



## **KIZILIRMAK NEHRİ AKIM DEĞİŞİMLERİNİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ**

*Muhammet BAHADIR\**

### **ÖZET**

Bu çalışma ile ülkemiz sınırları içerisinde doğup, yine ülkemiz sınırları içerisinde denize ulaşan Kızılırmak Nehri'nin hidro-klimatik eğilimleri incelenmiştir. Kızılırmak, Sivas'ın Kızıldağ yöresinden kaynağını alır, vadi tabanındaki 3. zamana ait kırmızı renkteki kumlu-killi tortudan kızillara boyanır. Nehir 1355 km yolculuğu sırasında 76250 km<sup>2</sup> alanın sularını toplayarak Bafra'da verimli bir ova bırakarak Karadeniz'e ulaşır. Kızılırmak Havzası'nı kapsayacak şekilde iklimin temel iki unsuru olan sıcaklık ve yağış ile Kızılırmak'ın 4 akım ölçüm istasyonuna ait akım verilerine, korelasyon, regresyon ve trend analizleri uygulanmıştır. Genel olarak sıcaklık ile akım arasında orta derecede negatif yönlü anlamlı ilişki, yağış ile akım arasında pozitif yönlü orta derece anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Akarsu kaynağına yakın akım ölçüm istasyonlarında anlamlılık katsayılarının daha fazla arttığı bulgusuna ulaşılmıştır. Trend analizlerine göre ise havza içerisinde seçilmiş istasyonların tamamında (6 meteoroloji istasyonu) sıcaklığın uzun yıllık seyrinde artış, yağışta ise azalma meydana gelmiştir. Geleceğe yönelik lineer trend analizlerine göre de sözkonusu eğilimlerin devam edeceği öngörüsüne ulaşılmıştır. Kızılırmak'ın akım değerlerinin uzun yıllık eğilimleri (4 akım ölçüm istasyonu) tüm kollarda ve ana akarsuda da azalma şeklinde olmuştur. Sözkonusu azalma eğilimlerinin iklimdeki salınımlarla istatistiksel sıkı ilişkiler içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Akarsu, Akım, Eğilim, Kızılırmak, Korelasyon Analizi.

## **A STATISTICAL ANALYSIS OF THE FLOW CHANGES OF KIZILIRMAK RIVER**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to examine the hydro-climatic trends of the Kızılırmak River which originates within the boundaries of our country and also reaches the sea within the same boundaries. Kızılırmak has its source in the Kızıldağ region of Sivas province and has a reddish color due to the red sandy-clayey residue from the tertiary period of the valley floor. The river travels a total of 1355 km and during this journey it collects the waters from an area of 76250 km<sup>2</sup> leaving a fertile lowland in Bafra and reaches the Black Sea. Flow data from 4 flow measurement stations for the two fundamental climatic elements temperature and precipitation covering the Kızılırmak Watershed were analyzed for correlation, regression and trends. It

---

\* Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, muhammetbahadr@gmail.com.

was determined that, in general, a negative significant association of average degree existed between temperature and flow, while a positive significant association of average degree existed between precipitation and flow. It was discovered that the significance coefficients were higher at stations close to the flow source. According to trend analysis results, all stations selected inside the watershed area (6 meteorology stations) revealed an increase in long year temperature, while precipitation had decreased. According to linear trend analysis results for the future, it has been foreseen that the mentioned trends continue. The long year trend for Kızılırmak's flow values (from 4 flow measurement stations) reveals a decrease in all tributaries and main river body. It has been concluded that there is a close statistical association between the mentioned decreasing trends and climatic emissions.

**Key Words:** Watercourse, Flow, Trend, Kızılırmak, Correlation Analysis.

## Giriş

Son yüzyılda dünya atmosferinde ve ikliminde meydana gelen değişimler doğal ortam üzerinde bir dizi değişikliği beraberinde getirmiştir. Bu değişikliklerin başında da yüzey sularındaki akım ve debi değişiklikleri, seviye düşmeleri, hatta karasal ortamdaki göl ve akarsulardaki kuruma olaylarına neden olmuş ve olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte her bölge bu iklim değişikliğinden aynı şekilde etkilenmemiş, yüksek enlemlerde seviye artışlarına, alçak enlemlerde genel olarak seviye düşmelerine neden olmuştur. Ülkemizde de iklimindeki değişimler ve etkileri her geçen gün artmakta ve beraberinde birçok soruna yol açmaktadır. Özellikle küresel ortalama sıcaklıklardaki artış, ülkemizde içerisinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda etkisini daha fazla hissettirmektedir. Küresel ısınmanın ülkemizdeki etki boyutu incelendiğinde, Türkiye'nin Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi'nde (2009), en dikkat çekici noktalardan biri iklim değişikliği ile ilgili konularda yapılacak çalışmaların artırılması, ulaşılan sonuçların tartışılması şeklinde bir strateji geliştirilmesi öngörülmektedir. Bu konu ise kısa vadede alınması gereken önlemlerin arasında belirtilmiştir (Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi, 2009). Özellikle iklimdeki değişim yüzey ve yer altı su kullanımını artırmakta, artan sıcaklık ile buharlaşmanın da artması yüzey sularında seviye değişimlerini hızlandırmaktadır. Bu anlamda akarsularımızın akışlarında ve debilerinde azalma meydana gelmekte, tatlı su kaynaklarının yetersiz kalması sözkonusu olmaktadır. Öyleki havzalar arası su transferleri zorunlu hale gelmektedir. Son yıllarda DSİ ve Elektrik Etüt İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre ülkemiz akarsuları ve göl alanlarındaki su kaybı hem kullanım miktarlarındaki artış, hem de buharlaşma ile olan kayıpların artması sonucunda hızlı düşüşlerin yaşandığı bir dönem içerisindeyiz. Bu nedenle birçok model çalışmanın ortak dayanak noktasını geleceğe yönelik analizler ve etkileşimlerin belirlenmesi oluşturmaktadır.

Ülkemiz, yüzey suları bakımından dünya ülkeleri ve küresel su zengini ülkeler dikkate alındığında orta zenginlikte ülkeler arasında yer alırken, bölgesine göre değerlendirildiğinde yüzey suları bakımından zengin ülkeler konumunda yer almaktadır. Bu anlamda akarsuların taşıdığı önem sadece ülkemiz için değil genel anlamda ülkemizin bulunduğu Güneybatı Asya için önemli bir potansiyeli barındırmaktadır.

Yeryüzü, 510 milyon km<sup>2</sup> alana sahip olup, yeryüzünde toplam su miktarı 1.2 milyar km<sup>3</sup>'tür. Bu suyun yaklaşık olarak % 97.5'ini deniz ve okyanuslardaki tuzlu sular oluşturmaktadır. Geriye kalan % 2.5'lik kısım ise tatlı sulara aittir. Ancak bu tatlı suların çok küçük bir kısmından yararlanılabilmektedir. Tatlı suların % 79'unu (tüm suların % 2,39'u) buzullar, % 20'sini (tüm suların %0,6'sı) yeraltısuları ve % 1'ini (tüm suların % 0,03'ü) yerüstü ve atmosferdeki sular oluşturmaktadır.

## Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 6/3 Summer 2011

Dünya üzerindeki tatlı sular çok sınırlıdır. Bu sınırlılık yanında kullanılabilir su kaynakları da dengesiz bir dağılıma sahiptir. Bu su varlığının % 36'sı Asya, % 25'i Güney Amerika, % 15'i Kuzey Amerika, % 11'i Afrika, % 8'i Avrupa ve % 5'i Okyanusya kıtalarına dağılmıştır. Bu dağılım incelendiğinde Asya kıtasının şanslı olduğu düşünülse de dünya nüfusunun % 60'ını barındırması su potansiyelinin yeterli olmadığını göstermektedir (Çiçek ve Ataol, 2009).

Bu bağlamda bir bölgedeki su varlığı ve devamı ilk olarak o sahanın iklimine bağlıdır. Dünya üzerinde yağışın bol olduğu alanlarda tatlı su kaynakları daha boldur. Bu nedenle bir bölgedeki su varlığı ve geleceğini analiz edebilmek için, öncelikle o sahadaki iklim özelliklerinin ortaya konulması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Böylece su varlığındaki değişim ve eğilimlerin ana faktörü belirlenmiş olacaktır. Daha sonraki aşamada ise diğer faktörlerin etki derecesi analiz edilerek topyekûn bir planlamaya gidilebilir.

Türkiye'de iklimin en önemli iki unsuru olan sıcaklık ve yağış üzerine, küresel anlamdaki değişimler ve etkilerini belirlemek amacıyla hazırlanmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda özellikle farklı analiz teknikleri ve yöntemler ile yağış ve sıcaklıktaki değişim trendleri, eğilim yönleri, miktarları, zamansal ve alansal etkileşim ve değişimleri üzerine durulmuş, önemli tespitler gerçekleştirilmiştir (Türkeş, 1996; Türkeş vd., 2000; Türkeş, vd., 2002; Türkeş vd., 2007; Kadioğlu, 1997; Tatlı vd., 2004; Tatlı vd., 2005; Önel ve Semazzi, 2009; Şahin, 2010; Özdemir ve Bahadır, 2008; 2010; Bahadır ve Saraçlı, 2010).

Örneğin ülkemiz için, Demir vd., (2008a), Karadeniz ile Karasal Doğu Anadolu Bölgeleri'nde yağışta artış eğilimi; Akdeniz, Akdeniz Geçiş, Karasal Akdeniz bölgelerinde ise azalma eğilimi, Karasal İç Anadolu ve Marmara Bölgeleri'nde ise kararlı bir gidişin olduğunu ortaya koymuştur (Demir vd., 2008). Ayrıca Türkeş'e göre, Subtropikal kuşak yağışlarındaki azalma, 1970'li yıllardan itibaren Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır (Türkeş, 1996 ve 1998). Yine, Demir vd., (2008b) yapmış olduğu çalışmada, Türkiye yağışlarında bölgeler arasında farklılıklar olmakla birlikte, azalma yönünde değişiklikler olacağını öngörmektedir. Bu çalışmaya göre ülkemizin merkezi kesimlerinde yağışlar, %30-40 oranında azalacaktır (Demir vd., 2008b). Bu duruma göre 4 çalışmanın uyumlu sonuçlar içerdiği ve ülkemizde kuraklık koşullarının şiddetlendiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Türkiye'de kıyı bölgelerinde yağış rejiminin büyük oranda geniş ölçekli basınç sistemlerinin ve yüksek atmosfer dolaşımının etkisi altında olduğu ve bu sistemlerdeki değişimin yağış miktarı üzerinde etkili olduğu vurgulanmaktadır (Tatlı vd., 2004). Ülkemizde, 500 ve 1000 hPa seviyelerindeki atmosferik şartların, özellikle hava kütlelerinin ve basınç merkezlerinin mevsimsel sıcaklık değişimlerini belirlediği ifade edilmektedir (Tatlı vd., 2005). Ülkemizde sıcaklık ve yağışın değişimi ile ilgili bir diğer çalışmada, Önel ve Semazzi (2009), Türkiye'de özellikle güneybatı kıyılarında sıcaklık artışının daha fazla olacağını, yağışta ise Karadeniz Bölgesi'nde önemli artışların olacağı, buna karşılık güney kıyılarımızda önemli azalmaların meydana geleceğini ifade etmektedir (Önel ve Semazzi, 2009).

Ayrıca yüzey sıcaklıklarındaki değişim eğilimlerini konu alan çalışmalar incelendiğinde, 1990'lı yıllardan sonra Türkiye'de yüzey sıcaklıklarında artış, yağışta ise azalma eğilimi olduğu, en fazla sıcaklık artışı ve yağış azlığının, Akdeniz kıyılarında olduğu vurgulanmıştır. Sıcaklık ve yağışın gelecekteki eğilimleri incelendiğinde ise, 2020 yılına kadar sıcaklıkta 0,3 °C artış olacağı, yağış miktarında 25 mm azalmanın gerçekleşmesi öngörülmektedir (Kadioğlu, 1997; Apak ve Upay, 2007; Türkeş vd., 2007; Black, 2006).

Ülkemizde akarsular ve özellikleri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, ilk çalışmaların 1945'li yıllardan sonraya dayandığı görülmektedir. Bunlardan Akyol, Türkiye'de akarsu sistemleri ve rejimleri adlı çalışmasında, ülkemizin akarsu sistemleri, oluşumları ve gelişimleri, havza özellikleri,

---

### **Turkish Studies**

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 6/3 Summer 2011

akış ve eğim özellikleri gibi birçok özelliklerini incelemiştir. Özellikle ülkemizdeki akarsu sistemlerini merkezi akarsular ve kenar akarsular sistemi olarak ikiye ayırmıştır. Kızılırmak ise bu sistemlerden her ikisine de girmekte olup, orta ve yukarı çığırı merkezi, aşağı çığırı ise kenar akarsu sistemleri içerisinde değerlendirilmiştir (Akyol, 1947). Aynı araştırmacının bir diğer eserinde ise Türkiye akarsu rejimlerine toplu bir bakış yapılmıştır. Özellikle ülkemizdeki her bir akarsu ve kapalı havaların alanları ve morfometrik özellikleri belirlenmiş, Kızılırmak'ın ülkemizin merkezi kesimlerini kapladığı, akaçlama alanının 76250 km<sup>2</sup> ve uzunluğunun ise 1200 km olduğu ifade edilmektedir (Akyol, 1949). Bir diğer çalışmada, Erinç tarafından (1957) yapılmış ve ülkemizde akarsu rejimlerinin özellikleri, beslenme şekilleri, sınıflandırılması konusunda bilgiler verilmiştir (Erinç, 1957).

Bu çalışma ile ülkemiz sınırları içerisinde en uzun nehrimiz olan Kızılırmak'ın hidro-klimatik trend analizleri ve gelecekteki eğilimleri belirlenmiştir. Özellikle iklimdeki değişimler ile akarsu seviyesi değişimleri arasında sıkı ilişkiler bulunmaktadır. Bu bakımdan iklimin temel elemanları olan sıcaklık, yağış ile akarsu seviyesi değişimleri arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak ortaya koymak üzerine kurulmuştur. Kızılırmak birçok koldan beslenmekte, dolayısıyla farklı iklim bölgelerinden geçmektedir. Nehrin ana kaynak noktası ve orta çığırı tamamen karasal iklim bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bununla birlikte nehrin aşağı çığırı ise Karadeniz İklimi etki sahasında akışına devam etmektedir. Nehrin üzerine birçok baraj kurulmuş ve akımın değişiminde önemli rol oynamışlardır. Bütün bunlara rağmen akım değerleri ile iklimdeki değişimler arasında etkileşimin olacağı bir gerçektir. Bu değişimlerin etki derecesi ve paralellik durumu gelecek için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle çalışmada asıl olarak iklimdeki değişim ile Kızılırmak Nehri'nin akım değerleri arasındaki ilişkilerin istatistiksel anlamlılık ve trend analizleri yapılmıştır. Çalışma sahası Orta Anadolu Bölgesi'nin merkezini kapsamakta ve havzanın suları Karadeniz'e boşalmaktadır.

Kızılırmak, Türkiye topraklarından doğarak yine Türkiye topraklarından denize dökülen en uzun akarsuyumuz olup, adını akarsu yatağında bulunan, 3. zaman ortalarında çökelmiş kırmızı renkteki kumlu-killi tortudan almaktadır. Nehrin uzunluğu 1355 km dir. Nehir, İç Anadolu'nun en doğusundaki Sivas ilinde Kızıldağ'ın güney yamaçlarından yaklaşık 39.8° kuzey 38.8° doğu noktasından doğar, ilk önce batı ve güney batıya doğru akar, daha sonra yay şeklinde biçimlenir. Bu noktadan sonra ilk olarak batıya, daha sonra güneybatıdaki Tuz Gölü'nün kuzey doğusundan geçerek kuzey batıya akar. Daha sonra kuzey ve kuzeydoğuya yönelir. Bu kesimde en büyük kollarından biri olan Delice Irmağı ile 40.47° doğu 34.14° batı noktasında birleşir. Sonra kıvrımlar yaparak kuzeybatıya akar. Bu kesimden sonra 41.10° doğu 34.42° batıda Devrez Nehri ile birlikte akar ve kuzeydoğuya doğru döner. Bu noktadan sonra aşağı çığırına ulaşılır ve Karadeniz'e 41.72° kuzey 35.95° doğu noktasında boşalır. Bu akışı sırasında sırasıyla Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir, Kırıkkale, Ankara, Çankırı, Çorum ve Samsun illerinden geçerken çok sayıda dere ve çayın sularını toplayarak Bafra Burnu'ndan Karadeniz'e ulaşır (Önal, 2009; www.cevreorman.gov.tr).

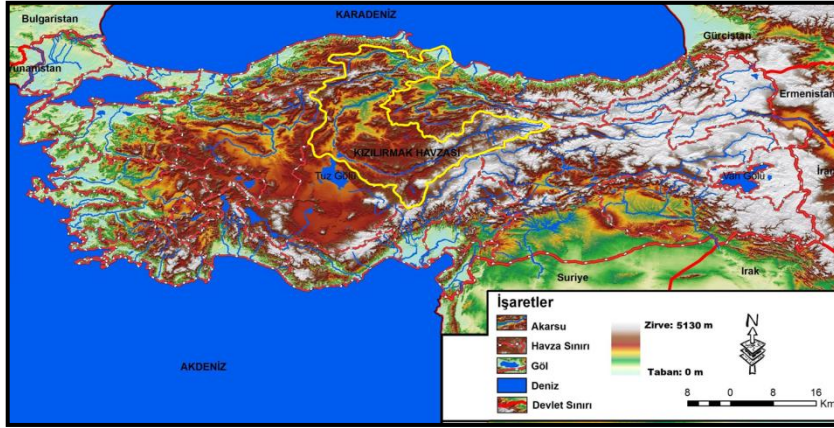
Başlıca kolları Delice, Devrez ve Gökırmak'tır. Yağmur ve kar sularıyla beslenen nehrin rejimi düzensizdir. Temmuz ve Şubat arasında düşük su düzeyinde akan nehir, Mart ayında hızla kabarmaya başlar ve Nisan ayında en yüksek su düzeyine ulaşır. Ortalama debisi 184 m<sup>3</sup>/sn olan nehrin 35 yıllık gözlem süresince ortalama akımı en az 18,4 m<sup>3</sup>/sn ve en çok 1.673 m<sup>3</sup>/sn debiye ulaştığı tespit edilmiştir. Kızılırmak'ın suları yazın alçalarak Ağustos ayında en düşük düzeye iner. Özellikle bazı yıllardaki Temmuz ve Ağustos aylarında debi değeri 10 m<sup>3</sup>/sn olarak ölçülmüştür (DSİ, 2007).

Nehir üzerinde 12 önemli baraj vardır. Bunlar sırasıyla; İmranlı, Yamula, Bayramhacılı, Hirfanlı, Kesikköprü, Kapulukaya, Buğra, Obruk, Dutludere, Boyabat, Altınkaya ve Derbent'dir. Nehir üzerine son olarak Obruk Barajı yapılarak 2007 yılı içerisinde su tutumuna başlanmıştır. İrili ufaklı birçok gölün bulunduğu Kızılırmak Deltası, Türkiye'nin en önemli kuş yaşam alanlarından da biridir. Adını suyunun renginden alan, antikçağda ise tuzlu akarsu anlamına gelen Halys adıyla anılan

### **Turkish Studies**

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 6/3 Summer 2011

Kızılırmak, Anadolu'da kurulmuş medeniyetlere hep ev sahipliği yapmıştır (Akkan, 1970; Yılmaz, 2005; Önal, 2009).



Şekil 1: Türkiye’de akarsu havzaları ve Kızılırmak Havzası’nın lokasyonu.

### Veri ve Yöntem

Çalışmanın veri kaynakları, Türkiye sayısal akarsu havzaları haritası, Devlet Su İşleri Kızılırmak Nehri üzerindeki akım istasyonları verileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü iklim verilerinden (sıcaklık, yağış) yararlanılmıştır. Meteoroloji istasyonu olarak Kızılırmak üzerinde ölçüm yapılan istasyonların yakınındaki meteoroloji istasyonlarının verileri tercih edilmiştir. Bu istasyonlar Çorum, Kayseri, Kırşehir, Kırıkkale, Yozgat ve Sivas’tır. Kızılırmak üzerindeki akım ölçüm istasyonları ise Sivas-Divriği, Bulakbaşı, Delice-Çadırhöyük, Hacıhamza-Avşarköprüsü ve Devrez-Çeltikçibaşı’dır (Şekil 2). Elde edilen veriler düzenlenerek istatistiksel analizlere hazır hale getirilmiş, korelasyon, regresyon ve trend analizleri uygulanarak ilişki düzeyleri ve gelecekteki eğilimleri incelenmiştir.

Herhangi bir mukayese düzleminde itibaren ölçülen su yüzeyi kotuna kısaca seviye denir (Bayazıt, 1982). Akarsulardaki su seviyeleri yazıcı (limnigraf) veya yazıcı olmayan aletlerle (limnometre) ölçülen bu ölçümler için baz olarak kabul edilen kotun, nehirdeki minimum su seviyesinden daha aşağıda olması gerekir (Özbek, 1989). Suyun yer yüzeyinde akışa geçen kısmının belirlenmesi hidrolojinin de en önemli konularından birini teşkil eder. Bir su kuvveti tesisinin projelendirilmesinde, mevcut olan debiyi, taşkın amaçlı yapılan bir barajın dolu savağında savaklanacak maksimum debiyi bilmek gerekir. Hidrojenin akım ölçümleri ile ilgilenen koluna hidrometri denir. Akım ölçümleri altında, seviye, hız, kesit ve debi ölçümleri anlaşılır (Özbek, 1989).

Akım ölçmelerinin amacı akarsuyun bir kesitindeki su seviyesini ve kesitten geçen debiyi (birim zamanda geçen su hacmini) zamana bağlı olarak belirtmektir. Süreklilik denklemine göre, debi, ortalama hız ile akış kesiti alanının çarpımına eşit olduğundan debiyi ölçmek için hız ve kesit ölçmeleri yapmak ve elde edilen sonuçlardan debiyi hesaplamak gerekir. Ancak, bu gibi ölçmeleri sürekli olarak yapmak çok zor ve masraflı olacağından pratikte bir istasyonun debi-seviye bağıntısını (anahtar eğrisi) bir belirlendikten sonra sadece su seviyesini ölçmek yeterli olur ve bu seviyeye karşı gelen debi anahtar eğrisinden okunur (Bayazıt, 1982).

Gerek ortalama akış miktarları, gerekse bu ortalama etrafındaki değişmelerin dağılımı yerel olarak büyük farklar gösterir. Özellikle çeşitli iklim şartlarının hüküm sürdüğü Türkiye için durum böyledir. Kızılırmak’ın 76250 km<sup>2</sup> alanı olup, havzasının akış katsayısı 0,18’dir (Bayazıt, 1982).

### Turkish Studies



$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2][n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyinin değerlendirilmesinde, ilişim katsayısı ile elde edilen sayının pozitif veya negatif olması önemli değildir. Bu sayının mutlak değeri göz önünde bulundurulur. Değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyi, korelasyon katsayısının 0-0,25 arasında olması durumunda zayıf, 0,50-0,60 arasında olması durumunda orta, 0,70-0,89 arasında olması durumunda zayıf, 0,50-0,69 arasında olması durumunda orta, 0,70-0,89 arasında olması durumunda kuvvetli ve 0,90-1 arasında olması durumunda ise çok kuvvetli şekilde yorumlanabilir (Çömlekçi, 1989; Orhunbilge, 1996).

Trend (eğilim); bir serinin belli bir dönem boyunca yukarı (artış) aşağı (azalış) hareketine trend (eğilim) denilmektedir. Bu tür harekete sahip trendlere doğrusal trend adı verilmektedir. Basit regresyon analizi doğrusal ilişkileri ve ya doğrusal trendi modelleme amacıyla en yaygın kullanılan yöntemlerden birini oluşturmaktadır. Bazen ise bu hareket düz bir doğru şeklinde olmayıp matematiksel eğriler şeklinde olmaktadır. Böyle durumlarda verilere dönüşüm uygulamak veya çoklu regresyon analizi yapmak daha doğru sonuçlar vermektedir (Kadılar, 2005). Lineer trend analizi ise geleceğe yönelik tahmin ve projeksiyonlar çıkarmada kullanılan bir yöntemdir. Gelecekteki olası dağılımları ve değişimleri, doğru bir şekilde tanımlamada kullanılan istatistiksel tahmin yöntemleri, *Zaman Serileri Analizi* entegre kullanımının uzman regresyon yöntemlerinin bir koleksiyonu anlamına gelir. Ortalamalar ve diğer yumuşatma teknikleri ile hareketli ve farklı varsayımların oluşturulmasını sağlar. Burada zaman serileri analizi, geçmiş dönem gözlemleri ve geçmiş bilgilerini birleştiren karmaşık bir sürecin ürünüdür. Sözkonusu verilerin gelecekteki karmaşık seyirini tahmine yarar (Ebisuzaki, 1997; Frei ve Schär, 2001; Kadılar, 2005).

### Bulgular ve Tartışma

Yeryüzünde akarsu akımlarını, debilerini ve rejimlerini birinci derece belirleyen faktör iklim faktörü olup, akarsuların akımları ve rejimleri büyük oranda o bölgenin iklim şartlarına bağlı olarak şekillenmektedir. Yıllık yağış miktarı, yağışın türü, yağışın yıl içindeki dağılımı akarsuların akımı ve rejimi üzerinde birinci derecede etkilidir. Bununla beraber sahanın sıcaklık ve buharlaşma koşulları, jeomorfolojik özellikleri, jeolojik formasyonların niteliği, bitki örtüsü ve toprak yapısı da önem taşımaktadır (Atalay, 1986).

Bir ülkenin su potansiyeline etki eden en önemli unsur yağıştır. Türkiye’de yağış miktarı ve yağış dağılışı üzerinde hava kütleleri-cephe sistemleri, yerçekilleri, coğrafi konum gibi faktörler etkili olmaktadır. Türkiye konumu itibarıyla yıl içinde farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Hava kütleleri ve cephelerin sıklıklarında mevsimsel olarak değişimler görülür. Bu durum yağış miktarı ve dağılışı üzerinde etkili olur. Bunun yanında hava kütleleri, yerçekillerinin yükseltisi, uzanış doğrultusu ve zemin koşullarından etkilenerek termik - dinamik değişime uğrarlar, dolayısıyla yağış üzerinde etkili olurlar. Türkiye’de genel olarak kışın, ekim ayı sonundan mayısa kadar olan dönemde farklı bölgelerden Akdeniz Havzası’na ulaşan hava kütleleri ve bunlara bağlı cephe sistemleri yağış ve sıcaklık koşulları üzerinde etkili olur. Bu dönemde Orta ve Doğu Avrupa’dan Doğu Akdeniz Havzası’na inen soğuk karakterli maritim polar ve kontinental polar hava kütleleri ile güneyden gelen daha sıcak karakterli maritim tropikal ve kontinental tropikal hava kütleleri etkili olur. Bu hava kütleleri ile bağlı cephe sistemleri, Türkiye’nin batısında ve kıyı bölgelerinde genel olarak yağışlı, ılık

### Turkish Studies

dönemlerle, serin-soğuk ve yağışsız dönemlerin birbirini izlemesine neden olur. Buna karşılık Doğu ve İç Anadolu bölgeleri kışın uzun bir süre Hazar Havzası'ndan kaynaklanan soğuk karakterli kontinental polar hava kütlelerinin etkisi altında bulunur. Bu durum iç bölgelerde kış yağışlarının azlığına neden olur (Çiçek ve Ataol, 2009).

Yağışlı devrenin uzunluğu bir bölgedeki akarsuların akım ve debilerini, morfometrilerini, kimyasal özelliklerini ve havza özellikleri gibi birçok bileşeni üzerinde doğrudan etkilidir. Bu nedenle ülkemiz sınırları içerisinde doğup, ülkemiz sınırları içerisinde akışına devam ederek Karadeniz'e ulaşan Kızılırmak'ın akımı ile iklimin en önemli iki elemanı olan sıcaklık ve yağış değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan korelasyon ve lineer trend analizleri sonucu elde edilen bulgular bu kısımda sentezlenecektir.

Çalışmada 6 meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık ve yağış değerleri ile Kızılırmak Nehri üzerinde yer alan akım ölçüm istasyonlarından meteoroloji ölçüm istasyonlarına en yakın olanların korelasyonları alınmıştır. Çünkü her iki ölçüm istasyonunun da benzer ve daha önemlisi aynı iklim şartlarını taşıması daha doğru sonuçlar vereceği bir gerçektir. Bu amaçla Sivas, Yozgat ve Kayseri meteoroloji istasyonu ile Divriği akım ölçüm istasyonu, Çorum ile Hacıhamza akım istasyonu, Kırşehir ve Çorum ile Delice, Kırıkkale ile Devrez akım ölçüm istasyonlarının akım, sıcaklık ve yağış korelasyonları şeklinde bir sistematige yönelinmiştir. Ayrıca her bir istasyonun sıcaklık ve yağış arasındaki korelasyonları da incelenmiştir.

Sözkonusu analizler incelendiğinde, Yozgat'ta sıcaklık ile yağış arasında ters yönlü -0.173 değeriyle zayıf anlamlı bir ilişki ortaya çıkmıştır. Sıcaklık ile Divriği akım ölçüm değerleri arasında ise yine ters yönlü orta derece anlamlı bir ilişki tespit edilmiş olup, anlamlılık derecesi -0.523 olmuştur. Yağış ile akım değerleri arasındaki ilişki ise pozitif yönde 0.512 değeri ile orta derecede anlamlı çıkmıştır. Sivas meteoroloji istasyonu ile Divriği akım ölçüm istasyonu hemen hemen aynı iklim şartları altında olması ortaya çıkacak olan sonuçların daha gerçekçi olmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Sivas'ta yağış ile sıcaklık arasında ters yönlü zayıf anlamlı -0.218 ilişki çıkarken, yağış ile Divriği akım ölçüm değerleri arasında ise istatistiksel olarak 0.612 değeri ile pozitif yönde orta derece anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Sıcaklık ile akım değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde negatif yönde zayıf (-0.286) anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Bu kesimde akımın doğal ortam şartlarında çok fazla değişime uğramadan ölçülmüş olması analizlerin vermiş olduğu sonuçların güvenilirliğini de yükseltmektedir. Çünkü bu akım ölçüm istasyonu kaynak sahasına çok yakın olup, herhangi bir baraj veya gölet bu kesimde akarsu üzerinde yoktur. Yine, Divriği akım ölçüm istasyonu ile Kayseri meteoroloji istasyonunun sıcaklık ve yağış verileri korelasyon analizleri incelendiğinde, sıcaklık ile yağış arasında negatif yönde -0.277 değeriyle zayıf bir ilişki tespit edilmiştir. Sıcaklık ile akım arasında ise orta derecede ters yönlü (-0.675), yağış ile akım arasında ise pozitif yönlü 0.501 aralığında orta derecede anlamlı ilişki sözkonusu olmuştur.

Kızılırmak Nehri'nin yukarı çığını oluşturan bu kesimi kapsayan akım ölçümleri, akarsuyun barajlar başta olmak üzere diğer beşeri etkenlere bağlı olarak çok fazla değişikliğe uğramadığı alanları oluşturmaktadır. Bir başka ifadeyle akım üzerinde etkili olan faktörler doğal faktörler niteliğindedir. Bu nedenle yapılan istatistiksel analizlere göre hemen her istasyonda sıcaklık arttığı yıllarda yağışın düştüğü, buna karşılık akım değerlerinde azalma olduğu teorisine istatistiksel anlamlılık göstergeleri ile de ulaşılmıştır.

Buna karşılık Kızılırmak'ın orta çığırı olarak kabul edilebilecek bir alanda yer alan Delice kolu üzerindeki Çadırhöyük akım ölçüm istasyonunun akım verileri ile Kırşehir meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık ve yağış verilerinin korelasyon analizi yapılmıştır. Kırşehir'de sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi değeri negatif yönde -0.543 değeri ile orta derecede anlamlılık düzeyinde gerçekleşmiştir. Kırşehir'de sıcaklık ile Çadırhöyük akım ölçümleri arasında orta derece anlamlılık düzeyinde (-0.521), ters yönlü bir ilişki, yağış ile akım

### **Turkish Studies**



ölçümleri arasında ise pozitif yönlü zayıf anlamlılık (0.205) derecesinde bir ilişki sözkonusu olmuştur. Çorum ile Çadırhöyük akım ölçüm istasyonu verileri arasındaki sıcaklık ile akım değerleri arasında negatif yönlü -0.612 anlamlılık değeri ile orta derece anlamlı bir ilişkiye ulaşılmıştır. Yağış ile akım değerleri arasında pozitif yönlü 0.876 değeri ile orta derecenin üzerinde bir anlamlılık katsayısına ulaşılmıştır. Çorum'da yağış ile sıcaklık arasında orta derecede -0.513 anlamlılık değerinde bir ilişki sözkonusu olmuştur.

Kızılırmak'ın batıdaki kolu olan Devrez üzerinde yer alan Çeltikçibaşı akım ölçüm istasyonu ile Kırıkkale'nin yağış ve sıcaklık değerleri arasındaki ilişki düzeyi incelenmiştir. Kırıkkale'de sıcaklık ile yağışın uzun yıllık seyri arasında negatif yönlü zayıf anlamlılık derecesinde, -0.259 korelasyon değerinde bir ilişki düzeyi tespit edilmiştir. Buna karşılık sıcaklık ile akım ölçümleri arasında -0.280 korelasyon katsayısı ile zayıf derecede bir ilişki çıkarken, yağış ile akım ölçümleri arasında pozitif yönlü 0.282 korelasyon katsayısı ile zayıf bir ilişki ortaya çıkmıştır.

Kızılırmak'ın aşağı çığırına yakın son ana ölçüm istasyonlarından biri olan Hacıhamza akım ölçüm istasyonu ile Çorum'un yağış ve sıcaklık değerlerinin ilişkileri incelendiğinde, sıcaklık ile akım arasında negatif yönlü zayıf bir ilişkinin olduğu, yağış ile akım arasında ise pozitif yönlü orta derecede (0,654) anlamlı bir ilişkinin varlığı sonucuna ulaşılmıştır.

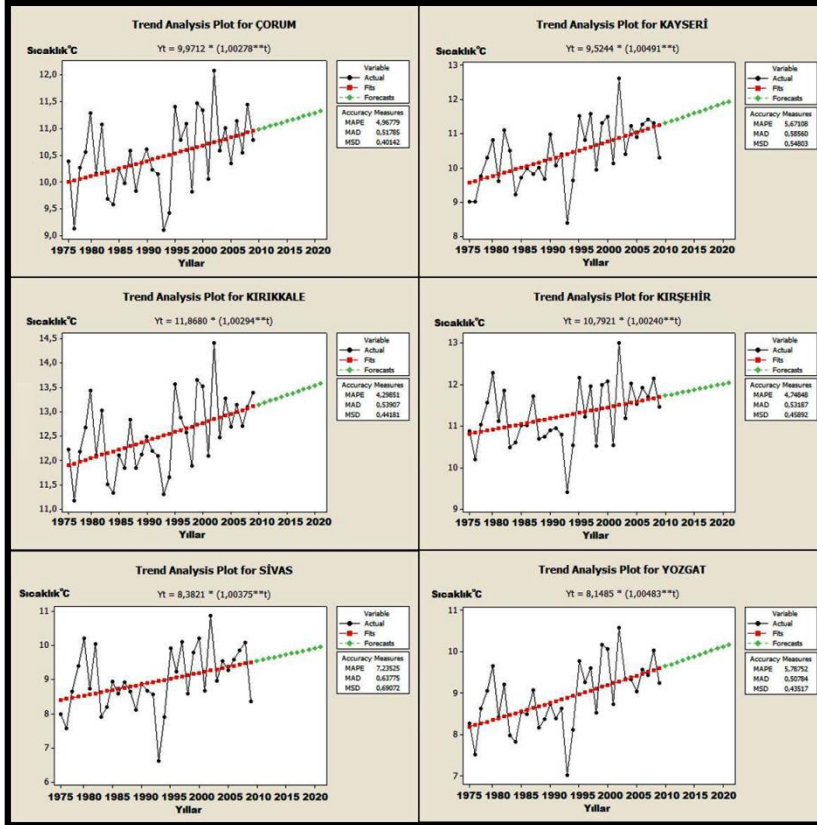
Araştırma sahasında akım verileri ile sıcaklık ve yağış verilerindeki dönemsel değişimin korelasyon analizlerine göre Kızılırmak Nehri'nin yıllık toplam akışında önemli oranda yağışlar etkili olmuştur. Özellikle barajların ve beşeri etkinin daha az olduğu yukarı çığırı dikkate alındığında akımı asıl şekillendiren o yıl sahaya düşen yağış miktarı olduğu yapılan korelasyon analizlerinin sonucuna göre anlamlılık kazanmaktadır. Bu nedenle nehrin orta ve yukarı çığırını kapsayacak şekilde seçilmeye çalışılan istasyonlarda özellikle yağış ve akım değerleri arasında büyük oranda orta derecede anlamlı bir ilişki tespit edilmiş, sıcaklık ile bazı istasyonlarda orta bazı istasyonlarda ise zayıf ters yönlü ilişki değerine ulaşılmıştır. Bu duruma göre sıcaklıktaki artışın akım üzerinde yağış kadar etkili olmadığı, sınırlı kaldığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Kızılırmak'ın akım değişim eğilimleri ve yıllık trendleri ile korelasyon analize tabi tutulan meteoroloji istasyonlarının sıcaklık ve yağış trend analizleri de gerçekleştirilmiştir. Böylece gelecekte değişimlerin de hangi yönde gerçekleşme olasılığının da incelenmesi mümkün olmuştur. Analizleri yapılan 6 meteoroloji istasyonunun hepsinde sıcaklıktaki değişim eğiliminin artış yönünde olduğu ve gelecekte de artış yönünde olacağı öngörüsüne ulaşılmıştır.

Kızılırmak Havzası'nda kaynak sahasını kapsayacak şekilde yapılan analizlerde iklim elemanları ile akım değerleri arasında sıkı ilişkiler tespit edilmiştir. Analizleri yapılan 6 meteoroloji istasyonunun tamamında 1975 yılından 2010 yılına kadar 35 yıllık dönemde ortalama sıcaklıklarda artış meydana gelmiştir. Sıcaklıkta özellikle istasyonlara göre 1975'ten 1982 yılına kadar, ortalama sıcaklık değerlerinin üzerinde sıcaklık dağılımı gerçekleşmiştir. Bu yıldan sonra ise 1992 yılına kadar en düşük ortalama sıcaklık değerlerine ulaşıncaya kadar ortalamalardan olan sapmalar azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Bu yıl özellikle kuzey yarımkürede La Nina'nın etkisi ve Filipinler'deki Pinatubo volkanının patlaması tüm dünya yüzeyindeki sıcaklık düşüşlerinin yaşanmasında etkili olmuştur. Bu nedenle 1992 yılı ölçüm dönemleri içerisinde en düşük ortalama sıcaklıkların görüldüğü yıl olmuştur. En sıcak yıl bütün istasyonlarda 2001 yılı olmuş, sıcaklık ülkemizde de etkili olan El Niño'nun etkisine bağlı olarak ortalamaların yaklaşık 1 °C üzerine çıkmıştır. Çorum'da 35 yıllık dönemde sıcaklıkta özellikle 1992 yılından itibaren hızlı artış dikkati çekmektedir. Genel olarak sıcaklıktaki artış miktarı sıcaklık dizilerinin analizine göre 0.3 °C gerçekleşmiş, trend analizinin sonuçlarına göre 2020 yılına kadarki 10 yıllık dönemde sıcaklıkta 0.3 °C'lik bir artış daha öngörülmektedir. Kayseri'nin de sıcaklık eğilimi Çorum'un sıcaklık seyrine uygun olduğu, 1992'de en düşük ortalama sıcaklık değerinden sonra ortalama sıcaklık değerinde hızlı bir yükseliş dikkat

### **Turkish Studies**

çekmiştir (Şekil 4). Kayseri’de 2001 yılı en yüksek ortalama değerin görüldüğü yıl olup ortalama sıcaklık 12.6 °C gerçekleşmiştir. Bu değer 35 yıllık rekor olarak hala kırılmamıştır. Bunun yanı sıra sıcaklığının trend analizleri incelendiğinde, gelecek on yılda sıcaklıktaki artış eğiliminin devam edeceği ve 2020 yılına kadar Kayseri’de yüzey sıcaklıklarında 0.2 °C’lik artışın olacağı öngörüsüne ulaşılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4: Kızılırmak Havzası’nda sıcaklık eğilimleri

Kırıkkale, Kırşehir, Sivas ve Yozgat’ta da sıcaklığın yıllık seyri incelendiğinde, 1975’ten 1982 yılına kadara ortalamaya yakın ve ortalamanın üzerinde olan sıcaklık, 1982’den 1992 yılına kadar hızlı bir düşüş eğilimi göstermiş, 1992 yılında bütün istasyonlarda ortak olarak en düşük değerlere ulaşmıştır. Bu yılda Kırıkkale’de 12.5 °C olan uzun yıllık ortalama sıcaklık değeri 11.3 °C olarak gerçekleşmiştir. Buna karşılık en yüksek ortalama sıcaklık ise 2001 yılında olup 14.4 °C olmuştur. Geleceğe yönelik trend analizleri dikkate alındığında 2020 yılında ortalama sıcaklığın 13.6 °C olması öngörüsüne ulaşılmıştır. Kırşehir’de de sıcaklığın uzun yıllık seyri aynı şekilde devam etmiş, en soğuk yıl 1992 yılı olmuştur (Şekil 4). Kırşehir’de 1992 yılında uzun yıllık ortalama sıcaklık değeri olan 11.3 °C’nin oldukça altında kalarak 9.4 °C gerçekleşmiştir. Bu yıldan sonra düzenli olarak artış gösteren ortalama sıcaklıklar 2001 yılında en üst seviyeye ulaşarak, 13.0 °C olmuştur. Bu eğilimin gelecekte de devam etmesi ve ortalama sıcaklıklardaki düzenli artışın devam etmesi öngörülmektedir. Kırşehir’de 2020 yılına kadar olan 10 yıllık dönemde ortalama sıcaklıkta 0.7 °C’lik artışla 12 °C civarında olması beklenmektedir. Bu duruma göre Kırşehir’de 2001 yılı ortalama sıcaklık seviyesine ulaşılmasa da sıcaklıktaki eğilimin düzenli olarak artış şeklinde olması önem kazanmaktadır (Şekil 4).

Sivas’ta sıcaklığın uzun yıllık gidişi incelendiğinde, diğer istasyonlarda olduğu gibi 1975 yılından 1982 yılına kadar sıcaklık ortalama değerin üzerinde olmuş, 1982’den 1992’ye kadar sıcaklık

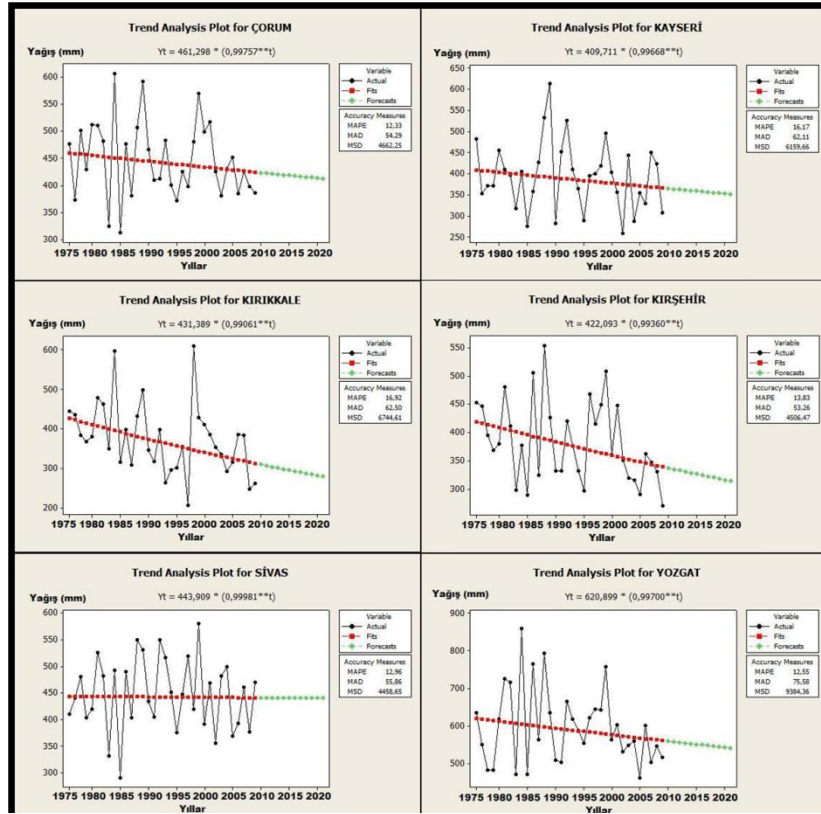
### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 6/3 Summer 2011

devamlı düşüş eğiliminde olmuştur. Sivas'ta uzun yıllık ortalama sıcaklık 9.0 °C olup, 1992 yılında 6.6 °C'ye kadar düşmüştür. Bu yıldan sonra sıcaklık düzenli olarak artmış 2001 yılında 10.9 °C'ye ulaşmış ve rekor kırmıştır. Bununla birlikte 2001'den 2009 yılına kadar sıcaklık hep uzun yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde seyretmiştir. Geleceğe yönelik trend analizlerine göre 2020 yılında Sivas'ta ortalama sıcaklığın 10.0 °C'ye ulaşması öngörülmektedir (Şekil 4).

Yine, Kızılırmak'ın önemli kolu olan Delice'nin kuzeyinde yer alan Yozgat'ın sıcaklık eğrisi incelendiğinde, 1984 ile 1992 yılı arasındaki dönemde ortalamanın altında sıcaklık değerleri gerçekleşmiştir. Yozgat'ta 35 yıllık dönemde ortalama sıcaklık 8.9 °C olmuş, 1992 yılı 7.0 °C ile bu yıllar arasında en düşük ortalama sıcaklığın görüldüğü yılı oluşturmuştur. Buna karşılık 2001 yılı ise 10.6 °C ile ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu yıl olmuştur. Özellikle Yozgat'ta da 1992 soğuk yılından sonra ortalama sıcaklığın genel olarak artış eğiliminde olduğu, 2000'li yılların başından itibaren en üst seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Geleceğe yönelik trend analizi bulgularına göre 2020 yılında Yozgat'ın ortalama sıcaklığı 10.2 °C olması beklenmekte, bu değer 2001 yılındaki rekora yaklaşma olasılığını artırmaktadır (Şekil 4).

İnceleme alanında yağışın uzun yıllık ortalama seyri incelendiğinde genel olarak az ya da çok bütün istasyonlarda azalma eğilimi sözkonusudur. Yağış değerlerindeki azalma eğilimleri istasyonlara göre değerlendirildiğinde en fazla azalma Kırıkkale ve Kırşehir'de meydana gelmiştir. Çorum'da yağışın uzun yıllık eğilimi incelendiğinde, 1975'den 1990'lı yılların başına kadar kararlı bir seyir izlemiştir. Bu yıldan sonra yağıştaki ani düşüş ile beraber uzun yıllık toplam yağış değerlerinin oldukça altında yağış değerleri 2000'li yılların başına kadar devam etmiştir. Uzun yıllık ortalama yıllık yağış değeri 447 mm olan Çorum'da, 1990 ile 2000'li yıllar arasındaki yağış değerleri 409 ile 445 mm arasında kalmıştır. Bununla birlikte 2000 yılında yağıştaki ani artış ile 517 mm'ye ulaşan yağış değerleri bu yıldan sonra devamlı ve düzenli olarak azalma eğilimine girmiştir. Özellikle 2003 yılından sonra ortalama yağış değerlerinin oldukça altında kalmıştır. Geleceğe yönelik trend analizlerinin eğilim sonuçları da azalma şeklinde olacağı ve 2020 yılında Çorum'da ortalama yağıştan yaklaşık olarak 35 mm daha az olması öngörülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Kızılırmak Havzası'nda yağış eğilimleri

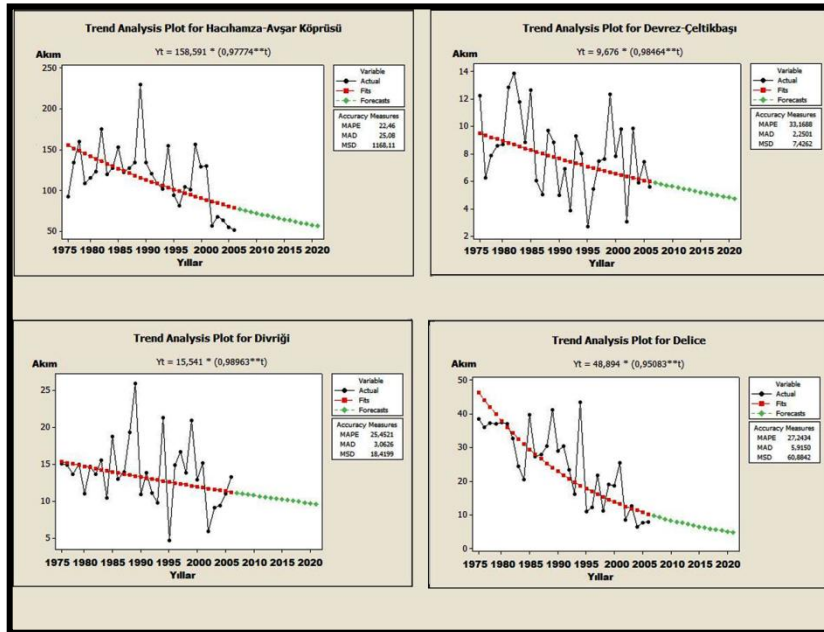
Kayseri'de ise yağışın uzun yıllık değişim eğiliminde en dikkat çekici noktayı 1985 ile 1995 yılları arası dönem oluşturmaktadır. Bu dönemde yağış uzun yıllık ortalama yağış değeri olan 394 mm'nin oldukça üzerinde kalmıştır. Ancak, 1995 yılından sonra yağışta azalma eğilimi başlamış ve genel olarak uzun yıllık ortalama değerlerin altına yağış düşmüştür. Geleceğe yönelik analizlere göre azalma miktarının devam etmesi yönünde bir bulguya ulaşılmış, azalma miktarının gelecek 10 yıllık dönemde 25 mm civarında olması beklenmektedir (Şekil 5).

Havza içerisinde yağışta en şiddetli düşüşlerin ve azalmanın yaşandığı iki istasyon olarak dikkat çeken Kırıkkale ve Kırşehir'de yıllara göre bazı istisna yıllar hariç genel eğilim hemen her yıl azalma şeklinde bir trend ortaya çıkmıştır. Bu durum Kırıkkale'de çok daha net bir şekilde olurken, 1997 yılındaki 610 mm'lik yağış maksimum yağışlı yılı oluşturmuştur. Uzun yıllık ortalama yağış değerinin 375 mm olduğu Kırıkkale'de 610 mm'lik yağış değeri oldukça büyük bir sapmanın olduğunu göstermektedir. 1997 yılından sonra tekrar yağışta hızlı bir azalma eğilimi ortaya çıkmış ve geleceğe yönelik analizlerde de bu azalmanın devam edeceği tahmin edilmektedir. Azalma miktarının ise yaklaşık olarak 45 mm'yi bulabileceği ve en düşük yağışlı yıl olan 2008 yılındaki 262 mm'yi bulmasa da ona yakın (279 mm) olması öngörülmektedir (Şekil 5). Kırşehir'de ise yağışın dağılışı biraz daha düzenli olup artış ve azalışlar birbirini izlese de genel olarak eğilimin azalma şeklinde olduğu görülmüştür. Kırşehir'de yağışın seyirinde 1985 ile 1990 ve 1995 ile 2000 yılları arasında genel anlamda ortalama yağış değerinin üzerinde kalmıştır. Ancak 2000'li yıllardan sonra yağıştaki azalma belirginleşmiş ve 2008 yılında en düşük seviyeye ulaşılmıştır (270 mm). Geleceğe yönelik analizlerde de eğilimin azalma şeklinde devam etmesi olasılığının yüksek olduğu ve azalma miktarının da yaklaşık olarak 25-30 mm'yi bulabileceği öngörülmektedir (Şekil 5).

### Turkish Studies

Sivas'ta ise yağışın uzun yıllık eğilimi incelendiğinde genel olarak kararlı bir gidişin olduğu, artış ve azalışların yıllar itibarıyla birbirini dengelediği görülmüştür. Sivas'ta yağışın geleceğe yönelik analizleri incelendiğinde aynı kararlılığın devam edeceği ve yağışta çok ciddi bir artış veya azalışın olmayacağı öngörüsüne ulaşılmıştır (Şekil 5). Yozgat'ta yağışın uzun yıllık değişiminde özellikle 1980 ile 1990 yılları arasındaki dönemde ortalamanın üzerinde olan yağışlar bu yıldan sonra genel olarak azalma eğilimine girmiş ve azalma 2000'li yıllardan sonra hemen hemen her yıl ortalama yağış miktarının altında kalarak devam etmiştir. Geleceğe yönelik tahminde yağıştaki azalma eğiliminin devam edeceği ve azalma miktarının yaklaşık olarak 33 mm civarında olması öngörülmektedir (Şekil 5).

Kızılırmak Nehri akım değerleri incelendiğinde bütün akım ölçüm istasyonlarındaki değerlerde uzun yıllık dönemde azalma meydana gelmiştir. Kızılırmak'ın ana kaynak noktasına en yakın ve beşeri etkilerden en uzak (henüz akarsu üzerine baraj kurulmamış) akım ölçüm noktası olan Divriği akım ölçümlerine göre, 1975 ile 1980 yılları arasında akım değerlerinde artış gerçekleşmiştir. Bu yıldan sonra 1990 ile 2000'li yıllara kadar kararlı bir gidiş, 2000'li yıllardan sonra ise akım değerlerinde hızlı bir azalma dikkati çekmektedir. Uzun yıllık akım değerlerinde en yüksek akım yılı 21.4 m<sup>3</sup>/sn, en düşük akım değeri ise 5.9 m<sup>3</sup>/sn ile 2001 yılında ölçülmüştür. Uzun yıllık akım ortalaması ise 13.9 m<sup>3</sup>/sn olmuştur. Geleceğe yönelik trend analizlerinde ise azalma eğiliminin hızla devam edeceği ve azalma miktarının 4.3 m<sup>3</sup>/sn olarak gerçekleşeceği, 2020 yılında akım ortalaması 9.6 m<sup>3</sup>/sn olması öngörülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Kızılırmak Nehri akım değerlerinin analizi.

Kızılırmak'ın en önemli kollarından biri durumundaki Delice Nehri'nin üzerindeki akım ölçüm istasyonu verileri incelendiğinde, çok hızlı bir azalmanın olduğu ve azalmanın süreklilik gösterdiği görülmektedir. Bu azalmanın hızlı ve ani düşüşler göstermesinde nehir üzerinde kurulmuş olan barajların etkisi göz ardı edilemez. Ancak barajların su tutulma işleminden sonra bırakılan su miktarının akım ölçümlerini yansıttığı düşünülürse 1995 yılına kadar kararlı bir gidiş gösteren akım değerleri, 2000'li yıllardan sonra azalma eğilimine girmiştir. Akım değerlerinin trend analizine göre azalmanın devam edeceği ve 25 m<sup>3</sup>/sn olan ortalama akım miktarının, son yıllardaki akım ortalaması

## Turkish Studies

olan(1995 yılı sonrası) 13.8 m<sup>3</sup>/sn'den 9.7 m<sup>3</sup>/sn'ye gerileyeceği öngörüsüne ulaşılmıştır (Şekil 6). Devrez Çayı üzerinde kurulmuş olan Çeltikçibaşı akım ölçüm istasyonu verilerine göre akım miktarında 1975'den 1990 yılına kadar akım değerlerinde düzenli bir artış meydana gelmiştir. Bu yıldan sonra akım değerlerinde kademeli bir azalma meydana gelmiştir. Yıllık ortalama akımı 8.1 m<sup>3</sup>/sn olan Devrez Çayı'nda, akım özellikle 2000'li yıllardan sonra ortalama akım değerinin altında kalmıştır. Gelecekte akım değerlerinde daha da azalmanın olacağı ve akım değerleri 2020 yılında analiz sonuçlarına göre 5.9 m<sup>3</sup>/sn'ye gerileceği tahmin edilmiştir (Şekil 6). Kızılırmak'ın ana kolu ve ana akım ölçüm istasyonu konumundaki Hacıhamza-Avşarköprüsü Kızılırmak'ın tüm ana kollarını aldığı aşağı çığırının başlangıcında yer almaktadır. Bu nedenle bu ölçüm istasyonu akım değerlerinin analizi daha ziyade nehrin aşağı çığırı için önem taşımaktadır. Bu kesimde akım değerleri 1975'den 1993 yılına kadar ortalama seviyesini korumuş, bu tarihte barajların devreye girmesiyle birden bire akımda düşüşler yaşanmıştır. 1975'den 1993 yılına kadar 136 m<sup>3</sup>/sn'ye olan akım değerleri, 80.1 m<sup>3</sup>/sn'ye düşmüştür. Akımdaki bu gidiş 2000'li yıllarda tekrar ani bir düşüş ile (yeni barajların eklenmesi) ortalama olarak 60.2 m<sup>3</sup>/sn'ye gerilemiştir. Söz konusu tarihler arasında barajların yapılması ve su tutulmaya başlanması akım azalmalarında ana etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte 2000'li yıllardaki ani düşüşte iklimdeki kuraklaşmanın ve sulamaya ayrılan su miktarının artması da göz ardı edilmemelidir. Aksi halde akımdaki değişimleri sadece barajlarda su tutulmasına, sulamaya ve iklimdeki değişimlerin birine bağlamak doğru bir değerlendirme olmayacaktır. Hacıhamza istasyonu akım değerlerinde gelecekte de akımda azalmanın meydana geleceği ve ortalama akım değerlerinin 52 m<sup>3</sup>/sn'ye kadar gerilemesi tahmin edilmektedir.

Bu çalışma ile Kızılırmak Havzası içerisinde ölçüm yapılan ve uzun yıllık ölçüm dönemi (bir iklim dönemi; 30 yıl) kayıtları olan 4 akım ölçüm istasyonu ile bu istasyonlara yakın ve iklim şartları bakımından benzer olan 6 meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık ve yağış verileri arasındaki değişimler ve korelasyonları incelenmiştir. Yapılan analizlere göre sıcaklık ve yağışta 1990'lı yıllardan sonra bir kırılma noktası olduğu, sıcaklıkta artış dönemine girildiği, yağışta ise azalma eğiliminin başladığı ve devam ettiği yılları oluşturduğu tespit edilmiştir (Türkeş, 1996; Türkeş vd., 2000; Türkeş, vd., 2002; Kadioğlu, 1997; Tatlı vd., 2004; Tatlı vd., 2005; Apak ve Upay, 2007; Türkeş vd., 2007; Demir vd., 2008a ve 2008b ; Özdemir ve Bahadır, 2008; Önel ve Semazzi, 2009; Özdemir ve Bahadır; 2009; Şahin, 2010). Benzer şekilde akım değerlerinde de 1990'lı yıllardan sonra bir kırılma noktası meydana gelmiş ve azalma eğilimi ciddi boyutlara ulaşmıştır. Söz konusu bu ifadeleri çeşitli araştırmaların bulguları da destekler niteliktedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, Kızılırmak Deltası'nda büyümenin durduğu ve hatta giderek alan kaybettiği bulgularına ulaşılmıştır. Bu anlamda deltada asıl gerileme nedenlerinin nehir üzerine kurulan barajların taşınan malzemelerin barajlarda tutulması ile sıkı ilişkileri olduğu ifade edilmektedir (Kökpınar vd., 2000; Uzun, 2005a; Uzun, 2005b; Yılmaz, 2005; Turoğlu, 2005; Zeybek vd., 2010).

Özellikle nehir üzerine inşa edilen barajların sedimentlerin depolandığı alanları oluşturması, kıyıya yeterli miktarda malzemenin ulaşmasının önüne geçmiş, kıyıda etkili olan aşındırma süreçlerine bağlı olarak delta gerilemeye başlamıştır.

Büyük hacimdeki materyalleri denizlere taşıyan nehirlerin üzerlerine barajlar yapmak suretiyle akışlarının kesintiye uğratılması sonucu kıyının yavaş yavaş, fakat sürekli bir erozyona maruz kalması dünyanın birçok yerinde gözlemlenen bir husustur. 1987'de Altınkaya, ardından 1991'de Derbent barajlarının inşaatlarının tamamlanarak su tutmaya başlamaları ile Kızılırmak Deltası'nın sediment bütçesi bozulmuş, binlerce yıldır devam eden büyüme durmuş ve ırmağın ağız kısmından itibaren bir gerileme başlamıştır (Yılmaz, 2005). Söz konusu gerileme miktarının 1988 yılından 2008 yılına kadar 26 km<sup>2</sup> olduğu tespit edilmiştir (Zeybek vd., 2010).

### **Turkish Studies**

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 6/3 Summer 2011

Bu noktada sorulması gereken sorulardan biri deltanın gerilemesinde etkili olan beşeri faktörlerin yanı sıra fiziki faktörler nelerdir? Kuşkusuz bu sorunun birçok nedeni olabilir. Örneğin, akarsuyun vadi tabanının denge durumuna yaklaşması, havzasındaki erozyonel süreçlerin yavaşlaması veya azalması ve belki de iklim koşullarındaki kuraklaşma eğilimleri olarak sayılabilir. Bu noktada tarafımızca yapılan araştırmada Kızılırmak Nehri'nin baraj kurulmadan önceki akım ölçüm noktalarının trend ve eğilim sonuçlarına göre akımda ciddi derece azalmanın olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla deltanın gerilemesinde akımın azalması ve akarsuyun aşındırma gücünün zayıflamasının da ciddi derecede irdelenmesi gerekmektedir.

### Sonuç

Bu çalışma ile ülkemiz sınırları içerisinde doğup ve Bafra Deltası'nı oluşturarak Karadeniz dökülen Kızılırmak'ın akım değerlerinin istatistiksel analizi yapılmıştır.

Kızılırmak Havzası'nda ölçüm yapılan 6 meteoroloji istasyonunun sıcaklık ve yağış değerleri ile nehir üzerinde ölçüm yapılan 4 akım ölçüm istasyonuna ait akım değerleri arasındaki korelasyonları analiz edilmiştir.

Korelasyon analizine göre Kızılırmak Havzası'nda genel anlamda sıcaklık ile akım arasında ters yönlü orta derece anlamlılık düzeyinde ilişki tespit edilmiştir. Yağış ile akım değerleri arasında ise pozitif yönlü orta derecede anlamlılık düzeyinde ilişki sözkonusudur.

Zamansal değişim analizlerine göre havzada analizlere konu olan 6 meteoroloji istasyonunun tamamında sıcaklıkta artış eğilimi tespit edilmiştir. Yağışta ise Sivas hariç diğer 5 istasyonda azalma tespit edilmiştir. Gelecekteki eğilimleri de aynı sonucu vermiştir.

Akım değerlerinin uzun yıllık analizleri incelendiğinde en dikkat çekici noktayı ise henüz nehrin üzerine baraj kurulmadan akım ölçümü yapılmakta olan Divriği istasyonu oluşturmaktadır. Bu istasyondaki beşeri etkilerin en az olduğu düşünülürse ve doğal koşullardaki değişimi en iyi yansıttığı varsayılırsa elde edilen sonuçların daha doğru olacağı düşünülmektedir. Bu istasyonda dâhil bütün akım ölçüm istasyonlarının akım değerlerin de çok ciddi bir azalmanın olduğu, azalmanın ise 1990'lı yıllardan sonra hızlandığı sonucuna varılmıştır.

Akım değerlerinin geleceğe yönelik trend analizlerinde ise azalmanın devam edeceği ve ülkemizin en önemli su kaynaklarından biri olan Kızılırmak'ında küresel iklim salınımlarından etkileneceği, nehrin bütçesindeki denge durumunun daha da bozulacağı anlaşılmaktadır.

### KAYNAKÇA

- AKKAN, E., (1970). Bafra Burnu- Delice Kavşağı Arasında Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi, Ankara Üni. Dil Tarih Coğrafya Fak. Yayınları, Yayın No: 191, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- AKYOL, H., İ., (1947). Türkiye'de Akarsu Sistemleri ve Rejimleri, Türk Coğrafya Dergisi, Yıl-III, Sayı, IX-X.
- AKYOL, H., İ., (1949). Türkiye'de Akarsu Rejimleri, Türk Coğrafya Dergisi, Yıl-VI-VIII, Sayı, XI-XII.
- APAK, G., ve Ubay, B., (2007). Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi. [www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr).
- ATALAY, İ., (1986). Uygulamalı Hidrografya, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 6/3 Summer 2011

- BAHADIR, M., ve Saraçlı, S., (2010). Isparta’da Arıma Modeline Göre Sentetik İklim Verilerinin Analizi, E-Journal Of New World Sciences Academy, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 4a0027.
- BAYAZIT M.,(1982). Hidroloji, İTÜ, İstanbul.
- BLACK, E., (2006). The Impact of North Atlantic Oscillation on Middle East Rainfall, International Conference on Climate Change and the Middle East Past, Present and Future, 20-23 November, İstanbul., Proceedings 39-45.
- Çevre ve Orman Bakanlığı (cevreorman.gov.tr) Erişim tarihi:01.01.2011
- ÇİÇEK, İ., Ataoğlu, M., (2009). Türkiye’nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım, Coğrafi Bilimler Dergisi, Sayı, 7 s. 51-64.
- ÇÖMLEKÇİ, N., (1989). Temel İstatistik İlke ve Teknikleri, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir.
- DEMİR, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., Sümer, U.M., (2008a). “Türkiye’de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler”. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, TMMOB adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13-14 Mart 2008, 69-84., Ankara.
- DEMİR, İ.; Kılıç, G.; Coşkun, M. (2008b). “PRECIS bölgesel iklim modeli ile Türkiye için iklim öngörülleri: HadAMP3SRES A2 senaryosu”. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, TÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 25-28 Mart 2008 365-373.,İstanbul.
- Devlet Su İşleri Verileri, (2007). Yıllığı.
- EBİSUZAKI, W., (1997). A method to estimate the statistical significance of a correlation when the data are serially correlated. J. Clim., 10, 2147-2153.
- ERİNÇ, S., (1957). Türkiye’de Akarsu Rejimlerine Toplu Bir Bakış, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:17, s. 93-118.
- FREI, C. and C. Schär, (2001). Detection probability of trends in are events: theory and application to heavy precipitation in the alpine region. J. Clim., 14, 1568-1584.
- IPCC, (2007). Fourth Assessment Report Intergovernmental Panel on Climate Change.
- KADILAR, C., (2005). *SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş*, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- KADIOĞLU, M., (1997). Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey, International Journal of Climatology, S. 17 s. 511-520.
- KÖKPINAR, M. A., Güler, I., Darama, Y., (2000). Bafra Ovası Kızılırmak – Karadeniz Birleşimindeki Kıyı Erozyonunun İncelenmesi. *III. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, 5-7 Ekim 2000, s. 507-524, Çanakkale.
- ORHUNBİLGE, N., (1996). Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi, İ. Ü. İşletme Fakültesi, No: 267, İstanbul.
- ÖNOL, B., ve Semazzi, F. H. M., (2009). Regionalization of Climate Change Simulations over the Eastern Mediterranean. Journal of Climate 22: 1944-1961.



- ÖNAL, S., (2009). Yapay Sınır Ağları Metodu İle Kızılırmak Nehri'nin Akım Tahmini, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- ÖZBEK T., (1989). Hidroloji, Gazi Üniversitesi, 1-60s, Ankara
- ÖZDEMİR, M. A., Bahadır, M., (2008). "Acıgöl'ün (Denizli) SPSS ile Hidro-klimatik Analizi", Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 20-23 Ekim 2008, Çanakkale.
- ÖZDEMİR, M. A., ve Bahadır, M., (2009). Çölleşme Sürecinde Acıgöl (1975-2007), İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, Sayı 18, Sayfa 1-20
- ÖZDEMİR, M. A., ve Bahadır, M., (2010). Denizli'de Box – Jenkins Tekniği ile Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri, *The Journal of International Social Research*, Vol:3, Issue 12, 2010.
- ŞAHİN, K., (2010). Türkiye'de Etkili Olan Hava Durumu Modelleri İle Samsun'da Bazı Meteorolojik Değişkenler Arasındaki İlişkiler: 2008 Yılı Örneği, *The Journal of International Social Research*, Volume 3 / 10 Winter, 537-557.
- TATLI, H., Dalfes, H. N., ve Menteş, Ş. S., (2004). A statistical Downscaling method for Monthly total precipitation over Turkey. *International Journal of Climatology*, 24: 161-180.
- TATLI, H., Dalfes, H. N., ve Menteş, Ş. S., (2005). Surface Air temperature variability over Turkey and its Convention to large-scale Upper Air Circulation via Multivariate Techniques. *International Journal of Climatology*, 25: 331-350.
- TUROĞLU, H., (2005). Kızılırmak Deltası ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojik Özellikleri ve İnsan Yaşamındaki Etkileri, 01-04 Eylül 2005, "İkiztepe Kazılarının 30. Yılı Kutlaması Sempozyumu", Bafra, Samsun.
- TÜRKEŞ M (1996). "Spatial and Temporal analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey". *International Journal of Climatology* 16:1057–1076.
- TÜRKEŞ, M., (1998). Influence of Geopotential Heights, Cyclone Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variations in Turkey, *Int. J. Climatology.*, 18, 649-680.
- TÜRKEŞ, M., Sümer, M. U., Çetiner, G., (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, s. 7-24.
- TÜRKEŞ, M., (2002). İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu.
- 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.
- Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi, (2009). <http://www.dmi.gov.tr/kurumsal/haberler.aspx>: Son Erişim: 06.02.2011.
- UZUN, A., (2005a). Samsun İli Kıyılarında Antropojenik Değişmeler. İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 02-05 Haziran2005, *TUQUA Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V*, s. 183-190, İstanbul.
- UZUN, A., (2005b). İklim Değişmelerine Bağlı Deniz Seviyesi Yükselmesinin Türkiye İçin Önemi. *Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 Bildiri Kitabı*, s. 385-392, İstanbul.

- 
- YILMAZ, C., (2005). “Kızılırmak Deltasında meydana gelen erozyonun coğrafi Analizi”, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, Sempozyum kitabı, sayfa:227-234, 02-03 Haziran 2005, İTÜ/aybe – TÜBİTAK, İstanbul.
- ZEYBEK, H. İ., Uzun, A., Yılmaz, C., ve Özen, S., (2010). Kızılırmak Delta Bütçesine Yapılan Müdahalelerin Delta Sahası ve Morfolojisi Üzerine Etkileri, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu-2010 Bildiriler Kitabı, 11-13 Ekim 2010, Afyonkarahisar