

## FIRAT HAVZASI AKIMLARINDA GÖRÜLEN TRENDLERİN NEDENLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Kasım Yenigün<sup>1</sup>, Veysel Gümüş<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi İnşaat Müh. Böl., Şanlıurfa, kyenigun@harran.edu.tr

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi İnşaat Müh. Böl., Şanlıurfa, vgumus@harran.edu.tr

Dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan araştırmalar son yıllarda yağışlarda ve akarsuların akımlarında önemli değişimler olduğunu göstermiştir. Yerkürenin iklimindeki değişimin çeşitli bölgelere düşen yağışı ne şekilde etkileyeceği konusunda güvenilir bilgiler bulunmamaktadır. Ülkemizde de yıl içinde mevsimlere göre değişen yağış-akış ilişkileri yıllar arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun sonucu olarak suyun zamana ve miktara bağlı olarak, değişen ihtiyaçların karşılanması amacı ile yönetimi büyük önem arz etmektedir. Akımlardaki trendin bilinmesi su kaynaklarının planlanma ve işletmesinde büyük önem taşır. Ortalama ve düşük akımlarla ilgili hidrolik bilgiler, baraj ve haznelerin kapasitesinin hesabında ve baraj işletmesinde, taşkınlarla ilgili bilgiler taşkın yapılarının projelendirilmesi ve işletmesinde, düşük akımlarla ilgili bilgiler, su kalitesinin kontrolü ile ilgili problemlerde ve su temini projelerinde gereklidir.

Türkiye'nin en önemli havzalarından biri olan Fırat Havzasından seçilen istasyonların yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımlarında trend analizi metodlarıyla anlamlı bir trend varlığı sorgulanmış ve nedenleri araştırılmıştır. Akım verilerinde, klasik parametrik testlerdeki normalite, lineerlik ve bağımsızlık gibi varsayımlarla genel olarak karşılaşılmaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Fırat Havzası'nda, EİEİ tarafından işletilen 83 akım gözlem istasyonundan, toplam 22 istasyon için trend analizi testleri uygulanmış ve bunlar içerisinde en güçlü olduğu belirlenen parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi tercih edilmiştir. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını tespit etmek için, parametrik olmayan Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi, trend eğimlerini belirlemek için de Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır.

Yapılan testler sonucunda yıllık ortalama akımlarda Aşağı Fırat havzası'nda bulunan bazı istasyonlarda azalan yönde anlamlı eğilim gözlenmiş, minimum akımlarda ise havza genelinde toplam 10 istasyonda azalan yönde, az sayıda istasyonda ise artan yönde anlamlı trend gözlenmiş, maksimum akımlarda ise anlamlı bir trend gözlenmemiştir. Trend etkisinin araştırılmasında baraj faktörü incelenmesi için ele alınan barajların su toplama yılları ve inşaat bitiş yılları değerlendirildiğinde; Orta Fırat Havzasında bulunan Keban Barajı etki alanında önemli bir trend değerinin bulunmadığı, Aşağı Fırat'ta bulunan Karakaya Barajı ile ve özellikle 882 000 ha'lık sulama alanına sahip Atatürk Barajı'nın akımların azalmasında ve azalmanın sürekliliğinde önemli bir etkisi olduğu varlığına ulaşılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Fırat havzası, trend analizi, iklim etkileri, korelasyon.

### GİRİŞ

Dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan araştırmalar son yıllarda yağışlarda ve akarsuların akımlarında önemli değişimler olduğunu göstermiştir. Yerkürenin iklimindeki değişimin çeşitli bölgelere düşen yağışı ne şekilde etkileyeceği konusunda güvenilir bilgiler bulunmamaktadır. Ülkemizde de yıl içinde mevsimlere göre değişen yağış-akış ilişkileri yıllar arasında büyük farklılıklar

göstermektedir. Bunun sonucu olarak suyun zamana ve miktara bağlı olarak, değişen ihtiyaçların karşılanması amacı ile yönetimi büyük önem arz etmektedir.

Öte yandan dünyada kabul edilen kriterler açısından bakıldığında bir ülkede kişi başına düşen yıllık su miktarı 10 000 m<sup>3</sup> ve üzerinde ise bu ülke su potansiyeli açısından zengin ülke sınıfına girmektedir. Türkiye’de kabul edilen kriterler ile kıyaslandığında, bilinenin aksine su potansiyeli açısından zengin bir ülke olmadığı gibi aynı zamanda yıllık nüfus artışı da dikkate alındığında belli bir süre sonra su sıkıntısı çekecek ülkeler sınıfına girecektir.

Bu sebeple Türkiye’de yağışlarda ve akışlarda herhangi bir değişimin ve bunun azalan veya artan yönde olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Çok sayıda araştırmacı bu konu ile ilgilenmekte ve özellikle gelişmiş ülkelerde bu konuda yapılan çalışmalara önemli miktarda parasal kaynak aktarılmaktadır. Akımlarda trend bulunması, su kaynakları planlamacılarının gelecek için verilecek kararlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Dünyada ve ülkemizde Erdoğan (1989), Toros (1993), İçağa (1994), Türkeş (1996), Kadioğlu (1997), Kalaycı ve Kahya (1998), Kosif (2001), Zang ve ark. (2001), Burn ve Elnur (2002), Özel (2004), Kahya ve Kalaycı (2004), Akyürek ve ark. (2004) tarafından trend analizi çalışmaları yapılmış ve önemli sonuçlar elde etmişlerdir.

## **ÇALIŞMA ALANI**

Temel hedefi Fırat ve Dicle nehirlerindeki suları, ekonomik olarak sulanabilir verimli topraklara aktarmak ve böylece ülkemizin geri kalmış bölgelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sürdürülebilir su ve toprak kaynaklarına dayalı bir kalkınma sağlamak olan GAP projeler paketi öngörülen hedefleri doğrultusunda tamamlandığında; kişi başına düşen gelirin %209 artması, tüm sektörlerde ortalama %445’lik bir büyüme ve 3.8 milyon kişiye de istihdam olanakları sağlanmış olacaktır. (GAP, 2003)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde; Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinin kapsadığı alan "GAP Bölgesi" olarak tanımlanmaktadır. Güneyde Suriye, güneydoğuda ise Irak’la sınırı bulunan bu bölgenin, Türkiye’de sulanabilir 8.5 milyon hektar arazinin yüzde 20’si, Aşağı Fırat ve Dicle Havzaları’ndaki geniş ovalardan oluşan GAP Bölgesi’nde yer almaktadır. Devletimizin ve milletimizin çok büyük maddi ve manevi özverisiyle ortaya çıkmış olan GAP Projesini kapsayan Fırat Havzası çalışma alanı olarak seçilmiştir. Burada bulunan Fırat Havzası; Aşağı Fırat, Orta Fırat ve Yukarı Fırat havzası olarak 3 bölümde incelenmektedir. Havza genel görünümü Şekil 1’de verilmiştir.

## **VERİLER**

Fırat Havzası genelinde Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) tarafından işletilmekte olan ve verisi bulunan toplam istasyon sayısı 83’tür.. Bunların 56’sı kapalı 27’si ise halen faaliyettedir. Fırat Havzası 127.304 km<sup>2</sup>’lik yüzölçümü, 1009,87 m ortalama yüksekliği ile Türkiye’nin en büyük su havzasıdır. Buraya düşen ortalama yağış 540,1 mm/yıl ve ortalama yıllık akış ise 31,61 km<sup>3</sup> tür. (EİEİ,2000) Bu istasyonlardan; gözlem sayısı, gözlemler arasında kesiklik olmaması ve homojen olarak dağılmış olması kriterlerine bağlı olarak 22 istasyon seçilmiştir. (Tablo 1)

## **ANALİZ YÖNTEMİ**

Hidrolojik büyüklükler (yağış, akış) zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir (Helsel ve Hirsch, 1992). Klasik parametrik testlerdeki normalite, doğrusallık ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genellikle tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır. Bu nedenle parametrik olmayan testlerin kullanılması parametrik testlere oranla daha uygundur. Trend analizinde genellikle, Mann-Kendall, Spearman’ın Rho, Sen’in T, Lineer Regrasyon ve grafik

yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan testler Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testidir.



Şekil 1. Çalışma alanı olarak Fırat Havzası lokasyonu (EİEİ, 2007)

Tablo 1. Analiz için seçilen AGİ'ler ve ölçüm periyotları

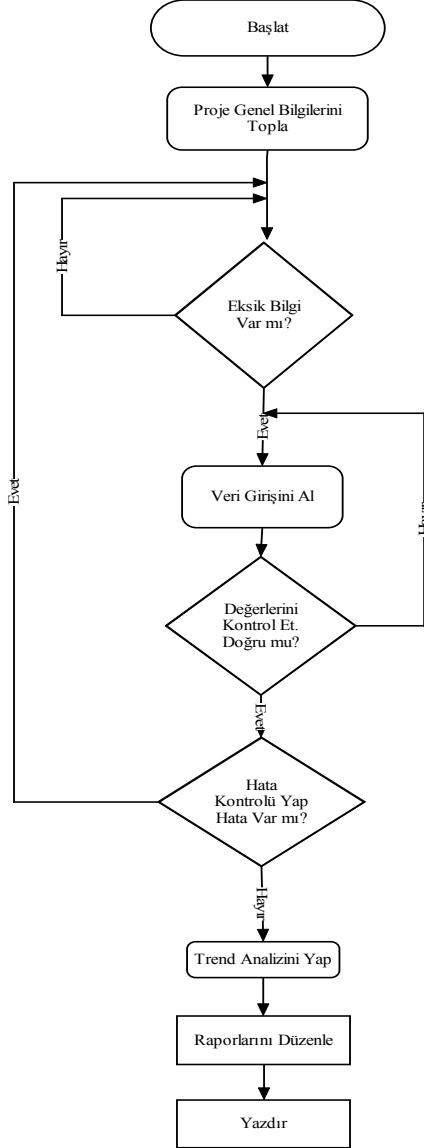
| Havza Adı            | İstasyon No | AGİ İsmi                      | Ölçüm Periyodu |
|----------------------|-------------|-------------------------------|----------------|
| Aşağı Fırat Havzası  | 2115        | Göksu Nehri-Malpınar          | (1968-2000)    |
| Aşağı Fırat Havzası  | 2123        | Çağçağ Suyu-Çınarköy          | (1961-1993)    |
| Aşağı Fırat Havzası  | 2124        | Tohma Suyu-Yazıköy            | (1963-2000)    |
| Aşağı Fırat Havzası  | 2131        | Beyderesi-Kılayık             | (1957-2000)    |
| Aşağı Fırat Havzası  | 2132        | Culapsuyu-İncirli             | (1963-1999)    |
| Aşağı Fırat Havzası  | 2135        | Bulam Çayı-Fatopaşa           | (1961-2000)    |
| Aşağı Fırat Havzası  | 2145        | Tohma Suyu-Hisarcık           | (1963-2000)    |
| Aşağı Fırat Havzası  | 2165        | Zerkan Suyu-Hocaköy           | (1969-1998)    |
| Orta Fırat Havzası   | 2102        | Murat Nehri-Palu              | (1968-2000)    |
| Orta Fırat Havzası   | 2122        | Murat Nehri-Tutak             | (1962-2000)    |
| Orta Fırat Havzası   | 2157        | Karasu-Karaköprü              | (1969-2000)    |
| Orta Fırat Havzası   | 2158        | Bingöl Çayı-A.Rahmanpaşa Köp. | (1969-2000)    |
| Orta Fırat Havzası   | 2164        | Göynük Çayı-Çayağzı           | (1969-2000)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2119        | Fırat Nehri-Kemah Boğazı      | (1954-1987)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2141        | Persisuyu-Korudibi            | (1964-1991)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2149        | Munzur Suyu-Miskidağ          | (1963-1998)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2151        | Fırat Nehri-Demirkepı         | (1964-2000)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2154        | Karasu-Aşağıkağdarcık         | (1969-2000)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2156        | Fırat Nehri-Bağıştaş          | (1969-2000)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2166        | Peri Suyu-Loğmar              | (1970-1998)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2167        | Çaltı Suyu-Dazlak             | (1968-1991)    |
| Yukarı Fırat Havzası | 2168        | Dumlu Suyu-Yeşildere          | (1973-1997)    |

Bu testlerin yanı sıra, bazı mühendislik problemlerinde iki rastgele değişken arasında istatistiksel bir ilişki bulunduğunu, yani bu iki değişkenin birbirlerine karşı gelen değerlerinin bağımsız olmadığını görür. İki değişken arasında bir ilişki bulunması bunlardan birinin diğerinden etkilenmesi veya her iki değişkenin başka değişkenlerden birlikte etkilenmelerinden

kaynaklanabilir. Birbirleri ile olan ilişkinin doğrusal olması halinde bu ilişki için en çok kullanılan ölçü birimi korelasyon katsayısıdır (Bayazıt, 1996).

### TAFW YAZILIMI

Yazarlar tarafından gözlem verilerinin değerlendirilerek Mann-Kendall, Spearman'in Rho, Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Sen'in Trend Eğim metodlarını uygulayan, bunlara uygun grafikleri çizen, trend mevcudiyeti durumunda başlangıç yıllarını hesaplayan, güven aralıklarının değişik modlarına göre uyarlanabilen bir bilgisayar yazılımı geliştirilmesi öngörülmüştür (Şekil 2). TAFW adı verilen ve oldukça pratik bir kullanım imkânına sahiptir.



Şekil 2.TAFW yazılımının akış diyagramı

### FIRAT HAVZASI AKIMLARINDA TREND ANALİZİ ÇALIŞMASI

Eldeki verilerle, TAFW yazılımı ile yapılan trend analizi çalışmasında, yıllık ortalama akımlarda Aşağı Fırat havzasında bulunan bazı istasyonlarda azalan yönde anlamlı eğilim gözlenmiş, minimum akımlarda ise havza genelinde toplam 10 istasyonda azalan yönde, az sayıda istasyonda ise artan yönde anlamlı trend gözlenmiş, maksimum akımlarda ise anlamlı bir trend gözlenmemiştir. Bulunan trend sonuçları Tablo 2’de, trend başlangıç yılları Tablo 3’te, trend eğimleri Tablo 4’te verilmiştir. (Altı çizili heceler tablolarda kullanılan kısaltmalardır.)

Tablo 2. Fırat Havzası için trend analizi sonuçları (Gümüş, 2006)

| AGİ No | İstasyon Adı                  | Mann-Kendall |     |      | Spearman'ın Rho |      |      |
|--------|-------------------------------|--------------|-----|------|-----------------|------|------|
|        |                               | Ort.         | Min | Maks | Ort.            | Min. | Maks |
| 2115   | Göksu Nehri-Malpınar          | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2123   | Çağçağ Suyu-Çınarköy          | (-)          | (-) | o    | (-)             | (-)  | o    |
| 2124   | Tohma Suyu-Yazıköy            | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2131   | Beyderesi-Kılayık             | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2132   | Culapsuyu-İncirli             | (-)          | o   | o    | (-)             | o    | o    |
| 2135   | Bulam Çayı-Fatopaşa           | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2145   | Tohma Suyu-Hisarcık           | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2165   | Zerkan Suyu-Hocaköy           | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2102   | Murat Nehri-Palu              | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2122   | Murat Nehri-Tutak             | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2157   | Karasu-Karaköprü              | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2158   | Bingöl Çayı-A.Rahmanpaşa Köp. | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2164   | Göynük Çayı-Çayağzı           | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |
| 2119   | Fırat Nehri-Kemah Boğazı      | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2141   | Persisuyu-Korudibi            | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2149   | Munzur Suyu-Miskidağ          | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2151   | Fırat Nehri-Demirkapı         | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2154   | Karasu-Aşağıkağdarcık         | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2156   | Fırat Nehri-Bağıştaş          | o            | (+) | o    | o               | (+)  | o    |
| 2166   | Peri Suyu-Loğmar              | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2167   | Çaltı Suyu-Dazlak             | o            | o   | o    | o               | o    | o    |
| 2168   | Dumlu Suyu-Yeşildere          | o            | (-) | o    | o               | (-)  | o    |

(+): Artan trend (-): Azalan trend o: Trend yok

Tablo 3. Mann-Kendall Meritbe Korelasyon testine göre trend başlangıç yılları (Gümüş, 2006)

| AGİ No | İstasyon Adı         | Trend Başlangıç Yılları |      |      |
|--------|----------------------|-------------------------|------|------|
|        |                      | Ort.                    | Min  | Maks |
| 2115   | Göksu Nehri-Malpınar |                         | 1971 |      |
| 2123   | Çağçağ Suyu-Çınarköy | 1984                    | 1983 |      |
| 2131   | Beyderesi-Kılayık    |                         | 1972 |      |
| 2132   | Culapsuyu-İncirli    | 1972                    |      |      |
| 2135   | Bulam Çayı-Fatopaşa  |                         | 1989 |      |
| 2145   | Tohma Suyu-Hisarcık  |                         | 1984 |      |
| 2165   | Zerkan Suyu-Hocaköy  |                         | 1971 |      |
| 2102   | Murat Nehri-Palu     |                         | 1982 |      |
| 2122   | Murat Nehri-Tutak    |                         | 1985 |      |
| 2164   | Göynük Çayı-Çayağzı  |                         | 1983 |      |
| 2156   | Fırat Nehri-Bağıştaş |                         | 1994 |      |
| 2168   | Dumlu Suyu-Yeşildere |                         | 1990 |      |

Tablo 4. Sen'in Trend Eğim metoduna göre trend eğimleri (Gümüş, 2006)

| AGİ No | İstasyon Adı         | Trend Eğimleri |        |      |
|--------|----------------------|----------------|--------|------|
|        |                      | Ort.           | Min    | Maks |
| 2115   | Göksu Nehri-Malpınar |                | -0.271 |      |
| 2123   | Çağçağ Suyu-Çınarköy | -0.060         | -0.063 |      |
| 2131   | Beyderesi-Kılayık    |                | -0.007 |      |
| 2132   | Culapsuyu-İncirli    | -0.0150        |        |      |
| 2135   | Bulam Çayı-Fatopaşa  |                | -0.013 |      |
| 2145   | Tohma Suyu-Hisarcık  |                | -0.141 |      |
| 2165   | Zerkan Suyu-Hocaköy  |                | -0.002 |      |
| 2102   | Murat Nehri-Palu     |                | -0.565 |      |
| 2122   | Murat Nehri-Tutak    |                | -0.093 |      |
| 2164   | Göynük Çayı-Çayağzı  |                | -0.050 |      |
| 2156   | Fırat Nehri-Bağıştaş |                | 0.427  |      |
| 2168   | Dumlu Suyu-Yeşildere |                | -0.003 |      |

## TREND OLUŞUMUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI

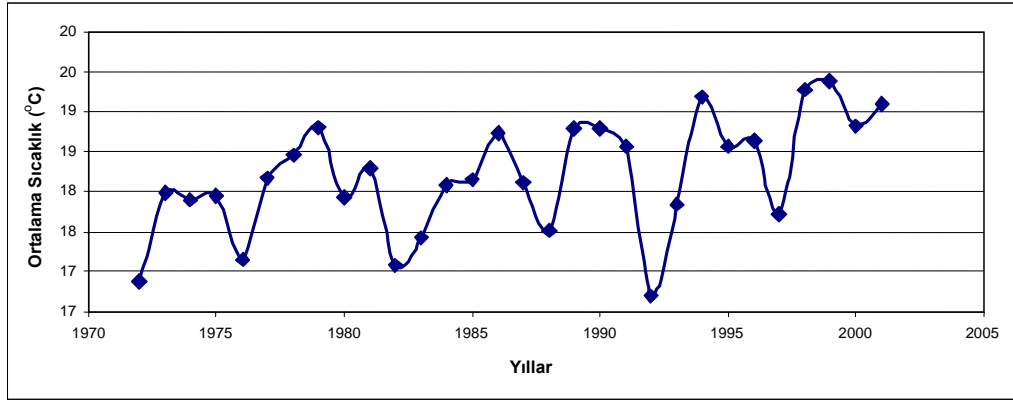
Gözlenen trendlerin nedenlerini tespit edebilmek için doğal ve insani faktörlerin incelenmesi yoluna gidilmiştir. İklim verilerinin ölçüm periyodu boyunca bir artma ya da azalma gösterip göstermediğinin tespiti ile aynı bölgede inşası gerçekleşen barajların su tutma ve işletmeye alınma dönemlerinin trend oluşumuna etkisinin araştırılması öncelikle ele alınmıştır.

### İKLİM ETKİSİ

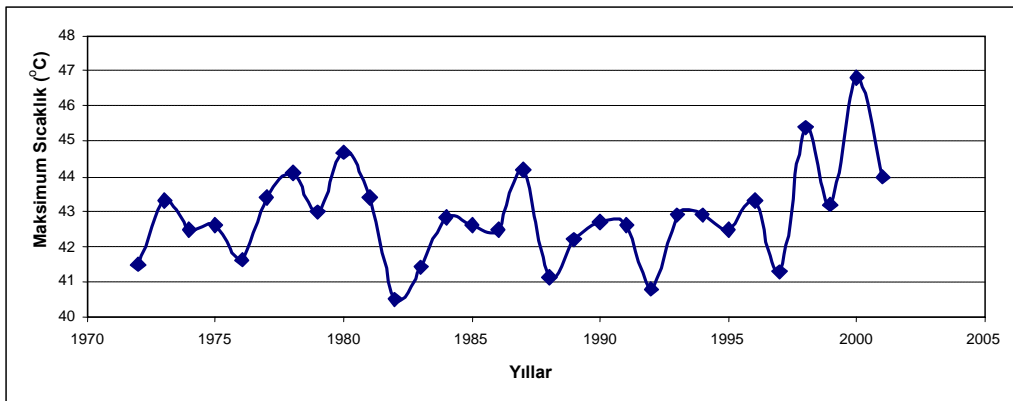
İklim etkisi olarak sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış gösterilebilir. İlk olarak bu etkenler içerisinde trend bileşeni olup olmadığı aranmış ve trend bileşeni gözlenen etkenler ile trend bileşeni gözlenen AGI'ler arasında korelasyon çalışması yapılmıştır.

### SICAKLIK

Ortalama akımlarda trend gözlenen Aşağı Fırat Havzası için sıcaklık etkisini incelemek için GAP Bölgesi için örnek veri alanı olarak seçilen Şanlıurfa iline ait 1971 - 2001 yılları arasındaki yıllık ortalama (Şekil 3) ve yıllık maksimum sıcaklıkları (Şekil 4) için trend analizi çalışması yapılmıştır.



Şekil 3. Şanlıurfa ili için yıllık ortalama sıcaklık değerleri

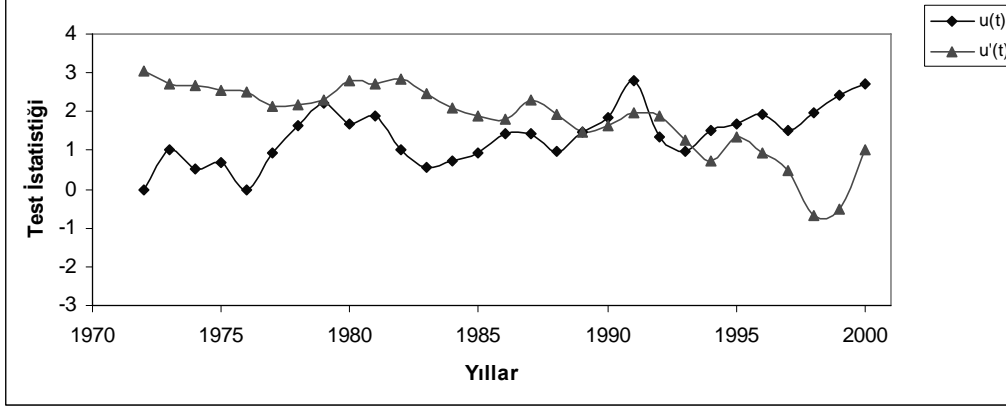


Şekil 4. Şanlıurfa ili için yıllık maksimum sıcaklık değerleri

Analizlerde kullanılan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testinin ortak sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Şanlıurfa ili ortalama sıcaklık için Mann-Kendall Meritbe Korelasyon testi sonuçları Şekil 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Sıcaklık verileri için trend analizi sonuçları.

| Bölge     | Hipotez |       | Trend Yönü |      | Trend Eğimi |      | Baş. Yılı |      |
|-----------|---------|-------|------------|------|-------------|------|-----------|------|
|           | Ort.    | Maks  | Ort.       | Maks | Ort.        | Maks | Ort.      | Maks |
| ŞANLIURFA | Red     | Kabul | (+)        |      | 0.436       |      | 1989      |      |



Şekil 5. Şanlıurfa ili ortalama sıcaklık için Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucu

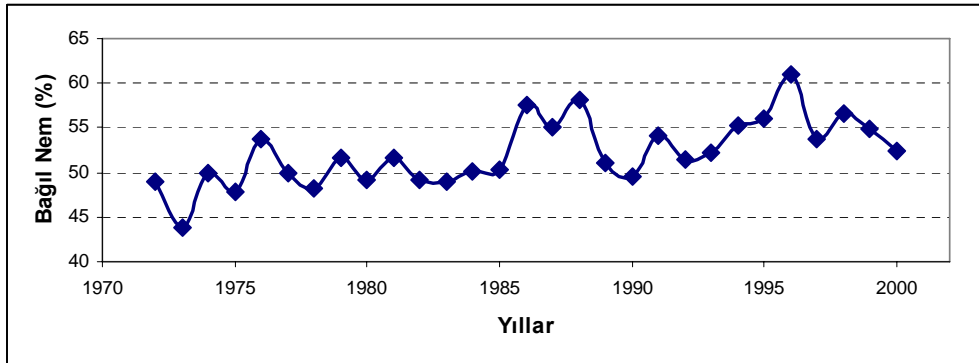
Trend gözlenen AGİ'lerdeki ortalama akımlar ile sıcaklık etkisinin ilişkisinin incelenmesi için Şanlıurfa ilinde yapılan korelasyon sonuçları aşağıda verilmiştir.(Tablo 6). Yapılan korelasyon çalışmasında akımlardaki azalma eğiliminin sıcaklık artışı ile ilişkili olmadığı görülmüştür.

Tablo 6. Sıcaklık ile ortalama akım için korelasyon sonuçları

| Korelasyon                       | Ölçüm Periyodu | N  | $r_{xy}$ | t     | $T_{0,025}$ | Hipotez |
|----------------------------------|----------------|----|----------|-------|-------------|---------|
| T <sub>ort</sub> -2132 No'lu Agi | 1972-1999      | 28 | -0.27    | -1.38 | 2.056       | Kabul   |
| T <sub>ort</sub> -2123 No'lu Agi | 1972-1993      | 22 | -0.37    | -1.75 | 2.056       | Kabul   |

## BAĞIL NEM

Yıllık bağıl nemin akım değerleri ile ilişkisinin belirlenmesi için Şanlıurfa iline ait bağıl nem verileri (Şekil 6) için trend analizi çalışmasında Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi uygulanmış ve iki test sonucunda da artan yönde anlamlı bir trend olduğu gözlenmiştir.



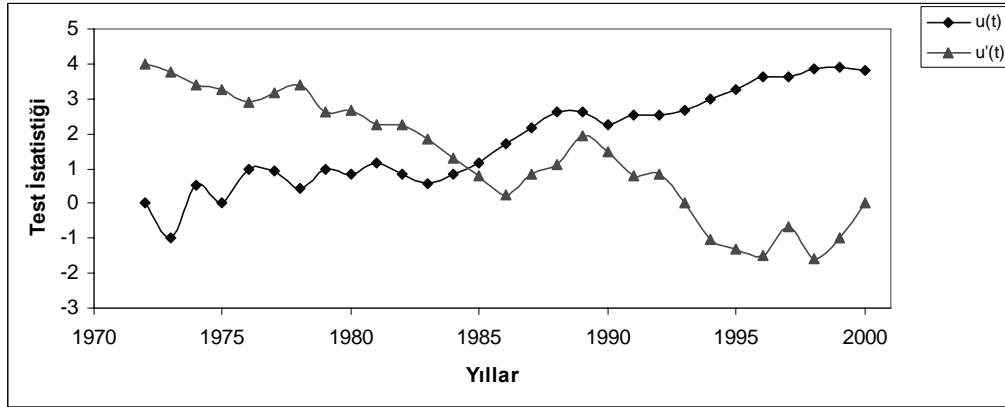
Şekil 6. Şanlıurfa ili için yıllara göre bağıl nem yüzdeleri

Analiz sonuçlarına göre anlamlı bir trend gözlemlendiği için, "Trend Analysis for Windows" yazılımı ile Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ve Sen'in Trend Eğim metodu'nun uygulanması

sonucunda trend başlangıç yılı 1985 yılı olarak görülmüştür (Şekil 7). Trend eğimi de 0.271 olarak bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7. Şanlıurfa ili bağıl nem trend analizi sonuçları

| Bölge     | Hipotez | Trend Yönü | Trend Eğimi | Baş. Yılı |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|
| ŞANLIURFA | Red     | (+)        | 0.271       | 1985      |



Şekil 7. Şanlıurfa ili bağıl nem yüzdeleri için Mann-Kendall Meritebe Korelasyon testi sonucu

Trend gözlenen AGİ'lerdeki ortalama akımlar ile bağıl nem etkisinin ilişkisinin incelenmesi için Şanlıurfa ilinde yapılan korelasyon sonuçları aşağıda verilmiştir.(Tablo 8). Yapılan korelasyon çalışmasında akımlardaki azalma eğiliminin, bağıl nem yüzdesinin artışı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Tablo 8. Şanlıurfa ili bağıl nem-ortalama akım değerleri için korelasyon sonuçları

| Korelasyon               | Ölçüm Periyodu | N  | $r_{xy}$ | t      | $T_{0.025}$ | Hipotez |
|--------------------------|----------------|----|----------|--------|-------------|---------|
| Bağıl nem-2132 No'lu Agi | 1972-1999      | 28 | -0.40    | -2.213 | 2.056       | Red     |
| Bağıl nem-2123 No'lu Agi | 1972-1993      | 22 | -0.45    | -2.254 | 2.056       | Red     |

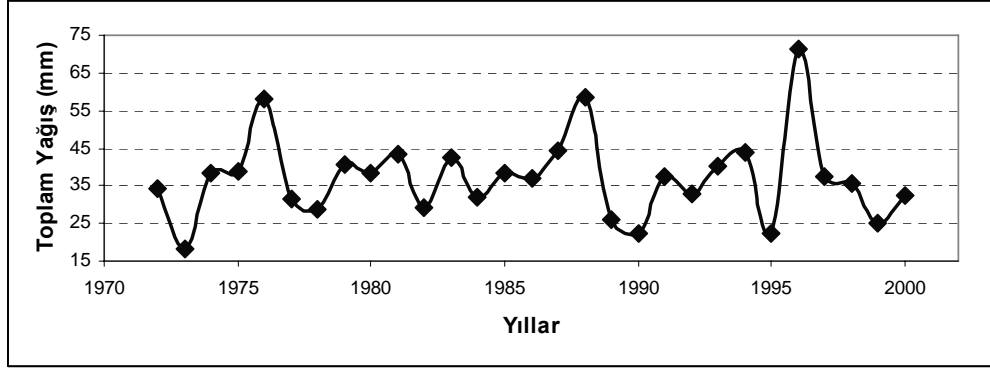
## YAĞIŞ

Yıllık toplam yağışın akım değerleri ile ilişkisinin belirlenmesi için Şanlıurfa iline ait toplam yağış verileri (Şekil 8) için trend analizi çalışmasında Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi uygulanmış ve anlamlı bir trend gözlenmemiştir. Anlamlı bir trend gözlenmediği için de korelasyon çalışması yapılmamıştır.

## BARAJLARIN ETKİSİ

Fırat Havzasında DSİ tarafından işletilen toplam 35 baraj bulunmaktadır. Bunların 29 u sulama, 2 si enerji, 4 ü sulama ve enerji amacıyla kullanılmaktadırlar. Bunlardan 1000 hm<sup>3</sup>'ten büyük göl hacmine sahip olan 5 adedi aşağıda listelenmiştir. Bunların yıllara bağlı olarak (işletmeye giriş yıllarına göre) depolama kapasiteleri Şekil 9'da verilmiştir (DSİ, 2007).





Şekil 8. Şanlıurfa ili için yıllık toplam yağış (mm)

Tablo 9. Fırat Havzasında DSİ tarafından işletilen barajlar (DSİ, 2007)

| Baraj Adı | Bulunduğu İl | K. Amacı | Faaliyet Yılı | Tipi          | Yüksekliği | Göl Hacmi |
|-----------|--------------|----------|---------------|---------------|------------|-----------|
| Keban     | Elazığ       | E        | 1975          | Bet. ağ.+kaya | 210        | 31000     |
| Karakaya  | Diyarbakır   | E        | 1987          | Beton kemer   | 173        | 9580      |
| Atatürk   | Ş.Urfa       | S+E      | 1992          | Kaya          | 169        | 48700     |
| Özlüce    | Bingöl       | E        | 1998          | Kaya          | 144        | 1075      |
| Birecik   | Ş.Urfa       | S+E      | 2000          | Kaya          | 63,5       | 1220      |



Şekil 9. Fırat havzasında hacmi 1000 hm<sup>3</sup>'ten büyük barajların kümülatif depolama hacmi değişimi

## SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Gözlenen trendlerin nedenlerini araştırmak için iklim etkileri ve baraj etkileri araştırıldı. İklim etkilerinin trend oluşumuna olan etkisini bulmak için yıllık ortalama akımlarda anlamlı olarak trend gözlenen 2123 ve 2132 numaralı istasyonların, Şanlıurfa iline ait yıllık ortalama sıcaklık, yıllık maksimum sıcaklık, yıllık bağıl nem ve yıllık toplam yağış verileri ile olan ilişkileri araştırıldı. Araştırmada ilk olarak mevcut verinin trend analizi çalışması yapılmış, anlamlı trend gözlenen veri ile anlamlı trend gözlenen istasyon arasında korelasyon çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda;

- Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artan yönde anlamlı bir trend gözlenmiş ancak yıllık maksimum sıcaklık değerlerinde anlamlı bir trend bulunamamıştır. Trend bulunan yıllık ortalama sıcaklık verileri ile 2123 ve 2132 numaralı istasyonlar arasında korelasyon çalışması yapılmış ve aralarında istatistiksel anlamda bir ilişki bulunamamıştır.
- Yıllık bağıl nem değerlerinde artan yönde anlamlı bir trend gözlenmiş ve bağıl nem verileri ile 2123 ve 2132 numaralı istasyonlar arasında yapılan korelasyon çalışmasında istatistiksel olarak istasyonlarda bulunan azalmanın bağıl nem artışı ile ilişkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.
- Yıllık toplam yağış değerlerinde anlamlı bir trend gözlenmediğinden korelasyon çalışması yapılmamıştır.

Trend etkisinin araştırılmasında baraj faktörü incelenmesi için ele alınan barajların su toplama yılları ve inşaat bitiş yılları değerlendirildiğinde; Orta Fırat Havzasında bulunan Keban Barajı etki

alanında önemli bir trend değerinin bulunmadığı, Aşağı Fırat'ta bulunan Karakaya Barajı ile ve özellikle 882 000 ha'lık sulama alanına sahip Atatürk Barajı'nın akımların azalmasında ve azalmanın sürekliliğinde önemli bir etkisi olduğu varsınaya ulaşılmaktadır. Birecik Barajı'nda ise inşaat bitiş yılı olan 2000 yılı su toplamaya başladığı tarih olarak ele alındığında ve akımlarda kullanılan en yakın veri tarihinin 2000 yılı olduğu göz önünde bulundurulduğunda ise akımlardaki azalmaya önemli etken olmadığı düşünülebilir.

## KAYNAKLAR

- Akyürek, M., Önöz, B., Bayazıt, M., ve Çığızoğlu, K., 2004. *Türkiye Yıllık Ortalama Akımlarının Trend Analizi*. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 1: 65:75.
- Bayazıt, M., 1996. *İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri*. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası., İstanbul, 245s.
- Burn, D. H., ve Elnur M. A. H., 2002. *Detection of Hydrologic Trends and Variability*. Journal of Hydrology, 255:107–122.
- DSİ Web Sitesi, 2007. <http://www.dsi.gov.tr/baraj/baraj.cfm>.
- EİEİ. 2000. *Akım Gözlem Yıllığı*. Ankara.
- EİEİ Web Sitesi, 2006. <http://www.eie.gov.tr/turkce/hidroloji/havzalar.html>.
- Erdoğan, F., 1989. *Türkiye'de Yaygın Kuraklık*. Meteoroloji Mühendisleri Odası Bülteni 2:1-4.
- GAP İDARESİ, (2003), *Son Durum Raporu*, 5-12s.
- Helsel, D.R., and Hirsch R.M., 1992. *Statistical Methods in Water Resources*, Elsevier, Amsterdam, 510p
- İçağa Y. 1994. *Analysis of Trends in Water Quality Using Nonparametric Methods*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 120s.
- Gümüş, V., “*Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi*”, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 2006
- Kadıoğlu, M., 1997, *Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey*. Int. J.Climatol., 17: 511-520.
- Kahya, E., ve Kalaycı, S., 2004. *Trend Analysis of Streamflow in Turkey*. Journal of Hydrology, 289:128–144.
- Kalaycı S., ve Kahya E., 1998. *Detection of Water Quality Trends in the Rivers of the Susurluk Basin*, J. of Engineering and Environmental Science, 22: 503-514.
- Kosif, K., 2001. *Samsun İlinde İklim Trendleri*. DSİ Teknik Bülteni, 98 : 3-13.
- Özel, N., 2004, *Türkiye'deki Nehir Akımları Aylık Verilerinin Parametrik Olmayan Yöntemlerle Trend Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 84s.
- Toros, H., 1993. *Klimatolojik Serilerden Türkiye Genelinde Trend Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 175s.
- Türkeş, H., 1996. *Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey*. Int. Journal. Climatol, 16: 1057-1076.
- Zhang, X., Harvey, K.D., Hogg, W.D., and Yuzyk, T.R., 2001, *Trends in Canadian Streamflow*. Water Resour. Res., 37(4): 987-998.