

ZEYTİNLİ ÇAYI HAVZASINDA AKIM-YAĞIŞ İLİŞKİSİ VE TRENDİ

Doç. Dr. Şermin TAĞIL*¹

Araş. Gör. Şevki DANACIOĞLU*²

*Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

¹Email: stagil@balikesir.edu.tr, Tel: (0266) 612 10 00- 4612

²Email: sdanacioglu@balikesir.edu.tr, Tel:(0266) 612 10 00 - 1422

Özet: Havzaların yağış toplamları ile akımlarının istatistiksel özellikleri, sel ve kuraklık üreten süreçler ve olasılıkları hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir. Bu çalışmada Akdeniz ekosisteminde yer alan Zeytinli çayı havzasının sel ve kuraklık özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Zeytinli Çayı'na ait 1979 – 2008 yıllarına ait akım değerleri ve aynı dönemi kapsayan yağış verileri analiz edilmiştir. Yağış ve akım verileri değerlendirilirken parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Aylık ve yıllık yağış serilerinin olası gidiş bileşenini saptamak ve istatistiksel anlamda önemli bir artma ya da azalma eğiliminin olup olmadığını belirlemek amacı Mann- Kendall trend testi ve Mann-Kendall Meritbe Korelasyon İstatistiği uygulanmıştır. Yağış ve akım arasındaki ilişkinin tespitinde ise sıralı korelasyon testlerinden Spearman korelasyon, Kendall'in tau ve Gamma testleri tercih edilmiştir. Çalışmada akım ve yağış değerlerinin anlamlandırılmasına yönelik her iki değişken için ayrı ayrı H₀ ve H₁ hipotezleri geliştirilmiş ve test edilmiştir: H₀ (sıfır hipotezi): "Zeytinli Çayı uzun yıllar akım ve yağış değerleri belirli bir yönde trende sahip değildir", H₁ (karşıt hipotez): "Zeytinli Çayı uzun yıllar akım ve yağış değerleri belirli bir yönde trende sahiptir". Bu çalışmada iklimin diğer unsurları ve, arazi kullanımı gb., faktörler dikkate alınmamıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, grafikler ve tablolar ile sunulmuş; daha önce yapılmış benzer çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidro-Klimatoloji, Mann – Kendall, Parametrik olmayan testler, Trend Analizi, Zeytinli Çayı.

1. GİRİŞ

Tüm canlılar yaşamın devamlılığı açısından suya ihtiyaç duymaktadır. Bu öneminden dolayı su kaynakları insanoğlu tarafından mekânsal çekiciliğe sahiptir. Artan küresel sıcaklık ve nüfus, su kaynaklarının önemini daha da artırmaktadır. Suyun en önemli kaynağı ve dolayısıyla hidrolojik döngünün de en önemli halkasını yağış oluşturmaktadır. Yağışın azalması ya da artması beraberinde su kaynaklarının azalışına ya da artışına sebep olmaktadır.

Türkiye, küresel ısınmadan kaynaklanan değişimlerle özellikle su kaynaklarının azalması, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuzluklarla karşı karşıya kalabilecek konumdadır. Bu kapsamda da riskli ülkeler arasından gösterilmektedir (Gümüş, 2006). İklimde meydana gelen değişiklikler en önemli etkisini hidrolojik çevrimde göstermektedir. Küresel iklim değişikliğinin yağış faktörü üzerindeki rolü çok önemlidir. Yapılan çalışmalar 20. yüzyılda sıcaklığın 0.6±0.2°C arttığını (Houghton ve ark., 2001) ve 2011 – 2030 yılları sıcaklık ortalaması ile 1980 – 1999 yılları arasındaki sıcaklık ortalaması arasındaki farkın +0.64 ile +0.69 °C arasında olacağını ön görmektedir (Solomon ve ark., 2007). Dolayısıyla bu süreç, buharlaşma ve yağış değerlerinde anomalilerin gerçekleşmesine etki etmiştir (Yue ve ark., 2003). Türkeş ve ark. (2007) tarafından gerçekleştirilen Türkiye'deki 111 istasyonun yıllık ve mevsimlik yağış toplamı ve yağış yoğunluğunun ele alındığı çalışmaya göre, Türkiye'nin yıllık toplam yağışlarında ve yağış yoğunluğu tutarlarında belirgin bir azalma olduğu ve özellikle Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde bu azalmanın daha kuvvetli olduğu belirtilmiştir. Türkeş (1996) 1930 – 1993 yılları arası aylık yağış verilerini ele alarak gerçekleştirdiği çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'ne ait iki istasyon dışındaki diğer tüm istasyonların yağış değerlerinde azalma eğilimi olduğunu ortaya koymuştur.

İklim parametrelerinin (yağış, sıcaklık, buharlaşma vb.) değişken olmasından dolayı su miktarlarının zaman içindeki eğiliminin bilinmesi, gerçekleştirilecek çalışmalar için ve planlama sürecinde kararların alınmasında önemlidir (Cebe, 2007). Türkiye'de ve dünyada bu amaçla trend analizleri kullanılarak gerçekleştirilen önemli çalışmalar mevcuttur (Hirsch ve ark., 1982; Türkeş, 1996, Lins ve Slack, 1999; Burn ve Elnur, 2002, Kahya ve Kalaycı, 2004). Kahya ve Kalaycı (2004) Türkiye'deki 26 havzanın aylık ortalama akım değerlerini incelemiş ve Türkiye'nin batısındaki akarsularda azalan, doğusundaki akarsularda artış gösteren bir eğilimi ortaya koymuştur. Cıgızoğlu ve ark. (2004) Türkiye'deki 24 akarsu havzasında yer alan yaklaşık 100 istasyona ait akım verileri

parametrik t testi ve parametrik olmayan Mann – Kendall testi kullanılarak, incelemiştir; Türkiye'nin batı, kuzeybatı, güneybatı ve orta kesimlerinde akım değerlerinin belirli bir azalma eğilimine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Cebe (2007) ülkemiz akarsularında mevsimsel trendin varlığını sorguladığı çalışmada 24 akarsu havzasında 108 akım gözlem istasyonuna ait aylık akım değerlerini dikkate almıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre ülkemiz akarsularında genellikle azalan yönde trendin olduğu gözlenmiştir.

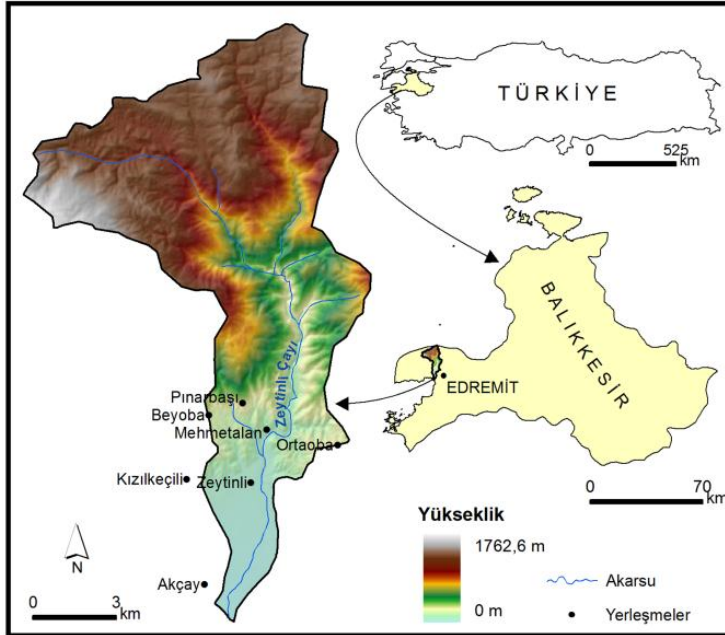
Gerek kişi başına düşen su varlığı, gerekse kullanılan su miktarı bakımından, dünya ortalamasıyla karşılaştırıldığında, Türkiye sınırlı su kaynaklarına sahip ülkeler arasında bulunmaktadır (Özfidaner, 2007). Son yıllarda ortaya çıkmaya başlayan su eksikliğine karşı artan nüfus su kaynaklarının yönetimini zorunlu hale getirmiştir. Bu nedenle önemli su kaynaklarından olan akarsular ile ilgili ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada Akdeniz ekosisteminde yer alan Zeytinli çayı havzasının sel ve kuraklık özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Balıkesir'in Edremit İlçesinde yer alan Zeytinli Çayı'na ait akım ve Edremit Meteoroloji İstasyonu'na ait yağış verileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir; aylık ve yıllık akım ile yağış değerlerinde belirli bir yönde trendin var olup olmadığı parametrik olmayan testlerle ortaya konulmaya çalışılmış ve akım değerleri üzerinde yağışın etkisi irdelenmiştir. Bu çalışmada yağış ve akım değişkenleri için ayrı ayrı H_0 ve H_1 hipotezleri geliştirilmiş ve test edilmiştir. H_0 (sıfır hipotezi): "Zeytinli Çayı uzun yıllar akım ve yağış değerleri belirli bir yönde trende sahip değildir.", H_1 (karşıt hipotez): "Zeytinli Çayı uzun yıllar akım ve yağış değerleri belirli bir yönde trende sahiptir." hipotezleri türetilmiştir.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Balıkesir ili, Edremit İlçesi sınırları içerisinde kalan Zeytinli Çayı, kabaca KB-GD yönlü olup havza alanı 138 km² 'dir. Uzunluğu 29,6 km olan Zeytinli Çayı havzasının yüksekliği 0 – 1763 m arasında değişmektedir (Şekil 1).



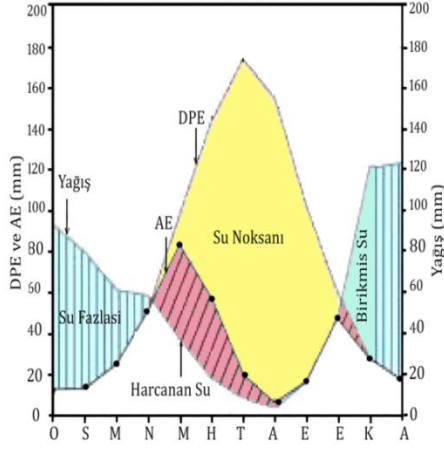
Şekil 1. Zeytinli Çayı havzasının konumu.

Çalışma alanı, subtropikal karalarında oluşan Akdeniz makroklima kuşağı içindedir (Türkeş ve Erlat, 2005). Bu nedenle yazın tropikal kökenli hava kütlelerinin etkisindedir. Kış aylarında ise polar cepheye bağlı olarak orta enlem depresyonlarının ve Akdeniz cephesine bağlı olarak gelişen depresyonların etkisinde kalmakta ve yağış almaktadır. Yaz aylarında bu cephe kuşağının kuzeye kayması çalışma alanının yağış almasını engellemektedir. Havza ve yakın çevresinin yıllık sıcaklık ortalaması 15,7 °C'dir. En sıcak ay 32,4 °C ile ağustos, en soğuk ay ise 3,5 °C ile ocak ayıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı da 659,1 mm'dir. En yağışlı mevsim 318,4 mm kış iken, en az yağışlı mevsimde 230,2 mm ile yaz mevsimidir.

Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre, Edremit istasyonu verileri dikkate alındığında kurak ve az nemli, üçüncü dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel

şartlara yakın iklim tipine girmektedir (C_1, B'_3, s, b'_3). Çalışma alanında kış aylarında orta düzeyde su fazlası vardır (Şekil 2).

Havza alanındaki akarsu rejimleri iklimsel yapıya paralel olarak Akdeniz akarsu rejimi özelliğindedir. Bölgeye düşen yağışlar akarsuyun akımı üzerinde çok büyük rol oynadığından, Zeytinli Çayı, “Yağmurlu Akdeniz Rejimi” karakteri taşımaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu (Edremit Meteoroloji İstasyonu): düzeltilmemiş potansiyel evapotranspirasyon (DPE), (mm); gerçek evapotranspirasyon (AE).

Malzeme Ve Yöntem

Veri: Bu çalışmada kullanılan akım verileri elde edilirken güncel trend değerlerini bulmak bakımından günümüze yakın veriler olmasına; gözlem yıllarında kesiklik ve düzensizlik olmamasına; istatistiki anlamda nicelik bakımından yeterli örnek olması için veri sayısının 30 veya daha fazla olmasına; akım değerlerinin doğal özelliklerini ortaya koyabilmek için baraj çıkış noktasında bulunmamasına dikkat edilmiştir. Akım verileri Devlet Su İşleri (DSİ) Balıkesir Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır. Zeytinli Çayı'na ait sadece 1990 – 2008 dönemine ait kesintisiz veri bulunabilmiştir. Sorgulanacak trendin sağlıklı sonuç vermeyeceği düşünülerek, aralarında geçerli korelasyon değerinin ($r=0.84$) olduğu tespit edilen Eybek Deresi'ne ait veriler kullanılarak, Zeytinli Çayı akım verileri 1979 yılına kadar uzatılmıştır. Çalışma alanının 1979-2008 dönemini kapsayan yağış verileri ise Devlet Meteoroloji İşleri'ne ait Edremit Meteoroloji İstasyonu (40.08K - 26.24D; 20.7 m)'ndan temin edilmiştir.

Yöntem: İlk olarak, genel bir değerlendirme yapılabilmesi için akım ve yağış verilerinin betimsel istatistikleri hesaplanmıştır: ortalama, ortanca, minimum, maksimum, dördtebirlikler (kartiller), basıklık, çarpıklık, varyans ve standart sapma. Daha sonra genel yıllık akım yağış verilerinin basit doğrusal trend analizi yapılmıştır. Bulunan trendin istatistiki olarak anlamlı olup olmadığı test edilmiştir.

Bu çalışmada parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Birçok çalışmada klasik parametrik testlerdeki normalite, lineerlik ve bağımsızlık gibi temel varsayımların, yüzey suyu verilerinde sağlanmadığı ortaya konmuş ve kabul edilmiştir (Kalaycı ve Kahya 1998; Önöz ve Bayazıt, 2003; Yue ve Pilon, 2004). Bu nedenden dolayı aylık ve yıllık yağış serilerinin olası gidiş trendini saptamak ve istatistiksel anlamda önemli bir artma ya da azalma eğiliminin olup olmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testler kullanılmıştır.

Veri dizinlerinin ortalamasında değişikliğin olup olmadığını test edebilmek için Kruskal-Wallis (K-W) türdeşlik sınaması yapılmıştır. Kruskal-Wallis türdeşlik sınaması, orijinal verilerin değil sıra numaraları (rank) kullanılmaktadır (Sneyers, 1990; Türkeş vd., 2002). Bir veri dizininin türdeş olmama durumu bir dizinin ortalamasında doğal olmayan sıçramaları göstermesi bakımından önemlidir (Türkeş ve Acar Deniz, 2011). Bu analiz mevsimlik zaman dizileri üzerinden yapılmıştır.

Verilerdeki uzun süreli aylık ve yıllık eğilim ve değişikliklerin ortaya konmasında ise Mann-Kendall trend testi ve Mann-Kendall Meritbe Korelasyon İstatistiği uygulanmıştır (Mann, 1945 ve Kendall, 1975). Mann Kendall Testi (M-K) (Mann, 1945; Kendall 1975) non-parametrik bir test olup, Kendall's Tau olarak bilinen testin özel bir uygulamasıdır. Sıralamaya dayalı parametrik olmayan istatistik bir test olan M-K testi, genellikle su kalitesi, akım, sıcaklık, yıllık yağış gibi zamansal hidro-meteorolojik verilerde trendin varlığını sorgulamak için kullanılmaktadır (Yue ve ark., 2002). Mann-Kendall testinin bu çalışmadaki gibi benzer hidrolojik trend belirlemelerinde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Hirsch ve ark., 1982; Türkeş, 1996; Lins ve Slack, 1999; Burn ve Elnur, 2002, Kahya ve Kalaycı, 2004). Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi ile; “ H_0 : trend yok” ile kontrol edilmektedir (Bayazıt, 1996). Bu teste göre incelenen değişken, zamansal ölçekte ölçülmüş ve

H_0 hipotezine göre birbirlerinden bağımsız ve dağınık rastgele değişkenlerdir; H_1 hipotezi ise yığının zaman içerisinde belirli bir eğilimde olduğudur (Hipel ve McLeod, 1994). Test sonucunda hesaplanan Z'nin mutlak değeri alfa (α) değeri olan 0,05 anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın Z değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmiş ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyükse trend olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, M-K testinde değişkenlerin değerlerine değil büyüklük sıralarına bakıldığından, S değerinin pozitif olması artan yönde; negatif olması ise azalan yönde trend olduğunu göstermesi bakımından dikkate alınmıştır. 0 olması durumunda ise bir trend olmadığı sonucuna varılmıştır.

M-K testine göre trendin olduğu aylarda Mann-Kendall Mertebe Korelasyon İstatistiği, ile trendin başladığı yıl tespit edilmeye çalışılmıştır. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon İstatistiği ile ilgili ayrıntılı bilgi Sneyers (1990) dan elde edilebilir. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade edilmiş ve trendin başlangıç noktası belirlenmeye çalışılmıştır. Grafiksel gösterimde eğilim bulunmaması hali, $u(t)$ ve $u'(t)$ 'nin birbirini birkaç kere altlı üstlü kesmesi ile; olması durumu ise kesmemesi ile anlaşılmıştır. Zamanla bir değişim yok varsayımı, Mann-Kendall test istatistiği $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken; $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişimin olduğunu göstermesi bakımından önemlidir. $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin %95'lere ulaştığını göstermektedir.

Bu çalışmada yağış ile akım arasındaki ilişkinin tespitinde de parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Yağış ve akım verileri arasındaki ilişkinin tespitinde sıralı korelasyon testlerinden Spearman korelasyon, Kendall'ın tau ve Gamma testleri tercih edilmiştir. Bu testlerin tercih edilmesinin nedeni, sıra korelasyon testlerinin doğrusal korelasyon testlerine göre avantaja sahip olmasıdır. Bu avantajlardan en önemlisi, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin numerik verilerinin değil sıra numaralarının kullanılmasındadır (Press ve ark., 1992).

Spearman'ın Rho Testi, İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, lineer trend mevcudiyetinin araştırılmasında hızlı ve basit bir test olup, sıra istatistiklerine dayanan bir metottur (Siegel ve Castellan, 1988). Değişkenler arasındaki ilişki, test sonucunun -1 ile +1 aralığında aldığı değer ile açıklanmaktadır. Test sonucunda elde edilen değer -1'e ya da +1 e yaklaştıkça ilişki düzeyi artmakta; 0 a yaklaştıkça ilişkinin düzeyi düşmektedir.

Kendall Tau Testi iki sıralı değişken arasında ilişkinin yönünü ve gücünü gösteren parametrik olmayan bir testtir. Kendall $1 \leq \tau \leq -1$ aralığında değişim gösterir. Kendall Tau testi Spearman'ın Rho Testine göre avantajlara sahiptir. Bunlar sıralamalardaki büyük bağılayıcılar olduğunda da uygulanabilirliği ile uyumlu ve uyumsuz çiftleri gözleme ile olasılıklar açısından doğrudan ve basit bir yorumlama yapılabilmesidir.

Goodman ve Kruskal Gamma Testi aynı zamanda "*Gamma Testi*" olarak da bilinir. İki sıralı değişim ölçüm ilişkisinin simetrik bir ölçüsüdür. Gamma testi -1 den +1 e kadar değişim gösterir. Gamma testinin sonucu 1'e doğru yaklaştıkça ilişki düzeyi güçlenir, 0'a doğru yaklaştıkça ilişki düzeyi düşer (Sheskin, 2004).

Değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyi, korelasyon katsayısının 0-0.25 arasında olması durumu çok zayıf; 0.25-0.50 arasında olması durumunda zayıf; 0.50-0.60 arasında olması durumunda orta; 0,70-0,89 arasında olması durumunda kuvvetli ve 0.90-1 arasında olması durumunda ise çok kuvvetli ilişki şeklinde yorumlanabilir.

2. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Akım ve yağış Trendi:

Çalışma alanının akım ve yağış verilerine ait betimsel (tanımlayıcı) istatistik sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Zeytinli çayı havzasında hem akım hem de yağışlar normal dağılıma sahip değildir. Uzun yıllık verilere göre en düşük ortalama akım ağustos ($0,9 \text{ m}^3/\text{sn}$), en yüksek ise aralık ayına aittir ($18,5 \text{ m}^3/\text{sn}$). Yağışlarda da en düşük yağış $4,1 \text{ mm}$ ile ağustos ayında; en yüksek yağış ise 122 mm ile kasım ayında gözlenmiştir. Maksimum yağış ve akım değerleri incelendiğinde aralık ayı dikkati çekmektedir. Diğer bir deyişle yağış ortalamalarındaki artıştan bir ay gecikmeli olarak ortalama akımlarda artış gözlenmiştir. 1982 aralık ayında toplam 501 mm yağış düşmüş ve aynı zaman diliminde akım ise $124 \text{ m}^3/\text{sn}$ olmuştur. Aralık-mart dönemi maksimum akımların yüksek olduğu bir dönemdir. Yağışlarda ise kasım-şubat döneminde maksimum yağış değerleri yüksektir. Zeytinli akarsuyu bütün yıl akıma sahiptir, tam kuru olduğu bir dönem gözlenmemektedir.

Çarpıklık değeri, dağılımların simetrisini göstermektedir. Pozitif çarpık değişken dağılımı daha uzun sağ kuyruğa, negatif çarpık değişken ise daha uzun sol kuyruğa sahiptir ve kuyruğun merkeze göre ağırlığı çarpıklığın şiddetinin bir göstergesidir. Basıklık değerleri ise değişkenin dağılımının normal dağılıma göre basıklık durumunu gösterir. Negatif basıklık değerleri normal dağılıma göre daha basık, pozitif basıklık değerleri ise normal dağılıma göre daha sivri olduğunun göstergesidir. Buna göre

çarpıklık değeri hem yağışlarda hem de akımlarda pozitiftir. Aralık ayına ait çarpıklık değeri diğer aylara göre daha yüksektir. Analiz sonuçlarında çalışma alanındaki yağış ve akım verileri pozitif basıklık değerlerine sahiptir. Yine aralık ayı dikkati çeken bir farka sahiptir. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) yıllık yağış verilerinin gamma dağıldığını, ancak bazı durumlarda normal dağılıma yakın olduğunu vurgulamıştır (WMO, 1983).

Çizelge 1. Akım ve yağış verilerine ait temel istatistikler.

Batımsel İstatistik	A Y L A R												Uzun Yıllık
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Akım (m³/sn)												
Ortalama	2,2	7,7	18,5	16,9	16,3	16,4	11,4	5,7	3,5	1,5	0,9	1,0	101,9
Varyans	5,2	39,0	572,3	177,0	92,7	125,3	22,4	6,8	13,8	2,2	1,2	1,4	2321,4
Standart Sapma	2,3	6,2	23,9	13,3	9,6	11,2	4,7	2,6	3,7	1,5	1,1	1,2	48,2
Minimum	0,2	0,3	1,5	1,8	2,7	4,3	3,6	1,8	1,1	0,2	0,1	0,1	33,6
Maksimum	9,5	24,1	124,3	58,6	36,3	51,2	22,4	12,8	20,9	5,3	3,9	4,3	265,8
Çarpıklık	1,5	1,0	3,1	1,4	0,4	1,6	0,4	0,9	3,7	1,4	1,5	1,5	1,3
Basıklık	5,2	3,5	13,9	4,7	2,0	5,5	2,7	3,2	17,6	4,0	4,2	4,1	5,5
Çarpıklık (Fisher's)	1,6	1,1	3,3	1,5	0,4	1,7	0,4	1,0	3,9	1,5	1,6	1,5	1,4
Basıklık (Fisher's)	2,9	0,8	13,1	2,3	-1,0	3,2	-0,2	0,4	17,6	1,4	1,7	1,5	3,3
Ortanca	1,5	7,1	10,8	12,5	15,9	15,3	10,2	4,9	2,8	0,8	0,3	0,4	90,1
Kartiler 25% (Q1)	0,4	3,4	5,0	8,1	8,1	8,2	8,8	4,0	1,6	0,5	0,2	0,2	67,7
Kartiler 75% (Q2)	3,6	11,7	26,7	23,4	25,3	19,9	14,9	7,5	4,1	2,3	1,3	1,4	132,2
	Yağış (mm)												
Ortalama	48,0	122,2	120,3	88,8	76,4	59,9	53,3	34,2	18,1	5,7	4,1	18,5	649,3
Varyans	1925,5	5573,7	8814,0	4882,7	2415,4	1114,3	776,8	900,2	871,8	90,3	46,1	1074,9	25142,5
Standart Sapma	43,9	74,7	93,9	69,9	49,1	33,4	27,9	30,0	29,5	9,5	6,8	32,8	158,6
Minimum	0,0	0,4	31,5	0,2	2,2	13,3	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	389,4
Maksimum	146,6	359,7	501,1	251,4	171,5	149,2	123,6	140,4	126,7	39,3	25,5	134,8	1106,6
Çarpıklık	1,0	0,9	2,5	0,7	0,4	0,8	0,3	1,5	2,8	2,1	1,8	2,3	0,8
Basıklık	2,7	4,6	10,2	2,5	2,0	3,2	2,6	6,3	9,9	7,0	5,4	7,4	4,1
Çarpıklık (Fisher's)	1,0	1,0	2,6	0,8	0,4	0,8	0,4	1,6	2,9	2,2	1,9	2,4	0,9
Basıklık (Fisher's)	-0,2	2,1	8,7	-0,3	-0,9	0,5	-0,2	4,1	8,5	5,0	3,1	5,5	1,6
Ortanca	31,1	121,3	94,9	64,6	72,6	52,9	51,0	33,3	8,7	0,7	0,7	4,0	645,8
Kartiler 25% (Q1)	17,2	66,7	66,2	37,0	38,7	43,9	35,3	10,8	2,5	0,0	0,0	0,4	544,5
Kartiler 75% (Q2)	91,2	165,8	150,4	125,2	117,6	79,5	77,2	46,1	19,4	8,2	6,4	19,7	717,2

Mevsimlere bağlı yıllar arasındaki değişkenlik Kruskal-Wallis (K-W) türdeşlik sınavıyla test edilmiştir (Çizelge 2). K-W türdeşlik sınavına göre yağışlarda kış mevsimi hariç anlamlı inhomojenlik vardır ($p < 0,01$). Buradaki türdeş olmama durumu yağışlarda mevsim ortalamalarına göre normal olmayan sıçramaları göstermektedir. Akımlarda da yağışlarda olduğu gibi kış mevsimi dışındaki mevsimlerde anlamlı inhomojenlik yani türdeş olmama durumu tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Bu durum akımlardaki anlamlı azalma eğilimi ile açıklanabilir. Medyan testi de hem akımlarda hem yağışlarda aynı sonucu vermiştir.

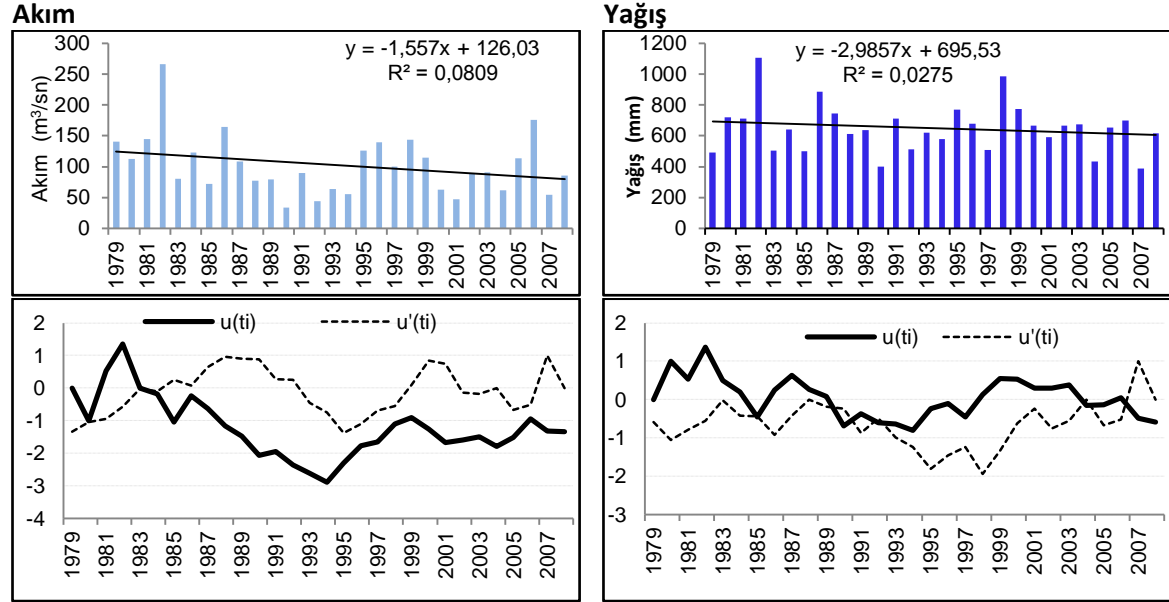
Çizelge 2. Toplam yağış ve akım verilerinin Kruskal-Wallis (K-W) sınavı örneklem değerleri (XK) ve anlamlılık (p-level) düzeyleri.

		Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
		Akım			
Kruskal-Wallis ANOVA	H	0,90	33,83	31,00	35,62
	Anlamlılık (p-level)	0,638	0,000*	0,000*	0,000*
Median Test	Median	12,15	9,31	1,25	1,68
	Chi-square (χ^2)	1,87	28,80	25,87	24,27
	Anlamlılık (p-level)	0,393	0,000*	0,000*	0,000*
		Yağış			
Kruskal-Wallis ANOVA	H	4,75	13,53	13,61	40,70
	Anlamlılık (p-level)	0,093	0,001*	0,001*	0,000*
Median Test	Median	76,10	44,30	2,05	32,35
	Chi-square	2,27	15,20	13,07	33,07
	Anlamlılık (p-level)	0,322	0,001*	0,001*	0,000*

• 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

M-K testi kullanılarak akım ve yağış verilerinde 2 ayrı güven düzeyinde (%95 ve %90) yapılan testte sonuçları Çizelge 3 te gösterilmiştir. Akım ve yağışların yıllık zaman serilerinde her ne kadar negatif yönde bir trend gözlenirse de bu trend, %95 ve 90 güven düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Şekil 3 ve Çizelge 3). Daha önce yapılmış çalışmalarda da hem Türkiye genelindeki akarsularda hem de bölgeyi içine alan Batı Anadolu'daki akarsularda azalma eğilimi gözlenmiştir (Cıgızoğlu ve ark., 2005; Topaloğlu, 2006). Bu kapsamda bu çalışmadan elde edilen sonuç daha önce yapılmış olanlarla paralellik göstermektedir.

Her ne kadar burada 1979 sonrası incelenmiş olsa da Türkeş ve Acar Deniz (2011) tarafından yapılan çalışmada da Edremit meteoroloji istasyonunun uzun dönemlik verileri incelenmiştir. Bu çalışmada 1940-1955 yılları ortalamadan nemli yıllar, 1955-1960 yıllarında yağışlarda azalma ve göreceli olarak kurak yıllar olarak tespit edilmiştir (Türkeş ve Acar Deniz, 2011). Aynı çalışmada, 1970 ortalarından itibaren ise belirgin bir azalmanın olduğu şeklinde ifade edilmiştir. 2002-2006 ise belirgin kurak yıllar olarak ifade edilmiştir. Türkeş ve Acar Deniz (2011) tarafından daha uzun zaman diliminde yapılan bu çalışmanın istatistiki anlamlılığının daha yüksek olduğu düşünülürse, Zeytinli Çayı havzasında, Edremit meteoroloji istasyonu kayıtlarına göre yağışlarda azalma eğiliminin olduğu sonucuna varılabilir.

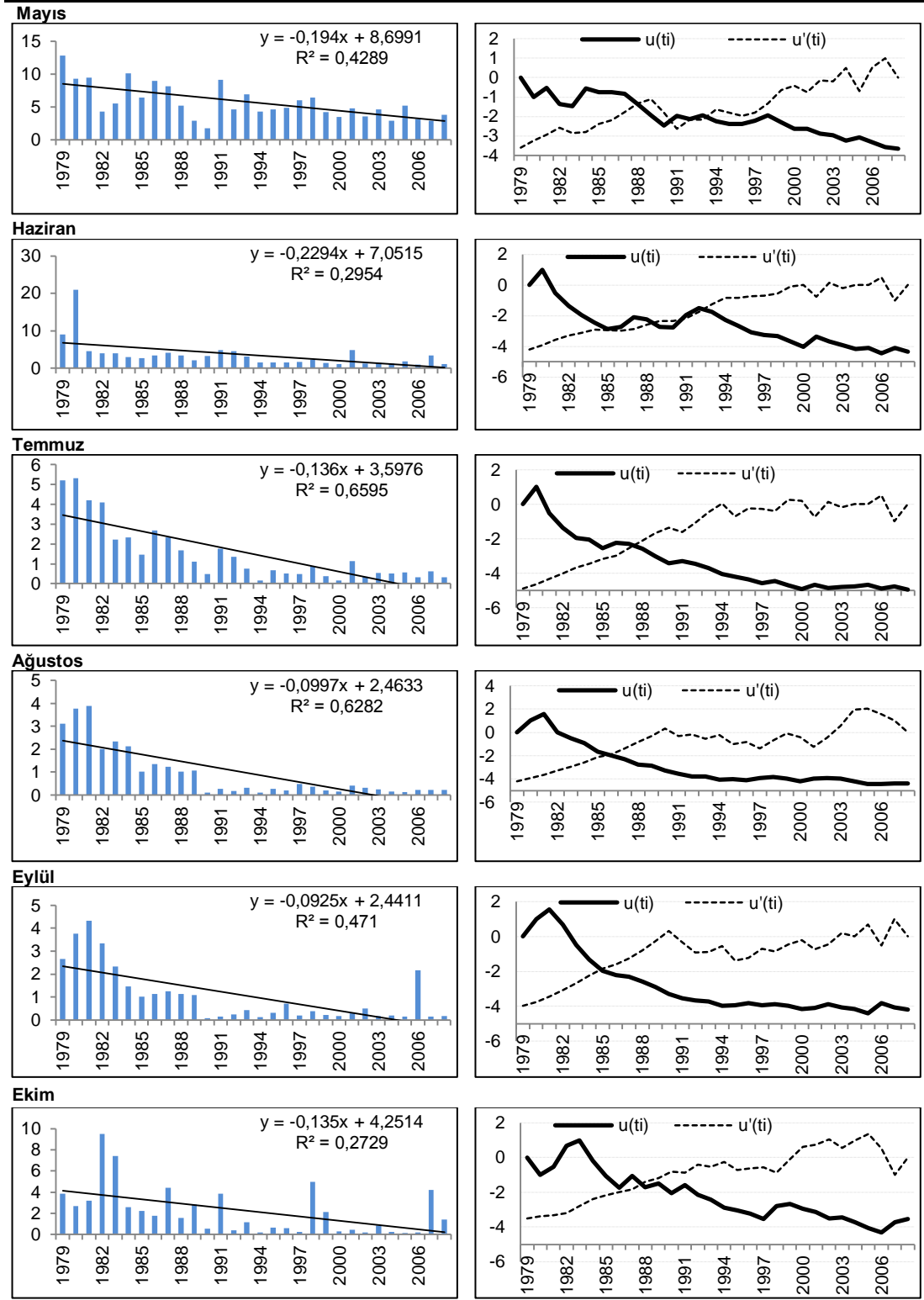


Şekil 3. Zeytinli Çayı'nın akım ve yağış değerlerinin zaman serisi ve Mann-Kendall mertebeli korelasyon testi grafikleri (zaman serisinde %95 güven düzeyinde artış yada azalış yok).

Çizelge 3. %95 ve %90 (α : 0.05 – 0.10) güven düzeyinde Mann-Kendall testi sonuçları.

Aylar	Akım						Yağış					
	Za/2	S	Z	Kor. Kat	Hipotez H ₁	Trend Yönü	Za/2	S	Z	Kor. Kat	Hipotez H ₁	Trend Yönü
Ekim	1.96	-199	-3.53	-0.46	Kabul	(-)	1.64	49	0.86	0.11	Ret	Yok
Kasım	1.64	-47	-0.82	-0.11	Ret	Yok	1.64	-23	-0.39	-0.05	Ret	Yok
Aralık	1.64	-7	-0.11	-0.22	Ret	Yok	1.64	-43	-0.75	-0.14	Ret	Yok
Ocak	1.64	-83	-1.46	-0.19	Ret	Yok	1.64	-79	-1.39	-0.18	Ret	Yok
Şubat	1.64	-92	-0.14	-0.02	Ret	Yok	1.64	59	1.03	0.14	Ret	Yok
Mart	1.64	-1	0.00	0.00	Ret	Yok	1.64	21	0.36	0.52	Ret	Yok
Nisan	1.64	-21	-0.36	-0.52	Ret	Yok	1.64	11	0.18	0.34	Ret	Yok
Mayıs	1.96	-203	-3.62	-0.47	Kabul	(-)	1.64	-77	-1.36	-0.18	Ret	Yok
Haziran	1.96	-235	-4.17	-0.54	Kabul	(-)	1.64	-1	0.00	0.00	Ret	Yok
Temmuz	1.96	-275	-4.89	-0.63	Kabul	(-)	1.96	-144	-2.62	-0.16	Kabul	(-)
Ağustos	1.96	-239	-4.25	-0.55	Kabul	(-)	1.96	55	0.55	0.38	Ret	Yok
Eylül	1.96	-229	-4.70	-0.53	Kabul	(-)	1.96	169	2.44	0.39	Kabul	(+)
Toplam	1.64	-75	-1.32	-0.17	Ret	Yok	1.64	-33	-0.57	-0.84	Ret	Yok

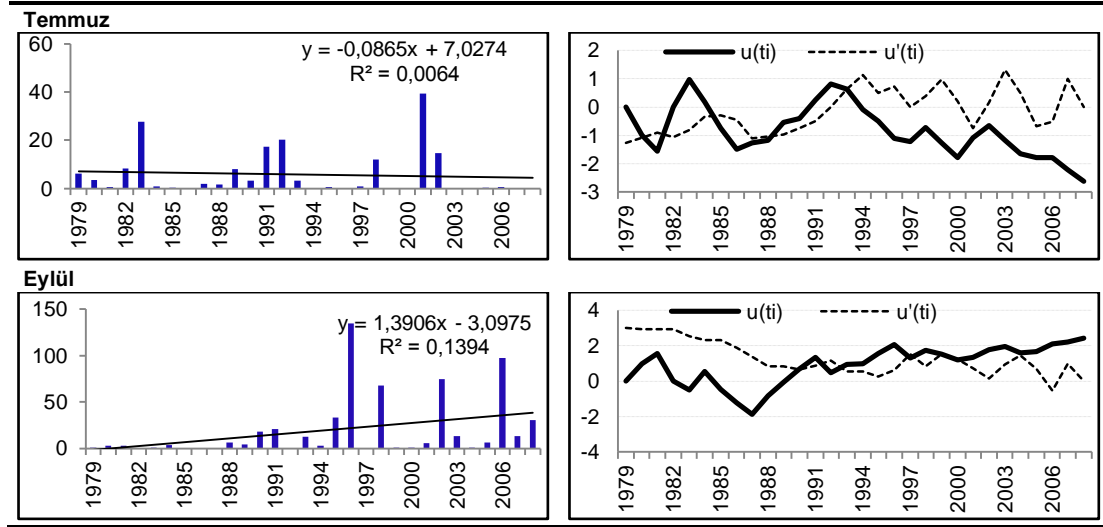
M-K analiz sonuçlarına göre genel olarak aylık akımlarda azalma trendi görülmektedir (Çizelge 3). Ancak bu trend bütün aylarda anlamlı değildir. Aylık akım zaman serisinde kasım, aralık, ocak, şubat, mart, nisan aylarında hem %90 hem de %95 güven düzeyinde artış ya da azalış olmadığı tespit edilmemiştir (Çizelge 3). Mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim akım verilerine ise uygulanan M-K parametrik olmayan test istatistikleri ($\alpha=0.05$) 1.96 mutlak değerinden büyük olduğu için trend olmadığı varsayımı ile kurulan H₀ hipotezi reddedilmiştir. Diğer bir ifadeyle trend olduğu sonucuna varılmıştır. M-K S değerinin negatif bir değer çıkması trendin azalan yönde olduğunu göstermektedir. Mann-Kendall Mertebeli Korelasyon testi H₀ hipotezinin ret edildiği aylar için yapılmış; grafik olarak gösterilmiştir. Grafiklerden yola çıkılarak kesişim noktaları trendin başlangıç yılları olarak tespit edilmiştir (Şekil 4). 0,95 güven aralığında akımlardaki azalma trendinin Mayıs ve Haziran aylarında 1993, Temmuz ayında 1987, Ağustos ayında 1986, Eylül ayında 1985 ve Ekim ayında 1988 yıllarında başladığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. Aylık akımlarda H_1 hipotezinin kabul edildiği aylarda, Mann-Kendall Mertebeli Korelasyon Testi Sonucu elde edilen $u(t)-u'(t)$ grafiği.

Bayazıt ve ark. (2002) Türkiye akarsularının özellikle düşük akımlarında azalma olduğunu ortaya koymuşlardır. Bayazıt ve ark. (2002) bu azalmanın yıllık ortalama akımlarda, daha küçük oranlarda olsa da mevcut olduğu, akımların zaman içinde değişme eğilimi ile ilgili olarak elde edilen bu sonuçların su yapılarının planlanma ve işletme çalışmalarında göz önünde tutulması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu kapsamda her ne kadar yıllık akım verilerinde tespit edilen azalma eğilimi istatistiksel olarak anlamlı olmasa da Mayıs-Ekim dönemindeki istatistiksel olarak anlamlı azalmanın varlığı, havzada yapılacak planlamalarda göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Çalışma alanında toplam yağış miktarlarına uygulanan regresyon modelleri, yağış miktarlarında araştırma dönemi boyunca dikkate değer değişimlerin olmadığını göstermektedir. Yıllık yağış miktarlarında azalma trendi hâkim olmakla beraber, Çizelge 2'de görüldüğü gibi çalışma periyodu içerisinde bazı aylarda artış tespit edilmiştir. Nitekim M-K analiz sonuçlarına göre aylık yağış zaman serisi incelendiğinde kasım, aralık, ocak, mayıs ve temmuz aylarında azalma trendi ($S < 0$); diğer aylarda ise artış trendi ($S > 0$) görülmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi genel yıllık yağışlarda ise azalma trendi vardır. Bu trend, sadece temmuz ve eylül aylarında istatistiki olarak anlamlıdır. Temmuz ayında düzeyinde azalış ($z > 1,96$); eylül ayında ise artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3 Şekil 5). Söz konusu ayların Mann-Kendall mertebeye korelasyon testinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ test istatistikler grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin temmuz ayında 1994 yılında çakışıklıkları görülür ve bu yıl azalışın başladığı yıldır. Eylül ayında ise genel anlamda 1991 de başlayan artış trendi 2000 yılından sonra daha da belirginleşmiştir.



Şekil 5. Aylık yağışlarda H_1 hipotezinin kabul edildiği aylarda Mann-Kendall Mertebeye Korelasyon Testi Sonucu elde edilen $u(t)$ - $u'(t)$ grafiği.

Erbekçi (2006) yapmış olduğu çalışmada M-K yöntemini kullanmış ve Türkiye genelinde yağışların sonbahar mevsiminde, istasyonların %23.4 ünde azalma, %75.6 sinde artış ve %0.9 unda de değişimin olmadığını tespit etmiştir. Erbekçi (2006) yine aynı çalışmasında Marmara Geçiş Yağış Rejim Bölgesi istasyonlarının %33.3 ünde sonbahar yağışlarının artış eğiliminde olduğunu belirlemiştir. Bu kapsamda Zeytinli çayının eylül yağışlarının artış eğiliminde olması, bu genel sonuçla korelasyon göstermektedir. Nitekim Erbekçi (2006) eylül ayında Marmara Geçiş Yağış Rejim Bölgesi istasyonlarının %25 indeki anlamlı artış tespit etmiştir.

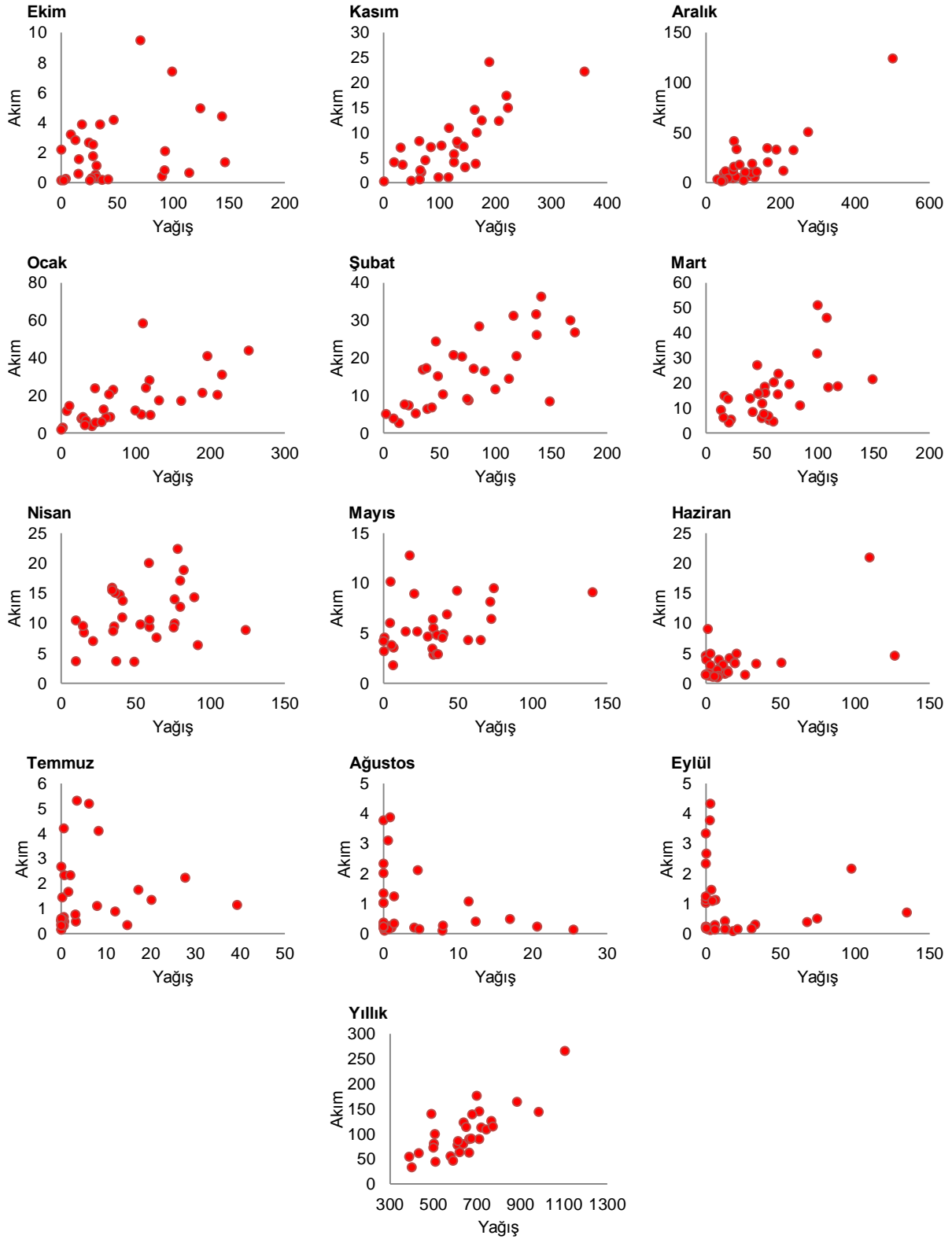
Akım-Yağış İlişkisi:

Zeytinli çayı akarsuyunun akımlarındaki trend üzerinde yağışın etkisi, iki sıralayıcı (ordinal) değişken arasındaki korelasyonu gösteren Gamma, Kendall'ın tau ve Spearman'ın Rho dereceleme düzeyinde korelasyon katsayısı testleri vasıtasıyla ölçülmüştür. Test sonuçları Çizelge 4'te; saçılım grafikleri ise Şekil 6 da gösterilmiştir.

Çizelge 4. Akım-yağış korelasyonunu gösteren sıralı korelasyon istatistikleri.

Sıralık Korelasyon İstatistikleri	AYLAR												Yıllık
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spearman R	0,33	0,73	0,68	0,72	0,72	0,57	0,23	0,30	0,28	0,45	-0,24	-0,27	0,72
p-level	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,223	0,112	0,135	0,012	0,206	0,155	0,000
Kendall Tau	0,23	0,55	0,53	0,54	0,53	0,38	0,14	0,21	0,22	0,33	-0,17	-0,15	0,55
Z	1,79	4,25	4,12	4,19	4,12	2,94	1,12	1,59	1,71	2,53	1,31	1,15	4,30
p-level	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,261	0,111	0,087	0,012	0,192	0,249	0,000
Gamma	0,23	0,55	0,53	0,54	0,53	0,38	0,14	0,21	0,22	0,34	-0,18	-0,15	0,55
Pearson Korelasyon Katsayısı	0,32	0,78	0,87	0,66	0,71	0,57	0,27	0,32	0,59	0,09	-0,26	-0,10	0,78

Genel yıllık durumda orta düzeyde ($0,50 > \text{Spearman} < 0,70$) pozitif ilişki tespit edilmiştir. Daha önce yapılmış bazı çalışmalarda da Türkiye'de yağış ve akım trendinin birbirine paralel olduğu ortaya konmuş ve bu trendin iklim değişimleri ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Cıgızoğlu ve ark., 2005; Kahya ve Kalaycı, 2004)



Şekil 6. Yağış (mm) – akım (m^3/sn) saçılım grafikleri.

Kasım ve ocak aylarında mükemmel pozitif (Spearman $>0,70$); aralık, şubat ve mart aylarında orta düzeyde ($0,50 >Spearman <0,70$) pozitif ilişki tespit edilmiştir. Temmuz ayında ise %90 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde, zayıf ilişki belirlenmiştir (Spearman $<0,50$). Nisan, mayıs, haziran, ağustos, eylül aylarında ise akım ile yağış ilişkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Spearman R testinin sonuçları Kendall Tau sonuçları da desteklemektedir. Oysaki Mann-Kendall sonuçlarının özellikle mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim akım verilerinde istatistiki olarak anlamlı

negatif trend belirlenmiştir. Bu aylarda yağış ile akım arasında anlamlı ilişkinin tespit edilmemiş olması aylık akım zaman serisindeki azalış eğiliminin nedeninin yağmur olmadığını göstermektedir. Özellikle yaz nüfusunun artışı ve beraberinde yer altı su kaynaklarının kullanımındaki artış yaz aylarındaki negatif trendin nedeni olabilir. Ancak, bu çalışmada taban suyu seviyesi ile akım korelasyonu çalışılmamıştır. Potter (1991) da yapmış olduğu çalışmada özellikle üzerinde baraj kurulmamış olan akarsulardaki terendin kentleşme gibi arazi kullanımı değişimlerinden etkilendiğini vurgulamıştır.

3. SONUÇ

Bu çalışmada sularını Edremit Körfezine (Ege Denizi) döken ve Kazdağları'ndan kaynaklanan Zeytinli akarsuyunun akım trendi, havzadaki yağışlardaki trend ve akım yağış korelasyonu çalışılmıştır. Çalışmada parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Çalışmanın sıfır hipotezi (H_0), trend olmadığı şeklinde kurulmuştur ve test edilmiştir. Fakat burada "herhangi bir eğilim yok" sonucunun ne anlama geldiği önemlidir. Bilindiği gibi, herhangi bir eğilimin olmaması genellikle korelasyon ve dağılım tipi ile ilişkili varsayımlar içermektedir. H_0 hipotezinin ret edilmesi durumu, trend olmadığını yeterince kanıtlamaz. Bu durum, daha çok, bir eğilim olduğu sonucuna varmak için mevcut delillerin yetersiz olduğunu göstermektedir. Bunun üzerinde verilerin kalitesi, miktarda veri ve diğer eksojen değişkenler gibi faktörler etkilidir.

Bu çalışma, mümkün olduğu kadar kaliteli ve çok veri içerecek şekilde yapılmıştır. Bunun için veri sayısı 30 un üzerinde tutulmuştur. Ancak 30 yıl süresinde verideki boşluklar doldurulmuştur. Sonuçlar değerlendirilirken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Yağış verilerinde herhangi bir boşluk tamamlama yapılmamıştır.

Yapılan analiz sonuçları göstermektedir ki, hem yağış hem de akım verileri kış mevsimi hariç diğer mevsimlerde istatistiki olarak anlamlı inhomojendir. Diğer bir deyişle medyandan sapma göstermektedir. Diğer yandan çalışma alanında hem yağış hem de akım, yıllar arasında azalma eğilimi göstermektedir. Ancak bu azalma istatistiki olarak anlamlı değildir. Mann-Kendall analiz sonuçlarına göre genel olarak aylık akımlarda azalma trendi görülmektedir. Bu azalma trend her ayda istatistiksel açıdan önemli olmasa da, yaz aylarında istatistiki olarak anlamlıdır. Akımlarda gözlenen bu negatif trend karşısında aylık yağışlarda belirgin bir negatif trende rastlanmamıştır. Tam tersine, yaz yağışlarında ve sonbahar yağışlarında artış tespit edilmiştir. Burada, yaz aylarında akarsu akımlarında gerçekleşen anlamlı negatif trend gelecek yıllarda suyla ilgili daha büyük sıkıntıların meydana geleceğinin bir göstergesi olarak hipotez edilebilir.

Kasım-mart döneminde yağışlar ile akımlar arasında %95 güven düzeyinde anlamlı doğrusal korelasyon tespit edilmiştir. Yıllık durumda da akım-yağış korelasyonu anlamlıdır. Her ne kadar istatistiki olarak anlamlı olmasa da ağustos ve eylül aylarında tespit edilen ters yönlü ilişki dikkat çekicidir. Yağışların artmasına rağmen, akımlardaki düşme, yağıştan daha önemli bir faktörün akımlar üzerinde etkili olduğunu göstermesi bakımından önemlidir. Bu yaz aylarında Zeytinli Çayı havzasında su sorunu olduğunu da göstermektedir ve dikkate alınması gerek önemli bir bulgudur. Bunun üzerinde ise kış aylarında kar yağışlarındaki trend ile ilişkili olabileceği gibi; artan nüfus ve buna bağlı olarak artan su kullanımı ile de ilişkili olabileceği hipotez edilmiştir. Edremit körfezi çevresinde son yıllarda artan nüfus dikkate alındığında ikincisinin zaman trendi üzerinde daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4. TEŞEKKÜRLER

Balıkesir Devler Su İşleri Bölge Müdürlüğü'nden Sayın Neşet DEMİR'e verilerin elde edilmesindeki desteklerinden ve Harran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden Yrd. Doç. Dr. Kasım YENİGÜN'e geliştirdikleri trend analizi yazılımını paylaşmalarından dolayı teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

- Bayazıt, M., (1996). İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası., İstanbul, 245s.
- Bayazıt, M., Cıgızoğlu, H.K. ve Önöz, B., (2002). Türkiye Akarsularında Trend Analizi, Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421-422, 4-6.
- Burn, D.H. ve Elnur, M.A., (2002). Detection of hydrologic trend and variability. Journal of Hydrology 255, 107-122.
- Cebe, E. N. (2007). Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Cıgızoğlu, K. Bayazıt, M. **Önöz, B.** Yıldız, M. Malkoç Y. (2004) Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlarındaki Trendler, IV. Ulusal Hidroloji Kongresi.
- Cıgızoğlu, H.K., Bayazıt, M. ve Önöz, B. (2005). Trends in the Maximum, Mean, and Low Flows of Turkish Rivers. Journal of Hydrometeorology, 6(3), 280-290.

- Erbekci, E. (2006). Türkiye’de Yağış Olasılığının Zamansal ve Alansal Değişimleri, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Erol, O. (1993). Genel Klimatoloji, Ankara: Gazi Büro Kitabevi.
- Gümüş, V. (2006) Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa
- Hirsch, R.M., Slack, J.R. ve Smith, R.A., 1982. Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data, *Water Resource Res.*18 (1), 107-121.
- Hipel, K. W. ve McLeod, A. I. (1994). Time Series Modelling of Water Resources and Environmental Systems, Amsterdam: Elsevier.
- Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden ve D. Xiaosu, (Ed.). (2001). Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kalaycı, S. Kahya E. (1998). Detection of Water Quality Trends in The Rivers of the Susurluk Basin. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science* 22, 503– 514.
- Kahya, E. ve Kalaycı, S. (2004). Trend Analysis of Streamflow in Turkey, *Journal of Hydrology*, 289, 128-144.
- Kendall, M.G. (1975). Rank Correlation Methods, Charles Griffin, London.
- Lins, H. F. Ve Slack, J. R. (1999). Streamflow Trends in the United States. *Geophysical. Research Letters*, 26:2, 227–230.
- Mann, H.B., (1945). Nonparametric Tests Against Trend, *Econometrica*, 13, 245-259.
- Önöz, B. Ve Bayazıt, M. (2003). The Power of Statistical Tests for Trend Detection, *Turkish Journal Of Engineering & Environmental Sciences*, 27, 247-251.
- Özfidaner, M. (2007) Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Potter, K. W., (1991). Hydrological Impacts of Changing Land Management Practices in a Moderate-Sized Agricultural Catchment. *Water Resour*, 27, 845–855.
- Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., ve Flannery, B. P. (1992), *Numerical Recipes* Cambridge University Press, 2nd edn.
- Siegel, S. ve Castellan, N.J., (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill book Company, United States of America, 399s
- Sheskin, D.J., 2004. *Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. CRC Press New York, 1193s.
- Sneyers, R., (1990). *On Statistical Analysis of Series of Observations* W.M.O., No:415, Geneva
- Solomon, S. Qin, D. Manning, M. Chen, Z. Marquis, M. Averyt, K.B. Tignor, M., ve Miller, H.L. (Ed.). (2007). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Topaloğlu, F., Kapur, B., Özfidaner, M., ve 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, 1–11.
- Türkeş, M. (1996). “Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey”, *International Journal of Climatology*, 16, 1057-1076.
- Türkeş, M. ve Erlat, E. (2005). Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2001, *Theoretical and Applied Climatology*, 81, 45-69.
- Türkeş, M. Koç, T. Ve Sarış, F. (2007). Türkiye’nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3, 57-73.
- Türkeş, M. ve Acar Deniz, Z. 2011. Güney Marmara Bölümü’nün (Kuzey Batı Anadolu) klimatolojisi ile yağış ve akım dizilerinde gözlenen değişimler ve eğilimler. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* 8: 1580-1600.
- WMO No.100 (1983). *Guide to Climatological Practices*, 2nd Ed., Secretariat of World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- Yue, S. Pilon, P. Ve Cavadias, G. (2002). Power Of The Mann – Kendall And Spearman’s Rho Tests For Detecting Monotonic Trends İn Hydrological Series, *Journal of Hydrology*, 259, 254-271.
- Yue, S. ve Pilon, P., (2004). A Comparison of the Power of the t test, Mann Kendall and Bootstrap Tests for Trend Detection. *Hydrological Sciences Journal* 49:1, 21–38.
- Yue, S. Pilon, P. ve Phinney, B. (2003). Canadian Streamflow Trend Detection: Impacts of Serial and Cross-correlation, *Hydrological Sciences Journal*, 48:1, 51-63.