

Büyük Menderes Havzası Yağışlarında Eğilim Analizi

İnş. Müh. Özkan Çakmak,

STM GRUP Turan Güneş Bulvarı, Korman Sitesi No:51/K Çankaya Ankara

Tel:(312) 438 44 84

E-Posta: ozkan.cakmak@gmail.com

Prof. Dr. Türkay Baran

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,

Hidrolik, Hidroloji ve Su Kaynakları Anabilim Dalı, Buca, 35160, İzmir

Tel: (232) 301 70 30

E-Posta: turkay.baran@deu.edu.tr

Öz

Havza yönetimi, su kaynaklarının, yağış, akış, sıcaklık, buharlaşma gibi parametreler göz önünde bulundurularak havza ölçeğinde ele alındığı planlama anlayışı olarak tanımlanmaktadır. Entegre havza yönetimi kavramı, günümüzde tüm dünyada su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde önemli bir yaklaşım olup; konuyla ilgili tüm kesimlerin görüş, beklenti ve amaçlarını dengeleyecek bir planlama, organizasyon ve kontrol mekanizması uygulanması esas alınır.

Havza içinde suyun niceliksel - niteliksel dağılımının ötesinde, mevcut suyun etkin biçimde kullanımı önem taşımaktadır. Suyun etkin kullanımı; tüketimi denetlemenin yanı sıra, mevcut su kaynaklarının da verimli değerlendirilmesiyle mümkündür. Bu bağlamda havzadaki mevcut meteorolojik verilerin doğru şekilde incelenmesi ve analiz edilmesi, akış gözlemleri ile kalibre edilmeleri gerekmektedir.

Su kaynaklarının planlanması ile ilgili yapılan birçok çalışmada iklim değişikliğinin etkileri ya da yağış koşullarındaki değişimlere bağlı olarak, gözlenmiş verilerde eğilim gözlenmektedir. Eğilimin niteliğinin, başlangıç tarihinin anlamlı olarak belirlenmesi, havza yönetimi kararları açısından da büyük önem taşımaktadır.

Sunulan çalışmada, Büyük Menderes Havzası'nda bulunan DSİ ve DMI'ye ait 40 farklı yağış gözlem istasyonundan (YGİ) elde edilen aylık ve yıllık yağış verileri kullanılarak eğilim analizleri yapılmıştır. Eğilim değerlerinin anlamlılığı, Student-t ve Mann-Kendall test istatistiği kullanılarak incelenmiş; uzun yıllar yağış verileri için, yıllık toplam yağışların havza bazında artma veya azalma eğiliminde olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Gidiş analizi, eğilim, Mann-Kendall, Büyük Menderes.

Giriş

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biri olarak

tanımlanmaktadır (Türkeş, 1998). Ülkenin üç tarafından denizlerle çevrili olması, parçalanmış bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri gibi coğrafi yapıya bağlı nedenlerle, bölgelerin iklim değişikliğinden farklı biçimlerde, değişik derecelerde etkilenmesi beklenmelidir.

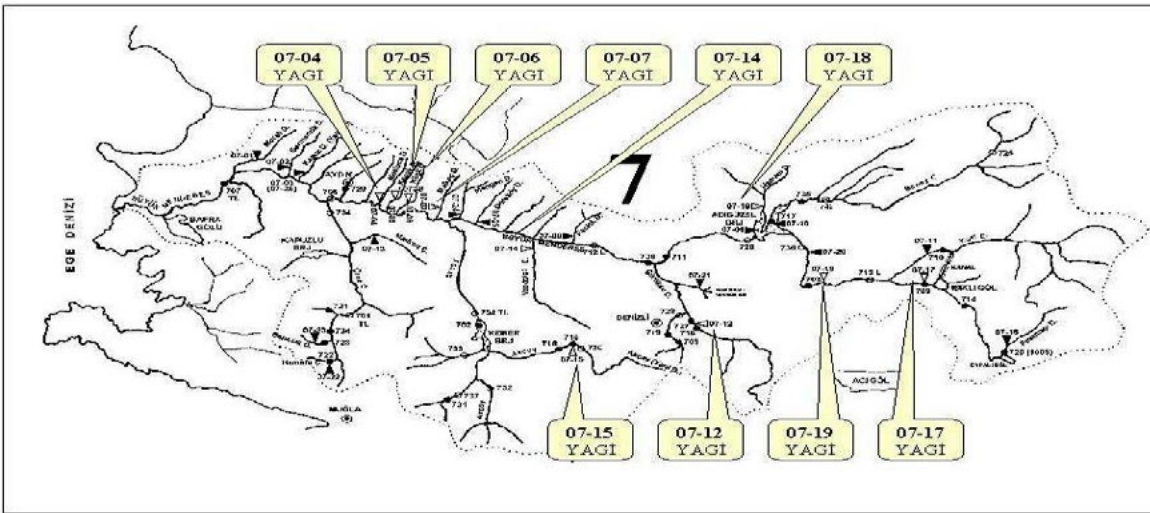
İklim elemanları içerisinde zaman ve mekân bakımından en fazla değişkenlik gösteren parametre yağış olup, bu yönde izlenen artış ve azalışlar iklim değişimine yönelik en önemli kanıt özelliği taşımaktadır. Türkiye’de yağış değişimleri konusunda yapılan çalışmalar (Türkeş, 1996) incelendiğinde, yıllık yağışların azalma eğilimi içinde olduğu ve kurak dönemlerin sayısının 1970 sonrası arttığı görülmektedir. Büyük Menderes gibi geniş bir drenaj havzasında yağış dağılımındaki farklılıklar doğal yaşamı, ekosistemi, tarım ve ekonomik sektörü etkileyerek, kuraklık ve sel gibi doğal afetlere neden olur.

İklim değişimi nedeniyle, incelenen hidrolojik değişkenlerin eğilim gibi deterministik bir bileşen içerip içermediği sorusu önem kazanmıştır. Hidrolojik zaman serilerinde olabilecek eğilim bileşenleri gidiş analizi yapılarak, uygulanacak parametrik/parametrik olmayan testlerle belirlenir. Bu çalışmada, Büyük Menderes Havzası’nda bulunan yağış gözlem istasyonlarında gözlenen aylık ve yıllık yağışların eğilim analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, gidiş analizleri, Student t ve Mann-Kendall test istatistiği kullanılmıştır.

Büyük Menderes Havzası Verileri

Havza özellikleri

Büyük Menderes Havzası Türkiye’nin güneybatısında, Batı Anadolu’da, 37° 12’- 38° 40’ kuzey enlemleri ile 27° 15’- 30° 15’ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havzanın kuzeyinde İzmir, Manisa, Uşak; güneyinde Muğla; doğusunda Afyon ve Burdur illeri; batısında Ege Denizi bulunmaktadır. Türkiye yüzölçümünün %3,2’sini oluşturmaktadır olup, içerisinde Afyon, Uşak, Denizli, Muğla ve Aydın illerinin bir kısmını kapsamaktadır. Havza toplam yağış alanı 24.873 km² dir. Havza genel vaziyet planı Şekil.1’de gösterilmiştir.



Şekil.1 Büyük Menderes Havzası Genel Vaziyet Planı

Büyük Menderes Havzası'nın Kıyı Ege kesimlerinde tipik Akdeniz iklimi, iç kısımlarında ise kara iklimi hüküm sürmektedir. Havzanın batı kesimlerinde maksimum aylık yağış 79 mm ile 132,3 mm arasında değişirken, doğu kesimlerinde bu değer 14 mm ile 80,2 mm arasında değişkenlik göstermektedir. Yıllık toplam yağış ortalamasının havzanın doğu kesimlerine doğru 999,1 mm'den 350,4 mm'ye kadar azaldığı, ortalama yıllık yağışın ise 635 mm olduğu gözlenmiştir. Ortalama yıllık toplam buharlaşma ise 2122 mm olarak gerçekleşmektedir.

Büyük Menderes Nehri Dinar yakınlarındaki kalker oluşumlarından kaynaklar halinde doğar ve batıya doğru akıp Ege Denizi'ne ulaşmadan önce İzmir'in 115 km güneyinde bulunan Büyük Menderes Deltası'nda 584 km mesafe kat eder. Nehrin akis güzergahı boyunca birçok menderes bulunmaktadır. Ana kolları Çine, Banaz, Çürüksu ve Akçay'dır. Küçük kollarının çoğu yaz donemi boyunca kurudur. Büyük Menderes Havzası'nda deniz seviyesinden yükseklik, havzanın batı tarafından başlayarak Büyük Menderes nehir yatağı boyunca havzanın ortalarına kadar 0 ile 500 m arasında değişmekte ve havzanın batısından, güneyine, kuzeyine ve doğusuna doğru artmaktadır. Özellikle havzanın kuzeyinde ve güneyinde 1000 ila 1500 m'ye ulaşmaktadır.

Büyük Menderes Nehri, Işık Gölü, Bafa Gölü ve Büyük Menderes Nehri Deltası gibi Doğu Akdeniz bölgesinin sulak alanlarını kapsayan önemli bir nehir sistemidir. Tablo.1 havza hakkında bazı önemli verileri sunmaktadır.

Tablo.1 Büyük Menderes Havzası Genel Bilgileri

Koordinatlar	37° 10' - 38° 55' kuzey 27°- 30° 36' doğu
Nüfus	Yaklaşık 2,4 milyon
Nüfusu 2000'den büyük merkez sayısı	116
Alan	24873 km ²
Ortalama yıllık yağış miktarı	635 mm (350 mm – 950 mm)
Delta alanı	98 km ² (16,7 km ² 'si milli park)
Havzadaki arazi kullanımı	%44 tarım %33 yarı doğal alanlar %20 ormancılık %2 kırsal ve kentsel alanlar %1 yüzey suları

Veriler

Büyük Menderes Havzası'nda bulunan DSİ ve DMİ'ye ait 40 farklı yağış gözlem istasyonundan (YGİ) elde edilen aylık ve yıllık yağış verileri kullanılarak eğilim analizi uygulanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan istasyonlar, istasyon numaraları, yükseklikleri ve gözlem süreleri Tablo.2 ve Tablo.3'te gösterilmiştir.

Tablo.2 DSİ Yağış Gözlem İstasyonları

No	İstasyon No	İstasyon Adı	Yükseklik	Gözlem Aralığı
1	07-001	Kozlar	1000	1970-1996
2	07-002	Somak	550	1970-2009
3	07-003	Yavaşlar	1050	1964-2001
4	07-006	Bafa (Çamiçi)	110	1967-2009
5	07-007	Kemer Barajı	200	1963-1996
6	07-008	Sofular	935	1968-1982
7	07-009	Serban	1240	1967-2000
8	07-011	Başçayır	380	1971-1998
9	07-012	Kafaca (Kaplancık)	430	1962-1981
10	07-013	Kozağaç (Muğla Merkez)	885	1962-2003
11	07-014	Kozağaç (Muğla Yatağan)	630	1962-2007
12	07-015	Kırıkköy	348	1968-2009
13	07-016	Işıklı Gölü Regülatörü	825	1963-2009
14	07-017	Yeşiloba (Medele)	710	1968-2009
15	07-018	Sarıkemer	40	1968-2001
16	07-019	Kavakalanı	1200	1969-1992
17	07-020	Kayran	600	1971-2009
18	07-021	Aşağı Örencik	700	1971-1993
19	07-022	Aşağı Karacahisar	1190	1963-2009
20	07-023	Burhaniye (Buharkent)	115	1963-1999
21	07-026	Hasköy	450	1963-1994
22	07-027	Alpaslan	1150	1973-1990
23	07-030	Adıgüzel Barajı	330	1992-2008
24	07-031	İbrahimkavağı	700	1983-2006
25	07-032	Beyköy (İncirliova)	600	1982-2007
26	07-033	Çalıköy	895	1983-2004
27	07-034	Topçam Barajı	118	1986-2009
28	07-037	Seki Köyü	710	1993-2007
29	07-038	Yaylakavak Barajı	164	1998-2009

Tablo.3 DMİ Yağış Gözlem İstasyonları

No	İstasyon No	İstasyon Adı	Yükseklik	Gözlem Aralığı
1	6657	Kuyucak	100	1986-2008
2	17188	Uşak	919	1975-2008
3	17233	Didim	44	1996-2008
4	17234	Aydın	56	1975-2008
5	17237	Denizli	425	1975-2008
6	17292	Muğla	646	1975-2008
7	17824	Güney	825	1975-2008
8	17850	Sultanhisar	73	1975-2008
9	17860	Nazilli	84	1975-2008
10	17862	Dinar	864	1975-2008
11	17886	Yatağan	365	1975-2008

Eğilim Araştırması için Kullanılan Yöntemler

Student t Testi

Birbirleriyle ilintili iki ya da daha çok rastgele değişkenin aynı gözlem sırasında aldıkları değerler istatistiksel olarak birbirinden bağımsız değilse, söz konusu değişkenlerin arasındaki bağımlılığın derecesinin tanımlanması gerekir. Çalışmada, aylık toplam yağışlardaki gidişler için basit doğrusal regresyon tipinde bir ilişkinin varlığı araştırılmıştır.

Korelasyon katsayısı ($r_{x,y}$), iki rastgele değişken arasındaki ilişkinin ölçüsü olup, mutlak değerinin 1'e yaklaşması ilişkinin güçlendiğini göstermektedir (Bayazıt, 1981). Korelasyon katsayısının örnek değeri:

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

ifadesiyle belirlenebilir. Burada; x_i , y_i : karşılıklı olarak gözlenmiş değerler, \bar{x} , \bar{y} : veri dizilerinin ortalamaları ve S_x , S_y ; veri dizilerinin standart sapmalarını göstermekte olup, N karşılıklı gözlenmiş veri sayısıdır.

Korelasyon katsayısının anlamlılığının kontrolü amacıyla Student t test istatistiği kullanılmıştır (Bayazıt, 1981).

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

X ve Y arasında, $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde, anlamlı bir doğrusal bağımlılık bulunup bulunmadığı hesaplanan t istatistiği değerinin, serbestlik derecesi (ν) dikkate alınarak bulunan $t_{\frac{\alpha}{2}, \nu}$ değeri ile karşılaştırılması ile belirlenebilir. Dolayısıyla, doğrusal korelasyon katsayısı değeri için hesaplanan t istatistiği

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} > t_{\frac{\alpha}{2}, \nu}$$

olduğunda eğilim vardır sonucuna varılabilir.

Mann-Kendall Testi

Parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyon testi hidro-meteorolojik zaman serilerinde meydana gelebilecek artma veya azalma yönündeki gidişlerin istatistiksel önemini test etmede oldukça sık kullanılmaktadır.

Bu gidiş testi $i= 1, \dots, n-1$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_i veri setine ve $j= i + 1, \dots, n$ '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 (Yue, Wang, 2002):

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases} \quad (3)$$

Mann-Kendall test istatistiği S ise

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (4)$$

ifadesiyle belirlenebilir. 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 $n \geq 30$ ise z testi, t-testine yaklaşır (Hirsch, ve diğ., 1982):

$$E[S] = 0 \quad (5)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (6)$$

Burada, p veri setindeki bağıl grupların sayıları, t_i değeri i uzunluğundaki bir seride bağılı gözlemleri göstermektedir. Eşitlikteki toplama terimi sadece veride bağılı gözlem olduğunda kullanılır. Standartlaştırılmış Mann-Kendall istatistiği Z ise Denklem (7)'de verildiği gibi hesaplanabilmekte ve seride gidiş yoktur sıfır hipotezi (H_0) varsayımı altında ortalaması sıfır, varyansı bir olan standart normal dağılım göstermektedir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S > 0 \\ 0 & ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S < 0 \end{cases} \quad (7)$$

Sıfır hipotezi Mann-Kendall test istatistiği $-Z_{\alpha/2} \leq Z \leq Z_{\alpha/2}$ ise kabul edilmektedir. Artı Z değeri yağışlarda artışı gösterirken, eksi Z değeri azalışa işaret etmektedir (Yu, ve diğ., 1993).

Bulgular

Havza genelinde kurak/sulak dönemlerin belirlenebilmesi için ilk adım, uzun süreli gözlemlerin değerlendirilmesidir. Bu sebeple havzada yer alan DSİ VE DMİ istasyonlarında gözlemlenen yağışlar değerlendirilerek herhangi bir eğilim olup olmadığı araştırılmıştır. Yıllık toplam yağışlar için eğilim sonuçları hem DMİ hem de DSİ istasyonları için Tablo.4 ve Tablo.5'te gösterilmiştir. Verileri irdelenen 40 yağış gözlem istasyonundan beşinde (Yavaşlar, Kemer Barajı, Kırıkköy, Yeşiloba, Burhaniye) azalış eğilimi, ikisinde (Topçam Barajı, Kuyucak) ise artış eğilimi gözlenmiştir. Artış eğilimi gösteren istasyonların aylık yağışlarında bir artış belirlenmemiştir. Azalış eğilimi gösteren istasyonların üçünde (Yavaşlar, Kırıkköy, Yeşiloba) ise, özellikle Aralık, Ocak ve Haziran aylarında azalış eğilimi gözlenmiştir.

Büyük Menderes Havzasında gözlenen yağış verileri ile ilgili daha önce yapılan benzer çalışmalarda, az sayıda DSİ ve DMİ istasyon verisi kullanıldığı göze çarpmaktadır. Türkeş ve diğ. (2009), Mann-Kendall yöntemini kullandıkları çalışmada, yıllık toplam yağışların 1930-2002 yılları arasında Denizli istasyonunda arttığını belirlemişlerdir. Fakat artmanın %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Özkul, (2009) benzer bir çalışmada, toplam yağışların Denizli'de 1947-1994, Aydın'da 1929-1999 ve Yatağan'da 1975-2000 yılları arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma tespit etmiştir. Durdu, (2010) 1963-2007 yılları arasında, Afyon, Aydın, Denizli ve Uşak istasyonlarında gözlenen yağış verilerini Student t ve Mann-Kendall testlerini kullanarak incelediği çalışmasında yağışlarda %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma olduğunu belirlemiştir. Yeşilirmak ve diğ. (2011), 1960-2007 yılları arasında 16 istasyona ait verileri kullanarak yaptıkları çalışmada, havza bazında yıllık toplam yağışların 1960 yılından itibaren azalma eğiliminde olduğunu, fakat bu eğilimin %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmişlerdir.

Tablo.4 DMİ Yıllık Toplam Yağış Eğilim Sonuçları

İstasyon Adı	Gözlem Aralığı	Student t Testi	Mann-Kendall	R
Kuyucak	1986-2008	Artış Eğilimi	Artış Eğilimi	0,440
Uşak	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,097
Didim	1996-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,492
Aydın	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,156
Denizli	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,181
Muğla	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,218
Güney	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,224
Sultanhisar	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,137
Nazilli	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,210
Dinar	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,066
Yatağan	1975-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,094

Tablo.5 DSİ Yıllık Toplam Yağış Eğilim Sonuçları

İstasyon Adı	Gözlem Aralığı	Student-t Testi	Mann-Kendall	R
Kozlar	1970-1996	Eğilim Yok	Azalış Eğilimi	0,281
Somak	1970-2009	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,085
Yavaşlar	1964-2001	Azalış Eğilimi	Azalış Eğilimi	0,361
Bafa (Çamiçi)	1967-2009	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,108
Kemer Barajı	1963-1996	Azalış Eğilimi	Azalış Eğilimi	0,444
Sofular	1968-1982	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,393
Serban	1967-2000	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,252
Başçayır	1971-1998	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,155
Kafaca (Kaplancık)	1962-1981	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,399
Kozağaç (Muğla Merkez)	1962-2003	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,230
Kozağaç (Muğla Yatağan)	1962-2007	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,260
Kırıkköy	1968-2009	Azalış Eğilimi	Azalış Eğilimi	0,446
Işıklı Gölü Regülatörü	1963-2009	Eğilim Yok	Azalış Eğilimi	0,190
Yeşiloba (Medele)	1968-2009	Azalış Eğilimi	Azalış Eğilimi	0,620
Sarıkemir	1968-2001	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,254
Kavakalanı	1969-1992	Eğilim Yok	Azalış Eğilimi	0,334
Kayran	1971-2009	Eğilim Yok	Azalış Eğilimi	0,245
Aşağı Örencik	1971-1993	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,265
Aşağı Karacahisar	1963-2009	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,130
Burhaniye (Buharkent)	1963-1999	Azalış Eğilimi	Azalış Eğilimi	0,328
Hasköy	1963-1994	Eğilim Yok	Azalış Eğilimi	0,252
Alpaslan	1973-1990	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,265
Adıgüzel Barajı	1992-2008	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,016
İbrahimkavağı	1983-2006	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,243
Beyköy (İncirliova)	1982-2007	Eğilim Yok	Azalış Eğilimi	0,282
Çalıköy	1983-2004	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,043
Topçam Barajı	1986-2009	Artış Eğilimi	Artış Eğilimi	0,454
Seki Köyü	1993-2007	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,152
Yaylakavak Barajı	1998-2009	Eğilim Yok	Eğilim Yok	0,159

Sonuçlar

Bir havzada çok sayıda istasyona ait veri söz konusu olduğunda, havza bazında genel bir eğilim olup olmadığını tespit etmek yararlı olabilir (Gilbert, 1987). Büyük Menderes Havzası'nda yer alan ve daha önceki benzer çalışmalarda kullanılmamış olan istasyonların da dahil edildiği bu çalışmada, uzun süreli gözlenmiş yağış verileri üzerinde Student t ve Mann-Kendall testleri kullanılarak eğilim analizleri yapılmıştır.

Uzun yıllar yağış verileri incelendiğinde yıllık toplam yağışların havza genelinde artma veya azalma eğiliminde olmadığı belirlenmiştir. Yıllar boyu DSİ ve DMİ tarafından yayınlanacak olan istasyon verileri kullanılarak bu ve benzer çalışmalar tekrarlanıp Büyük Menderese Havzası yağışlarında bir eğilimin olup olmadığı incelenebilir.

Kaynaklar

- Bayazıt, M. (1981) Hidrolojide İstatistik Yöntemler, T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Sayı: 1197, Teknik Üniversite Matbaası Gümüşsuyu, İstanbul.
- Durdu, Ö. F. (2010) Effects of climate change on water resources of the Büyük Menderes river basin, western Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34, 319-332
- Gilbert, R. O. (1987) Statistical methods for environmental pollution monitoring, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Hirsch, R. M., Slack, J. R., and Smith, R. A. (1982) Techniques of trend analysis for monthly water quality data, Water Resources Research, 187, 107-121.
- Özkul, S. (2009) Assesment of climate change effects in Aegean river basins: the case of Gediz and Buyuk Menderes Basins, Climatic Change, 97: 253-283
- Türkeş, M. (1996) Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey, International Journal of Climatology, 16, 1057-1076.
- Türkeş, M. (1998) İklimsel Değişebilirlik Açısından Türkiye’de Çölleşmeye Eğilimli Alanlar, II. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Ankara.
- Türkeş, M., Koç, T. and Sariş, F. (2009) Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey, International Journal of Climatology, 29, 1056-1074
- Yeşilırmak, E., Akçay, S. and Dağdelen, N. (2011) Büyük Menderes havzasında yıllık toplam yağışların zamansal değişimleri, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 37-46
- Yu, Y. S., Zou, S. and Whittemore, D. (1993) Non parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas, Journal of Hydrology, 150, 61-80.
- Yue, S., Wang, C.Y. (2002) Regional Streamflow Trend Detection with Consideration of Both Temporal and Spatial Correlation. International Journal of Climatology, 22(8):933–946.