

**TÜRKİYE AKARSULARINDA MEVSİMSEL TREND
ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Meteoroloji Müh. Enise Neyran CEBE
(501041505)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 4 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2007

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Bihrat ÖNÖZ
Prof.Dr. E.Beyhan YEĞEN
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Mehmetçik BAYAZIT (İTÜ)
Doç.Dr. Kasım KOÇAK (İTÜ)
Doç.Dr. Ali Fuat AYDIN (İTÜ)

ÖNSÖZ

Suya olan talep hızlı nüfus artışıyla beraber her geçen gün artmaktadır. Ancak su kaynakları nüfus artışının yanı sıra kirlenme, küresel ısınma gibi faktörlerin de etkisi altındadır. Bu nedenlerden dolayı mevcut su kaynakları sistemlerinin planlanması ve yönetilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda su miktarlarının zamanla değişiminin incelenmesi son derece önemlidir. Yapılan bu çalışmalar sayesinde ileride ciddi bir problem haline gelebilecek su sorunları önceden önlenilebilecektir.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen ve yol gösteren danışmanlarım Sayın Pof. Dr. Bihrat ÖNÖZ ve Sayın Prof. Dr. E. Beyhan Yeğen'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca gösterdiği anlayıştan ve benden esirgemediği yardımlarından dolayı çok değerli müdürüm Sayın Gürdal KOÇ'a teşekkür ederim.

Veri ve akım gözlem istasyonlarının resimlerini elde etmemde yardımcı olan değerli arkadaşlarım Sayın Özgün SEVGİLİ ve Sayın Musa KUKUL'a teşekkür ederim.

Beni her zaman destekleyen ve hep yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma da çok teşekkür ederim.

Haziran 2007

Enise Neyran CEBE

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Hidroloji	3
1.2. Türkiye'de Su Kaynakları	3
1.3. İstatistik ve Trend Analizi	7
1.4. Trend ile İlgili Diğer Çalışmalar	8
2. VERİLERİN İSTATİSTİK ANALİZİ	11
2.1. Dağılımların Parametreleri ve Parametrelerin Tahmini	11
2.1.1. Bir Rastgele Değişkenin İstatistik Momentleri	11
2.1.1.1. Merkez Parametreleri	12
2.1.1.2. Yayılım Parametreleri	13
2.1.1.3. Çarpıklık Parametreleri	14
2.2. Korelasyon Katsayısı ve Regresyon Analizi	15
2.2.1. Basit Doğrusal Regresyon Analizi	17
3. TREND ANALİZİ	19
3.1. Mann-Kendall Testi	19
3.1.1. Yıllık Mann-Kendall Testi	19
3.1.2. Mevsimsel Mann-Kendall Testi	21
3.2. Trendlerin Homojenliği için χ^2 Testi	23
3.3. Havza Ölçeğinde Trend Analizi	24
4. VERİLERİN ANALİZİ	28
4.1. Aylık Ortalama Akım Verileri	28
4.2. Eksik Verilerin Regresyon Analiziyle Hesaplanması	34
5. TÜRKİYE AKARSULARINDA TREND ANALİZİ	37
5.1. Mevsimsel Trend Analizi	37
5.2. Mevsimlerdeki Trendlerin Homojenliği için χ^2 Testi	49
5.3. Havza Ölçeğinde Trend Analizi	52
SONUÇLAR	54

KAYNAKLAR	58
EKLER	61
ÖZGEÇMİŞ	72

KISALTMALAR

Müt.	: Mütferrik
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu

TABLO LİSTESİ

<u>Sayfa No</u>		
Tablo 1.1	Türkiye'nin akarsu havzalarında ortalama su potansiyeli	4
Tablo 3.1	n yıldaki aylık verilerin W matrisi.....	22
Tablo 3.2	Van Belle ve Hughes yöntemi kullanılarak trend homojenliği testi için denklemler.....	25
Tablo 4.1	Çalışmada kullanılan 57 akım gözlem istasyonunun ve bağlı oldukları havzaların isimleriyle istasyonların özellikleri.....	29
Tablo 4.2	Çalışmada kullanılan 51 akım gözlem istasyonunun ve bağlı oldukları havzaların isimleriyle istasyonların özellikleri.....	31
Tablo 4.3	İstasyonların yıllık ortalama, standart sapma, değişim ve çarpıklık katsayıları.....	32
Tablo 4.4	Regresyon analizi ile tamamlanan eksik veriler.....	36
Tablo 5.1	Akarsu havzalarında mevsimsel Mann-Kendall trend testi sonuçları.....	38
Tablo 5.2	Mevsimsel trend testi sonucunda bütün mevsimlerde trendin görüldüğü istasyonlar.....	40
Tablo 5.3	Mevsimsel trend testi sonucunda üç mevsimde trendin görüldüğü istasyonlar.....	41
Tablo 5.4	Dört mevsimde trendin gözlemlendiği istasyonlar için χ^2 homojen ve χ^2_{trend} sonuçları.....	49
Tablo 5.5	Üç mevsimde trendin gözlemlendiği istasyonlar için χ^2 homojen ve χ^2_{trend} sonuçları.....	49
Tablo 5.6	8, 16 ve 17 numaralı havzalar için χ^2_{mevsim} , $\chi^2_{istasyon}$ ve $\chi^2_{istasyon-mevsim}$ denklemlerinin kritik değerleri.....	52
Tablo 5.7	Havzaların trend durumu	53
Tablo A.1	Mevsimler bazında tüm istasyonlara ait istatistiksel değerler	62
Tablo B.1	Standart normal dağılım tablosu.....	70
Tablo B.2	χ^2 dağılım tablosu.....	71

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 : Türkiye'nin genel su bütçesi.....	6
Şekil 2.1 : Negatif, simetrik ve pozitif çarpıklıkların gösterimi.....	14
Şekil 2.2 : X ve Y değişkenleri arasındaki doğrusal ilişki.....	18
Şekil 3.1 : Mann-Kendall hipotezleri.....	20
Şekil 4.1 : Büyük akarsu havzaları anahtar haritası.....	28
Şekil 5.1 : 1. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar.....	43
Şekil 5.2 : 2. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar.....	44
Şekil 5.3 : 3. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar.....	45
Şekil 5.4 : 4. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar.....	46
Şekil 5.5 : Yıllık trendin görüldüğü istasyonlar.....	47
Şekil 5.6 : Hem dört mevsimde hem de üç mevsimde azalan yönde trend görülen istasyonlar.....	51

SEMBOL LİSTESİ

C_{sx}	: Çarpıklık katsayısı
C_{vx}	: Değişim katsayısı
$E(.)$: Beklenen değer operatörü
H_0	: Sıfır hipotezi
H_1	: Karşıt hipotez
k	: İstasyon sayısı
M	: Mann-Kendall testi özel tanımlı sembol
m	: Mevsim sayısı
n	: Toplam gözlem adedi
P	: Mann-Kendall testi özel tanımlı sembol
r	: Korelasyon katsayısı
S	: Mann-Kendall testi özel değeri
S_x	: Eldeki örnekten hesaplanan standart sapma değeri
t	: Eşit olan gözlemlerin sayısı
z	: Standart normal değişken
α	: Anlamlılık düzeyi
μ_x	: x rastgele değişkeninin ortalaması
σ_x	: Standart sapma
τ	: Kendall korelasyon katsayısı

TÜRKİYE AKARSULARINDA MEVSİMSEL TREND ANALİZİ

ÖZET

Bir rastgele değişkenin değerlerinde zamana bağlı olarak azalma ya da artma olmasına trend denir. Akarsuların su miktarlarındaki trendin incelenmesi, diğer bir deyişle su miktarındaki artma veya azalmanın belirlenmesi su kaynaklarının planlanması ve işletilmesi açısından son derece önemlidir. Bu değişimin belirlenmesi amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Akım trendlerinin belirlenmesinde parametrik ya da parametrik olmayan testler uygulanır. Parametrik testler verilerin normal dağılıma uygun olması halinde iyi sonuçlar verir. Parametrik olmayan testler ise toplumun rastgele değişkeninin dağılımından ve parametrelerinden bağımsızdırlar. Bu testler verilerin düzenlenmiş örnekteki sıraları ile ilgilidir. Dağılımların genellikle normal olmaması nedeniyle parametrik olmayan testlerle elde edilen sonuçlar parametrik testlere göre elde edilen sonuçlara göre çok daha iyidir.

Bu çalışmada Türkiye'nin 26 akarsu havzasından 24'üne ait toplam 108 akım gözlem istasyonuna ait aylık ortalama akım verileriyle çalışılmıştır. İlk aşamada bu verilere parametrik olmayan Mevsimsel Mann-Kendall testi uygulanmıştır. İkinci aşamada ise verilere mevsimsel trendlerin homojenliği için χ^2 testi uygulanmıştır. Son aşamada ise havza bazında trend analizi yapılmıştır.

Türkiye'deki akarsularda genellikle azalan yönde trend gözlenmiştir. Bu gözlem Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerinde söz konusudur. Türkiye'nin kuzeyinde ise önemli bir değişim söz konusu değildir. Havza bazında yapılan analiz sonuçları ise ilk aşamada uygulanan Mann-Kendall trend testinin sonuçlarına uygun olup havza bazında trend gözlenmemiştir.

SEASONAL TREND ANALYSIS IN THE STREAMFLOWS OF TURKEY

SUMMARY

Trend is a change (decrease/increase) of the values of a random variable. It is very important to determine the trend of the amount of water in the rivers in different periods of time for suitable planning and management of the water resources. There are different works to determine this change.

For the determination of streamflow trends, parametric and nonparametric tests have been used. If data fit to normal distribution, parametric tests give good results. Nonparametric tests are independent of distribution and parameters of a random variable. These tests are related to the ranks in the arranged sample of the data. Generally, the distributions are not normal. So the use of nonparametric tests give good results.

In this study, firstly, Seasonal Mann-Kendall test, which is a nonparametric test, has been applied to the mean monthly flow data of 108 stations in 24 basins in Turkey. Secondly, χ^2 test has been applied to the data for the homogeneity of seasonal trends. Finally, the trend analysis on basin basis has been applied to the data.

The Seasonal Mann-Kendall test showed, that the mean monthly flow data of Turkey in the west, middle and south regions show a trend in the decreasing direction. In the north region of Turkey, there is not an important change. Also the analysis on basin basis shows a trend.

1. GİRİŞ

Su, yaşıyan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan bir tanesidir. Yeryüzünde bulunan su kaynaklarının sınırlı olmasına rağmen bu kaynakların kullanım alanları geniştir. Artan insan nüfusuyla beraber suya karşı olan talebin de her geçen gün artıyor olması su kaynaklarının yönetimi konusunda daha özenli çalışılmasını gerektirmektedir. 20. yüzyılda dünya nüfusu 19. yüzyıla oranla üç kat artmasına rağmen, su kaynaklarının kullanımının altı kat arttığı belirlenmiştir. Tatlı su kaynaklarının kıtlığı, hızlı nüfus artışı, kirlenme ve yıllık yağış ortalamasının dünya ortalamasından az olması Türkiye’de, mevcut kaynakların daha dikkatli kullanılmasını ve kirlenmeye karşı gerekli tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir.

Zaman içinde meydana gelen iklim değişimleri de su kaynaklarını olumsuz olarak etkilemektedir. Nüfus artışı, kirlilik, doğanın tahrip edilmesi gibi insan etkenli faktörlerle karbondioksit, metan, azot oksitler ve kloroflorokarbondan oluşan sera gazlarının atmosfere salınması iklim değişimlerinin görülmesinde başlıca nedenlerdendir. Özellikle atmosferdeki sera gazlarının miktarındaki artış nedeniyle yeryüzünden yansıyan güneş ışınları uzaya ulaşmadan tutulur ve yeryüzüne geri yansıtılır. Bu da küresel ısınmaya neden olur. Buzulların eriyerek kutuplara doğru çekilmesi ve yüksek dağlardaki kar örtüsünün azalması, deniz suyu seviyesinin yükselmesi, balık türlerinin göçleri küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin kanıtlarından sadece bazılarıdır.

İklim hidrolojik çevrimi kontrol eden başlıca etken olduğundan çeşitli sebeplerden dolayı meydana gelen iklim değişikliği de hidrolojik çevrimi etkilemektedir. Hidrolojik çevrimin bir elemanı olan yağışlar, mekan ve zaman içinde, su dengesindeki değişkenliğin belli başlı kaynağıdır. Yağışlarda meydana gelen değişimler, hidroloji ve su kaynakları için çok önemli sonuçlar doğurabilir (Sen, 1994). Çok miktardaki yağışlar taşkınlara neden olurken az miktarda yağışla beraber yüksek sıcaklıkların görülmesi kuraklığı meydana getirir. İklim değişmesinin

hidrolojinin üzerindeki etkisini inceleyen pek çok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar iklim değişiminin su kaynakları üzerindeki etkilerini de kapsamaktadır. Örneğin bir su haznesinin güvenilirliği veya bu haznenin sel riskinin incelenmesi su kaynakları açısından yapılan çalışmalar arasındadır.

Su kaynakları sistemlerinin planlanması ve yönetilmesi aşamasında iklim değişiminin etkisi büyük olduğundan kararların iklim değişiminin iyi ve doğru şekilde değerlendirildikten sonra verilmesi gerekir. Trend, bir rastgele değişkenin değerlerinde zamana bağlı olarak bir değişimin (azalma/artma) olmasıdır. İklim parametrelerinin (yağış, sıcaklık,...) değişken olmasından dolayı su miktarlarının zaman içindeki trendinin bilinmesi yapılacak olan çalışmalar sırasında en önemli etken olacaktır. Bunun yanı sıra kullanılacak olan hidrolojik verilerin uzun süreli gözleminin ve salınımının dikkate alınması da son derece önemlidir. Örneğin mevcut olan gözlemler yağış ve su temininin azaldığı bir dönem boyunca alınır ve bu azalış projenin ekonomik ömrü boyunca devam ederse projenin fiziksel ve finansal açıdan başarısı bekleneni vermeyebilir. Diğer taraftan eğer kısa bir hidrolojik kayıt varsa ve bu kayıtlar kurak bir döneme ait ise yapının taşkın için dikkate alınacak olan değerleri çok küçük alınacağından hesaplanan yapı boyutları sulak dönemlerde meydana gelecek daha büyük taşkınlarda yetersiz kalacağı için yapının yıkılmasına yol açabilecektir (Akyürek, 2003).

Bu çalışmada Türkiye'deki aylık ortalama akımlara mevsimsel trend analizi uygulanmış ve bulunan sonuçlar yıllık ortalama akımlara uygulanan trend analizi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Dört mevsim tanımlanmıştır. 1. mevsim Ekim-Kasım-Aralık, 2. mevsim Ocak-Şubat-Mart, 3. mevsim Nisan-Mayıs-Haziran ve 4. mevsim Temmuz-Ağustos-Eylül aylarını içermektedir. Bir mevsimde artan yönde trend, diğer bir mevsimde ise azalan yönde bir trendin olması halinde, mevsimler arası trend heterojendir. Böyle bir durumda, trendin yönü ile ilgili, testin genelinde yanıltıcı sonuçlar elde edilebilir. Bu nedenle, trend yönünün homojenliği ile ilgili χ^2 homojenlik testi uygulanmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise havza bazında trend analizi yapılmıştır.

1.1 HİDROLOJİ

Hidroloji kelimesinin anlamı kısaca su bilimidir. Ancak A.B.D Bilim ve Teknoloji Federal Konseyi Bilimsel Hidroloji Komisyonu tarafından 1962 yılında önerilen tanıma göre hidroloji yer küresinde (yani yeryüzünde, yer altında ve atmosferde) suyun çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevreyle ve canlılarla karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilimdir (Bayazıt, 1999).

Gözlemlere ve istatistik yöntemlere dayalı verilerin temini ve değerlendirilmesi amacıyla su yapılarının kullanımına kadar sürdürülen faaliyetlere hidrolojik çalışmalar adı verilmektedir (Akyürek, 2003). Hidrolojik çalışmalar sırasında veri toplamak için ölçümler (yağış, buharlaşma, akım ölçümleri vb.) yapılır. Yapılan ölçümlerden doğru şekilde faydalanabilmek için ölçümlerin sık sık ve sürekli yapılması gerekmektedir. Daha sonra ölçümlerden toplanan veriler işlenir. Hidrolojik değişkenler (örneğin yağış ile akış) arasında mevcut olan matematik bağıntıların ortaya çıkarılmasında matematik modeller kullanılır. Bu modellerin doğruluğu gözlem ve ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılarak kontrol edilir. Kurulan modellerin gerçeğe yakın sonuçlar verebilmesi için verilerin uzun süreli olması önemlidir. Verilerin analiz edilmesinde istatistik metodlar kullanılır. Bu metodlar kullanılarak yapılacak analizlerde metodların yanılma payları göz önünde bulundurulmalıdır.

1.2 TÜRKİYE'DE SU KAYNAKLARI

Türkiye'nin yıllık ortalama yağış miktarı 501 km^3 'tür. Yağış miktarının 274 km^3 'ü buharlaşma yoluyla atmosfere geri döner. Bu buharlaşma toprak ve su yüzeyi ile bitkilerden olur. Yağış miktarının 69 km^3 'lük kısmı yer altı sularını besler. Geri kalan 158 km^3 ise yağıştan akışa geçen miktarı belirtmektedir. Yer altı sularını besleyen 69 km^3 'lük miktarın 28 km^3 'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna katılır. Böylece yüzeysel akış miktarı 186 km^3 'e ($158+28$) ulaşır. Komşu ülkelerden doğan akarsular ile ortalama 7 km^3 su yüzeysel akışa katılır. Böylece Türkiye'nin toplam

yüzeysel akış miktarı 193 km^3 'e ($158+28+7$) ulaşır. 11 km^3 yer altı suyu ve 64 km^3 yüzeysel akış komşu ülkelere akmaktadır. 8 km^3 yüzey suyu kapalı havzalara akmakta ve buralarda buhalaşmaktadır. 30 km^3 'ü yer altı suyu ve 121 km^3 'ü de yüzeysel akış olmak üzere toplam 151 km^3 su, Türkiye'yi çevreleyen denizlere akmaktadır. Şekil 1.1'de Türkiye'nin genel su bütçesi gösterilmiştir. Yağıştan akışa geçen su miktarı (158 km^3), komşu ülkelerin akarsularından yüzeysel akışa katılan su miktarı (7 km^3) ve yer altı suyu (69 km^3) olmak üzere Türkiye'nin brüt su potansiyeli 234 km^3 'tür. Ancak teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı belirtilen yenilenebilir su kaynaklarının tümünü kullanmak mümkün değildir. Buna göre, tüketilebilir su miktarı, yüzeysel akış, komşu ülkelerden gelen akış ve yer altı suyundan olmak üzere sırasıyla 95 km^3 , 3 km^3 ve 13.66 km^3 olmak üzere toplam 112 km^3 civarındadır. Sonuç olarak Türkiye su zengini bir ülke değildir (Genel Enerji Kaynakları, 2004).

Tablo 1.1: Türkiye'nin Akarsu Havzalarında Ortalama Su Potansiyeli

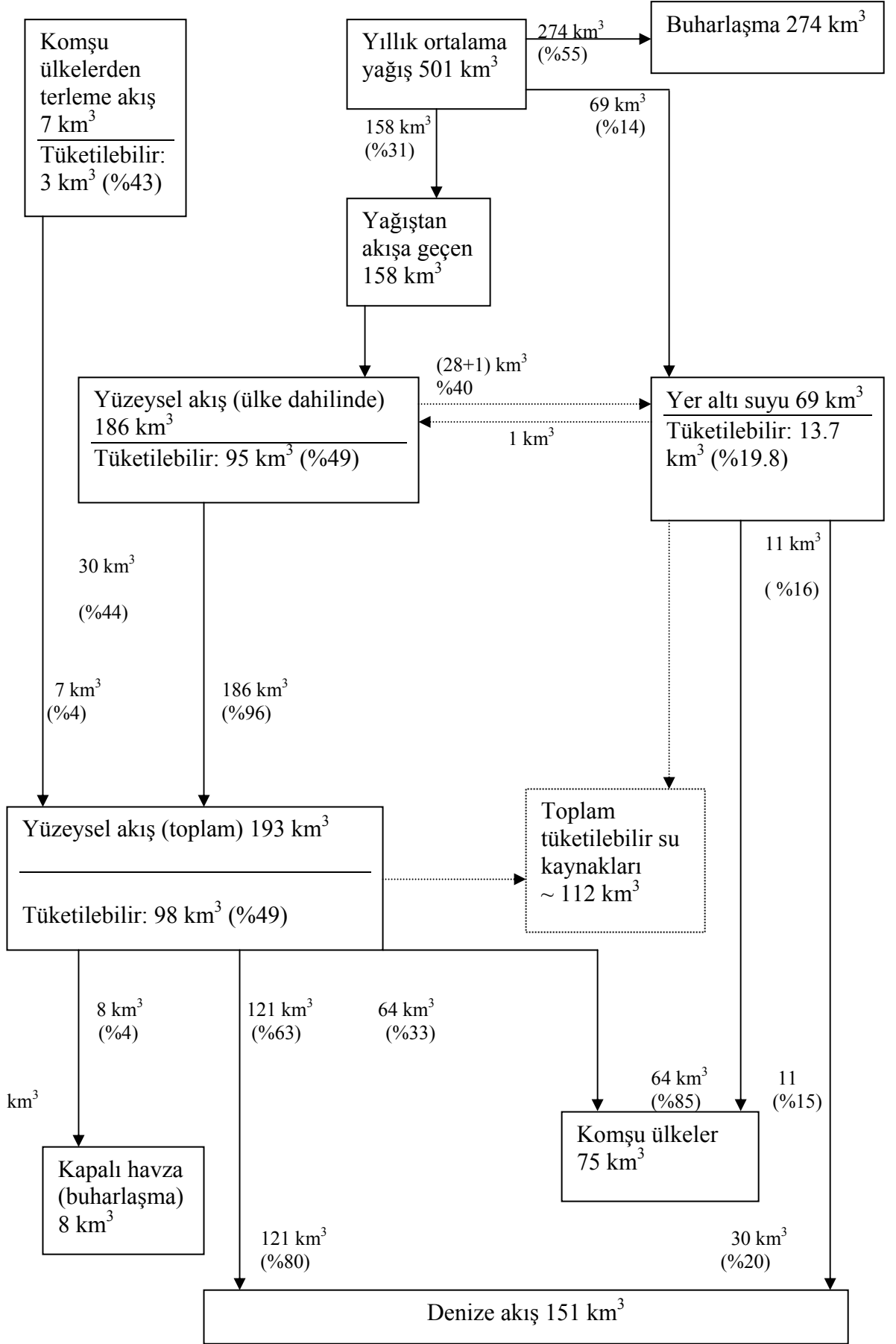
Havza Adı	Ortalama Yıllık Akış (km^3)	Su Potansiyeli Payı (%)	Yıllık Verim (l/s/km^2)
Fırat Havzası	31,61	17,0	8,3
Dicle Havzası	21,33	11,5	13,1
Müt. Doğu Karadeniz Havzası	14,90	8,0	19,5
Müt. Doğu Akdeniz Havzası	11,07	6,0	15,6
Müt. Orta Akdeniz Havzası	11,06	5,9	24,2
Müt. Batı Karadeniz Havzası	9,93	5,3	10,6
Müt. Batı Akdeniz Havzası	8,93	4,8	12,4
Müt. Marmara Havzası	8,33	4,5	11,0
Seyhan Havzası	8,01	4,3	12,3
Ceyhan Havzası	7,18	3,9	10,7
Kızılırmak Havzası	6,48	3,5	2,6
Sakarya Havzası	6,40	3,4	3,6
Çoruh Havzası	6,30	3,4	10,1
Yeşilirmak Havzası	5,80	3,1	5,1
Susurluk Havzası	5,43	2,9	7,2
Aras Havzası	4,63	2,5	5,3
Orta Anadolu Havzası	4,52	2,4	2,5
Büyük Menderes Havzası	3,03	1,6	3,9
Van Gölü Havzası	2,39	1,3	5,0
Müt. Ege Suları Havzası	2,09	1,1	7,4
Gediz Havzası	1,95	1,1	3,6
Meriç Havzası	1,33	0,7	2,9
Küçük Menderes Havzası	1,19	0,6	5,3
Asi Havzası	1,17	0,6	3,4
Burdur Göller Havzası	0,50	0,3	1,8
Afyon Suları Havzası	0,49	0,3	1,9

Türkiye 26 adet akarsu havzasına bölünmüştür. Bu havzalardan 4 tanesi denize dökülmeyen kapalı havzalar (Burdur Gölü Havzası, Afyon Suları Havzası, Orta Anadolu Havzası ve Van Gölü Havzası), 6 tanesi müteferrik havza (Müteferrik Batı Akdeniz Havzası, Müteferrik Orta Akdeniz Havzası, Müteferrik Batı Karadeniz

Havzası, Müteferrik Doğu Akdeniz Havzası, Müteferrik Marmara Havzası ve Müteferrik Doğu Karadeniz Havzası) ve 16 tanesi de nehir havzasıdır. Tablo 1.1 Türkiye'deki 26 akarsu havzasının ortalama su potansiyelini göstermektedir.

Tablo 1.1'den görüleceği üzere % 17 ile Fırat Havzası Türkiye'nin en çok ortalama su potansiyeline ve 31,61 km³ ile en çok ortalama yıllık akışa sahip havzasıdır. Afyon Suları Havzası ise %0.3 ile en düşük ortalama su potansiyeline ve 0.49 km³ ile en düşük ortalama yıllık akışa sahip havzadır. Fırat (%17) ve Dicle (%11.5) havzaları Türkiye'nin yıllık akış potansiyelinin %30'unu sağlarken, Müt. Doğu Karadeniz (%8), Müt. Doğu Akdeniz (%6) ve Müt. Orta Akdeniz (%5.9) havzaları ile beraber toplamda su potansiyeli olarak Türkiye'nin yarısını karşılamaktadırlar. Türkiye'nin yıllık ortalama yağış miktarı 501 km³, yıllık ortalama akış ise 186.05 km³'tür. Bu durumda yıllık ortalama akışın yıllık ortalama yağış miktarına oranı %37'dir.

Nüfusun Türkiye İstatistik Kurumu istatistiklerine göre 2030 yılında 100 milyona çıkması halinde Türkiye'nin su azlığı çeken bir ülke konumundan su fakiri ülke konumunda yer alması söz konusudur. Diğer taraftan Türkiye'de akışa geçen sular mevsimler ve yıllar içerisinde büyük değişimler göstermektedir. Bu nedenle suyun kontrol altına alınması ya da düzenlenerek gerektiğinde çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılabilmesinin temini için depolama tesislerinin yapılması gerekmektedir. Su kaynaklarını geliştirme projeleri çeşitli nedenlerden dolayı yapılır. Örneğin yerleşim alanlarına sağlıklı içme suyu ve kullanma suyu, tarım için sulama suyu, hidroelektrik enerji sağlamak bu nedenlerden sadece birkaçıdır. Ancak bu projeler yapılırken olumsuz çevre etkilerini giderecek veya az düzeye indirecek önlemlerin alınması gerekmektedir. Yağış ve akış şartlarının çok düzensiz olmasından dolayı barajların büyük hacimlerde tesis edilmesi gerekmektedir. Türkiye'de 547 adedi işletmede ve 221 adedi inşa veya program halinde olan toplam 768 adet büyük baraj bulunmaktadır. Barajların dışında 659 adedi işletmede ve 44 adedi inşa veya program halinde olan 703 adet gölet bulunmaktadır. Diğer taraftan 4.85 milyon hektar sulama alanı işletmeye açılmış olup 0.8 milyon hektar sulama alanının inşaatı devam etmektedir (Genel Enerji Kaynakları, 2004).



Şekil 1.1: Türkiye'nin Genel Su Bütçesi (Genel Enerji Kaynakları, 2004)

Bahsedilen projelerin dışında yapılacak olan su tasarrufu da oldukça önemlidir. Böylece gereksiz yere su kullanımı da engellenmiş olur. Tarım sektöründe su tasarrufu için dikkat edilecek bir çok nokta vardır. Kuraklığa dayanıklı ağaç ve ürünler seçilebilir. Sulamanın günün serin kısımlarında yapılması buharlaşma miktarını azaltır. Bundan dolayı sulama için en uygun saatler sabah saat 08.00'den önce veya akşam saat 19.00'dan sonradır. Rüzgarlı günlerde sulama yapılmamalıdır. Sulama yağış beklendiğinde yapılmamalıdır. Aşırı sulama yapmak toprağın çoraklaşmasına ve yer altı sularının kirlenmesine neden olur. Su tasarrufuyla ilgili bireysel önlemler de artık küçümsenemeyecek kadar önem kazanmıştır. Sebze ve meyvelerin akan bir musluk suyunun altında değil temiz bir kova suyun içinde temizlenmesi, diş fırçalarken veya tıraş olurken musluğun açık bırakılmaması, damlayan muslukların veya sızan rezervuarların contasının beklenmeden değiştirilmesi alınacak bireysel önlemlerden sadece bir kaçıdır. Bütün bunlara dikkat edilmesi durumunda su tasarrufu ve tasarruftan sağlanacak ekonomik kazanç oldukça yüksek olacaktır.

1.3 İSTATİSTİK ve TREND ANALİZİ

İstatistik matematiksel bir bilim dalıdır. Verilerin toplanması, değerlendirilmesi, yorumlanması ve sunulması bu bilim dalının içeriğini oluşturmaktadır. Toplanan veriler, geçmiş ve şimdiki zamanda ölçülmüş değerlerdir. Bu verilerin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş bazı teknikler kullanılarak analiz yapılır. Analiz sayesinde verilerin yorumlanması ve sunulmasıyla gelecek hakkında karar verilmesi kolaylaşır.

17. yüzyıla kadar sadece bilgi kaydetme şeklinde gerçekleşen istatistiksel çalışmalar, 18. ve 19. yüzyıllarda J. Bernoulli (1645-1705) ve K.Gauss'un (1777-1855) katkılarıyla matematik temelleri üzerine oturtulmuş ve olasılık teorisi geliştirilmiştir. Sosyal ve antropolojik olaylara istatistiği kapsamlı bir şekilde uygulayan ilk matematikçi olan Adolphe Quételet (1796-1874) ise modern istatistiğin kurucusu olarak kabul edilmiştir. 20. yüzyılın başında R. A. Fisher, K. Pearson ve W. S. Gosset'in katkılarıyla tahmin yapma ve karar verme konuları ön plana çıkarak istatistik artık sayısal verilerin yorum ve değerlendirmesini yapan bir bilimsel metodlar topluluğu haline gelmiştir (<http://analiz.ibsyazilim.com>).

Trend analizi verilerin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş tekniklerden biri olup zamana bağlı regresyon analizidir. Bu analiz, iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi matematik denklem olarak ifade eder. Trend analizinin amacı bağımlı değişkenin değerini, bağımsız değişkenin bilinen değerine dayanarak tahmin etmektir.

1.4 Trend Analizi ile İlgili Diğer alışmalar

Yu ve diğ. (1993) Kansas'taki akarsuların su kalitesi verilerine parametrik olmayan trend analizi uygulamışlardır. Bu uygulamanın sonucunda su kalitesinde azalan yönde trend olduğu gözlenmiştir. Homojenlik testi ise istasyon ve havza bazında trendlerin homojen olmadığını göstermiştir.

Kahya ve diğ. (2003) Türkiye'deki akımlara trend analizi uygulamışlardır. Türkiye'deki 26 akarsu havzasından elde edilen aylık ortalama akımların 31 yıllık periyotları için trend hesaplamışlardır. Sonuç olarak, Türkiye'nin batısında bulunan havzalarda genellikle aşağı doğru trend gözlenmişken Türkiye'nin doğusunda bulunan havzalarda trend gözlenmiştir.

Van Belle ve diğ. (1984) su kalitesindeki trend için parametrik olmayan testler geliştirmişlerdir. Bunun nedeni sınıflandırılmış parametrik testlerin kabullerinin (lineerlik, bağımsızlık, normalite vb.) su kalitesi verileri için uygun olmayışdır. Parametrik olmayan testler daha esnektir ve bu problemler kolaylıkla giderilebilir.

Odabaş (1999) tarafından Doğu Karadeniz havzasındaki iklim trendleri incelenmiştir. Havzanın ortalama sıcaklığında azalan yönde bir trend gözlenmiştir. Toplam yağış değerlerinde ise havzanın kıyı bölümü boyunca azalma saptanırken yüksek bölümlerinde artış söz konusudur.

Kasif (1999) Yeşilirmak havzasındaki iklim parametrelerini incelemiştir. 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.

Lettenmaier ve diğ. (1994), ABD'deki aylık yağış, akış ve sıcaklık verilerine uyguladıkları analiz sonucunda Kasım-Nisan dönemindeki aylık nehir akımlarında 1948-1988 yılları arasında artış bulmuşlardır.

Yıldız ve diğ. (2004) Türkiye nehirlerindeki taşkın, ortalama ve düşük akımların zamana göre değişimini incelemiş ve akımlardaki gidişin hidroelektrik santrallerinin enerji üretimlerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda 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 zamanla artan bir trend vardır. Hidroelektrik enerji üretimlerinde ise yine akımlardaki trendlere uygun bir gidişin var olduğu görülmektedir.

Angı ve diğ. (2004) tarafından Türkiye'deki yüzeysel akımlar incelenmiştir. Türkiye geneli yüzeysel akımlar, potansiyel ve kullanılabilir olmak üzere ayrı ayrı incelenmiş ve seçilen dönemler içerisinde her yıla ait değerler hesaplanmıştır. Bu şekilde, potansiyel ve kullanılabilir yüzeysel akımların zaman içerisindeki değişimleri belirlenebilmiştir.

Hirsch (1984) Mann-Kendall testinin geliştirilmiş hali olan Mevsimsel Kendall testini ortaya koymuştur. Bu test serisel bağımlılığa karşı güçlü olmadığından 1984 yılında daha güçlü olan orjinal Kendall testinin bir modifikasyonunu önermiştir. Bu testte orjinal testte olduğu gibi zaman serilerinin sıraları esastır.

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

Burn ve Elnur (2002) hidroloji ve meteoroloji arasındaki ilişkiyi göstermek için hidrolojik değişkenlere ait trendlerle, meteorolojik değişkenlere ait trendler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kanada'da akış verileri üzerine trend çalışmasında Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Sonuç olarak üniform olmayan çok sayıda önemli trend bulmuşlardır.

Toros (1993) aylık sıcaklık ve yağış verilerini kullanarak Türkiye’de iklim değişimini incelemiştir. Sonuçta önemli sayılabilecek oranda trende rastlanmamıştır. Mevsimsel toplam yağışların kış aylarında azalma, ilkbaharda ise artma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Karaca ve diğ. (1995) Türkiye'nin önde gelen iki büyük şehri olan İstanbul ve Ankara’da şehirleşmenin iklim üzerindeki etkisi üzerinde çalışmıştır. Sıcaklık verilerine Mann-Kendall testi uygulayarak yaptığı analiz sonucunda İstanbul’un güneyinde sanayileşme ve şehirleşmenin getirdiği ısınma trendi bulunmuştur.

Türkeş (1996) çalışmasında yıllık yağış ortalamalarının trendini bölgesel bazda incelemiş ve İç Anadolu Bölgesi haricinde kalan bölgelerde azalma eğilimine rastlanmıştır.

Kadıoğlu (1997) aylık ve yıllık sıcaklık verilerine uyguladığı çalışmasında önemli sayılabilecek trendlere ulaşamamıştır.

Cıgızoğlu ve diğ. (2002) tarafından Türkiye nehirlerindeki taşkın, ortalama ve düşük akımlardaki trendin varlığı incelenmiştir. Türkiye’nin 26 akarsu havzasından 24’ündeki 100 akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verileri kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda yıllık maksimum, ortalama, bir günlük ve yedi günlük akımlara parametrik bir test olan t testi ve parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Gözlenen trendlerin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerindeki akarsuların çoğunun akımlarında trend gözlenmiştir. Trend, ortalama ve düşük akımlarda, maksimum akımlara göre daha çok istasyonda gözlenmiştir. Trend birkaç istasyon dışında genellikle zamanla azalan yöndedir. Diğer bölgelerde ise istatistik bakımdan anlamlı bir trend görülmemiştir.

2 VERİLERİN İSTATİSTİK ANALİZİ

2.1 Dağılımların Parametreleri ve Parametrelerin Tahmini

Bir rastgele değişken, çeşitli gözlemlerde farklı değerler alabilir. Alınan değerlere bağlı olarak değişkenin olasılık dağılımı oluşturulabilir. Parametreler, bir rastgele değişkenin olasılık dağılımının başlıca istatistik özelliklerini yansıtan büyüklüklerdir. Bu özellikler dağılımın merkezi, merkez çevresindeki yayılımın büyüklüğü ve dağılımın çarpıklığı şeklindedir.

Parametrelerin aldığı gerçek değerler, toplumun tümünü gözlemlemenin mümkün olmamasından dolayı bilinemeyebilir. Bu durumda, gerçeğe en yakın değere ulaşabilmek için eldeki örnekten tahmin yapılır. Tahmin sonucu ulaşılan değerlere istatistikler denir. Tahmin yöntemlerinde en çok İstatistik Momentleri yöntemi kullanılmaktadır.

2.1.1 Bir Rastgele Değişkenin İstatistik Momentleri

Bir rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu eğrisi ile x ekseninde kalan alan bir kütle olarak kabul edilirse, bu kütle için çeşitli eksenler etrafındaki momentleri istatistik momentler olarak tanımlanır (Bayazıt, 1994).

X rastgele değişkeninin m-inci mertebeden istatistik momenti

$$\mu_x^{(m)} = E((X - \mu_x)^m) = \int_{-\infty}^{+\infty} (X - \mu_x)^m f(x) dx \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır. Denklemdaki μ_x rastgele değişkenin ortalamasını belirtirken $E(.)$ ise beklenen değeri göstermektedir.

Pratikte ilk dört moment kullanılır. Parametreler, merkez parametreleri, yayılım parametreleri ve çarpıklık parametreleri olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.

2.1.1.1 Merkez Parametreleri

Merkez parametreleri ortalama ve medyan olarak tanımlanmaktadır. Dağılımın merkezi, bir rastgele değişkenin en önemli karakteristiğidir. Dağılımın merkezi, rastgele değişkenin alabileceği tüm değerlerin çevresinde kümelendiği değerdir.

Ortalama, dağılımın merkezini ifade etmekte kullanılır ve 1-inci mertebeden istatistik momenttir. Şu şekilde tanımlanabilir:

$$\mu_x = E[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx \quad (2.2)$$

X rastgele değişkeninin toplumundan alınmış n elemanlı bir örnek için (x_1, x_2, \dots, x_n) μ_x ortalama parametresine karşı gelen istatistik ise

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.3)$$

denklemleriyle hesaplanır.

Medyan, dağılımın merkezinin kuantil tipi parametresidir ve aşılması veya küçük kalma olasılığı %50 olan değerdir. Diğer bir deyişle $med_x = x_{0,50}$, $p=0,50$ olasılığına karşı gelen kuantildir. Medyan tahmini yapmak için öncelikle eldeki örnek değerlerinin $x_1 < x_2 < \dots < x_n$ olacak şekilde sıralanmış olması gerekmektedir. n örnek sayısının çift veya tek olmasına göre medyan şu şekilde hesaplanır:

$$med_x = x_{0,50} = \begin{cases} x_{(n+1)/2} & n \text{ tek ise} \\ \frac{1}{2} [x_{(n/2)} + x_{(n/2)+1}] & n \text{ çift ise} \end{cases} \quad (2.4)$$

Örnekte bulunan çok büyük ya da çok küçük değerlere aykırı değerler denir. Medyan, ortalamaya göre bu değerlerden daha az etkilenmektedir. Bu yüzden de bu yönüyle ortalamaya göre daha üstündür.

Dağılımın simetrik olması durumunda ortalama ve medyanın toplum değerleri aynıdır. Dağılımın sağa (pozitif) doğru çarpık olması durumunda ortalama medyandan büyük, sola (negatif) çarpık olması durumunda ise küçüktür.

2.1.1.2 Yayılım Parametreleri

Yayılım parametreleri, bir rastgele değişkenin merkezsiz değer çevresindeki yayılımının büyüklüğü hakkında bilgi verir. En çok kullanılan yayılım parametresi varyans ($Var(x)$) ya da varyansın karekökü olan standart sapmadır (σ_x). Varyans 2-nci mertebeden merkezsiz moment olarak da tanımlanabilir. Varyans ve standart sapma şu şekilde ifade edilir:

$$Var(X) = \sigma_x^2 = E((X - \mu_x)^2) = \int_{-\infty}^{+\infty} (X - \mu_x)^2 f(x) dx \quad (2.5) \quad X$$

rastgele değişkeninin toplumundan alınmış n elemanlı bir örnek için (x_1, x_2, \dots, x_n) $Var(X)$ varyans ve σ_x standart sapma parametrelerine karşı gelen istatistik ise

$$Var(X) = s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (2.6)$$

denklemlerle belirtilir.

Standart sapma ile yayılımın büyüklüğü doğru orantılıdır. Standart sapmanın büyük olması değişkenin ortalama değer etrafındaki yayılımının da büyük olması demektir. Ortalamaları aynı olmayan iki rastgele değişken için yayılımın büyüklüğünü belirlemede değişkenlerin standart sapma değerlerini karşılaştırmak yeterli olmayabilir. Böyle bir durumda boyutsuz bir büyüklük olan değişim (varyasyon) katsayısı kullanmak uygun olur. Böylece iki rastgele değişkenin yayılımlarının doğrudan doğruya karşılaştırılması sağlanmış olur. Değişim katsayısı, standart sapmanın ortalamaya oranı olarak tanımlanabilir ve

$$C_{vx} = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (2.7)$$

şeklinde ifade edilir.

X rastgele değişkeninin toplumundan alınmış n elemanlı bir örnek için (x_1, x_2, \dots, x_n) C_{vx} değişim katsayısı parametresine karşı gelen istatistik ise

$$C_{vx} = \frac{s_x}{\bar{x}} \quad (2.8)$$

denklemlerle hesaplanır.

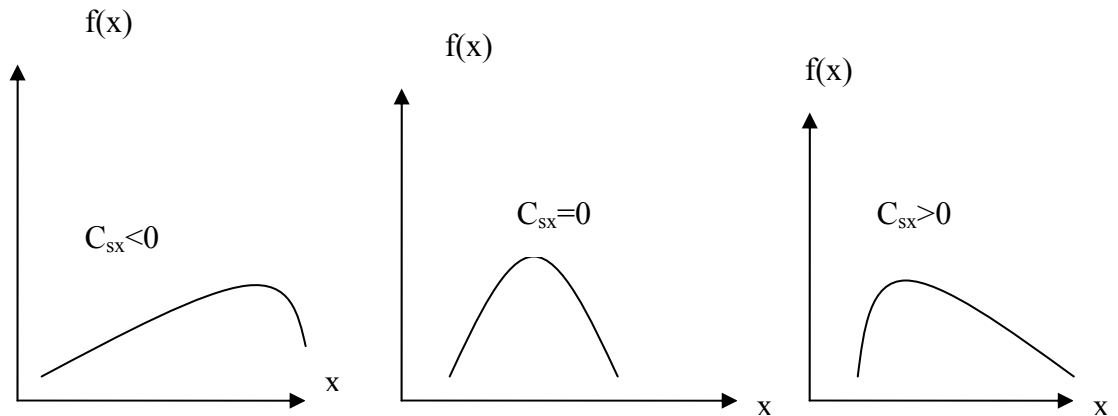
2.1.1.3 Çarpıklık Parametreleri

Rastgele değişkenin dağılımının merkez çevresindeki simetrisini belirleyen parametre 3. mertebeden istatistiksel moment olan çarpıklık katsayısıdır ve şu şekilde ifade edilebilir:

$$C_{sx} = \frac{\mu_x^{(3)}}{\sigma_x^3} \quad (2.9)$$

Çarpıklık katsayısı boyutsuzdur. (2.9) denklemine bağlı olarak dağılım hakkında şu sonuçlara varılabilir (Şekil:2.1):

- Çarpıklık katsayısı 0 bulunursa, dağılım ortalama çevresinde simetriktir.
- Çarpıklık katsayısı pozitif bir sayı bulunursa, dağılım ortalama çevresinde sağa çarpıktır. Bu durumda pozitif çarpıklık söz konusudur ve dağılımın sağa doğru uzayan bir kuyruğu vardır.
- Çarpıklık katsayısı negatif bir sayı bulunursa, dağılım ortalama çevresinde sola çarpıktır. Bu durumda negatif çarpıklık söz konusudur ve dağılımın sola doğru uzayan bir kuyruğu vardır.



Şekil 2.1: Negatif, simetrik ve pozitif çarpıklıkların gösterimi

X rastgele değişkeninin toplumundan alınmış n elemanlı bir örnek için (x_1, x_2, \dots, x_n) C_{sx} çarpıklık katsayısı parametresine karşı gelen istatistik ise şu şekilde ifade edilir:

$$C_{sx} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{S_x^3} \quad (2.10)$$

2.2 Korelasyon Katsayısı ve Regresyon Analizi

Birçok çalışmada, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişki ile ilgilenilir. Değişkenler arasında ilişki bulunması bunlardan birinin diğerinden etkilenmesi ya da her iki değişkenin başka değişkenlerden birlikte etkilenmelerinden kaynaklanabilir. Değişkenler, bağımlı (Y) ve bağımsız (X) olmak üzere iki çeşittir. Sözü edilen ilişki fonksiyonel değildir. Diğer bir deyişle değişkenlerden biri belli bir değer aldığı zaman diğerinin her zaman aynı değeri alacağı söylenemez. Yine de bir değişkenin alacağı değeri diğer bir değişkenin bilinen değerlerine bağlı olarak tahmin etmek mümkün olur. Bir akarsu havzasındaki akımın yağışla olan ilişkisi veya komşu iki havzadaki akımların o bölgedeki yağış ile olan ilişkisi örnek olarak verilebilir. İlk örnekte iki değişken söz konusu iken ikinci örnekte üç değişken söz konusudur. Her iki örnekte de akım bağımlı değişken, yağış ise bağımsız değişkendir.

İki rastgele değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olması halinde, bu ilişki için en çok korelasyon katsayısı kullanılır. Korelasyon katsayısı (r) iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin bir ölçüsüdür. Normal dağılmış X ve Y değişkenleri için n elemanlı (x_i, y_i) çiftlerinden oluşan bir örnekte r korelasyon katsayısı şu şekilde hesaplanır:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})}{s_x} \frac{(y_i - \bar{y})}{s_y} \quad (2.11)$$

Hesaplanan r korelasyon katsayısının değeri -1 ile +1 arasında değişir. Değerin 0 olması değişkenlerin bağımsız olduğunu gösterir. r'nin mutlak değerinin 1'e yaklaşması ise değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvetlendiğini belirtir. r'nin negatif değer alması değişkenlerden birinin artmasıyla diğerinin azalacağı anlamına gelir. Diğer bir deyişle değişkenler arasındaki ilişki ters orantılıdır. Değerin pozitif olması

ise değişkenin birinin artmasıyla diğerinin de artacağını gösterir. Bu durumda değişkenler arasındaki ilişki doğru orantılıdır.

X ile Y'nin bağımsız olması halinde r'nin kesin örnekleme dağılımını bilinmektedir.

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.12)$$

istatistiğinin örnekleme dağılımını serbestlik derecesi n-2 olan t dağılımıdır. Bu dağılım kullanılarak $H_0:\rho=0$ hipotezi kontrol edilebilir (ρ korelasyon katsayısının toplum değeri olup $\rho=0$ rastgele değişkenlerin bağımsız olduğu anlamına gelir) (Bayazıt, 1994). Bunun için örnekten elde edilen r değerini kullanarak (2.12) denklemini ile t hesaplanır. Hesaplanan bu değerin seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen güven aralığının içinde kalması halinde H_0 hipotezi kabul edilir. İki değişken arasında doğrusal bir bağımlılık olmadığı sonucuna varılmış olunur. H_0 hipotezinin red edilmesi durumunda t istatistiği için kabul edilen dağılım sadece $\rho_{X,Y}=0$ için geçerli olduğundan kesin bir sonuca varılamaz.

İncelenen veri setinde eksik veriler bulunabilir. Bunun nedeni ölçümlerin sağlıklı yapılamaması, ölçüm hataları, ölçümlere ara verilmesi gibi nedenler olabilir. Bu eksik verilerin tamamlanmasında regresyon analizi yöntemi kullanılır.

Regresyon analizi, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi matematiksel denklem olarak ifade eder. Bağımlı olan değişkenin değerini, bağımsız değişkenin bilinen değeri yardımıyla tahmin eder. Tahmin edilen değer gerçekte ölçülmüş olan değere eşit olmamakla beraber olabilecek en iyi tahmindir. İki komşu havzada aynı yılda ölçülen akımlar arasındaki ilişki göz önüne alındığında her iki havzanın da o yıl için bölgedeki yağıştan etkilendiği gözlemlenebilir. Dolayısıyla aralarında fonksiyonel olmayan bir ilişki vardır. Regresyon analizi yardımıyla matematiksel denklem elde edildiğinde geçmişte havzalardan birinde ölçülmemiş olan eksik akım verileri diğer havzada aynı yıllarda ölçülmüş olan akımlara bağlı olarak tahmin edilebilir.

Regresyon analizinde aralarında ilişki aranacak olan iki ya da daha fazla değişkenin hangileri olduğuna karar vermek, sonra da bu değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren denklemin biçimi için bir kabul yapmak gerekir (Bayazıt, 1994). Regresyon analizi üç seilde sınıflandırılabilir:

- Basit Doğrusal Regresyon Analizi: En çok kullanılan regresyon analizidir. İki değişken arasında bir ilişki bulunduğu kabul edilir.
- Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi: İki'den daha fazla değişken arasında doğrusal bir ilişki bulunduğu kabul edilir.
- Doğrusal Olmayan (Nonlinear) Regresyon Analizi: İki ya da daha fazla değişken arasında doğrusal olmayan ve biçimi önceden seçilen bir denklemle ifade edilen bir ilişkinin varlığı kabul edilir.

2.2.1 Basit Doğrusal Regresyon Analizi

X ve Y ile gösterilen iki değişken arasındaki ilişki

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i \quad (2.13)$$

denklemi yardımıyla ifade edilebilir. X bağımsız değişken, Y ise bağımlı değişkendir. Denklemdeki α ve β regresyon denkleminin parametreleridir. Bu parametrelere aynı zamanda regresyon katsayıları da denir. α , regresyon doğrusunun y eksenini kestiği noktayı gösterir ve sabit bir değerdir. β regresyon katsayısıdır. Bağımsız bir değişkende bir birimlik değişmeye (artma ya da azalma) karşılık bağımlı değişkende meydana gelecek ortalama değişiklik miktarını verir. ε_i ise sapmaları ifade ettiğinden hata terimi olarak adlandırılır ve beklenen değeri 0'dır.

X değişkeninin verilen bir x_0 değeri için Y'nin beklenen değeri şu şekildedir:

$$E[Y|X = x_0] = \alpha + \beta x_0 \quad (2.14)$$

Y'nin X'e göre regresyon denklemi şu şekilde yazılabilir:

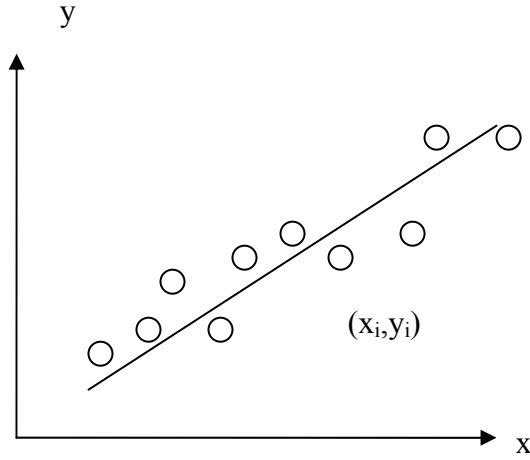
$$y = a + bx \quad (2.15)$$

a ve b, α ve β regresyon katsayılarının eldeki örnekte hesaplanan istatistik değerleridir. Regresyon analizinin önemli bir amacı, bilinmeyen regresyon katsayılarının (α ve β) tahmin edilmesidir. Katsayıların tahmin edilmesinde kullanılan yöntem en küçük kareler yöntemidir. $X = x_i$ için Y değişkeninin y_i en iyi tahmini (2.15) denkleminde şu şekilde hesaplanır:

$$y_i = a + bx_i \quad (2.16)$$

X ve Y arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığını görmek için örnekteki (x_i, y_i) gözlem çiftleri x-y düzleminde noktalanır. Noktalar bir doğru çizgi etrafında az bir

dağılımla yayılırlarsa X ve Y arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmüş olur (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: X ve Y Değişkenleri Arasındaki Doğrusal İlişki

y'_i tahmin edilen değerdir. y'_i tahminlerinin (regresyon doğrusunun) y_i gözlenen değerlerini ne kadar iyi tahmin edebildiğinin bir ölçüsü y_i gözlenen değer ile y'_i tahmin edilen değer arasındaki farktır. Y'nin X'e göre regresyon doğrusunun (2.15) denklemindeki a ve b regresyon katsayıları, gözlenen y_i değerleriyle (2.16) denkleminde tahmin edilecek y'_i değerlerinin $e_i = y_i - y'_i$ farklarının karelerinin toplamını en küçük yapacak şekilde hesaplanır. Burada e_i 'ye artık denir. Artıklar (e_i), hataların (ϵ_i) gözlenen değerleri olarak düşünülebilir. Diğer bir deyişle gerçek değerleri bilinemediği için e_i , ϵ_i 'nin tahmini olarak düşünülebilir.

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}), \quad SS_x = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2, \quad SS_y = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (2.17)$$

şeklinde tanımlanırsa,

$$b = \frac{S_{xy}}{SS_x} = r \sqrt{\frac{SS_y}{SS_x}}, \quad a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (2.18)$$

olarak elde edilir. r, X ve Y değişkenleri arasında (2.11) denkleminde hesaplanan korelasyon katsayısıdır.

3. TREND ANALİZİ

Trend, bir rastgele değişkenin değerlerinde zamana bağlı olarak bir değişimin (azalma/artma) olmasıdır. Trendin incelenmesinde parametrik ya da parametrik olmayan çeşitli istatistik testler kullanılır. t ve F testleri parametrik testlerdir. Sıra dönüşüm testi, sıra-toplam testi, Mann-Kendall testi ise parametrik olmayan testlere örnek olarak verilebilir. Analiz için parametrik olmayan testler tercih edilir. Bunun nedeni, gözlemlerin kısa süreli, kesikli, düzensiz ve çarpık olması gibi olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaktır. Bu testler, toplumun rastgele değişkeninin dağılımından ve parametrelerinden bağımsızdırlar. Test istatistiği verilerin düzenlenmiş örnekteki sıraları ile ilgilidir. En çok kullanılan parametrik olmayan test Mann-Kendall Testi'dir.

3.1 Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall testi parametrik olmayan bir testtir. Parametrik olmayan testlerin en önemli özelliği değişkenlerin dağılımından etkilenmemeleridir. Dağılımlardan etkilenmedikleri için değişkenlerin değerleri değil, büyüklük sırası önemlidir.

3.1.1 Yıllık Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall testi parametrik olmayan bir test olduğu için değişkenlerin dağılımlarından etkilenmez. Test, korelasyon katsayısı τ 'nun hesaplanması esasına dayandığı için Kendall τ istatistiği olarak da bilinir. Değişkenlerin değerleri değil, büyüklük sırası önemlidir. Veri setindeki X değişkeninin elemanları $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$ olacak şekilde büyüklük sırasına göre dizilir. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan (x_i, x_j) çiftlerinin sayısı P, $i < j$ için $x_i > x_j$ çiftlerinin sayısı ise M olarak ifade edilir. $S = P - M$ olmak üzere Kendall korelasyon katsayısı τ şu şekilde hesaplanır:

$$\tau = \frac{S}{n(n-1)/2} \quad (3.1)$$

Bu şekilde hesaplanan korelasyon katsayısının değeri -1 ile 1 arasında değişir. Sonucun 0 olması değişkenlerin bağımsız olduğunu, mutlak değer 1 olması ise değişkenlerin bağımlı olduklarını ifade eder. $n > 10$ için S 'nin beklenen değeri ve varyansı şu şekilde hesaplanır:

$$E(S) = 0 \quad (3.2)$$

$$Var(S) = \left\{ n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5) \right\} / 18 \quad (3.3)$$

(3.3) denkleminde belirtilen t eşit olan gözlemlerin sayısı, \sum_t ise eşit olan gözlemlerin toplamıdır. Eğer veri setinde birbirine eşit değerler yok ise o zaman (3.3) denklemi şu şekle dönüşür:

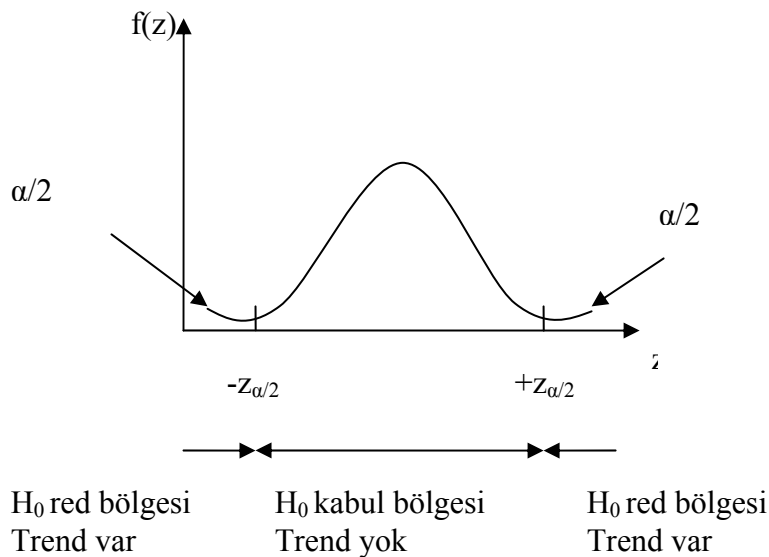
$$Var(S) = [n(n-1)(2n+5)] / 18 \quad (3.4)$$

$n > 10$ için standart normal değişken z şu şekilde hesaplanır:

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (3.5)$$

Mann-Kendall testinde sıfır ve karşıt hipotezler H_0 ve H_1 'dir.

- H_0 hipotezi trendin olmadığını belirtir.
- H_1 hipotezi trendin olduğunu belirtir.



Şekil 3.1: Mann-Kendall Hipotezleri

Şekil 3.1 H_0 ve H_1 hipotezlerini belirtmektedir. $-z_{\alpha/2}$ ile $z_{\alpha/2}$ arasında kalan bölge H_0 kabul bölgesi iken dışında kalan bölge ise H_0 red bölgesidir, diğer bir deyişle H_1 kabul bölgesidir.

Mann- Kendall testi H_0 hipotezinin kabul ya da red edilmesi esasına dayanır. Gözlenen değerlerde bir trendin olmadığı sonucuna varılması durumunda H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Gözlenen değerlerde bir trendin olması durumunda ise bu hipotez red edilmektedir. Hipotezin kabul veya red edilmesinde seçilen anlamlılık düzeyinin önemi büyüktür. Çalışmada anlamlılık düzeyi 0,05 seçilmiştir. Buna göre trendin olmadığı sonucuna varıldığı durumlarda, trendin bulunma olasılığı %5'tir.

$\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyi için $z_{\alpha/2}=z_{0,025}$ değeri Tablo B.1.'de verilen standart normal dağılım tablosundan 1,96 olarak okunur. (3.5) denkleminde hesaplanan z 'ye göre H_0 hipotezi kabul veya red edilir. Hesaplanan z değeri (-1,96;1,96) güven aralığının içinde kalırsa H_0 hipotezi kabul edilir. Böyle bir durumda trend söz konusu değildir; güven aralığının dışında kalması durumunda ise H_0 hipotezi red edilir, yani trend var demektir. Diğer bir deyişle H_0 hipotezi, α anlamlılık düzeyinde $|z| \leq z_{\alpha/2}$ olması durumunda kabul edilebilir. S 'in pozitif değeri artan bir trend olduğunu, negatif değeri ise azalan bir trend olduğunu belirtmektedir.

3.1.2 Mevsimsel Mann-Kendall Testi

Mevsimsel Mann-Kendall testi, mevsimsel değişimi belirlemek için oluşturulan zaman serileri ile yapılır. Bu çalışmada dört tane mevsim tanımlanmıştır. Buna göre 1. Mevsim Ekim-Kasım-Aralık; 2. Mevsim Ocak-Şubat-Mart; 3. Mevsim Nisan-Mayıs-Haziran ve 4. Mevsim Temmuz-Ağustos-Eylül aylarını ifade etmektedir. Mevsimsel Mann-Kendall testi için verilecek bütün veriler bu dört mevsim için ayrı ayrı uygulanacaktır. Yıllık Mann-Kendall testinde denklemler için bir değer bulunurken Mevsimsel Mann-Kendall testinde dört değer bulunacaktır. Tablo 3.1'de gösterilen W , bir istasyonda n yıldaki bütün mevsimlik verilerin matrisidir.

Tablo 3.1: n yıldaki aylık verilerin W matrisi

Yıl	Mevsim				Ortalama
	1	2	3	4	
1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X _{1.}
2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	.	X _{2.}
3				.	.
.				.	.
n	X _{n1}	.	.	X _{n4}	X _{n.}
Ortalama	X _{.1}	X _{.2}	X _{.3}	X _{.4}	X _{..}

Tablo 3.1’de gösterilen W, bir istasyonda n yıldaki bütün mevsimlik verilerin matrisidir “.” ile gösterilen alt simge ortalamayı ifade etmektedir. m mevsim sayısı olup 4’e eşittir.

$$\begin{aligned} X_{.j} &= \left(\sum_i X_{ij} \right) / n \\ X_{i.} &= \left(\sum_j X_{ij} \right) / m \end{aligned} \quad j=1,2,\dots,m ; i=1,2,\dots,n \quad (3.6)$$

(3.6) denklemindeki terimlerin ifadesi şu şekildedir:

- X_{.j} : j. mevsimde n yıldaki akımların ortalaması
- X_{i.} : i. yılda dört mevsimdeki akımların ortalaması
- X_{ij} : i. yılda j. mevsimdeki akım

Yıllık Mann-Kendall testinde anlatıldığı şekilde S_j=P_j-M_j hesaplanır.

$$S^* = \sum_{j=1}^m S_j \quad (3.7)$$

(3.7) denkleminde hesaplanan S^{*}’nin beklenen değeri ve varyansı şu şekildedir:

$$E(S^*)=0 \quad (3.8)$$

$$Var(S^*) = \sum_{j=1}^m Var(S_j) = \sum_{j=1}^m n_j(n_j - 1)(2n_j + 5)/18 \quad (3.9)$$

Ayların verilerinde eşit değerler olduğunda, S_j’nin varyansı şu şekilde değişir:

$$Var(S_j) = \left\{ n_j(n_j - 1)(2n_j + 5) - \sum_{t_j} t_j(t_j - 1)(2t_j + 5) \right\} / 18 \quad (3.10)$$

t_j, eşit olan gözlemlerin sayısı; \sum_{t_j} ise eşit olan gözlemlerin toplamıdır.

Standart normal değişken şu şekilde hesaplanır:

$$Z = \begin{cases} \frac{S^* - 1}{\sqrt{Var(S^*)}} & S^* > 0 \\ 0 & S^* = 0 \\ \frac{S^* + 1}{\sqrt{Var(S^*)}} & S^* < 0 \end{cases} \quad (3.11)$$

H_0 hipotezi, Mann-Kendall Testi'nde daha önceden anlatıldığı gibi α anlamlık düzeyinde $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ olması durumunda kabul edilir.

3.2 Trendlerin Homojenliği için χ^2 Testi

Yukarıda anlatılan test mevsimler arası homojenliğin olduğu varsayımını içerir. Bir mevsimde artan yönde trend, diğer bir mevsimde ise azalan yönde bir trendin olması halinde, mevsimler arası trend heterojendir. Böyle bir durumda, trendin yönü ile ilgili, testin genelinde yanıltıcı sonuçlar elde edilebilir. Bu nedenle, bütün bu testlerden önce trend yönünün homojenliği ile ilgili ön testin yapılması gereklidir (Yu ve diğ., 1993).

Herhangi bir istasyonda mevsimsel trendlerin homojenliği için uygulanan ön test, aşağıdaki istatistiksel hesaplamaların yapılmasını gerektirir (Van Belle ve Hughes, 1984).

$$X_{Homojen}^2 = X_{Toplam}^2 - X_{Trend}^2 = \sum_{j=1}^m z_j^2 - m\bar{z}^2 \quad j=1, \dots, m \quad (3.12)$$

(3.12) numaralı denklemde belirtilen z_j ve \bar{z} şu şekilde hesaplanır:

$$z_j = \frac{S_j}{\sqrt{Var(S_j)}} \quad (3.13)$$

$$\bar{z} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_j \quad j=1, 2, \dots, m \quad (3.14)$$

(3.13) numaralı denklemde belirtilen S_j , j mevsimi için n yıl boyunca toplanmış verilerden hesaplanan Mann-Kendall istatistiğidir. (3.12), (3.13) ve (3.14) numaralı denklemlerdeki m , mevsim sayısı olup 4'e eşittir.

$\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde ve $(m-1)$ serbestlik derecesinde χ^2_{kritik} değeri, Tablo B.2’de verilen χ^2 Dağılım Tablosu’ndan bakılarak belirlenir. Homojenlik testi her bir mevsim için ayrı ayrı uygulanacaktır.

- Eğer $\chi^2_{\text{homojen}} > \chi^2_{\text{kritik}}$ ise mevsimsel trendlerin homojen olduğu H_0 hipotezi (aynı yönde trend) red edilir.
- Eğer $\chi^2_{\text{homojen}} < \chi^2_{\text{kritik}}$ ise bütün mevsimlerde ortak trend testi için χ^2_{trend} ile χ^2_{kritik} değerleri karşılaştırılır. $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde ve 1 serbestlik derecesinde χ^2_{kritik} değeri, Tablo B.2’de verilen χ^2 Dağılım Tablosu’ndan bakılarak belirlenir.
- Eğer $\chi^2_{\text{trend}} > \chi^2_{\text{kritik}}$ ise her mevsimde trend olduğu sonucuna ulaşılır.
- Eğer $\chi^2_{\text{trend}} < \chi^2_{\text{kritik}}$ ise mevsimler arasında trendin olmadığı sonucuna ulaşılır.

3.3 Havza Ölçeğinde Trend Analizi

Havza bazında trend analizi χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ denklemlerinin farklı serbestlik derecelerindeki kritik değerleriyle karşılaştırılmasıyla yapılır.

x_{ijl} ; ℓ istasyonunda i . yılda j . mevsimdeki gözlemi belirtmektedir. Burada $\ell=1,2,\dots,k$; $i=1,2,\dots,n$ ve $j=1,2,\dots,m$ şeklindedir. k , n ve m sırasıyla istasyon sayısı, verilerin yıllarının sayısı ve bir yıldaki mevsim sayısıdır. İlk adım, her bir istasyondaki her bir mevsim için Mann-Kendall istatistiğinin hesaplanmasıdır. S_{jl} , ℓ istasyondaki j . mevsim için belirlenen değeri ifade eder ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$Z_{jl} = \frac{S_{jl}}{\sqrt{\text{Var}(S_{jl})}} \quad j=1,2,\dots,m \text{ ve } \ell=1,2,\dots,k \quad (3.15)$$

(3.15) denkleminde belirtilen S_{jl} , j . mevsimde k . istasyonda Yıllık Mann-Kendall testinde anlatıldığı gibi $P_{jl}-M_{jl}$ formülüyle bulunur.

j . mevsim için k . istasyondaki ortalama değeri \bar{Z}_j belirler ve şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{Z}_j = \frac{1}{k} \sum_{\ell=1}^k Z_{j\ell} \quad \ell=1,2,\dots,k \quad (3.16)$$

ℓ istasyon için m mevsimlerindeki ortalama değeri belirleyen \bar{Z}_ℓ şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{Z}_{.l} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Z_{jl} \quad j=1,2,\dots,m \quad (3.17)$$

Bütün k-m istasyon-mevsim kombinasyonundaki ortalama değeri veren ise $\bar{Z}_{..}$ dir ve şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{Z}_{..} = \frac{1}{km} \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^k Z_{jl} \quad \ell=1,2,\dots,k, \quad j=1,2,\dots,m \quad (3.18)$$

Tablo 3.2’de belirtilen denklemlerin kullanılmasıyla χ^2_{toplam} , χ^2_{trend} , $\chi^2_{istasyon}$, ve χ^2_{mevsim} denklemleri belirlenir.

$$\begin{aligned} x_{hom\ ojen}^2 &= x_{toplaml}^2 - x_{trend}^2 \\ x_{istasyon-mevsim}^2 &= x_{hom\ ojen}^2 - x_{istasyon}^2 - x_{mevsim}^2 \end{aligned} \quad (3.19)$$

Tablo 3.2: Van Belle ve Hughes Yöntemi Kullanılarak Trend Homojenliği Testi için Denklemler

χ^2 Denklemleri	Serbestlik Derecesi.
$x_{toplaml}^2 = \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^k Z_{jl}^2$	km
$x_{hom\ ojen}^2 = \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^k Z_{jl}^2 - km\bar{Z}_{..}^2$	km-1
$x_{mevsim}^2 = k \sum_{j=1}^m \bar{Z}_{j.}^2 - km\bar{Z}_{..}^2$	m-1
$x_{istasyon}^2 = m \sum_{l=1}^k \bar{Z}_{.l}^2 - km\bar{Z}_{..}^2$	k-1
$x_{istasyon-mevsim}^2 = \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^k Z_{jl}^2 - k \sum_{j=1}^m \bar{Z}_{j.}^2 - m \sum_{l=1}^k \bar{Z}_{.l}^2 + km\bar{Z}_{..}^2$	(k-1)(m-1)
$x_{trend}^2 = km\bar{Z}_{..}^2$	1

χ^2_{mevsim} , $\chi^2_{istasyon}$ ve $\chi^2_{istasyon-mevsim}$ χ^2 denklemleri Tablo 3.2’de verilen formüller yardımıyla her bir mevsim için ayrı ayrı hesaplanır. $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyi için gene Tablo 3.2’de verilen serbestlik dereceleri yardımıyla χ^2_{mevsim} , $\chi^2_{istasyon}$ ve $\chi^2_{istasyon-mevsim}$ χ^2 denklemlerinin kritik değerleri Tablo B.2’de verilen χ^2 Dağılım Tablosu’ndan bakılarak bulunur. Hesaplanan değerlerin kritik değerlerden büyük veya küçük

olmasına göre homojenlik veya heterojenlik söz konusudur. Eğer Tablo 3.2 yardımıyla hesaplanan değerler, kritik değerlerden büyük ise trendler arasında heterojenlik, küçük ise homojenlik söz konusudur. Bu durum şu şekilde açıklanabilir:

1. χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ değerleri, kritik değerlerinden küçük ise havza bazında homojenlik vardır. Trend kontrolü (3.20) denklemiyle yapılır.

$$x^2_{\text{trend}} = mk\overline{Z^2} \quad (3.20)$$

$\alpha=0,05$ anlamlık düzeyi ve 1 serbestlik derecesinde χ^2_{kritik} değeri Tablo B.2'de verilen χ^2 Dağılım Tablosu'ndan bakılarak bulunur.

- $\chi^2_{\text{trend}} > \chi^2_{\text{kritik}}$ ise havza bazında trendin varlığından söz edilebilir.
- $\chi^2_{\text{trend}} < \chi^2_{\text{kritik}}$ ise havza bazında trendin varlığından söz edilemez.

2. χ^2_{mevsim} değeri kritik değerden büyük, χ^2_{istasyon} değeri kritik değerden küçük ise havza bazında herbir mevsim için ayrı ayrı trend kontrolü yapılır. Trend kontrolü (3.21) denklemiyle yapılır.

$$x^2_{\text{trend}} = k\overline{Z^2}_j \quad (3.21)$$

$\alpha=0,05$ anlamlık düzeyi ve 1 serbestlik derecesinde Tablo B.2'de verilen χ^2 Dağılım Tablosu'ndan bakılarak χ^2_{kritik} değeri bulunur.

- $\chi^2_{\text{trend}} > \chi^2_{\text{kritik}}$ ise o mevsim için havzada trendin varlığından söz edilebilir.
- $\chi^2_{\text{trend}} < \chi^2_{\text{kritik}}$ ise o mevsim için havzada trendin varlığından söz edilemez.

3. χ^2_{mevsim} değeri kritik değerden küçük, χ^2_{istasyon} değeri kritik değerden büyük ise sadece istasyonlar için ayrı ayrı kontrol yapılır. Trend kontrolü (3.22) denklemiyle yapılır.

$$x^2_{\text{trend}} = m\overline{Z^2}_l \quad (3.22)$$

$\alpha=0,05$ anlamlık düzeyi ve 1 serbestlik derecesinde Tablo B.2'de verilen χ^2 Dağılım Tablosu'ndan bakılarak χ^2_{kritik} değeri bulunur.

- $\chi^2_{\text{trend}} > \chi^2_{\text{kritik}}$ ise o istasyonda trendin varlığından söz edilebilir.
- $\chi^2_{\text{trend}} < \chi^2_{\text{kritik}}$ ise o istasyonda trendin varlığından söz edilemez.

4. χ^2_{mevsim} ve χ^2_{istasyon} değerleri kritik değerlerden büyük veya $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ değeri

kritik değerden büyük ise genel duruma bakılmaz. Diğer bir deyişle bölgesellik dikkate alınmaz. Her bir istasyonda her bir mevsim için duruma ayrı ayrı bakılır.

4 VERİLERİN ANALİZİ

4.1 Aylık Ortalama Akım Verileri

Çalışmada Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) tarafından ölçülmüş aylık ortalama akım verileri kullanılmıştır. Çalışmanın kapsamında Türkiye'nin 26 akarsu havzasından 24'üne ait toplam 108 akım gözlem istasyonu (AGİ) dikkate alınmıştır. Akarsu havzalarından 2 numaralı Mütferrik Marmara Havzası ile 19 numaralı Hatay Havzası veri eksikliğinden dolayı çalışma kapsamına alınmamıştır. AGİ seçimi yapılırken istasyonların baraj...vb su yapılarının etkilerine maruz kalmamış nehirler üzerinde olması belirleyici etken olmuştur. Diğer taraftan, bu istasyonlarda uzun yıllar kayıtlı ölçüm yapılmış olmasının AGİ seçimi yapılırken önemli bir etkisi olmuştur. Şekil 4.1 Türkiye'deki akarsu havzalarının yerlerini göstermektedir.



Şekil 4.1: Büyük akarsu havzaları anahtar haritası

21 numaralı Fırat Havzası 16 istasyonla en çok AGİ'ye sahip iken; 6 numaralı Küçük Menderes, 10 numaralı Burdur Gölü ve 11 numaralı Afyon Suları Kapalı havzaları birer istasyon ile en az AGİ'ye sahiptir.

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarının ve bağlı oldukları havzaların isimleri ile istasyonların özelliklerini belirtmektedir. 18 numaralı Seyhan Havzası'nda bulunan 1801 numaralı Himmetli AGİ 70 yıl ile en uzun veriyi içerirken, 25 numaralı Van Gölü Kapalı Havzası'nda bulunan 2509 numaralı Zerne Köprüsü AGİ 19 yıl ile en kısa süreli veriyi içermektedir.

108 AGİ'den 9 tanesi 2005 yılına ait verilere sahiptirler. Bu istasyonlar, 16 numaralı Orta Anadolu Kapalı Havzası'nda bulunan Denircik AGİ (1612), 17 numaralı Müteferrik Doğu Akdeniz Suları Havzası'nda bulunan Karahacılı AGİ (1714), Kızılgeçit AGİ (1717), Kırkkavak AGİ (1719), Alaköprü AGİ (1721), 18 numaralı Seyhan Havzası'nda bulunan Himmetli AGİ (1801), Gökdere AGİ (1805), Hacılıköprü AGİ (1820), 20 numaralı Ceyhan Havzası'nda bulunan Kadiri Köprüsü AGİ (2008)'leridir.

2015 ile 2025 ve 2239 ile 2252 numaralı istasyonlar daha sonra birleştirilmiştir. 2025'e ait veriler 2015'in devamıdır. Aynı şekilde 2252'e ait veriler 2239'un devamıdır. Bu yüzden çalışma sırasında, 2015 ile 2025'e ait veriler birleştirilip 2015 numaralı istasyon olarak çalışmada yer almaktadır. Aynı durum 2239 ve 2252 numaralı istasyonlar için de geçerlidir. Bu iki istasyona ait veriler birleştirilip 2239 numaralı istasyon olarak çalışmada yer almaktadır. Burada 2025 numaralı istasyon 2015 numaralı istasyonun, 2252 numaralı istasyon da 2239 numaralı istasyonun mansabında daha sonradan açılmış AGİ'ler olup birleştirilerek eski istasyonların adıyla faaliyetlerini sürdürmüşlerdir.

Tablo 4.1: Çalışmada kullanılan 57 akım gözlem istasyonunun ve bağlı oldukları havzaların isimleri ile istasyonların özellikleri

Havza Adı	İstasyon No	İstasyon Adı	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi
Meriç	105	Uzunköprü	1969-1994	26
	106	Hayrabolu	1969-2001	33
Susurluk	302	Döllük	1939-2001	63
	311	Küçükilet	1945-2001	57
	314	Kayaca	1953-2001	49
	328	Dereli	1967-2001	35
Müt.Ege Suları	407	Aslan Köprüsü	1962-1997	36
	408	İnboğazı	1969-2001	33
Gediz	509	Kayahöglü	1962-2000	39
	515	Topuzdamları	1966-2000	35
	523	Acısu	1970-2001	32
Küçük Menderes	601	Selçuk	1961-2001	41

Tablo 4.1 (Devam)

Havza Adı	İstasyon No	İstasyon Adı	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi
Büyük Menderes	701	Kayırlı	1938-2001	64
	725	Azizler	1972-2001	30
Müt. Akdeniz Suları	809	Kavaklıdere	1957-2001	45
	812	Akköprü	1964-2001	38
	815	Kınık	1972-2001	30
Müt.Orta Akdeniz Suları	902	Beşkonak	1941-2001	61
	912	Sinanhoca	1964-2001	38
	917	Alarahan	1969-2001	33
Burdur Gölü	1003	Karaçal	1969-1994	26
Afyon Suları Kapalı	1102	Gazlıgöl	1965-2001	37
Sakarya	1203	Beşdeğirmen	1941-2001	61
	1222	Rüstümköy	1953-2001	49
	1223	Hamidiye	1953-1997	45
	1224	Aktaş	1963-2001	39
	1233	Karaköy	1958-2001	44
	1237	Dokurcan	1956-2001	46
	1239	Eybek	1966-2001	36
1244	Mandıra	1963-1999	37	
Müt. Batı Karadeniz Suları	1314	Karabük	1963-2001	39
	1319	Gökçesu	1965-2001	37
	1327	Afatlar	1968-2001	34
	1331	Bartın	1969-2001	33
	1333	Karabük	1965-1998	34
	1334	Beşdeğirmenler	1967-2001	35
1335	Derecikviran	1964-2001	38	
Yeşilirmak	1401	Fatlı	1939-2001	63
	1412	Şeyhoğlu Köprüsü	1969-2001	33
	1418	Gömeleönü	1964-2001	38
	1422	Çiçekbükü	1969-2001	33
	1424	Çırdak Köprüsü	1969-2001	33
Kızılırmak	1501	Yamula	1939-2001	63
	1517	Şefaftli	1953-2000	48
	1524	Kuyluş	1962-1999	38
	1532	Gülşehir	1960-1998	39
	1535	Söğütlühan	1963-2001	39
	1536	Avşar Köprüsü	1967-2000	34
Orta Anadolu Kapalı	1611	Bozkır	1962-2001	40
	1612	Denircik	1962-2005	44
	1621	Sarayköy	1969-1999	31
	1622	Şereflikoçhisar	1969-2001	33
Müt. Doğu Akdeniz Suları	1714	Karahacılı	1961-2005	45
	1717	Kızılgeçit	1967-2005	39
	1719	Kırkkavak	1966-2005	40
	1720	Hamam	1966-2004	39
	1721	Alaköprü	1968-2005	38

Tablo 4.1 1 numaralı Meriç havzasından 17 numaralı Müteferrik Doğu Akdeniz Suları havzasına kadar olan 57 istasyonun isimlerini ve özelliklerini belirtirken Tablo 3.2 ise 18 numaralı Seyhan havzasından 26 numaralı Dicle havzasına kadar olan 51 istasyonun isimlerini ve özelliklerini belirtmektedir.

Tablo 4.2: Çalışmada kullanılan 51 akım gözlem istasyonunun ve bağlı oldukları havzaların isimleri ile istasyonların özellikleri

Havza Adı	İstasyon No	İstasyon Adı	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi
Seyhan	1801	Himmetli	1936-2005	70
	1805	Gökdere	1940-2005	66
	1820	Hacılköprü	1970-2005	36
	1822	Firaktin Köprüsü	1969-2001	33
Ceyhan	2004	Misis	1971-1999	29
	2006	Karaahmet	1954-2001	48
	2008	Kadirli Köprüsü	1969-2005	37
	2015	Tanır	1957-2001	45
Fırat	2102	Palu	1968-2001	34
	2122	Tutak	1969-2000	32
	2123	Çınarköy	1969-1994	26
	2124	Yazıköy	1963-2001	39
	2131	Kılayık	1957-2001	45
	2133	Melekbahçe	1968-2000	33
	2135	Fatopaşa	1967-2001	35
	2145	Hisarcık	1963-2001	39
	2147	Dedikuşağı	1964-1997	34
	2149	Miksisağ	1964-1988	25
	2154	Aşağıkağdıriç	1969-2001	33
	2156	Bağıştaş	1969-2001	33
	2157	Karaköprü	1969-2000	32
	2158	A.paşa Köprüsü	1969-2000	32
	2164	Çayağzı	1969-2001	33
2166	Loğmar	1970-2001	32	
Müt. Doğu Karadeniz Suları	2202	Değirmencik	1967-2001	35
	2213	Dereli	1962-1998	37
	2215	Dereköy	1965-2001	37
	2218	Şimdirli	1963-2001	39
	2228	Bahadrlı	1968-2001	34
	2232	Topluca	1964-2001	38
	2233	Tozköy	1964-2001	38
	2238	Arıcılar	1965-2001	37
	2239	Badallı Köprüsü	1965-1999	35
	2245	Gökçeli Köprüsü	1969-2001	33
2247	Gocallı Köprüsü	1968-2001	34	

Tablo 4.2 (Devam)

Havza Adı	İstasyon No	İstasyon Adı	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi
Çoruh	2304	Bayburt	1942-2001	60
	2305	Peterek	1963-2001	39
	2315	Karşıköy	1965-2001	37
	2316	İspir Köprüsü	1965-2001	37
	2323	İşhan Köprüsü	1965-2001	37
Aras	2402	Kağızman	1964-1996	33
	2409	Güvercinkaya	1961-2001	41
	2415	Ur köprüsü	1970-2001	32
	2418	Şahnalar	1970-2001	32
Van Gölü Kapalı	2505	Göndürme	1972-2000	29
	2509	Zemek Köprüsü	1971-1989	19
Dicle	2603	Beşiri	1962-2000	39
	2610	Baykan	1955-2000	46
	2612	Malabadi Köprüsü	1965-2000	36
	2618	Köprübaşı	1969-1998	30
	2620	Üzümcü	1971-2000	30

Bu çalışmada dört mevsim tanımlanmıştır ve hesaplamalar bu çerçevede yürütülmüştür. 1. mevsim Ekim-Kasım-Aralık, 2. mevsim Ocak-Şubat-Mart, 3. mevsim Nisan-Mayıs-Haziran ve 4. mevsim Temmuz-Ağustos-Eylül aylarını içermektedir.

Çalışma kapsamında tüm istasyonlara ait ortalama, standart sapma, değişim ve çarpıklık katsayıları mevsimler bazında Tablo A.1’de, yıllık bazda ise Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3: İstasyonların yıllık ortalama, standart sapma, değişim ve çarpıklık katsayıları

İstasyon Numarası	Ortalama (m ³ /s)	Standart Sapma (m ³ /s)	Değişim Katsayısı C _{vx}	Çarpıklık Katsayısı C _{sx}
105	23,33	37,54	1,61	3,36
106	4,41	7,56	1,72	3,27
302	58,03	58,07	1,00	1,91
311	6,28	5,94	0,95	2,58
314	19,14	28,59	1,49	2,63
328	6,13	5,81	0,95	2,14
407	12,01	16,25	1,35	2,30
408	0,97	1,52	1,57	3,40
509	2,97	4,91	1,65	3,46
515	3,52	5,52	1,57	3,04

Tablo 4.3 (Devam)

İstasyon Numarası	Ortalama (m ³ /s)	Standart Sapma (m ³ /s)	Değişim Katsayısı C _{vx}	Çarpıklık Katsayısı C _{sx}
523	9.90	12.85	1.30	2.85
601	10.11	18.36	1.82	3.20
701	6.53	7.74	1.19	2.14
725	3.09	4.09	1.33	2.93
809	3.63	4.29	1.18	1.85
812	42.61	38.85	0.91	2.27
815	37.21	22.87	0.61	1.66
902	84.10	54.38	0.65	1.74
912	72.67	57.67	0.79	1.04
917	30.56	26.44	0.87	1.24
1003	1.65	2.30	1.39	3.19
1102	0.49	0.68	1.40	2.39
1203	8.12	7.56	0.93	2.21
1222	18.09	16.92	0.94	1.27
1223	1.76	2.58	1.46	2.67
1224	7.05	4.11	0.58	1.52
1233	13.66	17.78	1.30	1.67
1237	7.82	6.83	0.87	1.72
1239	2.51	3.65	1.45	2.28
1244	5.55	8.16	1.47	2.41
1314	26.13	28.50	1.09	1.86
1319	5.83	5.56	0.95	1.86
1327	7.97	10.44	1.31	1.86
1331	25.94	24.87	0.96	1.74
1333	16.74	16.16	0.97	1.66
1334	7.93	6.47	0.82	1.68
1335	101.82	90.98	0.89	1.62
1401	71.44	83.10	1.16	2.08
1412	7.10	7.89	1.11	1.86
1418	18.31	20.43	1.12	1.80
1422	8.01	10.97	1.37	2.24
1424	4.22	5.11	1.21	2.11
1501	68.03	80.04	1.18	2.28
1517	11.41	11.72	1.03	1.76
1524	16.17	16.72	1.03	1.64
1532	81.26	86.98	1.07	2.19
1535	39.33	51.23	1.30	2.28
1536	132.53	67.56	0.51	1.67
1611	3.58	4.12	1.15	1.65
1612	2.31	2.64	1.14	2.08
1621	12.53	9.04	0.72	0.31
1622	1.00	0.64	0.64	0.67
1714	112.98	92.45	0.82	1.47
1717	5.58	4.54	0.81	3.06
1719	54.58	57.25	1.05	3.87
1720	45.66	36.18	0.79	1.58
1721	24.23	20.20	0.83	1.16
1801	29.84	22.51	0.75	1.91
1805	62.96	59.46	0.94	2.20
1820	13.34	10.60	0.79	1.69
1822	20.13	14.65	0.73	1.92
2004	204.87	175.80	0.86	2.21
2006	8.98	8.41	0.94	1.93
2008	8.11	8.32	1.03	1.64
2015	8.10	5.39	0.67	2.26
2102	244.59	326.65	1.34	2.45
2122	47.36	64.29	1.36	2.11
2123	9.48	2.31	0.24	-2.13
2124	8.37	3.65	0.44	3.33
2131	1.69	2.27	1.34	3.60
2133	88.08	76.81	0.87	2.03
2135	4.03	2.63	0.65	1.82
2145	23.78	13.91	0.59	3.58
2147	33.94	23.49	0.69	1.68
2149	51.50	42.08	0.82	1.94
2154	19.28	25.05	1.30	2.20

Tablo 4.3 (Devam)

İstasyon Numarası	Ortalama (m ³ /s)	Standart Sapma (m ³ /s)	Değişim Katsayısı C _{vx}	Çarpıklık Katsayısı C _{sx}
2156	148.04	109.78	0.74	2.15
2157	24.96	37.29	1.49	2.96
2158	19.19	26.61	1.39	2.20
2164	33.27	48.91	1.47	2.37
2166	77.51	94.23	1.22	2.17
2202	11.05	10.41	0.94	1.76
2213	13.89	11.72	0.84	1.93
2215	13.26	12.26	0.93	1.39
2218	28.14	20.79	0.74	1.35
2228	4.15	3.77	0.91	4.87
2232	28.81	20.25	0.70	1.29
2233	6.49	6.92	1.07	1.49
2238	11.67	14.42	1.24	1.95
2239	4.74	3.74	0.79	1.14
2245	7.11	5.22	0.73	1.11
2247	28.79	26.37	0.92	1.62
2304	14.91	318.70	21.37	2.31
2305	69.07	73.62	1.07	1.75
2315	206.77	187.95	0.91	1.88
2316	38.99	44.29	1.14	1.88
2323	33.36	36.03	1.08	2.87
2402	58.29	76.20	1.31	2.31
2409	10.43	14.43	1.38	3.05
2415	17.02	25.92	1.52	2.08
2418	18.26	17.72	0.97	2.58
2505	9.56	8.24	0.86	2.86
2509	4.15	4.71	1.13	2.38
2603	48.63	63.17	1.30	2.10
2610	18.67	21.91	1.17	2.14
2612	126.55	138.61	1.10	1.32
2618	7.68	11.82	1.54	2.65
2620	60.50	68.64	1.13	1.91

4.2 Eksik Verilerin Regresyon Analiziyle Hesaplanması

Regresyon analizi ile ilgili genel bilgi ve uygulanması Bölüm 2.2’de detaylı olarak anlatılmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntem basit doğrusal regresyon analizidir. Bu yöntemle eksik olan verilerin tahmini yapılmış ve eksik veriler tamamlanmıştır. İki yöntem kullanılmıştır:

- ✓ Yıllık ortalama akımlara göre uygulanan yöntem
- ✓ Aylık ortalama akımlara göre uygulanan yöntem

1. Yıllık Ortalama Akımlara Göre Uygulanan Yöntem

Verisi eksik olan esas istasyona ait yıllık ortalama akımlara ait veriler alt alt dizilir. Komşu istasyonlara ait olan yıllık ortalama akımlara ait veriler için de aynı şey yapılır. Eksik yıl haricinde bulunan ortak yıllar belirlenir. Bu yılların oluşturduğu veri setinde esas istasyon ile komşu istasyonlar arasında korelasyon katsayısı r hesaplanır. En yüksek r değerini veren komşu istasyon ile esas istasyon arasında regresyon denklemi bulunur. Denklemdaki x değerinin yerine komşu istasyonun eksik olan yılındaki değeri yazılır. Bulunan y , esas istasyona ait verisi eksik olan yıldaki değeri verir. Böylece eksik olan değer tahmin edilmiş olur.

2. Aylık Ortalama Akımlara Göre Uygulanan Yöntem

Verisi eksik olan aya ait değerler hem esas istasyonda hem de komşu istasyonlarda arka arkaya dizilir. Eksik aya ait olan yıl haricinde bulunan ortak yıllar belirlenir. Bu şekilde oluşturulan veri setinde esas istasyon ile komşu istasyonlar arasında korelasyon katsayısı r hesaplanır. En yüksek r değerini veren komşu istasyon ile esas istasyon arasında regresyon denklemi bulunur. Denklemdaki x değerinin yerine komşu istasyonun eksik olan aydaki değeri yazılır. Bulunan y , esas istasyona ait verisi eksik olan aydaki değeri verir. Böylece eksik olan değer tahmin edilmiş olur.

Çalışmada uygulanan iki yöntemden ayrı ayrı bulunan korelasyon katsayıları karşılaştırılmıştır. En büyük değeri veren yöntem kullanılarak regresyon denklemi oluşturulmuş ve eksik veriler tamamlanmıştır.

Regresyon analizi yapılmadan önce bir takım kriterler belirlenmiştir:

- ✓ Eğer istasyon verilerinin başında veya sonunda bir birini takip eden iki ya da daha fazla yıl eksikse bu yıllar sürekli ve sağlıklı veri seti elde etmek amacıyla çalışma kapsamından çıkartılmıştır.
- ✓ Eğer istasyon verilerinde aynı yıl içinde birbirini takip eden üç ya da daha fazla ay eksikse, bu aylara ait yıl, çalışma kapsamından çıkartılmıştır.
- ✓ Komşu istasyon seçiminde, eksik verisi bulunan esas istasyona en yakın olması

ve veri setinde esas istasyonda bulunmayan yıla ait değer içermesi dikkate alınmıştır. Bu şartlara uygun komşu istasyon eksik veriye sahip istasyonun kendi havzası içinde bulunamadıysa yakın havzaların yine esas istasyona yakın olan istasyonları arasından seçilmiştir.

Regresyon analizi ile verisi tamamlanacak olan istasyonların numaraları ve eksik olan aylar Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Bu çalışmada toplam 17 istasyonda 101 adet aylık veri regresyon analizi kullanılarak tamamlanmıştır.

Tablo 4.4: Regresyon analizi ile tamamlanan eksik veriler

Verisi Tamamlanacak İstasyonlar	Eksik Aylar
912	Ekim ve Kasım 1965
917	Ekim 1969
1223	1961 (12 Ay)
1233	1958 ve 1962 (12 Ay)
1237	Ekim, Kasım ve Aralık 1956
1244	1966 (12 Ay) Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül 1968 Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan 1969 Kasım ve Aralık 1970
1532	Ekim ve Kasım 1960
1611	Ağustos, Eylül ve Ekim 1962 Ekim 1963
1717	Ağustos ve Eylül 2000
1822	Ekim ve Kasım 1969
2006	Ekim 1954
2008	Ekim ve Kasım 1969
2133	Ekim, Kasım ve Aralık 1968
2147	Ekim 1964 1991 (12 Ay)
2158	Ekim 1969
2164	Ekim ve Kasım 1969
2233	Ekim ve Kasım 1964

5 Türkiye Akarsularında Trend Analizi

5.1 Mevsimsel Trend Testi

Bu bölümde Türkiye’de 24 akarsu havzasında toplam 108 istasyona ait aylık ortalama akım verileri kullanılarak mevsimsel trend analizi yapılmıştır. Bu test daha önceden Bölüm 4.1’de tanımlanan mevsimler için uygulanmıştır. İlk olarak her bir istasyonda dört mevsim için ayrı ayrı z değerleri hesaplanmıştır. İstasyonların yıllık ortalama akım verilerine ait z değerleri ise daha önce yapılmış olan yüksek lisans tezinden alınmıştır (Akyürek, 2003). Hesaplanan z değerleri ile Mevsimsel Trend Testi $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde yapılmıştır. İstasyonların mevsimsel ve yıllık z değerlerine göre H_0 hipotezi kabul veya red edilir. Bölüm 3’te anlatıldığı gibi hesaplanan z değerleri (-1,96;1,96) güven aralığının içinde kalırsa hipotez kabul edilir. Böyle bir durumda trend söz konusu değildir; güven aralığının dışında kalması durumunda ise hipotez red edilir, yani trend var demektir. z değerinin pozitif olması artan yönde bir trend olduğunu, negatif olması ise azalan yönde bir trend olduğunu göstermektedir.

Mevsimsel ve yıllık değerler için hesaplanan z değerleri Tablo 5.1’de verilmiştir. Kırmızı ile işaretlenmiş olan değerler güven aralığının dışında olduğunu, dolayısıyla H_0 hipotezinin red edildiğini belirtir. Diğer bir deyişle bu mevsimlerde trend söz konusudur. Tablo 5.1’in özel hali olan Tablo 5.2 mevsimsel trend testinin sonucunda bütün mevsimlerde trendin görüldüğü istasyonları, Tablo 5.3 ise üç mevsimde trendin görüldüğü istasyonları göstermektedir.

Tablo 5.1: Akarsu havzalarında mevsimsel Mann-Kendall trend testi sonuçları

Havza Numarası	İstasyon Numarası	Z				
		1.Mevsim	2.Mevsim	3.Mevsim	4.Mevsim	Yıllık
1	105	-1,631	-3,262	-2,733	0,705	-2,560
	106	-1,038	-1,503	-0,821	3,269	-1,160
3	302	-1,673	-3,523	-1,815	-4,175	-3,190
	311	-1,934	-2,898	-1,411	-0,709	-2,510
	314	0,233	-1,991	0,595	-3,181	-1,160
	328	-4,090	-3,210	-2,187	-4,402	-3,260
4	407	-3,037	-3,283	-1,866	-4,318	-3,140
	408	-0,356	-1,627	-0,728	-1,348	-1,290
5	509	-1,137	-2,468	-1,476	-4,113	-2,580
	515	-1,647	-1,903	-0,710	-3,550	-1,930
	523	-2,287	-1,897	-0,859	-4,005	-1,610
6	601	-4,526	-4,212	-3,695	-4,953	-4,550
7	701	-4,861	-3,969	-4,571	-7,816	-4,980
	725	-2,034	-1,963	-0,357	-0,714	-1,570
8	809	-2,631	-2,416	-1,418	-4,040	-2,390
	812	-2,188	-2,766	-2,489	-3,495	-2,870
	815	-2,962	-2,462	-2,105	-3,318	-2,750
9	902	0,691	-2,595	-1,338	-0,828	-1,570
	912	0,126	-1,282	-0,277	-1,056	-1,080
	917	-0,542	-1,255	-0,232	-1,255	-0,270
10	1003	-3,615	-3,835	-3,350	-2,689	-3,660
11	1102	-3,492	-3,152	-1,138	-2,420	-3,150
12	1203	-2,533	-3,342	-2,558	-3,441	-3,240
	1222	0,543	-1,146	0,405	-0,164	-0,500
	1223	-2,905	-4,099	-2,651	-2,221	-4,770
	1224	-3,315	-5,202	-5,032	-4,984	-5,080
	1233	-1,042	-2,539	-0,152	-2,235	-2,930
	1237	0,606	-0,947	1,098	-0,322	-0,010
	1239	-0,341	-3,446	-0,640	-1,049	-2,490
	1244	-1,818	-3,937	-2,420	0,013	-2,240
13	1314	-1,282	-2,806	-0,823	-0,895	-1,830
	1319	0,092	-0,248	0,000	-0,432	-0,070
	1327	-0,623	-2,876	-0,474	-0,237	-1,810
	1331	1,038	0,232	0,139	0,976	1,530
	1333	0,534	-0,445	-0,385	0,919	0,150
	1334	-0,057	-1,562	-1,023	-0,114	-0,940
	1335	0,000	-1,257	-0,603	-0,075	-0,880
14	1401	3,203	0,510	-4,092	2,254	-1,280
	1412	-0,728	-1,534	-0,325	-0,108	-1,440
	1418	1,131	-0,729	0,126	-0,603	0,230
	1422	1,627	-0,294	1,503	-0,356	1,440
	1424	0,542	-1,069	0,604	0,139	0,420

Tablo 5.1 (Devam)

Havza Numarası	İstasyon Numarası	Z				
		1.Mevsim	2.Mevsim	3.Mevsim	4.Mevsim	Yıllık
15	1501	2,432	-0,024	-0,261	-0,735	0,320
	1517	1,893	-0,489	0,702	3,102	-0,290
	1524	0,453	-2,665	-0,578	-0,201	-1,210
	1532	1,839	-0,702	0,677	0,194	0,240
	1535	0,653	-1,669	-0,073	-0,508	0,000
	1536	-1,838	-1,927	-0,741	0,119	-1,520
16	1611	-1,153	-3,344	-0,571	-2,761	-2,150
	1612	-2,094	-2,903	-1,709	-3,409	-1,880
	1621	-0,306	2,210	1,394	-0,170	0,100
	1622	-2,061	-1,813	-2,990	-3,300	-3,020
17	1714	-1,438	-2,651	-2,103	-4,001	-3,220
	1717	-3,581	-3,073	-2,686	-4,427	-4,370
	1719	-1,899	-2,878	-2,971	-4,439	-4,260
	1720	-1,863	-3,000	-2,177	-5,468	-4,050
	1721	-0,402	-1,634	-1,986	-2,414	-2,190
18	1801	-1,359	-1,795	-1,703	-4,269	-2,190
	1805	1,926	-1,029	-0,564	0,255	0,360
	1820	-0,558	-1,076	-1,212	-2,465	-0,800
	1822	0,573	-1,317	-0,480	-0,883	-0,200
20	2004	3,095	-0,056	-1,820	4,221	0,000
	2006	1,502	-0,542	-0,187	-2,089	-0,540
	2008	0,000	-0,353	-0,458	-1,164	-0,110
	2015	0,303	-0,851	0,166	-0,342	-0,180
21	2102	-0,059	-1,275	-0,830	-2,461	-1,250
	2122	-0,438	-0,211	-0,827	-2,189	-1,020
	2123	-4,541	-4,232	-4,673	-5,510	-4,630
	2124	-0,581	-1,815	-1,137	-1,960	-1,160
	2131	-1,047	-2,299	-1,888	-0,518	-2,040
	2133	1,162	-0,728	-0,263	-0,232	-0,070
	2135	-1,193	-0,199	-1,278	-1,647	-1,280
	2145	-0,581	-2,226	-1,234	-2,879	-2,080
	2147	1,364	0,000	-1,216	-0,237	-0,390
	2149	0,677	0,023	0,350	0,537	0,590
	2154	0,000	-0,883	-0,511	-0,294	0,610
	2156	2,216	0,821	-0,077	0,511	0,540
	2157	0,535	-1,443	0,438	-1,249	-0,180
	2158	0,568	-0,600	0,470	-1,022	-0,210
2164	0,852	-0,325	-0,294	-2,123	-0,170	
2166	0,665	-0,178	0,000	0,697	0,050	

Tablo 5.1 (Devam)

Havza Numarası	İstasyon Numarası	Z				
		1.Mevsim	2.Mevsim	3.Mevsim	4.Mevsim	Yıllık
22	2202	1,023	0,767	-1,363	-1,023	-0,940
	2213	1,818	-0,641	0,876	-0,065	1,870
	2215	2,106	2,655	-0,536	-2,132	-0,120
	2218	0,339	0,315	-0,073	-2,056	-0,850
	2228	-0,119	0,712	2,164	-0,474	1,270
	2232	0,805	0,251	0,075	-1,106	-0,100
	2233	1,358	-0,251	1,509	-1,383	0,910
	2238	1,635	-0,772	0,798	-0,327	1,080
	2239	2,215	0,880	0,057	-0,426	1,390
	2245	0,356	2,371	1,162	-1,100	1,750
	2247	0,267	-0,119	0,771	-1,067	0,480
23	2304	2,060	-0,121	1,626	0,083	1,370
	2305	1,476	-0,677	-0,484	-1,911	-0,600
	2315	0,693	-0,144	0,458	-1,086	0,540
	2316	0,458	-1,086	0,275	-1,661	0,140
	2323	-0,902	0,248	-1,059	-1,478	-1,290
24	2402	-0,170	0,542	1,348	0,139	1,230
	2409	0,281	-0,303	-0,348	-2,617	-1,360
	2415	-2,092	-0,827	0,049	-2,189	-0,310
	2418	1,962	0,081	-0,438	-1,573	-0,400
25	2505	-2,495	-0,394	-1,219	-2,532	-2,950
	2509	0,980	2,449	0,700	0,000	0,910
26	2603	-0,581	-1,403	-0,895	-2,226	-1,230
	2610	0,341	-1,515	0,473	-0,909	-0,450
	2612	0,286	-0,831	-0,204	0,068	-0,180
	2618	0,928	0,571	0,178	-1,713	0,500
	2620	1,070	-0,071	0,071	-0,928	0,070

Tablo 5.2: Mevsimsel trend testi sonucunda bütün mevsimlerde trendin görüldüğü istasyonlar

Havza Numarası	İstasyon Numarası	Z				
		1.Mevsim	2.Mevsim	3.Mevsim	4.Mevsim	Yıllık
3	328	-4,090	-3,210	-2,187	-4,402	-3,260
6	601	-4,526	-4,212	-3,695	-4,953	-4,550
7	701	-4,861	-3,969	-4,571	-7,816	-4,980
8	812	-2,188	-2,766	-2,489	-3,495	-2,870
	815	-2,962	-2,462	-2,105	-3,318	-2,750
10	1003	-3,615	-3,835	-3,350	-2,689	-3,660
12	1203	-2,533	-3,342	-2,558	-3,441	-3,240
	1223	-2,905	-4,099	-2,651	-2,221	-4,770
	1224	-3,315	-5,202	-5,032	-4,984	-5,080
17	1717	-3,581	-3,073	-2,686	-4,427	-4,370
21	2123	-4,541	-4,232	-4,673	-5,510	-4,630

Tablo 5.3: Mevsimsel trend testi sonucunda üç mevsimde trendin görüldüğü istasyonlar

Havza Numarası	İstasyon Numarası	Z				
		1.Mevsim	2.Mevsim	3.Mevsim	4.Mevsim	Yıllık
4	407	-3,037	-3,283	-1,866	-4,318	-3,140
8	809	-2,631	-2,416	-1,418	-4,040	-2,390
11	1102	-3,492	-3,152	-1,138	-2,420	-3,150
14	1401	3,203	0,510	-4,092	2,254	-1,280
16	1612	-2,094	-2,903	-1,709	-3,409	-1,880
	1622	-2,061	-1,813	-2,990	-3,300	-3,020
17	1714	-1,438	-2,651	-2,103	-4,001	-3,220
	1719	-1,899	-2,878	-2,971	-4,439	-4,260
	1720	-1,863	-3,000	-2,177	-5,468	-4,050
22	2215	2,106	2,655	-0,536	-2,132	-0,120

Tablo 5.1'in incelenmesi sonucu mevsim ve istasyon bazında aşağıdaki sonuçlara varılmıştır. Sonuçlara bağlı olarak aşağıda çizilen Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'de kırmızı ve yukarı okların olduğu istasyonlarda artan yönde trendin olduğu, mavi ve aşağı okların olduğu istasyonlarda ise azalan yönde trendin olduğu gösterilmektedir. Kırmızı noktalar ise trend görülmeyen istasyonları belirtmektedir. Mevsim bazında bulunan sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

✓ Birinci mevsim için 20 istasyonda azalan yönde, 8 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 28 istasyonda trend vardır. Diğer bir deyişle istasyonların %19'unda negatif trend, %7'sinde pozitif trend gözlenmiştir. Negatif trend 14 havzada (3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 21, 24 ve 25) görülürken pozitif trend ise 7 havzada (14, 15, 20, 21, 22, 23 ve 24) görülmüştür. Şekil 5.1, birinci mevsimde trend görülen istasyonları belirtmektedir. Azalan trendin olduğu istasyonlar Ege Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. Ege Bölgesi'nde akarsuların taşıdığı su miktarlarında bu mevsimde zamana bağlı olarak azalma olduğu gözlenmektedir.

✓ İkinci mevsim için 34 istasyonda azalan yönde, 4 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 38 istasyonda trend vardır. Diğer bir deyişle istasyonların %31'inde negatif trend, %4'ünde pozitif trend gözlenmiştir. Azalan yönde trend 16 havzada (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 ve 21) görülürken artan yönde trend 3 havzada (16, 22 ve 25) görülmüştür. Şekil 5.2, ikinci mevsimde trend görülen istasyonları göstermektedir. Azalan yönde trend Ege, Orta ve Batı Akdeniz ile

Karadeniz'in batısında görülmektedir. Bu bölgelerdeki akarsuların debilerinde azalma olduğu gözlenmektedir.

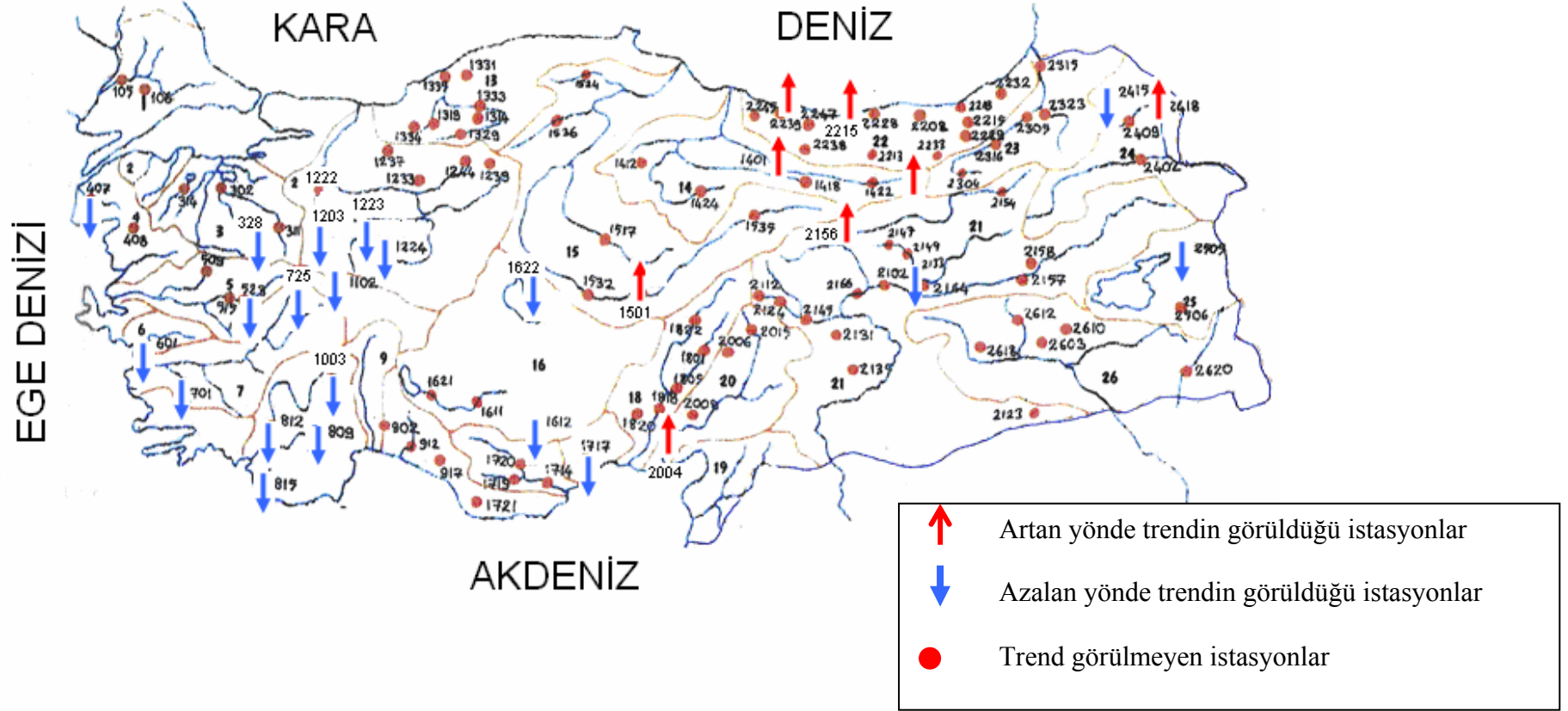
✓ Üçüncü mevsim için 19 istasyonda azalan yönde, 1 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 20 istasyonda trend gözlenmiştir. Diğer bir deyişle istasyonların %18'inde negatif trend, %1'inde pozitif trend gözlenmiştir. Azalan yönde trend 12 havzada (1, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 21) görülürken artan yönde trend sadece 1 havzada (22) görülmüştür. Şekil 5.3, üçüncü mevsimde trend görülen istasyonları göstermektedir. Azalan yönde trendin olduğu istasyonlar Türkiye'nin batısında yoğunlaşmıştır. Akdeniz bölgesinde de azalan yönde trend gözlenmektedir.

✓ Dördüncü mevsim için 40 istasyonda azalan yönde, 4 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 44 istasyonda trend gözlenmiştir. Diğer bir deyişle istasyonların %37'sinde negatif trend, %4'ünde pozitif trend gözlenmiştir. Azalan yönde trend 18 havzada (3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25 ve 26) görülürken artan yönde trend 4 havzada (1, 14, 15 ve 20) görülmüştür. Şekil 5.4, dördüncü mevsimde trend görülen istasyonları göstermektedir. Azalan yönde trend Türkiye'nin batısında, güneyinde ve doğusunda gözlenmektedir.

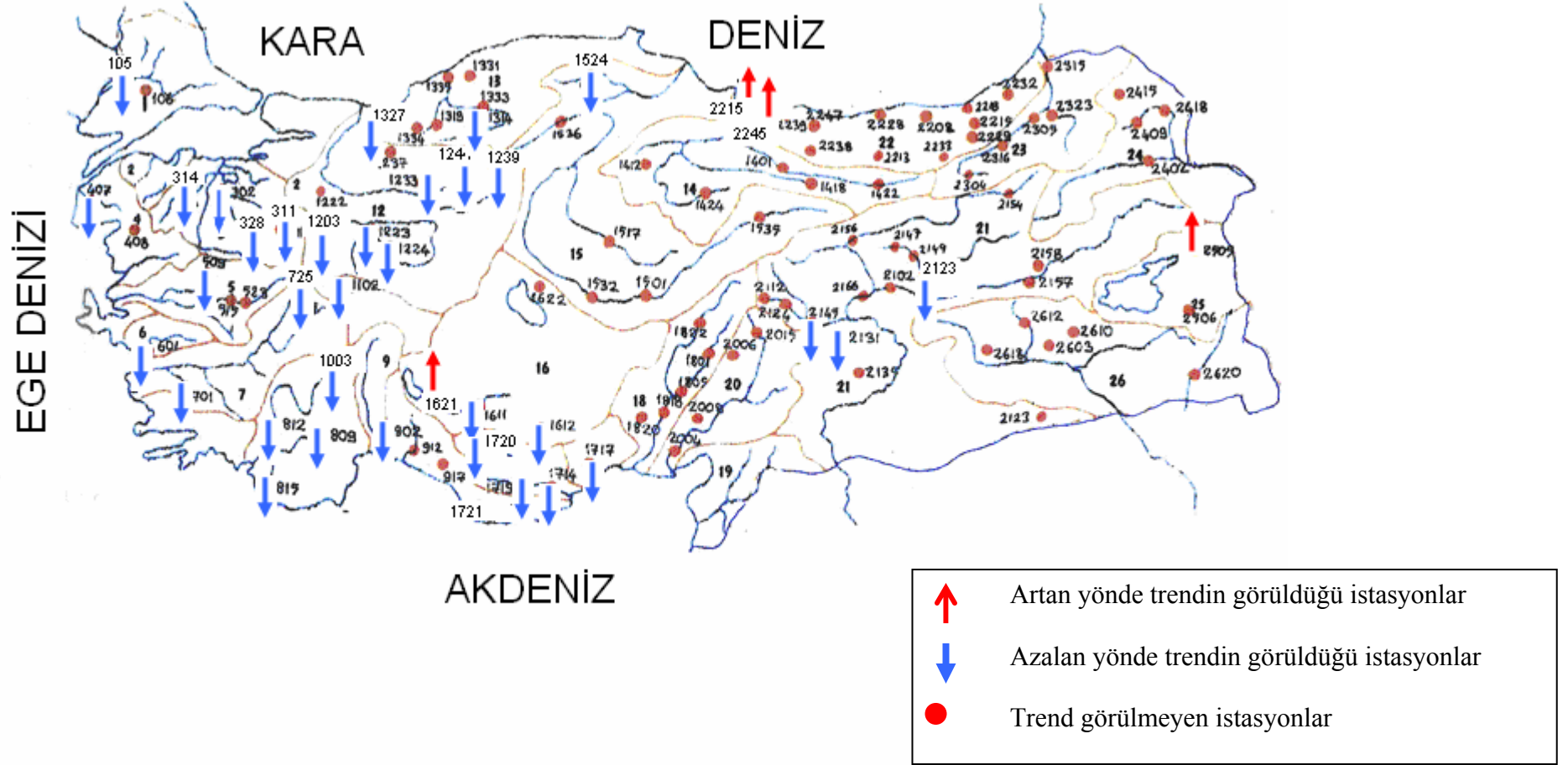
Azalan yönde trend en çok sırasıyla dördüncü, ikinci, birinci ve üçüncü mevsimde görülmüştür. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarından oluşan dördüncü mevsimde Türkiye'deki akımlarda önemli bir azalma olduğu görülmektedir. Bunu Ocak, Şubat ve Mart aylarının oluşturduğu ikinci mevsim izlemektedir. Birinci (Ekim-Kasım-Aralık ayları) ve üçüncü (Nisan-Mayıs-Haziran ayları) mevsimlerde yaklaşık aynı sayıda istasyonda azalan trend bulunmuştur.

Sonuçlar istasyon bazında yorumlanırsa:

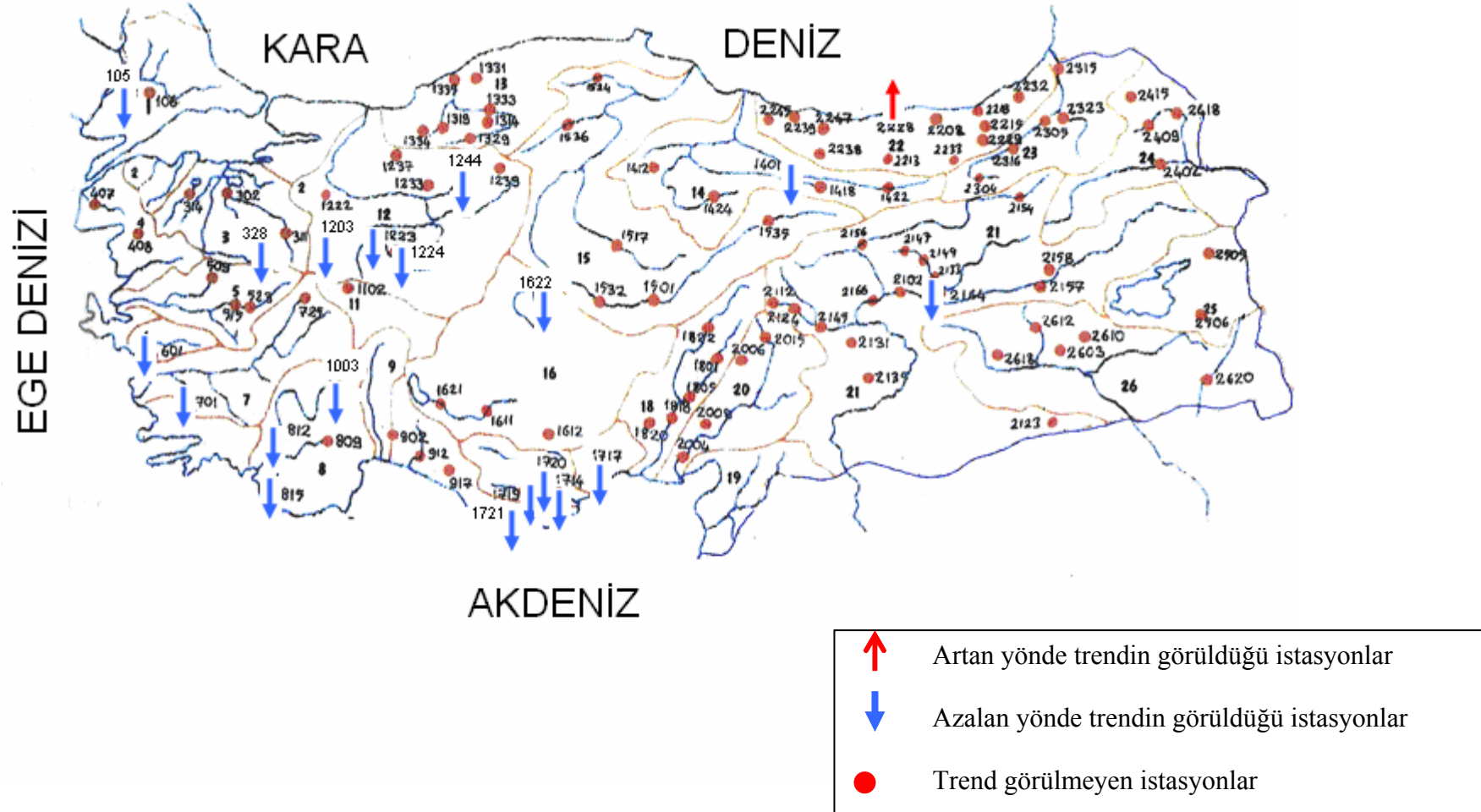
- ✓ 45 istasyonda hem yıllık hem de dört mevsimde trend gözlenmemiştir. 3, 6, 7, 8, 10, 12, 17 ve 21 numaralı havzalarda olmak üzere toplam 11 istasyonda ise hem yıllık hem de dört mevsimde trend gözlenmiştir.
- ✓ Mevsimsel trend görülmeyip de yıllık trend gözlenen istasyon bulunmamaktadır.
- ✓ Bütün mevsimlerde trend gözlenip de yıllık trend gözlenmeyen istasyon bulunmamaktadır.



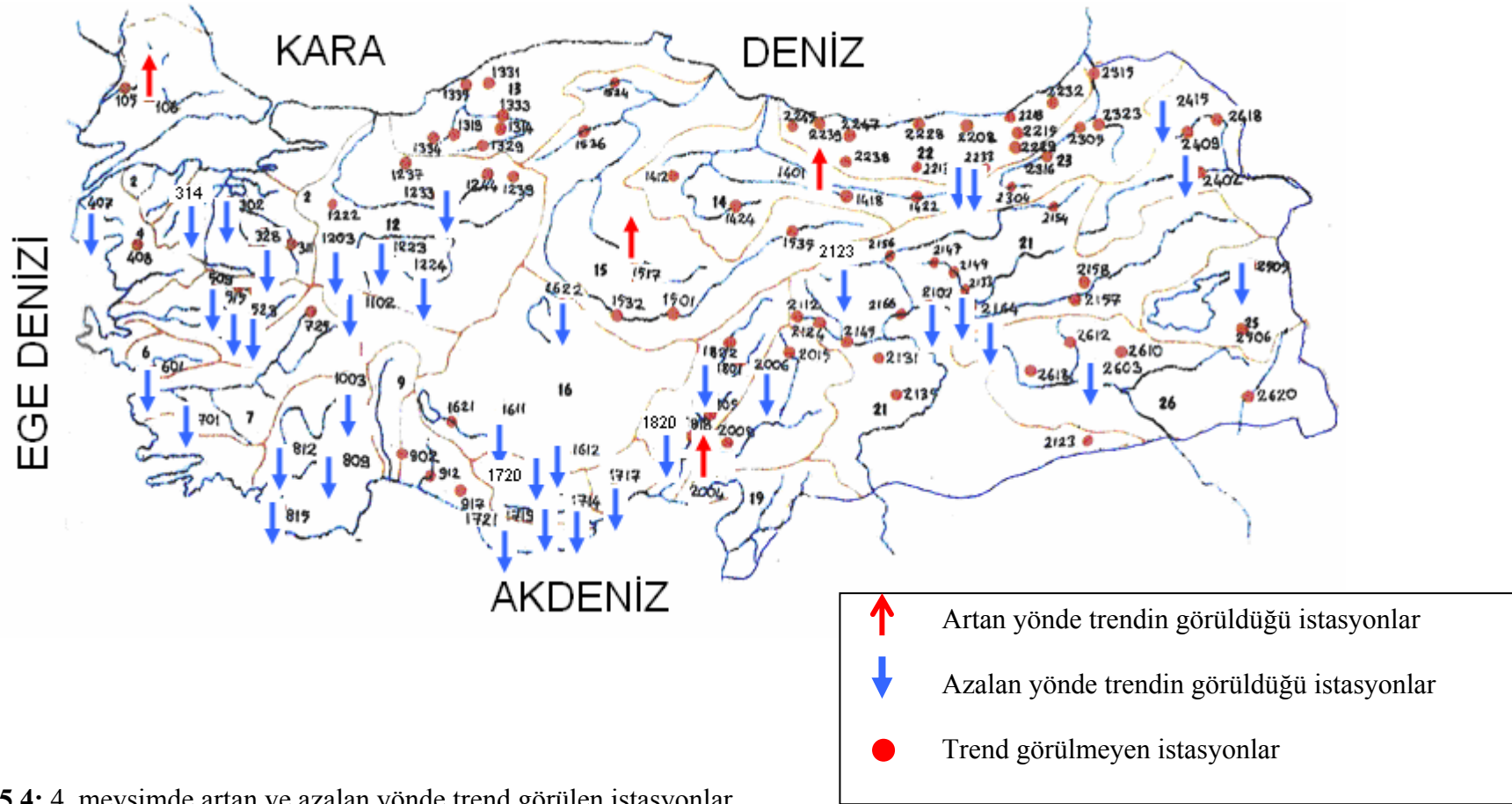
Şekil 5.1: 1. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar



Şekil 5.2: 2. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar



Şekil 5.3: 3. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar



Şekil 5.4: 4. mevsimde artan ve azalan yönde trend görülen istasyonlar

Yıllık ortalama akım verileri incelendiğinde toplam 31 istasyonda azalan yönde trend gözlenmiş olup artan yönde trend gözlenmemiştir. Mevsimsel analiz ile yıllık ortalama akımlara yapılan analizden daha fazla sayıda istasyonda trend olduğu görülmektedir. Değişimler Türkiye’de özellikle yaz aylarında önem kazanmaktadır. İncelemenin sonucunda ikinci mevsimin yıllık trend değerlerine daha yakın olduğu gözlenmektedir. Diğer bir deyişle yıllık sonuçlar, en çok ikinci mevsimi temsil etmektedir. Öte yandan üçüncü mevsimde ise değişimin diğer mevsimlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Şekil 5.5 yıllık trendin görüldüğü istasyonları belirtmektedir.

Tablo 5.2’nin incelenmesiyle şu sonuçlara varılmıştır:

- ✓ Bütün istasyonlarda her mevsim için azalan yönde trend gözlenmiştir.
- ✓ Bütün istasyonlarda yıllık ortalama akımlarda da azalan yönde trend söz konusudur.

Tablo 5.3’ün incelenmesiyle de şu sonuçlar elde edilmiştir:

- ✓ 407, 809, 1102, 1612 ve 2215 numaralı istasyonlarda sadece üçüncü mevsimde trend gözlenmemiştir. 407, 809, 1102 ve 1612 numaralı istasyonlar için birinci, ikinci ve dördüncü mevsimde gözlenen trendler azalan yöndedir. 2215 numaralı istasyonda birinci ve ikinci mevsimde artan yönde trend görülürken dördüncü mevsimde azalan yönde trend görülmüştür.
- ✓ 1401 ve 1622 numaralı istasyonlarda sadece ikinci mevsimde trend gözlenmemiştir. 1401 numaralı istasyonda birinci ve dördüncü mevsimde artan yönde trend varken üçüncü mevsimde azalan yönde trend söz konusudur. 1622 numaralı istasyonda birinci, üçüncü ve dördüncü mevsimlerde azalan yönde trend görülmüştür.
- ✓ 1714, 1719 ve 1720 numaralı istasyonlarda sadece birinci mevsimde trend görülmemiştir. Her üç istasyonda da ikinci, üçüncü ve dördüncü mevsimlerde azalan yönde trend söz konusudur.
- ✓ Yıllık ortalama akımlar için 1401, 1612 ve 2215 numaralı istasyonlarda trend söz konusu değildir. 407, 809, 1102, 1622, 1714, 1719 ve 1720 numaralı istasyonlarda ise yıllık ortalama akımlarda azalan yönde trend gözlenmiştir.

5.2 Mevsimlerdeki Trendlerin Homojenliği için χ^2 Testi

Mevsimlerdeki trendler arasında homojenlik kontrolü için uygulanan χ^2 testi Bölüm 3'te detaylı olarak anlatılmıştır. Bütün istasyonlar için hesaplanan χ^2_{homojen} ve χ^2_{trend} değerleri kritik değerlerle karşılaştırılmıştır. Dört mevsimde trendin gözleendiği istasyonlar için χ^2_{homojen} ve χ^2_{trend} sonuçları Tablo 5.4'te verilirken üç mevsimde trendin gözleendiği istasyonlar için χ^2_{homojen} ve χ^2_{trend} sonuçları Tablo 5.5'de verilmiştir.

Tablo 5.4: Dört mevsimde trendin gözleendiği istasyonlar için χ^2_{homojen} ve χ^2_{trend} sonuçları

Havza Numarası	İstasyon Numarası	χ^2_{homojen}	χ^2_{trend}
3	328	2,968	48,624*
6	601	0,849	76,016*
7	701	8,825*	
8	812	0,940	30,189*
	815	0,861	29,805*
10	1003	0,740	46,092*
12	1203	0,722	35,392*
	1223	1,941	35,493*
	1224	2,344	86,311*
17	1717	1,700	47,715*
21	2123	0,896	90,668*

Tablo 5.5: Üç mevsimde trendin gözleendiği istasyonlar için χ^2_{homojen} ve χ^2_{trend} sonuçları

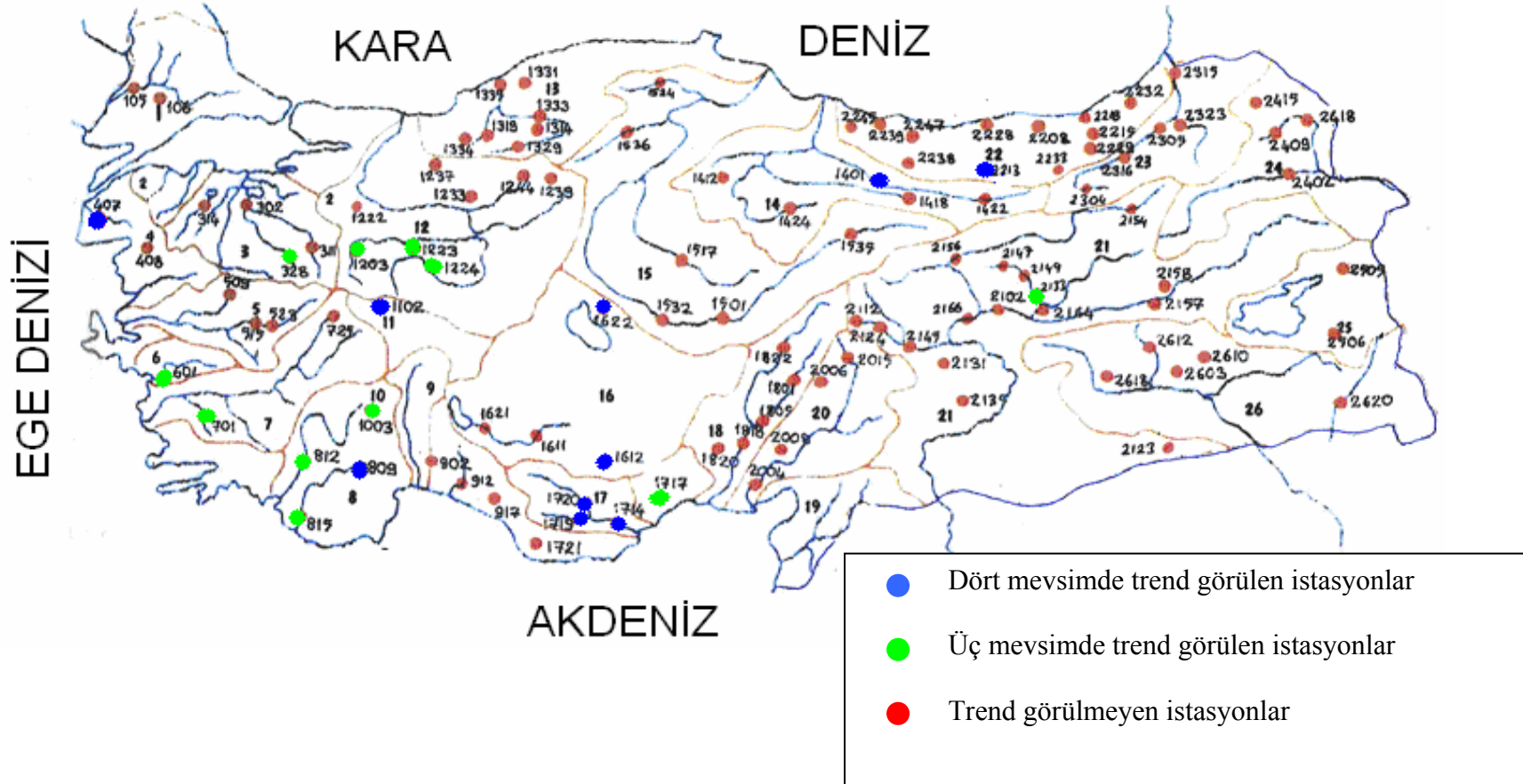
Havza Numarası	İstasyon Numarası	χ^2_{homojen}	χ^2_{trend}
4	407	3,040	39,429*
8	809	3,502	27,803*
11	1102	3,262	26,295*
14	1401	31,576*	
16	1612	1,774	25,781*
	1622	1,541	26,151*
17	1714	3,552	26,176*
	1719	3,291	37,417*
	1720	7,997*	
22	2215	15,416*	

χ^2_{homojen} için $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde ve $(m-1)$ serbestlik derecesinde χ^2_{kritik} değeri Tablo B.2’de verilen χ^2 Tablosu’ndan 7,815 olarak belirlenmiştir. χ^2_{homojen} değerinin χ^2_{kritik} değerinden büyük çıkması durumunda mevsimlerdeki trendler arasında homojenlik olmadığı sonucuna varılır. χ^2_{homojen} değerinin χ^2_{kritik} değerinden küçük olması durumunda χ^2_{trend} değeri χ^2_{kritik} değeri ile karşılaştırılır. χ^2_{trend} değeri, $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde ve (1) serbestlik derecesinde Tablo B.2’de verilen χ^2 Tablosu’ndan okunan 3,841 χ^2_{kritik} değeriyle karşılaştırılmıştır. χ^2_{trend} değerinin χ^2_{kritik} değerinden büyük çıkması durumunda bütün mevsimlerde trendin varlığından söz edilebilir.

Tablo 5.4’ün incelenmesi sonucunda dört mevsimde trend görülen istasyonlar için sadece 701 numaralı istasyonda χ^2_{homojen} değeri χ^2_{kritik} değerinden büyük çıkmıştır. Bu istasyon için mevsimler arasında trendin homojenliğinden söz edilemez. 328, 601, 812, 815, 1003, 1203, 1223, 1224, 1717 ve 2123 numaralı istasyonlarda χ^2_{homojen} değeri χ^2_{kritik} değerinden küçük çıkmıştır. Bu durumda χ^2_{trend} değeri χ^2_{kritik} değeri ile karşılaştırılmış olup bütün istasyonlarda χ^2_{trend} değeri χ^2_{kritik} değerinden büyük çıkmıştır. Böylece bu istasyonlar için bütün mevsimlerde aynı yönde trendin olduğu söylenebilir.

Tablo 5.5’in incelenmesi sonucunda üç mevsimde trend görülen istasyonlar için 1401, 1720 ve 2215 numaralı istasyonlarda χ^2_{homojen} değeri χ^2_{kritik} değerinden büyük çıkmıştır. Bu istasyon için mevsimler arasında trendin homojenliğinden söz edilemez. 407, 809, 1102, 1612, 1622, 1714 ve 1719 numaralı istasyonlarda χ^2_{homojen} değeri χ^2_{kritik} değerinden küçük çıkmıştır. Bu durumda χ^2_{trend} değeri χ^2_{kritik} değeri ile karşılaştırılmış olup bütün istasyonlarda χ^2_{trend} değeri χ^2_{kritik} değerinden büyük çıkmıştır. Böylece bu istasyonlar için üç mevsimde de trendin homojenliğinden söz edilebilir.

Şekil 5.6 hem dört mevsimde hem de üç mevsimde azalan yönde trend görülen istasyonları göstermektedir. Dört mevsimde azalan yönde trend görülen istasyonlar harita üzerinde yeşil ile işaretlenmiştir. Üç mevsimde azalan yönde trend görülen istasyonlar ise harita üzerinde mavi ile gösterilmiştir.



Şekil 5.6: Hem dört mevsimde hem de üç mevsimde azalan yönde trend görülen istasyonlar

5.3 Havza Ölçeğinde Trend Analizi

Havza ölçeğinde yapılan trend analizi Bölüm 3'te detaylı olarak anlatılmıştır. Tablo 5.1'de verilen akarsu havzalarında mevsimsel Mann-Kendall trend testi sonuçlarına göre havza ölçeğinde yapılacak trend analizi için 8, 16 ve 17 numaralı havzalar uygun görülmüştür. Bunun nedeni bu havzalardaki istasyon sayılarına bağlı olarak mevsimlerde görülen trendlerin sayısının fazla olmasıdır. 8, 16 ve 17 numaralı havzalar için $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ denklemlerinin değerleri hesaplanmıştır. Bu havzalar için χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ denklemlerinin kritik değerleri $\alpha=0,05$ sırasıyla (m-1), (k-1) ve (m-1)(k-1) serbestlik derecelerinde Tablo 5.6'da verilmiştir. m, mevsim sayısı yani 4 iken k her bir havzadaki istasyon sayısıdır. χ^2_{mevsim} 'in kritik değeri bütün havzalar için aynı iken χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ 'in kritik değerleri k istasyon sayısı sabit olmadığı için havzadan havzaya değişmektedir.

16 numaralı havzada 1611, 1612, 1621 ve 1622 olmak üzere dört istasyon vardır. Ancak mevsimsel trend testinin sonucunda 1621 numaralı istasyonda artan yönde trend gözleendiği için bu istasyon havza ölçeğinde trend analizi yapılırken hesaplamalardan çıkartılmıştır.

Tablo 5.6: 8, 16 ve 17 numaralı havzalar için χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ denklemlerinin kritik değerleri

Havza Numarası	İstasyon Numarası	Mevsim Sayısı (m)	İstasyon Sayısı (k)	Serbestlik Dereceleri			$\alpha=0,05$ için χ^2_{kritik} Değerleri		
				χ^2_{mevsim}	χ^2_{istasyon}	$\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$	χ^2_{mevsim}	χ^2_{istasyon}	$\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$
8	809	4	3	3	2	6	7,815	5,991	12,592
	812								
	815								
16	1611	4	3	3	2	6	7,815	5,991	12,592
	1612								
	1622								
17	1714	4	5	3	4	12	7,815	9,488	21,026
	1717								
	1719								
	1720								
	1721								

8 ve 16 numaralı havzalarda χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ değerleri kritik değerlerden küçük çıkmıştır. 17 numaralı havzada χ^2_{mevsim} denkleminin değeri kritik değerden büyük iken χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ denklemlerinin değerleri kritik değerlerden küçük çıkmıştır. Tablo 4.7 $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyi için havzaların trend durumunu göstermektedir. 8 ve 16 numaralı havzalarda χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ denklemleri kritik değerlerden küçük olduğu için havza ölçeğinde trende bakılır. Her iki havza için de χ^2_{trend} değeri kritik değerden büyük çıktığı için bu havzalarda aynı yönde trend söz konusudur. 17 numaralı havzada χ^2_{mevsim} denklemleri kritik değerden büyük, χ^2_{istasyon} denklemleri kritik değerden küçük olduğu için her bir mevsim için ayrı ayrı trend kontrolü yapılır. Havzaların trend durumu Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7: Havzaların trend durumu

Havza No	İstasyon No	$\alpha=0,05$ için karşılaştırma						
		χ^2_{mevsim}	χ^2_{istasyon}	$\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$	Durum	χ^2_{Kritik}	χ^2_{Trend}	Trend Durumu
8	809	4,083<7,815	0,028<5,991	1,219<12,592	$X^2_{\text{Trend}}=mkZ_{\alpha}^2$	3,841	87,768	VAR
	812							
	815							
16	1611	4,471<7,815	3,711<5,991	8,624<12,592	$X^2_{\text{Trend}}=mkZ_{\alpha}^2$	3,841	66,547	VAR
	1612							
	1622							
17	1714	14,693>7,815	8,202<9,488	4,094<21,026	$X^2_{\text{Trend}}=kZ_{\alpha}^2$	3,841	17,080	VAR
	1717						35,345	VAR
	1719						28,710	VAR
	1720						86,600	VAR
	1721							

SONUÇLAR

Çalışmada Elektrik Etüd İşleri İdaresi tarafından ölçülmüş aylık ortalama akım verileri kullanılmıştır. Kullanılan veriler Türkiye'nin 26 akarsu havzasından 24'ü için toplam 108 akım gözlem istasyonuna (AGİ) aittir. 21 numaralı Fırat Havzası 16 istasyonla en çok AGİ'ye sahip iken 6 numaralı Küçük Menderes, 10 numaralı Burdur Gölü ve 11 numaralı Afyon Suları Kapalı havzaları birer istasyon ile en az AGİ'ye sahiptir. 18 numaralı Seyhan Havzası'nda bulunan 1801 numaralı Himmetli AGİ 70 yıl ile en uzun veriyi içerirken, 25 numaralı Van Gölü Kapalı Havzası'nda bulunan 2509 numaralı Zerne Köprüsü AGİ 19 yıl ile en kısa süreli veriyi içermektedir. 9 istasyonun (1612, 1714, 1717, 1719, 1721, 1801, 1805, 1820 ve 2008) verilerinin 2005 yılına kadar güncellemesi yapılmıştır. Dört tane mevsim tanımlanmıştır:

- 1. mevsim: Ekim-Kasım-Aralık
- 2. mevsim: Ocak-Şubat-Mart
- 3. mevsim: Nisan-Mayıs-Haziran
- 4. mevsim: Temmuz-Ağustos-Eylül

Aylık ortalama akım verilerine ilk aşamada Mevsimsel Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Çıkan sonuçlar yıllık ortalama akım verilerine uygulanan Mann-Kendall testi ile karşılaştırılmıştır.

- Birinci mevsimde 20 istasyonda azalan yönde, 8 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 28 istasyonda trend gözlenmiştir. Havza bazında durum incelendiğinde azalan yönde trend 14 havzada gözlenirken artan yönde trend 7 havzada gözlenmiştir. Azalan trendin olduğu istasyonlar Ege Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. Ege Bölgesi'nde akarsuların taşıdığı su miktarlarında zamana bağlı olarak azalma olduğu gözlenmektedir.
- İkinci mevsimde 34 istasyonda azalan yönde, 4 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 38 istasyonda trend gözlenmiştir. Havza bazında durum incelendiğinde 16 havzada azalan yönde trend, 3 havzada artan yönde trend gözlenmiştir. Azalan

yönde trend Ege, Orta ve Batı Akdeniz ile Karadeniz'in batısında görülmektedir. Bu bölgelerdeki akarsuların debilerinde azalma olduğu gözlenmektedir.

- Üçüncü mevsimde 19 istasyonda azalan yönde, 1 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 20 istasyonda trend gözlenmiştir. Azalan yönde trend 12 havzada görülürken artan yönde trend sadece 1 havzada görülmüştür. Azalan yönde trendin olduğu istasyonlar Türkiye'nin batısında yoğunlaşmıştır. Akdeniz bölgesinde de azalan yönde trend gözlenmektedir.

- Dördüncü mevsimde 40 istasyonda azalan yönde, 4 istasyonda artan yönde olmak üzere toplam 44 istasyonda trend gözlenmiştir. Azalan yönde trend 18 havzada görülürken artan yönde trend 4 havzada görülmüştür. Azalan yönde trend Türkiye'nin batısında, güneyinde ve doğusunda gözlenmektedir.

Azalan yönde trend en çok sırasıyla dördüncü, ikinci , birinci ve üçüncü mevsimde görülmüştür. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarından oluşan dördüncü mevsimde Türkiye'deki akımlarda önemli bir azalma olduğu görülmektedir. Bunu Ocak, Şubat ve Mart aylarının oluşturduğu ikinci mevsim izlemektedir. Birinci (Ekim-Kasım-Aralık ayları) ve üçüncü (Nisan-Mayıs-Haziran ayları) mevsimlerde yaklaşık aynı sayıda istasyonda azalan trend bulunmuştur.

Yıllık ortalama akım verilerinde ise toplam 31 istasyonda azalan yönde trend gözlenmiş olup artan yönde trend gözlenmemiştir. İncelemenin sonucunda ikinci mevsimin yıllık trend değerlerine daha yakın olduğu gözlenmektedir. Diğer bir deyişle yıllık sonuçlar, en çok ikinci mevsimi temsil etmektedir.

Bütün mevsimlerde trendin görüldüğü 11 istasyon incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır:

- Bütün istasyonlarda her mevsim için azalan yönde trend gözlenmiştir.
- Bütün istasyonlarda yıllık ortalama akımlarda da azalan yönde trend söz konusudur.

Üç mevsimde trendin görüldüğü 10 istasyon incelendiğinde ise şu sonuçlara varılmıştır:

- 407, 809, 1102, 1612 ve 2215 numaralı istasyonlarda sadece üçüncü mevsimde trend gözlenmemiştir. 407, 809, 1102 ve 1612 numaralı istasyonlar için birinci, ikinci ve dördüncü mevsimde gözlenen trendler azalan yöndedir. 2215 numaralı

istasyonda birinci ve ikinci mevsimde artan yönde trend görülürken dördüncü mevsimde azalan yönde trend görülmüştür.

- 1401 ve 1622 numaralı istasyonlarda sadece ikinci mevsimde trend gözlenmemiştir. 1401 numaralı istasyonda birinci ve dördüncü mevsimde artan yönde trend varken üçüncü mevsimde azalan yönde trend söz konusudur. 1622 numaralı istasyonda birinci, üçüncü ve dördüncü mevsimlerde azalan yönde trend görülmüştür.
- 1714, 1719 ve 1720 numaralı istasyonlarda sadece birinci mevsimde trend görülmemiştir. Her üç istasyonda da ikinci, üçüncü ve dördüncü mevsimlerde azalan yönde trend söz konusudur.
- Yıllık ortalama akımlar için 1401, 1612 ve 2215 numaralı istasyonlarda trend söz konusu değildir. 407, 809, 1102, 1622, 1714, 1719 ve 1720 numaralı istasyonlarda ise yıllık ortalama akımlarda azalan yönde trend gözlenmiştir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında mevsimlerdeki trendlerin homojenliği için verilere χ^2 testi uygulanmıştır. Bu test bütün mevsimlerde ve üç mevsimde trend gözlenen istasyonlara yapılmıştır.

Bütün mevsimlerde trend gözlenen 11 istasyon için sonuçlar şu şekildedir:

- Sadece 701 numaralı istasyonda mevsimler arasında trendin homojenliğinden söz edilemez.
- 328, 601, 812, 815, 1003, 1203, 1223, 1224, 1717 ve 2123 numaralı istasyonlar için bütün mevsimlerde aynı yönde trend söz konusudur.

Üç mevsimde trend gözlenen 10 istasyon için sonuçlar şu şekildedir:

- 1401, 1720 ve 2215 numaralı istasyonlarda mevsimler arasında trendin homojenliğinden söz edilemez.
- 407, 809, 1102, 1612, 1622, 1714 ve 1719 numaralı istasyonlarda üç mevsimde de aynı yönde trendin olduğundan söz edilir.

Çalışmanın son aşamasında havza ölçeğinde trend analizi uygulanmıştır. Bunun için 8, 16 ve 17 numaralı havzalar seçilmiştir. Bunun nedeni trend görülen istasyonların

sayısının diğere havzalara göre daha fazla olmasıdır. 16 numaralı havzada 1611, 1612, 1621 ve 1622 olmak üzere dört istasyon vardır. Ancak mevsimsel trend testinin sonucunda 1621 numaralı istasyonda artan yönde trend gözlemlendiği için bu istasyon havza ölçeğinde trend analizi yapılırken hesaplamalardan çıkartılmıştır. Çıkan sonuçlar şu şekildedir:

- 8 ve 16 numaralı havzalarda χ^2_{mevsim} , χ^2_{istasyon} ve $\chi^2_{\text{istasyon-mevsim}}$ denklemlerinin değerleri kritik değerlerden küçük çıktığı için havza ölçeğinde trende bakılır. Her iki havza için de χ^2_{trend} değeri kritik değerden büyük çıktığı için bu havzalarda aynı yönde trend söz konusudur.
- 17 numaralı havzada χ^2_{mevsim} denkleminin değeri kritik değerden büyük, χ^2_{istasyon} denkleminin değeri kritik değerden küçük olduğu için mevsimler arasında trende bakılır. Bunun sonucunda her dört mevsimde de trend bulunmuştur.

Sonuç olarak 108 istasyondan birinci mevsim için %19'unda negatif trend, %7'sinde pozitif trend, ikinci mevsim için %31'inde negatif trend, %4'ünde pozitif trend, üçüncü mevsim için %18'inde negatif trend, %1'inde pozitif trend, dördüncü mevsim için %37'sinde negatif trend, %4'ünde pozitif trend gözlemlenmiştir. Trend üzerinde yapılan çalışmalar su kaynakları mühendisliği açısından ışık tutacak nitelik taşımaktadır. Bu çalışmalar su kaynakları sistemlerinin planlanması ve yönetilmesi aşamasında bir kaynak oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akyürek, M.**, 2003. Türkiye Yıllık Ortalama Akımlarının Trend Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, İstanbul
- Alpar, R.**, 2003. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1, Nobel Yayınevi, Ankara
- Angı, A.E ve Özkaya M.**, 2004. Türkiye'deki Yüzeysel Akımlar ve Trendleri, *IV. Ulusal Hidroloji Kongresi*, İTÜ, İstanbul, 23-25 Haziran, s.71-81
- Bayazıt, M.**, 1994. Su Kaynakları Sistemleri, İTÜ, İnşaat Fakültesi Matbaası
- Bayazıt, M.**, 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ, İnşaat Fakültesi Matbaası
- Bayazıt, M.**, 1999. Hidroloji, İTÜ, İnşaat Fakültesi Matbaası
- Bayazıt, M., Cıgızoğlu, H. K. ve Önöz, B.**, 2002. Türkiye Akarsularında Trend Analizi, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı 420-421-422, 8-10
- Bayazıt, M. ve Oğuz, B.**, 1998. Mühendisler için İstatistik, Birsan Yayınevi, İstanbul
- Bayazıt, M. ve Önöz, B.**, 2004. Trend Analizi, *Hidrolojide Yeni Yöntemler Seminer Ders Notları*, İTÜ, İstanbul, 21-22 Haziran, s.79-84
- Burn, D.H. and Elnur, M.A.H.**, 2002. Detection of Hydrological Trends and Variability, *Journal of Hydrology*, 255, 107-122
- Cıgızoğlu, H.K., Bayazıt, M., Önöz, B., Malkoç, Y. ve Yıldız, M.**, 2002. Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlardaki Trendler, İTÜ Araştırma Fonu Projesi
- Genel Enerji Kaynakları**, 2004. Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi Yayını, Ankara, s.2.1-2.29
- Hirsch, R.M. ve Slack, J.R.**, 1984. A Non-Parametric Trend Test for Seasonal Data with Serial Dependence, *Water Resources Research*, 727-732
- Hirsch, R. M., Slack, J. R. ve Smith, R. A.**, 1982. Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data, *Water Resources Research*, 18, 107-121
- Kadioğlu, M.**, 1997. Trends Surface Air Temperature Data Over Turkey, *Journal of Climatology*, 17, 511-520

- Kahya, E. ve Kalaycı, S.**, 2003. Trend Analysis of Streamflow in Turkey, *Journal of Hydrology*, 1-17
- Karaca, M., Tayanc, M. and Toros, H.**, 1995. Effects of Urbanization on Climate of İstanbul and Ankara, *Atmospheric Environment* 10/83-12
- Kasif, K.**, 1999. Yeşilirmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, KTU, Trabzon
- Kutoğlu, H. Y. ve Batur, E.**, 2003. Türkiye’de Mühendislik Hidrolojisi Çalışmaları, *III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 19-21 Mart, s.362
- Lettenmaier, D.P., Woos, 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
- Odabaş, T.**, 1999. Doğu Karadeniz Havzasındaki İklim Trendleri ve Olası Etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ, Trabzon
- Önöz, B.**, 2005, Kuraklık ve Taşkın Hidrolojisi Ders Notları
- Svensson, C., Kundzewicz, Z. W. ve Maurer, T.**, 2005. Trend Detection in River Flow Series: 2. Flood and Low-Flow Index Series, *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 50, 811-824
- Şen, Z.**, 1994. Su Bilimleri ve Hidrometeoroloji, *I. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 23-25 Mart, s.7
- Tayanç, M., Karaca, M. ve Yenigün, O.**, 1997. Annual and Seasonal Air Temperature Trend Patterns of Climate Change and Urbanization Effects in Relation to Air Pollutants in Turkey, *Journal of Geophysical Research*, 102, 1909-1919
- Türkeş, M.**, 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey, *International Journal of Climatology*, 16,105-107
- Toros, H.**, 1993. Klimatolojik Serilerde Türkiye İklimlerinde Trend Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, İstanbul
- Van Belle, G. ve Hughes, J. P.**, 1984. Nonparametric Tests for Trend in Water Quality, *Water Resources Research*, 20, 127-136
- Yıldız, M., Saraç, M, Malkoç, Y. ve Uçar, İ.**, 2004. Türkiye Akarsularındaki Akımların Trendleri ve Bu Trendlerin Hidroelektrik Enerji Üretimine Etkileri, *IV. Ulusal Hidroloji Kongresi*, İTÜ, İstanbul, 23-25 Haziran, s.59-70

Yu, Y., Zou, S. ve Whittemore, D., 1993. Non-parametric Trend Analysis of Water Quality Data of River in Kansas, *Journal of Hydrology*, 150, 61-80

Yüksek, Ö. ve Üçüncü, O., 1999. Çözülmüş Problemlerle Temel Hidroloji, Akoluk Yayınevi, Trabzon

<http://analiz.ibsyazilim.com>

EKLER

EK-A

MEVSİMLER BAZINDA TÜM İSTASYONLARA AİT İSTATİSTİKSEL DEĞERLER

EK-B

STANDART NORMAL DAĞILIM TABLOSU χ^2 DAĞILIM TABLOSU

Tablo A.1: Mevsimler Bazında Tüm İstasyonlara Ait İstatistiksel Değerler

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Standart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
105	Ekim-Kasım-Aralık	18,218	1029,606	32,087	1,761	5,587
	Ocak-Şubat-Mart	53,754	2930,391	54,133	1,007	1,663
	Nisan-Mayıs-Haziran	18,884	301,996	17,378	0,920	1,872
	Temmuz-Ağustos-Eylül	2,477	4,257	2,063	0,833	1,209
106	Ekim-Kasım-Aralık	3,458	42,833	6,545	1,893	3,698
	Ocak-Şubat-Mart	9,681	128,032	11,315	1,169	1,806
	Nisan-Mayıs-Haziran	3,300	15,773	3,971	1,204	2,270
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,186	2,828	1,682	1,418	2,236
302	Ekim-Kasım-Aralık	36,372	1864,509	43,180	1,187	4,626
	Ocak-Şubat-Mart	108,516	4592,361	67,767	0,624	0,933
	Nisan-Mayıs-Haziran	70,034	2171,394	46,598	0,665	1,469
	Temmuz-Ağustos-Eylül	17,212	57,867	7,607	0,442	1,106
311	Ekim-Kasım-Aralık	4,082	8,000	2,828	0,693	5,411
	Ocak-Şubat-Mart	10,944	75,288	8,677	0,793	1,223
	Nisan-Mayıs-Haziran	7,034	19,939	4,465	0,635	1,799
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,071	0,810	0,900	0,293	0,271
314	Ekim-Kasım-Aralık	14,767	790,844	28,122	1,904	4,463
	Ocak-Şubat-Mart	48,347	1095,125	33,093	0,684	1,203
	Nisan-Mayıs-Haziran	12,403	145,125	12,047	0,971	2,408
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,058	1,142	1,069	1,010	3,408
328	Ekim-Kasım-Aralık	4,133	8,105	2,847	0,689	3,232
	Ocak-Şubat-Mart	10,714	62,174	7,885	0,736	1,261
	Nisan-Mayıs-Haziran	7,563	20,776	4,558	0,603	0,983
	Temmuz-Ağustos-Eylül	2,113	1,126	1,061	0,502	0,829
407	Ekim-Kasım-Aralık	10,560	262,763	16,210	1,535	3,027
	Ocak-Şubat-Mart	27,290	365,151	19,109	0,700	1,291
	Nisan-Mayıs-Haziran	9,327	63,972	7,998	0,858	1,792
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,853	0,953	0,976	1,144	3,752
408	Ekim-Kasım-Aralık	0,792	2,785	1,669	2,107	5,363
	Ocak-Şubat-Mart	2,295	3,125	1,768	0,770	1,962
	Nisan-Mayıs-Haziran	0,757	0,647	0,805	1,063	1,801
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,028	0,014	0,118	4,260	6,265
509	Ekim-Kasım-Aralık	1,697	11,428	3,381	1,993	4,915
	Ocak-Şubat-Mart	7,101	49,811	7,058	0,994	2,239
	Nisan-Mayıs-Haziran	2,836	9,498	3,082	1,087	2,273
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,249	0,023	0,152	0,610	0,813
515	Ekim-Kasım-Aralık	2,542	25,492	5,049	1,986	6,164
	Ocak-Şubat-Mart	8,351	53,928	7,344	0,879	1,196
	Nisan-Mayıs-Haziran	2,849	7,589	2,755	0,967	1,662
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,321	0,337	0,580	1,808	5,901
523	Ekim-Kasım-Aralık	6,934	66,389	8,148	1,175	3,141
	Ocak-Şubat-Mart	19,956	339,790	18,433	0,924	1,849
	Nisan-Mayıs-Haziran	11,215	74,155	8,611	0,768	1,571
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,508	1,795	1,340	0,888	1,448
601	Ekim-Kasım-Aralık	5,686	167,478	12,941	2,276	5,559
	Ocak-Şubat-Mart	25,732	708,912	26,625	1,035	1,628
	Nisan-Mayıs-Haziran	8,634	117,150	10,824	1,254	3,226
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,397	0,494	0,703	1,770	2,551
701	Ekim-Kasım-Aralık	4,814	34,792	5,898	1,225	2,714
	Ocak-Şubat-Mart	14,553	99,716	9,986	0,686	0,853
	Nisan-Mayıs-Haziran	5,132	10,815	3,289	0,641	1,016
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,622	1,382	1,175	0,725	0,790
725	Ekim-Kasım-Aralık	1,727	4,046	2,011	1,165	2,854
	Ocak-Şubat-Mart	5,828	28,538	5,342	0,917	2,630
	Nisan-Mayıs-Haziran	4,581	14,597	3,821	0,834	1,964
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,207	0,142	0,376	1,822	2,424

Tablo A.1 (Devam)

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Standart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
809	Ekim-Kasım-Aralık	1,995	5,648	2,377	1,191	2,707
	Ocak-Şubat-Mart	6,873	26,498	5,148	0,749	1,256
	Nisan-Mayıs-Haziran	5,103	16,594	4,074	0,798	1,093
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,538	0,120	0,347	0,645	1,302
812	Ekim-Kasım-Aralık	37,514	1190,763	34,507	0,920	3,196
	Ocak-Şubat-Mart	77,289	2336,178	48,334	0,625	1,323
	Nisan-Mayıs-Haziran	39,881	559,690	23,658	0,593	1,264
	Temmuz-Ağustos-Eylül	15,748	16,672	4,083	0,259	0,621
815	Ekim-Kasım-Aralık	36,112	341,715	18,486	0,512	2,763
	Ocak-Şubat-Mart	56,293	724,791	26,922	0,478	1,020
	Nisan-Mayıs-Haziran	37,415	294,698	17,167	0,459	0,766
	Temmuz-Ağustos-Eylül	19,008	43,730	6,613	0,348	0,398
902	Ekim-Kasım-Aralık	70,300	3195,000	56,524	0,804	2,747
	Ocak-Şubat-Mart	131,051	3343,898	57,826	0,441	1,224
	Nisan-Mayıs-Haziran	93,700	915,992	30,265	0,323	0,502
	Temmuz-Ağustos-Eylül	41,347	82,641	9,091	0,220	1,148
912	Ekim-Kasım-Aralık	51,856	3497,157	59,137	1,140	1,725
	Ocak-Şubat-Mart	111,813	3580,970	59,841	0,535	0,833
	Nisan-Mayıs-Haziran	96,944	1568,172	39,600	0,408	0,199
	Temmuz-Ağustos-Eylül	30,057	336,236	18,337	0,610	0,266
917	Ekim-Kasım-Aralık	24,577	804,910	28,371	1,154	2,054
	Ocak-Şubat-Mart	50,149	655,528	25,603	0,511	0,873
	Nisan-Mayıs-Haziran	39,044	350,749	18,728	0,480	0,413
	Temmuz-Ağustos-Eylül	8,470	17,316	4,161	0,491	1,371
1003	Ekim-Kasım-Aralık	1,369	2,545	1,595	1,165	2,797
	Ocak-Şubat-Mart	2,542	10,692	3,270	1,286	2,274
	Nisan-Mayıs-Haziran	2,019	5,770	2,402	1,190	2,561
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,689	0,311	0,558	0,810	0,573
1102	Ekim-Kasım-Aralık	0,232	0,064	0,254	1,092	3,055
	Ocak-Şubat-Mart	1,027	0,812	0,901	0,878	1,366
	Nisan-Mayıs-Haziran	0,593	0,435	0,660	1,113	1,775
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,089	0,018	0,133	1,494	3,805
1203	Ekim-Kasım-Aralık	5,050	8,542	2,923	0,579	2,384
	Ocak-Şubat-Mart	13,286	92,384	9,612	0,723	1,449
	Nisan-Mayıs-Haziran	10,850	58,944	7,678	0,708	1,496
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,288	2,598	1,612	0,490	1,055
1222	Ekim-Kasım-Aralık	11,304	109,528	10,466	0,926	2,040
	Ocak-Şubat-Mart	29,670	251,731	15,866	0,535	0,880
	Nisan-Mayıs-Haziran	28,029	283,110	16,826	0,600	1,086
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,360	6,996	2,645	0,787	1,853
1223	Ekim-Kasım-Aralık	0,841	0,637	0,798	0,949	2,839
	Ocak-Şubat-Mart	3,606	12,028	3,468	0,962	1,276
	Nisan-Mayıs-Haziran	2,308	7,256	2,694	1,167	2,616
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,298	0,072	0,269	0,902	2,909
1224	Ekim-Kasım-Aralık	6,913	4,008	2,002	0,290	-1,163
	Ocak-Şubat-Mart	9,745	24,673	4,967	0,510	0,924
	Nisan-Mayıs-Haziran	7,490	20,270	4,502	0,601	1,420
	Temmuz-Ağustos-Eylül	4,054	2,493	1,579	0,389	-0,487
1233	Ekim-Kasım-Aralık	5,994	59,793	7,733	1,290	2,912
	Ocak-Şubat-Mart	22,852	324,195	18,005	0,788	0,911
	Nisan-Mayıs-Haziran	24,685	460,958	21,470	0,870	0,892
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,106	1,486	1,219	1,102	3,262
1237	Ekim-Kasım-Aralık	3,972	4,302	2,074	0,522	2,150
	Ocak-Şubat-Mart	11,760	48,757	6,983	0,594	1,153
	Nisan-Mayıs-Haziran	12,461	57,312	7,570	0,608	1,160
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,099	2,418	1,555	0,502	2,389

Tablo A.1 (Devam)

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Standart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
1239	Ekim-Kasım-Aralık	1,056	3,819	1,954	1,850	6,673
	Ocak-Şubat-Mart	4,125	14,888	3,859	0,935	1,581
	Nisan-Mayıs-Haziran	4,680	20,032	4,476	0,956	1,401
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,197	0,103	0,321	1,626	2,774
1244	Ekim-Kasım-Aralık	2,355	15,828	3,978	1,690	5,280
	Ocak-Şubat-Mart	9,692	85,762	9,261	0,955	1,855
	Nisan-Mayıs-Haziran	9,617	96,471	9,822	1,021	1,496
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,540	0,167	0,409	0,758	1,862
1314	Ekim-Kasım-Aralık	10,968	69,885	8,360	0,762	2,433
	Ocak-Şubat-Mart	34,037	597,538	24,445	0,718	1,286
	Nisan-Mayıs-Haziran	52,604	1210,122	34,787	0,661	0,924
	Temmuz-Ağustos-Eylül	6,924	18,032	4,246	0,613	1,864
1319	Ekim-Kasım-Aralık	2,761	3,721	1,929	0,699	1,672
	Ocak-Şubat-Mart	8,088	23,441	4,842	0,599	1,010
	Nisan-Mayıs-Haziran	10,404	44,711	6,687	0,643	1,408
	Temmuz-Ağustos-Eylül	2,053	2,519	1,587	0,773	3,152
1327	Ekim-Kasım-Aralık	3,071	19,461	4,411	1,436	3,425
	Ocak-Şubat-Mart	11,748	93,943	9,692	0,825	1,502
	Nisan-Mayıs-Haziran	16,304	163,324	12,780	0,784	0,918
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,754	0,863	0,929	1,232	3,427
1331	Ekim-Kasım-Aralık	25,862	504,949	22,471	0,869	1,206
	Ocak-Şubat-Mart	45,473	613,651	24,772	0,545	2,114
	Nisan-Mayıs-Haziran	24,841	544,490	23,334	0,939	2,368
	Temmuz-Ağustos-Eylül	7,590	103,516	10,174	1,340	3,260
1333	Ekim-Kasım-Aralık	8,238	47,943	6,924	0,840	1,556
	Ocak-Şubat-Mart	24,538	220,027	14,833	0,604	1,078
	Nisan-Mayıs-Haziran	29,305	334,838	18,299	0,624	1,289
	Temmuz-Ağustos-Eylül	4,884	13,389	3,659	0,749	2,253
1334	Ekim-Kasım-Aralık	4,669	8,423	2,902	0,622	1,627
	Ocak-Şubat-Mart	11,623	34,895	5,907	0,508	1,162
	Nisan-Mayıs-Haziran	12,402	54,261	7,366	0,594	1,437
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,012	2,111	1,453	0,482	1,780
1335	Ekim-Kasım-Aralık	60,452	2057,452	45,359	0,750	1,239
	Ocak-Şubat-Mart	154,329	6141,601	78,368	0,508	1,235
	Nisan-Mayıs-Haziran	161,701	11354,19	106,556	0,659	1,349
	Temmuz-Ağustos-Eylül	30,809	561,694	23,700	0,769	2,755
1401	Ekim-Kasım-Aralık	31,256	473,337	21,756	0,696	1,979
	Ocak-Şubat-Mart	52,361	1413,288	37,594	0,718	1,499
	Nisan-Mayıs-Haziran	175,751	10330,13	101,637	0,578	0,643
	Temmuz-Ağustos-Eylül	26,403	549,407	23,439	0,888	2,165
1412	Ekim-Kasım-Aralık	4,066	10,965	3,311	0,814	3,665
	Ocak-Şubat-Mart	11,070	70,149	8,375	0,757	1,486
	Nisan-Mayıs-Haziran	12,112	82,660	9,092	0,751	1,050
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,170	1,298	1,139	0,974	1,364
1418	Ekim-Kasım-Aralık	8,014	44,701	6,686	0,834	2,691
	Ocak-Şubat-Mart	16,911	159,358	12,624	0,746	1,199
	Nisan-Mayıs-Haziran	43,225	558,831	23,640	0,547	0,522
	Temmuz-Ağustos-Eylül	5,071	5,602	2,367	0,467	1,465
1422	Ekim-Kasım-Aralık	3,048	5,093	2,257	0,740	2,763
	Ocak-Şubat-Mart	5,137	18,004	4,243	0,826	1,825
	Nisan-Mayıs-Haziran	22,371	175,747	13,257	0,593	0,799
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,491	1,772	1,331	0,893	2,476
1424	Ekim-Kasım-Aralık	1,941	2,722	1,650	0,850	2,610
	Ocak-Şubat-Mart	5,854	23,569	4,855	0,829	1,513
	Nisan-Mayıs-Haziran	8,313	41,847	6,469	0,778	1,205
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,762	0,261	0,511	0,671	1,114

Tablo A.1 (Devam)

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Standart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
1501	Ekim-Kasım-Aralık	27,349	252,605	15,894	0,581	2,554
	Ocak-Şubat-Mart	72,487	3369,964	58,051	0,801	1,663
	Nisan-Mayıs-Haziran	153,376	10599,88	102,956	0,671	1,102
	Temmuz-Ağustos-Eylül	18,892	74,668	8,641	0,457	1,328
1517	Ekim-Kasım-Aralık	6,983	21,849	4,674	0,669	1,693
	Ocak-Şubat-Mart	17,907	153,452	12,388	0,692	1,425
	Nisan-Mayıs-Haziran	18,378	178,334	13,354	0,727	1,029
	Temmuz-Ağustos-Eylül	2,386	5,656	2,378	0,997	1,863
1524	Ekim-Kasım-Aralık	7,283	26,414	5,139	0,706	2,159
	Ocak-Şubat-Mart	19,173	207,827	14,416	0,752	1,862
	Nisan-Mayıs-Haziran	33,510	349,550	18,696	0,558	0,469
	Temmuz-Ağustos-Eylül	4,715	16,797	4,098	0,869	2,146
1532	Ekim-Kasım-Aralık	37,944	439,847	20,973	0,553	2,528
	Ocak-Şubat-Mart	90,954	4108,270	64,096	0,705	1,489
	Nisan-Mayıs-Haziran	172,105	12177,32	110,351	0,641	1,155
	Temmuz-Ağustos-Eylül	24,024	120,101	10,959	0,456	1,529
1535	Ekim-Kasım-Aralık	14,964	317,372	17,815	1,190	5,975
	Ocak-Şubat-Mart	40,280	1241,717	35,238	0,875	1,225
	Nisan-Mayıs-Haziran	94,189	4358,693	66,020	0,701	1,159
	Temmuz-Ağustos-Eylül	7,901	18,172	4,263	0,540	1,561
1536	Ekim-Kasım-Aralık	124,768	1997,445	44,693	0,358	0,589
	Ocak-Şubat-Mart	157,172	4190,213	64,732	0,412	1,096
	Nisan-Mayıs-Haziran	152,736	8614,271	92,813	0,608	1,360
	Temmuz-Ağustos-Eylül	95,457	1118,552	33,445	0,350	0,771
1611	Ekim-Kasım-Aralık	1,638	3,745	1,935	1,181	2,317
	Ocak-Şubat-Mart	5,291	13,744	3,707	0,701	1,150
	Nisan-Mayıs-Haziran	6,818	24,198	4,919	0,722	0,863
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,568	0,178	0,422	0,744	1,731
1612	Ekim-Kasım-Aralık	1,112	0,628	0,792	0,713	1,416
	Ocak-Şubat-Mart	3,250	6,309	2,512	0,773	1,431
	Nisan-Mayıs-Haziran	4,187	12,456	3,529	0,843	1,049
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,696	0,235	0,485	0,696	0,620
1621	Ekim-Kasım-Aralık	5,163	35,247	5,937	1,150	1,454
	Ocak-Şubat-Mart	15,494	63,158	7,947	0,513	-0,071
	Nisan-Mayıs-Haziran	17,770	67,950	8,243	0,464	0,244
	Temmuz-Ağustos-Eylül	11,702	70,762	8,412	0,719	0,153
1622	Ekim-Kasım-Aralık	1,015	0,164	0,405	0,399	0,833
	Ocak-Şubat-Mart	1,550	0,278	0,528	0,340	1,022
	Nisan-Mayıs-Haziran	1,135	0,342	0,585	0,515	0,767
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,305	0,042	0,206	0,675	0,566
1714	Ekim-Kasım-Aralık	84,842	4655,961	68,235	0,804	2,809
	Ocak-Şubat-Mart	167,067	6752,501	82,174	0,492	0,872
	Nisan-Mayıs-Haziran	160,254	11437,99	106,949	0,667	0,955
	Temmuz-Ağustos-Eylül	39,772	134,978	11,618	0,292	-0,263
1717	Ekim-Kasım-Aralık	3,719	1,845	1,358	0,365	1,466
	Ocak-Şubat-Mart	5,766	19,404	4,405	0,764	3,727
	Nisan-Mayıs-Haziran	9,042	40,083	6,331	0,700	1,585
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,802	2,797	1,673	0,440	1,102
1719	Ekim-Kasım-Aralık	40,418	1370,199	37,016	0,916	2,186
	Ocak-Şubat-Mart	80,351	4848,379	69,630	0,867	6,063
	Nisan-Mayıs-Haziran	82,380	3720,563	60,996	0,740	0,867
	Temmuz-Ağustos-Eylül	15,159	36,743	6,062	0,400	0,056
1720	Ekim-Kasım-Aralık	32,009	499,335	22,346	0,698	3,025
	Ocak-Şubat-Mart	68,217	1221,288	34,947	0,512	1,064
	Nisan-Mayıs-Haziran	63,959	1745,604	41,780	0,653	0,983
	Temmuz-Ağustos-Eylül	18,441	16,035	4,004	0,217	0,863

Tablo A.1 (Devam)

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Standart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
1721	Ekim-Kasım-Aralık	19,579	371,056	19,263	0,984	1,961
	Ocak-Şubat-Mart	31,889	303,478	17,421	0,546	1,716
	Nisan-Mayıs-Haziran	38,507	370,251	19,242	0,500	0,022
	Temmuz-Ağustos-Eylül	6,932	9,264	3,044	0,439	2,874
1801	Ekim-Kasım-Aralık	18,054	66,695	8,167	0,452	2,382
	Ocak-Şubat-Mart	36,902	515,356	22,701	0,615	1,348
	Nisan-Mayıs-Haziran	48,424	706,405	26,578	0,549	1,110
	Temmuz-Ağustos-Eylül	15,977	16,471	4,058	0,254	-0,209
1805	Ekim-Kasım-Aralık	36,404	1114,420	33,383	0,917	3,577
	Ocak-Şubat-Mart	90,776	3671,804	60,595	0,668	1,459
	Nisan-Mayıs-Haziran	98,711	5102,087	71,429	0,724	1,801
	Temmuz-Ağustos-Eylül	25,951	161,141	12,694	0,489	4,008
1820	Ekim-Kasım-Aralık	8,877	36,224	6,019	0,678	2,096
	Ocak-Şubat-Mart	15,848	110,178	10,497	0,662	2,321
	Nisan-Mayıs-Haziran	22,762	123,968	11,134	0,489	0,700
	Temmuz-Ağustos-Eylül	5,887	9,757	3,124	0,531	1,485
1822	Ekim-Kasım-Aralık	13,939	17,407	4,172	0,299	1,177
	Ocak-Şubat-Mart	18,679	70,477	8,395	0,449	1,939
	Nisan-Mayıs-Haziran	37,159	334,620	18,293	0,492	0,518
	Temmuz-Ağustos-Eylül	10,747	19,433	4,408	0,410	0,776
2004	Ekim-Kasım-Aralık	152,567	8119,388	90,108	0,591	1,173
	Ocak-Şubat-Mart	280,958	27272,55	165,144	0,588	1,100
	Nisan-Mayıs-Haziran	301,060	55475,63	235,533	0,782	1,766
	Temmuz-Ağustos-Eylül	84,899	1290,962	35,930	0,423	0,283
2006	Ekim-Kasım-Aralık	4,583	4,470	2,114	0,461	1,505
	Ocak-Şubat-Mart	8,779	34,757	5,896	0,672	1,562
	Nisan-Mayıs-Haziran	18,648	101,434	10,071	0,540	0,749
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,904	3,846	1,961	0,502	0,846
2008	Ekim-Kasım-Aralık	4,628	20,110	4,484	0,969	2,204
	Ocak-Şubat-Mart	11,751	62,194	7,886	0,671	1,413
	Nisan-Mayıs-Haziran	14,094	95,691	9,782	0,694	0,815
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,949	0,791	0,889	0,456	1,057
2015	Ekim-Kasım-Aralık	5,257	2,905	1,704	0,324	0,542
	Ocak-Şubat-Mart	6,373	14,829	3,851	0,604	2,396
	Nisan-Mayıs-Haziran	13,980	45,637	6,756	0,483	1,375
	Temmuz-Ağustos-Eylül	6,804	5,850	2,419	0,355	0,712
2102	Ekim-Kasım-Aralık	103,593	2974,975	54,543	0,527	1,941
	Ocak-Şubat-Mart	185,973	21517,98	146,690	0,789	1,653
	Nisan-Mayıs-Haziran	636,244	188851,7	434,571	0,683	0,863
	Temmuz-Ağustos-Eylül	52,563	919,501	30,323	0,577	2,249
2122	Ekim-Kasım-Aralık	18,046	44,790	6,693	0,371	1,545
	Ocak-Şubat-Mart	23,485	276,794	16,637	0,708	2,000
	Nisan-Mayıs-Haziran	136,154	5581,946	74,712	0,549	0,383
	Temmuz-Ağustos-Eylül	11,772	66,053	8,127	0,690	2,836
2123	Ekim-Kasım-Aralık	9,423	4,971	2,230	0,237	-2,865
	Ocak-Şubat-Mart	10,073	4,978	2,231	0,222	-2,152
	Nisan-Mayıs-Haziran	9,451	6,174	2,485	0,263	-1,689
	Temmuz-Ağustos-Eylül	8,992	4,885	2,210	0,246	-2,506
2124	Ekim-Kasım-Aralık	7,215	2,085	1,444	0,200	0,933
	Ocak-Şubat-Mart	7,452	5,159	2,271	0,305	2,202
	Nisan-Mayıs-Haziran	11,447	29,623	5,443	0,475	2,179
	Temmuz-Ağustos-Eylül	7,362	3,925	1,981	0,269	1,062
2131	Ekim-Kasım-Aralık	0,784	0,182	0,427	0,545	2,227
	Ocak-Şubat-Mart	1,707	3,222	1,795	1,051	2,858
	Nisan-Mayıs-Haziran	3,492	12,261	3,502	1,003	1,951
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,791	0,146	0,381	0,482	0,945

Tablo A.1 (Devam)

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Stasndart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
2133	Ekim-Kasım-Aralık	47,271	357,806	18,916	0,400	1,282
	Ocak-Şubat-Mart	57,485	930,454	30,503	0,531	1,197
	Nisan-Mayıs-Haziran	192,399	7332,753	85,631	0,445	0,809
	Temmuz-Ağustos-Eylül	55,182	445,663	21,111	0,383	0,826
2135	Ekim-Kasım-Aralık	2,806	1,534	1,239	0,441	1,914
	Ocak-Şubat-Mart	4,275	4,521	2,126	0,497	1,703
	Nisan-Mayıs-Haziran	6,625	10,103	3,179	0,480	0,866
	Temmuz-Ağustos-Eylül	2,420	0,672	0,820	0,339	1,234
2145	Ekim-Kasım-Aralık	18,884	17,251	4,153	0,220	1,016
	Ocak-Şubat-Mart	23,405	101,311	10,065	0,430	2,728
	Nisan-Mayıs-Haziran	35,413	425,948	20,639	0,583	2,382
	Temmuz-Ağustos-Eylül	17,416	33,010	5,745	0,330	1,083
2147	Ekim-Kasım-Aralık	20,467	41,551	6,446	0,315	1,505
	Ocak-Şubat-Mart	19,068	50,858	7,131	0,374	1,416
	Nisan-Mayıs-Haziran	66,788	498,733	22,332	0,334	1,098
	Temmuz-Ağustos-Eylül	29,447	115,228	10,734	0,365	0,659
2149	Ekim-Kasım-Aralık	27,071	87,295	9,343	0,345	1,738
	Ocak-Şubat-Mart	31,319	214,635	14,650	0,468	1,024
	Nisan-Mayıs-Haziran	109,956	1993,131	44,644	0,406	0,869
	Temmuz-Ağustos-Eylül	37,645	184,876	13,597	0,361	0,611
2154	Ekim-Kasım-Aralık	7,522	5,562	2,358	0,314	1,754
	Ocak-Şubat-Mart	10,185	41,168	6,416	0,630	2,740
	Nisan-Mayıs-Haziran	53,914	846,396	29,093	0,540	0,618
	Temmuz-Ağustos-Eylül	5,498	9,287	3,047	0,554	2,154
2156	Ekim-Kasım-Aralık	98,192	620,824	24,916	0,254	1,472
	Ocak-Şubat-Mart	104,940	969,826	31,142	0,297	0,966
	Nisan-Mayıs-Haziran	299,167	15473,06	124,391	0,416	0,815
	Temmuz-Ağustos-Eylül	89,882	633,494	25,169	0,280	1,681
2157	Ekim-Kasım-Aralık	10,922	49,635	7,045	0,645	2,206
	Ocak-Şubat-Mart	24,779	584,641	24,179	0,976	2,339
	Nisan-Mayıs-Haziran	60,382	3047,619	55,205	0,914	1,387
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,771	2,473	1,572	0,417	1,365
2158	Ekim-Kasım-Aralık	7,448	17,902	4,231	0,568	3,090
	Ocak-Şubat-Mart	9,496	44,736	6,688	0,704	1,713
	Nisan-Mayıs-Haziran	55,540	991,627	31,490	0,567	0,560
	Temmuz-Ağustos-Eylül	4,262	6,099	2,470	0,579	2,722
2164	Ekim-Kasım-Aralık	14,990	160,081	12,652	0,844	2,043
	Ocak-Şubat-Mart	28,849	643,207	25,362	0,879	1,585
	Nisan-Mayıs-Haziran	85,897	4774,052	69,095	0,804	0,720
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,354	3,580	1,892	0,564	2,420
2166	Ekim-Kasım-Aralık	31,954	540,140	23,241	0,727	2,134
	Ocak-Şubat-Mart	56,003	1613,030	40,163	0,717	1,413
	Nisan-Mayıs-Haziran	197,872	13336,97	115,486	0,584	0,708
	Temmuz-Ağustos-Eylül	24,227	235,153	15,335	0,633	2,312
2202	Ekim-Kasım-Aralık	6,352	10,625	3,260	0,513	1,088
	Ocak-Şubat-Mart	6,499	10,093	3,177	0,489	0,929
	Nisan-Mayıs-Haziran	25,988	109,337	10,456	0,402	0,356
	Temmuz-Ağustos-Eylül	5,374	5,795	2,407	0,448	1,469
2213	Ekim-Kasım-Aralık	8,578	18,510	4,302	0,502	1,029
	Ocak-Şubat-Mart	10,606	33,557	5,793	0,546	1,196
	Nisan-Mayıs-Haziran	29,864	138,758	11,780	0,394	1,734
	Temmuz-Ağustos-Eylül	6,493	10,575	3,252	0,501	1,246
2215	Ekim-Kasım-Aralık	6,175	5,481	2,341	0,379	1,531
	Ocak-Şubat-Mart	4,977	2,313	1,521	0,306	1,012
	Nisan-Mayıs-Haziran	30,819	114,289	10,691	0,347	-0,160
	Temmuz-Ağustos-Eylül	11,059	47,791	6,913	0,625	1,261

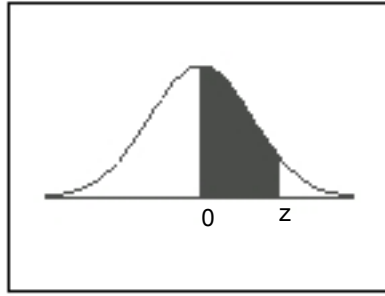
Tablo A.1 (Devam)

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Standart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
2218	Ekim-Kasım-Aralık	16,822	24,738	4,974	0,296	0,999
	Ocak-Şubat-Mart	14,090	21,098	4,593	0,326	2,290
	Nisan-Mayıs-Haziran	57,541	322,749	17,965	0,312	0,006
	Temmuz-Ağustos-Eylül	24,089	154,508	12,430	0,516	1,133
2228	Ekim-Kasım-Aralık	4,355	6,645	2,578	0,592	1,667
	Ocak-Şubat-Mart	4,867	8,301	2,881	0,592	2,196
	Nisan-Mayıs-Haziran	5,603	32,725	5,721	1,021	4,447
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,760	1,044	1,022	0,580	1,139
2232	Ekim-Kasım-Aralık	18,251	39,774	6,307	0,346	0,730
	Ocak-Şubat-Mart	13,875	22,062	4,697	0,339	1,704
	Nisan-Mayıs-Haziran	56,474	330,990	18,193	0,322	0,023
	Temmuz-Ağustos-Eylül	26,625	144,691	12,029	0,452	0,817
2233	Ekim-Kasım-Aralık	2,536	0,914	0,956	0,377	1,820
	Ocak-Şubat-Mart	1,939	0,484	0,696	0,359	1,724
	Nisan-Mayıs-Haziran	16,311	41,924	6,475	0,397	-0,194
	Temmuz-Ağustos-Eylül	5,190	13,870	3,724	0,718	1,382
2238	Ekim-Kasım-Aralık	4,515	13,048	3,612	0,800	2,421
	Ocak-Şubat-Mart	10,551	78,487	8,859	0,840	1,452
	Nisan-Mayıs-Haziran	29,234	292,527	17,103	0,585	0,641
	Temmuz-Ağustos-Eylül	2,370	1,404	1,185	0,500	1,705
2239	Ekim-Kasım-Aralık	4,250	8,789	2,965	0,698	1,207
	Ocak-Şubat-Mart	7,035	12,017	3,467	0,493	0,882
	Nisan-Mayıs-Haziran	6,042	16,559	4,069	0,674	0,954
	Temmuz-Ağustos-Eylül	1,643	2,152	1,467	0,893	3,443
2245	Ekim-Kasım-Aralık	8,260	26,993	5,196	0,629	1,267
	Ocak-Şubat-Mart	10,181	21,355	4,621	0,454	1,195
	Nisan-Mayıs-Haziran	6,280	22,646	4,759	0,758	1,185
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,738	15,900	3,988	1,067	2,516
2247	Ekim-Kasım-Aralık	20,511	180,004	13,417	0,654	1,521
	Ocak-Şubat-Mart	31,570	375,669	19,382	0,614	1,243
	Nisan-Mayıs-Haziran	54,733	1036,786	32,199	0,588	0,614
	Temmuz-Ağustos-Eylül	8,362	31,689	5,629	0,673	2,540
2304	Ekim-Kasım-Aralık	6,408	4,247	2,061	0,322	0,627
	Ocak-Şubat-Mart	6,246	6,414	2,533	0,406	1,821
	Nisan-Mayıs-Haziran	37,619	339,142	18,416	0,490	1,132
	Temmuz-Ağustos-Eylül	9,386	17,398	4,171	0,444	1,377
2305	Ekim-Kasım-Aralık	27,495	100,277	10,014	0,364	2,288
	Ocak-Şubat-Mart	31,556	280,000	16,733	0,530	1,434
	Nisan-Mayıs-Haziran	179,772	4263,268	65,294	0,363	0,879
	Temmuz-Ağustos-Eylül	37,461	646,143	25,419	0,679	2,021
2315	Ekim-Kasım-Aralık	113,025	1477,778	38,442	0,340	1,353
	Ocak-Şubat-Mart	123,153	3230,925	56,841	0,462	2,032
	Nisan-Mayıs-Haziran	481,580	32654,83	180,706	0,375	1,052
	Temmuz-Ağustos-Eylül	109,330	3188,485	56,467	0,516	1,593
2316	Ekim-Kasım-Aralık	15,819	32,571	5,707	0,361	2,785
	Ocak-Şubat-Mart	18,831	114,059	10,680	0,567	1,680
	Nisan-Mayıs-Haziran	104,743	1859,916	43,127	0,412	0,564
	Temmuz-Ağustos-Eylül	16,568	73,031	8,546	0,516	1,512
2323	Ekim-Kasım-Aralık	17,223	16,117	4,015	0,233	1,625
	Ocak-Şubat-Mart	16,785	19,043	4,364	0,260	1,234
	Nisan-Mayıs-Haziran	80,730	2079,970	45,607	0,565	1,618
	Temmuz-Ağustos-Eylül	18,694	90,879	9,533	0,510	1,743
2402	Ekim-Kasım-Aralık	22,886	49,572	7,041	0,308	0,849
	Ocak-Şubat-Mart	25,887	196,724	14,026	0,542	2,149
	Nisan-Mayıs-Haziran	164,144	7920,231	88,996	0,542	0,802
	Temmuz-Ağustos-Eylül	20,230	127,134	11,275	0,557	2,345

Tablo A.1 (Devam)

İstasyon Numarası	Mevsimler	Ortalama (m ³ /s) μ_x	Varyans (m ³ /s) Var(x)	Standart Sapma (m ³ /s) σ_x	Değişim Katsayısı C_{vx}	Çarpıklık Katsayısı C_{sx}
2409	Ekim-Kasım-Aralık	3,940	1,263	1,124	0,285	4,328
	Ocak-Şubat-Mart	6,145	24,530	4,953	0,806	2,337
	Nisan-Mayıs-Haziran	27,646	405,338	20,133	0,728	1,417
	Temmuz-Ağustos-Eylül	3,984	5,370	2,317	0,582	1,924
2415	Ekim-Kasım-Aralık	3,745	1,222	1,105	0,295	2,238
	Ocak-Şubat-Mart	4,770	22,631	4,757	0,997	3,697
	Nisan-Mayıs-Haziran	54,096	814,252	28,535	0,527	0,416
	Temmuz-Ağustos-Eylül	5,452	16,060	4,008	0,735	3,058
2418	Ekim-Kasım-Aralık	10,248	4,327	2,080	0,203	0,893
	Ocak-Şubat-Mart	13,367	65,521	8,095	0,606	3,283
	Nisan-Mayıs-Haziran	40,184	526,362	22,943	0,571	1,116
	Temmuz-Ağustos-Eylül	9,236	11,997	3,464	0,375	1,449
2505	Ekim-Kasım-Aralık	6,882	2,579	1,606	0,233	0,631
	Ocak-Şubat-Mart	6,880	5,846	2,418	0,351	2,887
	Nisan-Mayıs-Haziran	19,017	140,985	11,874	0,624	1,049
	Temmuz-Ağustos-Eylül	5,477	2,737	1,654	0,302	1,852
2509	Ekim-Kasım-Aralık	1,847	0,492	0,701	0,380	1,214
	Ocak-Şubat-Mart	1,885	1,067	1,033	0,548	1,839
	Nisan-Mayıs-Haziran	10,274	31,898	5,648	0,550	1,182
	Temmuz-Ağustos-Eylül	2,602	5,150	2,269	0,872	2,911
2603	Ekim-Kasım-Aralık	22,675	673,458	25,951	1,144	2,582
	Ocak-Şubat-Mart	61,518	2069,508	45,492	0,739	1,582
	Nisan-Mayıs-Haziran	105,588	7247,700	85,133	0,806	0,957
	Temmuz-Ağustos-Eylül	4,744	11,667	3,416	0,720	1,912
2610	Ekim-Kasım-Aralık	8,866	82,462	9,081	1,024	3,063
	Ocak-Şubat-Mart	22,380	246,577	15,703	0,702	1,856
	Nisan-Mayıs-Haziran	39,373	840,791	28,996	0,736	0,973
	Temmuz-Ağustos-Eylül	4,075	2,394	1,547	0,380	1,449
2612	Ekim-Kasım-Aralık	71,437	6123,520	78,253	1,095	2,386
	Ocak-Şubat-Mart	173,849	11570,00	107,564	0,619	0,898
	Nisan-Mayıs-Haziran	247,756	26391,19	162,454	0,656	0,339
	Temmuz-Ağustos-Eylül	13,165	173,242	13,162	1,000	3,902
2618	Ekim-Kasım-Aralık	3,559	38,287	6,188	1,738	4,160
	Ocak-Şubat-Mart	17,388	194,011	13,929	0,801	1,126
	Nisan-Mayıs-Haziran	9,328	162,258	12,738	1,366	3,521
	Temmuz-Ağustos-Eylül	0,428	0,137	0,370	0,866	1,277
2620	Ekim-Kasım-Aralık	20,656	42,096	6,488	0,314	0,968
	Ocak-Şubat-Mart	27,538	341,391	18,477	0,671	2,393
	Nisan-Mayıs-Haziran	157,669	4884,671	69,890	0,443	0,795
	Temmuz-Ağustos-Eylül	36,141	883,110	29,717	0,822	2,630

Tablo B.1: Standart Normal Dağılım Tablosu



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.5	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998

Tablo B.2: χ^2 Dağılım Tablosu

d.f.	.995	.99	.975	.95	.9	.1	.05	.025
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	2.71	3.84	5.02
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	4.61	5.99	7.38
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	6.25	7.81	9.35
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	7.78	9.49	11.14
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	9.24	11.07	12.83
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	10.64	12.59	14.45
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	12.02	14.07	16.01
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.68	21.92
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	23.54	26.30	28.85
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	24.77	27.59	30.19
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	25.99	28.87	31.53
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	27.20	30.14	32.85
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	28.41	31.41	34.17
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	30.81	33.92	36.78
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	33.20	36.42	39.36
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	35.56	38.89	41.92
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	37.92	41.34	44.46
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	40.26	43.77	46.98
32	15.13	16.36	18.29	20.07	22.27	42.58	46.19	49.48
34	16.50	17.79	19.81	21.66	23.95	44.90	48.60	51.97
38	19.29	20.69	22.88	24.88	27.34	49.51	53.38	56.90
42	22.14	23.65	26.00	28.14	30.77	54.09	58.12	61.78
46	25.04	26.66	29.16	31.44	34.22	58.64	62.83	66.62
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	63.17	67.50	71.42
55	31.73	33.57	36.40	38.96	42.06	68.80	73.31	77.38
60	35.53	37.48	40.48	43.19	46.46	74.40	79.08	83.30
65	39.38	41.44	44.60	47.45	50.88	79.97	84.82	89.18
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	85.53	90.53	95.02
75	47.21	49.48	52.94	56.05	59.79	91.06	96.22	100.84
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	96.58	101.88	106.63
85	55.17	57.63	61.39	64.75	68.78	102.08	107.52	112.39
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	107.57	113.15	118.14
95	63.25	65.90	69.92	73.52	77.82	113.04	118.75	123.86
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	118.50	124.34	129.56

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İstanbul'da doğan Enise Neyran Cebe, ilköğrenimini Lütü Banat İlkokulunda, orta öğrenimini Sainte-Pulcherie Fransız Lisesinde ve lise öğrenimini de Saint-Michel Fransız Lisesinde tamamlamıştır. 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak-Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği bölümüne girerek 2004 yılında bu bölümden mezun olmuştur. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hidrolik ve Su Kaynakları programında yüksek lisans eğitime başlamıştır. Halen yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Şu anda Deniz Hayat Sigorta'da operasyon departmanında çalışmaktadır.