

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOLAKLI HAVZASINDA AYLIK VE YILLIK DEBİ SÜREKLİLİK  
EĞRİLERİNİN NORMALLEŞTİRME YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Müh. Ekrem AYAZ**

**Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği**

**Programı : Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği**

**HAZİRAN 2009**



**SOLAKLI HAVZASINDA AYLIK VE YILLIK DEBİ SÜREKLİLİK  
EĞRİLERİNİN NORMALLEŞTİRME YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ekrem AYAZ**

**(501051501)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 05 Haziran 2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Necati AĞIRALIOĞLU (İTÜ)**

**Jüri Üyeleri : Prof. Dr. H. Kerem CİĞİZOĞLU (İTÜ)**

**Doç. Dr. Kasım KOÇAK (İTÜ)**

**HAZİRAN 2009**



## ÖNSÖZ

Yapılan tez çalışmasının konusu, Solaklı havzasında debi süreklilik eğrilerinin normalleştirme yöntemiyle elde edilmesi ve uygulanabilirliğinin incelenmesidir.

Tez çalışmam süresince, ban yönlendirmeleriyle destek ola danışmanım Prof. Dr. Necati AĞIRALIOĞLU ve hocam Doç. Dr. Hafzullah AKSOY'a teşekkür ederim.

TÜBİTAK çalışma grubundaki değerli hocalarıma ve arkadaşlarıma,

Ve ayrıca değerli arkadaşım Ebru ERİŞ'e teşekkür ederim.

Ve aileme sonsuz teşekkürlerimle...

Mayıs 2009

Ekrem AYAZ

(İnşaat Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

|                                                                          | Sayfa       |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>KISALTMALAR.....</b>                                                  | <b>vii</b>  |
| <b>ÇİZELGE LİSTESİ.....</b>                                              | <b>ix</b>   |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>                                                | <b>xiii</b> |
| <b>SEMBOL LİSTESİ.....</b>                                               | <b>xv</b>   |
| <b>ÖZET.....</b>                                                         | <b>xvii</b> |
| <b>SUMMARY.....</b>                                                      | <b>xix</b>  |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                     | <b>1</b>    |
| 1.1 Çalışmanın Konusu .....                                              | 1           |
| 1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....                                    | 2           |
| <b>2. DEBİ SÜREKLİLİK EĞRİSİ.....</b>                                    | <b>3</b>    |
| 2.1 Debi Süreklilik Eğrisinin Debi Gidiş Çizgisinden Elde Edilmesi ..... | 4           |
| 2.2 Debi Süreklilik Eğrisinde Zaman Biriminin Seçimi .....               | 5           |
| 2.3 Uzun Süreli Debi Süreklilik Eğrisinin Elde Edilmesi .....            | 7           |
| 2.3.1 Kayıt süresinin DSE'si.....                                        | 8           |
| 2.3.2 Medyan-yıllık DSE.....                                             | 8           |
| 2.4 Debi Süreklilik Eğrisinin Kullanıldığı Yerler .....                  | 9           |
| 2.5 Debi Süreklilik Eğrisi İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....           | 13          |
| <b>3. PROJE SAHASININ TANITILMASI.....</b>                               | <b>19</b>   |
| 3.1 Coğrafi Durum .....                                                  | 19          |
| 3.2 Bitki Örtüsü.....                                                    | 20          |
| 3.3 Genel Jeoloji ve Tektonik .....                                      | 20          |
| 3.4 İklim ve İklim parametreleri .....                                   | 21          |
| 3.4.1 İklim .....                                                        | 21          |
| 3.4.2 Yağışlar .....                                                     | 21          |
| 3.4.3 Sıcaklıklar.....                                                   | 23          |
| 3.4.4 Buharlaşma .....                                                   | 23          |
| 3.4.5 Akım ve akım gözlem istasyonları.....                              | 25          |
| 3.4.6 Su kaynakları .....                                                | 27          |
| 3.4.7 Katı madde durumu .....                                            | 27          |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.8 Planlanmış Tesisler.....                                                  | 29         |
| <b>4. SOLAKLI HAVZASI AKIM GÖZLEM İSTASYONLARINA AİT DSE'LER</b><br>.....       | <b>31</b>  |
| <b>5. KULLANILAN YÖNTEM</b> .....                                               | <b>35</b>  |
| <b>6. YÖNTEMİN UYGULAMALARI</b> .....                                           | <b>37</b>  |
| 6.1 Normalleştirme Yöntemiyle Yıllık Debi Süreklilik Eğrisinin Elde Edilmesi .. | 37         |
| 6.1.1 Boyutsuzlaştırma .....                                                    | 38         |
| 6.1.2 Normalleştirme .....                                                      | 38         |
| 6.1.3 Normal-boyutsuz kuantil hesabı.....                                       | 41         |
| 6.1.4 Ortalama debi ve boyutlu kuantil .....                                    | 41         |
| 6.1.5 Kontrol .....                                                             | 43         |
| 6.2 Normalleştirme Yöntemi İle Aylık Debi Süreklilik Eğrisinin Elde Edilmesi .. | 44         |
| 6.2.1 Ekim ayı debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesi.....                   | 45         |
| 6.2.2 Kasım ayı debi süreklilik eğrisi elde edilmesi .....                      | 50         |
| 6.2.3 Aralık ayı debi süreklilik eğrisi elde edilmesi.....                      | 55         |
| 6.2.4 Ocak ayı debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesi .....                  | 60         |
| 6.2.5 Şubat ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi.....                    | 65         |
| 6.2.6 Mart ayı debi süreklilik eğrisi elde edilmesi .....                       | 70         |
| 6.2.7 Nisan ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi.....                    | 75         |
| 6.2.8 Mayıs ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi .....                   | 80         |
| 6.2.9 Haziran ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi .....                 | 85         |
| 6.2.10 Temmuz ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi .....                 | 90         |
| 6.2.11 Ağustos ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi .....                | 91         |
| 6.2.12 Eylül ayı debi süreklilik eğrisi elde edilmesi .....                     | 96         |
| 6.2.13 Kontrol .....                                                            | 101        |
| <b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....                                               | <b>103</b> |
| <b>KAYNAKLAR</b> .....                                                          | <b>107</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....                                                           | <b>109</b> |

## **KISALTMALAR**

**AGİ** : Akarsu Gözlem İstasyonu

**DSÇ** : Debi Süreklilik Çizgisi

**DSE** : Debi Süreklilik Eğrisi

**DSİ** : Devlet Su İşleri

**EİE** : Elektrik İşleri Etüt İdaresi



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.1:Meteoroloji istasyonlarında ölçülen veriler. ....                                                                        | 22 |
| Çizelge 3.2: DMİ-Çaykara meteoroloji istasyonu aylık ortalama yağış değerleri. ....                                                  | 23 |
| Çizelge 3.3:DMİ-Uzungöl meteoroloji istasyonu aylık ortalama yağış değerleri.....                                                    | 24 |
| Çizelge 3.4:Trabzon meteoroloji istasyonu aylık ortalama sıcaklıkları ( $^{\circ}\text{C}$ ). ....                                   | 24 |
| Çizelge 3.5:DMİ - Trabzon meteoroloji ist. Aylık toplam buharlaşma.....                                                              | 25 |
| Çizelge 3.6: Akım gözlem istasyonları. ....                                                                                          | 26 |
| Çizelge 3.7: (22-52) Solaklı Dere-Ulucami AGİ'de ölçülmüş aylık akımları ( $\text{hm}^3$ )<br>Not:AGİ'de ölçülmüş değerlerdir). .... | 26 |
| Çizelge 3.8:(22-7) Haldizen suyu aylık akımları ( $\text{hm}^3$ ).....                                                               | 27 |
| Çizelge 6.1: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları. ....                                                    | 39 |
| Çizelge 6.2: Solaklı havzası normalleştirilmiş boyutsuz akımları. ....                                                               | 40 |
| Çizelge 6.3 : D aşılma olasılıklarına karşı gelen boyutsuz akım değerleri. ....                                                      | 41 |
| Çizelge 6.4 : Ortalama debi ve havza alanları.....                                                                                   | 42 |
| Çizelge 6.5 : Solaklı- Ulucami AGİ akımları.....                                                                                     | 43 |
| Çizelge 6.6 : Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (ekim)<br>.....                                         | 45 |
| Çizelge 6.7 : Solaklı havzası (ekim ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.....                                                    | 46 |
| Çizelge 6.8 : D aşılma olasılıklarına karşı gelen (ekim ayı) boyutsuz akım değerleri.<br>.....                                       | 47 |
| Çizelge 6.9 : Ortalama debi (ekim) ve havza alanları.....                                                                            | 48 |
| Çizelge 6.10 : Solaklı-Ulucami AGİ (ekim ayı) akımları. ....                                                                         | 48 |
| Çizelge 6.11 : Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları<br>(kasım). ....                                       | 50 |
| Çizelge 6.12 : Solaklı havzası (kasım ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları. ....                                                 | 51 |
| Çizelge 6.13 : D aşılma olasılıklarına karşı gelen (kasım ayı) boyutsuz akım<br>değerleri. ....                                      | 52 |
| Çizelge 6.14 : Ortalama debi (kasım) ve havza alanları. ....                                                                         | 53 |
| Çizelge 6.15 : Solaklı-Ulucami AGİ (kasım ayı) akımları. ....                                                                        | 53 |
| Çizelge 6.16 : Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş (aralık).....                                                   | 55 |
| Çizelge 6.17 : Solaklı havzası (aralık) normalleştirilmiş boyutsuz akımları. ....                                                    | 56 |
| Çizelge 6.18 : D aşılma olasılıklarına karşı gelen (aralık ayı) boyutsuz akım<br>değerleri. ....                                     | 57 |
| Çizelge 6.19: Ortalama debi (aralık ) ve havza alanları.....                                                                         | 58 |
| Çizelge 6.20: Solaklı-Ulucami AGİ (aralık ayı) akımları.....                                                                         | 58 |
| Çizelge 6.21: Solaklı havzası gözlenmiş ve ve boyutsuz hale getirilmiş akımları<br>(ocak). ....                                      | 60 |
| Çizelge 6.22: Solaklı havzası (ocak ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları. ....                                                   | 61 |
| Çizelge 6.23: D aşılma olasılıklarına karşı gelen (ocak ayı) boyutsuz akım değerleri.<br>.....                                       | 62 |
| Çizelge 6.24: Ortalama debi (ocak ayı) ve havza alanları. ....                                                                       | 63 |
| Çizelge 6.25: Solaklı-Ulucami AGİ (ocak ayı)akımları. ....                                                                           | 63 |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 6.26: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutuz hale getirilmiş akımları (şubat).     | 65 |
| Çizelge 6.27: Solaklı havzası (şubat ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımlar.            | 66 |
| Çizelge 6.28: D aşılma olasılıklarına karşı gelen (şubat ayı) boyutsuz akım değerleri    | 67 |
| Çizelge 6.29: Ortalama debi (şubat ayı) ve havza alanları                                | 68 |
| Çizelge 6.30: Solaklı-Ulucami AGİ (şubat ayı) akımları.                                  | 68 |
| Çizelge 6.31: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (mart).     | 70 |
| Çizelge 6.32: Solaklı havzası (mart ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.            | 71 |
| Çizelge 6.33 : D aşılma olasılıklarına karşı gelen (mart ayı) boyutsuz akım değerleri.   | 72 |
| Çizelge 6.34: Ortalama debi (mart ayı) ve havza alanları.                                | 73 |
| Çizelge 6.35: Solaklı –Ulucami AGİ (mart ayı) akımları.                                  | 73 |
| Çizelge 6.36: Solaklı havzası gözlemiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (nisan).     | 75 |
| Çizelge 6.37: Solaklı havzası (nisan ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.           | 76 |
| Çizelge 6.38: D aşılma olasılıklarına karşı gelen (nisan ayı) boyutsuz akım değerleri.   | 77 |
| Çizelge 6.39: Ortalama debi (nisan ayı) ve havza alanları                                | 78 |
| Çizelge 6.40: Solaklı-Ulucami AGİ (nisan ayı) akımları.                                  | 78 |
| Çizelge 6.41: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (mayıs).    | 80 |
| Çizelge 6.42: Solaklı havzası (mayıs ayı ) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.          | 81 |
| Çizelge 6.43: D aşılma olasılıklarına karşı gelen (mayıs ayı) boyutsuz akım değerleri.   | 82 |
| Çizelge 6.44: Ortalama debi (mayıs ayı) ve havza alanları.                               | 83 |
| Çizelge 6.45: Solaklı-Ulucami AGİ (mayıs ayı) akımları.                                  | 83 |
| Çizelge 6.46: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (haziran).  | 85 |
| Çizelge 6.47: Solaklı havzası (haziran ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.         | 86 |
| Çizelge 6.48: D aşılma olasılıklarına karşı gelen (haziran ayı) boyutsuz akım değerleri. | 87 |
| Çizelge 6.49: Ortalama debi (haziran ayı) ve havza alanları.                             | 88 |
| Çizelge 6.50: Solaklı-Ulucami AGİ (haziran ayı) akımları.                                | 88 |
| Çizelge 6.51: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (temmuz).   | 90 |
| Çizelge 6.52: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (ağustos).  | 91 |
| Çizelge 6.53: Solaklı havzası (ağustos ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.         | 92 |
| Çizelge 6.54: D aşılma olasılıklarına karşı gelen (ağustos ayı) boyutsuz akım değerleri. | 93 |
| Çizelge 6.55: Ortalama debi (ağustos ayı) ve havza alanları.                             | 94 |
| Çizelge 6.56: Solaklı-Ulucami AGİ (ağustos ayı) akımları.                                | 94 |
| Çizelge 6.57: Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (eylül).    | 96 |
| Çizelge 6.58: Solaklı havzası (eylül ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.           | 97 |
| Çizelge 6.59: D aşılma olasılıklarına karşı gelen (eylül ayı) boyutsuz akım değerleri.   | 98 |
| Çizelge 6.60: Ortalama debi (eylül ayı) ve havza alanları.                               | 99 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 6.61: Solaklı-Ulucami AGİ (eylül ayı) akımları.....                       | 99  |
| Çizelge 6.62: Modele ve gözlenmiş verilere ait değerlerin karşılaştırılması. .... | 101 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1: Debi gidiş çizgisinden debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi. ....                                                                                          | 3  |
| Şekil 2.2: Debi gidiş çizgisinin kesilmesi. ....                                                                                                                         | 4  |
| Şekil 2.3: Debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                                                                  | 5  |
| Şekil 2.4: Debi süreklilik eğrisinden zamanın belli yüzdelerinde aşılan debilerin okunması. ....                                                                         | 10 |
| Şekil 2.5 : Güç süreklilik denklemi. ....                                                                                                                                | 10 |
| Şekil 2.6 : Bir kaynak istasyonunun bir aydaki debi süreklilik eğrisini kullanarak, hedef bölge istasyonundaki eksik değerlerin tahmin edilmesi.....                     | 12 |
| Şekil 3.1 : Solaklı havzasının denize yakın kesiminde Temmuz 2006 çekilmiş fotoğraf.....                                                                                 | 28 |
| Şekil 3.2 : Solaklı havzasının 2200 m yükseklikteki kesiminde Mart 2007’de çekilmiş fotoğraf.....                                                                        | 28 |
| Şekil 3.3 : Solaklı Vadisi için DSİ tarafından üretilen alternatif HES formülasyon projesi.....                                                                          | 29 |
| Şekil 4.1: Solaklı Ulucami AGİ debi süreklilik eğrileri (günlük aylık ve yıllık). ....                                                                                   | 31 |
| Şekil 4.2: Ögene-Alçakköprü AGİ debi süreklilik eğrileri (günlük, aylık ve yıllık)..                                                                                     | 32 |
| Şekil 4.3 Haldizen-Şerah AGİ debi süreklilik eğrileri (günlük, aylık ve yıllık). ....                                                                                    | 32 |
| Şekil 4.4 Ögene-Sinekli AGİ debi süreklilik eğrileri (günlük, aylık).....                                                                                                | 33 |
| Şekil 5.1 : Ölçümü olmayan havzada kuantil hesabı akış diyagramı. ....                                                                                                   | 36 |
| Şekil 6.1: Solaklı havzası akım gözlem istasyonları. ....                                                                                                                | 38 |
| Şekil 6.2: Boyutsuz q akımları histogramı. ....                                                                                                                          | 40 |
| Şekil 6.3 : Solaklı havzası boyutsuz debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                                        | 42 |
| Şekil 6.4 : Ortalama debi-alan eğrisi. ....                                                                                                                              | 42 |
| Şekil 6.5 : Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi süreklilik eğrileri. ....             | 44 |
| Şekil 6.6 : Boyutsuz q akımları (ekim ayı) histogramı. ....                                                                                                              | 46 |
| Şekil 6.7 : Solaklı havzası (ekim ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.....                                                                                              | 47 |
| Şekil 6.8 : Ortalama debi-alan eğrisi (ekim). ....                                                                                                                       | 48 |
| Şekil 6.9 : Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) Debi süreklilik eğrileri (ekim ayı). ....  | 49 |
| Şekil 6.10 : Boyutsuz q akımları (kasım ayı) histogramı.....                                                                                                             | 51 |
| Şekil 6.11 : Solaklı havzası (kasım ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                           | 52 |
| Şekil 6.12 : Ortalama debi-alan eğrisi (kasım ayı). ....                                                                                                                 | 53 |
| Şekil 6.13 : Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi-süreklilik eğrileri (kasım ayı)..... | 54 |
| Şekil 6.14 : Boyutsuz q akımları (aralık ayı) histogramı. ....                                                                                                           | 56 |
| Şekil 6.15 : Solaklı havzası (aralık ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.....                                                                                           | 57 |
| Şekil 6.16: Ortalama debi-alan eğrisi (aralık ayı). ....                                                                                                                 | 58 |

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 6.17: Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah AGİ) debi-süreklilik eğrileri (aralık ayı)..... | 59  |
| Şekil 6.18: Boyutsuz q akımları (ocak ayı) histogarmı. ....                                                                                                            | 61  |
| Şekil 6.19: Solaklı havzası (ocak ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                           | 62  |
| Şekil 6.20: Ortalama debi-alan eğrisi (ocak ayı).....                                                                                                                  | 63  |
| Şekil 6.21: Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah AGİ ) debi-süreklilik eğrileri (ocak). 64                         |     |
| Şekil 6.22: Boyutsuz q akımları (şubat ayı) histogramı. ....                                                                                                           | 66  |
| Şekil 6.23: Solaklı havzası (şubat ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                          | 67  |
| Şekil 6.24: Ortalama debi-alan eğrisi (şubat ayı). ....                                                                                                                | 68  |
| Şekil 6.25: Solaklı-Ulucami AGİ ile Model ( Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) Debi-Süreklilik eğrileri (şubat).....                     | 69  |
| Şekil 6.26 Boyutsuz q akımları (mart ayı) histogaramı.....                                                                                                             | 71  |
| Şekil 6.27: Solaklı havzası (mart ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi .....                                                                                           | 72  |
| Şekil 6.28: Ortalama debi-alan eğrisi (mart ayı).....                                                                                                                  | 73  |
| Şekil 6.29: Solaklı –Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi-süreklilik eğrileri (mart). ....                     | 74  |
| Şekil 6.30: Boyutsuz q akımları (nisan ayı) histogramı.....                                                                                                            | 76  |
| Şekil 6.31: Solaklı havzası (nisan ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.....                                                                                           | 77  |
| Şekil 6.32: Ortalama debi-alan eğrisi (nisan). ....                                                                                                                    | 78  |
| Şekil 6.33: Solaklı –Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi-süreklilik eğrileri (nisan). ....                    | 79  |
| Şekil 6.34: Boyutsuz q akımları ( mayıs ayı ) histogarmı. ....                                                                                                         | 81  |
| Şekil 6.35: Solaklı havzası (mayıs ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                          | 82  |
| Şekil 6.36: Ortalama debi-alan eğrisi (mayıs ayı).....                                                                                                                 | 83  |
| Şekil 6.37: Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi süreklilik eğrileri (mayıs). ....                     | 84  |
| Şekil 6.38: Boyutsuz q akımları (haziran). ....                                                                                                                        | 86  |
| Şekil 6.39: Solaklı havzası (haziran ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                        | 87  |
| Şekil 6.40: Ortalama debi-alan eğrisi (haziran). ....                                                                                                                  | 88  |
| Şekil 6.41: Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi süreklilik eğrileri (haziran).....                    | 89  |
| Şekil 6.42: Boyutsuz q akımları (ağustos ayı) histogramı.....                                                                                                          | 92  |
| Şekil 6.43: Solaklı havzası (ağustos ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.....                                                                                         | 93  |
| Şekil 6.44: Ortalama debi-alan eğrisi (ağustos). ....                                                                                                                  | 94  |
| Şekil 6.45: Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah AGİ) debi süreklilik eğrileri (ağustos). ....                     | 95  |
| Şekil 6.46: Boyutsuz q akımları (eylül ayı) histogramı.....                                                                                                            | 97  |
| Şekil 6.47: Solaklı havzası (eylül ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi. ....                                                                                          | 98  |
| Şekil 6.48: Ortalama debi-alan eğrisi (eylül ayı). ....                                                                                                                | 99  |
| Şekil 6.49: Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah AGİ) debi süreklilik eğrileri (eylül). ....                       | 100 |

## SEMBOL LİSTESİ

|                             |                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------|
| <b>T</b>                    | : Periyot                                    |
| <b>t</b>                    | : Ölçüm süresi aralığı                       |
| <b>D<sub>eb</sub></b>       | : En büyük debi                              |
| <b>D<sub>ek</sub></b>       | : En küçük debi                              |
| <b>A</b>                    | : Havza alanı                                |
| <b>Q</b>                    | : Gözlenmiş debi                             |
| <b>D</b>                    | : Aşılma olasılığı                           |
| <b>k<sub>0</sub></b>        | : Kesim seviyesi debisi                      |
| <b>y<sub>k</sub></b>        | : Kayıt boyunca aşılma yüzdesi               |
| <b>n<sub>k</sub></b>        | : k <sub>0</sub> 'dan büyük debilerin sayısı |
| <b>n</b>                    | : Toplam ölçülen debi sayısı                 |
| <b>EP<sub>Q</sub></b>       | : Aşılma olasılığı                           |
| <b>q</b>                    | : Boyutsuz debi                              |
| <b>x<sub>50</sub></b>       | : Medyan                                     |
| <b>N</b>                    | : Toplam veri sayısı                         |
| <b>F<sub>Q</sub></b>        | : Kümülatif dağılım fonksiyonu               |
| <b>P</b>                    | : Güç                                        |
| <b>H</b>                    | : Net düşüm                                  |
| <b>e</b>                    | : Toplam verim                               |
| <b>q<sub>D</sub></b>        | : Boyutsuz akım kuantili                     |
| <b>μ<sub>Q</sub></b>        | : Ortalama debi                              |
| <b>W</b>                    | : q boyutsuz akım serisi                     |
| <b><math>\bar{Q}</math></b> | : Gözlem süresince hesaplanan ortalama debi  |
| <b>σ<sub>w</sub></b>        | : Standart sapma                             |
| <b>μ<sub>w</sub></b>        | : W serisinin ortalaması                     |
| <b>Z<sub>D</sub></b>        | : Normal değişken                            |
| <b>i</b>                    | : Eleman sıra numarası                       |
| <b>F(x)</b>                 | : Olasılık yoğunluk fonksiyonunun integrali  |
| <b>f(x)</b>                 | : Olasılık yoğunluk fonksiyonu               |



## **SOLAKLI HAVZASINDA AYLIK VE YILLIK DEBİ SÜREKLİLİK EĞRİLERİNİN NORMALLEŞTİRME YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ**

### **ÖZET**

Su kaynakları mühendisliğinde yapılacak çalışmanın amacına göre çalışma bölgesi hakkında fiziksel verilerin yanında olabildiğince uzun süreli ölçüm verilerinin de (akım, sıcaklık, buharlaşma vb.) bilinmesi gerekmektedir. Ancak dünyada, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde akım gözlem istasyonlarının kurulmasının gecikmesi veya tam olarak işletilememesi sebebiyle var olan kısa süreli gözlem verileri yetersiz kalmaktadır. Verisi eksik olan bölgedeki potansiyeli kullanabilmek için bilim insanları çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerden biri de debi süreklilik eğrisi yöntemidir. Ve bu yöntem pek çok su kaynakları mühendisliği probleminin çözümünde kullanım alanına sahiptir.

Bu çalışmada, akım ölçümü yetersiz akarsu havzalarında Singh ve diğ. (2001) kullandığı debi süreklilik eğrisi elde etme modeli incelenip, Solaklı havzasında uygulaması yapılmıştır. Çalışma yapılırken Solaklı havzasında bulunan 3 akım gözlem istasyonundaki veriler (Of-Dernekpazarı, Haldizen-Şerah ve Ögene-Alçakköprü akım gözlem istasyonları (AGİ)) kullanılmış ve 1 istasyonla (Solaklı-Ulucami AGİ) kontrol işlemi yapılmıştır. Burada model, üç ayrı zaman dilimi (yıllık, aylık, günlük) için tekrarlanmıştır ve modelin bu havzaya uygulanabilir olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda, günlük veriler de model oluşturmada kullanılmak istenmiş fakat, veriler normalleştirilemediği için bu modelde kullanılamamıştır. Yıllık verilerden elde edilen model verileri ve model denkleminin kullanılabilir olduğu ancak aylık verilerden elde edilen model verileri ve model denkleminin verimli olarak kullanılabilir olmadığı görülmüştür. Bunun en önemli sebebi de havzadaki ölçülmüş verinin az olmasıdır.



## **İNVESTİGATION OF ANNUALY AND MONTHLY FLOW DURATION CURVES USING NORMALİZİNG METHOD İN SOLAKLI BASİN**

### **SUMMARY**

In water resources engineering, it is necessary, depending on the aim of the study, to have the knowledge of long-term measurement data (current, temperature, vaporization, etc.) as well as the physical data concerning the study area. However, in underdeveloped and developing countries of the world, the current short-term data is insufficient since the establishment of the current observation stations is delayed or they are not fully operational. With the purpose of fully utilizing the potential, scientists have developed various methods. One of these methods is the flow duration curve method. This method has an area of use in the solution of many water resources engineering problems.

In the present study, the model for obtaining the flow duration curve used by Singh et al. (2001) in the tributary basins the flow rate measurements of which are insufficient was examined and applied in Solaklı basin. During the study, data obtained from three flow observation stations (Of-Dernekpazarı, Haldizen-Şerah and Ögene-Alçakköprü flow observation stations (FOS)) were used and the check procedure was carried out by means of 1 station (Solaklı-Ulucami FOS). The model were repeated for three different periods (annual, monthly and daily) and it was tried to be determined whether this model is applicable to this basin.

At the end of the study, the daily data was also tried to be used in the establishment of the model, but it couldn't be used since the data could not be normalized. It was seen that the model data and the model equation obtained from the yearly data were efficiently usable while the model data and the model equation obtained from the monthly data were not efficiently usable. The most important reason of this result was the insufficient data measured for the basin.



# 1. GİRİŞ

## 1.1 Çalışmanın Konusu

İnsanlar eski çağlardan beri suyu yaşama, enerji, tarım, taşımacılık vb. ihtiyaçları için kullanmış ve medeniyetlerini suya yakın topraklarda kurmayı tercih etmişlerdir. Günümüzde de su, artan nüfus ve ihtiyaçlar sebebiyle önemini geçmişe oranla kat kat arttırmıştır. Fakat, su kaynakları üzerindeki talebin giderek artışının yanında zaman ve konuma göre bu kaynağın arzu edilen miktar ve kalitede bulunmaması, mevcut su kaynaklarının ekonomik, çevresel ve sosyal faydalar için de en verimli şekilde kullanımını, yani yönetimini gerekli kılmaktadır. Bu sebeple su kullanımı ve yönetimi belli bir sistemi, hesabı yönlendirmeyi gerekmektedir. Burada istenen durumların gerçekleşebilmesi için doğal çevrenin incelenmesi ve iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bunu yapabilmek için de ilk olarak gerekli olan, faydalanılması düşünülen bölge hakkında geçmişten beri tutulan ölçüm (yağış, akış, sıcaklık, buharlaşma vb.) kayıtlarının yeterli nitelik ve nicelikte olmasıdır. Ayrıca bu verilerin belli bir bilgi ağı sistemiyle koordineli olarak paylaşılması ve kullanılması gerekir.

Hidrolojik ölçüm ağının kurulmasına, dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli ve büyük akarsularla başlanmış, ölçüm ağı zamanla ikincil durumdaki akarsulara genişletilmiştir. Bununla birlikte ülkemizde, potansiyeli değerlendirme aşamasına gelmiş, ancak hidrolojik ölçümleri bulunmayan çok sayıda havza veya alt havza vardır. Bu amaçla, TÜBİTAK Türkiye'deki akım ölçümü yetersiz havzalara ait verilerin bulunması ve buralardaki potansiyelin hesaplanması ile ilgili bir çalışma başlatmıştır. Söz konusu bu çalışmada, pilot bölge olarak da, Solaklı havzası seçilmiştir. Burada yapılacak olan araştırma projesinde, akım verilerinin yetersiz olduğu havzalarda kullanılmak üzere akım verisi sağlamak için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasının konusu da, yukarıda bahsedilen araştırma projesindeki bölgede yıllık, aylık, günlük debi süreklilik eğrilerinin normalleştirme yöntemiyle incelenmesidir.

## 1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, yukarıda bahsedilen akım ölçümü yetersiz akarsu havzalarındaki debi süreklilik eğrilerinin uygulama yapılan bölgede elde edilmesi ve projede kullanılan diğer yöntemlerle karşılaştırıp, sahada uygulanabilirliğini test etmektir.

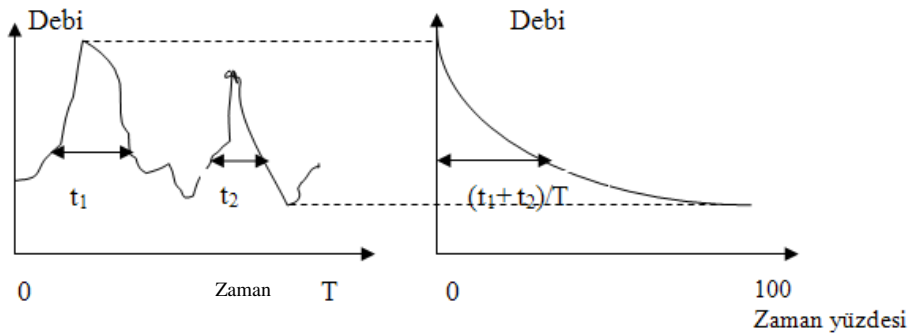
Çalışmanın bundan sonraki bölümünde, yani 2. bölümde, debi süreklilik eğrisi açıklanacaktır. Bu bölümde debi süreklilik eğrisinin tanımı, elde edilme şekli, zaman biriminin seçimi ölçme süresine göre debi süreklilik eğrisinin oluşturulma hesabı ve en son olarak da debi süreklilik eğrisinin su kaynakları mühendisliğindeki kullanım yerleri ve literatürde yapılmış belli çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. 3. bölümde ise, çalışmanın yapılacağı havza bölgesinin konumu ve coğrafi şekli hakkında bilgi verilip, bölgede kurulmuş istasyonlardan elde edilen yağış, sıcaklık, buharlaşma ve akım verileri çizelgeler halinde gösterilmiştir. 4. bölümde, Solaklı havzasındaki akım gözlem istasyonlarından alınan akım ölçüm değerleriyle yıllık, aylık ve günlük debi süreklilik eğrileri elde edilmiş ve bu eğrilerin karşılaştırması yapılmıştır. 5. bölümde, uygulamada kullanılacak olan normalleştirme metodu adımları açıklanmıştır. 6. bölümde ise, yukarıda bahsedilen normalleştirme yönteminin Solaklı havzasındaki uygulaması yapılmıştır.

Sonuç bölümünde ise, yapılan uygulamada kullanılan yöntemin bu saha için ne kadar uygulanabilir olduğu incelenmiş ve bu konuda varılan sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

## 2. DEBİ SÜREKLİLİK EĞRİSİ

Bir debi süreklilik eğrisi (çizgisi) bir istasyondaki günlük, haftalık, aylık ve yıllık (ya da bir başka zaman aralığı) akımların miktarı ve frekansı arasındaki ilişkidir. Ve belli bir zaman aralığı boyunca verilmiş bir akım değerinin eşit olduğu ya da aşıldığı zaman yüzdesini göstermektedir (Vogel ve Fennesey, 1995 ). Bir başka deyişle, eldeki bir debi gidiş çizgisinden faydalanarak, debinin belli bir değere eşit ya da ondan büyük olduğu zaman yüzdesi hesaplanıp, düşey eksene debiler, yatay eksene zaman yüzdeleri taşınırsa elde edilen eğriye debi süreklilik eğrisi (çizgisi) adı verilir. Süreklilik çizgisini elde ederken mümkün olduğu kadar uzun bir süreye ait debi gidiş çizgisini kullanmak uygun olur. Bu eğriden zamanın belli bir yüzdesinde aşılacak debi derhal okunabilir. Zaman biriminin seçimi eğrinin kullanım amacına bağlıdır (Bayazıt, 1991). Şekil 2.1 'de bu urum temsili olarak gösterilmiştir.

Süreklilik çizgilerinin birbirleriyle karşılaştırılmasını kolaylaştırmak için bazen düşey ekseninde gerçek debilerin yerine debilerin ortalama debiye oranı gösterilir, böylece debiler boyutsuz hale getirilir. Bir akarsuda belli bir süre içinde elde edilmiş olan süreklilik çizgisini daha uzun bir süreye uzatmak için yakınındaki bir akarsuyun boyutsuz debileri için çizilen süreklilik çizgisinden faydalanılabilir. Debi süreklilik eğrisi akarsuda belli bir zaman yüzdesinde mevcut olan debinin bilinmesi gereken hallerde kullanılır. Örneğin, bir hidroelektrik tesisinde güvenilir gücü hesaplamak için yılın %50'sinde var olan debi esas alınabilir (Bayazıt, 1991).

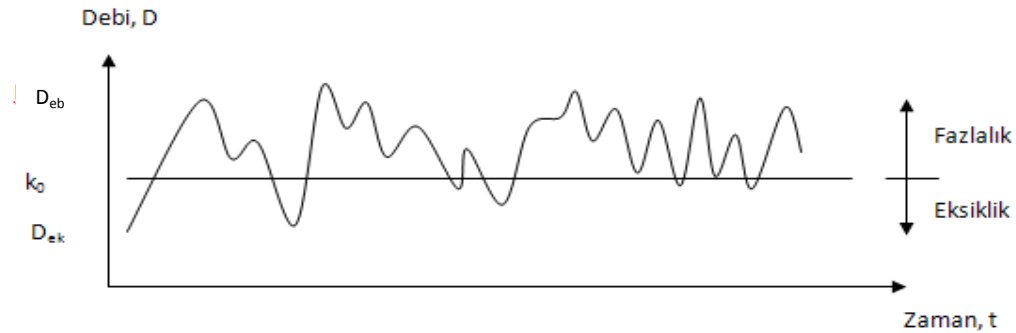


**Şekil 2.1:** Debi gidiş çizgisinden debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi.

Ayrıca bir akarsuyun ölçüm yapılmamış olan bir kesitindeki akımlar, o akarsuda (yoksa komşu akarsularda) yakındaki bir kesitte ölçülmüş olan akımlara dayanarak tahmin edilebilir. Bunun için en basit yol kesitlerdeki debilerin, kesitlerin yağış alanları ile doğru orantılı olduğunu kabul etmektir. Taşkın debilerinin tahmininde ise, debilerin yağış alanlarının 1’den küçük bir kuvveti ile ( $A^{0.2}$ - $A^{0.7}$ ) orantılı olduğunu kabul etmek gerekir. Ancak taşkın debilerinin bu şekilde tahmini güvenilir sonuçlar vermez (Bayazıt, 1991).

## 2.1 Debi Süreklilik Eğrisinin Debi Gidiş Çizgisinden Elde Edilmesi

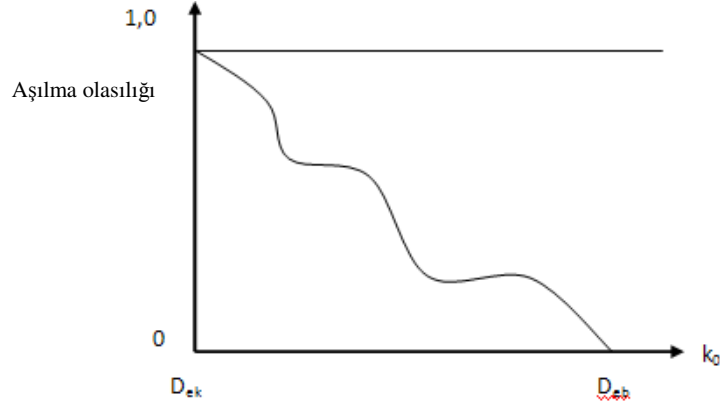
Debi gidiş çizgisi, x- ekseninde seçilen zaman biriminin (gün, ay, yıl), y-ekseninde de Q, debi miktarının ( $m^3/s$ ) bulunduğu ve debi miktarının nasıl değiştiğini gösteren grafiklerdir. Debi gidiş çizgisinden debi süreklilik çizgisi elde edilirken esasen, debi gidiş çizgisinin değişik seviyelerde kesilerek kesim seviyesi üzerinde kalan debi zamanlarının tüm zamanın yüzdesi olarak ifade edilmesi ile ortaya çıkar. Şekil 2.2’de bir debi gidiş çizgisinin sabit  $k_0$  kesim seviyesinden kesilmesi ile ortaya çıkan durum gösterilmiştir.



**Şekil 2.2:** Debi gidiş çizgisinin kesilmesi.

Böyle bir kesimde karşımıza önce kesim seviyesinden büyük ( $D > k_0$ ) ve küçük ( $D < k_0$ ) debi değerleri ortaya çıkar. Bunlara su fazlalığı adı verilir. Bu durumlar kuraklık ve taşkın hesaplarında önemlidir. Bir kesim seviyesindeki  $k_0$ ’dan büyük debilerin sayısı  $n_k$  ise, tüm kayıt boyunca bunun aşılması yüzdesi  $y_k = n_k/n$ ’dir. Böylece verilen her  $k_0$  kesim seviyesi için bir aşma yüzdesi bulunur. Mantık olarak, kesim seviyesinin artması, bundan büyük olan debilerin sayısında azalmaya ve dolayısıyla aşılma yüzdesi  $y_k$ ’nin azalmasına sebep olur. O halde  $k_0$  ile  $y_k$  arasında ters orantı mevcuttur. Doğrusal olmayan bu ters orantı Şekil 2.3’te sentetik olarak verilmiştir. Buna debi süreklilik eğrisi adı verilir. Böylece yatay eksen girilen bir

debi değerine düşey eksenle karşı gelen 0 ile 1 arasındaki sayı, aslında o debinin aşılma yüzdesini göster ki, buna aynı zamanda aşılma ihtimali adı verilir. Debi süreklilik eğrisi aslında bir yığışımlı göreceli sıklık (kümülatif rölatif frekans) eğrisidir. Verilen bir sürede akarsu debisinin zamanın yüzde kaçında aşıldığını gösterir. Debi süreklilik eğrisi 30 yıldan uzun geçmiş verilerden elde edilmiş ise, bunlar uzun vadeli akım karakteristiklerinin güvenilir olarak belirlenmesinde kullanılabilir.



**Şekil 2.3:** Debi süreklilik eğrisi.

## 2.2 Debi Süreklilik Eğrisinde Zaman Biriminin Seçimi

Debi süreklilik eğrisi ile çalışılırken, zaman biriminin seçimi eğrinin kullanım amacına bağlıdır.

Burada, eklenik olasılık dağılımı  $F(x)$ , olasılık yoğunluk fonksiyonu  $f(x)$ 'in integrali olup, (2.1) eşitliği ile ifade edilmektedir.

$$F(x) = P(-\infty \leq X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx \quad (2.1)$$

Yıllık akımlar stasyonerdir. Bu sebeple belli bir  $x$  değerinin aşılma olasılığını hesaplamak için eklenik frekans dağılım değerini, 1'den çıkarmak yeterli olmaktadır. Günlük ve aylık akım değerleri ise, stasyoner değildir. Stasyoner olmayan serilerin eklenik frekans dağılımı tanımlanamaz. Bu nedenle günlük akımların debi süreklilik eğrisi, eklenik olasılık dağılım eğrisi olarak düşünülemez.

Yıllık akım serilerinin kullanılmasını üstün kılan konular:

- (1) Seri parametrelerinde; önemli süreksizlik, homojenliğin olmaması veya örneklemede uç değerlerin bulunması durumunda oluşan uzun aralıklı gidişlerin veya sıçramaların incelenmesi;
- (2) Uzun kurak ya da yağışlı yıl süreçlerinin incelenmesi;
- (3) Seri özellikleri ile uzun vadeli iklimsel değişkenlikler arasındaki ilişkilerin incelenmesi;
- (4) İnsan faaliyetleri ya da doğal afetler nedeni ile oluşan değişikliklerin belirlenmesi;
- (5) Büyük su biriktirme kapasiteleri veya sistemlerinin işletilmesi ve planlanması; proje veya planlama performansının fayda, maliyet, risk ve diğer ölçümlerinin hesaplanması.
- (6) Genel olarak, hidrolojik süreçlerin yıllık zaman serilerinin anlaşılması;

Aylık akım serilerinin kullanılmasını üstün kılan konular:

- (1) Seri parametrelerindeki periyodikliğin (mevsimlik değişim) incelenmesi;
- (2) Mevsimlik veya yıllık proje performansları ile yıl içi veya yıldan yıla akım düzenlemesinin incelenmesi;
- (3) Su temini veya hidroelektrik enerji üretimindeki risklerin ve normal dışı kurak mevsimlerin incelenmesi;
- (4) İklimsel ve hidrolojik rastgele değişkenler ile zaman süreçleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi;
- (5) Zaman serilerindeki periyodik stokastik sürecin anlaşılması.

Aydan daha kısa süreli zaman aralıklı zaman serileri, örneğin günlük akım serileri ise, çoğunlukla uç değerlerin (taşkın, düşük akım veya serilerin eksiklik gösteren kısımları) incelenmesinde kullanılmaktadır. Kısa süreli akım serilerini (özellikle günlük akım serileri) incelemenin önemi, onların çeşitli çevre ve sistemlerdeki jeofiziksel süreçleri; enerji, su kirleticileri ve su kalitesiyle ilgili malzemelerin girdi tepki-çıkıtı konularının sistem ilişkilerini iyi bir şekilde anlayabilmemize dayanmaktadır.

Debi süreklilik eğrisi için seçilen zaman aralığı eğrinin dikliğini etkilemektedir. Seçilen zaman aralığı küçüldükçe eğri dikleşmektedir. Buna göre günlük ortalama

akımlar için olan debi süreklilik eğrisi, aylık ve özellikle de yıllık debi süreklilik eğrilerine oranla daha diktir. Dolayısıyla aşılma yüzdesindeki bir artış debi değerini günlük debi süreklilik eğrisinde diğerlerine oranla daha fazla arttırmaktadır. Büyük havza alanına sahip nehirlerde ise, günlük ve aylık debi süreklilik eğrileri arasında fazla bir fark bulunmamaktadır.

### 2.3 Uzun Süreli Debi Süreklilik Eğrisinin Elde Edilmesi

DSE günlük ortalama akım değeri  $q$  ile onun aşılma olasılığı  $EP_Q(q)$  arasında çizilen bir eğridir.

$EP$ = Exceeding probability (aşılma olasılığı)için

$$EP_Q(q) = 1 - F_Q(q) \quad (2.2)$$

Yazılır. Burada,  $F_Q(q)$ ,  $q$  değerinin kümülatif dağılım fonksiyonudur (aşılmama olasılığı). Bunun için önce yüzde dilimleri (kuantiller) belirlenir.

Örnek olarak, bir numunede  $x$  değişkenlerinden  $N$  tane rastgele değer ölçülmüştür. Olasılık dağılım yüzdelilerinin belirlemek için bunlar küçükten büyüğe doğru sıralanır.

Medyanın bulunması;

Medyan,  $\bar{x}_{50}$ 'nin bulunmasıdır.

$N$  çift sayı ise,  $k=N/2$  olur.

$$\bar{x}_{50} = 0,50 * (x_k + x_{k+1}) \quad (2.3a)$$

Eğer  $N$  tek sayı ise,  $k=(N-1)/2$

$$\bar{x}_{50} = x_{k+1} \quad (2.3b)$$

olur.

Diğer yüzdeliklerin bulunması,

$$q = \frac{i - 0,4}{N + 0,2} \quad (2.4)$$

bağıntısı geçerlidir.  $i$ , numune sırasını göstermek üzere bu bağıntı June çizim pozisyon formülü olarak bilinir. Ayrıca yüzdelik bulunmasında kullanılan diğer bir formül de Weibull çizim pozisyon (2.5)'te gösterilen formülüdür.

$$q = \frac{i}{N+1} \quad (2.5)$$

Bu bağıntılar kullanılarak eğri çizilir.

Bir istasyonda 10 yıldan fazla günlük akımlar ölçülüyorsa, DSE çizmek için kullanılan 2 yaklaşım şunlardır:

(1) Kayıt süresinin DSE'si (klasik metot)

(2) Senelik medyan DSE'si (tercih edilen metot)

Bu yaklaşımları tartışmak için 365 günlük akım değerlerinin  $N$  süreli ölçümler olduğunu kabul edelim. Bu günlük değerlerin her biri 0'dan büyüktür. (Şubatın 29'undaki akımların bu incelemeye etki etmediği kabul edilmiştir).

### 2.3.1 Kayıt süresinin DSE'si

$365 \cdot N$  adet günlük akım en küçükten en büyüğe doğru sıralanır (rank  $i=1$ 'den  $i=365 \cdot N$ 'ye kadar). Her bir  $i$ 'inci sıradaki akım  $q_{(i)}$  olarak adlandırılır (sıralamadaki bağlantılar ihmal edilir). Her bir akımın aşılma sıklığı,

$$F_Q(q_{(i)}) = \frac{i}{365 \cdot N + 1} \quad (2.6)$$

(2.6) bağıntısından tahmin edilip, (2.2) bağıntısı yardımıyla karşı gelen aşılma olasılığı hesaplanır. Sonra eğri  $q_{(i)}$  değerleri düşeyde,  $EP_Q(q_{(i)})$  değerleri yatayda (değerler genellikle logaritmik) olacak şekilde çizilir.

Kayıt süresi DSE'si ölçülen değerlerin tarihi değişebilirliğini gösterir, fakat yıldan yıla akımlardaki değişebilirliğini göstermez. Ayrıca ölçümlerin sınırlı sürede olmasından dolayı bulunan aşılma sıklıklarındaki belirsizliği de göstermez.

### 2.3.2 Medyan-yıllık DSE

Belirli kayıt süresinden daha az etkilenen bir DSE hazırlamak ve yıllar içindeki değişebilirliklerini ve DSE belirsizliklerini tahmin etmek için Vogel ve Fennessey 1995'te önce (2.6)'nın uygulanmasını ve ayrıca her bir tam su yılı için,

$$F_Q(q_{(i)}) = \frac{i}{365 + 1} \quad (2.7)$$

(2.7) bağıntısının kullanılmasını tavsiye etmişlerdir. Bundan sonra her yılın değerlerine karşı gelen  $EP_Q(q_{(i)})$  hesaplanması gerekir. Bundan sonra  $N$  tane  $q_{(i)}$  değerlerinin medyanı hesaplanacak ve bu değeri aşan olasılıklarla DSE'nin çizimi yapılacaktır. Vogel ve Fennesey (1995), ayrıca yıllık DSE'leri kullanarak DSE tahmininde nasıl güvenli aralıklar seçileceğini de göstermişlerdir. LaBoutillier ve Waylen (1993), DSE tahmini ve onun belirsizliği için alternatif bir istatistikî yaklaşımı tanımlamışlardır (yıllık DSE'nin analiz ve sentezi için).

## 2.4 Debi Süreklilik Eğrisinin Kullanıldığı Yerler

Debi süreklilik eğrisinin, su kaynakları mühendisliğindeki kullanım alanı oldukça geniştir. Aşağıda bu kullanım alanları ile ilgili bazı örnekler verilmiştir.

(1) Debi süreklilik eğrisi belirlendikten sonra, bu eğri üzerinde zamanın belli bir yüzdesine karşı gelen debi seçilir (Şekil 2.4). Bu debi kullanılarak santralin hidrolik kapasitesi (türbinlerden geçecek maksimum debi) belirlenir. Daha sonra bu hidrolik kapasiteye göre, önceden belirlenmiş ( verilmiş) olan düşüm-akım diyagramları kullanılarak net düşüm belirlenir. Debi süreklilik eğrisinin üzerinde bulunan noktalara, aşağıdaki su gücü denklemi uygulanır ve böylece güç süreklilik eğrisi elde edilir. Güç süreklilik eğrisinin altında kalan bölgenin hidroelektrik enerji potansiyelini verir (US Army Corps of Engineers, 1985).

$$P = 9,8 * Q * H_n * e \quad (2.8)$$

Burada;

$P$ : Güç (kW)

$Q$ : Debi ( $m^3/s$ )

$H_n$ : Net düşüm (m)

$e$ : Toplam verim'dir.

Toplam verim  $e$ , hesaplanırken; ortalama türbin verimi ( $e_t$ ), jeneratör verimi ( $e_j$ ) ve transformatör verimi ( $e_{tr}$ ) çarpılır.

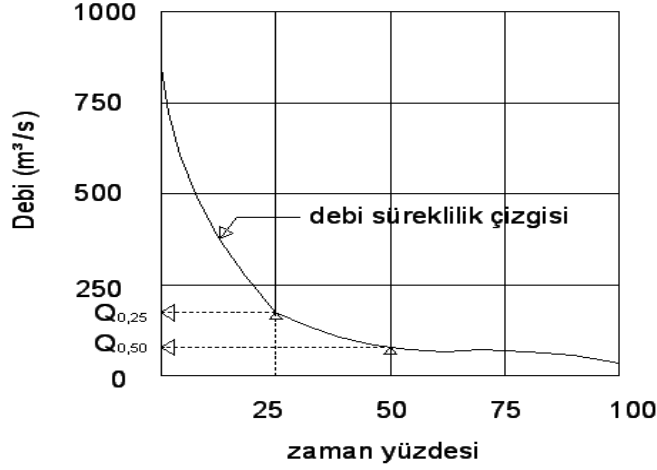
$$e = e_t * e_j * e_{tr} = 0,9 * 0,95 * 0,98 = 0,82 \quad (2.9)$$

Bulunan bu ortalama toplam verim su gücü denklemine yazılırsa;

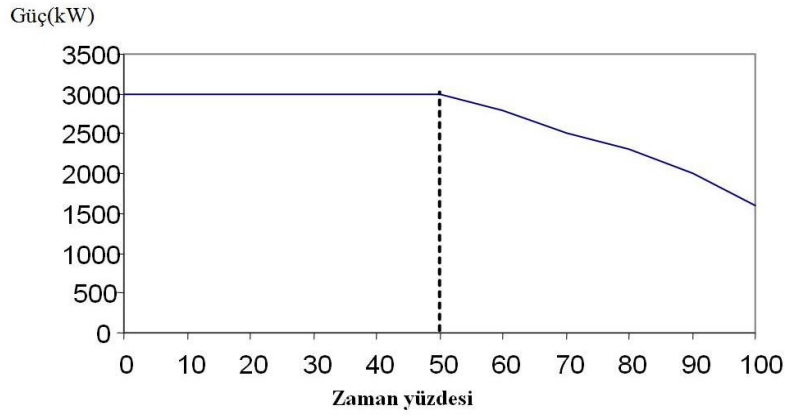
$$P = 9,8 * Q * H_n * 0,82 = 8 * q * H_n \quad (2.10)$$

formülü elde edilir.

Şekil 2.5'te bir güç süreklilik eğrisi vardır. Santralin hidrolik kapasitesi zamanın %50'sinde var olan debiye göre belirlendiğinden, güç değeri buraya kadar sabittir. Bundan sonra ise, daha düşük debiler geldiği için güç değeri gittikçe azalmaktadır.



**Şekil 2.4:** Debi süreklilik eğrisinden zamanın belli yüzdelerinde aşılan debilerin okunması.



**Şekil 2.5 :** Güç süreklilik denklemi.

Akarsuyun belli bir noktasından alınabilecek su ile ilgili olarak da debi süreklilik eğrisi kullanılmaktadır. Akarsuda gerçek akımlar zamanla değişir;debi süreklilik eğrisi bu dağılımı gösterir.  $p$ ,  $q_p$  debisinin aşılma olasılığı olarak tanımlandığına göre;

$$p = Pr\{Q > q_p\} = EP_Q(q_p) = 1 - F_Q(q_p) \quad (2.11)$$

yazılır.

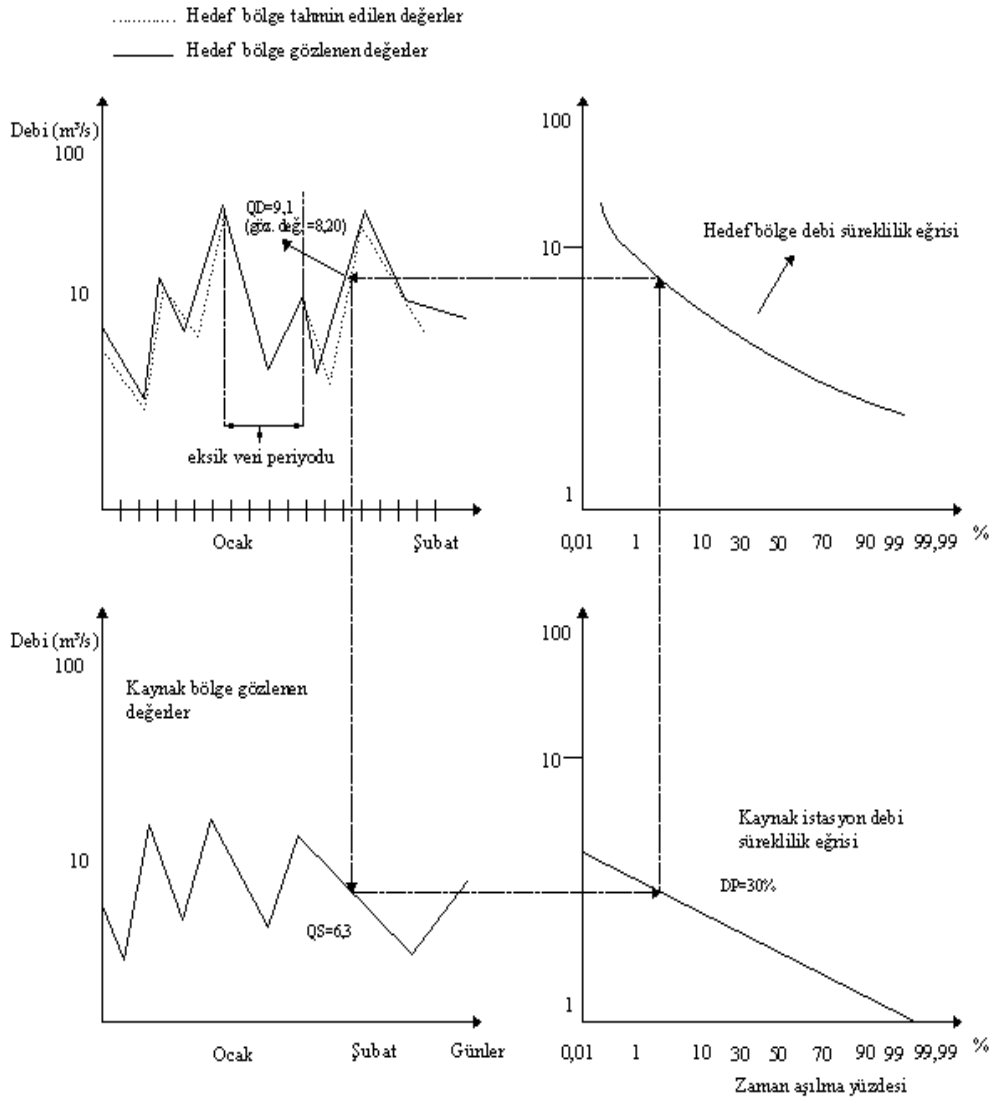
Burada,  $F_Q(q)$  günlük ortalama akımın kümülatif dağılım fonksiyonudur. Doğal akım şartlarında çoğu bölgelerde, ortalama debi  $\mu_Q$ , zamanın yarısından daha az zamanda mevcuttur. Bu bakımdan bir havzanın veya bir bölgenin kullanılabilir su kaynaklarının daha gerçekçi bir ifadesi zamanın büyük bir kısmında, mesela zamanın %95'inde bulunan debi  $q_{95}$  esas alınarak anılır. Bununla birlikte,  $q < q_{95}$  debisinin tipik bir yılın 18 gününde bulunmadığı ve bir havzadaki minimum debinin 0 olduğu (yani %100 alınabilecek debi 0'dır.  $Q_{100}=0$ ) hatırlanmalıdır.

Debi süreklilik eğrileri; havzaların karakteristiklerini karşılaştırmak için de kullanılırlar. Bunun için bir akarsu havzasında bulunan AGİ'leri için çizilen debi süreklilik eğrileri aynı eksen takımında gösterildikten sonra bunların aritmetik ortalaması alınarak, o havzayı temsil edecek bir ortalama debi süreklilik eğrisine ulaşılabilir. Benzer işlemlerle başka havzaların da ortalama debi süreklilik eğrileri elde edilerek, bunların da aynı eksen takımında gösterilmesi ile havzaların kıyaslamalı yorumlarının yapılabileceği bir grafik elde edilir.

Bir akım gözlem istasyonundaki (AGİ) eksik gözlemlerin belirlenmesi için yakın diğer havzalardaki ölçüm istasyonlarından elde edilmiş debi süreklilik eğrileri kullanılabilir. Bunun için ilk olarak, kaynak istasyonlar belirlenir; bundan sonra, bu istasyonlardaki ve hedef istasyondaki (eksik ölçüm değerleri tamamlanacak veya mevcut ölçüm değerleri uzatılacak istasyon) akım rejimleri arasındaki benzerlik derecesine göre ağırlık yüzdesi değeri saptanır ( $W_j$ ,  $j=1$  ile  $N$  arasında). Hedef istasyon ve kaynak istasyonlarda ay boyunca gözlenmiş günlük ortalama debilerin debi süreklilik eğrisi elde edilir. Hedef bölgedeki herhangi bir güne ait nehir akım değerini tahmin etmek için, kaynak bölgelerdeki nehir akım değerlerine ( $QS_j$ ) ait debi süreklilik eğrisi (ilgili ay için) üzerinden aynı gün için aşılma yüzdesi değeri ( $DP_j$ ) belirlenir ve hedef bölgedeki debi süreklilik çizgisinden aynı aşılma yüzdesi ( $DP_j$ ) değerine karşı gelen akım değeri ( $QD_j$ ) okunur (Şekil 2.6).

Hedef bölgedeki her değer ( $QD_j$ ) daha sonra kaynak bölgenin ağırlık katsayısı ( $W_j$ ) ile çarpılır ve bu çarpımların toplamı ağırlıkların toplamına bölünerek aranan QD debisi belirlenir.

$$QD = \sum (QD_j * W_j) / \sum W_j \quad (2.12)$$



**Şekil 2.6 :** Bir kaynak istasyonunun bir aydaki debi süreklilik eğrisini kullanarak, hedef bölge istasyonundaki eksik değerlerin tahmin edilmesi (Cıgızoğlu, 1997).

Yukarıda verilen örneklere ilave olarak, debi süreklilik eğrisi ayrıca, atık su arıtma tesisi projelendirmesinde, su kalitesi belirleme çalışmalarında, nehirlerden su taşımak için yapılacak akedüğün boyutlandırılmasında, nehir üzerinde baraj olması durumunda nehrin kurumasını önleme çalışmalarında, düşük akım analizinde ve nehirdeki canlı yaşamının incelenmesi çalışmalarında da kullanılan önemli bir araçtır.

## 2.5 Debi Süreklilik Eğrisi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Debi süreklilik eğrisi ile ilgili dünyada yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Bunların bazılarında, kısa açıklamalarla aşağıda bahsedilmektedir.

Debi süreklilik eğrisinin ilk kullanımı 1880 yılında Clemens HERSCHEL'e ait olduğu tahmin edilmektedir.

A.B.D'de Illinois, New Hampshire, Massachusetts'teki ölçüm istasyonu olmayan bölgelerde Singh (1971), Dingman (1978), Fennesey ve Vogel (1990) tarafından bölgesel debi süreklilik eğrileri geliştirilmiştir. Vogel ve Fennesey (1995) ayrıca yıllık DSE'leri kullanarak DSE tahmininde nasıl güvenli nasıl güvenli aralıklar seçileceğini de göstermişlerdir.

Hughes ve Smakhtin (1996), bir nehir ölçüm istasyonundaki eksik gözlenmiş değerlerin belirlenmesi için yakın diğer havzalardaki ölçüm istasyonlarından elde edilmiş DSE'leri kullanmışlardır.

LaBoutillier ve Waylen (1993), DSE tahmini ve onun belirsizliği için alternatif bir istatistikî yaklaşım tanımlamışlardır.

Amerikan jeolojik araştırma grubu Concord, normal olarak ölçülemeyen bazı yerlerde nokta ölçümleriyle çok sayıda debi süreklilik eğrisi çıkarmış ve 1978 yılında Dingman bu eğrileri ortalama havza elevasyonu kullanarak düzensiz akıntılardaki ölçüsüz noktalar için sentezlemiştir. Dingman bu çalışmanın sonucunda ortalama akımın elevasyon, pozitif dikey yağış eğimi ve negatif dikey buharlaşma eğimine bağlı olduğunu bulmuştur.

Fennesey ve Vogel, 1990 yılında Massachusetts için iki parametrelili lognormal olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanarak bölgesel bir hidrolojik model geliştirmelerdir. Bağımsız yayılım için deneysel veriler oluşturuldu ve bunlar basit amaçlı başlangıç çalışmaları için ve muhtemel su depolama planlamaları, doğal ortam balıkçılık kaynakları yönetimi, hidroelektrik enerji potansiyeli tahmini, çevresel kalite değerlendirmesi, sel gibi çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandı. Bu girişimler bölgenin toprak ve jeolojik özellikleriyle, ölçülü havzalardaki düşük akım tepkisini ilişkilendiren, sınıflandırmaya bağlı geçici toprak tipi hidrolojisinin kökenine önemli ölçüde katkı sağlamıştır.

Quimpo ve diğ., 1983 yılında debi süreklilik ve havza karakteristiğini kullanarak, Filipinlerdeki ölçümsüz hidroenerji bölgelerindeki su durumunu hesaplamışlardır. Bu çalışmada, günlük debi süreklilik çizgilerinin eksponansiyel (2.13) ve üssel (2.14) bir fonksiyon yapısına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

$$Q = a \exp(-Bd) \quad (2.13)$$

$$Q = aD^{-b} \quad (2.14)$$

Mimikou ve Kaemaki, 1985 yılında basit bir katlı regresyon kullanarak aylık debi süreklilik karakteristiğini alansal ortalama, yıllık yağış, drenaj alanı, hipsometrik düşü ve akarsu uzunluğu cinslerinden parametrelendirmişlerdir. Mimikou ve Kaemaki (1985), Yunanistan'ın kuzey bölgesindeki çalışmada Quimpo'nun sonuçlarına ilave olarak üç denklem (2.15a), (2.15b), (2.15c) daha denemişlerdir.

$$Q = a - b \ln D \quad (2.15a)$$

$$Q = a - Bd + cD^2 \quad (2.15b)$$

$$Q = a - Bd + cD^2dD^3 \quad (2.15c)$$

Ve her istasyonda en iyi uyan modelin  $Q = a - Bd + cD^2dD^3$  denklemi ile ifade edilen kübik model olduğunu belirlemişlerdir.

Yu ve Yang (1996), Güney Tayvan'da sentetik bölgesel debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, küme analiz yöntemini kullanmışlardır.

Cıgızoğlu (1997), çalışmasında debi süreklilik eğrisinin elde edilmesinde kullanılan matematik modelleri değerlendirmiştir. Çalışmada, debi süreklilik eğrisini etkileyen bileşenler belirlenmiş ve bu bileşenlerin debi süreklilik eğrisi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Burada, stasyonier (yıllık) ve periyodik (aylık ve günlük) akımların debi süreklilik eğrileri ayrı ayrı incelenmiştir. Debi süreklilik akım modelleri ile ilgisi incelenmiş ve bir akım modeli verildiğinde süreklilik eğrisini elde etmek için algoritmalar gösterilmiştir. Uygulama olarak da, Türkiye'deki bazı nehir akım ölçüm istasyonları için çeşitli metotlar kullanılarak debi süreklilik eğrileri elde edilerek karşılaştırılmıştır ve çalışma sonucunda akım ölçümü olmayan veya yetersiz kesitlerde debi süreklilik eğrisinin tahmini konusunda yardımcı olacak grafik ve tablolar elde edilmiştir.

Singh ve diğ. (2001)'de yaptıkları çalışmada, Hindistan'ın Himalaya bölgesinde akım gözlem istasyonu olmayan küçük su projeleri ve yetersiz miktardaki verileri dikkate alarak, bu havzalar için debi süreklilik eğrisinin modellemesini yapmışlardır. Çalışmada 1200 örnekleme alanı kullanılmıştır ve bu bölgenin hidrometeorolojik açıdan homojen olduğu kabul edilmiştir. Model, boyutsuz akım serileri ölçüm istasyonu olan havzalardan, ölçüm istasyonu olmayan havzalara normal, lognormal ve üssel dönüşümlerle taşınarak yapılmıştır.

Yu ve diğ. (2002), Tayvan'daki Cho-Shuei Creek bölgesinde yaptıkları çalışmada debi süreklilik eğrisini elde etmek için polinom ve alan-indeks yöntemlerini kullanmışlardır. Debi süreklilik eğrileri elde edilirken, alan-indeks yönteminde değişken olarak sadece drenaj alanı kullanılırken; polinom yönteminde ise, havza yüksekliği ve drenaj alanı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, polinom yönteminin alan-indeks yöntemine göre daha iyi netice verdiği ifade edilmiştir.

Croker ve diğ. (2003), Portekiz'in bir kısmında akım ölçümü olmayan havzalar için debi süreklilik eğrisinin tahminine yönelik bölgesel bir model oluşturmayı amaçlamışlardır. Bunun için, 67 adet havzadan elde edilmiş verileri kullanmışlardır. Yaklaşımları akımın hiç sıfır olmadığı döneme ait, debi süreklilik eğrisinin tahmininde kullanılan model ile akarsuyun kurak olduğu zaman yüzdesini tahmin eden bir modeli birleştirmek için toplam olasılık teorisini kullanmışlardır.

Cole ve diğ. (2003), yaptıkları çalışmada akım verilerinin güvenilir olarak kullanılabilmesi için kullanıcıların bağımsız bir kalite göstergesine ihtiyaç duyduklarını belirtmişler ve veri kalite göstergesi olarak, uzun dönem debi süreklilik eğrilerinin kullanımını tavsiye etmişlerdir. Bu yöntem, akım verilerindeki düzensizlikler konusunda kullanıcıya yol göstermekte olup; hatanın yerini ve şeklini vermektedir. Bu yöntem, Kuzey İrlanda'ya ait verilere uygulanmıştır.

Yanık (2004), yaptığı çalışmada, bölgesel ölçekte hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde akım ölçüm değeri olmayan veya eksik olan yerlerde proje debisinin belirlenmesi için hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan küme analiz (cluster analysis) yöntemleri kullanılarak bölgesel debi süreklilik eğrilerinin elde edilebileceği ortaya konmuştur. Küme analiziyle oluşturulan homojen bölgelere ait sınırların, veri olarak kullanılan özgül debi değerlerinin standart hale getirilip getirilmemesine, özgül debi süreklilik eğrisinin kullanılan aralığına ve küme analiz yöntemine bağlı olarak

değiştirdiği belirlenmiştir. Doğal akışlı hidroelektrik santraller için debi süreklilik eğrisinin aşılma olasılığı olarak, %30-%100 olan aralığının kullanılmasının uygun olması sebebiyle bu aralıktaki veriler standart hale getirilerek küme analiziyle bölgesel debi süreklilik eğrileri elde edilmiştir.

Castellari ve diğ. (2004), Doğu İtalya'daki geniş bir bölge için yaptıkları çalışmada, günlük akımlardan elde edilmiş debi süreklilik eğrilerinin çeşitli bölgesel modellerini geliştirmişler ve modellerin verimliliğini test etmişlerdir. Ayrıca burada bölgesel yaklaşımların güvenilirliğini de değerlendirmişlerdir.

Krasovska ve diğ. (2006), yaptıkları çalışmada, ölçümü olmayan havzaların debi süreklilik eğrisinin tahmini için, bir yöntem geliştirmişlerdir. Debi süreklilik eğrisi, bir orta değer ve dağılım katsayısı ile deneysel olarak elde edilmiş bölgesel debi süreklilik eğrileri veya teorik bölgesel eğriler olarak tanımlanabilir. Debi süreklilik eğrisinin birinci sıra momentlerinin bir nehir ağı boyunca gelişimi ve mekansal ölçeği, örneğin havza alanı analiz edilmiştir ve akarsu ağı boyunca interpolasyonları dikkatle hazırlanmıştır. Çalışmada, Costa Rica'nın günlük akım kayıtları kullanılmıştır. Tahmin hataları, %85'den daha uzun bir zaman yüzdesi için bağlı olarak (yaklaşık %30) yüksek iken, %20'den küçük zaman yüzdesinde (yaklaşık %10) ve debi süreklilik eğrisinin merkez bölümlerinde (yaklaşık %8) küçülmektedir. Deneysel ve teorik debi süreklilik eğrileri arasındaki farklar küçük çıkmış, buna rağmen debi süreklilik eğrisinin merkez kısımlarında daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Bari ve Shafiul İslam (2006), çalışmalarında akımların meydana geliş zamanlarının tarih sırasının maskelendiği geleneksel bir debi süreklilik eğrisinin zorluklarını aşabilmek ve bir takvim yılına ait debi süreklilik eğrisini elde edebilmek için stokastik bir yaklaşım uygulamışlardır. Stokastik debi süreklilik eğrisinin teorik gelişimini ve ortalama günlük debinin dağılımına uygun olasılık dağılımını araştırmışlardır. Bu model, Bangladeş'in dört nehrine uygulanmıştır.

Mohamoud (2008), A.B.D'de Mid-Atlantic bölgesinde akım ölçümü olmayan havzalarda debi süreklilik eğrisi ve akım tahmini ile ilgili çalışmada üç yaklaşım geliştirip, bunları birbirleriyle kıyaslamıştır. Bu yaklaşımlar ise, çoklu regresyon analizi, iklim ve bölgenin fiziki ve coğrafi yapısı ile ilgili değerlendirme ve bölgesel debi süreklilik eğrisi modelidir. Bu bölgede 29 adet seçilmiş havzada çalışma

yapılmıştır ve çalışma sonucunda debi süreklilik eğrisine dayalı yöntemin akım ölçümü olmayan havzalardaki akım tahmini hakkında daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.



### 3. PROJE SAHASININ TANITILMASI

#### 3.1 Coğrafi Durum

Proje sahası, ülkemizin kuzeyinde, Doğu Karadeniz Bölgesinde Trabzon il sınırları içerisindeki Solaklı havzasıdır. Proje alanı Trabzon G44 ve H44 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalarda yer almakta ve 13 paftayı içermektedir.

Trabzon, Doğu Karadeniz Bölgesinde yer almakta ve 4.685 km<sup>2</sup> 'lik yüz ölçümüyle ülke topraklarının %0,6'sını oluşturmaktadır. Trabzon Doğu Anadolu'nun kuzeydoğusunda, Karadeniz' in tabii bir liman kıyısında, Asya ve Ortadoğu transit yolunun başında kurulmuş bir şehirdir. 41<sup>0</sup> kuzey enleminde ve 39<sup>0</sup> 43' doğu boylamında bulunur.

Trabzon ili doğuda Rize, güneydoğuda Bayburt, güneyde Gümüşhane, batıda Giresun illeri, kuzeyde Karadeniz ile çevrilidir. Trabzon topraklarının %30'u dağlık %60'ı kıyıda içeriye doğru gittikçe yükselen ve ortalama 25-30 m arası değişen bir eğim gösteren alanlar biçimindedir. Ancak %10'u düzlük olan il toprakları genellikle engebelerdir.

Proje alanının güney kesimini doğu-batı doğrultusunda uzanan Haldizen ve Soğanlı

Dağları sınırlar. Yer yer 3000 m'yi aşan bu dağların yüksek kesimleri doğal sınırı oluşturur. Havzanın en yüksek noktası güneydoğudaki Haldizen dağında 3376 m ile Demirkapı tepesidir. Havza sularını toplayan başlıca akarsu Solaklı Çayıdır. Fazla yağış, gevşek ve kaygan arazi yapısı ve akarsuların derin biçimde yardığı bazı dik yamaçlardaki cılız bitki örtüsü ilin çeşitli yörelerinde zaman zaman can ve mal kaybına yol açan sel ve heyelanlara neden olur.

Solaklı havzası üç farklı ilçedeki topraklardan meydana gelir. Bunlar Kuzeyden başlayarak Of, Dernekpazarı ve Çaykara'dır. Bunların içinde güneydeki Çaykara en geniştir.

Çaykara ilçesi, Karadeniz Bölgesi doğu bölümünde, Trabzon ilinin Güneydoğusunda, 40<sup>0</sup> 33' - 40<sup>0</sup> 55' kuzey enlemleri ile 40<sup>0</sup> 15' - 40<sup>0</sup> 30' doğu boylamları arasında yer alır. İlçenin doğusunda Rize ilinin İkizdere İlçesi, güneyde

Bayburt İli, Batıda Sürmene İlçesi, Kuzeyde Dernekpazarı İlçesi, Kuzey Doğusunda Of İlçesi ile çevrilmiştir. Trabzon iline 75 km uzaklıktadır. İlçe merkezi denizden 280 m yükseklikte ve 25 km içeridedir. Of ilçesinden Bayburt ili istikametine uzanan vadinin içinde kurulmuştur. Solaklı Çayı'nın yatağı dar olduğundan, bu çayın kenarında bulunan Çaykara ilçesinin yerleşim alanı da dardır.

### **3.2 Bitki Örtüsü**

Doğu Karadeniz sıradağlarına bağlı kıyı dağlarının yüksek kesimlerinden Karadeniz kıyısına kadar uzanan Trabzon ilinin doğal bitki örtüsü, doğu ve batıda komşusu olan iller gibi çok zengindir. Kuzey bakan kesimleri bol yağış alan bu dağlar kızılğaç, gürgen, kestane, kayın, köknar ve ladinden oluşan yoğun bir orman örtüsü ile kaplıdır. İlin güneydoğusundaki Haldizen Dağı'nın güneye bakan yamaçlarında ise sarıçam ormanları vardır. Ormanın üst sınırının geçtiği 200-2100 m yükseklikten sonra rastlanan Alp tipi Sultanmurat gibi çayırarla kaplı yaylalar yer alır. Trabzon ilinde ormanlık alan 176.055 ha olup, il arazisinin %38'ini; çayır ve mera alanı ise 111.628 ha olup, il arazisinin %24'ünü oluşturmaktadır.

Havzada hemen hemen bütün mevsimlerde yağışın görülmesi, bitki örtüsünün gür ormanlarla kaplı olmasına neden olmuştur. 900 m yüksekliğe kadar nemi seven geniş yapraklı (kayın, gürgen, meşe, çam, sarıçam, kızılğaç, kestane, ceviz ve çeşitli meyve ağaçları), 900-1300 m arası ise iğne yapraklı ile kayın karışık ormanlar, 1300-2200 m ye kadar iğne yapraklı (karaçam-köknar gibi) ağaçlar mevcuttur. Genellikle ağaç türleri ilçe merkezinden yukarıya doğru kestane, kızılğaç, gürgen, ladin, kayın, sarıçam, köknar, akağaç, saf ve karışık meşeler yer alır. İlçe genelinde ormanın üst sınırı Demirkapı'da 2200 m'ye ulaşır. Havzada mevcut ormanlar özellikle Uzungöl yöresinin ormanlarıdır. Bitki örtüsü, yaban hayatı bakımından elverişli ve zengin oluşu, doğa güzelliğinin olması nedeniyle Uzungöl çevresi “ Tabiatı Koruma Parkı” olarak ilan edilmiştir (Trabzon Valiliği, 2004).

### **3.3 Genel Jeoloji ve Tektonik**

Kayaç birimlerinin yaş ve stratigrafik konumları, düşey ve yanal ilişkilere göre belirlemiştir. İnceleme alanındaki stratigrafik istif alttan üste doğru Üst Kretase yaşlı Bazik Volkanik- sedimenter seri (bazalt, andezit, andezitik tüf ve bunları

piroklastikleri ile magmatizmada meydana gelen aralarda oluşan tüflü kumtaşları ve kırmızı kireçtaşları) ve Kuvaterner-Holosen yaşlı yamaç molozu, eski alüvyon ve yeni alüvyon olarak sıralanmaktadır.

### **3.4 İklim ve İklim parametreleri**

#### **3.4.1 İklim**

Trabzon ilinde, yumuşak bir deniz iklimi hakimdir. En sıcak ay ortalaması 23 °C (Ağustos), en soğuk ay (Şubat) ay ortalaması 7 °C'dir. Ortalama yağış miktarı metrekareye 830 mm.dir. Yılda 51 gün açık, 174 gün parçalı bulutlu ve 140 gün de kapalı olarak geçirmektedir.

Çaykara ilçesinde, ılıman serin iklimi göstermekle birlikte ortalama sıcaklıklar sahil kesiminden 4-7 °C daha düşük düzeyde seyretmektedir. Ayrıca çok yüksek kesimlerde (dağ köyleri ve yaylalarda) geçiş iklimi görülmektedir. İlçe arazisi doğu Karadeniz sıradağlarının eteklerinde ve yamaçlarında yer alması nedeniyle yılın büyük bölümü sisli ve yağışlı geçmektedir.

Projenin yeri, Doğu Karadeniz Havzasının bir bölümünü teşkil eden Solaklı dere Havzası içinde genellikle Karadeniz iklimi hakimdir. Yöre, yurdumuzun en fazla yağış alan kesimini teşkil eder.

Solaklı Deresi havzasının coğrafi konumu nedeni ile özellikleri, genellikle Karadeniz iklim tesiri altında olmasına rağmen havzanın üst kısımlarına gidildikçe Karadeniz ikliminden uzaklaşılır. İç kesimlere gidildikçe yağış miktarı azalır. Bunda en büyük etken kıyıya paralel uzanan dağların yağışı kesmesi iç kısımlara ulaşmasını önler. Proje yağış alanı içinde Çaykara (DMI), Uzungöl (DMI) ve Köknar (DSİ) meteoroloji istasyonları mevcut olup, bu istasyonlarla ilgili bilgiler, Çizelge 3.1'de verilmiştir.

#### **3.4.2 Yağışlar**

Yağış alanına kuzeyden gelen sistemlerinin beraberinde getirdiği nemli hava kütleleri, alan üzerinde hareket ederken yağış alanındaki dağların topoğrafik etkisi ile nemin önemli bölümünü bol yağış olarak bırakır. Proje alanın ortalarında yer alan Çaykara'nın yıllık ortalama yağışı 1000 mm civarındadır. Membadaki Uzungöl meteoroloji istasyonunda yıllık ortalama yağış miktarı 1121 mm civarındadır.

Denizden yukarı kotlara çıkıldıkça yağış miktarı artmaktadır. Çaykara meteoroloji istasyonunda yağış rasatları 1957 yılında başlamış 1998 yılında istasyon kapanıncaya kadar devam etmiştir. Uzungöl meteoroloji istasyonunda yağış rasatları ise, 1969 yılında başlamış olup halen devam etmektedir.

**Çizelge 3.1:** Meteoroloji istasyonlarında ölçülen veriler.

| <b>METEOROLOJİ İSTASYONLARI</b> |                            | <b>ÇAYKARA</b> | <b>KÖKNAR</b> | <b>UZUNGÖL</b> | <b>TRABZON</b> |
|---------------------------------|----------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>İŞLETEN ÜNİTE</b>            |                            | DMİ            | DSİ           | DMİ            | DMİ            |
| <b>AÇILIŞ TARİHİ</b>            |                            | 1957           | 1980          | 1968           | 1929           |
| <b>RASAT SÜRESİ (YIL)</b>       |                            | 38             | 17            | 32             | 77             |
| <b>İSTASYON KOTU (m)</b>        |                            | 400            | 950           | 1450           | 30             |
| <b>METEOROLOJİK ELEMANLAR</b>   | <b>GÜNLÜK MAX. YAĞIŞ</b>   | +              | +             | +              | +              |
|                                 | <b>AYLIK TOPLAM YAĞIŞ</b>  | +              | +             | +              | +              |
|                                 | <b>AKTUEL BASINÇ</b>       |                |               |                | +              |
|                                 | <b>TOPRAK SICAKLIĞI</b>    |                |               |                | +              |
|                                 | <b>NİSBİ NEM</b>           |                |               |                | +              |
|                                 | <b>GÜNEŞLENME MÜDDETİ</b>  |                |               |                | +              |
|                                 | <b>ORTALAMA SICAKLIK</b>   |                |               |                | +              |
|                                 | <b>EN DÜŞÜK SICAKLIK</b>   |                |               |                | +              |
|                                 | <b>BUHARLAŞMA</b>          |                |               |                | +              |
|                                 | <b>ORTALAMA BULUTLULUK</b> |                |               |                | +              |
|                                 | <b>RÜZGAR ŞİDDETİ</b>      |                |               |                | +              |
|                                 | <b>RÜZGAR YÖNÜ</b>         |                |               |                | +              |
|                                 | <b>BUHAR BASINCI</b>       |                |               |                | +              |
|                                 | <b>EN YÜKSEK SICAKLIK</b>  |                |               |                | +              |

**Çizelge 3.2:** DMİ-Çaykara meteoroloji istasyonu aylık ortalama yağış değerleri.

| <b>YIL</b>    | <b>Ort.<br/>(1957-98)</b> |
|---------------|---------------------------|
| <b>Ocak</b>   | 82,9                      |
| <b>Şub.</b>   | 76,9                      |
| <b>Mart</b>   | 73,7                      |
| <b>Nisan</b>  | 73,3                      |
| <b>Mayıs</b>  | 79,7                      |
| <b>Haz.</b>   | 92,2                      |
| <b>Tem.</b>   | 70,8                      |
| <b>Ağus.</b>  | 68,3                      |
| <b>Eylül</b>  | 83,9                      |
| <b>Ekim</b>   | 106,8                     |
| <b>Kas.</b>   | 102,0                     |
| <b>Aralık</b> | 84,2                      |
| <b>Top.</b>   | 994,8                     |

### **3.4.3 Sıcaklıklar**

Proje alanı ve projenin yer aldığı Solaklı Havzası'nda yukarı kesimlere doğru çıkıldıkça kot yükselmesinden ve karasal iklim etkisi ile sıcaklık azamaktadır. Proje yerini temsil ettiği kabul edilen en yakın sıcaklık rasadı yapan meteoroloji istasyonu Trabzon meteoroloji istasyonunun 1929-2005 yılları arasını kapsayan ortalama sıcaklık değeri 14.6<sup>0</sup>C dir. Trabzon meteoroloji istasyonun sıcaklık ölçümleri çizelge 3.4'de verilmiştir. Bölgede her 100 m yükselmede sıcaklığın ortalama 0.5<sup>0</sup>C azaldığı bilinmektedir.

### **3.4.4 Buharlaşma**

Solaklı Havzasında ve civarında buharlaşma rasadı yapan meteoroloji istasyonu yoktur. Bunda en büyük etken bölgenin oldukça fazla yağış almasıdır. Civarında buharlaşma rasadı yapan istasyon olmadığı için en yakın istasyon olarak Trabzon meteoroloji istasyonu buharlaşma değerleri esas alınmıştır. Değerler, Çizelge 3.5'te verilmiştir. Tablonun incelenmesinde görüleceği gibi Trabzon'daki yıllık buharlaşma miktarı 830 mm civarındadır.

**Çizelge 3.3:** DMİ-Uzungöl meteoroloji istasyonu aylık ortalama yağış değerleri (mm).

| <b>YIL</b>    | <b>Ort.<br/>(1969-2005)</b> |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Ocak</b>   | 171,9                       |
| <b>Şub.</b>   | 77,1                        |
| <b>Mart</b>   | 80,0                        |
| <b>Nisan</b>  | 98,7                        |
| <b>Mayıs</b>  | 105,8                       |
| <b>Haz.</b>   | 101,1                       |
| <b>Tem.</b>   | 67,5                        |
| <b>Ağus.</b>  | 71,1                        |
| <b>Eylül</b>  | 69,1                        |
| <b>Ekim</b>   | 101,0                       |
| <b>Kas.</b>   | 98,9                        |
| <b>Aralık</b> | 79,5                        |
| <b>Top.</b>   | 1.121,7                     |

**Çizelge 3.4:** Trabzon meteoroloji istasyonu aylık ortalama sıcaklıkları (<sup>0</sup>C).

| <b>YIL</b>    | <b>Ort<br/>(1981-2005)</b> | <b>Ort<br/>(1929-2005)</b> |
|---------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Ocak</b>   | 7,4                        | 7,3                        |
| <b>Şub.</b>   | 6,9                        | 7,1                        |
| <b>Mart</b>   | 8,3                        | 8,2                        |
| <b>Nisan</b>  | 11,9                       | 11,7                       |
| <b>Mayıs</b>  | 15,7                       | 15,7                       |
| <b>Haz.</b>   | 20,2                       | 20,1                       |
| <b>Tem.</b>   | 23,2                       | 22,9                       |
| <b>Ağus.</b>  | 23,4                       | 23,1                       |
| <b>Eylül</b>  | 20,2                       | 20,1                       |
| <b>Ekim</b>   | 16,4                       | 16,4                       |
| <b>Kas.</b>   | 12,1                       | 12,6                       |
| <b>Aralık</b> | 9,2                        | 9,4                        |
| <b>Ort.</b>   | 14,6                       | 14,6                       |

**Çizelge 3.5:** DMİ - Trabzon meteoroloji ist. Aylık toplam buharlaşma değerleri(mm).

| <b>YIL</b>    | <b>Ort.<br/>(1975-2005)</b> |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Ocak</b>   | 35,9                        |
| <b>Şub.</b>   | 37,7                        |
| <b>Mart</b>   | 51,2                        |
| <b>Nisan</b>  | 63,8                        |
| <b>Mayıs</b>  | 81,1                        |
| <b>Haz.</b>   | 105,7                       |
| <b>Tem.</b>   | 117,3                       |
| <b>Ağus.</b>  | 108,5                       |
| <b>Eylül</b>  | 83,4                        |
| <b>Ekim</b>   | 60,3                        |
| <b>Kas.</b>   | 46,2                        |
| <b>Aralık</b> | 40,4                        |
| <b>Ort.</b>   | 831,6                       |

#### **3.4.5 Akım ve akım gözlem istasyonları**

Proje alanında DSİ tarafından işletilen 22-52 no'lu Solaklı Dere – Ulucami akım gözlem istasyonu (AGİ) vardır. DSİ tarafından 1978 yılında açılmış olan bu istasyon halen rasat yapmaya devam etmektedir. İstasyonun 1998 yılı hariç 1979-2003 yılları arası değerlendirilmiştir. AGİ'nin yağış alanı 576,8 km<sup>2</sup> dir. Bazı akım gözlem istasyonlarına ait karakteristik bilgiler ve gözlem periyotları ise, Çizelge 3.6'da verilmiştir.

22-52 AGİ'deki ölçülmüş ortalama akımlar ( hm<sup>3</sup> ) Çizelge 3.7'de 22-7 AGİ aylık ortalama akımları (hm<sup>3</sup> ) Çizelge 3.8'de verilmiştir.

**Çizelge 3.6:** Akım gözlem istasyonları.

| İSTASYON NO | AKARSUYUN ADI | İST. ADI         | İŞLETEN KURULUŞ | KOT (m) | YAĞIŞ ALANI km <sup>2</sup> | AÇILDIĞI YIL | İST. DURUMU | DEĞERLENDİĞİ YILLAR |
|-------------|---------------|------------------|-----------------|---------|-----------------------------|--------------|-------------|---------------------|
| 22-07       | Haldizen S.   | Serah            | DSİ             | 1114    | 153,5                       | 1965         | Açık        | 32                  |
| 22-52       | Solaklı D.    | Ulucami          | DSİ             | 275     | 576,8                       | 1978         | Açık        | 24                  |
| 22-53       | Sürmene D.    | Ortaköy          | DSİ             | 150     | 180,5                       | 1978         | Kapalı      | 13                  |
| 22-57       | Ögene D.      | Alçakköprü       | DSİ             | 650     | 241,0                       | 1978         | Açık        | 17                  |
| 22-68       | Baltacı D.    | Yeniköy          | DSİ             | 500     | 174,6                       | 1981         | Açık        | 13                  |
| 22-77       | Toskøy Deresi | Toskøy           | DSİ             | 1000    | 287,8                       | 1981         | Açık        | 13                  |
| 22-78       | Şenöz Deresi  | Kaptanpaşa       | DSİ             | 400     | 231,2                       | 1984         | Açık        | 12                  |
| 2215        | Çamlı Deresi  | Dereköy          | EİE             | 990     | 445,2                       | 1964         | Açık        | 40                  |
| 2218        | İyi Dere      | Şimşirli Köprüsü | EİE             | 310     | 855,3                       | 1954         | Açık        | 50                  |
| 2233        | Toskøy Deresi | Toskøy           | EİE             | 1220    | 249,2                       | 1963         | Açık        | 41                  |

**Çizelge 3.7:** (22-52) Solaklı Dere-Ulucami AGİ’de ölçülmüş aylık akımları (hm<sup>3</sup> ) Not:AGİ’de ölçülmüş değerlerdir).

| Su Yılı | ORT.<br>(1979-2001) |
|---------|---------------------|
| Ekim    | 24,67               |
| Kas.    | 27,74               |
| Aralık  | 20,24               |
| Ocak    | 14,27               |
| Şub.    | 13,88               |
| Mart    | 29,06               |
| Nisan   | 73,16               |
| Mayıs   | 105,66              |
| Haz.    | 75,62               |
| Tem.    | 38,90               |
| Ağus.   | 24,14               |
| Eylül   | 18,07               |
| Ort.    | 465,41              |

**Çizelge 3.8:** (22-7) Haldizen suyu aylık akımları (hm<sup>3</sup> ).

| Su Yılı | ORT (1966-2000) |
|---------|-----------------|
| Ekim    | 6,40            |
| Kas.    | 6,14            |
| Aralık  | 4,89            |
| Ocak    | 3,78            |
| Şub.    | 3,57            |
| Mart    | 6,14            |
| Nisan   | 17,72           |
| Mayıs   | 31,87           |
| Haz.    | 28,61           |
| Tem.    | 15,71           |
| Ağus.   | 7,65            |
| Eylül   | 4,82            |
| Ort.    | 137,30          |

#### 3.4.6 Su kaynakları

Akarsular: Projenin su kaynağı Solaklı dere ve kollarıdır. Solaklı dere, Balkodu Dere ile Haldizen derenin birleşmesinden oluşur. Haldizen dere 3376 m yükseklikteki Demirkapı tepeden doğar. Akışını önce kuzeybatı yönünde sürdürür. Tabii sahip ve turistik Uzungöl'e ulaşır. Uzungöl'den sonra soldan Balkodu dereyi aldıktan sonra Solaklı dere adını alır ve yönünü kuzeye dönerek akışını sürdürür. Daha sonra ise Çaykara ilçesine ulaşır. Buradan sonra akışını kuzey yönünde sürdürerek Of ilçesi içinden Karadeniz'e dökülür.

Göller: Havza göller bakımından da zengindir. Başta Uzungöl dikkati çekmektedir. Demirkapı Köyü ve yaylasında Balık Gölü, Aygır Gölü, Sarı Göl, Karagöl, Pirömer Gölü, Küçük Göl Buzlu Göl gibi buzul gölleri vardır. Ayrıca Multat Yaylasında bulunan Karagöl sayılabilir. Bunlardan başka genellikle 3000 m üzerlerinde, büyüklü küçüklü bazıları peş peşe birbirine bağlı alanları 100-1900 m<sup>2</sup> genişliğinde değişen çok fazla buzul ve buzul göllerine rastlanır.

#### 3.4.7 Katı madde durumu

Solaklı Deresi üzerinde katı madde ölçümü yapılmamaktadır. Yağış alanının bitkisel ve jeolojik özellikleri göz önüne alınarak katı madde konusunda bir problem beklenmemektedir. 200 m<sup>3</sup> /km<sup>2</sup> /yıl katı madde verimi esas alınabilir.

Proje alanından Temmuz 2006 ve Mart 2007 tarihinde çekilmiş 2 fotoğraf Şekil 3.1 ve 3.2’de verilmiştir.



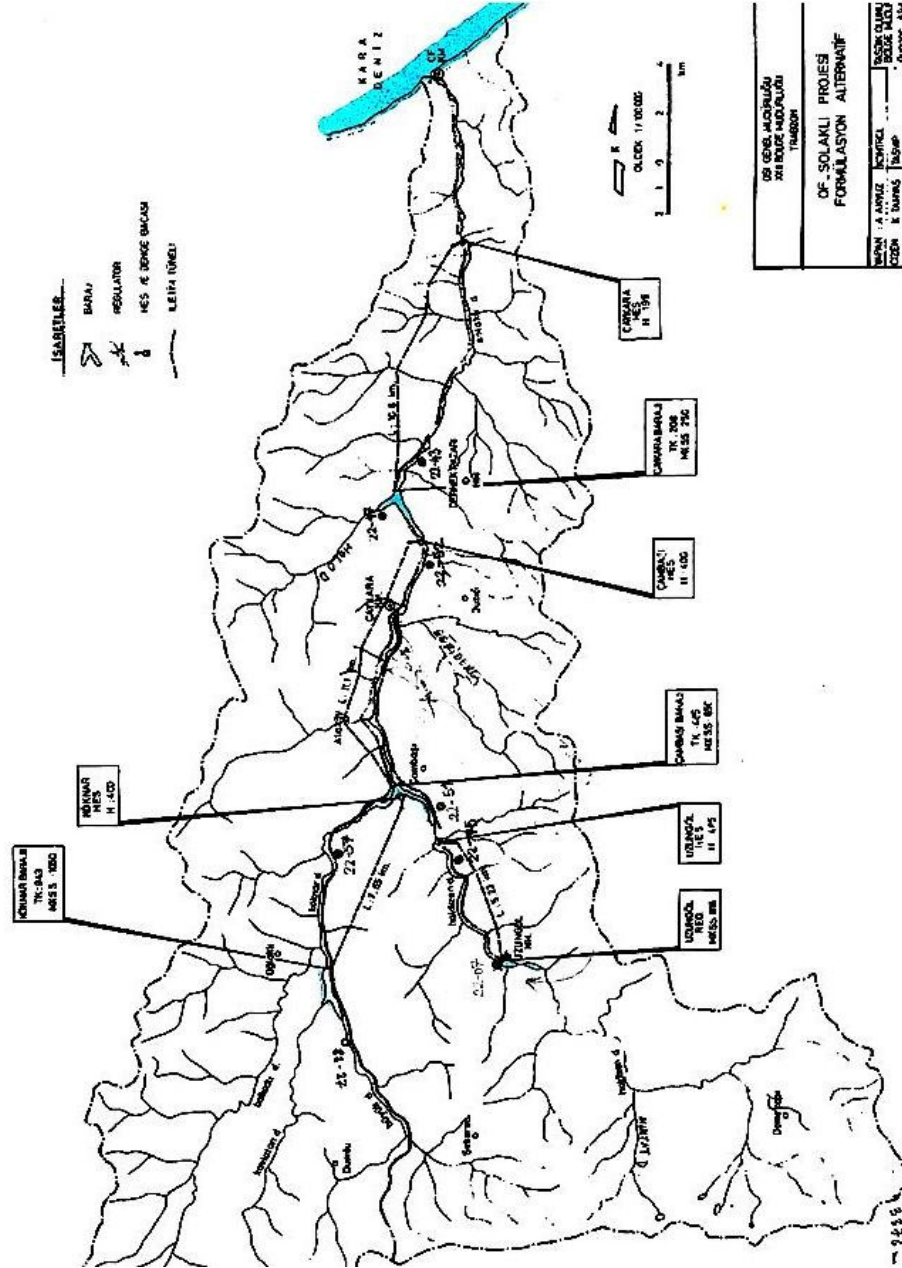
**Şekil 3.1** :Solaklı havzasının denize yakın kesiminde Temmuz 2006 çekilmiş fotoğraf.



**Şekil 3.2** :Solaklı havzasının 2200 m yükseklikteki kesiminde Mart 2007’de çekilmiş fotoğraf.

### 3.4.8 Planlanmış Tesisler

İncelenen havzada DSİ tarafından bazı baraj ve hidroelektrik tesisleri planlanmıştır. Bu tesisler ve özellikleri Şekil 3.3'te verilmiştir. Ancak bu tesislerden henüz hiçbirini gerçekleştirilememiştir.



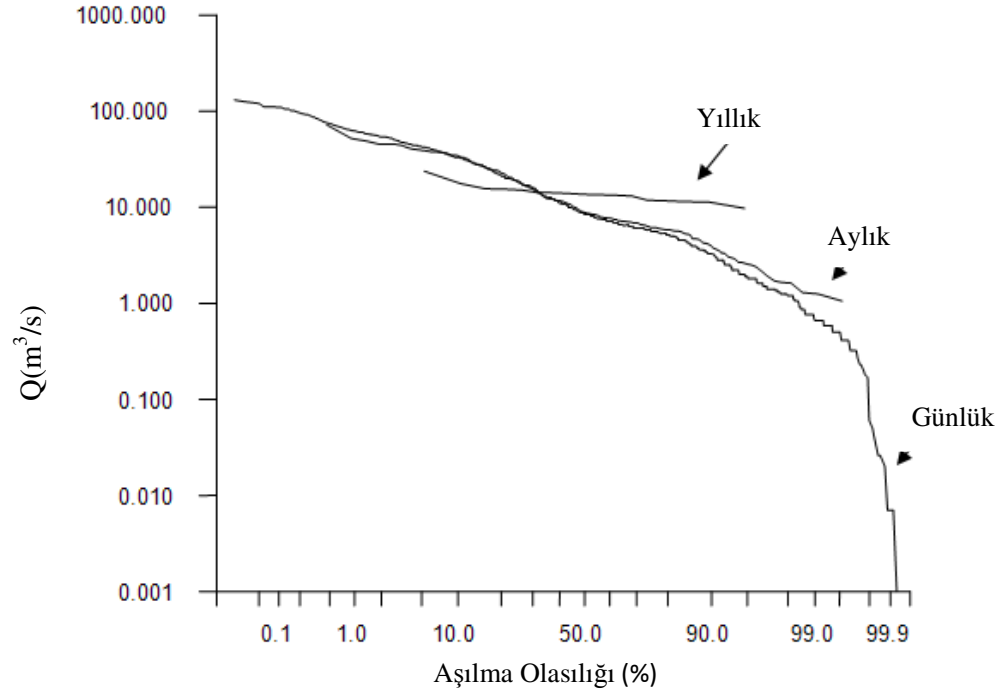
Şekil 3.3 : Solaklı Vadisi için DSİ tarafından üretilen alternatif HES formülasyon projesi.



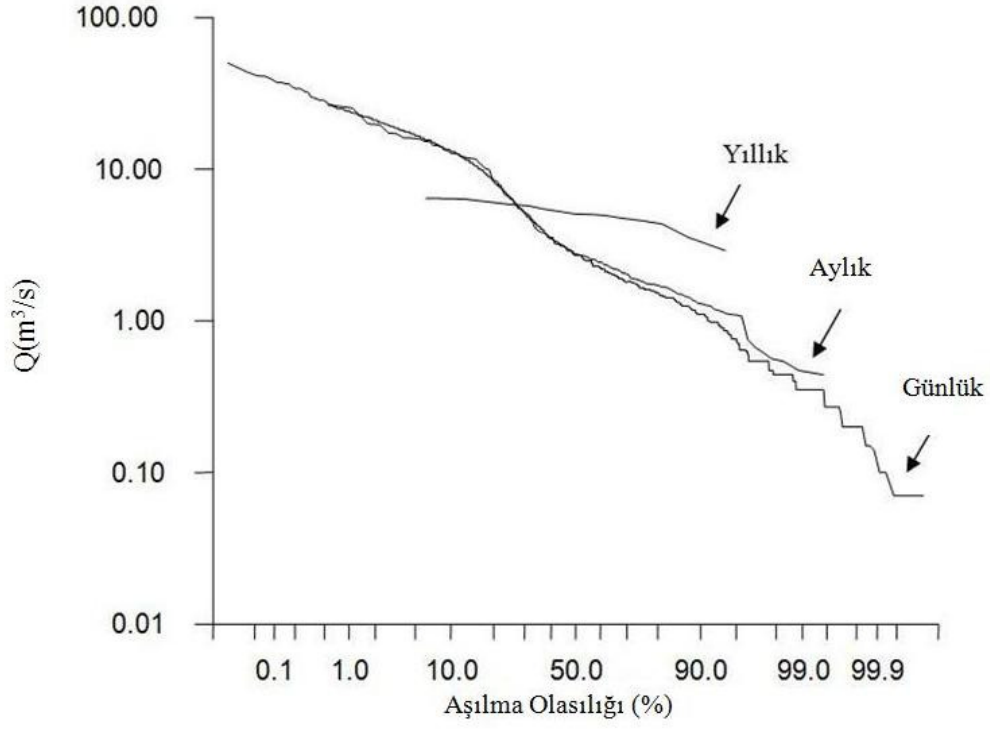
#### 4. SOLAKLI HAVZASI AKIM GÖZLEM İSTASYONLARINA AİT DSE'LER

Solaklı-Ulucami, Ögene-Alçakköprü, Haldizen-Şerah akım gözlem istasyonlarından alınan veriler kullanılarak; günlük, aylık, yıllık ortalama akımlara ait debi süreklilik eğrileri çizilmiş ve Şekil 4.1- 4.4'te verilmiştir.

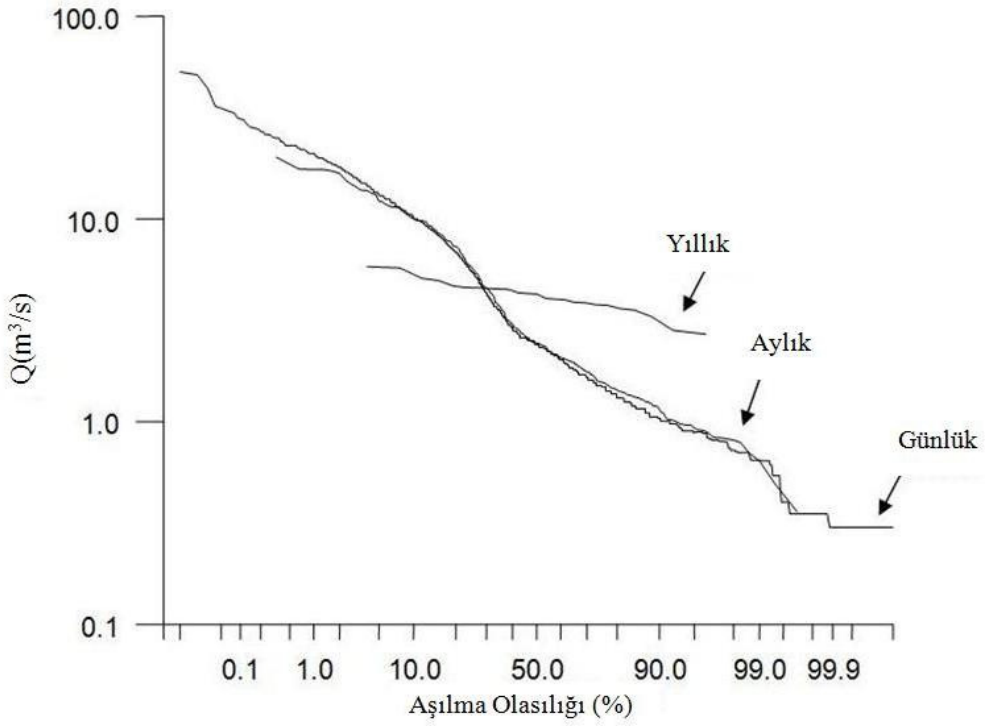
Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4'teki grafikler incelendiğinde; günlük ve aylık debi değerlerinin genel olarak üst üste çakıştığı zaman aralığı küçüldükçe uç değerlerin büyüdüğü gözlenmiştir. Bunun nedeni en büyük ve en küçük değerlerin artan zaman aralığı ile küçülmesi, yani akımdaki değişkenliğin azalmasıdır. Yıllık debi değerleri günlük veya aylık değerlerden ortalama alınarak elde edildiğinden yıllık ortalama debilerin değişim aralığı azdır. Ancak aylık ve günlük debi ortalama değerleri ile elde edilen debi süreklilik eğrileri yakın çıkması debi süreklilik eğrisi çalışmalarında günlük akımlar yerine aylık akımların yeterli olabileceğini göstermiştir. Ayrıca %90'lık ve %95'lik aşılma olasılıklarına bakıldığında da; günlük ve aylık verilerin birbirine çok yakın gözlenmektedir.



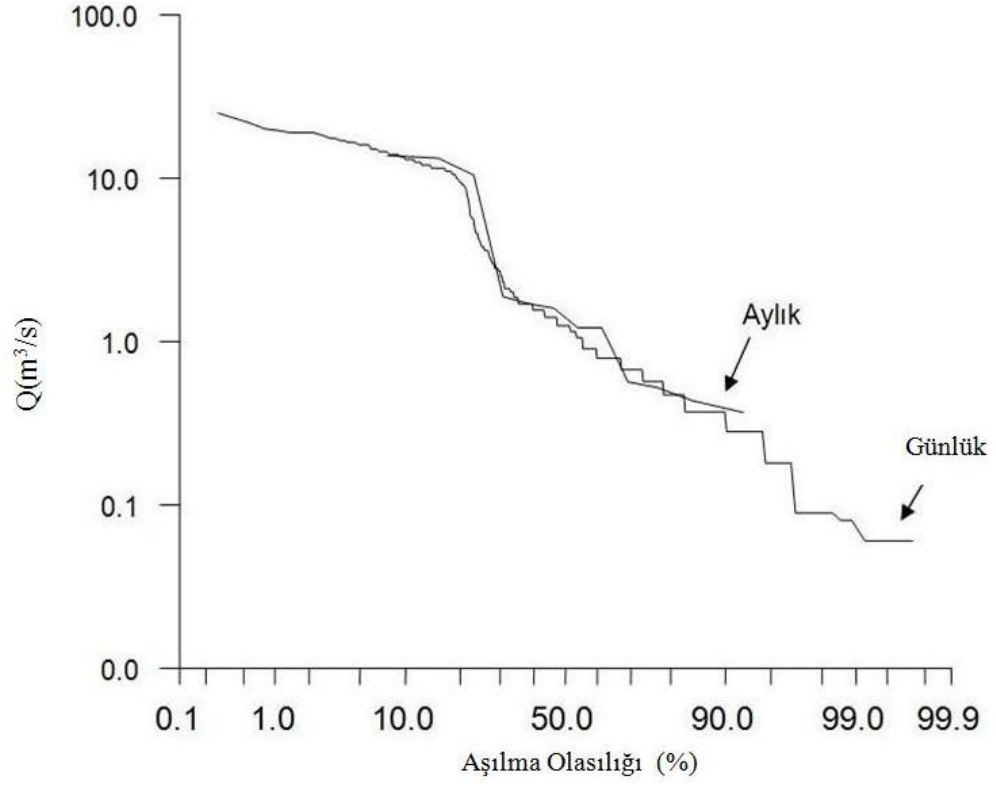
Şekil 4.1: Solaklı Ulucami AGİ debi süreklilik eğrileri (günlük aylık ve yıllık).



**Şekil 4.2:** Ögene-Alçakköprü AGİ debi süreklilik eğrileri (günlük, aylık ve yıllık).



**Şekil 4.3** Haldizen-Şerah AGİ debi süreklilik eğrileri (günlük, aylık ve yıllık).



**Şekil 4.4:** Ögene-Sinekli AGİ debi süreklilik eğrisi (günlük, aylık).



## 5. KULLANILAN YÖNTEM

Akım ölçümü olmayan bir bölge için debi süreklilik eğrisi hidrometeorolojik olarak aynı özelliklere sahip bir bölgenin havzaları arasındaki boyutsuz hidrolojik veri transferi yardımıyla geliştirilir.

Aşağıda Singh ve diğ. (2001)' i esas alan bir bölgesel debi süreklilik eğrisi yöntemi anlatılmış, proje alanı ile ilgili bir uygulamaya yer verilmiştir. Belli bir aşılma olasılığına karşı gelen kuantilleri tahmin etmek için akım ve ortalama akım kullanarak boyutsuz hale getirilir.

$$q = Q/\bar{Q} \quad (5.1)$$

Burada,  $Q$  gözlenen akımı,  $\bar{Q}$  ise gözlem süresi boyunca hesaplanan ortalama akımın göstermektedir. Elde edilen  $q$  boyutsuz akım serisi;

$$W = f(q) \quad (5.2)$$

şeklinde uygun bir dönüşümle normal dağılıma uyacak hale getirilir.  $W$  serisinin ortalaması  $\mu_w$  ve standart sapması  $\sigma_w$ , dönüştürülmüş seriden hesaplanır. Normal dağılıma uyan  $W$  değişkeni için,  $Z_D$  standart normal dağılım tablosundan alınan ve  $D$  aşılma olasılığına karşı gelen standart normal değişken olmak üzere,

$$W_D = \mu_w + Z_D \sigma_w \quad (5.3)$$

bağıntısı geçerlidir. bu durumda  $W_D$ ,  $D$  aşılma olasılığına karşı gelen (% $D$  olasılıkla aşılacak olan) dönüştürülmüş akımı verecektir.

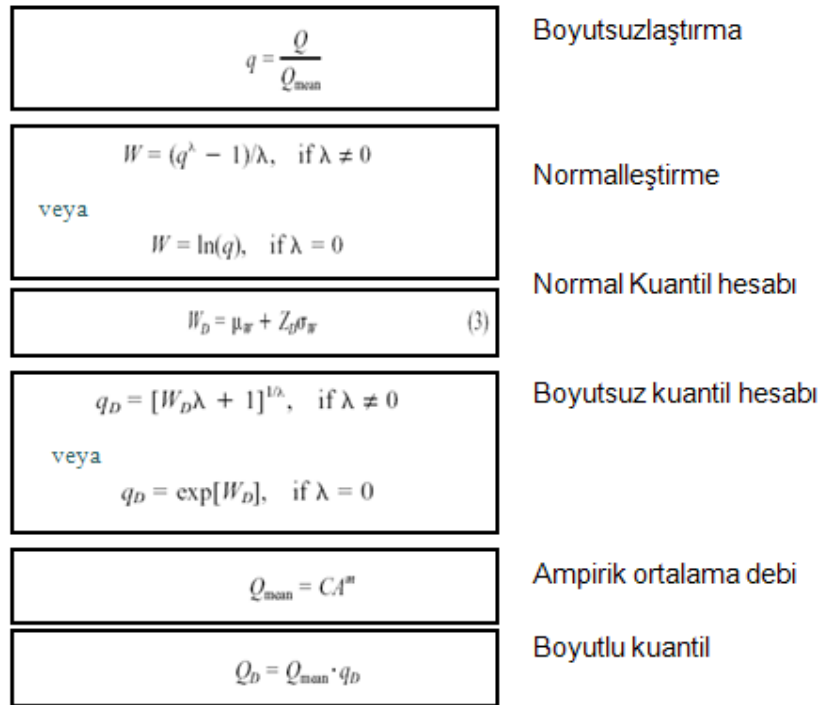
Belli bir  $D$  aşılma olasılığına karşı gelen akımı hesaplamak için, önce (5.3) denkleminde normal dağılmış  $W_D$  hesaplanır. (5.2) denklemini gereğince yapılacak ters dönüşümle yine  $D$  aşılma olasılığına karşı gelen boyutsuz  $q_D$  akımı hesaplanabilir. Boyutsuz  $q_D$  değerine karşı gelen gerçek akım değerine ulaşmak için (5.1) denklemini kullanılmalıdır. Bunun için havzanın ortalama akım değeri  $\bar{Q}$  hesaplanmalıdır. Havza alanına ( $A$ ) bağlı olarak;

$$\bar{Q} = C A^m \quad (5.4)$$

şeklinde verilen üstel fonksiyonu en iyi yapan  $C$  ve  $m$  katsayıları belirlenebilir. Böylelikle bir havzada ölçümü olmayan herhangi bir akarsu kesitinde belli  $D$  aşılma olasılığına karşı gelen akım değeri (5.5)'ten

$$Q_D = \bar{Q} q_D \quad (5.5)$$

ile hesaplanabilir. Bu işlemler Şekil 5.1'de akış şeması olarak da verilmiştir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için, (1) mevcut verilerin toplanması ve işlenmesi, (2) homojen bölgelerin belirlenmesi, (3) ortalama akım debisi için bölgesel modellerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılmasında uygulama zorluğu bakımından herhangi bir sıkıntısı olmayan bu yöntemde bölgesel ortalama debi hesabı için gerekli ampirik denklemin elde edilmesi için gerekli ölçümü bulunan yeterli sayıda akım gözlem istasyonunun bulunmaması sorunu ile karşılaşılabilir. Ölçümü olan az sayıdaki gözlem istasyonuna ait verilerin kullanılması durumunda hassas olmayan sonuçlar elde edilebileceği ortadadır. Nitekim, çok sayıda akım gözlem istasyonu verisi kullanıldığı halde Singh ve diğ. (2001), gözlemlere yakın tahminlerde bulunamamışlardır. Ancak yine de kullanma potansiyeli olan ve değiştirilmeye müsait bir yöntem olarak el altında tutulabilir.



**Şekil 5.1 :** Ölçümü olmayan havzada kuantil hesabı akış diyagramı.

## **6. YÖNTEMİN UYGULAMALARI**

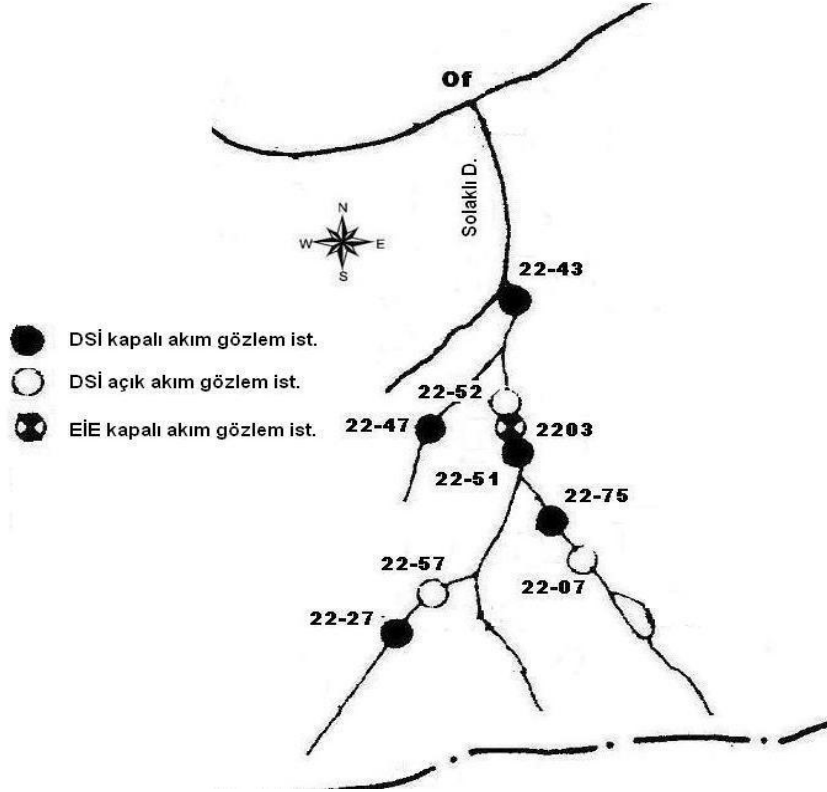
Su kaynaklarıyla ilgili çalışmalarda karşılaşılan en büyük zorluklardan biri de istenen verinin istenen nitelik ve nicelikte elde edilmesinin zor olmasıdır. Bu durumun sebepleri, (1) coğrafi şartların zorluğu nedeni ile çalışma yapılacak bölgede kalan dağlık alanlarda iklim şartları zor olduğundan veri ölçümü yapılması zor olmaktadır. (2) diğer bir sebep ise, su kaynakları mühendislerinin elinde çalışma yapılacak bölge ile ilgili uzun süreli ölçüm verilerinin bulunmayışı olarak sıralanabilir. Bu durumların mevcut olduğu bölgelerde veya havzalardaki su potansiyelinin verimli bir şekilde değerlendirilmesi için yeni yaklaşımların geliştirilmesini gerektirmiştir. Ve bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda biride debi süreklilik eğrilerinin çeşitli modeller kullanılarak; elde edilmesi ve uygulanabilirliğinin test edilmesi çalışmalarıdır.

Buradaki uygulamada akım ölçümü yetersiz olan akarsu havzalarında debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi çalışması bir model kullanılarak yapılmıştır. Uygulama alanı olarak da Solaklı havzası seçilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

### **6.1 Normalleştirme Yöntemiyle Yıllık Debi Süreklilik Eğrisinin Elde Edilmesi**

Proje çalışma alanı olan Solaklı havzasının debi süreklilik eğrisi elde edilecektir. Havzada 9 adet AGİ bulunmaktadır (Şekil 6.1). Ancak bu çalışmada 22-03 Of-Dernekpazarı, 2252 Ögene-Alçakköprü, 22-07 Uzungöl (Haldizen-Şerah) ve 22-52 Solaklı-Ulucami AGİ verileri kullanılmıştır. Solaklı havzasının debi süreklilik eğrisinin geliştirilmesi için bölüm 5'te anlatıldığı gibi gerekli adımlar şunlardır:

- (1) Boyutsuzlaştırma
- (2) Normalleştirme
- (3) Boyutsuz kuantil hesabı
- (4) Boyutlu kuantil hesabı



**Şekil 6.1:** Solaklı havzası akım gözlem istasyonları.

### 6.1.1 Boyutsuzlaştırma

Solaklı havzasında bulunan DSİ'nin açık AGİ'leri Of-Dernekpazarı, Ögene-Alaçakköprü ve Uzungöl'ün (Haldizen-Şerah) akım verileri model geliştirmede (kalibrasyon) kullanılmıştır. Çizelge 6.1'de bu AGİ'lerin yıllık ortalama akım değerleri verilmiş, akım değerleri uzun dönem ortalamalarına bölünerek boyutsuzlaştırılmıştır. Elde edilen boyutsuz değerler debi süreklilik eğrisinin geliştirilmesi için kullanılmıştır. Mevcut AGİ'lerden Solaklı-Ulucami modelin test edilmesinde kullanılmıştır. Ögene-Sinekli AGİ'si için sadece 1972 su yılı verisi bulunabilmiş, geri kalan AGİ'lere ait herhangi bir veriye ulaşılamamıştır.

### 6.1.2 Normalleştirme

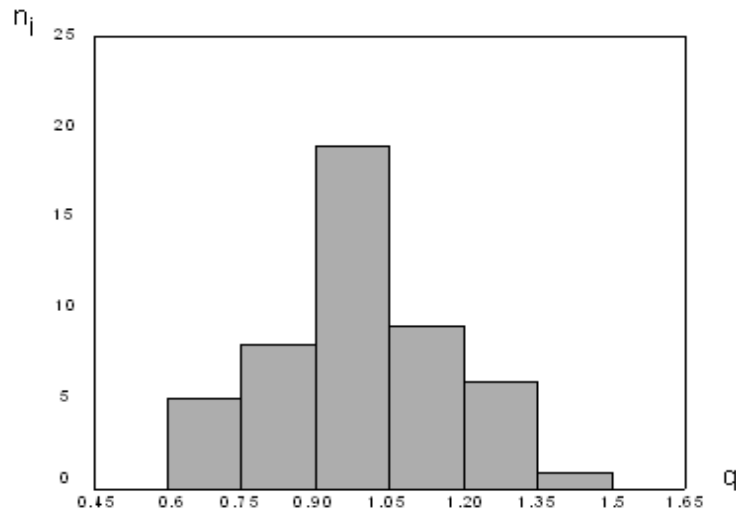
Solaklı havzasındaki üç AGİ'den elde edilen toplam 48 adet boyutsuz  $q$  akım değeri üstel dönüşümle normal dağılıma uyar hale getirilmiştir. Normal dağılıma uydurmak için yapılan dönüşüm Çizelge 6.1'de gösterilmiştir (çarpıklık katsayısı= 0,03). Sonraki aşamalarda bu dönüşümden elde edilen boyutsuz  $q$  akımlarının ( $W$ ) histogramı verilmiştir.

**Çizelge 6.1:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları.

| Yılı | Of-Dernekpazarı                       |      | Ögene Alçak Köprü                     |      | Uzungöl (Haldizen-Şerah)              |      |
|------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q}=14,125 \text{ m}^3/\text{s}$ |      | $(\bar{Q}=5,32 \text{ m}^3/\text{s})$ |      | $(\bar{Q}=4,30 \text{ m}^3/\text{s})$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                  | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                  | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                  | q    |
| 1944 | 13,191                                | 0,93 |                                       |      |                                       |      |
| 1945 | 17,923                                | 1,27 |                                       |      |                                       |      |
| 1946 | 18,851                                | 1,34 |                                       |      |                                       |      |
| 1947 | 8,131                                 | 0,58 |                                       |      |                                       |      |
| 1948 | 14,879                                | 1,05 |                                       |      |                                       |      |
| 1949 | 11,775                                | 0,83 |                                       |      |                                       |      |
| 1966 |                                       |      |                                       |      | 3,86                                  | 0,9  |
| 1967 |                                       |      |                                       |      | 4,02                                  | 0,93 |
| 1972 |                                       |      |                                       |      | 4,32                                  | 1,01 |
| 1973 |                                       |      |                                       |      | 4,05                                  | 0,94 |
| 1974 |                                       |      |                                       |      | 3,75                                  | 0,87 |
| 1975 |                                       |      |                                       |      | 3,77                                  | 0,88 |
| 1976 |                                       |      |                                       |      | 4,54                                  | 1,05 |
| 1977 |                                       |      |                                       |      | 4,49                                  | 1,04 |
| 1978 |                                       |      |                                       |      | 5,45                                  | 1,27 |
| 1979 |                                       |      | 5,45                                  | 1,03 | 4,57                                  | 1,06 |
| 1980 |                                       |      | 5,84                                  | 1,1  | 4,96                                  | 1,15 |
| 1981 |                                       |      | 6,07                                  | 1,14 | 4,67                                  | 1,09 |
| 1982 |                                       |      | 4,34                                  | 0,82 | 3,87                                  | 0,9  |
| 1983 |                                       |      | 2,9                                   | 0,55 | 3,24                                  | 0,75 |
| 1984 |                                       |      |                                       |      | 3,61                                  | 0,84 |
| 1985 |                                       |      | 3,55                                  | 0,67 | 2,82                                  | 0,66 |
| 1986 |                                       |      |                                       |      | 4,26                                  | 0,99 |
| 1987 |                                       |      | 4,93                                  | 0,93 | 4,28                                  | 1    |
| 1988 |                                       |      | 5,05                                  | 0,95 | 5,81                                  | 1,35 |
| 1989 |                                       |      | 8,26                                  | 1,55 | 5,64                                  | 1,31 |
| 1992 |                                       |      | 6,43                                  | 1,21 | 5,09                                  | 1,18 |
| 1993 |                                       |      |                                       |      | 5,72                                  | 1,33 |
| 1994 |                                       |      | 4,58                                  | 0,86 | 4,58                                  | 1,07 |
| 1995 |                                       |      | 6,34                                  | 1,19 |                                       |      |
| 1996 |                                       |      | 5,03                                  | 0,95 | 3,99                                  | 0,93 |
| 1997 |                                       |      |                                       |      | 4,51                                  | 1,05 |
| 1999 |                                       |      | 5,72                                  | 1,08 | 3,55                                  | 0,83 |
| 2000 |                                       |      | 5,24                                  | 0,99 | 2,7                                   | 0,63 |

**Çizelge 6.2:** Solaklı havzası normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q               |      | q <sup>0,8</sup> | q               |      | q <sup>0,8</sup> | q                      |       | q <sup>0,8</sup> |
|-----------------|------|------------------|-----------------|------|------------------|------------------------|-------|------------------|
| q <sub>1</sub>  | 0,93 | 0,94             | q <sub>22</sub> | 0,9  | 0,92             | q <sub>43</sub>        | 1,33  | 1,26             |
| q <sub>2</sub>  | 1,27 | 1,21             | q <sub>23</sub> | 0,93 | 0,94             | q <sub>44</sub>        | 1,07  | 1,06             |
| q <sub>3</sub>  | 1,34 | 1,26             | q <sub>24</sub> | 1,01 | 1,01             | q <sub>45</sub>        | 0,93  | 0,94             |
| q <sub>4</sub>  | 0,58 | 0,65             | q <sub>25</sub> | 0,94 | 0,95             | q <sub>46</sub>        | 1,05  | 1,04             |
| q <sub>5</sub>  | 1,05 | 1,04             | q <sub>26</sub> | 0,87 | 0,89             | q <sub>47</sub>        | 0,83  | 0,86             |
| q <sub>6</sub>  | 0,83 | 0,86             | q <sub>27</sub> | 0,88 | 0,9              | q <sub>48</sub>        | 0,63  | 0,69             |
| q <sub>7</sub>  | 1,03 | 1,02             | q <sub>28</sub> | 1,05 | 1,04             | çarpıklık<br>katsayısı | 0,103 | 0,03             |
| q <sub>8</sub>  | 1,1  | 1,08             | q <sub>29</sub> | 1,04 | 1,03             |                        |       |                  |
| q <sub>9</sub>  | 1,14 | 1,11             | q <sub>30</sub> | 1,27 | 1,21             |                        |       |                  |
| q <sub>10</sub> | 0,82 | 0,85             | q <sub>31</sub> | 1,06 | 1,05             |                        |       |                  |
| q <sub>11</sub> | 0,55 | 0,62             | q <sub>32</sub> | 1,15 | 1,12             |                        |       |                  |
| q <sub>12</sub> | 0,67 | 0,73             | q <sub>33</sub> | 1,09 | 1,07             |                        |       |                  |
| q <sub>13</sub> | 0,93 | 0,94             | q <sub>34</sub> | 0,9  | 0,92             |                        |       |                  |
| q <sub>14</sub> | 0,95 | 0,96             | q <sub>35</sub> | 0,75 | 0,79             |                        |       |                  |
| q <sub>15</sub> | 1,55 | 1,42             | q <sub>36</sub> | 0,84 | 0,87             |                        |       |                  |
| q <sub>16</sub> | 1,21 | 1,16             | q <sub>37</sub> | 0,66 | 0,72             |                        |       |                  |
| q <sub>17</sub> | 0,86 | 0,89             | q <sub>38</sub> | 0,99 | 0,99             |                        |       |                  |
| q <sub>18</sub> | 1,19 | 1,15             | q <sub>39</sub> | 1    | 1                |                        |       |                  |
| q <sub>19</sub> | 0,95 | 0,96             | q <sub>40</sub> | 1,35 | 1,27             |                        |       |                  |
| q <sub>20</sub> | 1,08 | 1,06             | q <sub>41</sub> | 1,31 | 1,24             |                        |       |                  |
| q <sub>21</sub> | 0,99 | 0,99             | q <sub>42</sub> | 1,18 | 1,14             |                        |       |                  |



**Şekil 6.2:** Boyutsuz q akımları histogramı.

### 6.1.3 Normal-boyutsuz kuantil hesabı

Çizelge 6.2’de verilen normal dağılmış  $W$  değerlerinin önce ortalama ( $\mu_w$ ) ve standart sapması ( $\sigma_w$ ) hesaplanmış, sırasıyla 1,00 ve 0,06 bulunmuştur. Daha sonra,  $D$  aşılma olasılığına karşı gelen standart normal değişken ( $Z_D$ ), standart normal dağılım tablosundan alınarak; bu olasılığa karşı gelen ortalaması  $\mu_w$  ve standart sapması ( $\sigma_w$ ) olan  $W$  değişkeni bölüm 5’teki (5.3) denklemiyle hesaplanmıştır. Yapılan ters dönüşümle de bu aşılma olasılıklarına karşı gelen boyutsuz akım ( $q$ ) değerleri hesaplanmış, sonuçlar Çizelge 6.3’te verilmiştir. Bu veriler kullanılarak Solaklı havzasının debi süreklilik eğrisi Şekil 6.3’te çizilmiştir.

### 6.1.4 Ortalama debi ve boyutlu kuantil

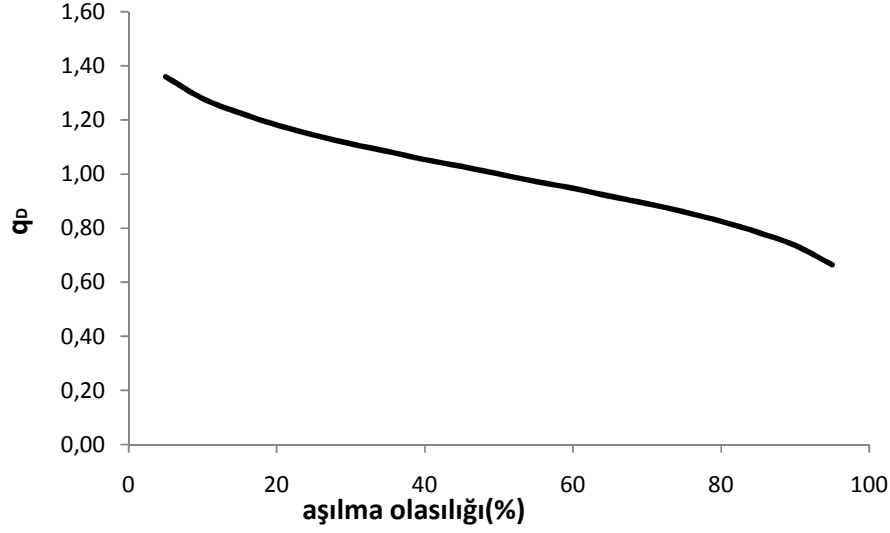
Solaklı havzasında bulunan üç AGİ’nin verileri kullanılarak bölüm 5’te (5.4) denklemindeki  $C$  ve  $m$  değerleri belirlenmiş ve

$$\bar{Q} = 0,033 A^{0,945} \quad (6.1)$$

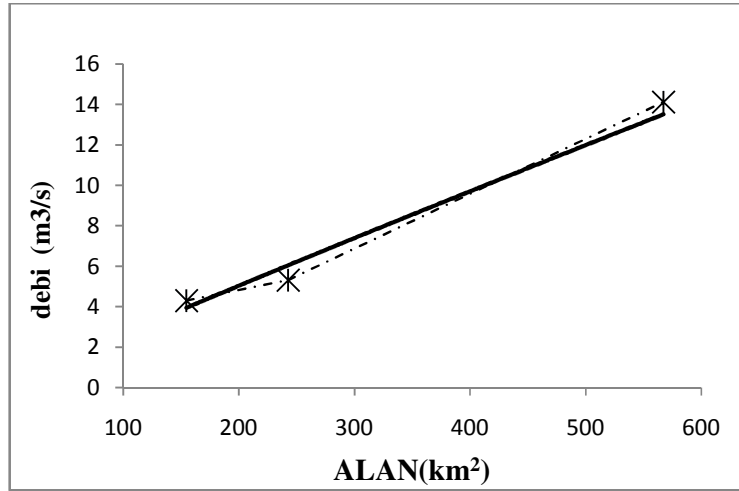
Ampirik ortalama debi-alan denklemi elde edilmiştir. Geliştirilen denklem Şekil 6.4’te gösterilmiş, bunun için kullanılan havza alanları ve ortalama akım değerleri Çizelge 6.4’te verilmiştir.

**Çizelge 6.3** :  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen boyutsuz akım değerleri.

| D    | $Z_D$ | $W_D = \mu_w + Z_D \cdot \sigma_w$ | $q_D = W_D^{(100/80)}$ |
|------|-------|------------------------------------|------------------------|
| 0,05 | 1,64  | 1,28                               | 1,36                   |
| 0,10 | 1,28  | 1,22                               | 1,28                   |
| 0,15 | 1,04  | 1,18                               | 1,23                   |
| 0,20 | 0,84  | 1,14                               | 1,18                   |
| 0,25 | 0,67  | 1,11                               | 1,14                   |
| 0,30 | 0,52  | 1,09                               | 1,11                   |
| 0,35 | 0,39  | 1,07                               | 1,08                   |
| 0,40 | 0,25  | 1,04                               | 1,05                   |
| 0,45 | 0,13  | 1,02                               | 1,03                   |
| 0,50 | 0,00  | 1,00                               | 1,00                   |
| 0,55 | -0,13 | 0,98                               | 0,97                   |
| 0,60 | -0,25 | 0,96                               | 0,95                   |
| 0,65 | -0,39 | 0,93                               | 0,92                   |
| 0,70 | -0,52 | 0,91                               | 0,89                   |
| 0,75 | -0,67 | 0,89                               | 0,86                   |
| 0,80 | -0,84 | 0,86                               | 0,82                   |
| 0,85 | -1,04 | 0,86                               | 0,78                   |
| 0,90 | -1,28 | 0,78                               | 0,74                   |
| 0,95 | -1,64 | 0,72                               | 0,66                   |



**Şekil 6.3 :** Solaklı havzası boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



**Şekil 6.4 :** Ortalama debi-alan eğrisi.

**Çizelge 6.4:** Ortalama debi ve havza alanları.

| AGİ               | A (km <sup>2</sup> ) | $\bar{Q}$ (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2                | 14,125                        |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6                | 5,32                          |
| Uzungöl           | 154,7                | 4,30                          |

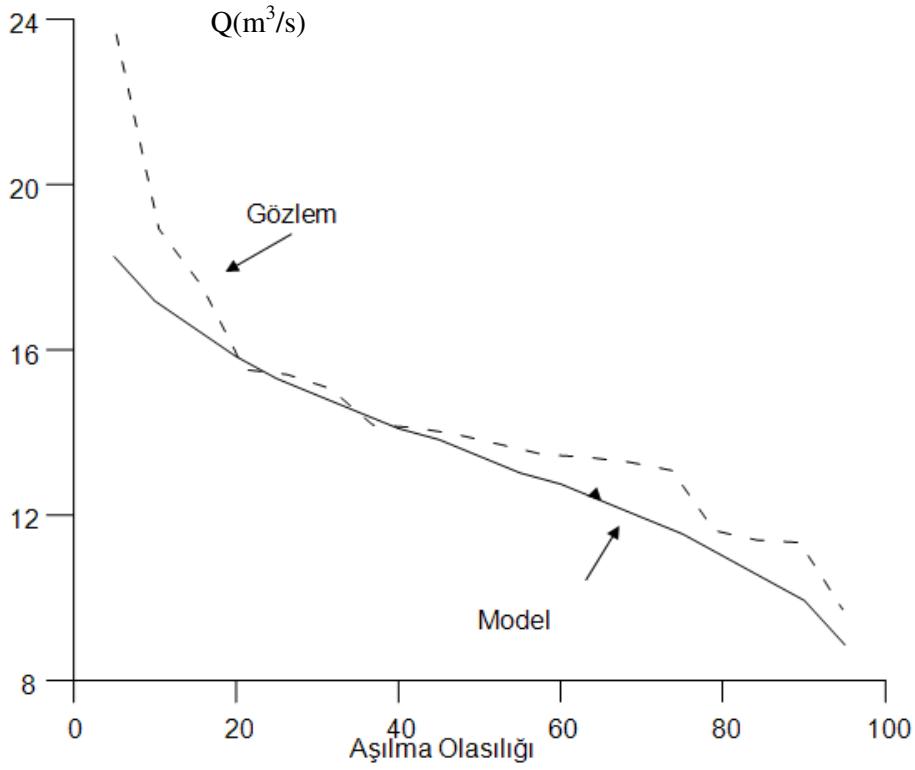
Elde edilen denklemin test edilmesi amacıyla, az sayıda da olsa Solaklı-Ulucami AGİ'sine ( $A=576,8 \text{ km}^2$ ) ait akım verileri bulunmuştur (Çizelge 6.5).

**Çizelge 6.5 : Solaklı- Ulucami AGİ akımları.**

| Yıl  | Debi (m <sup>3</sup> /s) | Yıl  | Debi (m <sup>3</sup> /s) | Yıl      | Debi (m <sup>3</sup> /s) |
|------|--------------------------|------|--------------------------|----------|--------------------------|
| 1979 | 15,4                     | 1985 | 9,71                     | 1994     | 11,33                    |
| 1980 | 13,7                     | 1986 | 13,46                    | 1995     | 13,94                    |
| 1981 | 14,18                    | 1987 | 13,28                    | 1996     | 13,4                     |
| 1982 | 15,52                    | 1988 | 23,63                    | 1997     | 15,06                    |
| 1983 | 11,39                    | 1989 | 18,91                    | 1999     | 14,11                    |
| 1984 | 13,08                    | 1993 | 17,54                    | 2000     | 11,62                    |
|      |                          |      |                          | Ortalama | 14,4                     |

#### **6.1.5 Kontrol**

Solaklı- Ulucami AGİ'sinin Çizelge 6.5'teki gözlemlere göre, ortalama akımı 14,4 m<sup>3</sup>/s olarak hesaplanmıştır. Bu AGİ'ye ait havza alanı (6.1) denklemine yerleştirildiğinde; Solaklı-Ulucami için 13,42 m<sup>3</sup>/s'lik ortalama akım hesaplanmıştır. Solaklı-Ulucami için hesaplanan ortalama akım, gözlenmiş ortalama akım değerinin sadece %6 oranında altında kalmıştır. Şekil 6.5'e bakıldığında da gözlenmiş verilerden ve oluşturulan modelden elde edilen debi süreklilik eğrilerinin birbirine yakın olduğu gözlenmektedir. Buna göre, geliştirilen denklem Solaklı havzası içinde akım ölçümü olmayan herhangi bir akarsu kesitindeki akımın belirlenmesinde kullanılabilir. Havzada, ölçümü olmayan hidrolojik alanı belli herhangi bir noktanın ortalama akımı Şekil 6.4'ten, belli aşılma olasılığına karşı gelen boyutsuz akım kuantili ( $q_D$ ) ise, Şekil 6.3'ten okunarak; bu aşılma olasılığına karşı gelen boyutlu akım değerine (5.5) denkleminde geçilebilir.



**Şekil 6.5 :** Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi süreklilik eğrileri.

## 6.2 Normalleştirme Yöntemi İle Aylık Debi Süreklilik Eğrisinin Elde Edilmesi

Aylık debi süreklilik eğrilerinin de elde edilmesinde yıllık debi süreklilik eğrilerinin hesaplandığı akım gözlem istasyonları kullanılmıştır.(Model için: Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah AGİ ve kontrol için :Solaklı-Ulucami AGİ).

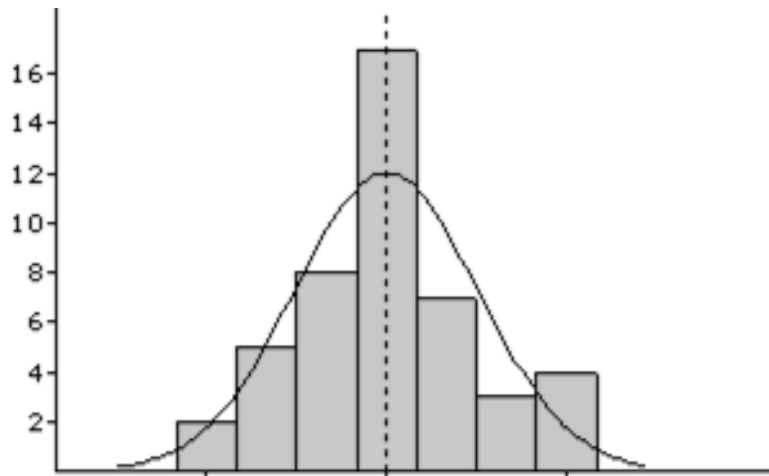
## 6.2.1 Ekim ayı debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesi

**Çizelge 6.6** : Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (ekim).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                           |      | Ögene-Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah                          |      |
|------|-------------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 10,065 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 2,14 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 2,29 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                      | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1944 | 5,17                                      | 0,51 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 6,52                                      | 0,65 |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 11,1                                      | 1,1  |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 13,6                                      | 1,35 |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 10,4                                      | 1,03 |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 13,6                                      | 1,35 |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                           |      |                                         |      | 2,16                                    | 0,94 |
| 1967 |                                           |      |                                         |      | 1,32                                    | 0,58 |
| 1972 |                                           |      |                                         |      | 2,63                                    | 1,15 |
| 1973 |                                           |      |                                         |      | 2,72                                    | 1,19 |
| 1974 |                                           |      |                                         |      | 2,38                                    | 1,04 |
| 1975 |                                           |      |                                         |      | 1,99                                    | 0,87 |
| 1976 |                                           |      |                                         |      | 3,84                                    | 1,68 |
| 1977 |                                           |      |                                         |      | 3,77                                    | 1,65 |
| 1979 |                                           |      | 1,43                                    | 0,67 | 1,92                                    | 0,84 |
| 1980 |                                           |      | 2,54                                    | 1,18 | 2,9                                     | 1,27 |
| 1981 |                                           |      | 2,02                                    | 0,94 | 1,39                                    | 0,61 |
| 1982 |                                           |      | 1,3                                     | 0,61 |                                         |      |
| 1983 |                                           |      | 0,75                                    | 0,35 | 1,74                                    | 0,76 |
| 1984 |                                           |      |                                         |      | 2,43                                    | 1,06 |
| 1985 |                                           |      | 1,61                                    | 0,75 | 0,82                                    | 0,36 |
| 1986 |                                           |      |                                         |      | 2,38                                    | 1,04 |
| 1987 |                                           |      | 1,72                                    | 0,8  | 1,65                                    | 0,72 |
| 1988 |                                           |      | 1,26                                    | 0,59 | 1,64                                    | 0,72 |
| 1992 |                                           |      | 1,71                                    | 0,8  | 1,7                                     | 0,74 |
| 1993 |                                           |      |                                         |      | 3,53                                    | 1,54 |
| 1994 |                                           |      | 1,73                                    | 0,81 | 0,84                                    | 0,37 |
| 1995 |                                           |      | 2,22                                    | 1,04 |                                         |      |
| 1996 |                                           |      | 5,49                                    | 2,56 | 4,14                                    | 1,81 |
| 1997 |                                           |      |                                         |      | 4,32                                    | 1,89 |
| 1999 |                                           |      | 1,69                                    | 0,79 | 1,31                                    | 0,57 |
| 2000 |                                           |      | 1,75                                    | 0,82 | 0,91                                    | 0,4  |
| 2001 |                                           |      | 4,95                                    | 2,31 | 2,82                                    | 1,23 |

**Çizelge 6.7 :** Solaklı havzası (ekim ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

|                 | q    | q <sup>0,08</sup> |                 | q    | q <sup>0,08</sup> |                        | q    | q <sup>0,08</sup> |
|-----------------|------|-------------------|-----------------|------|-------------------|------------------------|------|-------------------|
| q <sub>1</sub>  | 0,51 | 0,93              | q <sub>22</sub> | 0,94 | 1                 | q <sub>43</sub>        | 1,89 | 1,08              |
| q <sub>2</sub>  | 0,65 | 0,94              | q <sub>23</sub> | 0,58 | 1,01              | q <sub>44</sub>        | 0,57 | 1,08              |
| q <sub>3</sub>  | 1,1  | 0,95              | q <sub>24</sub> | 1,15 | 1,01              | q <sub>45</sub>        | 0,4  | 1,09              |
| q <sub>4</sub>  | 1,35 | 0,95              | q <sub>25</sub> | 1,19 | 1,02              | q <sub>46</sub>        | 1,23 | 1,09              |
| q <sub>5</sub>  | 1,03 | 0,96              | q <sub>26</sub> | 1,04 | 1,02              | çarpıklık<br>katsayısı |      |                   |
| q <sub>6</sub>  | 1,35 | 0,96              | q <sub>27</sub> | 0,87 | 1,02              |                        | 1,28 | 0,08              |
| q <sub>7</sub>  | 0,67 | 0,97              | q <sub>28</sub> | 1,68 | 1,02              |                        |      |                   |
| q <sub>8</sub>  | 1,18 | 0,98              | q <sub>29</sub> | 1,65 | 1,02              |                        |      |                   |
| q <sub>9</sub>  | 0,94 | 0,98              | q <sub>30</sub> | 0,84 | 1,02              |                        |      |                   |
| q <sub>10</sub> | 0,61 | 0,98              | q <sub>31</sub> | 1,27 | 1,02              |                        |      |                   |
| q <sub>11</sub> | 0,35 | 0,98              | q <sub>32</sub> | 0,61 | 1,02              |                        |      |                   |
| q <sub>12</sub> | 0,75 | 0,99              | q <sub>33</sub> | 0,76 | 1,03              |                        |      |                   |
| q <sub>13</sub> | 0,8  | 0,99              | q <sub>34</sub> | 1,06 | 1,03              |                        |      |                   |
| q <sub>14</sub> | 0,59 | 0,99              | q <sub>35</sub> | 0,36 | 1,03              |                        |      |                   |
| q <sub>15</sub> | 0,8  | 0,99              | q <sub>36</sub> | 1,04 | 1,04              |                        |      |                   |
| q <sub>16</sub> | 0,81 | 1                 | q <sub>37</sub> | 0,72 | 1,04              |                        |      |                   |
| q <sub>17</sub> | 1,04 | 1                 | q <sub>38</sub> | 0,72 | 1,04              |                        |      |                   |
| q <sub>18</sub> | 2,56 | 1                 | q <sub>39</sub> | 0,74 | 1,04              |                        |      |                   |
| q <sub>19</sub> | 0,79 | 1                 | q <sub>40</sub> | 1,54 | 1,05              |                        |      |                   |
| q <sub>20</sub> | 0,82 | 1                 | q <sub>41</sub> | 0,37 | 1,05              |                        |      |                   |
| q <sub>21</sub> | 2,31 | 1                 | q <sub>42</sub> | 1,81 | 1,05              |                        |      |                   |

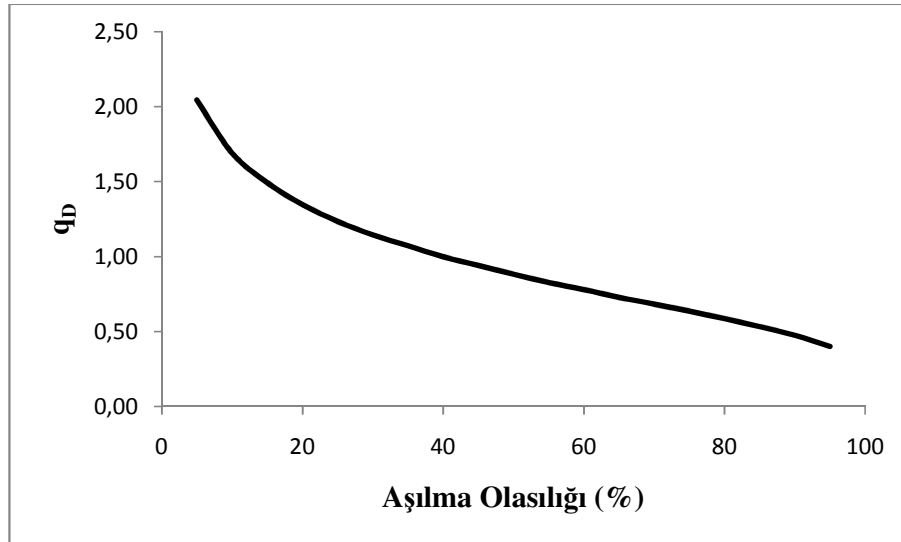


**Şekil 6.6 :** Boyutsuz q akımları (ekim ayı) histogramı.

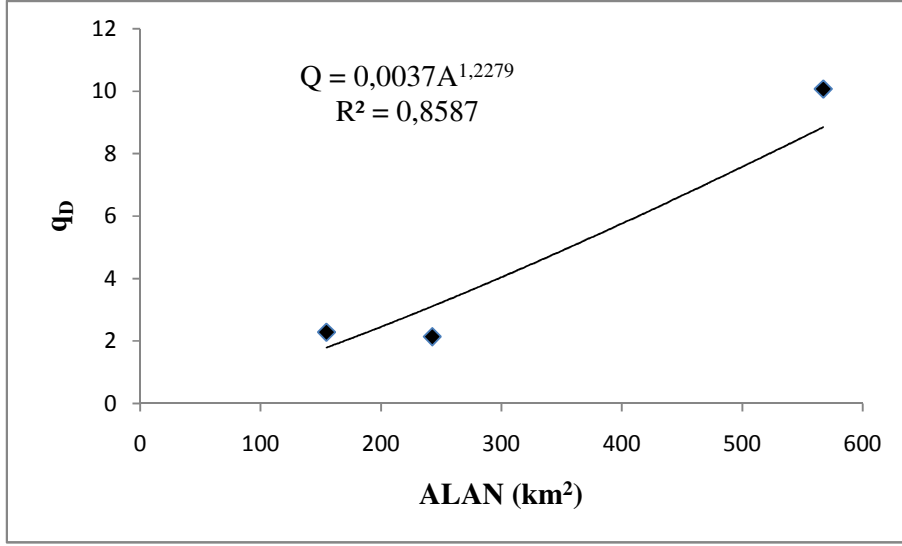
Burada verilen standart sapması ( $\sigma_w$ ) = 0,04 ve ortalama ( $\mu_w$ ) = 1,01 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.8** :  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (ekim ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D = \mu_w + Z_D \cdot \sigma_w$ | $q_D = W_D^{(100/8)}$ |
|----|-------|------------------------------------|-----------------------|
| 5  | 1,64  | 1,23                               | 2,04                  |
| 10 | 1,28  | 1,18                               | 1,69                  |
| 15 | 1,04  | 1,15                               | 1,49                  |
| 20 | 0,84  | 1,12                               | 1,35                  |
| 25 | 0,67  | 1,09                               | 1,24                  |
| 30 | 0,52  | 1,07                               | 1,15                  |
| 35 | 0,39  | 1,05                               | 1,07                  |
| 40 | 0,25  | 1,04                               | 1                     |
| 45 | 0,13  | 1,02                               | 0,94                  |
| 50 | 0     | 1                                  | 0,88                  |
| 55 | -0,13 | 0,98                               | 0,83                  |
| 60 | -0,25 | 0,97                               | 0,78                  |
| 65 | -0,39 | 0,95                               | 0,73                  |
| 70 | -0,52 | 0,93                               | 0,68                  |
| 75 | -0,67 | 0,91                               | 0,64                  |
| 80 | -0,84 | 0,88                               | 0,59                  |
| 85 | -1,04 | 0,85                               | 0,53                  |
| 90 | -1,28 | 0,82                               | 0,48                  |
| 95 | -1,64 | 0,77                               | 0,4                   |



**Şekil 6.7** : Solaklı havzası (ekim ayı) boyutsuz debi sürelilik eğrisi.



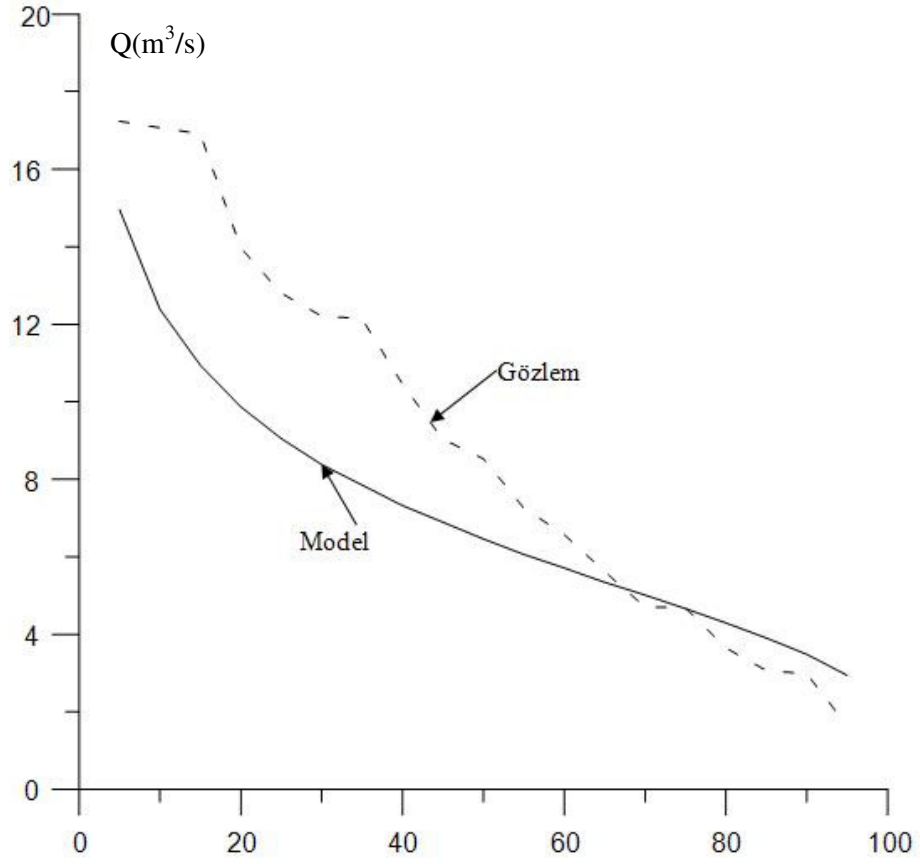
**Şekil 6.8 :** Ortalama debi-alan eğrisi (ekim).

**Çizelge 6.9 :** Ortalama debi (ekim) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km <sup>2</sup> ) | $\bar{Q}$ (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2                | 10,065                        |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6                | 2,14                          |
| Uzungöl           | 154,7                | 2,29                          |

**Çizelge 6.10 :** Solaklı-Ulucami AGİ (ekim ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m <sup>3</sup> /s) | Yıl  | Debi (m <sup>3</sup> /s) | Yıl      | Debi (m <sup>3</sup> /s) |
|------|--------------------------|------|--------------------------|----------|--------------------------|
| 1979 | 4,7                      | 1985 | 3,65                     | 1994     | 2,98                     |
| 1980 | 9,03                     | 1986 | 10,46                    | 1995     | 4,68                     |
| 1981 | 1,64                     | 1987 | 6,57                     | 1996     | 17,24                    |
| 1982 | 8,53                     | 1988 | 7,26                     | 1997     | 16,91                    |
| 1983 | 3,06                     | 1989 | 17,07                    | 1999     | 12,21                    |
| 1984 | 13,97                    | 1993 | 12,8                     | 2000     | 5,62                     |
|      |                          |      |                          | 2001     | 12,14                    |
|      |                          |      |                          | Ortalama | 8,98                     |



**Şekil 6.9 :** Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alaçaköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ) Debi-süreklilik eğrileri (ekim ayı).

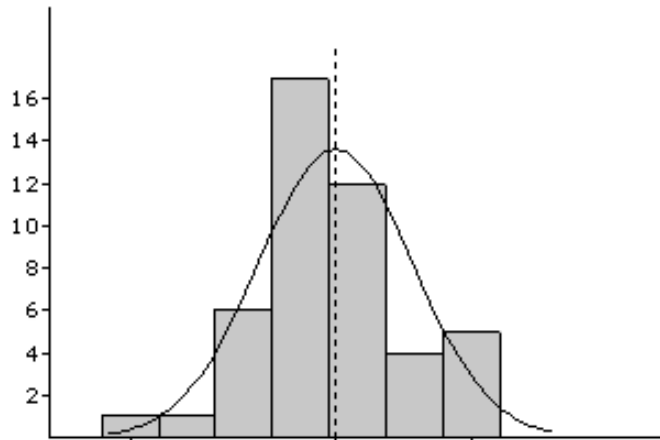
## 6.2.2 Kasım ayı debi süreklilik eğrisi elde edilmesi

**Çizelge 6.11 :** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (kasım).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                         |      | Ögene Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                |      |
|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 8,18 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 3,54 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 2,26 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1944 | 5,92                                    | 0,72 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 7,85                                    | 0,96 |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 6,31                                    | 0,77 |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 6,81                                    | 0,83 |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 14,7                                    | 1,8  |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 7,51                                    | 0,92 |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                         |      |                                         |      | 2,06                                    | 0,91 |
| 1967 |                                         |      |                                         |      | 1,02                                    | 0,45 |
| 1972 |                                         |      |                                         |      | 2,45                                    | 1,08 |
| 1973 |                                         |      |                                         |      | 2,62                                    | 1,16 |
| 1974 |                                         |      |                                         |      | 3,07                                    | 1,36 |
| 1975 |                                         |      |                                         |      | 1,91                                    | 0,85 |
| 1976 |                                         |      |                                         |      | 2,62                                    | 1,16 |
| 1977 |                                         |      |                                         |      | 2,87                                    | 1,27 |
| 1979 |                                         |      | 2,24                                    | 0,63 | 1,91                                    | 0,84 |
| 1980 |                                         |      | 7,27                                    | 2,05 | 3,73                                    | 1,65 |
| 1981 |                                         |      | 7,27                                    | 2,05 | 1,87                                    | 0,83 |
| 1982 |                                         |      | 3,21                                    | 0,91 |                                         |      |
| 1983 |                                         |      | 0,67                                    | 0,19 | 1,81                                    | 0,8  |
| 1984 |                                         |      |                                         |      | 3,61                                    | 1,6  |
| 1985 |                                         |      | 1,88                                    | 0,53 | 0,93                                    | 0,41 |
| 1986 |                                         |      |                                         |      | 2                                       | 0,88 |
| 1987 |                                         |      | 2,66                                    | 0,75 | 2,03                                    | 0,9  |
| 1988 |                                         |      | 4,08                                    | 1,15 | 2,51                                    | 1,11 |
| 1992 |                                         |      | 3,23                                    | 0,91 | 2,15                                    | 0,95 |
| 1993 |                                         |      |                                         |      | 2,71                                    | 1,2  |
| 1994 |                                         |      | 1,86                                    | 0,52 | 1,28                                    | 0,56 |
| 1995 |                                         |      | 3,21                                    | 0,91 |                                         |      |
| 1996 |                                         |      | 6,35                                    | 1,79 | 4,48                                    | 1,98 |
| 1997 |                                         |      |                                         |      | 2,58                                    | 1,14 |
| 1999 |                                         |      | 2,95                                    | 0,83 | 1,41                                    | 0,62 |
| 2000 |                                         |      | 2,14                                    | 0,6  | 1,35                                    | 0,6  |
| 2001 |                                         |      | 4,06                                    | 1,15 | 1,57                                    | 0,7  |

**Çizelge 6.12 :** Solaklı havzası (kasım ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q               |      | q <sup>0,28</sup> | q               |      | q <sup>0,28</sup> | q                      |      | q <sup>0,28</sup> |
|-----------------|------|-------------------|-----------------|------|-------------------|------------------------|------|-------------------|
| q <sub>1</sub>  | 0,72 | 1,22              | q <sub>22</sub> | 0,91 | 0,97              | q <sub>43</sub>        | 1,14 | 0,83              |
| q <sub>2</sub>  | 0,96 | 1,22              | q <sub>23</sub> | 0,45 | 0,97              | q <sub>44</sub>        | 0,62 | 0,8               |
| q <sub>3</sub>  | 0,77 | 1,21              | q <sub>24</sub> | 1,08 | 0,97              | q <sub>45</sub>        | 0,6  | 0,78              |
| q <sub>4</sub>  | 0,83 | 1,18              | q <sub>25</sub> | 1,16 | 0,97              | q <sub>46</sub>        | 0,7  | 0,63              |
| q <sub>5</sub>  | 1,8  | 1,18              | q <sub>26</sub> | 1,36 | 0,97              | çarpıklık<br>katsayısı | 0,91 | -0,07             |
| q <sub>6</sub>  | 0,92 | 1,15              | q <sub>27</sub> | 0,85 | 0,95              |                        |      |                   |
| q <sub>7</sub>  | 0,63 | 1,14              | q <sub>28</sub> | 1,16 | 0,95              |                        |      |                   |
| q <sub>8</sub>  | 2,05 | 1,09              | q <sub>29</sub> | 1,27 | 0,95              |                        |      |                   |
| q <sub>9</sub>  | 2,05 | 1,07              | q <sub>30</sub> | 0,84 | 0,95              |                        |      |                   |
| q <sub>10</sub> | 0,91 | 1,05              | q <sub>31</sub> | 1,65 | 0,95              |                        |      |                   |
| q <sub>11</sub> | 0,19 | 1,04              | q <sub>32</sub> | 0,83 | 0,94              |                        |      |                   |
| q <sub>12</sub> | 0,53 | 1,04              | q <sub>33</sub> | 0,8  | 0,93              |                        |      |                   |
| q <sub>13</sub> | 0,75 | 1,04              | q <sub>34</sub> | 1,6  | 0,92              |                        |      |                   |
| q <sub>14</sub> | 1,15 | 1,04              | q <sub>35</sub> | 0,41 | 0,91              |                        |      |                   |
| q <sub>15</sub> | 0,91 | 1,04              | q <sub>36</sub> | 0,88 | 0,9               |                        |      |                   |
| q <sub>16</sub> | 0,52 | 1,03              | q <sub>37</sub> | 0,9  | 0,88              |                        |      |                   |
| q <sub>17</sub> | 0,91 | 1,02              | q <sub>38</sub> | 1,11 | 0,88              |                        |      |                   |
| q <sub>18</sub> | 1,79 | 0,99              | q <sub>39</sub> | 0,95 | 0,87              |                        |      |                   |
| q <sub>19</sub> | 0,83 | 0,99              | q <sub>40</sub> | 1,2  | 0,87              |                        |      |                   |
| q <sub>20</sub> | 0,6  | 0,98              | q <sub>41</sub> | 0,56 | 0,85              |                        |      |                   |
| q <sub>21</sub> | 1,15 | 0,98              | q <sub>42</sub> | 1,98 | 0,84              |                        |      |                   |

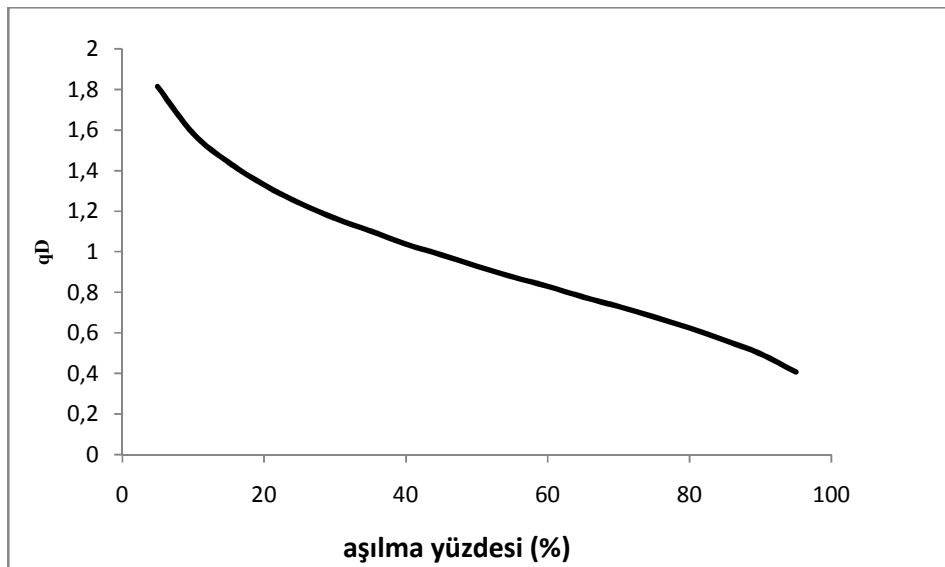


**Şekil 6.10 :** Boyutsuz q akımları (kasım ayı) histogramı.

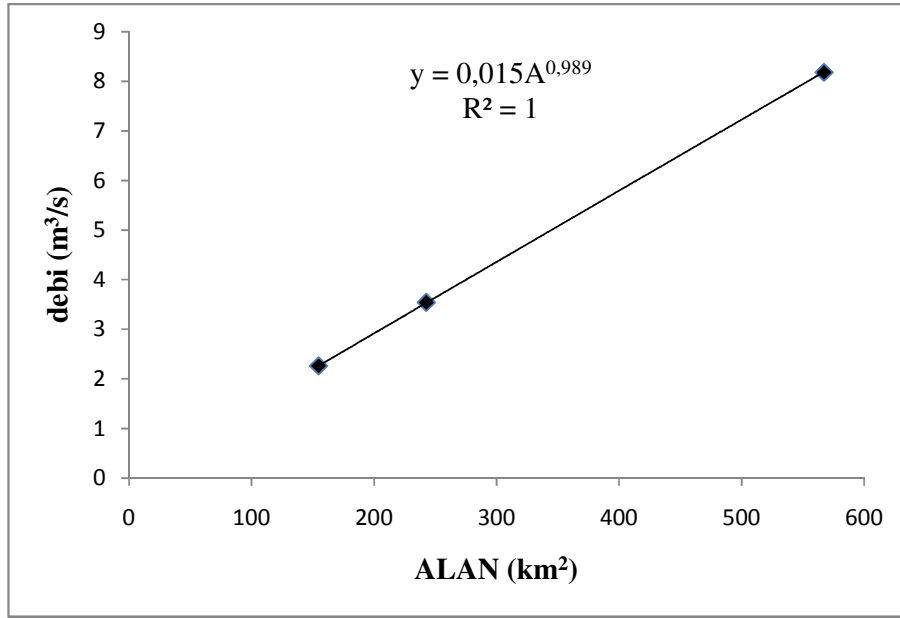
Burada verilen standart sapması (  $\sigma_w$  ) = 0,123 ve ortalama (  $\mu_w$  )= 0,98 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.13 :**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (kasım ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D^{(100/28)}$ |
|----|-------|--------------------------|----------------------|
| 5  | 1,64  | 1,18                     | 1,82                 |
| 10 | 1,28  | 1,14                     | 1,58                 |
| 15 | 1,04  | 1,11                     | 1,44                 |
| 20 | 0,84  | 1,08                     | 1,33                 |
| 25 | 0,67  | 1,06                     | 1,24                 |
| 30 | 0,52  | 1,04                     | 1,17                 |
| 35 | 0,39  | 1,03                     | 1,1                  |
| 40 | 0,25  | 1,01                     | 1,04                 |
| 45 | 0,13  | 1                        | 0,99                 |
| 50 | 0     | 0,98                     | 0,93                 |
| 55 | -0,13 | 0,96                     | 0,88                 |
| 60 | -0,25 | 0,95                     | 0,83                 |
| 65 | -0,39 | 0,93                     | 0,78                 |
| 70 | -0,52 | 0,92                     | 0,73                 |
| 75 | -0,67 | 0,9                      | 0,68                 |
| 80 | -0,84 | 0,88                     | 0,62                 |
| 85 | -1,04 | 0,85                     | 0,56                 |
| 90 | -1,28 | 0,82                     | 0,5                  |
| 95 | -1,64 | 0,78                     | 0,41                 |



**Şekil 6.11 :** Solaklı havzası (kasım ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



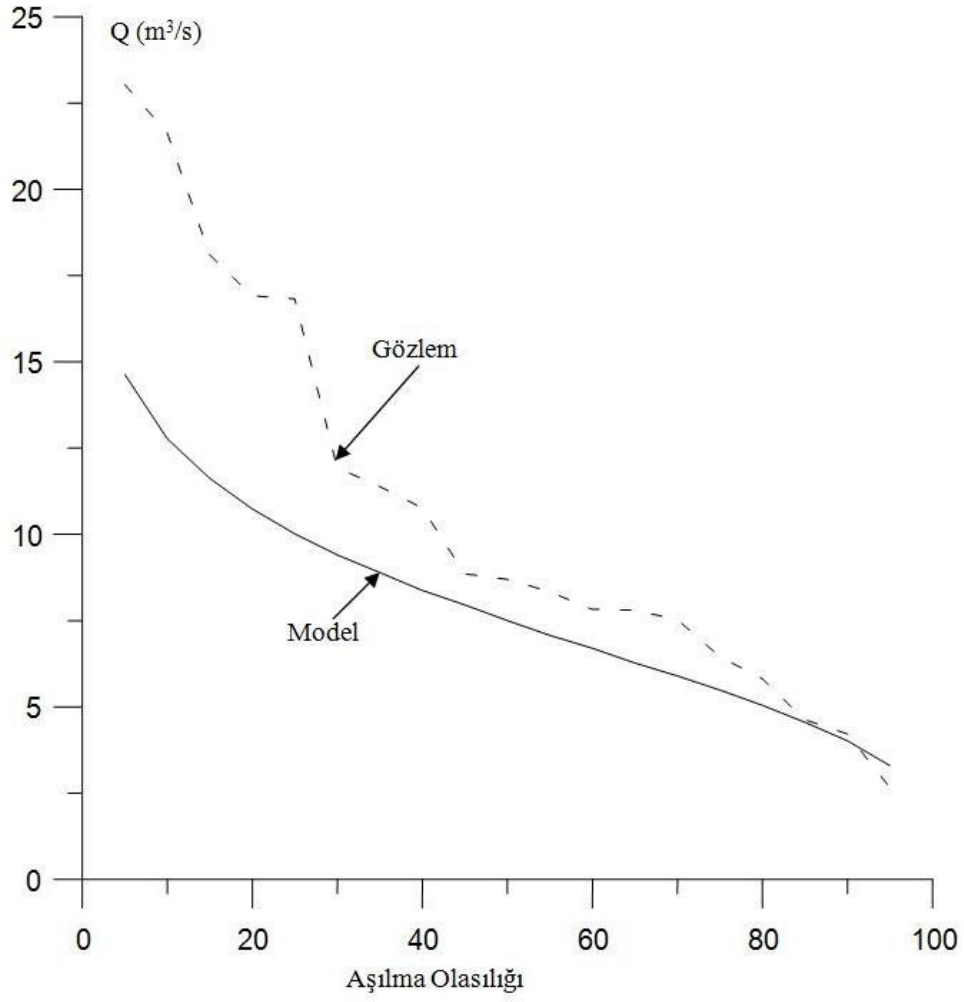
**Şekil 6.12 :** Ortalama debi-alan eğrisi (kasım ayı).

**Çizelge 6.14 :** Ortalama debi (kasım) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 8,18             |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 3,54             |
| Uzungöl           | 154,7   | 2,26             |

**Çizelge 6.15 :** Solaklı-Ulucami AGİ (kasım ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 8,33        | 1985 | 2,66        | 1994     | 4,62        |
| 1980 | 18,09       | 1986 | 7,82        | 1995     | 7,52        |
| 1981 | 6,45        | 1987 | 8,69        | 1996     | 16,91       |
| 1982 | 16,82       | 1988 | 10,76       | 1997     | 8,85        |
| 1983 | 4,21        | 1989 | 23,04       | 1999     | 11,38       |
| 1984 | 21,63       | 1993 | 11,92       | 2000     | 5,81        |
|      |             |      |             | 2001     | 7,8         |
|      |             |      |             | Ortalama | 10,7        |



**Şekil 6.13 :** Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model(Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ) debi-süreklilik eğrileri (kasım ayı).

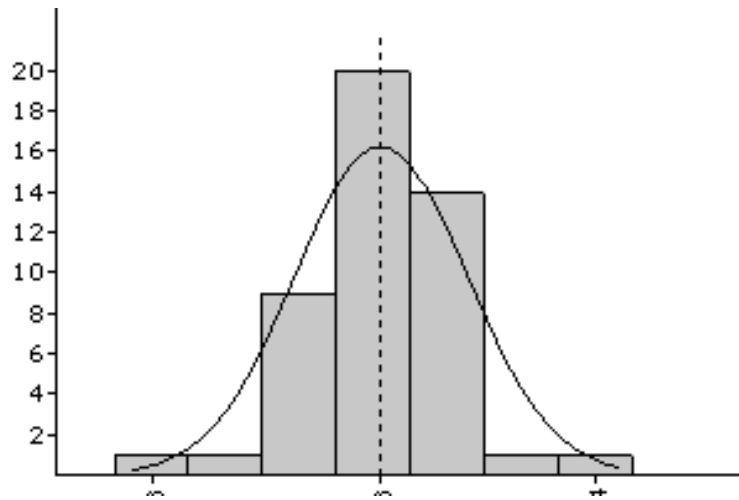
### 6.2.3 Aralık ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.16 :** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş (aralık).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                         |      | Ögene-Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                |      |
|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 7,04 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 2,59 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 1,76 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1943 | 12,6                                    | 1,79 |                                         |      |                                         |      |
| 1944 | 6,39                                    | 0,91 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 5,73                                    | 0,81 |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 8,14                                    | 1,16 |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 4,71                                    | 0,67 |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 4,3                                     | 0,61 |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 7,41                                    | 1,05 |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                         |      |                                         |      | 1,68                                    | 0,96 |
| 1967 |                                         |      |                                         |      | 0,96                                    | 0,54 |
| 1972 |                                         |      |                                         |      | 2,46                                    | 1,4  |
| 1973 |                                         |      |                                         |      | 2,07                                    | 1,18 |
| 1974 |                                         |      |                                         |      | 2,48                                    | 1,41 |
| 1975 |                                         |      |                                         |      | 1,97                                    | 1,12 |
| 1976 |                                         |      |                                         |      | 2,01                                    | 1,14 |
| 1977 |                                         |      |                                         |      | 2,37                                    | 1,35 |
| 1979 |                                         |      | 2,77                                    | 1,07 | 1,83                                    | 1,04 |
| 1980 |                                         |      | 3,57                                    | 1,38 | 2,4                                     | 1,36 |
| 1981 |                                         |      | 3,57                                    | 1,38 | 1,86                                    | 1,06 |
| 1982 |                                         |      | 2,43                                    | 0,94 |                                         |      |
| 1983 |                                         |      | 0,47                                    | 0,18 | 1,47                                    | 0,83 |
| 1984 |                                         |      |                                         |      | 1,52                                    | 0,86 |
| 1985 |                                         |      | 1,43                                    | 0,55 | 0,9                                     | 0,51 |
| 1986 |                                         |      |                                         |      | 1,59                                    | 0,9  |
| 1987 |                                         |      | 2,17                                    | 0,84 | 1,55                                    | 0,88 |
| 1988 |                                         |      | 2,75                                    | 1,06 | 1,56                                    | 0,89 |
| 1992 |                                         |      | 1,88                                    | 0,72 | 1,28                                    | 0,72 |
| 1993 |                                         |      |                                         |      | 1,9                                     | 1,08 |
| 1994 |                                         |      | 2,55                                    | 0,99 | 1,4                                     | 0,8  |
| 1995 |                                         |      | 2,91                                    | 1,12 |                                         |      |
| 1996 |                                         |      | 3,2                                     | 1,24 | 2,28                                    | 1,3  |
| 1997 |                                         |      |                                         |      | 1,77                                    | 1,01 |
| 1999 |                                         |      | 5,34                                    | 2,06 | 2,22                                    | 1,26 |
| 2000 |                                         |      | 2,2                                     | 0,85 | 1,47                                    | 0,83 |
| 2001 |                                         |      | 1,66                                    | 0,64 | 0,97                                    | 0,55 |

**Çizelge 6.17 :** Solaklı havzası (aralık) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

|                 | q    | q <sup>0,64</sup> |                 | q    | q <sup>0,64</sup> |                        | q     | q <sup>0,64</sup> |
|-----------------|------|-------------------|-----------------|------|-------------------|------------------------|-------|-------------------|
| q <sub>1</sub>  | 1,79 | 1,45              | q <sub>22</sub> | 0,64 | 0,75              | q <sub>43</sub>        | 0,80  | 0,86              |
| q <sub>2</sub>  | 0,91 | 0,94              | q <sub>23</sub> | 0,96 | 0,97              | q <sub>44</sub>        | 1,30  | 1,18              |
| q <sub>3</sub>  | 0,81 | 0,88              | q <sub>24</sub> | 0,54 | 0,68              | q <sub>45</sub>        | 1,01  | 1,01              |
| q <sub>4</sub>  | 1,16 | 1,10              | q <sub>25</sub> | 1,40 | 1,24              | q <sub>46</sub>        | 1,26  | 1,16              |
| q <sub>5</sub>  | 0,67 | 0,77              | q <sub>26</sub> | 1,18 | 1,11              | q <sub>47</sub>        | 0,55  | 0,68              |
| q <sub>6</sub>  | 0,61 | 0,73              | q <sub>27</sub> | 1,41 | 1,24              | Çarpıklık<br>katsayısı | 0,547 | -0,06             |
| q <sub>7</sub>  | 1,05 | 1,03              | q <sub>28</sub> | 1,12 | 1,07              |                        |       |                   |
| q <sub>8</sub>  | 1,07 | 1,04              | q <sub>29</sub> | 1,14 | 1,09              |                        |       |                   |
| q <sub>9</sub>  | 1,38 | 1,23              | q <sub>30</sub> | 1,35 | 1,21              |                        |       |                   |
| q <sub>10</sub> | 1,38 | 1,23              | q <sub>31</sub> | 1,04 | 1,03              |                        |       |                   |
| q <sub>11</sub> | 0,94 | 0,96              | q <sub>32</sub> | 1,36 | 1,22              |                        |       |                   |
| q <sub>12</sub> | 0,18 | 0,34              | q <sub>33</sub> | 1,06 | 1,04              |                        |       |                   |
| q <sub>13</sub> | 0,55 | 0,68              | q <sub>34</sub> | 0,83 | 0,89              |                        |       |                   |
| q <sub>14</sub> | 0,84 | 0,89              | q <sub>35</sub> | 0,86 | 0,91              |                        |       |                   |
| q <sub>15</sub> | 1,06 | 1,04              | q <sub>36</sub> | 0,51 | 0,65              |                        |       |                   |
| q <sub>16</sub> | 0,72 | 0,81              | q <sub>37</sub> | 0,90 | 0,94              |                        |       |                   |
| q <sub>17</sub> | 0,99 | 0,99              | q <sub>38</sub> | 0,88 | 0,92              |                        |       |                   |
| q <sub>18</sub> | 1,12 | 1,08              | q <sub>39</sub> | 0,89 | 0,93              |                        |       |                   |
| q <sub>19</sub> | 1,24 | 1,15              | q <sub>40</sub> | 0,72 | 0,81              |                        |       |                   |
| q <sub>20</sub> | 2,06 | 1,59              | q <sub>41</sub> | 1,08 | 1,05              |                        |       |                   |
| q <sub>21</sub> | 0,85 | 0,90              | q <sub>42</sub> | 1,98 | 0,84              |                        |       |                   |

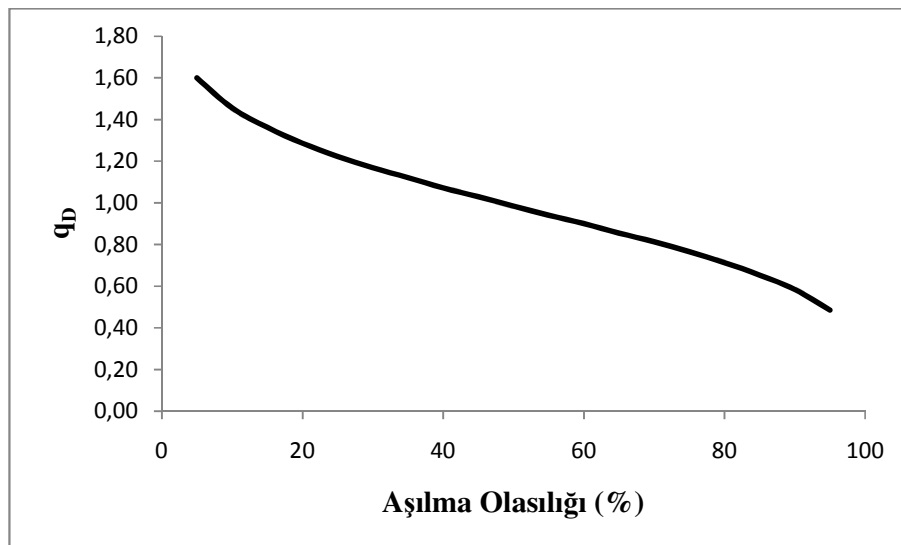


**Şekil 6.14 :** Boyutsuz q akımları (aralık ayı) histogarmı.

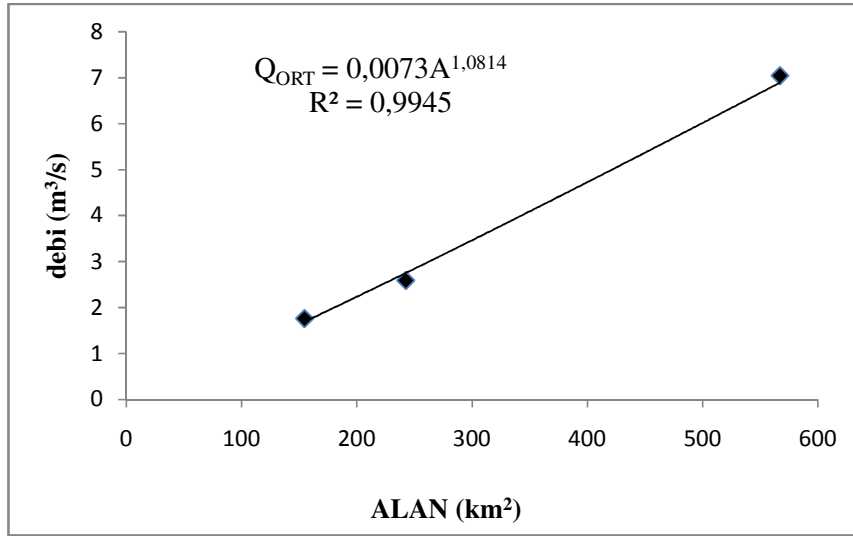
Burada verilerin standart sapması ( $\sigma_w$ ) =0,22 ve ortalama ( $\mu_w$ )= 0,99 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.18 :**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (aralık ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D^{(100/64)}$ |
|----|-------|--------------------------|----------------------|
| 5  | 1,64  | 1,35                     | 1,6                  |
| 10 | 1,28  | 1,27                     | 1,46                 |
| 15 | 1,04  | 1,22                     | 1,36                 |
| 20 | 0,84  | 1,17                     | 1,29                 |
| 25 | 0,67  | 1,14                     | 1,22                 |
| 30 | 0,52  | 1,1                      | 1,17                 |
| 35 | 0,39  | 1,08                     | 1,12                 |
| 40 | 0,25  | 1,05                     | 1,07                 |
| 45 | 0,13  | 1,02                     | 1,03                 |
| 50 | 0     | 0,99                     | 0,98                 |
| 55 | -0,13 | 0,96                     | 0,94                 |
| 60 | -0,25 | 0,94                     | 0,9                  |
| 65 | -0,39 | 0,9                      | 0,85                 |
| 70 | -0,52 | 0,88                     | 0,81                 |
| 75 | -0,67 | 0,84                     | 0,77                 |
| 80 | -0,84 | 0,81                     | 0,71                 |
| 85 | -1,04 | 0,76                     | 0,65                 |
| 90 | -1,28 | 0,71                     | 0,58                 |
| 95 | -1,64 | 0,63                     | 0,48                 |



**Şekil 6.15 :** Solaklı havzası (aralık ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



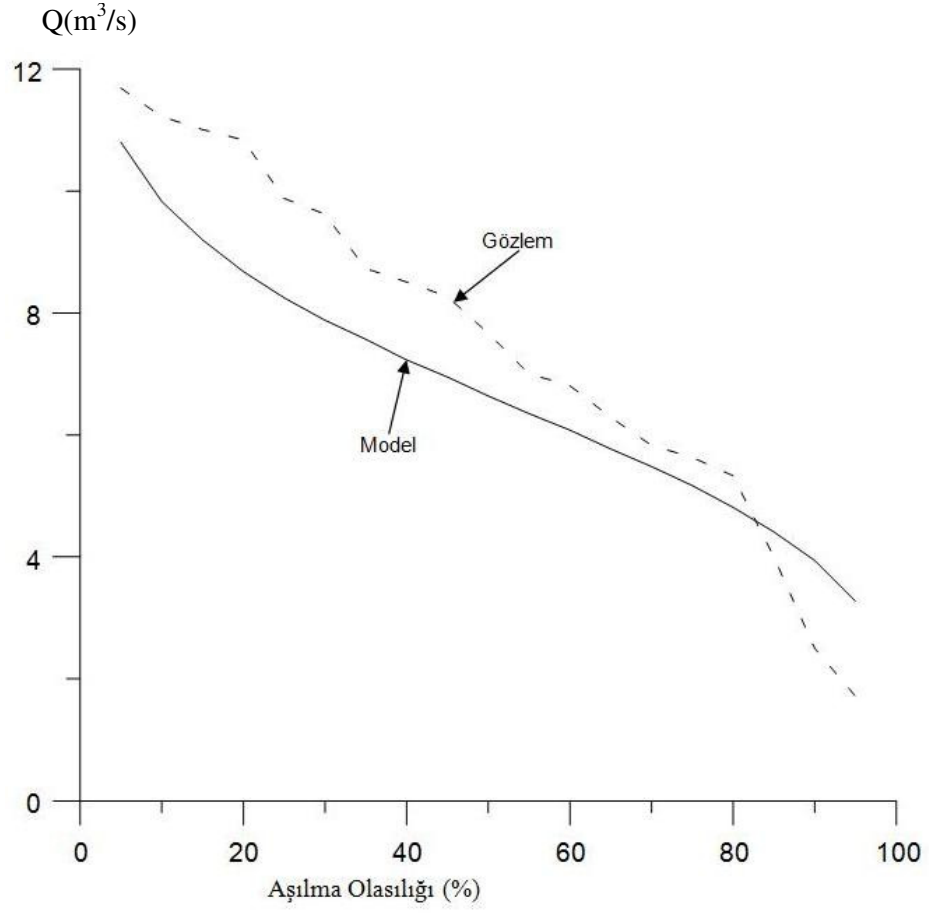
**Şekil 6.16:** Ortalama debi-alan eğrisi (aralık ayı).

**Çizelge 6.19:** Ortalama debi (ekim ) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 7,04             |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 2,59             |
| Uzungöl           | 154,7   | 1,76             |

**Çizelge 6.20:** Solaklı-Ulucami AGİ (aralık ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 8,73        | 1985 | 1,71        | 1994     | 5,63        |
| 1980 | 9,88        | 1986 | 8,27        | 1995     | 7           |
| 1981 | 4           | 1987 | 7,67        | 1996     | 9,62        |
| 1982 | 11,69       | 1988 | 6,81        | 1997     | 6,29        |
| 1983 | 2,5         | 1989 | 11,22       | 1999     | 11,01       |
| 1984 | 8,51        | 1993 | 10,84       | 2000     | 5,83        |
|      |             |      |             | 2001     | 5,33        |
|      |             |      |             | Ortalama | 7,5         |



**Şekil 6.17:** Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonu ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ) debi-süreklilik eğrileri (aralık ayı).

#### 6.2.4: Ocak ayı debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesi

**Çizelge 6.21:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (ocak).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                      |      | Ögene Alçak Köprü                      |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                |      |
|------|--------------------------------------|------|----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 6 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 1,8 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 1,39 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                 | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                   | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1943 | 9,2                                  | 1,53 |                                        |      |                                         |      |
| 1944 | 6,07                                 | 1,01 |                                        |      |                                         |      |
| 1945 | 5,65                                 | 0,94 |                                        |      |                                         |      |
| 1946 | 6,57                                 | 1,1  |                                        |      |                                         |      |
| 1947 | 4,92                                 | 0,82 |                                        |      |                                         |      |
| 1948 | 4,26                                 | 0,71 |                                        |      |                                         |      |
| 1949 | 5,34                                 | 0,89 |                                        |      |                                         |      |
| 1966 |                                      |      |                                        |      | 1,57                                    | 1,13 |
| 1967 |                                      |      |                                        |      | 0,91                                    | 0,65 |
| 1972 |                                      |      |                                        |      | 2,37                                    | 1,71 |
| 1973 |                                      |      |                                        |      | 2,15                                    | 1,55 |
| 1974 |                                      |      |                                        |      | 2,09                                    | 1,5  |
| 1975 |                                      |      |                                        |      | 1,74                                    | 1,25 |
| 1976 |                                      |      |                                        |      | 2,31                                    | 1,66 |
| 1977 |                                      |      |                                        |      | 2,04                                    | 1,47 |
| 1979 |                                      |      | 2,73                                   | 1,51 | 1,23                                    | 0,88 |
| 1980 |                                      |      | 2,33                                   | 1,29 | 1,45                                    | 1,04 |
| 1981 |                                      |      | 2,33                                   | 1,29 | 1,19                                    | 0,86 |
| 1982 |                                      |      | 1,73                                   | 0,96 |                                         |      |
| 1983 |                                      |      | 0,44                                   | 0,25 | 1,25                                    | 0,9  |
| 1984 |                                      |      |                                        |      | 0,79                                    | 0,57 |
| 1985 |                                      |      | 1,11                                   | 0,62 | 0,7                                     | 0,5  |
| 1986 |                                      |      |                                        |      | 1,24                                    | 0,89 |
| 1987 |                                      |      | 1,81                                   | 1    | 1,57                                    | 1,13 |
| 1988 |                                      |      | 2,19                                   | 1,22 | 1,31                                    | 0,94 |
| 1992 |                                      |      | 1,55                                   | 0,86 | 1,01                                    | 0,73 |
| 1993 |                                      |      |                                        |      | 1,37                                    | 0,99 |
| 1994 |                                      |      | 1,58                                   | 0,88 | 1,03                                    | 0,74 |
| 1995 |                                      |      | 3,14                                   | 1,74 |                                         |      |
| 1996 |                                      |      | 1,92                                   | 1,07 | 1,57                                    | 1,13 |
| 1997 |                                      |      |                                        |      | 1,48                                    | 1,07 |
| 1999 |                                      |      | 1,67                                   | 0,93 | 0,83                                    | 0,6  |
| 2000 |                                      |      | 1,3                                    | 0,72 | 0,96                                    | 0,69 |
| 2001 |                                      |      | 1,15                                   | 0,64 | 0,64                                    | 0,46 |

**Çizelge 6.22:** Solaklı havzası (ocak ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q               |      | q <sup>0,56</sup> | q               |      | q <sup>0,56</sup> | q                      |      | q <sup>0,56</sup> |
|-----------------|------|-------------------|-----------------|------|-------------------|------------------------|------|-------------------|
| q <sub>1</sub>  | 1,53 | 1,27              | q <sub>22</sub> | 0,64 | 0,78              | q <sub>43</sub>        | 1,13 | 1,07              |
| q <sub>2</sub>  | 1,01 | 1,01              | q <sub>23</sub> | 1,13 | 1,07              | q <sub>44</sub>        | 1,07 | 1,04              |
| q <sub>3</sub>  | 0,94 | 0,97              | q <sub>24</sub> | 0,65 | 0,79              | q <sub>45</sub>        | 0,6  | 0,75              |
| q <sub>4</sub>  | 1,1  | 1,05              | q <sub>25</sub> | 1,71 | 1,35              | q <sub>46</sub>        | 0,69 | 0,81              |
| q <sub>5</sub>  | 0,82 | 0,89              | q <sub>26</sub> | 1,55 | 1,28              | q <sub>47</sub>        | 0,46 | 0,65              |
| q <sub>6</sub>  | 0,71 | 0,83              | q <sub>27</sub> | 1,5  | 1,26              | Çarpıklık<br>katsayısı | 0,36 | -0,08             |
| q <sub>7</sub>  | 0,89 | 0,94              | q <sub>28</sub> | 1,25 | 1,13              |                        |      |                   |
| q <sub>8</sub>  | 1,51 | 1,26              | q <sub>29</sub> | 1,66 | 1,33              |                        |      |                   |
| q <sub>9</sub>  | 1,29 | 1,16              | q <sub>30</sub> | 1,47 | 1,24              |                        |      |                   |
| q <sub>10</sub> | 1,29 | 1,16              | q <sub>31</sub> | 0,88 | 0,93              |                        |      |                   |
| q <sub>11</sub> | 0,96 | 0,98              | q <sub>32</sub> | 1,04 | 1,02              |                        |      |                   |
| q <sub>12</sub> | 0,25 | 0,46              | q <sub>33</sub> | 0,86 | 0,92              |                        |      |                   |
| q <sub>13</sub> | 0,62 | 0,76              | q <sub>34</sub> | 0,9  | 0,94              |                        |      |                   |
| q <sub>14</sub> | 1    | 1                 | q <sub>35</sub> | 0,57 | 0,73              |                        |      |                   |
| q <sub>15</sub> | 1,22 | 1,12              | q <sub>36</sub> | 0,5  | 0,68              |                        |      |                   |
| q <sub>16</sub> | 0,86 | 0,92              | q <sub>37</sub> | 0,89 | 0,94              |                        |      |                   |
| q <sub>17</sub> | 0,88 | 0,93              | q <sub>38</sub> | 1,13 | 1,07              |                        |      |                   |
| q <sub>18</sub> | 1,74 | 1,36              | q <sub>39</sub> | 0,94 | 0,97              |                        |      |                   |
| q <sub>19</sub> | 1,07 | 1,04              | q <sub>40</sub> | 0,73 | 0,84              |                        |      |                   |
| q <sub>20</sub> | 0,93 | 0,96              | q <sub>41</sub> | 0,99 | 0,99              |                        |      |                   |
| q <sub>21</sub> | 0,72 | 0,83              | q <sub>42</sub> | 0,74 | 0,85              |                        |      |                   |

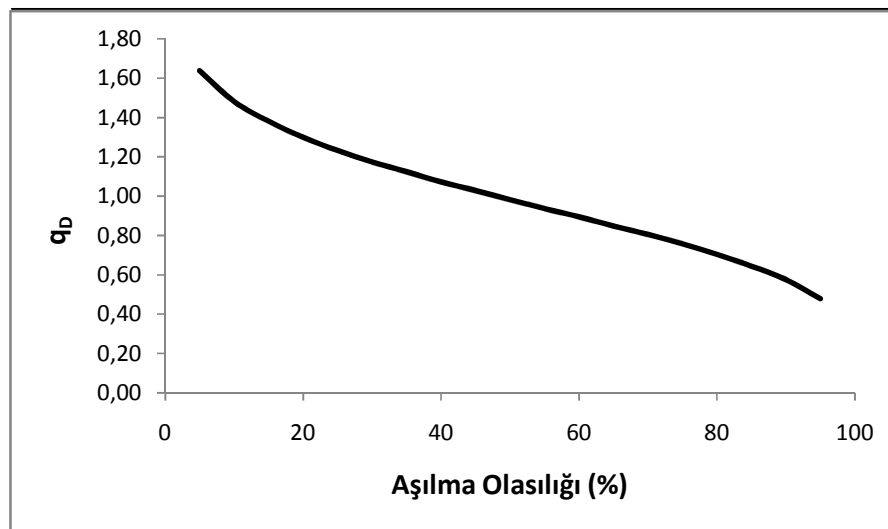


**Şekil 6.18:** Boyutsuz q akımları (ocak ayı) histogramı.

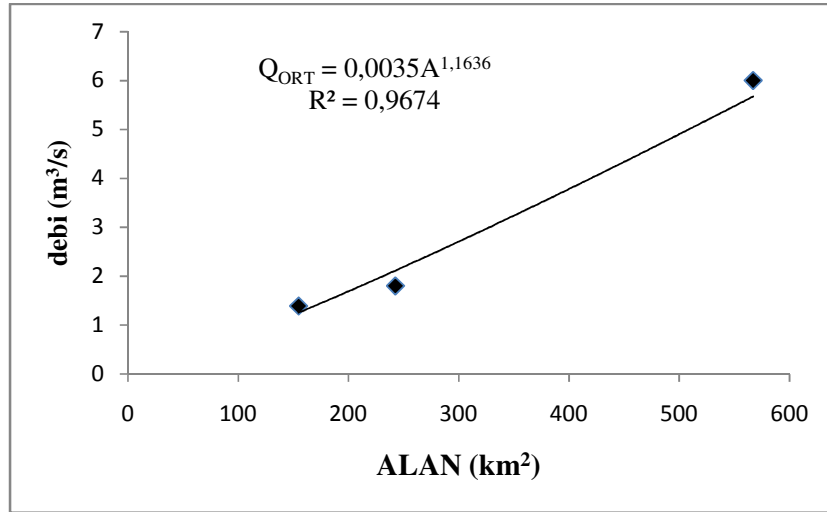
Burada verilerin standart sapması (  $\sigma_w$  )= 0,20 ve ortalama(  $\mu_w$  )= 0,99 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.23:**  $D$  aşınma olasılıklarına karşı gelen (ocak ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D^{(100/56)}$ |
|----|-------|--------------------------|----------------------|
| 5  | 1,64  | 1,32                     | 1,64                 |
| 10 | 1,28  | 1,25                     | 1,48                 |
| 15 | 1,04  | 1,2                      | 1,38                 |
| 20 | 0,84  | 1,16                     | 1,3                  |
| 25 | 0,67  | 1,12                     | 1,23                 |
| 30 | 0,52  | 1,09                     | 1,17                 |
| 35 | 0,39  | 1,07                     | 1,12                 |
| 40 | 0,25  | 1,04                     | 1,07                 |
| 45 | 0,13  | 1,02                     | 1,03                 |
| 50 | 0     | 0,99                     | 0,98                 |
| 55 | -0,13 | 0,96                     | 0,94                 |
| 60 | -0,25 | 0,94                     | 0,9                  |
| 65 | -0,39 | 0,91                     | 0,85                 |
| 70 | -0,52 | 0,89                     | 0,81                 |
| 75 | -0,67 | 0,86                     | 0,76                 |
| 80 | -0,84 | 0,82                     | 0,7                  |
| 85 | -1,04 | 0,78                     | 0,64                 |
| 90 | -1,28 | 0,73                     | 0,58                 |
| 95 | -1,64 | 0,66                     | 0,48                 |



**Şekil 6.19:** Solaklı havzası (ocak ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



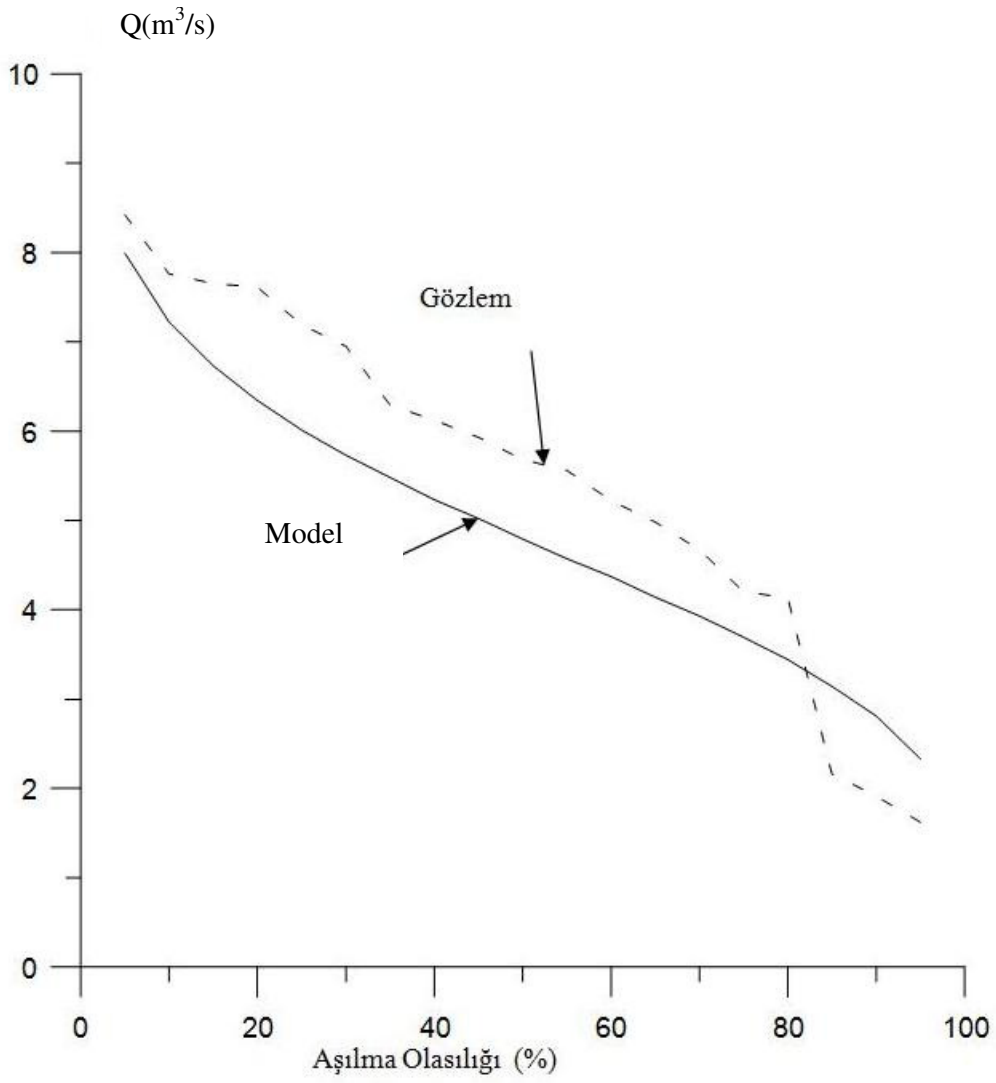
**Şekil 6.20:** Ortalama debi-alan eğrisi (ocak ayı).

**Çizelge 6.24:** Ortalama debi (ocak ayı) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 6,00             |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 1,8              |
| Uzungöl           | 154,7   | 1,39             |

**Çizelge 6.25:** Solaklı-Ulucami AGİ (ocak ayı)akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 7,19        | 1985 | 2,16        | 1994     | 6,29        |
| 1980 | 5,93        | 1986 | 5,68        | 1995     | 7,76        |
| 1981 | 1,62        | 1987 | 7,61        | 1996     | 6,12        |
| 1982 | 8,42        | 1988 | 6,95        | 1997     | 5,22        |
| 1983 | 1,91        | 1989 | 4,98        | 1999     | 5,56        |
| 1984 | 4,20        | 1993 | 7,65        | 2000     | 4,67        |
|      |             |      |             | 2001     | 4,13        |
|      |             |      |             | Ortalama | 5,48        |



**Şekil 6.21:** Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazırı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ ) debi-süreklilik eğrileri (ocak).

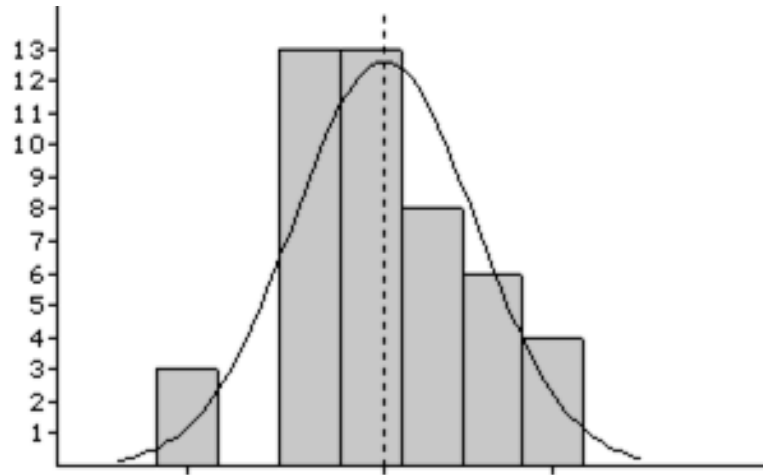
### 6.2.5 Şubat ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.26:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutuz hale getirilmiş akımları (şubat).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                         |      | Ögene Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                |      |
|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 7,41 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 1,79 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 1,41 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1943 | 8,55                                    | 1,15 |                                         |      |                                         |      |
| 1944 | 8,37                                    | 1,13 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 5,76                                    | 0,78 |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 12,8                                    | 1,73 |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 5,43                                    | 0,73 |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 5,17                                    | 0,7  |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 5,81                                    | 0,78 |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                         |      |                                         |      | 1,35                                    | 0,96 |
| 1967 |                                         |      |                                         |      | 0,83                                    | 0,59 |
| 1972 |                                         |      |                                         |      | 2,53                                    | 1,8  |
| 1973 |                                         |      |                                         |      | 2,76                                    | 1,96 |
| 1974 |                                         |      |                                         |      | 2,17                                    | 1,54 |
| 1975 |                                         |      |                                         |      | 1,69                                    | 1,2  |
| 1976 |                                         |      |                                         |      | 2,34                                    | 1,66 |
| 1977 |                                         |      |                                         |      | 2,44                                    | 1,73 |
| 1979 |                                         |      | 2,26                                    | 1,26 | 1,33                                    | 0,95 |
| 1980 |                                         |      | 2,48                                    | 1,39 | 1,87                                    | 1,33 |
| 1981 |                                         |      | 2,48                                    | 1,39 | 1,06                                    | 0,75 |
| 1982 |                                         |      | 1,46                                    | 0,82 |                                         |      |
| 1983 |                                         |      | 0,56                                    | 0,31 | 1,02                                    | 0,73 |
| 1984 |                                         |      |                                         |      | 0,36                                    | 0,26 |
| 1985 |                                         |      | 1,09                                    | 0,61 | 0,5                                     | 0,35 |
| 1986 |                                         |      |                                         |      | 1,36                                    | 0,96 |
| 1987 |                                         |      | 2,05                                    | 1,14 | 1,75                                    | 1,24 |
| 1988 |                                         |      | 1,81                                    | 1,01 | 1,46                                    | 1,03 |
| 1992 |                                         |      | 1,66                                    | 0,93 | 0,97                                    | 0,69 |
| 1993 |                                         |      |                                         |      | 1,32                                    | 0,94 |
| 1994 |                                         |      | 1,77                                    | 0,99 | 1                                       | 0,71 |
| 1995 |                                         |      | 2,76                                    | 1,54 |                                         |      |
| 1996 |                                         |      | 1,74                                    | 0,97 | 1,2                                     | 0,85 |
| 1997 |                                         |      |                                         |      | 1,35                                    | 0,96 |
| 1999 |                                         |      | 1,28                                    | 0,72 | 0,81                                    | 0,57 |
| 2000 |                                         |      | 2,41                                    | 1,35 | 0,99                                    | 0,7  |
| 2001 |                                         |      | 1,07                                    | 0,6  | 0,88                                    | 0,63 |

**Çizelge 6.27:** Solaklı havzası (şubat ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımlar.

| q               |      | q <sup>0,47</sup> | q               |      | q <sup>0,47</sup> | q                      |      | q <sup>0,47</sup> |
|-----------------|------|-------------------|-----------------|------|-------------------|------------------------|------|-------------------|
| q <sub>1</sub>  | 1,15 | 1,37              | q <sub>22</sub> | 0,6  | 0,98              | q <sub>43</sub>        | 0,85 | 0,78              |
| q <sub>2</sub>  | 1,13 | 1,32              | q <sub>23</sub> | 0,96 | 0,98              | q <sub>44</sub>        | 0,96 | 0,77              |
| q <sub>3</sub>  | 0,78 | 1,29              | q <sub>24</sub> | 0,59 | 0,98              | q <sub>45</sub>        | 0,57 | 0,61              |
| q <sub>4</sub>  | 1,73 | 1,29              | q <sub>25</sub> | 1,8  | 0,97              | q <sub>46</sub>        | 0,7  | 0,58              |
| q <sub>5</sub>  | 0,73 | 1,27              | q <sub>26</sub> | 1,96 | 0,97              | q <sub>47</sub>        | 0,63 | 0,53              |
| q <sub>6</sub>  | 0,7  | 1,23              | q <sub>27</sub> | 1,54 | 0,97              | çarpıklık<br>katsayısı | 0,49 | -0,06             |
| q <sub>7</sub>  | 0,78 | 1,22              | q <sub>28</sub> | 1,2  | 0,93              |                        |      |                   |
| q <sub>8</sub>  | 1,26 | 1,17              | q <sub>29</sub> | 1,66 | 0,91              |                        |      |                   |
| q <sub>9</sub>  | 1,39 | 1,17              | q <sub>30</sub> | 1,73 | 0,89              |                        |      |                   |
| q <sub>10</sub> | 1,39 | 1,15              | q <sub>31</sub> | 0,95 | 0,89              |                        |      |                   |
| q <sub>11</sub> | 0,82 | 1,14              | q <sub>32</sub> | 1,33 | 0,88              |                        |      |                   |
| q <sub>12</sub> | 0,31 | 1,11              | q <sub>33</sub> | 0,75 | 0,86              |                        |      |                   |
| q <sub>13</sub> | 0,61 | 1,11              | q <sub>34</sub> | 0,73 | 0,86              |                        |      |                   |
| q <sub>14</sub> | 1,14 | 1,09              | q <sub>35</sub> | 0,26 | 0,86              |                        |      |                   |
| q <sub>15</sub> | 1,01 | 1,07              | q <sub>36</sub> | 0,35 | 0,85              |                        |      |                   |
| q <sub>16</sub> | 0,93 | 1,07              | q <sub>37</sub> | 0,96 | 0,85              |                        |      |                   |
| q <sub>17</sub> | 0,99 | 1,06              | q <sub>38</sub> | 1,24 | 0,84              |                        |      |                   |
| q <sub>18</sub> | 1,54 | 1,02              | q <sub>39</sub> | 1,03 | 0,84              |                        |      |                   |
| q <sub>19</sub> | 0,97 | 1,01              | q <sub>40</sub> | 0,69 | 0,8               |                        |      |                   |
| q <sub>20</sub> | 0,72 | 0,99              | q <sub>41</sub> | 0,94 | 0,79              |                        |      |                   |
| q <sub>21</sub> | 1,35 | 0,99              | q <sub>42</sub> | 0,71 | 0,78              |                        |      |                   |

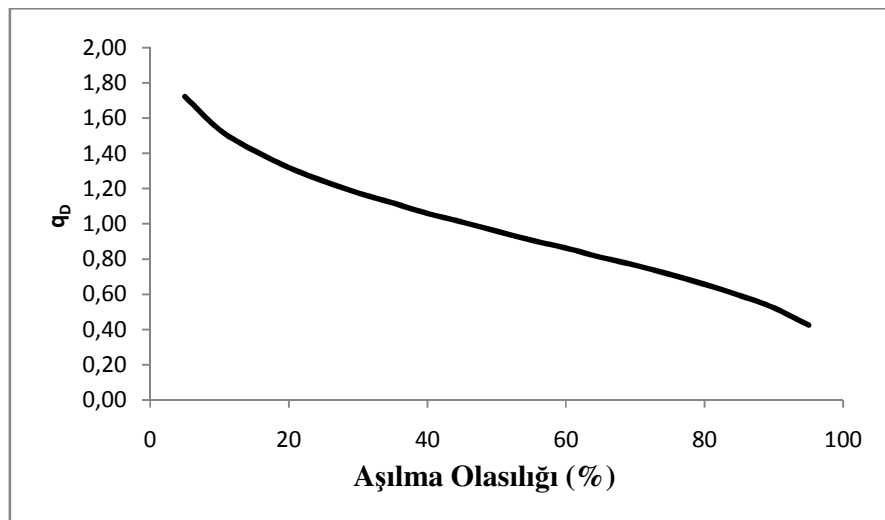


**Şekil 6.22:** Boyutsuz q akımları (şubat ayı) histogramı.

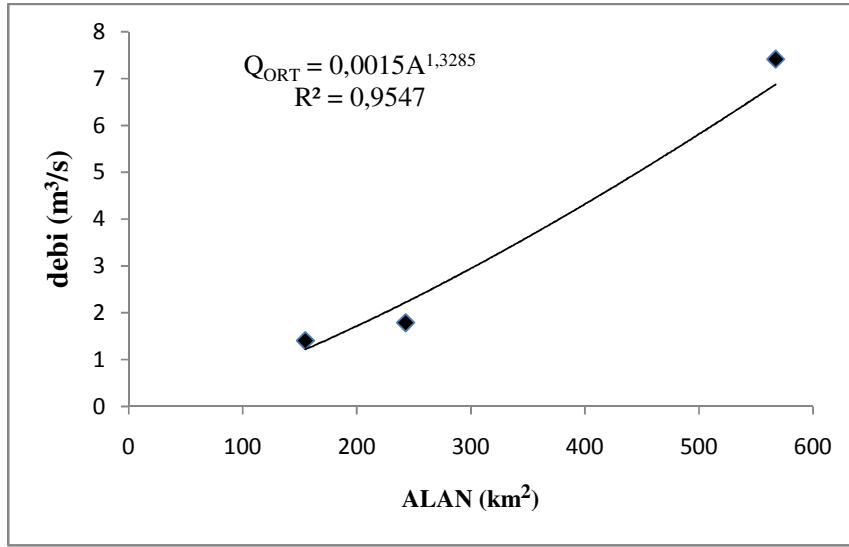
Burada verilerin standart sapması ( $\sigma_w$ )= 0,19 ve ortalama ( $\mu_w$ )= 0,98 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.28:**  $D$  aşılma olasılıklarına karşılık gelen (şubat ayı ) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D^{(100/47)}$ |
|----|-------|--------------------------|----------------------|
| 5  | 1,64  | 1,29                     | 1,72                 |
| 10 | 1,28  | 1,22                     | 1,54                 |
| 15 | 1,04  | 1,18                     | 1,42                 |
| 20 | 0,84  | 1,14                     | 1,32                 |
| 25 | 0,67  | 1,11                     | 1,24                 |
| 30 | 0,52  | 1,08                     | 1,18                 |
| 35 | 0,39  | 1,05                     | 1,12                 |
| 40 | 0,25  | 1,03                     | 1,06                 |
| 45 | 0,13  | 1                        | 1,01                 |
| 50 | 0     | 0,98                     | 0,96                 |
| 55 | -0,13 | 0,96                     | 0,91                 |
| 60 | -0,25 | 0,93                     | 0,86                 |
| 65 | -0,39 | 0,91                     | 0,81                 |
| 70 | -0,52 | 0,88                     | 0,76                 |
| 75 | -0,67 | 0,85                     | 0,71                 |
| 80 | -0,84 | 0,82                     | 0,66                 |
| 85 | -1,04 | 0,78                     | 0,59                 |
| 90 | -1,28 | 0,74                     | 0,52                 |
| 95 | -1,64 | 0,67                     | 0,42                 |



**Şekil 6.23:** Solaklı havzası (şubat ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



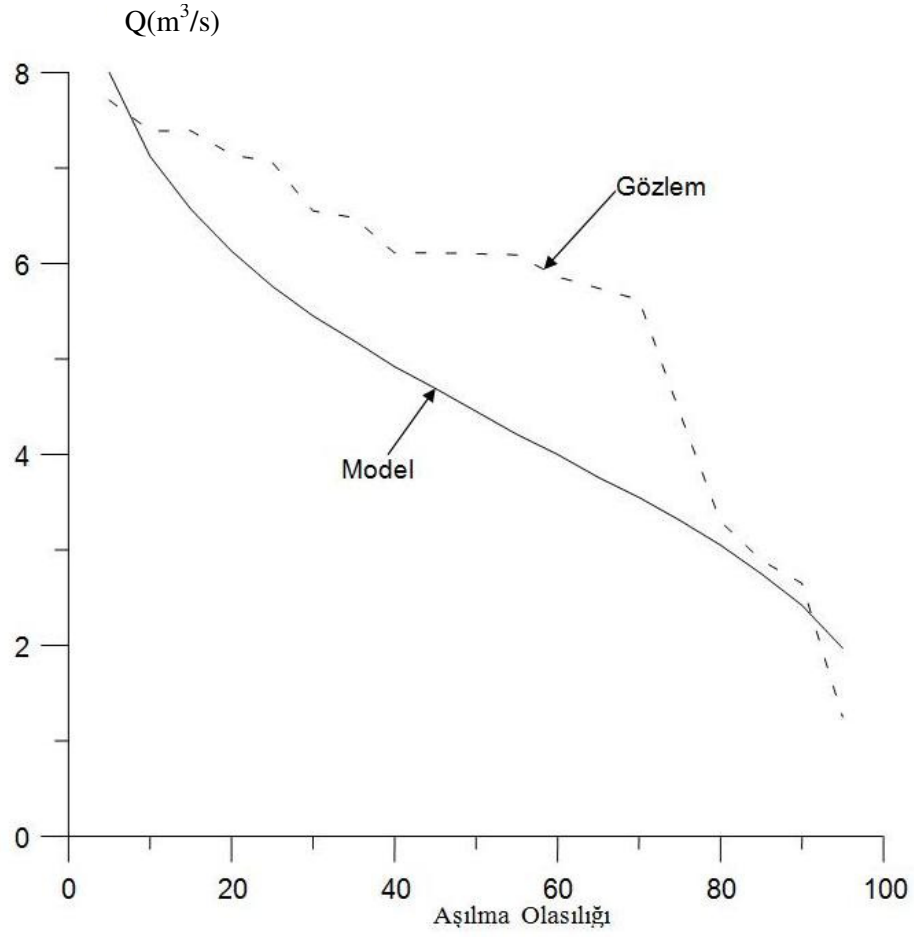
**Şekil 6.24:** Ortalama debi-alan eğrisi (şubat ayı).

**Çizelge 6.29:** Ortalama debi (şubat ayı) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 7,41             |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 1,79             |
| Uzungöl           | 154,7   | 1,41             |

**Çizelge 6.30:** Solaklı-Ulucami AGİ (şubat ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 7,39        | 1985 | 2,65        | 1994     | 6,11        |
| 1980 | 5,74        | 1986 | 7,71        | 1995     | 6,11        |
| 1981 | 1,25        | 1987 | 7,14        | 1996     | 6,09        |
| 1982 | 7,06        | 1988 | 7,39        | 1997     | 6,10        |
| 1983 | 2,89        | 1989 | 5,62        | 1999     | 5,86        |
| 1984 | 3,30        | 1993 | 6,55        | 2000     | 6,48        |
|      |             |      |             | 2001     | 4,44        |
|      |             |      |             | Ortalama | 5,57        |



**Şekil 6.25:** Solaklı-Ulucami AGİ ile Model ( Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ) Debi-Süreklilik eğrileri (şubat).

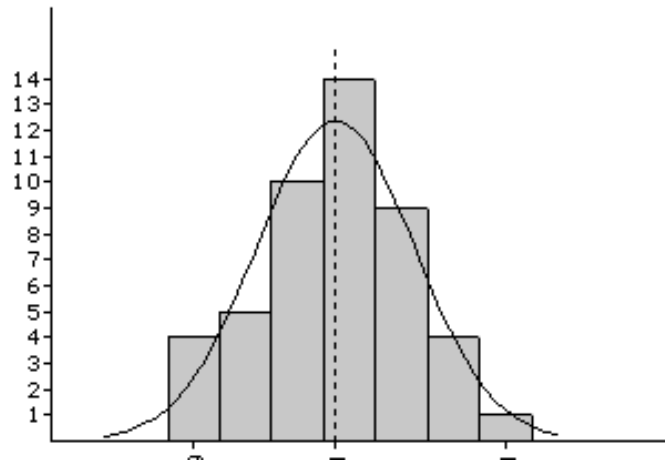
## 6.2.6 Mart ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.31:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (mart).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                          |      | Ögene Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                |      |
|------|------------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 10,16 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 3,55 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 2,14 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                     | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1943 | 10                                       | 0,98 |                                         |      |                                         |      |
| 1944 | 11,9                                     | 1,17 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 7,64                                     | 0,75 |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 12,4                                     | 1,22 |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 8,15                                     | 0,8  |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 7,62                                     | 0,75 |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 13,4                                     | 1,32 |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                          |      |                                         |      | 1,78                                    | 0,83 |
| 1967 |                                          |      |                                         |      | 1,29                                    | 0,6  |
| 1972 |                                          |      |                                         |      | 2,76                                    | 1,29 |
| 1973 |                                          |      |                                         |      | 2,58                                    | 1,2  |
| 1974 |                                          |      |                                         |      | 3,17                                    | 1,48 |
| 1975 |                                          |      |                                         |      | 2,87                                    | 1,34 |
| 1976 |                                          |      |                                         |      | 2,99                                    | 1,4  |
| 1977 |                                          |      |                                         |      | 2,44                                    | 1,14 |
| 1979 |                                          |      | 3,8                                     | 1,07 | 1,97                                    | 0,92 |
| 1980 |                                          |      | 5,54                                    | 1,56 | 4,17                                    | 1,95 |
| 1981 |                                          |      | 5,54                                    | 1,56 | 2,2                                     | 1,03 |
| 1982 |                                          |      | 3,19                                    | 0,9  |                                         |      |
| 1983 |                                          |      | 2,65                                    | 0,75 | 1,81                                    | 0,84 |
| 1984 |                                          |      |                                         |      | 1,18                                    | 0,55 |
| 1985 |                                          |      | 2,43                                    | 0,69 | 1,11                                    | 0,52 |
| 1986 |                                          |      |                                         |      | 1,98                                    | 0,92 |
| 1987 |                                          |      | 2,07                                    | 0,58 | 1,5                                     | 0,7  |
| 1988 |                                          |      | 3,75                                    | 1,06 | 2,35                                    | 1,1  |
| 1992 |                                          |      | 3,71                                    | 1,04 | 2,05                                    | 0,96 |
| 1993 |                                          |      |                                         |      | 2,47                                    | 1,16 |
| 1994 |                                          |      | 3,47                                    | 0,98 | 1,98                                    | 0,92 |
| 1995 |                                          |      | 3,8                                     | 1,07 |                                         |      |
| 1996 |                                          |      | 1,75                                    | 0,49 | 1,2                                     | 0,56 |
| 1997 |                                          |      |                                         |      | 1,55                                    | 0,72 |
| 1999 |                                          |      | 2,73                                    | 0,77 | 1,45                                    | 0,68 |
| 2000 |                                          |      | 3,85                                    | 1,08 | 1,6                                     | 0,75 |
| 2001 |                                          |      | 4,89                                    | 1,38 | 3,13                                    | 1,46 |

**Çizelge 6.32:** Solaklı havzası (mart ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

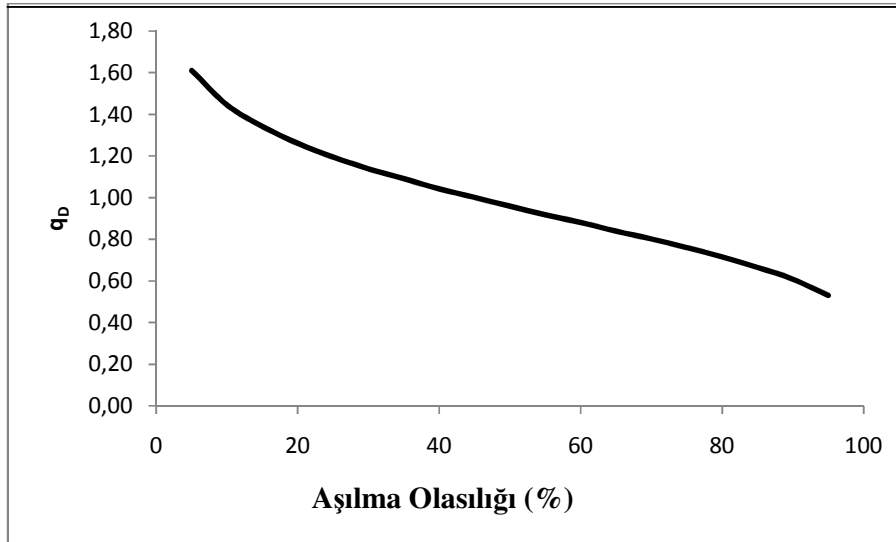
| q               |      | $q^{0,24}$ | q               |      | $q^{0,24}$ | q                      |      | $q^{0,24}$ |
|-----------------|------|------------|-----------------|------|------------|------------------------|------|------------|
| q <sub>1</sub>  | 0,98 | 1,17       | q <sub>22</sub> | 1,38 | 1,01       | q <sub>43</sub>        | 0,56 | 0,88       |
| q <sub>2</sub>  | 1,17 | 1,11       | q <sub>23</sub> | 0,83 | 1          | q <sub>44</sub>        | 0,72 | 0,87       |
| q <sub>3</sub>  | 0,75 | 1,11       | q <sub>24</sub> | 0,6  | 0,99       | q <sub>45</sub>        | 0,68 | 0,87       |
| q <sub>4</sub>  | 1,22 | 1,1        | q <sub>25</sub> | 1,29 | 0,99       | q <sub>46</sub>        | 0,75 | 0,85       |
| q <sub>5</sub>  | 0,8  | 1,1        | q <sub>26</sub> | 1,2  | 0,98       | q <sub>47</sub>        | 1,46 | 0,84       |
| q <sub>6</sub>  | 0,75 | 1,08       | q <sub>27</sub> | 1,48 | 0,98       | Çarpıklık<br>katsayısı | 0,61 | 0,06       |
| q <sub>7</sub>  | 1,32 | 1,08       | q <sub>28</sub> | 1,34 | 0,98       |                        |      |            |
| q <sub>8</sub>  | 1,07 | 1,07       | q <sub>29</sub> | 1,4  | 0,97       |                        |      |            |
| q <sub>9</sub>  | 1,56 | 1,07       | q <sub>30</sub> | 1,14 | 0,96       |                        |      |            |
| q <sub>10</sub> | 1,56 | 1,06       | q <sub>31</sub> | 0,92 | 0,96       |                        |      |            |
| q <sub>11</sub> | 0,9  | 1,05       | q <sub>32</sub> | 1,95 | 0,95       |                        |      |            |
| q <sub>12</sub> | 0,75 | 1,05       | q <sub>33</sub> | 1,03 | 0,94       |                        |      |            |
| q <sub>13</sub> | 0,69 | 1,04       | q <sub>34</sub> | 0,84 | 0,93       |                        |      |            |
| q <sub>14</sub> | 0,58 | 1,04       | q <sub>35</sub> | 0,55 | 0,93       |                        |      |            |
| q <sub>15</sub> | 1,06 | 1,03       | q <sub>36</sub> | 0,52 | 0,93       |                        |      |            |
| q <sub>16</sub> | 1,04 | 1,02       | q <sub>37</sub> | 0,92 | 0,93       |                        |      |            |
| q <sub>17</sub> | 0,98 | 1,02       | q <sub>38</sub> | 0,7  | 0,93       |                        |      |            |
| q <sub>18</sub> | 1,07 | 1,02       | q <sub>39</sub> | 1,1  | 0,92       |                        |      |            |
| q <sub>19</sub> | 0,49 | 1,02       | q <sub>40</sub> | 0,96 | 0,91       |                        |      |            |
| q <sub>20</sub> | 0,77 | 1,01       | q <sub>41</sub> | 1,16 | 0,91       |                        |      |            |
| q <sub>21</sub> | 1,08 | 1,01       | q <sub>42</sub> | 0,92 | 0,89       |                        |      |            |



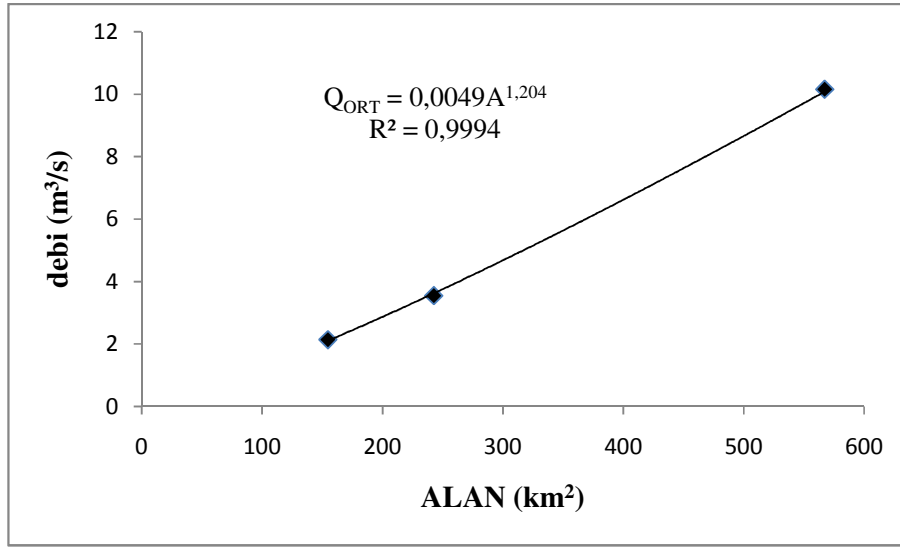
**Şekil 6.26** Boyutsuz q akımları (mart ayı) histogaramı.

**Çizelge 6.33 :**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (mart ayı) boyutsuz akım değerleri.

|    | $Z_D$ | $W_D = \mu_w + Z_D \cdot \sigma_w$ | $q_D = W_D^{(100/24)}$ |
|----|-------|------------------------------------|------------------------|
| 5  | 1,64  | 1,12                               | 1,61                   |
| 10 | 1,28  | 1,09                               | 1,45                   |
| 15 | 1,04  | 1,07                               | 1,34                   |
| 20 | 0,84  | 1,06                               | 1,26                   |
| 25 | 0,67  | 1,04                               | 1,19                   |
| 30 | 0,52  | 1,03                               | 1,14                   |
| 35 | 0,39  | 1,02                               | 1,09                   |
| 40 | 0,25  | 1,01                               | 1,04                   |
| 45 | 0,13  | 1                                  | 1                      |
| 50 | 0     | 0,99                               | 0,96                   |
| 55 | -0,13 | 0,98                               | 0,92                   |
| 60 | -0,25 | 0,97                               | 0,88                   |
| 65 | -0,39 | 0,96                               | 0,84                   |
| 70 | -0,52 | 0,95                               | 0,8                    |
| 75 | -0,67 | 0,94                               | 0,76                   |
| 80 | -0,84 | 0,92                               | 0,72                   |
| 85 | -1,04 | 0,91                               | 0,67                   |
| 90 | -1,28 | 0,89                               | 0,61                   |
| 95 | -1,64 | 0,86                               | 0,53                   |



**Şekil 6.27:** Solaklı havzası (mart ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



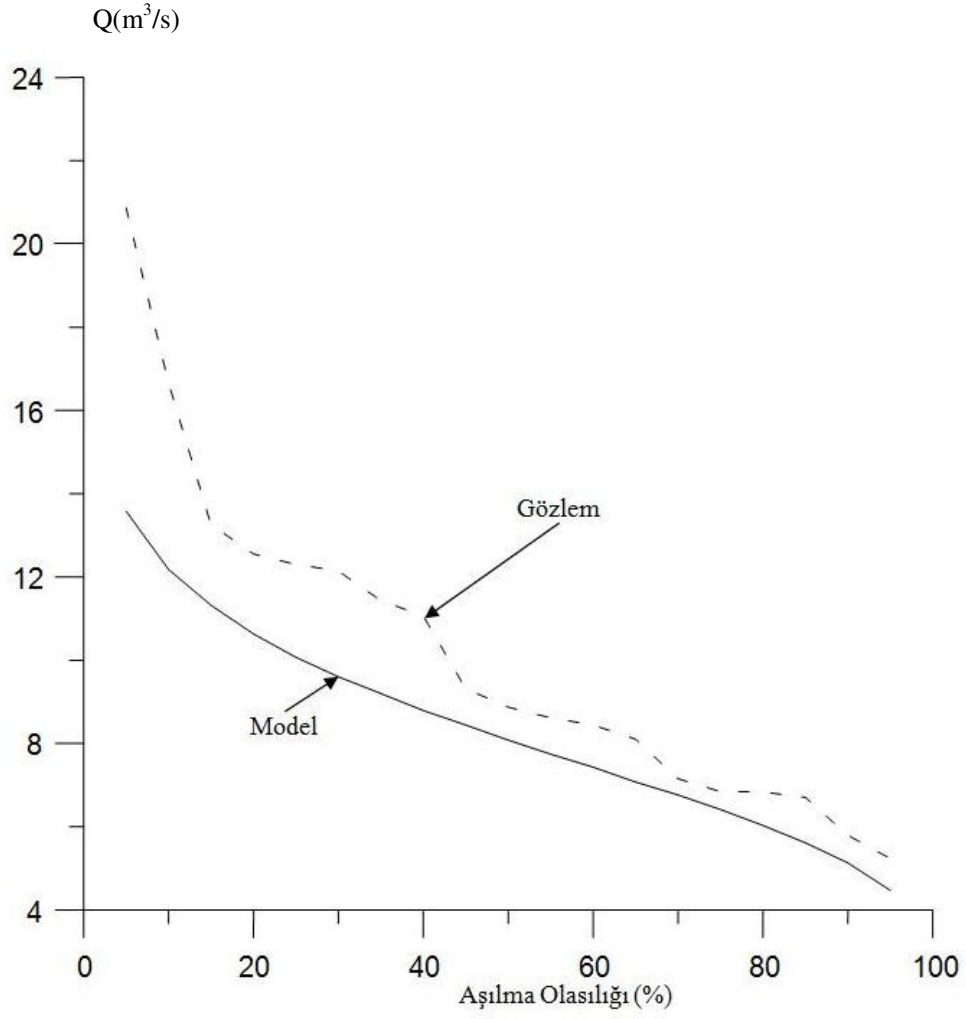
**Şekil 6.28:** Ortalama debi-alan eğrisi (mart ayı).

**Çizelge 6.34:** Ortalama debi (mart ayı) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km <sup>2</sup> ) | $\bar{Q}$ (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2                | 10,16                         |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6                | 3,55                          |
| Uzungöl           | 154,7                | 2,14                          |

**Çizelge 6.35:** Solaklı –Ulucami AGİ (mart ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m <sup>3</sup> /s) | Yıl  | Debi (m <sup>3</sup> /s) | Yıl      | Debi (m <sup>3</sup> /s) |
|------|--------------------------|------|--------------------------|----------|--------------------------|
| 1979 | 11,06                    | 1985 | 6,70                     | 1994     | 8,87                     |
| 1980 | 16,67                    | 1986 | 9,31                     | 1995     | 7,15                     |
| 1981 | 5,23                     | 1987 | 6,84                     | 1996     | 5,79                     |
| 1982 | 12,55                    | 1988 | 8,61                     | 1997     | 6,83                     |
| 1983 | 11,43                    | 1989 | 20,87                    | 1999     | 8,44                     |
| 1984 | 8,10                     | 1993 | 13,26                    | 2000     | 12,14                    |
|      |                          |      |                          | 2001     | 12,30                    |
|      |                          |      |                          | Ortalama | 10,11                    |



**Şekil 6.29:** Solaklı –Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi-süreklilik eğrileri (mart).

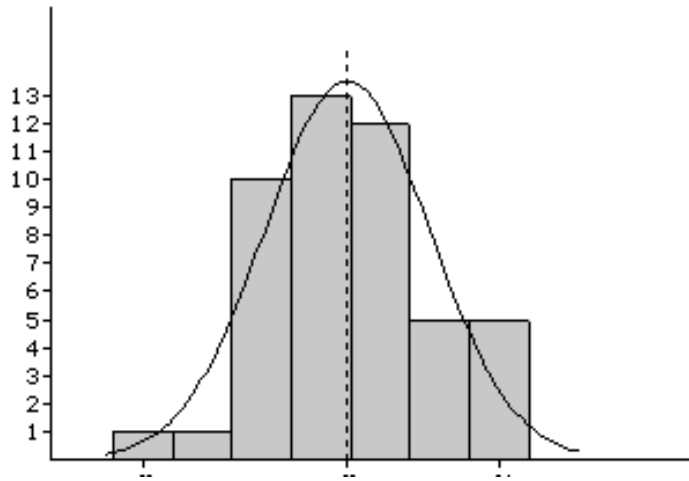
## 6.2.7 Nisan ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.36:** Solaklı havzası gözlemiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (nisan).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                         |      | Ögene Alçak Köprü                        |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)               |      |
|------|-----------------------------------------|------|------------------------------------------|------|----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 19,9 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 11,64 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 6,6 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                     | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                   | q    |
| 1943 | 19,3                                    | 0,97 |                                          |      |                                        |      |
| 1944 | 19,3                                    | 0,97 |                                          |      |                                        |      |
| 1945 | 15,4                                    | 0,77 |                                          |      |                                        |      |
| 1946 | 26,3                                    | 1,32 |                                          |      |                                        |      |
| 1947 | 9,42                                    | 0,47 |                                          |      |                                        |      |
| 1948 | 30,3                                    | 1,52 |                                          |      |                                        |      |
| 1949 | 19,3                                    | 0,97 |                                          |      |                                        |      |
| 1966 |                                         |      |                                          |      | 4,74                                   | 0,72 |
| 1967 |                                         |      |                                          |      | 3,87                                   | 0,59 |
| 1972 |                                         |      |                                          |      | 7,77                                   | 1,18 |
| 1973 |                                         |      |                                          |      | 4,59                                   | 0,7  |
| 1974 |                                         |      |                                          |      | 3,75                                   | 0,57 |
| 1975 |                                         |      |                                          |      | 7,31                                   | 1,11 |
| 1976 |                                         |      |                                          |      | 5,91                                   | 0,9  |
| 1977 |                                         |      |                                          |      | 4,5                                    | 0,68 |
| 1979 |                                         |      | 10,37                                    | 0,89 | 6,09                                   | 0,92 |
| 1980 |                                         |      | 13,39                                    | 1,15 | 10,13                                  | 1,53 |
| 1981 |                                         |      | 13,39                                    | 1,15 | 5,38                                   | 0,82 |
| 1982 |                                         |      | 14,29                                    | 1,23 |                                        |      |
| 1983 |                                         |      | 6,32                                     | 0,54 | 9,81                                   | 1,49 |
| 1984 |                                         |      |                                          |      | 3,23                                   | 0,49 |
| 1985 |                                         |      | 8,44                                     | 0,73 | 5,33                                   | 0,81 |
| 1986 |                                         |      |                                          |      | 5,92                                   | 0,9  |
| 1987 |                                         |      | 8,31                                     | 0,71 | 4,52                                   | 0,68 |
| 1988 |                                         |      | 10,11                                    | 0,87 | 7,34                                   | 1,11 |
| 1992 |                                         |      | 12,7                                     | 1,09 | 6,89                                   | 1,04 |
| 1993 |                                         |      |                                          |      | 8,35                                   | 1,27 |
| 1994 |                                         |      | 16                                       | 1,37 | 20,16                                  | 3,06 |
| 1995 |                                         |      | 12,13                                    | 1,04 |                                        |      |
| 1996 |                                         |      | 5,81                                     | 0,5  | 3,41                                   | 0,52 |
| 1997 |                                         |      |                                          |      | 7,86                                   | 1,19 |
| 1999 |                                         |      | 11,73                                    | 1,01 | 4,66                                   | 0,71 |
| 2000 |                                         |      | 19,63                                    | 1,69 | 7,81                                   | 1,18 |
| 2001 |                                         |      | 11,97                                    | 1,03 | 5,75                                   | 0,87 |

**Çizelge 6.37:** Solaklı havzası (nisan ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q   |      | $q^{-0,35}$ | q   |      | $q^{-0,35}$ | q                      |      | $q^{-0,35}$ |
|-----|------|-------------|-----|------|-------------|------------------------|------|-------------|
| q1  | 0,97 | 0,68        | q22 | 1,03 | 1,01        | q43                    | 0,52 | 1,24        |
| q2  | 0,97 | 0,83        | q23 | 0,72 | 1,01        | q44                    | 1,19 | 1,26        |
| q3  | 0,77 | 0,86        | q24 | 0,59 | 1,01        | q45                    | 0,71 | 1,28        |
| q4  | 1,32 | 0,86        | q25 | 1,18 | 1,03        | q46                    | 1,18 | 1,28        |
| q5  | 0,47 | 0,87        | q26 | 0,70 | 1,04        | q47                    | 0,87 | 1,30        |
| q6  | 1,52 | 0,89        | q27 | 0,57 | 1,04        | Çarpıklık<br>katsayısı | 2,47 | 0,08        |
| q7  | 0,97 | 0,91        | q28 | 1,11 | 1,04        |                        |      |             |
| q8  | 0,89 | 0,92        | q29 | 0,90 | 1,05        |                        |      |             |
| q9  | 1,15 | 0,93        | q30 | 0,68 | 1,05        |                        |      |             |
| q10 | 1,15 | 0,94        | q31 | 0,92 | 1,07        |                        |      |             |
| q11 | 1,23 | 0,94        | q32 | 1,53 | 1,08        |                        |      |             |
| q12 | 0,54 | 0,94        | q33 | 0,82 | 1,09        |                        |      |             |
| q13 | 0,73 | 0,95        | q34 | 1,49 | 1,12        |                        |      |             |
| q14 | 0,71 | 0,95        | q35 | 0,49 | 1,12        |                        |      |             |
| q15 | 0,87 | 0,96        | q36 | 0,81 | 1,13        |                        |      |             |
| q16 | 1,09 | 0,96        | q37 | 0,90 | 1,13        |                        |      |             |
| q17 | 1,37 | 0,97        | q38 | 0,68 | 1,14        |                        |      |             |
| q18 | 1,04 | 0,98        | q39 | 1,11 | 1,14        |                        |      |             |
| q19 | 0,50 | 0,99        | q40 | 1,04 | 1,14        |                        |      |             |
| q20 | 1,01 | 0,99        | q41 | 1,27 | 1,21        |                        |      |             |
| q21 | 1,69 | 1,00        | q42 | 3,06 | 1,22        |                        |      |             |

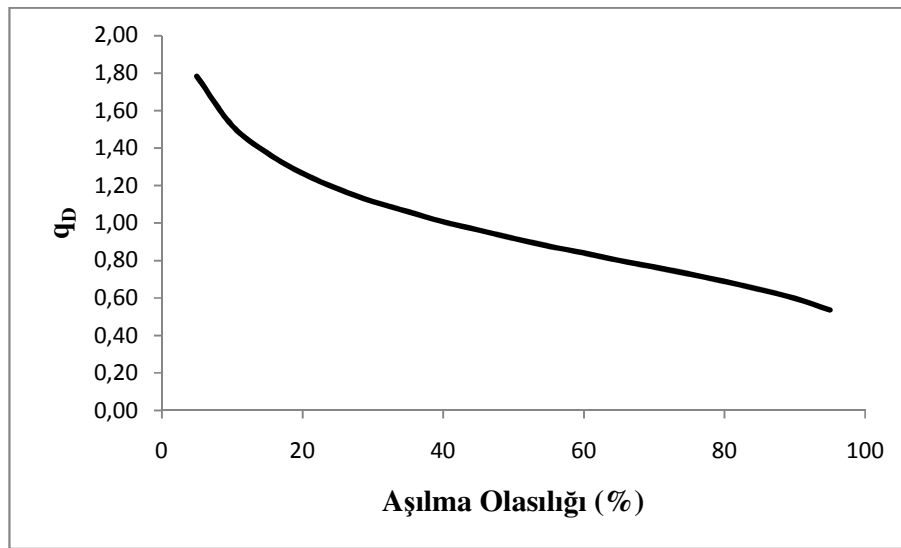


**Şekil 6.30:** Boyutsuz q akımları (nisan ayı) histogramı.

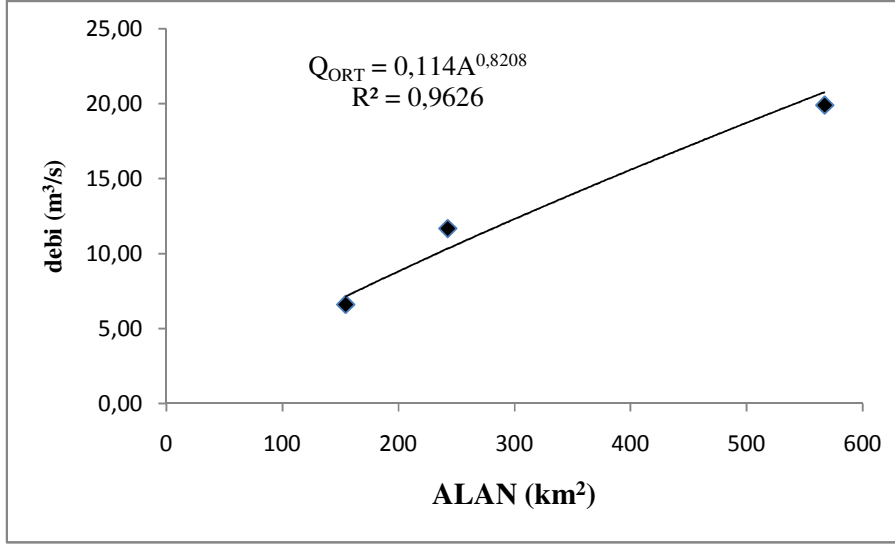
Burada verilerin standart sapması ( $\sigma_w$ )= 0,13 ve ortalama ( $\mu_w$ )= 1,03 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.38:**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (nisan ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D(-100/35)$ |
|----|-------|--------------------------|--------------------|
| 5  | 1,64  | 1,24                     | 0,54               |
| 10 | 1,28  | 1,20                     | 0,60               |
| 15 | 1,04  | 1,17                     | 0,65               |
| 20 | 0,84  | 1,14                     | 0,69               |
| 25 | 0,67  | 1,12                     | 0,73               |
| 30 | 0,52  | 1,10                     | 0,77               |
| 35 | 0,39  | 1,08                     | 0,80               |
| 40 | 0,25  | 1,06                     | 0,84               |
| 45 | 0,13  | 1,05                     | 0,88               |
| 50 | 0     | 1,03                     | 0,92               |
| 55 | -0,13 | 1,01                     | 0,96               |
| 60 | -0,25 | 1,00                     | 1,01               |
| 65 | -0,39 | 0,98                     | 1,06               |
| 70 | -0,52 | 0,96                     | 1,12               |
| 75 | -0,67 | 0,94                     | 1,18               |
| 80 | -0,84 | 0,92                     | 1,27               |
| 85 | -1,04 | 0,89                     | 1,37               |
| 90 | -1,28 | 0,86                     | 1,52               |
| 95 | -1,64 | 1,24                     | 0,54               |



**Şekil 6.31:** Solaklı havzası (nisan ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



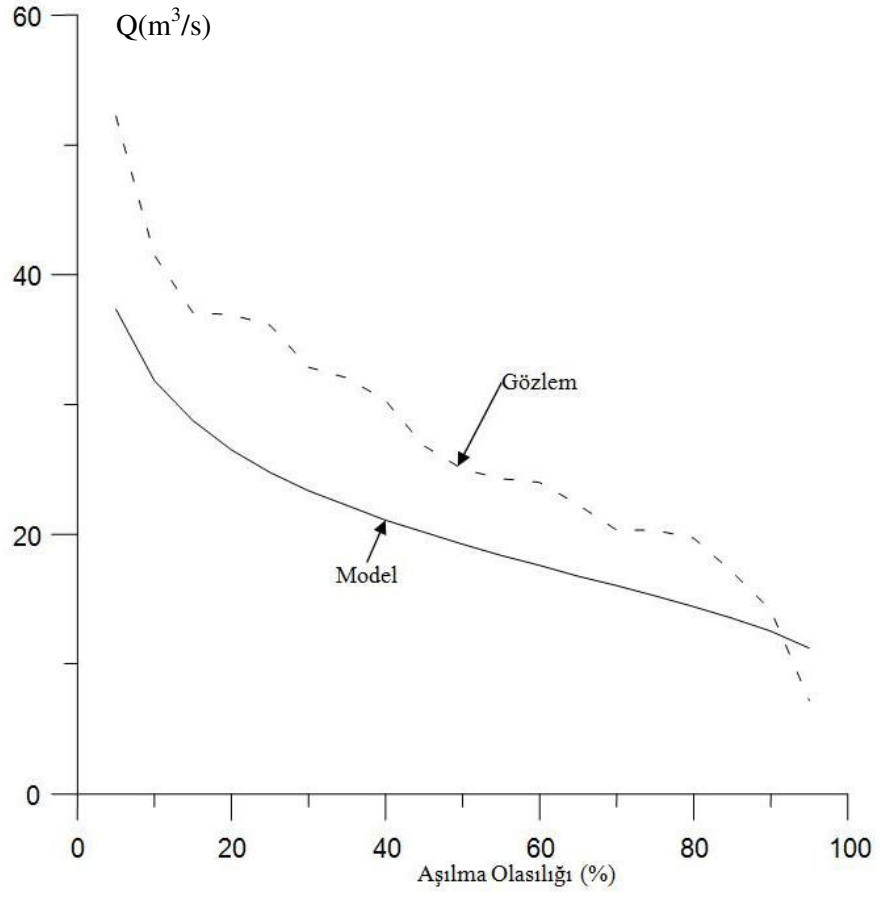
**Şekil 6.32:** Ortalama debi-alan eğrisi (nisan).

**Çizelge 6.39:** Ortalama debi (nisan ayı) ve havza alanları

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 19,90            |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 11,67            |
| Uzungöl           | 154,7   | 6,6              |

**Çizelge 6.40:** Solaklı-Ulucami AGİ (nisan ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 32,87       | 1985 | 25,02       | 1994     | 30,31       |
| 1980 | 37,08       | 1986 | 24,00       | 1995     | 20,33       |
| 1981 | 17,11       | 1987 | 20,31       | 1996     | 14,19       |
| 1982 | 41,50       | 1988 | 26,81       | 1997     | 36,11       |
| 1983 | 22,28       | 1989 | 52,22       | 1999     | 19,71       |
| 1984 | 7,21        | 1993 | 32,04       | 2000     | 36,92       |
|      |             |      |             | 2001     | 24,29       |
|      |             |      |             | Ortalama | 27,38       |



**Şekil 6.33:** Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Hladizen AGİ) debi süreklilik eğrileri (nisan).

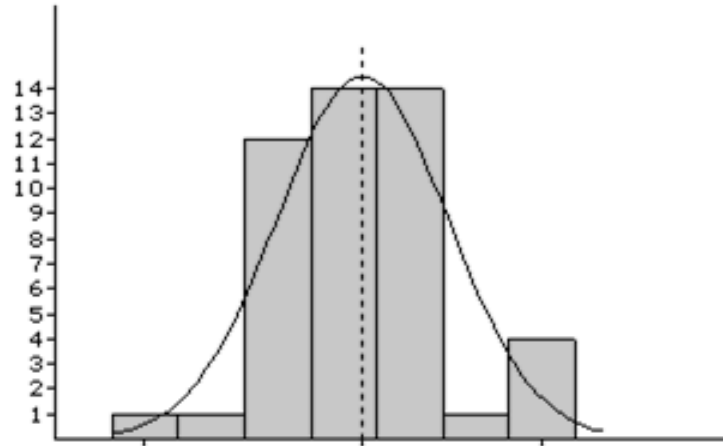
## 6.2.8 Mayıs ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.41:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (mayıs).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                         |      | Ögene Alçak Köprü                        |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                 |      |
|------|-----------------------------------------|------|------------------------------------------|------|------------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 37,9 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 16,28 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 11,47 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                     | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                     | q    |
| 1943 | 29,1                                    | 0,77 |                                          |      |                                          |      |
| 1944 | 41,9                                    | 1,11 |                                          |      |                                          |      |
| 1945 | 56,4                                    | 1,49 |                                          |      |                                          |      |
| 1946 | 43,9                                    | 1,16 |                                          |      |                                          |      |
| 1947 | 14,3                                    | 0,38 |                                          |      |                                          |      |
| 1948 | 45,9                                    | 1,21 |                                          |      |                                          |      |
| 1949 | 33,8                                    | 0,89 |                                          |      |                                          |      |
| 1966 |                                         |      |                                          |      | 11,18                                    | 0,97 |
| 1967 |                                         |      |                                          |      | 13,32                                    | 1,16 |
| 1972 |                                         |      |                                          |      | 8,19                                     | 0,71 |
| 1973 |                                         |      |                                          |      | 8,58                                     | 0,75 |
| 1974 |                                         |      |                                          |      | 9,24                                     | 0,81 |
| 1975 |                                         |      |                                          |      | 8,91                                     | 0,78 |
| 1976 |                                         |      |                                          |      | 9,72                                     | 0,85 |
| 1977 |                                         |      |                                          |      | 11,38                                    | 0,99 |
| 1979 |                                         |      | 17,29                                    | 1,06 | 13,25                                    | 1,15 |
| 1980 |                                         |      | 15,89                                    | 0,98 | 14,36                                    | 1,25 |
| 1981 |                                         |      | 15,89                                    | 0,98 | 10,79                                    | 0,94 |
| 1982 |                                         |      | 12,71                                    | 0,78 |                                          |      |
| 1983 |                                         |      | 11,06                                    | 0,68 | 11,46                                    | 1    |
| 1984 |                                         |      |                                          |      | 10,66                                    | 0,93 |
| 1985 |                                         |      | 12,44                                    | 0,76 | 11,53                                    | 1    |
| 1986 |                                         |      |                                          |      | 9,23                                     | 0,8  |
| 1987 |                                         |      | 15,74                                    | 0,97 | 13,68                                    | 1,19 |
| 1988 |                                         |      | 12,66                                    | 0,78 | 13,88                                    | 1,21 |
| 1992 |                                         |      | 25,23                                    | 1,55 | 14,85                                    | 1,29 |
| 1993 |                                         |      |                                          |      | 17,48                                    | 1,52 |
| 1994 |                                         |      | 13,25                                    | 0,81 | 12,22                                    | 1,07 |
| 1995 |                                         |      | 26,53                                    | 1,63 |                                          |      |
| 1996 |                                         |      | 17,13                                    | 1,05 | 12,24                                    | 1,07 |
| 1997 |                                         |      |                                          |      | 13,83                                    | 1,21 |
| 1999 |                                         |      | 19,85                                    | 1,22 | 11,69                                    | 1,02 |
| 2000 |                                         |      | 14,22                                    | 0,87 | 6,21                                     | 0,54 |
| 2001 |                                         |      | 14,3                                     | 0,88 | 8,87                                     | 0,77 |

**Çizelge 6.42:** Solaklı havzası (mayıs ayı ) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q   |      | q <sup>0,64</sup> | q   |      | q <sup>0,64</sup> | q                      |      | q <sup>0,64</sup> |
|-----|------|-------------------|-----|------|-------------------|------------------------|------|-------------------|
| q1  | 0,97 | 0,68              | q22 | 0,88 | 1,00              | q43                    | 1,07 | 0,83              |
| q2  | 0,97 | 0,83              | q23 | 0,97 | 0,99              | q44                    | 1,21 | 0,81              |
| q3  | 0,77 | 0,86              | q24 | 1,16 | 0,98              | q45                    | 1,02 | 0,78              |
| q4  | 1,32 | 0,86              | q25 | 0,71 | 0,98              | q46                    | 0,54 | 0,68              |
| q5  | 0,47 | 0,87              | q26 | 0,75 | 0,98              | q47                    | 0,77 | 0,54              |
| q6  | 1,52 | 0,89              | q27 | 0,81 | 0,98              | Çarpıklık<br>katsayısı | 0,36 | 0,01              |
| q7  | 0,97 | 0,91              | q28 | 0,78 | 0,96              |                        |      |                   |
| q8  | 0,89 | 0,92              | q29 | 0,85 | 0,95              |                        |      |                   |
| q9  | 1,15 | 0,93              | q30 | 0,99 | 0,93              |                        |      |                   |
| q10 | 1,15 | 0,94              | q31 | 1,15 | 0,92              |                        |      |                   |
| q11 | 1,23 | 0,94              | q32 | 1,25 | 0,92              |                        |      |                   |
| q12 | 0,54 | 0,94              | q33 | 0,94 | 0,90              |                        |      |                   |
| q13 | 0,73 | 0,95              | q34 | 1,00 | 0,88              |                        |      |                   |
| q14 | 0,71 | 0,95              | q35 | 0,93 | 0,87              |                        |      |                   |
| q15 | 0,87 | 0,96              | q36 | 1,00 | 0,87              |                        |      |                   |
| q16 | 1,09 | 0,96              | q37 | 0,80 | 0,85              |                        |      |                   |
| q17 | 1,37 | 0,97              | q38 | 1,19 | 0,85              |                        |      |                   |
| q18 | 1,04 | 0,98              | q39 | 1,21 | 0,85              |                        |      |                   |
| q19 | 0,50 | 0,99              | q40 | 1,29 | 0,85              |                        |      |                   |
| q20 | 1,01 | 0,99              | q41 | 1,52 | 0,84              |                        |      |                   |
| q21 | 1,69 | 1,00              | q42 | 1,07 | 0,84              |                        |      |                   |

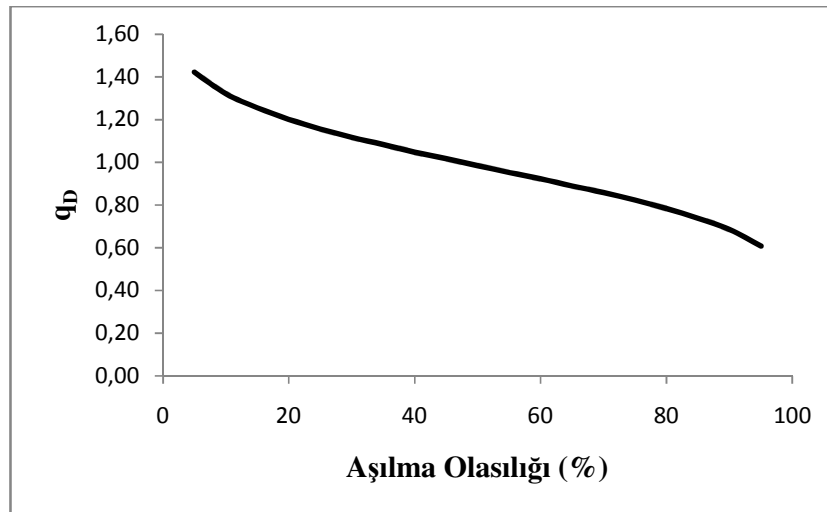


**Şekil 6.34:** Boyutsuz q akımları ( mayıs ayı ) histogramı.

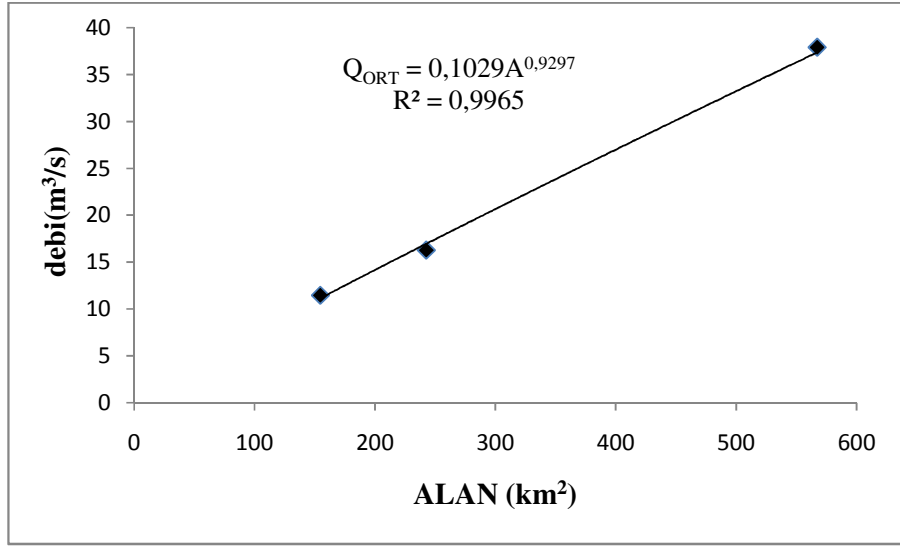
Burada verilerin standart sapması ( $\sigma_w$ )= 0,16 ve ortalama ( $\mu_w$ ) = 0,99olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.43:**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (mayıs ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D(100/64)$ |
|----|-------|--------------------------|-------------------|
| 5  | 1,64  | 1,25                     | 1,42              |
| 10 | 1,28  | 1,19                     | 1,32              |
| 15 | 1,04  | 1,16                     | 1,25              |
| 20 | 0,84  | 1,12                     | 1,20              |
| 25 | 0,67  | 1,10                     | 1,16              |
| 30 | 0,52  | 1,07                     | 1,12              |
| 35 | 0,39  | 1,05                     | 1,08              |
| 40 | 0,25  | 1,03                     | 1,05              |
| 45 | 0,13  | 1,01                     | 1,02              |
| 50 | 0     | 0,99                     | 0,98              |
| 55 | -0,13 | 0,97                     | 0,95              |
| 60 | -0,25 | 0,95                     | 0,92              |
| 65 | -0,39 | 0,93                     | 0,89              |
| 70 | -0,52 | 0,91                     | 0,86              |
| 75 | -0,67 | 0,88                     | 0,82              |
| 80 | -0,84 | 0,86                     | 0,78              |
| 85 | -1,04 | 0,82                     | 0,74              |
| 90 | -1,28 | 0,79                     | 0,69              |
| 95 | -1,64 | 0,73                     | 0,61              |



**Şekil 6.35:** Solaklı havzası (mayıs ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



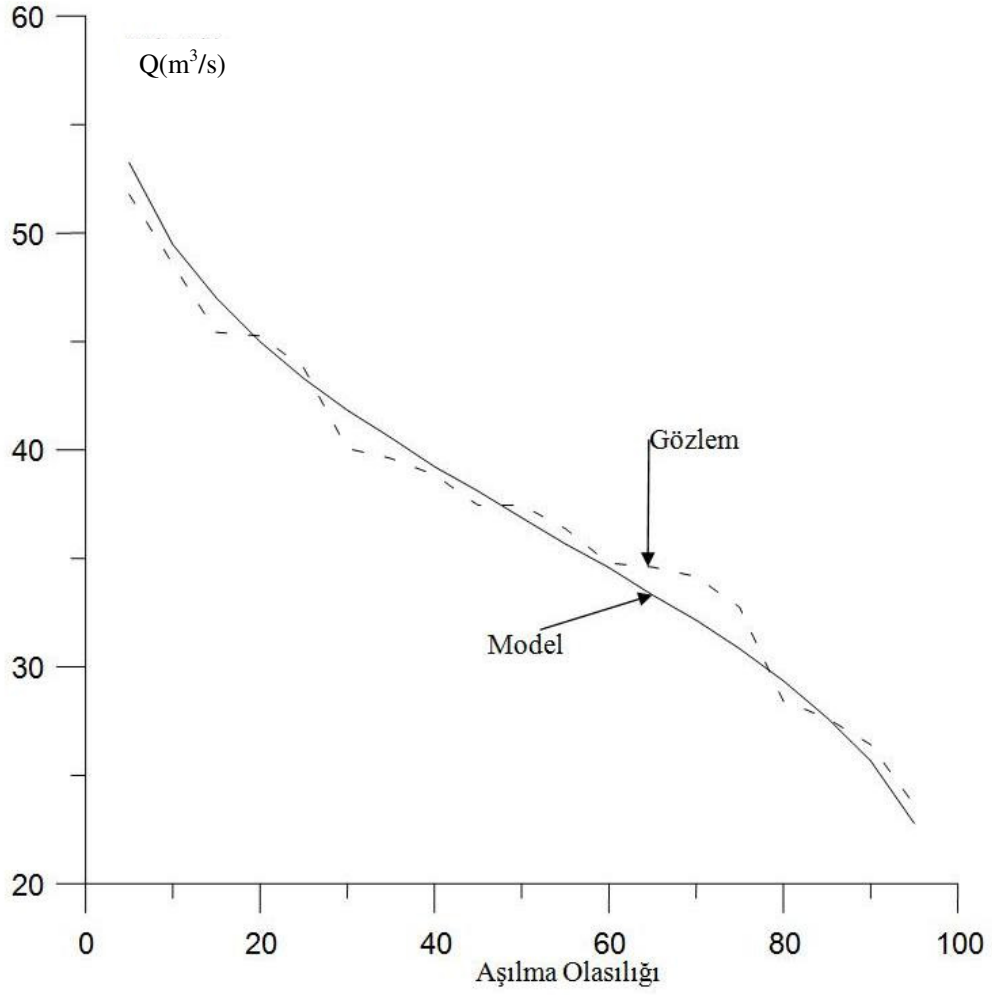
**Şekil 6.36:** Ortalama debi-alan eğrisi (mayıs ayı).

**Çizelge 6.44:** Ortalama debi (mayıs ayı) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 37,9             |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 16,28            |
| Uzungöl           | 154,7   | 11,47            |

**Çizelge 6.45:** Solaklı-Ulıcamı AGİ (mayıs ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 45,42       | 1985 | 34,16       | 1994     | 27,64       |
| 1980 | 40,06       | 1986 | 32,74       | 1995     | 45,25       |
| 1981 | 34,60       | 1987 | 34,77       | 1996     | 37,45       |
| 1982 | 39,61       | 1988 | 48,58       | 1997     | 43,79       |
| 1983 | 37,45       | 1989 | 36,38       | 1999     | 38,85       |
| 1984 | 26,42       | 1993 | 51,79       | 2000     | 23,65       |
|      |             |      |             | 2001     | 28,43       |
|      |             |      |             | Ortalama | 37,21       |



**Şekil 6.37:** Solaklı-Ulıcami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Uzungöl-Haldizen AGİ) debi süreklilik eğrileri (mayıs).

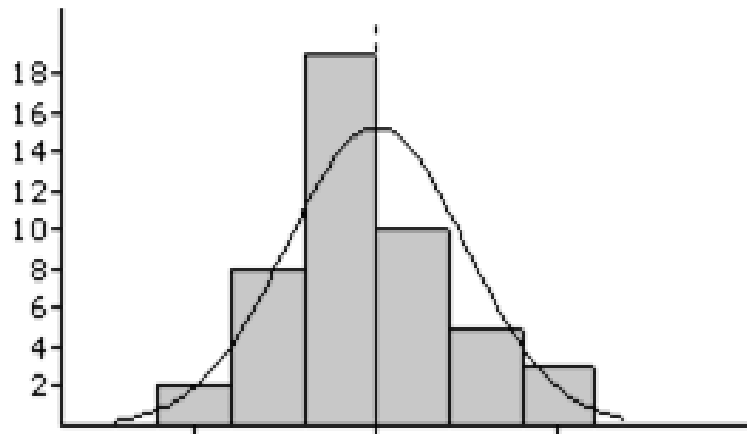
## 6.2.9 Haziran ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.46:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (haziran).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                          |      | Ögene Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                 |      |
|------|------------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|------------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 26,11 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 9,41 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 10,73 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                     | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                     | q    |
| 1943 | 20,1                                     | 0,69 |                                         |      |                                          |      |
| 1944 | 24,8                                     | 0,85 |                                         |      |                                          |      |
| 1945 | 56,4                                     | 1,94 |                                         |      |                                          |      |
| 1946 | 48,9                                     | 1,68 |                                         |      |                                          |      |
| 1947 | 11,4                                     | 0,39 |                                         |      |                                          |      |
| 1948 | 29,7                                     | 1,02 |                                         |      |                                          |      |
| 1949 | 12,5                                     | 0,43 |                                         |      |                                          |      |
| 1966 |                                          |      |                                         |      | 9,85                                     | 0,92 |
| 1967 |                                          |      |                                         |      | 10,02                                    | 0,93 |
| 1972 |                                          |      |                                         |      | 10,22                                    | 0,95 |
| 1973 |                                          |      |                                         |      | 9,8                                      | 0,91 |
| 1974 |                                          |      |                                         |      | 7,49                                     | 0,7  |
| 1975 |                                          |      |                                         |      | 7,68                                     | 0,72 |
| 1976 |                                          |      |                                         |      | 9,57                                     | 0,89 |
| 1977 |                                          |      |                                         |      | 10,64                                    | 0,99 |
| 1979 |                                          |      | 10                                      | 1,06 | 11,36                                    | 1,06 |
| 1980 |                                          |      | 8,99                                    | 0,96 | 9,26                                     | 0,86 |
| 1981 |                                          |      | 8,99                                    | 0,96 | 16,78                                    | 1,56 |
| 1982 |                                          |      | 6,84                                    | 0,73 |                                          |      |
| 1983 |                                          |      | 5,86                                    | 0,62 | 8,56                                     | 0,8  |
| 1984 |                                          |      |                                         |      | 9,8                                      | 0,91 |
| 1985 |                                          |      | 6,41                                    | 0,68 | 7,19                                     | 0,67 |
| 1986 |                                          |      |                                         |      | 15,48                                    | 1,44 |
| 1987 |                                          |      | 11,78                                   | 1,25 | 11,88                                    | 1,11 |
| 1988 |                                          |      | 10,76                                   | 1,14 | 17,6                                     | 1,64 |
| 1992 |                                          |      | 15,24                                   | 1,62 | 17,49                                    | 1,63 |
| 1993 |                                          |      |                                         |      | 17,19                                    | 1,6  |
| 1994 |                                          |      | 6,65                                    | 0,71 | 7,28                                     | 0,68 |
| 1995 |                                          |      | 11,86                                   | 1,26 |                                          |      |
| 1996 |                                          |      | 7,92                                    | 0,84 | 8,27                                     | 0,77 |
| 1997 |                                          |      |                                         |      | 9,82                                     | 0,92 |
| 1999 |                                          |      | 11,49                                   | 1,22 | 9,72                                     | 0,91 |
| 2000 |                                          |      | 9,93                                    | 1,05 | 6,44                                     | 0,6  |
| 2001 |                                          |      | 8,4                                     | 0,89 | 8,84                                     | 0,82 |

**Çizelge 6.47:** Solaklı havzası (haziran ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q               |      | $q^{0,08}$ | q               |      | $q^{0,08}$ | q                      |      | $q^{0,08}$ |
|-----------------|------|------------|-----------------|------|------------|------------------------|------|------------|
| q <sub>1</sub>  | 1,94 | 1,05       | q <sub>22</sub> | 0,93 | 0,99       | q <sub>43</sub>        | 0,67 | 0,97       |
| q <sub>2</sub>  | 1,68 | 1,04       | q <sub>23</sub> | 0,92 | 0,99       | q <sub>44</sub>        | 0,62 | 0,96       |
| q <sub>3</sub>  | 1,64 | 1,04       | q <sub>24</sub> | 0,92 | 0,99       | q <sub>45</sub>        | 0,60 | 0,96       |
| q <sub>4</sub>  | 1,63 | 1,04       | q <sub>25</sub> | 0,91 | 0,99       | q <sub>46</sub>        | 0,43 | 0,93       |
| q <sub>5</sub>  | 1,62 | 1,04       | q <sub>26</sub> | 0,91 | 0,99       | q <sub>47</sub>        | 0,39 | 0,93       |
| q <sub>6</sub>  | 1,60 | 1,04       | q <sub>27</sub> | 0,91 | 0,99       | Çarpıklık<br>katsayısı | 0,86 | 0,03       |
| q <sub>7</sub>  | 1,56 | 1,04       | q <sub>28</sub> | 0,89 | 0,99       |                        |      |            |
| q <sub>8</sub>  | 1,44 | 1,03       | q <sub>29</sub> | 0,89 | 0,99       |                        |      |            |
| q <sub>9</sub>  | 1,26 | 1,02       | q <sub>30</sub> | 0,86 | 0,99       |                        |      |            |
| q <sub>10</sub> | 1,25 | 1,02       | q <sub>31</sub> | 0,85 | 0,99       |                        |      |            |
| q <sub>11</sub> | 1,22 | 1,02       | q <sub>32</sub> | 0,84 | 0,99       |                        |      |            |
| q <sub>12</sub> | 1,14 | 1,01       | q <sub>33</sub> | 0,82 | 0,98       |                        |      |            |
| q <sub>13</sub> | 1,11 | 1,01       | q <sub>34</sub> | 0,80 | 0,98       |                        |      |            |
| q <sub>14</sub> | 1,06 | 1,00       | q <sub>35</sub> | 0,77 | 0,98       |                        |      |            |
| q <sub>15</sub> | 1,06 | 1,00       | q <sub>36</sub> | 0,73 | 0,97       |                        |      |            |
| q <sub>16</sub> | 1,05 | 1,00       | q <sub>37</sub> | 0,72 | 0,97       |                        |      |            |
| q <sub>17</sub> | 1,02 | 1,00       | q <sub>38</sub> | 0,71 | 0,97       |                        |      |            |
| q <sub>18</sub> | 0,99 | 1,00       | q <sub>39</sub> | 0,70 | 0,97       |                        |      |            |
| q <sub>19</sub> | 0,96 | 1,00       | q <sub>40</sub> | 0,69 | 0,97       |                        |      |            |
| q <sub>20</sub> | 0,96 | 1,00       | q <sub>41</sub> | 0,68 | 0,97       |                        |      |            |
| q <sub>21</sub> | 0,95 | 1,00       | q <sub>42</sub> | 0,68 | 0,97       |                        |      |            |

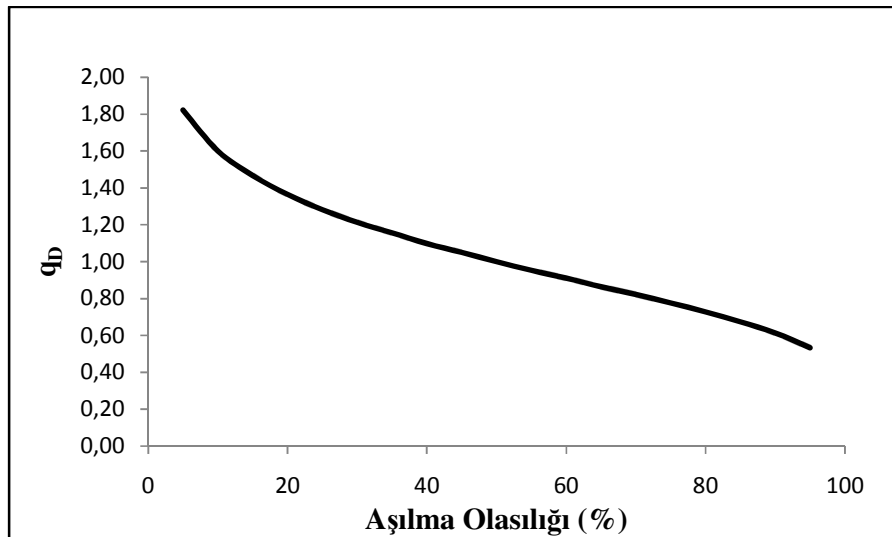


**Şekil 6.38:** Boyutsuz q akımları (haziran).

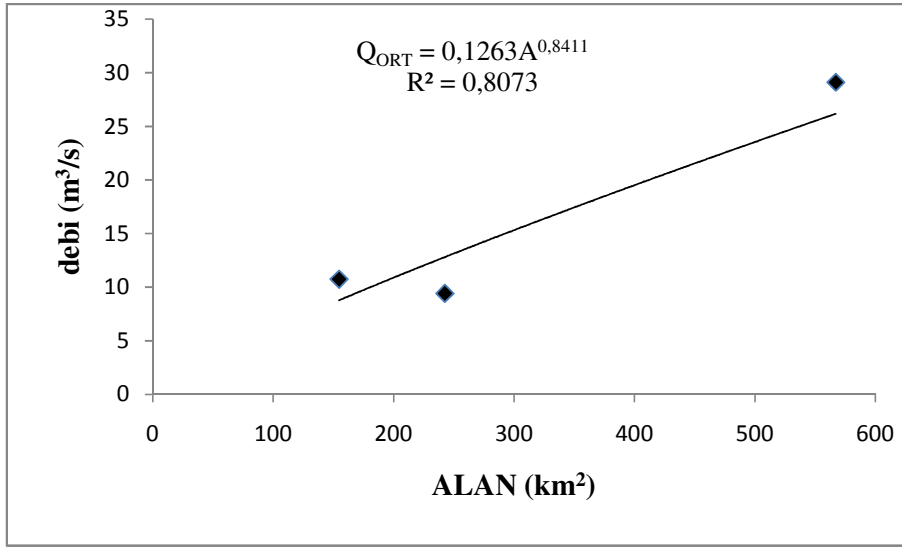
Burada, verilerin standart sapması ( $\sigma_w$ )= 0,03 ve ortalama ( $\mu_w$ )= 1 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.48:**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (haziran ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D(100/8)$ |
|----|-------|--------------------------|------------------|
| 5  | 1,64  | 1,05                     | 1,82             |
| 10 | 1,28  | 1,04                     | 1,60             |
| 15 | 1,04  | 1,03                     | 1,47             |
| 20 | 0,84  | 1,03                     | 1,36             |
| 25 | 0,67  | 1,02                     | 1,28             |
| 30 | 0,52  | 1,02                     | 1,21             |
| 35 | 0,39  | 1,01                     | 1,16             |
| 40 | 0,25  | 1,01                     | 1,10             |
| 45 | 0,13  | 1,00                     | 1,05             |
| 50 | 0     | 1,00                     | 1,00             |
| 55 | -0,13 | 1,00                     | 0,95             |
| 60 | -0,25 | 0,99                     | 0,91             |
| 65 | -0,39 | 0,99                     | 0,86             |
| 70 | -0,52 | 0,98                     | 0,82             |
| 75 | -0,67 | 0,98                     | 0,78             |
| 80 | -0,84 | 0,97                     | 0,73             |
| 85 | -1,04 | 0,97                     | 0,67             |
| 90 | -1,28 | 0,96                     | 0,61             |
| 95 | -1,64 | 0,95                     | 0,53             |



**Şekil 6.39:** Solaklı havzası (haziran ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



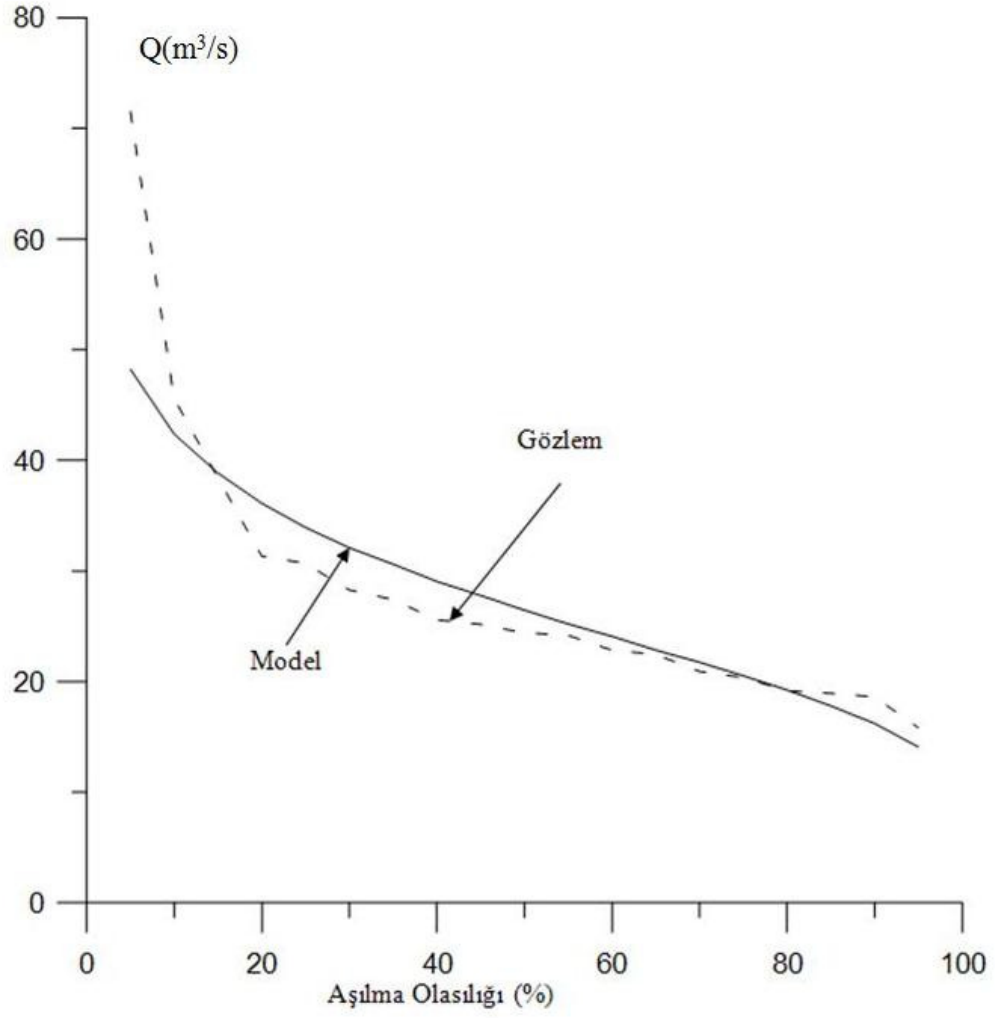
**Şekil 6.40:** Ortalama debi-alan eğrisi (haziran).

**Çizelge 6.49:** Ortalama debi (haziran ayı) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 29,11            |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 9,41             |
| Uzungöl           | 154,7   | 10,73            |

**Çizelge 6.50:** Solaklı-Ulcami AGİ (haziran ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 27,40       | 1985 | 20,35       | 1994     | 18,93       |
| 1980 | 15,82       | 1986 | 31,32       | 1995     | 28,26       |
| 1981 | 45,57       | 1987 | 24,15       | 1996     | 19,15       |
| 1982 | 20,90       | 1988 | 71,53       | 1997     | 22,82       |
| 1983 | 24,40       | 1989 | 30,67       | 1999     | 25,16       |
| 1984 | 25,57       | 1993 | 38,40       | 2000     | 18,60       |
|      |             |      |             | 2001     | 22,44       |
|      |             |      |             | Ortalama | 27,97       |



**Şekil 6.41:** Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ) debi süreklilik eğrileri (haziran).

### 6.2.10 Temmuz ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.51:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (temmuz).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                          |      | Ögene Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah                          |      |
|------|------------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 14,37 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 3,91 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 5,69 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                     | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1943 | 13,2                                     | 0,92 |                                         |      |                                         |      |
| 1944 | 12                                       | 0,84 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 24,8                                     | 1,73 |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 26                                       | 1,81 |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 6,37                                     | 0,44 |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 9,02                                     | 0,63 |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 9,21                                     | 0,64 |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                          |      |                                         |      | 5,85                                    | 1,03 |
| 1967 |                                          |      |                                         |      | 7,96                                    | 1,4  |
| 1972 |                                          |      |                                         |      | 5,04                                    | 0,88 |
| 1973 |                                          |      |                                         |      | 5,65                                    | 0,99 |
| 1974 |                                          |      |                                         |      | 3,55                                    | 0,62 |
| 1975 |                                          |      |                                         |      | 4,3                                     | 0,76 |
| 1976 |                                          |      |                                         |      | 6,43                                    | 1,13 |
| 1977 |                                          |      |                                         |      | 6,73                                    | 1,18 |
| 1979 |                                          |      | 7,83                                    | 2    | 7,08                                    | 1,24 |
| 1980 |                                          |      | 3,89                                    | 0,99 | 4,56                                    | 0,8  |
| 1981 |                                          |      | 3,89                                    | 0,99 | 8,45                                    | 1,49 |
| 1982 |                                          |      | 3,03                                    | 0,78 |                                         |      |
| 1983 |                                          |      | 1,1                                     | 0,28 | 4,24                                    | 0,74 |
| 1984 |                                          |      |                                         |      | 5,58                                    | 0,98 |
| 1985 |                                          |      | 2,36                                    | 0,6  | 2,47                                    | 0,43 |
| 1986 |                                          |      |                                         |      | 6,65                                    | 1,17 |
| 1987 |                                          |      | 6,7                                     | 1,71 | 5,97                                    | 1,05 |
| 1988 |                                          |      | 4,51                                    | 1,15 | 11,47                                   | 2,02 |
| 1992 |                                          |      | 5,1                                     | 1,3  | 7,31                                    | 1,28 |
| 1993 |                                          |      |                                         |      | 7,77                                    | 1,37 |
| 1994 |                                          |      | 2,76                                    | 0,71 | 4,34                                    | 0,76 |
| 1995 |                                          |      | 3,48                                    | 0,89 |                                         |      |
| 1996 |                                          |      | 3,42                                    | 0,87 | 4,81                                    | 0,85 |
| 1997 |                                          |      |                                         |      | 5,21                                    | 0,92 |
| 1999 |                                          |      | 5,1                                     | 1,3  | 5,03                                    | 0,88 |
| 2000 |                                          |      | 2,94                                    | 0,75 | 2,19                                    | 0,38 |
| 2001 |                                          |      | 2,53                                    | 0,65 | 3,67                                    | 0,65 |

Normalleştirme dönüşümü yapılamadığından diğer adımlar uygulanamamıştır.

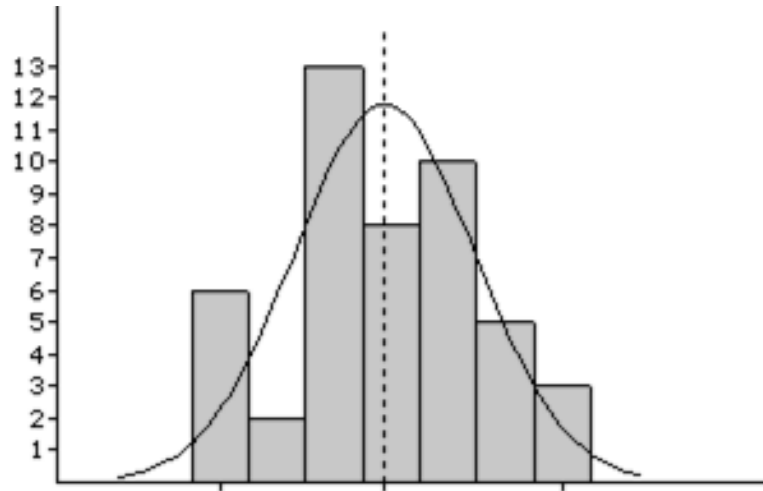
## 6.2.11 Ağustos ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.52:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (ağustos).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                         |      | Ögene Alçak Köprü                       |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                |      |
|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 9,68 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 2,23 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 2,81 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1943 | 8,96                                    | 0,93 |                                         |      |                                         |      |
| 1944 | 8,21                                    | 0,85 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 13,6                                    | 1,4  |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 15,8                                    | 1,63 |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 5,04                                    | 0,52 |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 7,86                                    | 0,81 |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 8,32                                    | 0,86 |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                         |      |                                         |      | 2,35                                    | 0,84 |
| 1967 |                                         |      |                                         |      | 4,65                                    | 1,66 |
| 1972 |                                         |      |                                         |      | 2,87                                    | 1,02 |
| 1973 |                                         |      |                                         |      | 2,93                                    | 1,04 |
| 1974 |                                         |      |                                         |      | 2,67                                    | 0,95 |
| 1975 |                                         |      |                                         |      | 2,45                                    | 0,87 |
| 1976 |                                         |      |                                         |      | 3,86                                    | 1,37 |
| 1977 |                                         |      |                                         |      | 3,19                                    | 1,14 |
| 1979 |                                         |      | 3,11                                    | 1,4  | 5,39                                    | 1,92 |
| 1980 |                                         |      | 2,31                                    | 1,03 | 2,59                                    | 0,92 |
| 1981 |                                         |      | 2,31                                    | 1,03 | 3,08                                    | 1,1  |
| 1982 |                                         |      | 1,25                                    | 0,56 |                                         |      |
| 1983 |                                         |      | 2,69                                    | 1,21 | 1,84                                    | 0,66 |
| 1984 |                                         |      |                                         |      | 2,44                                    | 0,87 |
| 1985 |                                         |      | 1,86                                    | 0,83 | 1,39                                    | 0,49 |
| 1986 |                                         |      |                                         |      | 2,01                                    | 0,72 |
| 1987 |                                         |      | 2,54                                    | 1,14 | 3,49                                    | 1,24 |
| 1988 |                                         |      | 3,5                                     | 1,57 | 5,5                                     | 1,96 |
| 1992 |                                         |      | 2,52                                    | 1,13 | 3,3                                     | 1,17 |
| 1993 |                                         |      |                                         |      | 3,15                                    | 1,12 |
| 1994 |                                         |      | 1,84                                    | 0,82 | 2,14                                    | 0,76 |
| 1995 |                                         |      | 2,05                                    | 0,92 |                                         |      |
| 1996 |                                         |      | 2,62                                    | 1,18 | 2,21                                    | 0,79 |
| 1997 |                                         |      |                                         |      | 2,15                                    | 0,76 |
| 1999 |                                         |      | 2,43                                    | 1,09 | 2,02                                    | 0,72 |
| 2000 |                                         |      | 1,17                                    | 0,52 | 1,34                                    | 0,48 |
| 2001 |                                         |      | 1,19                                    | 0,53 | 1,26                                    | 0,45 |

**Çizelge 6.53:** Solaklı havzası (ağustos ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q   |      | q <sup>0,2</sup> | q   |      | q <sup>0,2</sup> | q                      |      | q <sup>0,2</sup> |
|-----|------|------------------|-----|------|------------------|------------------------|------|------------------|
| q1  | 0,93 | 1,14             | q22 | 0,53 | 1,00             | q43                    | 0,79 | 0,88             |
| q2  | 0,85 | 1,14             | q23 | 0,84 | 0,99             | q44                    | 0,76 | 0,88             |
| q3  | 1,40 | 1,11             | q24 | 1,66 | 0,98             | q45                    | 0,72 | 0,87             |
| q4  | 1,63 | 1,10             | q25 | 1,02 | 0,98             | q46                    | 0,48 | 0,86             |
| q5  | 0,52 | 1,09             | q26 | 1,04 | 0,98             | q47                    | 0,45 | 0,85             |
| q6  | 0,81 | 1,07             | q27 | 0,95 | 0,97             | Çarpıklık<br>katsayısı | 0,77 | 0,05             |
| q7  | 0,86 | 1,07             | q28 | 0,87 | 0,97             |                        |      |                  |
| q8  | 1,40 | 1,07             | q29 | 1,37 | 0,97             |                        |      |                  |
| q9  | 1,03 | 1,04             | q30 | 1,14 | 0,97             |                        |      |                  |
| q10 | 1,03 | 1,04             | q31 | 1,92 | 0,96             |                        |      |                  |
| q11 | 0,56 | 1,03             | q32 | 0,92 | 0,96             |                        |      |                  |
| q12 | 1,21 | 1,03             | q33 | 1,10 | 0,96             |                        |      |                  |
| q13 | 0,83 | 1,03             | q34 | 0,66 | 0,96             |                        |      |                  |
| q14 | 1,14 | 1,03             | q35 | 0,87 | 0,95             |                        |      |                  |
| q15 | 1,57 | 1,02             | q36 | 0,49 | 0,95             |                        |      |                  |
| q16 | 1,13 | 1,02             | q37 | 0,72 | 0,95             |                        |      |                  |
| q17 | 0,82 | 1,02             | q38 | 1,24 | 0,94             |                        |      |                  |
| q18 | 0,92 | 1,02             | q39 | 1,96 | 0,94             |                        |      |                  |
| q19 | 1,18 | 1,01             | q40 | 1,17 | 0,92             |                        |      |                  |
| q20 | 1,09 | 1,01             | q41 | 1,12 | 0,89             |                        |      |                  |
| q21 | 0,52 | 1,01             | q42 | 0,76 | 0,88             |                        |      |                  |

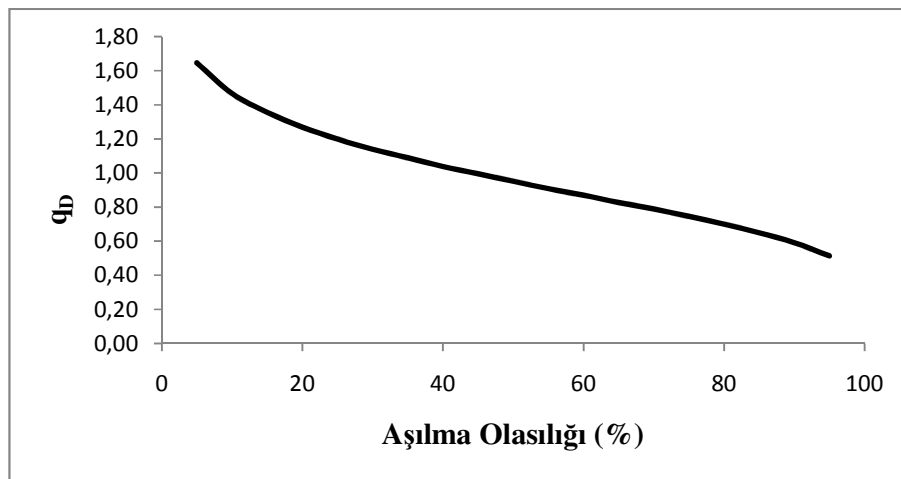


**Şekil 6.42:** Boyutsuz q akımları (ağustos ayı) histogramı.

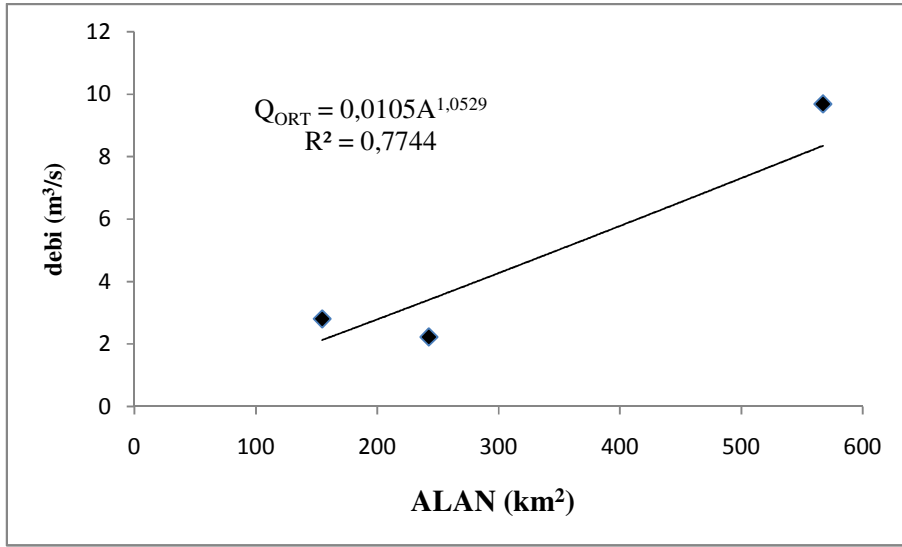
Burada, verilerin standart sapması ( $\sigma_w$ )= 0,03 ve ortalama ( $\mu_w$ )= 1 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.54:**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (ağustos ayı) boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D(100/20)$ |
|----|-------|--------------------------|-------------------|
| 5  | 1,64  | 1,10                     | 1,65              |
| 10 | 1,28  | 1,08                     | 1,47              |
| 15 | 1,04  | 1,06                     | 1,36              |
| 20 | 0,84  | 1,05                     | 1,27              |
| 25 | 0,67  | 1,04                     | 1,20              |
| 30 | 0,52  | 1,03                     | 1,14              |
| 35 | 0,39  | 1,02                     | 1,09              |
| 40 | 0,25  | 1,01                     | 1,04              |
| 45 | 0,13  | 1,00                     | 1,00              |
| 50 | 0     | 0,99                     | 0,95              |
| 55 | -0,13 | 0,98                     | 0,91              |
| 60 | -0,25 | 0,97                     | 0,87              |
| 65 | -0,39 | 0,96                     | 0,83              |
| 70 | -0,52 | 0,95                     | 0,79              |
| 75 | -0,67 | 0,94                     | 0,75              |
| 80 | -0,84 | 0,93                     | 0,70              |
| 85 | -1,04 | 0,92                     | 0,65              |
| 90 | -1,28 | 0,90                     | 0,59              |
| 95 | -1,64 | 0,88                     | 0,51              |



**Şekil 6.43:** Solaklı havzası (ağustos ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



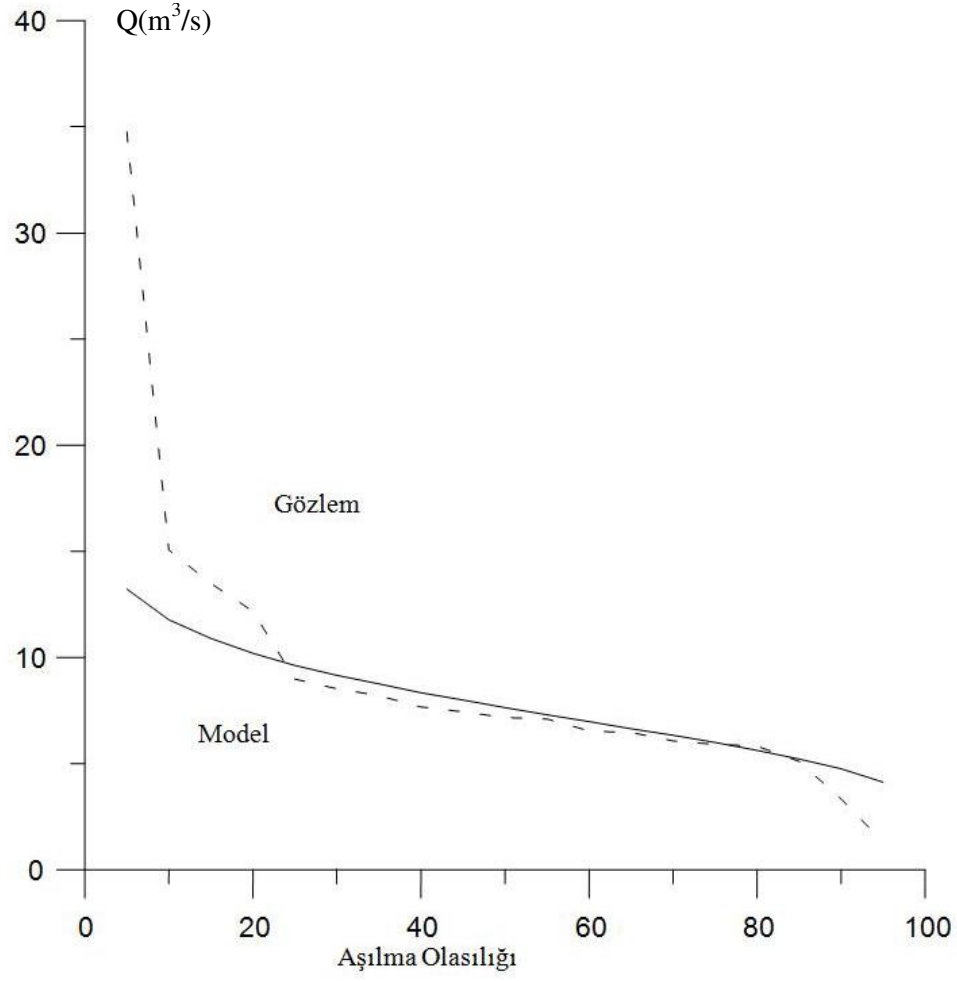
**Şekil 6.44:** Ortalama debi-alan eğrisi (ağustos ayı).

**Çizelge 6.55:** Ortalama debi (ağustos ayı) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km²) | $\bar{Q}$ (m³/s) |
|-------------------|---------|------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2   | 9,68             |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6   | 2,23             |
| Uzungöl           | 154,7   | 2,81             |

**Çizelge 6.56:** Solaklı-Ulucami AGİ (ağustos ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl  | Debi (m³/s) | Yıl      | Debi (m³/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 7,43        | 1985 | 3,33        | 1994     | 7,66        |
| 1980 | 1,29        | 1986 | 6,06        | 1995     | 8,97        |
| 1981 | 13,48       | 1987 | 12,17       | 1996     | 8,19        |
| 1982 | 5,10        | 1988 | 34,76       | 1997     | 7,16        |
| 1983 | 7,09        | 1989 | 6,53        | 1999     | 8,52        |
| 1984 | 15,06       | 1993 | 6,46        | 2000     | 5,90        |
|      |             |      |             | 2001     | 5,81        |
|      |             |      |             | Ortalama | 9,00        |



**Şekil 6.45:** Solaklı-Ulicami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ) debi süreklilik eğrileri (ağustos).

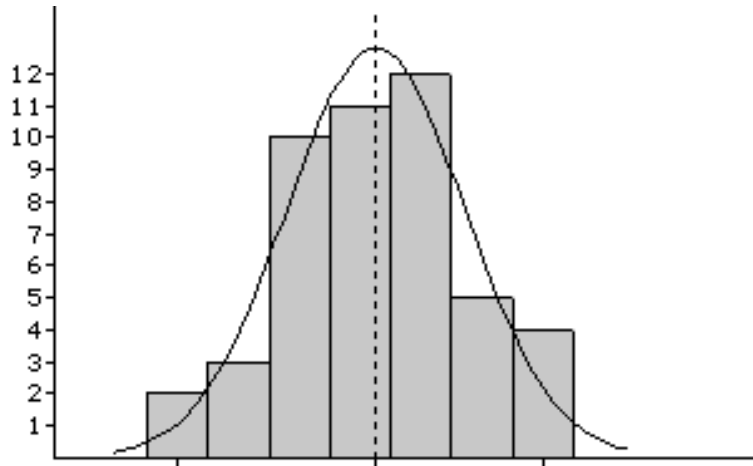
## 6.2.12 Eylül ayı debi süreklilik eğrisinin elde edilmesi

**Çizelge 6.57:** Solaklı havzası gözlenmiş ve boyutsuz hale getirilmiş akımları (eylül).

| Yıl  | Of-Dernekpazarı                         |      | Ögene -Alçak Köprü                      |      | Haldizen-Şerah (Uzungöl)                |      |
|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|-----------------------------------------|------|
|      | $\bar{Q} = 7,43 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 1,86 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      | $\bar{Q} = 1,88 \text{ (m}^3/\text{s)}$ |      |
|      | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    | Q, m <sup>3</sup> /s                    | q    |
| 1943 | 6,19                                    | 0,83 |                                         |      |                                         |      |
| 1944 | 8,1                                     | 1,09 |                                         |      |                                         |      |
| 1945 | 8,63                                    | 1,16 |                                         |      |                                         |      |
| 1946 | 7,86                                    | 1,06 |                                         |      |                                         |      |
| 1947 | 7,22                                    | 0,97 |                                         |      |                                         |      |
| 1948 | 9,55                                    | 1,29 |                                         |      |                                         |      |
| 1949 | 4,43                                    | 0,6  |                                         |      |                                         |      |
| 1966 |                                         |      |                                         |      | 1,7                                     | 0,9  |
| 1967 |                                         |      |                                         |      | 2,09                                    | 1,11 |
| 1972 |                                         |      |                                         |      | 2,7                                     | 1,44 |
| 1973 |                                         |      |                                         |      | 2,16                                    | 1,15 |
| 1974 |                                         |      |                                         |      | 2,97                                    | 1,58 |
| 1975 |                                         |      |                                         |      | 2,42                                    | 1,29 |
| 1976 |                                         |      |                                         |      | 2,84                                    | 1,51 |
| 1977 |                                         |      |                                         |      | 1,52                                    | 0,81 |
| 1979 |                                         |      | 1,51                                    | 0,81 | 1,54                                    | 0,82 |
| 1980 |                                         |      | 1,9                                     | 1,02 | 2,08                                    | 1,11 |
| 1981 |                                         |      | 1,9                                     | 1,02 | 1,97                                    | 1,05 |
| 1982 |                                         |      | 0,62                                    | 0,33 |                                         |      |
| 1983 |                                         |      | 2,18                                    | 1,17 | 1,4                                     | 0,74 |
| 1984 |                                         |      |                                         |      | 1,78                                    | 0,95 |
| 1985 |                                         |      | 1,49                                    | 0,8  | 0,96                                    | 0,51 |
| 1986 |                                         |      |                                         |      | 1,25                                    | 0,67 |
| 1987 |                                         |      | 1,64                                    | 0,88 | 1,76                                    | 0,94 |
| 1988 |                                         |      | 3,2                                     | 1,72 | 3,05                                    | 1,62 |
| 1992 |                                         |      | 2,61                                    | 1,4  | 2,09                                    | 1,11 |
| 1993 |                                         |      |                                         |      | 1,44                                    | 0,76 |
| 1994 |                                         |      | 1,49                                    | 0,8  | 1,41                                    | 0,75 |
| 1995 |                                         |      | 2,01                                    | 1,08 |                                         |      |
| 1996 |                                         |      | 3,06                                    | 1,64 | 2,05                                    | 1,09 |
| 1997 |                                         |      |                                         |      | 2,22                                    | 1,18 |
| 1999 |                                         |      | 2,33                                    | 1,25 | 1,43                                    | 0,76 |
| 2000 |                                         |      | 1,37                                    | 0,74 | 1,1                                     | 0,59 |
| 2001 |                                         |      | 0,54                                    | 0,29 | 1,14                                    | 0,61 |

**Çizelge 6.58:** Solaklı havzası (eylül ayı) normalleştirilmiş boyutsuz akımları.

| q   |      | $q^{0,75}$ | q   |      | $q^{0,75}$ | q         |       | $q^{0,75}$ |
|-----|------|------------|-----|------|------------|-----------|-------|------------|
| q1  | 0,83 | 0,87       | q22 | 0,29 | 0,39       | q43       | 1,09  | 1,07       |
| q2  | 1,09 | 1,07       | q23 | 0,90 | 0,93       | q44       | 1,18  | 1,13       |
| q3  | 1,16 | 1,12       | q24 | 1,11 | 1,08       | q45       | 0,76  | 0,81       |
| q4  | 1,06 | 1,04       | q25 | 1,44 | 1,31       | q46       | 0,59  | 0,67       |
| q5  | 0,97 | 0,98       | q26 | 1,15 | 1,11       | q47       | 0,61  | 0,69       |
| q6  | 1,29 | 1,21       | q27 | 1,58 | 1,41       | çarpıklık | 0,204 | -0,05      |
| q7  | 0,60 | 0,68       | q28 | 1,29 | 1,21       | katsayısı |       |            |
| q8  | 0,81 | 0,86       | q29 | 1,51 | 1,36       |           |       |            |
| q9  | 1,02 | 1,01       | q30 | 0,81 | 0,85       |           |       |            |
| q10 | 1,02 | 1,01       | q31 | 0,82 | 0,86       |           |       |            |
| q11 | 0,33 | 0,44       | q32 | 1,11 | 1,08       |           |       |            |
| q12 | 1,17 | 1,13       | q33 | 1,05 | 1,03       |           |       |            |
| q13 | 0,80 | 0,84       | q34 | 0,74 | 0,80       |           |       |            |
| q14 | 0,88 | 0,91       | q35 | 0,95 | 0,96       |           |       |            |
| q15 | 1,72 | 1,50       | q36 | 0,51 | 0,60       |           |       |            |
| q16 | 1,40 | 1,29       | q37 | 0,67 | 0,74       |           |       |            |
| q17 | 0,80 | 0,85       | q38 | 0,94 | 0,95       |           |       |            |
| q18 | 1,08 | 1,06       | q39 | 1,62 | 1,44       |           |       |            |
| q19 | 1,64 | 1,45       | q40 | 1,11 | 1,08       |           |       |            |
| q20 | 1,25 | 1,18       | q41 | 0,76 | 0,82       |           |       |            |
| q21 | 0,74 | 0,79       | q42 | 0,75 | 0,81       |           |       |            |

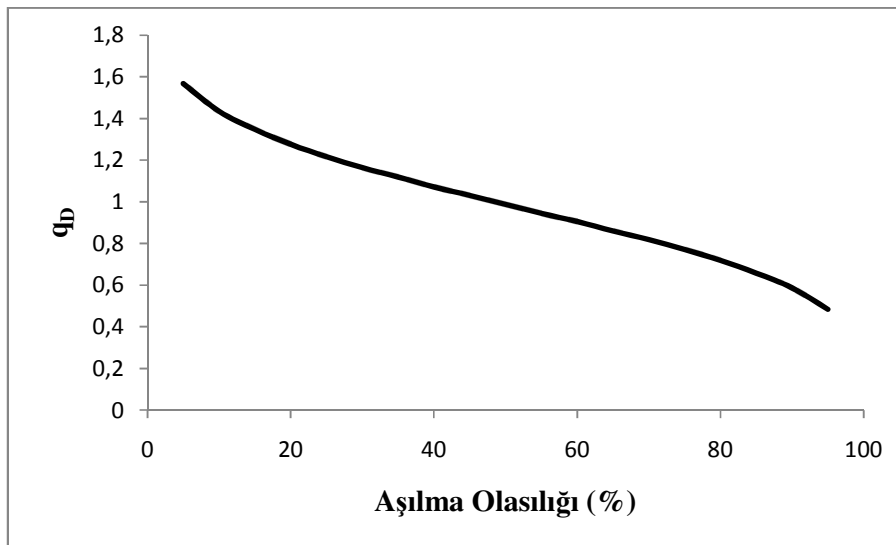


**Şekil 6.46:** Boyutsuz q akımları (eylül ayı) histogramı.

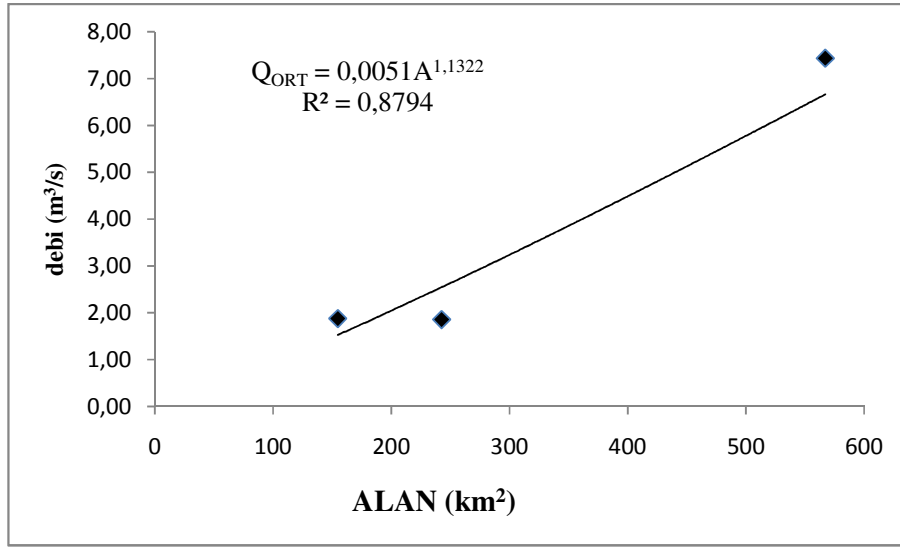
Burada, verilerin standart sapması ( $\sigma_w$ )= 0,25 ve ortalama ( $\mu_w$ )= 0,99 olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.59:**  $D$  aşılma olasılıklarına karşı gelen (eylül ayı)boyutsuz akım değerleri.

| D  | $Z_D$ | $W_D=\mu_w+Z_D*\sigma_w$ | $q_D=W_D(100/75)$ |
|----|-------|--------------------------|-------------------|
| 5  | 1,64  | 2,63                     | 1,57              |
| 10 | 1,28  | 2,27                     | 1,43              |
| 15 | 1,04  | 2,03                     | 1,35              |
| 20 | 0,84  | 1,83                     | 1,28              |
| 25 | 0,67  | 1,66                     | 1,22              |
| 30 | 0,52  | 1,51                     | 1,16              |
| 35 | 0,39  | 1,38                     | 1,12              |
| 40 | 0,25  | 1,24                     | 1,07              |
| 45 | 0,13  | 1,12                     | 1,03              |
| 50 | 0     | 0,99                     | 0,99              |
| 55 | -0,13 | 0,86                     | 0,94              |
| 60 | -0,25 | 0,74                     | 0,90              |
| 65 | -0,39 | 0,60                     | 0,86              |
| 70 | -0,52 | 0,47                     | 0,82              |
| 75 | -0,67 | 0,32                     | 0,77              |
| 80 | -0,84 | 0,15                     | 0,72              |
| 85 | -1,04 | -0,05                    | 0,66              |
| 90 | -1,28 | -0,29                    | 0,59              |
| 95 | -1,64 | -0,65                    | 0,48              |



**Şekil 6.47:** Solaklı havzası (eylül ayı) boyutsuz debi süreklilik eğrisi.



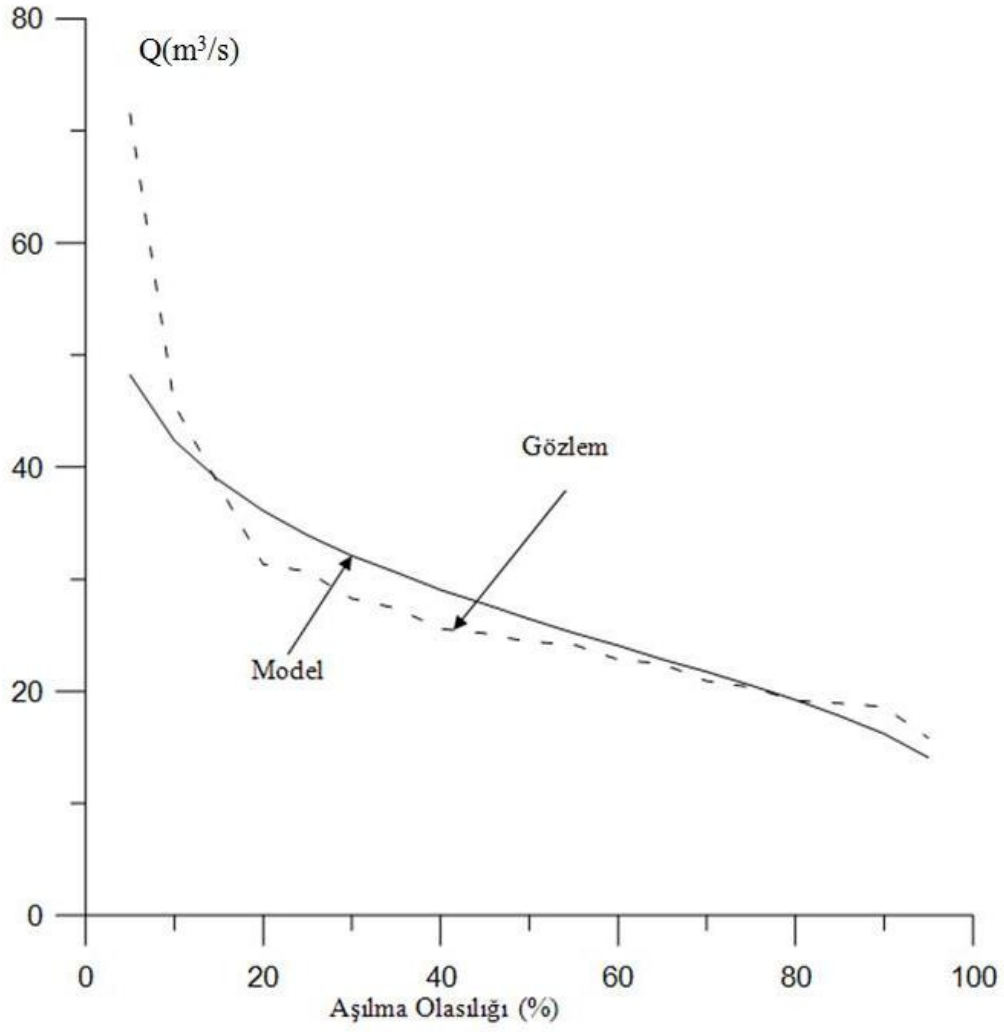
**Şekil 6.48:** Ortalama debi-alan eğrisi (eylül ayı).

**Çizelge 6.60:** Ortalama debi (eylül ayı) ve havza alanları.

| AGİ               | A (km <sup>2</sup> ) | $\bar{Q}$ (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| Of-Dernekpazarı   | 567,2                | 7,43                          |
| Ögene Alçak Köprü | 242,6                | 1,86                          |
| Uzungöl           | 154,7                | 1,88                          |

**Çizelge 6.61:** Solaklı-Ulucami AGİ (eylül ayı) akımları.

| Yıl  | Debi (m3/s) | Yıl  | Debi (m3/s) | Yıl      | Debi (m3/s) |
|------|-------------|------|-------------|----------|-------------|
| 1979 | 5,62        | 1985 | 2,56        | 1994     | 6,98        |
| 1980 | 1,05        | 1986 | 5,99        | 1995     | 8,38        |
| 1981 | 11,74       | 1987 | 7,84        | 1996     | 9,91        |
| 1982 | 2,39        | 1988 | 16,33       | 1997     | 9,38        |
| 1983 | 7,73        | 1989 | 6,15        | 1999     | 7,90        |
| 1984 | 5,46        | 1993 | 6,87        | 2000     | 7,07        |
|      |             |      |             | 2001     | 3,54        |
|      |             |      |             | Ortalama | 6,99        |



**Şekil 6.49:** Solaklı-Ulucami AGİ ile model (Of-Dernekpazarı AGİ, Ögene-Alçakköprü AGİ, Haldizen-Şerah (Uzungöl) AGİ) debi süreklilik eğrileri (eylül).

### 6.2.13 Kontrol

Solaklı-Ulucami akım gözlem istasyonuna ait gözlenmiş aylık ortalama değerler ve kullanılan normalleştirme yöntemine göre oluşturulan modelden elde edilen aylık ortalama değerler de Çizelge 6.62’de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 6.62’da ölçülmüş ve modelden elde edilmiş değerlerin oransal farkları 4. Sütunda gösterilmektedir. Buradaki duruma bakıldığında, yıl içinde ekim-nisan ayları arasında oransal farkın yüksek olduğu, fakat mayıs- eylül arasındaki farkın ise, az olduğu görülmektedir. Örneğin, ekim ayında model değer  $\%18$  oranında gerçek (gözlenmiş) değer altında kaldığı görülürken, haziran ayında ise model değer gerçek değer  $\%5$  altında kaldığı görülmektedir.

**Çizelge 6.62:** Modele ve gözlenmiş verilere ait değerlerin karşılaştırılması.

| Ay      | Model<br>değ.(m <sup>3</sup> /s) | Gözlenen<br>değ.(m <sup>3</sup> /s) | Fark (%) |
|---------|----------------------------------|-------------------------------------|----------|
| Ekim    | 7,32                             | 8,98                                | 18       |
| Kasım   | 8,06                             | 10,70                               | 25       |
| Aralık  | 4,60                             | 7,50                                | 39       |
| Ocak    | 4,877                            | 5,48                                | 11       |
| Şubat   | 4,641                            | 5,57                                | 17       |
| Mart    | 8,43                             | 10,11                               | 17       |
| Nisan   | 20,938                           | 27,38                               | 24       |
| Mayıs   | 37,462                           | 37,21                               | 1        |
| Haziran | 26,447                           | 27,97                               | 5        |
| Temmuz  | Normalleştirme yapılamadı.       |                                     |          |
| Ağustos | 8,028                            | 9                                   | 11       |
| Eylül   | 6,67                             | 6,99                                | 5        |

Bu sebeple, bu model vasıtasıyla elde edilen verilerle, ölçülmüş verilerin arasında yüksek oranda bir fark olmaktadır. Bu durumda aylık verilerle oluşturulmuş modelin kullanılması mümkün olmamaktadır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su, artık sadece insan yaşamı için zorunlu olan bir ihtiyaç değildir. Artık belli bir uygarlık düzeyine ulaşmanın da, bir aracı olarak görülmektedir. Ancak bu araç verimli, yerinde ve sistemli olarak kullanıldığında insanoğlunun ihtiyaçlarına cevap verecektir. Bunun yolu da, suyun yönetimi ve kullanımının bilinmesinden geçmektedir.

Ancak dünyada, özellikle de gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde, suyla ilgili araştırmaların yapılması gerekli veri ölçümü için alt yapı hazırlanması faaliyetleri olması gereken seviyenin çok altındadır ve bu konunun anlaşılıp çözülmesini sağlayacak olan en önemli araçlardan biri de, hangi bölge olursa olsun geçmiş zamandan beri yapılmış olan ölçümlerden elde edilen verilerdir. Yukarıda bahsedildiği gibi bu veri eksikliğinin belli başlı sebepleri sayılabilir. Bunlardan en etkin olanları ise, ölçüm yapılacak yerlerin coğrafi zorlukları ve ekonomik olarak getirdiği maliyet yükü sayılabilir. Şu da var ki; su kaynakları mühendisliği projeleri genellikle yüksek maliyetli ve uzun vadeli projelerdir. Bundan dolayı, önceden gerçeğe uygun bir maliyet analizi yapmak toplamda bakıldığında daha ekonomik olabilmektedir.

Fakat, artan nüfus ve ihtiyaçlar sebebiyle veri eksikliğinin mevcut olan su potansiyelini kullanmayı engellemesi düşünülemez bir durumdur. Çünkü, su dünyada pek çok yönüyle önemli bir kaynaktır. Bunların en başında da hayati bir ihtiyaç ve temiz enerji elde etme aracı olduğu bilinmektedir.

Su kaynakları mühendisliği açısından da su kaynakları projelerinde kullanılan en önemli araçlardan biri debi süreklilik eğrisidir. Debi süreklilik eğrisi suyla ilgili pek çok konuda kullanım alanına sahiptir. Fakat, yukarıda bahsedildiği üzere veri eksikliği bu aracın tam olarak kullanılmasını engellemektedir. Bundan dolayı dünyada pek çok bilim insanı buradaki yetersizliği gidermek amacıyla çalışmalar yapmışlardır.

Bu tez çalışmasında da, veri eksikliğinin olduğu yerlerde kullanılmak üzere, geliştirilen bir debi süreklilik eğrisi elde etme metodu incelenmiş ve Doğu Karadeniz bölgesinde bulunan Solaklı havzasında debi süreklilik eğrisi elde etme uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada amaç, havzanın ölçüm olmayan herhangi bir kesitindeki akımı tahmin etmektir. Çalışma daha önce, Hindistan'daki bazı havzalarda sınanmıştır. Buradaki çalışmada ise, Solaklı havzasında bulunan akım gözlem istasyonlarından 4 tanesine ait ölçülmüş veriler kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemde, boyutsuz debi değerleri normal dağılıma uyar hale getirilerek yıllık, aylık debi süreklilik eğrileri geliştirilmiştir.

Çalışmada buradaki verilerle aylık, yıllık ve günlük debi süreklilik eğrileri elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bu metodun Solaklı havzasında uygulanabilir olup olmadığı araştırılmıştır.

Çalışmaya ilk önce yıllık verilerden başlanmıştır. Modelden elde edilen derler, kontrol istasyonundan alınan ölçülmüş değerlerle karşılaştırıldığında modelle gerçek verilerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Ölçülmüş verilerle modelden elde edilen ortalama akım değeri arasındaki oransal fark %6 olarak hesaplanmıştır ve buradan alınan değerlere bakıldığında elde edilen modelin kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra, aylık değerlerle her ay için aynı işlemler yapıp, sonuçlar incelendiğinde yıllık değerlerde elde edilen iyi sonuçlara bütün aylarda rastlanılmamıştır. Bazı aylarda elde edilen değerler gerçek verilere yakın çıkarken; bazı aylarda elde edilen verilerle gerçek veriler arasında ciddi oransal farklar çıkmıştır. Aylık verilerden tahmin edilen debilerle ölçülen debiler arasındaki oransal fark %5 ile/39 arasında hesaplanmıştır.

Çalışmada ayrıca günlük veriler de kullanılmak istenmiş ancak veriler kullanılan yöntemlerle normal dağılıma uyar hale getirilemediği için model oluşturmadaki diğer adımlara geçilememiştir.

Sonuç olarak, normalleştirme yöntemiyle yapılan incelemelerde, yıllık debi süreklilik eğrilerinin belirlenmesinde iyi sonuçlar alındığı, ancak aylık ve günlük debi süreklilik eğrilerinin belirlenmesinde ölçümlerden farklı, model geliştirmede kullanılamayacak sonuçlar çıktığı anlaşılmıştır. Bu durumun sebepleri arasında kullanılan AGİ'lerin sayısının azlığı, ölçülen verilerin azlığı ve de değerleri

kullanılan akım gözlem istasyonlarında yapılan gözlemlerin aynı yıllar arasında yapılmamış olması gösterilebilir.

Ancak başka formülasyonlar denenerek, aylık veya günlük debi süreklilik eğrileri bu yöntemle incelenebilir.



## KAYNAKLAR

- Bari, M.F. , Shafiul Islam, KH. MD.,** Stochastic model of flow duraiton curves for selected rivers in Bangladesh, Climate Variability and Change-Hydrological Impacts, (5th FRIEND World Conference, Havana, Cuba, November, 2006), IAHS Publ. 308, 2006, 99-104.
- Bayazit , M.** 1991. Hidroloji , İTÜ İnşaat fakültesi.
- Burn H. D., Boorman B. D.,** 1993. Estimation of hydrological parameters at ungauged catchments, Journal of Hydrology, 143(1993), 429-454.
- Castellarin, A., Galeati, G., Brandimarte, L., Montanari, A., Brath, A.,** 2004. Regioanal flow-duration curves: reliability for ungauged basins, Advances in Water Resources, 27(2004), 953-965.
- Cıgızoğlu, K.,** 1997. Debi süreklilik çizgisinin matematik modelleri, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cıgızoğlu, H.K., Bayazit, M.,** 2000 A generalized seasonal model for flow duration curve, Hydrologic Processes, 14,6, July, 1053-1067, 2000.
- Cıgızoğlu, H.K.,** A method based on taking the average of probabilities to compute the flow duration curve, Nordic Hydrology, 31,3,188-207.
- Cole, R.A.J., Johnston, H.T., Robinson, D.J.,** 2003. The use of flow duration curves as a data quality tool, *Hydrological Sciences Journal*, 48(6), 939-951.
- Crocker, K.M., Young, A.R., Zaidman M.D., Rees, H.G.,** 2003. Flow Duration Curve Estimation in ephemeral catchments in Portugal, *Hydrological Sciences Journal*, 48(3), 427-439.
- Dingman SL.** 1978. Synthesis of flow-duration curves for unregulated streams in New Hampshire. Water Resources Bulletin 14(6): 1481-1502.
- Dingman, S. Lawrence** 2008 Physical hydrology, Prentice hall, USA.
- Fennesey, N. , Vogel, R.M.** 1990. Regional flow duration curves for ungauged sites in Massachusetts, Journal of Water Resources Plan. Manag., 116(4), 530-549.
- Krasovskaia, I., Gottschalk, L., Leblois, E. & Pacheco, A.,** 2006. Regionalization of flow duraiton curves, Climate Variability and Change-Hydrological Impacts, (5th FRIEND World Conference, Havana, Cuba, November, 2006), IAHS Publ. 308, 2006, 105-110.
- LeBoutillier DW, Waylen PR.** 1993. A stochastic model of flow duration curves. Water Resources Research 29(10): 3535-3541.
- Male JW, Ogawa H.** 1984. Tradeoffs in water quality management. Journal of Water Resource Planning and Management Division, American Society of Civil Engineers 110(4): 434-444.

**Mimikou, M., Kaemaki, S.,** 1985. Regionalization of Flow Duration Characteristics. Journal of Hydrology, 82(1985), 77-91

**Mohamoud, Y. M.,** 2008. Prediction of daily flow duration curves and streamflow for ungauged catchments using regional flow duration curves, Hydrological Sciences, (53)4, 706-724.

**Quimpo, R.G.,Alejandrino, A. A., McNally, T. A.,** 1983. Regionalized flow duration for Philippines, Journal of Water Resources Plan. Manag., 109(4), 320-330.

**Singh KP.** 1971. Model flow duration and stream flow variability. Water Resources Research 7(4): 1031-1036.

**Singh, R.D., Mishra, S.K., Chowdhary, H.,** 2001. Regional flow duration models for large number of ungauged cathcmets for planning microhydro projects, Journal of Hydrologic Engineering, 6(4), 310-316.

**Smakhtin VY, Hughes DA.** 1997. Regionalization of daily flow characteristics in part of the Eastern Cape, South Africa. Hydrological Science 42(6).

**Şen, Z.,** 2003. Su Bilimi ve Yöntemleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

**Şentürk, K.,** 2008. Akım gözlemistasyonu olmayan havzalarda su potansiyelinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**U.S. Army Corps of Engineers,** 1985. Hydropower Engineering and Design, EM 1110-2-1701, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C.

**Vogel, R.M.,Fennesey, N.,** 1995.Flow duration curves 2: A review of applications in water resources planning, Water Resources Bulletin, 31(6), 1029-1039.

**Yanık, B.,** 2004. Doğal akışlı hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde bölgesel analiz yaklaşımı, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Yu, P.S., Yang, T.C.,** 1996. Synthetic regional flow duration curve for Southern Taiwan, Hydrological Processes, 10, 373-391.

**Yu, P.S., Yang, T.C. and Wang, Y.C.,** 2002.Uncertainty analysis of regional flow duration curves, Journal of Water Resources Planning and Management, 128(6), 424-430.

**Devlet Su İşleri web sitesi**

([www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr))

**Trabzon Valiliği web sitesi**

([www.trabzon.gov.tr](http://www.trabzon.gov.tr))

## **ÖZGEÇMİŞ**

1981 yılında Trabzon’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul’da tamamladı. 1999 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı 2003 yılında bu bölümden mezun oldu. 2006 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Hidrolik ve Su Kaynakları programında yüksek lisansa başladı.