

## Tokat Kazova'daki Uzun Yıllık Yağış ve Sıcaklık Gidişlerinin Kuraklık Açısından İrdelenmesi

İrfan Oğuz<sup>1</sup> Tekin Öztekin<sup>2</sup> Özlem Akar<sup>1</sup>

1- Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat

2- Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 60240, Tokat

**Özet:** Bu çalışmada, Tokat Kazova'da uzun yıllar iklim verilerinden yararlanılarak, ovanın iklim değişikliği eğiliminin kuraklık açısından belirlenmesi amaç edinilmiş, bu eğilimlerin tarımsal üretime olası etkilerinin neler olabileceği tartışılmıştır. Araştırmada, Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunun 1966-2006 yılları arası rasat verilerinden aylık, mevsimlik ve yıllık yağışlar ve sıcaklıklar materyal olarak kullanılmıştır. Bu verilere ait serilerin zamana göre değişimleri öncelikle görsel olarak incelenmiş, seyirlerinde belirlenen artış veya azalışın önemli olup olmadığı,  $\alpha = 0.05$  önem seviyesinde Mann-Kendall sıra korelasyon eğilim testi uygulanarak belirlenmiştir. Ovada, yıllık yağış ortalamasına ait yağış gidişlerinin değişmediği, ancak kış yağışlarındaki azalma eğiliminin önemli olduğu bulunmuştur. Ayrıca, uzun yıllık sıcaklık ortalama değerlerinde az da olsa gittikçe bir azalma olurken, yıllık minimum sıcaklıklardaki azalış ve maksimum sıcaklıklardaki artış eğilimleri önemli bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, yağış gidişi, sıcaklık gidişi, eğilim doğrusu

## Examination of Long Period Precipitation and Temperature Trendlines at Tokat Kazova from Drought Point of View

**Abstract:** In this study, examination the tendency of climate variability at Tokat Kazova with drought point of view was aimed. The possible effects of this tendency on agricultural production were discussed. The monthly, seasonal and yearly precipitations and temperatures measured at the weather station of Tokat Soil and Water Resources Research Institute during 1966 through 2006 were used. For these series, first visual trends were examined, then the Mann-Kendall test at  $\alpha = 0.05$  significance level was performed to determine whether the determined increases or decreases in the series are important or not. At the plain, it was determined that the trend line for the annual average precipitation data with respect to the years have not changed. However, the decreasing trend in the precipitations during winter was found important. In addition, while it is small, the overall average temperature for the years is being decreasing, the increasing and decreasing trends in maximum and minimum annual temperatures, respectively, were found important.

**Keywords:** Climate variability, precipitation trend line, temperature trend line, tendency line

### 1. Giriş

Bir yöredeki tarımsal üretimi etkileyen belki de en önemli iki iklim elemanı yağış ve sıcaklıktır. Kuraklık ise genellikle mevcut veya arz edilen suyun talebi karşılamadığı zaman olur. Tanım olarak ise yağışların kaydedilen normal seviyelerinin altına düşmesi sonucu su kıtlığı sebebiyle yaşamsal faaliyetleri olumsuz yönde etkileyen doğal bir afet olarak tanımlanır. Kuraklık, sıcaklık artışı ile doğru, yağış artışı ile ters orantılıdır. İkibinyedi yılında ülkemizi etkileyen kuraklık, gündem oluşturmuş, nedenleri tartışma konusu olmuştur. Öte yandan, özellikle Tokat yöresinde yaşayan yaşlı insanlara sorulduğunda, yörede yaşadıkları ve gördükleri kar, don, sel olaylarını anlatıp yöredeki iklim değişikliğini gündeme getirmektedirler.

Türkeş (1999)'da Türkiye'nin yağış ve kuraklık indisi dizilerinin alansal ve zamansal

değişimleri 1930-1993 dönemi için analiz edilmiş, ısrarlı kurak koşulların Türkiye'nin önemli bölümünde belirgin olduğu, Türkiye'nin kuraklık indisi değerlerinde ise 1960'lardaki nemli koşullardan kurak yarı-nemli iklim koşullarına doğru genel bir eğilimin olduğu bulunmuştur. Bostan ve Akyürek (2007), Türkiye'de yer alan 220 büyük meteoroloji istasyonunda 34 yıllık zaman periyodu içerisinde ölçülmüş aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerlerini kullanmış ve zamanla meydana gelebilecek trendin varlığını belirlemeye çalışmışlardır. Yazarlar, yıllık ortalama yağış değerlerine uyguladıkları  $t$  ve Mann-Kendall testlerine göre 20 istasyonda artan trend, yaz hariç diğer mevsimsel yağışlarda artış, mevsimsel ortalama sıcaklık değerlerinde ise genellikle artış bulmuşlardır. Yazarlar, havza özellikleri dikkate alınarak bölgesel bazda trend analizlerinin yapılması

gerektiğini ve çalışmalarının zaman periyodunun 1960-2006 yılları arasına çıkarılmasını önermişlerdir.

Yapılan ön araştırmaya göre, Tokat Kazova yöresinde uzun yıllık yağış ve sıcaklık verilerinin gidiş eğilimi veya trendi ve bunların olası tarımsal üretime etkilerinin neler olabileceği konusunda bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile 1966-2006 dönemi için Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsünde ölçülen sıcaklık ve yağış değerlerini kullanarak, Tokat Kazova'da sıcaklık ve yağışta zamanla meydana gelen eğilimlerin yıllık, mevsimlik ve aylık bazda belirlenmesi amaç edinilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Tokat ili Orta Karadeniz bölgesinin iç kısımlarında yer almakta olup Yeşilirmak havzası içerisinde yer almaktadır. Kazova ise Tokat ili ile Turhal ilçesi arasında Yeşilirmak nehri boyunca uzanan bir çöküntü ovasıdır. Ova hem Karadeniz iklim özellikleri hem de İç Anadolu'daki step iklimi arasında geçiş özelliği taşır. Bu çalışmada Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunda ölçülmüş, uzun yıllık (1966-2006) iklim verilerinden yıllık toplam yağış, yıllık maksimum ve minimum toplam aylık yağış, yıllık toplam mevsimsel yağışlar, ortalama sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık ve ortalama minimum sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonu Kazova'da, Tokat – Turhal karayolunun 10. kilometresinde, 40°18' enlem ve 36°34' boylamda 585 m rakımda kurulmuş olup A sınıfı bir meteoroloji istasyonudur.

Veri serilerine ait ortalama, standart hata, ortanca değer, minimum ve maksimum gibi temel istatistik ölçütlerinin yanı sıra, ölçülen bazı iklimsel verilerin hangi yıllarda aşırılık gösterdiğini belirlemede, verilerin ortalamadan olan özdeş veya tipik değişkenliğini ölçen ortalama  $\pm$  standart hata istatistikleri kullanılmıştır.

Veri serilerinin yıllara göre değişimleri ve aşırılık gösterdiği periyotlar görsel olarak incelenmiş olup, verilere ait serilerin seyirleri (gidişleri), yıllık, mevsimlik ve aylık olarak regresyon denklemleriyle belirlenmiştir. Veri serilerinin seyirlerinde görülen artış veya azalışın önemli olup olmadığı, % 5 güven aralığına göre  $H_0$  hipotezinin (zaman serisinde

bir eğilimin bulunmaması görüşü) Mann-Kendall sıra korelasyon gidiş testi (Yücel ve ark., 1999; Gilbert, 1987) sonucu kabul veya reddi ile karar verilmiştir. Mann-Kendall testi zaman seri verilerindeki eğilimleri tanımlamak için parametrik olmayan bir test olup, test veri değerlerinin kendilerinden ziyade, verilerin nispi büyüklüklerini kıyaslar (Gilbert, 1987). Bu testin bir avantajı ise verilerin ait olduğu dağılımdan etkilenmemesi ve Kendall korelasyon katsayısının hesaplanması esasına dayanır (Akyürek ve ark., 2004). Bu testte hesaplanan Mann-Kendall istatistiği (S), basit doğrusal regresyon denklemindeki eğim değeri gibi eğilimin yönünü ve şiddetini gösterir. Bulunan eğilimin önemliliğini istatistiksel olarak belirlemek için S'nin varyansı, normalleştirilmiş Z istatistik değeri ve bu istatistiğe karşılık gelen normal dağılım olasılık dağılım fonksiyon değeri bulunur. Hesaplanan bu değer 0.05'den az olmak koşuluyla, eğer bulunan Z değeri negatif ise azalan, pozitif ise artan bir eğilimin olduğu ve bunların % 5 güven aralığında önemli olduğu kaydedilir. Bu çalışmada geliştirdiğimiz Mann-Kendall eğilim testini yapan, küçük, Fortran bilgisayar programlama dilinde yazılmış, otomatik olarak girdi verisini txt uzantılı bir giriş dosyasından okuyan ve sonucu otomatik olarak hesaplayıp bir çıktı dosyasına yazan bir bilgisayar programı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

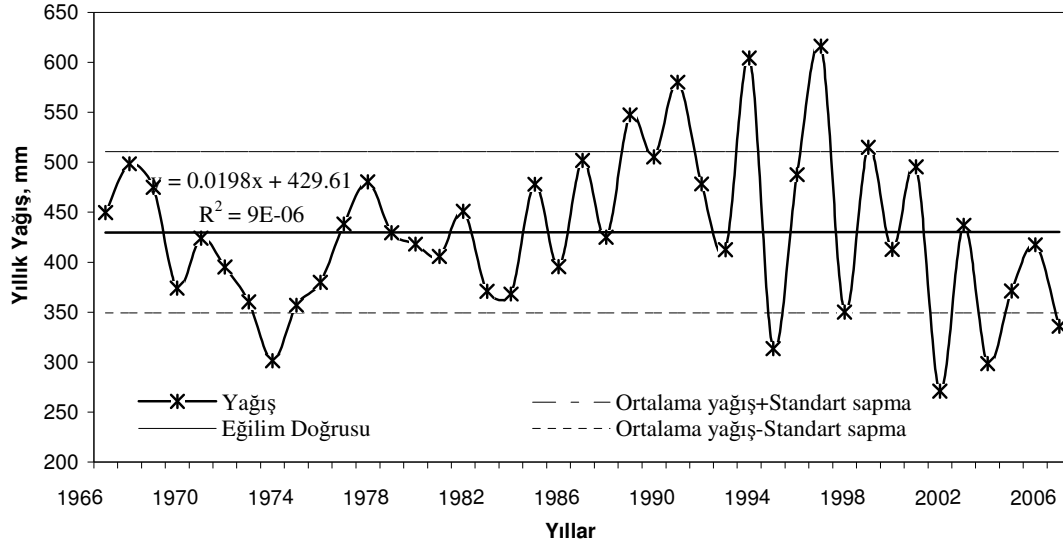
Toprak ve Su Kaynakları Tokat Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunun uzun yıllar (1966-2006) yağış verileri incelendiğinde (Şekil 1), en yüksek yağış 616.3 mm ile 1996 yılında, en düşük yağış ise 271.1 mm ile 2001 yılında gözlemlenmiştir. Toprak ve Su Kaynakları Tokat Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunda uzun yıllar yağış ortalaması 430.0 mm, standart hatası ise 80.7 mm olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Ortalamadan olan tipik değişkenlik sınır alt değeri (ortalama - standard hata) 349.3 mm ve sınır üst değeri (ortalama + standard hata) ise 510.7 mm olarak hesaplanmıştır. Kırkbir yıllık verilerin zaman serisine bakıldığında, bazı dönemlerde yağışta artış eğilimi gözlenmişken, bazı dönemlerde ise azalma eğilimi olmuştur. Enstitü yıllık yağışları toplamının genel eğilimi ise uzun yıllar değerleri üzerinden incelendiğinde değişmediği ve ortalama yağış ile eğilim doğrusunun

örtüştüğü görülmektedir (Şekil 1). Regresyon denkleminin eğim değerinin (0.0198) sıfıra yakın olması ve sabit katsayı değerinin de ortalamaya yakın olması, uzun yıllık yağışlara ait eğilim doğrusunun değişmediğini de bize bildirmektedir. Değişkenlik üst sınırı dışında kalan fazla yağış, 1988, 1990, 1993, 1996 ve 1998 yıllarında görülmüştür. Değişkenlik alt

sınırı altında kalan düşük yağışlar ise 1973, 1994, 2001, 2003 ve 2006 yıllarında meydana gelmiştir. Son altı yıllık yağışların, hemen hemen uzun dönem yağış ortalamasının altında oluşu ve bu yağışların üç tanesinin de değişkenlik sınır alt değerinin altında oluşu, kuraklık konusunu özellikle son yıllarda gündeme getirmiş olabilir.

Tablo1. Çalışmada kullanılan bazı iklimsel verilerin veri adedi (N), ortalama (Ort.), ortanca değer (Ort. Değ.), standard hata (St. Hata), minimum (Min.) ve maksimum (Mak.) değerleri

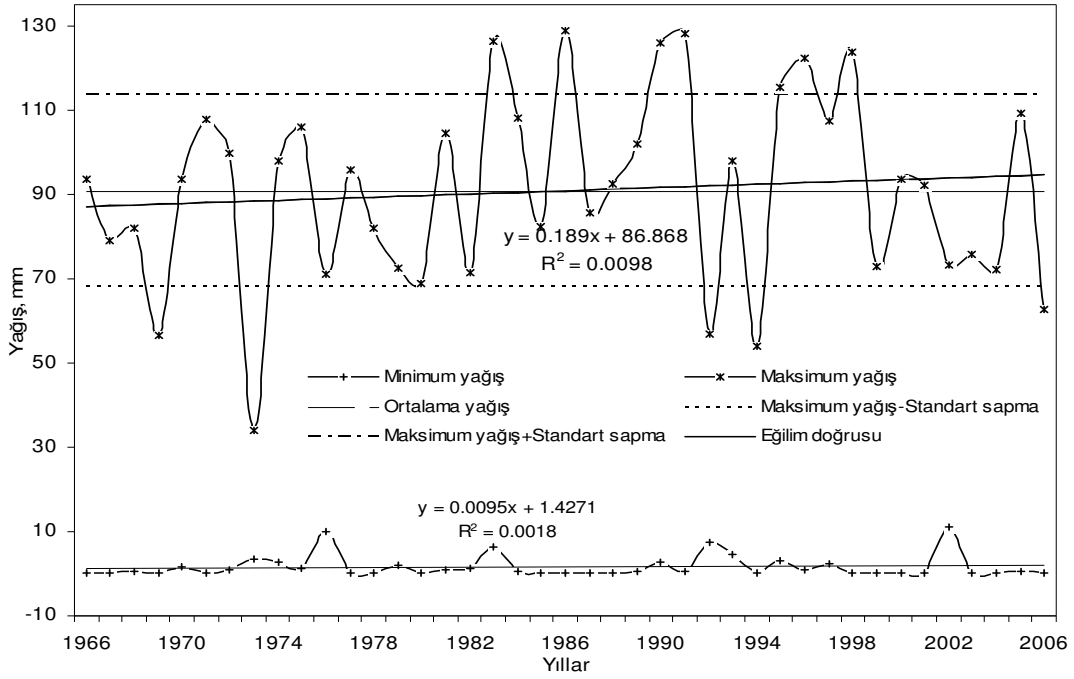
Değişkenler	N	Ort.	Ort. Değ.	St.Hata	Min.	Mak.
Yıllık Toplam Yağış	41	430.0	424.0	80.7	271.1	616.3
Aylık Toplam Minimum Yağış	41	1.6	0.4	2.7	0.0	11.2
Aylık Toplam Maksimum Yağış	41	90.8	93.4	22.8	33.9	128.9
İlkbahar mevsimi yağışları	41	158.5	148.8	53.7	37.5	318.9
Yaz mevsimi yağışları	41	55.9	49.9	32.8	7.8	137.2
Sonbahar mevsimi yağışları	41	97.4	85.4	51.5	19.2	224.3
Kış mevsimi yağışları	41	116.3	110.4	44.1	44.5	195.4
Yıllık ortalama sıcaklık	41	11.9	11.9	0.8	10.3	14.5
Yıllık maksimum sıcaklık	41	36.1	37.2	3.7	28.0	42.1
Yıllık minimum sıcaklık	41	-13.9	-13.5	8.2	-31.6	2.4



Şekil 1. Uzun yıllar yıllık yağış değerleri

Uzun yıllar aylık minimum yağış serilerine ait istatistiksel değerlendirmeler Tablo 1' de ve yıllara göre değişimi Şekil 2' de (tabana yakın eğri) verilmiştir. Uzun yıllara ait minimum aylık yağışlar, 0 – 11.2 mm arasında değişmiştir. Aylık minimum yağışların ortalaması 1.6 mm olup standart sapması 2.7 mm olmuştur. Aylık minimum yağış serisine ait eğilim doğrusu incelendiğinde eğrinin

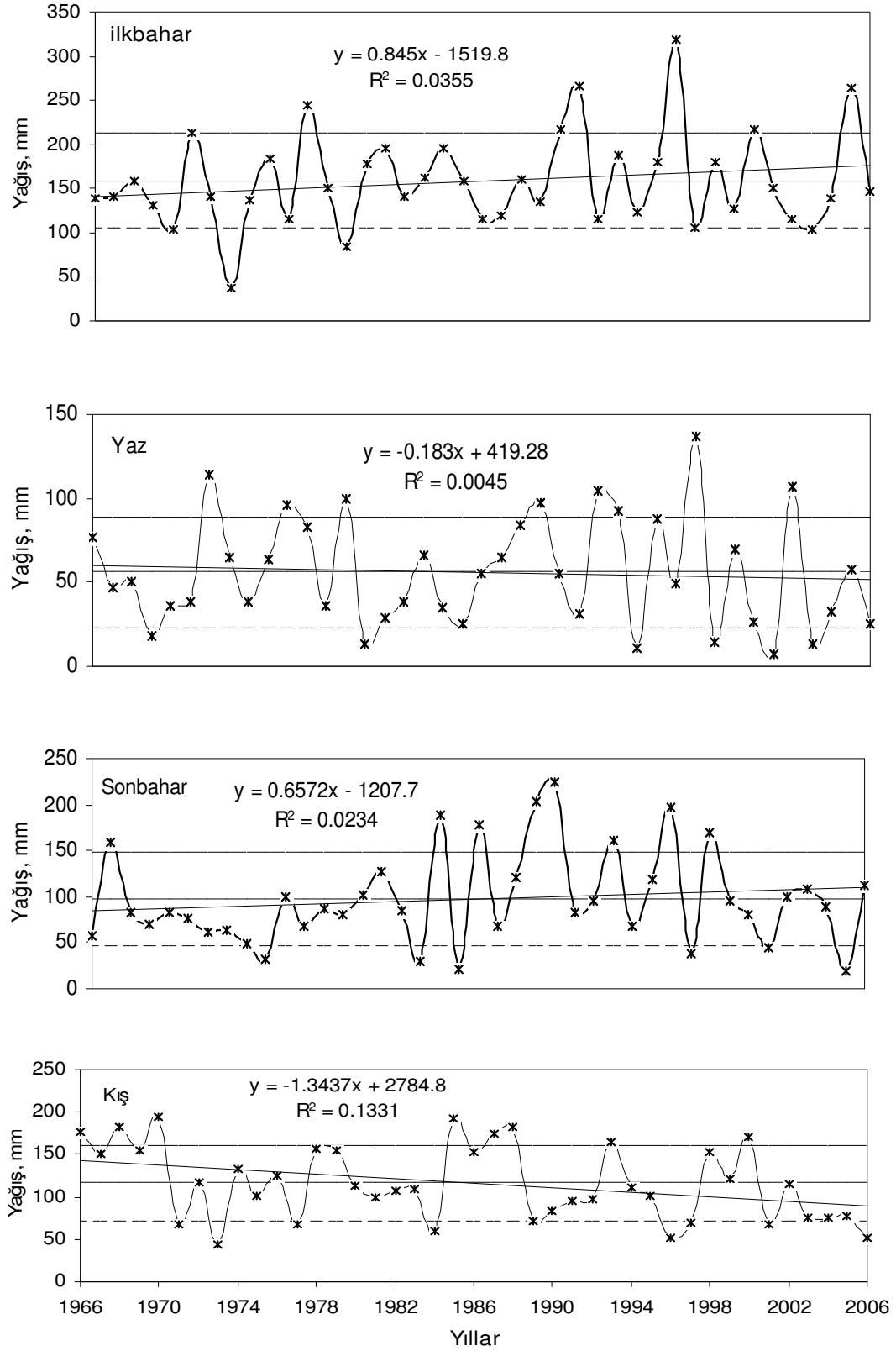
değişmediği ve minimum yağış ortalaması ile eğilim doğrusunun da yıllık toplam yağış eğilim doğrusunda (Şekil 1) olduğu gibi örtüştüğü görülmektedir (Şekil 2). Ek olarak, regresyon denkleminin eğim değerinin (0.0095) sıfıra yakın olması ve sabit katsayı değerinin de ortalamaya yakın olması, uzun yıllık minimum aylık yağışlara ait eğilim doğrusunun da değişmediğini göstermektedir.



Şekil 2. Uzun yıllar aylık maksimum ve minimum yağışlar

Uzun yıllar aylık maksimum yağış serilerine ait istatistiksel değerlendirmeler Tablo 1 ve yıllara göre değişimi de Şekil 2' de (tavana yakın eğri) verilmiştir. Uzun yıllara ait maksimum aylık yağışlar, 33.9 – 128.9 mm arasında değişmiştir. Aylık maksimum yağışların ortalaması 90.8 mm olup standart sapması 22.8 mm olmuştur. Aylık maksimum yağış serisine ait eğilim doğrusu incelendiğinde, seyirde gittikçe artma eğilimi görülmektedir. Bununla birlikte, bu artış eğilimi % 5 güven aralığına ve Mann-Kendall testine göre önemli bulunmamıştır. Uzun yıllar ortalaması, artan trend eğrisi ile 1986 yılında çakışmıştır. Regresyon denkleminin eğim değerinin (0.189) pozitif ve sıfırdan büyük bir sayı olması da, uzun yıllık aylık maksimum yağışların miktarlarında gittikçe artan bir eğilim gösterdiğinin işaretidir. Değişkenlik üst eşik sınırı ( $90.8 + 22.8 = 122.6$  mm) üstünde kalan maksimum aylık yağışlar, 1983, 1986, 1990, 1991, 1995, 1996 ve 1998 yıllarında, değişkenlik alt sınırı ( $90.8 - 22.8 = 68$  mm) altında kalan maksimum yağışlar ise 1968, 1973, 1992, 1994 ve 2006 yıllarında görülmüştür.

Araştırma yeri uzun yıllar yıllık toplam yağışlarının mevsimlere göre dağılımı Şekil 3' te ve istatistiksel değerlendirmesi Tablo 1' de verilmiştir. Şekil 3'e göre, yöre yağışları ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde artma eğilimi gösterirken, yaz ve kış mevsimlerinde azalan bir eğilim içerisindedir. Mann-Kendall eğilim testine göre ise sadece kış mevsiminde görülen yağışlardaki azalma eğilimi önemli bulunmuştur. Mevsimsel değerlere ilişkin regresyon denklemlerinin eğim değerleri bize, en fazla değişkenliğin kış mevsiminde olduğunu göstermektedir. Bunu sonbahar ve ilkbahar mevsimlerindeki değişkenlik takip etmekte olup, en az değişkenlik ise yaz mevsiminde görülmektedir. Değişkenlik alt ve üst eşik değerleri dışında kalan yıl sayıları dikkate alındığında, en az yıl sayısının (8) ilkbahar mevsiminde en çok yıl sayısının (16) ise kış mevsiminde görüldüğü ortaya çıkmıştır. Yağışların mevsimlere göre dağılımı Tablo 1' e göre incelendiğinde ise, en fazla ortalama yağışın sırasıyla ilkbahar, kış, sonbahar ve yaz mevsimlerinde düştüğü görülmektedir.



Şekil 3. Mevsimlik toplam yağışlar ve zaman serileri

Tokat yöresinde kış yağışları toprakta rutubet biriktirme, yeraltı suyunu besleme ve göletlerde su depolama yönüyle hayati bir öneme sahiptir. Araştırma yöresinde yıllar itibariyle kış yağışlarında görülen azalma eğilimi, yeraltı su kaynaklarının beslenmesinde önemli yer tutan kar yağışının da azaldığı şeklinde yorumlanabilir. Yağışa bağlı tarım alanlarında kar yağışları ile etkili rutubet birikimi sağlanmakta ve biriken rutubet kurak dönemlerde bitkisel üretimde kullanılmaktadır. Özellikle yüzey akış kayıplarının az olduğu kış mevsiminde kar suları kontrollü bir şekilde yeraltı su kaynaklarımızı besleyebilmektedir. Tokat yöresinde en fazla erosiv yağış, nisan ve mayıs ayları olmak üzere ilkbahar mevsiminde meydana gelmektedir (Oğuz, 1997). İlkbahar aylarında yağış miktarlarında görülen artış eğilimi ve buna bağlı olarak erosiv yağışların potansiyelinin de artabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle ilkbahar mevsiminde meydana gelen toprak ve yüzey akış kayıpları gittikçe artabilir.

Araştırmada yıllık yağışların aylık dağılımları ve bunlara ait zaman serileri de incelenmiştir. Aylık toplam yağışların 41 yıllık ortalaması alındığında, 59.7 mm ile nisan ayı en yüksek değeri alırken bunu sırasıyla mayıs (58.7), aralık (44.5), kasım (43.4), mart (40.1), ocak (38.8), haziran (37.6), ekim (36.2), şubat (34.0), eylül (17.9), temmuz (10.9) ve ağustos (7.4) ayları takip etmiştir. Ayrıca mart, nisan, mayıs, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarına ilişkin eğilimin gittikçe artış yönünde, diğer aylara ilişkin eğilimin ise azalış yönünde olduğu belirlenmiştir. En aşırı değişimlerin ise sırasıyla aralık, ocak, ekim ve mayıs aylarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Mann-Kendall eğilim testine göre ise sadece aralık ayında görülen eğilimin önemli olduğu bulunmuştur.

Toprak ve Su Kaynakları Tokat Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunun uzun yıllar (1966-2006) sıcaklık verileri incelendiğinde (Şekil 4), en yüksek yıllık sıcaklık ortalaması 14.5 °C ile 1966 yılında, en düşük yıllık sıcaklık ortalaması ise 10.3 °C ile 1992 yılında hesaplanmıştır. Toprak ve Su Kaynakları Tokat Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunda uzun yıllar yıllık sıcaklık ortalaması 11.9 °C, standart hatası ise 0.8 °C olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Ortalamadan olan tipik değişkenlik sınır alt değeri (ortalama - standart hata) 11.1 °C ve sınır üst değeri (ortalama + standart hata)

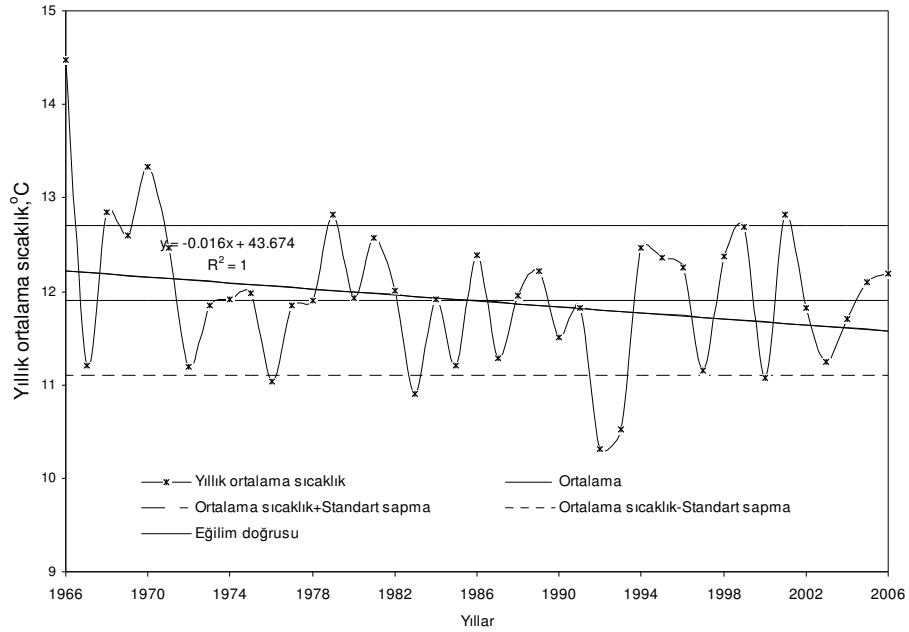
ise 12.7 °C olarak hesaplanmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık verilerinin zaman serisine bakıldığında ise bazı dönemlerde sıcaklıkta artış eğilimi ve bazı yıllar ise azalma eğilimi olmaktadır. Tokat yöresi yıllık sıcaklık ortalaması, uzun yıllara ait değerleri üzerinden incelendiğinde, azalma eğilimi içerisinde olduğu belirlenmiş, fakat bu eğilimin Mann-Kendall testine göre önemli olmadığı bulunmuştur. Regresyon denkleminin eğim değerinin (-0.016) negatif yönde sıfıra yakın olması, uzun yıllık sıcaklık ortalamasının azda olsa gittikçe azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu da bize Tokat yöresinin gittikçe daha da soğuyabileceğini düşündürmektedir. Değişkenlik üst ve alt sınırları dışında kalan yaklaşık 4 yıl (1966, 1970, 1992, 1993) uç yıllık ortalama sıcaklık değerleri göstermiştir.

Uzun yıllar yıllık minimum sıcaklık serilerine ait istatistiksel değerlendirmeler Tablo 1' de ve yıllara göre değişimi Şekil 5' de (tabana yakın eğri) verilmiştir. Uzun yıllara ait yıllık minimum sıcaklıklar, - 31.6 – 2.4 °C arasında değişmiştir. Yıllık minimum sıcaklık ortalaması - 13.9 °C olup standart sapması 8.2 °C olmuştur. Yıllık minimum sıcaklık serisine ait eğilim doğrusu incelendiğinde ise, minimum sıcaklıklarda bir azalma eğilimi olduğu görülmekte olup, Mann-Kendall eğilim testine göre de bu eğilimin önemli olduğu belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalaması azalan eğilim eğrisi ile 1986 yılında çakışmıştır. Minimum sıcaklıklar 1976 yılına kadar üst eşik değerin üzerinde seyrederken, 1985 yılından itibaren alt eşik değeri altında daha sık olarak görülmeye başlamıştır. Özellikle meyvecilik ve bağcılığın yaygın olduğu yörede minimum sıcaklıklardaki bu düşüş eğiliminin devam etmesi durumunda aşırı kış soğuklarından ötürü yaygın ağaç ve bağ ölümleri görülebilir.

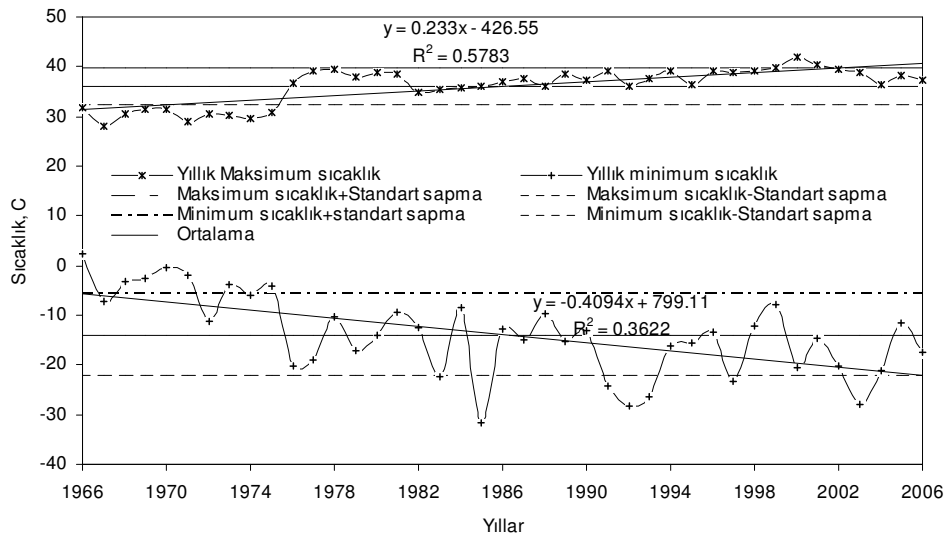
Uzun yıllar yıllık maksimum sıcaklık serilerine ait istatistiksel değerlendirmeler Tablo 1 ve yıllara göre değişimi de Şekil 5' te (tavana yakın eğri) verilmiştir. Uzun yıllara ait maksimum sıcaklıklar, 28.0 – 42.1 °C arasında değişmiştir. Yıllık maksimum sıcaklık ortalaması 36.1 °C olup standart sapması 3.7 °C olmuştur. Yıllık maksimum sıcaklık serisine ait eğilim doğrusu incelendiğinde, seyirde gittikçe artma eğilimi görülmektedir. Yine Mann-Kendall eğilim testine göre bu eğilimde, minimum sıcaklık eğiliminde olduğu gibi

önemli olduğu belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalaması artan eğilim eğrisi ile 1985 yılında çakışmıştır. Regresyon denkleminin eğim değerinin (0.233) pozitif ve sıfırdan büyük bir sayı olması da, uzun yıllık maksimum sıcaklık değerlerinde gittikçe artan bir eğilim gösterdiğinin işaretidir. Maksimum yıllık sıcaklıklar 1976 yılına kadar değişkenlik alt eşik değerinin ( $36.1 - 3.7 = 32.4$  °C) altında seyrederken, 1985 kesişme yılından itibaren

ortalamanın üstünde seyretmiştir. Maksimum sıcaklıkların gittikçe artıyor olması evapotranspirasyonu yükselterek suya olan ihtiyacı artıracaktır. Bu sonuçlara göre Tokat yöresinde maksimum ve minimum sıcaklıklar arası açılma eğiliminde olup (yazlar daha sıcak, kışlar daha soğuk), yörenin ikliminin gittikçe karasal bir iklime dönüşme eğiliminde olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Yıllık ortalama sıcaklık ve zaman serileri



Şekil 5. Uzun yıllar maksimum ve minimum sıcaklık değerleri

Araştırmada uzun yıllar ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıkların mevsimlere göre dağılımları da incelenmiştir. Yıllık sıcaklık ortalamasının mevsimsel değişimi yaz mevsiminde çok az oranda artış (0.003) olurken, diğer mevsimlerde hemen hemen eşit oranlarda (0.02) azalış yönünde olmuştur. Mann-Kendall testine göre ise bu eğilimlerden sadece sonbahar mevsiminde görülen ortalama sıcaklık azalış eğiliminin önemli olduğu bulunmuştur. Bu durumda yöre sıcaklığının yaz mevsimlerinde artma eğiliminde iken diğer mevsimlerde gittikçe azalma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, mevsimlik minimum sıcaklık dağılımlarının eğiliminin, her mevsim için azalma yönünde olduğu ve bunların Mann-Kendall eğilim testine göre % 5 güven aralığında önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen regresyon denklemlerindeki eğim değerleri dikkate alındığında, en fazla düşüşün kış mevsiminde (-0.312) en azının da yaz mevsiminde (-0.164) olduğu belirlenmiştir. İlkbahar (-0.246) ve sonbahar (-0.240) minimum sıcaklıklarının da gittikçe düşüyor oluşu sebze ve meyvecilik açısından ilk ve son don riskini artırmakta ve yetiştirme periyodunu kısaltmaktadır. Yine, mevsimlik maksimum sıcaklık dağılımlarının eğiliminin, her mevsim için artma yönünde olduğu ve bunların da Mann-Kendall testine göre önemli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen regresyon denklemlerindeki eğim değerleri dikkate alındığında, her mevsimde hemen hemen eşit oranda bir artışın olduğu saptanmıştır.

Uzun yıllar aylık ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerlerine ait zaman serileri de incelenmiştir. Ortalama aylık sıcaklık değerleri dikkate alındığında sadece ağustos ayında (0.02) bir artış, diğer aylarda ise bir azalma eğilimi belirlenmiştir. Aylık minimum sıcaklıklar, tüm aylarda düşmüştür. En yüksek düşüş eğilimi şubat ve aralık aylarında(-0.33), en düşük düşüş eğilimi ise ağustos ayında (-0.13) belirlenmiştir. Aylık maksimum sıcaklıklar ise, tüm aylarda artmış olup en

yüksek artış eğilimi ekim ayında (0.30), en düşük artış eğilimi ise eylül ayında (0.20) hesaplanmıştır. Ek olarak, tüm ayların hem maksimum hem de minimum sıcaklık değerlerine ait gidiş eğilimlerinin Mann-Kendall testi ve % 5 güven aralığına göre önemli olduğu bulunmuştur.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Toprak ve Su Kaynakları Tokat Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonunun 41 yıllık (1966-2006) yağış ve sıcaklık verilerinin yıllık, mevsimlik ve aylık bazda zamansal değişimi incelenmiştir. Tokat-Kazova koşullarını temsil ettiği düşünülen enstitü toplam yıllık yağışları eğiliminin zamansal olarak değişmediği, ancak mevsimsel bazda yöre yağışları ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde artma eğiliminde, yaz ve kış mevsimlerinde azalan bir eğilim içerisinde olduğu ve kış yağışlarında gözlenen bu azalış eğiliminin Mann-Kendall eğilim testi ve % 5 güven aralığında önemli olduğu belirlenmiştir.

Uzun yıllar sıcaklık verileri incelendiğinde ise uzun yıllık sıcaklık ortalamasının az da olsa gittikçe azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Yıllık minimum sıcaklıklarda bir azalma eğilimi, maksimum sıcaklıklarda ise artma eğilimi olduğu ve bu eğilimlerin de Mann-Kendall testi ve % 5 güven aralığında önemli olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, tarımsal potansiyeli oldukça yüksek Tokat-Kazova yöresinin küresel iklim değişimlerinin etkisi altında olduğu söylenebilir. Yıllık toplam yağış eğilimi değişmemekle birlikte mevsimsel dağılımındaki değişim, su hasadı ve nem korunumuna yönelik kültürel tedbirler (kontur tarım, şeritsel ekim, malçlama, azaltılmış toprak işleme vb.) yanı sıra, mühendislik uygulamaları (kademeli stabilizasyon yapıları, otlandırılmış su yolları, mikro havza oluşturma vb.) ile olası su ihtiyacı artışının giderilmeye çalışılması gerekmektedir.

Yıllık sıcaklık değişim aralığının açılıyor olması tarımı yapılan mevcut bitki çeşitlerinin sorgulanması ihtiyacını gündeme getirmektedir.



### **Kaynaklar**

- Akyürek, M., B. Önöz, M. Bayazıt ve K. Cıgızoğlu. 2004. Türkiye yıllık ortalama akımların trend analizi. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi ve Hidrolojide Yeni Yöntemler Semineri Kitabı, İstanbul, s:93-104.
- Bostan, P.A. ve Z. Akyürek. 2007. Türkiye'nin yıllık ve mevsimsel ortalama yağış ve sıcaklık değerlerinin trend analizi. V. Ulusal Hidroloji Kongresi Bildirileri Kitabı, Ankara, s:83-92.
- Gilbert, R.O. 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 320 p.
- Oğuz, İ. 1997. Tokat yöresinde kolvuyal toprak grubunda üniversal denklemin K, R, C ve P faktörleri. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Daire Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 102, S:69-79, Ankara.
- Türkeş, M. 1999. Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. Tr. J. Engineering and Environmental Science 23(5):363-380.
- Yücel, A., F. Topaloğlu ve K. Tülüçü. 1999. Adana ilinin standart sürelerdeki yağış şiddetlerinin istatistiksel olarak kullanılabilirliklerinin incelenmesi. Tr. J. Agriculture and Forestry 23(Ek 1):179-185.