ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Funda AYDIN

TÜRKİYE BUHARLAŞMA VERİLERİNİN BÖLGESEL ORTALAMA GİDİŞ ANALİZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE BUHARLAŞMA VERİLERİNİN BÖLGESEL ORTALAMA GİDİŞ ANALİZİ

Funda AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez ..29./..09..../.2009... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oy Birliği/Oy Çokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza……	İmza……..	İmza……
Doç. Dr. Fatih TOPALOĞLU	Prof. Dr. G. Tamer KAYAALP	Prof. Dr. Mahmut ÇETİN
Danışman	Üye	Üye

Bu Tez Enstitümüz **Tarımsal Yapılar ve Sulama** Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No : ZF2008YL7

Not: Bu tezde kullanılan ve başka kaynakta yapılan bildirimlerin, Çizelge, Şekil ve Fotoğrafların kaynak olarak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı fikir ve sanat eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE BUHARLAŞMA VERİLERİNİN BÖLGESEL ORTALAMA GİDİŞ ANALİZİ

Funda AYDIN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman : Doç.Dr. Fatih TOPALOĞLU
Yıl : .2009, **Sayfa:**52
Jüri : Doç. Dr. Fatih TOPALOĞLU
Prof. Dr. G. Tamer KAYAALP
Prof. Dr. Mahmut ÇETİN

Hidrolojik değişkenlerin gidiş analizi küresel iklim değişimi nedeniyle günümüzde daha fazla önem kazanmıştır. Hidrolojik zaman serilerindeki gidişin varlığı parametrik olmayan Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi ile yapılabilmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de bulunan, istatistiksel analize imkan verecek ölçüde yeterli olan en az 43, en fazla 66 adet buharlaşma gözlem istasyonlarına ait nisan-ekim aylarının aylık toplam buharlaşma verilerinin istatistiki anlamda eğilimlerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ile noktasal olarak (1975-2006) ve Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesi için bölgesel olarak (1975-2006) yeni geliştirilmiş Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi istatistiği ile gidiş içerip içermediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak buharlaşma verilerinde noktasal ölçekte mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve ekim aylarında genel olarak artma eğilimi görülürken; nisan ve eylül aylarının azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bölgesel ölçekte ise, Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesinde artış söz konusu iken, en fazla artma eğiliminin, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgesi'nde olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Buharlaşma, Gidiş Analizi, Türkiye, Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi, Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi.

ABSTRACT

MSc THESIS

REGIONAL AVARAGE TREND DETECTION OF TURKISH EVAPORATION DATA

Funda AYDIN

DEPARTMENT OFAGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Doç.Dr. Fatih TOPALOĞLU
Year : .2009, **Pages:**52
Jury : Doç. Dr. Fatih TOPALOĞLU
Prof. Dr. G. Tamer KAYAALP
Prof. Dr. Mahmut ÇETİN

Trend analysis of hydrological variables due to global climate change has gained more importance today. The existence of trends in hydrological time series done with non-parametric Mann-Kendall Rank Correlation Test. In this study, in Turkey, statistical analysis is sufficient to allow the extent of at least 43 observations of evaporation stations to a maximum of 66 for April-October months of the total monthly evaporation data for statistical trends detected with the spatial Mann-Kendall Rank Correlation Test and for the 7 geographic regions of Turkey as a regional (1975-2006) developed a new Regional Average Mann-Kendall Rank Correlation Test statistics and trends are identified.

As a result, Evaporation data indicates that on the spatial basis May, June, July, August and October months are generally seen as a trend to increase, furthermore in April and September decrease were determined. On Regional scale, the 7 geographic regions of Turkey, while an increase in the maximum upward trend, the Mediterranean, Southeast Anatolia and Central Anatolia region was found.

Key Words: Evaporation, Trend Analysis, Turkey, Mann-Kendall Rank Correlation Test, Regional Average Mann-Kendall Rank Correlation Test.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimime başladığım günden itibaren bana her türlü desteği sağlayan bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fatih TOPALOĞLU'na, tez çalışmam sırasında bana destek olan Arş.Gör. Mete ÖZFİDANER'e sonsuz teşekürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca her zaman bana destek olan Aileme, bana gösterdikleri sabır ve sonsuz güven için çok teşekkür eder; şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VI
ŞEKİLLER DİZİNİ VII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Buharlaşma ile İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar 5
2.2. Yağışlar ile İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar 9
2.3. Nehir Akımları ile Ilgili Olarak Yapılan Çalışmalar 13
3. MATERYAL VE METOD 17
3.1. Materyal 17
3.2. Metod 21
3.2.1. Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi 21
3.2.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi 23
3.2.3. Seri ve Çapraz Korelasyonsuz Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi 24
3.2.4. Seri ve Çapraz Korelasyonlu Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi 25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 28
4.1. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi 28
4.2. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Test Sonuçları 39
4.3.Buharlaşma, Yağış ve Akım Verileri için Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçlarının Karşılaştırılması 41
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 44
5.1. Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları 44

5.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları 44
KAYNAKLAR..... 46
ÖZGEÇMİŞ..... 52

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Coğrafi Bölgelere Göre Buharlaşma Gözlem İstasyonları ve Özellikleri (1975-2006)..... 20

Çizelge 4.1. Uzun Yıllık Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Mann Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z) Sonuçları (1975-2006)..... 29

Çizelge 4.2. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z_{sc}) Sonuçları 35

Çizelge 4.3. Aylık ve Yıllık Toplam Buharlaşma Verilerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (*Z*) Sonuçları 39

Çizelge 4.4. Aylık Toplam Buharlaşma, Yağış, Akım Verilerinin 7 Coğrafi Bölge İçin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z_{sc}) Sonuçları..... 41

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Çalışmanın Akış Şeması 17

Şekil 3.2. Çalışmada Kullanılan ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından İşletilen Mikroklima İstasyonlarının Dağılımı. 19

Şekil 4.1. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine Göre Türkiye Üzerinde Dağılımı. 32

Şekil 4.2. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine Göre Türkiye Üzerinde Dağılımı 40

1. GİRİŞ

Hidrolojik çevriminin önemli bir bölümünü teşkil eden buharlaşma, yeryüzünde sıvı ve katı halde değişik şekil ve şartlarda bulunan suyun meteorolojik etmenler (difüzyon, konveksiyon veya rüzgâr tesiri) etkisiyle atmosfere gaz halinde dönüşü olarak tarif edilir. Denizler, göller, akarsular, nemli topraklar, karla örtülü veya buzla kaplı yüzeyler, ormanlar ve bitki örtüsüne sahip araziler gibi yeryüzünde suyu içinde bulunduran her yüzey, atmosferdeki su buharının kaynağıdır. Buharlaşmaya etki eden etmenler üç'e ayrılır: 1) Meteorolojik etmenler; a) Güneş radyasyonu, b) Hava buhar basıncı, c) Sıcaklık, d) Rüzgar, e) Basınç. 2) Coğrafik ve topoğrafik etmenler; a) Enlem, b) Yükseklik, c) Bakı. 3) Suyun kalitesi ve bulunduğu ortam; a) Su kütlesinin büyüklüğü, b) Tuz durumu, c) Kirlenme, d) Dalgalı ve hareket halindeki su.

Buharlaşma miktarı doğrudan aletlerle ölçülür (Pan vb.) veya ampirik formüller kullanılarak hesaplanır. Don mevsimi boyunca buharlaşma ölçüm aletlerinin kullanılamaması nedeniyle, bu mevsimdeki buharlaşma miktarlarının bulunmasında ampirik formüllerden faydalanılır. Çok sayıda ampirik formül bulunmasına rağmen, en çok kullanılan ampirik yöntemler; Penman, Thornwait, Blaney-Criddle formülleridir. Buharlaşma ölçümleri ülkemizde sadece büyük klima istasyonlarında yapılmakta olup, gölgede ve açık su yüzeyinde olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Hidrometeorolojik ve hidrolojik açıdan açık su yüzeyinde meydana gelen buharlaşma ölçümleri önemli olduğu için, bu çalışmada açık su yüzeylerinde oluşan buharlaşma verileri kullanılacaktır. Açık su yüzeyindeki buharlaşma miktarı ölçümünde, bu ölçümü yapan istasyonların tümünde Class A Pan tipi yuvarlak buharlaşma havuzları kullanılmaktadır. Galvaniz sac veya paslanmaz çelikten yapılmış, silindir biçimindeki yuvarlak buharlaşma havuzlarıdır. Çapları 112.9 cm veya 120.7 cm olup, 25.4 cm derinliğe sahiptirler. Buharlaşma havuzları rasat parklarının yağış, rüzgâr ve güneş almaya müsait yerlerine kurulur (DMİ, 2007).

Buharlaşma genel anlamda kara ve su yüzeyinden olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır.

Su yüzeyi ve ıslak yüzeylerde meydana gelen buharlaşma, sürekli bir hareket halindedir. Su yüzeyindeki buharlaşma miktarı, birim alan üzerindeki havanın (meteorolojik şartlar), suyun ve çevrenin özelliklerine göre değişim gösterir. Açık su yüzeyinde meydana gelen kayıplara buharlaşma (evaporasyon), bitkilerden meydana gelen su kaybına terleme (transpirasyon) denir. Bitkilerde ve toprakta meydana gelen su kaybına ise evapotranspirasyon adı verilir.

Kara yüzeyinde gerçekleşen buharlaşma, açık su yüzeylerinden, topraktan, sığ zemin suyundan, bitki örtüsünde depolanan sulardan, bitkilerde meydana gelen terlemeden meydana gelmektedir. Bitki örtüsü çeşitleri ve özellikleri buharlaşma olayında çok önemli rol oynamaktadır. Yağışın azalması büyük ölçüde bitki örtüsü türüne bağlıdır (Şen, 2005). Farklı bitki örtüsü türleri, farklı terleme oranlarına sahiptir. Bununla beraber, farklı bitki örtüsü çeşitleri, havada farklı türbülanslar ortaya çıkarır ve türbülans arttıkça buharlaşma da artar. Toprak özellikleri ise olayda aracılık yaparak mevcut su miktarı tarafından kısıtlanmaktadır. Kara yüzeyinden buharlaşma oranı, her şeyden önce meteorolojik unsurlara bağlıdır. Su ile doygun kara yüzeyinin mevcut enerji miktarı net radyasyon ile karakterize edilmesi, havanın nem içeriği (nem, su buharı içeriği ve hava sıcaklığının bir işlevidir) ve yüzeyin üzerindeki hava hareket oranı rüzgâr hızının bir işlevi olması buharlaşma (potansiyel buharlaşma) üzerindeki belli başlı meteorolojik etki unsurlarıdır.

Hava sıcaklığının artması, havanın su tutma kapasitesini arttırdığı için, buharlaşmayı tetiklemektedir. Başka meteorolojik etkilerden meydana gelen değişimler, sıcaklıktaki artışı yükseltebilir veya dengeleyebilir. Artmış su buhar içeriği ve net radyasyonun daha düşük buharlaşma ile sonuçlanması mümkündür. Ancak, farklı meteorolojik modellerin nispi önemi, coğrafik olarak değişmektedir. Örneğin, kurak bölgelerde potansiyel buharlaşma enerji tarafından yönlendirilmekte, atmosferik nem içeriği tarafından kısıtlanmaktadır. Bu yüzden de nem oranında meydana gelen değişmeler nispeten önemsizdir. Nemli bölgelerde, atmosferin nem içeriği buharlaşmanın önemli bir kısıtlayıcısıdır. Bu yüzden nem oranında meydana gelen değişmeler buharlaşma oranını önemli derecede etkilemektedir (Şen, 2005).

Türkiye özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenebilecek ülkelerden biridir. Üç tarafından denizlerle

çevrili olması, parçalanmış bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik derecelerde etkilenecektir (Öztürk, 2002). Türkiye için meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak ve su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkaracaktır. Türkiye birçok ülke gibi küresel iklim değişikliğinin sonuçlarını yaşamakla birlikte, sera etkisinden dolayı sıcaklıkta meydana gelen artış, okyanus, nehir, göl ve bitkilerde oluşan buharlaşma oranını da arttırmaktadır. Tabiattaki dengeden dolayı, daha fazla buharlaşma daha fazla buluta ve yağışlarda artışa yol açmaktadır. Ayrıca; rüzgâr rejimleri değiştikçe, beraberinde yağış rejimi değişikliklerini meydana getirir. Bu da, geçmişte normal yağış görülen yerlerde kuraklıklara yol açar (Öztürk, 2002).

Nehir akımlarında ve yağış gibi iklim parametrelerinde meydana gelen gidiş üzerine şimdiye kadar çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu amaçla Türkiye'de yağışların trend analizi üzerine (Türkeş, 1996; Kadıoğlu, 2000; Topaloğlu, 2001; Türkeş ve ark., 2002; Tecer ve ark., 2004; Partal ve Kahya, 2006; Özfidaner, 2007) ve nehir akımları üzerine ise (Topaloğlu, 1999; Önöz ve Bayazıt, 2003; Kahya ve Kalaycı, 2004; Topaloğlu, 2006a; Topaloğlu, 2006b) yapılan çalışmalardır. Yağış ve akım verilerine trend analizleri genelde noktasal ölçekte (istasyon ölçeğinde) uygulanmış fakat yorumlar bölgesel ölçekte anlatılmıştır.

Bununla birlikte gözlem serilerinde seri ve çapraz korelasyonun varlığı Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi gibi istatistiksel testlerin gücüne etki ederek gidişlerin önemini belirlemektedir (Yue ve Wang, 2002). Diğer yandan, pozitif serisel ve çapraz korelasyonun varlığının doğru olduğu varsayılırsa, gidişin (trendin) yokluğunu test eden sıfır hipotezi (Ho) reddedilir. Böylece, serisel ve çapraz korelasyonun etkilerini dikkate alan ve incelenen değişkeni bölgesel olarak değerlendiren Bölgesel Ortalama Mann Kendall Sıra Korelasyon testi geliştirilmiştir (Yue ve Wang, 2002). Bununla birlikte bu yöntem ilk olarak Türkiye akımları (Topaloğlu, 2006) ve Türkiye yağışları (Özfidaner, 2007) üzerinde uygulanmış olup Türkiye'de buharlaşma verilerine şimdiye kadar bölgesel ölçekte (seri ve çapraz korelasyonun etkisini dikkate alan) bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki buharlaşma gözlem istasyonlarında gözlenen aylık (nisan-ekim) ve yıllık toplam buharlaşma verilerinin istatistikî anlamda eğilimlerinin noktasal olarak (1975–2006) ve Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesi için bölgesel olarak (1975–2006) yeni geliştirilmiş Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi istatistiği kullanılarak gidiş içerip içermediğinin belirlenmesi ve elde edilecek sonuçların bölgesel ölçekte daha önce bölgesel gidiş analizi yapılmış yağış ve akım verileri sonuçları (1968–1997) ile kıyaslanmasıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gidiş analizleri olarak bilinen, Mann-Kendall Sıra Korelasyon (MK), Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon (BOMK) testleri şimdiye kadar yağış, sıcaklık, buharlaşma gibi meteorolojik değişkenler ile nehir akımları, sediment gibi hidrolojik değişkenlere uygulana gelmiştir. Konu edilen yöntemlerin uygulandığı yağış, nehir akımları ve buharlaşma ile ilgili olarak yapılmış çalışmalar incelenmiş ve izleyen kısımlarda özetlenmiştir.

2.1. Buharlaşma ile İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar

Kosif (1999), Yeşilırmak havzası sınırları içerisinde bulunan en az 30 yıllık gözlemleri olan DMİ, EİE ve DSİ kurumlarına ait 24 farklı istasyonun yıllık bazda ortalama sıcaklık, toplam yağış, ortalama akım, toplam buharlaşma, ortalama güneşlenme süreleri, bulutlu ve kapalı geçen gün sayıları gibi iklimsel özellikleri karakterize eden altı ayrı iklim elemanını analiz etmiştir. Bu seriler ilk önce homojenlik (veri kalite kontrolü) testine tabi tutulmuş ve daha sonra gidiş analizleri yapılmıştır. Homojenlik testinde Run testi; gidiş analizinde en küçük kareler yöntemi ve Mann-Kendall Sıra Korelasyon testleri kullanılmıştır. Havza genelinde ortalama sıcaklıklarda belirgin bir azalış, toplam yağışlarda artış, ortalama akımlarda artış, toplam buharlaşmalarda azalış, ortalama güneşlenme sürelerinde azalış ve bulutluluk verilerinde eğilimlerin bölgesel olarak değiştiğini tespit etmiştir.

Lawrimore ve Peterson (2000), dünyanın birçok bölgesinde pan buharlaşmasındaki azalma eğilimini, kara yüzeyinde meydana gelen buharlaşmadaki azalmanın kanıtı olarak belirtmişlerdir. Pan buharlaşma gidişi ve yağıştaki gidiş arasında nasıl bir ilişkinin olduğunu belirlemek için 8 bölgede karşılaştırma yapmışlardır. Amerika Birleşik Devletleri'nde sıcak mevsimlerde meydana gelen yağışın buharlaşmanın bir göstergesi olduğu bulunmuştur. Pan buharlaşması ve gerçek buharlaşma arasında ters bir ilişkinin olabileceği sonucuna varılmıştır.

Thomas (2000), Çin ve Tibet'te 1954–1993 yılları arasında Penman-Monteith buharlaşma tahmini için 64 istasyonda tek tek ve bölgesel olarak zaman serisi analizi yapmıştır. Bu analizin sonucunda, Çin'in bütün mevsimlerinde potansiyel buharlaşma değerlerinde azalma görülmüştür. Bölgesel ölçekte Çin'in kuzeydoğusu

ve güneybatısındaki buharlaşmada orta düzeyde bir artış yaşanırken, kuzeybatısı ve güneydoğusunda çok yüksek düzeyde azalmalar bulunmuş. Çin'in merkezi, kuzeydoğusu ve kuzeybatı kesimlerinde buharlaşmadaki değişiklilere rüzgâr hızı, bağıl nem, maksimum sıcaklığın etki ettiği ortaya konulmuştur. Çin'in güneyi ile güneybatısı'nda yağış ve potansiyel buharlaşma gidişi değişmeden kalırsa tarımsal üretimde kullanılabilir suyun azlığıyla başa çıkmak gibi soruların olacağı tespit edilmiştir.

Roderick ve Farquhar (2002), su döngüsündeki değişikliklerin çevresel ve sosyoekonomik etkilere neden olabileceğini belirtmişlerdir. Sıcaklık arttıkça buharlaşmada artar. 50 yıllık gözlemler bunun tam tersini göstermiştir. Bu azalmanın sebebi olarak bulutluluktaki artış gösterilmiştir.

Asanuma ve Kamimera (2004), bulut miktarı arttıkça dünyaya ulaşan güneş radyasyonundaki azalmanın su döngüsü üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu konuda araştırmalar yapılırken, toprak üzerine ulaşan yağış miktarları ölçülmüş, fakat buharlaşan su miktarları dikkate alınmamıştır. Bu bilgiler ışığında yaptıkları çalışma ile Japonya'da 35 yıl boyunca 13 farklı iklim istasyonunda, pan buharlaşmaları da araştırılmıştır. Araştırma sonuçları Japonya'daki pan buharlaşmasının yıldan yıla azaldığını ortaya koymuştur. Devam eden araştırmalar, pan buharlaşmasındaki azalmanın kuzey bölgelerde azalan solar enerjiden, güney bölgelerde ise artan "Buhar Basınç Açığı" (VPD)'den kaynaklandığı belirlenmiştir. Japonya'da pan buharlaşmasındaki azalmalar ve devam eden araştırmalar sonucunda elde edilen veriler, Japonya'nın kuzeyinde karasal buharlaşmanın azaldığını, güneyinde ise arttığını göstermiştir.

Asanuma ve ark (2004), Japonya'da 34 yıllık 13 istasyonun pan buharlaşma verilerindeki gidişi incelemişlerdir. Kentleşmenin dışında kalan istasyonların pan buharlaşma gidişlerinde her mevsimde azalma belirlenmiştir. Japonya'nın kuzeyinde, bulutluluk oranındaki artış ve güneş radyasyonundaki azalma pan buharlaşmasında azalma eğiliminin olmasına neden olmuştur.

Liu ve ark (2004), Çin'de yaptıkları bir çalışmada 1955 – 2000 yılları arası 85 iklim istasyonundaki kayıtları pan buharlaşmasının yersel değişimine bağlı olarak

analiz etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda pan buharlaşmasında Çin'in kuzeyi hariç sekiz iklim bölgesinde önemli istatistiksel bir azalış bulunmuştur.

Roderick ve Farquhar (2004), Kuzey Yarım Küre'de son 50 yıllık pan buharlaşma verileri ve Avustralya'daki yapılan 30 yıllık pan buharlaşma verilerinde azalmalar belirlenmişlerdir. Bu verileri yağış verileri ile birleştirdiklerinde kuraklık olduğu görülmesine rağmen Kuzey Yarım Küre'de görülen kuraklığın daha fazla olduğu saptanmıştır.

Roderick ve Farquhar (2005), Kuzey Yarım Küre'de 1950'den beri yapılan çalışmalarda pan buharlaşmasında azalmalar belirlemiştir. Avustralya'da Pan buharlaşmasında da benzer bir azalışın sera etkisi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu azalmaların Güney Yarım Küre'de de olup olmadığını araştırmak için Yeni Zelanda'da 1970 yılında 19 istasyonda pan buharlaşma gidişi incelenmiş, 6 istasyonda önemli azalma olurken önemli artış görülmemiştir.

Hesch ve Burn (2005), Kanada'da 1951–2000, 1961–2000, 1971–2000 yılları arasındaki buharlaşma verileri ile gidiş analizini yapmışlardır. Gidiş için Mann-Kendall Sıra Korelasyon testini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda, farklı dönemlerde çok iyi sonuçlar almalarına rağmen haziran, temmuz ve ekim aylarının yıllık (30–40–50) buharlaşma gidişinde önemli azalışlar; nisan ayının 50 yıllık, eylül ayının ise 30 yıllık kayıtlarında gidişte artış gözlenmiştir. Aylık gidişleri belirlemek için kullanılan haritada kuzey bölgelerin çoğunda gidişte artış, güney bölgelerin çoğunda ise gidişte bir azalış belirlenmiştir. Bununla birlikte gidişler mevsimsel olarak değerlendirildiğinde nisan-temmuz ayları arasında bir azalış, temmuz-eylül arasında da artış gözlenmiştir. Mayıs-ekim aylarındaki 40 yıllık dönemde %75 azalan yönde bir gidiş, 50 yıllık dönem değerlerinin %75'inde ise 30 yıllık değerlere göre eşit ya da daha fazla artış gözlenmiştir. Bunların sonucunda toplam buharlaşma ve pan buharlaşma gidişleri karşılaştırılmış ve benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Her biri için gidişin olmadığı, minimum ve maksimum değerlerin benzer zamanlarda oldukları tespit edilmiştir.

Tebakari ve ark (2005), Tayland Krallığı'ndaki Chao Phraya nehri havzasında yaptıkları çalışmada, pan buharlaşmasının geçici ve yersel dağılım karakteristiklerini anlamak ve 1982'den 2000'e kadar olan verilere ulaşmak için analiz yapmışlardır.

Coğrafi, mevsimsel ve yıllık değişiklikler üzerinde çalışılmış ve bunun sonucunda yıllık değişikler üzerinde yapılan gidiş testlerinde 27 gözlem istasyonun 24'ünde azalan gidiş bulunduğunu belirtmişlerdir.

Zuo ve ark (2006), Çin'de yaptıkları bir çalışmada 40 yıl içerisindeki pan buharlaşma gidişini ve çevresel etmenleri incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, pan buharlaşma verilerindeki gidişin çevresel etmenlere bağlı olmadan Çin'in doğusundan batısına doğru bir azalış gösterdiği saptanmıştır.

Hesch ve Burn (2006), Kanada'da yaptıkları çalışmada, toplam buharlaşma ve pan buharlaşması gidişlerindeki temel kaynaklar araştırmışlardır. Kontrol mekanizmaları, hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, çiğ oluşma derecesi, su buhar basıncı ile hava buhar basıncı arasındaki fark, su ve hava buhar basıncı içeriği incelenmiş %5 ve %10 önem seviyesinde gidişlerde Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi kullanılmıştır.

Wu ve ark (2006), Çin'de yaptıkları bir çalışmada, 1971 yılından 2000'e kadarki yıllık ve mevsimsel sıcaklık, yağış, potansiyel buharlaşma ve kuraklık/nem durumlarını incelemişlerdir. Çin'de 616 meteorolojik istasyonundan alınan 30 yıllık zaman serisinde 4 iklim verisi için gidişte azalmalar bulmuşlardır. Özellikle sıcaklıkta ilkbahar ve sonbaharda azalış meydana gelirken, yaz ve kıştaki gidişlerde de artış meydana gelmiştir. Potansiyel buharlaşma çoğu istasyonda azalış göstermiş, kuraklık/nem gidişinde de azalış olmuştur. Sonuç olarak, yağış ve potansiyel buharlaşmanın eş zamanlı oldukları belirtilmiştir.

Tonkaz ve ark (2007), yaptıkları çalışmada, Güneydoğu Anadolu projesinde 16 buharlaşma gözlem istasyonunda uzun dönemli mevsimsel gidişleri incelemişlerdir. Her bir istasyon için 31ve 41 yıllık kayıtlar kullanılmıştır. Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi, Sen'in Eğimi ve Sperman testi gidişi belirlemek için kullanılırken, on yıllık değişimleri belirlemek için Kruskall-Wallis testi kullanılmıştır. Yaz mevsiminde 15 istasyonda artma eğilimi, 1 istasyonda ise azalma bulunmuştur. İlkbahar mevsiminde sadece artma eğilimi olurken; kış mevsiminde artma eğiliminin fazla olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara küresel iklim değişikliğinin etki ettiğini belirlemişlerdir.

Zeng ve ark (2007), Çin'de 1960–2000 yılları arasında ölçüm alınan 664 istasyonda pan buharlaşması verilerinde azalma yönünde gidiş belirlemişlerdir.

Meydana gelen bu azalışlara çoğunlukla bahar, yaz ve kış mevsimin de rastlanmıştır. Güneş radyasyonundaki azalmaların pan buharlaşması gidişindeki azalmanın sebebi olarak gösterilmiştir.

Jhajharia ve ark (2008), Hindistan'ın kuzeydoğusunda pan buharlaşmasındaki gidişi belirlemek için 11 istasyonda Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ve Stepwise parametrik testini uygulamışlardır. Muson ikliminde pan buharlaşmasında azalma eğilimi gözlenmiştir. Yağış ve pan buharlaşması arasındaki ilişki incelendiğinde hemen hemen bütün istasyonlarda aynı anda yağışta artış ve pan buharlaşmasında azalış gözlenmemiştir. Gidiş analizinde meteorolojik parametrelerde farklı mevsimlerde birçok istasyonda rüzgâr hızı ve güneşlenme süresinde azalma görülürken, kış ve muson iklimlerinde 4 istasyonda bağıl nemde artış gözlenmiştir. Farklı bölgelerde, mevsimlerde ve istasyonlardaki pan buharlaşmasında güçlü rüzgâr hızlarında izlenen güneşlenme süresinin etkili olduğunu bulmuşlardır.

2.2. Yağışlar ile İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar

Keim ve Müller (1992), 48 saatlik yıllık maksimum yağış serilerinin son 14 yılda % 5 önem seviyesinde önemli olmayan bir artma eğilimine sahip olduğunu ifade etmiştir.

Toros ve ark (1994), mevsimlik ve yıllık yağış verilerine 1930–1932 yılları arasında Anadolu'nun batısında bulunan 68 istasyonda yaptığı çalışmada 1982'den sonraki dönemler için artış bulmuşlardır.

Kadıoğlu ve ark (1994), Türkiye'de 18 yağış gözlem istasyonunun (YGİ) yıllık ve mevsimlik yağış serilerinin gidişlerinin belirli bir yönde olmamasına rağmen, önemli olmasa da özellikle kış aylarında bir azalma, ilkbaharda ise artma olduğu sonucuna varmışlardır.

Atar (1996), Doğu Akdeniz bölgesinde bulunan 14 yağış gözlem istasyonun uzun yıllık 1 ve 24 saatlik yıllık maksimum yağış serilerine uyguladıkları Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Pearson Korelasyon testlerine göre Adana, Ceyhan ve Mersin' in 24 saatlik yağış serilerinin farklı önem düzeylerine göre önemli olduğu sonucunu elde etmiştir.

Türkeş (1996), Türkiye'de 91 istasyonda 1930–1993 yılları arasında yıllık ve mevsimlik yağış verilerine Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulamıştır. Teste göre yıllık serilerde Türkiye genelinde azalma bulmuştur. Ayrıca 15 istasyonda önemli azalma belirlemiştir.

Gan (1998), Kanada'daki 37 istasyonda 1949–1989 yılları arası sıcaklık ve yağış verilerine Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulayarak sıcaklığın arttığını ve son 40–50 yıldır kuraklığın başladığını belirlemiştir. Kuraklığın nedeni olarak sıcaklık verilerinin yağış verilerinden daha etkili olduğunu bulmuştur.

Batı Afrika'da bulunan Sahel'de ve Subtropikal kuşak yağışlarında 1960'lı yıllarda yağışlarda başlayan ani azalma, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır. Yağışlardaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların başı arasındaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri etkilenmiştir (Türkeş, 1998a ve Türkeş, 2002). Öte yandan, özellikle karasal yağış rejimine sahip iç bölgelerdeki bazı istasyonların ilkbahar ve yaz yağışları ile yıllık kuraklık indislerinde bir artma eğilimi, başka bir değişle daha nemli koşullara doğru bir gidiş gözlenmiştir (Türkeş, 1998a; 1998b ve 1999). Türkiye'nin karasal iç ve doğu bölgelerinin önemli bir bölümü ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi, iklim etmenleri ve bitki örtüsü de dikkate alınarak, çölleşmeye eğilimli araziler olarak değerlendirilmiştir.

Serrano ve ark (1998), İber yarımadasında 40 istasyonda 1921–1995 arasında yıllık ve aylık yağış verilerine serisel korelasyonlu Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulamışlardır. Uygulanan test sonucunda yıllık yağış verilerinde bir istasyonda artış, beş istasyonda azalış ve geriye kalan 35 istasyonda ise gidiş bulamamışlardır. Aylık yağış verilerinde ise 40 istasyondan 21'inde Mart ayında, 2 istasyonda Mayıs ayında önemli bir azalış ve sadece Temmuz ayında 2 istasyonda artışın olduğunu belirlemişlerdir.

Robert ve Stogner (2000), 1977–1999 yılları arasında Ruxton park ve Pueblo bölgesinde yaptığı çalışmada yıllık yağışları genel olarak ortalamanın üstünde ve

artış eğiliminde bulmuşlardır. Ayrıca yapılan mevsimlik (Nisan-Haziran) gidiş analizinde hafif düzeyde önemli artış elde etmişlerdir.

Topaloğlu (2001), yaptığı çalışmada, Seyhan havzasında 39 yağış gözlem istasyonunda kaydedilen 24 saatlik maksimum yağış serilerinin kullanılabilirliklerini %5 önem düzeyinde test etmiştir. Yağış serilerinde zamanla bir değişimin olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulamış olduğu Spearman Sıra Korelasyon test sonuçlarına göre % 5 önem düzeyinde istasyonların 17'sinde azalma, 22'sinde de artma yönünde gidiş olduğu; Adana, İmamoğlu ile Kamışlı yağış gözlem istasyonlarında ise yağış verilerinde önemli gidişin olduğu belirlenmiştir.

Şen (2002), Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve civarındaki meteoroloji gözlem istasyonlarının verilerini kullanarak iklim değişikliğinin belirlenebilmesi için zaman serilerinin parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerle analizini yapmıştır. Bölgede inşa edilmiş baraj ve sulama işletmelerinin bölgenin iklimi üzerine etkisinin olup olmadığını incelemiştir. Verilerde gidiş olup olmadığı; Mann-Kendall Sıra Korelasyon, Spearman Sıra Korelasyon testleri ve Basit Doğrusal Reğresyon analiziyle incelenmiştir. Gözlem verilerinin varyanslarının durağanlığı F testiyle, ortalamalarının durağanlığı Student t testleriyle incelenmiştir. Gözlem serilerindeki bağımlılık; Oto Korelasyon Katsayısının Önemlilik Testi ve Wald-Wolfowitz metodu ile incelenmiştir. Gözlem verilerinin homojenliği Kruskal-Wallis Homojenlik, Gidiş (Runs) ve Mann-Whitney U testleriyle incelenmiştir. Analiz sonuçlarında bölgede genel olarak günlük ortalama oransal nemin yıllık ortalama değerlerinde belirgin bir artış, günlük minimum sıcaklıkların yıllık ortalama değerlerinde ise neme göre daha az belirgin bir artış bulunmuştur. Günlük maksimum sıcaklıkların yıllık ortalama ve yıllık toplam yağış değerlerinde önemli bir değişime rastlanmamıştır.

Türkeş ve ark (2002a), Türkiye'nin yağış serilerinde periyodiklik bakımından bölgeler ve mevsimler arasında belirgin farklılıklar bulunduğu; Türkiye yağışlarının, bölgesel basınç merkezlerinin konumu, salınımı ve etkinliği ile yakından ilişkili olması nedeniyle, özellikle kış, ilkbahar ve sonbahara ilişkin sonuçların, atmosferik değişimler ve kontrol düzenekleri açısından anlamlı ve doğrulanabilir nitelikte olduğu sonuçları elde edilmiştir.

Yue ve ark (2003), Japonya'da 3 farklı coğrafi bölgede 22 istasyonda yaklaşık 100 yıllık verilere çapraz korelasyonlu Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulamışlardır. Yapılan çalışma neticesinde I.Bölgede mayıs ayında artış; nisan, eylül, ekim, aralık aylarında azalma ve yıllık yağışlarda değişiklik bulunmamıştır. II. Bölgede yıllık yağışlarda azalma ve aylık yağışlarda ise eylül-ocak boyunca ve Aralık ayında azalma belirlemişlerdir. III. Bölgede ise, yıllık yağışlarda azalma eylül, şubat, haziran, temmuz'da azalma belirlenirken en çok azalmanın aralık ayında meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Tecer (2004), Rize'de yaptığı çalışmada yağışlar için iki ayrı dönem saptanmış ve her iki dönem için de Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi kullanılmıştır.1975–1984 ve 1985–2001 arası olan bu dönemlerin ortalama yağış miktarları sırasıyla 2092 mm ve 2279 mm'dir. İki dönemin birbirinden farklı ortalamaya sahip olduğu yapılan t testi sonuçlarıyla da %99 güven aralığında doğrulanmıştır. Birinci dönemin gidiş eğilimi daha kurak iklime doğru iken ikinci dönem daha yağışlı iklimi işaret ettiğini saptamışlardır.

Fu ve Chen (2004), Çin'de bulunan Sarı nehrinde yaptığı uzun dönemlik hidrolojik rejim, yağış ve sıcaklık değişiminin nehir akımlarında etkinliğine cevap aramışlar ve yağış verileri için 44 yağış istasyonundan elde ettikleri verilere Mann-Kendall Sıra Korelasyon testini uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlar ise ağustos ayından kasım ayına kadar gidişte azalma ve ocak ayından haziran ayına kadar da gidişte artış bulmuşlardır.

Gemmer ve ark (2004), Çin'de 1951–2002 yılları arasında 160 istasyonda aylık yağış verilerine Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulamışlardır. Çin'de yağış verilerinde artışın daha çok ocak, haziran ve temmuz aylarında olduğu; azalışın ise şubat, eylül ve kasım aylarında olduğunu saptamışlardır. Ayrıca ağustos, ekim ve aralık aylarında ise nispeten artış ve azalışın birbirine eşit sayıda olduğunu belirlemişlerdir.

Reaza ve ark (2006), İran'da kurak ve yarı kurak alanlarda 20 istasyonda yağış verilerine uyguladıkları Mann-Kendall Sıra Korelasyon test istatistiğine göre 2 istasyon dışında önemli bir gidişin olmadığına karar vermişlerdir.

Partal ve Kahya (2006), Türkiye'de uzun yıllık ortalama ve aylık toplam yağış serilerine nonparametrik testlerden Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Sen'in T testini 1929–1993 yılları arasında 96 yağış ölçüm istasyonuna uygulamıştır. Buna ek olarak bölgesel ortalama yağış serilerine aynı testleri uygulamıştır. Bazı önemli azalma gidişleri özellikle ocak, şubat ve eylül yağışları ile yıllık ortalamada görülmüştür. Gözlenen yıllık ortalama yağışlarda, daha çok Türkiye'nin batısında ve güneyinde ve yanı sıra Karadeniz'in sahil boyunca fark edilebilir azalışlar bulmuşlardır.

Özfidaner (2007), Türkiye'de bulunan yağış gözlem istasyonlarına ait aylık, yıllık toplam yağış verilerinin istatistiki anlamda eğilimlerini Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve t-testi ile noktasal olarak (1932–2002) incelenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesi için (1968–1997) Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ile gidiş içerip içermediği de incelenmiştir. Sonuç olarak yağış verilerinde özellikle kış aylarında azalma eğiliminin olduğu, sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında ise yağış verilerinde artma eğilimi belirlenmiştir. Bölgesel ölçekte ise Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde artma eğilimi; Marmara, İç Anadolu ve özellikle Ege Bölgesi'nde önemli azalmaların olduğunu saptamıştır.

2.3. Nehir Akımları ile İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar

Pupacko (1993), nehir akımlarındaki değişikliği incelemiş ve Kuzey Sierra Nevada'da kış akımlarında artma belirlemiştir. Bu artışı düşük kotlardaki yağış-kar oranını artıran ve yüksek kotlarda kar kütlesinin erken erimesine neden olan sıcaklıktaki küçük bir artışa bağlamıştır.

Chiew ve ark. (1995), yağış miktarındaki değişikliğin nehir akımlarına da yansıyacağını ve nehir akımlarındaki değişikliğin (gidiş) sıcaklık ve yağış gibi iklimsel değişkenlere göre daha kolay belirlenebileceğini ifade etmişlerdir. Gebert ve Krug (1996), Wisconsin'de yıllık minimum akımlarda önemli artışlar, yıllık maksimum akımlarda ise azalışlar belirlemişlerdir.

Topaloğlu ve ark (1997), Van Gölü Kapalı havzasında kurulu bulunan 20–25 yıllık veriye sahip 3 istasyona uyguladıkları Spearman ve Mann-Kendall Sıra

Korelasyon testlerine göre istasyonların birinde istatistiksel olarak önemli bir azalma bulurken, diğer ikisinde ise saptanan azalma önemli bulunmamıştır.

Topaloğlu (1999), Seyhan nehir havzasında bulunan 13 adet istasyonun yıllık anlık maksimum verisine (n = 15–56 yıl) Spearman Sıra Korelasyon testini uygulamış ve akımlarda önemli bir gidişe rastlamamıştır. Bununla birlikte, havza akımlarında genelde (8 istasyon) azalma yönünde bir gidiş bulunmuştur.

Lins ve Slack (1999), ABD'de yıllık minimum ve medyan akımlarda artış yönünde kuvvetli, yıllık maksimum akımlarda ise daha zayıf gidiş bulmuşlardır.

Topaloğlu ve ark (1999), Orta Anadolu Kapalı havzasında 9 istasyonun (n = 14-29 yıl) yıllık anlık maksimum akım verisinin altısında azalma, üçünde ise artma yönünde gidiş belirlemişlerdir. Ancak; bu gidişler, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE), tarafından yapılan bir araştırmada (Yıldız ve Malkoç, 2000) Türkiye'de EİE'nin işlettiği akım gözlem istasyonlarının uzun dönem yıllık ve mevsimlik ortalama akış kayıtlarında artma veya azalma eğilimi olup olmadığı incelenmiştir. Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin akarsu havzalarında akarsuların taşıdığı su miktarlarında azalma gidişi olduğu sonucuna varılmıştır. Buna karşılık Marmara ve Batı Karadeniz kıyılarında, Orta ve Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde akarsuların su miktarlarında gidişte artış görülmüştür.

Yue ve ark (2002), Ontario, Kanada için 20 havzanın yıllık maksimum akımlarına uyguladıkları Mann-Kendall ve Spearman Sıra Korelasyon testleri sonucunda 4 istasyonda önemli düzeyde azalma belirlerken, sadece 1 istasyonda artış belirlemişlerdir.

Yue ve Wang (2002), Kanada'da 10 farklı coğrafi bölgede sırasıyla 139, 149, 148 istasyonda 1967–1996 yılları arasında yıllık ortalama, maksimum ve minumum akımlara Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulamışlardır. Uygulanan test sonucunda ortalama akımlarda 2 coğrafi bölgede azalma, bir coğrafi bölgede artış ve yedi coğrafi bölgede ise gidişte artış veya azalış bulamamışlardır. Yapılan çalışmada maksimum akımlarda 6 bölgede azalış 4 bölgede herhangi bir

gidiş bulunmamış ve minimum akımlarda ise üç coğrafik bölgede azalma, altısında gidiş bulunmamış ve 1 bölgede ise artma yönünde bir eğilim saptamışlardır.

Önöz ve Bayazıt (2003), Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ile t-testini karşılaştırdıkları çalışmalarında Türkiye'de kurulu bulunan 107 akım istasyonunun 25–65 yıl süreli yıllık akım serileri için her iki testin de genelde aynı istasyonlar için aynı sonucu verdiğini, ancak t-testinin çarpıklık katsayısı sıfır veya sıfıra yakın olan istasyonlarda daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Kahya ve Kalaycı (2004), 83 akım istasyonunun 31 yıllık verisine (1964–1994) uyguladığı Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda çoğu Türkiye'nin batısında kalan 56 istasyon için önemli azalışlar belirlerken doğusundaki havzalarda ise gidişin olmadığını hesaplamışlardır.

Cığızoğlu ve ark (2005), Türkiye'de 24 havza için inceledikleri 100 istasyonun 25–66 yıllık maksimum, ortalama ve 1 ve 7 günlük düşük akımlarına uyguladıkları t-testi ve Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda Türkiye genelinde özellikle batı, orta ve güney bölgelerde istatistiksel olarak önemli azalmalar belirlemişlerdir.

Topaloğlu ve ark (2006), Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan 4 ayrı havzada bulunan 10 istasyonun yıllık minimum, ortalama, maksimum ve aylık ortalama akımlarına uyguladıkları Spearman ve Mann-Kendall Sıra Korelasyon testleri sonucunda genel olarak Doğu Akdeniz havzasındaki 4 istasyonda ve Hatay havzasındaki 1907 numaralı istasyonda istatistiksel olarak önemli azalma, Seyhan, Ceyhan ve Hatay havzalarında bulunan diğer 5 istasyonda ise önemli olmayan gidişler bulmuşlardır.

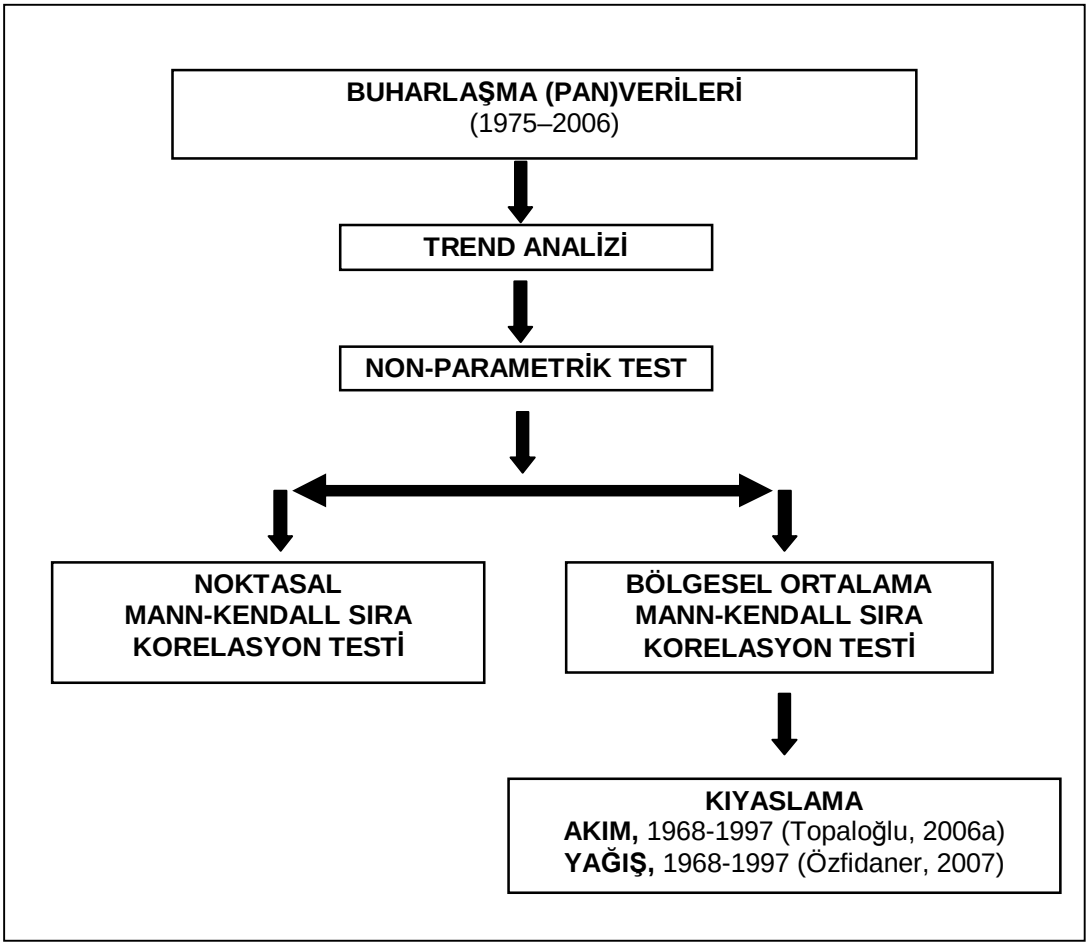
Topaloğlu (2006a), Türkiye'de 26 nehir havzasında 84 istasyonda 1968–1997 yılları arasındaki aylık ortalama, yıllık minimum, ortalama ve maksimum akım verilerine uyguladığı Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda Türkiye genelinde yıllık akımlarda 14–16 ve 22–25 numaralı havzalarda önemli artış belirlenmiştir. Küçük numaralı istasyonlarda özellikle Karadeniz, Orta ve Doğu Anadolu bölgelerinde artma gözlenmiştir. Azalma gösteren istasyon sayısı artma gösteren istasyon sayısından 3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Ayrıca azalma gösteren gidişlerin yarısı istatistiksel olarak önemli bulunmakla beraber artma gösteren gidişlerin de sadece %8'i istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Topaloğlu (2006b), Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesinde yer alan 75 adet istasyonun 30 yıl süreli (1968-1997) 15 farklı akım değişkenine (yıllık minimum, ortalama, maksimum ve her bir ay için akım ortalaması) ilk olarak uyguladığı Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda, Türkiye genelinde bölgesel olarak önemli görülebilecek tek bir artış bile belirlemezken, Marmara, Ege, Akdeniz ve Orta Anadolu bölgelerinde bulunan istasyon akımlarında önemli azalışlar saptamıştır. Diğer bölgelerde belirlenen azalışlar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

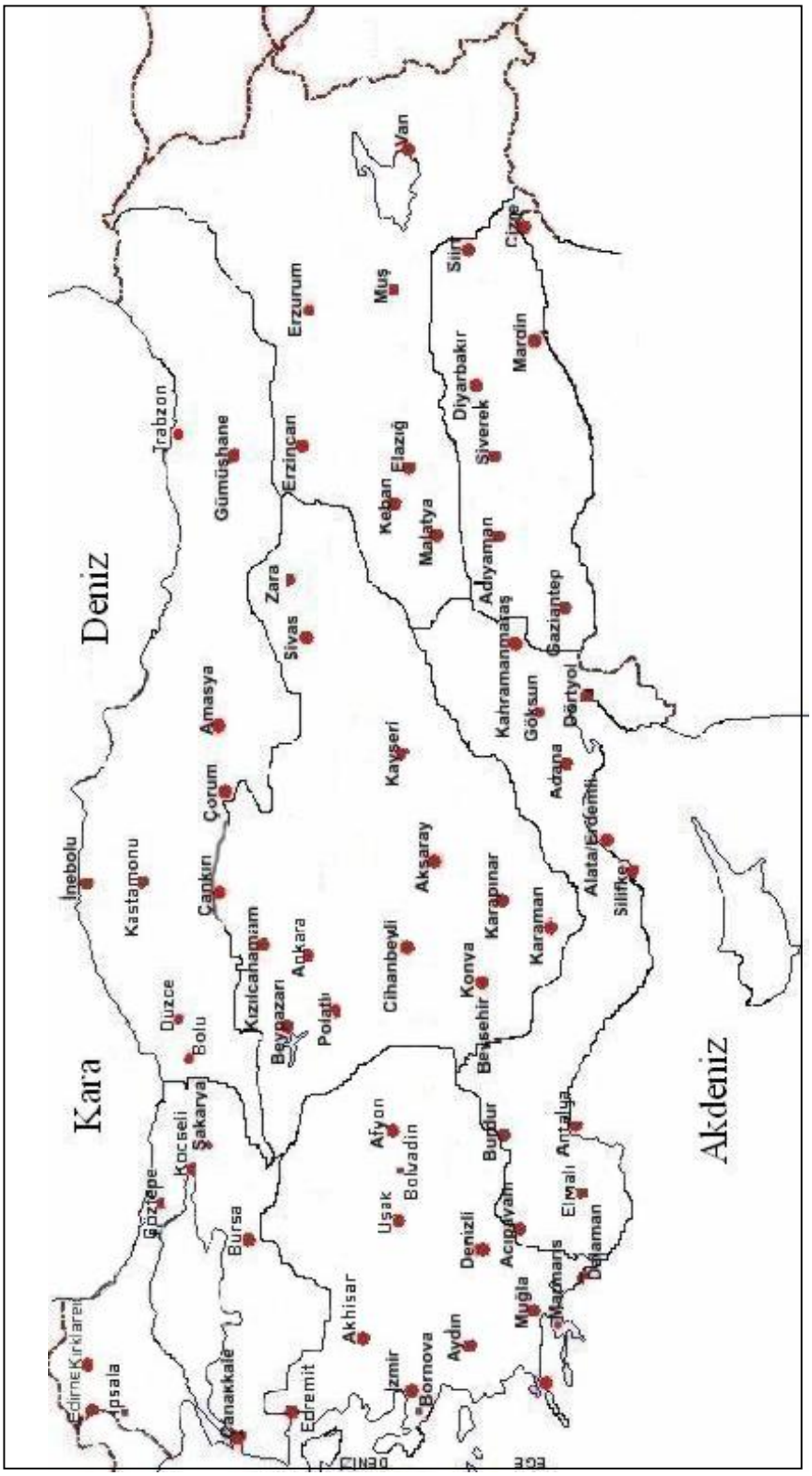
Çalışmada kullanılan veriler, bu verilere uygulanacak testler ve çalışmanın akış şeması Şekil 3.1' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın Akış Şeması

Bu çalışmada; Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından işletilen istasyonlar ve konumları Şekil 3.2.'de; istasyonlara ait temel özellikler ise Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Çalışmada, Marmara Bölgesi'nde 8, Ege Bölgesi'nde 12, Akdeniz Bölgesi'nde 11, Karadeniz Bölgesi'nde 8, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 7, İç Anadolu Bölgesi'nde 13 ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 7 istasyon dikkate alınmıştır. Ayrıca çalışmada, en az 43 en fazla 66 adet buharlaşma ölçüm istasyonunun toplam

aylık verileri kullanılmıştır. Buharlaşma gözlem sürelerinin uzunluğu istatistiksel analize imkân verecek süre olan 32 yıl olarak ele alınmış, çalışmada 1975 yılından 2006 yılına kadar temin edilebilen veriler incelenmiştir. Bu kayıt döneminin seçilmesinin temel nedeni, aynı kayıt dönemine sahip en az 43 en fazla 66 adet istasyonun bu yıllar arasında olmasıdır (DMİ, 2007).



Şekil 3.2. Çalışmada Kullanılan ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından İşletilen Mikroklima İstasyonlarının Dağılımı

Çizelge 3.1. Coğrafi Bölgelere Göre Buharlaşma Gözlem İstasyonları ve Özellikleri (1975-2006)

Bölgeler	İstasyon Adı	İstasyon Kotu (m)	Bölgeler	İstasyon Adı	İstasyon Kotu (m)
Ege Bölgesi	Edremit	21	İç Anadolu Bölgesi	Çankırı	751
	Akhisar	93		Sivas	1285
	Uşak	919		Ankara	891
	Afyon	1034		Cihanbeyli	969
	İzmir	25		Aksaray	965
	Aydın	56		Kayseri	1093
	Denizli	426		Konya	1031
	Muğla	646		Karaman	1025
	Dalaman	13		Kızılcahamam	1033
	Marmaris	19		Beypazarı	682
	Bornova	27		Zara	1348
	Bolvadin	1018		Polatlı	885
Doğu Anadolu Bölgesi	Erzincan	1218		Karapınar	1004
	Erzurum	1757	Akdeniz Bölgesi	Burdur	967
	Van	1671		K.Maraş	572
	Malatya	898		Antalya	51
	Elazığ	991		Silifke	15
	Muş	1284		Adana	20
	Keban	808		Göksun	1344
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Siirt	896		Acıpayam	941
	Gaziantep	855		Beyşehir	1129
	Adıyaman	672		Elmalı	1095
	Mardin	1080		Alata\Erdemli	9
	Diyarbakır	677		Dörtyol	28
	Siverek	801	Karadeniz Bölgesi	İnebolu	64
	Cizre	400		Trabzon	30
Marmara Bölgesi	Edirne	51		Bolu	742
	Kırklareli	232		Düzce	146
	İstanbul\Göztepe	33		Kastamonu	800
	Kocaeli	76		Çorum	776
	Sakarya	31		Amasya	412
	Çanakkale	6		Gümüşhane	1219
	Bursa	100		-	-
	İpsala	10		-	-

3.2. Metod

Bir buharlaşma gözlem istasyonunun verileri zaman içinde sürekli artar veya azalırsa serinin bir gidişe sahip olduğu söylenebilir. Gözlem verilerinin toplanış sırası ile aldığı değerler arasında önemli bir korelasyonun olup olmadığını belirleyen gidiş analizi için geliştirilmiş parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyon ve parametrik t-testi gibi testler yağış, sıcaklık ve akım gibi hidrometerolojik verilere sıkça uygulanmaktadır (Atar, 1996; Türkeş, 1998; Yücel ve Topaloğlu, 1999; Kadıoğlu 2000; Türkeş, 2002; Önöz ve Bayazıt 2003; Tekin 2005; Topaloğlu ve ark., 2006). Bununla birlikte bölgesel olarak yapılacak analizler için kullanılan bu testlerin yersel (çapraz) ve zamansal (serisel) korelasyonlarının analiz sonuçlarını etkilemesi nedeniyle bu etkileri de içeren Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testinin kullanılması gidişin bölgesel olarak ortaya konmasını sağlamaktadır (Yue ve Wang, 2002). İzleyen kısımlarda Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ve Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi kullanılmıştır.

3.2.1. Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi

Parametrik olmayan Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi hidrometeorolojik zaman serilerinde meydana gelebilecek artma veya azalma yönündeki gidişlerin istatistiksel önemini test etmede oldukça sık kullanılan bir testtir (Yue ve ark., 2002). Bu gidiş testi i = 1,…, n-1'e kadar sıralanmış olan bir x_i veri setine ve $j = i + 1$,…, n'e kadar sıralanmış olan bir x_j veri setine uygulanır. Her bir sıralanmış rakam x_i bir referans noktası olarak kullanılır ve diğer sıralanmış veri grubu x_j ile aşağıdaki denklemde verildiği gibi kıyaslanır.

$$\operatorname{sgn}\,(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; \; x_j > x_i \\ 0 & ; \; x_j = x_i \\ -1 & ; \; x_j < x_i \end{cases} \tag{3.1}$$

Mann-Kendall test istatistiği S ise Denklem (3.2) ile hesap edilebilir.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \operatorname{sgn}\left(x_j - x_i\right) \tag{3.2}$$

Denklemde *n* yıl olarak veri uzunluğudur. *S* değeri ise $n \geq 8$ olduğunda aşağıda verilen ortalama ve varyans ile yaklaşık olarak normal dağılım gösterir. Eğer n≥30 ise t-testi Z testine yaklaşır.

$$E[S] = 0 \tag{3.3}$$

$$\operatorname{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{P} t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \tag{3.4}$$

Burada, *p* veri setindeki tekrar gözlem sayıları, t_i değeri *i* uzunluğundaki bir seride tekrarlanan gözlemleri göstermektedir. Eşitlikteki toplama terimi sadece veride tekrar gözlem olduğunda kullanılır. Standartlaştırılmış Mann-Kendall istatistiği *Z* ise Denklem (3.5)'te verildiği gibi hesaplanabilmekte ve seride gidiş (trend) yoktur sıfır hipotezi (H_0) varsayımı altında ortalaması sıfır, varyansı bir olan standart normal dağılım göstermektedir.

$$Z = \begin{cases} \dfrac{S-1}{\sqrt{\operatorname{Var}(S)}} & ;\ S > 0 \\ 0 & ;\ S = 0 \\ \dfrac{S+1}{\sqrt{\operatorname{Var}(S)}} & ;\ S < 0 \end{cases} \tag{3.5}$$

Sıfır hipotezi Mann-Kendall test istatistiği $-Z_{tablo,\ 1-\alpha/2} \leq Z \leq Z_{tablo,\ 1-\alpha/2}$ ise kabul edilmektedir. Artı *Z* değeri akımlarda artışı gösterirken, eksi Z değeri azalışa işaret etmektedir.α: Standart normal dağılımda önem seviyesidir.

3.2.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi

Yue ve Wang (2002) MK testinde seri korelasyonun etkisini sınırlandırmak için, varyans değişiminin bir yol olabileceği MK istatistik Denklemi (3.4)'de verilmiştir. Düzeltilmiş Varyans, Var* (S), aşağıdaki gibi verilebilir.

$$\mathrm{Var}^*(S) = (n/n^*)\,\mathrm{Var}(S) = n^s\,\mathrm{Var}(S) \tag{3.6}$$

Burada Var(S), Denklem (3.4) kullanılarak hesaplanmaktadır. n, gerçek örnek sayısı, n^*, etkili örnek büyüklüğünü ve n^s, serisel korelasyon için düzeltme faktörünü göstermektedir. Düzeltme faktörü aşağıdaki gibi verilebilir,

$$n^s = \begin{cases} 1 + \dfrac{2}{n}\displaystyle\sum_{j=2}^{n-1}(n-j)r_j & j = 2 \\ 1 + 2\dfrac{r_1^{n+1} - n r_1^{\,2} + (n-1)r_1}{n(r_1 - 1)^2} & j = 1 \end{cases} \tag{3.7}$$

Burada r_j ve r_1 sırasıyla seri korelasyon katsayısıdır.

Düzeltilmiş standart MK istatistiği, bir istasyondaki MK test istatistiği seri korelasyonun etkisini yansıtır ve Denklem (3.8) ile gösterilir. $r_j > 0$ ve $n^s > 1.0$ olduğu zaman düzeltme faktörü, seri korelasyonun etkisini gidermek için MK istatistiğini azaltır. $r_j < 0$, $n^s < 1.0$ olduğunda ise düzeltme faktörü MK istatistiğini artırır.

$$Z^* = \frac{Z}{\sqrt{n^s}} \tag{3.8}$$

Uygulamada popülasyona ait serisel korelasyon katsayısı; r_j parametresi genellikle örneğe ait seri korelasyon katsayısı; r_j istatistiğinde yerine konularak aşağıdaki gibi verilebilir.

$$r_j = \frac{\dfrac{1}{n-j}\displaystyle\sum_{i=1}^{n-j}(x_i - \bar{x})(x_{i+j} - \bar{x})}{\dfrac{1}{n}\displaystyle\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \tag{3.9}$$

Burada $\bar{x}$, x_i serilerinin ortalamasıdır.

Bir gecikmeli serisel korelasyon katsayısı akış serisinin zamana bağımlılığının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılır. % 95 güven sınırında alt ve üst sınırları içinde r_1' in hesaplanması FAO (1973) tarafından aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$CL\ (r_1) = [-1 / (n\text{-}1)] \pm [1.96\ ((n\text{-}2) / (n\text{-}1)^{1.5})] \tag{3.10}$$

Eğer hesaplanan r_1 kabul edilen sınırların dışındaysa r_1'in sıfır olduğu kabulü yapılan sıfır hipotezi çift yönlü test kullanıldığında %5 önem seviyesinde red edilir.

Denklem (3.9)'da hesaplanan Sen'in eğimi b (Sen, 1968) her bir veri çiftinin diğerleriyle ikili gruplar oluşturarak kıyaslanmasıyla hesaplanır. Daha sonra bütün olası ikili grup eğimlerinin medyanı parametrik olmayan b eğiminin tahmini olarak alınır (Helsel ve Hirsch, 1997). $i = 1,\ldots, n\text{-}1$, $j = i + 1,\ldots, n$' dir.

$$b = \text{medyan}\left[\frac{(x_j - x_i)}{(j-i)}\right] \qquad i < j \tag{3.11}$$

3.2.3. Seri ve Çapraz Korelasyonsuz Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi İstatistiği

Yue ve Wang (2002) noktasal istasyonlardan ziyade bölgesel istasyonlardaki eğilimlerin zamansal ve yersel önemliliğini test etmek için Douglas ve ark. (2000) tarafından önerilen Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) testini uyarlamışlar ve m adet bağımsız istasyon için Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) test istatistiği S'yi ($\overline{S}$) hesaplamışlardır.

$$\overline{S} = \frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m} S_k \tag{3.12}$$

S_k burada, bölgedeki k sayıdaki istasyon için MK test istatistiğidir.

Mann-Kendall test istatistiğinin sıfır dağılımı her istasyonda normal dağılım gösterdiği gibi bağımsız normal değişkenler toplamının (m) ortalama dağılım fonksiyonu da normal dağılım göstermiştir (Yue ve Wang 2002). Uygulamada verilerin ortalaması ve istasyon yerindeki (k) MK istatistiğinin varyansı, verilen

sıraya göre örnek ortalaması $E[S_k]$ ve örnek varyansının Var(S_k) yerine konulur. Bölgesel test istatistiğinin varyansı ve ortalaması aşağıda verilmektedir.

$$E\left[\overline{S}\right]=0 \tag{3.13}$$

$$\mathrm{Var}\left(\overline{S}\right)=\frac{1}{m^2}\sum_{k=1}^{m}\mathrm{Var}\left(S_k\right) \tag{3.14}$$

Aynı örnek büyüklüğüne (n) sahip tüm istasyonlardaki verilerde tekrar gözlem yoksa Denklem (3.14) aşağıdaki gibi tekrar yazılabilir,

$$\mathrm{Var}\left(\overline{S}\right)=\frac{\mathrm{Var}\left(S\right)}{m} \tag{3.15}$$

Burada, Var(S) Denklem (3.4)'deki varyans olup verilerdeki tekrar gözlemler için düzeltme faktörü içermez. Böylece, standardize edilmiş Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) istatistiği $\overline{Z}$ aşağıdaki gibi verilebilir.

$$\overline{Z}=\begin{cases}\dfrac{\overline{S}-1}{\sqrt{\mathrm{Var}(\overline{S})}} & ; \quad S>0\\ 0 & ; \quad \overline{S}=0\\ \dfrac{\overline{S}+1}{\sqrt{\mathrm{Var}(\overline{S})}} & ; \quad \overline{S}<0\end{cases} \tag{3.16}$$

Yue ve Wang (2002), bir bölgede sadece 2 gözlem istasyonu bulunsa bile BOMK istatistiğinin sıfır dağılımının uygulanabileceğini ifade etmişlerdir (m=2).

3.2.4. Seri ve Çapraz Korelasyonlu Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi İstatistiği

Düzeltilmiş S istatistiğinin varyansı, serisel (zamansal) ve çapraz (yersel) korelasyonun her ikisi birden düşünüldüğünde aşağıdaki gibi verilebilir,

$$\mathrm{Var}\left(\overline{S}\right)=\frac{1}{m^2}\left[\sum_{k=1}^{m}n_k^s\,\mathrm{Var}\left(S_k\right)+2\sum_{k=1}^{m-1}\sum_{l=1}^{m-k}\sqrt{n_k^s\,n_{k+l}^s\,\mathrm{Var}\left(S_k\right)\mathrm{Var}\left(S_{k+l}\right)}\;r_{k,k+l}^{c}\right] \tag{3.17}$$

Burada $r^{c}_{k,k+l}$ istasyon k ve k+l arasındaki çapraz korelasyondur.

Uygulamada, popülasyonun çapraz korelasyon katsayısı $r^{c}_{k,k+l}$, örnek çapraz korelasyon katsayısı $r_{k,k+l,}$ ile yer değiştirildiğinde, k ve k+1 istasyonlarındaki örnek veri serisi hesaplanır.

$$r_{k,k+l} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i^k - \bar{x}^k\right)\left(x_i^{k+l} - \bar{x}^{k+l}\right)}{\sqrt{\mathrm{Var}\left(x^k\right)\mathrm{Var}\left(x^{k+l}\right)}} \tag{3.18}$$

Aynı örnek büyüklüğüne (*n*) sahip tüm istasyonlardaki verilerde tekrar gözlem yoksa Denklem (3.17) aşağıdaki gibi tekrar yazılabilir,

$$\mathrm{Var}\left(\bar{S}\right) = \frac{\mathrm{Var}(S)}{m^2}\left[\sum_{k=1}^{m} n_k^s + 2\sum_{k=1}^{m-1}\sum_{l=1}^{m-k}\sqrt{n_k^s\, n_{k+l}^s}\; r^{c}_{k,k+l}\right] \tag{3.19}$$

$$= \mathrm{Var}\left(\bar{S}\right) n_{sc} \tag{3.20}$$

Burada

$$n_{sc} = \bar{n} + \frac{2}{m}\sum_{k=1}^{m-1}\sum_{l=1}^{m-k}\sqrt{n_k^s\, n_{k+l}^s}\; r^{c}_{k,k+l} \tag{3.21}$$

ve

$$\bar{n} = \frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m} n_k^s \tag{3.22}$$

Standardize edilmiş BOMK istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\bar{Z}_{sc} = \frac{\bar{Z}}{\sqrt{n_{sc}}} \tag{3.23}$$

Denklem (3.20) Bölgesel Ortalama Mann-Kendall istatistiğinin varyansı üzerine serisel ve çapraz korelasyonun etkinliğini içerir ve Denklem (3.23) Bölgesel Ortalama Mann-Kendall istatistiği üzerinde serisel ve çapraz korelasyon katsayısı tarafından yapılan düzeltmeyi gösterir (Yue and Wang, 2002).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye'de buharlaşma verileri istatistiksel analize imkan verecek ölçüde yeterli olan 43–66 adet arası buharlaşma gözlem istasyonunun (BGİ) 32 yıllık (1975–2006) ortalama aylık buharlaşma verilerindeki olası gidiş %5 önem düzeyinde Mann-Kendall Sıra Korelasyon ($-1{,}96 \leq Z \leq 1{,}96$) ile Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelesyon ($-1{,}96 \leq Z_{sc} \leq 1{,}96$) için denklem (3.4) ve (3.23) kullanılarak test edilmiş ve sonuçlar aylık olarak Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.3.'te sunulmuştur. Buharlaşma verilerindeki değişimin nehir akımlarına ve yağışlar üzerine olabilecek etkilerini belirlemek amacıyla, testin sonuçları 30 yıllık (1968–1997) nehir akımları (Topaloğlu, 2006a) ve 30 yıllık (1968–1997) yağış (Özfidaner, 2007) verileri gidiş analizi sonuçları ile kıyaslanmıştır. Ayrıca; aylık toplam ve yıllık toplam buharlaşma verilerindeki gidiş Türkiye geneli için ayrı ayrı incelenmiştir.

4.1. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi

Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda, Çizelge 4.1. ve 4.2.'de görüldüğü gibi buharlaşma verilerinde nisan-ekim aylarında Marmara Bölgesi'nde 26, Ege-İç Anadolu Bölgesi'nde 28, Akdeniz Bölgesi'nde 33, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (GAB) 22, Karadeniz Bölgesi'nde 12, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 22 istasyonda artma eğiliminin olduğu bulunmuştur. En fazla artış 33 istasyon ile Akdeniz Bölgesi'ndedir. Tespit edilen önemli artışlar Marmara Bölgesi'nde 5, Ege-Doğu Anadolu Bölgesi'nde 14, Akdeniz Bölgesi'nde 15, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 7, İç Anadolu Bölgesi'nde 27 ve Karadeniz Bölgesi'nde 16 istasyon olarak sıralanabilir. Marmara Bölgesi'nde 15, Ege-Akdeniz Bölgesi'nde 21, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (GAB) 14, İç Anadolu Bölgesi'nde 18, Karadeniz Bölgesi'nde 11, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 7 istasyonda önemli olmayan azalış bulunmuştur. Türkiye genelindeki önemli azalışların bölgelere göre dağılımı ise; Marmara Bölgesi-Akdeniz Bölgesi'nde 3, Ege-Karadeniz Bölgesi'nde 15, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (GAB) 5, İç Anadolu Bölgesi'nde 6, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 1 istasyondur. Bu sonuçlara bakılarak Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesindeki buharlaşma verilerinde önemli olmayan artma eğilimi daha fazladır.

Çizelge 4.1. Uzun Yıllık Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Test (Z) Sonuçları (1975-2006)

Bölgeler	İstasyon Adı	AYLAR						
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Marmara Bölgesi	Edirne	-0.211	0.665	0.957	0.535	2.076*	-0.097	-0.032
	Kırklareli	-0.211	0.649	0.292	-0.405	0.551	-2.238*	-2.416*
	İst. \Göztepe	-0.130	1.087	0.551	1.946	2.141*	1.589	2.076*
	Kocaeli	-0.438	0.130	-1.216	-0.762	-0.130	-0.422	-0.730
	Sakarya	-0.859	1.508	0.032	1.476	1.865	-0.178	-0.097
	Çanakkale	1.249	2.400*	1.005	1.703	1.557	1.411	1.297
	Bursa	-	1.070	0.114	-	-	-	-
	İpsala	-2.222	1.087	0.195	-	2.903*	1.070	-
Ege Bölgesi	Edremit	-1.087	0.341	-0.665	-0.016	-1.378	-2.124*	-3.065*
	Akhisar	-0.503	0.989	0.486	-0.438	-0.908	-1.946*	-
	Uşak	1.297	1.184	0.519	0.470	0.989	-1.022	0.227
	Afyon	-	0.989	0.908	0.908	1.297	-0.649	0.665
	İzmir	0.438	0.876	0.032	-1.038	-1.005	-0.795	-1.914
	Aydın	2.319*	3.049*	4.054*	3.454*	3.681*	2.011*	1.735
	Denizli	-0.503	3.049*	-0.162	-0.957	-0.568	-1.022	-0.778
	Muğla	-2.870*	-2.984*	-2.887*	-4.411*	-4.897*	-4.654*	-3.568*
	Dalaman	-0.697	-2.822*	-2.530*	-2.465*	-3.114*	-2.789*	-3.714*
	Marmaris	-0.697	2.887*	4.508*	1.638	1.638	1.703	1.784
	Bornova	2.254*	-	2.968*	1.362	2.984*	0.795	1.330
	Bolvadin	-	2.108*	2.254*	1.849	1.816	-0.065	0.195
Akdeniz Bölgesi	Burdur	-0.486	0.097	2.141*	2.011*	1.411	-0.065	-0.941
	K.Maraş	1.735	1.314	1.281	1.168	1.476	1.135	-0.551
	Antalya	1.849	3.178*	2.611*	2.027*	2.189*	2.076*	0.746
	Silifke	-0.114	2.384*	1.119	0.941	-1.200	0.114	0.114
	Adana	0.341	1.022	1.638	0.016	0.422	0.146	0.973
	Göksun	-	-	0.227	-0.308	-1.978*	-2.287*	-
	Acıpayam	-	0.211	0.778	-1.200	-1.265	-1.995*	-1.378
	Beyşehir	-	2.514*	2.741*	3.389*	3.243*	2.659*	2.189*
	Elmalı	-0.211	-0.616	-0.762	-0.308	-1.022	-1.914	0.486
	Alata \Erdemli	0.276	1.362	-1.119	-0.243	-0.178	-0.373	-0.341
	Dörtyol	0.065	1.914	2.043*	0.227	0.178	1.216	1.005

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretinin anlamı %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. (-) işaretinin anlamı 4-30 yıllık verinin olmadığını göstermektedir.

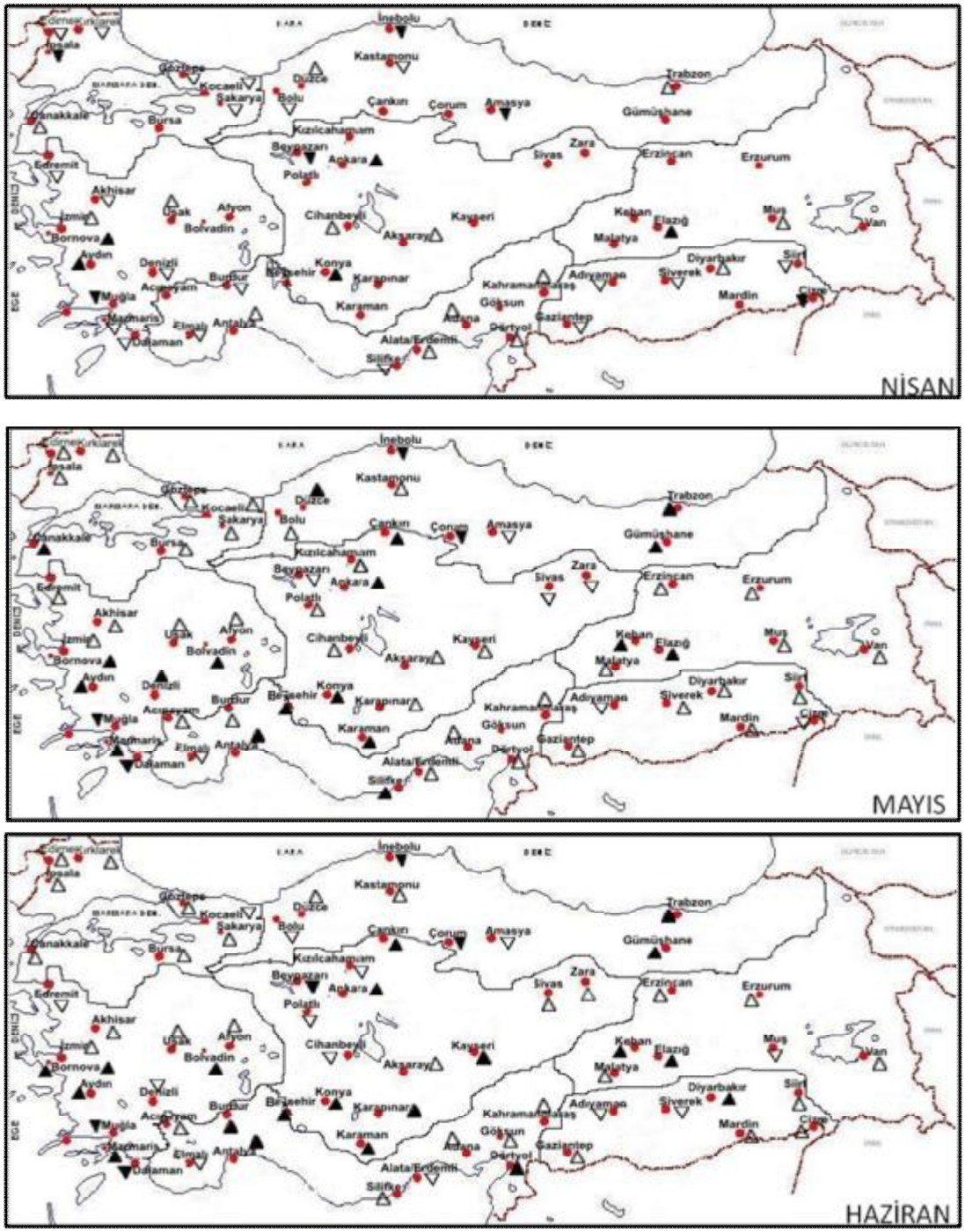
Çizelge 4.1.'in Devamı

Bölgeler	İstasyon Adı	AYLAR						
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Karadeniz Bölgesi	İnebolu	-2.562*	-2.222*	-2.870*	-2.935*	-2.757*	-4.297*	-2.643*
	Trabzon	0.665	2.935*	2.335*	2.854*	3.389*	3.924*	2.059*
	Bolu	-0.665	1.524	-0.016	1.735	1.605	-0.941	-1.005
	Düzce	0.292	2.027*	1.070	2.546*	3.292*	1.476	2.659*
	Kastamonu	-0.049	1.314	0.422	1.589	1.670	-0.454	1.378
	Çorum	-	-3.146*	-2.968*	-3.454*	-3.422*	-4.411*	-3.811*
	Amasya	-1.962*	-0.600	-1.654	-1.200	-0.730	-2.724*	-1.914
	Gümüşhane	-	3.681*	2.449*	3.519*	3.503*	3.146*	4.054*
Doğu Anadolu Bölgesi	Erzincan	-	0.535	1.151	0.714	0.016	0.957	-
	Erzurum	-	1.557	0.454	-0.114	0.892	-0.584	0.568
	Van	-	1.249	1.119	0.227	0.616	-0.616	0.130
	Malatya	-	2.854*	3.114*	3.924*	3.146*	2.124*	3.178*
	Elazığ	3.049*	3.260*	3.162*	1.930	1.670	1.962*	2.481*
	Muş	-	0.373	-0.065	-0.519	-1.314	-2.514*	-0.843
	Keban	1.427	2.384*	2.465*	2.124*	0.503	1.378	1.670
İç Anadolu Bölgesi	Çankırı	-	3.000*	1.978*	2.027*	0.146	-	-
	Sivas	-	-0.568	1.476	1.038	1.314	-0.649	-0.600
	Ankara	2.368*	3.405*	2.351*	2.254*	3.114*	1.005	1.492
	Cihanbeyli	0.470	0.876	-0.730	-0.341	0.195	-0.470	1.946
	Aksaray	1.508	1.832	1.865	1.427	1.832	0.908	1.670
	Kayseri	-	1.184	2.043*	3.243*	2.838*	2.805*	2.059*
	Konya	2.919*	2.870*	3.422*	3.908*	2.984*	2.335*	3.308*
	Karaman	-	3.195*	3.049*	3.146*	3.989*	4.054*	3.941*
	Kızılcahamam	-	1.103	-0.568	-0.081	-0.454	-1.427	-
	Beypazarı	-3.243*	-1.005	-2.092*	-3.438*	-3.730*	-5.384*	-4.524*
	Zara	-	-1.005	0.114	0.616	0.097	-0.924	-
	Polatlı	-	0.389	-0.211	-0.811	-0.535	-1.719	-0.389
	Karapınar	-	1.800	2.368*	1.443	1.914	0.843	0.762
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Siirt	-0.097	0.908	0.616	0.049	1.443	0.470	2.011*
	Gaziantep	-1.476	0.941	0.697	-0.324	-0.568	0.957	-0.259
	Adıyaman	-1.314	-0.097	-0.924	-1.865	-2.254*	-2.919*	-2.287*
	Mardin	-	1.005	1.735	0.827	0.924	0.211	0.973
	Diyarbakır	1.362	1.654	3.178*	3.032*	4.200*	4.314*	2.903*
	Siverek	-0.551	0.568	-0.762	-0.357	-1.930	-3.276*	1.216
	Cizre	-3.908*	-1.022	1.524	1.022	2.724*	1.622	1.281

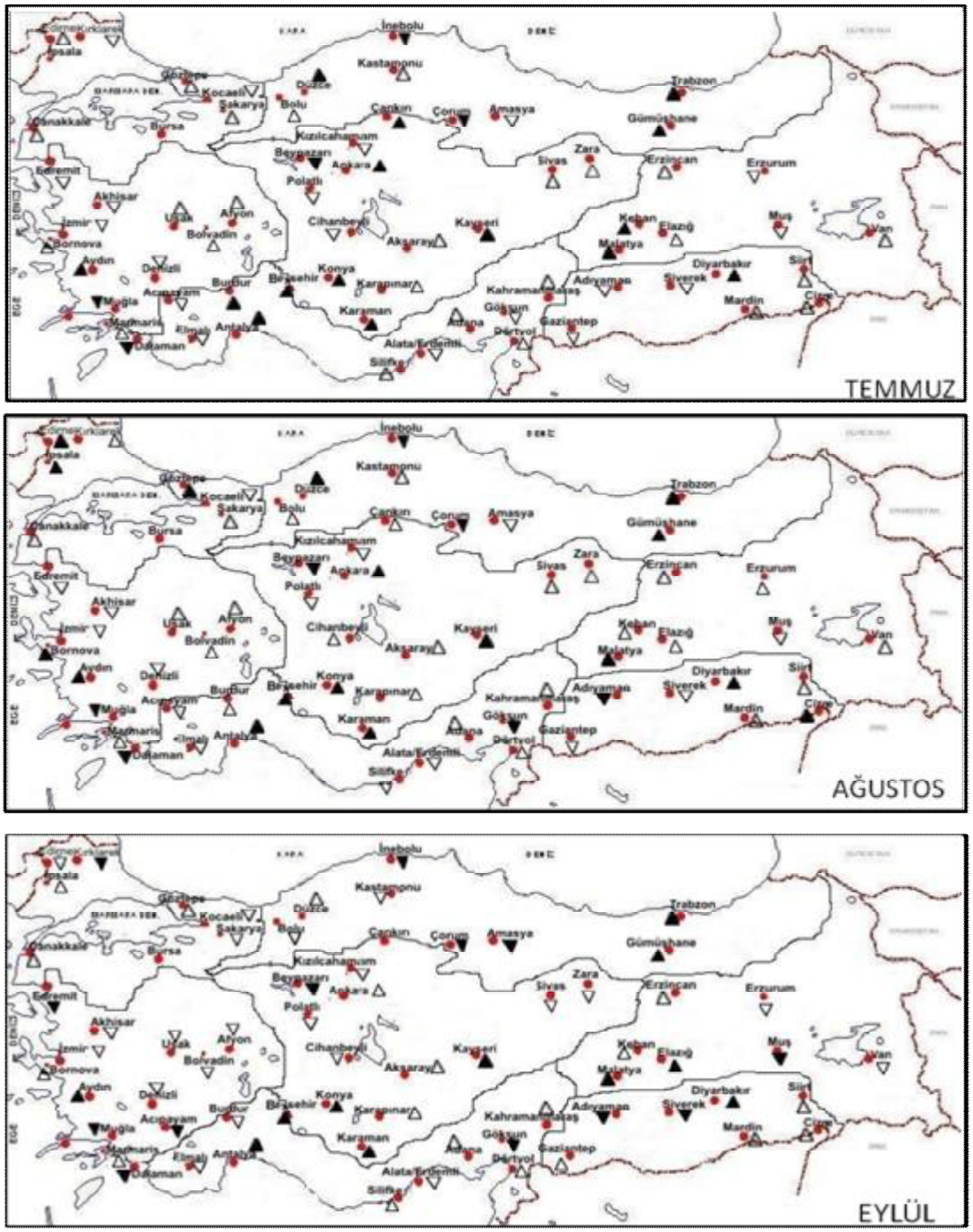
Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretinin anlamı %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. (-) işaretinin anlamı 4-30 yıllık verinin olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.2.'de Aylık toplam buharlaşma verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi dikkate alınarak istasyon bazındaki sayıları verilmiştir. Şekil 4.1.ise, aylık toplam buharlaşma verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon testine göre Türkiye üzerindeki dağılımlarını göstermektedir.

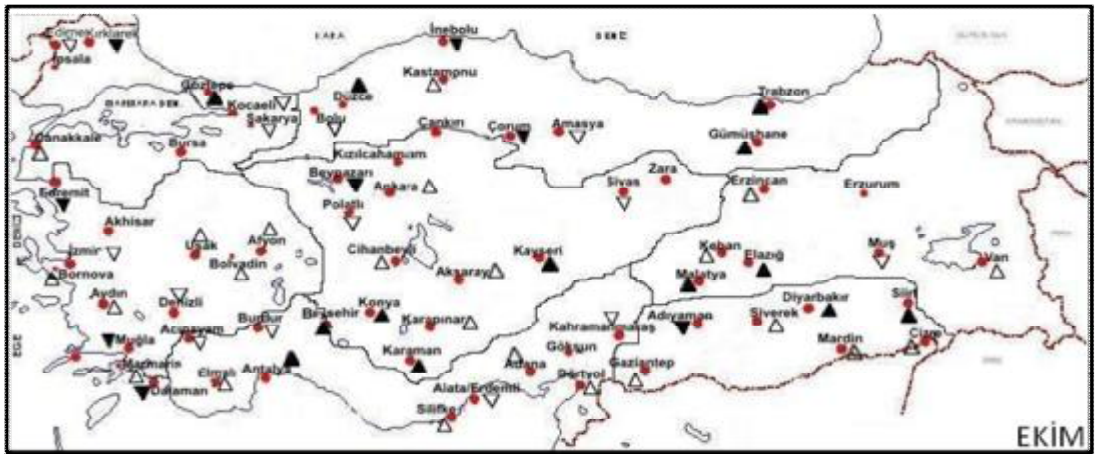
1975–2006 yılları arasında en az 43, en fazla 66 buharlaşma gözlem istasyonu arasında aylık toplam buharlaşma verilerine uygulanan MK testi sonucunda nisan ayında 14 (%32.55) istasyonda önemsiz artış bulunmuştur Kanada da buharlaşma verilerine uygulanan MK testinde nisan ayının 50 yıllık, eylül ayının ise 30 yıllık kayıtlarında gidişte artış gözlenmiştir (Hesch ve Burn 2005). Nisan ayında 5 istasyonda önemli artış bulunmuştur. Çizelge 4.2. ve Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi önemli artma gösteren istasyonlar Ege Bölgesi'nde Aydın, Bornova; İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara, Konya; Doğu Anadolu Bölgesi'nde Elazığ istasyonlarıdır. Çizelge 4.2.'yi azalış yönünden incelediğimiz zaman 19 (%44.18) istasyonda azalma eğilimi olduğu görülmüş ve bu istasyonların da 6 (%13.95) tanesinde %5 önem seviyesinde önemli azalışlar belirlenmiştir. Önemli azalma gösteren istasyonlar Marmara Bölgesi'nde İpsala; Ege Bölgesi'nde Muğla; Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde Cizre; İç Anadolu Bölgesi'nde Beypazarı; Karadeniz Bölgesi'nde bulunan İnebolu, Amasya istasyonlarıdır. Roderick ve Farquhar (2004) Avustralya'da kuzey yarım kürede pan buharlaşmasında yaptıkları çalışmada son 50 yıllık gidişte azalmalar kaydetmişlerdir.



Şekil 4.1. Aylık Toplam Buharlaşma verilerinin (Nisan-Ekim) Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine Göre Türkiye Üzerinde Dağılımı. Δ ve ∇ simgelerle %5 önem düzeyinde sırasıyla önemli olmayan artma ve azalma yönlü gidişi göstermektedir. Gidişin %5 önem düzeyinde önemli bulunması durumu ($-1{,}96 \geq Z \geq +1{,}96$) ise ▲ veya ▼ simgelerle gösterilmiştir.



Şekil 4.1.'in Devamı



Şekil 4.1.'in Devamı

Çizelge 4.2. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z) Sonuçları

Ay	Bölgeler	Artma	Azalma	Önemli Azalma	Önemli Artma
Nisan	Marmara	1	5	1	-
	Ege	2	5	1	2
	Akdeniz	5	3	-	-
	GDA	1	4	1	-
	İç Anadolu	2	-	1	2
	Karadeniz	2	2	2	-
	Doğu Anadolu	1	-	-	1
Mayıs	Marmara	7	-	-	1
	Ege	5	-	2	4
	Akdeniz	6	1	-	3
	GAB	5	2	-	-
	İç Anadolu	6	3	-	4
	Karadeniz	2	1	2	3
	Doğu Anadolu	4	-	-	3
Haziran	Marmara	7	1	-	-
	Ege	4	1	2	4
	Akdeniz	5	2	-	4
	GAB	4	2	-	1
	İç Anadolu	3	3	1	6
	Karadeniz	2	2	2	2
	Doğu Anadolu	3	1	-	3
Temmuz	Marmara	4	2	-	-
	Ege	5	4	2	1
	Akdeniz	4	4	-	3
	GAB	3	3	-	1
	İç Anadolu	4	3	1	5
	Karadeniz	2	1	2	3
	Doğu Anadolu	3	2	-	2

* Rakamlar istasyon sayısını göstermektedir. GAB: Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni temsil eder.

Mayıs ayında Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi sonucunda 35 (%53.03) istasyonun % 5 önem seviyesinde artış eğiliminde olduğu bulunmuştur. Bu sonuca bakılarak en fazla artışın mayıs ayında olduğu söylenebilir. Marmara Bölgesi'nde İpsala; Ege Bölgesi'nde Aydın, Denizli, Marmaris, Bolvadin; Akdeniz Bölgesi'nde; Antalya, Silifke, Beyşehir; İç Anadolu Bölgesi'nde Çankırı, Ankara, Konya, Karaman; Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon, Düzce, Gümüşhane; Doğu Anadolu Bölgesi'nde Malatya, Elazığ, Keban olmak üzere toplam 18 (%27.27) istasyonda önemli artışlar saptanmıştır. Azalış yönünden incelediğimiz zaman 7 (%10.60)

Çizelge 4.2.'nin Devamı

Ay	Bölgeler	Artma	Azalma	Önemli Azalma	Önemli Artma
Ağustos	Marmara	3	1	-	3
	Ege	4	3	2	2
	Akdeniz	4	4	1	2
	GAB	2	2	1	2
	İç Anadolu	6	2	1	4
	Karadeniz	2	1	2	3
	Doğu Anadolu	5	1	-	1
Eylül	Marmara	3	3	1	-
	Ege	2	6	3	1
	Akdeniz	4	3	2	2
	GAB	4	-	2	1
	İç Anadolu	3	5	1	3
	Karadeniz	1	2	3	2
	Doğu Anadolu	2	2	1	2
Ekim	Marmara	1	3	1	1
	Ege	6	2	3	-
	Akdeniz	5	4	-	1
	GAB	3	1	1	2
	İç Anadolu	4	2	1	3
	Karadeniz	1	2	2	3
	Doğu Anadolu	3	1	-	2

* Rakamlar istasyon sayısını göstermektedir. GAB : Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni temsil eder.

istasyonda azalma eğilimi olduğu görülmüş ve bu istasyonların da 4 tanesinde %5 önem seviyesinde önemli azalışlar belirlenmiştir. Önemli azalma gösteren istasyonlar; Ege Bölgesi'nde Muğla, Dalama; Karadeniz Bölgesi'nde bulunan İnebolu, Çorum istasyonlarıdır.

Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda haziran ayında 28 (%43.07) istasyonda önemsiz artış, 20 (%30.76) istasyonda ise önemli artış görülmüştür. Rüzgâr, bağıl nem, maksimum sıcaklık gibi etmenlerde meydana gelen değişme bu artışın sebeplerindendir (Thomas, 2000). Ege Bölgesi'nde Aydın, Marmaris, Bornova, Bolvadin; Akdeniz Bölgesi'nde Burdur, Antalya, Beyşehir, Dörtyol; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır; İç Anadolu Bölgesi'nde Çankırı, Ankara, Kayseri, Konya, Karaman, Karapınar; Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon, Gümüşhane; Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Malatya, Elazığ, Keban istatistiksel

olarak önemli artış gösteren istasyonladır. Azalış yönünden incelediğimiz zaman 12 (%18.46) istasyonda azalma eğilimi olduğu görülmüş ve bu istasyonların da 5 (%7.69) tanesinde %5 önem seviyesinde önemli azalışlar belirlenmiştir. Önemli azalma gösteren istasyonlar Ege Bölgesi'nde Muğla, Dalaman; İç Anadolu Bölgesi'nde Beypazarı; Karadeniz Bölgesi'nde bulunan İnebolu, Çorum istasyonlarıdır.

Temmuz ayında Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda 25 (%39.06) istasyonda % 5 önem seviyesinde artma yönünde eğilim görülmüştür. Bu istasyonların 15'inde (%23.43) önemli artışlar saptanmıştır. Ege Bölgesi'nde Aydın; Akdeniz Bölgesi'nde Burdur, Antalya, Beyşehir; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır; İç Anadolu Bölgesi'nde Çankırı, Ankara, Kayseri, Konya, Karaman; Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon, Düzce, Gümüşhane; Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Malatya, Keban önemli artışın görüldüğü istasyonlardır. Azalış yönünden incelediğimiz zaman 19 (%29.68) istasyonda azalma eğilimi olduğu görülmüş ve 5 tanesinde de %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli azalışlar belirlenmiştir. Meydana gelen bu azalmalar küresel iklim değişikliğinin sonucudur (Kosif, 1999). Önemli azalma gösteren istasyonlar; Ege Bölgesi'nde Muğla, Dalaman; İç Anadolu Bölgesi'nde Beypazarı; Karadeniz Bölgesi'nde bulunan İnebolu, Amasya istasyonlarıdır.

Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda ağustos ayında 26 (%40.62) istasyonda istatistiksel olarak önemsiz artışlar tespit edilmiştir. Bu ayda 17 (%26.56) istasyonda önemli artış bulunmuştur. Önemli artma,; Marmara Bölgesi'nde Edirne, İstanbul\Göztepe, İpsala; Ege Bölgesi'nde Aydın, Bornova; Akdeniz Bölgesi'nde Antalya, Beyşehir; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır, Cizre; İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara, Kayseri, Konya, Karaman; Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon, Düzce, Gümüşhane; Doğu Anadolu Bölgesi'nde Malatya istasyonlarıdır. Azalış yönünden incelediğimiz zaman 14 (%21.87) istasyonda azalma eğilimi olduğu görülmüş ve bu istasyonların da 7 (%10.99) tanesinde %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli azalışlar belirlenmiştir. Önemli azalma gösteren istasyonlar Ege Bölgesi'nde Muğla, Dalaman; Akdeniz Bölgesi'nde Göksun;

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman; İç Anadolu Bölgesi'nde Beypazarı; Karadeniz Bölgesi'nde İnebolu, Çorum istasyonlarıdır.

Eylül ayı Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda, 19 (%29.68) istasyonda artış eğilimi görülürken, Ege Bölgesi'nde Aydın; Akdeniz Bölgesi'nde Antalya, Beyşehir; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır; İç Anadolu Bölgesi'nde Kayseri, Konya, Karaman; Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon, Gümüşhane; Doğu Anadolu Bölgesi'nde Malatya, Elazığ olmak üzere 11 (%17.18) istasyonda önemli artış saptanmıştır. Azalış yönünden incelediğimiz zaman, 21 (%32.81) istasyonda azalma eğilimi olduğu görülürken, bu istasyonların da 13 (%20.31) tanesinde istatistiksel olarak önemli azalışlar belirlenmiştir. Önemli azalma gösterenler; Marmara Bölgesi'nde Kırklareli; Ege Bölgesi'nde Edremit, Muğla, Dalaman; Akdeniz Bölgesi'nde Göksun, Acıpayam; İç Anadolu Bölgesi'nde Beypazarı; Karadeniz Bölgesi'nde İnebolu, Çorum, Amasya; Doğu Anadolu Bölgesi'nde Muş istasyonlarıdır. Bu testin sonucunda eylül ve nisan aylarında önemsiz azalışın artışa göre daha fazla olması gibi istatistiksel benzerlikler belirlenmiştir.

Ekim ayında 23 (%39.65) istasyonda istatistiki anlamda önemli olmayan artma, 12 (%20,68), istasyonda ise istatistiki anlamda önemli artışlar belirlenmiştir. Marmara Bölgesi'nde İstanbul\Göztepe; Akdeniz Bölgesi'nde Beyşehir; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Siirt, Diyarbakır; İç Anadolu Bölgesi'nde Kayseri, Konya, Karaman; Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon, Düzce, Gümüşhane; Doğu Anadolu Bölgesi'nde Malatya, Elazığ önemli artış görülen istasyonlarıdır. Azalış yönünden incelediğimiz zaman 15 (%25.86) istasyonda azalış, 8 (%13.79) istasyonda ise %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli azalışlar belirlenmiştir. Önemli azalma gösteren; Marmara Bölgesi'nde Kırklareli; Ege Bölgesi'nde Edremit, Muğla, Dalaman; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman; İç Anadolu Bölgesi'nde Beypazarı; Karadeniz Bölgesi'nde İnebolu, Çorum; istasyonlarıdır.

Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve ekim aylarında istatistiksel olarak önemsiz artışın daha fazla olduğunu belirlenmiştir. Bu artışlara sebep olan etmenler; sera etkisi (Roderick ve Farquhar,

2005), bulutluluk ve güneş radyasyonu (Asanuma ve ark ,2004), rüzgar, bağıl nem, sıcaklık (Thomas, 2000) ve yağış (Lawrimore ve Peterson, 2000) gibi sıralanabilir.

4.2. Aylık Toplam Buharlaşma Verilerinin Bölgesel Ortalama Mann Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları

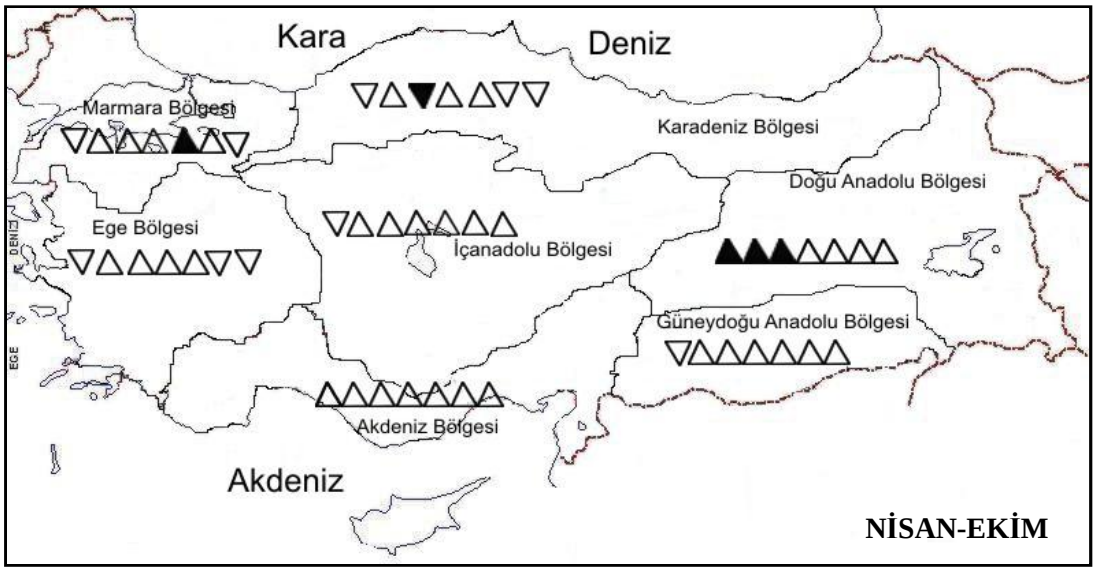
Çizelge 4.3.'teki sonuçlar incelediğinde, Türkiye'nin yedi ayrı coğrafi bölgesi için 1975–2006 yılları arası aylık toplam buharlaşma verilerine uygulanan Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçlarına göre 35 adet artma, 10 adet azalma, 4 adet önemli artma mevcutken, istatistiksel olarak önemli bir azalış görülmemektedir.

Çizelge 4.3. Aylık ve Yıllık Toplam Buharlaşma Verilerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Test (Z_{sc}) Sonuçları

Aylar ve Yıllık	Bölgeler						
	M	E	A	GAB	İA	K	DA
Nisan	-0.487	-0.295	0.536	-1.423	-0.270	-1.178	2.265*
Mayıs	1.204	1.134	1.684	0.714	1.658	0.889	2.241*
Haziran	0.257	0.968	1.604	1.105	1.442	-0.144	2.020*
Temmuz	0.914	0.019	1.145	0.399	1.444	0.733	1.589
Ağustos	2.027*	0.049	0.563	1.149	1.249	1.178	1.230
Eylül	0.183	-1.312	0.077	0.291	0.140	-0.728	0.532
Ekim	-0.007	-0.939	0.304	1.230	1.188	0.116	1.398
Yıllık	0.844	0.102	1.859	0.673	1.678	0.274	1.519

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretinin anlamı %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.
M : Marmara Bölgesi, E : Ege Bölgesi, A : Akdeniz Bölgesi, GAB : Güneydoğu Anadolu Bölgesi, İA : İç Anadolu Bölgesi, K : Karadeniz Bölgesi, DA : Doğu Anadolu Bölgelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.3.'te ve Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi Marmara Bölgesi'ndeki buharlaşmada mayıs, haziran, temmuz, eylül, aylarında 4 adet önemsiz artış olurken, ağustos ayında önemli bir artış görülmektedir. Nisan ve ekim aylarında ise önemsiz azalışların olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Aylık Toplam Buharlaşma verilerinin (Nisan-Ekim) Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine Göre Türkiye Üzerinde Dağılımı. Δ ve ∇ simgelerle %5 önem düzeyinde sırasıyla önemli olmayan artma ve azalma yönlü gidişi göstermektedir. Gidişin %5 önem düzeyinde önemli bulunması durumu ($-1,96 \geq Z_{sc} \geq +1,96$) ise ▲ veya ▼ simgelerle gösterilmiştir.

Ege Bölgesi'nde buharlaşmada mayıs, haziran, temmuz, ağustos, aylarında önemli olmayan artışlar olurken; nisan, eylül ve ekim aylarında önemsiz azalışlar belirlenmiştir. Bu bölgede önemli artış ve önemli azalış bulunmamıştır.

Akdeniz Bölgesi'nde nisan-ekim aylarındaki buharlaşmada sadece önemli olmayan artmalar belirlenmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde nisan ayında önemsiz azalış görülmüştür. Diğer ayların buharlaşma verilerinde ise önemsiz artışlar meydana gelmiştir.

İç Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde olduğu gibi sadece nisan ayında önemsiz azalış olurken, diğer ayların buharlaşma verilerinde önemsiz artışlar bulunmuştur.

Karadeniz Bölgesi'nde de genel olarak artma eğiliminin görüldüğü söylenebilir. Nisan, haziran ve eylül aylarında buharlaşma verilerinde azalmanın olduğu belirlenmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde temmuz, ağustos, eylül, ekim aylarındaki buharlaşmada önemli olmayan artışlar bulunurken, Marmara Bölgesi'nde ağustos ayında ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde nisan, mayıs, haziran aylarında buharlaşma verilerinde önemli artışlar tespit edilmiştir.

Buharlaşma verilerinin yıllık Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçları Çizelge 4.3.'te görüldüğü gibi Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinde önemli olmayan artışlar meydana gelmiştir.

4.3. Buharlaşma, Yağış ve Akım Verileri için Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Buharlaşma, yağış ve akım verileri için yapılan Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testinde buharlaşma için 32 yıllık veri (1975-2006), yağış ve akım için 30 yıllık veri (1968-1997) kullanılmıştır. Buharlaşma, yağış ve akım verilerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçları Çizelge 4.4.'te verilmektedir.

Çizelge 4.4. Aylık Toplam Buharlaşma, Yağış, Akım Verilerinin 7 Coğrafi Bölge İçin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları

Aylar	Bölgeler											
	Marmara			Ege			Akdeniz			GDA		
	B	Y	A	B	Y	A	B	Y	A	B	Y	A
Nisan	∇	Δ	∇	∇	Δ	▼	Δ	∇	∇	∇	∇	Δ
Mayıs	Δ	∇	▼	Δ	∇	▼	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	∇
Haziran	Δ	Δ	▼	Δ	▼	▼	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	∇
Temmuz	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	▼	Δ	O	∇
Ağustos	▲	∇	▼	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	▼	Δ	∇	∇
Eylül	Δ	∇	▼	∇	∇	▼	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	∇
Ekim	∇	Δ	▼	∇	∇	▼	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	∇

Not: Δ ve ∇ simgelerle %5 önem düzeyinde sırasıyla önemli olmayan artma ve azalma yönlü gidişi göstermektedir. Gidişin %5 önem düzeyinde önemli bulunması durumu ($-1{,}96 \geq Z_{sc} \geq +1{,}96$) ise ▲ veya ▼ simgelerle, içi boş daire (○) gidiş bulunmayan istasyonları, GDA : Güneydoğu Anadolu, A : Akım, Y : Yağış, B : Buharlaşma' yı göstermektedir. (Özfidaner, 2007), (Topaloğlu, 2006a).

Marmara Bölgesi'nde, Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda mayıs, haziran, temmuz, eylül ayı buharlaşma verileri ile nisan, haziran, temmuz, ekim ayı yağış verilerinde önemsiz artma gözlenmiştir. Ancak; ğustos ayı buharlaşma verisinde önemli artış görülmüştür. Akım verilerinde ise nisan ayı hariç diğer aylarda önemli azalmalar meydana gelmiştir.

Ege Bölgesi'nde Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi mayıs-temmuz aylarındaki buharlaşma verileri ile nisan, temmuz, ağustos ayı yağış verilerinde önemsiz artış gözlenmiştir. Haziran ayı yağış verisi ve nisan-ekim ayılarındaki akım verilerinde

Çizelge 4.4.'ün Devamı

Aylar	Bölgeler								
	İç Anadolu			Karadeniz			Doğu Anadolu		
	B	Y	A	B	Y	A	B	Y	A
Nisan	∇	∇	∇	∇	Δ	Δ	▲	∇	∇
Mayıs	Δ	∇	▼	Δ	Δ	∇	▲	∇	∇
Haziran	Δ	∇	▼	∇	Δ	∇	▲	∇	∇
Temmuz	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	∇	Δ	Δ	∇
Ağustos	Δ	∇	▼	Δ	Δ	∇	Δ	Δ	▼
Eylül	Δ	∇	▼	∇	Δ	∇	Δ	Δ	▼
Ekim	Δ	Δ	▼	Δ	Δ	∇	Δ	Δ	∇

Not: Δ ve ∇ simgelerle %5 önem düzeyinde sırasıyla önemli olmayan artma ve azalma yönlü gidişi göstermektedir. Gidişin %5 önem düzeyinde önemli bulunması durumu ($-1{,}96 \geq Z_{sc} \geq +1{,}96$) ise ▲ veya ▼ simgelerle, içi boş daire (○) gidiş bulunmayan istasyonları, GDA : Güneydoğu Anadolu, A : Akım, Y : Yağış, B : Buharlaşma' yı göstermektedir. (Özfidaner, 2007), (Topaloğlu, 2006a).

önemli azalmalar bulunmuştur. Sonuç olarak nisan, mayıs aylarında buharlaşma ve yağış verilerinde ters orantı mevcutken, temmuz, ağustos, eylül, ekim aylarında doğru bir orantı vardır.

Akdeniz Bölgesi'nde buharlaşma ve yağış verilerinde nisan ayı hariç diğer aylarda önemsiz artma tespit edilmiştir. 1968-1997 yılları arasındaki yağış verilerine uygulanan Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Özfidaner, 2007). Akdeniz Bölgesi'nde yağışlardaki artışın buharlaşmayı da arttırdığı görülmüştür. Nisan ayı akım verisinde önemsiz azalma diğer aylarda ise önemli azalmalar tespit edilmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçlarına göre nisan ayı hariç buharlaşma verileri, mayıs, haziran, eylül, ekim ayı yağış verileri ile nisan ayı akım verisinde önemsiz artma yönünde gidiş bulunmuştur. Buharlaşmadaki artma yağışlarda benzer sonuçların oluşmasını sağlamıştır. Nisan ayı buharlaşma, yağış ve mayıs-ekim ayı akım verilerinde ise önemsiz azalışlar belirlenmiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde mayıs-ekim ayı buharlaşma verileri ile temmuz, ekim ayı yağış verilerinde önemli olmayan artışlar belirlenmiştir. Nisan ayı buharlaşma, yağış verisi ile nisan-haziran, ağustos, eylül ayı akım verilerinde önemsiz azalmalar olurken mayıs-ekim ayı akım verilerinde önemli azalmalar bulunmuştur.

Karadeniz Bölgesi'nde, Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda mayıs, temmuz, ağustos, ekim ayı buharlaşma verileri, nisan-ekim ayı yağış verileri ve nisan ayı akım verisinde önemsiz artama yönünde gidiş olurken nisan, haziran, eylül ayı buharlama verileri ile mayıs-ekim akım verilerinde önemsiz azalma belirlenmiştir. Nisan ayı hariç diğer ayların yağış ve akım verileri arasında ters bir orantı görülmektedir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde temmuz-ekim ayı buharlaşma ve yağış verilerinde önemli olmayan artış olmasına karşın nisan-haziran ayı buharlaşma verilerinde önemli artışlar tespit edilmiştir. Nisan-haziran ayı yağış verisi ve nisan-temmuz, ekim ayı akım verilerinde önemsiz azalış belirlenirken temmuz-ağustos ayı akım verilerinde önemli azalmalar bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları

Türkiye buharlaşma verilerine en az 43, en fazla 66 istasyonda ve 1975-2006 yılları arasında uygulanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi sonucunda aylık buharlaşma verilerinde nisan ayında 14, mayıs ayında 35, haziran ayında 28, temmuz ayında 25, ağustos ayında 26, eylül ayında 19, ekim ayında 23 istasyonda artma eğilimi görülmüştür. Nisan ve eylül ayında meydana gelen azalma eğilimleri artma eğilimlerinden daha fazladır.

Belirtilen bu araştırma sonuçlarının çalışma alanının hidrolojik yapısına göre değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte, kullanılan testlerin gücü mevcut bağımlılığın derecesine ve kayıt uzunluğuna bağlı olduğundan bu testler aynı seri ve önem düzeyi için farklı sonuçlar verebilmektedir. Türkiye buharlaşma verilerinde artma yönündeki bu genel eğilim ise meteorolojik etmenlerden, rüzgâr, güneş radyasyonu, yağış, sıcaklık gibi nedenlerden dolayı meydana gelmiş olabilir (Thomas, 2000).

5.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Test Sonuçları

Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesine yapılan buharlaşma için 1975-2006 yılları arasında aylık ortalama buharlaşma verilerine uygulanan Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçlarına göre 35 adet artma, 10 adet azalma, 4 adet önemli artma mevcutken istatistiksel olarak önemli bir azalış görülmemektedir. Artma eğilimi en fazla Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgesi'nde saptanmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise en fazla önemli artış olurken, Marmara Bölgesi'nde 1 adet önemli artış meydana gelmiştir.

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biridir. İklimde meydana gelebilecek herhangi bir değişme buharlaşma, yağış, yüzey akış ve toprakta ki kullanılabilir suyun miktarını değiştirecektir. Bunun yanı sıra, küresel sıcaklıkta meydana gelebilecek artışa bağlı olarak, okyanus sıcaklığının da artacağını, dolayısıyla daha fazla buharlaşma olacağı belirlenmiştir. Bunun

sonucunda atmosferdeki en önemli sera gazlarından biri olan su buharı sıcaklık artışını hızlandıracaktır (Öztürk, 2002). Yapılan araştırmalarda, küresel ısınmadan dolayı oluşacak iklim değişiklikleriyle, özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalardan ülkemizin olumsuz etkileneceği belirtilmektedir. Türkiye'miz, küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından, riskli ülkeler arasında yer almaktadır. İklim değişikliklerine karşı gerekli önlemler alınmaz ise, ülkemizin kurak ve yarı kurak alanlarındaki su kaynakları özellikle kentlerdeki su kaynaklarının durumu, sorunlara yenilerini ekleyecek ve içme amaçlı su ihtiyacı daha da artacaktır. Mevsimler ve yıllık yağışlarda görülecek değişmeler hem su kaynaklarının depo edilmesi, hem de topraktaki nem rejiminin düzenlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bitkilerin çiçeklenme, tozlanma, meyve oluşumu ve tane dolumu sırasında meydana gelebilecek su yetersizliği verimin önemli ölçüde düşmesine neden olacaktır. Sıcaklıkların artması nedeniyle, toprakta meydana gelen buharlaşma ve bitkide olan terlemenin artmasıyla beraber bitki strese gireceğinden, kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi zorunlu hâle gelecektir (Öztürk, 2002).

Sonuç olarak iklim değişikliğine ve nüfus artışına karşı çevreyle uyumlu sanayileşme politikalarının izlenmesi yanında, tarımda sulama konusunda gerek bitki ve gerekse de sulama yöntemi seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir. Yerüstü ve yeraltı su kaynakları azaldığından buna karşı önlemler alınmalıdır. Tarım politikaları, bitki ve sulama seçenekleri tekrar değerlendirilerek sağlıklı bir şekilde yapılandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

ASANUMA, J., and KAMIMERA, H.,2004. Pan Evaporation Trends in Japan and Its Relevance to The Variability of The Hydrological Cycle. Meteorological Society of Japan, 51(9): 667-78.

ATAR, B., 1996. Doğu Akdeniz Bölgesindeki 1 ve 24 Saat Süreli Maksimum Yağışların Trendlerinin ve Olasılık Dağılımlarının İncelenmesi. Ç.Ü. Fen Bil. Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, No: 1117, Adana, 92s.

CHIEW, F., WHETTON, P., and MCMAHON, T., 1995. Detection of Climate Changes in Recorded Runoff Volumes in South-east Australian Rivers. International Journal of Climatology, 13: 643–53.

CIĞIZOĞLU, H.K., BAYAZIT, M., and ÖNÖZ, B., 2005. Trends in the Maximum, Mean, and Low Flows of Turkish Rivers. Journal of Hydrometeorology, 6: 280-290.

DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 1998-2007.

FAO (1973). Mathematical Models in Hydrology, FAO Irrigation and Drainage Paper No.19, Rome.

FU, G., CHEN, S., LIU, C., and SHEPARD, D., 2004. Hydro-Climatic Trends of the Yellow River Basin for the Last 50 Years. Climatic Change, 65: 149-178.

GAN, Y.T., 1998. Hydroclimatic Trends and Possible Climatic Warming in The Canadian Praires. Water Resources, Vol.34, No.11, 3009–3015.

GEMMER, M., BECKER, S., and JIANG, T., 2004. Observed Monthly Precipitation Trends in China 1951-2002, Theoretical and Applied Climatology, 77(1-2): 39-45.

GÖNCÜ, S., ve ALBERK, E., 2007. 1.Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK Bildiri kitabı, İ.T.Ü Maslak KSB Salonu 11-13 Nisan 2007, İstanbul.

HELSEL, D.R., and HIRSCH, R.M., (1997). Statistical Methods in Water Resources. Studies in Environmental Sciencevol. 49, Elsevier, Amsterdam.

HESCH, N.M., and BURN,D.H., 2005. Analysis of Trends in Evaporation – Phase 1, Ph.D., P.Eng. Department Of Civil Engineering University of Waterloo Waterloo, On Canada N2L 3G1. ——,2005b. Analysis of Trends in Evaporation – Phase 2.

HESCH, N.M., and BURN,D.H., 2006. Trends in Evaporation for The Canadian Prairies, Department of Civil Engineering University of Waterloo Ont Canada N2L 3G1.

JHAJHARIA, D., SHRIVASTAVA, S.K., SARKAR, D., and SARKAR, S., 2008. Temporal Characteristics of Pan Evaporation Trends Under The Humid Conditions Of Northeast India. Agricultural And Forest Meteorology, 149(5): 763-770.

KADIOĞLU, M., TOROS, H., ve KURTULUŞ, B., 1994. Küresel Isınma ve Türkiye' de Yağış Trendleri. T.C. Bayındırlık ve İskan Bak. DSİ Genel Müd., 40. Kuruluş Yılı, Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirme Konferansı Bildirileri, Cilt. 1, Ankara, 467–476.

KADIOĞLU, M., 2000. Regional Variability of Seasonal Precipitation Over Türkey. International Journal of Climatology, 20, 1743–1760.

KAHYA, E., and KALAYCI, S., 2004. Trend Analysis of Streamflow in Turkey. Journal of Hydrology, 289: 128-144.

KEIM, B. D., and MÜLLER, R.A., 1992. Temporal Fluctuations of Heavy Rainfall Magnitudes in New Orleans, Louisiana, 1871-1991. Water Res. Bull., 28(4): 721-730.

KOSİF, K., 1999. Yeşilırmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, No5457, 115s.

LAWRIMORE, J.H., PETERSON, T.C., 2000. Pan Evaporation Trends in Dry And Humid Regions of The United States. Journal of Hydrometeorology, 543-546.

LINS, H.F., and SLACK, J.R., 1999. Streamflow Trends in the United States. Geophysical Research Letters, 26 (2): 227-230.

LIU, B., XU, M., HENDERSON, M., and GONG W., 2004. A Spatial Analysis of Pan Evaporation Trends in China, 1955–2000, Journal of Geophysical Research Atmospheres, 109(2004), P. D15102.

ÖNÖZ, B., and BAYAZIT, M., 2003. The Power of Statistical Tests for Trend Detection. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 27: 247-251.

ÖZFİDANER, M., 2007. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bil. Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, No: 3061, Adana, 73s.

ÖZTÜRK, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1): 47-65.

PARTAL, T and KAHYA,E., 2006. Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. Hydrology Process. 20, 2011–2026.

PUPACKO, A., 1993. Variations in Northern Sierra Nevada Streamflow: Implications of Climate Change. Water Resources Bulletin, 29 (2): 283–290.

ROBERT, W and STOGNER, SR., 2000. Trends in Precipitation and Streamflow in the Fountain Creek Watershed, Southeastern Colorado, 1977–99. USGS Fact Sheet 136–00October 2000.

RODERICK, M.L., and FARQUHAR, G.D., 2002. The Cause of Decreased Pan Evaporation Over The Past 50 Years.Science, 298(5597): 1410-1411.

RODERICK, M.L., and FARQUHAR, G.D., 2004. Changes in Australian Pan Evaporation From 1970 To 2002, International Journal of Climatology, 24: 1077–1090.

RODERICK, M.L., and FARQUHAR, G.D., 2005. Changes in New Zealand Pan Evaporatıon Since The 1970. Internatıonal Journal of Climatology, 25: 2031-2039.

SERRANO, A., MATEOS, V.L., and GARCIA, J.A., 1999. Trend Analysis of Monthly Precipitation Over the Iberian Peninsula fort he period 1921-1995. Phys. Chem. Earth (B), Vol. 24, No.1-2, pp. U-90.

ŞEN, B., 2002. İklim Değişiminin Belirlenmesinde Uzman Programlarının Geliştirilmesi ve GAP Alanında Uygulanması. Ç.Ü. Fen Bil.Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, No: 4449, Adana, 171s.

ŞEN, Z., 2005. İklim Değişikliği ve Türkiye Su Kaynaklarına Etkisi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 193s.

TEBAKARI, T., YOSHITANI, J., and SUVANPIMOL, C., 2005. Time-Space Trend Analysis in Pan Evaporation Over Kingdom of Thailand. Journal of Hydrologic Engineering, 10(3): 205–215.

TECER, L.H ., OKUTAN , H ., CERİT, O ., 2004. İklim Değişimi: 1975-2001 Periyodunda Rize Yağış Ve Sıcaklık Trendlerinin Analizi. Çevre2004 I. Ulusal Çevre Kongresi 13-15 Ekim 355-365.

TEKİN, M., 2005. Aras Havzasında Oluşabilecek Taşkınların Büyüklük ve Frekanslarının Tahmini İçin En Uygun Yöntemin Belirlenmesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Kasım, Erzurum, 181s.

THOMAS, A., 2000. Spatial and Temporal Characteristics of Potential Evapotranspiration Trends Over China. International Journal of Climatology, 20: 381-396.

TONKAZ, T., ÇETİN,M., and TÜLÜCÜ, K., 2007. The İmpact of Water Resources Development Projects on Water Vapor Pressure Trends in A Semi-Arid Region, Turkey. Climatic Change, 82: 195–209.

TOPALOĞLU, F., TÜLÜCÜ, K., ÇETİN, M., ve YÜCEL, A., 1997. Hidrolojik Verilerin Bazı İstatistiksel Ön Analizleri ve Uygulaması. Ç.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 12 (4): 21-30.

TOPALOĞLU, F., 1999. Seyhan Havzası Akarsularında Taşkınların Büyüklük ve Frekanslarının Tahmini İçin Uygun Bir Yöntemin Araştırılması. Ç.Ü. Fen

Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi No: 524, Temmuz, Adana, 219s.

TOPALOĞLU, F., YÜCEL, A., TÜLÜCÜ, K., ve ÇETİN, M., 1999. Anlık Maksimum Akım Miktarlarının Taşkın Frekans Analizinde Kullanılması. TÜBİTAK Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 23, Ek 1: 187–192.

TOPALOĞLU, F., 2001 Yağış Verilerinin İstatistiksel Ön Analizleri : Seyhan Havzası Örneği. I. Türkiye Su Kongresi, 8-10 Ocak 2001, İstanbul, Cilt I.

TOPALOĞLU, F., 2006a. Regional Trend Detection of Turkish River Flows. Nordic Hydrology, 37 (2): 165-182.

TOPALOĞLU, 2006b. Trend Detectıon of Streamflow Varıables in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 15(7): 644–653.

TOPALOĞLU, F., KAPUR, B., ÖZFİDANER, M., and GÜMÜŞ, Z., 2006. Streamflow Trend Analysis in Four Basins of the East Mediterranean Region. Proceedings of International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture, April 4-8, Çukurova University, Adana, Turkey, Abstract p. 249, Paper p. 1-11 on CD.

TÜRKEŞ, M., 1996. Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 321, 71, Ankara.

TÜRKEŞ M. 1998a. Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey, International Journal of Climatology, 18, 649-680.

TÜRKEŞ M. 1998b. İklimsel değişebilirlik açısından Türkiye'de çölleşmeye eğilimli alanlar. DMİ/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

TÜRKEŞ M. 1999. Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions, Tr. J. of Engineering and Environmental Science, 23, 363–380.

TÜRKEŞ M. 2002. Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey. In: Mediterranean Climate – Variability and Trends, Hans-Jürgen Bolle, (*ed.*), Regional Climate Studies. Springer Verlag, Heidelberg, pp. 181–213.

WU, S.H., YIN, Y.H., ZHENG, D. and YANG, Q.Y., 2006. Moisture Conditions and Climate trends in China during the period 1971-2000, International Journal of Climatology 26(2):193-206.

YUE, S., and WANG, C.Y., 2002. Regional Streamflow Trend Detection with Consideration of Both Temporal and Spatial Correlation. International Journal of Climatology, 22: 933-946.

YUE, S., PILON, P., and CAVADIAS, G., 2002. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho Tests for Detecting Monotonic Trends in Hydrological Series. Journal of Hydrology, 259: 254-271.

YUE, S., HASHINO, M., 2003. Long term trends of annual and monthly precipitation in journal of the american water resources association, 39(3): 587-596.

ZENG, Y., LİU, C., and QİU, X., 2007. Changes of Pan Evaporation in The Recent 40 Years İn The Yellow River Basin. Water International, 29(4): 510-516.

ZUO, H.C., BAO, Y., MANG C.J., and HU Y.Q., 2006. An Analytic and Numerical Study on The Physical Meaning of Pan Evaporation and Its Trend İn Recent 40 Years. Chinese Journal of Geophysicschinese Edition, 49(3): 680-688.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Elazığ'da doğdum. İlkokul, Ortaokul ve Lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladım. 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi programını kazandım. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden 2005 yılında mezun oldum. Lisans eğitimimi tamamladıktan sonra, yüksek lisans eğitimime Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim dalında başladım ve halen devam etmekteyim.