

**BÜYÜK MENDERES HAVZASININ SICAKLIK, YAĞIŞ VE
AKIM DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER VE EĞİLİMLER¹**
*Variations and Trends in Temperature, Precipitation and Stream-flow
Series in the Büyük Menderes River Basin*

Doç. Dr. Semra SÜTGİBİ

Ege Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, 35100 Bornova, İzmir
semra.sutgibi@ege.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma Türkiye'nin batısında bulunan Büyük Menderes Havzasında sıcaklık, yağış ve akım değerlerinde yıllar içinde gözlemlenen değişimler ve eğilimleri saptamayı amaçlamaktadır. Bu amaçla havzada yer alan Uşak, Afyon, Denizli ve Aydın büyük klima istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış verileri ile Büyük Menderes Nehri, Kestel Deresi (Kızılca) ve Çine Çayı (Kayırlı)'na ait akım değerleri incelemeye alınmıştır. Sıcaklık, yağış ve akım istasyonlarının zaman dizilerindeki uzun süreli değişim ve eğilimlerin istatistiksel önemini test etmede parametrik olmayan Mann-Kendall sıra ilişki katsayısından yararlanılmıştır. Mann-Kendall sınamasının sonuçları, incelenen istasyonlarda sıcaklıklarda istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu, buna karşılık yağışta Afyon'da azalma olurken, Denizli, Aydın ve Uşak'ta artış eğilimi olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir. Yağışlarda son yıllarda gözlemlenen pozitif sapmalara paralel olarak akım değerlerinde de son 20 yıllık periyotta bir artış olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Büyük Menderes, sıcaklık, yağış, akım değişimleri*

ABSTRACT

The main aim of this study to reveal long-term changes and trends in the time series of temperature, precipitation and stream-flow of Büyük Menderes River Basin. According for this purpose, temperature and precipitation series of Uşak, Afyon, Denizli and Aydın and stream-flow series of Kestel and Çine creeks is evaluated. Nonparametric Mann-Kendall statistical test results showed an increasing trend of the temperature. The long-term trend of annual precipitation demonstrated a decreasing trend in Afyon, an increasing trend in Denizli, Aydın, Uşak; however, it was not found to be

¹ Bu çalışmanın bir kısmı (daha kısa rasat dönemleri için) "V. European Conference on Social and Behavioral Sciences- September 11-14 2014, St. Petersburg, Russia" adlı konferansta sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

statistically significant. The stream-flow of Kestel and Çine creeks showed an increasing trend in the last 20 years, but it was not found to be statistically significant.

Keywords: *Büyük Menderes, temperature, precipitation, stream-flow variations*

1.GİRİŞ

İklim değişikliği, 1980’li yılların sonu ve 1990’lı yılların başından beri küresel iklim sisteminde değişikliklere neden olabilecek doğal iç ve dış kuvvetlerin ve etmenlerin yanı sıra, sera gazı birikimlerini artıran insan etkinlikleri de dikkate alınarak tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Örneğin Birleşmiş Milletler (BM) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nde, “karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmıştır. Ayrıca günümüzde, hızı ve büyüklüğü dışında, iklimin değişiyor oluşu konusunda da önemli bir şüphe bulunmamaktadır (Türkeş 2001). Nitekim IPCC 1.Çalışma Grubu 5.Değerlendirme Raporu’na göre, küresel iklimdeki ısınma kesindir ve 1950’li yıllardan beri iklimde gözlenen değişikliklerin çoğu on yıllardan bin yıllık bir zaman dönemine kadar daha önce hiç görülmemiş düzeydedir (Türkeş ve diğ., 2013). Bunun yanında IPCC raporlarında bizi ilgilendiren en önemli kısım ise Akdeniz Havzası’nın gelecekte iklim değişikliği ile ilgili olarak en kırılgan bölgelerden birisi olacağına vurgulanmasıdır. Bu bağlamda, özellikle 1990’lı yıllardan itibaren Akdeniz Havzası’nda yağış ve hava sıcaklığı zaman dizilerindeki alansal ve zamansal değişikliklerin belirlenmesine yönelik çalışmaların sayısı artmıştır.

Türkeş ve diğ. (2007)’nin yapmış oldukları çalışmaya göre genel olarak, Türkiye’nin hem yağış tutarlarında hem de yağış yoğunluğu dizelerinde bir azalma eğilimi olduğu, bu azalma eğiliminin özellikle kış mevsiminde kuvvetli olduğu, buna karşılık ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde yağış tutarlarında bir artış olduğu halde yağış yoğunluğunda bir azalma eğiliminin olduğu saptanmıştır.

Ünal ve Önel (2011), çalışmalarında model simülasyonlarına göre, 2010-2039 döneminde sıcaklıklarda minimum 0,5-1,0 °C artışın, günlük maksimum sıcaklıklarda 0,5-1,5 °C arasında artış olacağını

*BÜYÜK MENDERES HAVZASININ SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIM DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER
VE EĞİLİMLER*

öngörmüşlerdir. Minimum sıcaklıklardaki artmanın ise en fazla yaz ve ilkbahar aylarında meydana geleceği beklenmektedir. Yine, 2010-2039 yılları arasındaki kış yağışlarında aşağı seviye sirkülasyonlarındaki değişimlere paralel olarak Ege, Marmara, Akdeniz kıyı bölgeleri ve Doğu Karadeniz’de 50 mm’lere ulaşan artışların olacağı ifade edilmiştir.

Ölgen (2010), Türkiye’de uzun yıllara ait yağış değişkenliğinin mekânsal dağılımını ortaya çıkarmayı amaçladığı çalışmasında, yıllık yağış değişkenliğinin kendi içinde küçük farklılıklar olmakla birlikte kuzeyden güneye doğru düzenli sayılabilecek bir şekilde arttığını, değişkenlik kat sayısının %25’ten fazla olduğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde uzun yıllara ait yağışlardaki oynaklıklar nedeniyle sıklıkla kuraklıkların yaşanmakta olduğunu ifade etmiştir.

Bu çalışmaların dışında iklim değişikliğinin su kaynakları ve özellikle akarsu akımları üzerine etkilerini araştıran pek çok çalışma da yapılmaktadır. Kahya ve Kalaycı (2004), Türkiye’de 26 akarsu havzasındaki akımların zaman içindeki değişim ve eğilimlerine ilişkin yapmış oldukları çalışmalarında, özellikle batı ve güneydoğu Anadolu’da akımların istatistiksel olarak anlamlı bir azalma eğiliminde olduğunu, buna karşılık güney ve doğu Anadolu’da akımların istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ya da artış eğilimi göstermediğini ortaya koymuşlardır. Türkeş ve Deniz (2011), Güney Marmara Bölümü’nde yağış ve akım dizelerinde gözlenen değişim ve eğilimler ile ilgili çalışmalarında, bu alanda kış yağışlarındaki azalmanın 1970’lerde başlayıp, 1990’larda giderek belirginleştiğini ifade etmişlerdir. Çalışma alanlarındaki akarsu akımlarında da 1990’lardan itibaren belirgin bir azalma eğilimi olduğunu saptamışlardır. Bahadır (2011)’ın, Kızılırmak nehri akım değişmelerine yönelik yapmış olduğu çalışmasının sonuçlarına göre, Kızılırmak havzasında, genel olarak sıcaklık ile akım arasında orta derecede negatif yönlü, yağış ile akım arasında orta derecede pozitif yönlü anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Trend analizlerine göre ise havza içerisinde seçilmiş istasyonların tamamında sıcaklığın uzun yıllık seyrinde artış, yağışta ise azalma meydana gelmiştir. Geleceğe yönelik lineer trend analizlerine göre de söz konusu eğilimlerin devam edeceği öngörüsüne ulaşılmıştır. Kızılırmak’ın akım değerlerinin uzun yıllık eğilimleri tüm kollarda ve ana akarsuda da azalma şeklinde olmuştur. Koçman ve Sütgibi (2012)’nin Gediz Nehri Havzasının hidrografik/hidrolojik özellikleri ile ilgili çalışmalarında, bu çalışmadaki

bulgularımızı destekler nitelikte, havzada yağış değerlerinin yıllar itibariyle değişme göstermekle birlikte bir azalma eğilimi içinde olduğu, ancak bunun istatistiksel olarak anlamlılık göstermediği, buna karşılık Gediz Nehri akım değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği ve bu eğilimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmaların bazıları ise bizim de çalışma alanımız olan Büyük Menderes Havzası ile ilgilidir. Örneğin, Özkul ve diğ. (2008) çalışmalarında, 1960-2000 yılları arasında Gediz ve Büyük Menderes havzalarında gözlenmiş yağış, sıcaklık ve akım serileri üzerinde eğilim analizleri yapılmış ve doğal akımların bu süre içerisinde anlamlı ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, farklı emisyon senaryoları altında elde edilen sonuçlara göre, 2030, 2050 ve 2100 yıllarında sırasıyla, sıcaklıklarda 1,2, 2 ve 4,4 °C'ye varan artışlar, yağışlarda ise %5,8, %10,2 ve %23,8'e ulaşan azalmalar öngörülmektedir. Su bütçesi modelinin öngörülen iklim değişikliği senaryoları altındaki simülasyon sonuçları ise akımların yaklaşık olarak 2030 yılında %20, 2050 yılında %35 ve 2100 yılında ise %50'nin üzerinde azalabileceğini göstermektedir. Durdu (2010)'nun çalışmasına göre ise, Büyük Menderes Havzası'nda son 45 yıllık dönemde sıcaklık 1 °C yükselmiş, yağışlarda azalma olmakla birlikte istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çine ve Akçay nehirlerindeki akım miktarları azalma eğilimi göstermiş, 1985 ile 1998 yılları arasında bu azalmanın daha belirgin olduğu görülmüştür. Büyük Menderes nehrinin ana kollarında akım değerlerindeki bu düşüşün sıcaklık ve yağıştaki değişimler ile güçlü ilişkileri olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda da Büyük Menderes havzasında sıcaklık, yağış ve akım değerlerinin zaman içindeki değişim ve eğilimleri ortaya konmaya çalışılmış ve iklim değişikliği bağlamında bu değişim ve eğilimlerin havza üzerindeki olası etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanında Büyük Menderes nehri üzerinde seçilen iki akım istasyonunun (Çine Çayı-Kayırlı ve Kestel Dere-Kızılca) verileri de incelemeye alınarak, akım değerlerinde yıllar itibariyle meydana gelen değişim ve eğilimler de ortaya konmaya çalışılmıştır.

2.MALZEME VE YÖNTEM

Büyük Menderes havzasındaki Aydın, Afyon, Denizli ve Uşak meteoroloji istasyonlarına ait, günlük ortalama, günlük maksimum ve günlük minimum sıcaklıklar ile günlük toplam yağışlar Devlet

**BÜYÜK MENDERES HAVZASININ SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIM DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER
VE EĞİLİMLER**

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Tablo 1). Akım değerlerindeki değişim ve eğilimleri saptayabilmek için de Büyük Menderes nehri ana kollarından biri olan Çine çayı üzerindeki Kayırlı (1938-2010) ile Kestel dere üzerindeki Kızılca (1990-2011) akım gözlem istasyonlarına ait aylık ortalama akımlar Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Gerek sıcaklık ve yağış, gerekse akımlardaki artma veya azalma yönündeki olası eğilimleri belirlemede ve istatistiksel önemini test etmede parametrik olmayan Mann-Kendall sıra ilişki katsayısından yararlanılmıştır.

Tablo 1: Araştırmada kullanılan meteoroloji istasyonları, rasat süreleri ve veriler				
İstasyon ve Rasat Süresi/ Veri	Günlük Ortalama Sıcaklık	Günlük Maksimum Sıcaklık	Günlük Minimum Sıcaklık	Günlük Toplam Yağış
Afyon	1930-2012	1930-2012	1930-2012	1930-2012
Aydın	1975-2012	1950-2012	1960-2012	1960-2012
Denizli	1975-2012	1957-2012	1957-2012	1960-2012
Uşak	1975-2012	1954-2012	1960-2012	1960-2012

2.1.Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları

584 km uzunluğu ile Ege Bölgesi'nin en uzun akarsuyu olan Büyük Menderes nehri, İç Batı Anadolu'da Sandıklı ve Dinar arasındaki platolar ile Çivril ve Honaz yakınlarından çıkan kaynaklardan doğar. Büyük Menderes nehri, Gediz ve Küçük Menderes nehirleri gibi, Anadolu'nun en eski kayaçlarından yapılmış Menderes masifi üzerindeki tektonik kökenli bir çukurluğa yerleşmiştir. Genel olarak doğu-batı uzanımlı olan bu oluk Söke'den Ege Denizi kıyılarına kadar, oldukça keskin bir dirsekle güneybatıya döner ve delta ovasının başladığı yerden, Bağarası-Söke hattından itibaren 30-35 kilometre sonra Ege Denizi kıyılarında sonlanır (Göney, 1973, Göney, 1975).

Türkiye'nin 25 akarsu havzasından biri olan Büyük Menderes havzası 26 009 km²'lik alanıyla Ege Bölgesi'nin en büyük nehir havzası ve yaklaşık 2,5 milyonluk nüfusu ile de Türkiye'nin en kalabalık havzalarından birisidir (Büyük Menderes Havza Atlası, 2012).

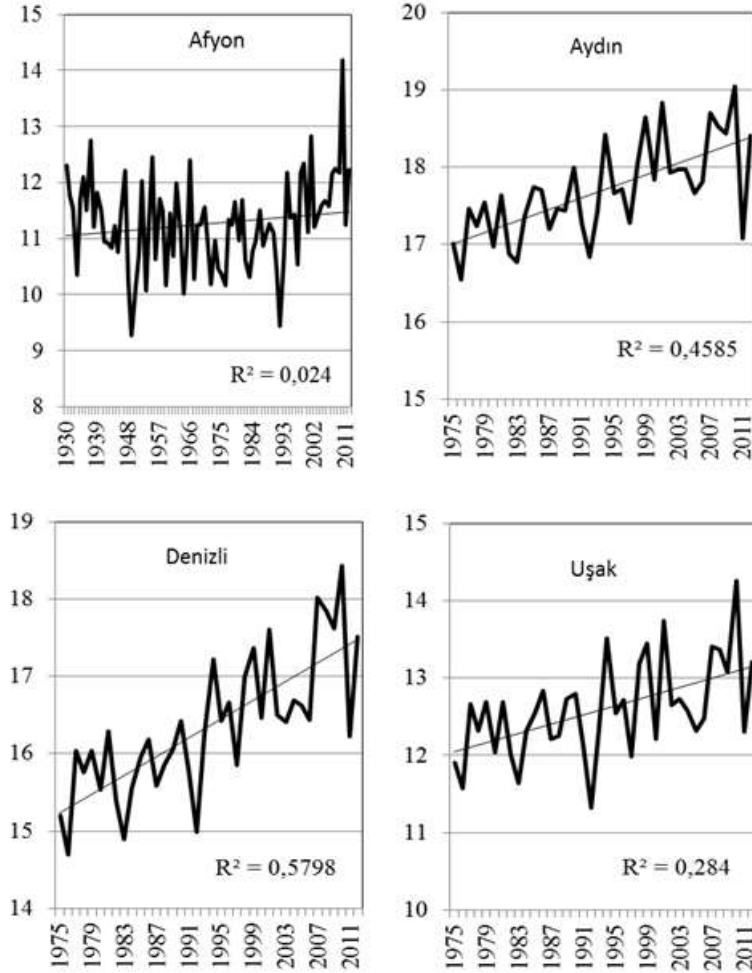
3.BULGULAR

3.1.Sıcaklık Koşullarında Değişimler ve Eğilimler

Küresel olarak ortalama sıcaklıklar 1880'li yıllardan günümüze doğru bir artış eğilimi göstermiştir. Yapılan iklim modellemeleri 2100 yılına kadar küresel ortalama sıcaklık artışının 1,0-3,5 °C'ye ulaşacağını göstermektedir. Bu artışın iklim koşulları üzerinde yaratacağı etkilerin oldukça karmaşık olacağı ve bölgeden bölgeye değişeceği tahmin edilmektedir (Erlat, 1999). Akdeniz iklim bölgesinde yer alan araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklıklar 11,3 °C (Afyon) ile 17,7 °C (Aydın) arasında değişme göstermektedir.

Büyük Menderes havzasında, yıllık ortalama sıcaklıklara ait zaman dizisi çizimleri incelendiğinde, havzadaki dört istasyonda da sıcaklıklarda, yıllar itibariyle değişme göstermekle birlikte, bir artış olduğu görülmektedir. Aydın, Denizli ve Uşak'ta bu artış eğilimi %95 ($\alpha=0,05$) olasılıkla anlamlıyken, Afyon'daki artış eğilimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Şekil 1).

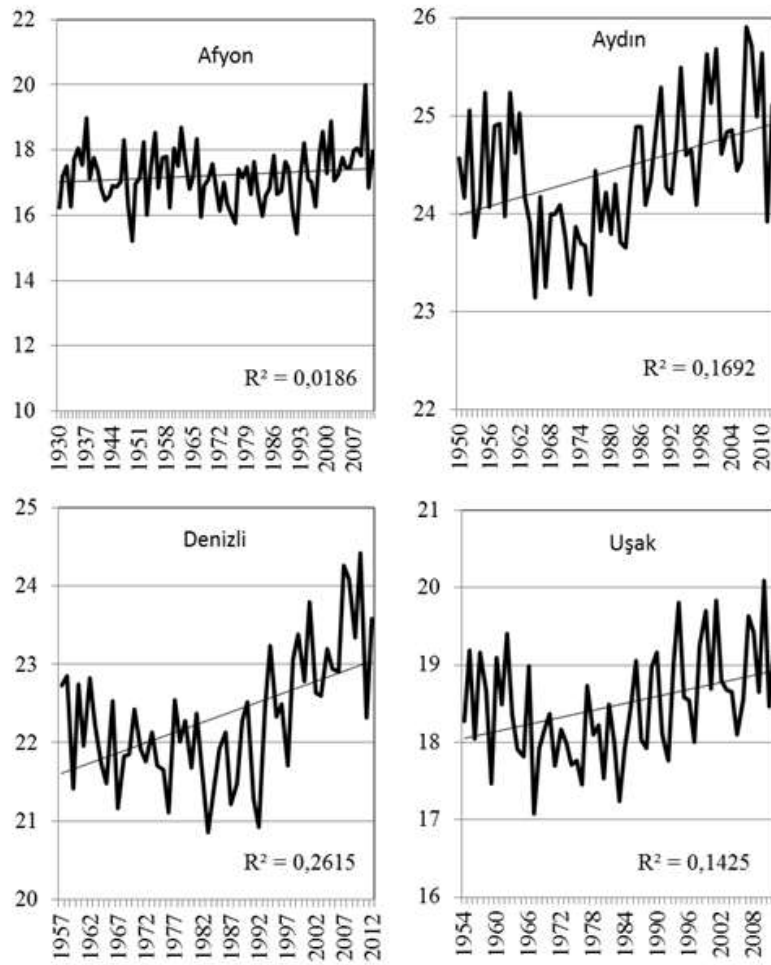
BÜYÜK MENDERES HAVZASININ SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIM DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER VE EĞİMLER



Şekil 1: Afyon, Aydın, Denizli ve Uşak meteoroloji istasyonlarına ait uzun dönem ortalama sıcaklıklar ve eğilimler.

Yıllık ortalama maksimum sıcaklıkların zaman içindeki değişim ve eğilimleri de, büyük ölçüde yıllık ortalama sıcaklıkların gösterdiği değişim ve eğilimlere benzemektedir. Yıllık ortalama maksimum sıcaklıklara ait zaman dizisi incelendiğinde Aydın, Denizli ve Uşak'ta, sıcaklıkların artış eğiliminde olduğu ve bu artış eğiliminin %95 ($\alpha=0,05$) olasılıkla anlamlı olduğu görülmüşken, Afyon'da da artış eğilimi olmakla birlikte, bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yıllık

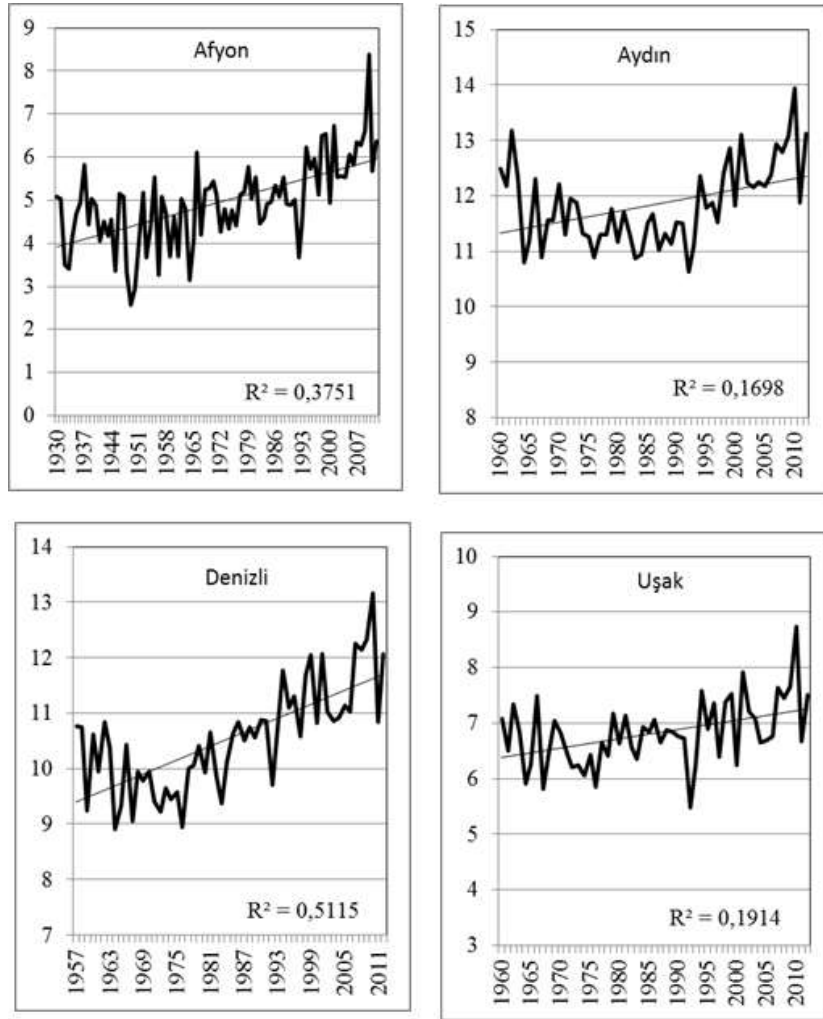
ortalama maksimum sıcaklıkların zaman içindeki değişimlerine baktığımızda Afyon'da daha zayıf olmakla birlikte, bütün istasyonlarda 1983 yılına kadar eğilimlerin azalma yönünde, 1984 yılından itibaren ise artış yönünde olduğu görülmektedir. Özellikle 1999 yılından itibaren sıcaklıkların uzun yıllık ortalamalardan olan sapma değerlerinin arttığı saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Afyon, Aydın, Denizli ve Uşak meteoroloji istasyonlarına ait uzun dönem ortalama maksimum sıcaklıklar ve eğilimler

BÜYÜK MENDERES HAVZASININ SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIM DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER VE EĞİMLER

Yıllık ortalama minimum sıcaklıklara ait zaman dizisi grafiği incelendiğinde, yıllar arası değişkenliğe rağmen, yıllık ortalama minimum sıcaklıkların tüm istasyonlarda artış eğilimi içinde olduğu görülür. Mann-Kendall trend sınamasına göre, bu eğilimin %95 ($\alpha=0,05$) olasılıkla anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Afyon, Aydın, Denizli ve Uşak meteoroloji istasyonlarına ait uzun dönem ortalama minimum sıcaklıklar ve eğilimler

Sıcak ve soğuk hava dalgaları, şiddetli yağışlar veya kuraklık gibi ekstrem hava olayları, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkilemektedir. İstatistiksel değerlendirmeler, 19. yüzyılın son çeyreğinden itibaren atmosferin kuvvetlenen sera etkisine bağlı olarak iklim elemanlarında sadece ortalama değerlerin değil standart sapma ile ekstrem olayların frekans ve şiddetlerinin de değişeceğini göstermektedir. Bu nedenle ekstrem olaylarda belirlenen değişim ve eğilimler, iklim değişmelerinin önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Oluşturulan iklim modelleri, küresel sıcaklıklarda gözlenen artış eğilimi ve buna bağlı olarak hidrolojik döngünün hızlanması ile ilişkili olarak, 21. yüzyılda tüm dünyada ekstrem olayların frekansı veya şiddetinde artışlar öngörülmektedir (Erlat ve Yavaşlı, 2009). Buna göre, ekstrem olaylar içinde değerlendirilen ve sıcaklıkların belli bir eşik değeri geçmesi ile gerçekleşen tropikal ve yaz günleri sayılarına ilişkin değişme ve eğilimler de saptanmaya çalışılmıştır. Aydın, Denizli ve Uşak'ta hem yaz günü hem de tropikal gün sayılarında bir artış eğilimi gözlenmiş, Mann-Kendall trend sınamasına göre de, bu eğilimin %95 ($\alpha=0,05$) olasılıkla anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık, Afyon'da da yaz günü ve tropikal gün sayılarında bir artış eğilimi olmakla beraber, bu artış eğilimi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Nitekim araştırma alanımıza ait bu bulgular, Erlat ve Yavaşlı'ya (2009) ait çalışma ile de paralellik göstermektedir. Şöyle ki; Ege Bölgesi'nde yaz günü ve tropikal gün sayılarındaki değişim ve eğilimlere ilişkin çalışmalarında, 1980'li yılların başlarına kadar yıllık yaz günü sayılarının yıllara göre değişmekle birlikte genellikle uzun dönem ortalamasının altında kaldığını, buna karşılık 1980'li yılların ortalarından itibaren yaz günlerinin sayılarında belirgin bir artış gözlendiğini ve bu dönemde yaz günlerinin yıllık sayılarının uzun yıllar ortalamasının üzerinde kaldığını, tropikal gün sayılarında da benzer bir değişimin söz konusu olduğunu ifade etmişlerdir (Erlat ve Yavaşlı, 2009).

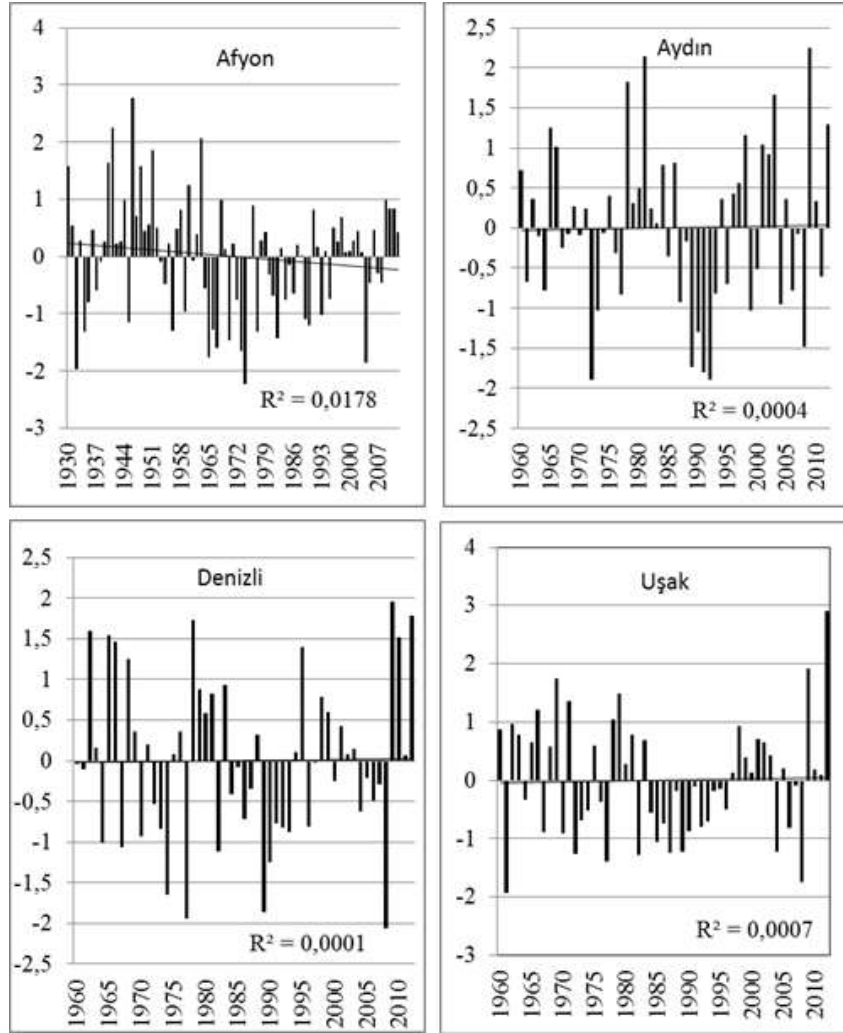
3.2. Yağış Özelliklerinde Değişimler ve Eğilimler

Yağışlarda gözlenen ya da olması beklenen değişikliklerin güncel olarak incelenmesi, özellikle kuraklaşmanın giderek arttığı ve bir tehdit oluşturduğu bölgeler açısından önem taşır. Yağışlarda yıllar arası değişim ve uzun süreli dalgalanma ya da eğilim şeklinde gözlenen değişiklikleri, geniş ölçekli atmosfer dolaşımı ve uzak bağlantı desenleri denetler. Yağış tutarlarında gözlenen uzun süreli değişimlerin izlenmesi yanı sıra, yağış

**BÜYÜK MENDERES HAVZASININ SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIM DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER
VE EĞİLMELER**

etkinliği, yağışlı gün sayıları ve yağış olasılığı, kurak ve nemli dönemlerin gidişi, yağış anomalileri, yağış şiddeti, yağış yoğunluğu gibi özelliklerde gözlenen değişiklikler de araştırılmaktadır (Türkeş ve diğ., 2007). Araştırma alanındaki yağışlarda yıllar arası değişim ve uzun süreli eğilim şeklinde gözlenen değişiklikler için, incelemeye alınan dört istasyona ait toplam yağışlardaki yıllar arası değişim ve eğilimler, yağışlı gün sayıları, yağış anomalileri ile mevsimlik yağış değişimleri ve eğilimleri gibi özelliklere bakılmıştır. Buna göre uzun dönem yağış dizilerine bakıldığında Afyon'da bir azalma eğilimi, buna karşılık Aydın, Denizli ve Uşak'a ait yağış dizelerinde ise kuvvetli olmayan bir artış eğilimi görülmüştür. Ama ne Afyon'daki azalma ne de diğer üç istasyondaki artış eğilimi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Yağış anomalilerine ait grafikler incelendiğinde, dört istasyonda da süreleri birbirine eşit olmayan kurak ve nemli dönemlerin arka arkaya geldiği görülmektedir (Şekil 4). Koçman vd. (1996) de, Ege ovalarındaki altı istasyonun verilerinden yola çıkarak, ovalarda yağışın yıllar arası değişimini ve yıl içinde yağışın dağılımı karakterini ortaya koydukları çalışmada, Ege ovalarında süreleri birbirine eşit olmayan kurak ve nemli dönemlerin arka arkaya geldiği, 48 yıllık dönemde yağışta genel bir artış ya da azalışı işaret eden bir eğilimin bulunmadığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Ramos (2001), NE İspanya'da yağış dağılımı ve yağışın yıllar içerisinde göstermiş olduğu değişim ve eğilimlerle ilgili çalışmasında, yağış değişkenliğinin belirgin bir azalma ya da artma eğilimi göstermediğini, yıllar itibarıyla değişen kurak ve nemli dönemlerin yaşandığını ifade etmiştir.

İncelenen istasyonlarda yağışlı günlerin yıllar itibarıyla değişimine baktığımızdan, Aydın, Denizli ve Uşak istasyonlarında azalma, Afyon'da ise artış olduğu, ancak bu değişimlerin yine istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Yağışların mevsimlik değişimlerinde ise dört istasyonda da kış yağışlarında Menn-Kendall sınamasına göre anlamlı olmayan azalma, sonbahar yağışlarında anlamlı olmayan artış, buna karşılık ilkbahar yağışlarında Aydın, Denizli ve Uşak'ta artış, Afyonda azalma, yaz yağışlarında Afyon, Aydın ve Uşak'ta azalma, Denizli'de anlamlı olmayan artış olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4: Afyon, Aydın, Denizli ve Uşak meteoroloji istasyonlarının standardize toplam yağışları

Akdeniz havzası için yapılan diğer çalışmalarda da, kış yağışlarının tutarının azaldığı vurgulanmıştır. Türkeş ve diğ. (2007) Türkiye yağışları ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında kış yağışlarındaki azalma eğiliminin Karasal İç Anadolu (KİAN) ve Karasal Doğu Anadolu (KDAN) yağış rejim bölgeleri dışındaki diğer tüm yağış rejimi bölgelerinde çok kuvvetli olduğunu belirtmişlerdir.

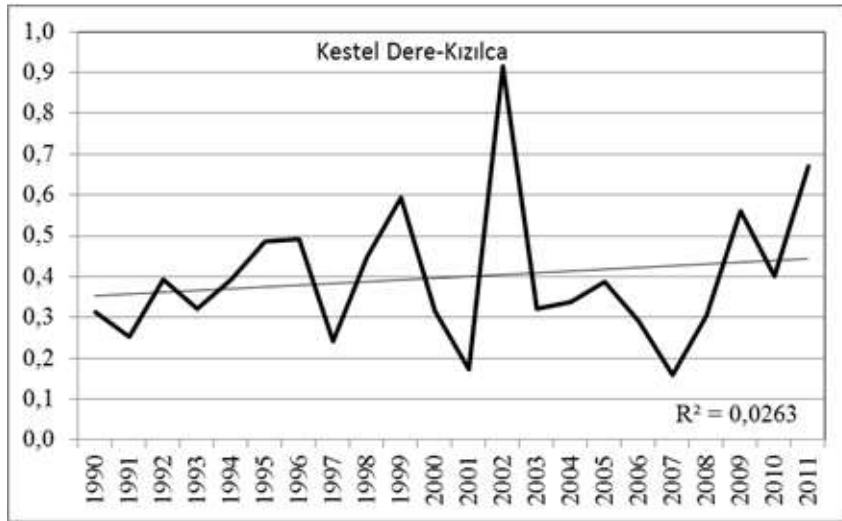
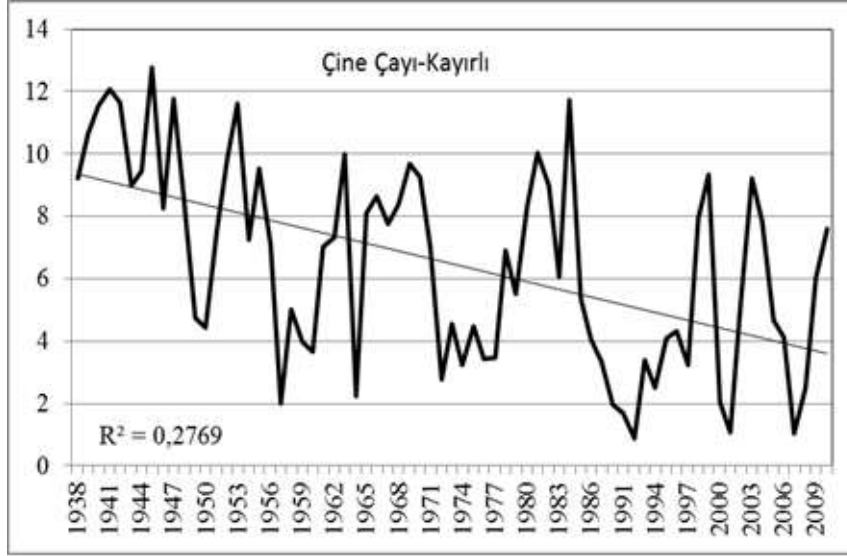
Kış yağışlarındaki azalmanın, küresel ısınmaya bağlı olarak Akdeniz Havzası üzerinden geçen cephelerin geçiş frekanslarındaki azalmayla ve geçiş yolunun biraz daha kuzeye kaymış olmasıyla ilgili olduğu söylenebilir.

3.3. Büyük Menderes Nehri Havzasında Akım-İklim İlişkileri

Büyük Menderes havzasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen Çine Çayı-Kayırılı ile Kestel Dere-Kızılca akım gözlem istasyonuna ait veriler, uzun dönem akarsu akımlarının iklimsel değişkenlikten etkilenebilirliği bağlamında değerlendirilmeye alınmıştır. Bu istasyonların seçiminde, insan müdahalelerinin en az olduğu yukarı havza kesiminde olma özelliği dikkate alınmıştır. Ancak, bu istasyonlarda bizim için rasat süreleri arasındaki farklılık bir sınırlılık oluşturmaktadır. Şöyle ki; Çine Çayı-Kayırılı istasyonunun 1938-2010 yılları arası uzun sayılabilecek bir akım verilerine ulaşılabilmişken, Kestel Dere-Kızılca akım istasyonunun ise 1990-2011 yılları arasındaki verilerine ulaşılabilmektedir.

Mann-Kendall yönteminin istatistiksel sonuçlarına göre; Çine çayına ait uzun yıllık akım değerlerinde anlamlı bir azalma eğilimi vardır. Bu azalma eğilimi kış mevsiminde de gözlenmektedir. Buna karşılık Çine çayı (1990-2010) ve Kestel derenin (1990-2011) son 20 yıllık akımlarına ait eğilimlerde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış gözlenmiştir (Şekil 5). Akımlarda gözlenen bu değişimler, havzadaki yağış değişimleri ile bir paralellik göstermektedir. Şöyle ki; havzada yağış değerlerindeki değişimleri gösteren grafikler incelendiğinde, yağışların özellikle son yıllarda pozitif sapma eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 4). Bunun da akımlarda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, son 20 yıllık dönemde, bir artış eğiliminin saptanmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ancak, daha önce de ifade ettiğimiz gibi, araştırma alanında yağış karakterini belirleyen özellik, havzada süreleri eşit olmayan kurak ve nemli dönemlerin art arda birbirini izlediğidir. Bununla birlikte havzada genel olarak akımlarda azalma eğilimi olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Nitekim havzayla ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalar da bizim bu bulgumuzu desteklemektedir. Örneğin Özkul ve diğ. (2008) ile Durdu (2010)'nun yapmış oldukları çalışmalarda, Büyük Menderes havzası

akımlarında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma eğilimi olduğu ifade edilmiştir.



Şekil 5: Çine Çayı ve Kestel Dere akımlarındaki uzun yıllık değişimler ve eğilimler

4.SONUÇ

Bu çalışmada, Büyük Menderes Havzasında ölçüm yapılan dört meteoroloji istasyonunun (Afyon, Aydın, Denizli, Uşak) sıcaklık ve yağış değerleri ile Büyük Menderes Nehri üzerinde ölçüm yapılan iki akım gözlem istasyonunun (Çine çayı ve Kestel dere) akım değerlerinde yıllar itibariyle gözlenen değişim ve eğilimler incelenmeye alınmıştır. Buna göre havzadaki sıcaklıklarda bir artış eğilimi olduğu, özellikle bu artış eğiliminin minimum sıcaklıklarda %95 oranında istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında yağışlarda istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğiliminin olmadığı, ancak süreleri birbirine eşit olmayan kurak ve nemli dönemlerin birbirini izlediği görülmüştür. Sıcaklık ve yağışlarda gözlemlenen bu değişme ve eğilimlerin, başta havzadaki su kaynakları olmak üzere, havza ekonomisinde önemli bir yer tutan tarımsal faaliyetleri de etkileyeceğine şüphe yoktur.

Sıcaklıklarda gözlenen bu artış eğilimi, bitkilerde terleme yoluyla su kaybının artmasına sebep olabilecektir. Bilindiği gibi, Büyük Menderes Havzası hem Ege Bölgesi hem de Türkiye'nin önemli tarım alanlarından birisidir. Havzadaki suyun %79'u tarım sektöründe kullanılmaktadır. Tarımsal sulamada da akarsular %35 payla ilk sırada yer almaktadır (Büyük Menderes Havza Atlası, 2011). Havzadaki yağışların mevsimsel dağılımındaki değişme ve eğilimlerine baktığımızda kış yağışlarının azalma, ilkbahar ve sonbahar yağışlarının ise genel olarak artma eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu bulgumuz, Akdeniz havzası ile ilgili yapılmış diğer çalışmalarla da desteklenmektedir. Örneğin Türkeş (1998, 2003), Türkeş ve diğ. (2007) ve Ramos (2001)'un çalışmalarında kış yağışlarının tutarının azaldığı vurgulanmıştır. Akdeniz havzasında yıllık yağışın büyük bir kısmını oluşturan kış yağışlarının azalma eğilimi göstermesi, bu rejime göre şekillenen havza ürün deseninin gelecekte değişen sıcaklık ve yağış koşulları nedeniyle önemli bir değişime uğrayabileceği göz önünde bulundurulması gereken bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim Türkeş ve diğ. (2007) nin çalışmalarında da hem yağış hem de yağış yoğunluğu açısından en önemli dönem olan kış mevsimindeki azalma eğilimleri üzerinde özellikle durulması gerektiği ifade edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Bahadır, M. (2011). “Kızılırmak Nehri Akım Değişmelerinin İstatistiksel Analizi”, Turkish Studies-International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, Volume 6/3, 1339-1356.
- Durdu, Ö. F. (2010). “Effects of climate change on water resources of the Büyük Menderes river basin, western Turkey”, Turk J. Agric For, 34, 319-332, TÜBİTAK.
- Erlat, E. (1999). “İzmir’de Maksimum Sıcaklıklar ve Sıcak Dalgaları”, Ege Coğrafya Dergisi, 10, 125-148.
- Erlat, E. ve Yavaşlı, D.D. (2009). “Ege Bölgesi’nde Tropikal Gün ve Yaz Günü Sayılarındaki Değişim ve Eğilimler”, Ege Coğrafya Dergisi, 18 (1-2), 1-15.
- Göney, S. (1973). “Büyük Menderes Deltası”, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 18/19, 339-354.
- Göney, S. (1975). “Büyük Menderes Bölgesi”, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 11.
- Kahya, E. ve Kalaycı, S. (2004). “Trend Analysis of Streamflow in Turkey”, Journal of Hydrology, 289, 128-144.
- Koçman, A., Işık, Ş. ve Mutluer, M. (1996). “Ege Ovalarında Yağış Değişkenliği ve Kuraklık Sorunu”, Ege Coğrafya Dergisi, 8, 25-36.
- Koçman, A. ve Sütgibi, S. (2012). “Doğal Çevre Bileşenleri Bağlamında Gediz Nehri Havzasının Hidrografik/Hidrolojik Özellikleri, Sorunlar ve Öneriler”, Doğu Coğrafya Dergisi, 28, 155-174.
- Ölgen, K. (2010). “Türkiye’de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı”, Ege Coğrafya Dergisi, 19(1), 85-95.
- Özkul, S., Fıstıkoğlu, O. ve Harmancıoğlu, N. (2008). “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisinin Büyük Menderes ve Gediz Havzaları Örneğinde Değerlendirilmesi”, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Bildiriler Kitabı, 309-322.

**BÜYÜK MENDERES HAVZASININ SICAKLIK, YAĞIŞ VE AKIM DEĞERLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER
VE EĞİLİMLER**

- Ramos, M.C. (2001). “*Rainfall distribution patterns and their change over time in a Mediterranean area*”, Theoretical and Applied Climatology, 69, 163-170.
- Türkeş, M. (1998). “*Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey*”, International Journal of Climatology, 18, 649-680.
- Türkeş, M. (2001). “*Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma*”, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, teknik Sunumlar, Seminer Dizisi:1:187-205, Ankara.
- Türkeş, M. (2003). “*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, Heidelber, 181-213.
- 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, 5(1), 57-73.
- Türkeş, M. ve Deniz, Z.A. (2011). “*Güney Marmara Bölümü'nün (Kuzey Batı Anadolu) Klimatolojisi ile Yağış ve Akım Dizelerinde Gözlenen Değişimler ve Eğilimler*”, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 8/1, 1579-1600.
- Türkeş, M., Şen, Ö.L., Kurnaz, L., Madra, Ö. ve Şahin, M. (2013). “*İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler :IPCC 2013 Raporu*”, İstanbul Politikalar Merkezi, Sabancı Üniversitesi.
- Ünal, Y. ve Öno, B. (2011). “*SRES A1B Senaryosu Altında 2010-2040 Yılları arası Türkiye İklim Projeksiyonları*”, 5th Atmospheric Science Symposium, 27-29 April 2011, Istanbul Technical University, Proceedings, 161-172.
- Büyük Menderes Havza Atlası, (2012). Yaşayan Nehirler Yaşayan Ege Projesi, S Basım Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.