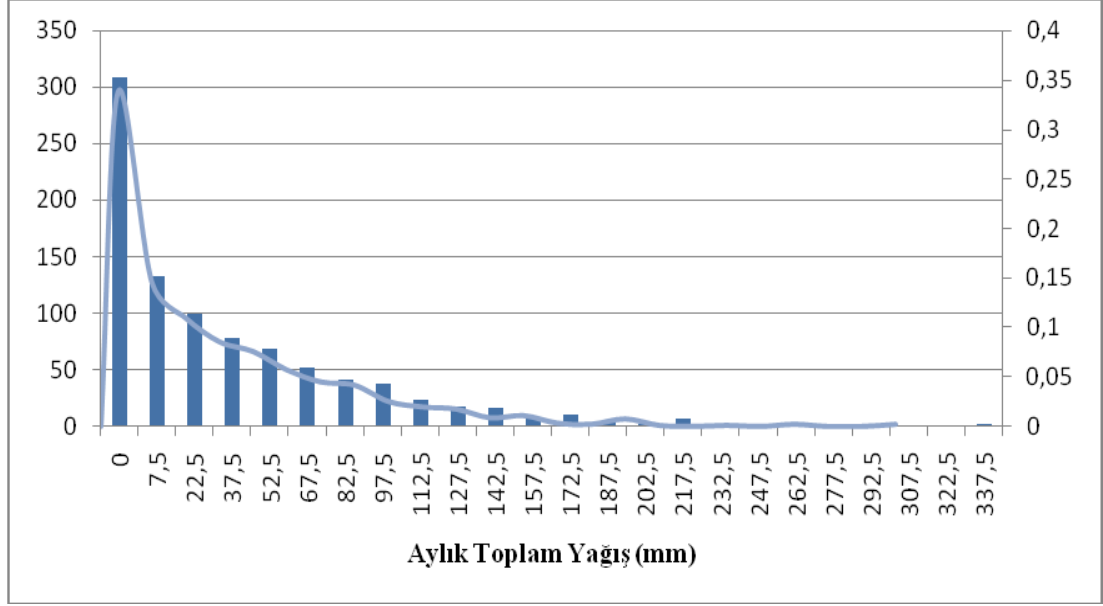
Şekil 4.2 Ahmetli istasyonuna ait frekans yoğunluk fonksiyonu

#### 4.2.3 Akhisar Yağış Gözlem İstasyonu

En uzun gözlem süresinin mevcut olduğu istasyonlardan biri olan Akhisar istasyonuna ait gözlemler toplam 76 yıl sürelidir (1929-2005). Bu sürede yalnızca 1936 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Akhisar istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Akhisar istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,137 bit** olarak hesaplanmıştır. Akhisar istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.3'te sunulmuştur.



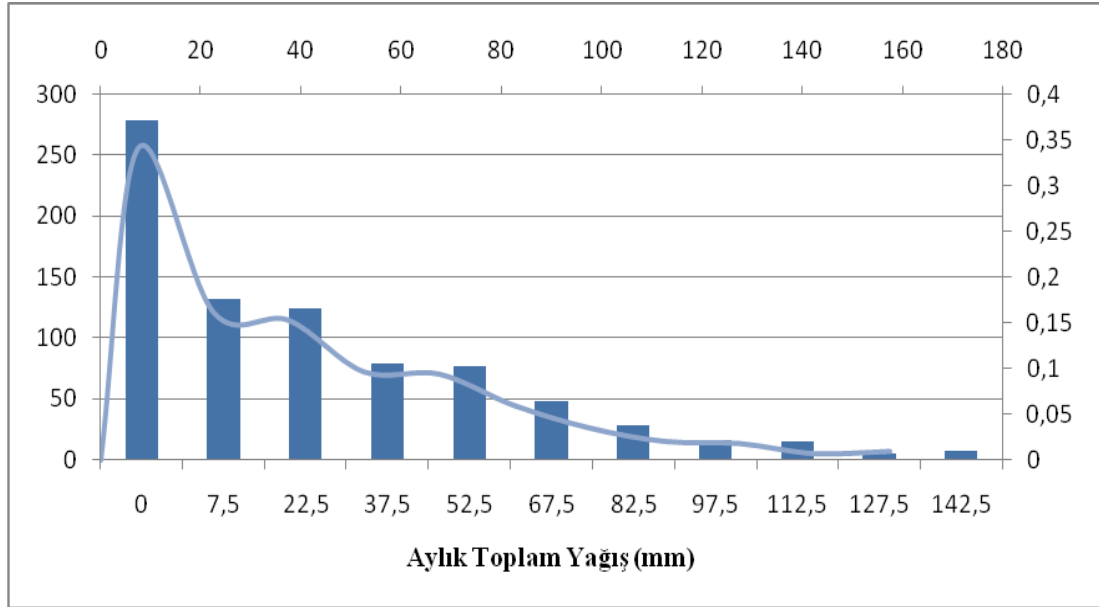


Şekil 4.3 Akhisar istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.4 Alaşehir Yağış Gözlem İstasyonu

Alaşehir istasyonunda 68 yıl süreli (1929-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1975, 1976, 1980-1982 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Alaşehir istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Alaşehir istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,771 bit** olarak hesaplanmıştır. Alaşehir istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.4'te sunulmuştur.

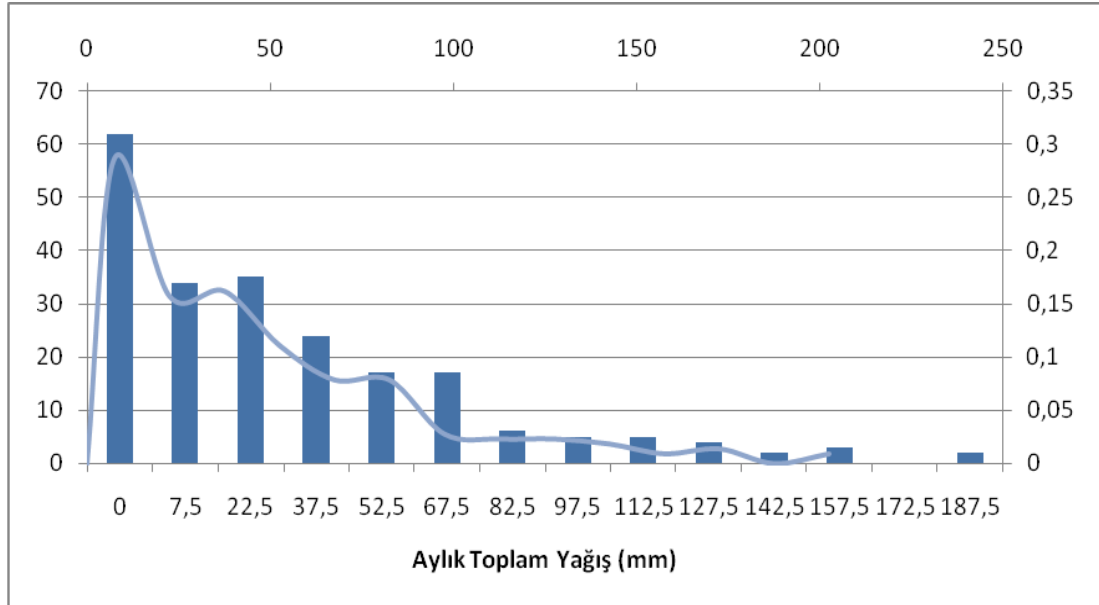


Şekil 4.4 Alaşehir istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.5 Borlu Yağış Gözlem İstasyonu

En kısa gözlem süresine sahip olan Borlu istasyonunda, toplam 18 yıllık (1964-1981) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur.

Borlu istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,004 bit** olarak hesaplanmıştır. Borlu istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.5’de sunulmuştur.

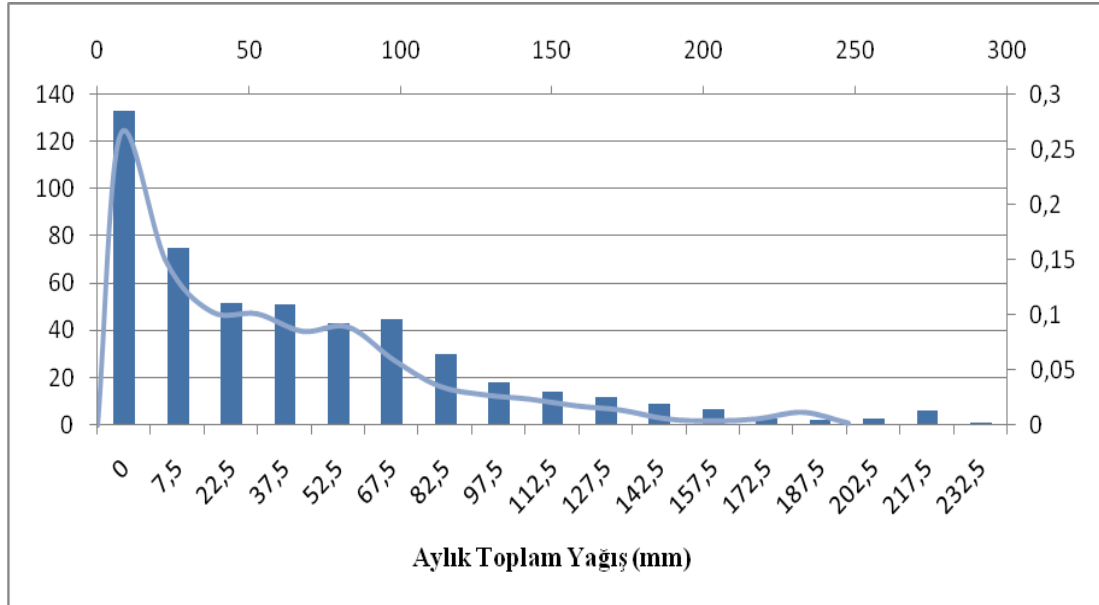


Şekil 4.5 Borlu istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.6 Demirci Yağış Gözlem İstasyonu

Demirci yağış gözlem istasyonunda 42 yıl süreli (1955-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1978, 1981, 1982 yılları ve 1986-1991 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Demirci istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Demirci istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,292 bit** olarak hesaplanmıştır. Demirci istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.6'da sunulmuştur.

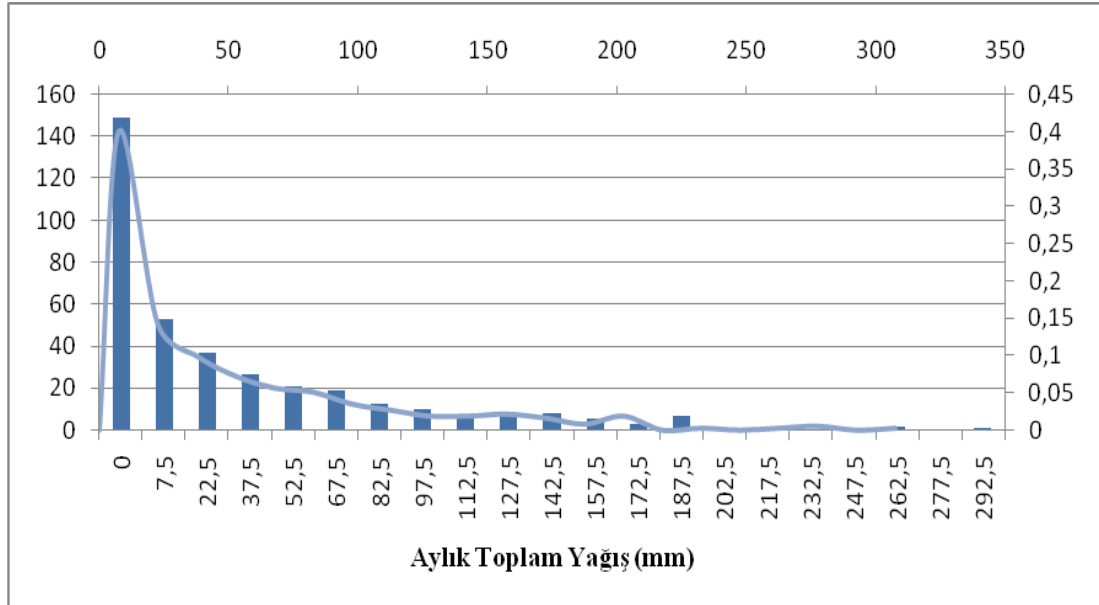


Şekil 4.6 Demirci istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.7 Foça Yağış Gözlem İstasyonu

Foça istasyonunda toplam 31 yıllık (1958-1988) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. 1988 yılından 1993 yılına kadar olan dört yıllık sürecin gözlemleri ölçülmemiş veya ölçülürken bir hata oluşmuştur. İstasyonun kapanış yılı olarak belirtilen 1993 yılına ait 12 adet aylık toplam yağış değerinin çalışma kapsamında kullanılmasına gerek görülmemiştir.

Foça istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,002 bit** olarak hesaplanmıştır. Foça istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.7’de sunulmuştur.



Şekil 4.7 Foça istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.8 Gediz Yağış Gözlem İstasyonu

Gediz yağış gözlem istasyonunda 53 yıl süreli (1934-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1936-1956, 1960, 1961 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Gediz istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

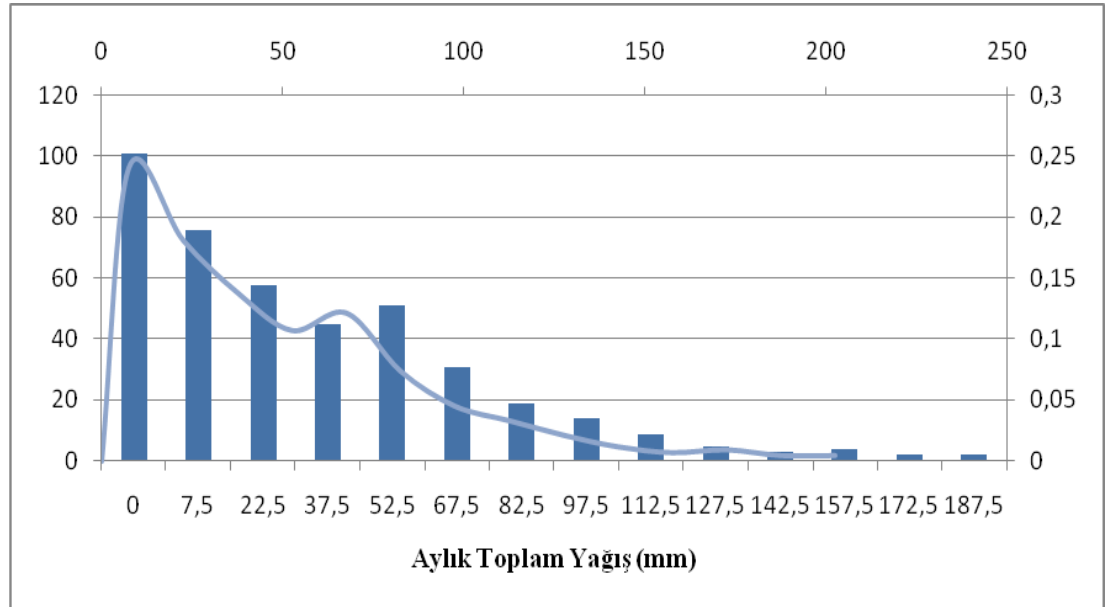
28 Mart 1970 tarihinde Richter ölçüsüne göre 7,6 şiddetinde gerçekleşen Gediz Depreminde yıkılan ve tamamen harabeye dönen şehrin yerinin Uşak yolu üzerinde 7 km ileriye kurulduğu bilinmektedir (Wikipedia, 2009). Gediz depreminden sonra istasyonun yerinin de değiştiği düşünülerek, sunulan çalışmada deprem sonrası gözlem değerleri (1971-2005) kullanılmıştır.

Gediz istasyonunun 1962-1970 ve 1971-2005 yılları arasındaki (deprem öncesi ve deprem sonrası) aylık toplam yağış gözlemleri değerlendirilmiştir. Ancak, iki dönemin ortalama ve standart sapma parametreleri (Tablo 4.2) önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu nedenle, entropi hesaplarında sadece istasyonun son dönem (1971-2005) yılları arasındaki veriler kullanılmıştır.

Tablo 4.2 Gediz istasyonuna ait deprem öncesi ve sonrası dönemlerin temel istatistik parametreleri

Periyod (yıl)	Ortalama (mm)	Standard Sapma (mm)
1962-1970	750,9	75,48894
1971-2005	569,7929	101,7264

Gediz istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,076 bit** olarak hesaplanmıştır. Gediz istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.8’de sunulmuştur.

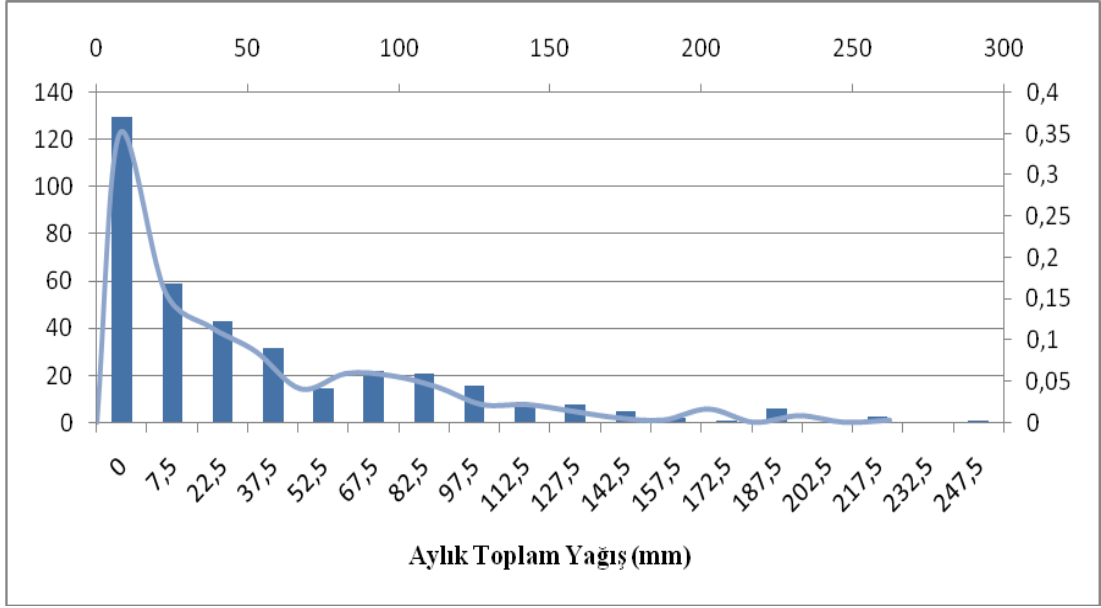


Şekil 4.8 Gediz istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu

#### 4.2.9 Gölarmara Yağış Gözlem İstasyonu

Gölarmara yağış gözlem istasyonunda 34 yıl süreli (1939-1991) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1940-1955 yılları ve 1958-1960 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Gölarmara istasyonu 1992 yılında kapanmıştır. Çalışma kapsamında, Gölarmara istasyonu için toplam 31 yıl (1961-1991) süreli gözlem değerleri ile çalışılmıştır. Bu sürede, eksik gözlem yoktur.

Gölmarmara istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,033 bit** olarak hesaplanmıştır. Gölmarmara istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.9'da sunulmuştur.

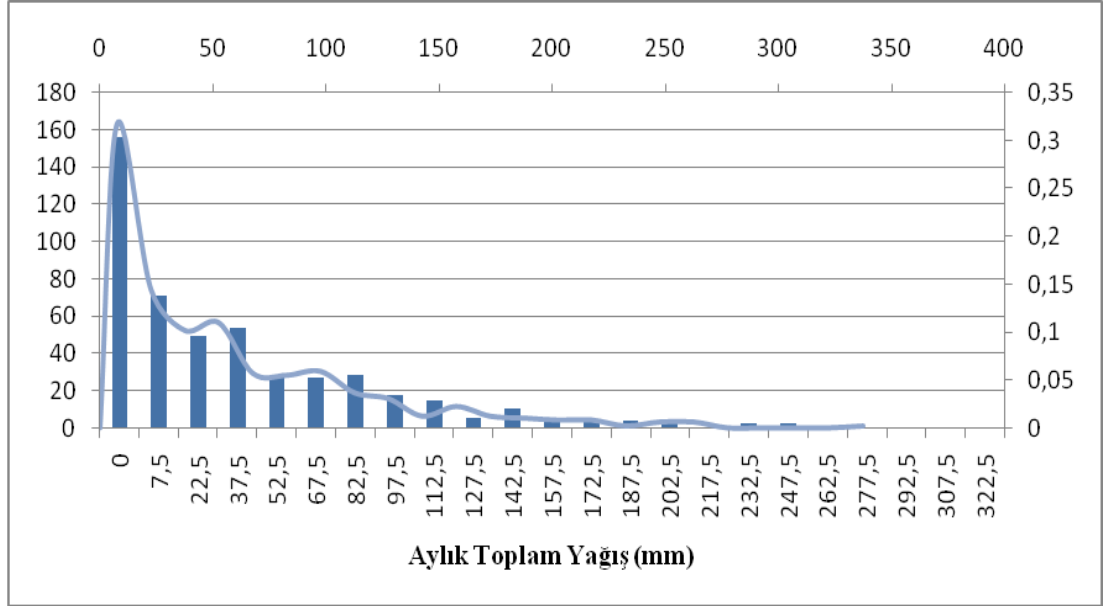


Şekil 4.9 Gölmarmara istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.10 Gördes Yağış Gözlem İstasyonu

Gördes istasyonunda toplam 41 yıllık (1956-1996) gözlem mevcuttur. Ancak, eksik gözlem yoktur.

Gördes istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,232 bit** olarak hesaplanmıştır. Gördes istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.10'da sunulmuştur.



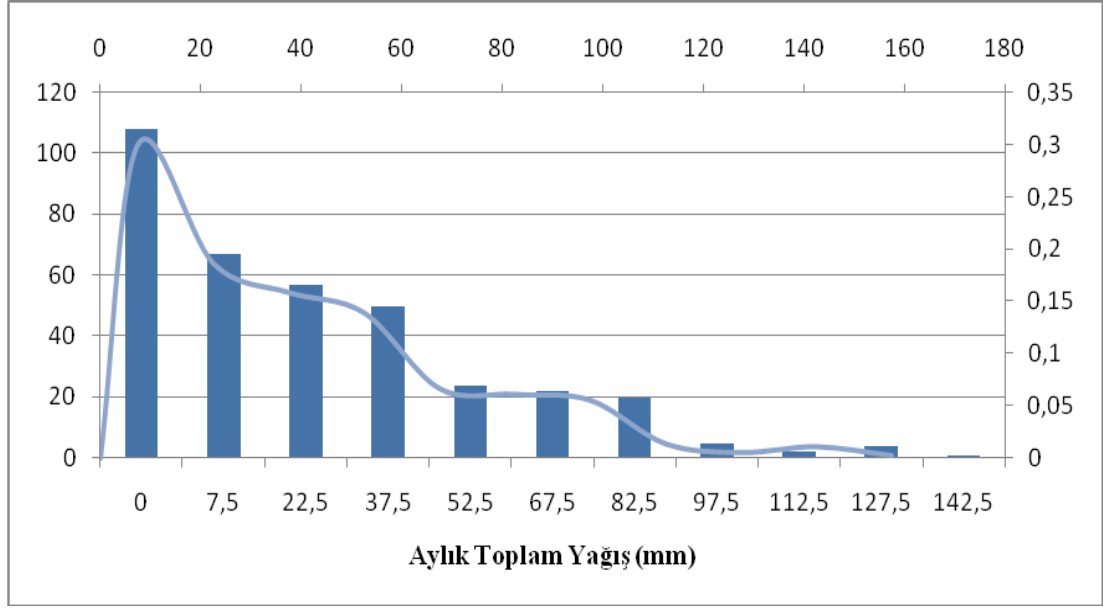
Şekil 4.10 Gördes istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.11 Güre Yağış Gözlem İstasyonu

Güre istasyonunda toplam 30 yıllık (1965-1994) gözlem mevcuttur. Ancak, eksik gözlem yoktur.

Güre istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,751 bit** olarak hesaplanmıştır. Güre istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.11’de sunulmuştur.



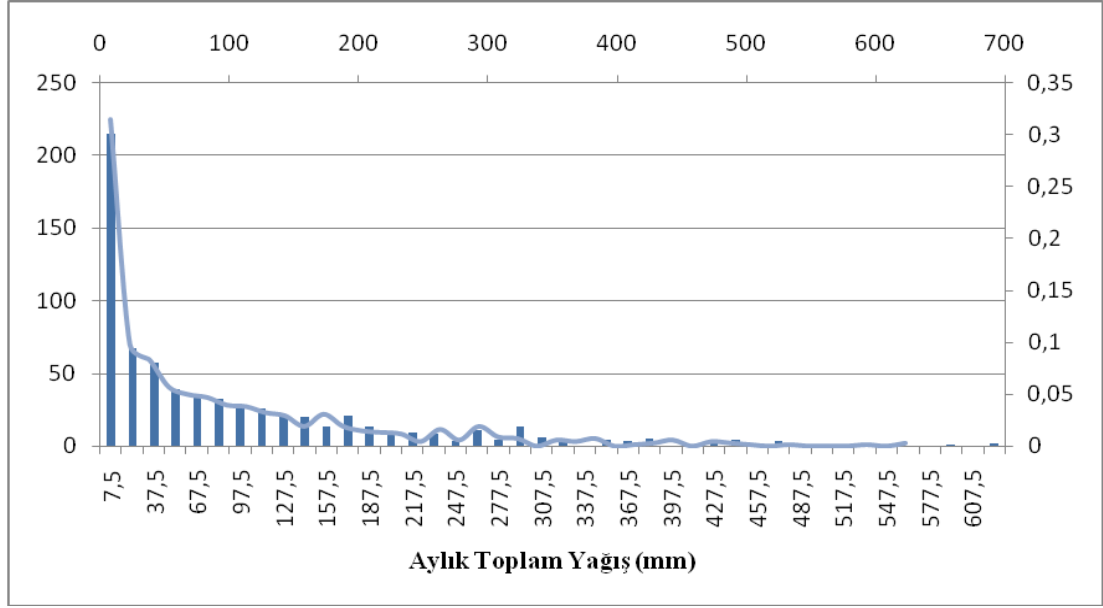


Şekil 4.11 Güre istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.12 Kemalpaşa Yağış Gözlem İstasyonu

Kemalpaşa yağış gözlem istasyonunda 57 yıl süreli (1938-1997) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1946, 1983 ve 1984 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Kemalpaşa istasyonu 1998 yılında kapanmıştır.

Kemalpaşa istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,830 bit** olarak hesaplanmıştır. Kemalpaşa istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.12’de sunulmuştur.

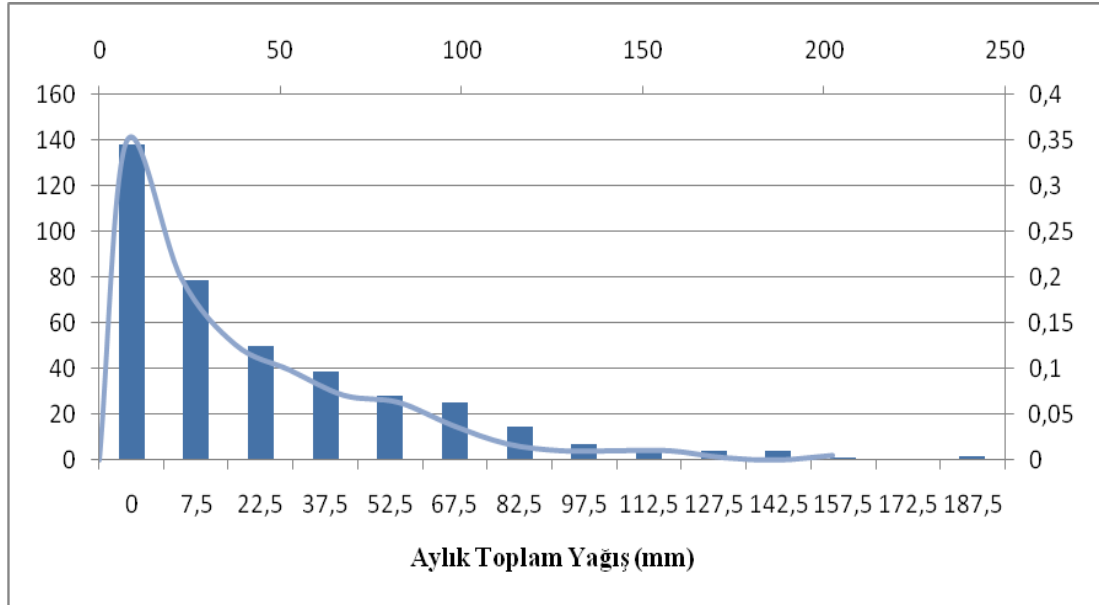


Şekil 4.12 Kemalpaşa istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.13 Köprübaşı Yağış Gözlem İstasyonu

Köprübaşı yağış gözlem istasyonunda 33 yıl süreli (1968-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1978, 1979, 1987, 1996 ve 1997 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Köprübaşı istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Köprübaşı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,765 bit** olarak hesaplanmıştır. Köprübaşı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.13'de sunulmuştur.

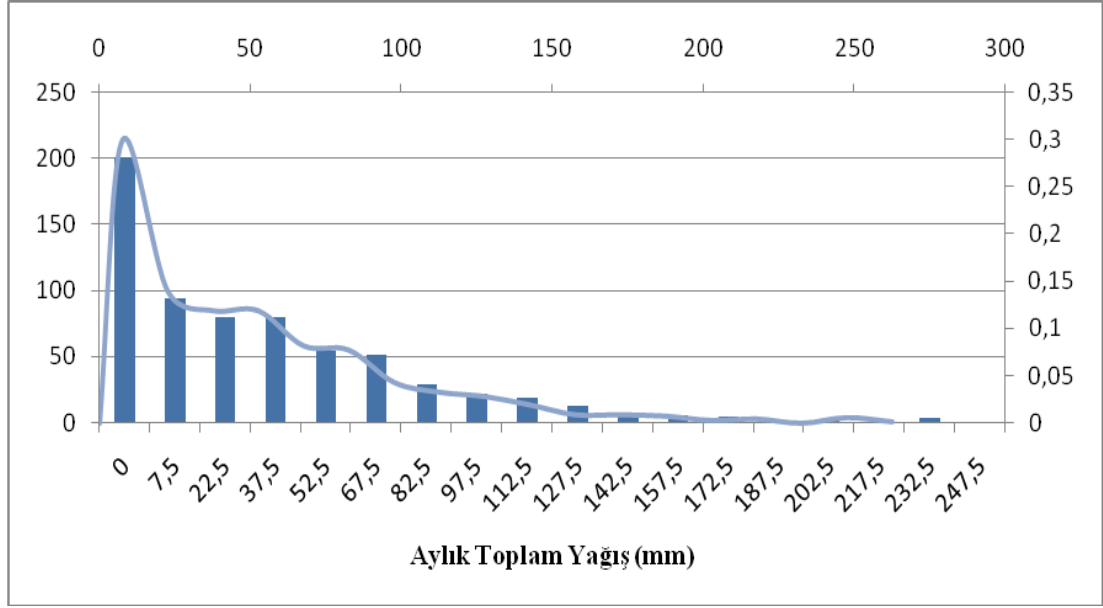


Şekil 4.13 Köprübaşı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.14 Kula Yağış Gözlem İstasyonu

Kula yağış gözlem istasyonunda 56 yıl süreli (1929-1990) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1939, 1976, 1977 ve 1991 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Kula istasyonu 1991 yılında kapanmıştır.

Kula istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,135 bit** olarak hesaplanmıştır. Kula istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.14'de sunulmuştur.

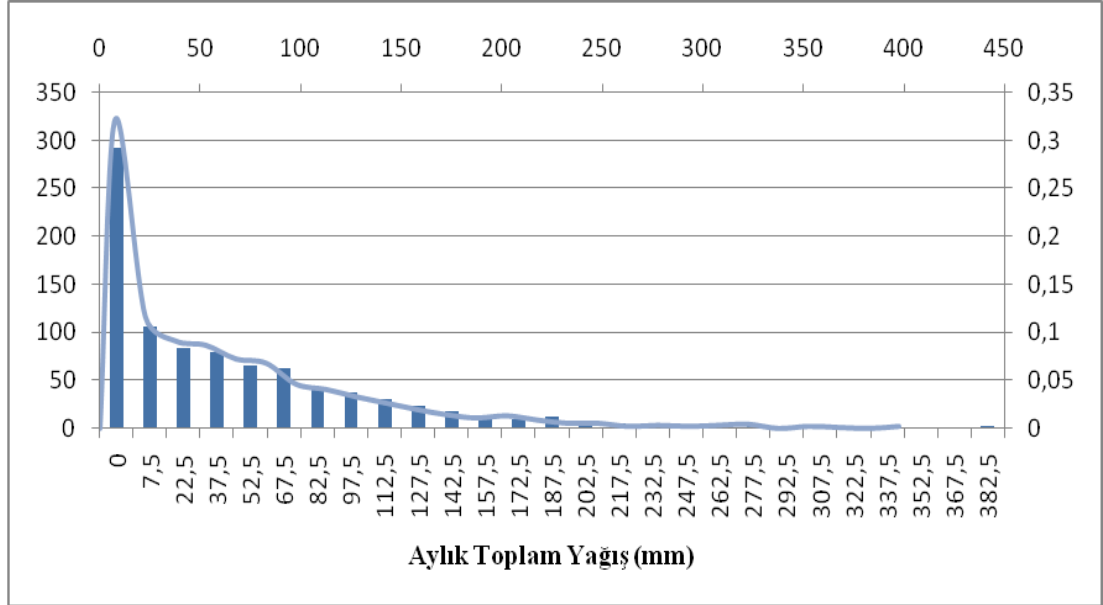


Şekil 4.14 Kula istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.15 Manisa Yağış Gözlem İstasyonu

Tüm DMİ ve DSİ yağış gözlem istasyonları arasında en uzun gözlem süresine sahip iki istasyondan biri olan Manisa istasyonunda 76 yıl süreli (1930-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Ancak, eksik gözlem yoktur.

Manisa istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,410 bit** olarak hesaplanmıştır. Manisa istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.15'de sunulmuştur.

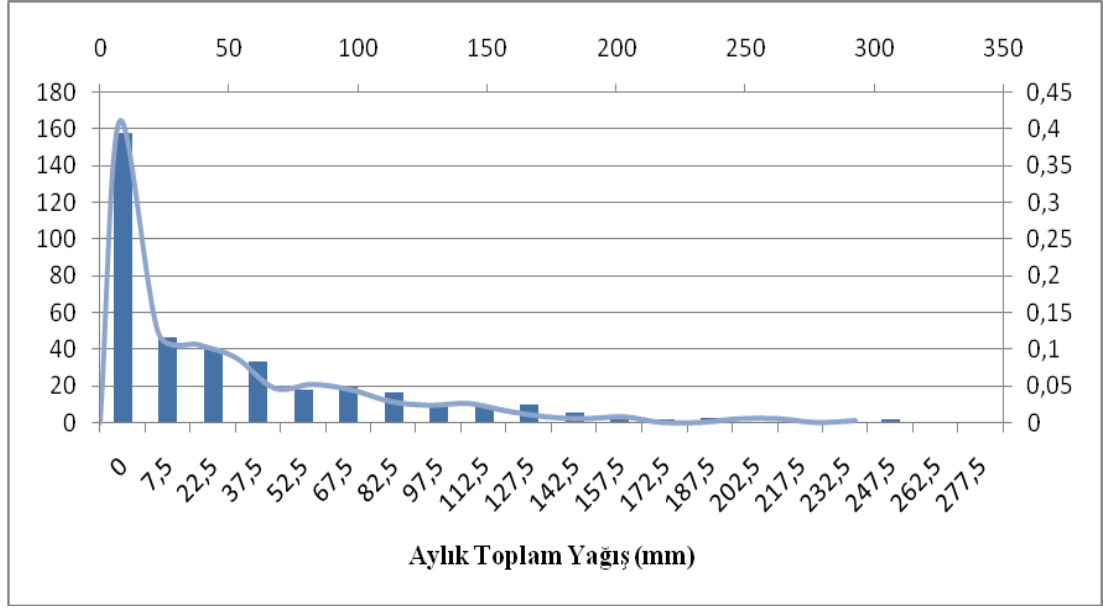


Şekil 4.15 Manisa istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.16 Menemen Topraksu Yağış Gözlem İstasyonu

Menemen Topraksu yağış gözlem istasyonunda 38 yıl süreli (1929-1994) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1953, 1955-1961, 1988 ve 1995 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Menemen Topraksu istasyonu 1995 yılında kapanmıştır. Çalışma kapsamında, Menemen Topraksu istasyonu için toplam 32 yıl (1962-1994) süreli gözlem değerleri ile çalışılmıştır. Bu sürede, eksik gözlem yoktur.

Menemen Topraksu istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,935 bit** olarak hesaplanmıştır. Menemen Topraksu istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.16'da sunulmuştur.

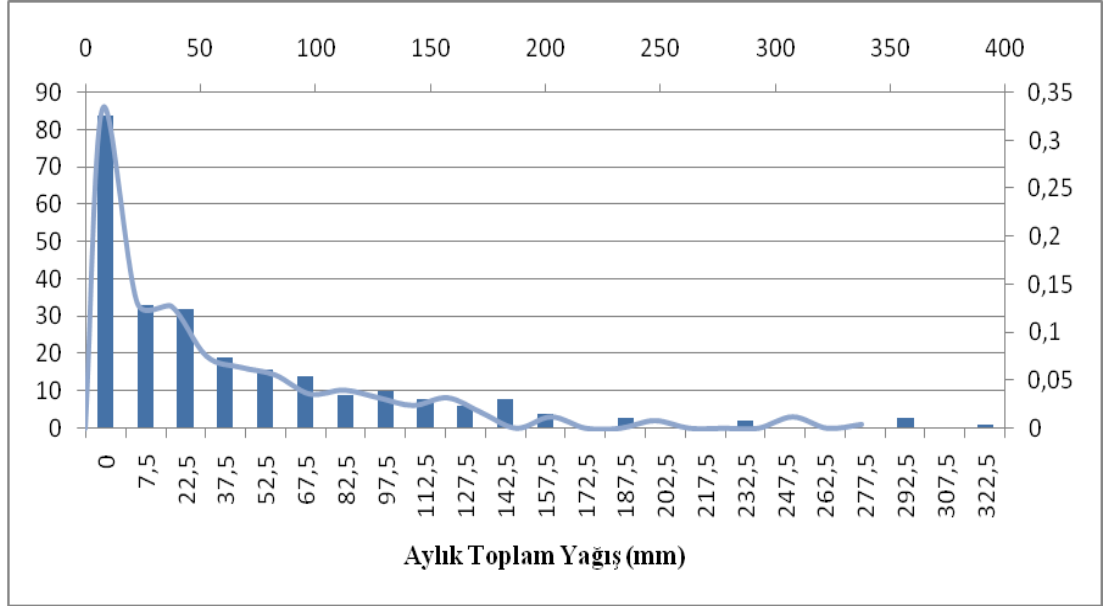


Şekil 4.16 Menemen Topraksu istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.17 Muradiye Yağış Gözlem İstasyonu

Muradiye istasyonunda toplam 21 yıllık (1966-1986) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur.

Muradiye istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,191 bit** olarak hesaplanmıştır. Muradiye istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.17’de sunulmuştur.

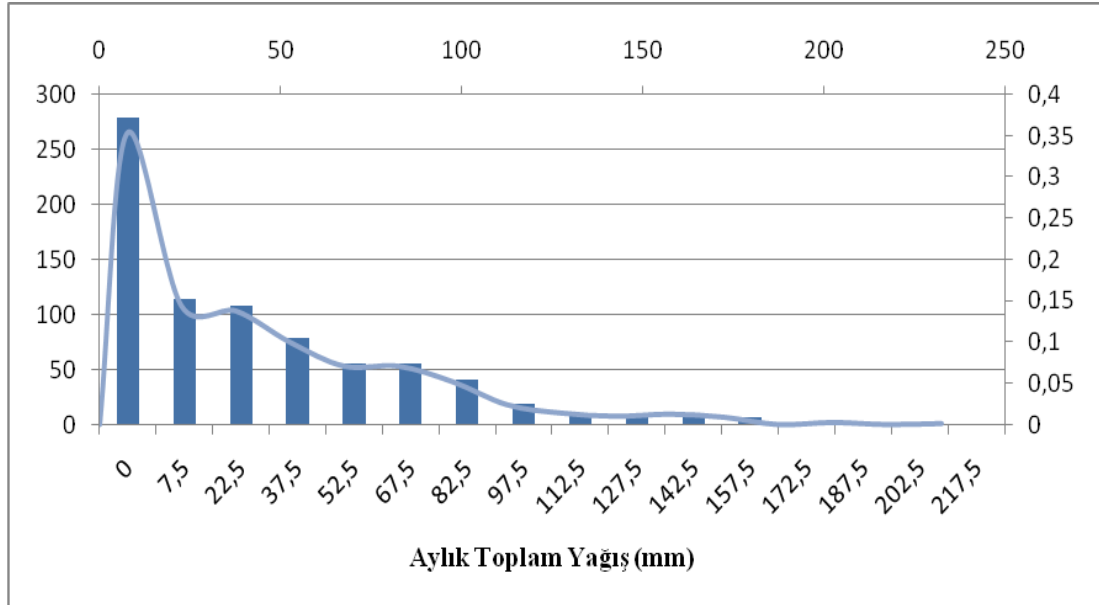


Şekil 4.17 Muradiye istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.18 Salihli Yağış Gözlem İstasyonu

Salihli istasyonunda toplam 66 yıllık (1940-2005) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. Halen gözlemlere devam eden Salihli istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Salihli istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,876 bit** olarak hesaplanmıştır. Salihli istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.18'de sunulmuştur.



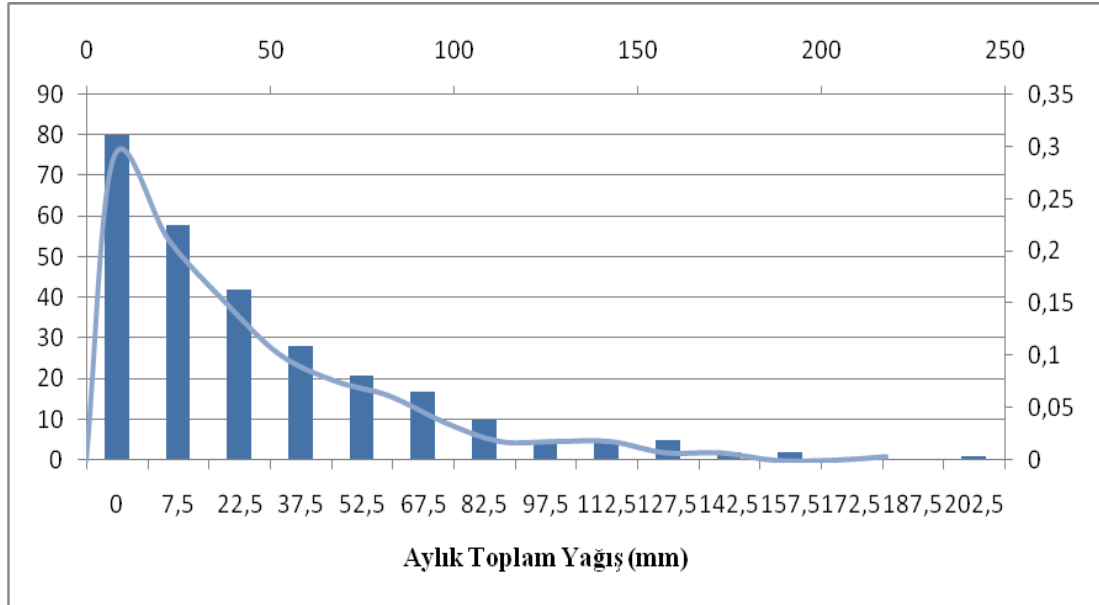
Şekil 4.18 Salihli istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.19 Sarıgöl Yağış Gözlem İstasyonu

Sarıgöl istasyonunda toplam 23 yıl süreli (1963-1985) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. Sarıgöl istasyonu 1986 yılında kapanmıştır.

Sarıgöl istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,890 bit** olarak hesaplanmıştır. Sarıgöl istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.19'da sunulmuştur.



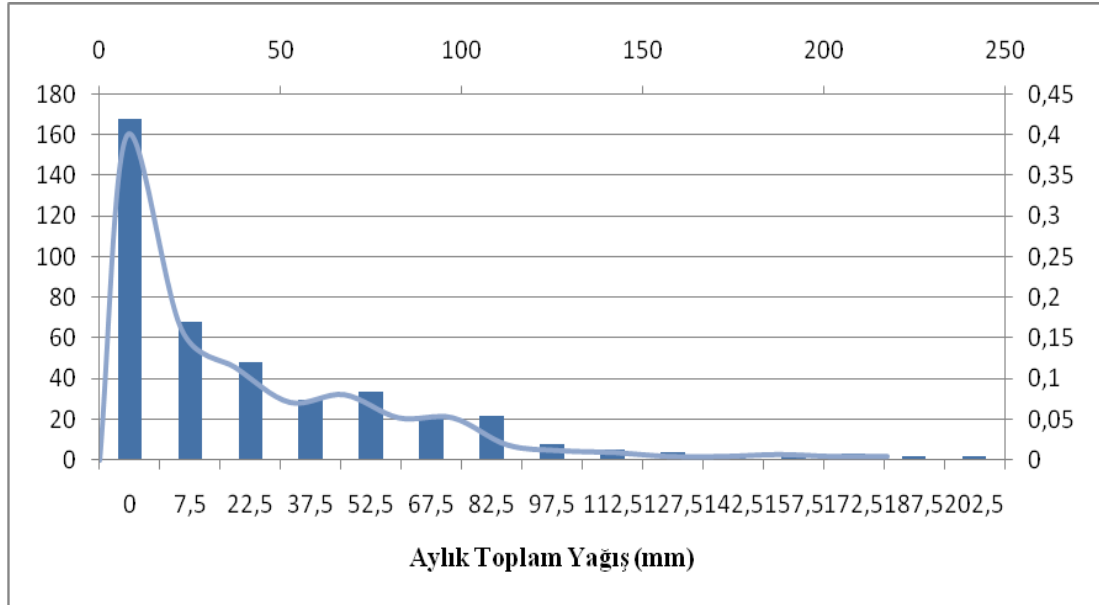


Şekil 4.19 Sarıgöl istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.20 Saruhanlı Yağış Gözlem İstasyonu

Saruhanlı yağış gözlem istasyonunda 35 yıl süreli (1960-1995) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1983 ve 1996 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Saruhanlı istasyonu 1996 yılında kapanmıştır.

Saruhanlı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,770 bit** olarak hesaplanmıştır. Saruhanlı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.20'de sunulmuştur.

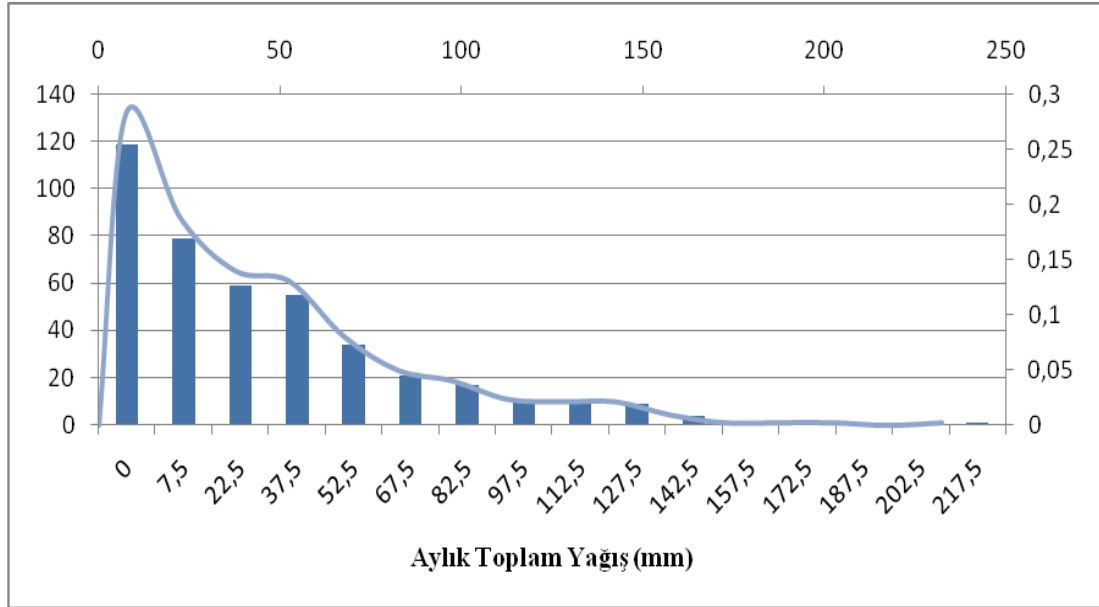


Şekil 4.20 Saruhanlı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.21 Selendi Yağış Gözlem İstasyonu

Selendi yağış gözlem istasyonunda 35 yıl süreli (1955-1990) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1985 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Selendi istasyonu 1991 yılında kapanmıştır.

Selendi istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,961 bit** olarak hesaplanmıştır. Selendi istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.21’de sunulmuştur.

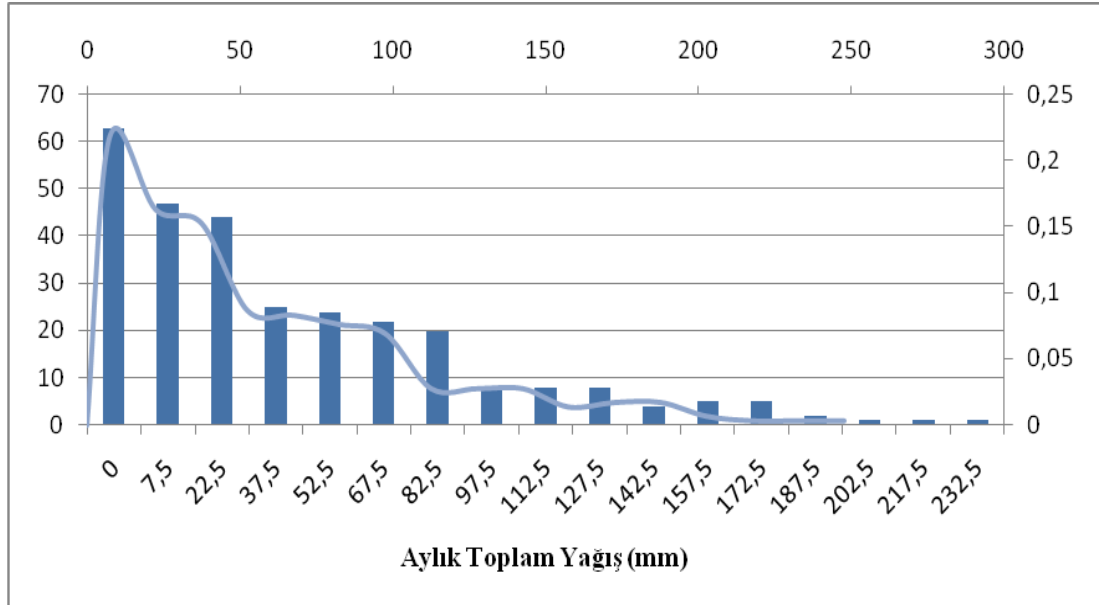


Şekil 4.21 Selendi istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.22 Şaphane Yağış Gözlem İstasyonu

Şaphane istasyonunda toplam 24 yıl süreli (1965-1988) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. Şaphane istasyonu 1989 yılında kapanmıştır.

Şaphane istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,331 bit** olarak hesaplanmıştır. Şaphane istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.22’de sunulmuştur.

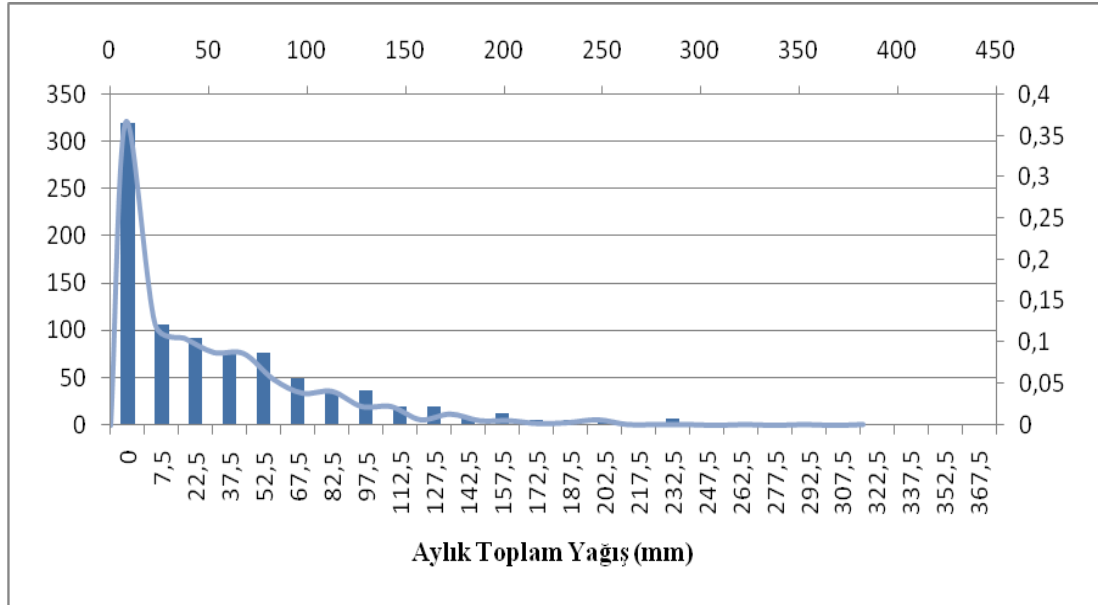


Şekil 4.22 Şaphane istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.2.23 Turgutlu Yağış Gözlem İstasyonu

Turgutlu yağış gözlem istasyonunda 73 yıl süreli (1929-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1930, 1931, 1996 ve 1997 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Turgutlu istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Turgutlu istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,093 bit** olarak hesaplanmıştır. Turgutlu istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.23'de sunulmuştur.



Şekil 4.23 Turgutlu istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

### 4.3 Havzadaki DSİ Yağış Gözlem İstasyonları

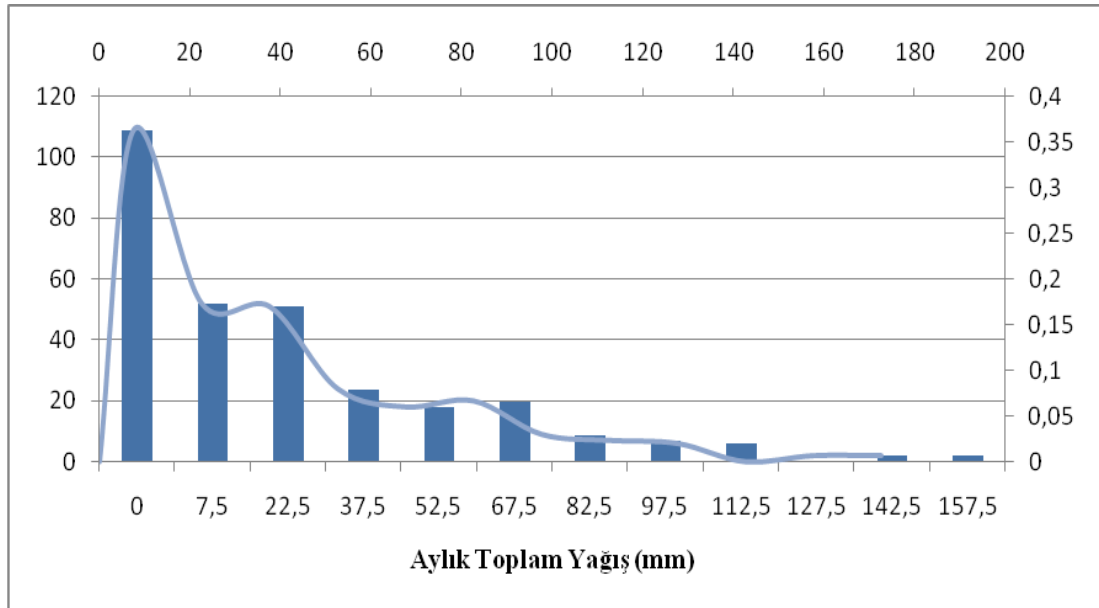
#### 4.3.1 Genel Özellikler

Değerlendirilen en uzun süreli gözlemler (45x12 ay) Kıranşlıh, (44x12 ay) Bozdağ ve (44x12 ay) Üçpınar istasyonlarına, en kısa süreli gözlem ise (25x12 ay) Avşar Barajı istasyonuna aittir. Çalışma kapsamında kullanılan istasyonların altı adedinde gözlemlerde herhangi bir eksiklik söz konusu olmamakla birlikte geriye kalan 16 istasyonun gözlemlerinin bazı yılları bir takım gözlem hatalarından kaynaklı olarak eksiktir. Ancak entropi yoğunluğu hesabında, yıllar arası bir otokorelasyon olmadığı ve her verinin rastgele olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla aylık bazda gözlem hatalarının veya eksikliklerin olduğu yıllar göz ardı edilerek, gözlem aralığı içinde herhangi bir yıl veya yılların eksik olması durumunda dizide herhangi bir eksik yokmuş gibi mevcut gözlemlerle çalışılmıştır.

#### 4.3.2 Avşar Barajı Yağış Gözlem İstasyonu

En kısa gözlem süresine sahip olan Avşar Barajı istasyonunda, toplam 25 yıllık (1981-2005) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur.

Avşar Barajı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,687 bit** olarak hesaplanmıştır. Avşar Barajı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.24’de sunulmuştur.

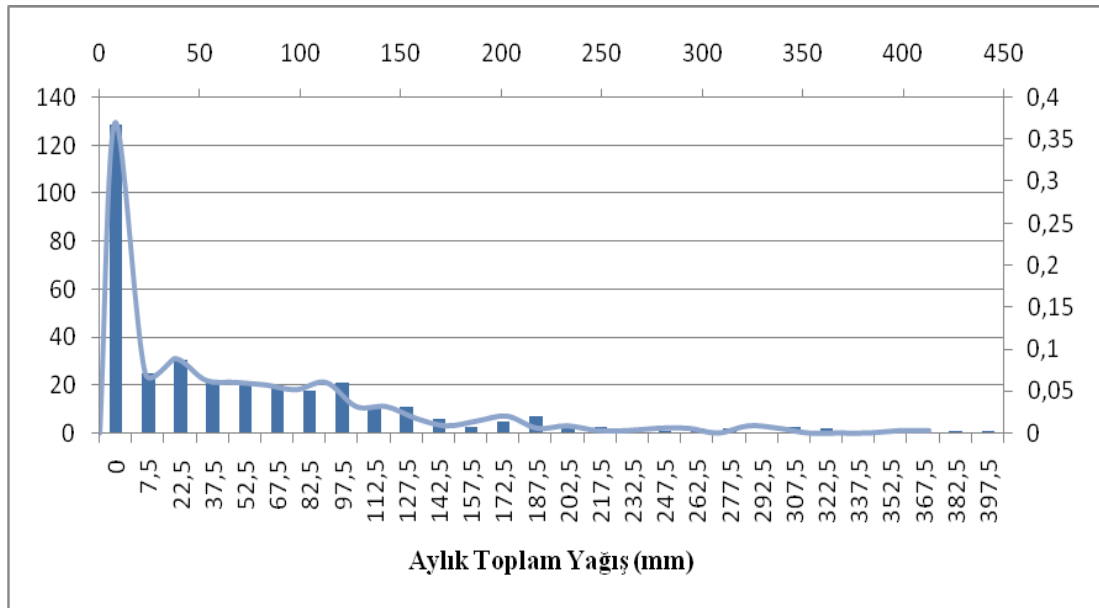


Şekil 4.24 Avşar barajı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

### 4.3.3 Beşyol Yağış Gözlem İstasyonu

İkinci en kısa gözlem süresine sahip olan Beşyol istasyonunda, toplam 29 yıllık (1977-2005) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. Halen gözlemlere devam eden Beşyol istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Beşyol istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,376 bit** olarak hesaplanmıştır. Beşyol istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.25’de sunulmuştur.

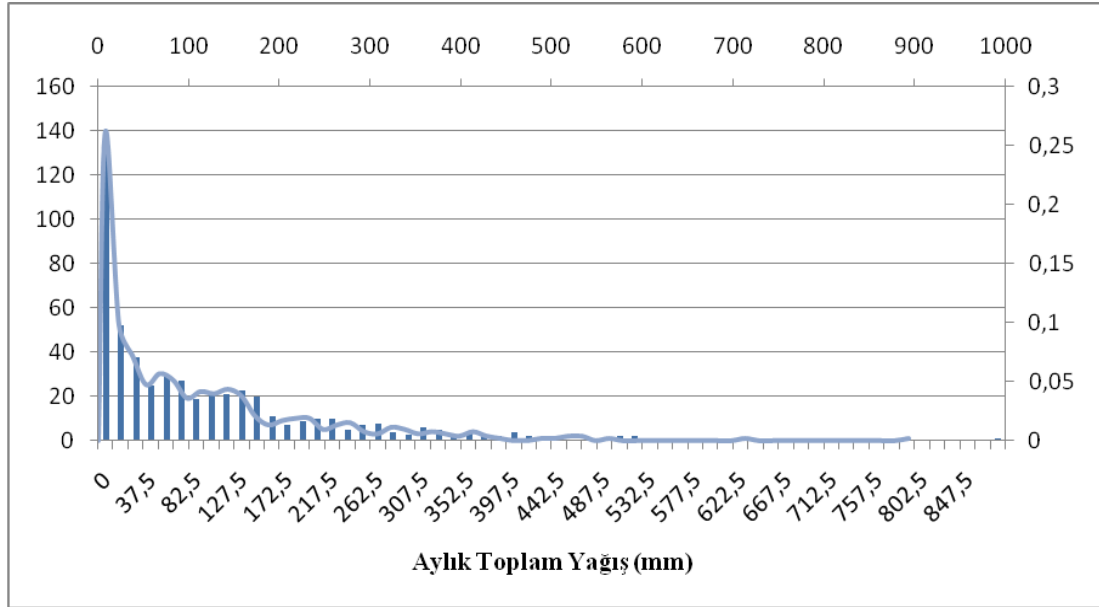


Şekil 4.25 Beşyol istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.4 Bozdağ Yağış Gözlem İstasyonu

İkinci en uzun gözlem süresine sahip olan Bozdağ istasyonunda, toplam 44 yıllık (1962-2005) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. Halen gözlemlere devam eden Bozdağ istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Bozdağ istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri 4,099 bit olarak hesaplanmıştır. Bozdağ istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.26'da sunulmuştur.



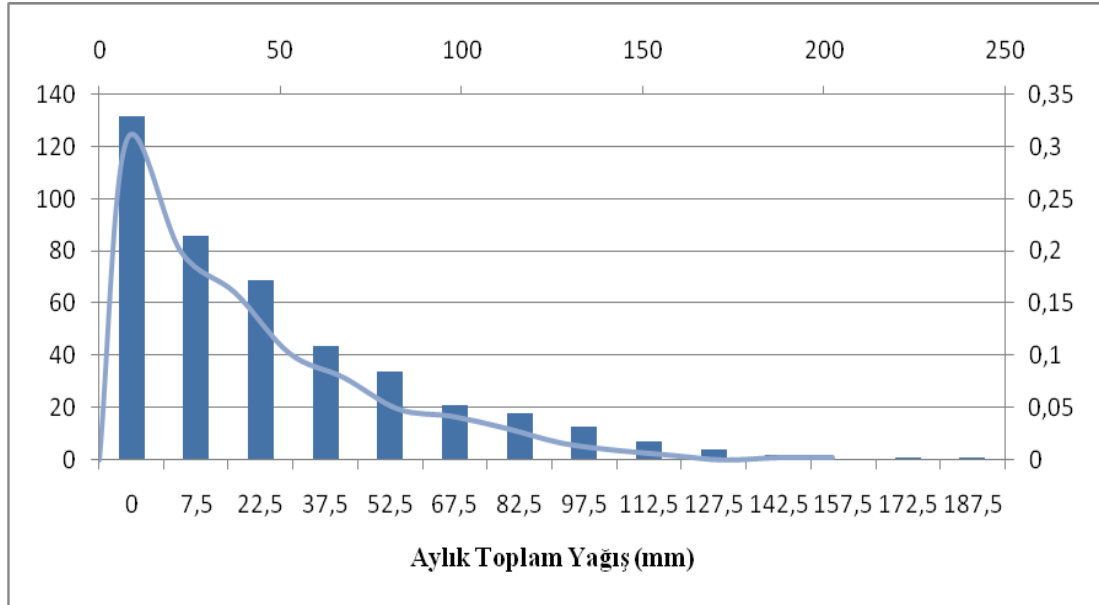
Şekil 4.26 Bozdağ istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.5 Buldan barajı Yağış Gözlem İstasyonu

Buldan barajı yağış gözlem istasyonunda 36 yıl süreli (1968-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1970 ve 1979 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Buldan barajı istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Buldan barajı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,824 bit** olarak hesaplanmıştır. Buldan barajı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.27'de sunulmuştur.



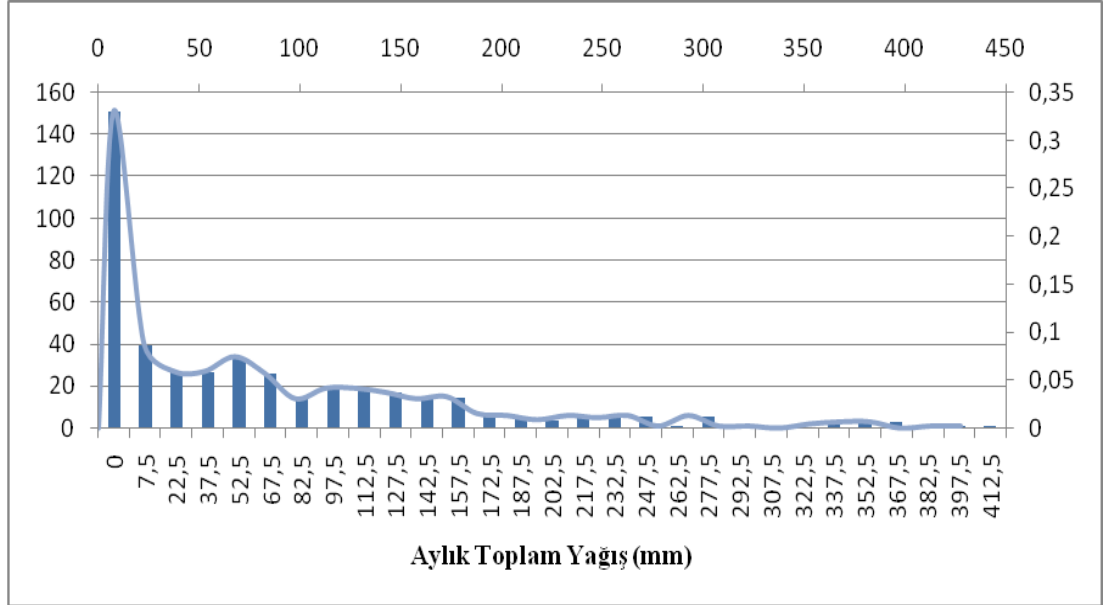


Şekil 4.27 Buldan barajı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.6 Çınardibi Yağış Gözlem İstasyonu

Çınardibi yağış gözlem istasyonunda 38 yıl süreli (1962-2001) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1971 ve 1981 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir.

Çınardibi istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,643 bit** olarak hesaplanmıştır. Çınardibi istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.28’de sunulmuştur.

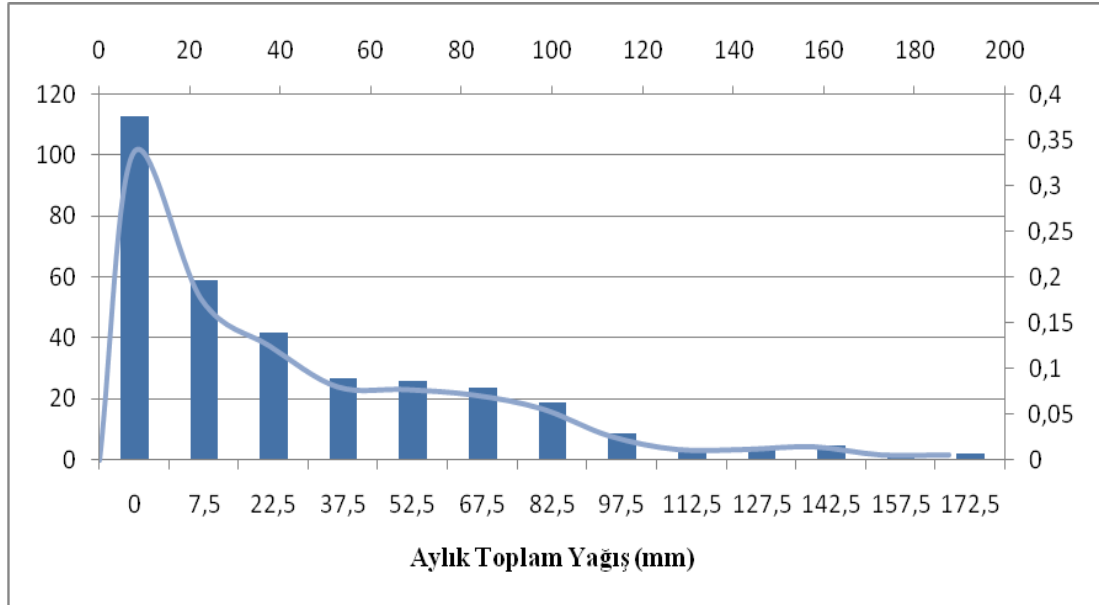


Şekil 4.28 Çınardibi istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.7 Demirköprü Barajı Yağış Gözlem İstasyonu

Demirköprü Barajı istasyonunda, toplam 28 yıllık (1962-1989) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur.

Demirköprü Barajı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,899 bit** olarak hesaplanmıştır. Demirköprü Barajı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.29'da sunulmuştur.

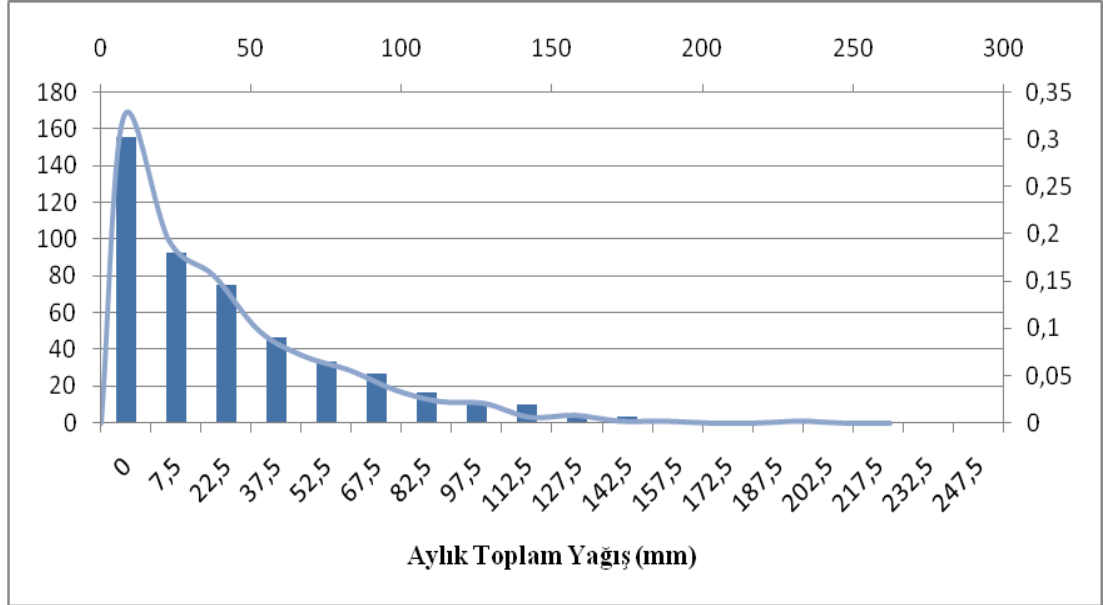


Şekil 4.29 Demirköprü Barajı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.8 Dindarlı Yağış Gözlem İstasyonu

Dindarlı yağış gözlem istasyonunda 40 yıl süreli (1963-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1968, 1992 ve 1993 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Dindarlı istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Dindarlı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,807 bit** olarak hesaplanmıştır. Dindarlı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.30'da sunulmuştur.

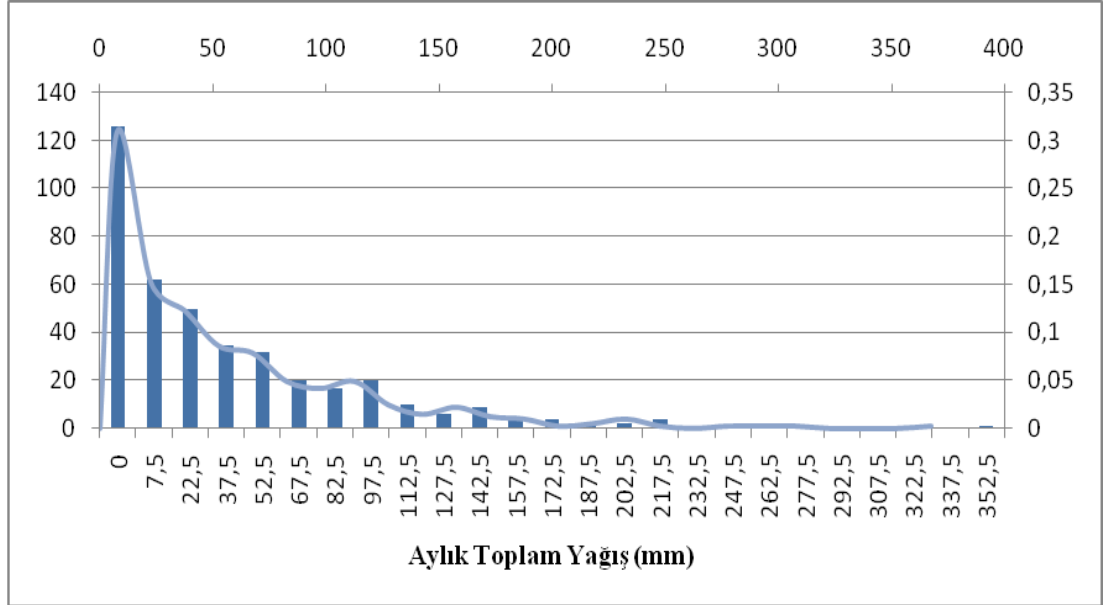


Şekil 4.30 Dindarlı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.9 Doğanlar Yağış Gözlem İstasyonu

Doğanlar yağış gözlem istasyonunda 34 yıl süreli (1971-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1973 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Doğanlar istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Doğanlar istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,233 bit** olarak hesaplanmıştır. Doğanlar istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.31’de sunulmuştur.

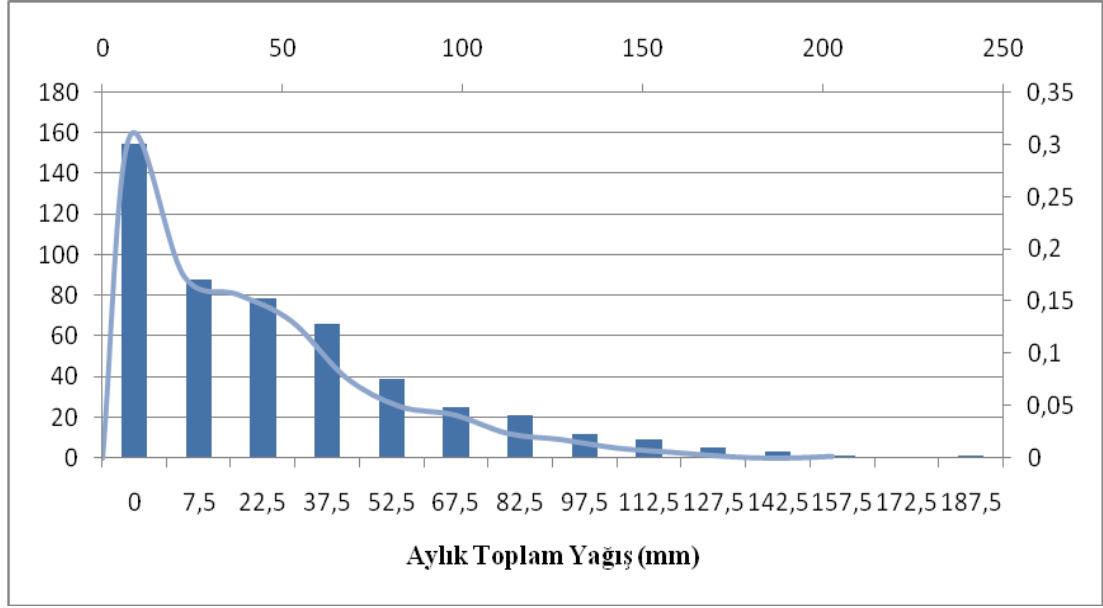


Şekil 4.31 Doğanlar istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.10 Eşmataşköyü Yağış Gözlem İstasyonu

Eşmataşköyü yağış gözlem istasyonunda 42 yıl süreli (1963-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1981 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Doğanlar istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Eşmataşköyü istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,835 bit** olarak hesaplanmıştır. Eşmataşköyü istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.32’de sunulmuştur.

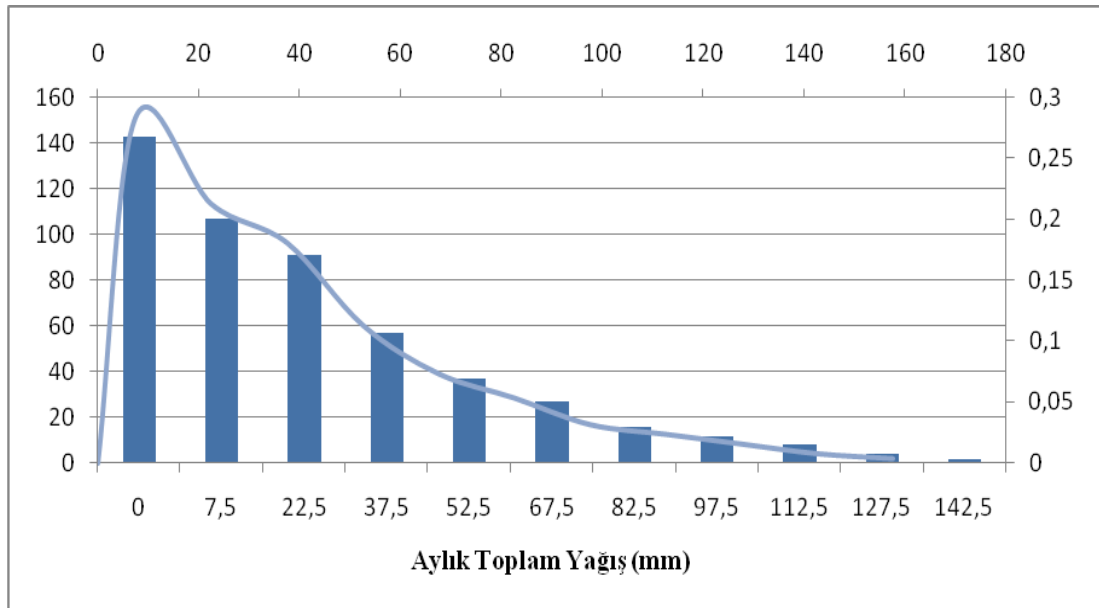


Şekil 4.32 Eşmataşköyü istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.11 Fakılı Yağış Gözlem İstasyonu

Fakılı yağış gözlem istasyonunda 42 yıl süreli (1963-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1973 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Fakılı istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Fakılı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,763 bit** olarak hesaplanmıştır. Fakılı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.33'de sunulmuştur.

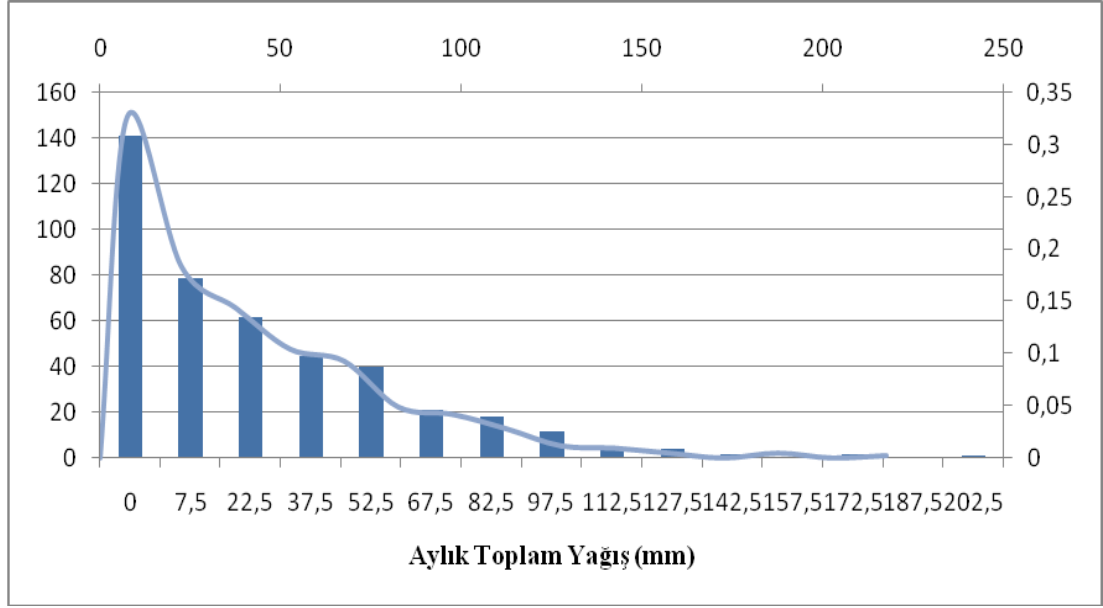


Şekil 4.33 Fakılı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.12 Göynükören Yağış Gözlem İstasyonu

Göynükören yağış gözlem istasyonunda 36 yıl süreli (1967-2003) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1994 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Göynükören istasyonunun 2003 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Göynükören istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,811 bit** olarak hesaplanmıştır. Göynükören istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.34'de sunulmuştur.



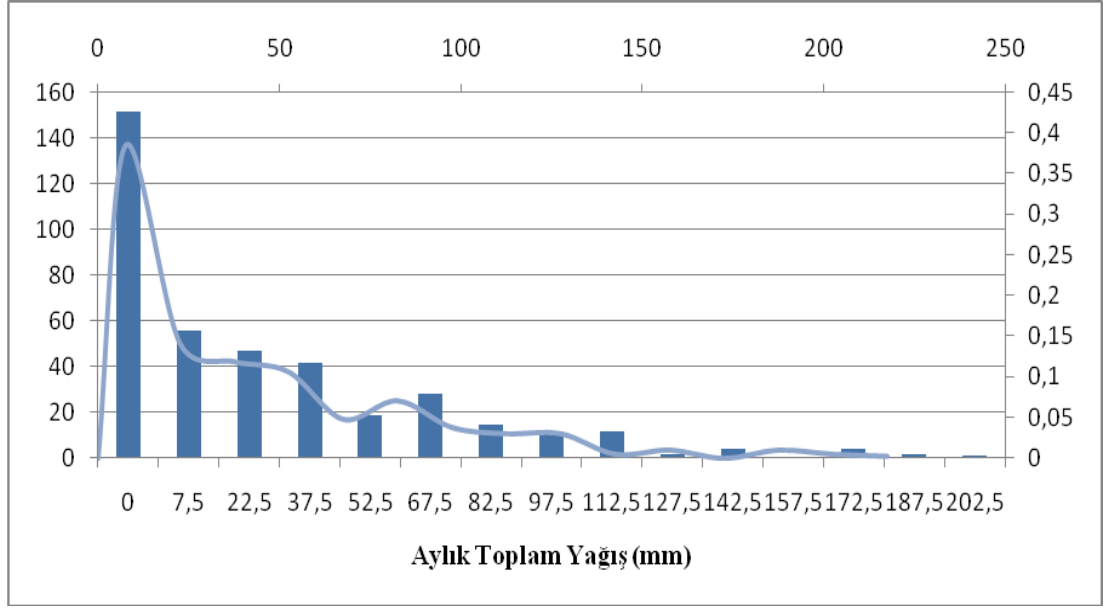
Şekil 4.34 Göynükören istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.13 Hacırâhmanlı Yağış Gözlem İstasyonu

Hacırâhmanlı yağış gözlem istasyonunda 33 yıl süreli (1962-1996) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1970 ve 1981 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir.

Hacırâhmanlı istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,835 bit** olarak hesaplanmıştır. Hacırâhmanlı istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.35’de sunulmuştur.



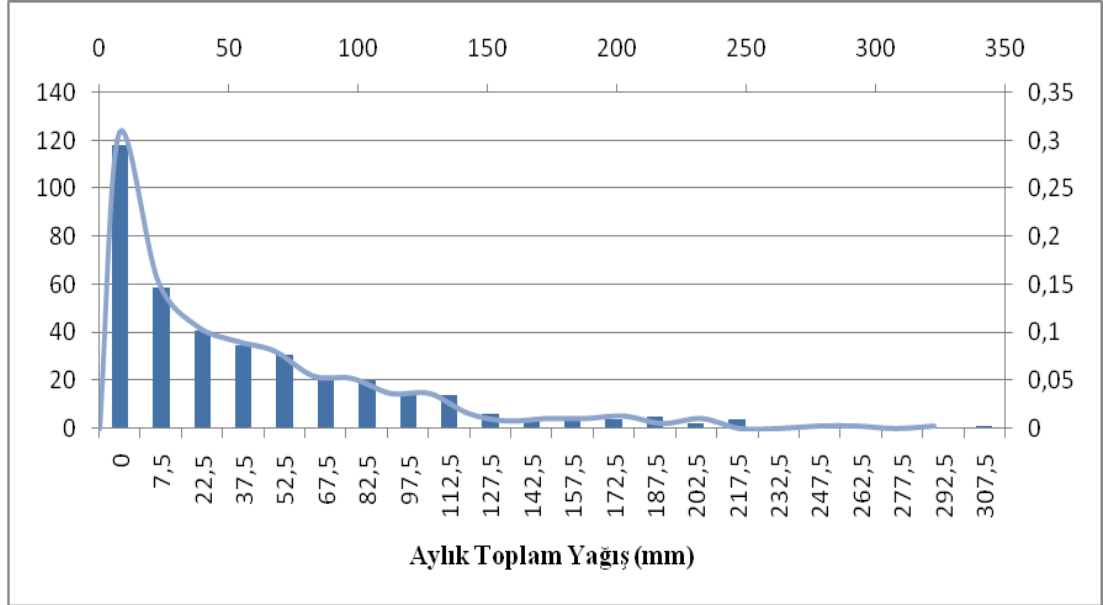


Şekil 4.35 Hacırâhmanlı istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.14 Hanya (Güneşli) Yağış Gözlem İstasyonu

Hanya yağış gözlem istasyonunda 32 yıl süreli (1962-1994) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1967 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir.

Hanya istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,233 bit** olarak hesaplanmıştır. Hanya istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.36'da sunulmuştur.

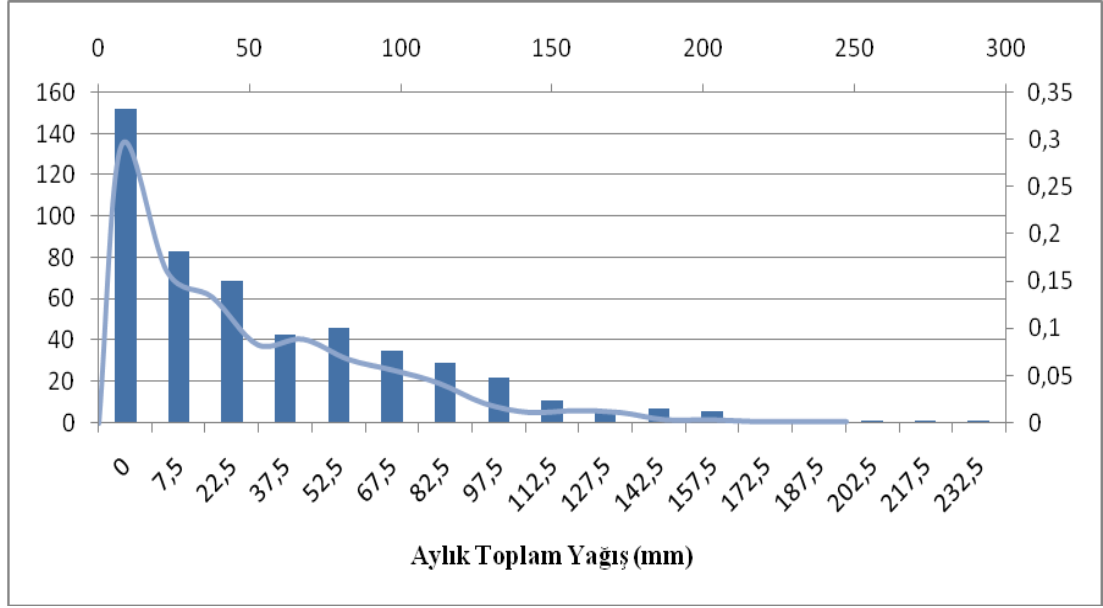


Şekil 4.36 Hanya istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.15 İçikler Yağış Gözlem İstasyonu

İçikler yağış gözlem istasyonunda 43 yıl süreli (1962-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1968 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden İçikler istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

İçikler istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,099 bit** olarak hesaplanmıştır. İçikler istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.37'de sunulmuştur.

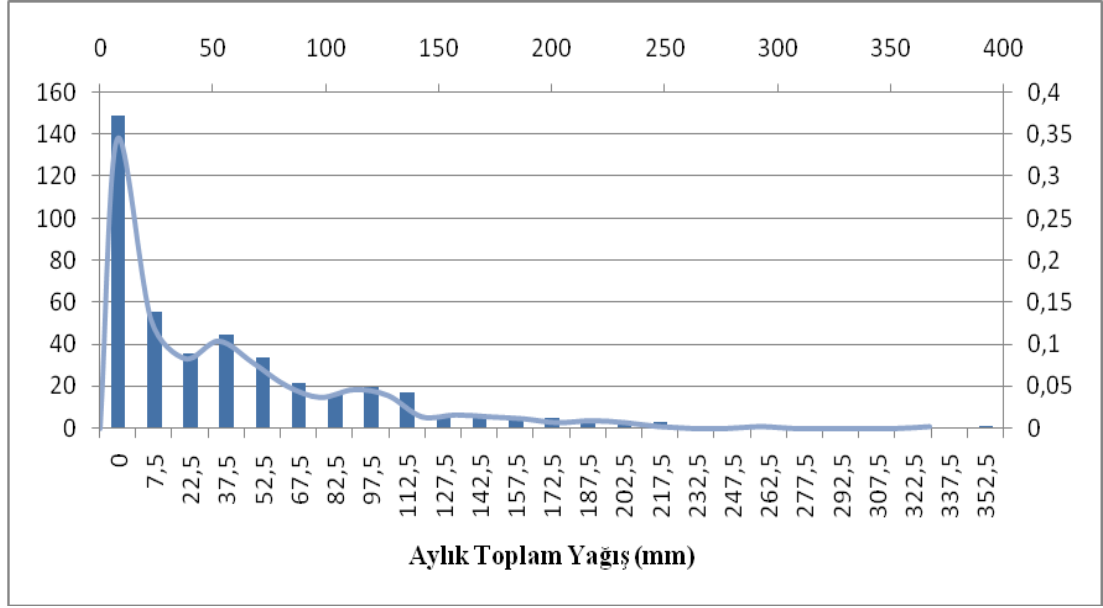


Şekil 4.37 İçikler istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.16 Kavakalan Yağış Gözlem İstasyonu

Kavakalan istasyonunda, toplam 36 yıllık (1963-1998) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur.

Kavakalan istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,188 bit** olarak hesaplanmıştır. Kavakalan istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.38’de sunulmuştur.

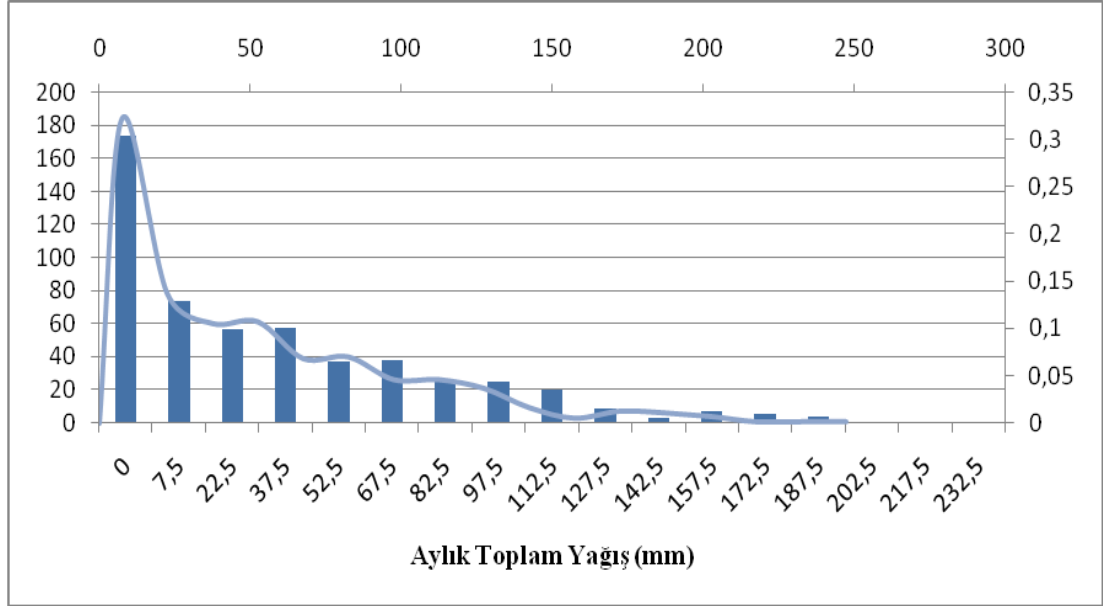


Şekil 4.38 Kavakalan istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.17 Kıranşih Yağış Gözlem İstasyonu

Kıranşih istasyonunda, toplam 45 yıllık (1962-2006) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. Halen gözlemlere devam eden Kıranşih istasyonunun 2006 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Kıranşih istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,125 bit** olarak hesaplanmıştır. Kıranşih istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.39'da sunulmuştur.

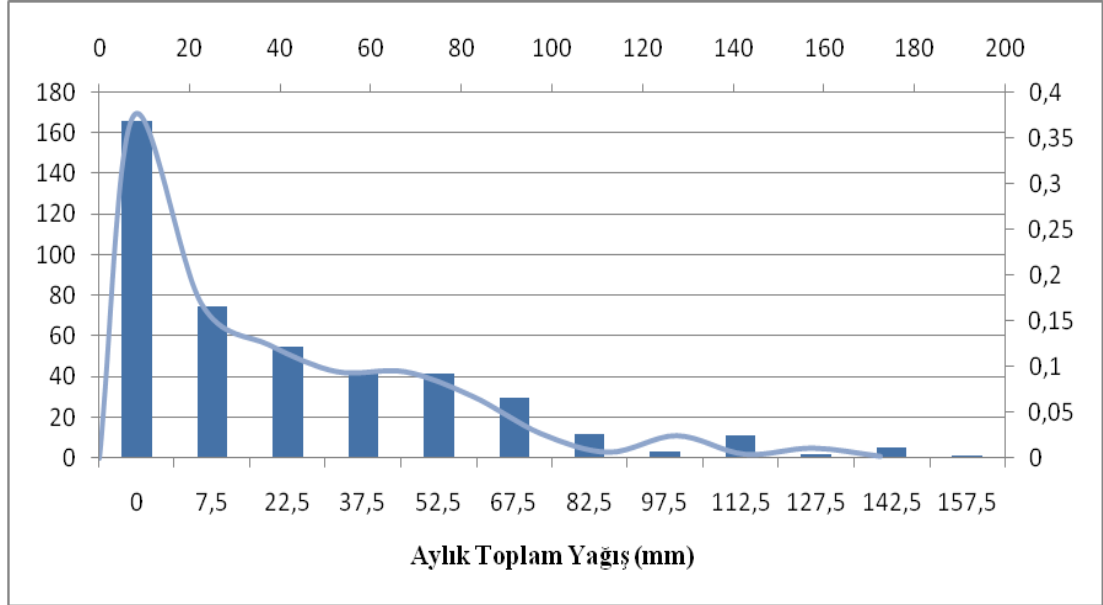


Şekil 4.39 Kıranşih istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.18 Marmara Gölü Regülatörü Yağış Gözlem İstasyonu

Marmara Gölü Regülatörü yağış gözlem istasyonunda 37 yıl süreli (1962-2000) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1965 ve 1992 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir.

Marmara Gölü Regülatörü istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,693 bit** olarak hesaplanmıştır. Marmara Gölü Regülatörü istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.40'da sunulmuştur.

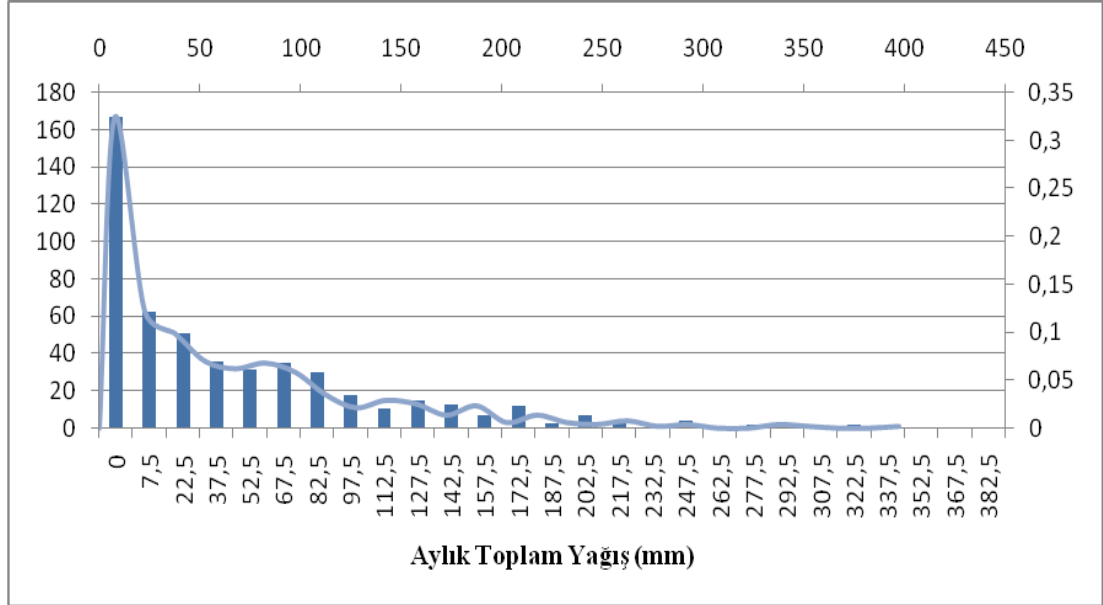


Şekil 4.40 Marmara Gölü Regülatörü istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.19 Ören Yağış Gözlem İstasyonu

Ören yağış gözlem istasyonunda 43 yıl süreli (1962-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1979 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Ören istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Ören istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,396 bit** olarak hesaplanmıştır. Ören istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.41'de sunulmuştur.

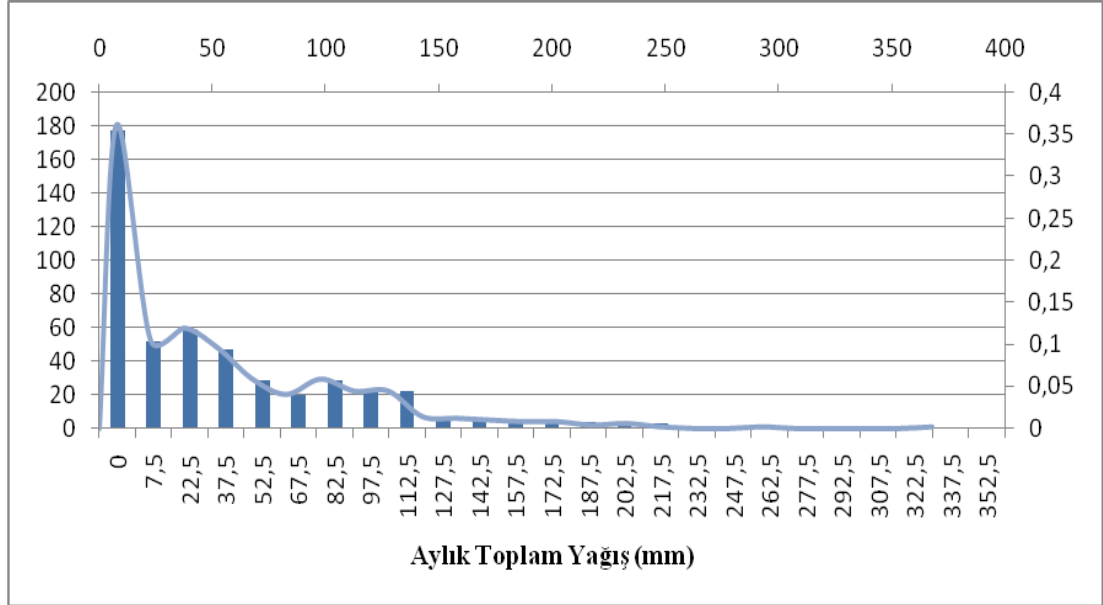


Şekil 4.41 Ören istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.20 Sarılar Yağış Gözlem İstasyonu

Sarılar yağış gözlem istasyonunda 41 yıl süreli (1963-2005) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 2001 ve 2002 yıllarına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Halen gözlemlere devam eden Sarılar istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Sarılar istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,111 bit** olarak hesaplanmıştır. Sarılar istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.42’de sunulmuştur.



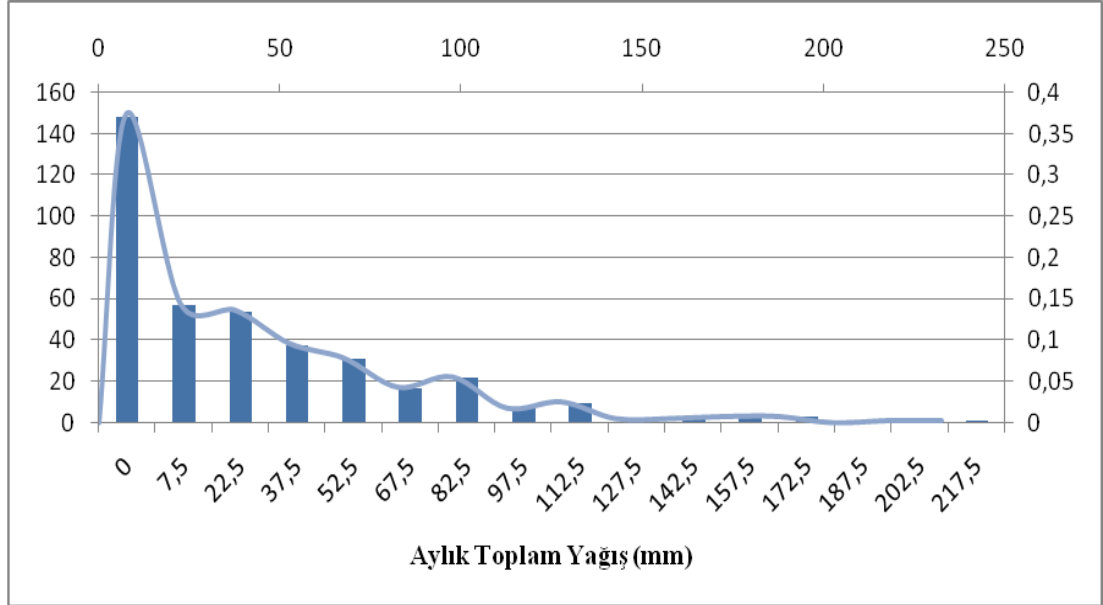
Şekil 4.42 Sarılar istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.21 Süleymanköy Yağış Gözlem İstasyonu

Süleymanköy yağış gözlem istasyonunda 33 yıl süreli (1963-1996) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1973 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Süleymanköy istasyonu 1997 yılında kapanmıştır.

Süleymanköy istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,828 bit** olarak hesaplanmıştır. Süleymanköy istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.43'de sunulmuştur.



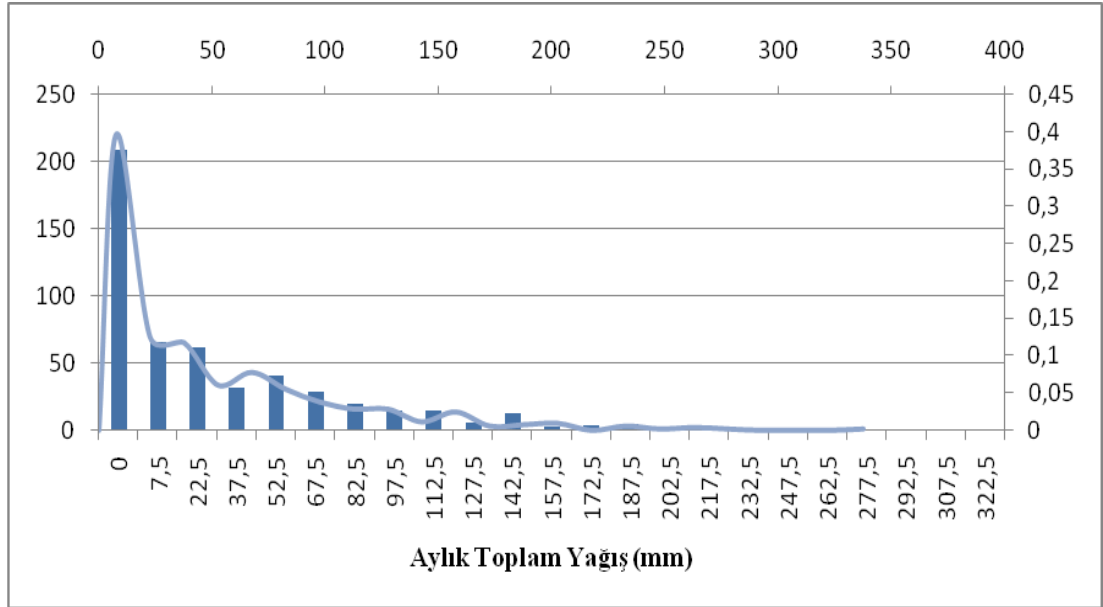


Şekil 4.43 Süleymanköy istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.22 Üçpınar Yağış Gözlem İstasyonu

Üçpınar istasyonunda, toplam 44 yıllık (1962-2005) gözlem mevcuttur. Ancak eksik gözlem yoktur. Halen gözlemlere devam eden Üçpınar istasyonunun 2005 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

Üçpınar istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **2,988 bit** olarak hesaplanmıştır. Üçpınar istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı değerleri  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.44'de sunulmuştur.

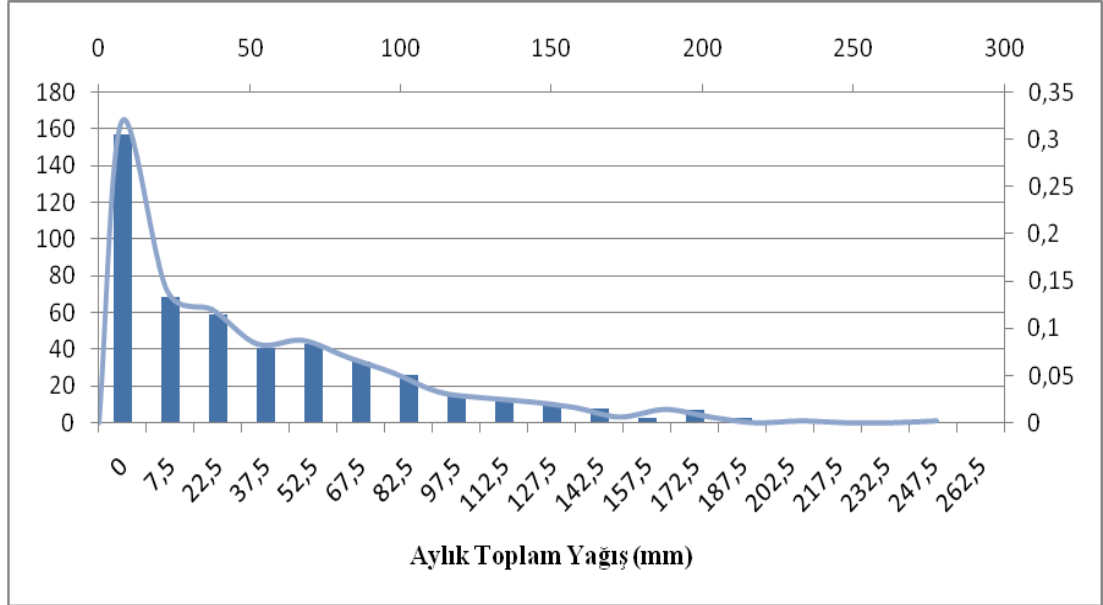


Şekil 4.44 Üçpınar istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.3.23 Yukarı Poyraz Yağış Gözlem İstasyonu

Yukarı Poyraz yağış gözlem istasyonunda 41 yıl süreli (1962-2003) gözlem mevcut bulunmaktadır. Bu sürede; 1966 yılına ait aylık toplam yağış değerleri eksiktir. Yukarı Poyraz istasyonunun 2003 yılından sonraki yıllara ait gözlemleri elde edilememiştir.

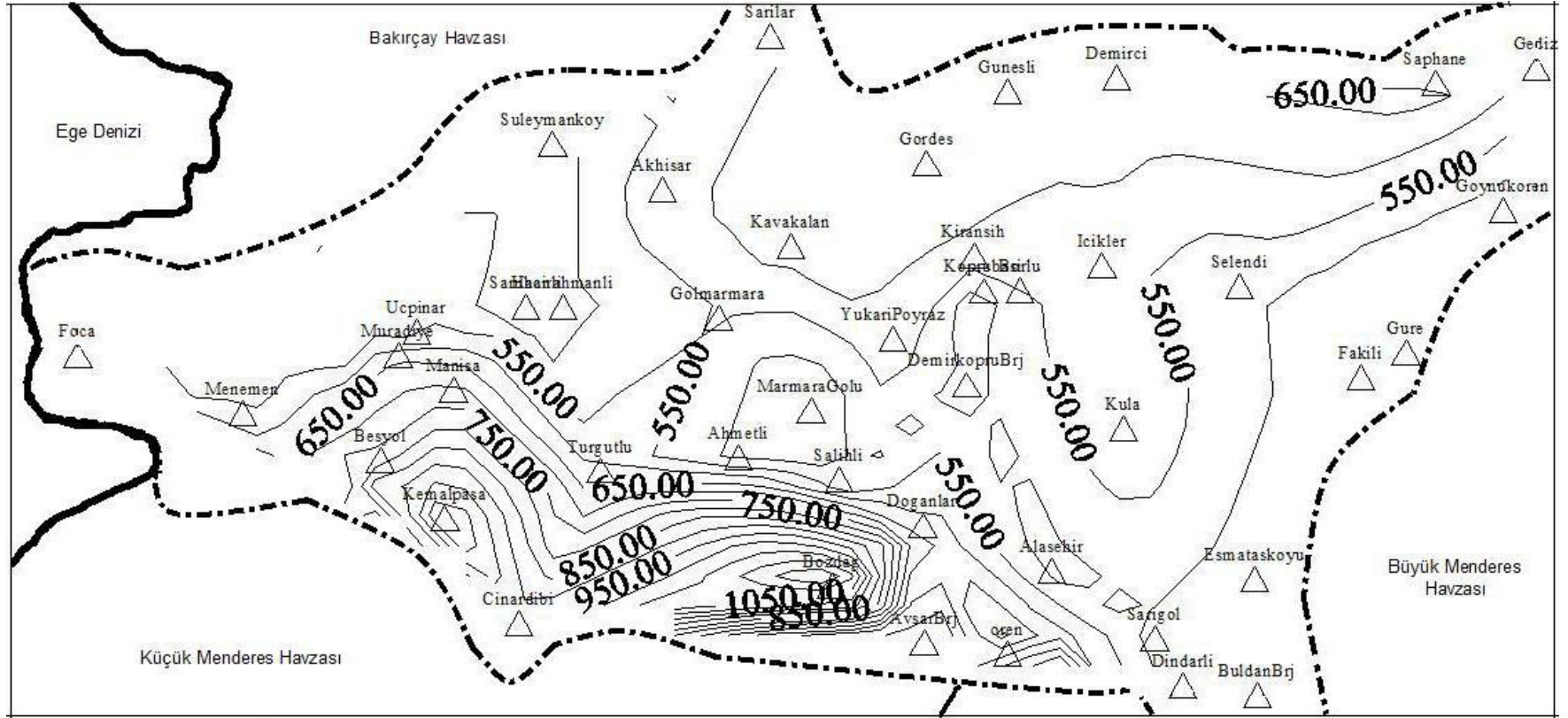
Yukarı Poyraz istasyonu aylık toplam yağış değerlerine entropi yoğunluğu yönteminin uygulanması neticesinde elde edilen IE değeri **3,119 bit** olarak hesaplanmıştır. Yukarı Poyraz istasyonunda aylık toplam yağış yüksekliği için elde edilen mutlak frekans histogramı  $\{f_i\}$  ve nisbi frekans  $\{f_i/N\}$  kullanılarak hesaplanan frekans yoğunluğu değerleri Şekil 4.45’de sunulmuştur.



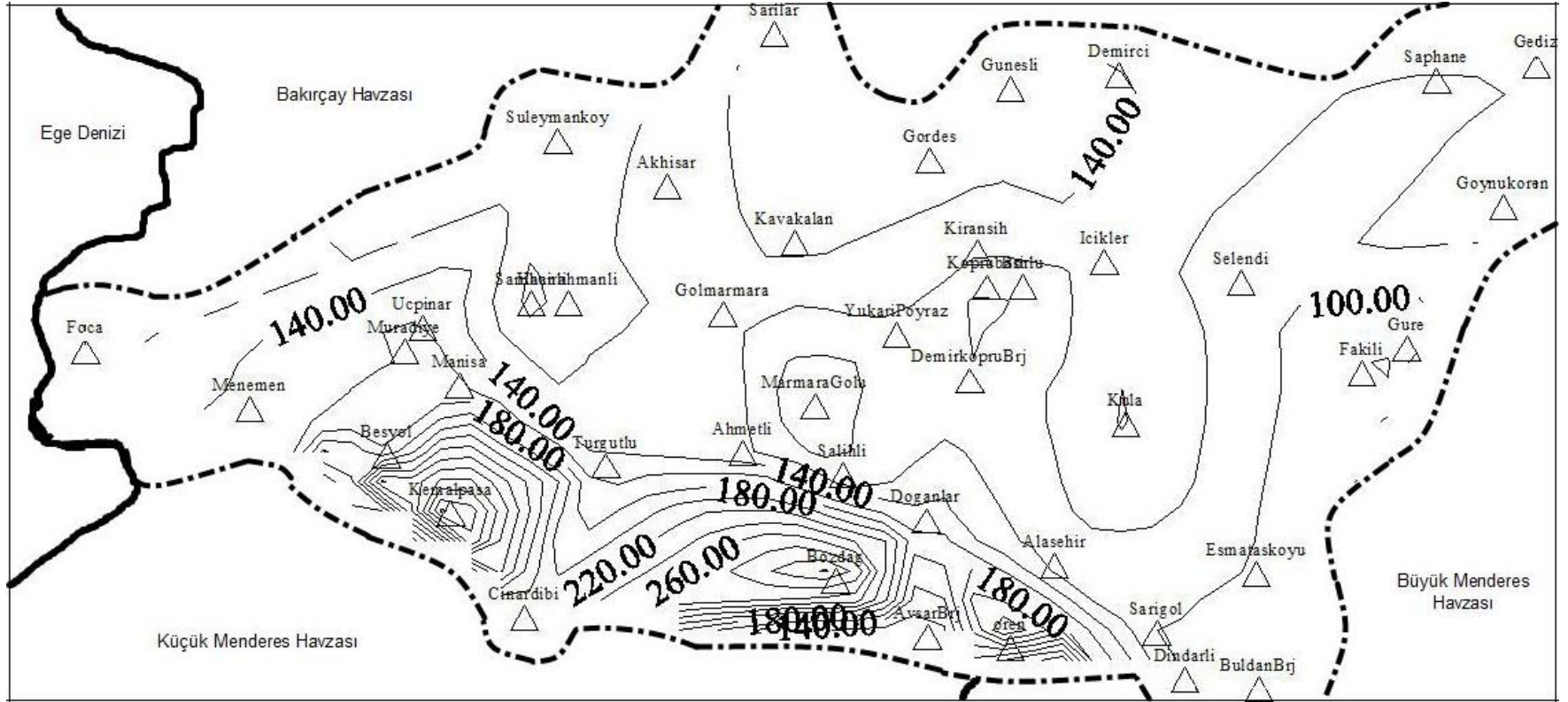
Şekil 4.45 Yukarı Poyraz istasyonuna ait frekans histogramı ve yoğunluk fonksiyonu.

#### 4.4 Eş Yağış Haritaları

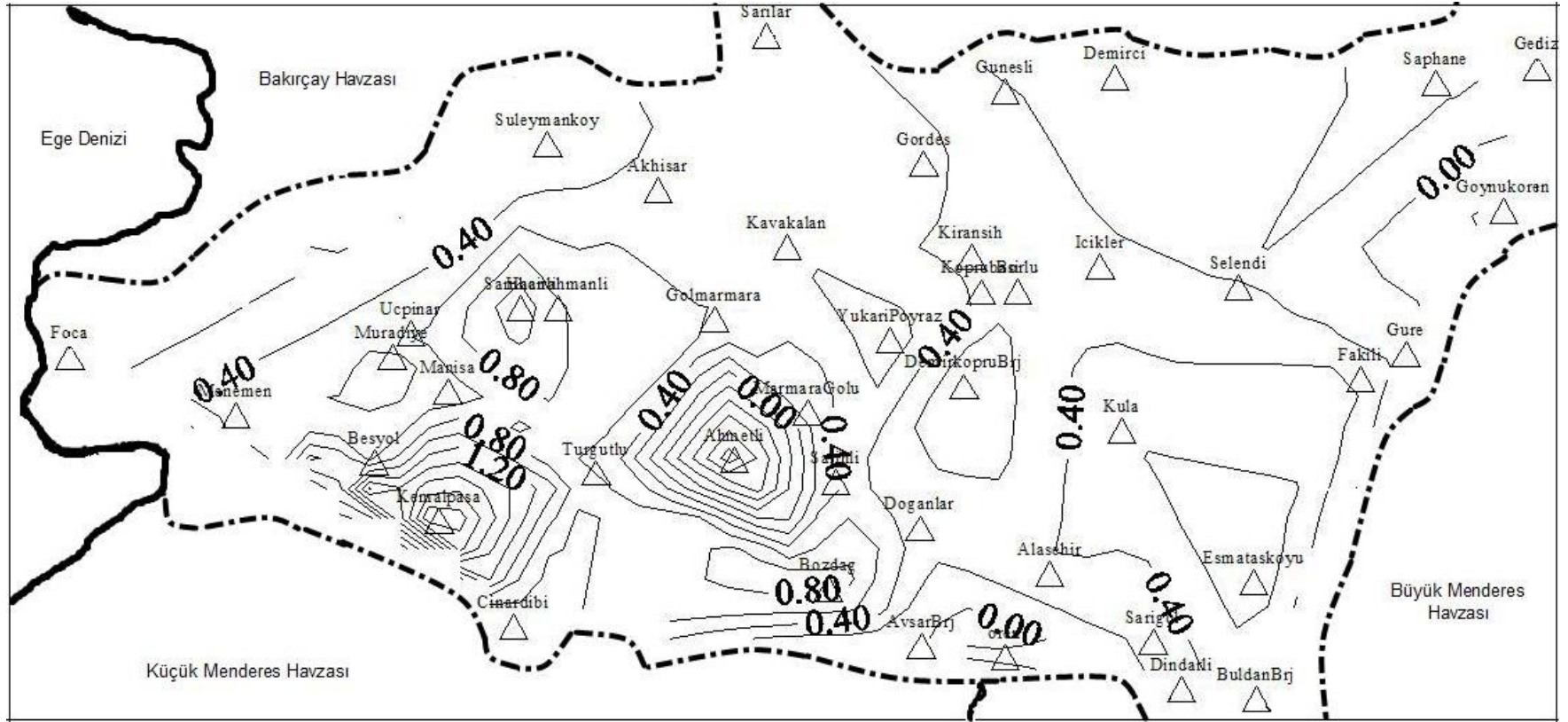
Gediz Havzası'nda mevcut meteoroloji istasyonlarının yağış verilerinden faydalanılarak eş yağış dağılım haritaları çizilmiş ve Şekil 4.46, 4.47, 4.48, 4.49 ve 4.50' de sunulmuştur. Eş yağış dağılım haritaları, DSİ ve DMI' ye ait tüm yağış gözlem istasyonlarının yıllık toplam ortalama yağış değerlerinin ortalama, standart sapma, sivrilik, çarpıklık ve basıklık değerleri için çizilmiştir. Eş yağış dağılım haritaları çizilirken ortak periyot göz önünde bulundurulmamıştır. Her istasyonun mevcut gözlem sürelerindeki gözlenmiş yıllık toplam yağış değerlerinin ortalamaları dikkate alınmıştır.



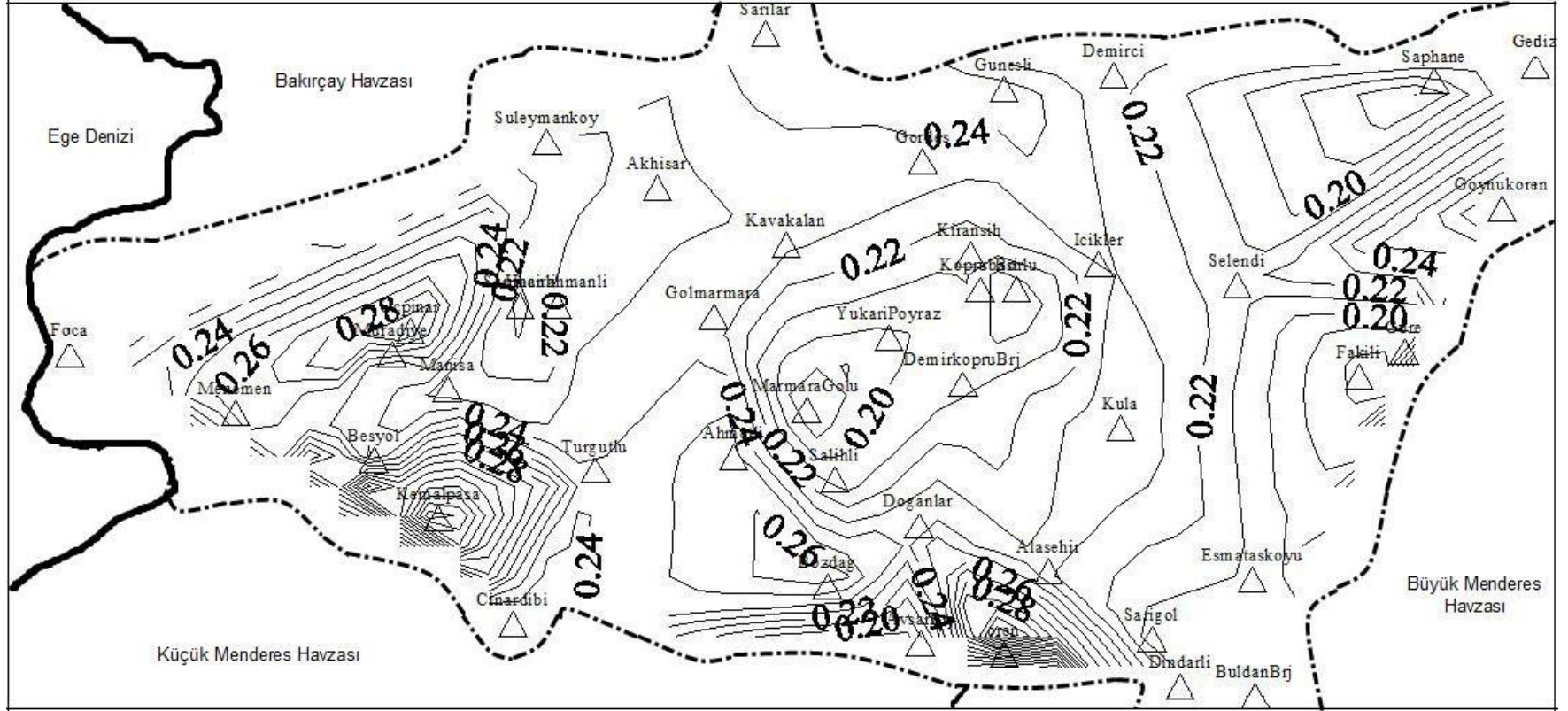
Şekil 4.46 Gediz havzası ortalama yıllık toplam yağış haritası



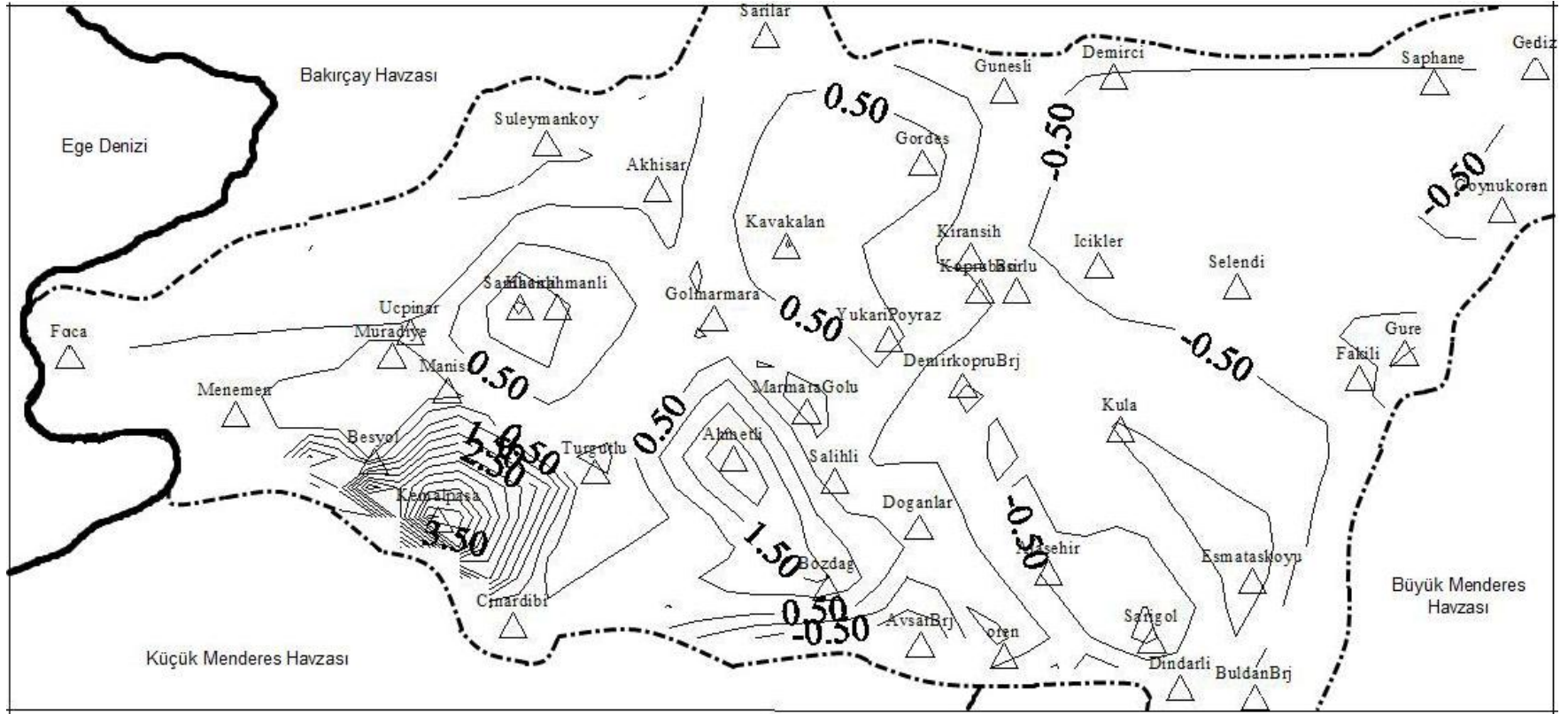
Şekil 4.47 Gediz havzası ortalama yıllık toplam yağışların standart sapmalarının ( $\hat{S}$ ) dağılımı



Şekil 4.48 Gediz havzası ortalama yıllık toplam yağışların sivrilik katsayılarının ( $\hat{C}_s$ ) dağılımı



Şekil 4.49 Gediz havzası ortalama yıllık toplam yağışların boyutsuz standart sapmalarının ( $\hat{C}_V$ ) dağılımı

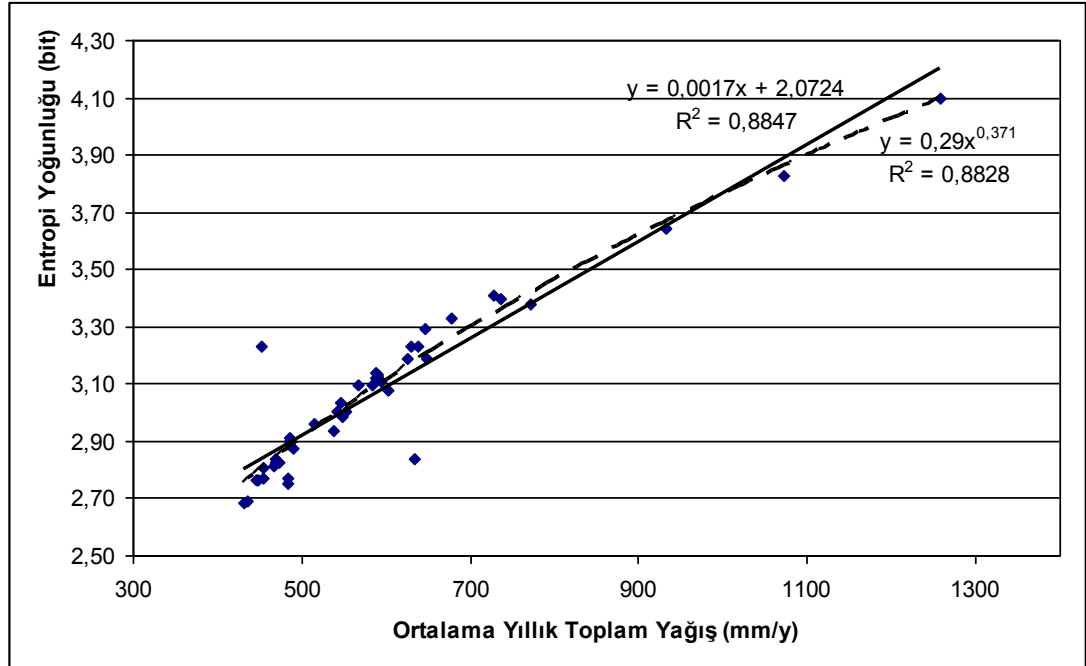


Şekil 4.50 Gediz havzası ortalama yıllık toplam yağışların basıklık katsayılarının (E) dağılımı



#### 4.5 Eş Entropi Yoğunluğu Haritası

Havzada uzun süreli gözlemi olan yağış istasyonlarının aylık toplam yağış verileri kullanılarak belirlenen entropi değerleri, uzun dönemli ortalama aylık yağışları için beklenen değerleri tanımlamaktadır. Tablo 4.3’de sunulmuş olan, gözlem süresinde ortalama yıllık toplam yağış değerleriyle, hesaplanan IE değerleri oldukça uyumludur. Değerlendirmeye alınan tüm istasyonların IE değerleriyle, gözlem süresinde ortalama yıllık toplam yağış arasındaki doğrusal regresyon bağıntısı (Şekil 4.51) sonuçların oldukça uyumlu olduğunu göstermektedir. Entropi yoğunluğu – ortalama yıllık toplam yağış arasında çevirme bağıntıları doğrusal ve logaritmik ilişki için yüksek istatistiksel bağımlılık ( $r = 0,94$ ) göstermektedir.

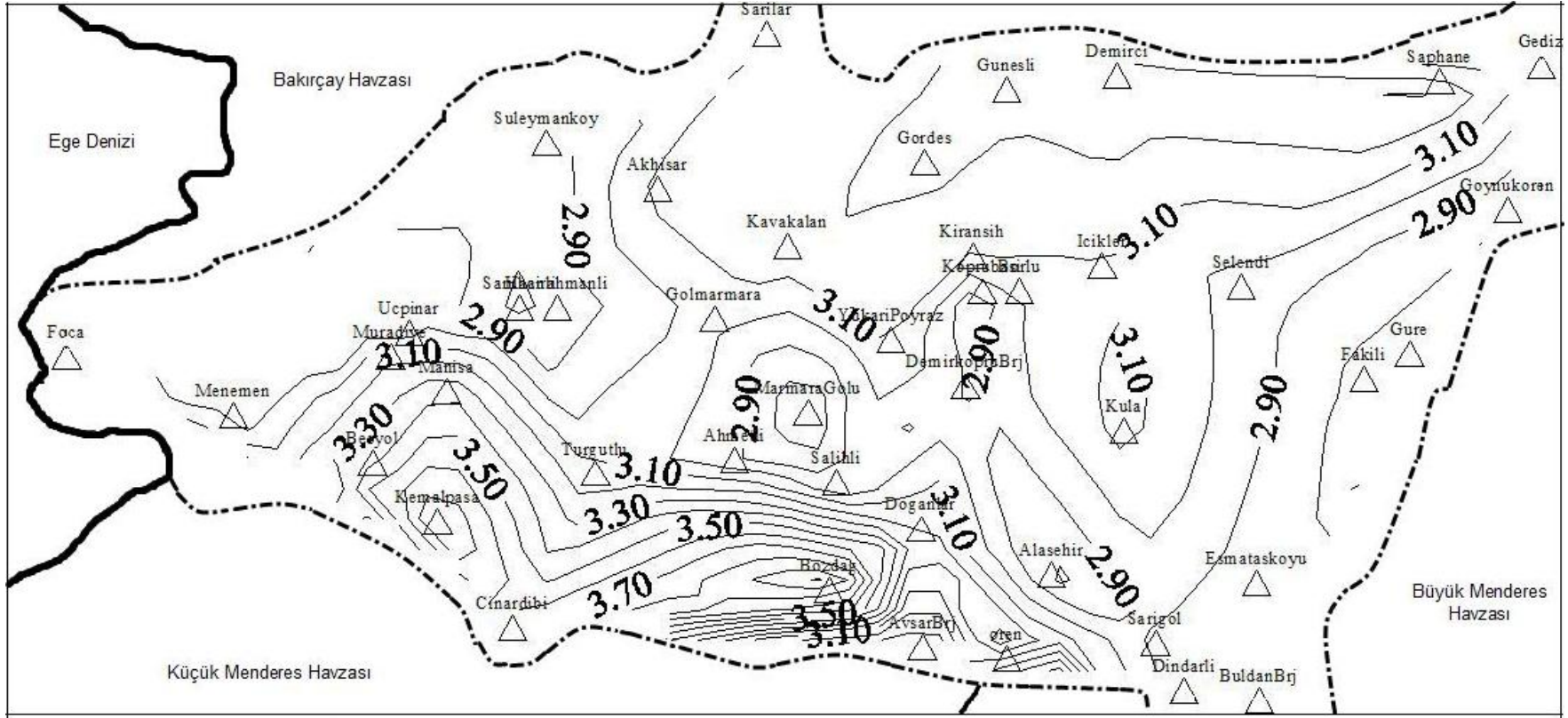


Şekil 4.51 Gediz havzası entropi yoğunluğu (IE) – ortalama yıllık toplam yağış ilişkisi

Eş entropi yoğunluğu haritası çalışma kapsamında kullanılan 44 istasyona entropi yönteminin uygulanması sonucunda elde edilen entropi yoğunluğu (IE) değerleri kullanılarak, Surfer bilgisayar programı ile çizilmiştir (Şekil 4.52). Eş entropi yoğunluğu ile yıllık toplam ortalama yağış dağılım haritasının da beklendiği gibi oldukça benzer olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3 İstasyonların ortalama yıllık toplam yağış ve entropi değerleri

İstasyon Adı	İstasyon No	Rakım	Yıllık Toplam Yağış (Ort.)	IE(bit)
Ahmetli	5617	100	485,57	2,90912
Akhisar	17184	93	588,76	3,13674
Alaşehir	5974	189	482,88	2,77125
Avşar barajı	05-026	275	430,54	2,68657
Beşyol	05-022	530	772,68	3,37585
Borlu	-	250	541,12	3,00417
Bozdağ	05-021	1150	1258,62	4,09863
Buldan barajı	05-027	470	468,34	2,82375
Çınardibi	05-015	705	932,89	3,64264
Demirci	17746	851	646,55	3,2918
Demirköprü brj	05-003	290	486,65	2,89912
Dındarlı	05-006	685	455,37	2,80739
Doğanlar	05-014	650	630,46	3,23309
Eşmataşköyü	05-001	930	468,63	2,83534
Fakılı	05-012	715	447,14	2,76293
Foça	5434	10	552,40	3,0019
Gediz	17750	825	602,37	3,07615
Gölmarmara	5273	150	546,23	3,03341
Gördes	4930	550	638,46	3,23147
Göynükören	05-004	1020	467,93	2,81097
Güre	5458	650	452,27	3,23301
Hacırahmanlı	05-002	45	483,33	2,75069
Hanya(Güneşli)	05-010	640	634,88	2,83542
İçikler	05-018	710	568,13	3,09853
Kavakalan	05-011	460	625,49	3,18795
Kemalpaşa	5785	200	1071,88	3,82961
Kıranşih	05-016	670	589,25	3,12486
Köprübaşı	5278	250	447,80	2,76507
Kula	5624	675	590,45	3,13475
Manisa	17186	71	727,04	3,40959
MarmaraGölüReg.	05-023	75	435,23	2,69308
Menemen Topraksu	9020	10	537,57	2,93522
Muradiye	5440	25	648,65	3,19077
Ören	05-020	940	735,21	3,39603
Salihli	17792	111	489,44	2,87553
Sarıgöl	6143	225	486,72	2,88978
Sarılar	05-008	340	595,23	3,11083
Saruhanlı	5269	50	454,74	2,76973
Selendi	5282	575	514,42	2,96065
Süleymanköy	05-009	240	472,56	2,82831
Şaphane	4765	925	677,85	3,33051
Turgutlu	5615	120	584,02	3,09327
Üçpınar	05-007	100	547,93	2,98786
Yukarı Poyraz	05-013	630	588,53	3,1187



Şekil 4.52 Gediz havzası entropi yoğunluğu (IE) dağılımı

## BÖLÜM BEŞ

### SONUÇ

Su kaynakları sistemlerini planlama çalışmalarında büyük önemi olan veri ve veri toplama işlemlerinin değerlendirilmesinde, nesnel bir ölçüt olarak Bilgi Kuramı'nda tanımlanan ve “kazanılan bilgi  $\equiv$  giderilen belirsizlik” anlamını taşıyan entropi kavramı kullanılmaktadır. Hidrolojik gözlemlerin getireceği bilgi, su potansiyelinin belirlenmesinde, kurulacak sistemlerin tasarım ve işletimi için gereksinim duyulan parametrelerin hesaplanmasında ve planlamanın her aşamasında büyük önem taşımaktadır.

Sunulan çalışmada, Gediz Havzası'nda DMİ ve DSİ tarafından işletilmekte olan 44 yağış gözlem istasyonunun aylık toplam yağış değerleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, istasyonların aylık toplam yağış yükseklikleri için belirlenen frekans yoğunlukları yardımıyla entropi yoğunluğu (IE) değerleri belirlenmiştir. Havza için uzun dönemli ortalama aylık yağışları için beklenen değerlerini gösteren IE değerleriyle gözlem süresinde ortalama yıllık toplam yağış değerleri oldukça uyumlu görülmüştür. Ancak, değerlendirmeye alınan tüm istasyonların IE değerleriyle, gözlem süresinde ortalama yıllık toplam yağış arasındaki doğrusal regresyon bağıntısı (Şekil 4.51) 0,94 korelasyon katsayısı (r) değerine sahipken; Güre istasyonu değerlendirme dışı bırakıldığında bu değer doğrusal ilişki için 0,963; logaritmik ilişki için ise 0,97 değerine yükselmektedir. Güre yağış gözlem istasyonuna ek olarak, Hanya (Güneşli) istasyonu da değerlendirme dışı bırakıldığında korelasyon katsayısı değerleri doğrusal ve logaritmik ilişki için sırasıyla, 0, 975 ve 0,988 olarak hesaplanmaktadır.

Güre ve Hanya (Güneşli) yağış gözlem istasyonlarında elde edilen uyumsuz sonuçlar Şekil 4.52'de sunulmuş olan eş entropi yoğunluğu değerlerine de yansımaktadır. Bu istasyonlardaki IE değerlerindeki uyumsuzluk nedeniyle, istasyonların bulunduğu bölgelerde eş entropi eğrileri kapanmamaktadır. Dolayısıyla, bu iki istasyon IE sonuçları nedeniyle, Gediz havzası genelinin tanımlanması dışında kalmıştır. Güre ve Hanya istasyonlarının verilerinin kullanılabilmesi için kontrol edilerek, düzeltilmesi gerekmektedir.

Entropi yoğunluğu (IE) yönteminin Gediz Havzası'nda yer alan 44 yağış gözlem istasyonunun aylık toplam yağış değerleri kullanılarak uygulanması sonucunda, yöntemin uzun süreli yağış gözlemlerini tanımladığı görülmüştür. Dördüncü bölümde sunulan bulgular, aylık toplam yağışların frekans dağılımlarından hareketle hesaplanan entropi yoğunluğu (IE) değerlerinin, ortalama yıllık toplam yağış değerleriyle oldukça uyumlu olduğunu göstermektedir.

Entropi yoğunluğu değerlerinin, farklı gözlem sürelerine sahip istasyonları havza genelinde değerlendirme olanağı vermesi, bölgesel değerlendirme yapılırken mevcut tüm gözlemlerin içerdiği bilginin kullanılması olanağı sunmaktadır. Yağış – yükselti ilişkilerinin araştırılmadan entropi yoğunluğu değerlerinin hesaplanmış olmasına karşılık yıllık toplam yağışlar için sonuçların oldukça uyumlu olduğu görülmüştür. Entropi yoğunluğu değerlerinin, her istasyon için ayrı belirlenmiş olasılık kütle fonksiyonlarından hareketle hesaplanmış olması nedeniyle, IE değerlerinin uzun süreli beklenen aylık ortalama yağış değerlerini daha doğru gösterdiği, havzaya giren yağış miktarını hesaplamak için diğer yöntemlere kıyasla daha güvenilir olduğu söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- Amoroch, J. ve Espildora, B. (1973). Entropy in the assessment of uncertainty in hydrologic systems and models. *Water Resources Research*, 9 ( 6 ), 1511-1522.
- Bilgin, Recai. (1997). Türkiye’de su sorunları ve çözüm önerileri. Meteoroloji Mühendisliği *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, (2), 18.
- Baran, T., (1993). *Hidrolojik süreçlerin bilgi içeriğindeki değişim miktarı olarak entropi tanımı*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik-Hidroloji ve Su Kaynakları Doktora Tezi No:10.
- Baran, T. ve Bacanlı, Ü. G. (2006). Uygun stokastik model seçim ölçütlerinin değerlendirilmesi. *Teknik Dergi*, 17 ( 4 ), 3987 – 4002.
- Baran, T. ve Bacanlı, Ü.G. (2007a). Evaluation of goodness of fit criterion in time series analysis. *Teknik Dergi*, Digest 2006: *Extended Summaries from Technical Journal*, ( 17 ), 1089-1102.
- Baran, T. ve Bacanlı, Ü.G. (2007b). An entropy approach for diagnostic checking in time series analysis. *Water SA*, 33 (4), 487- 496.
- Chapman, T. G., (1986). Entropy as a measure of hydrologic data uncertainty. *Journal of Hydrology*, (85), 111-126.
- ÇMO, (2007). *Çevre Mühendisleri Odası - 2007 Su Raporu*. [http://alternatifforumu.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=17&Itemid=34](http://alternatifforumu.org/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=34), Son Erişim: Haziran 2009.
- ÇMO, (2009). Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, *İzmir Çevre Durum Raporu*.
- DSİ, (2006). *Devlet Su İşleri.*, [www.dsi.gov.tr/topraksu.htm](http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm), Son Erişim: Mayıs 2009.
- DSİ, (2005). Devlet Su İşleri II.Bölge Müdürlüğü-İzmir, Gediz havzası çevre master planı, 2005.

- Harmancıoğlu, N. (1980). *Hidrolojik süreçlerde bilgi içeriğinin entropi ile llmesi*. Ege Üniversitesi, İnaaat Fakültesi, Hidroloji ve Su Yapıları Doktora Tezi No: 4.
- Harmancıoğlu, N. (1981). Measuring the information content of hydrological processes by the entropy concept. İzmir, Centennial of Atatrk's Birth, *Journal of Civil Engineering*, Ege University, Faculty of Engineering, 13-38.
- Kagan, A. M., Linnik, Yu, V., Rao, C. R. (1973). *Characterization problems in mathematical statistics*. Wiley, New York.
- Karmeshu, J. (2003). *Entropy measures, maximum entropy principle and emerging applications* (ed.), Springer-Verlag, Berlin.
- Maruyama, T., Kawachi, T., Singh, V. P. (2005). Entropy-based assessment and clustering of potential water resources availability. *Journal of Hydrology* 309, 104-113
- ziş, ., Baran T., Durnabaşı İ., zdemir, Y. (1997). Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli. Meteoroloji Mhendisliği. *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, ( 2 ), 40-45.
- zgler, H. (1997). Su, su kaynakları ve çevresel konular. Meteoroloji Mühendisliği. *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, ( 2 ), 57-63.
- Shannon, C.E. (1948). *A mathematical theory of information*. Bell System Technical Journal. (27), 379–423, 623-656, içinde Shannon, C.E., Weaver, W. (1964). *The mathematical theory of information*. The University of Illinois Press Urbana, Illinois.
- Shiklomanov, I. A. ve Rodda, J. C. (2003). *World water resources at the beginning of the 21st century*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Singh, V. P. ve Fiorentino, M. (1992). *A historical perspective of entropy applications in water resources* içinde Singh, V.P. ve Fiorentino, M.(eds). *Entropy and energy dissipation in water resources*. Kluwer Dordrecht Netherlands, 21-62.

- Singh, V. P. (1997). The use of entropy in hydrology and water resources. *Hydrological Processes (11)*, 587-626.
- Singh, V. P. (2003). *The entropy theory as a decision making tool in environmental and water resources* içinde Karmeshu J (ed) *Entropy measures, maximum entropy principle and emerging applications*. Springer-Verlag, Berlin, 261-297.
- USGS, (2009). *United States Geological Survey*, Illustration by John M. Evans, USGS, <http://nd.water.usgs.gov/ukraine/english/pictures/watercycle.html>, Son Erişim: Mart 2009
- UNEP, (2008). *Vital Water Graphics, An Overview of the state of the world's fresh and marine waters*. <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article30.html>, Son Erişim: Mart 2009.
- Wikipedia, (2009). [http://tr.wikipedia.org/wiki/Gediz\\_Depremi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Gediz_Depremi). Son Erişim: Mart 2009.