

152332

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE AKARSULARINDA
BÖLGESEL TREND ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Özbek Özgür DAĞLI
(501011380)

152332

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 Nisan 2004

Tezin Savunulduğu Tarih : 18 Mayıs 2004

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Mehmetçik BAYAZIT

Diğer Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Bihrat ÖNÖZ

Doç. Dr. Kasım KOÇAK

MAYIS 2004

ÖNSÖZ

19. yüzyılın ortası ve 20. yüzyılı kapsayan zaman dilimi insanlık ve doğa için dönüm noktasıdır. İnsanoğlunun bu dönemde yaptığı endüstri devrimi, bir taraftan insanların gelişmesini ve birbirine yaklaşmasını sağlarken bir taraftan da doğanın dengesi, endüstrileşmenin sonucu olarak bozulmuştur. Küresel ısınma ve sonucu olan iklim değişikliğison zamanlarda insanlığın karşısındaki en büyük sorun olarak görünüyor. Bu sorunun yaratacağı tehlikeleri önceden görmek ve bunlara karşı önlem almak, biz mühendislerin görevidir.

Bir mühendis olarak insanlar için bu kadar önemli bir konuda çalışmak benim için gurur vericiydi. Bu projede bana yardımlarını esirgemeyen sayın hocalarım Prof. Dr. Mehmetçik Bayazıt'a, Doç. Dr. Kerem Cıgızoğlu'na ve Prof. Dr. Bihrat Önöz'e teşekkürü borç bilirim.

Mayıs 2004

Özbek Özgür DAĞLI

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
SEMBOL LİSTESİ.....	vi
ÖZET	vii
SUMMARY.....	viii
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın amacı.....	1
1.2.Hidroloji ve İstatistik	2
1.3. Projede İncelenen Havzalar ve İstasyonlar	2
1.4. Daha Önceki Çalışmalar	4
1.5. Akım Değerlerinin Kullanılması	5
2.İKİ RASTGELE DEĞİŞKEN ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ÖLÇÜLMESİ	6
2.1. Korelasyon	6
2.1.1.Pearson Korelasyon Katsayısı ve t Testi.....	6
2.1.1.a t Testi Uygulama Örneği.....	8
2.1.2.Kendall Korelasyon Katsayısı ve Mann-Kendall Testi	8
2.1.2.a.Mann-Kendall Testi Uygulama Örneği.....	9
2.2.Trend Analizi	11
2.3.Otokorelasyon Katsayısı	11
3.BÖLGESEL TREND ANALİZİ	12
3.1.Bölgelerin oluşturulması.....	12
3.2.Bölgesel Trend Testi Uygulanması.....	15
3.3.Mann-Kendall testinde serisel korelasyonun etkisinin giderilmesi	19
3.3.1.Trend-Free Prewhitening(TFPW) Yöntemi Uygulaması	21
4.BOOTSTRAP METHODU.....	25
4.1.Bootstrap Methodunun Uygulanması	25
4.2.Bootstrap Methodunun Sonucunun Yorumlanması.....	29
5.TRENDİN BÖLGE ÜZERİNDEKİ HOMOJENLİĞİ	29
6.SONUÇLAR.....	31
KAYNAKLAR	33
EKLER	35
ÖZGEÇMİŞ	55

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 1.1 Havza isimleri ve drenaj alanları	3
Tablo 2.1 M. Ege Suları 36 yıllık akım verileri	10
Tablo 2.2 M. Ege Suları 36 yıllık sıralanmış akım verileri.....	10
Tablo 3.1 Bölgeler.....	13
Tablo 3.2 Maksimum Akımlarda Bölgesel trend analizi sonuçları.....	16
Tablo 3.3 Ortalama Akımlarda Bölgesel trend testi sonuçları.....	17
Tablo 3.4 Minimum Akımlarda Bölgesel trend testi sonuçları.....	18
Tablo 3.5 TFPW yöntemi uygulama tablosu.	21
Tablo 3.6 Maksimum akımlarda trend analizi (TFPW yöntemi kullanılmış).....	22
Tablo 3.7 Ortalama akımlarda trend analizi (TFPW yöntemi kullanılmış).....	23
Tablo 3.8 Minimum akımlarda trend analizi (TFPW yöntemi kullanılmış).....	24
Tablo 5.1 Bölgesel Trend Homojenliği.....	30
Tablo 1.2 Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları ve analizde kullanılan akım gözlem aralıkları	36
Tablo 2.3 7 Günlük Düşük akımlarda t testi sonuçları.....	39
Tablo 2.4 Ortalama akımlarda Mann-Kendall testi sonuçları.	43
Tablo 2.5 Maksimum akımlarda Mann-Kendall testi sonuçları.....	47
Tablo 2.6 t dağılım tablosu	51
Tablo 2.7 Standart normal dağılım tablosu.....	52
Tablo 2.5 Kendall korelasyon katsayısı için p değerleri	53
Tablo 2.9 X^2 dağılımı tablosu.	54

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 1 İstatistik hipotezlerin kontrolü.....	8
Şekil 2 Oluşturulan bölgeler	14
Şekil 3.1 Zaman ve akım değeri arasındaki regresyon denklemi	19
Şekil 3.2 Zaman ve akım değeri arasındaki regresyon denklemi (uygulama).....	21
Şekil 4.1 İstasyon ve yıllara göre gösterilen akım tablosu	26
Şekil 4.2 İstasyon ve rastgele seçilen yıllara göre gösterilen akım tablosu.....	26
Şekil 4.3. Maksimum akımlar (1.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı	27
Şekil 4.4. Maksimum akımlar (2.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı	27
Şekil 4.5. Maksimum akımlar (3.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı	28
Şekil 4.4. Maksimum akımlar (4.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı	28

SEMBOL LİSTESİ

r	: Korelasyon katsayısı
τ	: Kendall korelasyon katsayısı
$\rho_{k,l}$	: Çapraz korelasyon katsayısı
α	: Anlamlılık düzeyi
Z	: Önem seviyesinde standart normal değişken.
i	: İstasyonun sıra numarası
j	: Gözlenen yılın sıra numarası
P	: $i < j$ için $X_i < X_j$ olan (X_i, X_j) çiftlerinin sayısı
M	: $i < j$ için $X_i > X_j$ olan (X_i, X_j) çiftlerinin sayısı
S	: Mann Kendall testi özel değeri.
$\bar{S}_m$	: Bölgesel ortalama Kendall S değeri
N	: Gözlem sayısı (yıl)
M	: İstasyon sayısı
H_0	: Sıfır hipotezi
H_1	: Karşıt hipotez
σ_x	: Standart sapma
ρ	: Korelasyon katsayısı

TÜRKİYE AKARSULARINDA BÖLGESEL TREND ANALİZİ

ÖZET

Yapılan çalışmada Türkiye akarsularında taşkın, ortalama ve düşük akımlarda bölgesel trend varlığı incelenmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de bulunan 26 havzanın 24’ündeki yaklaşık 100 adet akım istasyonuna ait akım verileri kullanılmıştır. Bu veriler EİE (Elektrik İşleri Etüd İdaresi)’den alınmıştır.

Veriler parametrik bir test olan t testi ve parametrik olmayan Mann-Kendall testi kullanılarak analiz edilmiş ; trend görülen istasyonlar birleştirilerek bölgeler oluşturulmuştur. Bölgeler Ege ve Batı Akdeniz Bölgesi, Marmara ve Trakya Bölgesi, Sakarya, İç Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgesi olarak seçilmiştir. Daha sonraki aşamada bu bölgelerde minimum, ortalama ve maksimum akımlarda Mann-Kendall testi uygulanarak bölgesel trend analizi yapılmıştır. En son aşamada maksimum akım için bulunan bölgesel trend, bootstrap metodu ile kontrol edilmiştir. Ayrıca bölgesel trend bulunan bölgelerde trendin bölge üzerindeki homojenliği de incelenmiştir.

Sonuç olarak oluşturulan bölgelerin çoğunda maksimum, ortalama ve minimum akımlar için azalan yönde trend olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın sonucu, daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyushmaktadır.

REGIONAL TREND ANALYSIS OF TURKEY'S STREAMFLOWS

SUMMARY

In this study the existence of regional trends in flood, mean and low flows of Turkey is investigated. Approximately 100 flow stations' data in Turkey's 24 basins out of 26 basins are used.

Data are analysed by using t test which is parametric and Mann-Kendall test which is non-parametric, and the stations which have trend are combined and regions are formed. Aegean and Western Mediterranean, Thrace and Marmara, Sakarya, Inner Anatolia and Eastern Mediterranean regions are chosen. In the following stage, Kendall test is applied to flood, mean and low flows of these regions then regional trend analysis is applied. In the last stage; the trends for maximum flows are checked by bootstrap method. Homogeneity of trends is also analyzed in regions which have trends.

In conclusion, most of the regions for flood, mean and low flows show a trend in the decreasing direction. The results of this study are in agreement with the preceding studies' results.

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın amacı

Endüstriyel devrim insanlar için faydalı şeyler getirmekle beraber doğaya büyük boyutta zarar vermiştir. Endüstriyel devrimin sonucu olan havadaki CO₂ artışının global bazda ortalama sıcaklıklarda bir yükselişe neden olacağına inanılmaktadır. Bloomfield (1992)'e göre son yüzyılda ortalama olarak 0.6±0.2°C'lik bir küresel sıcaklık artışı söz konusudur. Genel sirkülasyon modellerinin sonuçlarına göre yükselmiş global sıcaklıklar, yağış miktarında bölgesel değişmelere neden olabilmektedir. Bu değerlendirmeyi Guttman ve diğ. (1992), Groisman ve Easterling (1994), Karl ve Knight (1998), ABD ve Kanada'da yağış miktarında artış olduğunu görerek doğrulamıştır.

Yapılan çalışmalarda nehir akım değerlerinin yağıştaki değişikliklere ve diğer iklim parametrelerine karşı hassas olduğu vurgulanmıştır. Buna göre nehir akım kayıtlarında bir trend belirtisinin incelenmesi iklim değişiklikleri ile bağlantısı açısından bilgi vericidir.

Ortalama, düşük akım ve taşkınlar su kaynakları mühendisliği uygulamalarında farklı açılardan önem taşımaktadırlar. Örneğin taşkın ve ortalama akım değerleri baraj haznelerinin biriktirme kapasitesinin hesabı ya da taşkın yapılarının projelendirilmesi, düşük akımlar ise baraj dip savağından nehrin mansap tarafına verilecek debi miktarının belirlenmesi ya da su kalitesi standartlarının muhafazası ve geliştirilmesi gibi konular açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle geçmiş akım kayıtları incelenerek gerek ortalama ve düşük akım gerekse taşkın akım değerlerinde bir trend bileşenin araştırılması gelecekteki su kaynakları projelerinin planlanması açısından büyük önem taşır.

Trend konusunda dünyanın gelişmiş ülkelerinde bugüne kadar çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'de ise bu konudaki çalışma geçtiğimiz senelerde Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü ile İTÜ İnşaat Fakültesi Hidrolik Anabilim

Dalında proje kapsamında oluşturulmuş çalışma gurubu tarafından yürütülmüştür(2002).

İlk yapılan çalışmada Türkiye nehirlerindeki taşkın, ortalama ve düşük akımlarda trend (eğilim) bileşeninin var olup olmadığının incelenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada ise Türkiye akarsularında taşkın, ortalama ve düşük akımlarda bölgesel trend analizi yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlar önceki çalışmalarla kıyaslanmıştır.

1.2.Hidroloji ve İstatistik

Hidroloji, su ile ilgili doğal olayları inceleyen bilim dalıdır. İstatistik ise gözlemler sonucunda toplanan verileri analiz ederek rastgele değişkeni yorumlayan bilimdir. Hidrolojide, istatistik yöntemler kullanılarak geçmişteki olaylar baz alınıp güncel veya gelecekteki olayların değerlendirilmesi ve belirli bir güvenlik düzeyinde gereken verilerin temini sağlanır.

Gözlemlere ve istatistik yöntemlere dayalı verilerin temini, değerlendirilmesi ve boyutlandırılması amacıyla su yapılarının kullanımına kadar sürdürülen faaliyetlere “hidroloji çalışmaları” denilir. Bu faaliyetler su yapıları projelerinin ana girdisini oluşturur. Kullanılan bilgiler eksik ve hatalı ise yapılan projelerin de faydalı olma olasılığı düşer. Bu sebepten ötürü Hidroloji biliminin önemi giderek artmaktadır.

1.3. Projede İncelenen Havzalar ve İstasyonlar

Türkiye’de hidrolojik 26 havza mevcuttur. Bu havzalardan ikisindeki bütün istasyonlara (2 ve 19’nolu havzalar) ölçüm sırasında müdahale yapıldığı EİE (Elektrik işleri Etüd İdaresi) tarafından belirtilmiştir. Bu yüzden iki havza çalışmaya dahil edilmemiştir. Kalan 24 havzaya ait müdahalesiz ya da çalışmayı etkilemeyecek boyuttaki düşük müdahaleli istasyonlara ait nehir akımları verileri EİE’den elde edilmiştir. Buna göre çalışmada kullanılan akarsu havza sayısı 24, akım gözlem istasyonu sayısı ise 104’tür. Tablo 1.1 ve Tablo 1.2’de bu havzalara ve istasyonlara ait bilgiler gösterilmiştir.

Tablo 1.1 Havza isimleri ve drenaj alanları

Havza No.	Havza ismi	Drenaj alanı (km ²)
1	Meriç	14560
3	Susurluk	23765
4	Ege Suları	9032
5	Gediz	17118
6	Küçük Menderes	7165
7	Büyük Menderes	24903
8	Batı Akdeniz Suları	22615
9	Orta Akdeniz Suları	14518
10	Burdur Gölü	8764
11	Afyon Suları	8377
12	Sakarya	56504
13	Batı Karadeniz Suları	29682
14	Yeşilırmak	36129
15	Kızılırmak	78646
16	Orta Anadolu Suları	56554
17	Doğu Akdeniz Suları	22484
18	Seyhan	20731
20	Ceyhan	21222
21	Fırat	120917
22	Doğu Karadeniz Suları	24022
23	Çoruh	19894
24	Aras	27548
25	Van Gölü	15254
26	Dicle	51489

1.4. Daha Önceki Çalışmalar

Endüstriyel devrimin başlangıcından beri havadaki CO₂ miktarı artış göstermektedir. Genellikle bir sera gazı olan CO₂'deki bu tip bir artışın global bazda ortalama sıcaklıklarda bir yükselişe neden olacağına inanılmaktadır. Bloomfield (1992)'e göre son yüzyılda ortalama olarak 0.4 ile 0.6°C'lik bir küresel sıcaklık artışı söz konusudur. Genel sirkülasyon modellerinin sonuçlarına göre yükselmiş global sıcaklıklar, yağış şiddetinin miktarında bölgesel değişmelere neden olabilmektedir. Bu değerlendirmeyi doğrular şekilde, Vinnikov ve diğ. (1990), Guttman ve diğ. (1992), Groisman ve Easterling (1994), Karl ve Knight (1998), ABD ve Kanada'da yağış miktarı ve yoğunluğunda artış olduğunu görmüşlerdir.

Letenmaier ve diğ. (1994), ABD'deki aylık yağış, akış ve sıcaklık verilerinden yararlanarak yaptığı çalışma sonucunda Kasım-Nisan dönemindeki aylık nehir akımlarında 1948-1988 yılları arasında artış bulmuşlardır.

Von Storch ve Navarra (1995), serisel korelasyonu ortadan kaldırmak için zaman serisine Pre-Whitening yöntemi uygulamıştır. Çalışma sonucunda yıllık ortalama akımlarda bir azalma olduğunu bulmasına rağmen Kanada'da iklimlerde aşırı değişimlerden söz edilemeyeceği savunulmuştur.

Lins ve Slack (1999) ABD'de orijinal Mann-Kendall testi ile trend analizi yaparak akışta ve yağışta artan yönde trend olduğunu buldu.

Douglas ve diğ. (2000), ABD'deki taşkın ve düşük akımlarda trend olup olmadığını bölgesel bazda incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre, bölgesel çapraz korelasyon dikkate alınmadığında, bütün ülke genelinde taşkın akım analizlerinin üçte ikisinde, düşük akım analizlerinin ise ikisi dışında tamamında genelde artan yönde bir trend olduğu sonucuna varmışlardır.

Yue ve Wang (2002), simülasyon deneyleri yardımı ile Pre-Whitening yöntemini incelemişlerdir. Sonuç olarak bu yöntemin trendi fazla etkilediğini ve Mann-Kendall testi üzerindeki serisel korelasyon etkisinin elenmesi için uygun bir yöntem olmadığı sonucuna varmışlardır.

Yue ve Pilon (2003), serisel korelasyonun etkisini kaldırmak için daha güvenli bir yöntem olan trend-free pre-whitening yöntemini kullanmıştır.

Ülkemizde ise akarsulardaki maksimum, ortalama ve minimum akımlarda trend analizi 2002 yılındaki İTÜ araştırma grubu tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmada, gözlenen trendlerin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerindeki akarsuların çoğunun akımlarında trend bulunduğu anlaşılmaktadır. Trend ortalama ve düşük akımlarda, maksimum akımlara göre daha çok istasyonda gözlenmiştir. Trend birkaç istasyon dışında genellikle zamanla azalan yöndedir. Sonuç olarak, son 30-60 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazılarının maksimum akımlarında) anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmaktadır. Diğer bölgelerde ise istatistik bakımından anlamlı bir trend görülmemiştir.

1.5. Akım Değerlerinin Kullanılması

Trend analizi yıllık düşük akım, ortalama akım ve maksimum akımların analizi olmak üzere üç etapta gerçekleştirilmiştir. Yıllık maksimum akım bir su yılı boyunca gözlenen en yüksek anlık akım; yıllık ortalama akım bir su yılı boyunca gözlenen akımların ortalaması olarak dikkate alınmıştır. Düşük akım değeri olarak 7 günlük düşük akım verileri kullanılmıştır. Bu değer ise bir yıl içinde birbirini izleyen 7 günlük ortalama akımların en düşük değeridir. İTÜ araştırma grubunun yaptığı projede (2002) bu değerler hesaplanmıştır.

2.İKİ RASTGELE DEĞİŞKEN ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ÖLÇÜLMESİ

2.1. Korelasyon

Birçok mühendislik probleminde iki (ya da daha çok) rastgele değişkenin aynı gözlem sırasında aldıkları değerlerin arasında istatistik bir ilişki olduğu, bağımsız olmadıkları görülür. Fakat bu ilişki mutlak ya da başka bir deyişle fonksiyonel bir bağımlılık değildir. Yani biri belli bir değer aldığı anda diğerinin her zaman aynı değeri alacağı söylenemez. İstatistik ilişkide bir değişkenin belli bir değerine diğer değişkenin belli bir değeri yerine bir dağılım karşı gelir.

Korelasyonun ölçülmesinde Pearson ve Kendall korelasyon katsayıları kullanılabilir. Her iki katsayı için de şunlar geçerlidir:

Korelasyon katsayısı olarak hesaplanan değer -1 ile 1 arasında (mutlak değeriye 0 ile 1 arasında) değişir. Değer 0 ise bu iki değişken arasında bağımlılık yok anlamındadır.

*0'dan -1'e gittikçe bağımlılık , birinin artmasına karşılık diğerinin azalması şeklindedir.

*0'dan 1'e gittikçe bağımlılık kuvvetleniyor (iki değişken aynı yönde artıyor ya da azalıyor) demektir.

2.1.1.Pearson Korelasyon Katsayısı ve t Testi

Pearson korelasyon katsayısı normal dağılmış değişkenler arasında doğrusal bir ilişki varsa kullanılır.

Normal dağılmış X ve Y değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığına karar vermek için ; elimizdeki N tane (x_i, y_i) çiftinden r_{xy} istatistiği hesaplanır. $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ değişkenlerin ortalamaları , S_x ve S_y standart sapmalarıdır.

$$r_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \frac{x_i - \bar{x}}{S_x} \frac{y_i - \bar{y}}{S_y} \quad (2.1)$$

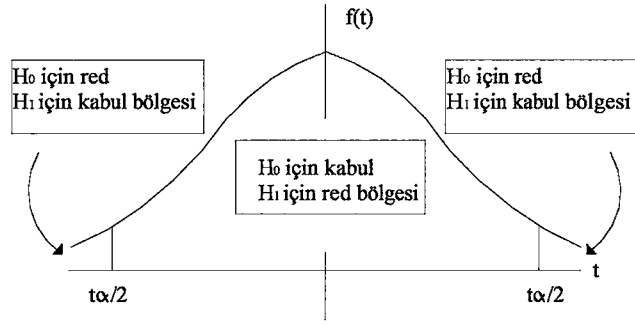
Korelasyon katsayısı ($r_{x,y}$) iki rastgele değişken (X,Y) arasındaki bağımlılığın bir ölçüsüdür. Korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değerler alabilir. Bu çalışmada belirlenen korelasyon katsayıları da yıllık akımlar (maksimum, ortalama ve düşük akım değerleri) ile zaman (yıl) arasındaki bağımlılığı göstermektedir. $r_{x,y} = 0$ olması X ve Y değişkenleri arasında doğrusal bir bağımlılık bulunmadığını göstermektedir. Burada X akımı, Y ise zamanı temsil etmektedir. $r_{x,y}$ nin mutlak değerinin bire yaklaşması ise değişkenler arasındaki bağımlılığın gittikçe kuvvetlendiğini göstermektedir. Buna göre, iki değişken arasında bağımlılık bulunup bulunmadığını kontrol etmek için korelasyon katsayısının değerine bakılmalıdır.

Hesaplanan $r_{x,y}$ değerine bakılarak bağımlılık hakkında karar vermek için $r_{x,y}$ istatistiğinin örneklem dağılımını bilmek gerekir. X ve Y arasında doğrusal bir ilişki yoksa ($\rho_{x,y} = 0$), X ve Y nin ortak dağılımlarının normal olduğu kabulü ile $r_{x,y}$ ' ye bağlı olarak tanımlanan t istatistiğinin örneklem dağılımı s.d. = N-2 olan t dağılımı olmaktadır. N örnekteki eleman sayısıdır. t istatistiğinin değeri :

$$t = \frac{r_{x,y} \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-(r_{x,y}^2)}} \quad (2.2)$$

formülü ile hesaplanır. $r_{x,y}$ değeri kullanılarak hesaplanan t değeri, $H_0 : \rho_{x,y} = 0$ hipotezini $H_1 : \rho_{x,y} \neq 0$ karşıt hipotezine göre kontrol etmek için kullanılır. $\rho_{x,y}$ korelasyon katsayısının toplum değeridir. Bulunan bu t değeri mutlak değerce α anlamlılık düzeyine karşı gelen $t_{\alpha/2}$ kritik değerinden küçük kalıyorsa $\rho_{x,y} = 0$ hipotezi kabul edilir. Yani X ve Y değişkenleri arasında bir bağımlılık bulunmadığı sonucuna varılır. Aksi halde $r_{x,y} = 0$ hipotezi reddedilir ve $\rho_{x,y} \neq 0$ karşıt hipotezi kabul edilir.

Yapılan çalışmada her akım gözlem istasyonu için eldeki $r_{x,y}$ değerlerine göre t istatistikleri hesaplanmıştır. Daha sonra hesaplanan t istatistikleri ile seçilen α anlamlılık düzeyi için, $\rho_{xy} = 0$ hipotezi kontrol edilmiştir. 7 günlük minimum akımlar için $r_{x,y}$ değerleri, hesaplanan t değerleri ve hipotezlerin sonuçları Ekler bölümünde bulunan Tablo 2.1'de verilmiştir (Cıgızoğlu v.d., 2002).



Şekil 1. İstatistik hipotezlerin kontrolü

2.1.1.a t Testi Uygulama Örneği

1 numaralı Meriç Havzası'nda bulunan 105 no'lu akım gözlem istasyonuna ait 26 yıllık maksimum akım değerleri ile zaman arasındaki korelasyon katsayısı (2.1) no'lu denklem kullanılarak $r_{xy} = -0.277$ olarak bulunmuştur. Buna göre t istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$t = \frac{r_{x,y} * \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-(r_{x,y}^2)}} = \frac{-0.277 * \sqrt{26-2}}{\sqrt{1-0.277^2}} = -1.412$$

s.d. = $N-2=26-2=24$ için

t istatistiği tablosundan $\alpha = 0,05$ için $t_{0,025}=2.064$ değeri bulunur. Bulduğumuz t değeri $(-2.064, 2.064)$ güven aralığı içinde kaldığından $H_0: r_{xy} = 0$ hipotezi kabul edilir. Sonuç olarak istatistik değer ve zaman arasında anlamlı bir ilişki olduğu hipotezi reddedilir

2.1.2. Kendall Korelasyon Katsayısı ve Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall testi parametrik olmayan ve değişkenlerin dağılımından etkilenmeyen bir testtir. Bu test Kendall korelasyon katsayısının hesaplanmasına dayanmaktadır. Testin uygulama ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

Eldeki zaman serisi örneğinde Y zaman değerleri artan sırada dizilmiş olduğuna göre bunlara karşı gelen $X_1, X_2, \dots, X_N$ değerlerine bakılır.

$i < j$ için $X_i < X_j$ olan (X_i, X_j) çiftlerinin sayısı P ,

$i < j$ için $X_i > X_j$ olan (X_i, X_j) çiftlerinin sayısı M ile gösterilirse:

$$S = P - M \text{ olarak hesaplanır.} \quad (2.3)$$

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{N(N-1)/2} \quad (2.4)$$

Burada $N(N-1)/2$, (X_i, X_j) çiftlerinin toplam sayısını göstermektedir. Kendall korelasyon katsayısının değeri -1 ile 1 arasında değişebilir. S 'in aşılması olasılığı p olan x değerleri örnekteki gözlem çiftlerinin N sayısına bağlı olarak Kendall Korelasyon Katsayısı- p değişim tablosundan alınabilir.

$N > 10$ için

$$\mu_s = 0, \sigma_s = \sqrt{N(N-1)(2N+5)/18} \quad (2.5)$$

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \text{ ise} \\ 0 & S = 0 \text{ ise} \\ (S+1) & S < 0 \text{ ise} \end{cases} \quad (2.6)$$

Z değişkeninin dağılımı standart normal dağılımdır. Normal dağılım tablosundan. Z 'in aşılma olasılığı okunur ve buna göre X ile Y 'nin bağımsız olduğu hipotezi seçilen bir α anlamlılık düzeyinde kontrol edilir. $|Z| < Z_{\alpha/2}$ ise bağımsızlık hipotezi α anlamlılık düzeyinde kabul, aksi halde red edilir.

Bu çalışmada maksimum ve ortalama akımların τ Kendall korelasyon katsayıları ve Z değerleri hesaplanarak $\alpha=0,05$ düzeyinde test uygulanmıştır. Sonuçlar kler bölümünde bulunan Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'de gösterilmiştir (Cıgızoğlu v.d., İTÜ, 2002).

2.1.2.a. Mann-Kendall Testi Uygulama Örneği

Müteferrik Ege Suları Havzasında bulunan 407 no'lu akım ölçüm istasyonunun 36 yıllık ortalama akım değerleri (m^3/s) cinsinden aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.1. M. Ege Suları 36 yıllık akım verileri

1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
11.7	24.5	12.0	22.3	23.4	15.3	17.7	17.7	14.4	14.0	6.3	19.5	6.6	15.6	7.6

1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
10.9	12.3	9.4	14.8	15.9	18.9	7.3	12.1	6.9	11.7	7.9	8.5	11.1	3.1	4.8

1992	1993	1994	1995	1996	1997
6.7	7.6	3.9	13.2	12.4	8.5

Akımlar büyüklük sırasına dizildiğinde tablo şu şekli almaktadır.

Tablo 2.2. M. Ege Suları 36 yıllık sıralanmış akım verileri.

1990	1994	1991	1972	1974	1992	1985	1983	1976	1993	1987	1988	1997	1979	1977
3.1	3.9	4.8	6.3	6.6	6.7	6.9	7.3	7.6	7.6	7.9	8.5	8.5	9.4	10.9

1989	1962	1986	1964	1984	1978	1996	1995	1968	1971	1970	1980	1967	1975	1981
11.1	11.7	11.7	12.0	12.1	12.3	12.4	13.2	13.7	13.9	14.5	14.8	15.3	15.6	15.9

1969	1982	1973	1965	1966	1963
17.7	18.9	19.5	22.3	23.4	24.5

Y_i 'lerin yeni dizilişinde $i < j$ için $Y_i < Y_j$ olan (Y_i, Y_j) çiftlerinin sayısı $P=199$

$i < j$ için $Y_i > Y_j$ olan (Y_i, Y_j) çiftlerinin sayısı $M=431$

(2.3) no'lu denklemden ; $S = P - M = 199 - 431 = -232$

(2.4) no'lu denklemden ; $\tau = S / [N(N-1)/2] = -232 / [36 \cdot 35 / 2] = -0.368$

S 'in aşılması olasılığı p olan x değerleri örnekteki gözlem çiftlerinin N sayısına bağlı olarak Kendall korelasyon katsayısı- p değişim tablosundan alınabilir.

$N > 10$ için:

$$\mu_s = 0, \sigma_s = \sqrt{N(N-1)(2N+5)/18} = \sqrt{36(36-1)(2 \cdot 36 + 5)/18} = 73.42$$

$$S < 0 \text{ olduğu için } Z = (S+1) / \sigma_s = (-232+1) / 73.42 = -3.14$$

Normal dağılım tablosundan $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyi için $Z_{0.025}$ değeri 1.96 olarak bulunur.

Hesaplanan Z değeri (-1.96,1.96) güven aralığının dışında olduğu için $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde $H_0:r_{x,y}=0$ hipotezi reddedilir. Dolayısıyla bu anlamlılık düzeyinde trend olduğu sonucuna varılır.

2.2.Trend Analizi

Zaman serisi, belirli zaman aralıklarında bir rastgele değişken üzerinde yapılmış gözlemlerin tümüdür.

Trend, bir zaman serisinde rastgele değişkenin değerlerinin zaman içinde giderek artması ya da azalmasıdır.

Rastgele değişkenin zaman içinde seyrinin incelenmesinin amacı, hidrolojik süreçlerdeki düzensizliklerin belirlenip ileriye yönelik tahminlerin yapılmasıdır. Yapılan çalışmada trend analizi parametrik bir test olan t testi ve parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall testi ile yapılmıştır. Parametrik testlerde normal dağılım, lineer olma ve bağımsız olma gibi kabuller yapıldığı için bu tür testler fazla güvenilir değildir. Parametrik olmayan testlerde ise gözlemlerin sıraları esas alınır, rastgele değişkenlerin dağılımı önemli değildir. Bu nedenle parametrik olmayan testler daha uygundur.

2.3.Otokorelasyon Katsayısı

Zaman serisinde ardışık anlardaki değerler arasında bir bağımlılık bulunması halinde bir stokastik süreç oluşur. Zaman serisinden alınan bir örneğin istatistik analizinde X değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonunun belirlenmesi yeterli olmaz, sürecin iç bağımlılığı da incelenmelidir. İç bağımlılık otokorelasyon katsayıları ile ölçülebilir. N elemanlı örnek için aşağıda verilen denklem k-aralıklı r_k otokorelasyon katsayısını göstermektedir.

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, k=1,2,... \quad (2.7)$$

Verilerde anlamlı bir otokorelasyonun varlığı trend analizini etkileyeceğinden gözlenen zaman serilerinin r_1 katsayıları hesaplanmıştır.

3.BÖLGESEL TREND ANALİZİ

Trend analizinin neden yapıldığı bölüm 2.2’de anlatılmıştı. Trend analizi, istasyonlar üzerinde tek tek yapıldığı gibi istasyonlar gruplandırılıp bölgeler oluşturularak da yapılabilir. Yapılan çalışmada Türkiye bölgelere ayrılıp bölgesel bazda trend varlığı incelenmiştir. Daha sonra sonuçlar önceki çalışmalarla kıyaslanmıştır.

Buna benzer bir çalışmayı Douglas ve diğ. 2000 yılında ABD’de yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada taşkın ve düşük akımlarda trend olup olmadığını bölgesel bazda incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre, bölgesel çapraz korelasyon dikkate alınmadığında, bütün ülke genelinde taşkın akım analizlerinin üçte ikisinde, düşük akım analizlerinin ise ikisi dışında tamamında genelde artan yönde bir trend olduğu sonucuna varmışlardır.

3.1.Bölgelerin Oluşturulması

Bölgeler, trend görülen istasyonları bulunan havzalar birleştirilerek oluşturuldu. Bölgelerin oluşturulmasında havzaların coğrafi yakınlıkları da hesaba katılmıştır.

Tablo 2.3, Tablo 2.4, Tablo 2.5’de verilen maksimum, ortalama, minimum akımlar için trend testi sonuçları incelenmiştir. Sonuç olarak, gözlenen trendlerin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde Marmara, Ege, İç Anadolu (Sakarya havzası dahil) ve Akdeniz bölgelerindeki akarsuların çoğunun akımlarında trend bulunduğu anlaşılmaktadır. Trend ortalama ve düşük akımlarda, maksimum akımlara göre daha çok istasyonda gözlenmiştir. Trend birkaç istasyon dışında genellikle zamanla azalan yöndedir. Sonuç olarak, son 30-60 yıllık dönemde Türkiye’nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazılarının maksimum akımlarında) anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmaktadır. Diğer bölgelerde ise istatistik bakımından anlamlı bir trend görülmemiştir.

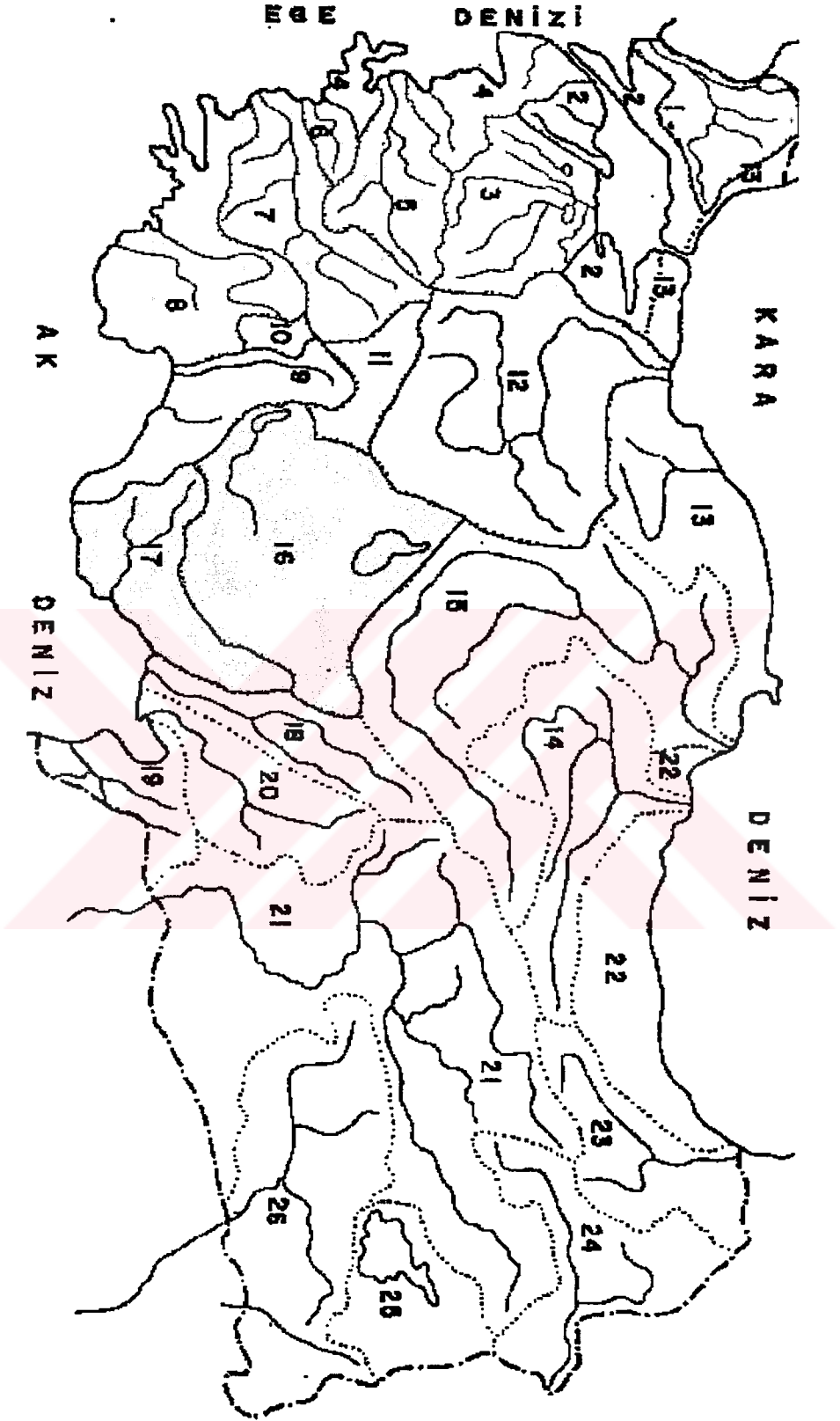
Trend görülen istasyonlar ve coğrafi yakınlıklar göz önüne alınarak istasyonlar birleştirildi ve 4 bölge oluşturuldu. Bu bölgelerin hangi istasyonlardan oluştuğu Tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3.1 Bölgeler

Bölge No	Havza No	Bölge Adı	İstasyonlar
1.Bölge	1,3,4	Trakya, Marmara	105,106,302,311,314,328,407,408
2.Bölge	11,12	Sakarya, İç Anadolu’nun batısı	1102,1203,1222,1223,1224,1233,1237,1239,1244
3.Bölge	5,6,7,8	Ege, Batı Akdeniz	509,515,523,601,701,725,809,812,815
4.Bölge	16,17	Orta Anadolu, Doğu Akdeniz	1611,1612,1622,1714,1717,1719,1720,1721

Haritada bu havzaların yerleri ve oluşturdukları bölgeler detaylı biçimde gösterilmiştir. (Şekil 2)





Şekil 2. Oluşturulan Bölgeler.

3.2.Bölgesel Trend Testi Uygulanması

Herbir bölgede ortak gözlem süresine ait veriler bölgesel trend testinde kullanılmıştır. Bu verilerle herbir istasyona ait S değerleri ortak gözlem süresi için (2.3) denklemiyle yeniden hesaplanmıştır.

Akımların normal dağıldığı kabulü uygun olmadığından parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall trend testi uygulamada kullanılmıştır. Bu testin uygulanışı (2.1.2) no'lu bölümde anlatılmıştır. Bir bölgedeki trendi bulmak için Douglas v.d. (2000) çalışmalarında izlenen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde; başlangıçta (2.3) no'lu denklem kullanılarak o bölgedeki istasyonlara ait S değerleri bulunur. Bu bölgeye ait $\bar{S}_m$ değeri aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{S}_m = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m S_k \quad (3.1)$$

Bu denklemde S_k bölgedeki bir istasyona ait Kendall S değerini, m ise istasyon sayısını gösterir. $\bar{S}_m$ ise (3.1) eşitliğinden de anlaşılacağı gibi Kendall S değerlerinin ortalamasıdır.

Testin kontrolü için Z_m değeri bulunmalıdır. Bunun için aşağıdaki denklemler kullanılır.

Bölgelerdeki k ve k+1 istasyon çiftlerinin akımları arasındaki korelasyon katsayısı $\rho_{k,k+1}$ ile gösterilirse bölgesel ortalama çapraz korelasyon katsayısı şu formülle hesaplanır:

$$\bar{\rho}_{xx} = \frac{2 \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{l=1}^{m-k} \rho_{k,k+l}}{m(m-1)} \quad (3.2)$$

$\bar{S}_m$ 'nin varyansının hesabında $\bar{\rho}_{xx}$ 'in etkisi göz önüne alınır:

$$Var(\bar{S}_m) = \frac{\sigma^2}{m} [1 + (m-1)\bar{\rho}_{xx}] \quad (3.3)$$

$$Z_m = \bar{S}_m / \sqrt{Var(\bar{S}_m)} \quad (3.4)$$

Z_m 'nin standart normal dağılımına uyduğu bilindiğinden bulunan Z_m değeri normal dağılım tablosundan okuduğumuz $Z_{0,025}=1,96$ ve $Z_{0,05}=1,645$ değerleri ile karşılaştırılarak bölgesel trend bulunmadığı hipotezi 0,05 ve 0,10 anlamlılık düzeylerinde kontrol edilerek karar verilir. Bölgesel bazda yapılan trend analizinin sonuçları Tablo 3.2 , Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Maksimum Akımlarda Bölgesel trend analizi sonuçları

Bölge No	İstasyon No	Gözlem Süresi (N)	İstasyon S değeri	Bölge Sm değeri	$\bar{\rho}_{xx}$	$\text{Var}(\bar{S}_m)$	Zm	Test Sonucu $\alpha=0,10$	Test Sonucu $\alpha=0,05$
1. Bölge	105	26	-106	-59	0,378	938,46	-1,93	red	kabul
	106		-90						
	302		-35						
	311		-99						
	314		-12						
	328		-145						
	407		-55						
	408		72						
2. Bölge	1102	27	-231	-84	0,379	1051	-2,59	red	red
	1203		-25						
	1222		12						
	1223		-153						
	1224		-152						
	1233		-40						
	1237		-56						
	1244		-28						
3. Bölge	509	27	-36	-49	0,394	1107,3	-1,47	kabul	kabul
	515		-6						
	601		-71						
	701		-77						
	725		-107						
	809		-31						
	812		-12						
4. Bölge	1611	30	-11	-89	0,553	1971	-2,00	red	red
	1612		-105						
	1714		-106						
	1717		-151						
	1719		-55						
	1720		-106						

Tablo 3.3 Ortalama Akımlarda Bölgesel trend testi sonuçları

Bölge	İstasyon	Gözlem	İstasyon	Bölge	$\bar{\rho}_{xx}$			Test	Test
No	No	Süresi (N)	S değeri	Sm değeri		Var($\bar{S}_m$)	Zm	Sonucu $\alpha=0,10$	Sonucu $\alpha=0,05$
1. Bölge	105	26	-116	-119	0,69	1500	-3,07	red	red
	106		-115						
	302		-37						
	311		-145						
	314		-73						
	328		-141						
	407		-121						
	408		-105						
2. Bölge	1102	28	-231	-120	0,684	1844	-2,79	red	red
	1203		-25						
	1222		12						
	1223		-153						
	1224		-152						
	1233		-40						
	1237		-56						
	1239		-70						
3. Bölge	1244		-28						
	509	27	-36	-67	0,82	1946	-1,5	kabul	kabul
	515		-6						
	601		-71						
	701		-77						
	725		-107						
	809		-31						
	812		-12						
4. Bölge	1611	29	-11	-140	0,785	2318	-2,90	red	red
	1612		-105						
	1622		-107						
	1714		-106						
	1717		-151						
	1719		-55						
	1720		-106						

Tablo 3.4 Minimum Akımlarda Bölgesel trend testi sonuçları

Bölge	İstasyon	Gözlem	İstasyon	Bölge	$\bar{\rho}_{xx}$			Test	Test
No	No	Süresi (N)	S değeri	Sm değeri		$\text{Var}(\bar{S}_m)$	Zm	Sonucu $\alpha=0,10$	Sonucu $\alpha=0,05$
1. Bölge	105	25	102	-87	0,239	637,6	-3,4	red	red
	106		142						
	302		-164						
	311		-154						
	314		-142						
	328		-146						
	407		-211						
2. Bölge	1102	28	-118	-77	0,2434	777,72	-1,972	red	red
	1222		-24						
	1223		-67						
	1224		-203						
	1233		-99						
	1237		-175						
	1239		29						
	1244		47						
3. Bölge	509	29	-189	-110	0,44	1478	-2,86	red	red
	515		-173						
	601		-8						
	701		-179						
	725		-4						
	809		-144						
	812		-72						
4. Bölge	1611	32	-146	-242	0,721	2918	-4,48	red	red
	1612		-245						
	1714		-308						
	1719		-299						
	1720		-315						
	1721		-136						

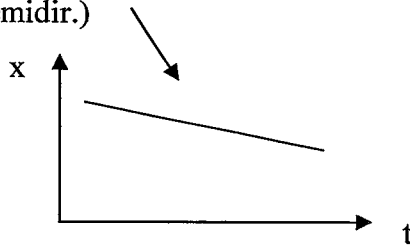
Sonuç olarak Tablo 3.3, Tablo 3.4 ve Tablo 3.5’den de görüleceği gibi maksimum ve ortalama akımlar için 1.(Trakya Marmara), 2.(Sakarya, İç Anadolu’nun Batısı) ve 4.(Orta Anadolu, Doğu Akdeniz) bölgelerde , bölgesel trend azalan yönde vardır. Minimum akımda 1., 2., 3.(Ege, Batı Akdeniz) ve 4. bölgelerde bölgesel trend azalan yönde vardır.

3.3.Mann-Kendall testinde serisel korelasyonun etkisinin giderilmesi

Von Storch (1995) bir zaman serisinde pozitif serisel korelasyonun bulunmasının burada gerçekte trend olmamasına rağmen, hipotezin red edilebileceğini yani trend olduğunun kabulünü sağladığını göstermiştir. Von Storch bu etkinin giderilmesi için $X_t' = X_t - r_1 X_{t-1}$ formülünü kullanıp yeni bir seri elde ederek trend testini bu seriye uygulamıştır. Bu yöntem “prewhitening” denilmiştir. Fakat daha sonra Yue (2002) simulasyon deneyleri yapmış ve görülmüştür ki Von Storch’un kullandığı yöntem ile gerçekte trend olsa da test sonucunda trend olmadığı sonucuna varılabilmektedir; yani prewhitening yöntemi trendi aşırı bir biçimde gidermiştir.

Yue’nun (2003) çalışmasında Mann-Kendall testinde serisel korelasyonun etkisinin giderilmesi için “trend-free prewhitening” yöntemini önermiştir. Yapılan çalışmaya göre ; bir zaman serisinde trend varsa ve bu serideki serisel korelasyon istatistik bakımdan anlamlı ise $(|r_1| > 2/\sqrt{N})$ olduğu takdirde) serisel korelasyonun etkisini gidermek için trend-free prewhitening yöntemi daha uygundur. r_1 , X_t akım serisi için 1 aralıklı serisel(oto) korelasyon sayısıdır. TFPW (trend-free prewhitening) yöntemi aşağıda gösterilmiştir.

$*x = b_0 + b_1 t$ (Denklemler zaman ve akım değeri arasındaki regresyon denklemleridir.)



x : Akım değeri.

t : Zaman (yıl)

b_1 :trendin eğimi

Şekil 3.1 Zaman ve akım değeri arasındaki regresyon denklemleri

* $Y_t = X_t - b_1 t$ (Burada seriden trend çıkarılmıştır. Orjinal serinin özellikleri değişmez. Trendin lineer olduğu kabul edilmiştir.)

* $Y_t' = Y_t - r_1 \cdot Y_{t-1}$ (Kalan serideki serisel korelasyonun etkisi gideriliyor)

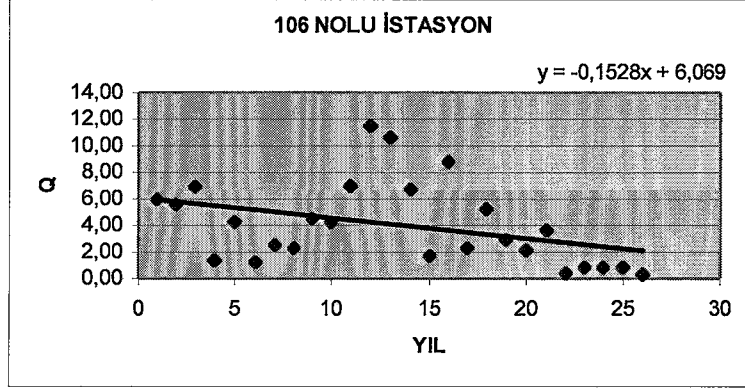
* $Y_t'' = Y_t' + b_1 t$ (Trend yeniden eklenerek serisel korelasyon etkisi giderilmiş, bir eleman eksik yeni bir seri elde edilmiştir)

Elde edilen Y_t'' değerleri kullanılarak bölgelerde yeniden trend analizi yapılmıştır. Tablo 3.6, Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'de serisel korelasyon etkisi giderilen bölgelerde yapılan trend testi sonuçları verilmiştir.

Serisel korelasyon etkisinin giderilmesiyle bazı istasyonlarda S değerleri ve dolayısıyla bölgesel $\bar{S}_m$ değeri değişmekle birlikte, bölgelerde bölgesel trend analizi sonuçlarında değişiklik olmamıştır.



3.3.1.Trend-Free Prewhitening(TFPW) Yöntemi Uygulaması



Şekil 3.2 Zaman ve akım değeri arasındaki regresyon denklemi (uygulama).

Tablo 3.5 TFPW yöntemi uygulama tablosu.

ORTALAMA AKIM 1.BÖLGE (106 NOLU İSTASYON)

t	Y	Yt	Yt'	Yt''
1	5,95	6,10		
2	5,57	5,87	3,06	2,75
3	6,91	7,37	4,65	4,19
4	1,35	1,96	-1,44	-2,05
5	4,24	5,00	4,09	3,33
6	1,19	2,10	-0,21	-1,13
7	2,53	3,60	2,63	1,56
8	2,25	3,48	1,81	0,59
9	4,50	5,88	4,27	2,90
10	4,22	5,75	3,03	1,50
11	6,96	8,64	5,98	4,30
12	11,48	13,31	9,32	7,49
13	10,61	12,60	6,45	4,46
14	6,69	8,83	3,01	0,87
15	1,69	3,99	-0,09	-2,38
16	8,77	11,21	9,37	6,92
17	2,26	4,85	-0,33	-2,92
18	5,21	7,97	5,72	2,97
19	2,89	5,80	2,12	-0,79
20	2,12	5,17	2,50	-0,56
21	3,61	6,82	4,42	1,22
22	0,40	3,76	0,61	-2,75
23	0,84	4,35	2,61	-0,90
24	0,83	4,49	2,48	-1,18
25	0,80	4,62	2,54	-1,28
26	0,31	4,29	2,15	-1,82

Tablo 3.6 Maksimum akımlarda trend analizi (TFPW yöntemi kullanılmış)

Bölge	İstasyon	r_1	$2/(N)^{0,5}$	İstasyon	Bölge	$\bar{\rho}_{xx}$			Test	Test
No	No	değeri		S değeri	Sm değeri		$\text{Var}(\bar{S}_m)$	Zm	$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$
1. Bölge	105	0,11	< 0,39	-106	-59	0,378	938,46	-1,93	red	kabul
	106	0,265	< 0,39	-90						
	302	-0,19	< 0,39	-35						
	311	0,342	< 0,39	-99						
	314	-0,042	< 0,39	-12						
	328	0,16	< 0,39	-145						
	407	-0,056	< 0,39	-55						
	408	0,06	< 0,39	72						
2. Bölge	1102	0,263	< 0,385	-203	-81	0,416	1006	-2,58	red	red
	1203	0,207	< 0,385	-31						
	1222	-0,048	< 0,385	3						
	1223	0,46	> 0,385	-147						
	1224	0,263	< 0,385	-140						
	1233	0	< 0,385	-44						
	1237	0,094	< 0,385	-58						
	1244	-0,104	< 0,385	-32						
3. Bölge	509	Trend yok		-36	-49	0,394	1107,3	-1,47	kabul	kabul
	515			-6						
	601			-71						
	701			-77						
	725			-107						
	809			-31						
	812			-12						
4. Bölge	1611	-0,147	< 0,365	-11	-89	0,553	1971	-2,00	red	red
	1612	-0,015	< 0,365	-105						
	1714	-0,169	< 0,365	-106						
	1717	0,129	< 0,365	-151						
	1719	-0,168	< 0,365	-55						
	1720	-0,025	< 0,365	-106						

Tablo 3.7.Ortalama akımlarda trend analizi (TFPW yöntemi kullanılmış)

Bölge	İstasyon	r_1	$2/(N)^{0,5}$	İstasyon	Bölge	$\bar{\rho}_{xx}$			Test	Test
No	No	değeri		S değeri	Sm değeri		$\text{Var}(\bar{S}_m)$	Zm	$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$
1. Bölge	105	0,351	< 0,392	-98	-100	0,637	1251	-2,83	red	red
	106	0,462	> 0,392	-88						
	302	0,258	< 0,392	-128						
	311	0,44	> 0,392	-117						
	314	0	< 0,392	-54						
	328	0,4	> 0,392	-123						
	407	0,058	< 0,392	-100						
	408	0,01	< 0,392	-92						
2. Bölge	1102	0,118	< 0,378	-112	-102	0,587	1456	-2,67	red	red
	1203	0,468	> 0,378	-139						
	1222	0,088	< 0,378	-47						
	1223	0,432	> 0,378	-183						
	1224	0,55	> 0,378	-179						
	1233	0,202	< 0,378	-55						
	1237	0,297	< 0,378	-39						
	1239	-0,05	< 0,378	-47						
3. Bölge	1244	0,251	< 0,378	-113						
	509	Trend Yok		-36	-67	0,82	1946	-1,5	kabul	kabul
	515			-6						
	601			-71						
	701			-77						
	725			-107						
	809			-31						
	812			-12						
4. Bölge	1611	0,161	< 0,371	-59	-107	0,696	1895	-2,43	red	red
	1612	0,193	< 0,371	-79						
	1622	0,367	< 0,371	-91						
	1714	0,474	> 0,371	-122						
	1717	0,468	> 0,371	-153						
	1719	0,463	> 0,371	-108						
	1720	0,311	< 0,371	-134						

Tablo 3.8. Minimum akımlarda trend analizi (TFPW yöntemi kullanılmış)

Bölge	İstasyon	r1	2/(N) ^{0,5}	İstasyon	Bölge	$\bar{\rho}_{xx}$			Test	Test
No	No	değeri		S değeri	Sm değeri		Var($\bar{S}_m$)	Zm	$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$
1. Bölge	105	0,2	< 0,4	57	-79	0,162	458	-3,5	red	red
	106	0,54	> 0,4	92						
	302	0,56	> 0,4	-142						
	311	0,69	> 0,4	-148						
	314	0,198	< 0,4	-114						
	328	0,6	> 0,4	-136						
	407	0,62	> 0,4	-159						
2. Bölge	1102	0,34	< 0,385	-92	-72	0,205	626	-2,87	red	red
	1222	0,236	< 0,385	-23						
	1223	0,28	< 0,385	-205						
	1224	0,8	> 0,385	-89						
	1233	0,163	< 0,385	-141						
	1237	0,51	> 0,385	35						
	1239	0,486	> 0,385	22						
	1244	0,252	< 0,385	-81						
3. Bölge	509	0,596	> 0,37	-157	-117	0,35	1135	-3,47	red	red
	515	0,264	< 0,37	-161						
	601	0,03	< 0,37	-9						
	701	0,75	> 0,37	-222						
	725	-0,04	< 0,37	-5						
	809	0,538	> 0,37	-153						
	812	0,75	> 0,37	-110						
4. Bölge	1611	0,502	> 0,353	-122	-234	0,604	2319	-4,83	red	red
	1612	0,546	> 0,353	-213						
	1714	0,72	> 0,353	-295						
	1719	0,85	> 0,353	-381						
	1720	0,725	> 0,353	-307						
	1721	0,55	> 0,353	-83						

4.BOOTSTRAP METODU

Çok sayıda tekrarlı hesaplamalar ve simülasyonlarla istatistiğin örnekleme dağılımının tahmininde kullanılan bir tekniktir. Amaç istatistik dağılımının ampirik tahmininin yapılmasıdır. Bu yapılırken anakütleyle ilgili güvenilir olmayan varsayımlar (normal dağılım) yerine, yinelenerek oluşturulan örnekler kümesinden bilgiler edinilerek anakütleyle ait daha güvenilir bilgilere ulaşılmaya çalışılır.

Bootstrap metodu ilk olarak Efron (1979) tarafından ortaya atılmıştır. Son yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte bu metod yoğun bir uygulama alanı bulmuştur. Günümüzde bu metod, zaman serilerinin analizi ve ekonomik modellerin uyum iyiliğinin test edilmesi gibi çok değişik alanlarda uygulanıyor.

4.1.Bootstrap Metodunun Uygulanması

Yapılan çalışmada bootstrap metodu maksimum akımlar için uygulanmıştır. Bunun nedeni serisel korelasyon etkisinin bu akımlarda çok zayıf olmasından dolayıdır. (Bootstrap metodunda serisel korelasyon etkisinin nasıl giderileceği araştırılmış değildir).

Aşağıdaki tablo m adet istasyonu, N gözlem yapılan yıl sayısı olan bir bölgeyi göstermektedir.

X_{ij} , i no'lu istasyonda j. yılda gözlenen akım değeridir.

j(yıl) \ i(istasyon)	1	2	3	4	5	6	.....	N
1	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,4}$	$X_{1,5}$	$X_{1,6}$	.....	$X_{1,N}$
2	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	$X_{2,4}$	$X_{2,5}$	$X_{2,6}$	.....	$X_{2,N}$
3	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$	$X_{3,3}$	$X_{3,4}$	$X_{3,5}$	$X_{3,6}$	.....	$X_{3,N}$
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
m	$X_{m,1}$	$X_{m,2}$	$X_{m,3}$	$X_{m,4}$	$X_{m,5}$	$X_{m,6}$	.....	$X_{m,N}$

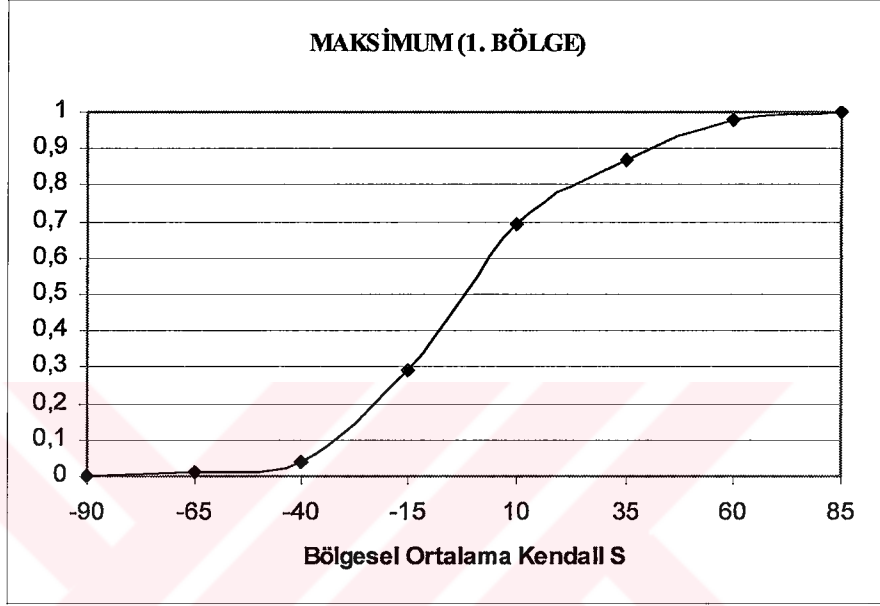
Şekil 4.1 İstasyon ve yıllara göre gösterilen akım tablosu

Şekil 4.1’de gösterilen tablodan m istasyonlarına ait toplam N adet yıl rastgele seçilmiştir. Seçilen yıllar birden fazla olabilir. Seçilen yıl için istasyonlara ait akım değerleri aynı kalacaktır. Sonuç olarak N yıl sayıları aynı ,fakat N yıllarının akımları rastgele karıştırılmış yeni bir tablo oluşturuldu (Şekil 4.2). Böylece bölgede trend varsa bile bu trend ortadan kaldırılmış olur. Bu tablo aşağıdaki gibi olabilir :

j(yıl) \ i(istasyon)	6	3	3	1	25	16	.....	6
1	$X_{1,6}$	$X_{1,3}$	$X_{1,3}$	$X_{1,1}$	$X_{1,25}$	$X_{1,16}$	.....	$X_{1,6}$
2	$X_{2,6}$	$X_{2,3}$	$X_{2,3}$	$X_{2,1}$	$X_{2,25}$	$X_{2,16}$	.....	$X_{2,6}$
3	$X_{3,6}$	$X_{3,3}$	$X_{3,3}$	$X_{3,1}$	$X_{3,25}$	$X_{3,16}$	.....	$X_{3,6}$
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
m	$X_{m,6}$	$X_{m,3}$	$X_{m,3}$	$X_{m,1}$	$X_{m,25}$	$X_{m,16}$	.....	$X_{m,6}$

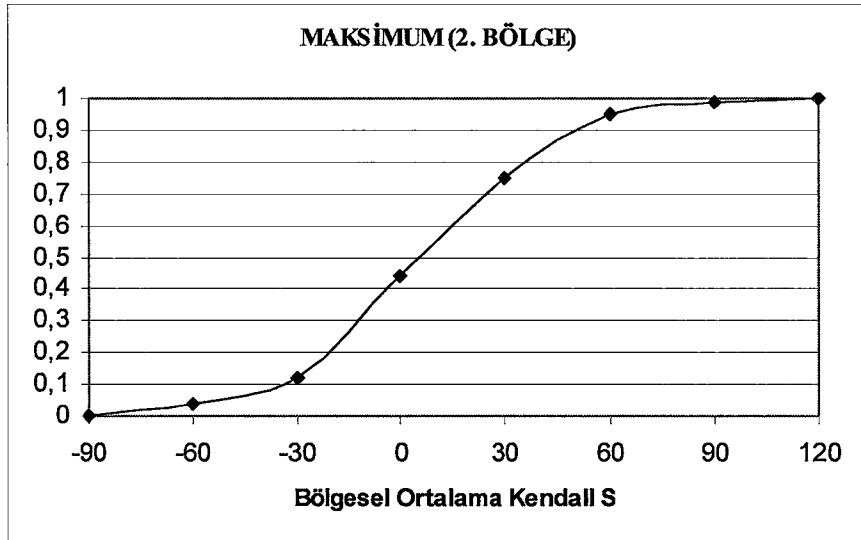
Şekil 4.2 İstasyon ve rastgele seçilen yıllara göre gösterilen akım tablosu

Yukarıdaki tablodan herbir istasyon için S hesaplanarak bunların ortalaması olan $\bar{S}_m$ (bölgesel Kendall S değeri) bulunur. Bu işlem toplam 100 defa yapılmış ve her 4 bölgede bulunan 100 adet $\bar{S}_m$ değerinin eklenik dağılım fonksiyonları çizilmiştir. Maksimum akımlar için çizilen grafikler; Şekil 4.3-4.6.'da gösterilmiştir. Bu grafiklerin altında daha önce bulunan $\bar{S}_m$ değerleri yazılmıştır.



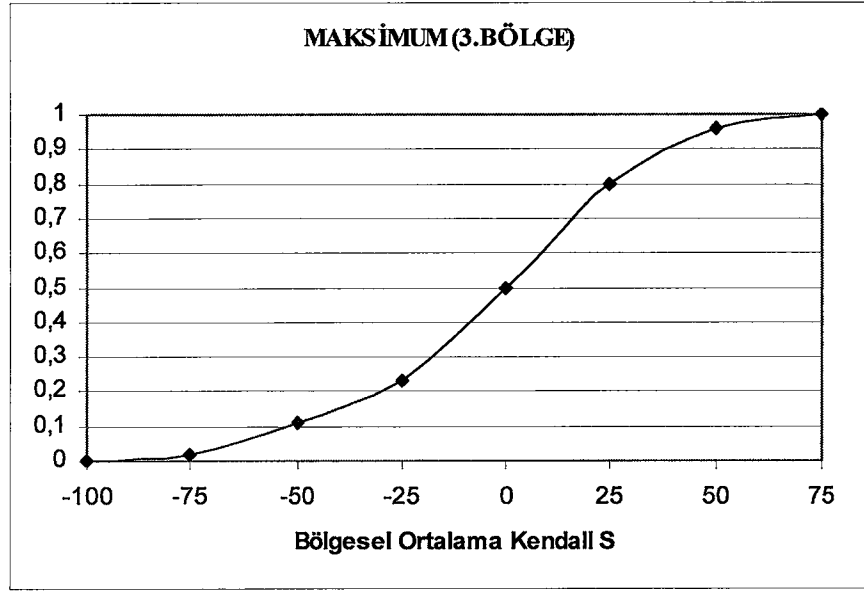
Şekil 4.3. Maksimum akımlar (1.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı

$$\bar{S}_m = -59$$



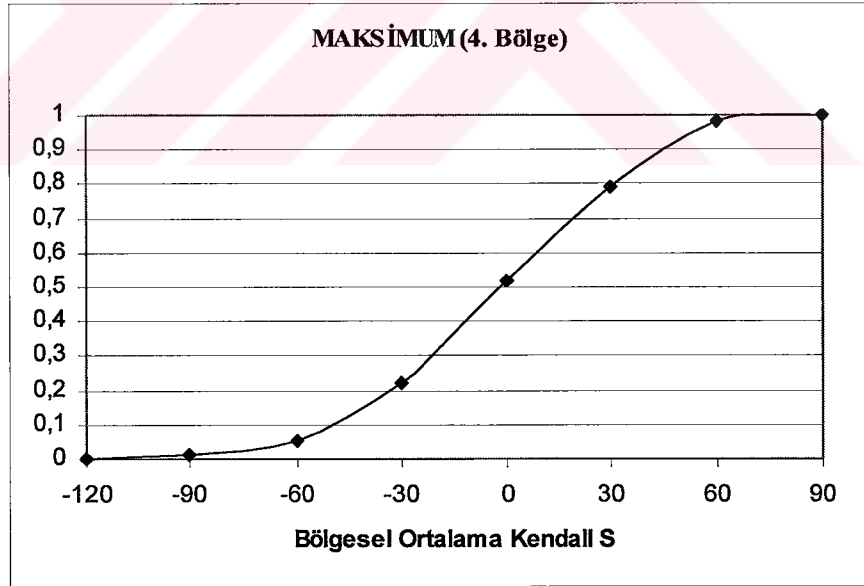
Şekil 4.4. Maksimum akımlar (2.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı

$$\bar{S}_m = -84$$



Şekil 4.5. Maksimum akımlar (3.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı

$$\bar{S}_m = -49$$



Şekil 4.6. Maksimum akımlar (4.Bölge) için $\bar{S}_m$ olasılık dağılımı

$$\bar{S}_m = -89$$

4.2.Bootstrap Metodunun Sonuçlarının Yorumlanması

Yukarıdaki grafikler trend olmayan durumda $\bar{S}_m$ olasılık dağılımlarını göstermektedir. Daha önce bulunan $\bar{S}_m$ değerleri grafiklerle karşılaştırılınca; daha önce trendin olduğunu bulduğumuz 1., 2. ve 4. bölgelerdeki olasılık değerlerinin çok küçük (küçük kalma olasılığı 0,05'den az), buna karşılık trendin olmadığını bulduğumuz 3. bölgedeki değerler diğerlerine göre çok daha yüksek (0,10'dan biraz fazla) olduğunu görüyoruz. Buna göre Bootstrap metodunun sonuçları daha önceki bölgesel analiz yönteminin sonuçları ile uygunluk halindedir.

5.TRENDİN BÖLGE ÜZERİNDEKİ HOMOJENLİĞİ

Trendin bölge üzerindeki homojenliğinin kontrolünün nedeni bölüm 3.1'de istasyonlar seçilerek oluşturulan bölgelerdeki istasyonların doğru biçimde seçilip seçilmediğini belirlemektir. Bu kontrol için X^2 (Ki-Kare) testi kullanılmıştır. (Van Belle ve Hughes, 1984) X^2 testi uygulaması ve testin sonuçlarını gösteren Tablo 5. aşağıda gösterilmiştir.

$$Z_i = \frac{S_i}{\sigma_s} \quad (5.1)$$

i:Burada bölgedeki istasyonu belirtmektedir.

$$\bar{Z} = \frac{\sum Z_i}{m} \quad (5.2)$$

Trendin homojen olması halinde Z_i ; rastgele değişkeni, ortalaması $\bar{Z}$ olan standart normal dağılmış bir değişkendir. Bu durumda aşağıda tanımlanan X^2 istatistiğinin dağılımı serbestlik derecesi m-1 olan ki-kare dağılımı olur.

$$X^2 = \sum_{i=1}^m (Z_i - \bar{Z})^2 \quad (5.3)$$

X^2 değeri s.d=m-1 ve X^2_{α} için X^2 tablosundan kontrol edilir. α anlamlılık düzeyi 0,10 olarak seçilmiştir.

H_0 =Trend homojen.

H_1 =Trend homojen değil.

$X^2 < X^2_{\alpha} \rightarrow$ Bölgesel trend homojen.

Tablo 5.1. Bölgesel Trend Homojenliği

MAKSİMUM AKIM											
1. Bölge			2.Bölge			3. Bölge			4. Bölge		
s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}
7	15,36	12,02	7	21,37	12,02	6	3,63	10,64	5	3,79	9,24
ORTALAMA AKIM											
1. Bölge			2.Bölge			3. Bölge			4. Bölge		
s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}
7	1,86	12,02	8	9,63	13,36	6	2,33	10,64	6	2,82	10,64
MİNİMUM AKIM											
1. Bölge			2.Bölge			3. Bölge			4. Bölge		
s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}	s.d	X^2	X^2_{α}
6	57,08	10,64	7	24,39	12,02	6	13,8	10,64	5	8,78	9,24

Tablo 5.'den de görüleceği gibi maksimum akımlarda 1. ve 2. bölgelerde trendin homojen olmadığı görülmektedir 4. bölgede trend homojendir, 3. bölgede ise trend yoktur. Ortalama akımlarda, 1., 2. ve 4. bölgede trend homojendir, 3. bölgede trend yoktur. Minimum akımlar için 1., 2. ve 3. bölgelerde trend homojen değil, 4. bölgede ise trend homojendir.

6.SONUÇLAR

Yapılan çalışmada Türkiye akarsularında taşkın, ortalama ve düşük akımlarda bölgesel trend varlığı incelenmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de bulunan 26 havzanın 24’ündeki yaklaşık 100 adet akım istasyonuna ait akım verileri kullanılmıştır.

İstasyonlara ait trend testi sonuçları Tablo2.3 , Tablo2.4 ve Tablo 2.5’de verilmiştir. Tablolar incelendiğinde Türkiye’nin batı, orta ve güney bölgelerinde bulunan akarsuların özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazılarının maksimum akımlarında) anlamlı bir azalma olduğu görülmektedir.

Trend gözlenen istasyonların coğrafi durumu da dikkate alınarak 4 bölge belirlenmiştir. Bu bölgeler; 1. Bölge (Trakya, Marmara) , 2. Bölge (Sakarya, İç Anadolu’nun batısı), 3. Bölge (Ege, Batı Akdeniz), 4.Bölge (Orta Anadolu, Doğu Akdeniz) bölgeleridir. Oluşturulan 4 bölgede maksimum, ortalama ve minimum akımlar için bölgesel trend testi uygulanınca, maksimum ve ortalama akımlar için 1., 2. ve 4. bölgelerde azalan yönde bölgesel trend gözlenmiştir. Minimum akımlarda oluşturulan 4 bölgede de azalan yönde bölgesel trend gözlenmiştir.

Serisel korelasyon etkisinin giderilmesi amacıyla yapılan trend-free pre-whitening uygulaması sonucunda bazı istasyonlarda S değerleri ve dolayısıyla bölgesel $\bar{S}_m$ değeri değişmekle birlikte, bölgelerde bölgesel trend analizi sonuçlarında değişiklik olmamıştır.

Bootstrap metodu maksimum akımlar için uygulanmıştır. Bulunan $\bar{S}_m$ değerlerinin olasılık dağılımları grafik halinde gösterilmiştir. Buna göre Bootstrap metodunun sonuçları daha önceki bölgesel analiz yönteminin sonuçları ile uygunluk halindedir.

Sonuç olarak, Türkiye’nin batı, orta ve güney bölümünde oluşturulan bölgelerde bulunan akarsularda son 30-60 yıllık dönemde azalan yönde bölgesel trend vardır (Sadece 3. Bölgenin maksimum ve ortalama akımlarında trend yoktur).

Son aşamada trendin bölge üzerindeki homojenliği kontrol edilmiştir. Bunun amacı istasyonlar seçilerek oluşturulan bölgelerin istasyonların doğru biçimde seçilip seçilmediğini belirlemektir. Bu kontrol için X^2 (Ki-Kare) testi kullanılmıştır. X^2 testi sonucuna göre maksimum akımlarda 1. ve 2. bölgelerde trendin homojen olmadığı görülmektedir 4. bölgede trend homojendir, 3. bölgede ise trend yoktur. Ortalama akımlarda, 1., 2. ve 4. bölgede trend homojendir, 3. bölgede trend yoktur. Minimum akımlar için 1., 2. ve 3. bölgelerde trend homojen değil, 4. bölgede ise trend homojendir.

Partal (2002) tez çalışmasında Türkiye genelinde yağış verilerine trend testi uygulamış ve hem istasyon bazında hem de bölgesel olarak trend varlığını incelemiştir. Partal'ın çalışmasının sonucuna göre, Türkiye genelinde özellikle batı ve güney bölümlerinde yağışlarda bir azalma eğilimi sonucu ile bu çalışmadaki aynı bölgelerde görülen azalma trendi sonuçları örtüşmektedir.

Kahya ve Kalaycı (2002) son 30 yıllık aylık akım verilerini kullanarak parametrik olmayan testler uygulamış ve Türkiye'nin batısındaki havzalarda azalan yönde trende rastlamıştır. Elde ettikleri sonuç bu çalışmanın sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Akyürek (2003) tez çalışmasında Türkiye genelinde yıllık ortalama akımlarda trend testi uygulamış ve hem istasyon bazında hem de bölgesel olarak trend varlığını incelemiştir. Sonuçta, Türkiye'nin batı, orta ve güneyinde azalan yönde trend gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akyürek, M.** (2002). Yıllık Ortalama Debilerin Gidiş analizi. İTÜ İnşaat Yüksek Lisans Tezi. Tez danışmanı: Doç.Dr.Bihrat Önöz.
- Bayazıt, M.**, 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemler, İTÜ , İnşaat Fakültesi Matbaası
- Bayazıt, M. ve Oğuz B.**, 1998. Mühendisler İçin İstatistik, Birsen Yayınevi, İstanbul
- Bloomfield, P.**, 1992. Trends in Global Temperatures, *Clim Change* 21, 1-16.
- Cığızoğlu, H. K., Bayazıt, M., Önöz, B., Malkoç Y. ve Yıldız, M.**, Ekim 2002. Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlardaki Trendler, İTÜ Araştırma Fonu Projesi
- Douglas, E.M., Vogel, R.M., C.N.Kroll**, 2000. Trends in Floods and Low Flows in The United States: Impact of Spatial Correlation, *Journal of Hydrology*, 240, 90-105
- Efron, B.**, 1979. Bootstrap Methods: Another Look at The Jackknife, *Ann. Stat.* 7(1), 1-26
- Groisman, P.Y., Easterling, D.R.**, 1994. Variability and Trends in Total Precipitation and Snowfall Over The United States and Canada, *Journal Clim*, 7, 184-205
- Guttman, N.B., Wallis, J.R., Hosking, J.R.M.**, 1992 Regional Temporal Trends of Precipitation Quantiles in The US. Research Report, *IBM Research Division*
- Kahya, E., ve Kalaycı, S.**, 2002. Trend Analysis of Streamflow in Turkey, *Journal of Hydrology* (Hakem İncelemesi)
- Karl, T.R., Knight, R.W.**, 1998. Secular Trends of Precipitation Amount, Frequency, and Intensity in The United States, *Met. Soc.*, 231-241
- Uğurlu, O.** ,2002,. Yıllık Maksimum Debilerin Gidiş analizi. İTÜ İnşaat Fakültesi Bitirme **Kocabaş, S.** ,2002, Türkiye'nin Akarsu Havzalarında Mann Kendall Korelasyon Katsayısı Testi ile Trend Analizi. İTÜ İnşaat Fakültesi Bitirme Ödevi. Yönetici: Doç.Dr.Bihrat Önöz.
- Lettenmaier, D.P., Wood, E.F. and Wallis, J.R.**, 1994. Hydro-Climatological Trends in The Continental United States, *Journal of Climate*, 7, 586-607
- Lins, H. and Slack J.R.**, 1999. Streamflow Trends in United States, *Geopy Res. Letters*, 26, 227-230

- Partal, T.**, 2002. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, İstanbul
Ödev. Yönetici: Doç.Dr.Bihrat Önöz.
- Van Belle, G.and Hughes, J.P.**, 1984. Nonparametric Tests for Trend in Water Quality, *Water Resources Research*, 20, 127-136
- Vinnikov, K. Y., Groisman, P.Y., Lugina, K.M.**, 1990. Emperical Data on Contemporary Global Climate Changes (Temprerature and Preciptation), *Journal of Climate*, 3, 662-677
- Yue, S. and Wang, C.Y.**, 2002. Applicability of Prewhitening to eliminate The Influence of Serial Correlation on The Mann-Kendall Test, *Water Resources Research*, 38(6), 4-10
- Yue, S. and Wang, C.Y.**, 2002. The Ifluence of Serial Correlation on The Mann-Whitney Test for Detecting a Shift in Median, *Advances in Water Resources*, 25, 325-333
- Yue, S., Pilon, P. and Cavadias, G.**, 2002. Power of The Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests for Detecting Monotonic Trends in Hydrological Series, *Journal of Hydrology*, 259, 254-271
- Yue, S. and Pilon, P.**, 2003. Canadian Streamflow Trend Detection: Impacts of Serial and Cross-Correlation, *Hydrological Sciences*, 48(1), 51-63

EKLER

EK-1:Tablo 1.2 Akım gözlem istasyonları ve analizde kullanılan akım gözlem süreleri.

EK-2:Tablo 2.3 7 günlük düşük akımlarda t testi sonuçları.

EK-3:Tablo 2.4 Ortalama akımlarda Mann-Kendall testi sonuçları.

EK-4:Tablo 2.5 Maksimum akımlarda Mann-Kendall testi sonuçları.

EK-5:T dağılımı tablosu.

EK-6:Standart normal dağılım tablosu.

EK-7:Kendall korelasyon katsayısı için p değerleri tablosu.

EK-8: X^2 dağılımı tablosu

EK-1:Tablo 1.2 Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları ve analizde kullanılan akım gözlem aralıkları

Havza No	Havza Adı	İstasyon No	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi (yıl)
1	MERİÇ	105	1969-1994	26
		106	1969-2001	33
3	SUSURLUK	302	1939-2001	63
		311	1945-2001	57
		314	1953-2001	49
		328	1967-2001	35
4	MÜT. EGE SULARI	407	1962-1997	36
		408	1969-2001	33
5	GEDİZ	509	1962-2000	39
		515	1966-2000	35
		523	1970-2001	32
6	K.MENDERES	601	1961-2001	41
7	B.MENDERS	701	1938-2001	64
		725	1972-2001	36
8	MÜT. BATI AKDENİZ SULARI	809	1957-2001	45
		812	1964-2001	38
		815	1972-2001	30
9	MÜT. ORTA AKDENİZ SULARI	902	1941-2001	61
		912	1964-2001	38
		917	1969-2001	33
10	BURDUR GÖLÜ	1003	1969-1994	26
11	AFYON SULARI	1102	1965-2001	37
12	SAKARYA	1203	1941-2001	61
		1222	1953-2001	49
		1223	1962-2001	36
		1224	1963-2001	39
		1233	1963-2001	39
		1237	1957-2001	45
		1239	1966-2001	36
		1244	1971-1999	29
13	MÜT. BATI KARADENİZ SULARI	1314	1963-2001	39
		1319	1965-2001	37
		1327	1968-2001	34
		1331	1969-2001	33
		1333	1965-1998	34
		1334	1967-2001	35
		1335	1964-2001	38

14	YEŞİLIRMAK	1401	1939-2001	63
		1412	1969-2001	33
		1418	1964-2001	38
		1422	1969-2001	33
		1424	1969-2001	33
15	KIZILIRMAK	1501	1939-2001	63
		1517	1962-2001	40
		1524	1962-1999	38
		1532	1960-1998	39
		1535	1963-2001	39
		1536	1967-2000	34
16	ORTA ANADOLU KAPALI	1611	1962-2001	40
		1612	1962-2001	40
		1621	1969-1999	31
		1622	1969-2001	33
17	MÜT.DOĞU AKDENİZ SULARI	1714	1961-2001	41
		1717	1967-2001	35
		1719	1966-2001	36
		1720	1966-2001	36
		1721	1968-2000	33
18	SEYHAN	1801	1936-2001	66
		1805	1940-2001	62
		1820	1970-2001	32
		1822	1969-2001	33
20	CEYHAN	2004	1971-1996	26
		2006	1954-2001	48
		2008	1969-1998	30
		2015	1957-2001	45
21	FIRAT	2102	1968-2001	34
		2122	1969-2000	32
		2123	1969-1994	26
		2124	1963-2001	39
		2131	1960-2001	42
		2133	1968-2000	33
		2135	1967-2001	35
		2145	1963-2001	39
		2147	1964-1997	34
		2149	1964-1988	25
		2154	1969-2001	33
		2156	1969-2001	33
		2157	1969-2000	32
		2158	1969-2000	32
		2164	1969-2001	33
		2166	1970-2001	32

22	MŪT. DOĞU KARADENİZ SULARI	2202	1967-2001	35
		2213	1962-1998	37
		2215	1965-2001	37
		2218	1963-2001	39
		2228	1968-2001	34
		2232	1964-2001	38
		2233	1964-2001	38
		2238	1965-2001	37
		2239	1965-1999	35
		2245	1969-2001	33
		2247	1968-2001	34
23	ÇORUH	2304	1942-2001	60
		2305	1963-2001	39
		2315	1965-2001	37
		2316	1965-2001	37
		2323	1965-2001	37
24	ARAS	2402	1964-1996	33
		2409	1960-2001	42
		2415	1970-2001	32
		2418	1970-2001	32
25	VAN GÖLÜ	2505	1972-2000	29
26	DİCLE	2603	1962-2000	39
		2610	1955-2000	46
		2612	1965-2000	36
		2618	1969-1998	30
		2620	1971-2000	30

EK-2:Tablo 2.3. 7 Günlük Düşük akımlarda t testi sonuçları.
(Kaynak:Cıgızoğlu v.d.,2002)

İstasyon No	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi	r (7 gün)	t (7 gün)	$t_{0.025}$ $\alpha=0.05$	$H_0:$ $\rho=0$ trend yok (7 gün)
105	1969-1994	25	0.35	1.76	2.07	kabul
106	1969-2001	33	0.52	3.40	2.04	red
302	1939-2001	63	-0.55	-5.19	2.00	red
311	1945-2001	57	- 0.46	- 3.87	2.00	red
314	1958-2001	44	- 0.51	- 3.81	2.02	red
328	1967-2001	35	- 0.64	- 4.80	2.04	red
407	1962-1998	37	- 0.85	- 9.53	2.03	red
509	1962-2000	39	- 0.60	- 4.60	2.03	red
515	1967-2000	34	0.52	3.40	2.04	red
523	1970-2001	32	- 0.72	- 5.63	2.04	red
601	1961-2001	41	- 0.34	- 2.28	2.02	red
701	1938-2001	64	- 0.83	- 11.80	2.00	red
725	1972-2001	30	- 0.05	- 0.28	2.05	kabul
809	1957-2001	45	- 0.53	- 4.05	2.02	red
812	1964-2001	38	- 0.59	- 4.40	2.03	red
815	1972-2001	29	- 0.58	- 3.70	2.05	red
902	1941-2001	60	- 0.09	- 0.68	2.00	kabul
912	1964-2001	38	- 0.36	- 2.29	2.03	red
917	1969-2000	32	0.04	0.22	2.04	kabul
1003	1969-1995	27	-0.45	- 2.53	2.06	red
1102	1965-2001	37	- 0.57	- 4.11	2.03	red
1203	1976-2001	26	- 0.66	- 4.32	2.06	red
1222	1953-2001	49	- 0.17	- 1.15	2.01	kabul
1223	1962-1997	36	- 0.55	- 3.79	2.04	red
1224	1963-2001	39	- 0.84	- 9.29	2.02	red
1233	1963-2001	39	- 0.61	- 4.64	2.03	red

1237	1957-2001	45	- 0.30	- 2.08	2.02	red
1239	1966-2001	36	0.11	0.67	2.04	kabul
1244	1971-1999	29	0.31	1.68	2.06	kabul
1319	1965-2001	37	- 0.18	- 1.08	2.04	kabul
1327	1968-2001	34	- 0.24	- 1.40	2.04	kabul
1331	1970-2001	32	0.12	0.64	2.04	kabul
1333	1965-1998	34	0.11	0.65	2.04	kabul
1334	1967-2001	35	- 0.02	- 0.13	2.04	kabul
1335	1964-2001	38	-0.06	- 0.39	2.03	kabul
1401	1955-2001	47	-0.02	-0.14	2.02	kabul
1412	1970-2000	31	0.16	1.10	2.05	kabul
1418	1964-2001	38	-0.24	-1.51	2.03	kabul
1422	1969-2001	33	-0.13	-0.72	2.04	kabul
1424	1970-2001	32	0.07	0.40	2.42	kabul
1517	1962-2001	40	0.24	1.49	2.02	kabul
1524	1962-1998	38	-0.11	-0.67	2.03	kabul
1532	1964-1998	35	-0.20	-1.59	2.04	kabul
1535	1963-2001	39	-0.15	-0.93	2.03	kabul
1536	1967-2001	35	0.08	0.10	2.04	kabul
1611	1964-2001	38	-0.39	-2.52	2.03	red
1612	1962-2001	40	-0.50	-3.52	2.03	red
1714	1961-2001	41	-0.73	-6.70	2.02	red
1719	1966-2001	36	-0.84	-8.93	2.03	red
1720	1966-2001	36	-0.85	-9.50	2.03	red
1721	1968-2000	33	-0.39	-2.39	2.04	red
1801	1954-2001	48	-0.40	-2.94	2.015	red
1805	1940-1994	55	0.13	0.96	2.033	kabul
1820	1970-2001	32	-0.41	-2.47	2.042	red
1822	1969-2001	33	-0.09	-0.51	2.042	kabul
2006	1954-2001	48	-0.24	-1.63	2.016	kabul
2008	1970-1998	30	-0.07	-1.46	2.052	kabul
2015	1957-2001	45	-0.08	-0.49	2.022	kabul

2102	1968-2000	33	-0.54	-3.53	2.04	red
2122	1969-2000	32	-0.33	-2.38	2.042	red
2124	1965-2001	39	-0.38	-2.43	2.031	red
2133	1968-2000	33	-0.12	-0.69	2.042	kabul
2147	1965-1997	33	-0.12	-0.70	2.040	kabul
2149	1964-1988	25	0.03	0.13	2.069	kabul
2154	1969-2001	33	-0.27	-1.53	2.045	kabul
2156	1969-2001	33	0.05	0.23	2.056	kabul
2157	1969-2000	32	0.04	0.21	2.042	kabul
2158	1969-2000	32	0.28	1.55	2.040	kabul
2164	1969-2001	33	-0.41	-2.45	2.040	red
2166	1970-2000	31	-0.29	-1.63	2.045	kabul
2202	1967-2001	35	0.19	1.11	2.040	kabul
2213	1962-1998	37	0.12	0.71	2.031	kabul
2215	1965-2001	37	0.11	0.74	2.031	kabul
2218	1963-2001	39	-0.32	-2.03	2.03	red-kabul
2228	1968-2001	34	0.06	0.33	2.04	kabul
2232	1964-2001	38	-0.44	-1.51	2.03	kabul
2233	1964-2001	38	-0.12	-0.74	2.031	kabul
2238	1965-2001	37	0.01	0.05	2.03	kabul
2239	1965-1999	35	0.09	0.50	2.04	kabul
2245	1969-2001	33	0.02	0.11	2.040	kabul
2247	1968-2001	34	-0.24	-1.37	2.042	kabul
2304	1962-2001	40	0.26	1.67	2.019	kabul
2305	1963-2001	39	-0.41	-2.71	2.03	red
2315	1965-2001	37	0.03	0.19	2.03	kabul
2316	1965-2001	37	-0.43	-2.32	2.06	red
2323	1965-2001	37	-0.37	-2.35	2.03	red
2402	1964-1996	33	-0.42	-2.58	2.04	red
2409	1960-2001	42	-0.25	-1.62	2.02	kabul
2415	1970-2001	32	-0.30	-1.70	2.04	kabul

2418	1970-2001	32	-0.34	-1.96	2.04	kabul
2505	1972-200	29	-0.12	-0.65	2.05	kabul
2509	1970-1991	32	-0.52	-2.71	2.09	red
2603	1962-2000	39	-0.56	-4.07	2.03	red
2610	1962-2000	46	-0.13	-0.82	2.03	kabul
2612	19652000	36	-0.30	-1.86	2.04	kabul
2618	1969-1998	30	-0.46	-2.72	2.05	red
2620	1971-1997	27	0.42	2.34	2.06	red



EK-3:Tablo2.4 Ortalama akımlarda Mann-Kendall testi sonuçları.
(Kaynak:Cıgızoğlu v.d.,2002)

İstasyon No	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi	τ Kendall Kts.	Z	$z_{0.025}$	$H_0: \rho_{x,y}=0$
105	1969-1994	26	-0.36	-2.56	1.96	red
106	1969-2001	33	-0.144	-1.16	1.96	kabul
302	1939-2001	63	-0.276	-3.19	1.96	red
311	1945-2001	57	-0.229	-2.51	1.96	red
314	1953-2001	49	-0.115	-1.16	1.96	kabul
328	1967-2001	35	-0.388	-3.26	1.96	red
407	1962-1997	36	-0.368	-3.14	1.96	red
408	1969-2001	33	-0.159	-1.29	1.96	kabul
509	1962-2000	39	-0.289	-2.58	1.96	red
515	1966-2000	35	-0.230	-1.93	1.96	kabul
523	1970-2001	32	-0.202	-1.61	1.96	kabul
601	1961-2001	41	-0.495	-4.55	1.96	red
701	1938-2001	64	-0.427	-4.98	1.96	red
725	1972-2001	30	-0.205	-1.57	1.96	kabul
809	1957-2001	45	-0.248	-2.39	1.96	red
812	1964-2001	38	-0.326	-2.87	1.96	red
815	1972-2001	30	-0.356	-2.75	1.96	red
902	1941-2001	61	-0.138	-1.57	1.96	kabul
912	1964-2001	38	-0.124	-1.08	1.96	kabul
917	1969-2001	33	-0.087	-0.27	1.96	kabul
1003	1969-1994	26	-0.514	-3.66	1.96	red
1102	1965-2001	37	-0.363	-3.15	1.96	red
1203	1941-2001	61	-0.285	-3.24	1.96	red
1222	1953-2001	49	-0.05	-0.50	1.96	kabul
1223	1962-1997	36	-0.558	-4.77	1.96	red
1224	1963-2001	39	-0.568	-5.08	1.96	red
1233	1963-2001	39	-0.328	-2.93	1.96	red
1237	1957-2001	45	0	-0.01	1.96	kabul

1239	1966-2001	36	-0.292	-2.49	1.96	red
1244	1971-1999	29	-0.296	-2.24	1.96	red
1314	1963-2001	39	-0.206	-1.83	1.96	kabul
1319	1965-2001	37	-0.006	-0.07	1.96	kabul
1327	1968-2001	34	-0.219	-1.81	1.96	kabul
1331	1969-2001	33	0.189	1.53	1.96	kabul
1333	1965-1998	34	0.020	0.15	1.96	kabul
1334	1967-2001	35	-0.113	-0.94	1.96	kabul
1335	1964-2001	38	-0.101	-0.88	1.96	kabul
1401	1939-2001	63	-0.111	-1.28	1.96	kabul
1412	1969-2001	33	-0.178	-1.44	1.96	kabul
1418	1964-2001	38	0.027	0.23	1.96	kabul
1422	1969-2001	33	0.178	1.44	1.96	kabul
1424	1969-2001	33	0.053	0.42	1.96	kabul
1501	1939-2001	63	0.028	0.32	1.96	kabul
1517	1962-2001	40	-0.031	-0.29	1.96	kabul
1524	1962-1999	38	-0.138	-1.21	1.96	kabul
1532	1960-1998	39	0.028	0.24	1.96	kabul
1535	1963-2001	39	0.001	0.00	1.96	kabul
1536	1967-2000	34	-0.184	-1.52	1.96	kabul
1611	1962-2001	40	-0.238	-2.15	1.96	red
1612	1962-2001	40	-0.208	-1.88	1.96	kabul
1621	1969-1999	30	0.015	0.10	1.96	kabul
1622	1969-2001	33	-0.371	-3.02	1.96	red
1714	1961-2001	41	-0.351	-3.22	1.96	red
1717	1967-2001	35	-0.519	-4.37	1.96	red
1719	1966-2001	36	-0.498	-4.26	1.96	red
1720	1966-2001	36	-0.473	-4.05	1.96	red
1721	1968-2000	33	-0.269	-2.22	1.96	red
1801	1936-2001	66	-0.185	-2.19	1.96	red
1805	1940-2001	62	0.031	0.36	1.96	kabul
1820	1970-2001	32	-0.097	-0.80	1.96	kabul

1822	1969-2001	33	-0.023	-0.20	1.96	kabul
2004	1971-1996	26	-0.003	0.00	1.96	kabul
2006	1954-2001	48	-0.053	-0.54	1.96	kabul
2008	1969-1998	30	-0.016	-0.11	1.96	kabul
2015	1957-2001	45	-0.018	-0.18	1.96	kabul
2102	1968-2001	34	-0.152	-1.25	1.96	kabul
2122	1969-2000	32	-0.129	-1.02	1.96	kabul
2123	1969-1994	26	-0.649	-4.63	1.96	red
2124	1963-2001	39	-0.131	-1.16	1.96	kabul
2131	1957-2001	45	-0.212	-2.04	1.96	red
2133	1968-2000	33	-0.007	-0.07	1.96	kabul
2135	1967-2001	35	-0.153	-1.28	1.96	kabul
2145	1963-2001	39	-0.233	-2.08	1.96	red
2147	1964-1997	34	-0.045	-0.39	1.96	kabul
2149	1964-1988	25	0.087	0.59	1.96	kabul
2154	1969-2001	33	0.076	0.61	1.96	kabul
2156	1969-2001	33	0.068	0.54	1.96	kabul
2157	1969-2000	32	-0.020	-0.18	1.96	kabul
2158	1969-2000	32	-0.024	-0.21	1.96	kabul
2164	1969-2001	33	-0.019	-0.17	1.96	kabul
2166	1970-2001	32	0.008	0.05	1.96	kabul
2202	1967-2001	35	-0.113	-0.94	1.96	kabul
2213	1962-1998	37	0.216	1.87	1.96	kabul
2215	1965-2001	37	-0.012	-0.12	1.96	kabul
2218	1963-2001	39	-0.093	-0.85	1.96	kabul
2228	1968-2001	34	0.155	1.27	1.96	kabul
2232	1964-2001	38	-0.01	-0.10	1.96	kabul
2233	1964-2001	38	0.104	0.91	1.96	kabul
2238	1965-2001	37	0.126	1.08	1.96	kabul
2239	1965-1999	35	0.166	1.39	1.96	kabul
2245	1969-2001	33	0.216	1.75	1.96	kabul
2247	1968-2001	34	0.059	0.48	1.96	kabul

2304	1942-2001	60	0.122	1.37	1.96	kabul
2305	1963-2001	39	-0.066	-0.60	1.96	kabul
2315	1965-2001	37	0.063	0.54	1.96	kabul
2316	1965-2001	37	0.018	0.14	1.96	kabul
2323	1965-2001	37	-0.150	-1.29	1.96	kabul
2402	1964-1996	33	0.152	1.23	1.96	kabul
2409	1960-2001	42	-0.147	-1.36	1.96	kabul
2415	1970-2001	32	-0.036	-0.31	1.96	kabul
2418	1970-2001	32	-0.048	-0.40	1.96	kabul
2505	1972-2000	29	-0.385	-2.95	1.96	red
2603	1962-2000	39	-0.139	-1.23	1.96	kabul
2610	1955-2000	46	-0.045	-0.45	1.96	kabul
2612	1965-2000	36	-0.019	-0.18	1.96	kabul
2618	1969-1998	30	0.067	0.50	1.96	kabul
2620	1971-2000	30	0.011	0.07	1.96	kabul

EK-4:Tablo 2.5 Maksimum akımlarda Mann-Kendall testi sonuçları.
(Kaynak:Cıgızoğlu v.d.,2002)

İstasyon No	Gözlem yılı	S	τ Kendall Kts.	z	$z_{0.025}$ (Tablo)	$H_0:$ $\rho_{xy}=0$
105	26	-106	-0.33	-2.31	1.96	red
106	32	-58	-0.12	-0.92	1.96	kabul
302	60	-107	-0.06	-0.68	1.96	kabul
311	56	-24	-0.02	-0.16	1.96	kabul
314	36	-67	-0.11	-0.90	1.96	kabul
328	34	-199	-0.35	-2.94	1.96	red
407	36	-154	-0.24	-2.08	1.96	red
408	32	149	0.30	2.40	1.96	red
509	39	-144	-0.19	-1.73	1.96	kabul
515	35	-3	-0.01	-0.03	1.96	kabul
523	31	-50	-0.11	-0.83	1.96	kabul
601	40	-210	-0.27	-2.44	1.96	red
701	63	71	0.04	0.42	1.96	kabul
725	29	-104	-0.26	-1.93	1.96	kabul
809	44	110	0.12	1.10	1.96	kabul
812	37	3	0.00	0.03	1.96	kabul
815	24	-52	-0.19	-1.26	1.96	kabul
902	61	41	0.02	0.25	1.96	kabul
912	37	21	0.03	0.26	1.96	kabul
917	31	-45	-0.10	-0.75	1.96	kabul
1003	23	-18	-0.07	-0.45	1.96	kabul
1102	36	-298	-0.47	-4.05	1.96	red
1203	65	223	0.11	1.26	1.96	kabul
1222	48	318	0.28	2.82	1.96	red
1223	36	-285	-0.45	-3.87	1.96	red
1224	38	-336	-0.48	-4.21	1.96	red
1233	38	-27	-0.04	-0.33	1.96	kabul

1237	45	-86	-0.09	-0.83	1.96	kabul
1239	28	3	0.01	0.04	1.96	kabul
1244	29	-49	-0.12	-0.90	1.96	kabul
1314	38	-17	-0.02	-0.20	1.96	kabul
1319	36	77	0.12	1.04	1.96	kabul
1327	34	-117	-0.21	-1.72	1.96	kabul
1331	32	229	0.46	3.70	1.96	red
1333	34	133	0.24	1.96	1.96	kabul
1334	34	1	0.00	0.00	1.96	kabul
1335	37	-17	-0.03	-0.21	1.96	kabul
1401	63	-644	-0.33	-3.81	1.96	red
1412	31	-151	-0.32	-2.55	1.96	red
1418	37	178	0.27	2.32	1.96	red
1422	32	83	0.17	1.33	1.96	kabul
1424	32	68	0.14	1.09	1.96	kabul
1501	54	-95	-0.07	-0.70	1.96	kabul
1517	30	38	0.09	0.66	1.96	kabul
1524	38	-85	-0.12	-1.06	1.96	kabul
1532	32	23	0.05	0.36	1.96	kabul
1535	38	95	0.14	1.18	1.96	kabul
1611	39	-39	-0.05	-0.46	1.96	kabul
1612	39	-7	-0.01	-0.07	1.96	kabul
1714	40	-107	-0.14	-1.24	1.96	kabul
1717	34	-190	-0.34	-2.80	1.96	red
1719	35	-29	-0.05	-0.40	1.96	kabul
1720	35	-123	-0.21	-1.73	1.96	kabul
1721	33	-57	-0.11	-0.87	1.96	kabul
1801	65	48	0.02	0.27	1.96	kabul
1805	56	-115	-0.07	-0.81	1.96	kabul
1820	32	-16	-0.03	-0.24	1.96	kabul
1822	32	-49	-0.10	-0.78	1.96	kabul

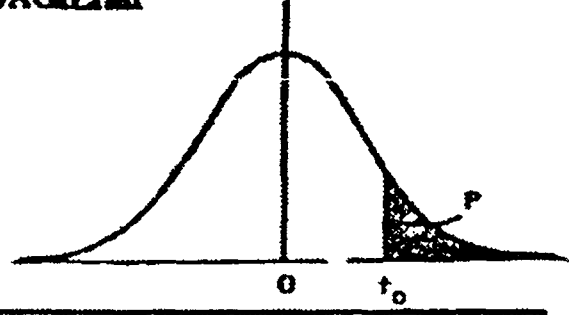
2006	47	-51	-0.05	-0.46	1.96	kabul
2008	29	-56	-0.14	-1.03	1.96	kabul
2015	40	75	0.10	0.86	1.96	kabul
2102	33	-34	-0.06	-0.51	1.96	kabul
2122	32	-32	-0.06	-0.50	1.96	kabul
2123	34	48	0.09	0.70	1.96	kabul
2124	38	-131	-0.19	-1.63	1.96	kabul
2131	44	-181	-0.19	-1.82	1.96	kabul
2133	32	-60	-0.12	-0.96	1.96	kabul
2135	34	-135	-0.24	-1.99	1.96	red
2145	29	-38	-0.09	-0.69	1.96	kabul
2147	34	-34	-0.06	-0.49	1.96	kabul
2154	32	5	0.01	0.06	1.96	kabul
2156	32	-25	-0.05	-0.39	1.96	kabul
2157	32	19	0.04	0.29	1.96	kabul
2158	32	42	0.08	0.66	1.96	kabul
2164	32	-57	-0.11	-0.91	1.96	kabul
2166	31	-16	-0.03	-0.25	1.96	kabul
2202	25	65	0.22	1.49	1.96	kabul
2213	37	-26	-0.04	-0.33	1.96	kabul
2215	36	-227	-0.36	-3.08	1.96	red
2218	38	-238	-0.34	-2.98	1.96	red
2228	33	138	0.26	2.12	1.96	red
2232	37	-101	-0.15	-1.31	1.96	kabul
2233	37	64	0.10	0.82	1.96	kabul
2238	36	102	0.16	1.38	1.96	kabul
2239	32	70	0.14	1.12	1.96	kabul
2245	32	-47	-0.09	-0.75	1.96	kabul
2247	33	4	0.01	0.05	1.96	kabul
2304	59	257	0.15	1.67	1.96	kabul
2305	29	17	0.04	0.30	1.96	kabul

2315	27	46	0.13	0.94	1.96	kabul
2316	36	22	0.03	0.29	1.96	kabul
2323	36	52	0.08	0.69	1.96	kabul
2402	33	-12	-0.02	-0.17	1.96	kabul
2409	42	-32	-0.04	-0.35	1.96	kabul
2418	31	-26	-0.06	-0.42	1.96	kabul
2505	29	-36	-0.09	-0.66	1.96	kabul
2603	39	68	0.09	0.81	1.96	kabul
2610	46	107	0.10	1.00	1.96	kabul
2612	31	-52	-0.11	-0.87	1.96	kabul
2618	30	14	0.03	0.23	1.96	kabul
2620	27	92	0.26	1.90	1.96	kabul



EK-5:Tablo 2.6 t dağılım tablosu

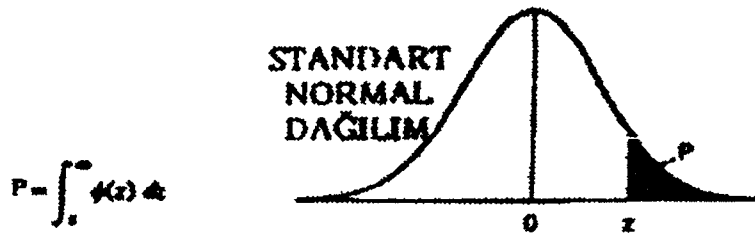
t DAĞILIMI



α	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	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	1.384	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	2.896		
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	0.257	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	2.640		
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		
α	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005

n : serbestlik derecesi

EK-6:Tablo 2.7 Standart 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
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
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-7:Tablo 2.8 Kendall korelasyon katsayısı için p değerleri

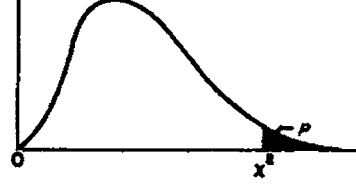
KENDALL KORELASYON KATSAYISI İÇİN p DEĞERLERİ
Helsel, Hirsch (1992)

$$p = P[S \geq x] = P[S \leq -x]$$

x	n				x	n		
	4	5	8	9		6	7	10
0	0.625	0.592	0.584	0.540	1	0.500	0.500	0.500
2	0.375	0.408	0.452	0.460	3	0.360	0.386	0.431
4	0.167	0.242	0.360	0.381	5	0.235	0.281	0.364
6	0.042	0.117	0.274	0.306	7	0.136	0.191	0.300
8		0.042	0.199	0.238	9	0.068	0.068	0.242
10		0.0083	0.138	0.179	11	0.028	0.035	0.190
12			0.089	0.130	13	0.0083	0.015	0.146
14			0.054	0.090	15	0.0014	0.0054	0.108
16			0.031	0.060	17		0.0014	0.078
18			0.016	0.038	19		0.0002	0.054
20			0.0071	0.022	21			0.036
22			0.0028	0.012	23			0.023
24			0.0009	0.0063	25			0.014
26			0.0002	0.0029	27			0.0083
28			<0.0001	0.0012	29			0.0046
30				0.0004	31			0.0023
32				0.0001	33			0.0011
					35			0.0005
					37			0.0002

Ek-8:Tablo 2.9 X^2 dağılımı tablosu.

X^2 DAĞILIMI



$P \backslash n$	0.99	0.98	0.95	0.90	0.50	0.10	0.05	0.02	0.01
1	0.0002	0.0006	0.0039	0.0158	0.455	2.706	3.841	5.412	6.635
2	0.0201	0.0404	0.103	0.211	1.386	4.605	5.991	7.824	9.210
3	0.115	0.185	0.352	0.584	2.366	6.251	7.815	9.837	11.34
4	0.297	0.429	0.711	1.064	3.357	7.779	9.488	11.67	13.28
5	0.554	0.752	1.145	1.610	4.351	9.236	11.07	13.39	15.09
6	0.872	1.134	1.635	2.204	5.348	10.64	12.59	15.03	16.81
7	1.239	1.564	2.167	2.833	6.346	12.02	14.07	16.62	18.48
8	1.646	2.032	2.733	3.490	7.344	13.36	15.31	18.17	20.09
9	2.088	2.532	3.325	4.168	8.343	14.68	16.92	19.68	21.67
10	2.558	3.039	3.940	4.865	9.342	15.99	18.31	21.16	23.21
11	3.053	3.609	4.575	5.578	10.34	17.28	19.68	22.62	24.72
12	3.571	4.178	5.226	6.304	11.34	18.55	21.03	24.03	26.22
13	4.107	4.765	5.892	7.042	12.34	19.81	22.36	25.47	27.69
14	4.660	5.368	6.571	7.790	13.34	21.06	23.68	26.87	29.14
15	5.229	5.985	7.261	8.547	14.34	22.31	25.00	28.26	30.58
16	5.812	6.614	7.962	9.312	15.34	23.54	26.30	29.63	32.00
17	6.408	7.255	8.672	10.08	16.34	24.77	27.59	31.00	33.41
18	7.015	7.908	9.390	10.86	17.34	25.99	28.87	32.25	34.80
19	7.633	8.567	10.12	11.65	18.34	27.20	30.14	33.69	36.19
20	8.260	9.237	10.85	12.44	19.34	28.41	31.41	35.02	37.57
21	8.897	9.915	11.59	13.24	20.34	29.62	32.67	36.34	38.93
22	9.542	10.60	12.34	14.04	21.34	30.81	33.92	37.66	40.29
23	10.20	11.29	13.09	14.85	22.34	32.01	35.17	38.97	41.64
24	10.86	11.99	13.85	15.66	23.34	33.20	36.42	40.27	42.98
25	11.52	12.70	14.61	16.47	24.34	34.38	37.65	41.57	44.31
26	12.20	13.41	15.38	17.29	25.34	35.56	38.88	42.86	45.64
27	12.88	14.13	16.15	18.11	26.34	36.74	40.11	44.14	46.96
28	13.57	14.85	16.93	18.94	27.34	37.92	41.34	45.42	48.28
29	14.26	15.57	17.71	19.77	28.34	39.09	42.56	46.69	49.59
30	14.95	16.31	18.49	20.60	29.34	40.26	43.77	47.96	50.89
$P \backslash n$	0.99	0.98	0.95	0.90	0.50	0.10	0.05	0.02	0.01

n:serbestlik derecesi

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Adana’da doğan Özbek Özgür Dağlı, ilk öğrenimini Atatürk İlkokulunda , orta öğrenimini Özel Çukurova Bilfen Lisesinde tamamladı. 1997 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümüne girdi. 1998 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne yatay geçiş yaptı. Buradan 2001 yılında mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Su Mühendisliği Programında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

