

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİRİM HİDROGRAFIN  
OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONU  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Lokman BAHŞİ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı**

**OCAK 2015**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİRİM HİDROGRAFIN  
OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONU  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Lokman BAŞI  
501111519**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Emine Beyhan YEĞEN**

**OCAK 2015**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501111519 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Lokman BAŞİ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“BİRİM HİDROGRAFIN OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONU OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Prof. Dr. Emine Beyhan YEĞEN**      .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Yrd. Doç. Dr. Tarkan ERDİK**      .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. Ali Osman PEKTAŞ**      .....  
Bahçeşehir Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **28 Kasım 2014**  
**Savunma Tarihi :**      **19 Ocak 2015**



*Anne ve Babama,*



## ÖNSÖZ

Su iki hidrojen ile bir oksijenin kimyasal olarak birleşmesi ile oluşan basit bir birleşik gibi gözüke de canlılar için önemi büyüktür. Yaşamın devam edebilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. İnsanlar su ihtiyaçlarını kolayca temin edebilmek ve suyu tarımda kullanabilmek için tarih boyunca suya yakın alanları kendilerine mesken etmişlerdir. Günümüzde suyun kullanım alanı çeşitlenmiştir. Su canlılar için önemli olsa da aşırı yağışlar sonucunda kontrol altına alınamazsa yıkımlara, felaketlere sebep olur. Tüm bu anlatılanların ışığında suyu daha verimli kullanabilmek, suyun kullanım alanını çeşitlendirmek ve suyun sebep olabileceği felaketlerin önüne geçebilmek için gerekli hidrolik yapıların inşa edilmesi gereklidir. Çeşitli nedenlerle inşası planlanan hidrolik yapıların, inşa edilecekleri yerlerin birim hidrografları biliniyorsa, hidrolik yapıların dizaynı kolaylaşır ve inşası ekonomikleşir. Ancak çoğu yerde gerekli veri eksikliği ya da yokluğundan ötürü su yapılarının inşası planlanan alanların birim hidrografları oluşturulamamıştır. Bu durumun aşılabilmesi ve gerekli hidrolik yapıların inşa edilebilmesi için lazım olan birim hidrograf, uygulamada çeşitli sentetik yöntemler ile elde edilmiştir.

İşte bu kapsamda, çalışmada belirtilen çeşitli nedenlerden dolayı oluşturulan bir olasılık yoğunluk fonksiyonunun da sentetik bir birim hidrograf olarak kullanılabileceği fikri oluşturulup çalışmada incelenmiştir.

Tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Emine Beyhan YEĞEN hocamın lisans ve yüksek lisansta, bana katkılarından dolayı şahsına teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca bana olan desteklerini esirgemeyen kıymetli ailem; öğretmen annem Nadire BAHŞİ'ye, babam Ali BAHŞİ'ye ve iç hastalıkları uzmanı ablam İlksen BAHŞİ'ye teşekkür eder, sağlıklı ve mutlu bir ömür dilerim.

Tecrübelerini benim ile paylaşmaktan çekinmeyen Sayın Serpil SAYDAM'a teşekkür ederim.

MATLAB ve Excel gibi önemli programları insanlığın hizmetine sunan MathWorks ve Microsoft yazılım firmalarına ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Kasım 2014

Lokman BAHŞİ  
İnşaat Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                                                                                                     |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖNSÖZ.....                                                                                                                                          | vii   |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                                                   | ix    |
| KISALTMALAR .....                                                                                                                                   | xi    |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                                                                                                                                | xiii  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                                                                                                  | xix   |
| SEMBOL LİSTESİ .....                                                                                                                                | xxiii |
| ÖZET.....                                                                                                                                           | xxv   |
| SUMMARY .....                                                                                                                                       | xxix  |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                                                                      | 1     |
| 1.1 Birim Hidrograf.....                                                                                                                            | 1     |
| 1.1.1 Birim hidrografın şekli.....                                                                                                                  | 2     |
| 1.1.2 Birim hidrografın Bernard dağılımı olarak kullanımı.....                                                                                      | 3     |
| 1.1.3 Birim hidrografın önemi .....                                                                                                                 | 4     |
| 1.1.4 Birim hidrografın uygulanamayacağı durumlar.....                                                                                              | 4     |
| 1.2 Sürekli Rastgele Değişkenin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....                                                                                   | 4     |
| 1.3 Lognormal Dağılımı .....                                                                                                                        | 5     |
| 1.3.1 İki parametrelili lognormal dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonu .....                                                                       | 6     |
| 1.3.2 İki parametrelili lognormal dağılımının istatistik momentleri .....                                                                           | 6     |
| 1.3.2.1 İki parametrelili lognormal dağılımının beklenen değeri.....                                                                                | 6     |
| 1.3.2.2 İki parametrelili lognormal dağılımının varyansı.....                                                                                       | 6     |
| 1.3.2.3 İki parametrelili lognormal dağılımının çarpıklık katsayısı.....                                                                            | 7     |
| 1.3.2.4 İki parametrelili lognormal dağılımının sivrilik katsayısı.....                                                                             | 7     |
| 1.3.3 İki parametrelili lognormal dağılımının uygulama sahaları .....                                                                               | 8     |
| 1.4 Gamma Dağılımı .....                                                                                                                            | 8     |
| 1.4.1 İki parametrelili gamma dağılımı .....                                                                                                        | 10    |
| 1.4.2 Gamma dağılımının uygulama sahaları .....                                                                                                     | 11    |
| 1.5 Literatür Araştırmaları.....                                                                                                                    | 11    |
| 1.6 Amaç .....                                                                                                                                      | 13    |
| 2. YÖNTEM.....                                                                                                                                      | 15    |
| 2.1 Çalışmanın Esası .....                                                                                                                          | 15    |
| 2.1.1 Birim hidrografın bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ayarlanması.....                                                                         | 15    |
| 2.1.2 Ayarlanmış birim hidrograf için oluşturulacak olasılık yoğunluk fonksiyonunun dağılımının belirlenmesi .....                                  | 17    |
| 2.2 Ayarlanmış Birim Hidrografın Beklenen Değer, Varyans ve Standart Sapmasının Hesabı .....                                                        | 17    |
| 2.3 Uygun İki Parametrelili Lognormal Olasılık Yoğunluk Fonksiyonunun Oluşturulması.....                                                            | 18    |
| 2.3.1 Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin sınanma ölçütleri ..... | 18    |
| 2.3.1.1 Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı .....                                                                                               | 19    |

|                                                                                                                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.3.1.2 Hataların karesinin ortalamasının kökü.....                                                                                                                                                 | 20         |
| 2.3.2 Ayarlanmış birim hidrografın çarpıklık katsayısından hareketle iki parametrelili lognormal dağılımın oluşturulması.....                                                                       | 21         |
| 2.3.3 Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu parametrelerinin bulunması ve maksimum Nash-Sutcliffe uygunluk katsayısının analizi.....                                | 21         |
| 2.4 Oluşturulmuş İki Parametrelili Lognormal Olasılık Yoğunluk Fonksiyonunun Birim Hidrograf Olarak Kullanılabilirliğinin İki Parametrelili Gamma Olasılık Yoğunluk Fonksiyonuyla Kıyaslanması..... | 23         |
| 2.4.1 Maksimum E değerlerinin tespiti ve bu değere karşı gelen oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun elde edilmesi ..                                                | 24         |
| <b>3. VERİLER.....</b>                                                                                                                                                                              | <b>27</b>  |
| 3.1 Ortalama Birim Hidrografların Ordinatt Değerleri .....                                                                                                                                          | 27         |
| 3.2 Havza Alanları.....                                                                                                                                                                             | 32         |
| <b>4. İKİ PARAMETRELİ LOGNORMAL OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONUNUN AYARLI BİRİM HİDROGRAF OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN SINANMASI .....</b>                                                             | <b>33</b>  |
| 4.1 Uygulanan Havzalar .....                                                                                                                                                                        | 33         |
| 4.2 İki Parametrelili Lognormal Olasılık Yoğunluk Fonksiyonunun Birim Hidrograf Olarak Kullanılabilirliğinin Akdoğan Havzası için Sınanma Süreci .....                                              | 33         |
| 4.2.1 Akdoğan havzasında iki parametrelili lognormal dağılımın gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografa uydurulması.....                                                                               | 33         |
| 4.2.2 Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun başlangıç standart sapma değerinin belirlenmesi.....                                            | 35         |
| 4.2.3 Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografi için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun E değeri maksimum olanının saptanması .....            | 36         |
| 4.2.4 Hataların karesinin ortalamasının kökü testinin Akdoğan havzasına uygulanması .....                                                                                                           | 39         |
| 4.3 Bütün Havzalar için Maksimum Nash-Sutcliffe Model Etkinlik Katsayılarının ve Hataların Karesinin Ortalamasının Köklerinin Bulunması ve Yorumu .....                                             | 40         |
| <b>5. İKİ PARAMETRELİ LOGNORMAL OYF İLE GAMMA OYF'NİN GÖZLENMİŞ AYARLANMIŞ BİRİM HİDROGRAFA UYGUNLUĞUNUN KIYASLANMASI.....</b>                                                                      | <b>43</b>  |
| 5.1 Akdoğan Havzası için Maksimum E Değerini Veren İki Parametrelili Gamma OYF'nin Elde Edilmesi .....                                                                                              | 43         |
| 5.2 Bütün Havzalarda En Uygun İki Parametrelili Gamma OYF'leri ile En Uygun Lognormal OYF'lerin Kıyaslanması .....                                                                                  | 47         |
| <b>6. SONUÇLAR .....</b>                                                                                                                                                                            | <b>51</b>  |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                                                                                                                               | <b>53</b>  |
| <b>EKLER.....</b>                                                                                                                                                                                   | <b>55</b>  |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                                                                                                                                                | <b>117</b> |

## KISALTMALAR

|                        |                                                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BH<sub>15</sub></b> | : 15 Dakikalık Ortalama Birim Hidrograf                                                   |
| <b>BH<sub>30</sub></b> | : 30 Dakikalık Ortalama Birim Hidrograf                                                   |
| <b>BH<sub>60</sub></b> | : 60 Dakikalık Ortalama Birim Hidrograf                                                   |
| <b>BHD</b>             | : Birim Hidrograf Debi Değeri                                                             |
| <b>BHD<sub>a</sub></b> | : Gözlenmiş Ayarlanmış Birim Hidrograf Debi Değeri                                        |
| <b>GABH</b>            | : Gözlenmiş Ayarlanmış Birim Hidrograf                                                    |
| <b>HKOK</b>            | : Hataların Karesinin Ortalamasının Kökü                                                  |
| <b>MATLAB</b>          | : Matrix Laboratory                                                                       |
| <b>OGOYO</b>           | : Oluşturulmuş İki Parametrelili Gamma Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu<br>Ordinat Değeri     |
| <b>OLNOYO</b>          | : Oluşturulmuş İki Parametrelili Lognormal Olasılık Yoğunluk<br>Fonksiyonu Ordinat Değeri |
| <b>OYF</b>             | : Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu                                                            |
| <b>SCS</b>             | : Soil Conservation Service                                                               |
| <b>2P</b>              | : İki Parametrelili                                                                       |



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                     |                                                                                                                                              |    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 1.1</b>  | : $1 \leq n \leq 2$ değerleri için gamma fonksiyonunun sonuçları.....                                                                        | 9  |
| <b>Çizelge 3.1</b>  | : Akdoğan havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat değerleri ..                                                            | 27 |
| <b>Çizelge 3.2</b>  | : Topçu Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                  | 28 |
| <b>Çizelge 3.3</b>  | : Güvenç havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat değerleri ....                                                           | 28 |
| <b>Çizelge 3.4</b>  | : Ulucak havzası (W-1) ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                  | 28 |
| <b>Çizelge 3.5</b>  | : Ulucak havzası (W-2) ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                  | 28 |
| <b>Çizelge 3.6</b>  | : Mahmuthacılı Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                           | 29 |
| <b>Çizelge 3.7</b>  | : Çiçek Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                  | 29 |
| <b>Çizelge 3.8</b>  | : Kızlar Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                 | 29 |
| <b>Çizelge 3.9</b>  | : Kurukavak Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>15</sub> ordinat<br>değerleri.....                                              | 30 |
| <b>Çizelge 3.10</b> | : Çayır Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>15</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                  | 30 |
| <b>Çizelge 3.11</b> | : Karabalçık Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                             | 30 |
| <b>Çizelge 3.12</b> | : Ayvalı Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>30</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                 | 30 |
| <b>Çizelge 3.13</b> | : Vize Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                   | 31 |
| <b>Çizelge 3.14</b> | : Harabe Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                 | 31 |
| <b>Çizelge 3.15</b> | : Damlıca Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                                | 31 |
| <b>Çizelge 3.16</b> | : Glabbera Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat<br>değerleri.....                                               | 31 |
| <b>Çizelge 3.17</b> | : Kumdere havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>60</sub> ordinat değerleri..                                                             | 31 |
| <b>Çizelge 3.18</b> | : Uğrak havzası ortalama birim hidrografi BH <sub>15</sub> ordinat değerleri.....                                                            | 32 |
| <b>Çizelge 3.19</b> | : Seçilen havza alanları.....                                                                                                                | 32 |
| <b>Çizelge 4.1</b>  | : Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf<br>koordinatları .....                                                             | 35 |
| <b>Çizelge 4.2</b>  | : Akdoğan havzası için maksimum E'yi veren oluşturulmuş 2P<br>lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun hesaplanan<br>ordinat değerleri..... | 38 |
| <b>Çizelge 4.3</b>  | : Akdoğan havzası ( $p_{ikx} 1,36$ ) için yapılan tüm denemelerin hesapları<br>sonucunda bulunan değerlerinin bir arada verilmesi.....       | 39 |

|                     |                                                                                                                                                                                              |    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.4</b>  | : Akdoğan havzası için belirtilen standart sapma değerlerine sahip olan olasılık yoğunluk fonksiyonlarının HKOK değerleri .....                                                              | 39 |
| <b>Çizelge 4.5</b>  | : 18 havzanın oluşturulmuş 2P lognormal OYF'leri için bulunan maksimum E'ler ve oluşturulmuş 2P lognormal OYF'lerinin ayarlanmış birim hidrograf olarak kullanılabilirliği .....             | 40 |
| <b>Çizelge 4.6</b>  | : 18 havzanın oluşturulmuş 2P lognormal OYF'leri için bulunan minimum HKOK'lar ve havzaların oluşturulmuş 2P lognormal OYF'lerinin ayarlanmış birim hidrograf olarak kullanılabilirliği..... | 41 |
| <b>Çizelge 5.1</b>  | : Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun denklem 1.17 ile hesaplanan ordinat değerleri .....                                              | 45 |
| <b>Çizelge 5.2</b>  | : Akdoğan havzasında maksimum 2P gamma OYF için yapılan tüm denemelerin hesapları sonucunda bulunan değerlerin bir arada verilmesi .....                                                     | 46 |
| <b>Çizelge 5.3</b>  | : 18 havzanın 2P gamma OYF'leri için hesaplanan maksimum E'ler ve havzaların 2P gamma OYF'lerinin birim hidrograf olarak kullanılabilirliği .....                                            | 47 |
| <b>Çizelge 5.4</b>  | : 18 havzanın 2P lognormal OYF'leri ile 2P gamma OYF'leri için hesaplanan maksimum E'ler kullanılarak yapılan kıyaslama .....                                                                | 48 |
| <b>Çizelge 5.5</b>  | : 18 havzanın maksimum E değeri için 2P gamma ve lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının hesaplanan parametreleri ve E değerleri .....                                                  | 49 |
| <b>Çizelge A.1</b>  | : Topçu Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                           | 56 |
| <b>Çizelge A.2</b>  | : Güvenç havzasının GABH koordinatları.....                                                                                                                                                  | 56 |
| <b>Çizelge A.3</b>  | : Ulucak (W-1) havzasının GABH koordinatları.....                                                                                                                                            | 56 |
| <b>Çizelge A.4</b>  | : Ulucak (W-2) havzasının GABH koordinatları.....                                                                                                                                            | 57 |
| <b>Çizelge A.5</b>  | : Mahmuthacılı Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                    | 57 |
| <b>Çizelge A.6</b>  | : Çiçek Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                           | 57 |
| <b>Çizelge A.7</b>  | : Kızlar Deresi havzasının GABH koordinatları.....                                                                                                                                           | 58 |
| <b>Çizelge A.8</b>  | : Kurukavak Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                       | 58 |
| <b>Çizelge A.9</b>  | : Çayır Deresi havzasının GABH koordinatları.....                                                                                                                                            | 58 |
| <b>Çizelge A.10</b> | : Karabalçık Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                      | 59 |
| <b>Çizelge A.11</b> | : Ayvalı Deresi havzasının GABH koordinatları.....                                                                                                                                           | 59 |
| <b>Çizelge A.12</b> | : Vize Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                            | 59 |
| <b>Çizelge A.13</b> | : Harabe Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                          | 59 |
| <b>Çizelge A.14</b> | : Damlıca Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                         | 60 |
| <b>Çizelge A.15</b> | : Glabbera Deresi havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                        | 60 |
| <b>Çizelge A.16</b> | : Kumdere havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                                | 60 |
| <b>Çizelge A.17</b> | : Uğrak havzasının GABH koordinatları .....                                                                                                                                                  | 60 |
| <b>Çizelge C.1</b>  | : Topçu Deresi havzası ( $pik_x$ 1 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları .....                                                   | 70 |
| <b>Çizelge C.2</b>  | : Güvenç havzası ( $pik_x$ 1,1 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....                                                        | 70 |
| <b>Çizelge C.3</b>  | : Ulucak (W-1) havzası ( $pik_x$ 1,5 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları .....                                                 | 70 |
| <b>Çizelge C.4</b>  | : Ulucak (W-2) havzası ( $pik_x$ 0,67 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları .....                                                | 70 |
| <b>Çizelge C.5</b>  | : Mahmuthacılı Deresi havzası ( $pik_x$ 1,5 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....                                           | 71 |

|                      |                                                                                                                                                 |    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge C.6 :</b> | Çiçek Deresi havzası ( $pik_x$ 2,16 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....      | 71 |
| <b>Çizelge C.7 :</b> | Kızlar Deresi havzası ( $pik_x$ 1,67 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....     | 71 |
| <b>Çizelge C.8 :</b> | Kurukavak Deresi havzası ( $pik_x$ 0,75 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları ..... | 71 |
| <b>Çizelge C.9 :</b> | Çayır Deresi havzası ( $pik_x$ 0,5 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....       | 72 |
| <b>Çizelge C.10:</b> | Karabalçık Deresi havzası ( $pik_x$ 1,8 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları ..... | 72 |
| <b>Çizelge C.11:</b> | Ayvalı Deresi havzası ( $pik_x$ 0,69 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları .....    | 72 |
| <b>Çizelge C.12:</b> | Vize Deresi havzası ( $pik_x$ 3 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları .....         | 72 |
| <b>Çizelge C.13:</b> | Harabe Deresi havzası ( $pik_x$ 1,88 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları .....    | 73 |
| <b>Çizelge C.14:</b> | Damlıca Deresi havzası ( $pik_x$ 4 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....       | 73 |
| <b>Çizelge C.15:</b> | Glabbera Deresi havzası ( $pik_x$ 1,34 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....   | 73 |
| <b>Çizelge C.16:</b> | Kumdere Deresi havzası ( $pik_x$ 1 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....       | 73 |
| <b>Çizelge C.17:</b> | Uğrak Deresi havzası ( $pik_x$ 0,43 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları .....     | 73 |
| <b>Çizelge D.1 :</b> | Topçu havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                            | 74 |
| <b>Çizelge D.2 :</b> | Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....                            | 74 |
| <b>Çizelge D.3 :</b> | Ulucak (W-1) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                     | 74 |
| <b>Çizelge D.4 :</b> | Ulucak (W-2) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                     | 75 |
| <b>Çizelge D.5 :</b> | Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....              | 75 |
| <b>Çizelge D.6 :</b> | Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                     | 75 |
| <b>Çizelge D.7 :</b> | Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                    | 76 |
| <b>Çizelge D.8 :</b> | Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....                  | 76 |
| <b>Çizelge D.9 :</b> | Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                     | 76 |
| <b>Çizelge D.10:</b> | Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....                 | 77 |
| <b>Çizelge D.11:</b> | Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                    | 77 |

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge D.12:</b> Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                 | 77 |
| <b>Çizelge D.13:</b> Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....               | 77 |
| <b>Çizelge D.14:</b> Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....              | 78 |
| <b>Çizelge D.15:</b> Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....             | 78 |
| <b>Çizelge D.16:</b> Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                     | 78 |
| <b>Çizelge D.17:</b> Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş lognormal 2P olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları .....                       | 78 |
| <b>Çizelge F.1 :</b> Topçu Deresi havzası ( $pik_x$ 1 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....          | 88 |
| <b>Çizelge F.2 :</b> Güvenç havzası ( $pik_x$ 1,1 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....              | 88 |
| <b>Çizelge F.3 :</b> Ulucak (W-1) havzası ( $pik_x$ 1,5 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....        | 88 |
| <b>Çizelge F.4 :</b> Ulucak (W-2) havzası ( $pik_x$ 0,67 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....       | 89 |
| <b>Çizelge F.5 :</b> Mahmuthacılı Deresi havzası ( $pik_x$ 1,5 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları..... | 89 |
| <b>Çizelge F.6 :</b> Çiçek Deresi havzası ( $pik_x$ 2,16 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....       | 89 |
| <b>Çizelge F.7 :</b> Kızlar Deresi havzası ( $pik_x$ 1,67 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....      | 90 |
| <b>Çizelge F.8 :</b> Kurukavak Deresi havzası ( $pik_x$ 0,75 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....   | 90 |
| <b>Çizelge F.9 :</b> Çayır Deresi havzası ( $pik_x$ 0,5 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....        | 90 |
| <b>Çizelge F.10:</b> Karabalçık Deresi havzası ( $pik_x$ 1,8 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....   | 91 |
| <b>Çizelge F.11:</b> Ayvalı Deresi havzası ( $pik_x$ 0,69 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....      | 91 |
| <b>Çizelge F.12:</b> Vize Deresi havzası ( $pik_x$ 3 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....           | 91 |
| <b>Çizelge F.13:</b> Harabe Deresi havzası ( $pik_x$ 1,88 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....      | 92 |
| <b>Çizelge F.14:</b> Damlıca Deresi havzası ( $pik_x$ 4 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....        | 92 |
| <b>Çizelge F.15:</b> Glabbera Deresi havzası ( $pik_x$ 1,34 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....    | 92 |
| <b>Çizelge F.16:</b> Kumdere havzası ( $pik_x$ 1 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....               | 93 |
| <b>Çizelge F.17:</b> Uğrak havzası ( $pik_x$ 0,43 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.....              | 93 |
| <b>Çizelge G.1 :</b> Topçu havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....                            | 94 |
| <b>Çizelge G.2 :</b> Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....                           | 94 |

|                      |                                                                                                                                |    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge G.3 :</b> | Ulucak (W-1) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....         | 94 |
| <b>Çizelge G.4 :</b> | Ulucak (W-2) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....         | 95 |
| <b>Çizelge G.5 :</b> | Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları ..... | 95 |
| <b>Çizelge G.6 :</b> | Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....         | 95 |
| <b>Çizelge G.7 :</b> | Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....        | 96 |
| <b>Çizelge G.8 :</b> | Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....     | 96 |
| <b>Çizelge G.9 :</b> | Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....         | 96 |
| <b>Çizelge G.10:</b> | Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....    | 97 |
| <b>Çizelge G.11:</b> | Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....        | 97 |
| <b>Çizelge G.12:</b> | Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....          | 97 |
| <b>Çizelge G.13:</b> | Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....        | 97 |
| <b>Çizelge G.14:</b> | Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....       | 98 |
| <b>Çizelge G.15:</b> | Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....      | 98 |
| <b>Çizelge G.16:</b> | Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....              | 98 |
| <b>Çizelge G.17:</b> | Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.....                | 98 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|            |                                                                                                                                                      |     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1.1  | : Bir birim hidrograf şekli.....                                                                                                                     | 2   |
| Şekil 1.2  | : Bir birim hidrografın kısımları.....                                                                                                               | 2   |
| Şekil 1.3  | : (a) Birim hidrograf; (b) A'ya karşılık gelen dağılım (Bernard dağılımı) grafiği (Butler, 1957) .....                                               | 3-4 |
| Şekil 1.4  | : Bir olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli .....                                                                                                    | 5   |
| Şekil 1.5  | : Bir pozitif çarpık olasılık yoğunluk fonksiyonu şekli.....                                                                                         | 7   |
| Şekil 2.1  | : Gözlenmiş bir birim hidrograf şekli .....                                                                                                          | 16  |
| Şekil 2.2  | : Gözlenmiş ayarlanmış bir birim hidrograf şekli.....                                                                                                | 16  |
| Şekil 2.3  | : İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu şekli .....                                                                               | 17  |
| Şekil 2.3  | : İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu şekli .....                                                                               | 17  |
| Şekil 4.1  | : Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şekli .....                                                                                | 34  |
| Şekil 4.2  | : Akdoğan havzasının maksimum E'yi veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu ve gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografi (GABH)..... | 38  |
| Şekil 5.1  | : Akdoğan havzasının maksimum E'yi veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu ve gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografi (GABH)..... | 46  |
| Şekil B.1  | : Topçu havzasının GABH şekli .....                                                                                                                  | 61  |
| Şekil B.2  | : Güvenç havzasının GABH şekli.....                                                                                                                  | 61  |
| Şekil B.3  | : Ulucak (W-1) havzasının GABH şekli .....                                                                                                           | 62  |
| Şekil B.4  | : Ulucak (W-2) havzasının GABH şekli .....                                                                                                           | 62  |
| Şekil B.5  | : Mahmuthacılı Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                    | 63  |
| Şekil B.6  | : Çiçek Deresi havzasının GABH şekli.....                                                                                                            | 63  |
| Şekil B.7  | : Kızlar Deresi havzasının GABH şekli.....                                                                                                           | 64  |
| Şekil B.8  | : Kurukavak Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                       | 64  |
| Şekil B.9  | : Çayır Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                           | 65  |
| Şekil B.10 | : Karabalçık Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                      | 65  |
| Şekil B.11 | : Ayvalı Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                          | 66  |
| Şekil B.12 | : Vize Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                            | 66  |
| Şekil B.13 | : Harabe Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                          | 67  |
| Şekil B.14 | : Damlıca Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                         | 67  |
| Şekil B.15 | : Glabbera Deresi havzasının GABH şekli .....                                                                                                        | 68  |
| Şekil B.16 | : Kumdere havzasının GABH şekli .....                                                                                                                | 68  |
| Şekil B.17 | : Uğrak havzasının GABH şekli .....                                                                                                                  | 69  |
| Şekil E.1  | : Topçu Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....                 | 79  |
| Şekil E.2  | : Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....                       | 79  |
| Şekil E.3  | : Ulucak W-1 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....                   | 80  |
| Şekil E.4  | : Ulucak W-2 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....                   | 80  |

|                    |                                                                                                                                          |     |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil E.5 :</b> | Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması..... | 81  |
| <b>Şekil E.6 :</b> | Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....       | 81  |
| <b>Şekil E.7 :</b> | Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....      | 82  |
| <b>Şekil E.8 :</b> | Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....    | 82  |
| <b>Şekil E.9 :</b> | Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....       | 83  |
| <b>Şekil E.10:</b> | Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....   | 83  |
| <b>Şekil E.11:</b> | Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....      | 84  |
| <b>Şekil E.12:</b> | Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....        | 84  |
| <b>Şekil E.13:</b> | Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....      | 85  |
| <b>Şekil E.14:</b> | Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....     | 85  |
| <b>Şekil E.15:</b> | Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....    | 86  |
| <b>Şekil E.16:</b> | Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....            | 86  |
| <b>Şekil E.17:</b> | Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....              | 87  |
| <b>Şekil H.1 :</b> | Topçu Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....            | 99  |
| <b>Şekil H.2 :</b> | Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....                  | 99  |
| <b>Şekil H.3 :</b> | Ulucak W-1 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....              | 100 |
| <b>Şekil H.4 :</b> | Ulucak W-2 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....              | 100 |
| <b>Şekil H.5 :</b> | Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....     | 101 |
| <b>Şekil H.6 :</b> | Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....            | 101 |
| <b>Şekil H.7 :</b> | Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....           | 102 |
| <b>Şekil H.8 :</b> | Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....        | 102 |
| <b>Şekil H.9 :</b> | Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....            | 103 |
| <b>Şekil H.10:</b> | Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....       | 103 |
| <b>Şekil H.11:</b> | Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....           | 104 |
| <b>Şekil H.12:</b> | Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....             | 104 |

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil H.13:</b> Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....                       | 105 |
| <b>Şekil H.14:</b> Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....                      | 105 |
| <b>Şekil H.15:</b> Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....                     | 106 |
| <b>Şekil H.16:</b> Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.....                             | 106 |
| <b>Şekil H.17:</b> Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....                              | 107 |
| <b>Şekil I.1 :</b> Akdoğan havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....             | 108 |
| <b>Şekil I.2 :</b> Topçu Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....        | 108 |
| <b>Şekil I.3 :</b> Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....              | 109 |
| <b>Şekil I.4 :</b> Ulucak W-1 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....          | 109 |
| <b>Şekil I.5 :</b> Ulucak W-2 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....          | 110 |
| <b>Şekil I.6 :</b> Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması ..... | 110 |
| <b>Şekil I.7 :</b> Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....        | 111 |
| <b>Şekil I.8 :</b> Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....       | 111 |
| <b>Şekil I.9 :</b> Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....    | 112 |
| <b>Şekil I.10 :</b> Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....       | 112 |
| <b>Şekil I.11 :</b> Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....  | 113 |
| <b>Şekil I.12 :</b> Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....      | 113 |
| <b>Şekil I.13 :</b> Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....        | 114 |

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil I.14 :</b> Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....  | 114 |
| <b>Şekil I.15 :</b> Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması ..... | 115 |
| <b>Şekil I.16 :</b> Glabbera havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....       | 115 |
| <b>Şekil I.17 :</b> Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....        | 116 |
| <b>Şekil I.18 :</b> Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması .....          | 116 |

## SEMBOL LİSTESİ

|                                |                                                                                |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>                       | : Havza alanı                                                                  |
| <b><math>a_i</math></b>        | : i'ninci dilimin alanını                                                      |
| <b><math>C_{sx}</math></b>     | : Çarpıklık katsayısı                                                          |
| <b>cm</b>                      | : Santimetre                                                                   |
| <b>d</b>                       | : Dolaysız akışın birim derinliği                                              |
| <b><math>dm^3</math></b>       | : Desimetreküp                                                                 |
| <b>E</b>                       | : Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı                                      |
| <b><math>E(x)</math></b>       | : Beklenen değer                                                               |
| <b>k</b>                       | : İki parametrelili gamma dağılımının ölçek parametresi                        |
| <b><math>K_x</math></b>        | : Kurtosis katsayısı                                                           |
| <b><math>km^2</math></b>       | : Kilometrekare                                                                |
| <b>L</b>                       | : Litre                                                                        |
| <b>mm</b>                      | : Milimetre                                                                    |
| <b>n</b>                       | : İki parametrelili gamma dağılımı şekil parametresi                           |
| <b>N</b>                       | : Şeklin toplam dilim sayısı                                                   |
| <b>Q</b>                       | : Debi                                                                         |
| <b><math>\bar{Q}_g</math></b>  | : Gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın ortalama dilim alanı                  |
| <b><math>Q_{gi}</math></b>     | : Gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın i'ninci diliminin alanını             |
| <b><math>Q_{oi}</math></b>     | : Oluşturulan olasılık yoğunluk fonksiyonunun i'ninci dilim alanı              |
| <b><math>Q_p</math></b>        | : Birim hidrograf pikinin debisi                                               |
| <b>s</b>                       | : Saniye                                                                       |
| <b>Sa</b>                      | : Saat                                                                         |
| <b>t</b>                       | : Zaman                                                                        |
| <b><math>t_0</math></b>        | : Artık yağış süresi                                                           |
| <b><math>t_p</math></b>        | : Birim hidrograf pikinin zamanı                                               |
| <b><math>T_i</math></b>        | : Beklenen değer ile i'ninci dilimin ağırlık merkezleri arası apsis mesafesi   |
| <b><math>t_i</math> orijin</b> | : i'ninci dilimin ağırlık merkezi ile orijin arasındaki apsis mesafesi         |
| <b>V</b>                       | : Hacim                                                                        |
| <b><math>Var(x)</math></b>     | : Varyans                                                                      |
| <b><math>\Gamma(n)</math></b>  | : Gamma fonksiyonu                                                             |
| <b><math>\mu_x</math></b>      | : Beklenen değer                                                               |
| <b><math>\mu_Y</math></b>      | : İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun beklenen değeri  |
| <b><math>\sigma_x</math></b>   | : Standart sapma                                                               |
| <b><math>\sigma_Y</math></b>   | : İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun standart sapması |



## **BİRİM HİDROGRAFIN OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONU OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

### **ÖZET**

Gelişmekte olan ülkelerde havzaların aynı fırtına sırasındaki yağış ve akış veri eksikliğinden ya da yokluğundan ötürü su yapılarının boyutlandırılması için büyük öneme sahip olan birim hidrograflar elde edilip çizilememektedir. Anlatılan bu engelin aşılıp su yapılarının boyutlandırılabilmesi için çeşitli sentetik birim hidrograf yöntemleri geliştirilmiştir. İşte bu noktada havzalar için oluşturulacak olasılık yoğunluk fonksiyonunun da sentetik birim hidrograf olarak kullanılabileceği fikri çalışmada sorgulanmıştır.

Olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği varsayımını oluşturduktan sonra teorik olasılık yoğunluk fonksiyonlarından hangisinin birim hidrograf olarak kullanılabileceğini belirleyip çalışmada onun üzerinden ilerleme yoluna gidilmiştir. İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun pozitif çarpıklığı, yalnızca pozitif sayılarda kullanılması ve şeklinin birim hidrografa olan benzerliğinden dolayı iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabiliirliği çalışmada araştırılan konu olmuştur.

Çalışmada iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabiliirliğinin araştırılabilmesi için birim hidrografı bilinen havzalara ihtiyaç duyulmuştur. İşte bu noktada Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 2000 yılında bastırdığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından faydalanılmıştır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından seçilen 18 havzanın birim hidrograf verileri kullanılarak iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabiliirliği araştırılmıştır.

Ayrıca çalışma için yapılan kaynak araştırmasında iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceğini gösteren bir makale ile karşılaşılmıştır. Çalışmada seçilen 18 havza için yapılmış hesaplardan oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabiliirliği tespit edilmiştir ve ayrıca seçilen 18 havza için yapılmış hesaplardan oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun da birim hidrograf olarak kullanılabiliirliği tespit edilmiştir. Daha sonra ise söz konusu olan dağılımlar için oluşturulmuş olasılık yoğunluk fonksiyonlarının birim hidrograf olarak kullanılabiliirlikleri birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Öncelikle iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kıyaslanabilmesi için Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 2000 yılında bastırdığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından seçilen havzaların birim hidrograf değerlerinin

ordinatları, yine aynı kitaptaki havza alanı ve 1 mm olan birim derinliğe bölünmüştür. Böylelikle birim hidrograflardan gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograflar elde edilmiştir.

Bir sonraki aşama ise oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografa olan uygunluğunun belirlenebilmesidir. Bunun içinse Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı kullanılmıştır. Kullanılan Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı ile havzalar için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonuyla havzaların gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograflarının uygunluğu belirlenmiştir. Hesaplar sonucu bulunan Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı bire ne kadar yaklaşırsa sahip olunan uygunluk artar. Eğer oluşturulmuş olasılık yoğunluk fonksiyonları için hesaplanan Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı 0,85'ten büyük çıkarsa oluşturulmuş olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği söylenebilmiştir.

Birim hidrograf olarak kullanılabilirlik kıstası belirlendikten sonra her havza için maksimum Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısını veren oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu hesaplanmıştır. İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu hesabında, gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografla oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun tepe noktalarının koordinatlarının örtüşmesi ya da en azından tepe noktalarının ordinatlarının örtüşmesi ve yapılan denemelerde seçilen iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu için hesaplanan Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısının maksimum olması dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardır.

Gerekli hesaplardan sonra Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 2000 yılında bastırıldığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından seçilen 18 havza için oluşturulan ve maksimum Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısını veren oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun 18 havzanın 14'ünde Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısının 0,85'ten büyük olarak hesaplanmasından dolayı 14 havzada birim hidrograf olarak kullanılabileceği saptanmıştır. Ayrıca birim hidrograf olarak kullanılabileceği saptanan oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı değerlerinin bire oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir.

İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin 18 havzada yapılan çalışma ile kabul edilmesinden sonra havzalar için oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun da birim hidrograf olarak kullanılabileceğini belirten makaleden yola çıkarak iki dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonları maksimum Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı göz önünde bulundurularak birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Anlatıldığı gibi kıyaslamanın yapılabilmesi için her havzanın maksimum Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısını veren iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonları hesaplanmıştır. İki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu hesabında, gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografla oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun tepe noktalarının koordinatlarının örtüşmesi ya da en azından tepe noktalarının ordinatlarının örtüşmesi ve yapılan denemelerde seçilen iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısının maksimum olması dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardır.

Gerekli hesaplardan sonra Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 2000 yılında bastırđı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından seçilen 18 havza için oluşturulan ve maksimum Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısını veren oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun 18 havzanın 17'sinde Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısının 0,85'ten büyük olarak hesaplanmasından dolayı 17 havzada birim hidrograf olarak kullanılabileceğili saptanmıştır.

Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceğili saptanan 14 havzanın 12'sinde oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonuna göre daha yüksek Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuc  olarak oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceğili ve iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceğili havzaların çoğunda, iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanımının iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunkinden daha üstün olduğu saptanmıştır.



## **CONSIDERING THE UNIT HYDROGRAPH AS A PROBABILITY DENSITY FUNCTION**

### **SUMMARY**

In developing countries, unit hydrograph of the drainage basin, which has great importance for design of hydraulic structures, could not be drawn because of the deficiencies of rainfall and flow data or absences of rainfall and flow data. To overcome the described obstacles for design of hydraulic structures in developing countries, various synthetic unit hydrograph methods have been developed. At this point, the idea of using a probability density function as a synthetic unit hydrograph has been discussed in the study.

After creating the assumptions of using probability density function as synthetic unit hydrograph, which of the existing probability distributions' probability density function could be best for using as synthetic unit hydrograph was investigated to determine the probability density functions for the study. Two parameter lognormal probability distribution's probability density function was selected for using as synthetic unit hydrograph because of two parameter lognormal probability density function has positive skewness and two parameter lognormal probability density function is used for only positive numbers and also two parameter lognormal probability density function has similar shape as unit hydrograph. For these reasons, the idea that created two parameter lognormal probability density function for drainage basins could also be used as synthetic unit hydrograph is investigated in this study.

For investigating the usability of created two parameter lognormal distribution as synthetic unit hydrograph in this study, drainage basins of which the unit hydrographs are known should be obtained. At this point, drainage basins of which the unit hydrographs are known were obtained from the book named Rural Services General Directorate Guide for Hydrological Characters of Research Basins, which was published in 2000. 18 drainage basins chosen from the Rural Services General Directorate Guide for Hydrological Characters of Research Basins and by using chosen 18 drainage basins' unit hydrograph values the usage of two parameter lognormal probability density function as synthetic unit hydrograph was investigated.

In addition while researching academic literature for this study, an article showing the usability of two parameter gamma probability density function as synthetic unit hydrograph in Anatolia was encountered. In case the usability of two parameter lognormal probability density function as synthetic unit hydrograph for 18 drainage basins is shown in this study and also the usability of two parameter gamma probability density function as synthetic unit hydrograph for eighteen drainage basin is shown in this study, the usability of two parameter lognormal and gamma probability density function as synthetic unit hydrograph can be compared.

First of all to find the usability of two parameter lognormal probability density function as synthetic unit hydrograph, the ordinates of unit hydrographs of 18

drainage basins which are obtained from the book named Rural Services General Directorate Guide for Hydrological Characters of Research Basins were divided by the area of drainage basins which is obtained from guide book and one millimeter unit depth. By dividing unit hydrographs' ordinates to drainage basins and unit depth, unit hydrographs were converted to observed adjusted unit hydrographs.

Secondly, to determine the suitability of created two parameter lognormal probability density function to observed adjusted unit hydrograph several methods were investigated. At last, Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient method was chosen. By using Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient method for 18 drainage basins, the suitability of created two parameter lognormal probability density function of 18 drainage basins to observed adjusted unit hydrograph of 18 drainage basins were determined. If Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient value calculated from its formula is close to one, the suitability of using created two parameter lognormal probability density function as synthetic unit hydrograph will be greater than a lower value. If calculation results of Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient for determining the suitability of created two parameter lognormal probability density function is greater than 0.85, it could easily be said that the usage of created two parameter lognormal probability density functions as synthetic unit hydrograph is appropriate.

After determining usability criteria of created probability density function as synthetic unit hydrograph, for each drainage basin maximum Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients of each created two parameter lognormal probability density function were calculated. For creating two parameter lognormal probability density function; first of all the peaks of observed adjusted unit hydrograph and the created two parameter lognormal probability density function should be overlapping mutually or at least the ordinates of the peaks of observed adjusted unit hydrograph and created two parameter lognormal probability density function should be overlapping. Among the trials for creating two parameter lognormal probability density function the trial for which Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient gives the maximum value will be the one which will best fit the observed adjusted unit hydrograph

After the necessary calculations for created two parameter lognormal probability density functions of 18 drainage basins selected from the book named Rural Services General Directorate Guide for Hydrological Characters of Research Basins which was published in 2000, for 14 of 18 drainage basins' Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients were calculated above 0.85 (most of the values close to one) and for 4 of 18 drainage basins' Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients were calculated below 0.85. This means that created two parameter lognormal probability density functions of the 14 drainage basins could be used as a synthetic unit hydrograph and created two parameter lognormal probability density function of the 4 drainage basins could not be used as a synthetic unit hydrograph.

The usability of created two parameter lognormal probability density function as a synthetic unit hydrograph has been proved through calculations for these 18 drainage basins. Due to the article encountered in academic literature research, which is claiming the use of created two parameter gamma probability density function as synthetic unit hydrograph, this study was directed towards an investigation of the usability of two parameter gamma probability density function as synthetic unit

hydrograph for 18 drainage basins by using Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient criteria.

As described in order to compare two parameter gamma probability density function with two parameter lognormal probability density function, maximum Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients of each drainage basin for each created two parameter gamma probability density function were calculated. For creating two parameter gamma density function; first of all the peaks of observed adjusted unit hydrograph and created two parameter gamma probability density function should be overlapping or at least the ordinate of the peaks of observed adjusted unit hydrograph and created two parameter gamma probability density function should be overlapping. Among the trials for creating two parameter gamma probability density function the trial for which Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient gives the maximum value will be the one which will best fit the observed adjusted unit hydrograph.

After the necessary calculations for created two parameter gamma probability density function of 18 drainage basins selected from the book named Rural Service General Directorate Studied Drainage Basin Character Guide which was published in 2000 by Rural Service General Directorate, 17 of 18 drainage basins' Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients were calculated above 0.85 and only for one of the basins Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient was calculated below 0.85. This means that created two parameter gamma probability density functions of the seventeen drainage basins could be used as synthetic unit hydrographs and created two parameter gamma probability density function of only one drainage basin could not be used as synthetic unit hydrograph.

Two parameter lognormal probability density function's Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient values are higher than two parameter gamma probability density function's Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient values in 12 of 14 drainage basins for which two parameter lognormal probability density function could be used as synthetic unit hydrograph.

In conclusion two parameter lognormal probability density function could be used as synthetic unit hydrograph and because of the higher Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient values in 12 of 14 drainage basins for which two parameter lognormal probability density function could be used as synthetic unit hydrograph, the usability of two parameter lognormal probability density function as synthetic unit hydrograph is more powerful than the usability of two parameter gamma probability density function in most of drainage basins.



## 1. GİRİŞ

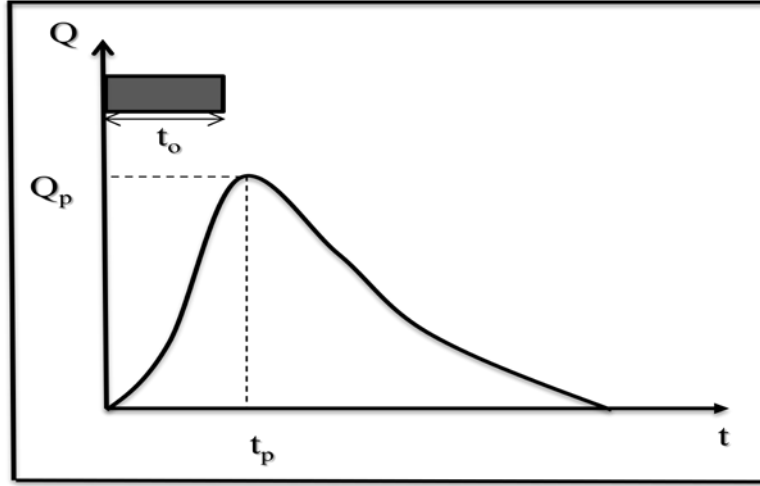
Canlılar için büyük öneme sahip olan su, kontrol altına alınamadığında yıkımlara, felaketlere sebep olmuştur. Hem yaşanabilecek felaketlerin önüne geçmek hem de suyu en verimli şekilde kullanabilmek için su yapılarının inşasına ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer su yapısının inşa edileceği havzaların birim hidrografları biliniyorsa bu yapıların inşası için gerekli boyutlandırma kolayca ve hızlı bir şekilde yapılmaktadır. Ne yazık ki gelişmekte olan ülkelerde birim hidrografın elde edilebilmesi için gerekli verilerin eksikliğinden ya da hiç olmamasından ötürü su yapılarının inşa edileceği havzaların birim hidrografları elde edilememektedir. Bu olumsuzluğu aşabilmek için uygulamada birim hidrograf çeşitli sentetik yöntemlerle elde edilmektedir. Yapılan bu çalışma kapsamında oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun kullanılmasıyla da havzalar için birim hidrografın elde edilebilirliği irdelenmektedir.

### 1.1 Birim Hidrograf

Havza sisteminin doğrusal olmamasından ötürü hesapta bize kolaylık sağlayacak doğrusal sistem kabulünü kullanabilmek için toplam yağıştan yüzeysel ve gecikmesiz yüzey altı akışına geçmeyecek kısımların çıkarılması suretiyle elde edilecek dolaysız akışı oluşturan sistemin doğrusal olduğu varsayılır ki bu varsayım uygulamada kolaylık sağlamakla beraber sistemin doğrusal olduğu kabulü sadece bir varsayımdır (Bayazıt, 1999).

Doğrusal olmayan havza sistemini bahsedildiği gibi doğrusallaştıran model birim hidrograf modeli olup kolaylığından ötürü en fazla tercih edilen kara kutu modelidir (Bayazıt, 1999). Bir zaman aralığında sabit bir hızla uniform olarak havzaya yağın birim yükseklikteki net yağışın havzada oluşturacağı birim derinlikteki dolaysız akışın hidrografı birim hidrograf olarak isimlendirilir (Chow ve diğerleri, 1988). Birim hidrografın özelliklerinden tezin konusu için en önemli olanı, birim hidrograf şekli ile  $x$  eksenini arasında kalan alanın havza alanına bölünmesi ile elde edilen

yüksekliğin (birim dolaysız akış derinliği) birim yüksekliğe (1mm, 1cm) eşit olmasıdır. Şekil 1.1'de tipik bir birim hidrograf şekli verilmiştir.

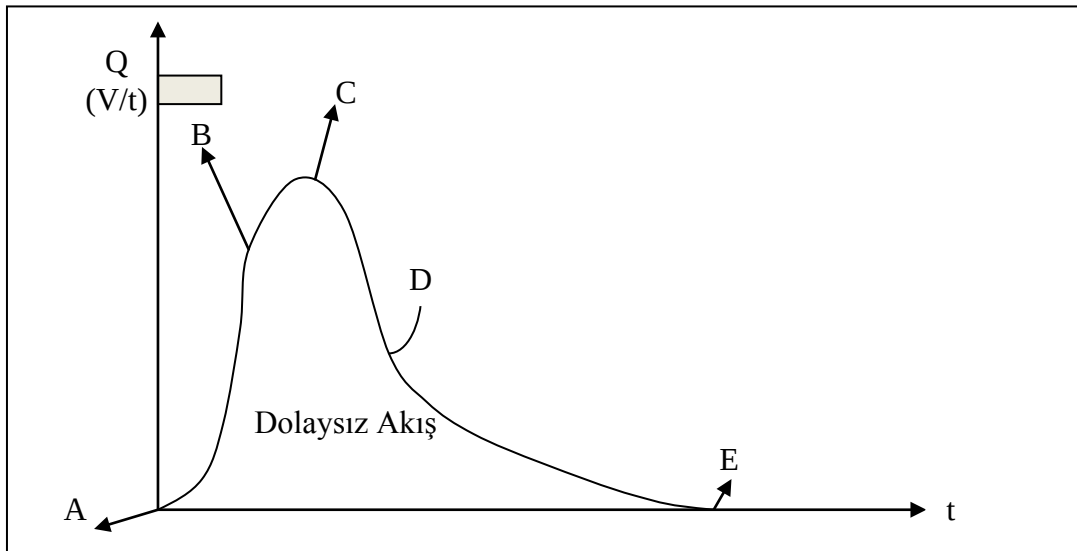


**Şekil 1.1 :** Bir birim hidrograf şekli.

Şekil 1.1'deki Q debiyi, t zamanı,  $Q_p$  birim hidrograf pikinin debisini,  $t_p$  ise birim hidrograf pikinin zamanını,  $t_0$  ise artık (net) yağış süresini göstermektedir.

### 1.1.1 Birim hidrografın şekli

Birim hidrografın şekli şekil 1.2'de görüldüğü gibi pozitif çarpıklığa sahip bir eğridir.



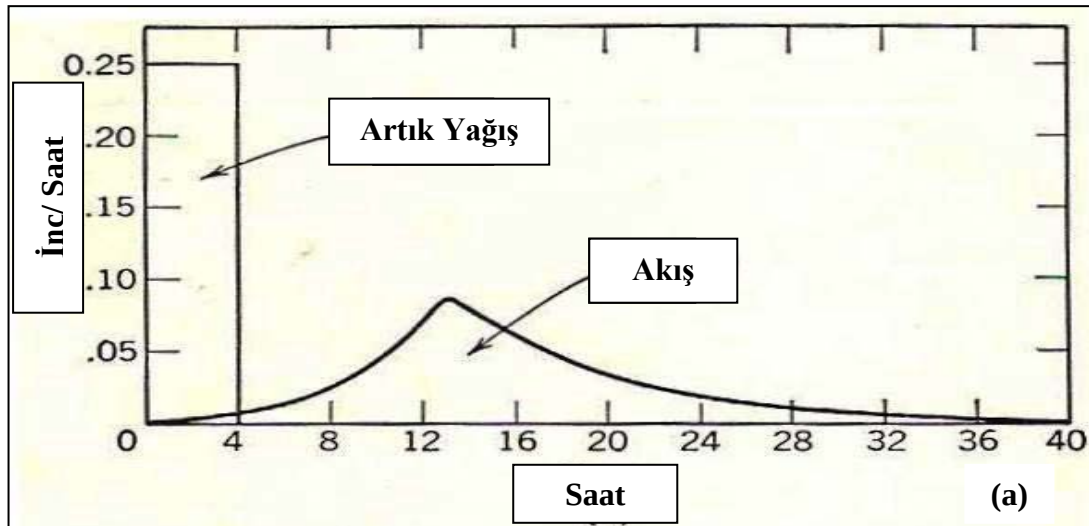
**Şekil 1.2 :** Bir birim hidrografın kısımları.

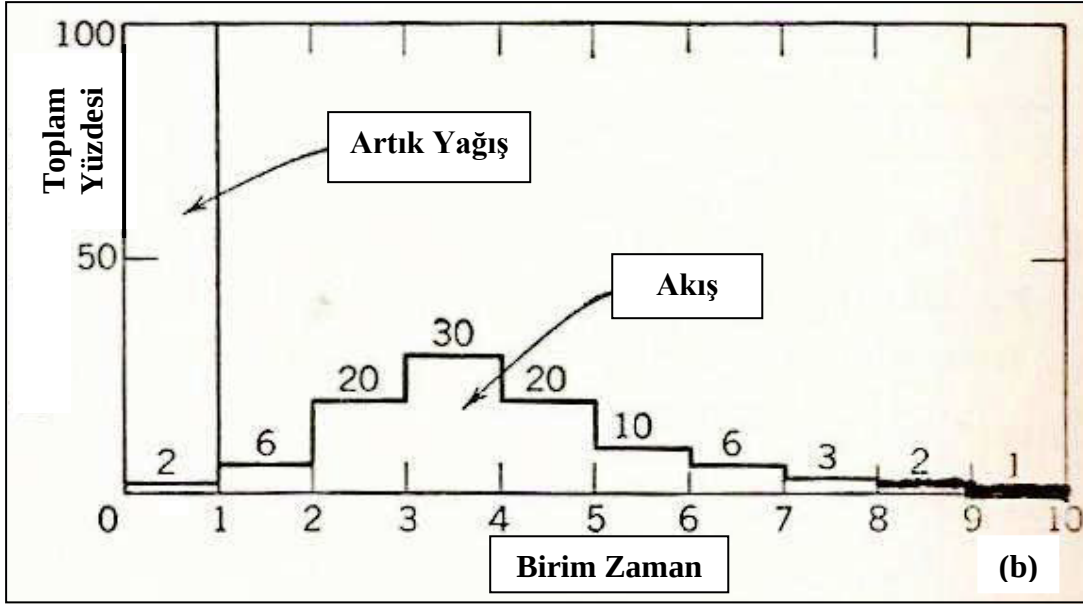
A ile B arasında içbükey B ile C arasında dışbükey olan A-C yükselme eğrisinin B-C arasındaki eğriliği A-B arasındaki eğriliğinden daha fazladır. B yükselme eğrisinin dönüm noktasıdır. C ise birim hidrograf debisinin maksimum olduğu nokta olup şeklin tepe noktasıdır. Yağışın (süresi, miktarı, tipi, şiddeti) ve havzanın (havzanın

alanı, şekli, boyu, eğimi, kanal eğimi, toprak yapısı, bitki örtüsü tipi ve yoğunluğu, drenaj yoğunluğu ve frekansı, ölçüm istasyonlarının havzaya dağılımları, arazi kullanımları, yükseltisi ve suyu depolayabilme kapasitesi gibi) karakteristikleri yükselme eğrisini biçimlendiren önemli unsurlardır (Usul, 2008). Göz önünde bulundurulan kısmın artık yağış sebebiyle oluşan akıştan etkilenmesinin fazlalaşmasıyla yükselme eğrisinin A-B kısmı içbükey, yağışın kesilmesi ile yükselme eğrisinin B-C kısmı dışbükey şeklini almaktadır ve ayrıca yağış süresi birim hidrografın taban genişliğinden daha az ise birim hidrografın piki bir nokta olmaktadır (Bayazıt, 1999). C ile D arasında dışbükey D ile E arasında içbükey olan C-E çekilme eğrisinin C-D arasındaki eğriliği D-E arasındaki eğriliğinden daha fazladır. D çekilme eğrisinin dönüm noktası olup tabaka akımının son bulunduğu noktadır (Usul, 2008). Yağışın C noktasından önce bitmesi, tabaka akımının D'ye kadar azalması ve D'de ise son bulması sebebiyle C-D eğrisi azalarak alçalmıştır. Havzanın sahip olduğu birikinti su hacminin sisteme aktarılması ve yüzey altı akışlar ile C-D eğrisi oluşmuştur ve ayrıca şekildeki D-E ise taban akışı kaynaklı bir eğridir. (Bayazıt, 1999).

### 1.1.2 Birim hidrografın Bernard dağılımı olarak kullanımı

Birim hidrografi belirli birim sürelerde dolaysız akışın yüzdeleri cinsinden gösteren grafik Bernard dağılım grafiği olarak adlandırılmıştır (Wilson, 1990). Birim hidrografın altında kalan alan o birim hidrografın havza alanına ve birim artık yağış yüksekliğine bağlı olduğu için zaman aralıklarındaki debi yüzdeleri değişiklik göstermemektedir (Usul, 2008). Böylelikle şekil 1.3 a'daki birim hidrograf, şekil 1.3 b'deki bir dağılım grafiğine dönüştürülebilmektedir.





**Şekil 1.3 : (a) Birim hidrograf; (b) A'ya karşılık gelen dağılım (Bernard dağılımı) grafiği (Butler, 1957).**

### 1.1.3 Birim hidrografın önemi

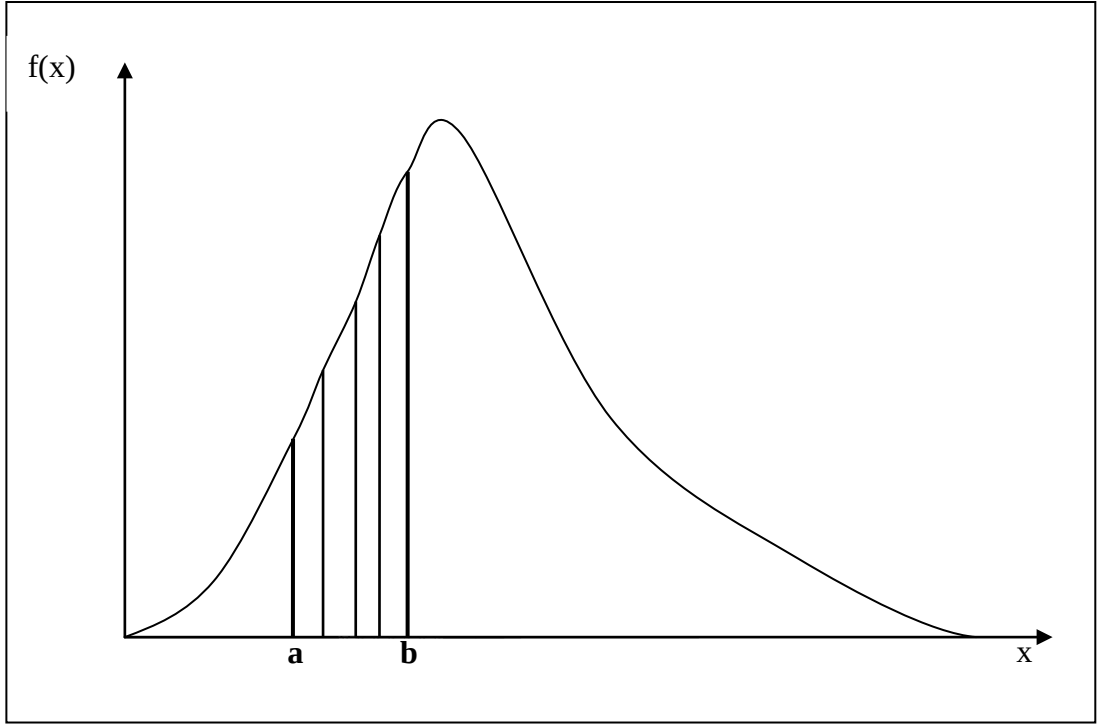
Havzanın birim hidrografı biliniyorsa havzada gerçekleşecek herhangi bir şiddetteki yağışın hidrografı rahatlıkla hesaplanır ki bu da inşaat mühendislerine su yapılarını boyutlandırmalarında büyük avantaj sağlamaktadır.

### 1.1.4 Birim hidrografın uygulanamayacağı durumlar

Birim hidrograf, kar erimesinden kaynaklı akışta veya net yağış süresinin birim hidrograf taban genişliğini aştığı havzalarda uygulanamamaktadır ve ayrıca havza sahasının büyük olduğu durumlarda ise küçük kısımlara ayrılarak havzaların birim hidrographları hesaplanmaktadır (Bayazıt, 1999).

## 1.2 Sürekli Rastgele Değişkenin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

Fonksiyonun şekli ile x ekseninde kalan alan bir e eşitse, her x değeri için fonksiyonun ordinatı sıfırdan küçük bir değer değilse ve fonksiyon her noktada sürekli ise bu fonksiyon olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak isimlendirilmektedir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu rastgele bir değişkenin bir değere eşit olma olasılığını vermek yerine rastgele değişkenin belli bir aralıkta bulunması olasılığını vermektedir. Yani rastgele değişken sonsuz sayıda değere sahip olabilecekken bunlardan sadece birinin gözlenme olasılığı sıfırdır. Örnek olarak verilen şekil 1.4'te a'nın ya da b'nin olma olasılığı sıfıra yakınsamaktadır.



**Şekil 1.4 :** Bir olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli.

Rastgele değişkenin a ile b arasında bulunma olasılığı ise denklem 1.1 yardımı ile bulunmuştur.

$$\int_a^b f(x)dx = P(x_1 < X < x_2) \quad (1.1)$$

Olasılık yoğunluk fonksiyonunun özelliklerinden çalışmanın konusu için en önemli olan, fonksiyonun şekli ile x eksenini arasında kalan alanın bire eşit olma koşulu denklem 1.2 ile verilmiştir.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1 \quad (1.2)$$

### 1.3 Lognormal Dağılımı

Eğer rastgele x değişkeninin logaritması normal dağılmışsa rastgele x değişkeni lognormal dağılmıştır (Bedient ve diğerleri, 2013). Anlatılanlar denklem 1.3 ile formüle edilmiştir.

$$y = \text{Log}(x) \quad (1.3)$$

### 1.3.1 İki parametrelili lognormal dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu

İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun formül olarak ifadesi denklem 1.4 ile gösterilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{x * \sigma_Y * \sqrt{2\pi}} * e^{[-(\ln x - \mu_Y)^2 / 2\sigma_Y^2]} \quad x > 0 \quad (1.4)$$

Denklem 1.4'teki x iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun apsis değerleri,  $\sigma_Y$  standart sapma ve  $\mu_Y$  beklenen değeridir.

### 1.3.2 İki parametrelili lognormal dağılımının istatistik momentleri

#### 1.3.2.1 İki parametrelili lognormal dağılımının beklenen değeri

Beklenen değer Bayazıt ve Oğuz'un (2005) belirttiği gibi " o.y.f. ile x eksenini arasında kalan alanın apsisidir" (p. 44). Beklenen değerin hesabı denklem 1.5 ile yapılmaktadır.

$$E(x) = \mu_x = e^{\mu_Y + \sigma_Y^2 / 2} \quad (1.5)$$

Denklem 1.5'te E x değişkeninin beklenen değeridir.

#### 1.3.2.2 İki parametrelili lognormal dağılımının varyansı

Varyans beklenen değer etrafındaki yayılımın matematiksel bir ifadesidir ve 1.6 denklemi ile hesaplanmıştır.

$$Var(x) = e^{(2\mu_Y + \sigma_Y^2)} * (e^{(\sigma_Y^2)} - 1) \quad (1.6)$$

Denklem 1.6'da Var(x) iki parametrelili lognormal dağılımının varyansıdır.

Denklem 1.6 ile hesaplanan varyans değeri arttıkça olasılık yoğunluk fonksiyonu şeklinin beklenen değer etrafındaki yayılımı da artar.

Varyansın bir anlam ifade edebilmesi için rastgele değişkenle aynı boyuta sahip olması gerekir. Bunun tesisi için denklem 1.7'yle elde edilen standart sapmanın kullanımı yoluna gidilmiştir.

$$\sigma_x = \sqrt{Var(x)} \quad (1.7)$$

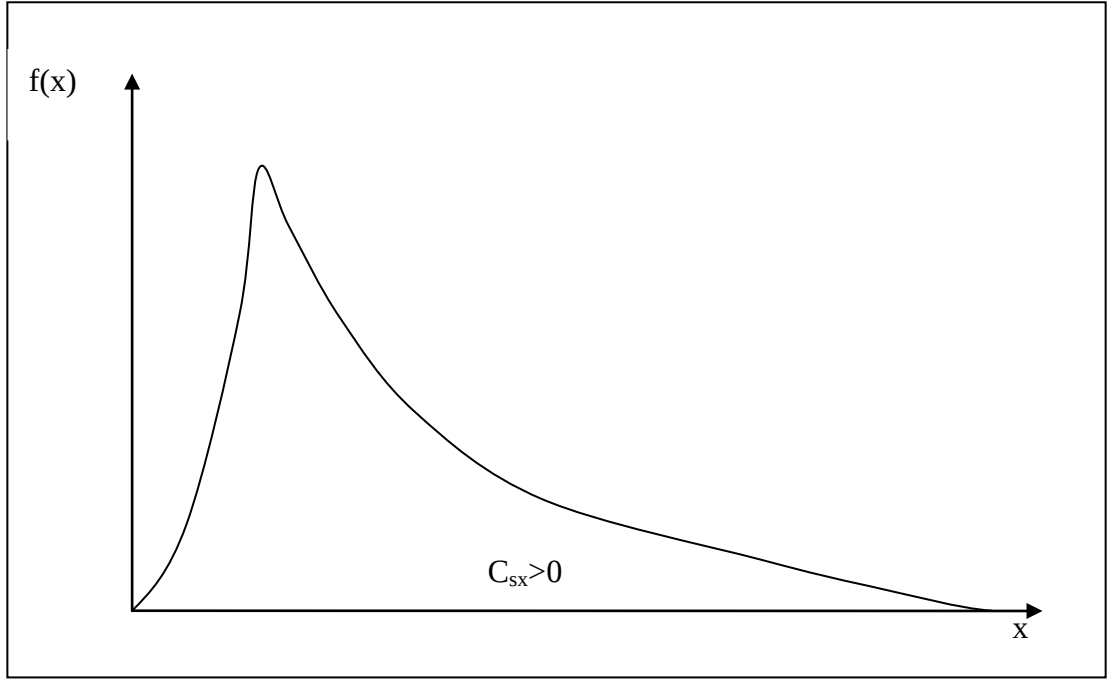
### 1.3.2.3 İki parametrelı lognormal dağılımının çarpıklık katsayısı

İki parametrelı lognormal dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu seklinin pozitif çarpıklığının değeri 1.8 denklemi ile hesaplanmıştır.

$$C_{sx} = (e^{\sigma_Y^2} - 1)^{3/2} + 3(e^{\sigma_Y^2} - 1)^{1/2} \quad (1.8)$$

Denklem 1.8'de  $C_{sx}$  iki parametrelı lognormal dağılımının çarpıklık katsayısıdır.

Çarpıklık katsayısı pozitif bir değeri olarak hesaplanan iki parametrelı lognormal dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli sağa doğru çarpık olup, iki parametrelı lognormal dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu pozitif çarpık olarak adlandırılmıştır. Pozitif çarpık olan bir olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli şekil 1.5'te verilmiştir.



Şekil 1.5 : Bir pozitif çarpık olasılık yoğunluk fonksiyonu şekli.

### 1.3.2.4 İki parametrelı lognormal dağılımının sivrilik katsayısı

Kurtosis (sivrilik) katsayısı iki parametrelı lognormal dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu şeklinin sivriligi hakkında fikir veren bir parametre olup denklem 1.9 ile elde edilmiştir.

$$K_x = e^{4\sigma_Y^2} + 2e^{3\sigma_Y^2} + 3e^{2\sigma_Y^2} - 3 \quad (1.9)$$

Denklem 1.9'da  $K_x$  iki parametrelili lognormal dağılımının kurtosis katsayısını göstermektedir.

İki parametrelili lognormal dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonunun sivriligi kurtosis katsayısının artmasıyla artmaktadır.

### 1.3.3 İki parametrelili lognormal dağılımın uygulama sahaları

Log(x)'in matematiksel olarak bir anlam ifade edebilmesi için  $x > 0$  olması, pozitif çarpık bir dağılım olan iki parametrelili lognormal dağılımını tıpta, mühendislikte, sosyal bilimlerde, ekonomide ve diğer birçok alanda kullanım alanı bulan önemli bir dağılım kılmasıdır.

Tıpta enfeksiyon hastalıklarının kuluçka döneminin iki parametrelili lognormal olarak dağıldığı; jeoloji ve madencilikte yer kabuğundaki elementler ve onların radyoaktivitesinin iki parametrelili lognormal dağılıma uyduğu; çevre biliminde taneciklerin, kimyasalların ve organizmaların doğadaki dağılımının genellikle iki parametrelili lognormal olduğu; sosyal bilimlerde ve ekonomide ise evlilik yaşı, çiftlik büyüklüğü ve gelirin iki parametrelili lognormal dağılıma uygun olduğunun gözlemlenmesi gibi örnekler iki parametrelili lognormal dağılımının geniş uygulama sahasına sahip olduğunun kanıtıdır (Limpert ve diğerleri, 2001).

### 1.4 Gamma Dağılımı

Gamma dağılımı bir diğer kullanım sahası geniş, önemi yüksek ve pozitif çarpık olan bir dağılımdır. Ki-kare dağılımı, Erlang dağılımı ve üstel dağılım gamma dağılımından türetilen dağılımlardır. Ayrıca üç parametrelili gamma dağılımı Pearson tip III olarak da adlandırılmıştır. Gamma dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu denklem 1.10 ile ifade edilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(n)} x^{n-1} e^{-x} \quad x > 0 \quad (1.10)$$

Burada  $n$  dağılımın şekil parametresi olup  $\Gamma(n)$  ise gamma fonksiyonudur. Gamma fonksiyonunun gerçel sayılar için genel denklemi denklem 1.11'dir.

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} e^{-x} dx \quad \Re z > 0 \quad (1.11)$$

Gamma fonksiyonun kolayca hesaplanabilmesi için kitaptan edinilen (Bronstein ve Semendjajew, 1981) ve çizelge 1.1 ile verilmiş çizelgenin önemi büyüktür.

**Çizelge 1.1 :**  $1 \leq n \leq 2$  değerleri için gamma fonksiyonunun sonuçları.

| n    | $\Gamma(n)$ | n    | $\Gamma(n)$ | n    | $\Gamma(n)$ | n    | $\Gamma(n)$ | n    | $\Gamma(n)$ | n    | $\Gamma(n)$ |
|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|
| 1,00 | 1,00000     | 1,17 | 0,92670     | 1,34 | 0,89222     | 1,51 | 0,88659     | 1,68 | 0,90500     | 1,85 | 0,94561     |
| 1,01 | 0,99433     | 1,18 | 0,92373     | 1,35 | 0,89115     | 1,52 | 0,88704     | 1,69 | 0,90678     | 1,86 | 0,94869     |
| 1,02 | 0,98884     | 1,19 | 0,92089     | 1,36 | 0,89018     | 1,53 | 0,88757     | 1,70 | 0,90864     | 1,87 | 0,95184     |
| 1,03 | 0,98355     | 1,20 | 0,91817     | 1,37 | 0,88931     | 1,54 | 0,88818     | 1,71 | 0,91057     | 1,88 | 0,95507     |
| 1,04 | 0,97844     | 1,21 | 0,91558     | 1,38 | 0,88854     | 1,55 | 0,88887     | 1,72 | 0,91258     | 1,89 | 0,95838     |
| 1,05 | 0,97350     | 1,22 | 0,91311     | 1,39 | 0,88785     | 1,56 | 0,88964     | 1,73 | 0,91467     | 1,90 | 0,96177     |
| 1,06 | 0,96874     | 1,23 | 0,91075     | 1,40 | 0,88726     | 1,57 | 0,89049     | 1,74 | 0,91683     | 1,91 | 0,96523     |
| 1,07 | 0,96415     | 1,24 | 0,90852     | 1,41 | 0,88676     | 1,58 | 0,89142     | 1,75 | 0,91906     | 1,92 | 0,96877     |
| 1,08 | 0,95973     | 1,25 | 0,90640     | 1,42 | 0,88636     | 1,59 | 0,89243     | 1,76 | 0,92137     | 1,93 | 0,97240     |
| 1,09 | 0,95546     | 1,26 | 0,90440     | 1,43 | 0,88604     | 1,60 | 0,89352     | 1,77 | 0,92376     | 1,94 | 0,97610     |
| 1,10 | 0,95135     | 1,27 | 0,90250     | 1,44 | 0,88581     | 1,61 | 0,89468     | 1,78 | 0,92623     | 1,95 | 0,97988     |
| 1,11 | 0,94740     | 1,28 | 0,90072     | 1,45 | 0,88566     | 1,62 | 0,89592     | 1,79 | 0,92877     | 1,96 | 0,98374     |
| 1,12 | 0,94359     | 1,29 | 0,89904     | 1,46 | 0,88560     | 1,63 | 0,89724     | 1,80 | 0,93138     | 1,97 | 0,98768     |
| 1,13 | 0,93993     | 1,30 | 0,89747     | 1,47 | 0,88563     | 1,64 | 0,89864     | 1,81 | 0,93408     | 1,98 | 0,99171     |
| 1,14 | 0,93642     | 1,31 | 0,89600     | 1,48 | 0,88575     | 1,65 | 0,90012     | 1,82 | 0,93685     | 1,99 | 0,99581     |
| 1,15 | 0,93304     | 1,32 | 0,89464     | 1,49 | 0,88595     | 1,66 | 0,90167     | 1,83 | 0,93969     | 2,00 | 1,00000     |
| 1,16 | 0,92980     | 1,33 | 0,89338     | 1,50 | 0,88623     | 1,67 | 0,90330     | 1,84 | 0,94261     | -    | -           |

Çizelge 1.1'deki  $\Gamma(n)$  değerleri kullanılarak 1.12 denklemi yardımı ile virgülden sonra beş basamak duyarlı pozitif gamma fonksiyonu değerleri hesaplanmıştır.

$$\Gamma(n) = \frac{\Gamma(n+1)}{n} \quad (1.12)$$

Denklem 1.12'ye alternatif olarak denklem 1.13'ün kullanılmasıyla da çizelge 1.1'deki  $\Gamma(n)$  değerleri kullanarak virgülden sonra beş basamak duyarlı pozitif gamma fonksiyonu değerleri hesaplanmıştır.

$$\Gamma(n) = (n-1)\Gamma(n-1) \quad (1.13)$$

Gamma dağılımının beklenen değeri  $n$  şekil parametresinin yardımıyla denklem 1.14 ile hesaplanmıştır.

$$E(x) = n \quad (1.14)$$

Gamma dağılımının varyansı  $n$  şekil parametresinin yardımıyla denklem 1.15 ile hesaplanmıştır.

$$Var(x) = n \quad (1.15)$$

Gamma dağılımının çarpıklık katsayısı  $n$  şekil parametresinin yardımıyla denklem 1.16 ile hesaplanmıştır.

$$C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{n}} \quad (1.16)$$

#### 1.4.1 İki parametrelili gamma dağılımı

Uygulamada tek parametresi şekil parametresi olan basit gamma dağılımı yetersiz kaldığından denklem 1.10'daki  $x$ 'in yerine  $x/k$  eklenerek şekil parametresi  $n$ , ölçek parametresi de  $k$  olan iki parametrelili bir gamma dağılımı elde edilmiştir. Elde edilen iki parametrelili gamma dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu denklem 1.17'de gösterilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(n)k^n} x^{n-1} e^{-x/k} \quad x > 0 \quad (1.17)$$

Denklem 1.17'de  $k$  ölçek parametresini,  $\Gamma(n)$  gamma fonksiyonunu,  $x$  apsis değerlerini ve  $f(x)$  gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun ordinat değerlerini göstermiştir.

İki parametrelili gamma dağılımının beklenen değeri denklem 1.18 ile hesaplanmıştır.

$$E(x) = nk \quad (1.18)$$

İki parametrelili gamma dağılımının varyansı denklem 1.19 ile hesaplanmıştır.

$$Var(x) = nk^2 \quad (1.19)$$

İki parametrelili gamma dağılımının çarpıklık katsayısı denklem 1.20 ile hesaplanmıştır.

$$C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{n}} \quad (1.20)$$

Yukarıda verilen üç denklemdeki  $n$  şekil parametresi ve  $k$  ölçek parametresidir.

#### 1.4.2 Gamma dağılımının uygulama sahaları

Pozitif çarpık olan ve  $x > 0$  olduğu değerler için geçerli olan gamma dağılımı modelleri şekillendirmede, finansal servislerde, klimatolojide, hidrolojik analizde ve daha birçok sahada kullanım alanı bulan bir dağılımdır. Bir hazne içinde biriken yağış miktarının modellenmesi, web sunucuları üzerindeki yükün modellenmesi, üretim ve dağıtım süreçlerindeki madde akışının modellenmesi ve çoklu seviyedeki Poisson regresyon modelindeki hataların modellenmesi gamma dağılımın modellemedeki gücünü göstermiştir (Url-1, 2014).

#### 1.5 Literatür Araştırmaları

Yapılan araştırmalar sonucunda, yürütülen çalışmaya katkısı bulunan literatür araştırmaları aşağıda belirtilmiştir.

Bhunya, Mishra ve Berndtsson'un (2003) yayınladıkları makalede, birim dolaysız akış hacminin elde edilebilmesinden dolayı iki parametrelili gamma dağılımıyla popüler olan Gray, SCS (Soil Conservation Service) ve Synder gibi sentetik birim hidrograf metotlarından daha kolay ve doğru bir şekilde sentetik birim hidrograf oluşturulabileceği gösterilmiştir.

Bhunya, Mishra, Ojha ve Berndtsson'nun (2004) kaleme aldıkları makalede üç parametrelili beta olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilme potansiyeli incelenmiştir ve sonuç olarak üç parametrelili beta olasılık yoğunluk fonksiyonunun çoğu durum için birim hidrograf olarak kullanılabilme potansiyelin üstün olduğu saptanmıştır.

Bhunya, Berndtsson, Ojha ve Mishra'nın (2006) yayınladıkları makalede olasılık yoğunluk fonksiyonlarının birim hidrograf ile benzer özelliklere sahip olması sebebiyle olasılık yoğunluk fonksiyonlarını kullanarak sentetik birim hidrograf elde edilmesine olan ilginin günden güne artmış olduğu belirtilmiş ve iki parametrelili gamma, üç parametrelili beta, iki parametrelili Weibull, ve bir parametrelili Chi-square dağılımları kullanılarak sentetik birim hidrografın elde edilebilirliği incelenmiştir.

Haktanır ve Sezen'in (1990), yayınladıkları makalede iki parametrelili gamma ve üç parametrelili beta dağılımlarının Anadolu'da sentetik birim hidrograf olarak kullanılabilirliği irdelenmiştir. Anadolu'daki on havzanın birim hidrografları ile her iki dağılımın uygun ölçeklendirilmiş olasılık yoğunluk fonksiyonları kıyaslandıktan sonra üç parametrelili beta dağılımından hem gamma dağılımına kıyasla yeterli uygunlukta eşleşmediğinden hem de hesapta karşılaşılan zorluklardan ötürü vazgeçilse de iki parametrelili gamma dağılımının uygun ölçeklendirilmiş olasılık yoğunluk fonksiyonlarındaki eşleşmenin yeterli ve daha uygun olduğu saptanmış ve Anadolu'da iki parametrelili gamma dağılımının ölçeklendirilmiş olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Haktanır ve Sezen, 1990).

Ojha, Berndtsson ve Bhunya'nın (2008) yazdıkları kitapta birim hidrografın tepe noktasının koordinatı biliniyorsa iki parametrelili gamma dağılımının  $n$  şekil ve  $k$  ölçek parametresinin bulunabileceği ve bulunan bu parametreler kullanılarak gerçekçi bir birim hidrografın oluşturulabileceği anlatılmıştır.

Singh'in (2000) yazdığı makaleden küçük havzalar için oluşturulmuş Gray yönteminin sentetik birim hidrograf olarak kullanılmak üzere gamma dağılımının modifiye edilmiş hali olduğu anlaşılmıştır ve ayrıca popüler sentetik birim hidrograf yöntemlerinden olan Snyder, SCS (Soil Conservation Service) ve Gray için gerekli hesapların yapılmasındaki kolaylıktan dolayı gamma dağılımına ayarlanması

sağlanıp belirtilen birim hidrografları gamma dağılımının özel formları haline getirilmesi sağlanmıştır.

Şen'in (2004) yazdığı kitapta hidrograf ordinatları ile alt havza alanları arasında bir ilişkinin olduğu, dolayısıyla havza alanı frekans dağılımının şekli ile birim hidrograf şekillerinin benzer olması gerektiği, bu yüzden pozitif çarpık havza alanı frekans dağılımına yakın bir şekil elde edebilmek için parametreleri deneme yanılma yoluyla bulunmak suretiyle iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu oluşturulmuş olduğu ve oluşturulan iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun SGS (Saudi Geological Survey) boyutsuz birim hidrografına dönüştürüp o bölgelerin SCS (Soil Conservation Service) boyutsuz birim hidrograflarıyla karşılaştırılarak SGS ve SCS boyutsuz birim hidrografların birbirleriyle oldukça örtüştüğü görülmüştür.

Viessman ve Lewis'in (2003) yazdıkları kitaptan havzanın birim hidrografının tepe noktası koordinatları biliniyorsa; birim hidrografların şekillerinin iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının şekillerine genellikle oldukça benzemesi, gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının şekil parametrelerinin 1'den büyük olduğu zaman ( $n > 1$ ) fonksiyonun tek bir tepe noktasına sahip olması ve gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu eğrisinin altında bir birim alanı garantilemesi gibi özellikleri sayesinde, gamma olasılık yoğunluk fonksiyonundan türetilen denklemlerle birim hidrografın oluşturulabileceği anlaşılmıştır.

## **1.6 Amaç**

Gelişmekte olan ülkelerde gerek akarsuyun doğrudan ölçülmesi ile elde edilecek uzun vadeli verilerin eksikliği ya da yokluğu yüzünden gerekse de zaman içinde gerçekleşen yağışların kaydedilememesinden ya da eksik kaydedilmesinden kaynaklı, yağış hidrografi doğrudan ya da birim hidrograf vasıtasıyla elde edilememektedir. Bu tarz ülkelerdeki su yapılarının boyutlandırılması için gerekli olan birim hidrograf, akış yağış verilerinin yetersiz olmasından ötürü birim hidrografi bilinmeyen havzanın karakteristik özelliklerine benzeyen özelliklere sahip olan ve birim hidrografi bilinen havzalardan faydalanılıp, birim hidrografi bilinmeyen havzaların sentetik birim hidrografları türetilmiştir. İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun sentetik birim hidrograf olarak kullanılıp kullanılamayacağının sınanması tezin amacıdır.



## 2. YÖNTEM

Birim hidrograf altında kalan dolaysız akış hacminin havza alanına bölünmesiyle elde edilen dolaysız akış derinliğinin birim derinlik (1 mm, 1 cm) olması ve olasılık yoğunluk fonksiyonunun altında kalan alanın da 1'e eşit olması; ayrıca bölüm 1.1.2'de anlatılmış olan birim hidrografın zaman aralıklarındaki debi yüzdeleri cinsinden ifade eden bir dağılım olarak kullanılabilmesi (ki olasılık yoğunluk fonksiyonu rastgele bir değişkenin bir değere eşit olma olasılığını vermek yerine rastgele değişkenin belli bir aralıkta bulunması olasılığını vermektedir) birim hidrograf ile olasılık yoğunluk fonksiyonu arasında bir analojinin olduğu fikrini doğurmuştur. Bu analogiden yola çıkarak bir olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Dağılımların olasılık yoğunluk fonksiyonlarından birim hidrografın şekline en çok benzeyen olasılık yoğunluk fonksiyonları içinden iki parametrelili lognormal dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonunun seçilmesine karar kılınmıştır. Bu kararın verilmesinde iki parametrelili lognormal dağılımının pozitif çarpık olması ve dağılımın sadece sıfırdan büyük değerler için tanımlanabilmesi gibi özelliklere sahip olmasının büyük etkisi olmuştur.

İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği savı hesaplar sonucunda doğrulanmıştır. Yapılan literatür araştırmasında iki parametrelili gamma dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonunun Anadolu'da birim hidrograf olarak kullanılabileceği yönünde yazılmış olan makaleden (Haktanır ve Sezen, 1990) yola çıkarak oluşturulmuş iki parametrelili lognormal ile iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının birim hidrograf olarak kullanılabilirlikleri kıyaslanmıştır.

### 2.1 Çalışmanın Esası

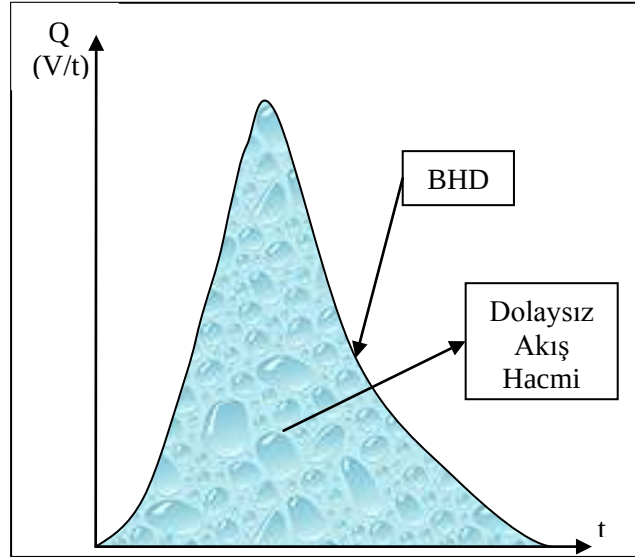
#### 2.1.1 Birim hidrografın bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ayarlanması

Bir olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin tespiti için gözlenmiş birim hidrograf ile kıyaslanması gerekmektedir. Bu

kıyaslamanın sağlanabilmesi için şekil 2.1'deki gibi gözlenmiş birim hidrografın şekil 2.2'deki gibi bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ayarlanması denklem 2.1 ile sağlanmıştır.

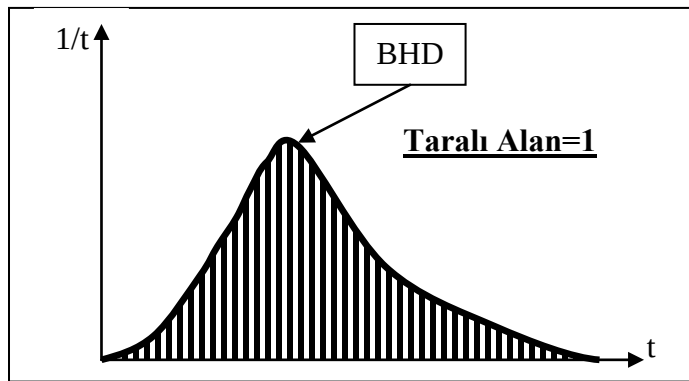
$$BHD_a = \frac{BHD}{A * d} \quad (2.1)$$

Denklem 2.1'de  $BHD_a$  bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ayarlanmış birim hidrograf ordinat değeri, BHD gözlenmiş birim hidrograf debi değeri, A havza alanı, d dolaysız akışın birim derinliğidir. Bu denklem kullanılarak bulunan  $BHD_a$  değerlerinin uygun bir şekilde birleştirilmesiyle çizilen eğri ile x eksenini arasında kalan alanın değeri birimsiz olup birdir. Dolayısıyla birim hidrografın bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna benzeşimi sağlanmıştır.



**Şekil 2.1 :** Gözlenmiş bir birim hidrograf şekli.

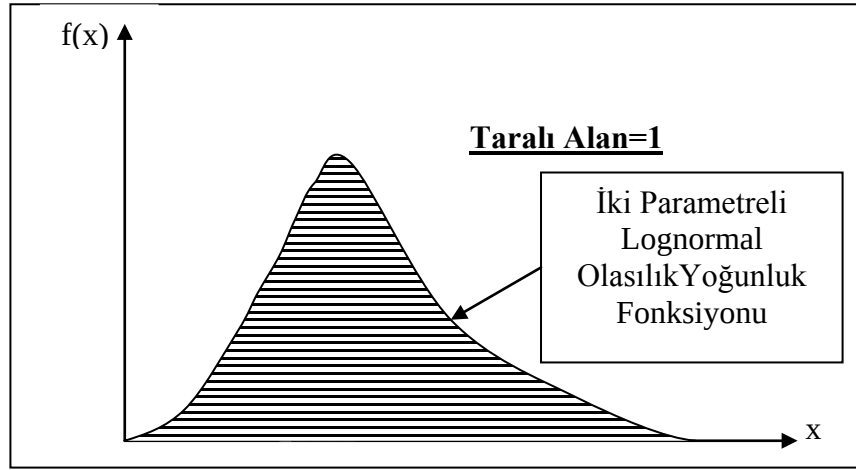
Şekildeki t zamanı, Q debiyi ve V ise hacmi göstermektedir.



**Şekil 2.2 :** Gözlenmiş ayarlanmış bir birim hidrograf şekli.

### 2.1.2 Ayarlanmış birim hidrograf için oluşturulacak olasılık yoğunluk fonksiyonunun dağılımının belirlenmesi

Şekil 2.1'deki var olan gözlenmiş birim hidrografın bölüm 2.1.1'de anlatıldığı gibi denklem 2.1'in kullanılması ile elde edilen yeni şeklin şekil 2.2'deki gibi alt alanının bire eşit olması sebebi ile bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ayarlandığı açıkça görülmüştür. Gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın (şekil 2.2'deki gibi) sahip olduğu pozitif çarpıklık ve ayarlanmış birim hidrografa şekil olarak benzemesi sebebi ile pozitif çarpıklığa sahip olan bir iki parametrelili lognormal dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonunun (şekil 2.3'teki gibi) gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografi temsil edebileceği düşünülmüştür.



Şekil 2.3 : İki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu şekli.

## 2.2 Ayarlanmış Birim Hidrografın Beklenen Değer, Varyans ve Standart Sapmasının Hesabı

Ayarlanmış birim hidrografın beklenen değeri, her dilimin alanı ile dilim ağırlık merkezlerinin orijine olan uzaklıklarının çarpımlarının toplanması ile hesaplanmıştır. Ayarlanmış birim hidrografın beklenen değer hesabı denklem 2.2'de verilmiştir.

$$\mu = \sum_{i=1}^p a_i x_{i \text{ orijin}} \quad (2.2)$$

Ayrıca ayarlanmış birim hidrografın varyans değeri her dilimin alanı, dilim ağırlık merkezlerinin şeklin ağırlık merkezine olan mesafesinin karesi ile çarpılarak elde edilen değerlerin toplanması ile hesaplanmıştır. Ayarlanmış birim hidrografın varyans değeri hesabı denklem 2.3'de verilmiştir.

$$Var = \sigma^2 = \sum_{i=1}^p a_i T_i^2 \quad (2.3)$$

Denklem 2.3 ile hesaplanan gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın varyans değerinden standart sapma, denklem 2.4 ile elde edilir.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (2.4)$$

Bu denklemlerde  $\mu$  beklenen değeri,  $\sigma$  standart sapmayı,  $p$  şeklindeki sonuncu dilimi,  $\sigma^2$  varyansı,  $a_i$  i'ninci dilimin alanını,  $x_i$  orijin i'ninci dilimin ağırlık merkezi ile orijin arasındaki apsis mesafesini,  $T_i$  ise beklenen değer ile i'ninci dilimin ağırlık merkezleri arası apsis mesafesini belirtmiştir.

Burada gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf aslında sürekli olsa da analitik denkleminin bilinmemesinden ötürü parçalı olarak düşünülmüştür. Sağında ve solunda kalan alanların birbirine eşit olduğu noktaların apsisi, dilimlerin ağırlık merkezinin apsisi olduğu kabul edilmiştir. Her bir dilimin ağırlık merkezinin apsisi bu kabul kullanılarak MATLAB'de deneme ve yanılma yoluyla elde edilmiştir. Her dilimin alanı olan  $a_i$  de MATLAB'de trapez kuralı ile hesaplanmıştır.

## 2.3 Uygun İki Parametrelili Lognormal Olasılık Yoğunluk Fonksiyonunun Oluşturulması

Bölüm 2.1.2'de iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografa gerek şekil olarak gerekse de sahip oldukları pozitif çarpıklık sebebi ile benzedikleri ve bu sebepler sayesinde de oluşturulacak olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun seçilmesinin uygun olduğu belirtilmiştir. Bu bölümde ise oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu ile gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın ne kadar örtüştüğünü belirleyen ölçütler saptanmıştır.

### 2.3.1 Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin sınanma ölçütleri

Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı veya hataların ortalamasının karekökü sayesinde oluşturulan iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliği ölçülmüştür.

### 2.3.1.1 Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı

Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı, gözlenen olayla modellenen durumun birbiriyle ne kadar iyi örtüştüğünü gösteren önemli bir kıyas unsurudur. Çalışmada oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin sınanması için esas olarak Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı kullanılmıştır. Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı yapılan çalışmanın merkezinde yer alıp denklem 2.5 ile hesaplanmıştır.

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^p (Q_{gi} - Q_{oi})^2}{\sum_{i=1}^p (Q_{gi} - \bar{Q}_g)^2} \quad (2.5)$$

Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı denklemindeki  $\bar{Q}_g$  ise denklem 2.6 ile hesaplanmıştır.

$$\bar{Q}_g = \frac{1}{N} \quad (2.6)$$

Denklem 2.5'te  $Q_{gi}$  gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın i'ninci diliminin alanını,  $Q_{oi}$  oluşturulmuş olasılık yoğunluk fonksiyonun i'ninci diliminin alanını, E Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısını, p sonuncu dilimi temsil etmiştir.  $\bar{Q}_g$  ise gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın ortalama dilim alanıdır ki bu şeklinin altında kalan alan bir olduğundan,  $\bar{Q}_g$ 'nin değeri birin N ile temsil edilen toplam dilim sayısına bölünmesiyle bulunmuştur.

Oluşturulmuş olasılık yoğunluk fonksiyonu ve gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şekillerinin dilim alanları MATLAB'de trapez kuralı kullanılarak hesaplanmıştır. Dilim alanları ve diğer değerler denklem 2.5'te yerlerine konulmak suretiyle E Excel'de hesaplanmıştır.

Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı eksi sonsuz ile bir arasındaki herhangi bir değeri alabilmektedir. Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı bire yaklaştıkça gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şeklinin, oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluğu fonksiyonunun şekliyle giderek örtüştüğü gözlemlenmiştir. Yani oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin kabul görmesi için hesaplanan E'nin bire kabul edilebilir düzeyde yaklaşması elzemdir. Hesaplanan

E'nin  $0,85 < E \leq 1$  olduğu değerlerde oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliği kabul edilmiştir.

Oluşturulmuş olasılık yoğunluk fonksiyonunun gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografa uygunluğunu veren E değeri E'nin maksimum olduğu değere kadar artış eğiliminde olup E'nin maksimum olduğu değerden sonra azalma eğilimi göstermektedir.

### 2.3.1.2 Hataların karesinin ortalamasının kökü

Hataların karesinin ortalamasının kökü kıstasıyla Nash-Sutcliffe model etkinlik kat sayısı kıstasının görevleri benzerdir. Yani gözlenen olayla modellenen durumun birbiriyle örtüşme durumlarını gösteren bir başka kıstastır. Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliği hataların karesinin ortalamasının kökü de kullanılarak sınanmıştır.

Yapılan çalışmada hataların karesinin ortalamasının kökü denklem 2.7 ile hesaplanmıştır.

$$HKOK = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (Q_{oi} - Q_{gi})^2}{N}} \quad (2.7)$$

Burada HKOK hataların karesinin ortalamasının kökü,  $Q_{oi}$  oluşturulmuş olasılık yoğunluk fonksiyonunun i'ninci diliminin alanını,  $Q_{gi}$  gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın i'ninci diliminin alanını, p sonuncu dilim, N bir şekildeki dilimlerin toplam sayısıdır.

Oluşturulmuş Olasılık yoğunluk fonksiyonu ve gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şekillerinin dilim alanları MATLAB'de trapez kuralı kullanılarak hesaplanmıştır. Dilim alanları ve diğer değerler denklem 2.7'de yerlerine konulmak suretiyle HKOK Excel'de hesaplanmıştır.

HKOK sıfırdan artı sonsuza kadar olan değerlerden herhangi biri olabilmektedir. Denklem 2.7 ile hesaplanan değerın sıfıra yaklaşmasıyla oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluğu fonksiyonunun şekli, gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şekline olan benzerliği giderek artmıştır. Yani oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin reddedilmemesi için hesaplanan HKOK değerlerinin sıfıra yakın

bir sayı olması gerekmektedir. Hesaplanan HKOK'un  $0 \leq \text{HKOK} < 0,05$  olduğu değerlerde oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliği kabul edilmiştir.

### 2.3.2 Ayarlanmış birim hidrografın çarpıklık katsayısından hareketle iki parametrelili lognormal dağılımın oluşturulması

Gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografla aynı çarpıklığa sahip olan ve ayarlanmış birim hidrografla tepe noktalarının koordinatları ya da en azından ordinatlarının örtüşmesi koşulunu sağlayan, ayarlanmış birim hidrograf fonksiyonunun apsis değerleri kullanılarak oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu şeklinin gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şekli ile olabildiğince eşleşeceği varsayımının sınanması için öncelikle ayarlanmış birim hidrografın çarpıklık katsayısı denklem 2.8 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^p a_i T_i^3}{\sigma^3} \quad (2.8)$$

Denklem 2.8'de  $C_s$  çarpıklık katsayısı,  $a_i$  i'ninci dilimin alanını,  $T_i$  gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın beklenen değeri ile i'ninci dilimin ağırlık merkezleri arası apsis mesafesi ve p ise şekildeki sonuncu dilimdir.

Hesaplanan çarpıklık katsayısı denklem 1.8'de yerine konulmasıyla,  $\sigma_y$  deneme yanılma yoluyla hesaplanmıştır. Bulunan  $\sigma_y$  sabitimiz olmak üzere ayarlanmış birim hidrograf şekli ile oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun şeklinin tepe noktası koordinatlarını ya da en azından ordinatlarını karşılaştıracak  $\mu_y$ , denklem 1.4 ile hesaplanmıştır. Var olan apsis değerleri ve hesaplanan  $\mu_y$  ve  $\sigma_y$  parametreleriyle iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli denklem 1.4 yardımıyla çizilmiştir. Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin saptanması için Nash-Sutcliffe uygunluk katsayısı denklem 2.5 ile hesaplanmıştır. Bölüm 2.3.1.1'de anlatıldığı gibi hesaplanan Nash-Sutcliffe uygunluk katsayılarının beklenen uygunlukta olmadığı gözlemlenmiş ve aynı çarpıklığa sahip oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu şeklinin ayarlanmış birim hidrograf şekli ile olabildiğince eşleşeceği varsayımından vazgeçilmiştir.

### 2.3.3 Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu parametrelerinin bulunması ve maksimum Nash-Sutcliffe uygunluk katsayısının analizi

Bölüm 2.3.2'de hesaplanan standart sapmanın başlangıç  $\sigma_y$ 'si olarak alınması ile elde edilen  $\sigma_y$ 'yi ve gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın pikinin apsisi ve ordinatı iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu denklemi olan denklem 1.4'te yerine koymak suretiyle  $\mu_y$  Excel'de ya da MATLAB'de hesaplanmıştır. Hesaplanan  $\sigma_y$  ve  $\mu_y$  parametreleri ve ayarlanmış birim hidrografın apsis değerleri denklem 1.4'te yerine konulması suretiyle hesaplanan iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun ordinat değerlerinin uygun bir şekilde çizilmesi ile oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli elde edilmiştir. Hesaplarla oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu ile ayarlanmış birim hidrografın bir birine uygunluğu bölüm 2.3.1.1'de anlatıldığı gibi Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı olan E, denklem 2.5 ile hesaplanarak bulunmuştur. Elde edilmiş  $\sigma_y$  azaltılıp atanan yeni  $\sigma_{y+1}$  değeriyle bir önceki aşamada anlatıldığı gibi  $\mu_y$  ve E bulunmuştur.

Eğer yeni hesaplanan E değeri bir önceki E'nin hesap değerinden büyük ise  $\sigma_{y+1}$  değerinin azaltılmasıyla  $\sigma_{y+2}$  değeri atanıp aynı işlemler takip edilerek yeni  $\mu_y$  ve E değerleri hesaplanmıştır. Bu işlem artma eğilimi olan E'nin azalmaya geçtiği ana kadar tekrarlanmıştır. Kendisinden sonra ilk azalmanın gözlemlendiği E değerinin  $\sigma_y$ 'si 0,01 arttırılarak aynı işlemlerle yeni E ve  $\mu_y$  değerleri hesaplanmıştır. Bu işlemler yeni hesabın artma eğilimi olan E'sinin azalmaya başladığı ana kadar devam etmiştir. Kendisinden sonra azalmanın gözlemlendiği E 0,01 duyarlılıkla E'nin maksimum olduğu değerdir. Maksimum E değerinin hesaplanmasını sağlayan oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu aranılan olasılık yoğunluk fonksiyonudur. Yalnız azaltılan standart sapmanın belli bir değerinden sonra grafiklerin tepe noktalarının aynı apsiste çakıştırmadığı, grafiğin pikinin bir apsis değeri sağa kaydığı görülmüş olup yeni durumda  $\mu_y$ 'yi bulmak için yapılan hesapta denklem 1.4'teki x yerine yeni pikin apsisi denklemde yerine konmuş ve yine pikin apsisi değişene kadar  $\sigma_y$ , yeni  $\mu_y$ 'ler ve E'lerin hesapları başta anlatıldığı gibi hesaplanmıştır. Burada anlatılanlar belirlenen başlangıç standart sapmanın E'yi maksimum yapan standart sapmadan büyük seçilmesinden kaynaklı oluşan durumun açıklamasıdır.

Eğer yeni hesaplanan E değeri bir önceki E'nin hesap değerinden küçük ise  $\sigma_{y+1}$  değerinin arttırılmasıyla  $\sigma_{y+2}$  değeri atanıp bölümün başında anlatıldığı gibi yeni  $\mu_y$  ve E değerleri hesaplanmıştır. Bu işlem artma eğilimi olan E'nin azalmaya geçtiği ana kadar tekrarlanmıştır. Azalmanın ilk gözlemlendiği E değerinin  $\sigma_y$  'si 0,01 azaltılarak aynı işlemlerle yeni E ve  $\mu_y$  değerleri hesaplanmıştır. Bu işlemler yeni hesabın artma eğilimi olan E'sinin azalmaya başladığı ana kadar devam etmiştir. Kendisinden sonra azalmanın gözlemlendiği değer 0,01 duyarlılıkla E'nin maksimum olduğu değer olup bu değer oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin sınanma ölçütüdür. Yalnız arttırılan standart sapmanın belli bir değerinden sonra grafiklerin tepe noktalarının aynı apsiste çakıştırmadığı, grafiğin pikinin bir apsis değeri sola kaydığı görülmüş olup yeni durumda  $\mu_y$ 'yi bulmak için yapılan hesapta denklem 1.4'teki x yerine yeni pikin apsisi denklemde yerine konulmuştur. Yine pikin apsisi değişene kadar  $\sigma_y$ , yeni  $\mu_y$ 'ler ve E'lerin hesapları başta anlatıldığı gibi yapılmıştır. Burada ise anlatılanlar belirlenen başlangıç standart sapmanın E'yi maksimum yapan standart sapmadan küçük seçilmesinden kaynaklı oluşan durumun açıklamasıdır.

Böylece maksimum E ve maksimum E'nin oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu parametre değerleri deneme yanılma yolu ile hesaplanmıştır.

Burada anlatılanlara istisna olarak bazı durumlarda standart sapmanın arttırılması ile beklenen değer sıfıra oldukça yaklaşırken hesaplanan E hala artmaya devam etmiştir.

Piklerin koordinatları ya da en azından ordinatlarını çakıştıracak ve Nash-Sutcliffe uygunluk katsayısını maksimum yapan oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun hesaplar ile bulunmuş maksimum E değerine bakarak iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun ayarlanmış birim hidrograf olarak kullanılabilir olduğu söylenebilmiştir.

#### **2.4 Oluşturulmuş İki Parametrelili Lognormal Olasılık Yoğunluk Fonksiyonunun Birim Hidrograf Olarak Kullanılabilirliğinin İki Parametrelili Gamma Olasılık Yoğunluk Fonksiyonuyla Kıyaslanması**

Literatür araştırması sırasında karşılaşılan bir makaleden, oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun da birim hidrograf olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır (Haktanır ve Sezen, 1990). Çalışmada oluşturulmuş iki

parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliği saptanmıştır ve makaleden dolayı oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonuyla kıyaslanması yoluna gidilmiştir. Ayarlanmış birim hidrografların her biri için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal ve gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının maksimum E değerleri kullanarak bir kıyas yapılmıştır. Her bir havza için maksimum E'yi veren oluşturulmuş iki parametrelili lognormal ve gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarından hesaplanan E değerleri büyük olanın birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin ötekisinden üstün olduğu söylenebilmiştir.

#### **2.4.1 Maksimum E değerlerinin tespiti ve bu değere karşı gelen oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun elde edilmesi**

Oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun kullanılabilirliğiyle mukayese edilebilmesi için iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun maksimum E değerinin hesaplanması gerekmiştir. Bunun için maksimum E değerini veren iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu ve bu fonksiyonun parametreleri aşağıda anlatıldığı şekilde hesaplanmıştır.

İki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun denklemini denklem 1.17 MATLAB'e işlenmiştir. Bu denklemdeki  $n$  ile belirtilen şekil parametresi, gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın tepe noktasıyla oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun tepe noktalarını örtüştürecekle biçimde bir sayma sayısı değerleri olup 1.17 denklemde ayarlanmış birim hidrograf tepe noktası koordinat değerlerinin denklemde yerlerine konulmasıyla bir  $k$  ölçek parametresinin bulunmasını sağlayan bir  $n$  değerleri deneme yanılmayla bulunmuştur. Başlangıç  $n$  değerleri seçilip 1.17 denklemde tepe noktası ordinatlarının ve seçilen  $n$  değerlerinin yerlerine konulmasıyla  $k$  parametresi de hesaplanmıştır. Oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğini belirten E değerleri bölüm 2.3.1.1'de anlatıldığı gibi 2.5 denklemiyle hesaplanmıştır. Başlangıç  $n$  değerleri arttırılarak atanan yeni  $n_{i+1}$  ve tepe noktası koordinat değerleri 1.17 denklemde yerlerine konularak  $k_{i+1}$  değerleri hesaplanmıştır. Bulunan

parametrelerle oluşturulmuş yeni iki parametrelili gamma olasılık fonksiyonunun gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografa uygunluğunu gösteren E belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

Eğer yeni hesaplanan E değeri bir önceki E'nin hesap değerinden büyük ise  $n_{i+1}$  değerini arttırarak  $n_{i+2}$  değeri atanıp aynı işlemler takip edilerek yeni k ve E değerleri hesaplanmıştır. Bu işlem artma eğilimi olan E'nin azalmaya geçtiği ana kadar tekrarlanmıştır (Bu bölümde anlatıldığı şekilde n'nin seçimi ve arttırılma miktarının belirlenmesi tecrübeye bağlı olup işlem sayısının azalmasında ya da artmasında etkili bir unsurdur). Kendisinden sonra ilk azalmanın gözlemlendiği E değerinin n'si 0,1 azaltılarak aynı işlemlerle yeni E ve k değerleri hesaplanmıştır. Bu işlemler yeni hesabın artma eğilimi olan E'nin azalmaya başladığı ana kadar devam etmiştir. Kendisinden sonra azalmanın gözlemlendiği E 0,1 duyarlılıkla E'nin maksimum olduğu değerdir. Yalnız arttırılan şekil parametresinin belli bir değerinden sonra oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiklerinin tepe noktası ayarlanmış birim hidrografiyle aynı apsiste karşılaştırılmadığı, grafiğin tepe noktasının bir apsis değeri sağa kaydığı görülmüş olup yeni durumda k'yı bulmak için yapılan hesapta denklem 1.17'deki x yerine yeni pikin apsisi denklemde yerine konmuş ve yeni pikin apsisi değişene kadar n, yeni k'lar ve E'lerin hesapları başta anlatıldığı gibi yapılmıştır. Burada anlatılanlar atanan başlangıç şekil parametresi olan n'nin E'yi maksimum yapan şekil parametresinden küçük seçilmesinden kaynaklı oluşan durumun açıklamasıdır.

Eğer yeni hesaplanan E değeri bir önceki E'nin hesap değerinden küçük ise  $n_{i+1}$  değerini azaltarak  $n_{i+2}$  değeri atanıp aynı işlemler takip edilerek yeni k ve E değerleri hesaplanmıştır. Bu işlem artma eğilimi olan E'nin azalmaya geçtiği ana kadar tekrarlanmıştır. Kendisinden sonra ilk azalmanın gözlemlendiği E değerinin n'si 0,1 arttırılarak aynı işlemlerle yeni E ve k değerleri için hesaplanmıştır. Bu işlemler yeni hesabın artma eğilimi olan E'nin azalmaya başladığı ana kadar devam etmiştir. Kendisinden sonra azalmanın gözlemlendiği E 0,1 duyarlılıkla E'nin maksimum olduğu değerdir. Yalnız azaltılan şekil parametresinin belli bir değerinden sonra oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiklerinin tepe noktalarının ayarlanmış birim hidrografa aynı apsiste karşılaştırılmadığı, grafiğin tepe noktasının bir apsis değeri sola kaydığı görülmüş olup yeni durumda k'yı bulmak için yapılan hesapta denklem 1.17'deki x yerine yeni pikin apsisi denklemde yerine

konmuştur ve yeni pikin apsisi değişene kadar  $n$ , yeni  $k$ 'lar ve  $E$ 'lerin hesapları başta anlatıldığı gibi yapılmıştır. Burada anlatılanlar atanan başlangıç şekil parametresi olan  $n$ 'nin  $E$ 'yi maksimum yapan şekil parametresinden büyük seçilmesinden kaynaklı oluşan durumun açıklamasıdır.

Böylece maksimum  $E$  ve maksimum  $E$ 'nin oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu parametre değerleriyle birlikte deneme yanılma yolu ile hesaplanmıştır.

### 3. VERİLER

Yazılan bu tezde kullanılan veriler Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 2000 yılında yayınladığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından seçilen on sekiz havzanın alanı ve bu havzaların ortalama birim hidrograf ordinat değerleridir. Ortalama birim hidrografların dolaysız akış derinliği bir milimetredir. Kitaptan seçilen on sekiz havza şunlardır: Ankara-Yenimahalle Güvenç, Çankırı-Şabanözü Mahmutacı Deresi, İçel-Tarsus Topçu Deresi, Menemen-Ulucak Homojen (W-1, W-2), Eskişehir-Karapazar Çayır Deresi, Bilecik-Pazaryeri Kurukavak Deresi, Konya-Çumra Çiçek Deresi, Konya-Çiftliközü Karabalçık Deresi, Seydişehir-Tarasçı Glabbera Deresi, Tokat-Uğrak, Tokat-Zile Akdoğan, Samsun-Ayvalı Deresi, Şanlıurfa-Kızlar Deresi, Adıyaman-Kahta Harabe Deresi, Çatalca-Damlıca Deresi, Edirne-Merkez Kumdere ve Kırklareli-Vize Deresi havzalarıdır. Söz konusu olan bu kurum 1983'te hizmete başlayıp 2005'te çıkarılan kanunla kapatılmıştır.

#### 3.1 Ortalama Birim Hidrografların Ordinat Değerleri

Söz konusu olan havzaların kitaptan (Sevinç ve diğerleri, 2000) elde edilen ortalama birim hidrograf ( $BH_{60}$ ,  $BH_{30}$ ,  $BH_{15}$ ) ordinat değerleri aşağıda çizelgeler halinde (çizelge 3.1-3.18) verilmiştir.

**Çizelge 3.1 :** Akdoğan havzası ortalama birim hidrografi  $BH_{60}$  ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | $BH_{60}(L/s)$ | Zaman(Saat) | $BH_{60}(L/s)$ | Zaman(Saat) | $BH_{60}(L/s)$ |
|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| 0,00        | 0              | 1,50        | 1060           | 3,25        | 125            |
| 0,25        | 180            | 1,75        | 535            | 3,50        | 95             |
| 0,50        | 520            | 2,00        | 400            | 3,75        | 70             |
| 0,75        | 1270           | 2,25        | 300            | 4,00        | 45             |
| 1,00        | 1430           | 2,50        | 250            | 4,25        | 25             |
| 1,25        | 1525           | 2,75        | 200            | 4,50        | 10             |
| 1,36        | 1630           | 3,00        | 155            | 4,75        | 0              |

**Çizelge 3.2 :** Topçu Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0           | 0,0                    | 2           | 28,6                   | 4           | 0,4                    |
| 1           | 437,5                  | 3           | 3,0                    | 5           | 0,0                    |

**Çizelge 3.3 :** Güvenç havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,0         | 0,0                    | 1,6         | 1500,0                 | 3,2         | 107,0                  |
| 0,1         | 42,0                   | 1,7         | 1220,0                 | 3,3         | 95,0                   |
| 0,2         | 120,0                  | 1,8         | 1000,0                 | 3,4         | 84,0                   |
| 0,3         | 315,0                  | 1,9         | 800,0                  | 3,5         | 74,0                   |
| 0,4         | 840,0                  | 2,0         | 672,3                  | 3,6         | 64,0                   |
| 0,5         | 1565,2                 | 2,1         | 540,0                  | 3,7         | 55,0                   |
| 0,6         | 2250,0                 | 2,2         | 460,0                  | 3,8         | 46,0                   |
| 0,7         | 2960,0                 | 2,3         | 400,0                  | 3,9         | 37,0                   |
| 0,8         | 3570,0                 | 2,4         | 340,0                  | 4,0         | 28,8                   |
| 0,9         | 3800,0                 | 2,5         | 290,5                  | 4,1         | 21,0                   |
| 1,0         | 4031,0                 | 2,6         | 255,0                  | 4,2         | 15,0                   |
| 1,1         | 4257,2                 | 2,7         | 225,0                  | 4,3         | 9,0                    |
| 1,2         | 4100,0                 | 2,8         | 200,0                  | 4,4         | 4,0                    |
| 1,3         | 3400,0                 | 2,9         | 175,0                  | 4,5         | 0,0                    |
| 1,4         | 2700,0                 | 3,0         | 151,2                  | -           | -                      |
| 1,5         | 1859,0                 | 3,1         | 122,0                  | -           | -                      |

**Çizelge 3.4 :** Ulucak havzası (W-1) ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,0         | 0,0                    | 2,5         | 9,0                    | 5,0         | 0,5                    |
| 0,5         | 1,0                    | 3,0         | 6,0                    | 5,5         | 0,1                    |
| 1,0         | 14,0                   | 3,5         | 3,0                    | 6,0         | 0,0                    |
| 1,5         | 48,4                   | 4,0         | 2,0                    | -           | -                      |
| 2,0         | 30,0                   | 4,5         | 1,0                    | -           | -                      |

**Çizelge 3.5 :** Ulucak havzası (W-2) ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0,0                    | 2,67        | 11,0                   | 5,33        | 3,0                    |
| 0,33        | 15,0                   | 3,00        | 8,0                    | 5,67        | 2,5                    |
| 0,67        | 79,5                   | 3,33        | 7,0                    | 6,00        | 2,0                    |
| 1,00        | 45,0                   | 3,67        | 6,0                    | 6,33        | 1,5                    |
| 1,33        | 31,0                   | 4,00        | 5,0                    | 6,67        | 1,0                    |
| 1,67        | 27,0                   | 4,33        | 4,5                    | 7,00        | 0,7                    |
| 2,00        | 18,0                   | 4,67        | 4,0                    | 7,33        | 0,3                    |
| 2,33        | 14,0                   | 5,00        | 3,5                    | 7,67        | 0,0                    |

**Çizelge 3.6 :** Mahmuthacılı Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0,0                    | 2,00        | 2355,0                 | 4,17        | 128,0                  |
| 0,17        | 112,0                  | 2,33        | 1597,0                 | 4,33        | 98,0                   |
| 0,33        | 268,0                  | 2,50        | 1270,0                 | 4,50        | 69,0                   |
| 0,50        | 455,0                  | 2,67        | 1018,0                 | 4,67        | 47,0                   |
| 0,67        | 1680,0                 | 2,83        | 793,0                  | 4,83        | 29,0                   |
| 0,83        | 2652,0                 | 3,00        | 630,0                  | 5,00        | 17,0                   |
| 1,00        | 3360,0                 | 3,17        | 487,0                  | 5,17        | 6,6                    |
| 1,17        | 3850,0                 | 3,33        | 399,0                  | 5,33        | 3,8                    |
| 1,33        | 4163,0                 | 3,50        | 316,5                  | 5,50        | 1,2                    |
| 1,50        | 4415,4                 | 3,67        | 263,0                  | 5,67        | 0,6                    |
| 1,67        | 3518,0                 | 3,83        | 209,0                  | 5,83        | 0,0                    |
| 1,83        | 2844,0                 | 4,00        | 168,0                  | -           | -                      |

**Çizelge 3.7 :** Çiçek Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0                      | 3,50        | 6500                   | 7,50        | 300                    |
| 0,50        | 350                    | 4,00        | 4200                   | 8,00        | 200                    |
| 1,00        | 850                    | 4,50        | 2600                   | 8,50        | 150                    |
| 1,50        | 2250                   | 5,00        | 1600                   | 9,00        | 80                     |
| 2,00        | 11000                  | 5,50        | 1400                   | 9,50        | 20                     |
| 2,16        | 12470                  | 6,00        | 1100                   | 10,00       | 0                      |
| 2,50        | 12100                  | 6,50        | 700                    | -           | -                      |
| 3,00        | 8600                   | 7,00        | 450                    | -           | -                      |

**Çizelge 3.8 :** Kızlar Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0                      | 3,33        | 850                    | 6,67        | 120                    |
| 0,33        | 320                    | 3,67        | 600                    | 7,00        | 105                    |
| 0,67        | 970                    | 4,00        | 475                    | 7,33        | 90                     |
| 1,00        | 1820                   | 4,33        | 390                    | 7,67        | 70                     |
| 1,33        | 2760                   | 4,67        | 330                    | 8,00        | 52                     |
| 1,67        | 4203                   | 5,00        | 260                    | 8,33        | 40                     |
| 2,00        | 3250                   | 5,33        | 220                    | 8,67        | 28                     |
| 2,33        | 2000                   | 5,67        | 185                    | 9,00        | 17                     |
| 2,67        | 1350                   | 6,00        | 160                    | 9,33        | 7                      |
| 3,00        | 1150                   | 6,33        | 140                    | 9,67        | 0                      |

**Çizelge 3.9 :** Kurukavak Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>15</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0,0                    | 2,00        | 160,0                  | 4,0         | 45,0                   |
| 0,25        | 200,0                  | 2,25        | 135,0                  | 4,25        | 35,0                   |
| 0,50        | 800,0                  | 2,50        | 120,0                  | 4,50        | 25,0                   |
| 0,75        | 1656,2                 | 2,75        | 105,0                  | 4,75        | 15,0                   |
| 1,00        | 920,0                  | 3,00        | 90,0                   | 5,00        | 7,0                    |
| 1,25        | 470,0                  | 3,25        | 75,0                   | 5,25        | 0,0                    |
| 1,50        | 290,0                  | 3,50        | 65,0                   | -           | -                      |
| 1,75        | 210,0                  | 3,75        | 55,0                   | -           | -                      |

**Çizelge 3.10 :** Çayır Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>15</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0,0                    | 1,50        | 731,5                  | 3,00        | 151,2                  |
| 0,25        | 925,6                  | 1,75        | 583,2                  | 3,25        | 95,2                   |
| 0,50        | 2502,2                 | 2,00        | 455,5                  | 3,50        | 50,0                   |
| 0,75        | 1854,6                 | 2,25        | 337,5                  | 3,75        | 24,0                   |
| 1,00        | 1336,3                 | 2,50        | 274,5                  | 4,00        | 0,0                    |
| 1,25        | 910,9                  | 2,75        | 212,5                  | -           | -                      |

**Çizelge 3.11 :** Karabalçık Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,0         | 0,0                    | 3,0         | 679,0                  | 6,5         | 58,0                   |
| 0,5         | 38,0                   | 3,5         | 460,0                  | 7,0         | 40,0                   |
| 1,0         | 254,0                  | 4,0         | 320,0                  | 7,5         | 15,0                   |
| 1,5         | 1260,0                 | 4,5         | 210,0                  | 8,0         | 10,0                   |
| 1,8         | 1364,3                 | 5,0         | 160,0                  | 8,5         | 8,0                    |
| 2,0         | 1277,0                 | 5,5         | 115,0                  | 9,0         | 0,0                    |
| 2,5         | 918,0                  | 6,0         | 82,0                   | -           | -                      |

**Çizelge 3.12 :** Ayvalı Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>30</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0,0                    | 1,00        | 700,0                  | 2,16        | 110,0                  |
| 0,16        | 200,0                  | 1,16        | 580,0                  | 2,33        | 80,0                   |
| 0,33        | 460,0                  | 1,33        | 429,0                  | 2,50        | 60,0                   |
| 0,50        | 800,0                  | 1,50        | 300,0                  | 2,66        | 30,0                   |
| 0,66        | 1262,0                 | 1,66        | 240,0                  | 2,83        | 5,0                    |
| 0,69        | 1339,5                 | 1,83        | 200,0                  | 3,00        | 0,0                    |
| 0,83        | 1000,0                 | 2,00        | 150,0                  | -           | -                      |

**Çizelge 3.13 :** Vize Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0           | 0                      | 6           | 121                    | 12          | 12                     |
| 1           | 38                     | 7           | 86                     | 13          | 10                     |
| 2           | 174                    | 8           | 59                     | 14          | 5                      |
| 3           | 277                    | 9           | 47                     | 15          | 2                      |
| 4           | 233                    | 10          | 34                     | 16          | 1                      |
| 5           | 168                    | 11          | 23                     | 17          | 0                      |

**Çizelge 3.14 :** Harabe Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0                      | 2,50        | 925                    | 5,50        | 123                    |
| 0,50        | 150                    | 3,00        | 620                    | 6,00        | 85                     |
| 1,00        | 595                    | 3,50        | 400                    | 6,50        | 48                     |
| 1,50        | 1295                   | 4,00        | 290                    | 7,00        | 28                     |
| 1,88        | 1599                   | 4,50        | 227                    | 7,50        | 10                     |
| 2,00        | 1510                   | 5,00        | 173                    | 8,00        | 0                      |

**Çizelge 3.15 :** Damlıca Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0           | 0                      | 6           | 267                    | 12          | 27                     |
| 1           | 51                     | 7           | 163                    | 13          | 18                     |
| 2           | 166                    | 8           | 124                    | 14          | 11                     |
| 3           | 393                    | 9           | 88                     | 15          | 6                      |
| 4           | 466                    | 10          | 62                     | 16          | 0                      |
| 5           | 411                    | 11          | 42                     | -           | -                      |

**Çizelge 3.16 :** Glabbera Deresi havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0                      | 1,50        | 242                    | 3,50        | 22                     |
| 0,50        | 26                     | 2,00        | 116                    | 4,00        | 11                     |
| 1,00        | 163                    | 2,50        | 57                     | 4,50        | 5                      |
| 1,34        | 273                    | 3,00        | 32                     | 5,00        | 0                      |

**Çizelge 3.17 :** Kumdere havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>60</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0           | 0                      | 4           | 76                     | 8           | 4                      |
| 1           | 642                    | 5           | 41                     | 9           | 1                      |
| 2           | 301                    | 6           | 17                     | 10          | 0                      |
| 3           | 136                    | 7           | 7                      | -           | -                      |

**Çizelge 3.18 :** Uğrak havzası ortalama birim hidrografi BH<sub>15</sub> ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) | Zaman(Saat) | BH <sub>60</sub> (L/s) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0,00        | 0                      | 0,75        | 1150                   | 1,75        | 100                    |
| 0,25        | 1950                   | 1,00        | 450                    | 2,00        | 60                     |
| 0,43        | 4022                   | 1,25        | 200                    | 2,25        | 30                     |
| 0,50        | 3800                   | 1,50        | 130                    | 2,50        | 0                      |

### 3.2 Havza Alanları

Seçilen 18 havzanın kitaptan (Sevinç ve diğerleri, 2000) elde edilen alan değerleri çizelge 3.19'da verilmiştir.

**Çizelge 3.19 :** Seçilen havza alanları.

| Havza        | Alanı<br>(km <sup>2</sup> ) | Havza         | Alanı<br>(km <sup>2</sup> ) | Havza           | Alanı<br>(km <sup>2</sup> ) |
|--------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Akdoğan      | 7,376                       | Çiçek Deresi  | 98,000                      | Vize Deresi     | 4,640                       |
| Topçu Deresi | 1,690                       | Kızlar        | 26,250                      | Harabe Deresi   | 11,662                      |
| Güvenç       | 16,125                      | Kurukavak     | 4,250                       | Damlıca Deresi  | 8,260                       |
| Ulucak (W-1) | 0,199                       | Çayır Deresi  | 9,410                       | Glabbera Deresi | 1,200                       |
| Ulucak (W-2) | 0,342                       | Karabalçık    | 10,600                      | Kumdere         | 4,400                       |
| Mahmuthacılı | 23,500                      | Ayvalı Deresi | 3,610                       | Uğrak           | 7,000                       |

#### **4. İKİ PARAMETRELİ LOGNORMAL OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONUNUN AYARLI BİRİM HİDROGRAF OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN SINANMASI**

##### **4.1 Uygulanan Havzalar**

Yapılan çalışma kapsamında olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliği Ankara-Yenimahalle Güvenç, Çankırı-Şabanözü Mahmuthacılı Deresi, İçel-Tarsus Topçu Deresi, Menemen-Ulucak Homojen (W-1, W-2), Eskişehir-Karapazar Çayır Deresi, Bilecik-Pazaryeri Kurukavak Deresi, Konya-Çumra Çiçek Deresi, Konya-Çiftliközü Karabalçık Deresi, Seydişehir-Tarasçı Glabbera Deresi, Tokat-Uğrak, Tokat-Zile Akdoğan, Samsun-Ayvalı Deresi, Şanlıurfa-Kızlar Deresi, Adıyaman-Kahta Harabe Deresi, Çatalca-Damlıca Deresi, Edirne-Merkez Kumdere ve Kırklareli-Vize Deresi havzalarında sinanmıştır. Yapılan çalışmayı bütün havzalarda ayrı ayrı anlatmaktansa, çalışmanın Tokat-Zile Akdoğan havzası örneği üzerinden anlatmak, çalışmayı daha anlaşılır hale getirmiştir. Geri kalan havzaların önemli şekilleri ve çizelgeleri ekler kısmında (EK A, B, C, D ve E'de) verilmiştir.

##### **4.2 İki Parametrelili Lognormal Olasılık Yoğunluk Fonksiyonunun Birim Hidrograf Olarak Kullanılabilirliğinin Akdoğan Havzası için Sinanma Süreci**

###### **4.2.1 Akdoğan havzasında iki parametrelili lognormal dağılımın gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografa uydurulması**

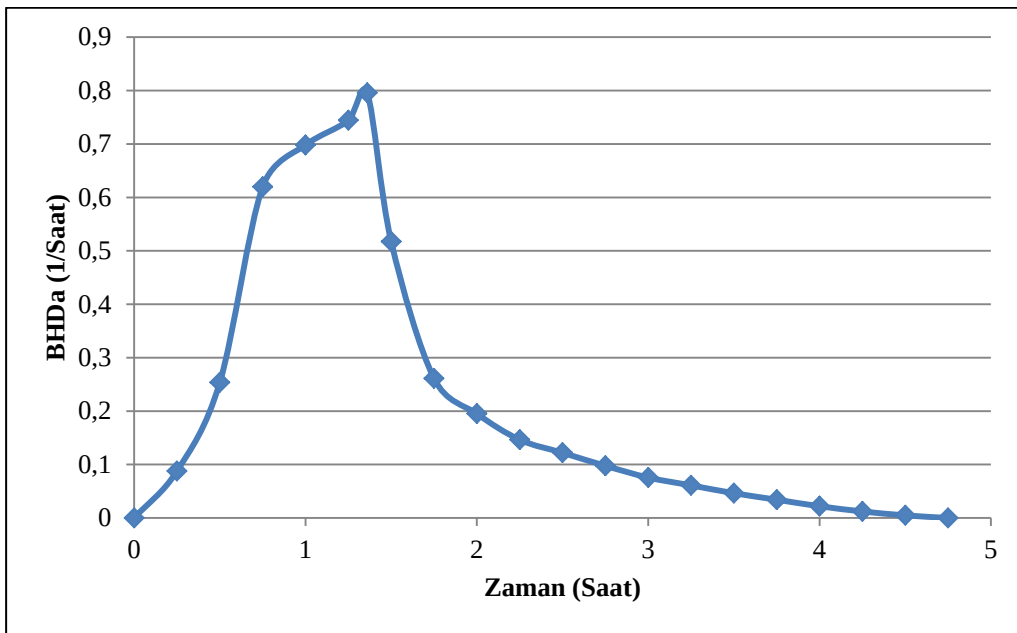
Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonuyla birim hidrografın kıyaslanabilmesi için birim hidrografın bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ayarlanması sağlanmıştır. Ayarlanmanın sağlanabilmesi için önceden de belirtildiği gibi denklem 2.1 kullanılmıştır. Yalnız Akdoğan havzası alanının birimi  $\text{km}^2$ , dolaysız akışın birim derinliğinin birimi mm ve birim hidrografının ordinatının birimi ise  $\text{dm}^3/\text{s}$  olduğundan (havza alanı küçük olan birim hidrografların debi değerleri  $\text{dm}^3/\text{s}$  ve dolaysız akış derinlikleri ise mm cinsinden

verilmektedir [Usul, 2008].) ve  $BHD_a$  hesabı sonucunda 1/saat birimli bir değer hesaplayabilmek için (apsisinin birimi saat olan şeklin ordinat birimini 1/saat yapabilmek ve ordinat değerlerinin çok küçülmesini engellemek için) 2.1 denklemi 0,0036 katsayısı ile çarpılarak bu havzanın ve diğer havzaların birim hidrografları bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ayarlanmıştır. Bu ayarlamının denklemi, denklem 4.1'de verilmiştir.

$$BHD_a = \frac{BHD}{A * d} * 0,0036 \quad (4.1)$$

Denklem 4.1'de, BHD Akdoğan havzasının birim hidrograf debi değeri ( $dm^3/s$ ), A Akdoğan havzasının alanı ( $km^2$ ), d dolaysız akışın birim derinliği (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 2000 yılında yayınladığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından seçilen bütün havzalar için 1 mm) ve  $BHD_a$  Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf ordinat değeridir (1/saat).

Çizelge 3.1'de verilen Akdoğan Havzası ortalama birim hidrograf ordinat değerlerinin ve çizelge 3.19'dan elde edilen Akdoğan havzası alanının denklem 4.1'de yerine konulmasıyla bulunan Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf koordinat değerleri çizelge 4.1'de ve Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şekli şekil 4.1'de verilmiştir. Ayrıca diğer 17 havza için benzer çizelgeler ve şekiller EK A ve B'de verilmiştir.



Şekil 4.1 : Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf şekli.

**Çizelge 4.1 :** Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf koordinatları.

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 1,50        | 0,517                        | 3,25        | 0,061                        |
| 0,25        | 0,088                        | 1,75        | 0,261                        | 3,50        | 0,046                        |
| 0,50        | 0,254                        | 2,00        | 0,195                        | 3,75        | 0,034                        |
| 0,75        | 0,620                        | 2,25        | 0,146                        | 4,00        | 0,022                        |
| 1,00        | 0,698                        | 2,50        | 0,122                        | 4,25        | 0,012                        |
| 1,25        | 0,744                        | 2,75        | 0,098                        | 4,50        | 0,005                        |
| 1,36        | 0,796                        | 3,00        | 0,076                        | 4,75        | 0,000                        |

#### 4.2.2 Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun başlangıç standart sapma değerinin belirlenmesi

Oluşturulmuş iki parametrelili (2P) lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonuyla Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının aynı çarpıklığa sahip olmasını sağlayan ve piklerinin koordinatlarını örtüştüren ya da en azından ordinatlarının örtüştüğü standart sapma değerinin bulunmasıyla başlangıç standart sapma değeri deneme yanılma yoluyla belirlenmiştir.

Öncelikle Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının çarpıklık katsayısının tespit edilmesi gerekmiştir. Bunun için önce Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının ardışık apsis değerleri arasındaki alan, yani her dilimin alanı MATLAB'de trapez kuralının yardımıyla hesaplanmıştır. Her dilimin sağında ve solunda kalan alanların birbirine eşit olduğu noktaların apsisi, dilimlerin ağırlık merkezinin apsisi olduğu kabulü yapılarak her dilimin ağırlık merkezi MATLAB'de deneme yanılma yoluyla bulunmuştur. Denklem 2.2'de gösterildiği gibi her dilimin alanıyla bu dilimlerin ağırlık merkezi apsilerinin orijine olan mesafelerinin çarpımları toplanarak Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının beklenen değeri hesaplanmıştır. Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının hesap edilen beklenen değeri 1,411 saattir. Yani şekil 4.1'deki grafiğin ağırlık merkezinin X bileşeni 1,411 saattir. Denklem 2.3'te gösterildiği gibi Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının her dilimi ile o dilimin ağırlık merkezi ve şeklin beklenen değer apsisi arasındaki mesafenin karesiyle çarpımlarının toplanmasıyla Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının  $\sigma^2$ 'si hesaplanmıştır. Akdoğan havzasının gözlenmiş

ayarlanmış birim hidrografının  $\sigma^2$ 'si 0,586 saat<sup>2</sup>'dir.  $\sigma^2$ 'nin kökünün küpü olan  $\sigma^3$  ise 0,448 saat<sup>3</sup>'tür. Denklem 2.8'de gösterildiği gibi Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının her dilimi ile o dilimin ağırlık merkezi ve şeklin beklenen değer apsisi arasındaki mesafenin küpüyle çarpımlarının toplanmasıyla bulunacak değerin  $\sigma^3$ 'e bölünmesi ile  $C_s$  bulunup bu değer 1,286'dır. Hesap edilen  $C_s$  değeri denklem 1.8'de yerine konulursa deneme yanılma yoluyla Excel'den ya da MATLAB'den doğrudan iki parametrelili lognormal dağılım için gerekli olan başlangıç  $\sigma_y$ 'si hesaplanmıştır. Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının hesaplanan başlangıç  $\sigma_y$ 'si 0,391 saattir.

#### **4.2.3 Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografı için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun E değeri maksimum olanının saptanması**

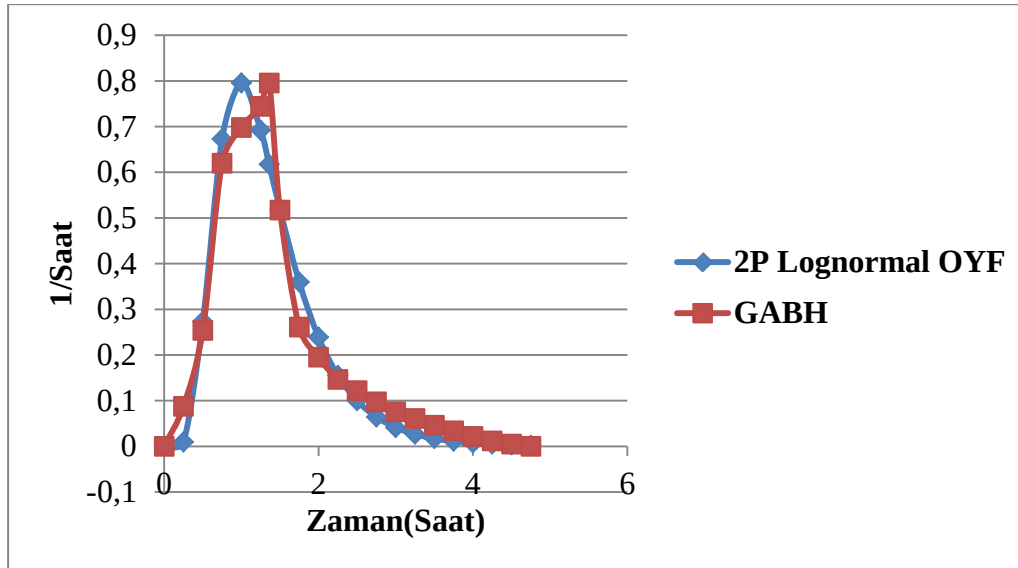
Bölüm 4.2.2'de hesaplanan başlangıç  $\sigma_y$ 'si ve Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının tepe noktası ordinatları denklem 1.4'te yerlerine yazılırsa MATLAB'le çözülmeye çalışılan  $\mu_y$ 'nin bir çözümü bulunmamıştır. Bu sefer tepe noktası bir apsis değeri sola kaydırılarak yeni pikin apsisi eskisinin yerine konmuştur ve denklemin bu şekilde çözülmesi ile bulunan  $\mu_y$ 'nin değeri 0,313 saattir. Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının apsileri,  $\sigma_y$ 'si ve  $\mu_y$ 'si denklem 1.4'te yerlerine konulması ile oluşturulmuş iki parametrelili (2P) lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun ordinatları bulunmuştur. Bulunan değerlerin uygun bir şekilde çizilmesi ile oluşturulan iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli ortaya çıkmıştır. Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının şekline uygunluğunu saptamak için ya da başka bir anlatımla oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun var olan Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografına uygunluğunu saptamak için Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı kullanılmıştır. E katsayısının hesabı için gerek Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının gerekse de oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun komşu apsileri arasındaki dilimlerin alanları MATLAB'le hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler denklem 2.5'te yerine konursa E 0,8406 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen E değeri yeterli gibi gözükse de daha da uygun olan E'lerin ve tabii ki maksimum E'nin bulunması için hesaba devam edilmiştir. Seçilen yeni  $\sigma_y$  değeri 0,35 saattir. Yeni  $\sigma_y$  ile bir apsis değeri sola kaymış Akdoğan havzasının gözlenmiş

ayarlanmış birim hidrografının yeni tepe noktasının ordinatları yerine yazılırsa, tepe noktalarını yeni  $\sigma_y$  için bu apsis değerinde çakıştıran bir  $\mu_y$  değerinin hesaplanmadığı görülmüştür. Yani  $\sigma$ 'nın azalmasıyla tepe noktalarını çakıştıracak pikin apsisi bir değer sağa kayıp Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografi ile oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu pikleri aynı ordinat ve apsiste örtüşmüştür. Yeni  $\sigma_y$  ve pik koordinatları denklem 1.4'te yerlerine yazılırsa  $\mu_y$  değeri 0,394 saat olarak hesaplanmıştır. E değeri de anlatıldığı gibi hesaplanırsa 0,5062 bulunmuştur. Yeni hesaplanan E önceki hesaplanan E'den küçük çıktığı için önceki belirlenen standart sapmayı azaltmak yerine arttırarak yeni standart sapmayı belirleme yoluna gidilmiştir. 0,41 saat oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun yeni  $\sigma_y$  değeri olarak seçilmiştir. Standart sapma değeri belirli bir değerden yukarıda olduğundan, 1.4 denkleminde  $\mu_y$ 'yi bulabilmek için yerine konulan başlangıç standart sapmasının pik değerinin apsisi bir değer sola kaymıştır. Bu yeni seçilen standart sapma ve onun pik ordinatları denklem 1.4'te yerlerine yerleştirilip  $\mu_y$  değeri 0,261 saat olarak hesaplanmıştır. Önceden anlatıldığı gibi hesaplanan E 0,9212 olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi standart sapmanın artışıyla E değerinin de arttığı için E değerinde azalma gerçekleşene kadar standart sapma değeri arttırılmıştır. Yeni pik apsis değeri Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının apsisiinden iki birim solundaki değerdir. Bu göz önüne alınarak standart sapma değerleri 0,42, 0,43, 0,45 ve 0,47 saat olan standart sapmalar için  $\mu_y$  ve E'ler önceden anlatıldığı gibi hesaplanmıştır. E'ler sırasıyla 0,9371, 0,9502, 0,9663 ve 0,9623'tür. Görüldüğü üzere 0,45 saat standart sapma değeri ile oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun hesaplarla bulunan E'si, 0,47 saat standart sapma değeri ile oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun hesaplarla bulunan E'sinden büyüktür. E azalma eğilimine girmiştir. Bundan böyle yeni standart sapma değeri olarak 0,47 saatten küçük değerler seçilmiştir.  $\sigma_y$ 'nin yeni değerinin 0,46 saat seçilmesi ile önceden anlatıldığı gibi hesaplanan  $\mu_y$  0,191 saat bulunmuştur. Hesaplanan  $\mu_y$ , seçilen  $\sigma_y$  ve Akdoğan havzasının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının apsis değerleri denklem 1.4'te yerine konulmasıyla oluşturulmuş iki parametrelili olasılık yoğunluk fonksiyonunun ordinatları hesaplanıp çizelge 4.2'de belirtilmiştir. Ayrıca diğer 17 havza için benzer çizelgeler EK D'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2 :** Akdoğan havzası için maksimum E'yi veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun hesaplanan ordinat değerleri.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 1,50        | 0,519              | 3,25        | 0,027              |
| 0,25        | 0,010              | 1,75        | 0,360              | 3,50        | 0,017              |
| 0,50        | 0,273              | 2,00        | 0,239              | 3,75        | 0,011              |
| 0,75        | 0,673              | 2,25        | 0,155              | 4,00        | 0,007              |
| 1,00        | 0,796              | 2,50        | 0,100              | 4,25        | 0,005              |
| 1,25        | 0,692              | 2,75        | 0,064              | 4,50        | 0,003              |
| 1,36        | 0,618              | 3,00        | 0,041              | 4,75        | 0,002              |

Çizelge 4.2'deki OLNOYO oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun ordinat değerleridir. Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun hesaplanan ordinat değerlerinin Excel tarafından uygun bir şekilde birleştirilmesi ile elde edilen ve 2P lognormal OYF olarak gösterilen oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun şekli ile Akdoğan havzasının GABH ile gösterilen gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografının şekli şekil 4.2'de verilmiştir. Ayrıca diğer 17 havza için benzer şekiller EK E'de verilmiştir.



**Şekil 4.2 :** Akdoğan havzasının maksimum E'yi veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu ve gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografi (GABH).

Bu kıyasın hesaplanarak elde edilmesi için gerekli olan Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı olan E ise önceden belirtildiği gibi hesaplanıp 0,9675 olarak bulunmuştur. Bulunan E'nin değeri kendisinden önceki ve sonraki E'lerin değerlerinden yüksek olması sebebiyle hesaplanmış E'nin maksimum E olduğu ve 0,46 saat olan  $\sigma_y$ 'nin ve

0,191 saat olan  $\mu_y$ 'nin aranılan oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun parametreleri oldukları anlaşılmıştır. E'lerin maksimum E'ye kadar artma eğiliminde olduğu, maksimum E değerinden sonra ise azalmaya başladığı, Akdoğan havzası için yapılan tüm denemelerin değerlerinin toplu olarak verildiği çizelge 4.3'ten de görülmektedir. Ayrıca diğer 17 havza için benzer çizelgeler EK C'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3 :** Akdoğan havzası ( $\mu_{k_x}$  1,36 saat) için yapılan tüm denemelerin hesapları sonucunda bulunan değerlerinin bir arada verilmesi.

| $\sigma_y$ (Saat) | $\mu_y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $\mu_{k_x}$<br>(Saat) | E             |
|-------------------|----------------|--------------|-----------------------------|---------------|
| 0,350             | 0,394          | 1,130        | 1,36                        | 0,5062        |
| 0,391             | 0,313          | 1,286        | 1,25                        | 0,8406        |
| 0,410             | 0,261          | 1,362        | 1,00                        | 0,9212        |
| 0,420             | 0,250          | 1,402        | 1,00                        | 0,9371        |
| 0,430             | 0,238          | 1,444        | 1,00                        | 0,9502        |
| 0,450             | 0,209          | 1,528        | 1,00                        | 0,9663        |
| <b>0,460</b>      | <b>0,191</b>   | <b>1,571</b> | <b>1,00</b>                 | <b>0,9675</b> |
| 0,470             | 0,169          | 1,614        | 1,00                        | 0,9623        |

#### 4.2.4 Hataların karesinin ortalamasının kökü testinin Akdoğan havzasına uygulanması

Bölüm 4.2.3'te maksimum E'yi veren olasılık yoğunluk fonksiyonuna ulaşana kadar oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının ve maksimum E'nin oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun MATLAB'le hesaplanan dilim alanları ve dilim sayısı denklem 2.7'de yerine koyulduğunda hesaplanan hataların karesinin ortalamasının kökü (HKOK) değerleri çizelge 4.4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.4 :** Akdoğan havzası için belirtilen standart sapma değerlerine sahip olan olasılık yoğunluk fonksiyonlarının HKOK değerleri.

| $\sigma_y$ (Saat) | $\mu_y$ (Saat) | HKOK         |
|-------------------|----------------|--------------|
| 0,350             | 0,394          | 0,037        |
| 0,391             | 0,313          | 0,020        |
| 0,410             | 0,261          | 0,015        |
| 0,420             | 0,250          | 0,013        |
| 0,430             | 0,238          | 0,012        |
| 0,450             | 0,209          | 0,010        |
| <b>0,460</b>      | <b>0,191</b>   | <b>0,009</b> |
| 0,470             | 0,169          | 0,011        |

Hataların karesinin ortalamasının kökünün değeri sıfıra yaklaştıkça oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonun birim hidrograf olarak kullanılabileceği söylenebilmiştir. Standart sapması 0,46 saat olan Akdoğan

havzasının oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu için yapılan hesapta tıpkı Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı gibi hataların karesinin ortalamasının kökünün değerinde de en uygun sonuç elde edilmiştir.

Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi HKOK değeri ideal duruma kadar bir azalış eğiliminde olup ideal durumdan sonra artmaktadır. Çalışma kapsamında HKOK birim hidrograf olarak kullanılabilirliğin test edilmesinde kullanılan esas yöntem değildir. Bu yöntem sadece göz önünde bulundurulmuştur.

#### 4.3 Bütün Havzalar İçin Maksimum Nash-Sutcliffe Model Etkinlik Katsayılarının ve Hataların Karesinin Ortalamasının Köklerinin Bulunması ve Yorumu

Oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun ayarlanmış birim hidrograf olarak kullanılabilir olması için Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı olabildiğince bire yakın olmalıdır. Görüldüğü gibi oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun Akdoğan havzası için ayarlanmış birim hidrograf olarak kullanılabilirliği, önceki kısımda E azami değerinin hesaplanarak elde edilen 0,9675'in 1'e olabildiğince yakın olmasından dolayı kabul edilmiştir. Önceki kısımda anlatılan Akdoğan Havzası için maksimum E değerini bulma prosedürü diğer 17 havzaya da uygulanıp bu havzalar için bulunan maksimum E değerleri çizelge 4.5'te belirtilmiştir.

**Çizelge 4.5 :** 18 havzanın oluşturulmuş 2P lognormal OYF'leri için bulunan maksimum E'ler ve oluşturulmuş 2P lognormal OYF'lerinin ayarlanmış birim hidrograf olarak kullanılabilirliği.

| Havza        | E maks | Test | Havza      | E maks | Test | Havza    | E maks  | Test |
|--------------|--------|------|------------|--------|------|----------|---------|------|
| Akdoğan      | 0,9675 | ✓    | Çiçek      | 0,9682 | ✓    | Vize     | 0,9920  | ✓    |
| Topçu        | 0,9903 | ✓    | Kızlar     | 0,9337 | ✓    | Harabe   | 0,9549  | ✓    |
| Güvenç       | 0,9814 | ✓    | Kurukavak  | 0,6114 | ✗    | Damlıca  | 0,9926  | ✓    |
| Ulucak (W-1) | 0,9889 | ✓    | Çayır      | 0,5642 | ✗    | Glabbera | 0,9657  | ✓    |
| Ulucak (W-2) | 0,8514 | ✓    | Karabalçık | 0,9724 | ✓    | Kumdere  | 0,9962  | ✓    |
| Mahmuthacılı | 0,9911 | ✓    | Ayvalı     | 0,2254 | ✗    | Uğrak    | -1,8139 | ✗    |

Kurukavak Deresi, Çayır Deresi, Ayvalı Deresi ve Uğrak havzası dışındaki 14 havza için oluşturulmuş iki parametrelili (2P) lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği, maksimum E değerlerinin bire çok yakın hesaplanmasından dolayı rahatlıkla söylenebilmektedir.

Ayrıca bütün havzalar için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının her havza için hesaplanan en düşük HKOK değerleri çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.6 :** 18 havzanın oluşturulmuş 2P lognormal OYF'leri için bulunan minimum HKOK'lar ve havzaların oluşturulmuş 2P lognormal OYF'lerinin ayarlanmış birim hidrograf olarak kullanılabilirliği.

| Havzalar        | HKOK<br>min | Test | Havzalar   | HKOK<br>min | Test | Havzalar | HKOK<br>min | Test |
|-----------------|-------------|------|------------|-------------|------|----------|-------------|------|
| Akdoğan         | 0,0094      | ✓    | Çiçek      | 0,0101      | ✓    | Vize     | 0,0056      | ✓    |
| Topçu           | 0,0225      | ✓    | Kızlar     | 0,0121      | ✓    | Harabe   | 0,0124      | ✓    |
| Güvenç          | 0,0040      | ✓    | Kurukavak  | 0,0484      | ✓    | Damlıca  | 0,0054      | ✓    |
| Ulucak<br>(W-1) | 0,0120      | ✓    | Çayır      | 0,0406      | ✓    | Glabbera | 0,0158      | ✓    |
| Ulucak<br>(W-2) | 0,0218      | ✓    | Karabalçık | 0,0093      | ✓    | Kumdere  | 0,0075      | ✓    |
| Mahmuthacılı    | 0,0034      | ✓    | Ayvalı     | 0,0466      | ✓    | Uğrak    | 0,1785      | ✗    |

Hesaplanan HKOK'un  $0 \leq \text{HKOK} < 0,05$  olduğu değerlerde iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin kabul edildiği bölüm 2.3.1.2'de belirtilmiştir. Çizelge 4.5'te HKOK yöntemine göre Uğrak havzası dışında ( $\text{HKOK}_{\text{Uğrak}} > 0,05$  olması sebebiyle) incelenen 17 havza'nın HKOK değeri yeterli düzeyde sıfıra yaklaştığı için ( $0 \leq \text{HKOK} < 0,05$ ) oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının birim hidrograf olarak kullanılabileceği söylenebilir ama Ayvalı, Kurukavak ve Çayır havzalarının gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografları ile bu havzalar için yapılan hesapta minimum HKOK'u veren oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının şekilleri arasındaki uyumsuzluk bariz olarak gözükmemektedir. Bu sebeple çalışmada asıl olan uygunluk kıstası Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısı olup çalışmada E değeri kullanılarak varılmış sonuçlar esas alınmıştır. HKOK ise sadece fikir sahibi olabilmek için çalışmaya uygulanmıştır.



## **5. İKİ PARAMETRELİ LOGNORMAL OYF İLE GAMMA OYF'NİN GÖZLENMİŞ AYARLANMIŞ BİRİM HİDROGRAFA UYGUNLUĞUNUN KİYASLANMASI**

Bir önceki bölümde iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun seçilen 18 havzanın 14'ünde E sayısının bire oldukça yaklaşmasından dolayı birim hidrograf olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Olasılık yoğunluk fonksiyonlarından yalnızca iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu mu birim hidrograf olarak kullanılabilir sorusuna yapılan literatür araştırmasında iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun da birim hidrograf olarak kullanılabileceğini belirten bir makaleyi (Haktanır ve Sezen, 1990) okumak suretiyle cevap bulunmuştur. Gerek o çalışmanın sınanması, gerekse de iki parametrelili lognormal ve gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarından hangisinin gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografa daha iyi uyduğunu saptamak için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu, oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu ile kıyaslanmıştır. Ancak yapılan çalışmayı, bütün havzalar için ayrı ayrı anlatmak yerine önceki bölümdeki gibi Tokat-Zile Akdoğan havzası üzerinden anlatmak, söz konusu olan çalışmayı daha anlaşılır hale getirmiştir. Geri kalan havzaların benzer şekilleri ve çizelgeleri ekler kısmında (EK F, G ve H'de) verilmiştir.

### **5.1 Akdoğan Havzası için Maksimum E Değerini Veren İki Parametrelili Gamma OYF'nin Elde Edilmesi**

İki parametrelili lognormal ve gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının birim hidrograf olarak kullanılabilirliklerinin kıyaslanabilmesi için öncelikle ikisinin de maksimum E değerlerini hesaplayacak parametrelerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun içinde Akdoğan havzasının maksimum E değerini veren 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun parametrelerinin hesaplanması aşağıda anlatılmıştır.

Denklem 1.17 ile hesaplanan oluşturulmuş gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun denklemi MATLAB'e işlenmiştir. Denklem 1.17'de yerine konulduğunda

oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun tepe noktasıyla, gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın tepe noktasının çakışmasını sağlayacak ve denklem 1.17'ye tepe noktası ordinatları yerlerine konulduktan sonra bir k ölçek parametresinin hesabına imkan verecek olan sayma sayısı olan bir n değeri MATLAB'de deneme yanılma yoluyla tespit edilmiştir. Hesaplanan bu değer başlangıç şekil parametresi olup Akdoğan havzası için değeri 9'dur. Akdoğan havzası için şekil parametresinin 9 olmasını sağlayan k ölçek parametresinin değeri ise 0,175 saattir. Hesaplanan n ve k değerleri ve gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın (GABH) apsis değerleri denklem 1.17'de yerlerine yazılarak Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun ordinat değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin Excel'de uygun bir şekilde çizilmesi ile elde edilen oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu şeklinin komşu apsisleri arasındaki alan, yani dilim alanları MATLAB'de trapez kuralı yardımı ile hesaplanmıştır. Hesaplanan oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu dilim alanları ile daha önceden hesaplanmış gözlenmiş ayarlanmış birim hidrograf (GABH) alanları, Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayısının hesabında kullanılan denklem 2.5'te yerlerine konulduğunda Akdoğan havzası için hesaplanan başlangıç E değeri 0,4699'dur. Bu sefer n değerinin arttırılması ile 10 olarak seçilen yeni şekil parametresi ile hesaplanan ölçek parametresi k 0,162 saat olarak anlatıldığı şekilde denklem 1.17 kullanılarak hesaplanmıştır. Oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun yeni parametreleri ile oluşturulan, anlatıldığı gibi hesaplanan E'nin değeri 0,2877'dir. Şekil parametresinin arttırılması ile hesaplanan E değerinin azalması, n'nin başlangıç değerinin azaltılarak yeni E'lerin hesaplanması gerektiğini açıkça göstermiştir. Yeni n değerinin 8 seçilmesiyle MATLAB'de denklem 1.17'nin kullanılması ile yapılan hesapta tepe noktalarını çakışmasını sağlayan bir k değeri hesaplanamadığı için yeni şeklin tepe noktaları bir apsis değeri sola kaydırılması ile yeni pik koordinatları ve 8 olarak seçilen şekil parametreleri denklem 1.17'de yerlerine konulması ile k 0,186 saat olarak hesaplanmıştır. E'nin denklem 2.5 ile önceden belirtildiği gibi hesaplanması ile bulunan değer 0,6897'dir. Görüldüğü gibi hesaplanan E bir önceki E değerine göre artmıştır. Anlatıldığı gibi ve piklerin apsisinin başlangıç pikine göre bir değer sola kaydığını bilerek şekil parametresinin 7 ve 6,6 olduğu değerler için yapılan hesapta sırası ile k'lar 0,201 ve 0,203 saat olarak E'ler ise 0,8485 ve 0,9117 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere n'nin bir önceki değerinden düşük seçilmesi

ile E'lerdeki artış devam etmiştir. Yeni n değerinin 6 olarak seçilmesi ile MATLAB'de denklem 1.17'nin kullanılması ile yapılan hesapta tepe noktalarının koordinatlarının çakışmasını sağlayan bir k değeri hesaplanamadığı için yeni şeklin tepe noktası iki değer başlangıç apsis değerine göre sola kaydırılması ile, yeni pik koordinatları ve 6 olarak seçilen şekil parametresi, denklem 1.17'de yerlerine konulması ile k 0,217 saat olarak hesaplanmıştır. E'nin denklem 2.5 ile önceden belirtildiği gibi hesaplanması ile bulunan değer 0,9457'dir. Anlatıldığı gibi ve piklerin apsisinin başlangıç pikine göre iki değer sola kaydığını bilerek şekil parametresinin 5,9, 5,7, 5,5 ve 5,3 olduğu değerler için yapılan hesapta sırası ile k'lar 0,219, 0,225, 0,231 ve 0,237 saat olarak E'ler ise 0,9489, 0,9538, 0,9563 ve 0,9557 olarak hesaplanmıştır. Şekil parametresinin seçilen 5,5 değerinden sonra seçilen yeni 5,3 değeri için hesaplanan E değerinin önceki hesaplanan E değerine göre azaldığı gözlemlenmiştir. E'deki azalmanın ilk gözlemlendiği değer için şekil parametresinin arttırılmasıyla Akdoğan havzası için azami E hesabına devam edilmiştir. Yeni şekil parametresinin 5,4 seçilmesi ile anlatıldığı gibi ve piklerin apsisinin başlangıç pikine göre iki değer sola kaydığını bilerek denklem 1.17'den ölçek parametresi 0,234 saat olarak bulunmuştur. Hesaplanan 0,234 saat k parametresi ve seçilen 0,53 n parametresinin denklem 1.17'de yerlerine yazılması ile çizelge 5.1'de gösterilen OGOYO olarak kısaltılan oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu ordinat değerleri hesaplanmıştır (Diğer 17 havza için benzer çizelgeler EK G'de verilmiştir.) .

**Çizelge 5.1 :** Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun denklem 1.17 ile hesaplanan ordinat değerleri.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 1,50            | 0,560             | 3,25            | 0,010             |
| 0,25            | 0,044             | 1,75            | 0,379             | 3,50            | 0,005             |
| 0,50            | 0,319             | 2,00            | 0,235             | 3,75            | 0,002             |
| 0,75            | 0,653             | 2,25            | 0,135             | 4,00            | 0,001             |
| 1,00            | 0,796             | 2,50            | 0,074             | 4,25            | 0,000             |
| 1,25            | 0,730             | 2,75            | 0,039             | 4,50            | 0,000             |
| 1,36            | 0,661             | 3,00            | 0,020             | 4,75            | 0,000             |

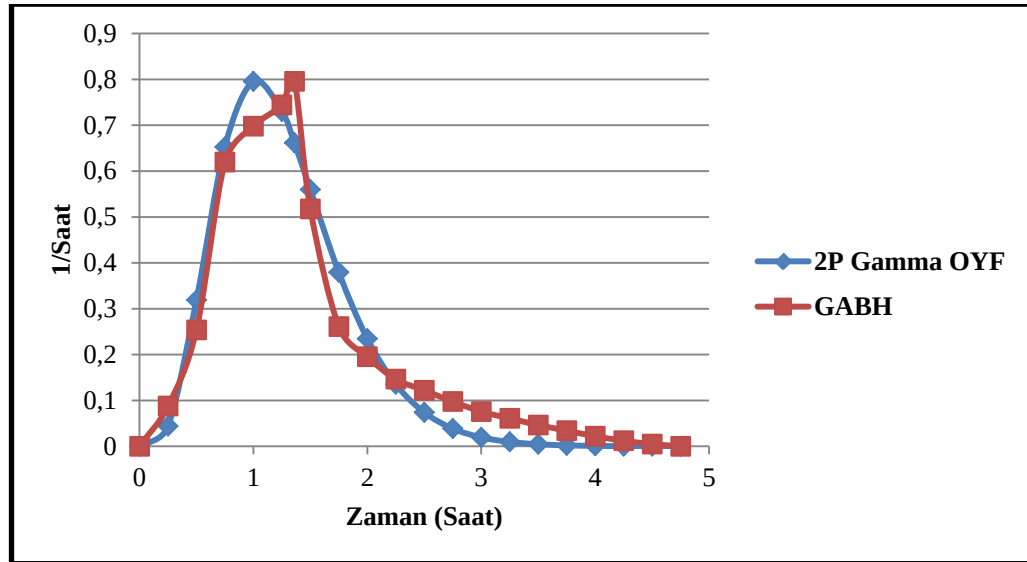
Elde edilen bu koordinat değerlerinin uygun bir şekilde çizilmesi ile oluşturulmuş şeklin komşu apsisler arasındaki alanların MATLAB'le hesaplanıp anlatıldığı gibi denklem 2.5 ile yapmış hesabından E 0,9565 olarak bulunup çizelge 5.2 deki yerine yazılmıştır (Diğer 17 havza için benzer çizelgeler EK F'de verilmiştir).

**Çizelge 5.2 :** Akdoğan havzasında maksimum 2P gamma OYF için yapılan tüm denemelerin hesapları sonucunda bulunan değerlerin bir arada verilmesi.

| n          | k (Saat)     | $\mu$ (Saat) | $\sigma$ (Saat) | Cs           | Gamma Pik <sub>x</sub> (Saat) | E             |
|------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-------------------------------|---------------|
| 10,0       | 0,162        | 1,621        | 0,513           | 0,632        | 1,36                          | 0,2877        |
| 9,0        | 0,175        | 1,574        | 0,525           | 0,666        | 1,36                          | 0,4699        |
| 8,0        | 0,186        | 1,489        | 0,527           | 0,707        | 1,25                          | 0,6897        |
| 7,0        | 0,201        | 1,408        | 0,532           | 0,756        | 1,25                          | 0,8485        |
| 6,6        | 0,204        | 1,346        | 0,524           | 0,778        | 1,25                          | 0,9117        |
| 6,0        | 0,217        | 1,302        | 0,532           | 0,816        | 1,00                          | 0,9457        |
| 5,9        | 0,220        | 1,297        | 0,534           | 0,823        | 1,00                          | 0,9489        |
| 5,7        | 0,225        | 1,285        | 0,538           | 0,837        | 1,00                          | 0,9538        |
| 5,5        | 0,231        | 1,272        | 0,542           | 0,852        | 1,00                          | 0,9563        |
| <b>5,4</b> | <b>0,234</b> | <b>1,264</b> | <b>0,544</b>    | <b>0,861</b> | <b>1,00</b>                   | <b>0,9565</b> |
| 5,3        | 0,237        | 1,256        | 0,546           | 0,868        | 1,00                          | 0,9557        |

Hesaplanan bu E değerinin çizelge 5.2'de de görüldüğü gibi kendinden önceki ve sonraki E değerlerinden yüksek olması, hesaplanmış E değerinin aranılan maksimum E değeri olduğunu göstermiştir. Maksimum E değerine kadar E'de artış eğilimi, maksimum E'den sonra ise E'de bir azalış eğilimi görülmüştür. Oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabilmesi için E'nin bire yeterli derecede yakın olması gerekmektedir. Akdoğan havzası için oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarından maksimum E değerinin 0,9557 olarak hesaplanmasından dolayı Akdoğan havzasının oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceğini söylemek doğrudur.

Akdoğan havzası için maksimum E'yi veren ve 2P gamma OYF olarak kısaltılan iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonuyla gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografın (GABH) şekillerinin birbirine olabildiğince örtüştüğü şekil 5.1'den de görülmektedir. Ayrıca diğer 17 havza için benzer şekiller EK H'de verilmiştir.



**Şekil 5.1 :** Akdoğan havzası için maksimum E'yi veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun ve GABH'nin şekilleri.

## 5.2 Bütün Havzalarda En Uygun İki Parametrelî Gamma OYF'leri ile En Uygun İki Parametrelî Lognormal OYF'lerin Kıyaslanması

Seçilen bütün havzalar için oluşturulmuş iki parametrelî gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun da birim hidrograf olarak kullanılabilirliğinin belirlenebilmesi için bölüm 5.1'de Akdoğan havzasına uygulanan hesapların bütün havzalara uygulanması ile, her bir havza için oluşturulmuş iki parametrelî (2P) gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının maksimum E değerleri hesaplanıp çizelge 5.3'te gösterilmiştir.

**Çizelge 5.3 :** 18 havzanın 2P gamma OYF'leri için hesaplanan maksimum E'ler ve havzaların 2P gamma OYF'lerinin birim hidrograf olarak kullanılabilirliği.

| Havza        | E maks | Test | Havza      | E maks | Test | Havza    | E maks | Test |
|--------------|--------|------|------------|--------|------|----------|--------|------|
| Akdoğan      | 0,9565 | ✓    | Çiçek      | 0,9501 | ✓    | Vize     | 0,9669 | ✓    |
| Topçu        | 0,9961 | ✓    | Kızlar     | 0,9207 | ✓    | Harabe   | 0,9330 | ✓    |
| Güvenç       | 0,9852 | ✓    | Kurukavak  | 0,9359 | ✓    | Damlıca  | 0,9846 | ✓    |
| Ulucak (W-1) | 0,9710 | ✓    | Çayır      | 0,8878 | ✓    | Glabbera | 0,9494 | ✓    |
| Ulucak (W-2) | 0,7763 | ✗    | Karabalçık | 0,9401 | ✓    | Kumdere  | 0,9832 | ✓    |
| Mahmuthacılı | 0,9869 | ✓    | Ayvalı     | 0,8796 | ✓    | Uğrak    | 0,9856 | ✓    |

Ulucak havzası (W-1) dışındaki 17 havzada maksimum E değerini veren oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği, hesaplanan maksimum E değerlerinin bire oldukça yakın olmalarına ( $E > 0,85$ ) bakıp rahatlıkla söylenebilmektedir. Hesaplanmış maksimum E değerlerine bakıp seçilen havzalar için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonuyla oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabiliirliği çizelge 5.4'te belirtilmiştir.

**Çizelge 5.4 :** 18 havzanın 2P lognormal OYF'leri ile 2P gamma OYF'leri için hesaplanan maksimum E'ler kullanılarak yapılan kıyaslama.

| Havza        | 2P Log<br>E <sub>maks</sub> |       | 2P Gamma<br>E <sub>maks</sub> |       | Havza      | 2P Log<br>E <sub>maks</sub> |       | 2P Gamma<br>E <sub>maks</sub> |       |
|--------------|-----------------------------|-------|-------------------------------|-------|------------|-----------------------------|-------|-------------------------------|-------|
|              | Uygun                       | Üstün | Uygun                         | Üstün |            | Uygun                       | Üstün | Uygun                         | Üstün |
| Akdoğan      | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     | Çayır      | ✗                           | ↓     | ✓                             | ↑     |
| Topçu        | ✓                           | ↓     | ✓                             | ↑     | Karabalçık | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     |
| Güvenç       | ✓                           | ↓     | ✓                             | ↑     | Ayvalı     | ✗                           | ↓     | ✓                             | ↑     |
| Ulucak (W-1) | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     | Vize       | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     |
| Ulucak (W-2) | ✓                           | ↑     | ✗                             | ↓     | Harabe     | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     |
| Mahmuthacılı | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     | Damlıca    | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     |
| Çiçek        | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     | Glabbera   | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     |
| Kızlar       | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     | Kumdere    | ✓                           | ↑     | ✓                             | ↓     |
| Kurukavak    | ✗                           | ↓     | ✓                             | ↑     | Uğrak      | ✗                           | ↓     | ✓                             | ↑     |

Çizelge 5.4'te de görüldüğü gibi oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu, seçilen 18 havzanın 14'ünde birim hidrograf olarak kullanılabiliirken ( $E_{maks} > 0,85$ ) oluşturulmuş iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu seçilen havzaların 17'sinde birim hidrograf olarak kullanılabiliştir. Ayrıca oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabildiğı 14 havzanın 12'sinde iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu E'sinin iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun E'sine kıyasla bire daha yakın olmasından, oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanımının daha üstün olduğı çizelge 5.4'te yukarı yönlü oklarla gösterilmiştir.

Seçilen 18 havzanın hepsinin maksimum E'leri için iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonun  $\sigma_y$ ,  $C_s$ ,  $\mu_y$ ,  $E_{maks}$  ve HKOK değerleri; iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu için  $\sigma$ ,  $C_s$ ,  $\mu$ ,  $E_{maks}$ ,  $n$  ve  $k$  değerleri; ekil dilim sayısı  $N$  izelge 5.5'te topluca verilmiştir.

**Çizelge 5.5 :** 18 havzanın maksimum E değeri için 2P gamma ve lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının hesaplanan parametreleri ve E değerleri.

| Havzalar         | N  | 2P Lognormal       |       |                 |            |        | 2P Gamma         |       |               |            |     |             |
|------------------|----|--------------------|-------|-----------------|------------|--------|------------------|-------|---------------|------------|-----|-------------|
|                  |    | $\sigma_y$<br>(Sa) | $C_s$ | $\mu_y$<br>(Sa) | $E_{maks}$ | HKOK   | $\sigma$<br>(Sa) | $C_s$ | $\mu$<br>(Sa) | $E_{maks}$ | $n$ | $k$<br>(Sa) |
| Akdoğan          | 20 | 0,460              | 1,571 | 0,191           | 0,9675     | 0,0094 | 0,544            | 0,861 | 1,264         | 0,9566     | 5,4 | 0,234       |
| Ayvalı           | 19 | 0,298              | 0,943 | 0,020           | 0,2254     | 0,0466 | 0,320            | 0,784 | 0,815         | 0,8797     | 6,5 | 0,125       |
| ayır            | 16 | 0,453              | 1,541 | 0,002           | 0,5642     | 0,0406 | 0,489            | 1,174 | 0,833         | 0,8878     | 2,9 | 0,287       |
| iek            | 21 | 0,330              | 1,057 | 1,025           | 0,9682     | 0,0101 | 0,912            | 0,649 | 2,810         | 0,9502     | 9,5 | 0,296       |
| Damlıca          | 16 | 0,460              | 1,571 | 1,553           | 0,9927     | 0,0054 | 2,142            | 0,877 | 4,884         | 0,9847     | 5,2 | 0,939       |
| Glabbera         | 11 | 0,350              | 1,130 | 0,389           | 0,9657     | 0,0158 | 0,511            | 0,670 | 1,526         | 0,9494     | 8,9 | 0,171       |
| Güvenç           | 45 | 0,410              | 1,362 | 0,103           | 0,9814     | 0,0040 | 0,448            | 0,778 | 1,152         | 0,9852     | 6,6 | 0,174       |
| Harabe           | 17 | 0,410              | 1,362 | 0,758           | 0,9544     | 0,0125 | 0,866            | 0,797 | 2,173         | 0,9330     | 6,3 | 0,345       |
| Karabalçık       | 19 | 0,420              | 1,402 | 0,802           | 0,9724     | 0,0094 | 0,922            | 0,791 | 2,333         | 0,9401     | 6,4 | 0,365       |
| Kızlar           | 29 | 0,400              | 1,322 | 0,619           | 0,9337     | 0,0121 | 0,738            | 0,767 | 1,925         | 0,9208     | 6,8 | 0,283       |
| Kumdere          | 10 | 0,670              | 2,685 | 0,350           | 0,9964     | 0,0076 | 0,931            | 1,240 | 1,502         | 0,9832     | 2,6 | 0,578       |
| Mahmut<br>Hacılı | 34 | 0,420              | 1,402 | 0,424           | 0,9912     | 0,0035 | 0,634            | 0,803 | 1,578         | 0,9869     | 6,2 | 0,255       |
| Ulucak<br>W1     | 12 | 0,290              | 0,914 | 0,494           | 0,9889     | 0,0120 | 0,472            | 0,577 | 1,636         | 0,9710     | 12  | 0,136       |
| Ulucak<br>W2     | 23 | 0,539              | 1,938 | 0,001           | 0,8515     | 0,0219 | 0,542            | 1,069 | 1,013         | 0,7763     | 3,5 | 0,290       |
| Vize             | 17 | 0,520              | 1,844 | 1,400           | 0,9920     | 0,0056 | 2,045            | 0,964 | 4,240         | 0,9669     | 4,3 | 0,986       |
| Kurukavak        | 21 | 0,284              | 0,894 | 0,014           | 0,6114     | 0,0485 | 0,300            | 0,712 | 0,844         | 0,9360     | 7,9 | 0,107       |
| Topçular         | 5  | 0,428              | 1,435 | 0,008           | 0,9904     | 0,0226 | 0,441            | 0,838 | 1,052         | 0,9962     | 5,7 | 0,185       |
| Uğrak            | 11 | 0,192              | 0,589 | 0,018           | -1,8139    | 0,1785 | 0,208            | 0,810 | 0,513         | 0,9857     | 6,1 | 0,084       |

Ayrıca 18 havzanın gözlenmiş ayarlanmış birim hidrografi (GABH) ve 18 havza için maksimum E'yi veren oluşturulmuş iki parametrelili lognormal ve gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının şekil olarak kıyaslanabilmesi için EK I'da her havza için üçü aynı şeklin içinde gösterilmiştir.

## 6. SONUÇLAR

Tez çalışması kapsamında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi kitabından seçilen 18 havzanın 14'ünde oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının Nash-Sutcliffe model etkinlik katsayılarının bire oldukça yakın hesaplanmasından dolayı ( $E > 0,85$ ), oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği söylenebilmektedir.

Ayrıca oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği saptanan 14 havza için, iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanımında 12 havzada iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonundan daha etkili olduğu ( $Emaks_{lognormal} > Emaks_{gamma}$ ) görülmüştür. Bu da çalışmada incelenmiş havzalar için oluşturulmuş iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanılabileceği havzalarda, iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun birim hidrograf olarak kullanımının iki parametrelili gamma olasılık yoğunluk fonksiyonundan daha üstün olduğunu göstermiştir.



## KAYNAKLAR

- Bayazıt, M.** (1999). Hidroloji, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Oğuz, E. B. Y.** (2005). Mühendisler için İstatistik, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Bedient, P. B., Huber, W. C. ve Vieux, B. E.** (2013). Hydrology and Floodplain Analysis, Pearson, Essex.
- Bhunya, P. K., Berndtsson, R., Ojha, C. S. P. ve Mishra, S. K.** (2006). Suitability of Gamma, Chi-square, Weibull, and Beta Distributions as synthetic unit hydrograph, *Journal of Hydrology*, Vol 334, Issues 1–2, Pages 28-38.
- Bhunya, P. K., Mishra, S. K. ve Berndtsson, R.** (2003). Simplified Two-Parameter Gamma Distribution for Derivation of Synthetic Unit Hydrograph, *Journal of Hydrologic Engineering*, 8:226-230.
- Bhunya, P. K., Mishra, S. K., Ojha, C. S. P. ve Berndtsson, R.** (2004). Parameter Estimation of Beta Distribution for Unit Hydrograph Derivation, *Journal of Hydrologic Engineering*, 9:325-332.
- Bronstein, I. N. ve Semendjajew, K. A.** (1981). Taschenbuch Der Mathematik, Verlag Harri Deutsch Thun und Frankfurt (Main).
- Butler, S. S.** (1957). Engineering Hydrology, Prentice-Hall, United States of America.
- Chow, V. T., Maidment, D.R. ve Mays, L.W.** (1988). Applied Hydrology, McGraw-Hill, Singapore.
- Haktanır, T. ve Sezen, N.** (1990). Suitability of Two-Parameter Gamma and Three-Parameter Beta Distributions as Synthetic Unit Hydrographs in Anatolia, *Hydrological Sciences Journal*, 35:2, 167-184.
- Limpert, E., Stahel, W. A. ve Abbt, M.** (2001). Lognormal Distributions across the Sciences: Keys and Clues, *BioScience*, 51:5, 341-352.
- Ojha, C. S. P., Berndtsson, R. ve Bhunya, P.** (2008). Engineering Hydrology, Oxford University Press, India.
- Sevinç, A. N., Aykanlı, N., Akbay, Ş., Denli, Ö. ve Acar, C. O.** (2000). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi, Yayın No:113, Rehber No:17, Menemen.
- Singh, S. K.** (2000). Transmuting Synthetic Unit Hydrographs into Gamma Distribution, *Journal of Hydrologic Engineering*, 5:380-385.
- Şen, Z.** (2004). Innovative Hydrograph Analysis and Methodologies, Turkish Water Foundation, İstanbul.
- Url-1** <[http://wiki.stat.ucla.edu/socr/index.php/AP\\_Statistics\\_Curriculum\\_2007\\_Gamma](http://wiki.stat.ucla.edu/socr/index.php/AP_Statistics_Curriculum_2007_Gamma)>, alındığı tarih: 05.11.2014.

- Uşul, N.** (2008). Mühendislik Hidrolojisi, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
- Viessman, W. ve Lewis, Jr. G. L.** (2003). Introduction to Hydrology (Fifth Edition), Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Wilson, E. M.** (1990). Engineering Hydrology, Macmillan, London.

## **EKLER**

**EK A:** 17 havzanın GABH koordinatları.

**EK B:** 17 havzanın GABH şekilleri.

**EK C:** 17 havza için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

**EK D:** 17 havzanın maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonlarının koordinatları.

**EK E:** 17 havzanın maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.

**EK F:** 17 havza için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

**EK G:** 17 havzanın maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonlarının koordinatları.

**EK H:** 17 havzanın maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.

**EK I:** 18 havzanın maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'lerinin şekil olarak karşılaştırılması.

**EK A****Çizelge A.1 : Topçu Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0           | 0,000                        | 2           | 0,061                        | 4           | 0,001                        |
| 1           | 0,932                        | 3           | 0,006                        | 5           | 0,000                        |

**Çizelge A.2 : Güvenç havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,0         | 0,000                        | 1,6         | 0,335                        | 3,2         | 0,024                        |
| 0,1         | 0,009                        | 1,7         | 0,272                        | 3,3         | 0,021                        |
| 0,2         | 0,027                        | 1,8         | 0,223                        | 3,4         | 0,019                        |
| 0,3         | 0,070                        | 1,9         | 0,179                        | 3,5         | 0,017                        |
| 0,4         | 0,188                        | 2,0         | 0,150                        | 3,6         | 0,014                        |
| 0,5         | 0,349                        | 2,1         | 0,121                        | 3,7         | 0,012                        |
| 0,6         | 0,502                        | 2,2         | 0,103                        | 3,8         | 0,010                        |
| 0,7         | 0,661                        | 2,3         | 0,089                        | 3,9         | 0,008                        |
| 0,8         | 0,797                        | 2,4         | 0,076                        | 4,0         | 0,006                        |
| 0,9         | 0,848                        | 2,5         | 0,065                        | 4,1         | 0,005                        |
| 1,0         | 0,900                        | 2,6         | 0,057                        | 4,2         | 0,003                        |
| 1,1         | 0,950                        | 2,7         | 0,050                        | 4,3         | 0,002                        |
| 1,2         | 0,915                        | 2,8         | 0,045                        | 4,4         | 0,001                        |
| 1,3         | 0,759                        | 2,9         | 0,039                        | 4,5         | 0,000                        |
| 1,4         | 0,603                        | 3,0         | 0,034                        | -           | -                            |
| 1,5         | 0,415                        | 3,1         | 0,027                        | -           | -                            |

**Çizelge A.3 : Ulucak (W-1) havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,0         | 0,000                        | 2,5         | 0,163                        | 5,0         | 0,009                        |
| 0,5         | 0,018                        | 3,0         | 0,109                        | 5,5         | 0,002                        |
| 1,0         | 0,253                        | 3,5         | 0,054                        | 6,0         | 0,000                        |
| 1,5         | 0,876                        | 4,0         | 0,036                        | -           | -                            |
| 2,0         | 0,543                        | 4,5         | 0,018                        | -           | -                            |

**Çizelge A.4 :** Ulucak (W-2) havzasının GABH koordinatları.

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 2,67        | 0,116                        | 5,33        | 0,032                        |
| 0,33        | 0,158                        | 3,00        | 0,084                        | 5,67        | 0,026                        |
| 0,67        | 0,837                        | 3,33        | 0,074                        | 6,00        | 0,021                        |
| 1,00        | 0,474                        | 3,67        | 0,063                        | 6,33        | 0,016                        |
| 1,33        | 0,326                        | 4,00        | 0,053                        | 6,67        | 0,011                        |
| 1,67        | 0,284                        | 4,33        | 0,047                        | 7,00        | 0,007                        |
| 2,00        | 0,189                        | 4,67        | 0,042                        | 7,33        | 0,003                        |
| 2,33        | 0,147                        | 5,00        | 0,037                        | 7,67        | 0,000                        |

**Çizelge A.5 :** Mahmuthacılı Deresi havzasının GABH koordinatları.

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 2,00        | 0,361                        | 4,17        | 0,020                        |
| 0,17        | 0,017                        | 2,33        | 0,245                        | 4,33        | 0,015                        |
| 0,33        | 0,041                        | 2,50        | 0,195                        | 4,50        | 0,011                        |
| 0,50        | 0,070                        | 2,67        | 0,156                        | 4,67        | 0,007                        |
| 0,67        | 0,257                        | 2,83        | 0,121                        | 4,83        | 0,004                        |
| 0,83        | 0,406                        | 3,00        | 0,097                        | 5,00        | 0,003                        |
| 1,00        | 0,515                        | 3,17        | 0,075                        | 5,17        | 0,001                        |
| 1,17        | 0,590                        | 3,33        | 0,061                        | 5,33        | 0,001                        |
| 1,33        | 0,638                        | 3,50        | 0,048                        | 5,50        | 0,000                        |
| 1,50        | 0,676                        | 3,67        | 0,040                        | 5,67        | 0,000                        |
| 1,67        | 0,539                        | 3,83        | 0,032                        | 5,83        | 0,000                        |
| 1,83        | 0,436                        | 4,00        | 0,026                        | -           | -                            |

**Çizelge A.6 :** Çiçek Deresi havzasının GABH koordinatları.

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,0         | 0,000                        | 3,5         | 0,239                        | 7,5         | 0,011                        |
| 0,5         | 0,013                        | 4,0         | 0,154                        | 8,0         | 0,007                        |
| 1,0         | 0,031                        | 4,5         | 0,096                        | 8,5         | 0,006                        |
| 1,5         | 0,083                        | 5,0         | 0,059                        | 9,0         | 0,003                        |
| 2,0         | 0,404                        | 5,5         | 0,051                        | 9,5         | 0,001                        |
| 2,2         | 0,458                        | 6,0         | 0,040                        | 10,0        | 0,000                        |
| 2,5         | 0,444                        | 6,5         | 0,026                        | -           | -                            |
| 3,0         | 0,316                        | 7,0         | 0,017                        | -           | -                            |

**Çizelge A.7 : Kızlar Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 3,33        | 0,1166                       | 6,67        | 0,016                        |
| 0,33        | 0,044                        | 3,67        | 0,0823                       | 7,00        | 0,014                        |
| 0,67        | 0,133                        | 4,00        | 0,0651                       | 7,33        | 0,012                        |
| 1,00        | 0,250                        | 4,33        | 0,0535                       | 7,67        | 0,010                        |
| 1,33        | 0,379                        | 4,67        | 0,0453                       | 8,00        | 0,007                        |
| 1,67        | 0,576                        | 5,00        | 0,0357                       | 8,33        | 0,005                        |
| 2,00        | 0,446                        | 5,33        | 0,0302                       | 8,67        | 0,004                        |
| 2,33        | 0,274                        | 5,67        | 0,0254                       | 9,00        | 0,002                        |
| 2,67        | 0,185                        | 6,00        | 0,0219                       | 9,33        | 0,001                        |
| 3,00        | 0,158                        | 6,33        | 0,0192                       | 9,67        | 0,000                        |

**Çizelge A.8 : Kurukavak Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 2,00        | 0,136                        | 4,00        | 0,038                        |
| 0,25        | 0,169                        | 2,25        | 0,114                        | 4,25        | 0,030                        |
| 0,50        | 0,678                        | 2,50        | 0,102                        | 4,50        | 0,021                        |
| 0,75        | 1,403                        | 2,75        | 0,089                        | 4,75        | 0,013                        |
| 1,00        | 0,779                        | 3,00        | 0,076                        | 5,00        | 0,006                        |
| 1,25        | 0,398                        | 3,25        | 0,064                        | 5,25        | 0,000                        |
| 1,50        | 0,246                        | 3,50        | 0,055                        | -           | -                            |
| 1,75        | 0,178                        | 3,75        | 0,047                        | -           | -                            |

**Çizelge A.9 : Çayır Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 1,50        | 0,280                        | 3,00        | 0,058                        |
| 0,25        | 0,354                        | 1,75        | 0,223                        | 3,25        | 0,036                        |
| 0,50        | 0,957                        | 2,00        | 0,174                        | 3,50        | 0,019                        |
| 0,75        | 0,710                        | 2,25        | 0,129                        | 3,75        | 0,009                        |
| 1,00        | 0,511                        | 2,50        | 0,105                        | 4,00        | 0,000                        |
| 1,25        | 0,348                        | 2,75        | 0,081                        | -           | -                            |

**Çizelge A.10 : Karabalçık Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,0         | 0,000                        | 3,0         | 0,231                        | 6,5         | 0,020                        |
| 0,5         | 0,013                        | 3,5         | 0,156                        | 7,0         | 0,014                        |
| 1,0         | 0,086                        | 4,0         | 0,109                        | 7,5         | 0,005                        |
| 1,5         | 0,428                        | 4,5         | 0,071                        | 8,0         | 0,003                        |
| 1,8         | 0,463                        | 5,0         | 0,054                        | 8,5         | 0,003                        |
| 2,0         | 0,434                        | 5,5         | 0,039                        | 9,0         | 0,000                        |
| 2,5         | 0,312                        | 6,0         | 0,028                        | -           | -                            |

**Çizelge A.11 : Ayvalı Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 1,00        | 0,698                        | 2,16        | 0,110                        |
| 0,16        | 0,199                        | 1,16        | 0,578                        | 2,33        | 0,080                        |
| 0,33        | 0,459                        | 1,33        | 0,428                        | 2,50        | 0,060                        |
| 0,50        | 0,798                        | 1,50        | 0,299                        | 2,66        | 0,030                        |
| 0,66        | 1,259                        | 1,66        | 0,239                        | 2,83        | 0,005                        |
| 0,69        | 1,336                        | 1,83        | 0,199                        | 3,00        | 0,000                        |
| 0,83        | 0,997                        | 2,00        | 0,150                        | -           | -                            |

**Çizelge A.12 : Vize Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0           | 0,000                        | 6           | 0,094                        | 12          | 0,009                        |
| 1           | 0,029                        | 7           | 0,067                        | 13          | 0,008                        |
| 2           | 0,135                        | 8           | 0,046                        | 14          | 0,004                        |
| 3           | 0,215                        | 9           | 0,036                        | 15          | 0,002                        |
| 4           | 0,181                        | 10          | 0,026                        | 16          | 0,001                        |
| 5           | 0,130                        | 11          | 0,018                        | 17          | 0,000                        |

**Çizelge A.13 : Harabe Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 2,50        | 0,286                        | 5,50        | 0,038                        |
| 0,50        | 0,046                        | 3,00        | 0,191                        | 6,00        | 0,026                        |
| 1,00        | 0,184                        | 3,50        | 0,123                        | 6,50        | 0,015                        |
| 1,50        | 0,400                        | 4,00        | 0,090                        | 7,00        | 0,009                        |
| 1,88        | 0,494                        | 4,50        | 0,070                        | 7,50        | 0,003                        |
| 2,00        | 0,466                        | 5,00        | 0,053                        | 8,00        | 0,000                        |

**Çizelge A.14 : Damlıca Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0           | 0,000                        | 6           | 0,116                        | 12          | 0,012                        |
| 1           | 0,022                        | 7           | 0,071                        | 13          | 0,008                        |
| 2           | 0,072                        | 8           | 0,054                        | 14          | 0,005                        |
| 3           | 0,171                        | 9           | 0,038                        | 15          | 0,003                        |
| 4           | 0,203                        | 10          | 0,027                        | 16          | 0,000                        |
| 5           | 0,179                        | 11          | 0,018                        | -           | -                            |

**Çizelge A.15 : Glabbera Deresi havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 1,50        | 0,726                        | 3,50        | 0,066                        |
| 0,50        | 0,078                        | 2,00        | 0,348                        | 4,00        | 0,033                        |
| 1,00        | 0,489                        | 2,50        | 0,171                        | 4,50        | 0,015                        |
| 1,34        | 0,819                        | 3,00        | 0,096                        | 5,00        | 0,000                        |

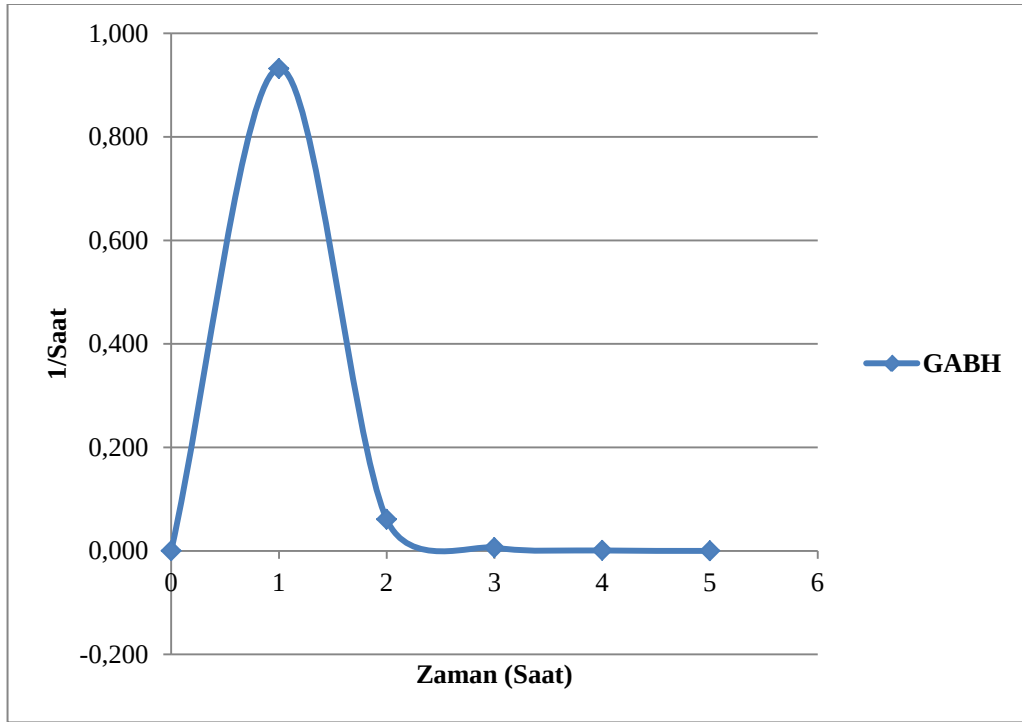
**Çizelge A.16 : Kumdere havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0           | 0,000                        | 4           | 0,062                        | 8           | 0,003                        |
| 1           | 0,525                        | 5           | 0,034                        | 9           | 0,001                        |
| 2           | 0,246                        | 6           | 0,014                        | 10          | 0,000                        |
| 3           | 0,111                        | 7           | 0,006                        | -           | -                            |

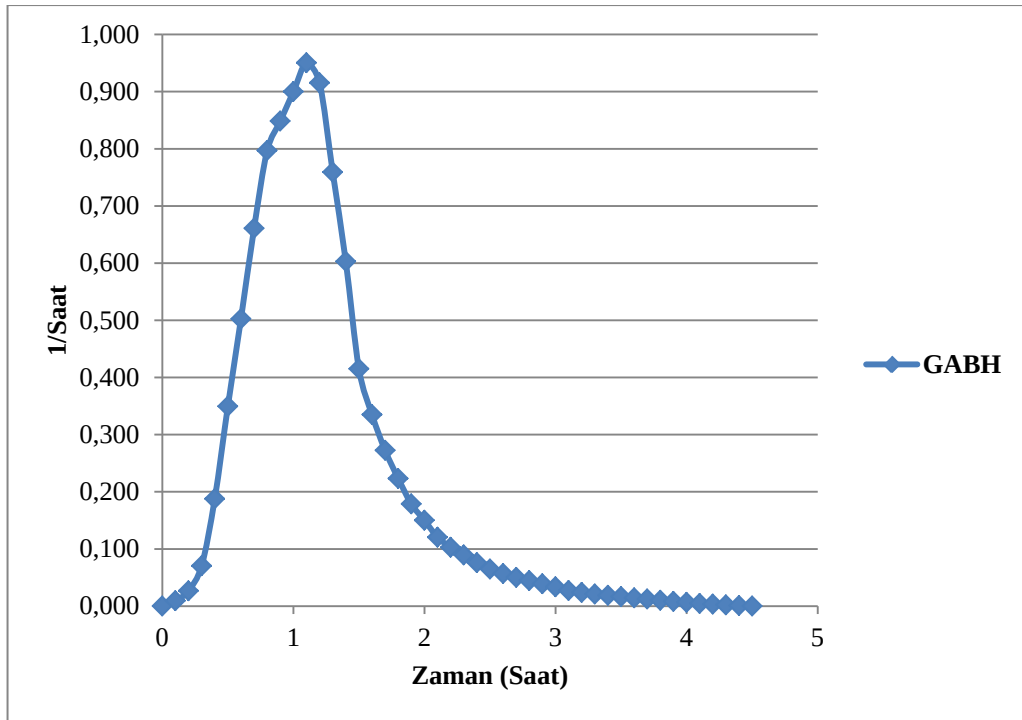
**Çizelge A.17 : Uğrak havzasının GABH koordinatları.**

| Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | BHD <sub>a</sub><br>(1/Saat) |
|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| 0,00        | 0,000                        | 0,75        | 0,591                        | 1,75        | 0,051                        |
| 0,25        | 1,003                        | 1,00        | 0,231                        | 2,00        | 0,031                        |
| 0,43        | 2,068                        | 1,25        | 0,103                        | 2,25        | 0,015                        |
| 0,50        | 1,954                        | 1,50        | 0,067                        | 2,50        | 0,000                        |

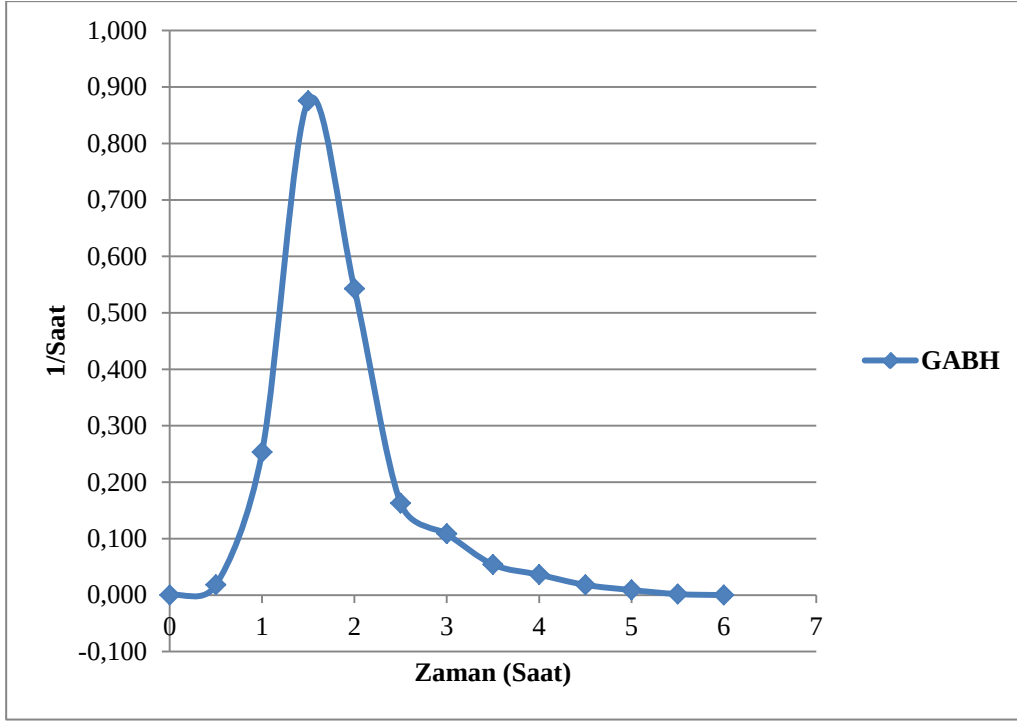
## EK B



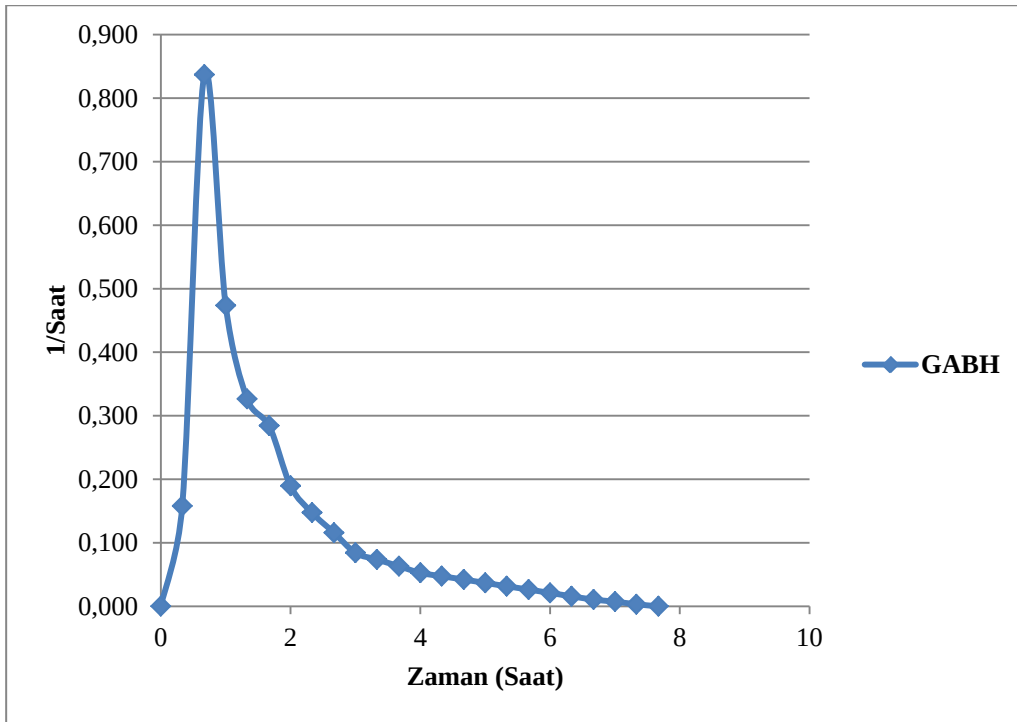
Şekil B.1 : Topçu havzasının GABH şekli.



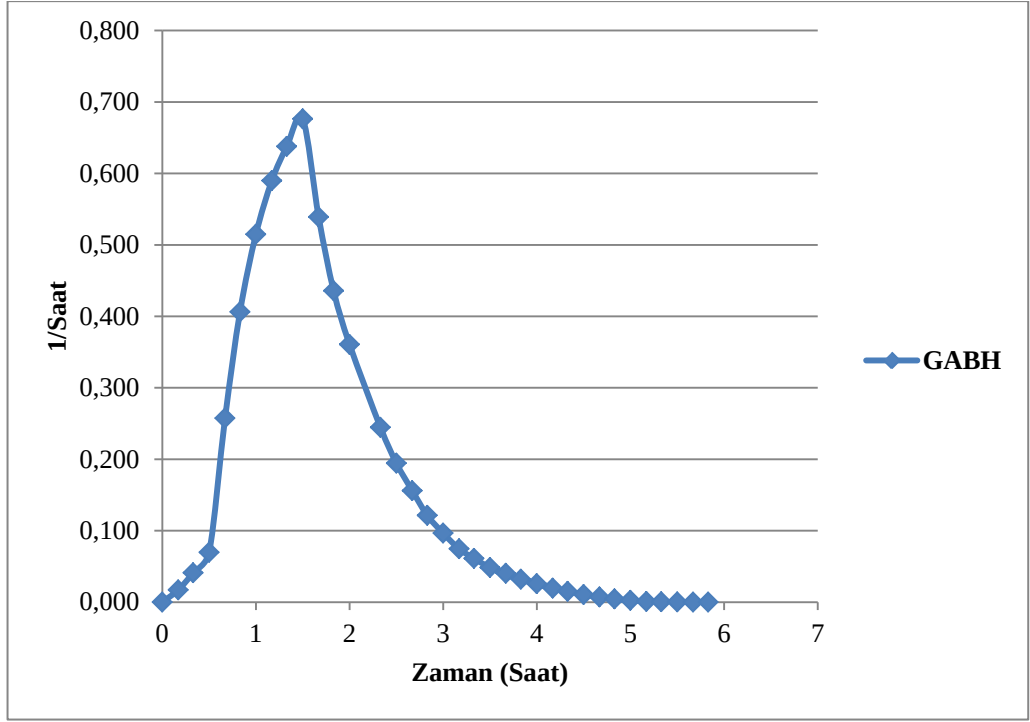
Şekil B.2 : Güvenç havzasının GABH şekli.



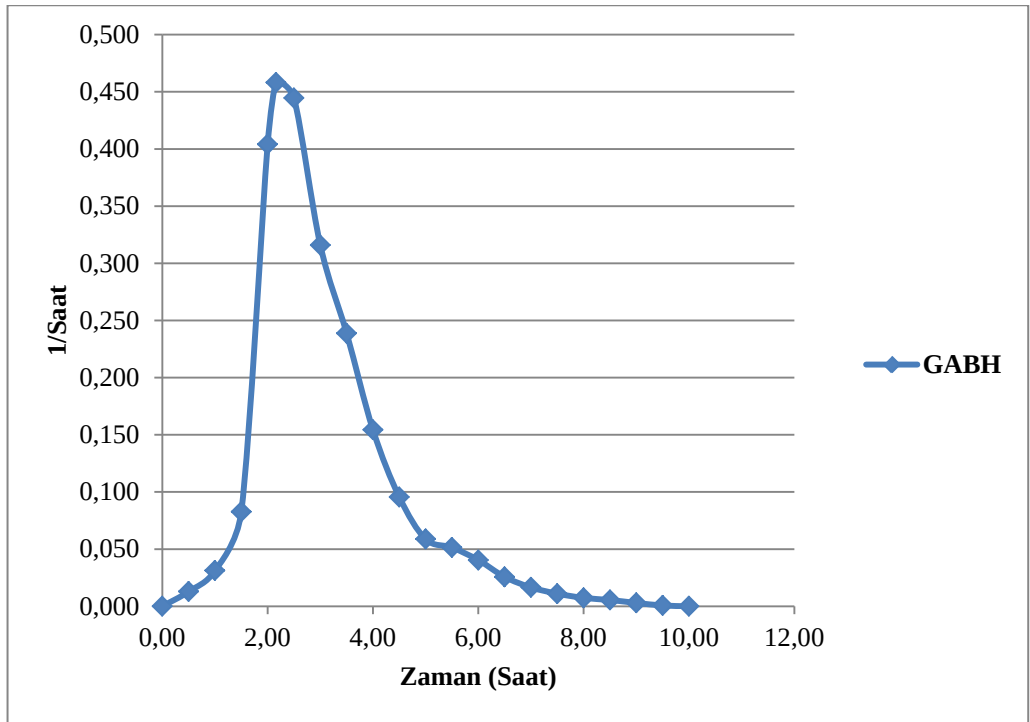
Şekil B.3 : Ulucak (W-1) havzasının GABH şekli.



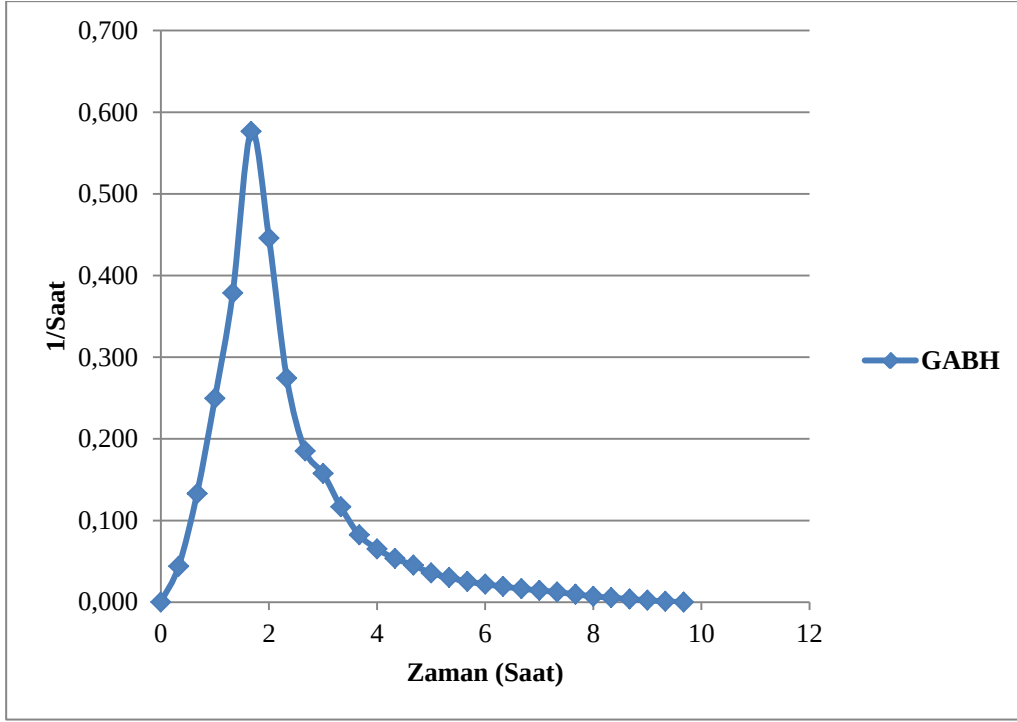
Şekil B.4 : Ulucak (W-2) havzasının GABH şekli.



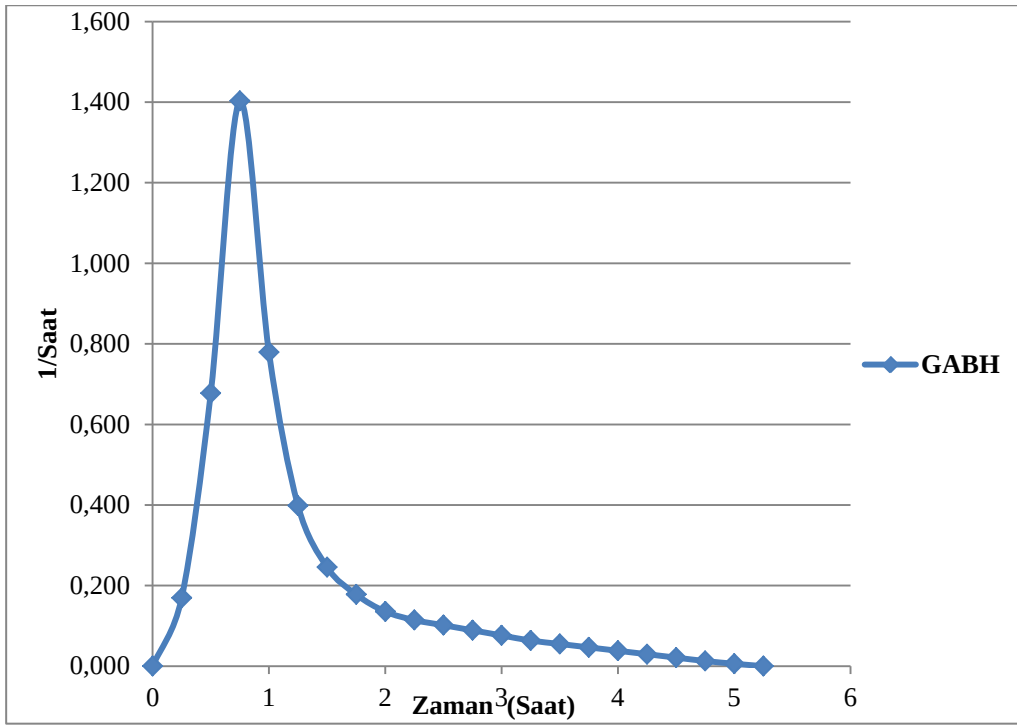
Şekil B.5 : Mahmuthacılı Deresi havzasının GABH şekli.



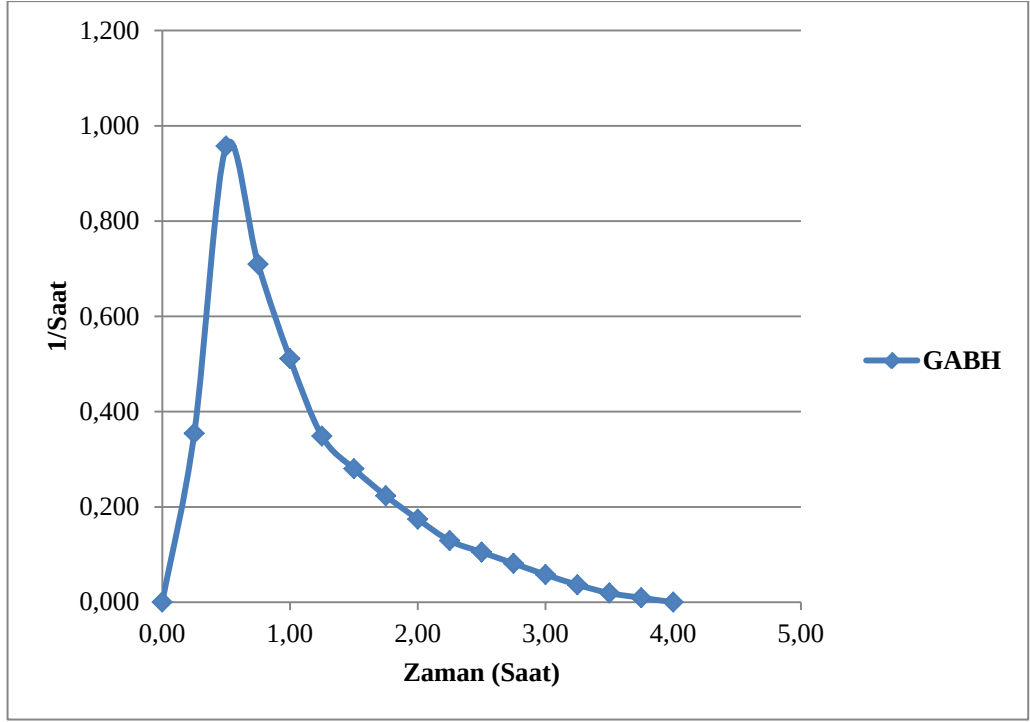
Şekil B.6 : Çiçek Deresi havzasının GABH şekli.



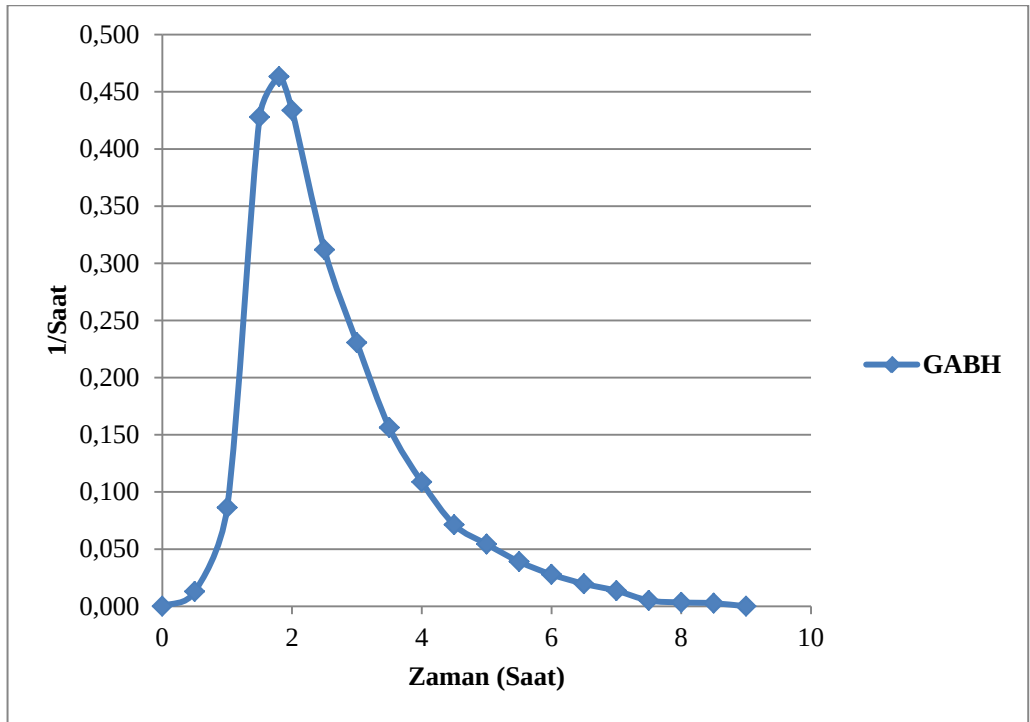
Şekil B.7 : Kızlar Deresi havzasının GABH şekli.



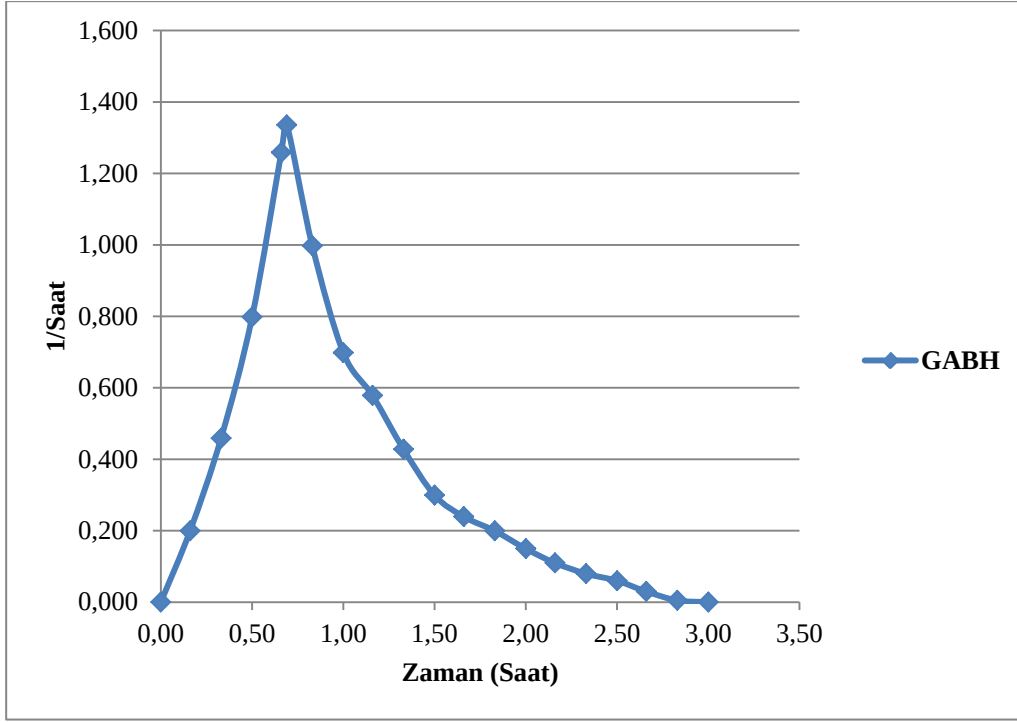
Şekil B.8 : Kurukavak Deresi havzasının GABH şekli.



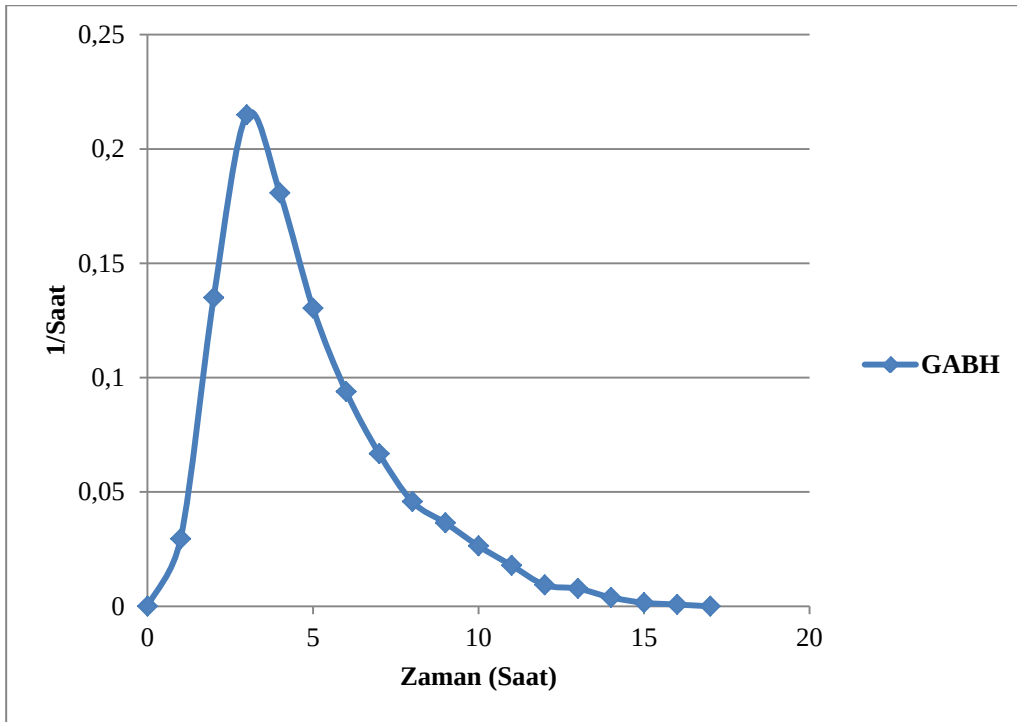
Şekil B.9 : Çayır Deresi havzasının GABH şekli.



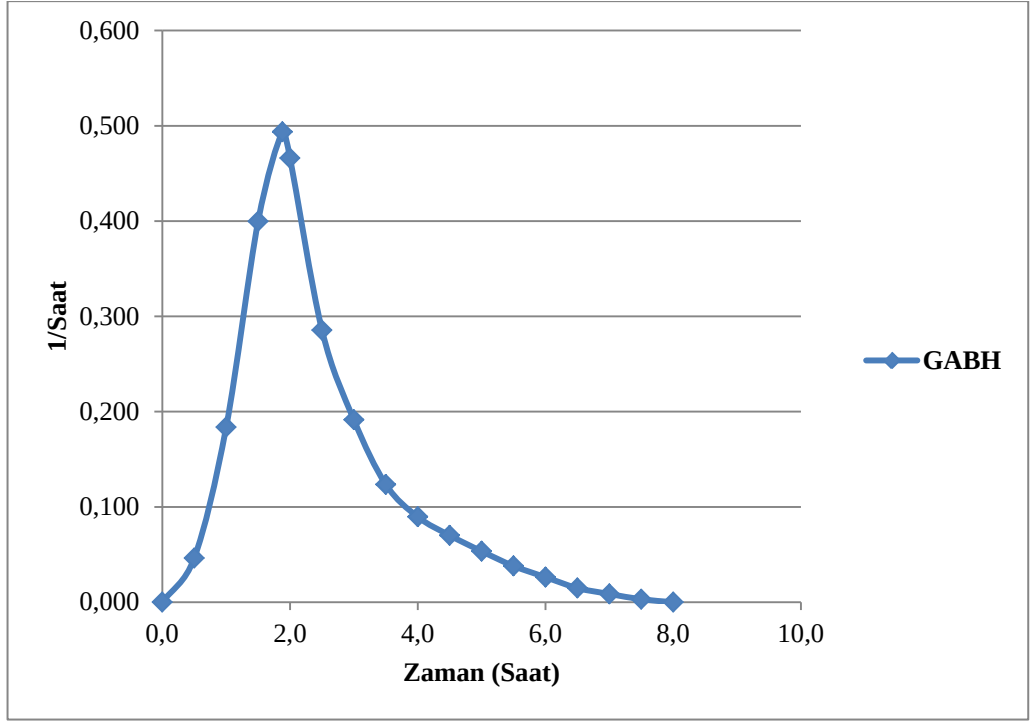
Şekil B.10 : Karabalçık Deresi havzasının GABH şekli.



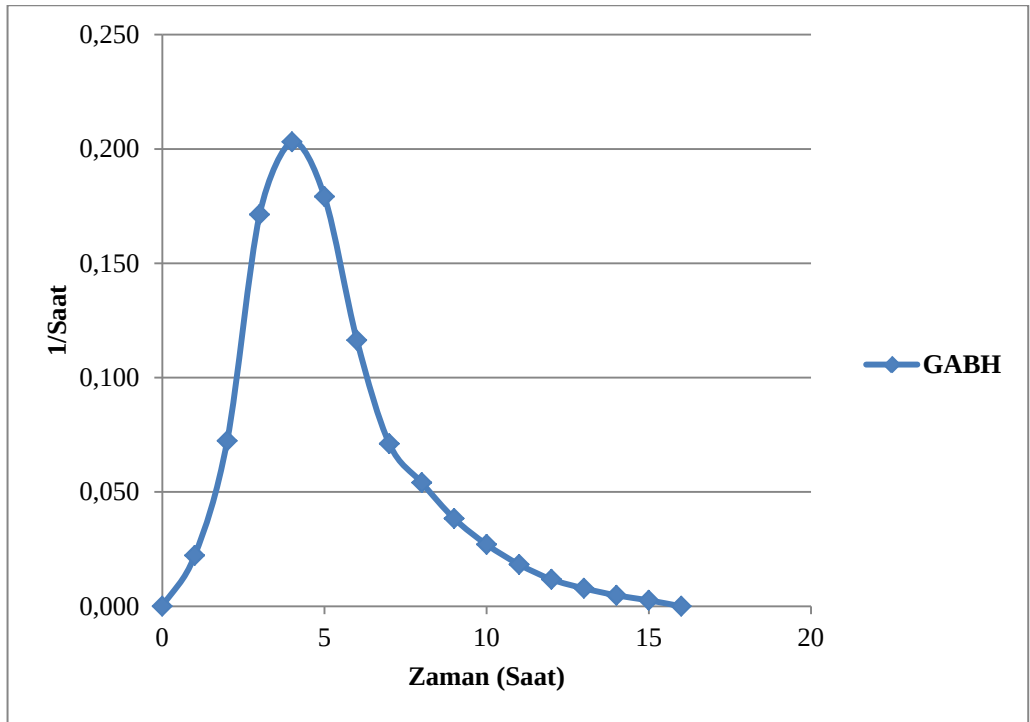
Şekil B.11 : Ayvalı Deresi havzasının GABH şekli.



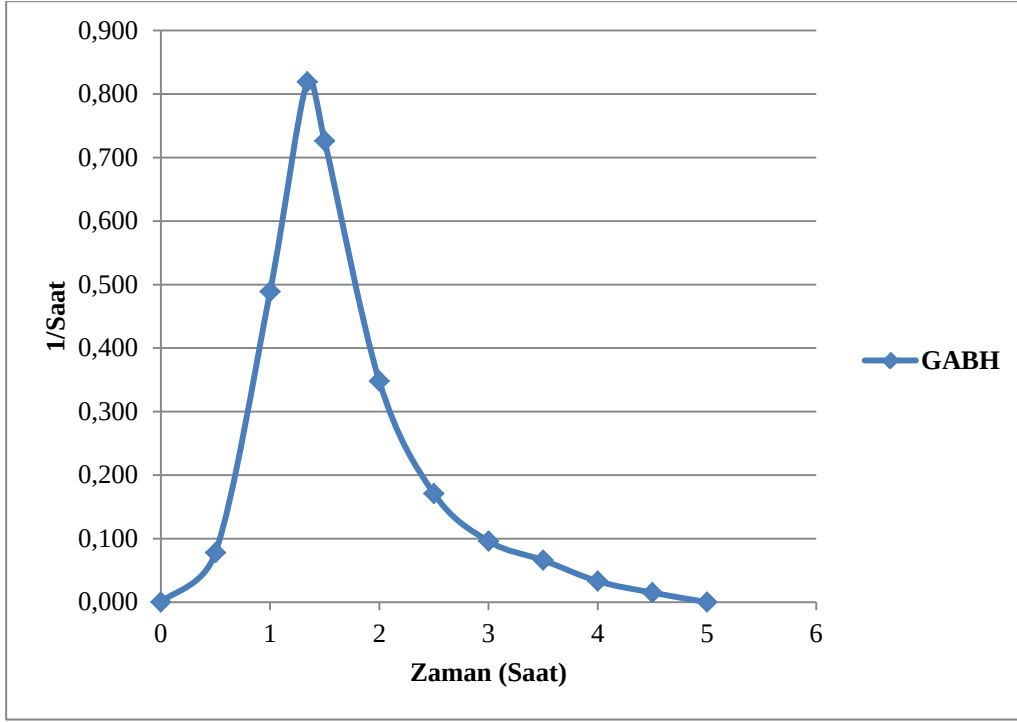
Şekil B.12 : Vize Deresi havzasının GABH şekli.



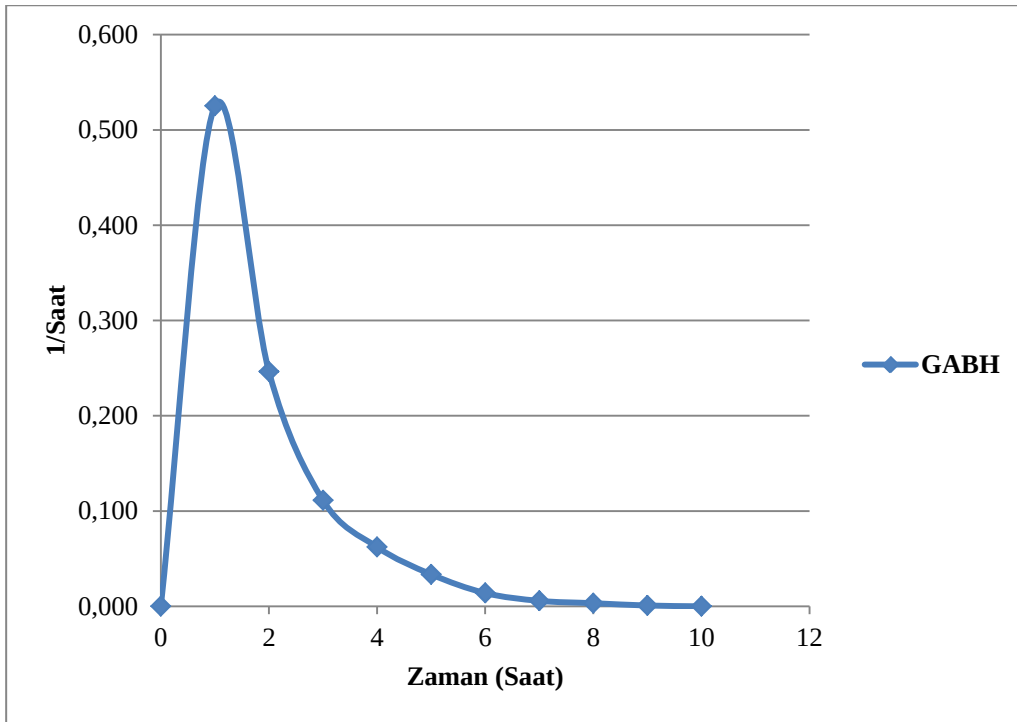
**Şekil B.13 :** Harabe Deresi havzasının GABH şekli.



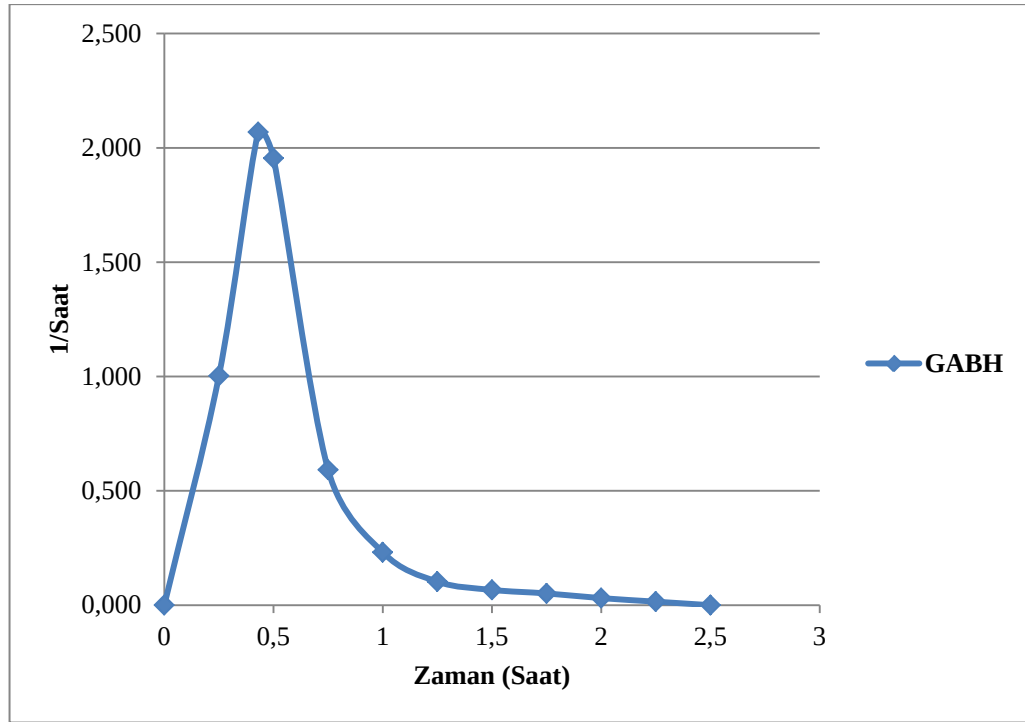
**Şekil B.14 :** Damlıca Deresi havzasının GABH şekli.



Şekil B.15 : Glabbera Deresi havzasının GABH şekli.



Şekil B.16 : Kumdere havzasının GABH şekli.



**Şekil B.17 :** Uğrak havzasının GABH şekli.

## EK C

**Çizelge C.1 :** Topçu Deresi havzası ( $pik_x$  1 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,300             | 0,253          | 0,950        | 1                       | 0,9476        | 0,0527         |
| 0,400             | 0,147          | 1,322        | 1                       | 0,9615        | 0,0451         |
| 0,420             | 0,082          | 1,402        | 1                       | 0,9774        | 0,0346         |
| <b>0,428</b>      | <b>0,008</b>   | <b>1,435</b> | <b>1</b>                | <b>0,9904</b> | <b>0,0226</b>  |

**Çizelge C.2 :** Güvenç havzası ( $pik_x$  1,1 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,360             | 0,218          | 1,167        | 1,1                     | 0,8917        | 0,0097         |
| 0,370             | 0,187          | 1,205        | 1,1                     | 0,9342        | 0,0076         |
| 0,400             | 0,124          | 1,322        | 1,0                     | 0,9801        | 0,0042         |
| <b>0,410</b>      | <b>0,103</b>   | <b>1,362</b> | <b>0,9</b>              | <b>0,9814</b> | <b>0,0040</b>  |
| 0,420             | 0,087          | 1,402        | 0,9                     | 0,9781        | 0,0044         |
| 0,430             | 0,068          | 1,444        | 0,9                     | 0,9697        | 0,0051         |
| 0,451             | 0,025          | 1,532        | 0,8                     | 0,9350        | 0,0075         |

**Çizelge C.3 :** Ulucak (W-1) havzası ( $pik_x$  1,5 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,20              | 0,588          | 0,614        | 1,5                     | 0,8466        | 0,0449         |
| 0,28              | 0,518          | 0,880        | 1,5                     | 0,9888        | 0,0120         |
| <b>0,29</b>       | <b>0,494</b>   | <b>0,915</b> | <b>1,5</b>              | <b>0,9889</b> | <b>0,0121</b>  |
| 0,30              | 0,453          | 0,950        | 1,5                     | 0,9655        | 0,0213         |
| 0,44              | 0,115          | 1,487        | 1,5                     | 0,2709        | 0,0980         |

**Çizelge C.4 :** Ulucak (W-2) havzası ( $pik_x$  0,67 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,462             | 0,116          | 1,579        | 1,00                    | 0,7215        | 0,0961         |
| 0,520             | 0,011          | 1,845        | 0,67                    | 0,8318        | 0,0233         |
| 0,530             | 0,006          | 1,893        | 0,67                    | 0,8431        | 0,0225         |
| <b>0,539</b>      | <b>0,001</b>   | <b>1,938</b> | <b>0,67</b>             | <b>0,8515</b> | <b>0,0219</b>  |

**Çizelge C.5 :** Mahmuthacılı Deresi havzası ( $pik_x$  1,5 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,347             | 0,579          | 1,119        | 1,50                    | 0,7759        | 0,0175         |
| 0,380             | 0,505          | 1,244        | 1,50                    | 0,9323        | 0,0096         |
| 0,390             | 0,483          | 1,283        | 1,33                    | 0,9588        | 0,0075         |
| 0,410             | 0,448          | 1,362        | 1,33                    | 0,9862        | 0,0043         |
| <b>0,420</b>      | <b>0,424</b>   | <b>1,402</b> | <b>1,33</b>             | <b>0,9912</b> | <b>0,0035</b>  |
| 0,430             | 0,399          | 1,444        | 1,17                    | 0,9883        | 0,0040         |
| 0,440             | 0,386          | 1,485        | 1,17                    | 0,9838        | 0,0047         |
| 0,450             | 0,371          | 1,528        | 1,17                    | 0,9753        | 0,0058         |

**Çizelge C.6 :** Çiçek Deresi havzası ( $pik_x$  2,16 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,30              | 1,080          | 0,950        | 2,50                    | 0,8906        | 0,0188         |
| 0,32              | 1,048          | 1,021        | 2,50                    | 0,9511        | 0,0126         |
| <b>0,33</b>       | <b>1,025</b>   | <b>1,057</b> | <b>2,50</b>             | <b>0,9682</b> | <b>0,0101</b>  |
| 0,34              | 0,969          | 1,093        | 2,16                    | 0,9532        | 0,0123         |
| 0,35              | 0,960          | 1,119        | 2,16                    | 0,9466        | 0,0131         |
| 0,36              | 0,941          | 1,167        | 2,16                    | 0,9239        | 0,0157         |
| 0,41              | 0,842          | 1,351        | 2,00                    | 0,7007        | 0,0310         |

**Çizelge C.7 :** Kızlar Deresi havzası ( $pik_x$  1,67 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,370             | 0,689          | 1,205        | 1,67                    | 0,8962        | 0,0152         |
| 0,390             | 0,649          | 1,283        | 1,67                    | 0,9297        | 0,0125         |
| <b>0,400</b>      | <b>0,619</b>   | <b>1,322</b> | <b>1,67</b>             | <b>0,9337</b> | <b>0,0121</b>  |
| 0,410             | 0,573          | 1,362        | 1,67                    | 0,9147        | 0,0137         |
| 0,497             | 0,435          | 1,738        | 1,33                    | 0,7509        | 0,0235         |

**Çizelge C.8 :** Kurukavak Deresi havzası ( $pik_x$  0,75 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|
| 0,100             | 1,037          | 0,302        | 2,75                    | -1,9551       | 0,1336         |
| 0,200             | 0,325          | 0,614        | 1,25                    | -0,7667       | 0,1033         |
| 0,280             | 0,049          | 0,880        | 1,00                    | 0,5215        | 0,0538         |
| <b>0,284</b>      | <b>0,014</b>   | <b>0,894</b> | <b>1,00</b>             | <b>0,6114</b> | <b>0,0485</b>  |

**Çizelge C.9 :** Çayır Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 0,5 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,360             | 0,195          | 1,168        | 1,00                             | -0,1995       | 0,0674         |
| 0,400             | 0,115          | 1,322        | 1,00                             | 0,1769        | 0,0558         |
| 0,450             | 0,005          | 1,528        | 0,75                             | 0,551         | 0,0412         |
| <b>0,453</b>      | <b>0,002</b>   | <b>1,541</b> | <b>0,75</b>                      | <b>0,5642</b> | <b>0,0406</b>  |

**Çizelge C.10 :** Karabalçık Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 1,8 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,399             | 0,848          | 1,320        | 2,0                              | 0,9145        | 0,0119         |
| 0,414             | 0,810          | 1,378        | 1,8                              | 0,9710        | 0,0096         |
| <b>0,420</b>      | <b>0,802</b>   | <b>1,402</b> | <b>1,8</b>                       | <b>0,9724</b> | <b>0,0094</b>  |
| 0,430             | 0,786          | 1,444        | 1,8                              | 0,9698        | 0,0098         |

**Çizelge C.11 :** Ayvalı Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 0,69 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,280             | 0,101          | 0,880        | 1                                | -0,1283       | 0,0563         |
| 0,290             | 0,070          | 0,915        | 1                                | 0,0352        | 0,0520         |
| 0,294             | 0,052          | 0,929        | 1                                | 0,1144        | 0,0499         |
| <b>0,298</b>      | <b>0,020</b>   | <b>0,943</b> | <b>1</b>                         | <b>0,2254</b> | <b>0,0466</b>  |

**Çizelge C.12 :** Vize Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 3 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,352             | 1,723          | 1,139        | 5                                | 0,2956        | 0,0529         |
| 0,515             | 1,400          | 1,821        | 3                                | 0,9912        | 0,0059         |
| <b>0,520</b>      | <b>1,405</b>   | <b>1,845</b> | <b>3</b>                         | <b>0,9920</b> | <b>0,0056</b>  |
| 0,530             | 1,394          | 1,893        | 3                                | 0,9918        | 0,0057         |
| 0,550             | 1,366          | 1,993        | 3                                | 0,9836        | 0,0081         |
| 0,560             | 1,349          | 2,044        | 3                                | 0,9747        | 0,0100         |
| 0,570             | 1,330          | 2,097        | 3                                | 0,9612        | 0,0124         |
| 0,580             | 1,307          | 2,150        | 3                                | 0,9421        | 0,0152         |

**Çizelge C.13 :** Harabe Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 1,88 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,366             | 0,856          | 1,189        | 2,00                             | 0,8038        | 0,0260         |
| 0,400             | 0,783          | 1,322        | 1,88                             | 0,9378        | 0,0147         |
| 0,410             | 0,758          | 1,362        | 1,88                             | 0,9544        | 0,0125         |
| <b>0,420</b>      | <b>0,722</b>   | <b>1,402</b> | <b>1,88</b>                      | <b>0,9549</b> | <b>0,0125</b>  |
| 0,424             | 0,702          | 1,419        | 1,88                             | 0,9456        | 0,0137         |

**Çizelge C.14 :** Damlıca Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 4 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,335             | 1,799          | 1,074        | 5                                | 0,4220        | 0,0360         |
| 0,450             | 1,574          | 1,528        | 4                                | 0,9873        | 0,0072         |
| <b>0,460</b>      | <b>1,553</b>   | <b>1,571</b> | <b>4</b>                         | <b>0,9927</b> | <b>0,0054</b>  |
| 0,470             | 1,525          | 1,614        | 4                                | 0,9906        | 0,0062         |
| 0,480             | 1,489          | 1,659        | 4                                | 0,9752        | 0,0100         |

**Çizelge C.15 :** Glabbera Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 1,34 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,340             | 0,417          | 1,093        | 1,34                             | 0,9635        | 0,0163         |
| <b>0,350</b>      | <b>0,389</b>   | <b>1,130</b> | <b>1,34</b>                      | <b>0,9657</b> | <b>0,0158</b>  |
| 0,358             | 0,354          | 1,161        | 1,34                             | 0,9449        | 0,0201         |
| 0,363             | 0,312          | 1,179        | 1,34                             | 0,8904        | 0,0283         |

**Çizelge C.16 :** Kumdere Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 1 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,488             | 0,459          | 1,696        | 1                                | 0,9475        | 0,0290         |
| 0,580             | 0,426          | 2,150        | 1                                | 0,9913        | 0,0164         |
| 0,700             | 0,283          | 2,888        | 1                                | 0,9950        | 0,0093         |
| <b>0,710</b>      | <b>0,261</b>   | <b>2,960</b> | <b>1</b>                         | <b>0,9967</b> | <b>0,0107</b>  |
| 0,720             | 0,235          | 3,033        | 1                                | 0,9964        | 0,0077         |
| 0,730             | 0,205          | 3,107        | 1                                | 0,9961        | 0,0144         |
| 0,740             | 0,169          | 3,184        | 1                                | 0,9959        | 0,0170         |

**Çizelge C.17 :** Uğrak Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 0,43 saat) için 2P lognormal dağılımın parametrelerinin, deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| $\sigma_Y$ (Saat) | $\mu_Y$ (Saat) | $C_s$        | Log-N Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E              | HKOK<br>(Saat) |
|-------------------|----------------|--------------|----------------------------------|----------------|----------------|
| 0,100             | 0,316          | 0,302        | 1,25                             | -3,2827        | 0,2203         |
| 0,150             | 0,259          | 0,456        | 1,25                             | -2,7027        | 0,2048         |
| 0,190             | 0,033          | 0,582        | 1,00                             | -1,8884        | 0,1809         |
| <b>0,192</b>      | <b>0,018</b>   | <b>0,589</b> | <b>1,00</b>                      | <b>-1,8139</b> | <b>0,1785</b>  |

**EK D****Çizelge D.1 :** Topçu havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0           | 0,000              | 2           | 0,129              | 4           | 0,001              |
| 1           | 0,932              | 3           | 0,012              | 5           | 0,000              |

**Çizelge D.2 :** Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,0         | 0,000              | 1,6         | 0,407              | 3,2         | 0,011              |
| 0,1         | 0,000              | 1,7         | 0,332              | 3,3         | 0,009              |
| 0,2         | 0,001              | 1,8         | 0,269              | 3,4         | 0,007              |
| 0,3         | 0,020              | 1,9         | 0,216              | 3,5         | 0,005              |
| 0,4         | 0,111              | 2,0         | 0,173              | 3,6         | 0,004              |
| 0,5         | 0,296              | 2,1         | 0,137              | 3,7         | 0,003              |
| 0,6         | 0,529              | 2,2         | 0,109              | 3,8         | 0,003              |
| 0,7         | 0,742              | 2,3         | 0,087              | 3,9         | 0,002              |
| 0,8         | 0,887              | 2,4         | 0,069              | 4,0         | 0,002              |
| 0,9         | 0,950              | 2,5         | 0,054              | 4,1         | 0,001              |
| 1,0         | 0,943              | 2,6         | 0,043              | 4,2         | 0,001              |
| 1,1         | 0,884              | 2,7         | 0,034              | 4,3         | 0,001              |
| 1,2         | 0,796              | 2,8         | 0,027              | 4,4         | 0,001              |
| 1,3         | 0,694              | 2,9         | 0,021              | 4,5         | 0,001              |
| 1,4         | 0,591              | 3,0         | 0,017              | -           | -                  |
| 1,5         | 0,494              | 3,1         | 0,013              | -           | -                  |

**Çizelge D.3 :** Ulucak (W-1) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,0         | 0,000              | 2,5         | 0,190              | 5,0         | 0,000              |
| 0,5         | 0,001              | 3,0         | 0,052              | 5,5         | 0,000              |
| 1,0         | 0,323              | 3,5         | 0,013              | 6,0         | 0,000              |
| 1,5         | 0,876              | 4,0         | 0,003              | -           | -                  |
| 2,0         | 0,543              | 4,5         | 0,001              | -           | -                  |

**Çizelge D.4 :** Ulucak (W-2) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 2,67        | 0,053              | 5,33        | 0,001              |
| 0,33        | 0,269              | 3,00        | 0,031              | 5,67        | 0,001              |
| 0,67        | 0,837              | 3,33        | 0,019              | 6,00        | 0,000              |
| 1,00        | 0,740              | 3,67        | 0,011              | 6,33        | 0,000              |
| 1,33        | 0,484              | 4,00        | 0,007              | 6,67        | 0,000              |
| 1,67        | 0,282              | 4,33        | 0,004              | 7,00        | 0,000              |
| 2,00        | 0,162              | 4,67        | 0,003              | 7,33        | 0,000              |
| 2,33        | 0,093              | 5,00        | 0,002              | 7,67        | 0,000              |

**Çizelge D.5 :** Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 2,00        | 0,387              | 4,17        | 0,013              |
| 0,17        | 0,000              | 2,33        | 0,246              | 4,33        | 0,010              |
| 0,33        | 0,004              | 2,50        | 0,191              | 4,50        | 0,008              |
| 0,50        | 0,055              | 2,67        | 0,147              | 4,67        | 0,006              |
| 0,67        | 0,207              | 2,83        | 0,114              | 4,83        | 0,005              |
| 0,83        | 0,399              | 3,00        | 0,087              | 5,00        | 0,004              |
| 1,00        | 0,571              | 3,17        | 0,066              | 5,17        | 0,003              |
| 1,17        | 0,664              | 3,33        | 0,051              | 5,33        | 0,002              |
| 1,33        | 0,676              | 3,50        | 0,039              | 5,50        | 0,002              |
| 1,50        | 0,633              | 3,67        | 0,029              | 5,67        | 0,001              |
| 1,67        | 0,556              | 3,83        | 0,023              | 5,83        | 0,001              |
| 1,83        | 0,473              | 4,00        | 0,017              | -           | -                  |

**Çizelge D.6 :** Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,0         | 0,000              | 3,5         | 0,272              | 7,5         | 0,002              |
| 0,5         | 0,000              | 4,0         | 0,166              | 8,0         | 0,001              |
| 1,0         | 0,010              | 4,5         | 0,094              | 8,5         | 0,000              |
| 1,5         | 0,138              | 5,0         | 0,050              | 9,0         | 0,000              |
| 2,0         | 0,365              | 5,5         | 0,026              | 9,5         | 0,000              |
| 2,2         | 0,415              | 6,0         | 0,014              | 10,0        | 0,000              |
| 2,5         | 0,458              | 6,5         | 0,007              | -           | -                  |
| 3,0         | 0,393              | 7,0         | 0,004              | -           | -                  |

**Çizelge D.7 :** Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 3,33        | 0,103              | 6,67        | 0,001              |
| 0,33        | 0,000              | 3,67        | 0,064              | 7,00        | 0,001              |
| 0,67        | 0,058              | 4,00        | 0,040              | 7,33        | 0,000              |
| 1,00        | 0,301              | 4,33        | 0,025              | 7,67        | 0,000              |
| 1,33        | 0,529              | 4,67        | 0,015              | 8,00        | 0,000              |
| 1,67        | 0,576              | 5,00        | 0,009              | 8,33        | 0,000              |
| 2,00        | 0,490              | 5,33        | 0,006              | 8,67        | 0,000              |
| 2,33        | 0,365              | 5,67        | 0,004              | 9,00        | 0,000              |
| 2,67        | 0,248              | 6,00        | 0,002              | 9,33        | 0,000              |
| 3,00        | 0,162              | 6,33        | 0,001              | 9,67        | 0,000              |

**Çizelge D.8 :** Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 2,00        | 0,040              | 4,00        | 0,000              |
| 0,25        | 0,000              | 2,25        | 0,012              | 4,25        | 0,000              |
| 0,50        | 0,126              | 2,50        | 0,004              | 4,50        | 0,000              |
| 0,75        | 1,063              | 2,75        | 0,001              | 4,75        | 0,000              |
| 1,00        | 1,403              | 3,00        | 0,000              | 5,00        | 0,000              |
| 1,25        | 0,858              | 3,25        | 0,000              | 5,25        | 0,000              |
| 1,50        | 0,363              | 3,50        | 0,000              | -           | -                  |
| 1,75        | 0,127              | 3,75        | 0,000              | -           | -                  |

**Çizelge D.9 :** Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 1,50        | 0,395              | 3,00        | 0,016              |
| 0,25        | 0,032              | 1,75        | 0,236              | 3,25        | 0,009              |
| 0,50        | 0,543              | 2,00        | 0,137              | 3,50        | 0,006              |
| 0,75        | 0,957              | 2,25        | 0,079              | 3,75        | 0,003              |
| 1,00        | 0,881              | 2,50        | 0,046              | 4,00        | 0,002              |
| 1,25        | 0,625              | 2,75        | 0,027              | -           | -                  |

**Çizelge D.10 :** Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,0         | 0,000              | 3,0         | 0,247              | 6,5         | 0,006              |
| 0,5         | 0,003              | 3,5         | 0,153              | 7,0         | 0,003              |
| 1,0         | 0,153              | 4,0         | 0,090              | 7,5         | 0,002              |
| 1,5         | 0,406              | 4,5         | 0,052              | 8,0         | 0,001              |
| 1,8         | 0,463              | 5,0         | 0,030              | 8,5         | 0,001              |
| 2,0         | 0,459              | 5,5         | 0,017              | 9,0         | 0,000              |
| 2,5         | 0,366              | 6,0         | 0,010              | -           | -                  |

**Çizelge D.11 :** Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 1,00        | 1,336              | 2,16        | 0,026              |
| 0,16        | 0,000              | 1,16        | 1,051              | 2,33        | 0,012              |
| 0,33        | 0,003              | 1,33        | 0,677              | 2,50        | 0,006              |
| 0,50        | 0,153              | 1,50        | 0,386              | 2,66        | 0,003              |
| 0,66        | 0,698              | 1,66        | 0,212              | 2,83        | 0,001              |
| 0,69        | 0,821              | 1,83        | 0,107              | 3,00        | 0,001              |
| 0,83        | 1,270              | 2,00        | 0,052              | -           | -                  |

**Çizelge D.12 :** Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0           | 0,000              | 6           | 0,097              | 12          | 0,007              |
| 1           | 0,020              | 7           | 0,064              | 13          | 0,005              |
| 2           | 0,150              | 8           | 0,041              | 14          | 0,003              |
| 3           | 0,215              | 9           | 0,027              | 15          | 0,002              |
| 4           | 0,192              | 10          | 0,017              | 16          | 0,002              |
| 5           | 0,142              | 11          | 0,011              | 17          | 0,001              |

**Çizelge D.13 :** Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 2,50        | 0,361              | 5,50        | 0,012              |
| 0,50        | 0,004              | 3,00        | 0,229              | 6,00        | 0,007              |
| 1,00        | 0,177              | 3,50        | 0,134              | 6,50        | 0,004              |
| 1,50        | 0,449              | 4,00        | 0,075              | 7,00        | 0,002              |
| 1,88        | 0,494              | 4,50        | 0,041              | 7,50        | 0,001              |
| 2,00        | 0,481              | 5,00        | 0,022              | 8,00        | 0,001              |

**Çizelge D.14 :** Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0           | 0,000              | 6           | 0,126              | 12          | 0,009              |
| 1           | 0,003              | 7           | 0,086              | 13          | 0,006              |
| 2           | 0,076              | 8           | 0,056              | 14          | 0,004              |
| 3           | 0,178              | 9           | 0,036              | 15          | 0,002              |
| 4           | 0,203              | 10          | 0,023              | 16          | 0,002              |
| 5           | 0,172              | 11          | 0,015              | -           | -                  |

**Çizelge D.15 :** Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 1,50        | 0,759              | 3,50        | 0,015              |
| 0,50        | 0,019              | 2,00        | 0,391              | 4,00        | 0,005              |
| 1,00        | 0,615              | 2,50        | 0,147              | 4,50        | 0,002              |
| 1,34        | 0,819              | 3,00        | 0,049              | 5,00        | 0,001              |

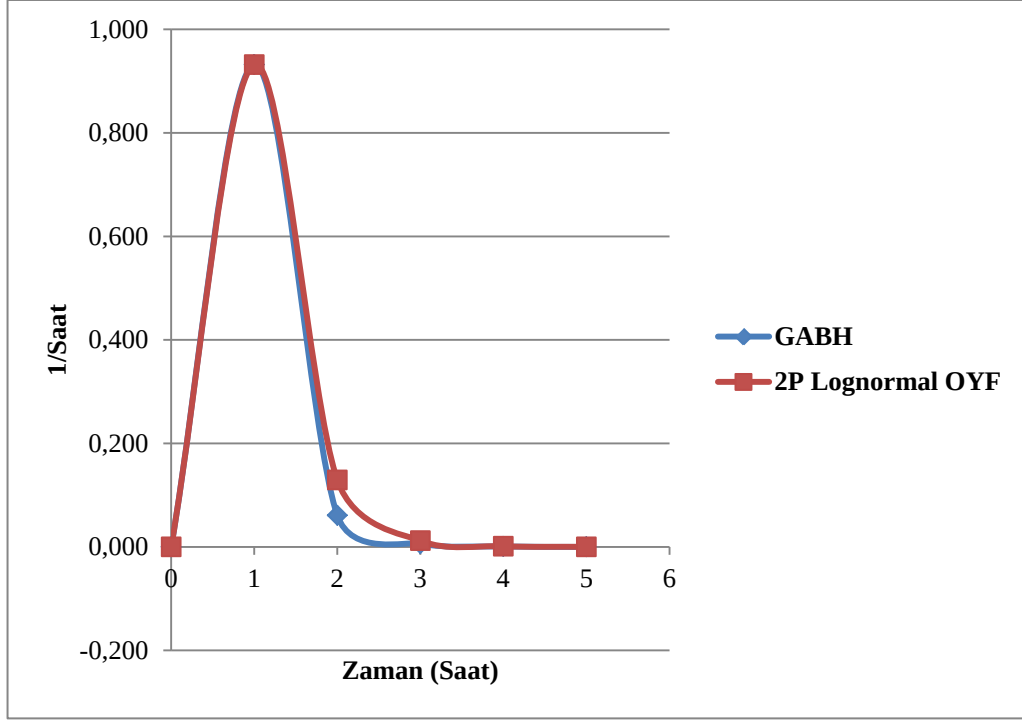
**Çizelge D.16 :** Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0           | 0,000              | 4           | 0,044              | 8           | 0,003              |
| 1           | 0,525              | 5           | 0,020              | 9           | 0,001              |
| 2           | 0,258              | 6           | 0,009              | 10          | 0,001              |
| 3           | 0,104              | 7           | 0,005              | -           | -                  |

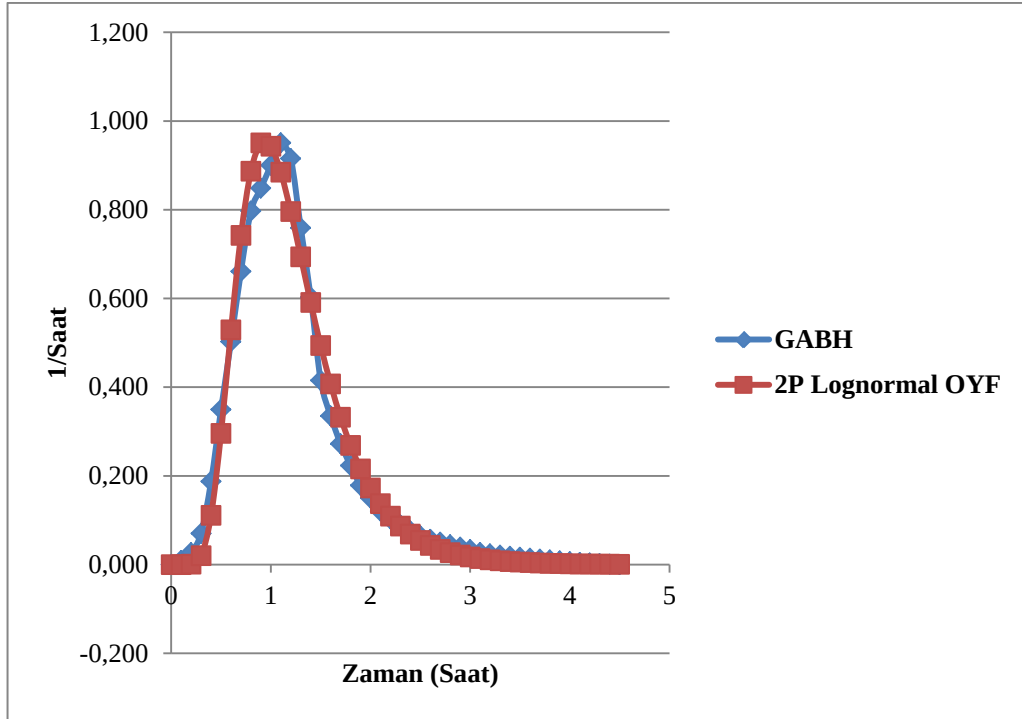
**Çizelge D.17 :** Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) | Zaman(Saat) | OLNOYO<br>(1/Saat) |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0,00        | 0,000              | 0,75        | 0,778              | 1,75        | 0,022              |
| 0,25        | 0,000              | 1,00        | 2,068              | 2,00        | 0,002              |
| 0,43        | 0,000              | 1,25        | 0,941              | 2,25        | 0,000              |
| 0,50        | 0,004              | 1,50        | 0,181              | 2,50        | 0,000              |

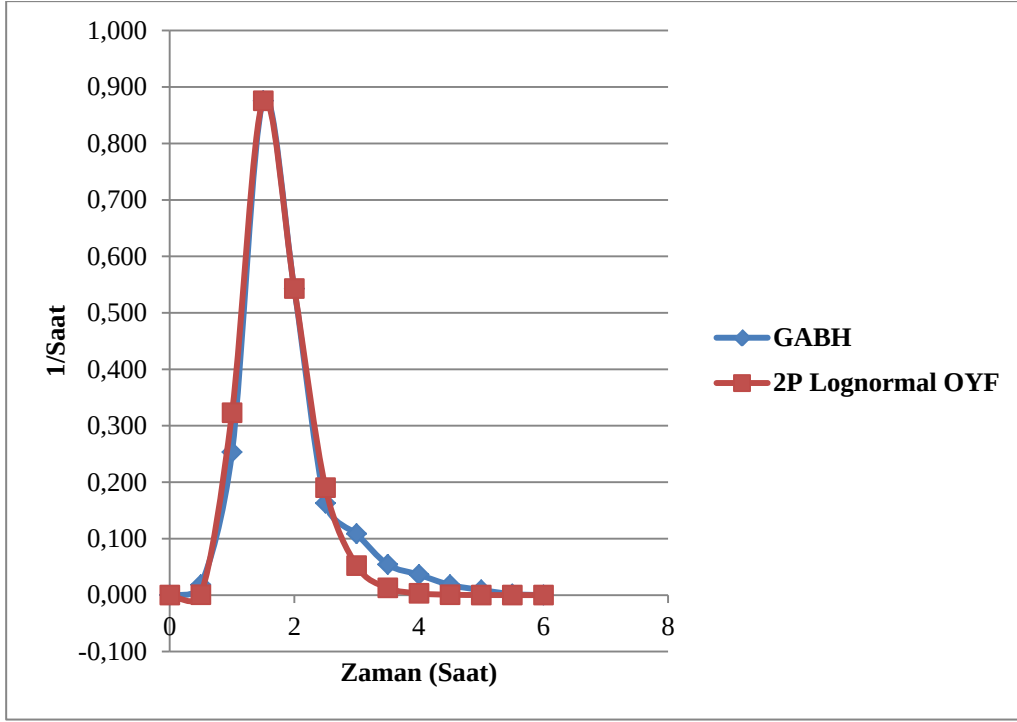
## EK E



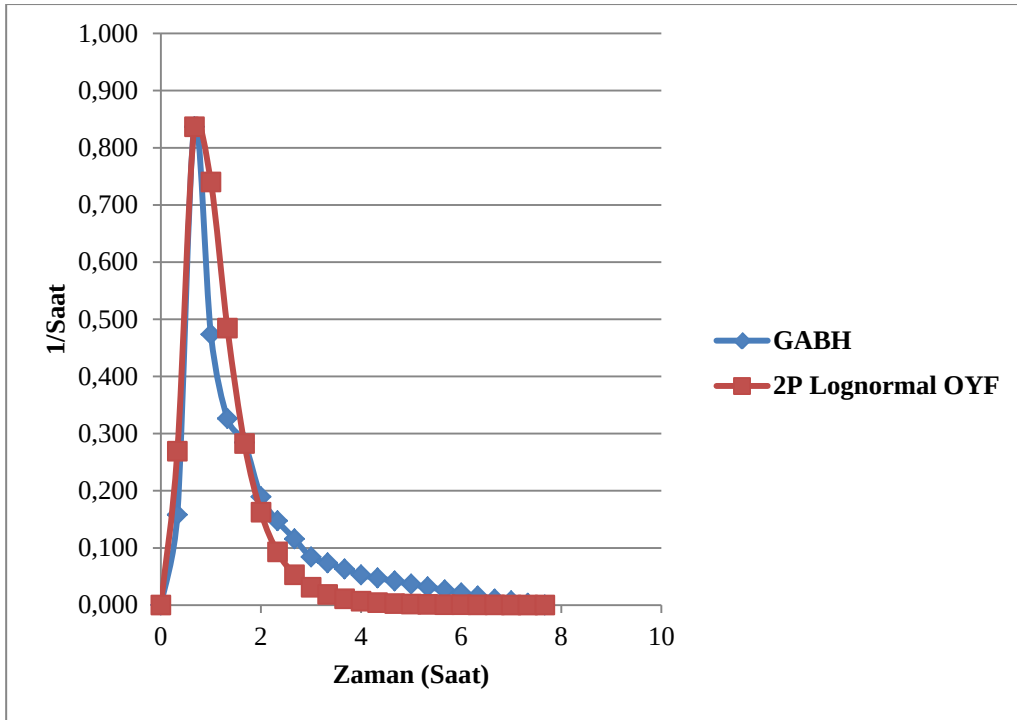
**Şekil E.1 :** Topçu Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



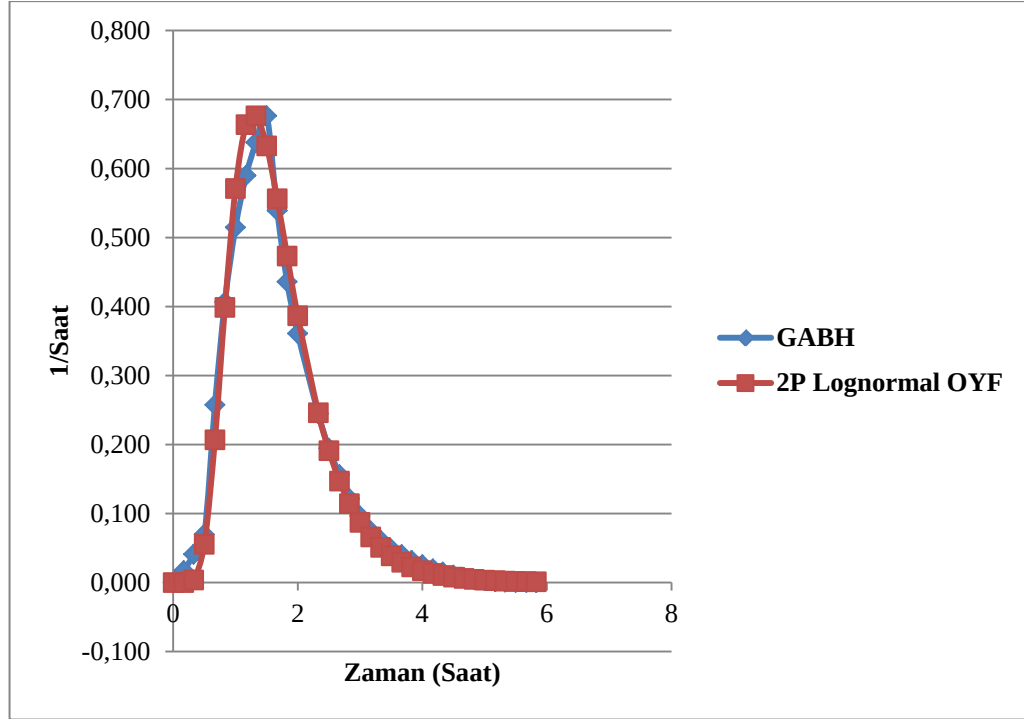
**Şekil E.2 :** Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



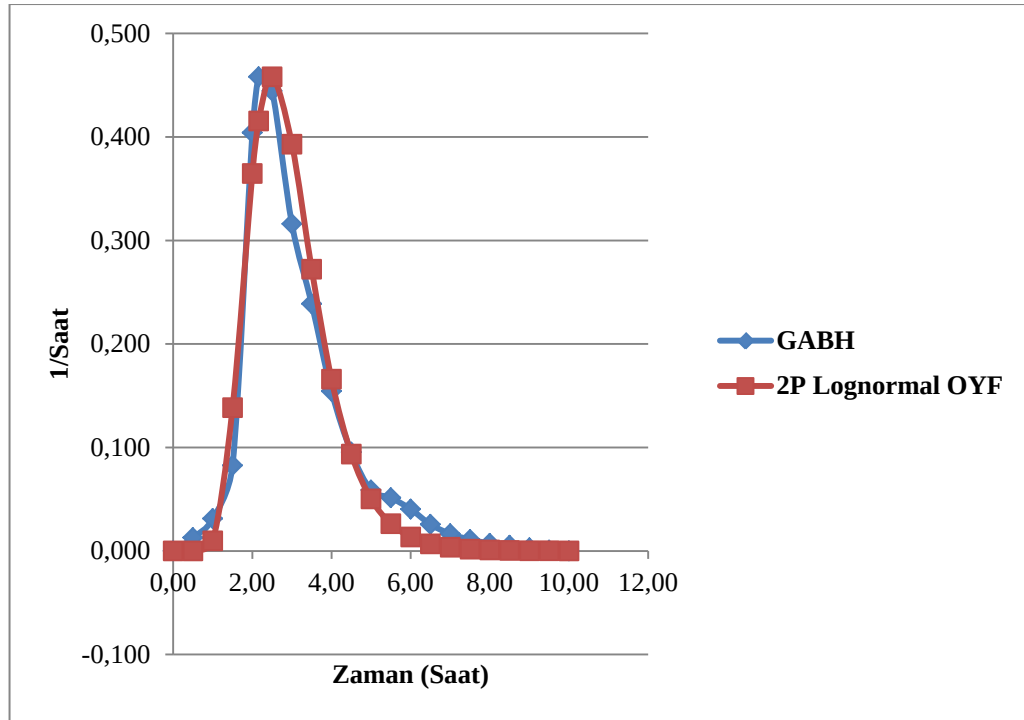
**Şekil E.3 :** Ulucak W-1 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



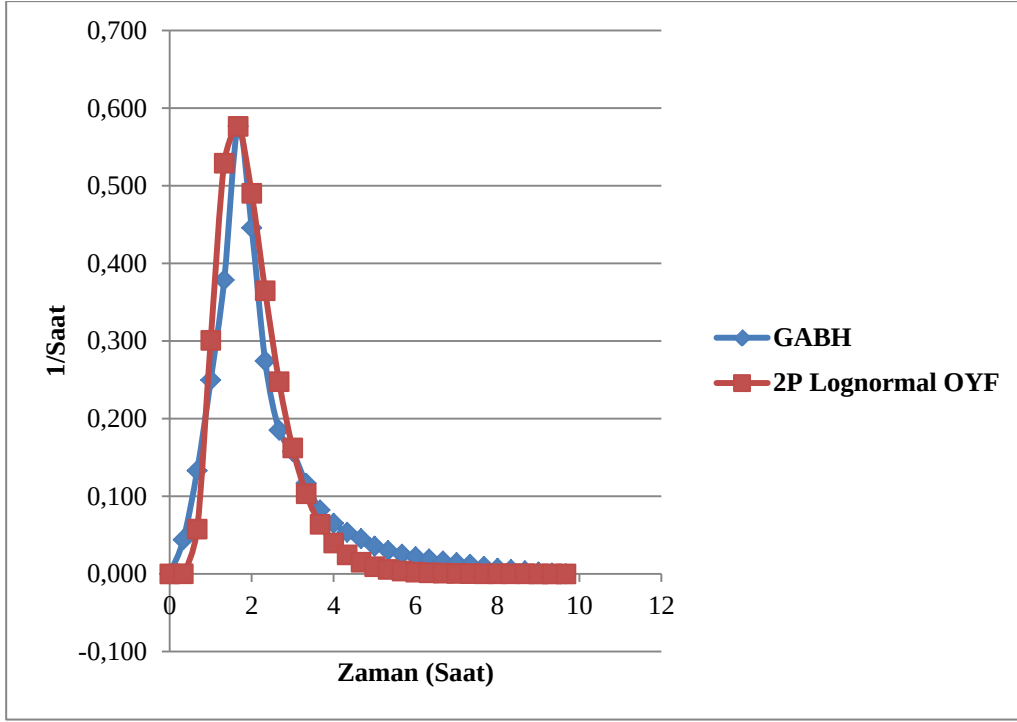
**Şekil E.4 :** Ulucak W-2 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



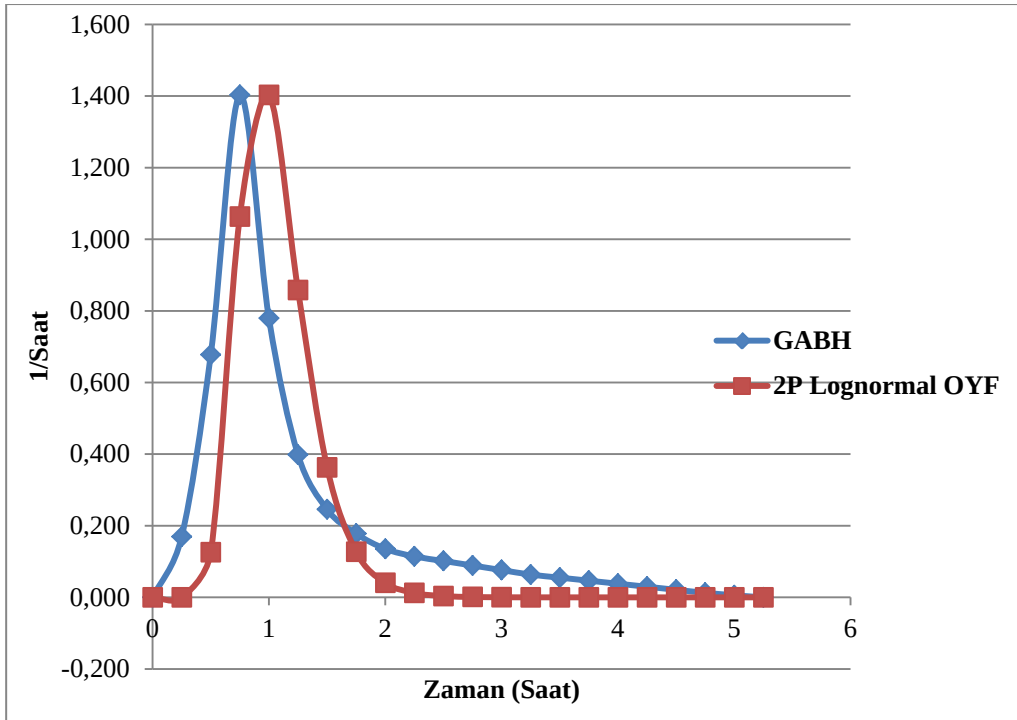
**Şekil E.5 :** Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



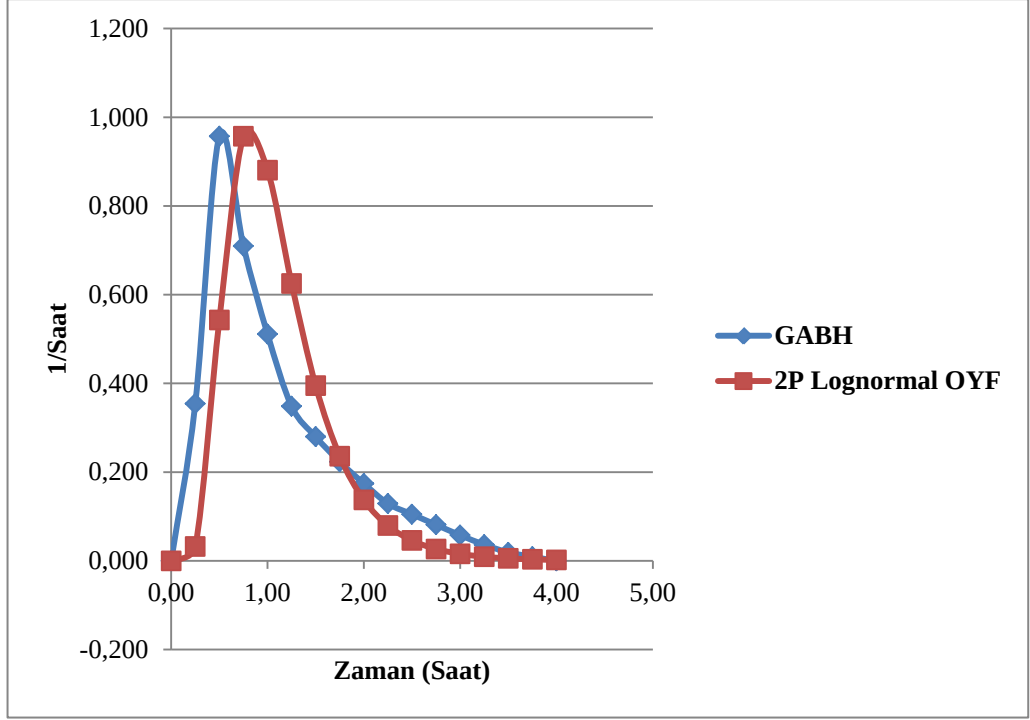
**Şekil E.6 :** Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



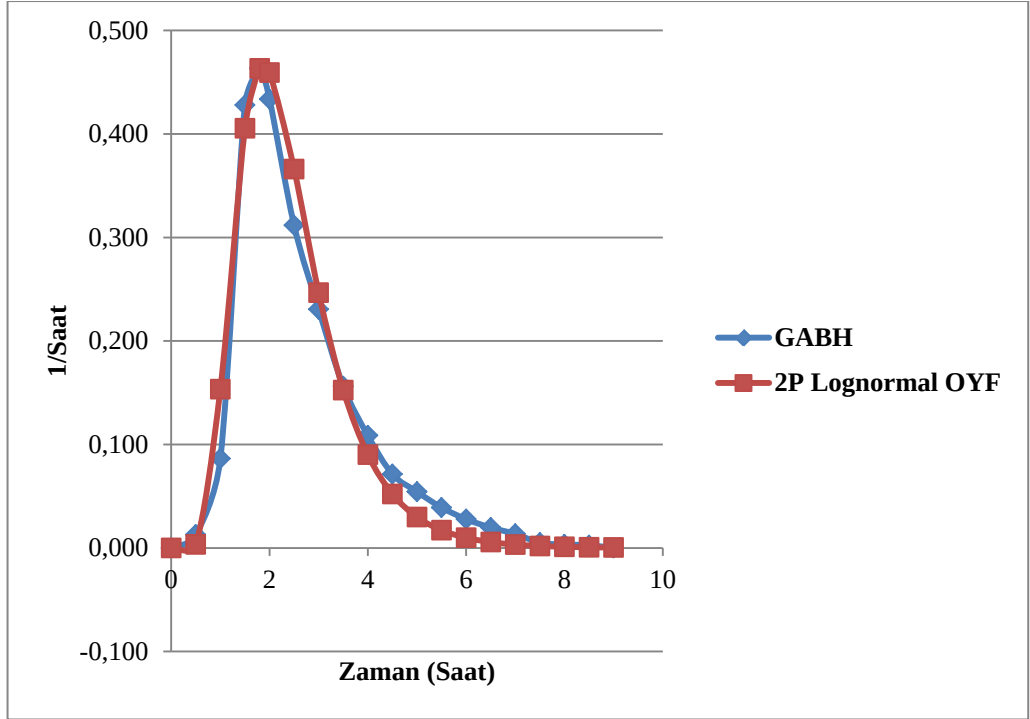
**Şekil E.7 :** Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



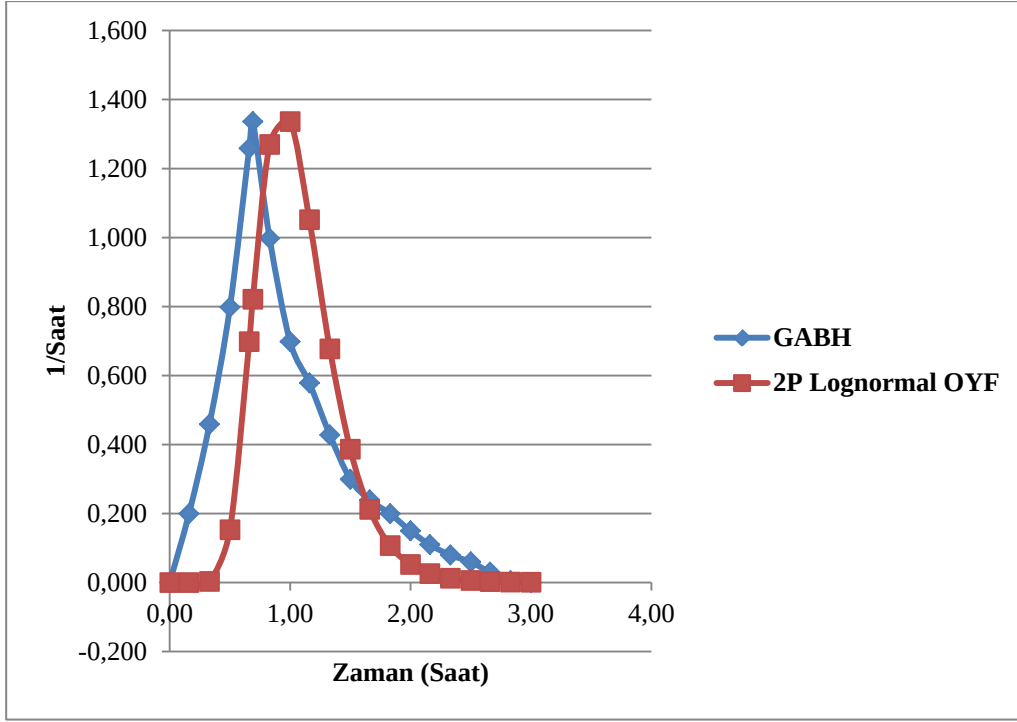
**Şekil E.8 :** Kurukavak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



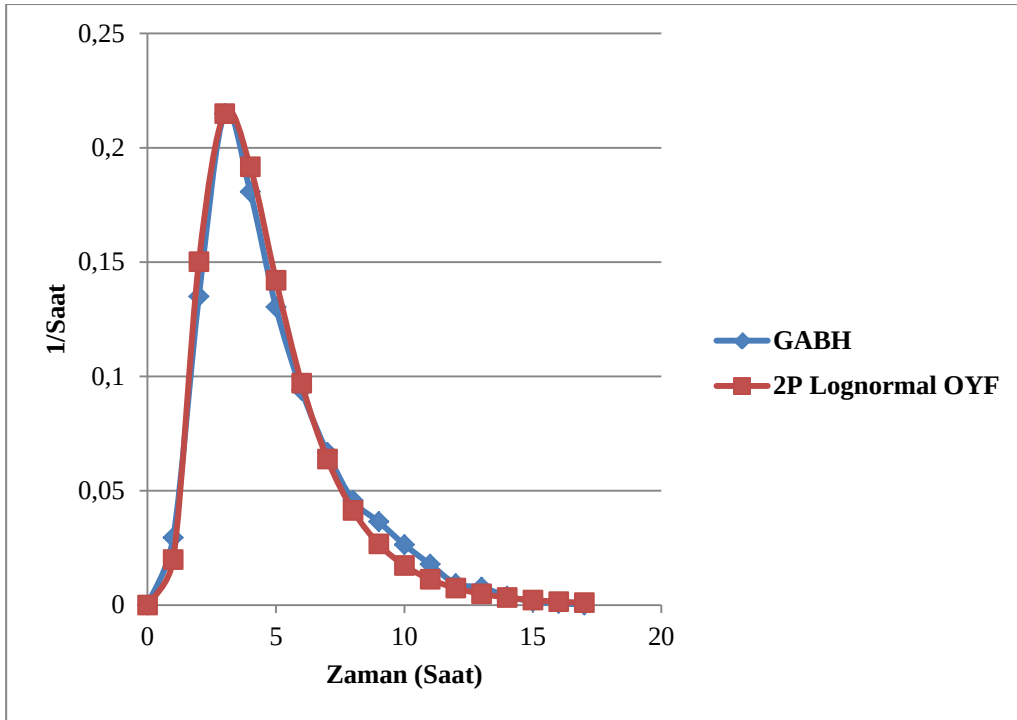
**Şekil E.9 :** Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



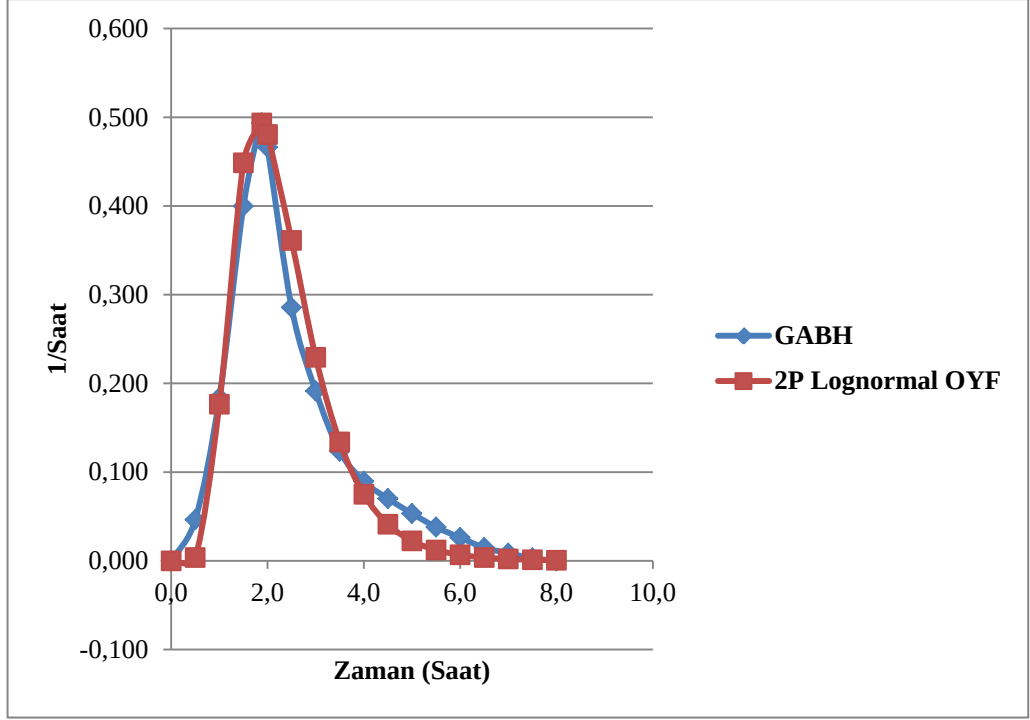
**Şekil E.10 :** Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



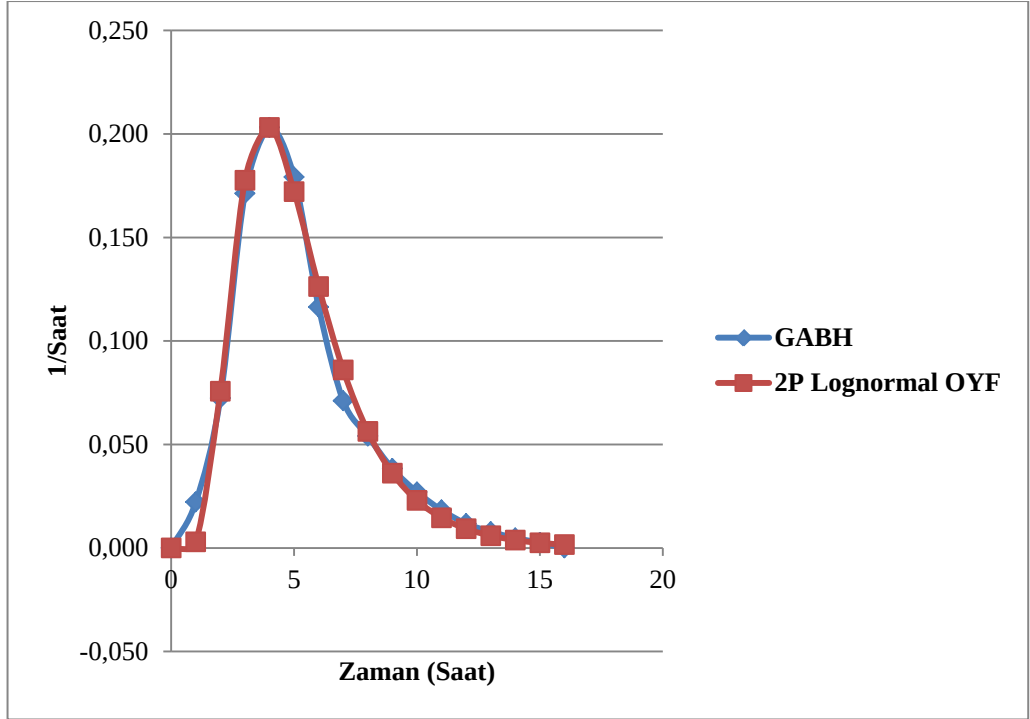
**Şekil E.11 :** Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



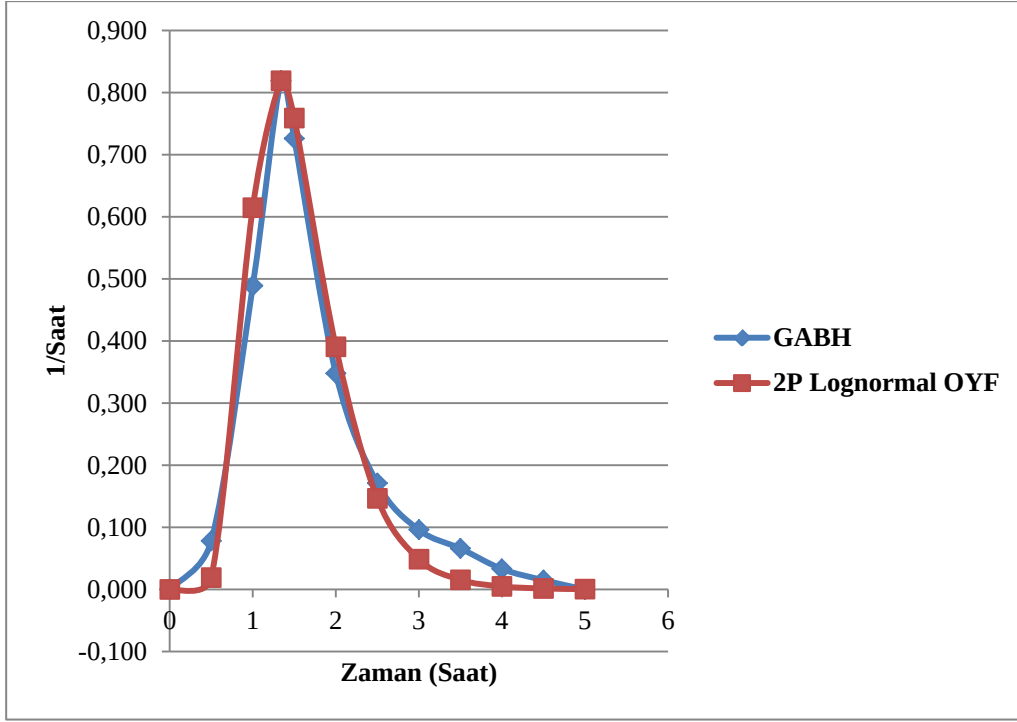
**Şekil E.12 :** Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



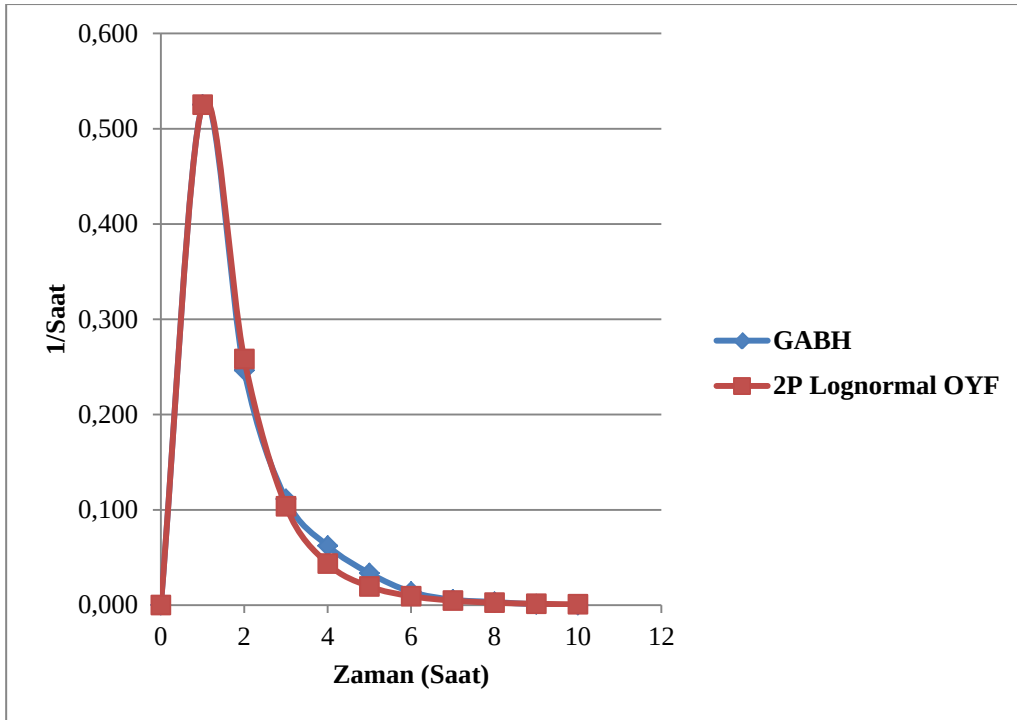
**Şekil E.13 :** Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



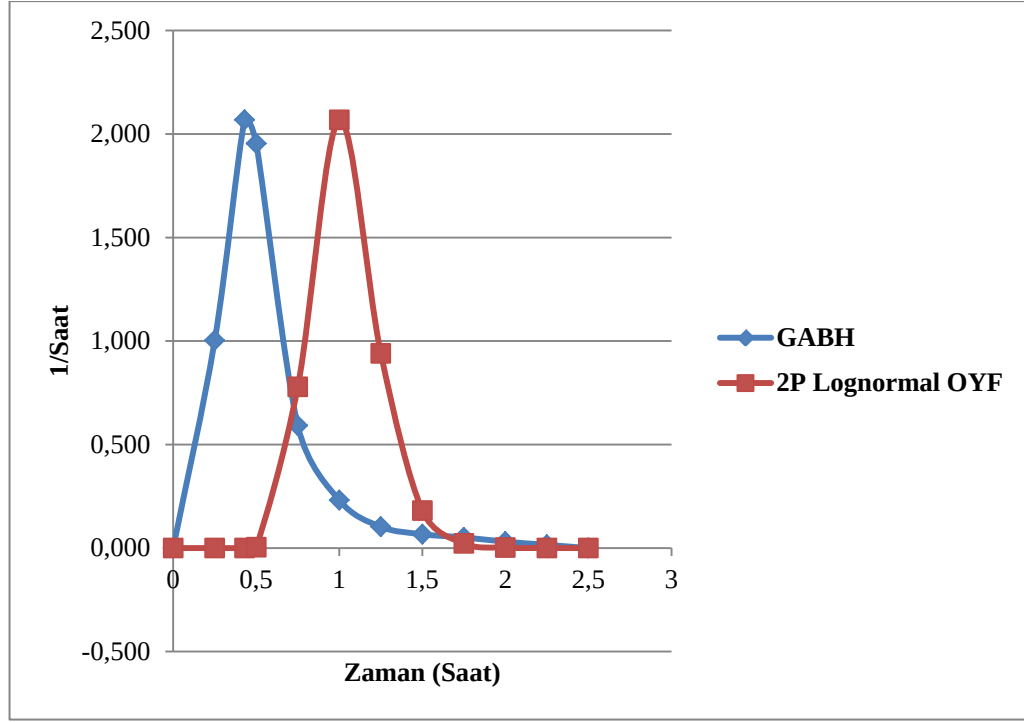
**Şekil E.14 :** Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



**Şekil E.15 :** Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



**Şekil E.16 :** Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



**Şekil E.17 :** Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.

**EK F****Çizelge F.1 :** Topçu Deresi havzası (pik<sub>x</sub> 1 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------------------|---------------|---------------|
| <b>5,7</b> | <b>0,185</b> | <b>1,052</b>    | <b>0,441</b>       | <b>0,838</b> | <b>1</b>                         | <b>0,9962</b> | <b>0,0142</b> |
| 5,8        | 0,186        | 1,078           | 0,448              | 0,830        | 1                                | 0,9937        | 0,0182        |
| 5,9        | 0,186        | 1,098           | 0,452              | 0,823        | 1                                | 0,9915        | 0,0212        |
| 6,0        | 0,186        | 1,114           | 0,455              | 0,816        | 1                                | 0,9895        | 0,0236        |
| 8,0        | 0,156        | 1,247           | 0,441              | 0,707        | 1                                | 0,9664        | 0,0422        |
| 8,5        | 0,148        | 1,261           | 0,432              | 0,686        | 1                                | 0,9642        | 0,0435        |
| 9,0        | 0,141        | 1,272           | 0,424              | 0,667        | 1                                | 0,9630        | 0,0442        |

**Çizelge F.2 :** Güvenç havzası (pik<sub>x</sub> 1,1 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------------------|---------------|---------------|
| 6,5        | 0,176        | 1,142           | 0,448              | 0,784        | 1                                | 0,9844        | 0,0037        |
| <b>6,6</b> | <b>0,174</b> | <b>1,152</b>    | <b>0,448</b>       | <b>0,778</b> | <b>1</b>                         | <b>0,9852</b> | <b>0,0036</b> |
| 6,7        | 0,173        | 1,160           | 0,448              | 0,773        | 1                                | 0,9851        | 0,0036        |
| 6,8        | 0,172        | 1,168           | 0,448              | 0,767        | 1                                | 0,9842        | 0,0037        |
| 7,0        | 0,169        | 1,182           | 0,447              | 0,756        | 1                                | 0,9806        | 0,0041        |
| 8,0        | 0,157        | 1,254           | 0,443              | 0,707        | 1                                | 0,9268        | 0,008         |
| 8,5        | 0,151        | 1,284           | 0,440              | 0,686        | 1                                | 0,8855        | 0,0100        |

**Çizelge F.3 :** Ulucak (W-1) havzası (pik<sub>x</sub> 1,5 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n           | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma Pik <sub>x</sub><br>(Saat) | E             | HKOK          |
|-------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------------------|---------------|---------------|
| 11,5        | 0,139        | 1,598           | 0,471              | 0,590        | 1,5                              | 0,9503        | 0,0195        |
| 11,9        | 0,137        | 1,630           | 0,472              | 0,580        | 1,5                              | 0,9681        | 0,0195        |
| <b>12,0</b> | <b>0,136</b> | <b>1,636</b>    | <b>0,472</b>       | <b>0,577</b> | <b>1,5</b>                       | <b>0,9710</b> | <b>0,0195</b> |
| 12,1        | 0,114        | 1,374           | 0,395              | 0,575        | 1,5                              | 0,6305        | 0,0195        |
| 12,5        | 0,109        | 1,358           | 0,384              | 0,566        | 1,5                              | 0,5910        | 0,0195        |

**Çizelge F.4 :** Ulucak (W-2) havzası ( $pik_x$  0,67 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 3,0        | 0,323        | 0,969           | 0,559              | 1,155        | 0,67                    | 0,7486        | 0,0285        |
| 3,4        | 0,296        | 1,007           | 0,546              | 1,085        | 0,67                    | 0,7749        | 0,0270        |
| <b>3,5</b> | <b>0,290</b> | <b>1,013</b>    | <b>0,542</b>       | <b>1,069</b> | <b>0,67</b>             | <b>0,7763</b> | <b>0,0269</b> |
| 3,6        | 0,277        | 0,997           | 0,525              | 1,054        | 0,67                    | 0,7762        | 0,0269        |
| 3,7        | 0,277        | 1,025           | 0,533              | 1,040        | 0,67                    | 0,7749        | 0,0270        |
| 4,0        | 0,259        | 1,037           | 0,519              | 1,000        | 0,67                    | 0,7643        | 0,0276        |
| 4,6        | 0,229        | 1,052           | 0,490              | 0,933        | 0,67                    | 0,7238        | 0,0298        |

**Çizelge F.5 :** Mahmuthacılı Deresi havzası ( $pik_x$  1,5 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 6,1        | 0,257        | 1,566           | 0,634              | 0,81         | 1,33                    | 0,9863        | 0,0043        |
| <b>6,2</b> | <b>0,255</b> | <b>1,578</b>    | <b>0,634</b>       | <b>0,803</b> | <b>1,33</b>             | <b>0,9869</b> | <b>0,0042</b> |
| 6,3        | 0,252        | 1,589           | 0,633              | 0,797        | 1,33                    | 0,9866        | 0,0043        |
| 6,4        | 0,250        | 1,599           | 0,632              | 0,791        | 1,33                    | 0,9855        | 0,0044        |
| 6,5        | 0,247        | 1,608           | 0,631              | 0,784        | 1,33                    | 0,9838        | 0,0047        |
| 7,1        | 0,234        | 1,659           | 0,623              | 0,751        | 1,50                    | 0,9620        | 0,0072        |
| 7,2        | 0,233        | 1,674           | 0,624              | 0,745        | 1,50                    | 0,9542        | 0,0079        |

**Çizelge F.6 :** Çiçek Deresi havzası ( $pik_x$  2,16 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 7,0        | 0,350        | 2,448           | 0,925              | 0,756        | 2,16                    | 0,7353        | 0,0292        |
| 8,0        | 0,323        | 2,584           | 0,913              | 0,707        | 2,16                    | 0,8665        | 0,0207        |
| 8,5        | 0,309        | 2,626           | 0,901              | 0,686        | 2,16                    | 0,8956        | 0,0183        |
| 9,0        | 0,304        | 2,734           | 0,911              | 0,667        | 2,50                    | 0,9398        | 0,0139        |
| 9,4        | 0,298        | 2,797           | 0,912              | 0,652        | 2,50                    | 0,9498        | 0,0127        |
| <b>9,5</b> | <b>0,296</b> | <b>2,810</b>    | <b>0,912</b>       | <b>0,649</b> | <b>2,50</b>             | <b>0,9502</b> | <b>0,0127</b> |
| 9,6        | 0,294        | 2,822           | 0,911              | 0,645        | 2,50                    | 0,9500        | 0,0127        |

**Çizelge F.7 :** Kızlar Deresi havzası ( $pik_x$  1,67 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 6,7        | 0,285        | 1,910           | 0,738              | 0,773        | 1,67                    | 0,9203        | 0,0133        |
| <b>6,8</b> | <b>0,283</b> | <b>1,925</b>    | <b>0,738</b>       | <b>0,767</b> | <b>1,67</b>             | <b>0,9208</b> | <b>0,0132</b> |
| 6,9        | 0,281        | 1,938           | 0,738              | 0,761        | 1,67                    | 0,9203        | 0,0133        |
| 7,0        | 0,279        | 1,951           | 0,737              | 0,756        | 1,67                    | 0,9190        | 0,0134        |
| 7,1        | 0,276        | 1,962           | 0,736              | 0,751        | 1,67                    | 0,9171        | 0,0135        |

**Çizelge F.8 :** Kurukavak Deresi havzası ( $pik_x$  0,75 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 7,8        | 0,107        | 0,838           | 0,3                | 0,716        | 0,75                    | 0,9353        | 0,0198        |
| <b>7,9</b> | <b>0,107</b> | <b>0,844</b>    | <b>0,3</b>         | <b>0,712</b> | <b>0,75</b>             | <b>0,9360</b> | <b>0,0197</b> |
| 8,0        | 0,106        | 0,849           | 0,3                | 0,707        | 0,75                    | 0,9359        | 0,0197        |
| 8,1        | 0,105        | 0,854           | 0,3                | 0,703        | 0,75                    | 0,9354        | 0,0198        |

**Çizelge F.9 :** Çayır Deresi havzası ( $pik_x$  0,5 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 2          | 0,363        | 0,726           | 0,513              | 1,414        | 0,5                     | 0,7506        | 0,0307        |
| 2,5        | 0,322        | 0,805           | 0,509              | 1,265        | 0,5                     | 0,868         | 0,0224        |
| 2,8        | 0,296        | 0,828           | 0,495              | 1,195        | 0,5                     | 0,8865        | 0,0207        |
| <b>2,9</b> | <b>0,287</b> | <b>0,833</b>    | <b>0,489</b>       | <b>1,174</b> | <b>0,5</b>              | <b>0,8878</b> | <b>0,0206</b> |
| 3          | 0,279        | 0,838           | 0,484              | 1,155        | 0,5                     | 0,8873        | 0,0207        |

**Çizelge F.10 :** Karabalçık Deresi havzası ( $pik_x$  1,8 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 5,0        | 0,416        | 2,082           | 0,931              | 0,894        | 1,8                     | 0,8158        | 0,0242        |
| 6,0        | 0,377        | 2,261           | 0,923              | 0,816        | 1,8                     | 0,9304        | 0,0149        |
| 6,3        | 0,367        | 2,315           | 0,922              | 0,797        | 2,0                     | 0,9395        | 0,0139        |
| <b>6,4</b> | <b>0,365</b> | <b>2,333</b>    | <b>0,922</b>       | <b>0,791</b> | <b>2,0</b>              | <b>0,9401</b> | <b>0,0138</b> |
| 6,5        | 0,362        | 2,350           | 0,922              | 0,784        | 2,0                     | 0,9393        | 0,0139        |

**Çizelge F.11 :** Ayvalı Deresi havzası ( $pik_x$  0,69 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 6,0        | 0,130        | 0,781           | 0,319              | 0,816        | 0,69                    | 0,8558        | 0,0201        |
| 6,4        | 0,127        | 0,810           | 0,320              | 0,791        | 0,69                    | 0,8786        | 0,0185        |
| <b>6,5</b> | <b>0,125</b> | <b>0,815</b>    | <b>0,320</b>       | <b>0,784</b> | <b>0,69</b>             | <b>0,8797</b> | <b>0,0184</b> |
| 6,6        | 0,124        | 0,820           | 0,319              | 0,778        | 0,69                    | 0,8796        | 0,0184        |
| 7,0        | 0,120        | 0,838           | 0,317              | 0,756        | 0,69                    | 0,8704        | 0,0191        |

**Çizelge F.12 :** Vize Deresi havzası ( $pik_x$  3 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 4,0        | 1,04         | 4,16            | 2,080              | 1,000        | 3                       | 0,9615        | 0,0124        |
| 4,1        | 1,022        | 4,189           | 2,069              | 0,988        | 3                       | 0,9646        | 0,0119        |
| 4,2        | 1,004        | 4,216           | 2,057              | 0,976        | 3                       | 0,9663        | 0,0116        |
| <b>4,3</b> | <b>0,986</b> | <b>4,240</b>    | <b>2,045</b>       | <b>0,964</b> | <b>3</b>                | <b>0,9669</b> | <b>0,0115</b> |
| 4,4        | 0,968        | 4,261           | 2,031              | 0,953        | 3                       | 0,7167        | 0,0336        |

**Çizelge F.13 :** Harabe Deresi havzası ( $pik_x$  1,88 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 6          | 0,351        | 2,108           | 0,861              | 0,816        | 1,88                    | 0,924         | 0,0162        |
| 6,2        | 0,347        | 2,153           | 0,865              | 0,803        | 1,88                    | 0,9323        | 0,0153        |
| <b>6,3</b> | <b>0,345</b> | <b>2,173</b>    | <b>0,866</b>       | <b>0,797</b> | <b>1,88</b>             | <b>0,9330</b> | <b>0,0152</b> |
| 6,4        | 0,342        | 2,190           | 0,866              | 0,791        | 1,88                    | 0,9321        | 0,0153        |
| 6,5        | 0,339        | 2,206           | 0,865              | 0,784        | 1,88                    | 0,9300        | 0,0156        |

**Çizelge F.14 :** Damlıca Deresi havzası ( $pik_x$  4 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 5,0        | 0,958        | 4,792           | 2,143              | 0,894        | 4                       | 0,9806        | 0,0089        |
| 5,1        | 0,949        | 4,840           | 2,143              | 0,886        | 4                       | 0,9834        | 0,0082        |
| <b>5,2</b> | <b>0,939</b> | <b>4,884</b>    | <b>2,142</b>       | <b>0,877</b> | <b>4</b>                | <b>0,9847</b> | <b>0,0079</b> |
| 5,3        | 0,929        | 4,924           | 2,139              | 0,869        | 4                       | 0,9846        | 0,0079        |
| 5,4        | 0,919        | 4,961           | 2,135              | 0,861        | 4                       | 0,9835        | 0,0082        |
| 5,5        | 0,908        | 4,994           | 2,130              | 0,853        | 4                       | 0,9814        | 0,0087        |
| 5,6        | 0,897        | 5,025           | 2,124              | 0,845        | 4                       | 0,9787        | 0,0093        |

**Çizelge F.15 :** Glabbera Deresi havzası ( $pik_x$  1,34 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 8          | 0,179        | 1,432           | 0,506              | 0,707        | 1,34                    | 0,8975        | 0,0274        |
| 8,5        | 0,176        | 1,494           | 0,512              | 0,686        | 1,34                    | 0,9423        | 0,0205        |
| 8,8        | 0,173        | 1,518           | 0,512              | 0,674        | 1,34                    | 0,9489        | 0,0193        |
| <b>8,9</b> | <b>0,171</b> | <b>1,526</b>    | <b>0,511</b>       | <b>0,670</b> | <b>1,34</b>             | <b>0,9494</b> | <b>0,0192</b> |
| 9,9        | 0,170        | 1,532           | 0,511              | 0,667        | 1,34                    | 0,9493        | 0,0193        |
| 9,1        | 0,169        | 1,539           | 0,510              | 0,663        | 1,34                    | 0,9487        | 0,0194        |

**Çizelge F.16 :** Kumdere havzası ( $pik_x$  1 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 2,5        | 0,578        | 1,444           | 0,913              | 1,265        | 1                       | 0,9828        | 0,0166        |
| <b>2,6</b> | <b>0,578</b> | <b>1,502</b>    | <b>0,931</b>       | <b>1,240</b> | <b>1</b>                | <b>0,9832</b> | <b>0,0164</b> |
| 2,7        | 0,553        | 1,493           | 0,909              | 1,217        | 1                       | 0,9829        | 0,0165        |

**Çizelge F.17 :** Uğrak havzası ( $pik_x$  0,43 saat) için 2P gamma dağılımı parametrelerinin deneme yanılma ile belirlenen hesap sonuçları.

| n          | k<br>(Saat)  | $\mu$<br>(Saat) | $\sigma$<br>(Saat) | Cs           | Gamma $Pik_x$<br>(Saat) | E             | HKOK          |
|------------|--------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 6,0        | 0,085        | 0,509           | 0,208              | 0,816        | 0,43                    | 0,9855        | 0,0134        |
| <b>6,1</b> | <b>0,084</b> | <b>0,513</b>    | <b>0,208</b>       | <b>0,810</b> | <b>0,43</b>             | <b>0,9857</b> | <b>0,0134</b> |
| 6,2        | 0,985        | 0,516           | 0,207              | 0,803        | 0,43                    | 0,9850        | 0,0137        |

**EK G****Çizelge G.1 :** Topçu havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0,000             | 2               | 0,107             | 4               | 0,000             |
| 1               | 0,932             | 3               | 0,003             | 5               | 0,000             |

**Çizelge G.2 :** Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,0             | 0,000             | 1,6             | 0,424             | 3,2             | 0,002             |
| 0,1             | 0,000             | 1,7             | 0,336             | 3,3             | 0,001             |
| 0,2             | 0,011             | 1,8             | 0,261             | 3,4             | 0,001             |
| 0,3             | 0,062             | 1,9             | 0,199             | 3,5             | 0,001             |
| 0,4             | 0,175             | 2,0             | 0,150             | 3,6             | 0,000             |
| 0,5             | 0,344             | 2,1             | 0,111             | 3,7             | 0,000             |
| 0,6             | 0,538             | 2,2             | 0,081             | 3,8             | 0,000             |
| 0,7             | 0,720             | 2,3             | 0,059             | 3,9             | 0,000             |
| 0,8             | 0,857             | 2,4             | 0,042             | 4,0             | 0,000             |
| 0,9             | 0,934             | 2,5             | 0,030             | 4,1             | 0,000             |
| 1,0             | 0,950             | 2,6             | 0,021             | 4,2             | 0,000             |
| 1,1             | 0,914             | 2,7             | 0,015             | 4,3             | 0,000             |
| 1,2             | 0,839             | 2,8             | 0,010             | 4,4             | 0,000             |
| 1,3             | 0,740             | 2,9             | 0,007             | 4,5             | 0,000             |
| 1,4             | 0,632             | 3,0             | 0,005             | -               | -                 |
| 1,5             | 0,524             | 3,1             | 0,003             | -               | -                 |

**Çizelge G.3 :** Ulucak (W-1) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,0             | 0,000             | 2,5             | 0,158             | 5,0             | 0,000             |
| 0,5             | 0,008             | 3,0             | 0,030             | 5,5             | 0,000             |
| 1,0             | 0,396             | 3,5             | 0,004             | 6,0             | 0,000             |
| 1,5             | 0,876             | 4,0             | 0,000             | -               | -                 |
| 2,0             | 0,530             | 4,5             | 0,000             | -               | -                 |

**Çizelge G.4 :** Ulucak (W-2) havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 2,67            | 0,027             | 5,33            | 0,000             |
| 0,33            | 0,461             | 3,00            | 0,011             | 5,67            | 0,000             |
| 0,67            | 0,837             | 3,33            | 0,005             | 6,00            | 0,000             |
| 1,00            | 0,729             | 3,67            | 0,002             | 6,33            | 0,000             |
| 1,33            | 0,476             | 4,00            | 0,001             | 6,67            | 0,000             |
| 1,67            | 0,260             | 4,33            | 0,000             | 7,00            | 0,000             |
| 2,00            | 0,130             | 4,67            | 0,000             | 7,33            | 0,000             |
| 2,33            | 0,061             | 5,00            | 0,000             | 7,67            | 0,000             |

**Çizelge G.5 :** Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 2,00            | 0,406             | 4,17            | 0,004             |
| 0,17            | 0,001             | 2,33            | 0,246             | 4,33            | 0,002             |
| 0,33            | 0,024             | 2,50            | 0,182             | 4,50            | 0,001             |
| 0,50            | 0,109             | 2,67            | 0,131             | 4,67            | 0,001             |
| 0,67            | 0,256             | 2,83            | 0,095             | 4,83            | 0,001             |
| 0,83            | 0,415             | 3,00            | 0,066             | 5,00            | 0,000             |
| 1,00            | 0,561             | 3,17            | 0,045             | 5,17            | 0,000             |
| 1,17            | 0,651             | 3,33            | 0,031             | 5,33            | 0,000             |
| 1,33            | 0,676             | 3,50            | 0,021             | 5,50            | 0,000             |
| 1,50            | 0,648             | 3,67            | 0,013             | 5,67            | 0,000             |
| 1,67            | 0,581             | 3,83            | 0,009             | 5,83            | 0,000             |
| 1,83            | 0,499             | 4,00            | 0,006             | -               | -                 |

**Çizelge G.6 :** Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,0             | 0,000             | 3,5             | 0,272             | 7,5             | 0,000             |
| 0,5             | 0,000             | 4,0             | 0,156             | 8,0             | 0,000             |
| 1,0             | 0,030             | 4,5             | 0,078             | 8,5             | 0,000             |
| 1,5             | 0,175             | 5,0             | 0,035             | 9,0             | 0,000             |
| 2,0             | 0,373             | 5,5             | 0,015             | 9,5             | 0,000             |
| 2,2             | 0,417             | 6,0             | 0,006             | 10,0            | 0,000             |
| 2,5             | 0,458             | 6,5             | 0,002             | -               | -                 |
| 3,0             | 0,398             | 7,0             | 0,001             | -               | -                 |

**Çizelge G.7 :** Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 3,33            | 0,090             | 6,67            | 0,000             |
| 0,33            | 0,005             | 3,67            | 0,047             | 7,00            | 0,000             |
| 0,67            | 0,099             | 4,00            | 0,024             | 7,33            | 0,000             |
| 1,00            | 0,314             | 4,33            | 0,012             | 7,67            | 0,000             |
| 1,33            | 0,512             | 4,67            | 0,006             | 8,00            | 0,000             |
| 1,67            | 0,576             | 5,00            | 0,003             | 8,33            | 0,000             |
| 2,00            | 0,511             | 5,33            | 0,001             | 8,67            | 0,000             |
| 2,33            | 0,386             | 5,67            | 0,001             | 9,00            | 0,000             |
| 2,67            | 0,256             | 6,00            | 0,000             | 9,33            | 0,000             |
| 3,00            | 0,157             | 6,33            | 0,000             | 9,67            | 0,000             |

**Çizelge G.8 :** Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 2,00            | 0,010             | 4,00            | 0,000             |
| 0,25            | 0,077             | 2,25            | 0,002             | 4,25            | 0,000             |
| 0,50            | 0,887             | 2,50            | 0,000             | 4,50            | 0,000             |
| 0,75            | 1,403             | 2,75            | 0,000             | 4,75            | 0,000             |
| 1,00            | 0,984             | 3,00            | 0,000             | 5,00            | 0,000             |
| 1,25            | 0,442             | 3,25            | 0,000             | 5,25            | 0,000             |
| 1,50            | 0,150             | 3,50            | 0,000             | -               | -                 |
| 1,75            | 0,042             | 3,75            | 0,000             | -               | -                 |

**Çizelge G.9 :** Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 1,50            | 0,238             | 3,00            | 0,005             |
| 0,25            | 0,612             | 1,75            | 0,134             | 3,25            | 0,002             |
| 0,50            | 0,957             | 2,00            | 0,072             | 3,50            | 0,001             |
| 0,75            | 0,867             | 2,25            | 0,038             | 3,75            | 0,001             |
| 1,00            | 0,627             | 2,50            | 0,019             | 4,00            | 0,000             |
| 1,25            | 0,402             | 2,75            | 0,010             | -               | -                 |

**Çizelge G.10 :** Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,0             | 0,000             | 3,0             | 0,266             | 6,5             | 0,001             |
| 0,5             | 0,016             | 3,5             | 0,155             | 7,0             | 0,000             |
| 1,0             | 0,170             | 4,0             | 0,081             | 7,5             | 0,000             |
| 1,5             | 0,386             | 4,5             | 0,039             | 8,0             | 0,000             |
| 1,8             | 0,454             | 5,0             | 0,017             | 8,5             | 0,000             |
| 2,0             | 0,463             | 5,5             | 0,007             | 9,0             | 0,000             |
| 2,5             | 0,392             | 6,0             | 0,003             | -               | -                 |

**Çizelge G.11 :** Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 1,00            | 0,868             | 2,16            | 0,006             |
| 0,16            | 0,029             | 1,16            | 0,549             | 2,33            | 0,002             |
| 0,33            | 0,408             | 1,33            | 0,300             | 2,50            | 0,001             |
| 0,50            | 1,033             | 1,50            | 0,150             | 2,66            | 0,000             |
| 0,66            | 1,329             | 1,66            | 0,073             | 2,83            | 0,000             |
| 0,69            | 1,336             | 1,83            | 0,032             | 3,00            | 0,000             |
| 0,83            | 1,209             | 2,00            | 0,014             | -               | -                 |

**Çizelge G.12 :** Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0,000             | 6               | 0,101             | 12              | 0,002             |
| 1               | 0,044             | 7               | 0,061             | 13              | 0,001             |
| 2               | 0,155             | 8               | 0,034             | 14              | 0,000             |
| 3               | 0,215             | 9               | 0,018             | 15              | 0,000             |
| 4               | 0,201             | 10              | 0,009             | 16              | 0,000             |
| 5               | 0,153             | 11              | 0,005             | 17              | 0,000             |

**Çizelge G.13 :** Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 2,50            | 0,370             | 5,50            | 0,004             |
| 0,50            | 0,024             | 3,00            | 0,228             | 6,00            | 0,002             |
| 1,00            | 0,223             | 3,50            | 0,121             | 6,50            | 0,001             |
| 1,50            | 0,449             | 4,00            | 0,058             | 7,00            | 0,000             |
| 1,88            | 0,494             | 4,50            | 0,025             | 7,50            | 0,000             |
| 2,00            | 0,484             | 5,00            | 0,010             | 8,00            | 0,000             |

**Çizelge G.14 :** Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0,000             | 6               | 0,133             | 12              | 0,004             |
| 1               | 0,015             | 7               | 0,087             | 13              | 0,002             |
| 2               | 0,093             | 8               | 0,053             | 14              | 0,001             |
| 3               | 0,176             | 9               | 0,030             | 15              | 0,000             |
| 4               | 0,203             | 10              | 0,016             | 16              | 0,000             |
| 5               | 0,179             | 11              | 0,008             | -               | -                 |

**Çizelge G.15 :** Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 1,50            | 0,785             | 3,50            | 0,005             |
| 0,50            | 0,046             | 2,00            | 0,412             | 4,00            | 0,001             |
| 1,00            | 0,590             | 2,50            | 0,130             | 4,50            | 0,000             |
| 1,34            | 0,819             | 3,00            | 0,030             | 5,00            | 0,000             |

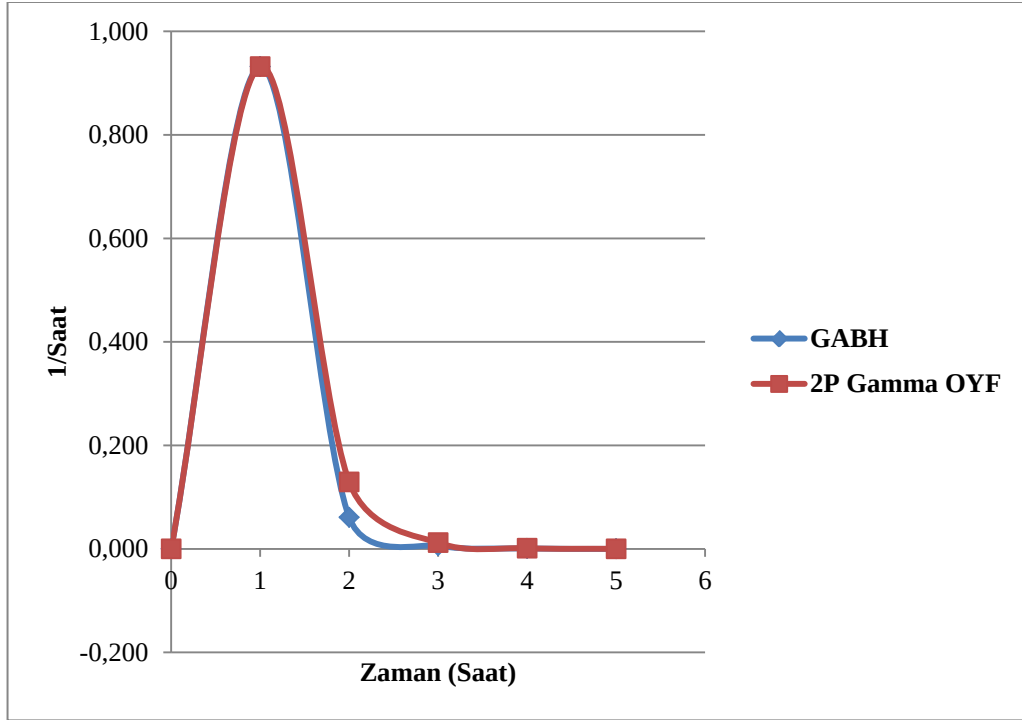
**Çizelge G.16 :** Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0,000             | 4               | 0,024             | 8               | 0,000             |
| 1               | 0,525             | 5               | 0,006             | 9               | 0,000             |
| 2               | 0,272             | 6               | 0,001             | 10              | 0,000             |
| 3               | 0,089             | 7               | 0,000             | -               | -                 |

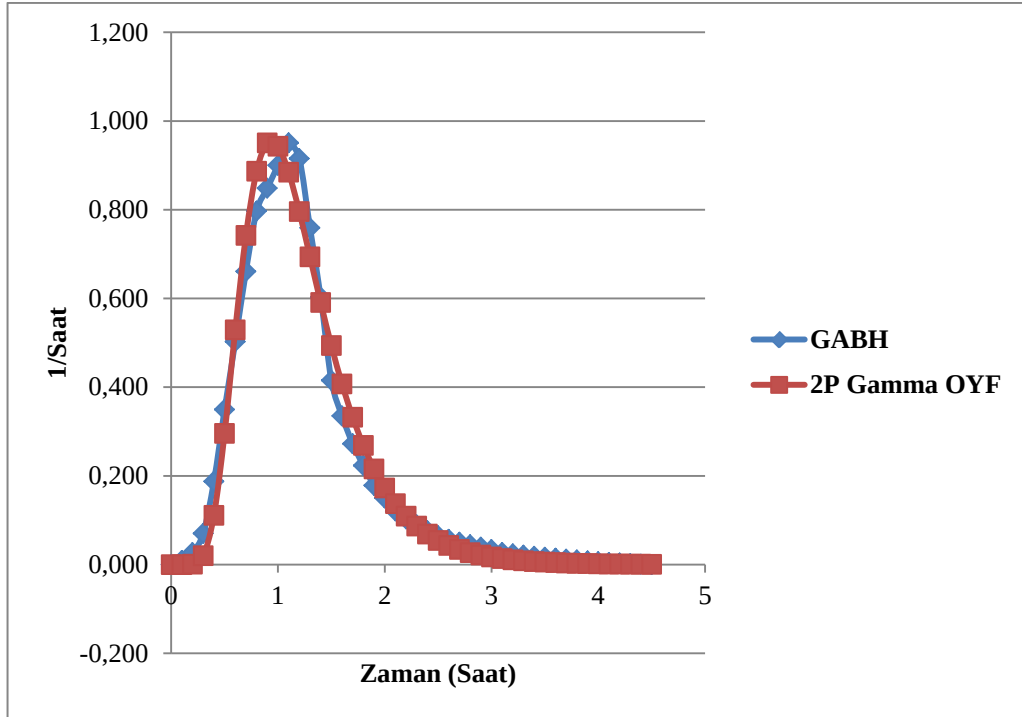
**Çizelge G.17 :** Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma olasılık yoğunluk fonksiyonunun koordinatları.

| Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) | Zaman<br>(Saat) | OGOYO<br>(1/Saat) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 0,00            | 0,000             | 0,75            | 0,783             | 1,75            | 0,000             |
| 0,25            | 1,109             | 1,00            | 0,173             | 2,00            | 0,000             |
| 0,43            | 2,068             | 1,25            | 0,028             | 2,25            | 0,000             |
| 0,50            | 1,940             | 1,50            | 0,004             | 2,50            | 0,000             |

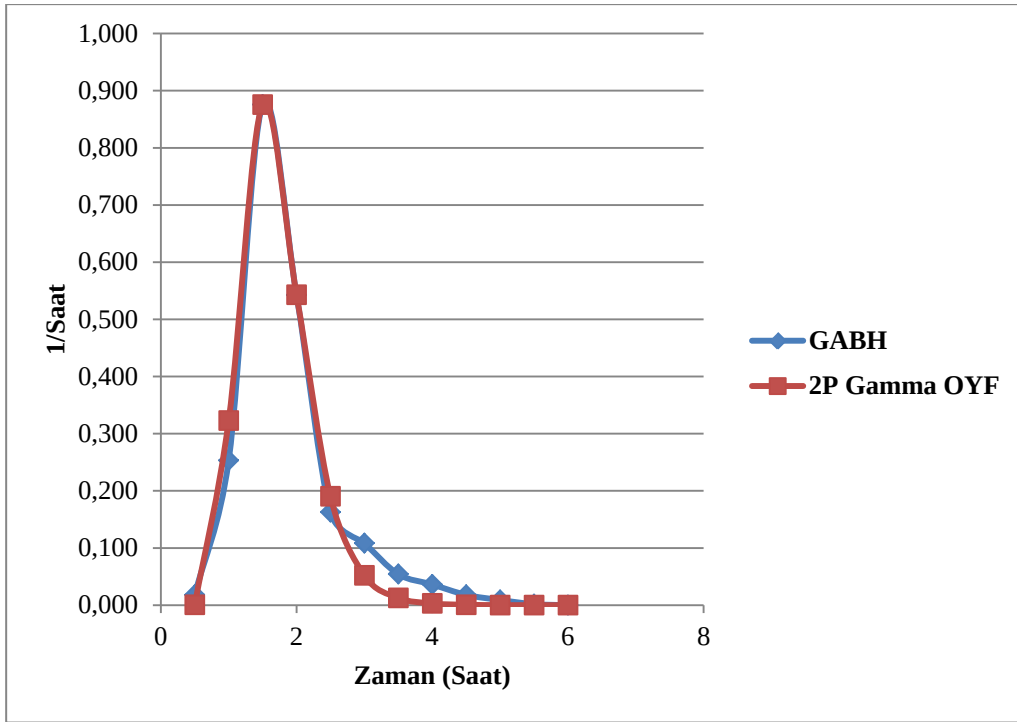
## EK H



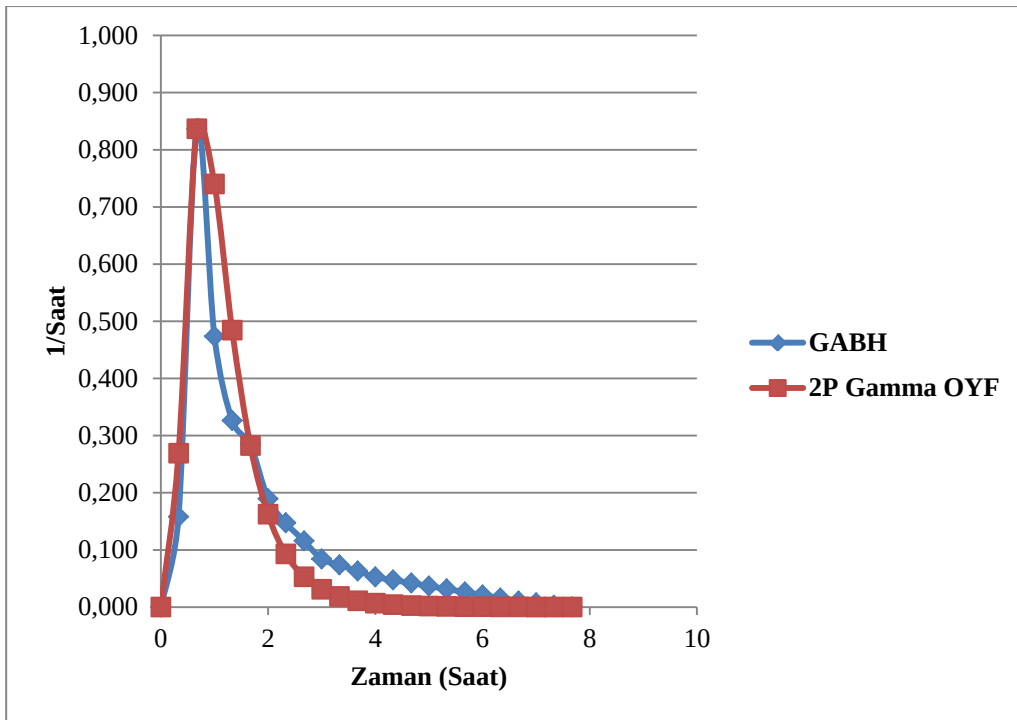
**Şekil H.1 :** Topçu Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



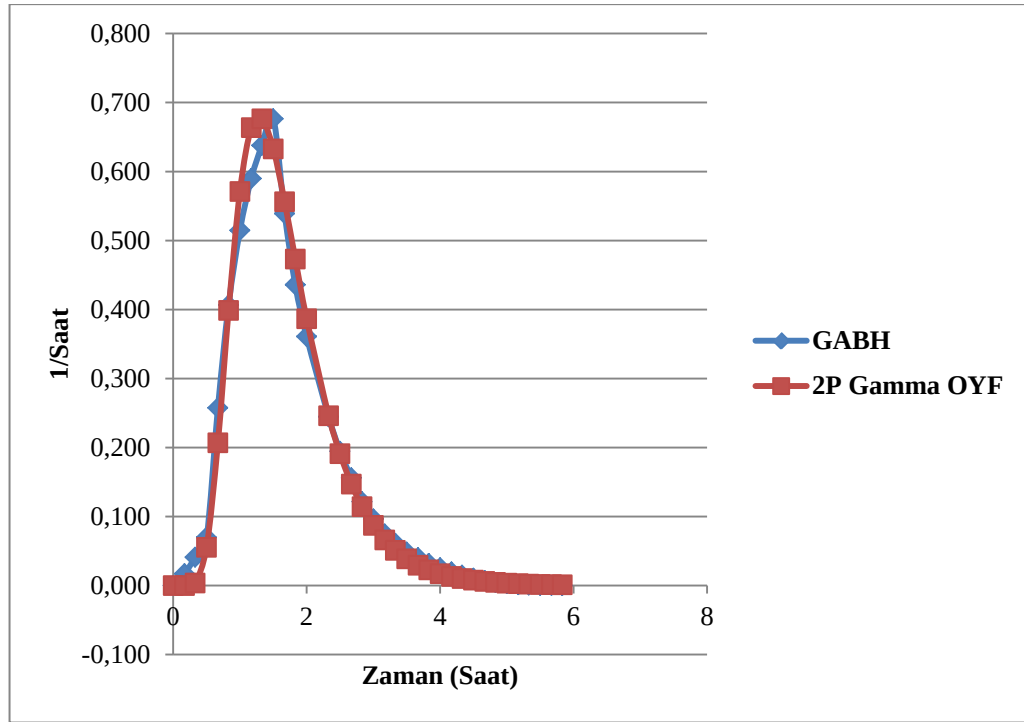
**Şekil H.2 :** Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



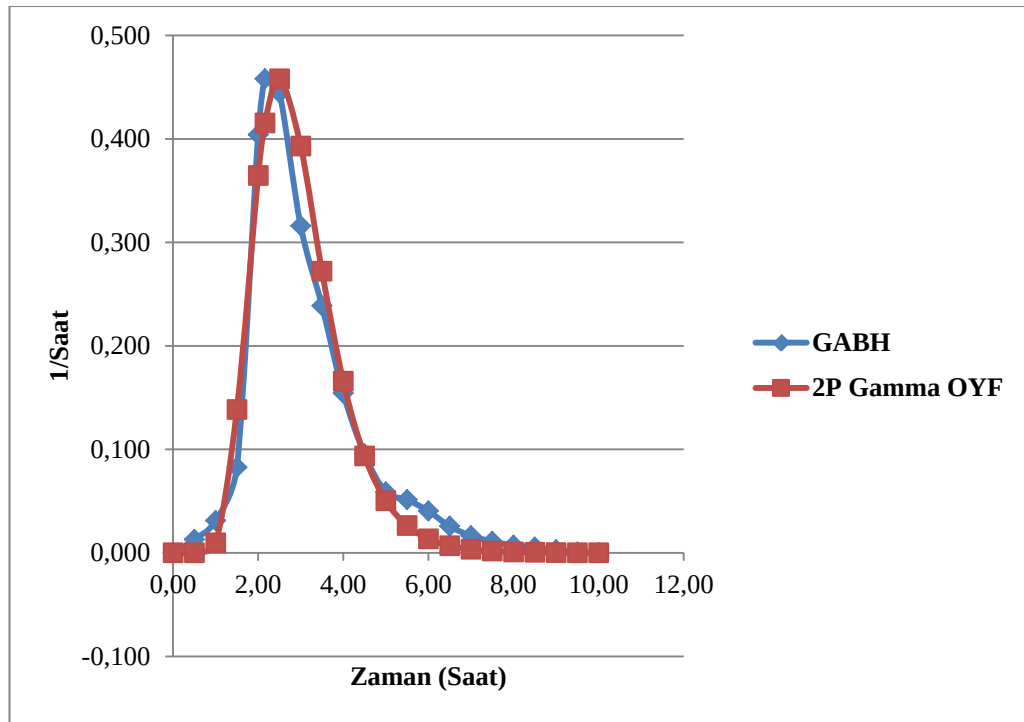
**Şekil H.3 :** Ulucak W-1 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



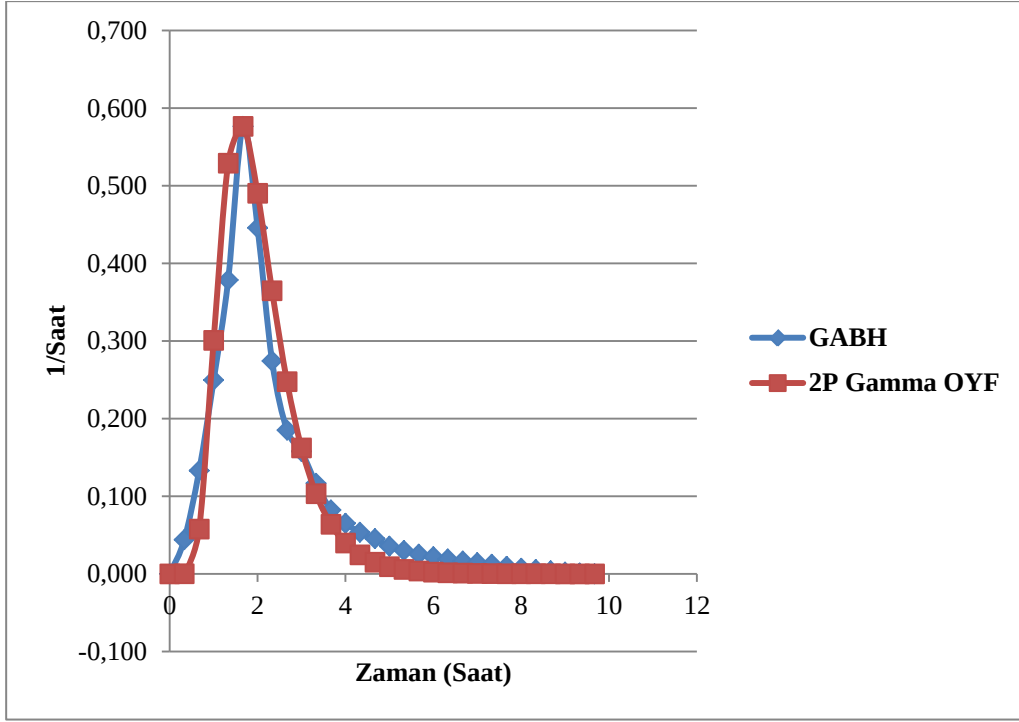
**Şekil H.4 :** Ulucak W-2 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



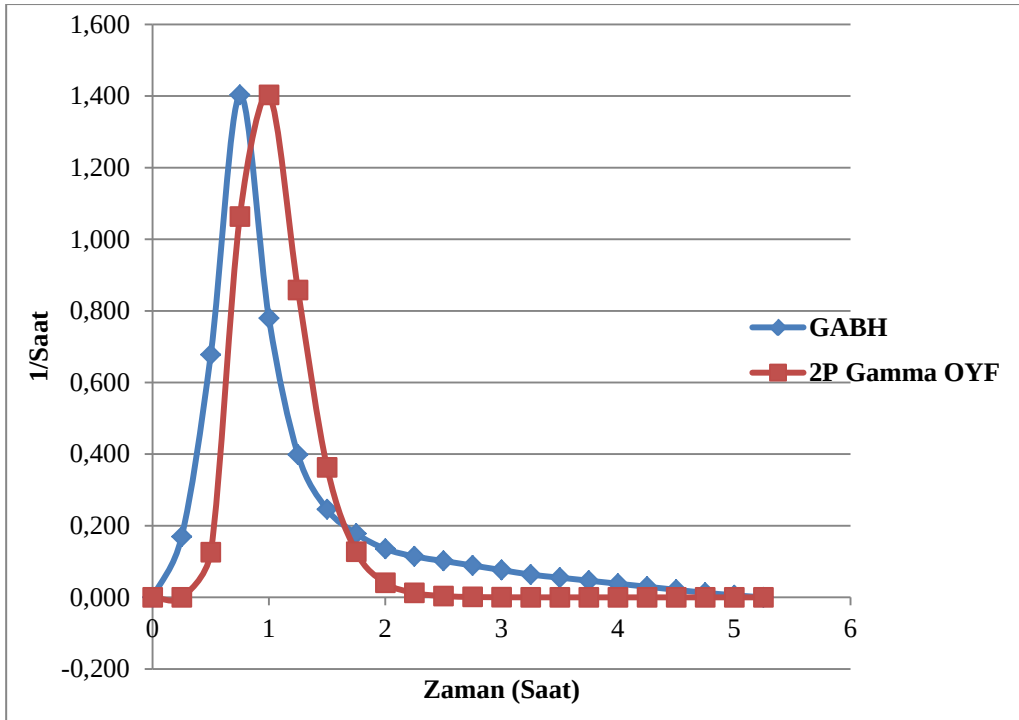
**Şekil H.5 :** Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



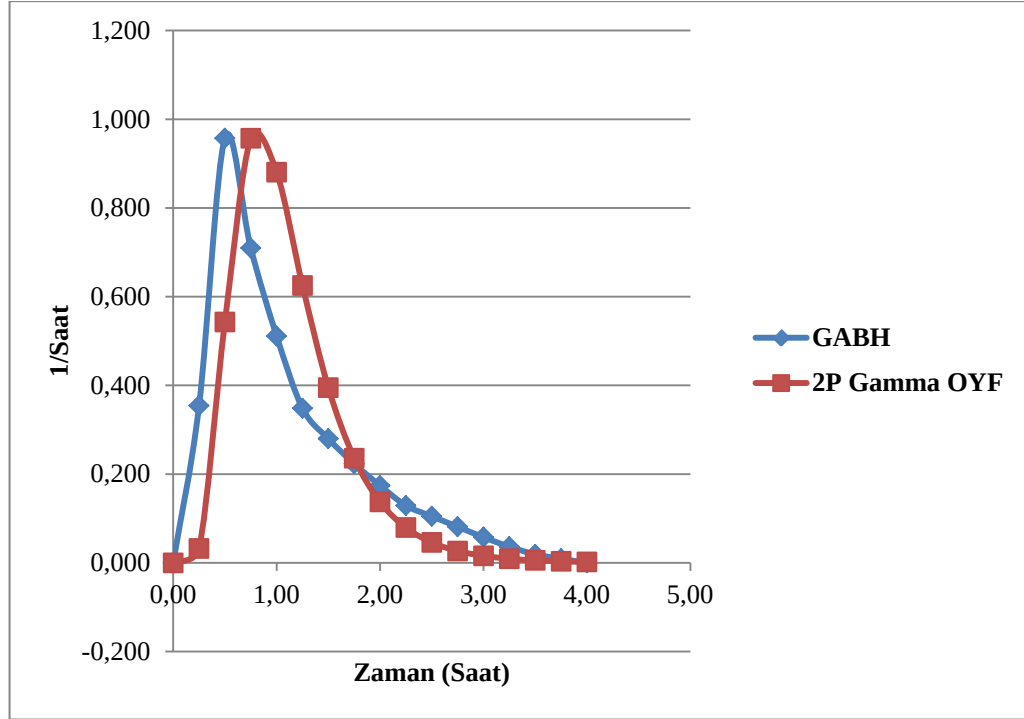
**Şekil H.6 :** Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



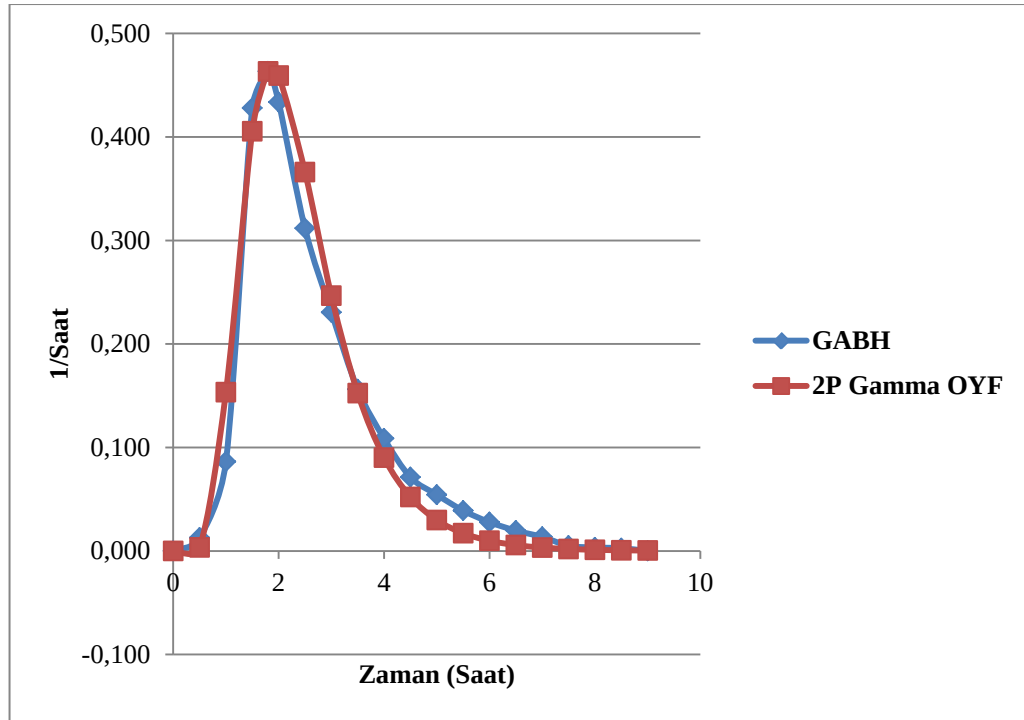
**Şekil H.7 :** Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



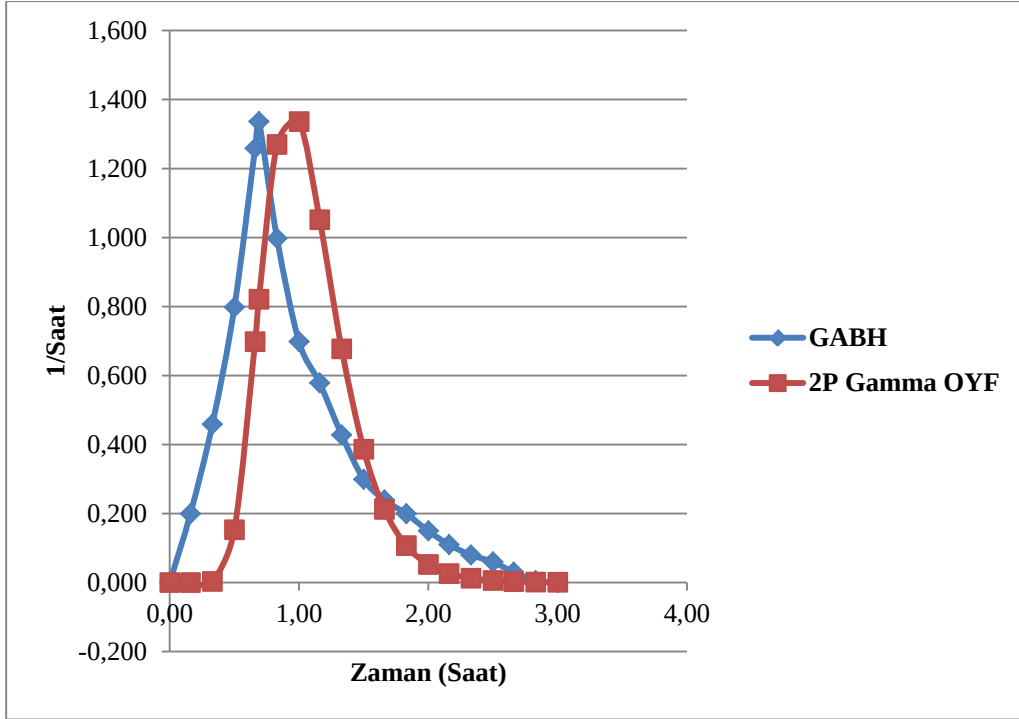
**Şekil H.8 :** Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



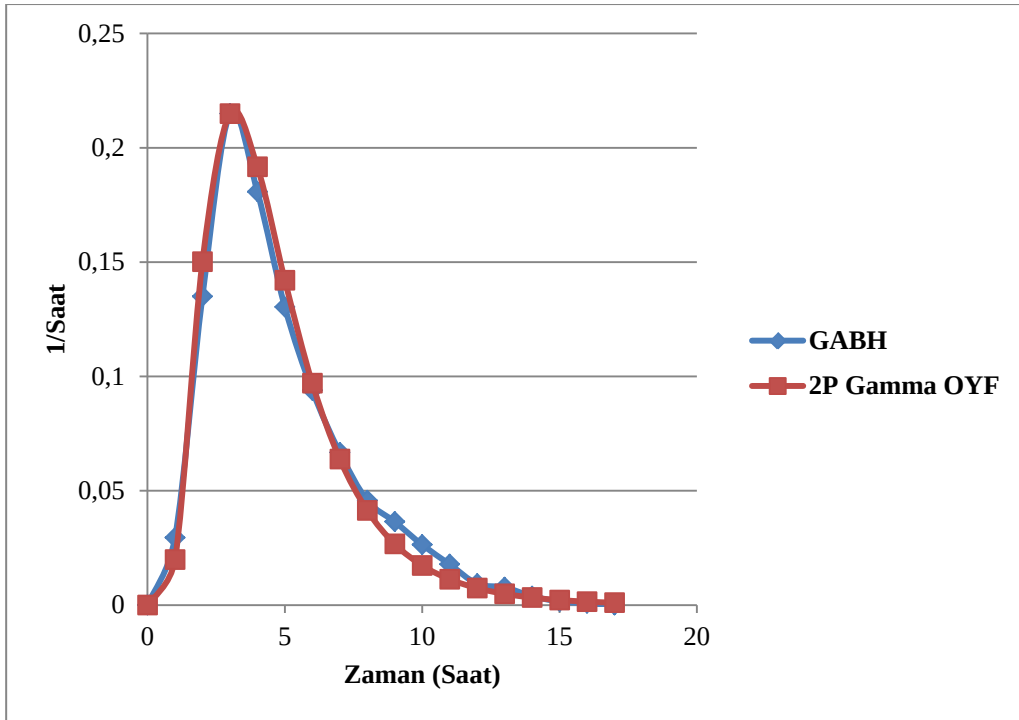
**Şekil H.9 :** Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



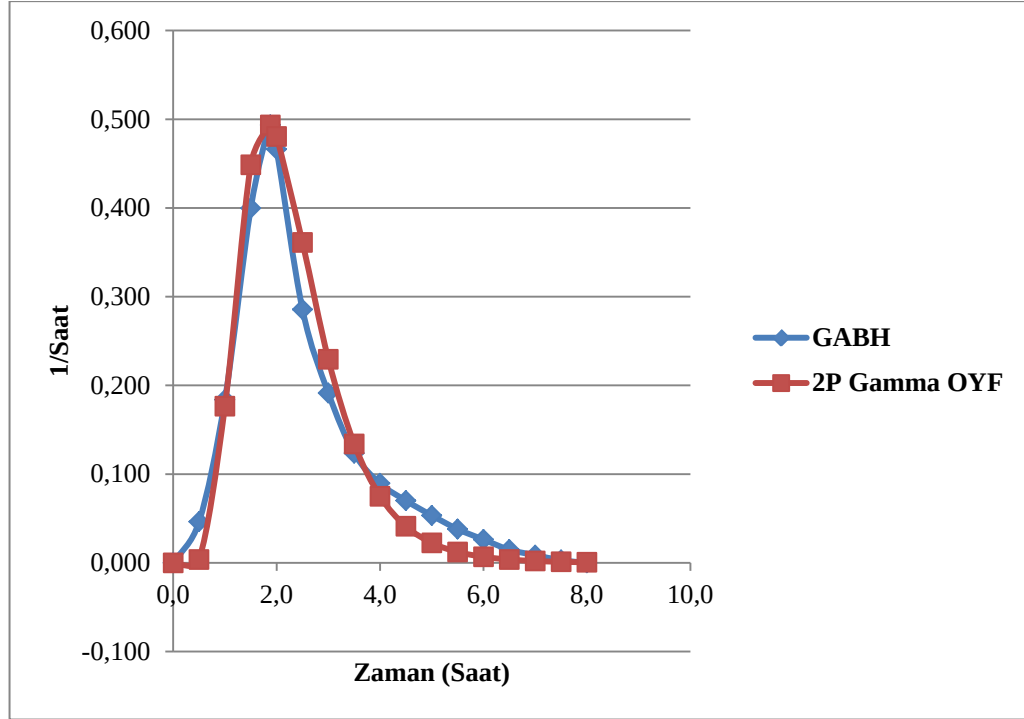
**Şekil H.10 :** Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



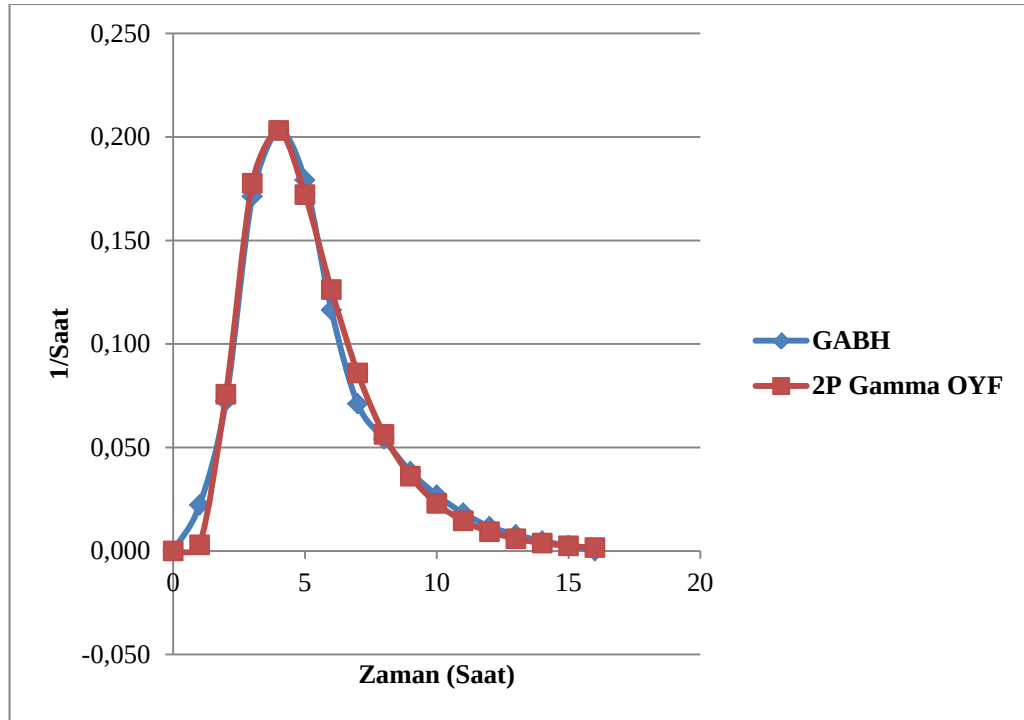
**Şekil H.11 :** Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



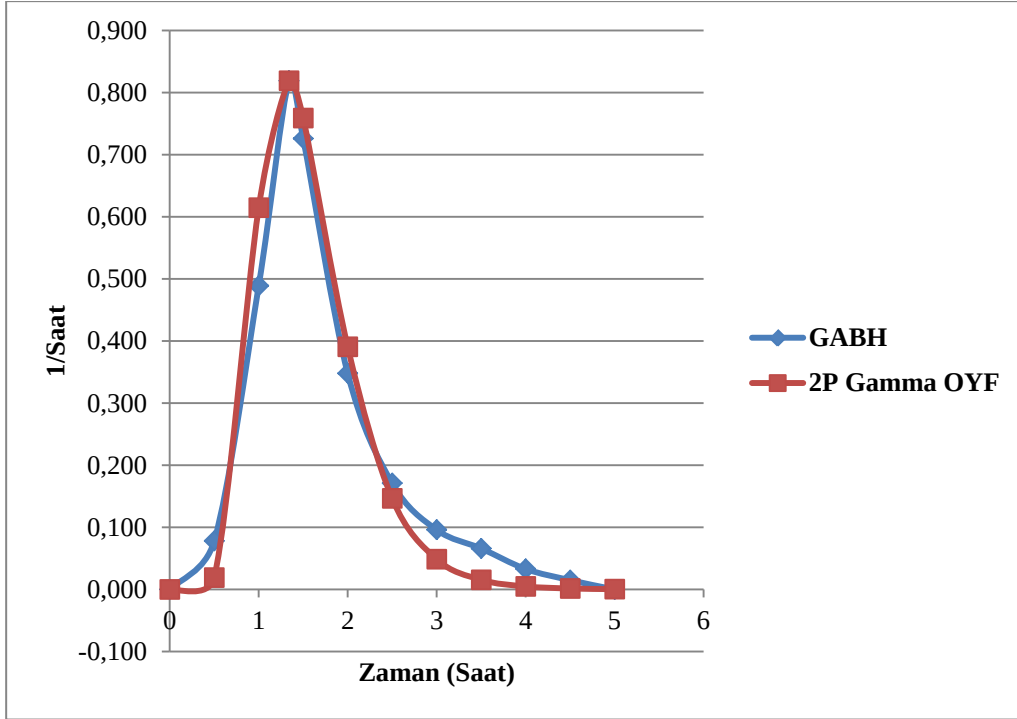
**Şekil H.12 :** Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



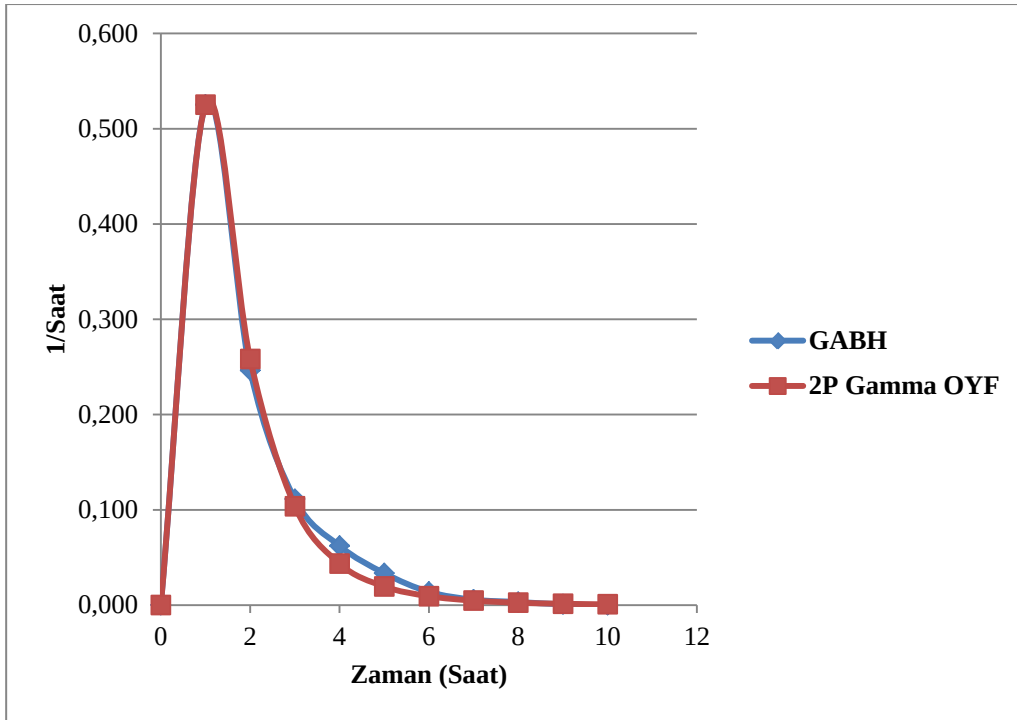
**Şekil H.13 :** Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



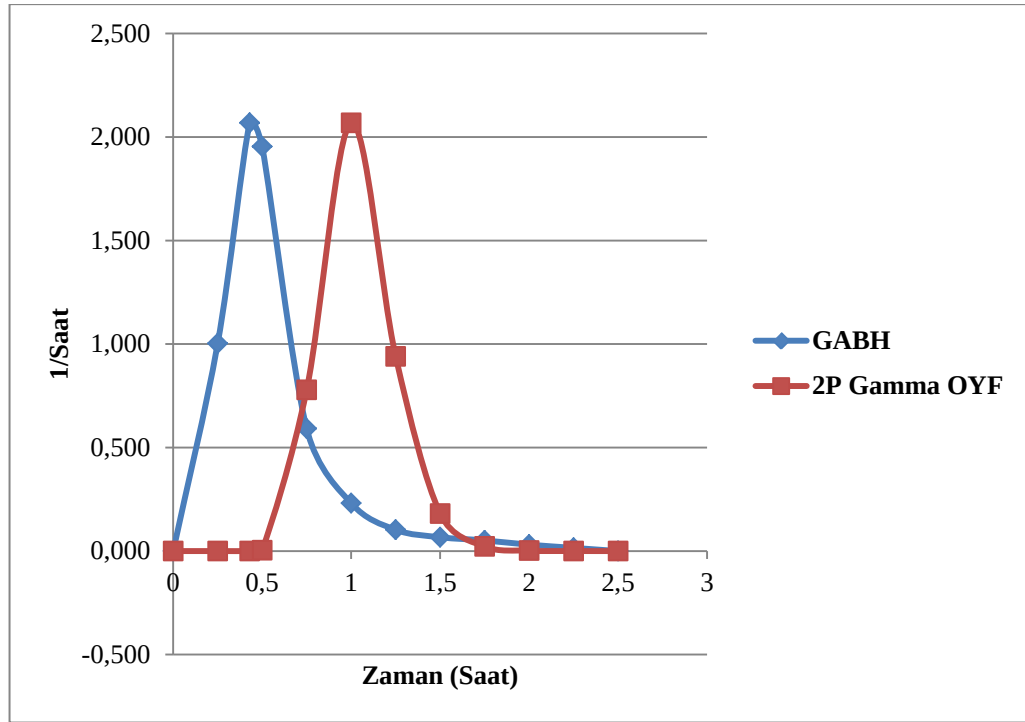
**Şekil H.14 :** Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



**Şekil H.15 :** Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.

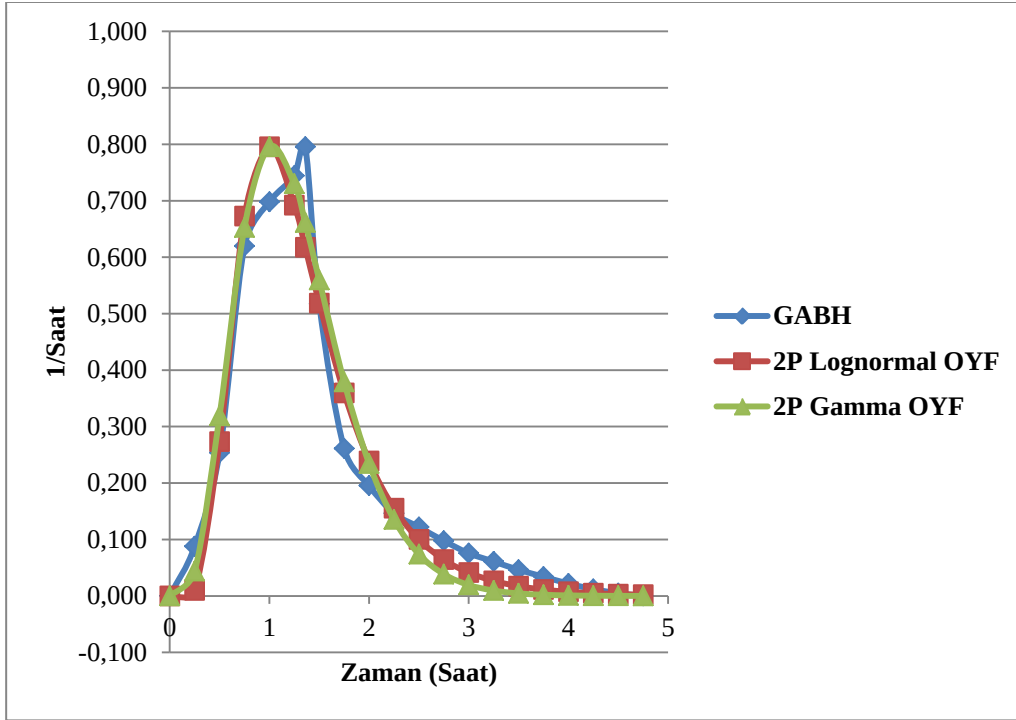


**Şekil H.16 :** Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.

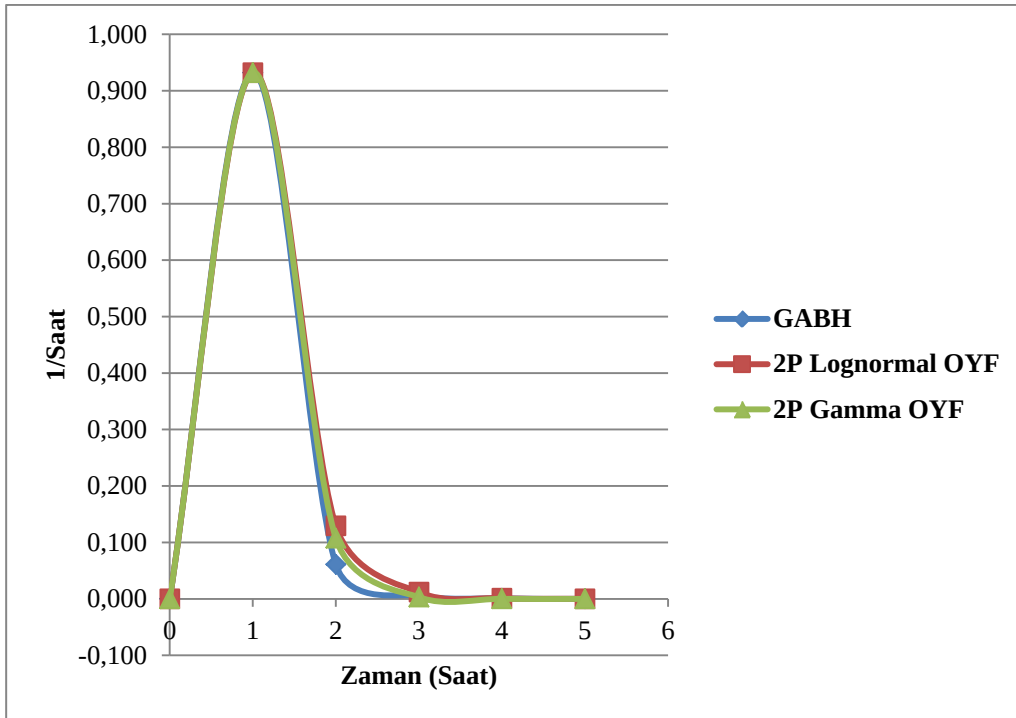


**Şekil H.17 :** Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P gamma OYF'si ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.

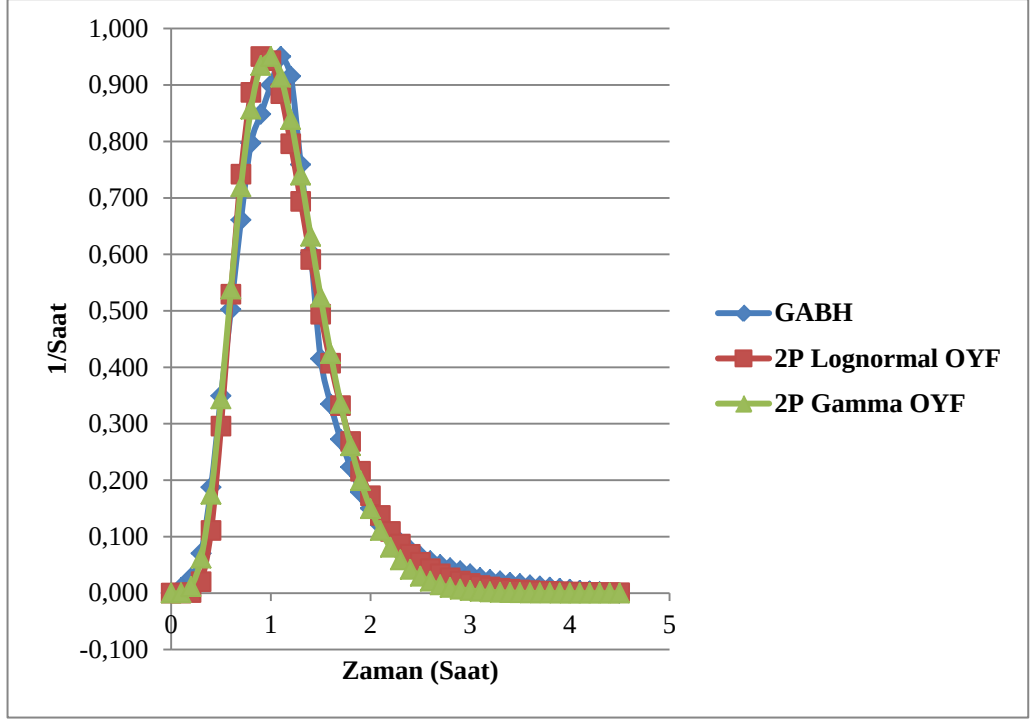
## EK I



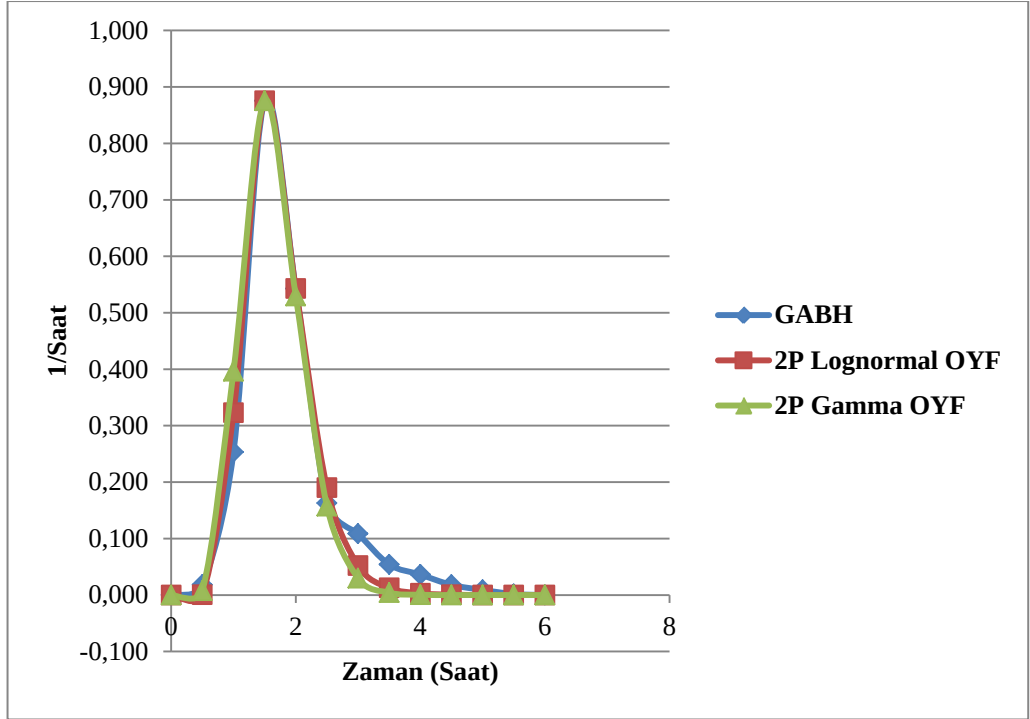
**Şekil I.1 :** Akdoğan havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



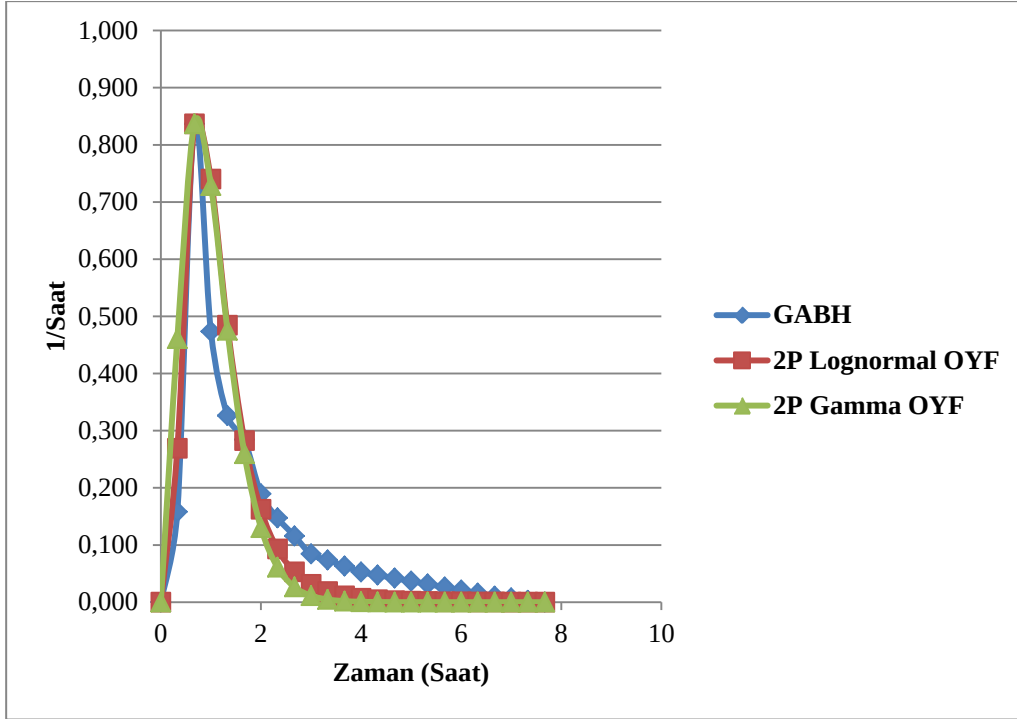
**Şekil I.2 :** Topçu Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



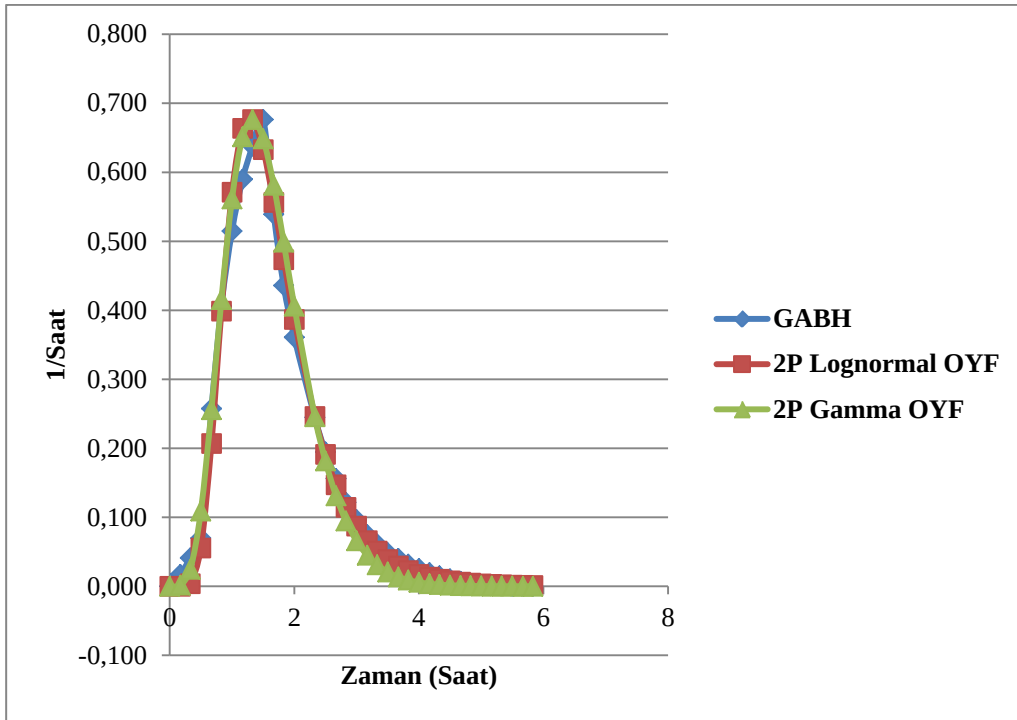
**Şekil I.3 :** Güvenç havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



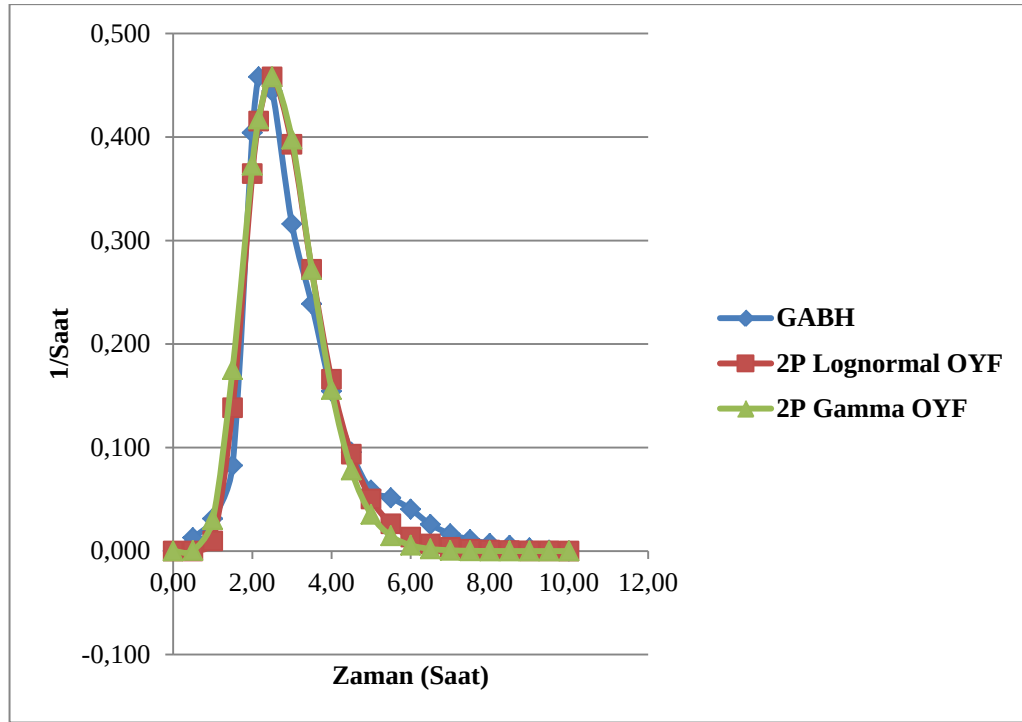
**Şekil I.4 :** Ulucak W-1 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



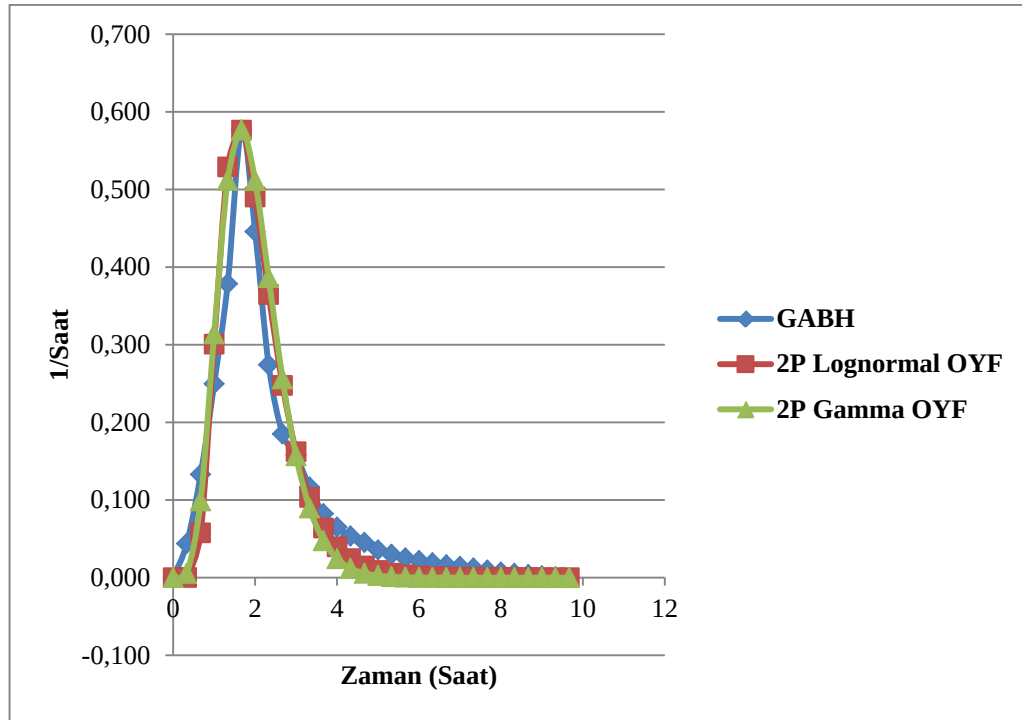
**Şekil I.5 :** Ulucak W-2 havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



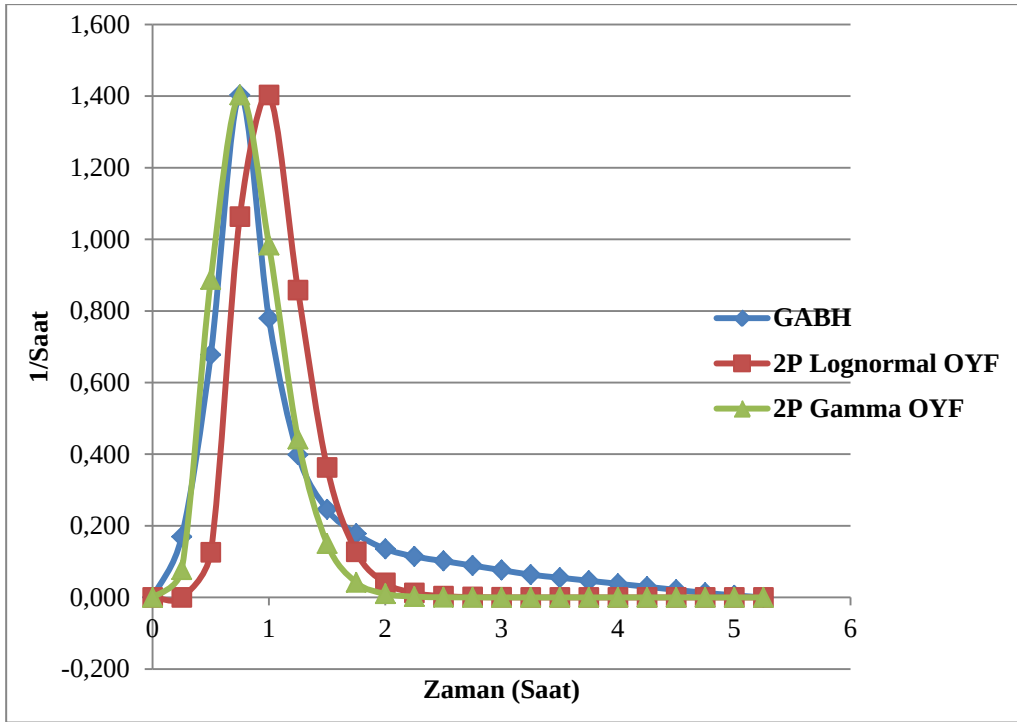
**Şekil I.6 :** Mahmuthacılı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



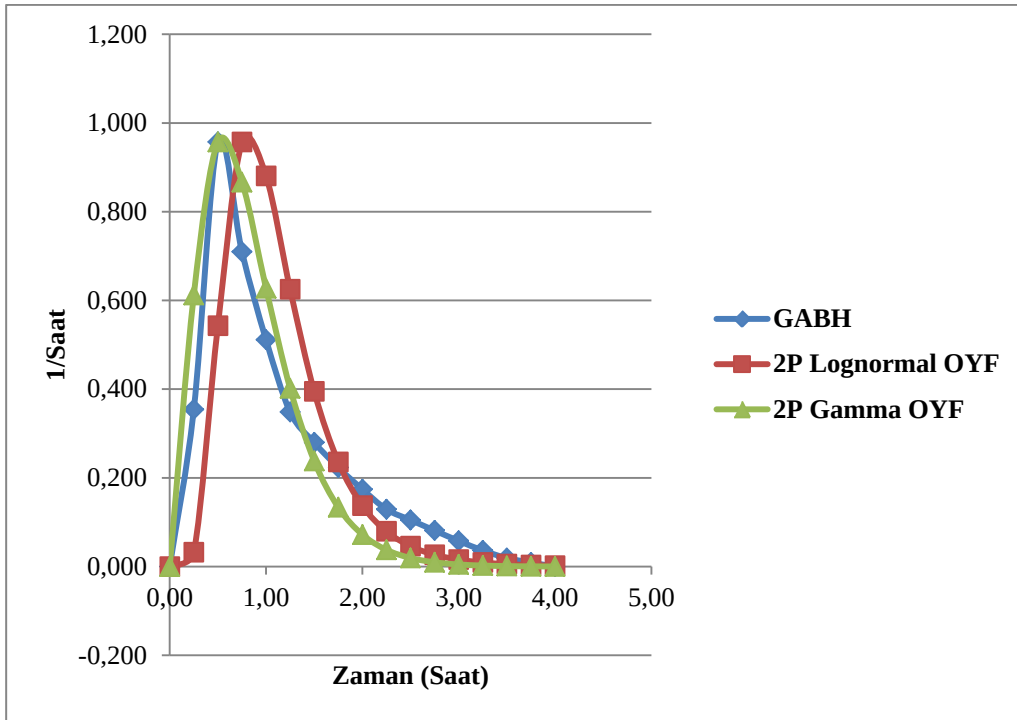
**Şekil I.7 :** Çiçek Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



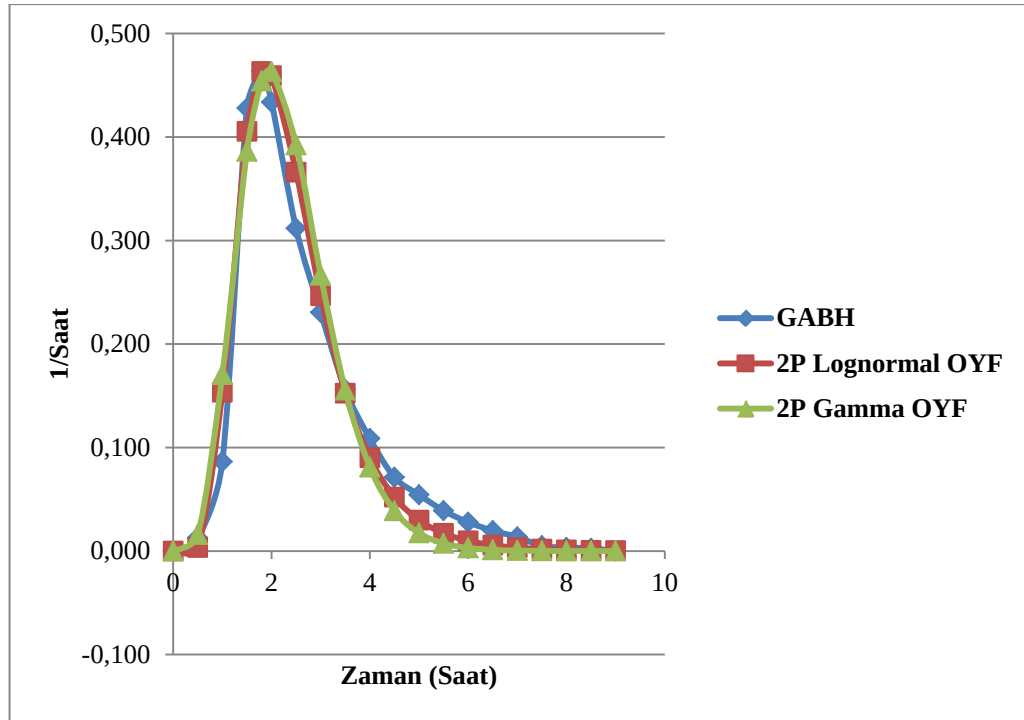
**Şekil I.8 :** Kızlar Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



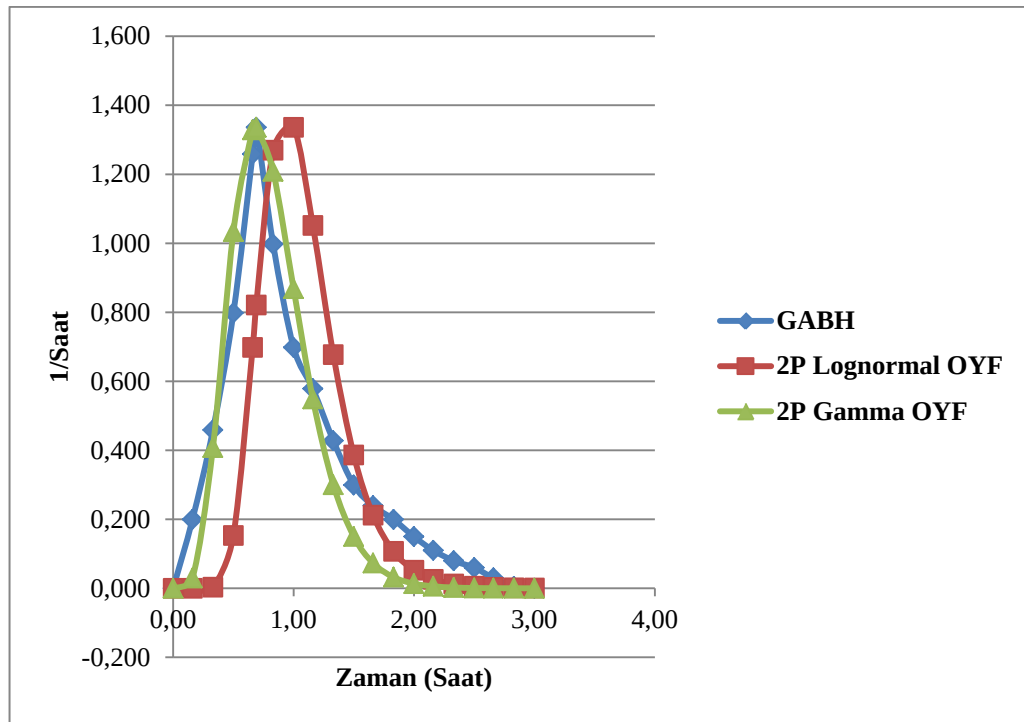
**Şekil I.9 :** Kurukavak Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



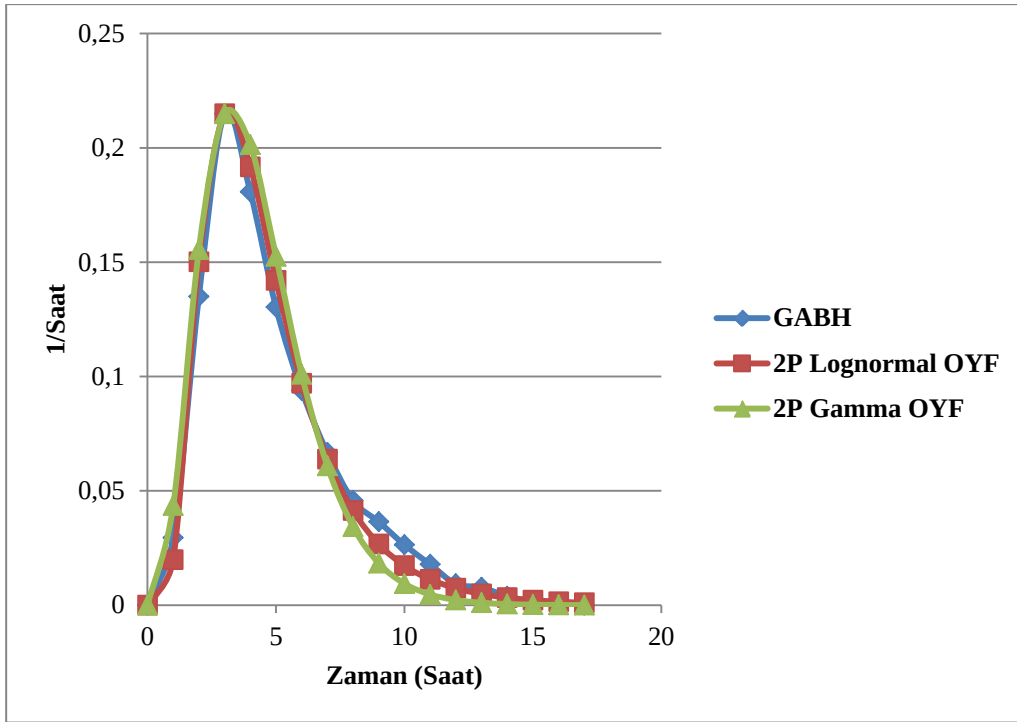
**Şekil I.10 :** Çayır Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



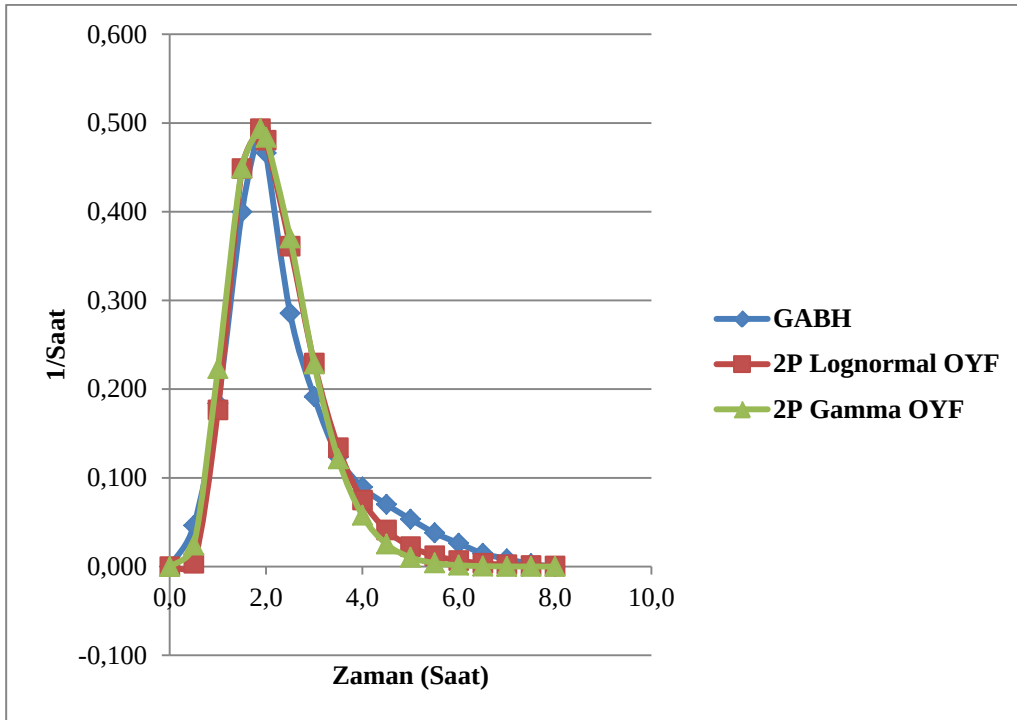
**Şekil I.11 :** Karabalçık Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



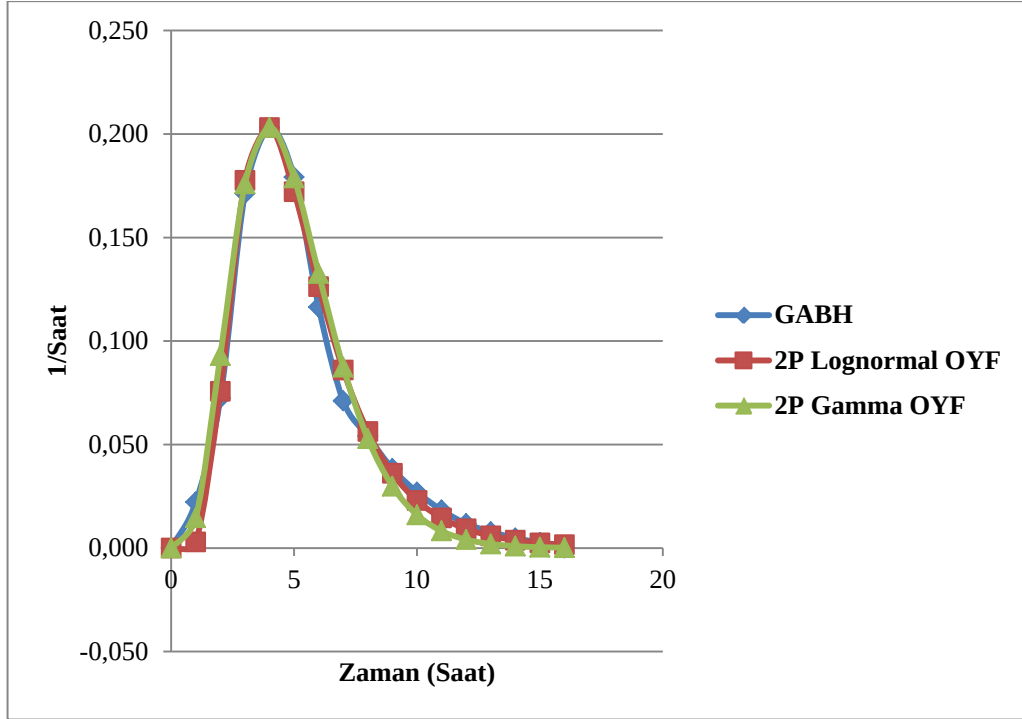
**Şekil I.12 :** Ayvalı Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



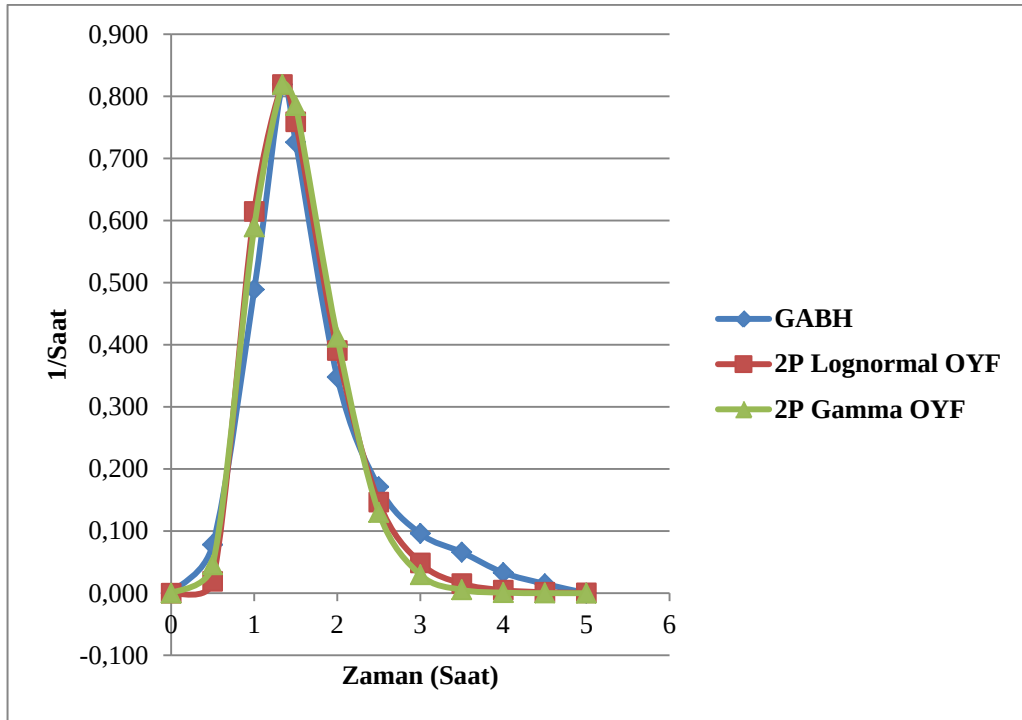
**Şekil I.13 :** Vize Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



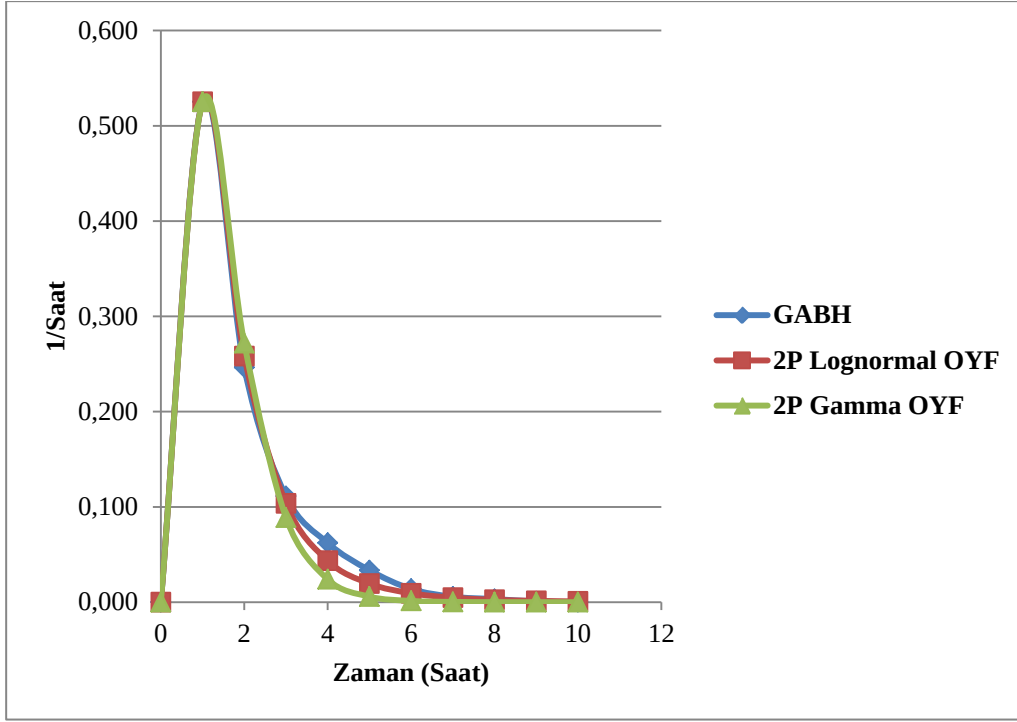
**Şekil I.14 :** Harabe Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



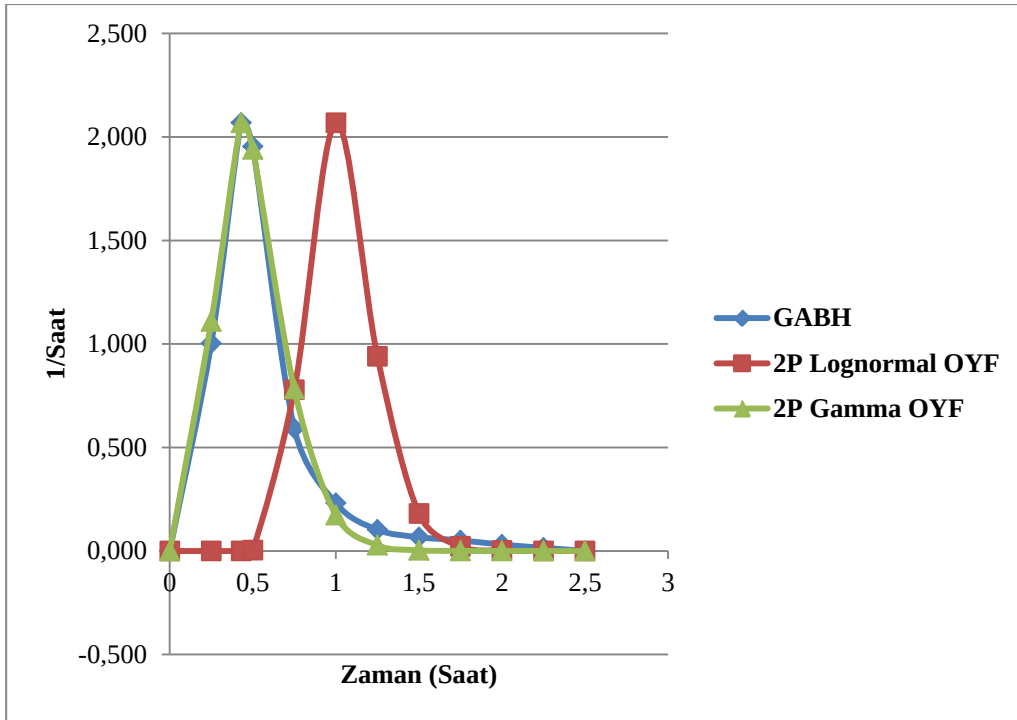
**Şekil I.15 :** Damlıca Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



**Şekil I.16 :** Glabbera Deresi havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



**Şekil I.17 :** Kumdere havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.



**Şekil I.18 :** Uğrak havzasının maksimum E'sini veren oluşturulmuş 2P lognormal ve gamma OYF'leri ile GABH'sinin şekil olarak karşılaştırılması.

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad-Soyad** : Lokman BAHŞİ  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Elazığ, 25.01.1986  
**E-Posta** : gerceklokmanbahsi@yahoo.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 8 Şubat 2012, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Mezunu
- **Yüksek lisans** : 2011-2012 Bahar Yarıyılı Girişli

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

Yüksek lisans öğrenimine devam ederken 2012'deki KPSS sınavını kazanması suretiyle 25.01.2013 yılından beri İSKİ'de mühendis unvanıyla çalışmakta olup, asaletinin girdiği iki sınav neticesinde 11.09.2014 tarihinde tasdik edilmesiyle mühendis unvanına sahip asil memur olarak İSKİ'de çalışmaya devam etmektedir.