

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FIRAT HAVZASI AKIMLARININ TREND ANALİZİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Veysel GÜMÜŞ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2006**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Mann-Kendall Testi	14
3.2. Spearman'ın Rho Testi	16
3.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi	16
3.4. Sen'in Trend Eğim Metodu	18
3.5. Korelasyon	19
3.6. Bilgisayar Yazılımı	20
3.7. Analiz İçin Kullanılan Akım Gözlem İstasyonları ve Gözlem Değerleri	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	33
4.1. Örnek İstasyonlar İçin Trend Analizi Uygulamaları	38
4.1.1. Çağ Çağ Suyu-Çınarköy (2123) istasyonuna ait trend analizi uygulaması	38
4.1.1.1. Mann-Kendall yöntemi	39
4.1.1.2. Spearman'ın Rho testi	39
4.1.1.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi	40
4.1.1.4. Sen'in Trend Eğim metodu	43
4.1.2. Cılapsuyu-İncirli (2132) istasyonuna ait trend analizi uygulaması	44
4.1.2.1. Mann-Kendall yöntemi	45
4.1.2.2. Spearman'ın Rho testi	45
4.1.2.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi	46
4.1.2.4. Sen'in Trend Eğim metodu	49
4.2. Trend Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin Araştırılması	50
4.2.1. İklim etkisi	50
4.2.1.1. Sıcaklık etkisi	50
4.2.1.2. Bağıl nem etkisi	52
4.2.1.3. Yağışların etkisi	54
4.2.2. Barajların etkisi	54
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	64
EKLER	65
ÖZET	72
SUMMARY	74

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT HAVZASI AKIMLARININ TREND ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Veysel GÜMÜŞ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN
Yıl: 2006 , Sayfa: 75

Türkiye'nin en önemli havzalarından biri olan Fırat Havzası'ndan seçilen istasyonların yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımlarının trend analizi yapıp, anlamlı bir trend varlığı aranmıştır ve nedenleri sorgulanmıştır. 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 değerlendirilmiş ve bunlar içerisinde daha güçlü olduğu bilinen parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi tercih edilmiştir. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını tespit etmek için ise, parametrik olmayan Mann-Kendall Meritebe Korelasyon testi, trend eğimlerini belirlemek için Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada, yıllık ortalama akımlarda Aşağı Fırat havzası'nda bulunan 2 istasyonda azalan yönde anlamlı trend gözlenmiş, minimum akımlarda ise havza genelinde toplam 10 istasyonda azalan yönde, 1 istasyonda ise artan yönde anlamlı trend gözlenmiş, maksimum akımlarda ise anlamlı bir trend gözlenmemiştir. Gözlenen trendlerin nedenleri için iklim ve baraj etkileri incelenmiş, iklim etkilerinden ele alınan sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış parametrelerinden sadece bağıl nem ile arasında anlamlı bir ilişki görülmüştür. Baraj etkenlerinde ise Atatürk ve Hacıhıdır barajlarının su toplama yılları ile trend başlangıç yılları arasında bir paralellik gözlenmiş ve azalan trende önemli bir etki olabileceği, Birecik Barajı'nın ise azalan trende önemli bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER : Trend analizi, Mann-Kendall testi, Mann-Kendall Meritebe Korelasyon testi, Fırat Havzası, Spearman'ın Rho testi.

ABSTRACT

MSc Thesis

EVALUATION OF FIRAT RIVER BASIN STREAMFLOW BY TREND ANALYSIS

Veysel GÜMÜŞ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Kasım YENİGÜN
Year: 2006 , Page: 75

A trend analysis of the annual average, minimum and maximum streamflow of the stations chosen in Fırat River Basin, one of Turkey's most important river basins, has been made and existence of a meaning trend has been sought and its causes inquired. In streamflow data, one generally encounters assumptions such as normality, linearity and independence in classical parametrical tests. Therefore, non-parametric test were employed within the scope of this study.

Of the 83 streamflow observation stations operated in Fırat River Basin by EİEİ, trend analysis tests have been evaluated for 22 stations and the non-parametric Mann-Kendall test found to be the strongest among them and Spearman's Rho test were preferred. Non-parametric Mann-Kendall Level Correlation test has been employed to determine the year of commencement in stations where trends were detected, and Sen's Trend Incline method has been used to determine trend inclines.

A declining meaningful trend has been observed in the study in annual average streamflows in the 2 stations at the Lower Fırat River Basin, and a meaningful trend has been observed in 10 stations throughout the river basin in minimum streamflows, with an increasing meaningful trend in 1 station and no meaningful trend in maximum streamflows. Effects of the climate and dams were studied to understand the causes of observed trends, and a meaningful difference has been seen only with relative humidity among temperature, one of the climate effects handled, relative humidity and total rainfall parameters. As for dam factors, a parallelism has been observed between the water collection years of Atatürk and Hacıhıdır dams and trend start years, with the conclusion that it could have an important effect on the decreasing trend, whereas it may be considered that Birecik Dam has no important influence on the declining trend.

KEY WORDS: Trend analysis, Mann-Kendall test, Mann-Kendall Rank test, Fırat River Basin, Spearman's Rho test

TEŞEKKÜR

Desteklerinden dolayı tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN' e programlama ve hesaplamalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Reşit GERGER, Doç. Dr. Hüsamettin BULUT, İnş. Müh. Ahmet Erhan EREN ve Arş. Gör. Zeynep YILMAZ' a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca aileme de, tüm desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Trend olması durumunda $u(t)-u'(t)$ grafiği	18
Şekil 3.2. Trend olmaması durumunda $u(t)-u'(t)$ grafiği	18
Şekil 3.3. “Trend Analysis for Windows” programının genel görünüşü.....	21
Şekil 3.4. “Trend Analysis for Windows” programının akış diyagramı.....	22
Şekil 3.5. Proje Genel penceresi.....	23
Şekil 3.6. Testler penceresi	24
Şekil 3.7. Çalıştır butonuna basıldıktan sonra grafikteki değişim	25
Şekil 3.8. Önizleme örneği.....	25
Şekil 3.9. Çalışma alanı olarak Fırat Havzası lokasyonu	26
Şekil 3.10. Aşağı Fırat Havzası’nda test için seçilen istasyonlar	31
Şekil 3.11. Orta Havzası’nda test için seçilen istasyonlar	31
Şekil 3.12. Yukarı Fırat Havzası’nda test için seçilen istasyonlar	32
Şekil 4.1. Aşağı Fırat Havzası yıllık ortalama akımlarında trend gözlenen bölgeler	35
Şekil 4.2. Aşağı Fırat Havzası yıllık minimum akımlarında trend gözlenen bölgeler.....	36
Şekil 4.3. Orta Fırat Havzası yıllık minimum akımlarında trend gözlenen bölgeler	36
Şekil 4.4. Yukarı Fırat Havzası yıllık minimum akımlarında trend gözlenen bölgeler	37
Şekil 4.5. Çağ-Çağ Suyu Çınarköy İstasyonuna ait yıllık ortalama akım değerleri (m^3/sn).....	38
Şekil 4.6. 2123 numaralı AGİ için $u(t)-u'(t)$ grafiği	43
Şekil 4.7. Sen’in Trend Eğim metoduna göre Q_i parametreleri (2123 Numaralı AGİ).....	44
Şekil 4.8. Yıllara göre yıllık ortalama akım değerleri (m^3/sn) (2132 Numaralı AGİ).....	44
Şekil 4.9. 2132 numaralı AGİ için $u(t)-u'(t)$ grafiği	49
Şekil 4.10. Sen’in Trend Eğim metoduna göre Q_i parametreleri (2132 Numaralı AGİ).....	50
Şekil 4.11. Şanlıurfa ili için yıllık maksimum sıcaklık değerleri	51
Şekil 4.12. Şanlıurfa ili için yıllık ortalama sıcaklık değerleri	51
Şekil 4.13. Şanlıurfa ili ortalama sıcaklık için Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonucu	52
Şekil 4.14. Şanlıurfa ili için yıllara göre bağıl nem yüzdeleri.....	53
Şekil 4.15. Şanlıurfa ili bağıl nem yüzdeleri için Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonucu	53
Şekil 4.16. Şanlıurfa ili için yıllık toplam yağış (mm)	54
Şekil 4.17. Atatürk Barajı’nın su kotundaki değişim	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Fırat Havzası'nda bulunan istasyonlar ve özellikleri	27
Çizelge 3.2. Analiz için seçilen AGİ'ler ve ölçüm periyotları	30
Çizelge 4.1. Trend analizi sonuçları.....	33
Çizelge 4.2. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend başlangıç yılları.....	34
Çizelge 4.3. Sen'in Trend Eğim metodu'na göre trend eğimleri.....	35
Çizelge 4.4. 2123 numaralı AGİ için yıllık ortalama akım değerleri	38
Çizelge 4.5. Spearman'ın Rho testi için sıralı dizi değerleri (2123 Numaralı AGİ)	39
Çizelge 4.6. $u(t)$ fonksiyonu hesabı (2123 Numaralı AGİ)	41
Çizelge 4.7. $u'(t)$ fonksiyonu hesabı (2123 Numaralı AGİ)	42
Çizelge 4.8. 2132 numaralı AGİ için yıllık ortalama akım değerleri	44
Çizelge 4.9. Spearman'ın Rho testi için sıralı dizi değerleri (2132Numaralı AGİ)	45
Çizelge 4.10. $u(t)$ fonksiyonu hesabı (2132Numaralı AGİ)).....	47
Çizelge 4.11. $u'(t)$ fonksiyonu hesabı (2132Numaralı AGİ)	48
Çizelge 4.12. Sıcaklık verileri için trend analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.13. Sıcaklık ile ortalama akım için korelasyon sonuçları.....	52
Çizelge 4.14. Şanlıurfa ili bağıl nem trend analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.15. Şanlıurfa ili bağıl nem-ortalama akım değerleri için korelasyon sonuçları.....	54
Çizelge 4.16. Atatürk Barajı genel bilgileri.....	55
Çizelge 4.17. Birecik Barajı genel bilgileri	55
Çizelge 4.18. Hacıhıdır Barajı genel bilgileri.....	56

SİMGELER DİZİNİ

AGİ	Akım gözlem istasyonu
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	Devlet Su İşleri
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
E(t)	Ortalama
ha	Hektar
H ₀	Genellikle reddetmek için kurulan hipotez
H ₁	H ₀ 'a alternatif hipotez
i	Verilerin gözlem sırası
m	Ay veya mevsim sayısı
N	Toplam gözlem adeti
n _i	Veriden önce gelen sayıların büyük olanlarının sayısı
Q	Sen'in eğim katsayısı
r	Korelasyon katsayısı
r _s	Spearman'ın Rho testi katsayısı
R _{xi}	i. gözlemin sıra numarası
S	Mann-Kendall testi katsayısı
S _x	Korelasyon testinde ilk verilerin standart sapması
S _y	Korelasyon testinde ikinci verilerin standart sapması
t	Test istatistiği
t _i	Serideki aynı değere sahip verilerin sayısı (bağ)
u(t)	Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonucunda bulunan fonksiyon
Var(t)	Varyans
Z	Önem seviyesi standart normal değişkeni
α	Önem seviyesi
σ _s	Standart sapma

1. GİRİŞ

Su insan yaşamında, tüm canlılarda, kısacası doğada vazgeçilmez en değerli doğal kaynaklardan biridir. Tarih boyunca medeniyetler daha çok suya yakın yerlerde hayat bulmuştur. Fazla su taşkınlara neden olurken az su da insanların yaşamını olumsuz etkilemekte ve toplu göçlere bile neden olabilmektedir. Günümüzde nüfusun artması, çoğalan sanayi tesisleri gibi sebepler su ihtiyacının sürekli olarak artmasına neden olmaktadır. Su ihtiyacını karşılamak için suyun bol olduğu yerlerden az olduğu yerlere taşınması ve su biriktirme haznelere oluşturulması gibi önlemler alınabilir. Fakat en etkili yol suyun geçmişteki davranışını inceleyip gelecekteki davranışını tahmin etmektir. Zaman içerisinde su miktarındaki değişimin bilinmesi depolanan ve depolanacak suyun daha dikkatli olarak kullanılmasına ve planlanmasına yardımcı olacaktır.

Küresel iklim sistemleri atmosferin oluşumundan bu yana kendi doğal değişkenliği içinde zamansal ve alansal olarak değişme eğilimi içinde bulunmuştur. Küresel iklim sistemlerindeki doğal değişkenlik bileşenlerine 19. yüzyılın ortalarında sanayi devriminden sonra, ilk kez insan etkinlikleri de katılmış ve etkili olmaya başlamıştır. Yerkürenin radyasyon dengesi, özellikle sanayi devriminden bu yana doğal sera etkisini kuvvetlendiren fosil yakıt yakılması, sanayi süreçleri, arazi kullanımı değişiklikleri ve ormanların yok edilmesi gibi çeşitli insan etkileri neticesinde atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin önemli düzeyde artmasıyla radyasyon dengesi bozulmaya başlamıştır (Özel, 2004).

Türkiye, küresel ısınmadan kaynaklanan değişimlerle özellikle su kaynaklarının azalması, tarım ürünlerinden elde edilecek verim düşüklüğü, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuzluklarla karşı karşıya kalabileceklerdir. Yapılan bilimsel araştırmalara göre de ülkemiz küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından riskli ülkeler arasından gösterilmektedir.

İklim hidrolojik çevrimi kontrol eden temel etken olduğundan, iklimde meydana gelen değişiklikler en önemli etkisini hidrolojik çevrimde göstermektedir. Bu etkilerin başlıcaları, büyük miktarda yağışın neden olduğu taşkınlar ile az yağış ve yüksek sıcaklıklara bağlı olan kuraklıklardır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün tespitlerine göre de iklimdeki bu sapmalar bir süreklilik arz etmektedir (Türkeş, 2006).

Türkiye'de yıllık ortalama yağış 643 mm olup, bu yağış yılda ortalama 501 milyar m³ suya karşılık gelmektedir. Bunun 186 milyar m³'ü yüzeysel akışa geçmektedir. Teorik veriler dikkate alınıp, sınır aşan sularda, sınır ülkelere bırakılacak su miktarı da düşünüldüğünde ülkemizde (70 milyon nüfus esas alındığında) kişi başına düşen yıllık su miktarı 3300 m³ civarında gerçekleşmektedir (DSİ, 2006).

Dünya da kabul edilen kriterler açısından bakıldığında ülkede kişi başına düşen yıllık su miktarı 10 000 m³ ve üzerinde ise bu ülke su potansiyeli açısından zengin ülke sınıfına girmektedir. Türkiye'de kabul edilen kriterler ile kıyaslandığında, 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.

Hidrolojik olarak 26 havzaya ayrılmış olan ülkemizde Meriç, Çoruh, Aras, Dicle ve Fırat havzaları sınır aşan sular kapsamına girmektedir. Bu havzaların Türkiye topraklarından kaynaklanan yıllık ortalama su potansiyelleri sırasıyla; 1.33, 6.30, 4.63, 21.33 ve 31.61 milyar m³ tür. Toplam 65.2 milyar m³ lük bu değer, ülkemizin yer aldığı coğrafi bölgenin jeopolitik durumu da göz önünde bulundurulduğunda büyük önem arz etmektedir. Birleşmiş Milletler uzmanları, 2040 yılını Türkiye için 'kritik bir yıl' olarak görmektedirler. Tahminlere göre, Suriye ve Irak da bu dönemde su sıkıntısı çekecek ülkeler arasındadır. Ayrıca bu tarihte bölge de sınır aşan nehirler yüzünden savaşların çıkabileceği de belirtilmektedir.

İklim değişikliği ve buna bağlı olan hidrolojik değişkenler hakkında doğru ve yeterli bilgi sahibi olmak, doğrudan veya dolaylı yoldan iklime bağımlı sistemlerin daha iyi planlanmasının ve yönetilmesinin ilk adımını oluşturmaktadır. Bu hüküm özellikle su temini, taşkın kontrolü ve hidroelektrik enerji üretimi amaçlarına hizmet eden su kaynağı sistemleri için geçerlidir. Bu nedenle çok sayıda araştırmacı bu konu ile ilgilenmekte özellikle gelişmiş ülkelerde bu konuda yapılan çalışmalara önemli miktarda parasal kaynak aktarılmaktadır.

Dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan araştırmalar son yıllarda yağışlarda ve akarsuların akımlarında önemli değişimler olduğunu göstermiştir. Yerkürenin iklimindeki değişimin çeşitli bölgeler düşen yağışı ne şekilde etkileyeceği konusunda güvenilir bilgiler bulunmamaktadır. Ülkemizde de yıl içinde mevsimlere göre değişen yağış akış ilişkileri yıllar arasında büyük farklılıklar göstermektedir (Türkeş, 1996). Bunun sonucu olarak suyun zamana ve miktara bağlı olarak değişen ihtiyaçların karşılanması amacı ile yönetimi büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple Türkiye’de yağışlarda ve akımlarda herhangi bir değişimin ve bunun azalan veya artan yönde olup olmadığının araştırılması gerekmektedir.

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. Akımlarda trend bulunması gelecek için verilecek kararları önemli ölçüde etkileyecektir.

Bir büyüklüğün zaman boyunca ölçülen değerlerinde anlamlı bir azalma veya artmanın olması olarak tanımlanan trend, çeşitli testlerle incelenebilmektedir. Türkiye’yi kapsayan temel trend çalışmalarının literatür incelemesinin etkisi ile Türkiye coğrafyasındaki en büyük ve en önemli havzası olan Fırat Havzasında bulunan istasyonların, yıllık ortalama ve maksimum akımlarının trend analizini yapmak amacıyla, su kalitesinin kayıtlarının birçoğunda başarılı bir şekilde

kullanılmış olan ve yapılan incelemeler sonucunda en güçlü test olarak tespit edilen parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılmıştır. Ayrıca trend tespit edilen istasyonlarda Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi ile trend başlangıç yılı bulunmuş ve trend eğimleri de Sen'in Trend Eğim metoduna göre belirlenmiştir. Bunu yanında daha sonra yapılacak olan çalışmalar için, ortalama, maksimum, minimum akımlar ve sıcaklık verilerinin trend analizini yapmakta kullanılacak bilgisayar yazılımı "Trend Analysis for Windows", Delphi 7.0 programlama dili kullanılarak hazırlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Berryman ve ark. (1988), su kalitesi değişkenlerinin trend analizinde; lineer trendler için 12 (Kendall, Spearman, Intrablock testler vb.), sıçrama trendleri için 7 (Medyan, Mann-Whitney, Kolmogorov-Smirnov, vb.) ve çoklu sıçrama türü trendler için de 3 farklı parametrik olmayan test hakkında bilgi vermişlerdir (İçağa,1994). Bu testler içerisinde, mevcut dataların içsel bağımlılık ve mevsimsellik gibi yapısal özellikleri dikkate alınarak, en uygun olanının seçileceği ifade edilmiştir.

Erdoğan (1989), Türkiye nehirlerinin yıllık akım gözlemlerinin ortalamadan sapma ölçüsüne göre Türkiye’de oluşan hidrolojik kuraklık olaylarını incelemiştir. Erdoğan (1989), 1938-88 yıllarındaki gözlem süresince sadece 1973 su yılında Türkiye’nin tüm nehirlerinde su eksikliğin oluştuğunu belirlemiştir. Ayrıca aynı çalışmada Türkiye’de şiddetli ve sürekli bir kuraklığın sadece 1970-1974 yılları arasında oluştuğu ifade edilmiştir. Bu çalışmaya göre yaygın kuraklıklar 1954-1955, 1950-1961 ve 1972-1973 yıllarında oluşmuş ve sadece 1972-1973 kuraklığı tüm Türkiye’ye yayılmıştır. Sonuç olarak 50 yıllık gözlem süresince tüm Türkiye’yi etkileyen şiddetli ve sürekli bir su eksikliği (hidrolojik kuraklık) 1970’li yılların başlarında olmuştur.

Arseni-Papadimitrio ve Maheras (1991), yaptıkları bir çalışmada Akdeniz kenarındaki dört yerleşim birimini (Kudüs, Atina, Roma ve Marsilya) seçmiş ve bu bölgede (120 yıldan daha uzun süreli sıcaklık verilerini kullanarak) sıcaklıktaki değişimleri belirleyebilmek için Mann-Kendall trend testini kullanmışlardır. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre Atina dışında sıcaklıklarda ısınmaya doğru gidişatın olduğu vurgulanmıştır. Sıcaklıkta değişim başlangıç tarihleri Roma’da 1893, Kudüs’te 1920, Marsilya’da 1942 yıllarıdır.

Toros (1993), Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testini iklimsel serilere uygulamışlardır. Türkiye'yi temsilen seçilen 18 meteoroloji istasyonunda (Edirne, Zonguldak, Samsun, Göztepe, Ankara, Trabzon, Çanakkale, Kütahya, Sivas, Kars, İzmir, Elazığ, Konya, Adana, Diyarbakır, Şanlıurfa, Van, Antalya) alınan düşük ve yüksek sıcaklık ile yağış verileri incelenmiştir. Sonuçlara göre ilkbahar gece sıcaklıklarında belirgin bir trend bulunamazken gece ile gündüz sıcaklıklarındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırılınca, Türkiye genelinde özellikle gece sıcaklığında önemli artışların olduğu görülmüştür. Yağış verilerinde de trend bulunamamıştır ancak mevsimsel olarak toplam yağışlarda kış aylarında bir azalma, ilkbaharda ise artma eğilimi gözlenmiştir.

İçağa (1994), Berryman ve arkadaşlarının (1988) önerdikleri trend analiz metotlarını, Gediz Havzası su kalitesi gözlemlerine uygulamış ve 1979-1989 yılları arasındaki trendi tespit etmiştir.

İçağa ve Harmancıoğlu (1995), Yeşilirmak Havzası'nda 1979-1984 yılları arasındaki su kalitesi ölçümlerinin yapıldığı 10 istasyona Spearman'ın Rho testi, Mevsimsel Mann-Kendall testi, Mann-Whitney testi ve Kruskal-Wallis'h testini uygulamışlar ve anlamlı trendler belirlemişlerdir.

Zaman serilerindeki iç bağımlılık Mann-Kendall testi ile yapılan trend testini etkilemektedir. Bununla ilgili (Von Storch, 1995) ile (Yue ve Wang, 2002) yapmış oldukları çalışmalarda iç bağımlılığın etkisini gidermek için ön ayıklama (pre-whitening) yöntemi üzerinde çalışmışlar ve bu etkiyi trend üzerinde herhangi bir değişme olmadan kaldırmayı başarmışlardır.

Türkiye için yapılan trend analizi çalışmaları, çoğunlukla sıcaklık ve nadiren de yağış alanlarında odaklanmış, Türkeş ve ark. (1995), 1930-1992 yılları arasında Türkiye'deki her bir meteorolojik istasyon ve her bir coğrafi bölgenin uzun süreli ortalama sıcaklıklarındaki trendleri ve ani değişimleri belirlemek için parametrik olmayan çeşitli testler kullanmışlar ve bölgesel ortalama sıcaklık serilerini kullanarak

iklimin doğu Anadolu'da ısınma, özellikle Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ise soğuma eğiliminde olduğunu bulmuşlardır.

Türkeş (1996), Türkiye'deki yıllık yağış verilerinin uzaysal ve zamansal karakteristiklerini açıkladığı çalışmasında, 91 istasyonun 1930-1993 periyodundaki aylık yağış toplamlarını kullanmıştır. Mann-Kendall testlerine göre alan ortalamalı yağış serilerinin çoğunda negatif test istatistiği bulunmuş ve %90 önem seviyesinde Karadeniz ve Akdeniz bölgelerindeki yağış anomalileri azalan trendler göstermişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, önemli azalan trendlerin çoğunun 20-25 yıl boyunca meydana gelen ani azalmaların sonucu olarak ortaya çıktığı da belirtilmiştir.

Kadıoğlu (1997), Türkiye'deki 18 meteorolojik istasyonda 1939-1989 yılları arasında ortalama yıllık sıcaklık kayıtlarının trendlerini incelemiş ve önemsiz artış trendleri bulmuştur. Ayrıca uzun süreli trendlerin varlığına karar vermek için Türkiye'deki yüzey hava sıcaklığı verilerinin yetersiz olduğu da belirtilmiştir. Farklı olarak Tayanç ve ark. (1997), çoğunlukla Türkiye'nin kuzeyinde ortalama sıcaklıklarda istatistiksel olarak önemli soğumalar ve geniş kentsel bölgelerdeki ortalama sıcaklıklarda belirli artışlar bulmuşlardır.

Kothyari ve ark. (1997), Hindistan'ın Ganga Havzası'na ait 3 istasyondaki yağış ve sıcaklık rejimlerinin değişimlerini belirlemek için muson yağışları, muson mevsimindeki yağmurlu gün sayıları ve yıllık maksimum sıcaklık verilerine Mann-Kendall testini uygulamışlardır. Analize göre yıllık maksimum sıcaklıklardaki artışın ve toplam muson yağışları ile muson mevsimindeki yağmurlu gün sayılarındaki azalmaların 1960 yılının ikinci yarısından sonra gerçekleştiği belirtilmiştir.

Kalaycı ve Kahya (1998), son yıllarda yüzey suyu kalitesinin trendlerini tespit etmek için bazı parametrik olmayan testler tasarlamıştır. Klasik parametrik testlerdeki normalite, lineerlik ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genellikle tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır. Aynı zamanda su kalitesi trend analizinde istatistiksel testlerin uygulanması, eldeki zaman serisinin çoğunlukla eksik değerli ve kısıtlı verilerden oluşması yanı sıra kalite parametresinin akım debisi ile

ilişkisi ve mevsimsellik gibi bazı problemlerden dolayı daha da karmaşık hale gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall, Mevsimsel Kendall, Mann-Whitney ve Kruskal-Wallis'h gibi bazı parametrik olmayan testlerin kullanımlarının parametrik testlere göre daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Susurluk Havzası'nda 1970-1994 yılları arasında su kalitesi verilerinde lineer trend tespit edebilmek için seçilen 4 istasyona Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall testlerini uygulamışlardır. Debi ve sediment konsantrasyonunda azalan; su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, sodyum, potasyum, kalsiyum+magnezyum, bikarbonat ve klorit konsantrasyonlarında artan trend bulunmuştur. Karbonat, pH, sülfat organik madde ve bor konsantrasyonunda trend bulmuşlardır.

Moreas ve ark. (1998), Brezilya'nın güneydoğusundaki nehir havzasının 1947-1991 yılları arasındaki akım ve yağış kayıtlarına Mann-Kendall trend testini uygulamışlar ve havza genelindeki yağışlarda önemli artan trendler, 8 akım gözlem istasyonunun yarısında ise önemli azalan trendler bulmuşlardır.

Serrano ve ark. (1999), Iberian Peninsula'daki 40 istasyona ait 1921-1995 yılları arasındaki aylık ve yıllık toplam yağışlara Mann-Kendall testini uygulayarak trend olup olmadığını araştırmışlardır. Yıllık yağışlar için 34 istasyonda herhangi bir trend bulunamazken 5 istasyonda %95 önem seviyesinde azalan, sadece 1 istasyonda da artan trend tespit edilmiştir. Aylık toplam yağışların trendini belirlemek için her bir ayda incelenmiş ve sonuç olarak sadece mart ayı için 21 istasyonda azalan yönde trend tespit edilirken diğer aylar için herhangi bir trende rastlanmamıştır.

Yılmaz (1999), çalışmasında Doğu Karadeniz havzasındaki iklim trendlerini ve olası etkilerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Oluşan değişimlerin belirlenebilmesi için havza genelinde Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ)'nin işlettiği 13 istasyonuna ait 13 toplam yağış, 12 ortalama sıcaklık, 3 toplam buharlaşma ve 3 toplam açık günler verileri ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ)'nin işlettiği 9 istasyonuna ait akım verileri analiz edilmiştir. Önce, verilerin homojen olup olmadığı, Wald-Wolfowitz dizisel korelasyon ve Swet-Eisenhart gidişler sınamaları

ile kontrol edilmiştir. Sonra, homojen olduğu belirlenen veriler, en küçük kareler regresyon ve Mann-Kendall sıra korelasyon yöntemleri ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda, havzanın ortalama sıcaklıklarında belirgin bir azalma eğilimi olduğu, toplam yağış değerleri havzanın kıyı bölümü boyunca azalırken, havzanın yüksek bölümlerinde arttığı belirlenmiştir. Sıcaklığın dışındaki iklimsel verilerde anlamlı eğilimin olmadığı, sıcaklık verilerindeki azalma eğilimleri ise, yerel hava kirleticilerinin ve bölgesel sülfat aerosollerinin yerel soğutma etkileri ile bağlantılı olabileceği belirtilmiştir

Ceylan (1999), çalışmasında, Yeşilirmak havzası sınırları içerisinde bulunan en az 30 yıllık gözlemleri olan DMI, EİEİ ve Devlet Su İşleri (DSİ) kurumlarına ait 24 değişik istasyonun yıllık bazda ortalama sıcaklık, toplam yağış, ortalama akım, toplam buharlaşma, ortalama güneşlenme süreleri, bulutlu ve kapalı geçen gün sayıları gibi iklimsel özellikleri karakterize eden altı ayrı iklim elemanının, 1930-1997 yılları arasında gözlenmiş 43 adet iklim serisi analiz edilmiştir. Bu seriler ilk önce homojenlik testine tabi tutulmuş ve daha sonra trend analizleri yapılmıştır. Homojenlik testinde gidişler (Swet-Eisenhart) sınaması, trend analizinde en küçük kareler yöntemi ve Mann-Kendall mertebeli korelasyon istatistiği yöntemleri kullanılmıştır. Havza genelinde ortalama sıcaklıklarda belirgin bir azalış, toplam yağışlarda artış, ortalama akımlarda artış, toplam buharlaşmalarda azalış ortalama güneşlenme sürelerinde azalış ve bulutluluk verilerinde eğilimlerin bölgesel olarak değiştiği tespit edilmiştir.

Douglas ve ark. (2000), Amerika'daki ortalama 48 yıllık veriye sahip 1571 istasyonun taşkın verilerine uyguladıkları Mann-Kendall testine göre istatistiksel olarak önemli trendler belirleyememişlerdir. Düşük akımlarda ise ülkenin batısındaki geniş bir alanda ve üç küçük bölgede önemli artan trendler göstermiş ve bu trendlere yağıştaki artışın sebep olduğu belirtilmiştir.

Zhang ve ark. (2001), Kanada'daki 243 istasyona ait 11 hidroklimatik değişkene Mann-Kendall testini uygulamışlar ve 30, 40 ve 50 yıllık periyotlar için yıllık ortalama akımların genellikle ülkenin güneyinde ve aylık ortalama akımların özellikle Ağustos ve Eylül aylarında azaldığı, Mart ve Nisan aylarında ise önemli

artışların olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, kayıt uzunluğu olarak 30 yılın oldukça uygun olduğu ve yıllık ortalama akımdaki azalmanın ortalama sıcaklıktaki artıştan ve yağıştaki azalmadan kaynaklandığı da belirtmişlerdir.

Kosif (2001), Samsun ilinde iklim trendlerini araştırmış ve çalışmada Mann-Kendall sıra korelasyon testi ile en küçük kareler yöntemini kullanmıştır. Çalışma sonucunda ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama akım gözlemlerinde artan yönde, bulutluluk gözlemlerinde ise azalan yönde trend belirlemiştir.

Bun ve Elnur (2002), minimum kayıt uzunluğu 25 yıl olan Kanada'daki 248 istasyonun 18 değişkenine Mann-Kendall testini uygulamışlar ve 1940-1997, 1950-1997, 1960-1997 ve 1970-1997 periyotlarında belirlenen trendler için önem seviyesini % 90 almışlardır.

Bayazıt ve ark. (2002), Türkiye akarsularının özellikle düşük akımlarında Trakya, Batı, Güney ve Orta bölgelerde anlamlı bir azalma izlendiğini ortaya koymuşlardır. Bu azalma, yıllık ortalama akımlar ve taşkınlarda, daha küçük oranlarda olsa da, mevcut olduğu akımların zaman içinde değişme eğilimi ile ilgili olarak elde edilen bu sonuçların, su yapılarının planlanma ve işletme çalışmalarında göz önünde tutulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Türkeş ve ark. (2003), Türkiye'deki 70 istasyona ait yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklardaki değişimleri araştırmış ve trend değişimlerinin belirlenmesi için Mann-Kendall testini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, yaz minimum sıcaklıkları, ilkbahar ve sonbahar minimum sıcaklıklarından genel olarak daha büyük oranda ısındığı, ilkbahar ve yaz minimum sıcaklıklarının ısınma oranları ise, ilkbahar ve yaz maksimum sıcaklıklarındakilerden genel olarak daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir. Yıllık, ilkbahar ve yaz sıcaklıklarındaki anlamlı artma eğilimleri dikkate alındığında, gece ısınması oranları, genel olarak büyük Akdeniz iklim tipi ile tanımlanan Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde daha kuvvetli olduğu belirlenmiştir.

Özel (2004), Türkiye'deki 26 havzada aylık ortalama akımlarda trend olup olmadığı araştırılmış, trend tespitinde, Spearman'ın Rho, Sen'in T, Mevsimsel Kendall ve Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testleri, trend eğimini belirlemek için ise Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda trend tespit edilen istasyonlarda eğimin çoğunlukla azalan yönde olduğu ve bunun ülkenin batı bölgesinde yoğunlaştığı görülmüştür. Mart ayı en fazla azalan trend tespit edilen ay olurken Nisan ayı trende en az rastlanan ay olmuştur. Artan trendler en fazla ağustos ayında olup çoğunlukla 1980'li yıllar trend başlangıç yılları olarak tespit edilmiştir.

Yıldız ve ark. (2004), Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarının zamana göre değişimi incelenmiş ve akımlardaki trendin hidroelektrik santrallerin enerji üretimine etkileri araştırmışlardır. 26 havzanın 24'ündeki 104 akım gözlem istasyonunun ait günlük ortalama, maksimum ve minimum akım verileri kullanılmış ve çalışma sonucunda, son 30-66 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların, özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazı maksimum akımlarda) anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer bölgelerde ise zamanla artan trend belirlenmiştir.

Cıgızoğlu ve ark. (2004) tarafından Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarında trend bileşeninin varlığı incelenmiştir. Çalışmada Türkiye genelindeki 26 havzanın 24 ündeki 100 civarında akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verileri incelenmiştir. Trend analizi, parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve parametrik olan t testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, son 30-60 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların özellikle ortalama ve düşük akımlarında anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer bölgelerde ise istatistik anlamda anlamlı bir trend görülmemiştir.

Angı ve Özkaya, (2004), Türkiye'nin doğal olan yüzeysel akımları ve bu akımların zaman içerisindeki değişimleri ile alansal dağılımı incelenmiştir. Havzaların yağış-akış özelliklerinin farklı olması nedeniyle 26 akarsu havzası ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonuçlar birleştirilmiştir. Veri yoğunluğunun bulunduğu 1965-2002 dönemi temel alınarak elde edilen sonuçlar ile daha az sayıda verinin

bulduğu 1941-1964 dönemine yaklaşım yapılmış ve her iki dönemin birleştirilmesi ile 1941-2002 dönemine ait Türkiye'nin yüzeysel akımları elde edilmiştir. Türkiye geneli yüzeysel akımlar, potansiyel ve kullanılabilir olmak üzere ayrı ayrı incelenmiş ve seçilen dönemler içerisinde her yıla ait değerler hesaplanmıştır.

Akyürek ve ark. (2004), Türkiye genelinde 24 havzada 107 akım gözlem istasyonundaki yıllık ortalama akımlara parametrik bir test olan t testi ile parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulayarak trend analizi yapmışlardır. Trend ayrıca bölgesel bazda incelenmiştir. Yıllık ortalama akım verilerinde her iki test için de incelenen 107 istasyonun 31 tanesinde trend bulunmuştur. Bu istasyonların buldukları bölgeler incelendiğinde genel olarak Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki istasyonlarda trendin azalma yönünde olduğu, bölgesel analizlerde ise her iki bölgede azalan yönde trend olduğu görülmüştür.

Kahya ve Kalaycı (2004), Türkiye'deki 26 havzada bulunan 83 akım gözlem istasyonundaki aylık ortalama akımlara, Sen'in t, Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, ve Mevsimsel Kendal testleri ile trend analizi yapmışlardır ve çalışma sonucunda Türkiye'nin güney ve batı bölgesinde azalan yönde , kuzey bölgesinde ise artan yönde trend belirlemişlerdir.

Yeşilata ve ark. (2004), Atatürk Baraj gölünün bölge iklimi üzerine etkisini, Şanlıurfa ve Adıyaman illerinin 30 yıllık (1972-2001) meteorolojik verileri yardımıyla araştırmışlardır. Bu amaçla seçilen 4 iklimsel değişkenin (maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ile bağıl nem) aylık ortalama değerleri, Atatürk Baraj Gölünden önceki ve sonraki 15 yıllık dönemler (1972-1986 ve 1987-2001) için karşılaştırılarak incelenmiştir. Baraj sonrasında her iki il için; yılın büyük bir bölümünde, sıcaklık ve nem değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. İklimsel verilerdeki trendi belirlemek için, baraj gölü sonrası meteorolojik verilere Lineer Regresyon yöntemi uygulanmıştır. Bu artışların bağıl nem ve maksimum sıcaklıklar için küçümsenmeyecek düzeyde olduğunu ve baraj gölü-yöre iklimi ilişkisinin hala dinamik bir şekilde devam ettiği sonucuna varılmıştır.

Birsan ve ark. (2005) tarafından İsviçre’de bulunan 48 istasyonda 3 ayrı zaman periyodundaki günlük ortalama akım değerleri üzerinde bir trend çalışması yapılmıştır. Çalışmada parametrik olmayan Mann-Kendall testi kullanılmış ve mevsimsel trend aranmıştır. Çalışma sonucunda kış ve bahar dönemlerinde artış, sonbahar döneminde ise azalan yönde trend belirlemişlerdir. Yaz döneminde ise anlamlı bir trend belirlenememiştir.

Wen ve Chen (2005) tarafından Nebraska’da 8 büyük havzada bulunan 110 istasyonda ölçülen 50 yıllık akım verileri üzerinde yapılan trend analizi çalışmasında parametrik olmayan Mann-Kendall testi kullanılmış ve batıda azalan yönde trend oluşumu, doğuda ise anlamlı bir trend olmadığı görülmüştür. Bu azalmanın yer altı sularıyla olan ilişkisi gözlenmeye çalışılmıştır.

Bulut ve ark. (2006), Atatürk Barajı’nın bölge iklimine etkisini trend analizi ile belirleme çalışmışlardır. Çalışmada trend analizi için; Lineer Regresyon yöntemi, Mann-Kendall yöntemi ve Sen yöntemi kullanmışlar ve uygulanan her üç yöntemin sonucunda; sıcaklık ve bağıl nemde artış trendi, toplam yağışta önemli bir değişim olmadığı ve rüzgar hızında azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Tonkaz ve Çetin (2006), kentleşmenin ve arazi kullanımının, güneydoğu Anadolu bölgesindeki aylık ekstrem sıcaklıklar üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Nüfus değişimi, motorlu araçların sayısı, endüstriyel ürünlerin yetiştirildiği alan, bina sayısı ve aylık ekstrem sıcaklık trendleri gibi bölgesel parametreleri belirlemek için Türkiye’nin gelişmekte olan GAP bölgesinde bir araştırma yapılmış ve 16 gözlem istasyonuna ait 27 ile 71 yıl arasında değişen, 1932-2002 yıllarını kapsayan aylık ekstrem sıcaklık dizisi kullanılmıştır. Aylık trendleri belirlemek için parametrik olmayan Mann– Kendall testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda endüstriyel ürün yetiştirilen alan arttıkça evaporatif soğuma mekanizması nedeniyle maksimum sıcaklıklarda azalma meydana geldiği, kentleşmedeki artışın ise bölgedeki minimum sıcaklıklardaki artışa neden olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Hidrolojik büyüklükler (yağış, akış) zaman içinde rasgele 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. Anlamlı bir trend olduğu gözlemlendiğinde, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi ile trend başlangıç yılı belirlenmiş ve Sen'in Trend Eğim metodu ile de trend eğimi bulunmuştur.

3.1. Mann-Kendall Testi

Mann Kendall Trend testi (Mann, 1945; Kendall, 1975) parametrik olmayan (nonparametrik) bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi; “ H_0 : trend yok” ile kontrol edilmektedir (Bayazıt, 1996). Testin uygulanacağı zaman serisi x_1, x_2, \dots, x_n de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği (S),

$$S = P - M \quad (3.1)$$

şeklinde hesaplanır.

Kendall korelasyon katsayısı τ ;

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} \quad (3.2)$$

$n \geq 10$ için varyans (σ_s), denklem (3.3)' te görüldüğü gibi hesaplanır;

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (3.3)$$

olmak üzere ;

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (3.4)$$

(3.4) denkleminde tanımlanan Z test istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa (σ_s), (3.5) bağıntısı ile hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (3.5)$$

burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_i=5$, 3 gözlem aynı değerde ise $t_2=3$ ve ayrıca değerleri aynı olan 2 gözlemlik iki grup bulunuyorsa $t_3=2$, $t_4=2$ alınacaktır.

Yukarıda anlatıldığı şekilde hesaplanan Z 'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın (EK 1) $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte, incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyükse trend olduğu ve S değeri pozitif ise artan yönde, negatifse azalan yönde olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca verilerin belirli bir dağılıma uyması zorunluluğu aranmadığı için özellikle kullanışlıdır (Yu ve ark. 1993).

3.2. Spearman'ın Rho Testi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, lineer trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir testtir. Sıra istatistiği olan R_{x_i} verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir. Gözlem serisi $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan H_0 hipotezine göre x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır, H_1 hipotezine göre ise x_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) değerleri zamanla artar veya azalır. Spearman'ın Rho testi istatistiği (r_s), (3.6) bağıntısı ile hesaplanır (Kahya ve Kalaycı, 2004),

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \quad (3.6)$$

$n > 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım tabloları kullanılır. (İçağa, 1994). Bunun için r_s 'nin test istatistiği (Z), denklem (3.7) 'de görüldüğü gibi hesaplanır,

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (3.7)$$

eğer $|Z|$ değeri, α önem seviyesinde standart normal dağılım tablolarından tespit edilen $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır. Standart normal dağılım tablosu EK 1 de verilmiştir.

3.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi

Parametrik olmayan bu test, uygulanan seride zamanla artma veya azalma olduğunu bulmak için kullanılır. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken trendin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir.

Hidro-meteorolojik zaman serisinde sol taraftan başlayarak veriler x_i , teker teker göz önünde bulundurularak veri yerine kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılır. Bu sayıya n_i dersek x_i veri değerleri bunlarla yer değiştirerek tam sayılı bir örnek fonksiyon elde edilir.

Bu tam sayıların ardışık toplamlarını, t_i ile gösterirsek yöntemi sınamak için gerekli büyüklük olan (t) , (3.8) bağıntısı ile hesaplanır;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (3.8)$$

bunun ortalaması $E(t)$;

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (3.9)$$

varyansı $\text{var}(t)$

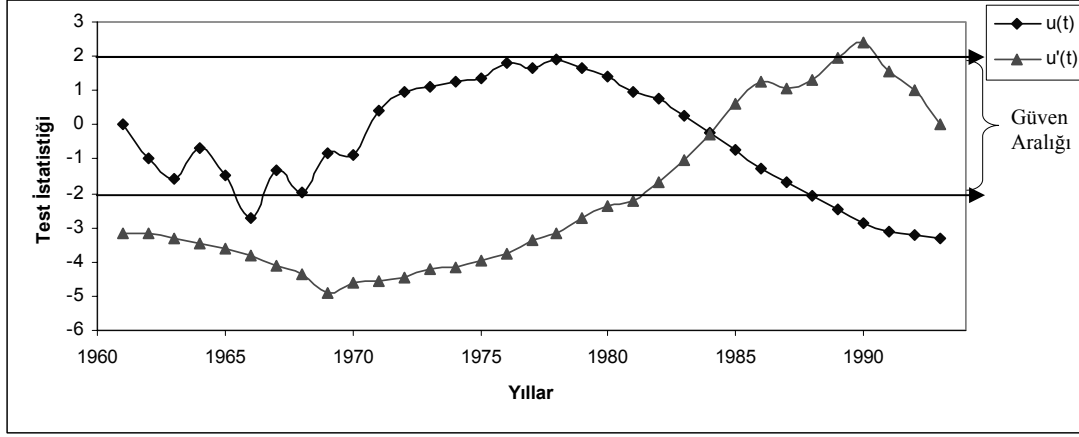
$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (3.10)$$

$u(t)$ fonksiyonu ise (3.11) denklemi ile belirlenir (Sneyers, 1990).

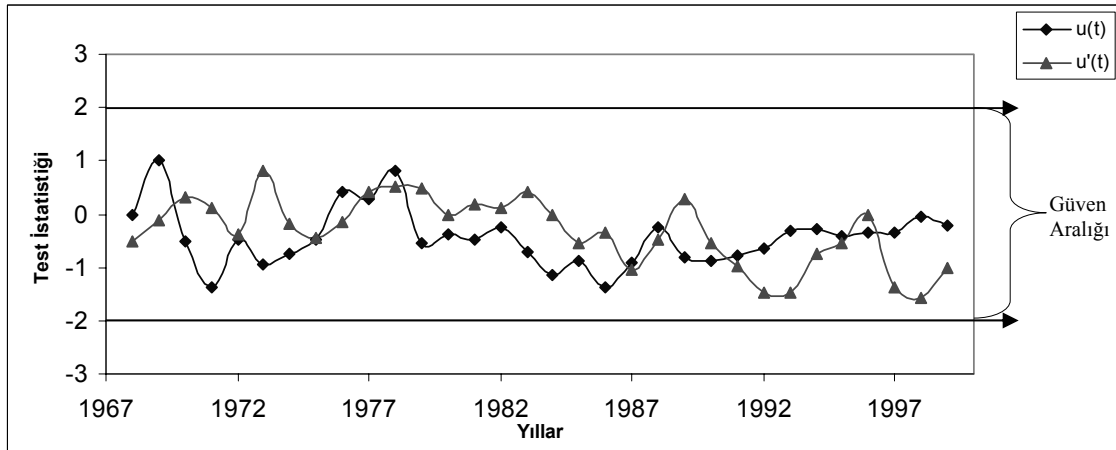
$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var } t}} \quad (3.11)$$

Zamanla bir değişim yok varsayımı, $u(t)$ 'nin sifıra yakın değerleri ile ifade edilirken $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişiminin olduğunu gösterir. $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin %95'lere ulaştığını gösterir. $u'(t)$ ise seri içinde geri yönde $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. Grafikselsel olarak $u(t)$ ve $u'(t)$, değişimin başladığı yer ile kuvvetini gösterirler. $u(t)$ ile $u'(t)$ 'nin grafikselsel olarak kesiştikleri nokta trendin başladığı zamanı gösterir (Şen, 2002). Şekil 3.1 trend

olması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiğini ve Şekil 3.2 trend olmaması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiğini örnek olarak göstermektedir.



Şekil 3.1. Trend olması durumunda $u(t)-u'(t)$ grafiği



Şekil 3.2. Trend olmaması durumunda $u(t)-u'(t)$ grafiği

3.4. Sen'in Trend Eğim Metodu

Sen (1968), tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer lineer bir trend mevcut ise gerçek eğim (birim zamandaki değişim) için veri hatalarından veya ekstremum değerlerden etkilenmeyen, eksik değerlerin bulunduğu kayıtlara uygulanabilen parametrik olmayan bir metot kullanılabilir. (Yu ve ark, 1993). Burada önce j ve k zamanlarındaki veriler x_j ve x_k olmak üzere ($j > k$ şartı ile)

$$N=n(n-1)/2 \quad (3.12)$$

adet olmak üzere Q_i parametresi;

$$Q_i = (x_j - x_k)/(j - k) \quad (i = 1, \dots, N) \quad (3.13)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntı yardımı ile tüm Q_i değerleri hesaplanır ve küçükten büyüğe doğru sıralanır. Bu N adet Q_i değerlerinin medyanı Sen'in eğim estimatoru, yani söz konusu lineer trend eğim parametresini tahmin etmek için ilgili bir istatistiktir. N sayısının tek olması durumunda ;

$$Q_{medyan} = Q_{(N+1)/2} \quad (3.14)$$

eşitliği, çift olması durumunda ise,

$$Q_{medyan} = \frac{Q_{(N)/2} + Q_{(N+2)/2}}{2} \quad (3.15)$$

eşitliği kullanılarak, ilgili gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur.

3.5. Korelasyon

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).

Normal dağılmış X ve Y değişkenleri için n elemanlı (x_i, y_i) çiftlerinden oluşan örnekten r korelasyon katsayısı;

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{(x_i - \bar{x})}{s_x} \frac{(y_i - \bar{y})}{s_y} \right) \quad (3.16)$$

şeklinde hesaplanır (Bayazıt, 1996).

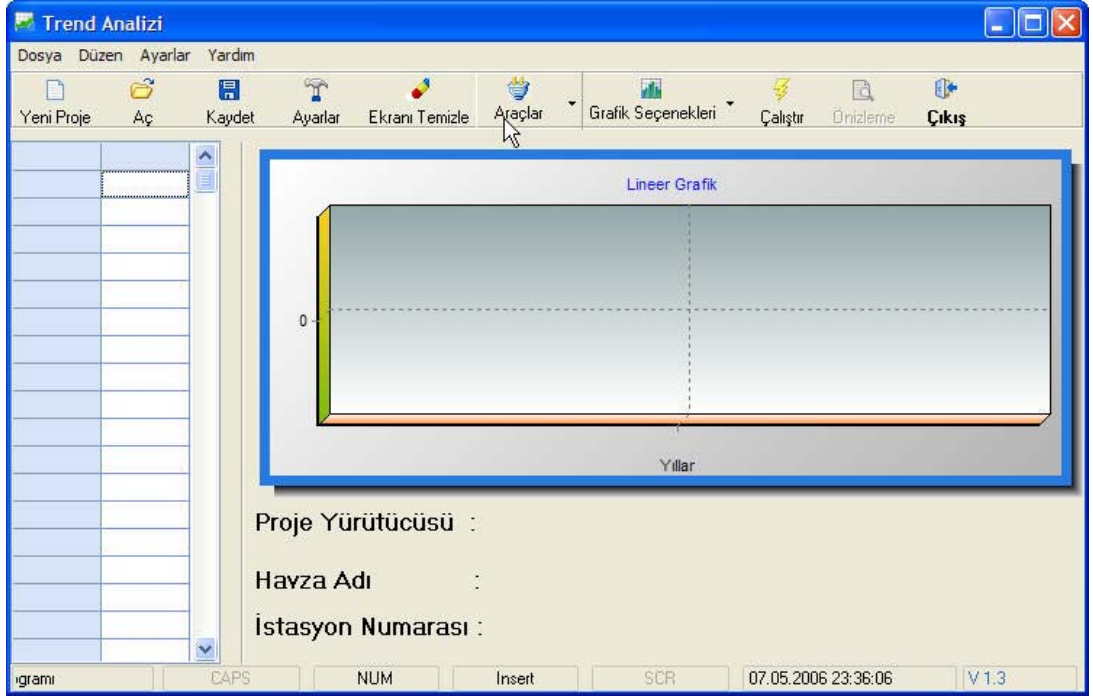
r 'nin değeri -1 ile 1 arasında değişebilir. Mutlak değerin 1 olması iki değişken arasında fonksiyonel bir ilişki bulunduğunu, 0 olması ise değişkenlerin bağımsız olduğunu gösterir. r 'nin mutlak değeri 0'dan 1'e doğru büyüdükçe ilişki kuvvetlenir. r 'nin eksi işaretli olması değişkenlerden birinin artmasıyla diğ erinin azaldığını gösterir. Hesaplanan r değerinin sıfırdan anlamlı derecede farklı olup olmadığını kontrol etmek için t test istatistiği denklem (3.17) ile hesaplanır,

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3.17)$$

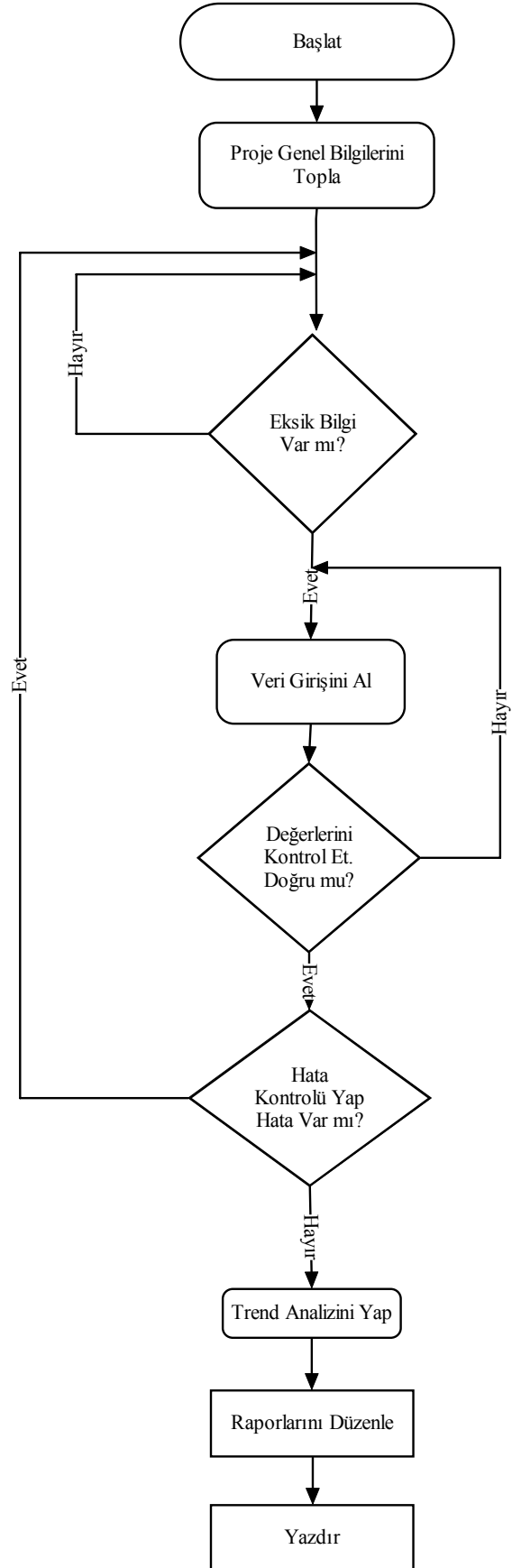
Bu şekilde hesaplanan t'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen n-2 serbestlik düzeyindeki $t_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte ve incelenen seriler arasında korelasyon olmadığı, büyükse korelasyon olduğu sonucuna varılmaktadır. t dağılımı (student) tablosu Ek 2 de verilmiştir.

3.6. Bilgisayar Yazılımı

Gelecekteki çalışmalarda kullanılmak amacıyla Delphi 7 (Borland, 2002) programlama dili ile trend bileşenin tespit etmek için bir yazılım geliştirilmiştir. Delphi yazılım dilinin özellikle seçilmesindeki ana etken, bu dilin grafik çalışmalarında daha hızlı ve esnek bir yapıya sahip olmasıdır. "Trend Analysis for Windows" adındaki bu yazılım Mann-Kendall testi, Spearman'in Rho testi, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi ve Sen'in Trend Eğim metodunu verilere uygulayıp sonucu grafik ve metin olarak vermektedir. Yazılım arabirim olarak oldukça kullanışlı tasarlanmış ve geliştirilmiştir. (Şekil 3.3). Programın akış diyagramı Şekil 3.4'te verilmiştir.



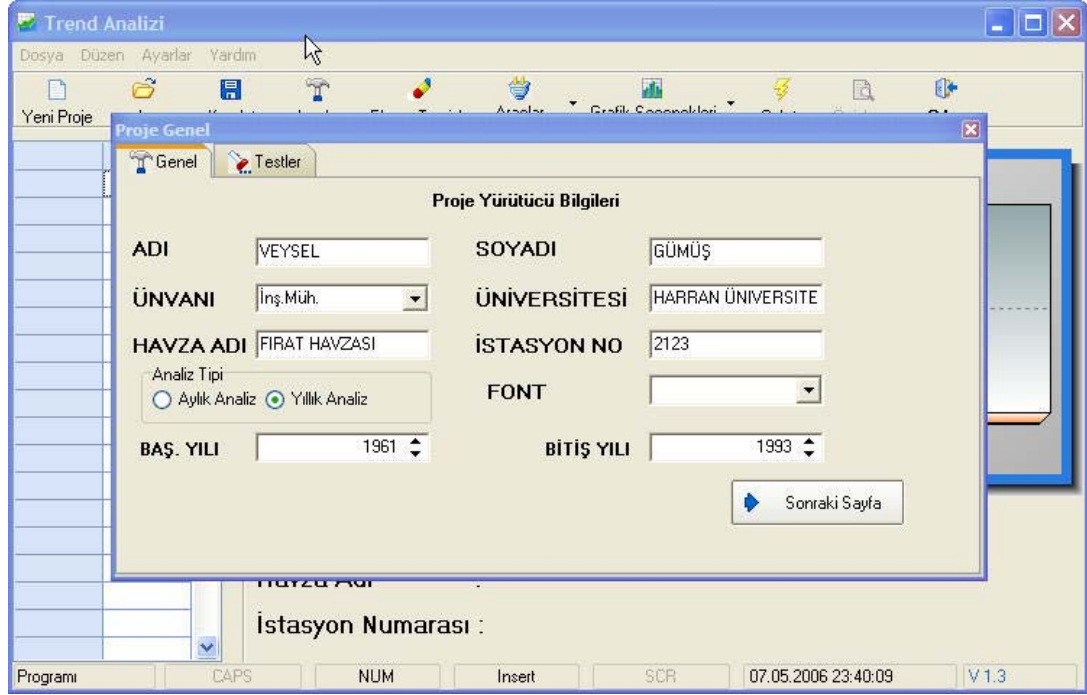
Şekil 3.3. "Trend Analysis for Windows" programının genel görünüşü



Şekil 3.4. "Trend Analysis for Windows" programının akış diyagramı

“Trend Analysis for Windows” ile yeni bir analize başlamak için;

- Temel araç çubuğundan “Yeni” sekmesi tıklanarak ayarlar(Şekil 3.5) dialoğu açılır. Ayarlar diyalogunda proje yürütücüsünün adı, soyadı, üniversitesi, analiz yapacağı havza, istasyon numarası, analizin türü(aylık veya yıllık analiz) ve analiz yapılacak istasyonun ölçüm periyodunu girmesi için gerekli kontroller bulunmaktadır.



Şekil 3.5. Proje Genel penceresi

- Gerekli bilgiler girildikten sonra “Sonraki Sayfa” butonuna tıklanarak testler diyalogunun (Şekil 3.6) açılması sağlanır.

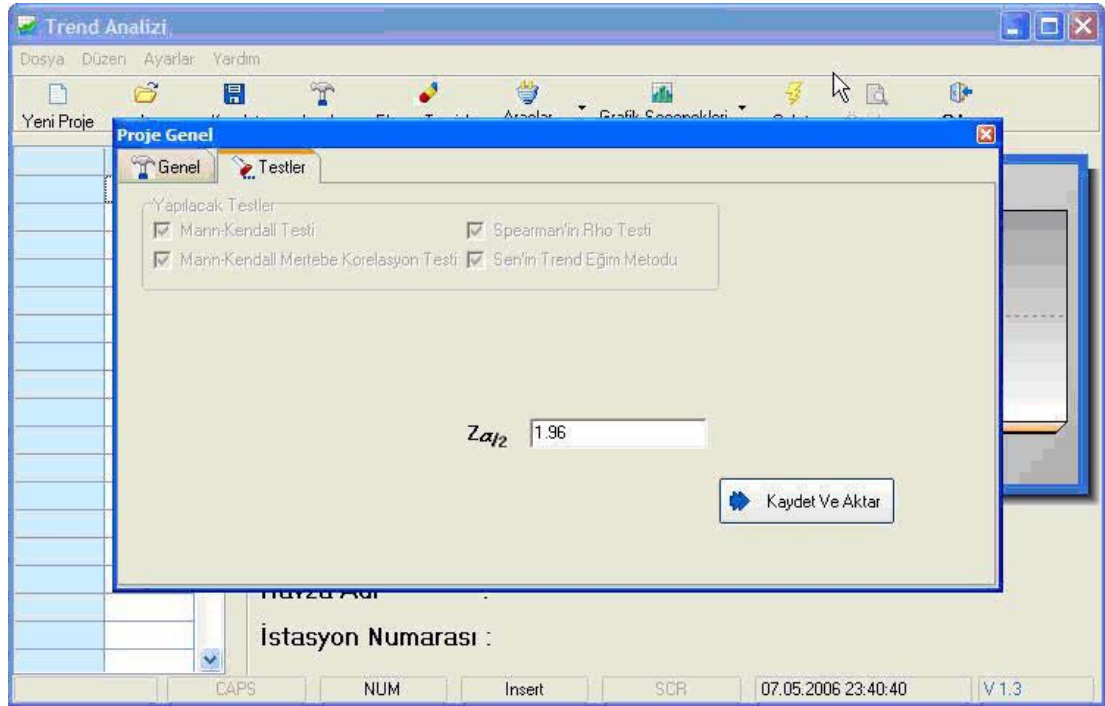
- Açılan bölümde $Z_{\alpha/2}$ değerinin girilmesi gerekmektedir, orijinal ayarlarda $Z_{\alpha/2}$ değeri “1.96” olarak alınmıştır bunun nedeni %95 güven aralığında testin yapılmasıdır. Değiştirilmesi istendiğinde Ek-1 den $Z_{\alpha/2}$ değeri alınabilir.

- Eğer tüm değerler doğru girilmişse “Kaydet ve Aktar” butonuna tıklanır ve girilen bilgiler ekrana aktarılır.

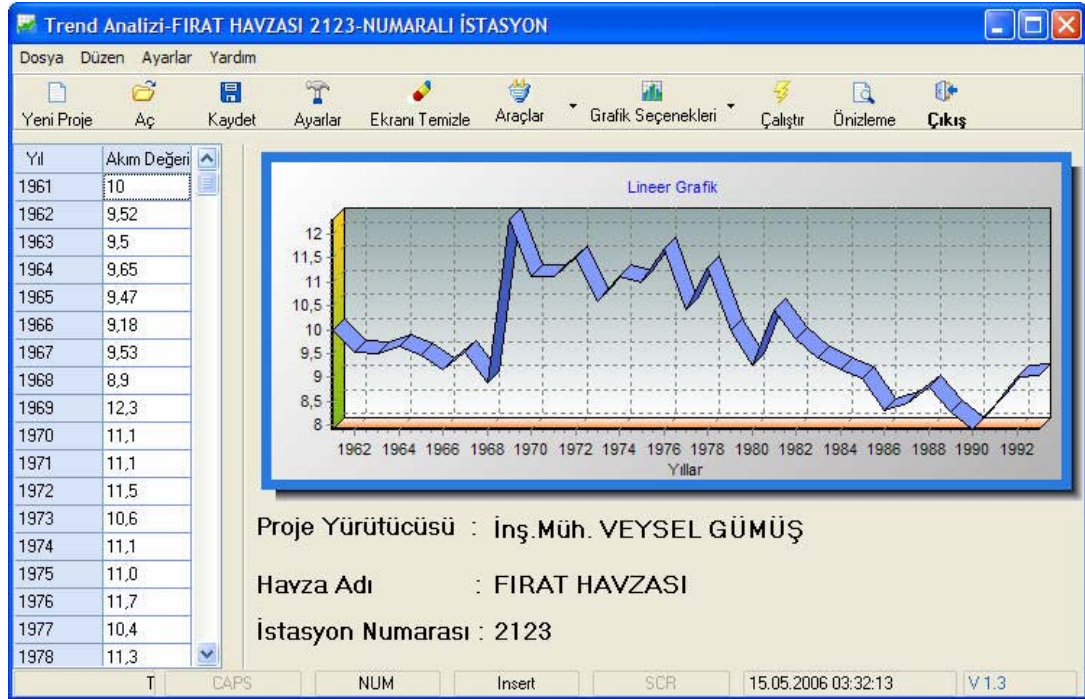
- Yürütücü ve test bilgileri aktarıldıktan sonra veriler girilir ve “Temel Araç Çubuğu”ndan “Çalıştır” butonu tıklanır. “Çalıştır” butonu tıklandıktan sonra sonuçlar hafızada yer alır, ekrandaki grafik bölümünde de orijinal ayar olarak lineer grafik gösterilir (Şekil 3.7).

- Grafiğe sağ tıklanarak ya da grafik seçenekleri butonuna tıklanarak grafiği düzenleme ya da çıktı işlemi yapılabilir.
- Önizleme butonuna tıklanarak sonuç raporlanması sağlanır (Şekil 3.8).

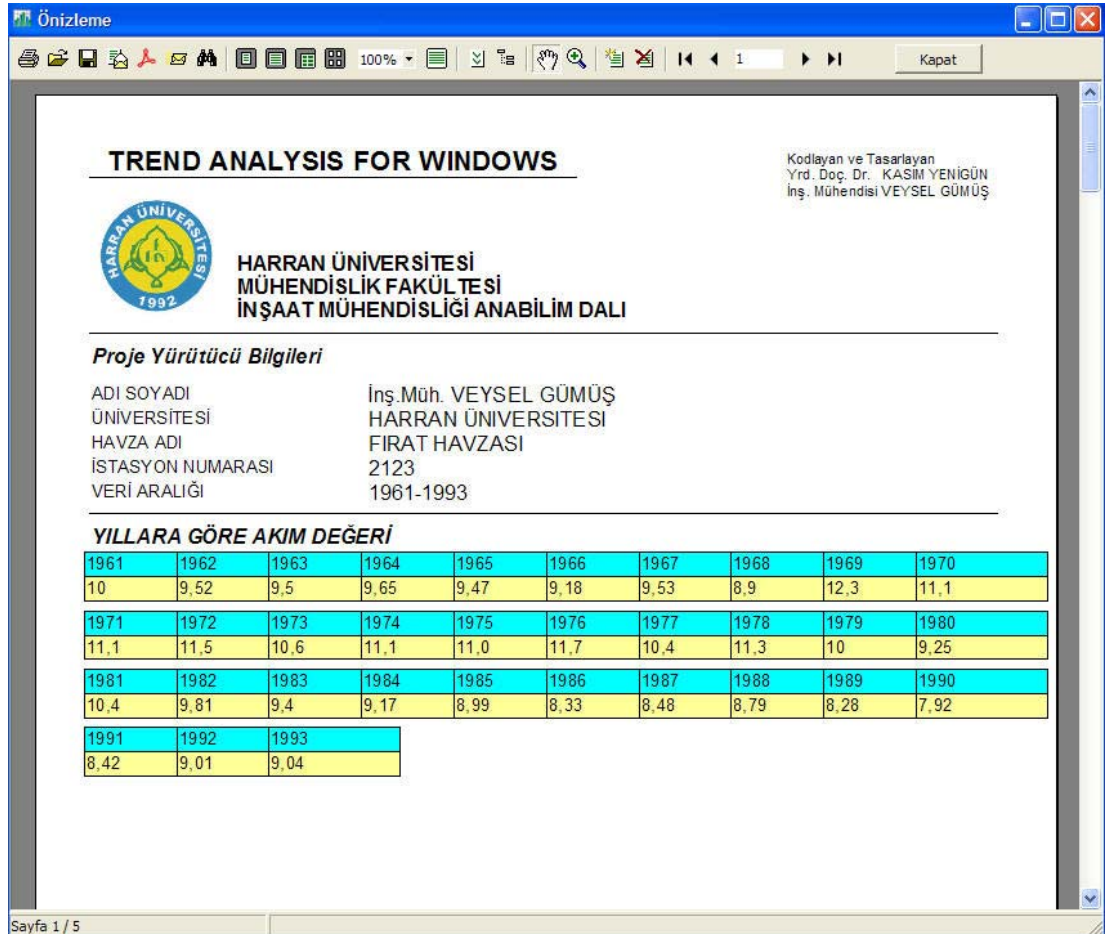
Raporun ilk sayfasında proje yürütücü bilgileri ve veriler yer almaktadır. Daha sonraki sayfalarda Mann-Kendall Meritbe Korelasyon testi verileri sonuçları, lineer grafik, trend grafiği ve son sayfada da testlerin sonuçları verilmektedir. Örnek rapor çıktısı Ek-3 de verilmiştir. Ayrıca program diğer programlarla tam uyumlu olarak tasarlanmıştır. Verileri MS Excel dosyası olarak okuma ve kayıt etme özelliğinin yanında hazırlanan raporun PDF, MS Excel, MS Word, resim (JPG, TIF) ve e-mail olarak yedeklenmesi mevcuttur.



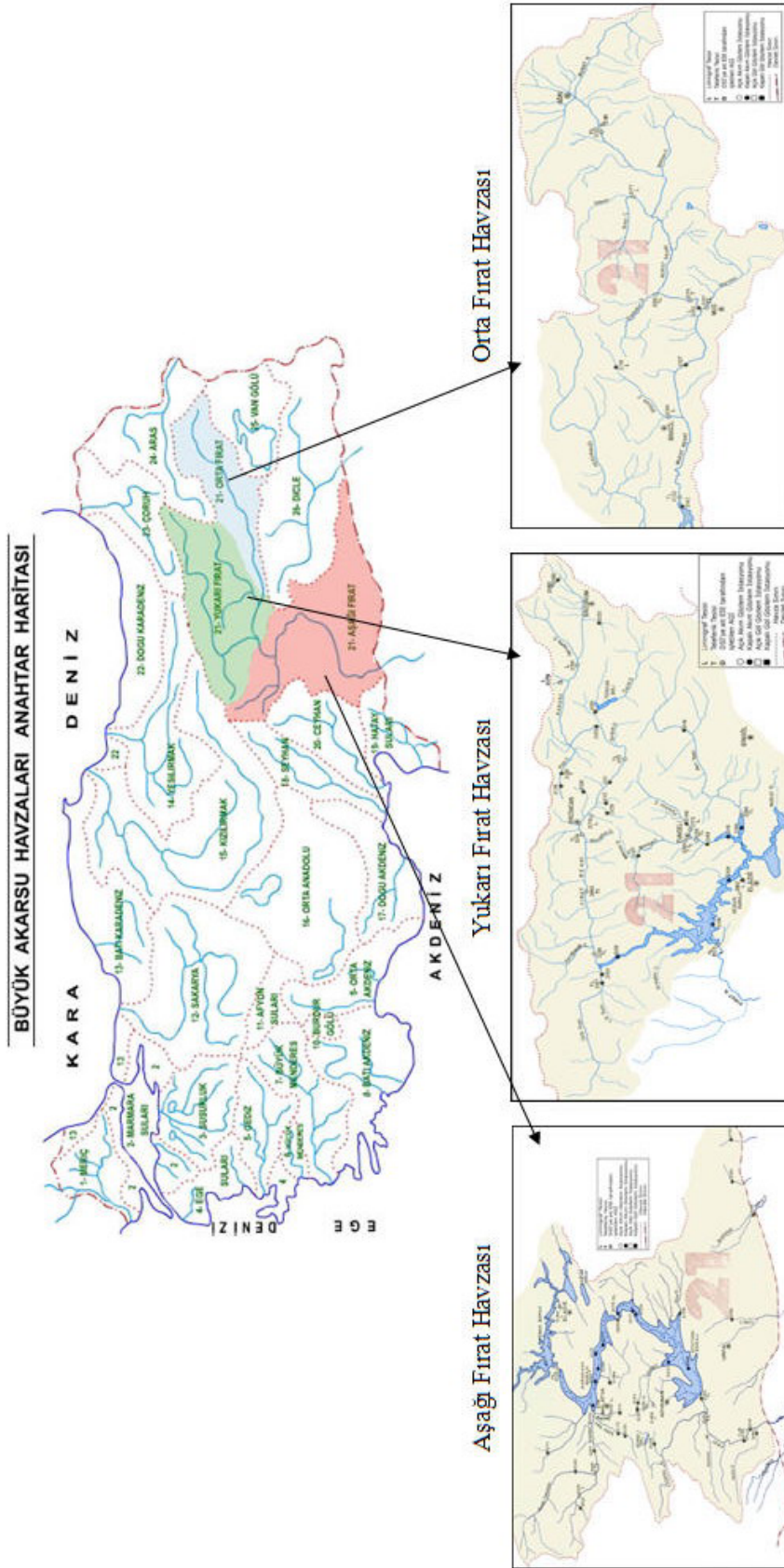
Şekil 3.6. Testler penceresi



Şekil 3.7. Çalıştır butonuna basıldıktan sonra grafikteki değişim



Şekil 3.8. Önizleme örneği



Şekil 3.9. Çalışma alanı olarak Fırat Havzası lokasyonu (EİEİ, 2006)

Çizelge 3.1. Fırat Havzası'nda bulunan istasyonlar ve özellikleri (EİEİ,2006)

AGİ NO	SU ve İSTASYON ADI	AÇ.TAR.	KAP.TAR.	ALAN (Km ²)	KOT (m)	COĞ. KOORDİNAT Boylam-Enlem(° ' ")
2101	FIRAT N.-KADIKÖY	26.07.1936	11.07.1945	77453.6	625	38 41 25D-38 25 15K
2102	MURAT S.-PALU	26.07.1936		25515.6	859	39 56 22D-38 41 49K
2103	FIRAT N.-KEBAN	03.08.1936		63873.6	698	38 43 54D-38 48 07K
2104	FIRAT N.-BAKIRHAN	08.10.1936	30.11.1938	78118.0	600	38 51 37D-38 24 00K
2105	FIRAT N.-KARAKAYA (KARAKİLİSE)	13.10.1936	01.01.1983	80421.2	540	39 10 49D-38 11 47K
2106	FIRAT N.-SARSAP	16.10.1936	30.11.1938	81898.4	500	39 10 44D-38 01 50K
2107	MURAT N.-ARDIŞEN	30.10.1936	21.05.1943	21252.4	1300	41 03 20D-38 47 44K
2108	MURAT N.-PERTEK	07.11.1936	30.04.1941	31922.8	740	39 15 30D-38 51 31K
2109	FIRAT N.-KEMALİYE	11.11.1936	15.03.1975	20687.6	810	38 30 04D-39 15 54K
2110	FIRAT N.-KÖMÜRHAN	10.12.1938	16.01.1971	78461.6	628	38 49 03D-38 26 33K
2111	DERME S.-PINARBAŞI	11.02.1943	22.12.1950	0.0	1225	38 15 21D-38 17 28K
2112	GÖKPINAR-YELKENKÖY	04.11.1945	21.07.1953	137	1450	37 18 30D-38 39 38K
2113	GİRLEVIK D.-KALECİK	22.07.1947	01.09.1953	26.0	1463	39 44 14D-39 34 23K
2114	FIRAT N.-BİRECİK	23.12.1947	16.01.1998	100915.6	337	37 58 27D-37 01 39K
2115	GÖKSU-MALPINAR	15.02.1953		3998.8	397	38 09 26D-37 29 36K
2116	MUNZUR S.-KALENDER	31.07.1953	23.07.1957	3895.2	810	39 36 22D-38 53 15K
2117	FIRAT N.-MEZRA	17.08.1953	24.03.1963	81878.0	525	39 11 55D-38 03 31K
2118	TOHMA S.-KIRKGÖZ	23.08.1953	01.10.1967	9340.4	653	38 21 00D-38 29 40K
2119	FIRAT N.-KEMAH BOĞAZI	04.09.1953		10356.0	1123	39 23 36D-39 41 00K
2120	FIRAT N.-KÖTÜR KÖP.	05.09.1953	31.01.1972	5137.2	1375	40 15 12D-39 43 55K
2121	FIRAT N.-SANSAN BOĞAZI	05.09.1953	01.08.1967	8505.6	1205	39 52 52D-39 35 22K
2122	MURAT-TUTAK	09.09.1953		5882.4	1552	42 46 49D-39 32 19K
2123	ÇAĞ ÇAĞ S.-ÇINARKÖY (ÇAĞ ÇAĞ S.-NUSAYBIN)	27.11.1953	31.01.1994	863.6	560	41 18 14D-37 11 38K
2124	TOHMA S.-YAZIKÖY	01.09.1954		1256.1	1180	37 26 33D-38 40 21K
2125	SULTANSUYU-SUÇATI	01.09.1954	30.09.1976	450.0	995	37 59 21D-38 11 49K
2126	TOHMA S.-AYVALI	04.09.1954	01.02.1962	3478.9	1125	37 40 06D-38 42 24K
2127	TOHMA S.-SAMAH	05.09.1954	30.06.1962	6174.4	825	37 50 21D-38 30 39K
2128	CİMİN D.-CİMİN	03.06.1955	10.12.1965	31.2	1467	39 42 20D-39 42 45K
2129	SAKALTUTAN S.-ERKENEK	20.08.1955	24.12.1965	45.2	1220	37 53 44D-37 55 24K
2130	PÜLÜR Ç.-SAKALIKESİK	09.08.1956	31.10.1968	290.8	1050	41 05 51D-39 50 39K
2131	BEY D.-KILAYIK	07.09.1956		277.6	925	38 12 36D-38 19 21K
2132	CULAP S.-İNCİRLİ	10.09.1956	31.10.2001	464.5	470	39 02 02D-37 09 37K
2133	MUNZUR S.-MELEKBAHÇE	31.07.1953		3284.8	875	39 31 35D-39 02 39K
2134	ABDULHARAP G.AYAĞI-ŞEREFHAN	10.07.1959	01.10.1967	106.0	1371	38 16 23D-38 03 42K
2135	BULAM Ç.-FATOPAŞA	28.09.1957		166.4	1240	38 44 49D-37 59 26K
2136	PÜLK Ç.-KOŞMAŞAT	06.10.1958	12.12.1965	85.6	1900	39 42 42D-39 53 20K
2138	BÜYÜKÇAY-GÜLEBAĞDI	28.10.1959	01.10.1971	138.0	1760	39 50 54D-39 52 06K
2139	MERCAN D.-ARKLARBAŞI	11.03.1961	31.10.1968	108.0	1385	39 36 18D-39 34 25K
2140	FIRAT N.-DUTLUCA	21.04.1961	31.01.2002	92654.0	386	38 18 37D-37 28 30K
2141	PERİ SUYU-KORUDİBİ	20.11.1961	12.09.1997	3604.4	1035	40 06 28D-39 09 13K
2142	MURAT N.-GÜLÜŞKÜR KÖP.	06.05.1962	01.09.1968	26139.6	817	39 42 57D-38 38 32K
2143	MUNZUR S.-LAZVAN	09.05.1962	01.09.1968	3496.8	890	39 30 17D-38 58 13K
2144	PERİ S.-SEYİTLİ	15.05.1962	01.11.1968	5492.0	838	39 47 03D-38 51 40K
2145	TOHMA SUYU-HİSARCIK	30.06.1962		5822.0	935	37 41 08D-38 28 32K
2146	MURAT N.-AŞVAN KÖP.	09.11.1962	01.10.1968	40720.0	710	38 53 53D-38 52 34K
2147	MUNZUR S.-DEDİKUŞAĞI	07.11.1962	01.10.1997	875.0	1195	39 17 53D-39 20 40K
2148	PÜLÜMÜR Ç.-PAH KÖP.	18.01.1963	30.09.1974	1238.4	905	39 36 38D-39 06 23K
2149	MUNZUR S.-MİSKİSAĞ	17.01.1963		1669.0	900	39 32 35D-39 06 29K
2150	ÇALTI S.-ÇALTI	28.09.1963	30.08.1968	4606.0	845	38 20 26D-39 22 21K

2151	FIRAT N.-DEMİRKAPI D.D.Y. (SANS A BOĞAZI)	13.06.1963		8185.6	1355	40 10 05D-39 34 41K
2152	MURAT N.-MUŞ	01.10.1967	30.09.1983	17773.6	1241	41 30 00D-38 52 03K
2153	FIRAT N.-FIRAT D.D.Y. KÖP.	08.11.1967	01.08.1986	77740.4	640	38 49 05D-38 26 26K
2154	KARASU-AŞAĞI KAĞDARİÇ	01.10.1968		2886.0	1675	40 45 33D-39 56 16K
2155	TUZLA D.-TERCAN KÖP.	01.03.1969	31.08.1990	2144.0	1415	40 22 41D-39 46 31K
2156	FIRAT N.-BAĞIŞTAŞ	01.10.1968		15562.0	865	38 26 55D-39 25 57K
2157	KARASU-KARAKÖPRÜ	15.11.1968		2098.4	1250	41 29 43D-38 47 02K
2158	BİNGÖL Ç.- ABDURAHMANPAŞA K.	19.11.1968		1577.6	1310	41 29 14D-39 06 30K
2159	ÇAM D.-HACIKAMİL KÖP.	17.12.1968	04.02.1993	1036.0	525	39 04 57D-37 39 21K
2160	NİZİP Ç.-DANA OĞLU	16.12.1968	25.04.1989	1020.0	365	37 56 38D-36 57 18K
2161	HABUR Ç.- CEYLANPINAR	01.07.1969	25.10.1972	2998.0	345	40 01 25D-36 50 03K
2162	FIRAT N.-ERİÇ	09.07.2003			995	38 57 08D-39 35 06K
2163	KAHTA Ç.-KAHTA	01.10.1969	01.10.1974	1687.2	480	38 39 33D-37 47 11K
2164	GÖYNÜK Ç.-ÇAYAĞZI	07.11.1968		2232.0	998	40 33 32D-38 48 06K
2165	ZERKAN Ç.-HOCAKÖY	23.11.1968	30.11.1998	490.0	445	40 30 30D-37 08 32K
2166	PERİ S.-LOĞMAR	01.11.1968		5385.8	847	39 48 50D-38 51 31K
2167	ÇALTI S.-DAZLAK	21.10.1967	07.04.1997	4288.0	890	38 15 33D-39 20 52K
2168	DUMLU Ç.-YEŞİLDERE	01.10.1972	03.06.1997	52.0	2000	41 24 36D-40 08 17K
2169	FIRAT N.-TİLLA KÖP.	25.10.1972	14.02.1975	84044.8	430	38 53 43D-37 45 05K
2170	FIRAT N.-BELKISKÖY	01.07.1973	01.10.1999	100702.4	340	37 52 09D-37 03 44K
2171	ULUDERE- HASANÇELEBİ	01.05.1976	13.04.1993	411.2	1188	37 52 56D-38 55 38K
2172	PÜLÜMÜR Ç.-BATMAN KÖP.	14.11.1977		1374.0	890	39 33 55D-39 06 20K
2173	SULTAN S.-DEDEKÖY	01.06.1976	14.01.1993	486.0	943	37 59 39D-38 14 22K
2174	MURAT N.-AKKONAK	01.10.1979		17435.1	1285	41 31 11D-39 02 29K
2175	FIRAT N.-HİNDİBABA	24.10.1982	12.11.1990	80486.0	523	39 11 21D-38 12 22K
2176	TACİK D.-MUTUBOĞAZI	01.03.1983		94.4	1225	39 52 19D-39 35 24K
2177	HİNİS Ç.-ADIVAR	28.05.1985		2995.3	1452	42 10 06D-39 13 10K
2178	GÖYNÜK Ç.-DEVECİK KÖP.	01.07.1986	04.11.1992	437.5	1579	40 51 45D-39 04 43K
2179	KOP SUYU-PIRNAKAPAN	04.10.1996		9.0	1780	40 33 44D-39 59 15K
2180	DUMLU Ç.-YEŞİLDERE	03.06.1997		52.3	1935	41 24 31D-40 08 19K
2181	ARABALI D.-TUTAK	17.06.1997		117.3	1615	42 49 35D-39 31 31K
2182	ULUÇAY - KURTDERE	12.12.1998	31.10.2001	43.5	875	39 18 03D-38 47 05K
2183	PAMUKÇAYI - KOCALI	18.12.1998		68.0	1028	38 16 46D-37 56 06K
2184	KAPIKAYA D. - KAPIKAYA	20.02.1999	31.10.2001	13.3	805	38 33 59D-38 21 55K
TOPLAM 1 AĞI SAYISI:		KAPALI AĞI SAYISI:		AÇIK AĞI SAYISI:		
83		56		27		

Fırat Havzasında EİEİ tarafından işletilmekte olan ve verisi bulunan istasyon sayısı toplam 83 tane olup bunların 56 sı kapalıdır. Fırat Havzası 127 304 km² lik yüzölçümü, 1009.87 m ortalama yüksekliği ile Türkiye'nin en büyük su havzasıdır. Fırat Havzası'na düşen ortalama yağış 540.1 mm/yıl ve ortalama yıllık akış ise 31.61 km³ tür (EİEİ,2000). Şekil 3.9' da Fırat Havzası'nın Türkiye haritası üzerindeki yeri gösterilmiştir.

3.7. Analiz İçin Kullanılan Akım Gözlem İstasyonları ve Gözlem Değerleri

Trend analizinde kullanılmak üzere, akım gözlem istasyonları ve bunlara ait gözlem değerleri incelenerek aşağıdaki temel kıstasları sağlayan istasyonlar kullanılmıştır.

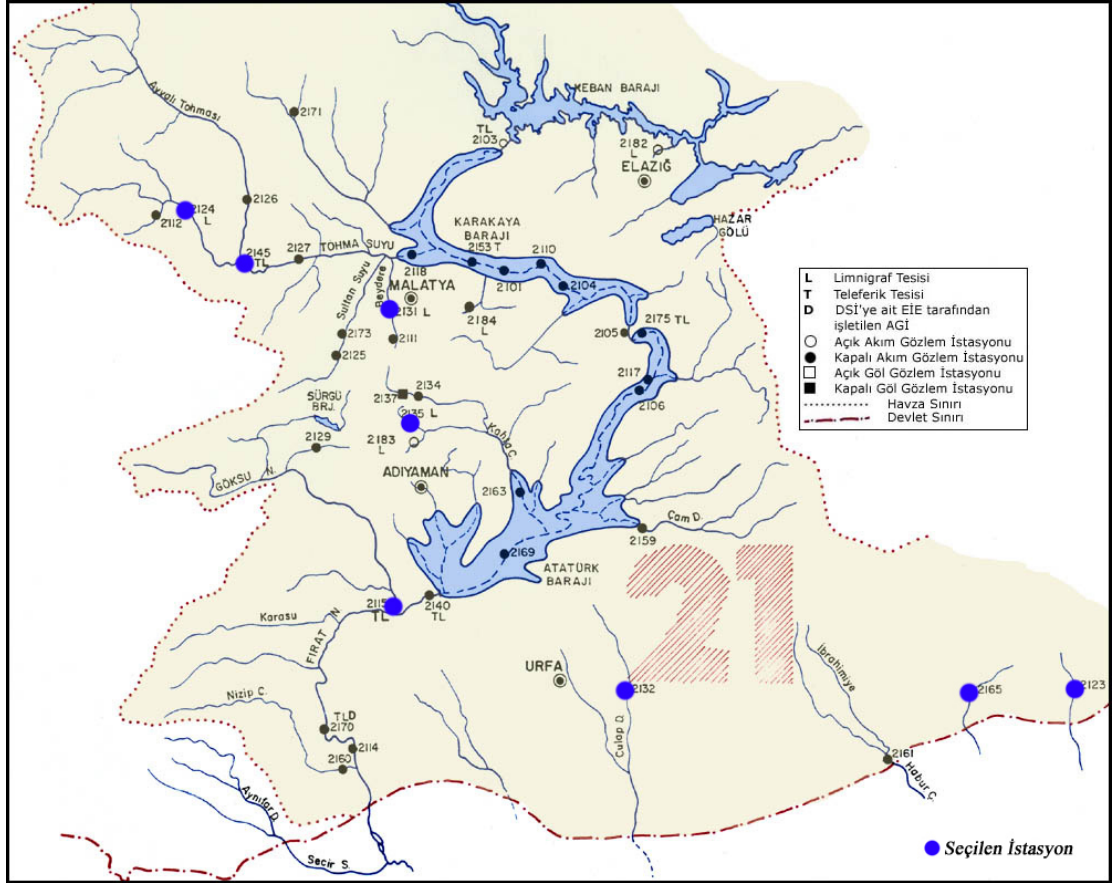
1. Veri sayısının istatistik anlamda nicelik bakımından yeterli örnek olması
2. Akım değerlerinin, hazne işletmesinden bağımsız olarak görülebilmesi için baraj çıkış noktasında bulunmaması
3. Tüm havza alanını temsil etmesi bakımından havza alanında homojen dağılmış olması
4. Gözlem yıllarında kesiklik ve düzensizlik olmaması,
5. Güncel trend değerlerini bulmak bakımından günümüze yakın verileri bulunan istasyonlar özellikle seçildi.

Bu çerçevede değerlendirilen istasyonlardan, kriterlere uygun olarak kabul edilen 22 istasyon seçilmiştir (Çizelge 3.2).

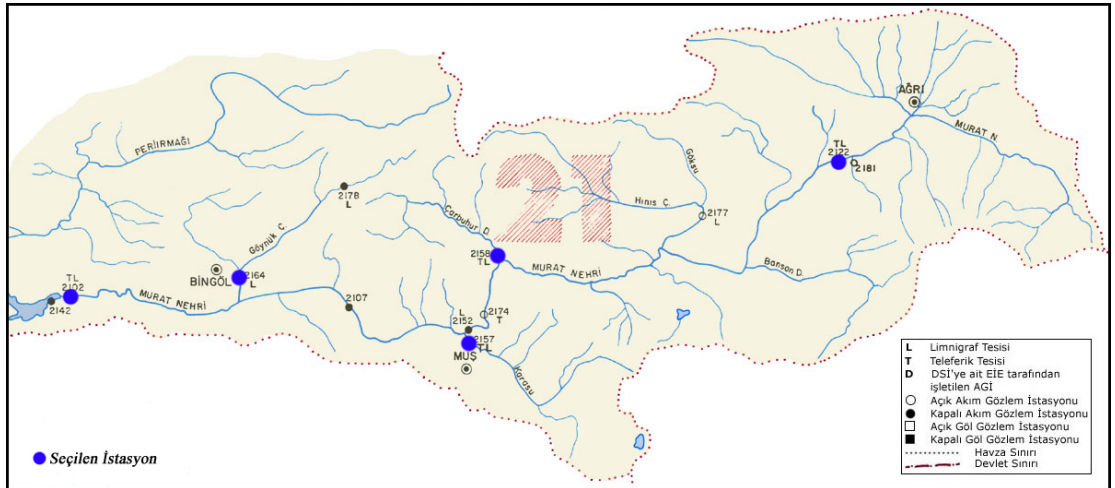
Çizelge 3.2. Analiz için seçilen AGİ'ler ve ölçüm periyotları

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-Hisarçık	(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-Demirkapı	(1964-2000)
Yukarı Fırat Havzası	2154	Karasu-Aşağıkağdarıç	(1969-2000)
Yukarı Fırat Havzası	2156	Fırat Nehri-Bağıstaş	(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)

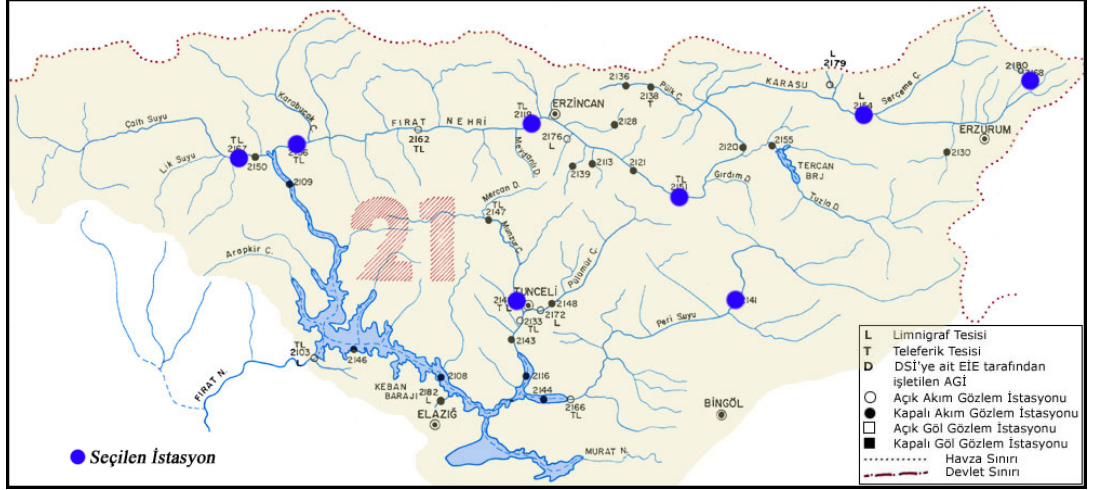
Seçilen istasyonlar Aşağı Fırat Havzası, Yukarı Fırat Havzası ve Orta Fırat Havzası haritaları üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Aşağı Fırat Havzası'nda test için seçilen istasyonlar



Şekil 3.11. Orta Havzası'nda test için seçilen istasyonlar



Şekil 3.12. Yukarı Fırat Havzası'nda test için seçilen istasyonlar

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Seçilen istasyonlara ait yıllık minimum, maksimum ve ortalama akımlara Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi, hazırlanan "Trend Analysis for Windows" programı ile uygulanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Trend analizi sonuçları

AGİ No	İstasyon Adı	Mann-Kendall			Spearman'ın Rho		
		Ort.	Min	Max	Ort.	Min.	Max
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-Hisarçık	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-Aşağıkağdarcı	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

Yapılan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testlerinin her ikisinde de ortalama akımlarda 2123 ve 2132 numaralı istasyonlarda, minimum akımlarda 2115, 2123, 2131, 2132, 2145, 2165, 2102, 2122, 2164, 2156 ve 2168 numaralı istasyonlarda anlamlı trendler gözlenmiştir. Maksimum akımlarda ise trend gözlenmemiştir. Trend gözlenen istasyonların trend başlangıç yılları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

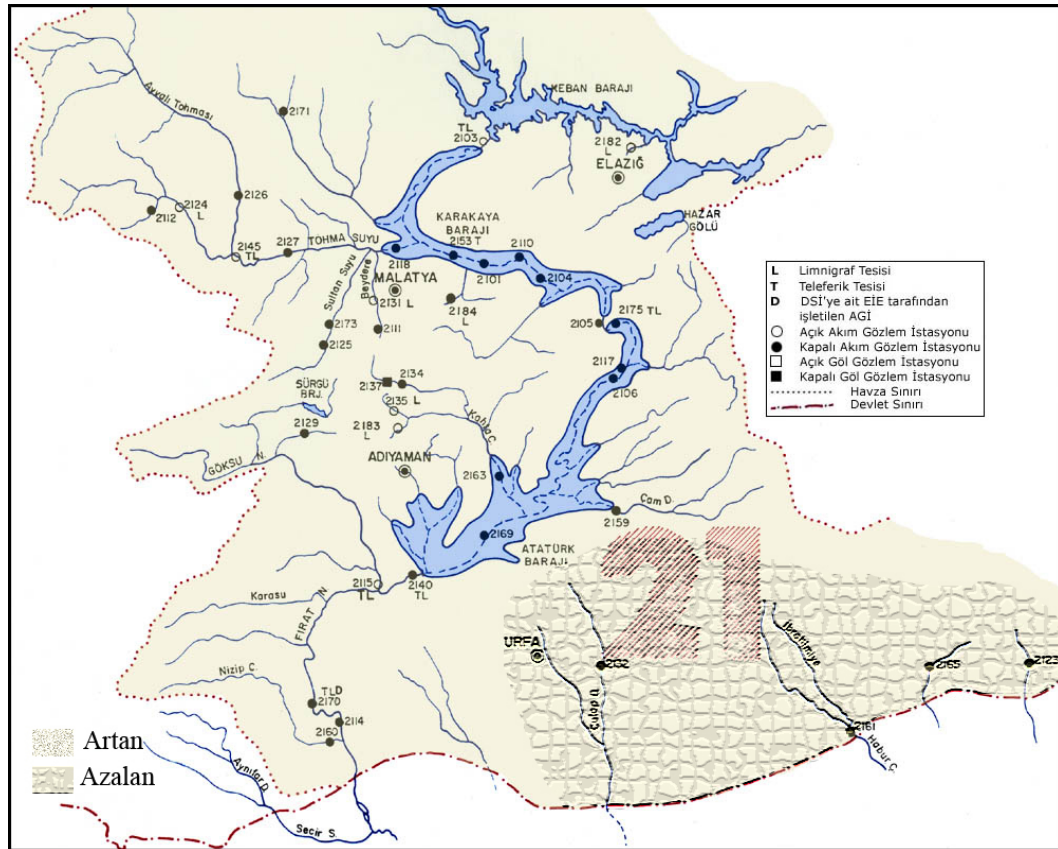
Çizelge 4.2. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend başlangıç yılları

AGİ No	İstasyon Adı	Trend Başlangıç Yılları		
		Ort.	Min	Max
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	

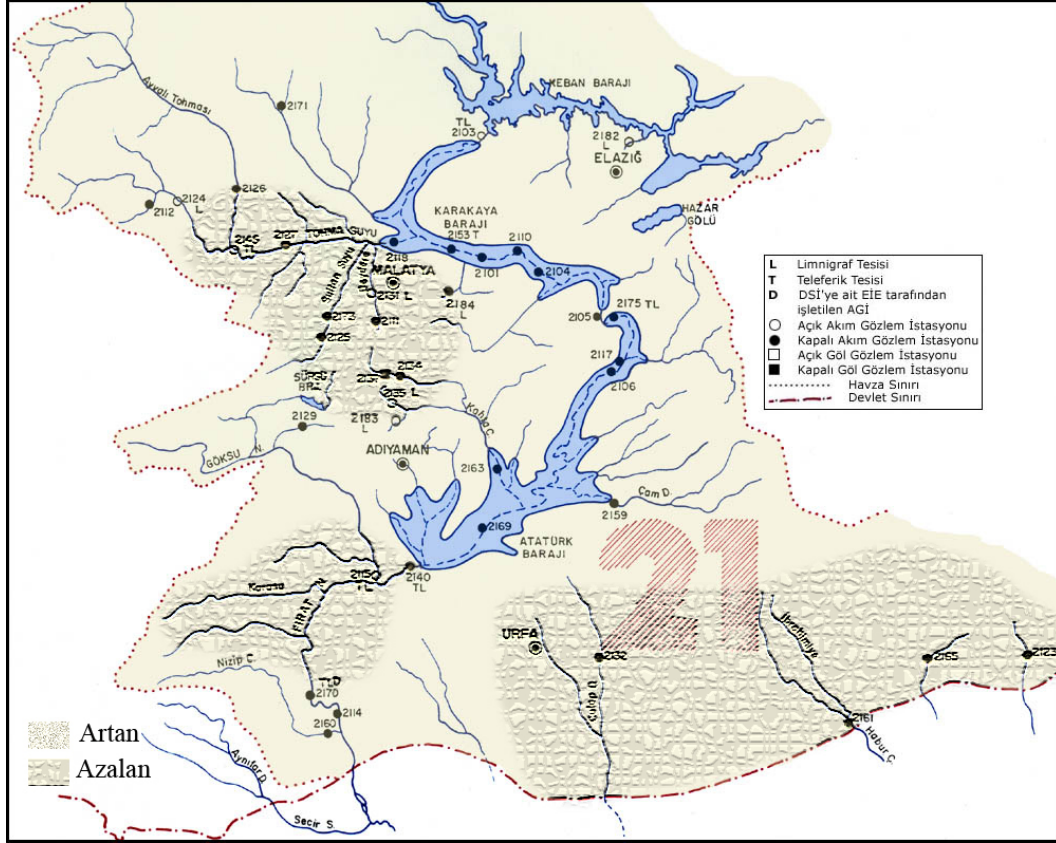
Sen'in Trend Eğim metodu ile tespit edilen trend eğimleri Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Sen'in Trend Eğim metodu'na göre trend eğimleri

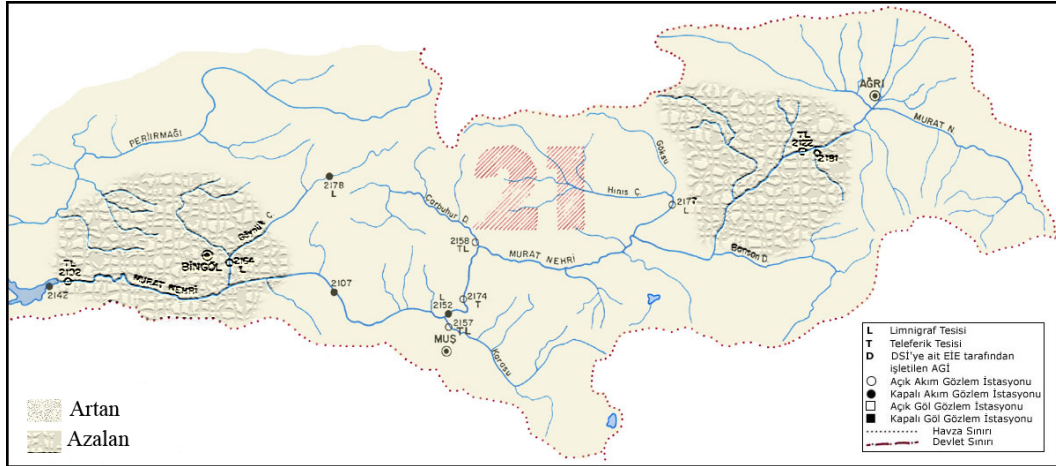
AGİ No	İstasyon Adı	Trend Eğimleri		
		Ort.	Min	Max
2115	Göksu Nehri-Malpınar		-0.271	
2123	Çağçağ Suyu-Çınarköy	-0.060	-0.063	
2131	Beyderesi-Kılayık		-0.007	
2132	Culpsuyu-İncirli	-0.0150		
2135	Bulam Çayı-Fatopaşa		-0.013	
2145	Tohma Suyu-Hisarçık		-0.141	
2165	Zerkan Suyu-Hocaköy		-0.002	
2102	Murat 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	



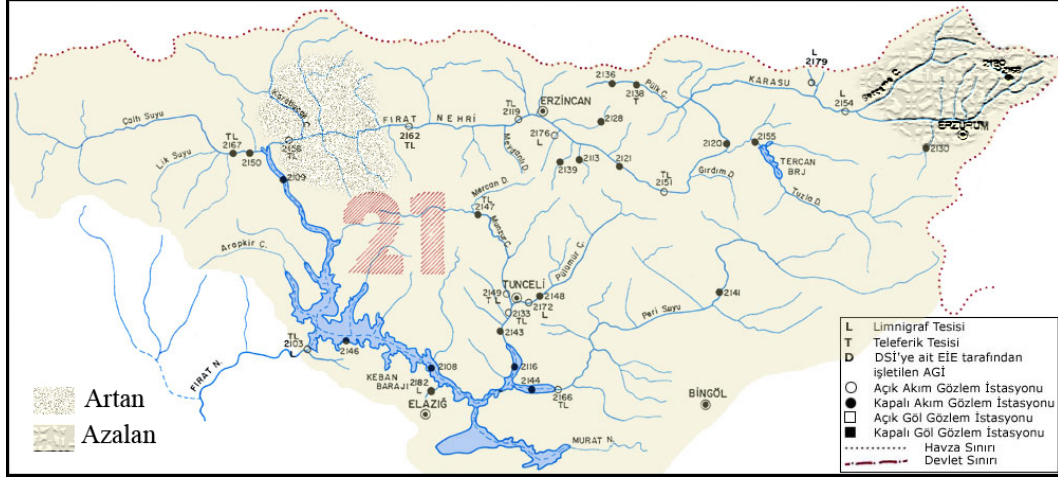
Şekil 4.1. Aşağı Fırat Havzası yıllık ortalama akımlarında trend gözlenen bölgeler



Şekil 4.2. Aşağı Fırat Havzası yıllık minimum akımlarında trend gözlenen bölgeler



Şekil 4.3. Orta Fırat Havzası yıllık minimum akımlarında trend gözlenen bölgeler



Şekil 4.4. Yukarı Fırat Havzası yıllık minimum akımlarında trend gözlenen bölgeler

4.1. Örnek İstasyonlar İçin Trend Analizi Uygulamaları

4.1.1. Çağ Çağ Suyu-Çınarköy (2123) istasyonuna ait trend analizi uygulaması

İstasyon bilgileri

Yeri: 41° 18'14" D-37° 11'38"K Mardin'e bağlı Nusaybin ilçesinin 16 km. kuzeyinde Çınarköy mevkindedir

Yağış alanı: 863.6 km²

Yaklaşık kot: 560m

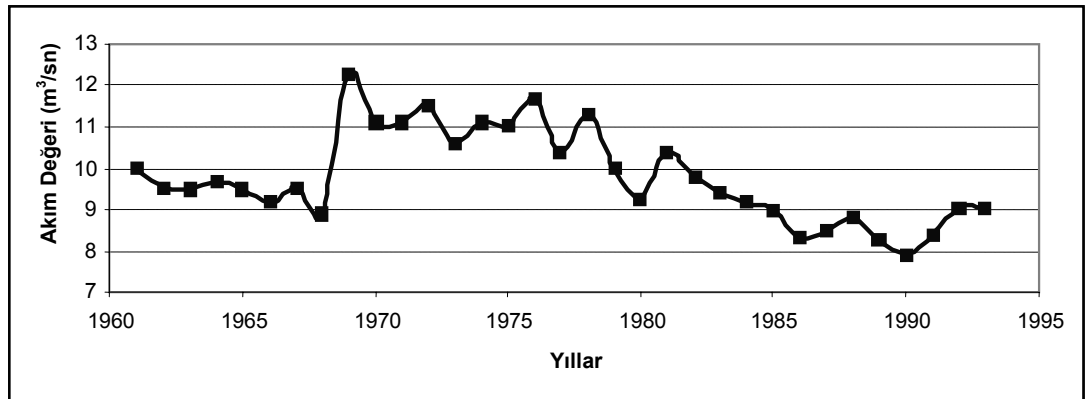
Seviye ölçeği: Eşel ve limnigraf

Uzun süreli ortalama Akım: 9.74 m³/s

Ek bilgiler: 23.11.1968 tarihinde istasyon 9km. membaya alındı ve Çınarköy oldu. Çağ çağ suyu Nusaybin'in yağış alanı 871.6 km² takribi rakım 540m. Koordinatı 41 19 23 D-37 12 55 K'dir. 31.01.1994 tarihinde AGİ oldu.

Çizelge 4.4. 2123 numaralı AGİ için yıllık ortalama akım değerleri (EİEİ, 2000)

Yıl	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Akım Değeri	10.0	9.52	9.50	9.65	9.47	9.18	9.53	8.9	12.3	11.1
Yıl	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Akım Değeri	11.05	11.5	10.6	11.03	11.00	11.7	10.4	11.3	10.1	9.25
Yıl	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Akım Değeri	10.4	9.81	9.4	9.17	8.99	8.33	8.48	8.79	8.28	7.92
Yıl	1991	1992	1993							
Akım Değeri	8.42	9.03	9.04							



Şekil 4.5. Çağ-Çağ Suyu Çınarköy İstasyonuna ait yıllık ortalama akım değerleri (m³/sn)

4.1.1.1. Mann-Kendall yöntemi

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=159$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=369$ olarak bulunur. Test istatistiği $S=P-M = -210$ bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı $\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]}$ formülü uygulanarak $\tau=-0.40$

Örnek sayısı $n > 10$ olduğundan

$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18}$ ve $\sigma_s = 64.54$ bulunur.

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{cases} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s \quad Z = -3.24 \text{ bulunur.}$$

Z 'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.1.1.2. Spearman'ın Rho testi

Akım değerleri sıraya dizilerek R_{xi} dizisi elde edilir;

Çizelge 4.5. Spearman'ın Rho testi için sıralı dizi değerleri (2123 Numaralı AGİ)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R_{xi}	21	17	16	19	15	12	18	7	33	29
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R_{xi}	28	31	25	27	26	32	23	30	22	13
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R_{xi}	24	20	14	11	8	3	5	6	2	1
i	31	32	33							
R_{xi}	4	9	10							

$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i - i)^2) \right]}{(n^3 - n)}$ bağıntısı uygulanarak $r_s = -0.54$ olarak bulunur.

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -3.03$ bulunur. Z 'in mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 :Trend Yok” reddedilmekte $r_s < 0$ olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.1.1.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi

2123 numaralı AGİ de, her bir verinin kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılarak n bulunur. Daha sonra t değerleri, denklem 3.8, bunların ortalaması denklem 3.9, varyansı denklem 3.10, ve son olarak $u(t)$ fonksiyonu eşitlik 3.11 ile hesaplanır.

Çizelge 4.6. $u(t)$ fonksiyonu hesabı (2123 Numaralı AGİ)

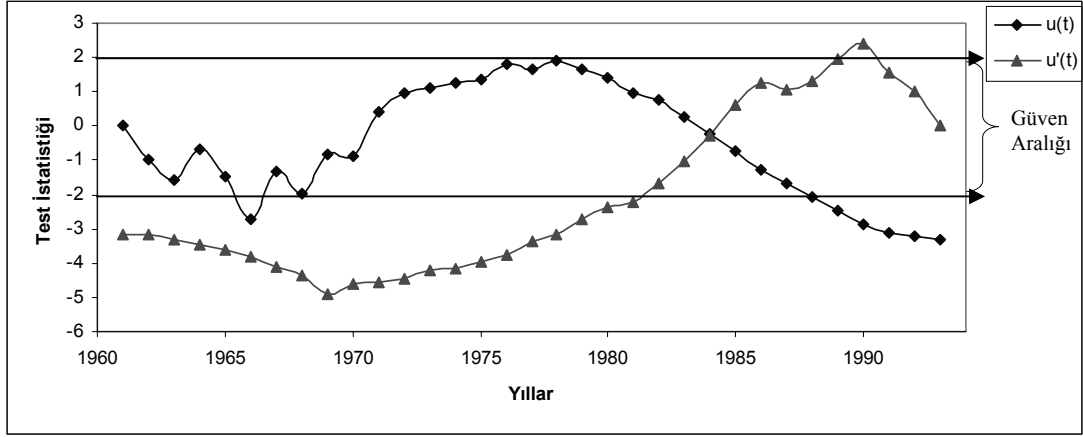
SIRA	YIL	DEĞER	n	t	$Var(t)$	$E(t)$	$u(t)$
1	1961	10.00	0	0	0	0.0	0
2	1962	9.52	0	0	0.25	0.5	-1
3	1963	9.50	0	0	0.92	1.5	-1.57
4	1964	9.65	2	2	2.17	3.0	-0.68
5	1965	9.47	0	2	4.17	5.0	-1.47
6	1966	9.18	0	2	7.08	7.5	-2.7
7	1967	9.53	4	6	11.08	10.5	-1.35
8	1968	8.90	0	6	16.33	14.0	-1.98
9	1969	12.30	8	14	23	18.0	-0.83
10	1970	11.10	8	22	31.25	22.5	-0.9
11	1971	11.05	8	30	41.25	27.5	0.39
12	1972	11.50	10	40	53.17	33.0	0.96
13	1973	10.60	8	48	67.17	39.0	1.1
14	1974	11.30	9	57	83.42	45.5	1.26
15	1975	11.00	9	66	102.08	52.5	1.34
16	1976	11.70	14	80	123.33	60.0	1.8
17	1977	10.40	8	88	147.33	68.0	1.65
18	1978	11.30	14	102	174.25	76.5	1.93
19	1979	10.10	8	110	204.25	85.5	1.71
20	1980	9.25	2	112	237.5	95.0	1.1
21	1981	10.4	10	122	274.17	105.0	1.3
22	1982	9.81	8	130	314.42	115.5	0.82
23	1983	9.40	3	133	358.42	126.5	0.34
24	1984	9.17	1	134	406.33	138.0	-0.2
25	1985	8.99	1	135	458.33	150.0	-0.7
26	1986	8.33	0	135	514.58	162.5	-1.21
27	1987	8.48	1	136	575.25	175.5	-1.65
28	1988	8.79	2	138	640.5	189.0	-2.2
29	1989	8.28	0	138	710.5	203.0	-2.44
30	1990	7.92	0	138	785.42	217.5	-2.84
31	1991	8.42	3	141	865.42	232.5	-3.11
32	1992	9.10	8	149	950.67	248.0	-3.21
33	1993	9.40	9	158	1041.33	264.0	-3.28

Aynı işlem veriler tersten sıralanarak tekrar yapılır;

Çizelge 4.7. $u'(t)$ fonksiyonu hesabı (2123 Numaralı AGİ)

SIRA	YIL	DEĞER	n	t	$Var(t)$	$E(t)$	$u(t)$
33	1993	9.40	0	0	0.00	0.0	0.00
32	1992	9.10	0	0	0.25	0.5	1.00
31	1991	8.42	0	0	0.92	1.5	1.57
30	1990	7.92	0	0	2.17	3.0	2.4
29	1989	8.28	1	1	4.17	5.0	1.96
28	1988	8.79	3	4	7.08	7.5	1.32
27	1987	8.48	3	7	11.08	10.5	1.05
26	1986	8.33	2	9	16.33	14.0	1.24
25	1985	8.99	6	15	23.00	18.0	0.63
24	1984	9.17	9	24	31.25	22.5	-0.27
23	1983	9.40	10	34	41.25	27.5	-1.01
22	1982	9.81	11	45	53.17	33.0	-1.65
21	1981	10.40	12	57	67.17	39.0	-2.2
20	1980	9.25	10	67	83.42	45.5	-2.35
19	1979	10.10	13	80	102.08	52.5	-2.72
18	1978	11.30	15	95	123.33	60.0	-3.15
17	1977	10.40	14	109	147.33	68.0	-3.38
16	1976	11.70	17	126	174.25	76.5	-3.75
15	1975	11.00	16	142	204.25	85.5	-3.95
14	1974	11.30	17	159	237.50	95.0	-4.15
13	1973	10.60	16	175	274.17	105	-4.23
12	1972	11.50	20	195	314.42	115.5	-4.48
11	1971	11.05	19	214	358.42	126.5	-4.62
10	1970	11.10	20	234	406.33	138.0	-4.76
9	1969	12.30	24	258	458.33	150.0	-5.04
8	1968	8.90	6	264	514.58	162.5	-4.47
7	1967	9.53	13	277	575.25	175.5	-4.23
6	1966	9.18	11	288	640.50	189.0	-3.91
5	1965	9.47	14	302	710.50	203.0	-3.71
4	1964	9.65	16	318	785.42	217.5	-3.59
3	1963	9.50	15	333	865.42	232.5	-3.42
2	1962	9.52	16	349	950.67	248.0	-3.28
1	1961	10.00	20	369	1041.33	264.0	-3.25

elde edilen $u(t)$ (Çizelge 4.6) ve $u'(t)$ (Çizelge 4.7) test istatistikler grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1984 yılında çakıştıkları görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.



Şekil 4.6. 2123 numaralı AGİ için $u(t)-u'(t)$ grafiği

4.1.1.4. Sen'in Trend Eğim metodu

$$N=n(n-1)/2 \Rightarrow N=528$$

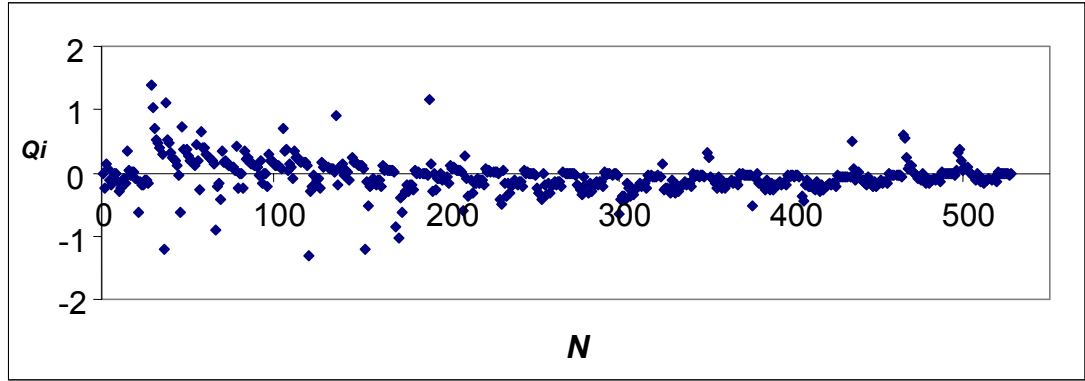
adet olmak üzere test verisi Q_i ;

$$Q_i = (x_j - x_k)/(j - k) \quad (i=1, \dots, N) \quad (\text{Şekil 4.7})$$

elde edilen bu veriler sıraya dizilir ve N çift sayı olduğu için

$$Q_{Medyan} = \frac{[Q_{(N)/2} + Q_{(N+2)/2}]}{2} \quad 264. \text{ değer ile } 265. \text{ değerin ortalaması alınır.}$$

$$Q_{Medyan} = \frac{[(-0.05852) + (-0.05846)]}{2} \quad \text{Trend eğimi } -0.0585 \text{ olarak tespit edilir.}$$



Şekil 4.7. Sen'in Trend Eğim metoduna göre Qi parametreleri (2123 Numaralı AGİ)

4.1.2. Culapsuyu-İncirli (2132) istasyonuna ait trend analizi uygulaması

İstasyon bilgileri

Yeri: $39^{\circ} 02' 02''$ D- $37^{\circ} 09' 37''$ K Urfa-Viranşehir yolunun 22. km. sindeki incirli köyündedir.

Yağış alanı: 464.5 km²

Yaklaşık kot:470m

Seviye ölçeği: Eşel

Uzun süreli ortalama akım: 0.643m³/s

Ek bilgiler:50m. Membada yeniden açıldı.

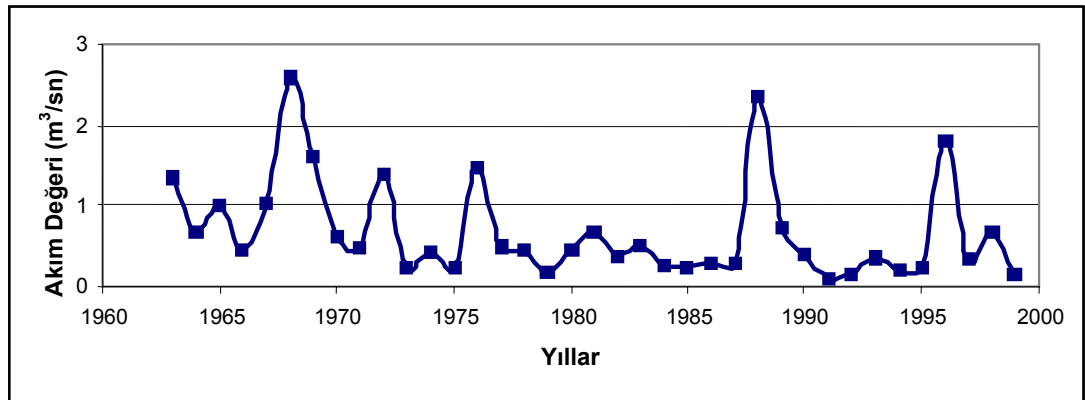
Çizelge 4.8. 2132 numaralı AGİ için yıllık ortalama akım değerleri (EİEİ, 2000)

Yıl	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Akım Değeri	1.34	0.679	1.01	0.454	1.02	2.59	1.6	0.609	0.480	1.4

Yıl	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Akım Değeri	0.246	0.443	0.241	1.47	0.506	0.452	0.180	0.450	0.676	0.382

Yıl	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Akım Değeri	0.527	0.282	0.247	0.308	0.293	2.36	0.722	0.405	0.125	0.161

Yıl	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Akım Değeri	0.377	0.209	0.250	1.81	0.334	0.687	0.169

Şekil 4.8. Yıllara göre yıllık ortalama akım değerleri (m³/sn) (2132 Numaralı AGİ)

4.1.2.1. Mann-Kendall yöntemi

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=225$ $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=441$ olarak bulunur. Test istatistiği $S=P-M = -216$ bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı $\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]}$ formülü uygulanarak $\tau=-0.32$

Örnek sayısı $n > 10$ olduğundan

$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18}$ ve $\sigma_s = 76.46$ bulunur.

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{cases} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s \quad Z = -2.81 \text{ bulunur.}$$

Z 'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” red edilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.1.2.2. Spearman’ın Rho testi

Akım değerleri sıraya dizilerek R_{xi} dizisi elde edilir (Çizelge 4.9);

Çizelge 4.9. Spearman’ın Rho testi için sıralı dizi değerleri (2132 Numaralı AGİ)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R_{xi}	31	26	29	20	30	37	34	24	21	32
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R_{xi}	7	17	6	33	22	19	4	18	25	15
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R_{xi}	23	10	8	12	11	36	28	16	1	2
i	31	32	33	34	35	36	37			
R_{xi}	14	5	9	35	13	27	3			

$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i - i)^2) \right]}{(n^3 - n)}$ bağıntısı uygulanarak $r_s = -0.44$ olarak bulunur.

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2.67$ bulunur. Z 'in mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 :Trend Yok” red edilmekte $r_s < 0$ olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.1.2.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi

2132 numaralı AGİ için, her bir verinin kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılarak n bulunur. Daha sonra t değerleri, denklem 3.8, bunların ortalaması denklem 3.9, varyansı denklem 3.10, ve son olarak $u(t)$ fonksiyonu eşitlik 3.11 ile hesaplanır.

Çizelge 4.10 $u(t)$ fonksiyonu hesabı (2132 Numaralı AGİ)

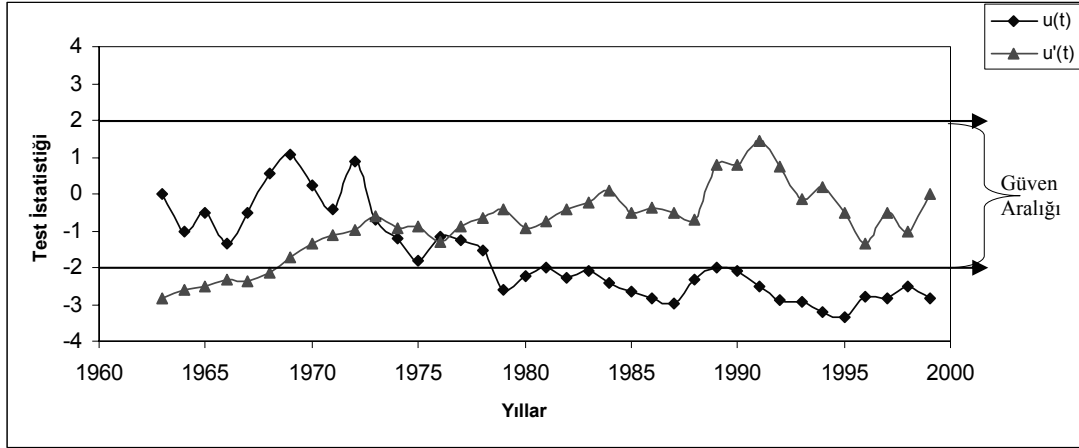
SIRA	YIL	DEĞER	n	t	Var(t)	E(t)	$u(t)$
1963	1.34	0	0	0	0	0	1963
1964	0.68	0	0	0.25	0.5	-1	1964
1965	1.01	1	1	0.92	1.5	-0.52	1965
1966	0.45	0	1	2.17	3	-1.36	1966
1967	1.02	3	4	4.17	5	-0.49	1967
1968	2.59	5	9	7.08	7.5	0.56	1968
1969	1.6	5	14	11.08	10.5	1.05	1969
1970	0.61	1	15	16.33	14	0.25	1970
1971	0.48	1	16	23	18	-0.42	1971
1972	1.4	7	23	31.25	22.5	0.9	1972
1973	0.25	0	23	41.25	27.5	-0.7	1973
1974	0.44	1	24	53.17	33	-1.23	1974
1975	0.24	0	24	67.17	39	-1.83	1975
1976	1.47	11	35	83.42	45.5	-1.15	1976
1977	0.51	5	40	102.08	52.5	-1.24	1977
1978	0.45	3	43	123.33	60	-1.53	1978
1979	0.18	0	43	147.33	68	-2.6	1979
1980	0.45	4	47	174.25	76.5	-2.23	1980
1981	0.68	10	57	204.25	85.5	-1.99	1981
1982	0.38	3	60	237.5	95	-2.27	1982
1983	0.53	10	70	274.17	105	-2.11	1983
1984	0.28	3	73	314.42	115.5	-2.4	1984
1985	0.25	3	76	358.42	126.5	-2.67	1985
1986	0.31	5	81	406.33	138	-2.83	1986
1987	0.29	5	86	458.33	150	-2.99	1987
1988	2.36	24	110	514.58	162.5	-2.31	1988
1989	0.72	18	128	575.25	175.5	-1.98	1989
1990	0.41	8	136	640.5	189	-2.09	1990
1991	0.13	0	136	710.5	203	-2.51	1991
1992	0.16	1	137	785.42	217.5	-2.87	1992
1993	0.38	9	146	865.42	232.5	-2.94	1993
1994	0.21	3	149	950.67	248	-3.21	1994
1995	0.25	7	156	1041.33	264	-3.35	1995
1996	1.81	31	187	1137.58	280.5	-2.77	1996
1997	0.33	11	198	1239.58	297.5	-2.83	1997
1998	0.69	25	223	1347.5	315	-2.51	1998
1999	0.17	2	225	1461.5	333	-2.83	1999

Aynı işlem veriler tersten sıralanarak tekrar yapılır;

Çizelge 4.11. $u'(t)$ fonksiyonu hesabı (2132 Numaralı AGİ)

SIRA	YIL	DEĞER	n'	t'	$Var'(t)$	$E'(t)$	$u'(t)$
37	1999	0.17	0	0	0	0	0
36	1998	0.69	1	1	0.25	0.5	-1
35	1997	0.33	1	2	0.92	1.5	-0.52
34	1996	1.81	3	5	2.17	3	-1.36
33	1995	0.25	1	6	4.17	5	-0.49
32	1994	0.21	1	7	7.08	7.5	0.19
31	1993	0.38	4	11	11.08	10.5	-0.15
30	1992	0.16	0	11	16.33	14	0.74
29	1991	0.13	0	11	23	18	1.46
28	1990	0.41	7	18	31.25	22.5	0.8
27	1989	0.72	9	27	41.25	27.5	0.8
26	1988	2.36	11	38	53.17	33	-0.69
25	1987	0.29	5	43	67.17	39	-0.49
24	1986	0.31	6	49	83.42	45.5	-0.38
23	1985	0.25	4	53	102.08	52.5	-0.5
22	1984	0.28	6	59	123.33	60	0.09
21	1983	0.53	12	71	147.33	68	-0.25
20	1982	0.38	11	82	174.25	76.5	-0.42
19	1981	0.68	14	96	204.25	85.5	-0.73
18	1980	0.45	13	109	237.5	95	-0.91
17	1979	0.18	3	112	274.17	105	-0.42
16	1978	0.45	15	127	314.42	115.5	-0.65
15	1977	0.51	16	143	358.42	126.5	-0.87
14	1976	1.47	21	164	406.33	138	-1.29
13	1975	0.24	5	169	458.33	150	-0.89
12	1974	0.44	15	184	514.58	162.5	-0.95
11	1973	0.25	6	190	575.25	175.5	-0.6
10	1972	1.4	24	214	640.5	189	-0.99
9	1971	0.48	19	233	710.5	203	-1.13
8	1970	0.61	22	255	785.42	217.5	-1.34
7	1969	1.6	28	283	865.42	232.5	-1.72
6	1968	2.59	31	314	950.67	248	-2.14
5	1967	1.02	26	340	1041.33	264	-2.36
4	1966	0.45	19	359	1137.58	280.5	-2.33
3	1965	1.01	27	386	1239.58	297.5	-2.51
2	1964	0.68	25	411	1347.5	315	-2.62
1	1963	1.34	30	441	1461.5	333	-2.83

elde edilen $u(t)$ (Çizelge 4.10) ve $u'(t)$ (Çizelge 4.11) test istatistikler grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1972 yılında çakıştıkları görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.



Şekil 4.9. 2132 numaralı AGİ için $u(t)-u'(t)$ grafiği

4.1.2.4. Sen'in Trend Eğim metodu

$$N=n(n-1)/2 \Rightarrow N=666$$

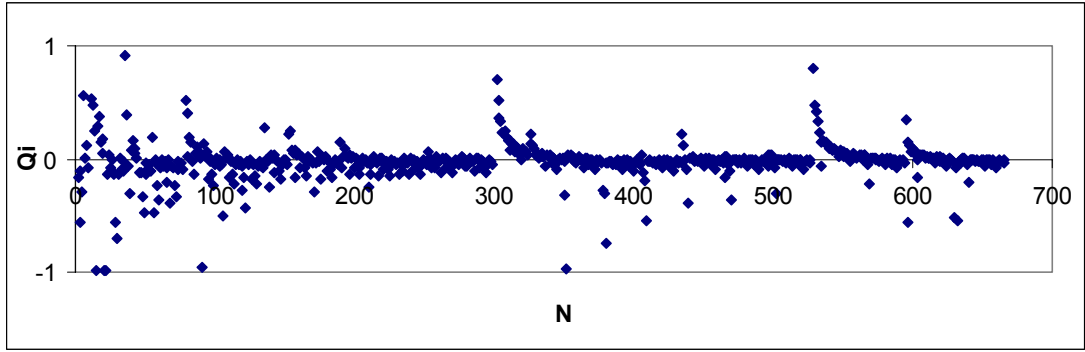
adet olmak üzere test verisi Q_i ;

$$Q_i = (x_j - x_k)/(j - k) \quad (i = 1, \dots, N) \quad (\text{Şekil 4.10})$$

Elde edilen bu veriler sıraya dizilir ve N çift sayı olduğu için

$$Q_{Medyan} = \frac{[Q_{(N)/2} + Q_{(N+2)/2}]}{2} \quad 333. \text{ değer ile } 334. \text{ değerin ortalaması alınır.}$$

$$Q_{Medyan} = \frac{[(-0.0147) + (-0.0146)]}{2} \quad \text{Trend eğimi } -0.0147 \text{ olarak tespit edilir.}$$



Şekil 4.10. Sen'in Trend Eğim metoduna göre Q_i parametreleri (2132 Numaralı AGİ)

4.2. Trend Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin Araştırılması

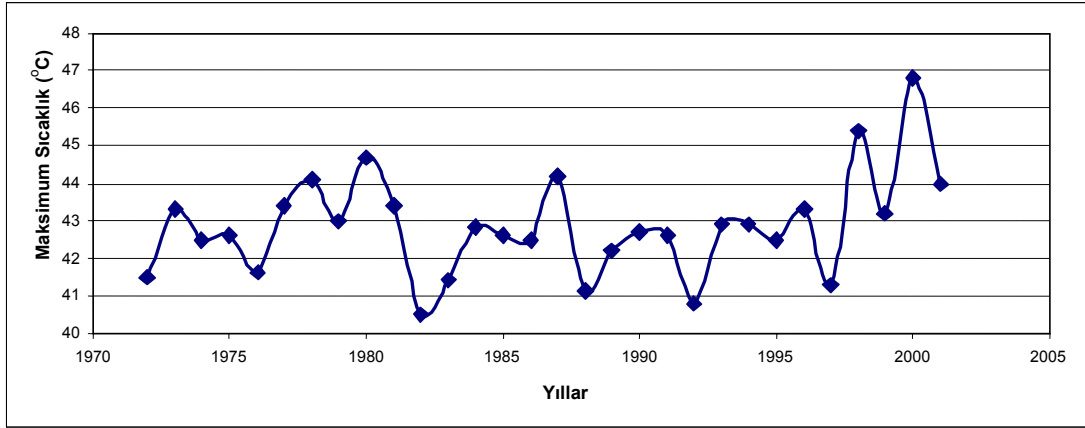
Gözlenen trendlerin nedenlerini tespit edebilmek için doğal ve insani faktörlerin incelenmesi yoluna gidilmiştir. İklim verilerinin ölçüm periyodu boyunca bir artma ya da azalma gösterip göstermediğinin tespiti ile aynı bölgede inşası gerçekleşen barajların su tutma ve işletmeye alınma dönemlerinin trend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

4.2.1. İklim etkisi

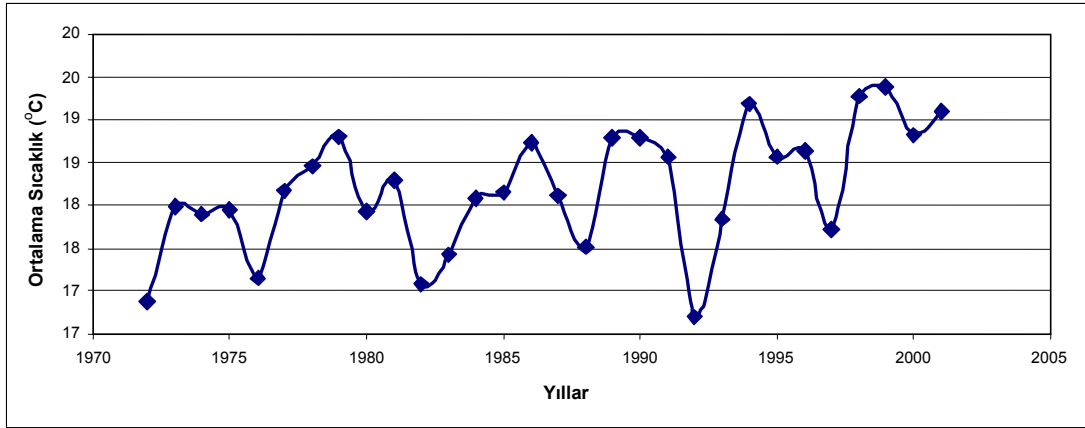
İklim etkisi olarak sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış gösterilebilir. İlk olarak bu etkenler içerisinde trend bileşeni olup olmadığı aranmış ve trend bileşeni gözlenen etkenler ile trend bileşeni gözlenen AGİ'ler arasında korelasyon çalışması yapılmıştır.

4.2.1.1. Sıcaklık etkisi

Ortalama akımlarda trend gözlenen Aşağı Fırat Havzası için sıcaklık etkisini incelemek için Şanlıurfa iline ait 1971 - 2001 yılları arasındaki yıllık ortalama (Şekil 4.11) ve yıllık maksimum (Şekil 4.12) sıcaklıkları için trend analizi çalışması yapılmıştır.



Şekil 4.11. Şanlıurfa ili için yıllık maksimum sıcaklık değerleri

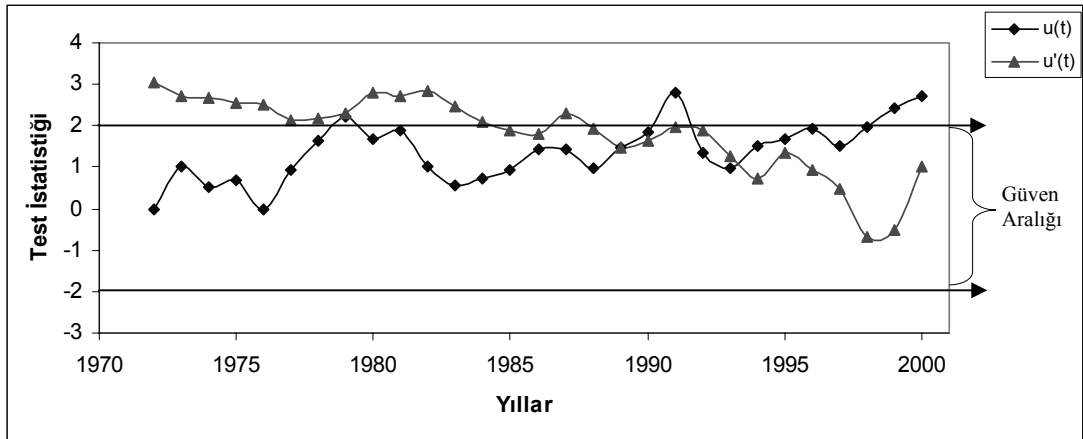


Şekil 4.12. Şanlıurfa ili için yıllık ortalama sıcaklık değerleri

Analizlerde kullanılan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testinin ortak sonuçları Çizelge 4.12'te verilmiştir

Çizelge 4.12. Sıcaklık verileri için trend analizi sonuçları.

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



Şekil 4.13. Şanlıurfa ili ortalama sıcaklık için Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi sonucu

Trend gözlenen AGİ'ler ile trend oluşum nedenleri içerisinde sıcaklık etkisinin incelenmesi için AGİ ile Şanlıurfa ilinde trend gözlenen ortalama sıcaklık arasındaki korelasyon incelenmiştir (Çizelge 4.13).

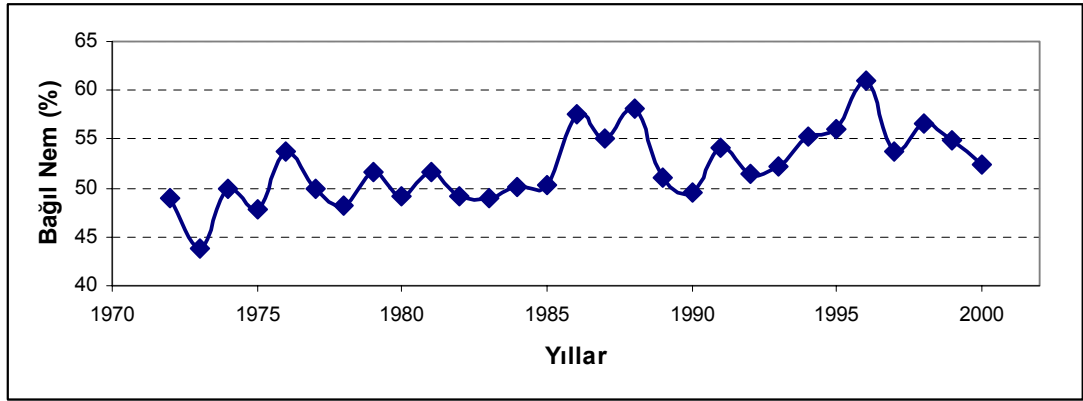
Çizelge 4.13. Sıcaklık ile ortalama akım için korelasyon sonuçları

Korelasyon	Ölçüm Periyodu	N	r_{xy}	t	$T_{0.025}$	Hipotez
$T_{ort-2132}$ No'lu Agi	1972-1999	28	-0.27	-1.38	2.056	Kabul
$T_{ort-2123}$ No'lu Agi	1972-1993	22	-0.37	-1.75	2.056	Kabul

Yapılan korelasyon çalışmasında akımlardaki azalma eğilimin sıcaklık artışı ile ilişkili olmadığı görülmüştür.

4.2.1.2. Bağlı nem etkisi

Yıllık bağlı nemin akım değerleri ile ilişkisinin belirlenmesi için Şanlıurfa iline ait bağlı nem verileri (Şekil 4.14) 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.

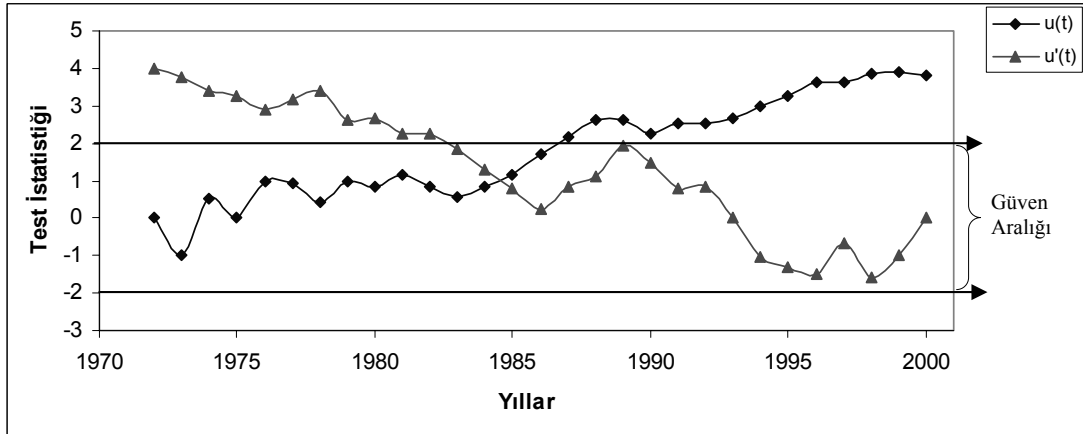


Şekil 4.14. Şanlıurfa ili için yıllara göre bağıl nem yüzdeleri

Analiz sonuçlarına göre anlamlı bir trend gözleendiği için, “Trend Analysis for Windows” yazılımı ile Mann-Kendall Merite Korelasyon testi ve Sen’in Trend Eğim metodu’nun uygulanması sonucunda trend başlangıç yılı 1985 yılı olarak görülmüştür (Şekil 4.15). Trend eğimi de 0.271 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Şanlıurfa ili bağıl nem trend analizi sonuçları

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



Şekil 4.15. Şanlıurfa ili bağıl nem yüzdeleri için Mann-Kendall Merite Korelasyon testi sonucu

Trend gözlenen AGİ’ler ile trend oluşum nedenleri içerisinde bulunan bağıl nem etkisinin incelenmesi için AGİ’ler ile arasındaki korelasyon incelenmiştir (Çizelge 4.15).

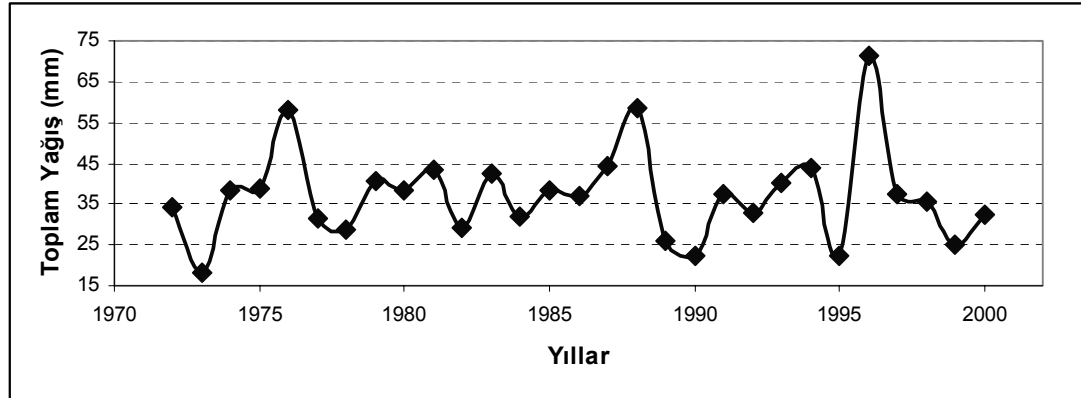
Çizelge 4.15. Şanlıurfa ili bağıl nem-ortalama akım değerleri için korelasyon sonuçları

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

Yapılan korelasyon çalışmasında akımlardaki azalma eğiliminin, bağıl nem yüzdesinin artışı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

4.2.1.3. Yağışların etkisi

Yıllık toplam yağışın akım değerleri ile ilişkisinin belirlenmesi için Şanlıurfa iline ait toplam yağış verileri (Şekil 4.16) için trend analizi çalışmasında Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi uygulanmış ve anlamlı bir trend gözlenmemiştir.



Şekil 4.16. Şanlıurfa ili için yıllık toplam yağış (mm)

Anlamlı bir trend gözlenmediği için korelasyon çalışması yapılmamıştır.

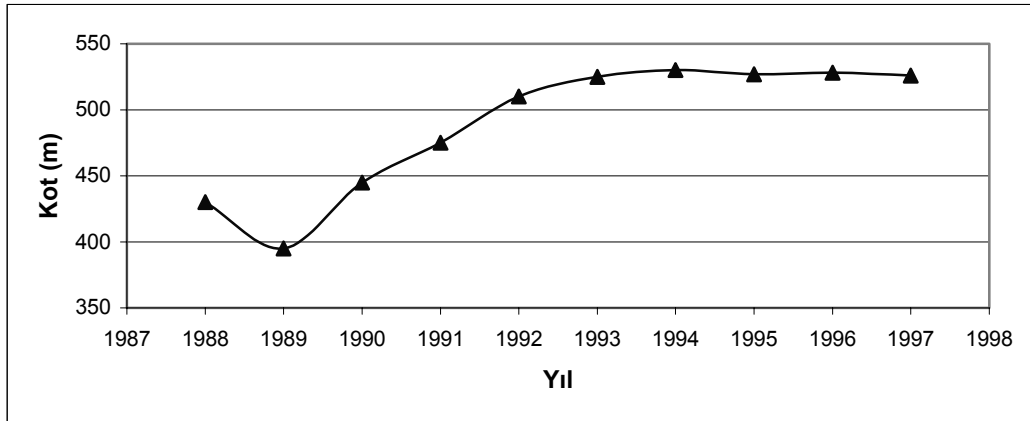
4.2.2. Barajların etkisi

Aşağı Fırat Havzası'nda insani faktörler sınıfında değerlendirebileceğimiz barajlardan; Atatürk, Birecik ve Hacıhıdır Barajları incelenmiştir. Bunlar içerisinde 882 000 ha sulama alanıyla dikkat çeken Atatürk Barajı'dır. Barajların inşaat başlama ve bitiş tarihleri, göl hacmi ve sulama alanları suyun azalmasına bir neden

olarak gösterilebilir. Barajlarla ilgili veriler Çizelge 4.16, Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18 de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Atatürk Barajı genel bilgileri (DSİ, 2006)

Barajın Yeri	Şanlıurfa ili Bozova ilçesinin takriben 24 km kuzeybatısında
Akarsuyu	Fırat
Amacı	Sulama, Enerji ve İçmesuyu
İnşaatın (başlama-bitiş) yılı	1981 - 1992
Gövde dolgu tipi	Kil çekirdekli kaya dolgu
Gövde hacmi	84.5 hm ³
Yükseklik (talvegden)	169 m
Normal su kotunda göl hacmi	48 700 hm ³
Normal su kotunda göl alanı	817 km ²
Sulama alanı	882 000 ha
Güç	2 400 MW
Yıllık Üretim	8 900 GWh



Şekil 4.17. Atatürk Barajı'nın su kotundaki değişim (Yeşilnacar ve Gülşen, 1999)

Çizelge 4.17. Birecik Barajı genel bilgileri (DSİ, 2006)

Barajın Yeri	Şanlıurfa ili Birecik ilçesi
Akarsuyu	Fırat
Amacı	Sulama ve Enerji
İnşaatın (başlama-bitiş) yılı	1993 - 2000
Gövde dolgu tipi	Beton + kaya
Gövde hacmi	9.2 hm ³
Yükseklik (talvegden)	53.50 m
Normal su kotunda göl hacmi	1 220. 20 hm ³
Normal su kotunda göl alanı	56.25 km ²
Sulama alanı	92 700 ha
Güç	672 MW
Yıllık Üretim	2 518 GWh

Çizelge 4.18. Hacıhıdır Barajı genel bilgileri (DSİ, 2006)

Barajın Yeri	Şanlıurfa ili Siverek ilçesi
Akarsuyu	Hacıhıdır
Amacı	Sulama
İnşaatın (başlama-bitiş) yılı	1985 - 1989
Gövde dolgu tipi	Kaya Dolgu
Gövde hacmi	1.52 hm ³
Yükseklik (talvegden)	36.4 m
Normal su kotunda göl hacmi	62.60 hm ³
Normal su kotunda göl alanı	4.40 km ²
Sulama alanı	2 080 ha

Barajların, inşaat başlangıcı ve su toplama yılları incelendiğinde akımlardaki azalmaya etkisi ortaya çıkmaktadır. 882 000 ha (Çizelge 4.16) sulama alanıyla Atatürk Barajı'nın su toplamaya başladığı (Şekil 4.17) 1988 yılı göz önünde bulundurulduğunda ve trend gözlenen yerlerin trend başlangıç yıllarının bu tarihten önce (Çizelge 4.2) başladığı dikkate alındığında özellikle Atatürk Barajı'nın akımların azalmasıyla önemli bir ilişkisi olabileceği görülmektedir. Ayrıca aynı bölgede bulunan Birecik ve Hacıhıdır Barajları'nın da inşaat başlama ve bitiş yılları (Çizelge 4.17, Çizelge 4.18) dikkate alındığında Hacıhıdır Barajı'nın inşaat tamamlanma yılı olan 1989 yılı su toplamaya başladığı yıl olarak ele alınırsa akımlardaki azalmaya bir etken olabileceği görünür. Birecik Barajının su toplamaya başlama yılı inşaat bitiş tarihi olan 2000 yılı olarak alınırsa, analiz sonucuna göre akımlardaki azalmaya önemli bir etken olmadığı düşünülebilir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Fırat Havzası'nda bulunan toplam 83 AGİ içerisinde seçilen 22 AGİ den, Aşağı Fırat Havzası'ndan 2115, 2123, 2124, 2131, 2132, 2135, 2145 ve 2165 numaralı istasyonlar, Orta Fırat Havzası'ndan, 2102, 2122, 2157, 2158 ve 2164 numaralı istasyonlar, Yukarı Fırat Havzası'ndan, 2119, 2141, 2149, 2151, 2154, 2156, 2166, 2167 ve 2168 numaralı istasyonlar trend analizi için seçilmiştir.

Bu istasyonlarda trend belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi uygulanmış ve trend belirlenen istasyonlara trend başlangıç yılının tespiti için Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi, trend eğimlerini belirlemek için de Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır. Testlerde güven aralığı %95 olarak alınarak, uygulama sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Ortalama akımlarda Aşağı Fırat Havzası'nda sınır aşan sular kapsamına giren 2123 ve 2132 numaralı istasyonlarda her iki teste göre azalan yönde trend varlığı bulunmuştur.
- Orta Fırat ve Yukarı Fırat Havza'larındaki yıllık ortalama akımlarda anlamlı bir trend gözlenmemiştir.
- Minimum akımlarda, Aşağı Fırat Havzası'nda 2115, 2123, 2131, 2135, 2145 ve 2165 numaralı istasyonlarda her iki trend testinde de azalan yönde anlamlı bir trend belirlendi.
- Minimum akımlarda, Orta Fırat Havzası'nda, 2102, 2122 ve 2164 numaralı istasyonlarda her iki trend testinde de azalan yönde anlamlı bir trend gözlendi.
- Minimum akımlarda, Yukarı Fırat Havzası'nda, 2156 numaralı istasyonda her iki trend testinde de artan yönde anlamlı bir trend gözlendi, 2168 numaralı istasyonda ise her iki test sonucunda azalan yönde anlamlı bir trend gözlendi.
- Maksimum akımlarda, Fırat Havzası genelinde anlamlı bir trend görülmedi.

- Ortalama akımlarda trend belirlenen Aşağı Fırat Havzası istasyonlarının trend başlangıç yılları, 2123 numaralı istasyon için 1984, 2132 numaralı istasyon için ise 1972 olarak bulundu.
- Minimum akımlarda trend belirlenen Aşağı Fırat Havzası istasyonlarının trend başlangıç yılları, 2115 numaralı istasyon için 1971, 2123 numaralı istasyon için 1983, 2131 numaralı istasyon için 1972, 2135 numaralı istasyon için 1989, 2145 numaralı istasyon için 1984 ve 2165 numaralı istasyon için 1971 olarak tespit edildi.
- Minimum akımlarda trend belirlenen Orta Fırat Havzası istasyonlarının trend başlangıç yılları, 2102 numaralı istasyon için 1982, 2122 için numaralı istasyon 1985 ve 2164 numaralı istasyon için 1983 olduğu görüldü.
- Minimum akımlarda trend belirlenen Yukarı Fırat Havzası istasyonlarının trend başlangıç yılları, 2156 numaralı istasyon için 1994 ve 2168 numaralı istasyon için 1990 olarak belirlendi.
- Ortalama akımlarda, Aşağı Fırat Havzası istasyonlarının trend eğimleri, 2123 numaralı istasyon için -0.060, 2132 numaralı istasyon için ise -0.015 olarak tespit edildi.
- Minimum akımlarda trend belirlenen Aşağı Fırat Havzası istasyonlarının trend eğimleri, 2115 numaralı istasyon için -0.271, 2123 numaralı istasyon için -0.063, 2131 numaralı istasyon için -0.007, 2135 numaralı istasyon için -0.013, 2145 numaralı istasyon için -0.041 ve 2165 numaralı istasyon için -0.002 olarak belirlendi.
- Minimum akımlarda trend belirlenen Orta Fırat Havzası istasyonlarının trend eğimleri, 2102 numaralı istasyon için -0.565, 2122 için numaralı istasyon -0.093 ve 2164 numaralı istasyon için -0.050 olarak belirlendi.
- Minimum akımlarda trend belirlenen Yukarı Fırat Havzası istasyonlarının trend eğimleri, 2156 numaralı istasyon için 0.427 ve 2168 numaralı istasyon için -0.003 olarak belirlendi.

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 Atatürk, Birecik ve Hacıhıdır Barajları ele alınmış, bu barajların su toplama yılları ve inşaat bitiş yılları değerlendirildiğinde, 882 000 ha'lık sulama alanına sahip Atatürk Barajı'nın akımların azalmasında ve azalmanın sürekliliğinde önemli bir etkisi olduğu varlığına ulaşılmaktadır. Hacıhıdır Barajı'nın su toplama yılı inşaat bitiş tarihi olan 1989 olarak alınırsa trendin azalan yönde olmasında ve sürekliliğin sağlanmasında bir etken olabileceği ortaya çıkar. 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.

Yıllık ortalama akımlarda gözlenen azalan trendin sınır aşan sular kapsamına giren yerlerde yoğunlaşması, suyun yüzyılımızda giderek artan önemi de dikkate

alındığında, su kaynakları planlayıcıları ve ilgili konularda çalışma yapan kişiler için göz önünde bulundurulması gereken önemli bir veri oluşturmaktadır.

İklim parametreleri ve baraj etkileri her ne kadar değerlendirilmiş olsa bile, hesaplanan trendlere etki eden farklı etkenlerin olabileceği düşüncesinden hareketle bu konudaki yapılacak alternatif çalışma ve gözlemler, diğer araştırmacıların inceleme ve irdelemesine açıktır.

KAYNAKLAR

- AKYÜREK, M., ÖNÖZ, B., BAYAZIT, M., ve ÇİĞİZOĞLU, K., 2004. Türkiye Yıllık Ortalama Akımlarının Trend Analizi. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 1: 65-75.
- ANGI, A. E., ve ÖZKAYA, M., 2004. Türkiye'deki Yüzeysel Akımlar ve Trendleri. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 1: 76-84.
- BAYAZIT, M., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası., İstanbul, 245s.
- BAYAZIT, M., ÇİĞİZOĞLU, H.K., ve ÖNÖZ, B., 2002. Türkiye Akarsularında Trend Analizi. Türkiye Mühendislik Haberleri, 422 : 8-10.
- BERRYMAN, D., BOTEE, B., CHRIS, D., and HAEMMERLI, J., 1988. Nonparametrik Test for Trend Detection in Water Quality Time Series. Water Resour. Bull., 24(3):545-556.
- BIRSAN, M.V., MOLNAR, P., BURLANDO, P., and PFAUNDLER, M., 2005. Streamflow trends in Switzerland. Journal of Hydrology, 314 : 312-329.
- BORRAND DELPHI WEB SİTESİ, 2002. <http://bdn2.borland.com/delphi>.
- BULUT, H., YEŞİLATA, B., ve YEŞİLNACAR, M.İ., 2006. Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizi İle Tespiti. GAP V. Mühendislik Kongresi, Şanlıurfa, 1: 79-86.
- CEYLAN, C., 1999. Yeşilirmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 244s.
- BURN, D. H., ve ELNUR M. A. H., 2002. Detection of Hydrologic Trends and Variability. Journal of Hydrology, 255:107-122.
- ÇİĞİZOĞLU H. K., BAYAZIT, M., ÖNÖZ, B., YILDIZ, M., ve MALKOÇ, Y., 2004. Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama Ve Düşük Akımlarındaki Trendler. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 1: 43-51.
- DSİ WEB SİTESİ. 2006, <http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi15/sanliurfa.htm>.
- DSİ, 2006. Toprak ve Su Kaynakları., <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>.
- EİEİ. 2000. Akım Gözlem Yıllığı. Ankara.
- EİEİ WEB SİTESİ, 2006. <http://www.eie.gov.tr/turkce/hidroloji/havzalar.html>.
- ERDOĞAN, F., 1989. Türkiye'de Yaygın Kuraklık. Meteoroloji Mühendisleri Odası Bülteni 2:1-4.
- 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.
- İÇAĞA, Y., ve HARMANCIOĞLU, N. 1995. Yeşilirmak Havzasında Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi. Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi, 20-22 Aralık, Ankara, Türkiye, 1: 482-497.
- KADIOĞLU, M., 1997, Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey. Int. J.Climatol., 17: 511-520.
- KAHYA, E., ve KALAYCI, S., 2004. Trend Analysis of Streamflow in Turkey. Journal of Hydrology, 289:128-144.
- KALAYCI 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.

- KENDALL, M.G., 1975. Rank Correlation Methods. Charles Griffin, London, 135p.
- KOSİF, K., 2001. Samsun İlinde İklim Trendleri. DSİ Teknik Bülteni, 98 : 3-13.
- KOTHYARI, U.C., SINGH, V.P., and ARAVAMUTHAN, V., 1997. An Investigation of Changes in Rainfall and Temperature Regimes of the Ganga Basin in India, Water Resources Management, 11: 17-34.
- MANN, H. B., 1945. Non-parametric Tests Against Trend. Econometrica, 13: 245-259.
- MOREAS, K.M., PELLEGRINO, G.Q., BAKKESTER, M.V., MARTINELLI, L.A., VICTOROA, R.L., and KRUSCHE, A.V., 1998. Trends in Hydrological Parameters of a Southern Brazilian Watershed and its Relation to Human Induced Changes. Water Resources Management, 12: 295-311.
- ÖZEL, N., 2004, Türkiye'deki Nehir Akımları Aylık Verilerinin Parametrik Olmayan Yöntemlerle Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 84s.
- PAPADIMITRIOU, A., and MAHERAS, P. 1991. Some Statistical Characteristics of Air Temperature Variations at Four Mediterranean Stations. Theor. Appl. Climatol. 43(3): 105-117..
- SEN, P.K., 1968, Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau, J. Am. Stat. Assoc., 63: 1379-1389.
- SERRANO, A., GARCIA, A.J., MATEOS, V.L., CANCELLO, M.L., and GARRIDO, J., 1999. Monthly of Variation of Presipitation Over the Iberion Peninsula. Journal of Climate, 12 : 894-919.
- SNEYERS, R., 1990. On Statistical Analysis of Series of Observations. W.M.O., No:415, Geneva.
- ŞEN, Z., 2002. İstatistik Veri İşleme Yöntemleri (Hidroloji ve Meteoroloji). Su Vakfi Yayınları, İstanbul, 243s.
- TOROS, H., 1993. Klimatolojik Serilerden Türkiye Genelinde Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 175s.
- TONKAZ, T., and ÇETİN, M., 2006. Effects of Urbanization and Land-Use Type on Monthly Extreme Temperatures in a Developing Semi-Arid Region, Turkey. Journal of Arid Environments, (in press).
- TÜRKEŞ, H., 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. Int. Journal. Climatol, 16: 1057-1076.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., and KILIÇ, G., 1995. Variations and Trends in Annual Mean Air Temperatures in Turkey With Respect to Climatic Variability. International Journal Climatol., 15: 557-569.
- TÜRKEŞ, M., UTKU, M.S. ve DEMİR, İ., 2003. Türkiye'nin Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklıklarındaki Eğilimlerin ve Değişikliklerin Yeniden Değerlendirilmesi.<http://www.meteor.gov.tr/2005/arastirma/iklimdegis/iklimdegis5.htm>.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., ve ÇETİNER, G., 2006. İklim Değişikliğinin Bilimsel Değerlendirilmesi.<http://www.meteor.gov.tr/2006/arastirma/arastirma.aspx?subPg=101&Ext=htm>.
- WEN, F., and CHEN, X., 2005. Evaluation of the Impact of Groundwater Irrigation on Streamflow in Nebraska. Journal of Hydrology, 327: 603-617..
- VON STORCH,H., 1995. Misuses of Statistical Analysis in Climate Research, In: Analysis of Climate Variability: Applications of Statistical Techniques (ed.by H. Von Storch&A. Navarra), Springer Verlag, Berlin, 2: 12-26.

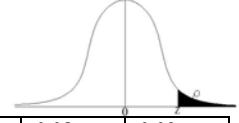
- YEŞİLNACAR, M.İ., ve GÜLŞEN, H., 1999. Şanlıurfa ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Atatürk Barajının Yöre İklimi Üzerine Etkileri. 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, Ankara.
- YEŞİLATA, B., BULUT, H., ve YEŞİLNACAR, M.İ., 2004. GAP Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 83 : 21-31.
- YILMAZ, İ., 1999. Doğu Karadeniz Havzasındaki İklim Trendleri Ve Olası Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 84s.
- YILDIZ, M., SARAÇ, M., MALKOÇ, Y., ve UÇAR İ., 2004. Türkiye Akarsularındaki Akımların Trendleri ve Bu Trendlerin Hidroelektrik Enerji Üretimine Etkileri, IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 1:174-188.
- YUE, S., and WANG,C.Y., 2002. The Influence of Serial Correlation on the Mann-Whitney Test for Detecting a Shift in Median. Advances in Water Resources, 25: 325-333.
- YU, S., ZOU, S., and WHITTEMORE, D. 1993. Non-parametric Trend analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. Journal of Hydrology, 150: 61-80.
- ZHANG, X., HARVEY, K.D., HOGGY, W.D., and YUZYK, T.R., 2001, Trends in Canadian Streamflow. Water Resour. Res., 37(4): 987-998.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Mardin’de doğdu. İlköğretimini Mardin’de, ortaöğrenimini Mersin’de tamamladı, 2003 yılında Harran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun oldu, 2004 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen aynı bölümde öğrenimine devam etmektedir.

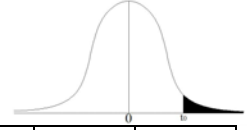
EKLER

EK Şekil 1. Normal dağılım tablosu



Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.6	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09

EK Şekil 2. t (student) dağılım tablosu



$\frac{n}{P}$	0.45	0.40	0.35	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.158	0.325	0.510	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66
2	0.142	0.289	0.445	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.137	0.277	0.424	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.134	0.271	0.414	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.132	0.267	0.408	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.131	0.265	0.404	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.130	0.263	0.402	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.130	0.262	0.399	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.129	0.261	0.398	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.129	0.260	0.397	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.129	0.260	0.396	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.128	0.259	0.395	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.128	0.259	0.394	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.128	0.258	0.393	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.128	0.258	0.393	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.128	0.258	0.392	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.128	0.257	0.392	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.127	0.257	0.392	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.127	0.257	0.391	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.127	0.257	0.391	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.127	0.256	0.391	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.127	0.256	0.390	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.127	0.256	0.390	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.127	0.256	0.390	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.127	0.256	0.390	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.127	0.256	0.390	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.127	0.256	0.389	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.127	0.256	0.389	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.127	0.256	0.389	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.127	0.256	0.389	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.126	0.255	0.388	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.126	0.254	0.387	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.126	0.254	0.386	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.126	0.253	0.385	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576
$\frac{n}{p}$	0.45	0.40	0.35	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005

EK Şekil 3. Örnek rapor çıktısı

TREND ANALYSIS FOR WINDOWS

Kodlayan ve Tasarlayan
Yrd. Doç. Dr. KASIM YENİGÜN
İnş. Mühendisi VEYSEL GÜMÜŞ



HARRAN ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Proje Yürütücü Bilgileri

ADI SOYADI	İnş. Müh. VEYSEL GÜMÜŞ
ÜNİVERSİTESİ	HARRAN ÜNİVERSİTESİ
HAVZA ADI	FIRAT HAVZASI
İSTASYON NUMARASI	2123
VERİ ARALIĞI	1961-1993

YILLARA GÖRE AKIM DEĞERİ

1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
10	9.52	9.5	9.65	9.47	9.18	9.53	8.9	12.3	11.1
1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
11.1	11.5	10.6	11.1	11	11.7	10.4	11.3	10	9.25
1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
10.4	9.81	9.4	9.17	8.99	8.33	8.48	8.79	8.28	7.92
1991	1992	1993							
8.42	9.01	9.04							

EK Şekil 3. (Devam)

Mann-Kendall Meritebe Korelasyon Testine Göre $u(t)$ Tablosu

SIRA	YIL	DEĞER	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1961	10	0	0	0	0	0
2	1962	9.52	0	0	0.25	0.5	-1
3	1963	9.5	0	0	0.92	1.5	-1.57
4	1964	9.65	2	2	2.17	3	-0.68
5	1965	9.47	0	2	4.17	5	-1.47
6	1966	9.18	0	2	7.08	7.5	-2.7
7	1967	9.53	4	6	11.08	10.5	-1.35
8	1968	8.9	0	6	16.33	14	-1.98
9	1969	12.3	8	14	23	18	-0.83
10	1970	11.1	8	22	31.25	22.5	-0.9
11	1971	11.1	8	30	41.25	27.5	0.39
12	1972	11.5	10	40	53.17	33	0.96
13	1973	10.6	8	48	67.17	39	1.1
14	1974	11.1	9	57	83.42	45.5	1.26
15	1975	11	9	66	102.08	52.5	1.34
16	1976	11.7	14	80	123.33	60	1.8
17	1977	10.4	8	88	147.33	68	1.65
18	1978	11.3	14	102	174.25	76.5	1.93
19	1979	10	7	109	204.25	85.5	1.64
20	1980	9.25	2	111	237.5	95	1.4
21	1981	10.4	10	121	274.17	105	0.97
22	1982	9.81	8	129	314.42	115.5	0.76
23	1983	9.4	3	132	358.42	126.5	0.29
24	1984	9.17	1	133	406.33	138	-0.25
25	1985	8.99	1	134	458.33	150	-0.75
26	1986	8.33	0	134	514.58	162.5	-1.26
27	1987	8.48	1	135	575.25	175.5	-1.69
28	1988	8.79	2	137	640.5	189	-2.05
29	1989	8.28	0	137	710.5	203	-2.48
30	1990	7.92	0	137	785.42	217.5	-2.87
31	1991	8.42	3	140	865.42	232.5	-3.14
32	1992	9.1	8	148	950.67	248	-3.24
33	1993	9.4	9	157	1041.33	264	-3.32

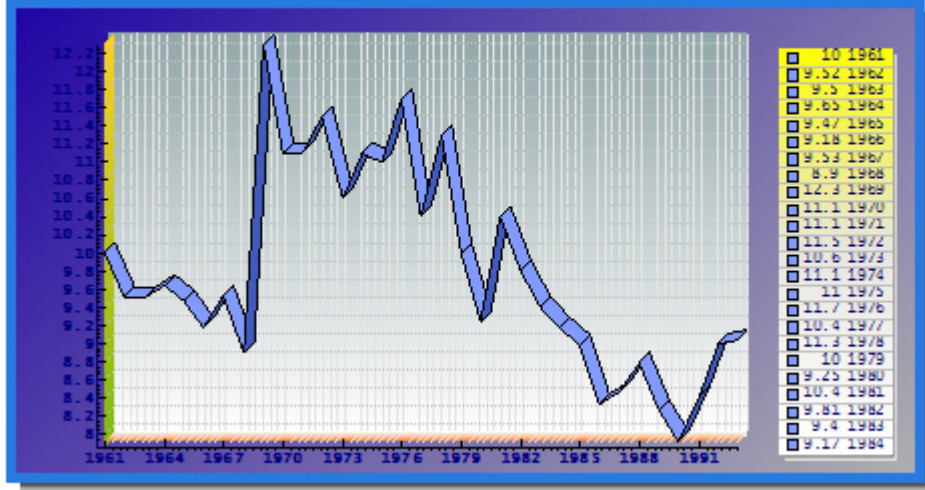
EK Şekil 3. (Devam)

Mann-Kendall Meritbe Korelasyon Testine Göre $u'(t)$ Tablosu

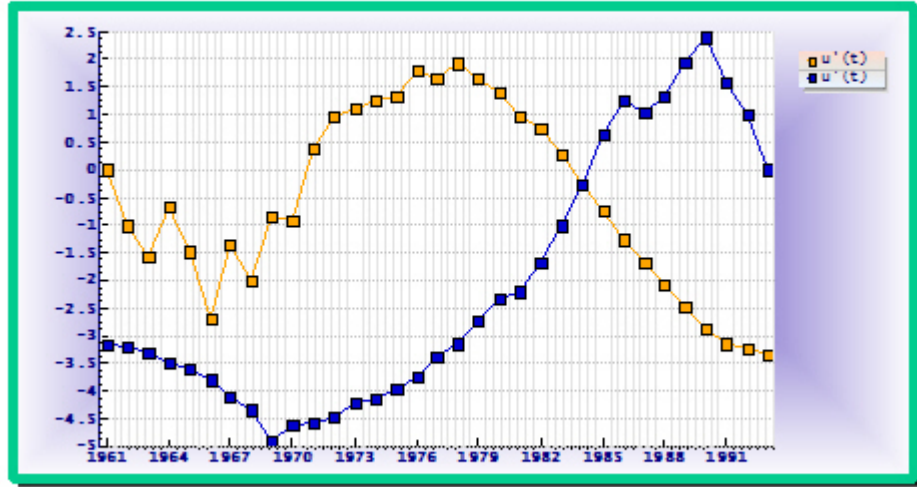
SIRA	YIL	DEĞER	n'	t'	Var'(t)	$E'(t)$	$u'(t)$
33	1993	9.4	0	0	0	0	0
32	1992	9.1	0	0	0.25	0.5	1
31	1991	8.42	0	0	0.92	1.5	1.57
30	1990	7.92	0	0	2.17	3	2.4
29	1989	8.28	1	1	4.17	5	1.96
28	1988	8.79	3	4	7.08	7.5	1.32
27	1987	8.48	3	7	11.08	10.5	1.05
26	1986	8.33	2	9	16.33	14	1.24
25	1985	8.99	6	15	23	18	0.63
24	1984	9.17	9	24	31.25	22.5	-0.27
23	1983	9.4	10	34	41.25	27.5	-1.01
22	1982	9.81	11	45	53.17	33	-1.65
21	1981	10.4	12	57	67.17	39	-2.2
20	1980	9.25	10	67	83.42	45.5	-2.35
19	1979	10	13	80	102.08	52.5	-2.72
18	1978	11.3	15	95	123.33	60	-3.15
17	1977	10.4	14	109	147.33	68	-3.38
16	1976	11.7	17	126	174.25	76.5	-3.75
15	1975	11	16	142	204.25	85.5	-3.95
14	1974	11.1	17	159	237.5	95	-4.15
13	1973	10.6	16	175	274.17	105	-4.23
12	1972	11.5	20	195	314.42	115.5	-4.48
11	1971	11.1	18	213	358.42	126.5	-4.57
10	1970	11.1	18	231	406.33	138	-4.61
9	1969	12.3	24	255	458.33	150	-4.9
8	1968	8.9	6	261	514.58	162.5	-4.34
7	1967	9.53	13	274	575.25	175.5	-4.11
6	1966	9.18	11	285	640.5	189	-3.79
5	1965	9.47	14	299	710.5	203	-3.6
4	1964	9.65	16	315	785.42	217.5	-3.48
3	1963	9.5	15	330	865.42	232.5	-3.31
2	1962	9.52	16	346	950.67	248	-3.18
1	1961	10	20	366	1041.33	264	-3.16

EK Şekil 3. (Devam)

Verilerin Grafiği



Mann-Kendall Meritebe Korelasyon Testi Sonucunda $u(t)$ $u'(t)$ Grafiği



EK Şekil 3. (Devam)

SONUÇLAR

Mann-Kendall Testi Sonuçları

Za/2	1.96
S	-204
Sigma S	64.54
Kendal Kor. Kat.	-0.39
Z	-3.15
Sonuç	İncelenen Zaman Serisinde H0 hipotezi Red Edilir ve Azalan Yönde Anlamlı Bir Trend Olduğu Sonucuna Varılır

Spearman'in Rho Testi Sonuçları

Za/2	1.96
Rho Test İst. (rs)	-0.52
Z	-2.93
Sonuç	İncelenen Zaman Serisinde H0 hipotezi Red Edilir ve Azalan Yönde Anlamlı Bir Trend Olduğu Sonucuna Varılır

Sen'in Trend Eğim Metoduna Göre QMedyan(Birim Zamandaki Değişim)	-0.06
---	-------

ÖZET

Su, canlıların sürekli ilgi odağı olmuş ve medeniyetler daha çok suya yakın yerlerde hayat bulmuştur. Fazla su taşkınlara neden olurken, az su da insanların yaşamını etkilemekte ve toplu göçlere bile neden olabilmektedir. Ancak artan su ihtiyacını karşılamak için suyun bol olduğu yerlerden az olduğu yerlere taşınması ve su biriktirme hazneleri oluşturulması gibi önlemler alınmıştır. Fakat en etkili yol suyun geçmişteki davranışını inceleyip gelecekteki davranışını tahmin etmektir. Zaman içerisinde su miktarındaki değişimin bilinmesi depolanan ve depolanacak suyun daha dikkatli olarak kullanılmasına ve planlanmasına yardımcı olacaktır.

Türkiye'nin en önemli havzalarından biri olan Fırat Havzası'ndan seçilen istasyonların yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımlarının trend analizi yapıp, anlamlı bir trend varlığı aranmıştır ve nedenleri sorgulanmıştır. 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 değerlendirilmiş 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 ise, parametrik olmayan Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi, trend eğimlerini belirlemek için Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada, yıllık ortalama akımlarda Aşağı Fırat havzası'nda bulunan 2 istasyonda azalan yönde anlamlı trend gözlenmiş, minimum akımlarda ise havza genelinde toplam 10 istasyonda azalan yönde, 1 istasyonda ise artan yönde anlamlı trend gözlenmiş, maksimum akımlarda ise anlamlı bir trend gözlenmemiştir. Gözlenen trendlerin nedenleri için iklim ve baraj etkileri incelenmiş, iklim etkilerinden ele alınan sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış parametrelerinden sadece bağıl nem ile arasında anlamlı bir ilişki görülmüştür. Baraj etkenlerinde ise Atatürk

ve Hacıhıdır barajlarının su toplama yılları ile trend başlangıç yılları arasında bir paralellik gözlenmiş ve azalan trende önemli bir etki olabileceği sonucuna varılmıştır, Birecik Barajı'nın ise azalan trende önemli bir etkisi olmadığı düşünülebilir.

Yıllık ortalama akımlarda gözlenen azalan trendin sınır aşan sular kapsamına giren yerlerde yoğunlaşması, suyun yüzyılımızda giderek artan önemi de dikkate alındığında, su kaynakları planlayıcıları ve ilgili konularda çalışma yapan kişiler için göz önünde bulundurulması gereken önemli bir veri oluşturmaktadır.

SUMMARY

Water has always been a focus of interest of living beings and civilizations have emerged mostly in places near sources of water. While too much water causes floods, scarcity of water affects people's lives and even cause mass migrations. However, measures were taken such as carrying water from where it is abundant to where it is scarce and creation of water reservoirs in order to meet the ever increasing need for water but the most influential way has been the study of past behavior of water and estimate its future behavior. Knowledge of the change in the amount of water in time will assist more careful use and planning of water stored and to be stored.

A trend analysis of the annual average, minimum and maximum streamflow of the stations chosen in Fırat River Basin, one of Turkey's most important river basins, has been made and existence of a meaning trend has been sought and its causes inquired. In streamflow data, one generally encounters assumptions such as normality, linearity and independence in classical parametrical tests. Therefore, non-parametric test were employed within the scope of this study.

Of the 83 streamflow observation stations operated in Fırat River Basin by EİEİ, trend analysis tests have been evaluated for 22 stations and the non-parametric Mann-Kendall test found to be the strongest among them and Spearman's Rho test were preferred. Non-parametric Mann-Kendall Level Correlation test has been employed to determine the year of commencement in stations where trends were detected, and Sen's Trend Incline method has been used to determine trend inclines.

A declining meaningful trend has been observed in the study in annual average streamflows in the 2 stations at the Lower Fırat River Basin, and a meaningful trend has been observed in 10 stations throughout the river basin in minimum streamflows, with an increasing meaningful trend in 1 station and no meaningful trend in maximum streamflows. Effects of the climate and dams were studied to understand the causes of observed trends, and a meaningful difference has been seen only with relative humidity among temperature, one of the climate effects

handled, relative humidity and total rainfall parameters. As for dam factors, a parallelism has been observed between the water collection years of Atatürk and Hacıhıdır dams and trend start years, with the conclusion that it could have an important effect on the decreasing trend, whereas it may be considered that Birecik Dam has no important influence on the declining trend.

Intensity of declining trend observed in annual average streamflow in places within the scope of border-exceeding waters, also in consideration of the ever increasing importance of water in this century, forms an important data that has to be taken into consideration for planners of water resources and for those persons engaged in studies in relevant fields.