

## Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi

### *Precipitation trend analyses in Kahramanmaraş*

**Murat Karabulut\*, Fatma Cosun**

*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş*

**Öz:** Türkiye, dünyada kısa veya uzun süreli iklim değişikliklerinin yaşanabileceği hassas ülkelerden birisini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, 1975–2005 yılları arasında Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Kahramanmaraş'ta bulunan meteoroloji istasyonları için yıllık, mevsimlik ve aylık yağış trendleri incelenmiştir. Parametrik olmayan testler (Mann-Kendall), lineer regresyon, yağış değişkenliği, değişim katsayısı gibi istatistiksel metotlar kullanılarak yağış eğilimleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, çalışma alanında yıllık yağışlarda çok küçük azalışa rağmen istatistiksel anlamlılıkta pozitif veya negatif bir trendin oluşmadığını göstermektedir. Kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde çalışma periyodu boyunca yağışlarda çok önemsiz bir azalış gerçekleşirken, sonbahar mevsiminde ise istatistiksel anlamda önemsiz bir artış trendi gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişkenliği, yağış, Mann-Kendall, trend, Kahramanmaraş

**Abstract:** Turkey is one of the sensitive areas to climate variation in the World. In this study, trends in precipitation at annual, seasonal and monthly time scales for the periods of 1975-2005 were examined for the Kahramanmaraş which is mostly located in the Mediterranean region of Turkey. Non-parametric tests (such as Mann-Kendall), linear regression, coefficient of variation techniques were used to determine rainfall trends. The results showed that there is no negative or positive statistically significant trend in the study area, despite of slight precipitation decrease annually for the period of 1975-2005. Slight precipitation decreases (which are not statistically significant) for winter, spring and summer were determined. In contrast, slight precipitation increase was found for the season autumn.

**Keywords:** Climate variation, precipitation, Mann-Kendall, trend, Kahramanmaraş

### 1. Giriş

Dinamik bir yapıya sahip olan iklim zamansal ve mekânsal ölçekte sürekli değişkenlik gösterir. Yerkürenin büyük bir bölümü kısa veya uzun dönemler içerisinde iklimin doğası gereği değişimlere maruz kalır. Kısa süreli iklim değişkenliği: herhangi bir iklim elemanına ait yıllık ölçümün uzun yıllar ortalamasından farkını ifade eder. Diğer taraftan uzun süreli iklim değişkenliği ise: herhangi bir iklim elemanının uzun yıllık ortalamasında meydana gelen belirgin değişimi ortaya koyar (Gardner vd., 1996). Diğer taraftan küresel sıcaklığın artması ve yağış deseninin değişmesi şeklinde ifade edilen küresel iklim değişikliği fikri son yıllarda elde edilen bulgular nedeniyle bilim adamları tarafından kabul edilmeye başlanmıştır.

Yerküre ikliminin ana elemanları olan sıcaklık ve yağışla ilgili bilgiler, global iklim varyasyonlarının karakterlerinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Her iki olay hem mekânsal hem de zamansal ölçekte büyük değişkenlikler gösterir. Bu iki parametrede meydana gelen salınımlar, iklimin genel yapısının anlaşılması için önemli ipuçları ortaya koyar. Bu nedenle son zamanlarda iklim

---

\* İletişim yazarı: M.Karabulut, e-posta: mkarabulutksu@gmail.com

değişikliği ile ilgili çalışmalar bu iki parametrenin trend analizlerine odaklanmış durumdadır (Türkeş, 1996; Tanyaç vd., 1997; Kadioğlu, 1997; Lazaro vd., 2001; Türkeş vd., 2002; Tosic ve Ukasevic, 2005; Türkeş vd., 2008).

Türkiye kısa veya uzun süreli iklim değişkenliklerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisini oluşturmaktadır (Türkeş vd., 2002). Özellikle güney bölgelerimiz (Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi) coğrafi konumları nedeni ile iklim değişkenliklerine karşı hassas bir alanda yer almaktadır. İklim varyasyonlarının bir sonucu olarak, sözü edilen bölgelerimizde bitki örtüsü ve var olan diğer doğal kaynaklar zarar görmektedir. Özellikle bu bölgeler kuraklık ve sel gibi çevre problemlerinin meydana gelebileceği alanlardır. İklimde meydana gelen salınımlar bu bölgelerde vejetasyon süresinin farklılaşması, arazi degradasyonu ve kuraklığa bağlı tarımsal üretimin azalması gibi diğer ciddi problemlere yol açabilmektedir. Ayrıca, ekstrem ve beklenmedik iklim değişkenlikleri bu bölgelerde su kaynakları üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır.

İklim elemanları içerisinde zaman ve mekân bakımından en fazla değişkenlik gösteren parametre yağış miktarı olup, bu yönde izlenen artış ve azalışlar iklim değişimine yönelik en önemli kanıt özelliği taşımaktadır. Türkiye’de yağış değişimleri konusunda yapılan çalışmalar (Türkeş, 1996) incelendiğinde, yıllık yağışların azalma eğilimi içinde olduğu ve kurak dönemlerin sayısının 1970 sonrası arttığı ve şiddetlendiği görülmektedir. Türkeş’e göre (2007), yağışlar Kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde her on yılda yaklaşık % 0,5 ile % 1 arasında artış gösterirken, Akdeniz havzasını da içine alan subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık olarak % 3 azalma göstermiştir. Acar ve Şenocak (2007), Türkiye genelinde kısa süreli yağışların önemli pozitif trend gösterdiğini ve Akdeniz ikliminden etkilenen Türkiye’nin güneybatısında yer alan istasyonlarda benzer durumun ortaya çıktığını tespit etmişlerdir. Erbekci (2006), Türkiye’de yağış olasılığının zamansal ve alansal değişimini incelediği çalışmasında, Akdeniz yağış rejimi bölgesi dışında diğer bütün yağış rejimi bölgelerinde artış eğilimi gösteren istasyonların sayıca fazla olduğunu belirtmiştir. Zamansal olarak ise kış mevsimi dışında mevsimsel ölçekte artış eğiliminin gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Nüfus artışıyla birlikte daha fazla suya ve enerjiye duyulan gereksinim, sosyo- ekonomik bakımdan yağış değişmelerine daha duyarlı duruma gelmemize ve bu konuda yapılan çalışmaların da ağırlık kazanmasına neden olmuştur. Bilindiği gibi Akdeniz iklim tipinin en belirgin özelliği yaz ile kış mevsimleri arasında iklim koşulları bakımından görülen önemli farklılıklar ile başta yağış miktarı olmak üzere iklim elemanlarında izlenen yıllar arası yüksek değişkenliktir. Buna yönelik olarak çalışmamızda, Türkiye’de meydana gelen iklimsel varyasyonların yerel ölçekte etkisini belirlemek amacıyla 1975–2005 yılları arasında Kahramanmaraş’ta yer alan meteoroloji istasyonlarının yıllık, mevsimlik ve aylık yağış eğilimleri incelenmiştir. Çalışma sahasında bulunan yerleşmeler su ihtiyaçlarını büyük oranda yağışlardan elde etmektedir. Kahramanmaraş’ta sanayi, tarım ve konutlarda kullanılan suyun büyük bir kısmı baraj veya yeraltı suyundan elde edilmektedir. Tarımsal üretim açısından verimli ovalara sahip olan Kahramanmaraş, nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak su kaynakları üzerine baskı hissetmektedir. Son yıllarda meydana gelen beklenmedik iklimatik ekstremler nedeniyle bu baskı daha da çok hissedilmeye başlanmıştır. Örneğin son beş yıl içerisinde yaşanan kuraklık koşulları su kaynaklarının limitlerinin zorlanmasına neden olmuştur. Bu tip dalgalanmalar çalışma alanının iklim değişikliklerine karşı çok hassas olduğunu göstermektedir. Özellikle kış aylarında değişkenliğin artması daha da olumsuz koşulların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

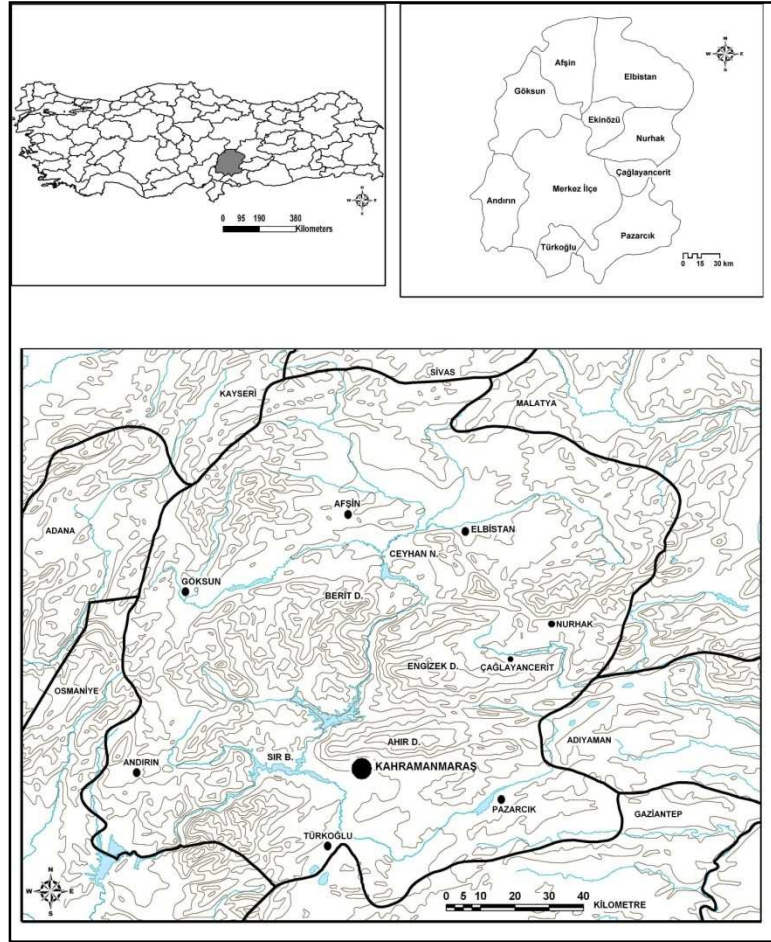
Yukarıda kısaca değinilen nedenlerden dolayı yağış ve sıcaklık trendlerinin incelenmesi çok daha önemli hale gelmektedir. Bu amaçla 1975- 2005 periyodunda yağışın mevsimlik, yıllık ve aylık trendleri incelenmiştir. Ana amacımız, çalışma alanında yağışlarda önemli azalış veya artış eğilimlerinin var olup olmadığını belirlemektir.

## 2. Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri

Çalışma alanının büyük bir bölümü Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümünde yer alırken, Afşin ve Elbistan ilçeleri Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü içerisinde kalır. Bu özelliği ile Kahramanmaraş, Akdeniz Bölgesi ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nin birbirine en çok yaklaştığı kavşak noktasında bulunmaktadır.

Kahramanmaraş, kuzeyden Sivas, kuzeydoğudan Malatya, doğudan Adıyaman, güneyden Gaziantep, batıdan Adana ve Osmaniye, kuzeybatıdan Kayseri ile çevrilidir (Şekil 1). Kahramanmaraş ili, 37°11' ve 38°36' kuzey enlemleri ile 36°15' ve 37°42' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüzölçümü ise 14.346 km<sup>2</sup>'dir.

Çalışma alanının büyük bir bölümü dağlıktır. Kuzeyde Orta Torosların devamı olan Binboğa Dağları (2830 m) yer alır. Güneydoğu Toros dağ sistemlerine ait dağlardan en güneydeki Kahramanmaraş Ovası'nın kuzeyinde yer alan Ahır Dağı'dır (2301 m). Bunun kuzeyinde Engizek Dağı (2814 m), Berit Dağı (2917 m), ve 3000 m'yi geçen Nurhak Dağı bulunur. Güneyde ise Amanos dağ sistemlerine bağlı Karlık (2061 m) ve Başkonuş dağları (1775 m) bulunur (Gürbüz, 2001:1). İl sınırları içerisinde yer alan ovalar ise Kahramanmaraş, Elbistan, Gökşun, Sağlık ve Narlı ovalarıdır.



Şekil 1. Kahramanmaraş ilinin lokasyon haritası

Çalışma alanının büyük bir bölümünde Akdeniz iklimi görülmektedir. Kuzeye doğru gidildikçe ve yükselti arttıkça iklim değişmeye başlar. Yıllık ortalama sıcaklıklar güneyden kuzeye doğru yüksekliğin artmasına bağlı olarak azalmakta ve karasallık ön plana çıkmaktadır. Çalışma alanı içerisinde yağış miktarının dağılışı da farklılık göstermektedir. Bu farklılıkta yükselti, baki, hava

kütelleri, orografik özellikler ve konum etkilidir. Kahramanmaraş'ta yıllık ortalama yağışlar 709,8 mm iken, Göksun'da 601 mm, batıdaki Andırın'da 1522,2 mm, Elbistan'da 386,7 mm, Pazarcık'ta 544 mm dir. Çalışma alanında en fazla yağış kış mevsiminde, en az yağış ise yaz mevsiminde düşmektedir. Thornthwaite iklim sınıflamasına göre ise Kahramanmaraş ( $C_2 B_3 s_2 b'_3$ ) yarı nemli, üçüncü dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın, Afşin ( $C_1 B'_1 s_2 b'$ ) kurak ve az nemli, birinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer. Elbistan ( $C_1 B_1 s b'_2$ ) kurak ve az nemli, birinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde orta derecede su fazlası olan ve denizel şartlara yakın, Göksun ( $B_1 B'_1 s_2 b'_2$ ) birinci dereceden nemli, birinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın, Andırın ( $A B'_2 s b'_4$ ) çok nemli, ikinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde orta derecede su noksanı olan ve denizel şartlara yakın, Pazarcık ( $C_1 B_2 s_2 b'_2$ ) kurak ve az nemli, ikinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girmektedir (Korkmaz, 2001:24).

### 3. Materyal ve Metot

Kahramanmaraş ilinde yağışların 1975–2005 döneminde değişimini incelemek amacıyla Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden yağış verileri alınmıştır. Çalışma alanında 7 ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Ancak Nurhak istasyonuna ait günlük yağış verileri 1990–2004 dönemini kapsamakta olup, bir kayıp yıl bulunmaktadır. Yine Andırın istasyonunda 1985–1995, Pazarcık istasyonunda da 1985–1992 yıllarına ait yağış verileri elimizde mevcut olup yine bu istasyonlarda da kayıp bir yıl bulunmaktadır. Diğer istasyonların yağış verileri ise 1975–2005 dönemini kapsamaktadır ve kayıp yıl bulunmamaktadır (Çizelge 1). Bu nedenle gözlem süresi 30 yılın altında olan alanlarda yağış değişkenliğini ortaya koymak güç olduğu ve çok anlamlı olmadığı için Pazarcık, Nurhak ve Andırın istasyonlarına ait veriler eğilim analizlerinde ve detaylı incelemelerde kullanılmamıştır.

**Çizelge 1.** İstasyonlara ait yağış istatistikleri (Py: Yıllık yağış miktarı, Pg: İstasyonların yağışlı gün sayıları, Pm: Mevsimlerin yağışlı gün sayıları, Pm/Pg (%): Mevsimlik yağışlı gün sayılarının toplam yağışlı günler sayısı içerisindeki yüzdesi)

İstasyon Adı	P		Pm						Pm/Pg(%)			
	Çalışma Başlangıç	Periyodu Bitiş	Py	Pg	K	İ	Y	S	K	İ	Y	S
K.Maraş	1975	2005	731,3	94,8	38,06	34,29	4,09	18,38	39,94	36,22	4,25	19,57
Afşin	1975	2005	437,1	93,9	32,9	33,77	8,67	18,58	34,71	36,46	9,18	19,67
Elbistan	1975	2005	393,8	88,9	30	33,45	8,19	17,29	33,61	37,68	9,24	19,46
Göksun	1975	2005	622,8	105	37,06	37,7	10,25	19,74	35,14	36,03	9,88	18,93
Andırın	1985	1995	1418	67,8	22,45	25,36	6,73	13,27	32,78	37,57	9,44	20,21
Nurhak	1990	2003	608,7	71,6	27,42	25,92	4,58	13,67	38,34	36,42	6,49	18,75
Pazarcık	1985	1992	520,6	67,1	28,86	20,71	2,14	15,43	41,87	32,84	3,12	22,16

İlk olarak günlük yağış değerleri aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama değerlere dönüştürülmüştür. Çok yıllık ortalamadan sapmayı ifade eden yağış anomalilerini hesaplamak amacıyla 30 yıllık ortalama yağış değerleri hesaplanmıştır. Yağışlarda meydana gelen eğilimleri belirlemek amacıyla ise çeşitli parametrik ve parametrik olmayan istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

#### 3.1. Homojenlik Testi

Veri serilerinin homojenlik derecesinin belirlenmesinde Thom testi kullanılmıştır. Thom testi, serinin ortalamasına göre değişim ölçen parametrik olmayan bir testtir. Bu testin amacı, olayların ortaya çıkış sırasında bir olağanüstülüğün olup olmadığını test etmektir. Serideki her bir değer belirlenen ortancaya göre küçük ya da büyük oluşlarına göre dizilere ayrılmaktadır. N elemanlı bir seride ortalamadan büyük ve küçük olan ve birbirini takip eden her değer veya değerler bir dizi meydana getirmektedir. Önemli olan ise dizilerin (R) sayısıdır (Tecer vd., 2004). Eğer bir seri

homojen özellikte ise, dizi sayılarının (R) dağılımı, ortalamaya (E) ve varyansa (Var) sahip normal bir dağılım gösterir:

$$E(R) = N+2 / 2, \quad \text{Var}(R) = N(N-2) / 4(N-1) \quad (1)$$

Bu dizelere z testi uygulanarak ölçümlerin tesadüfi olup olmadığına bakılır. Z testi şöyle tanımlanır:

$$z = R - E(R) / \sqrt{\text{Var}(R)} \quad (2)$$

0.01 anlamlılık seviyesinde homojenlik testi  $|z| \leq 2.58$  olduğunda sağlanmış olur.

**Çizelge 2.** İstasyonların yağış ve sıcaklık verilerinin Thom testi sonuçları

İstasyonlar	z değeri
Kahramanmaraş	-0,91
Afşin	1,11
Elbistan	0,74
Göksun	-0,18

Homojenlik testi sonuçlarına göre çalışma alanında yer alan istasyonların hiçbirinin yağış verilerinde olağanüstülüğe rastlanmamıştır (Çizelge 2). Bütün istasyonların z değerleri, kritik değer olan 2.58 değerinin altında kalmakta olup homojen özellik göstermektedir.

### 3.2. Linear Trend Analizi

Regresyon analizi, aralarında sebep- sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi tespit etmeye yarar. Ayrıca konu ile ilgili kestirimler yapabilmek amacıyla oluşturulan matematiksel bir model ile karakterize edilen bir tekniktir (Şahinler, 2000). Linear Regresyon testi de verilerin normal dağıldığını varsayan parametrik bir testtir. X ve Y değişkenleri arasındaki ilişkiyi ve doğrusal bir trendin var olup olmadığını test eder.

Çalışmamızda homojenlik testinin ardından öncelikle yıllık yağışlı gün sayılarını hesap etmek amacıyla her aya düşen yağışlı gün sayıları toplanmıştır. Bunun yanı sıra her mevsime düşen yağışlı gün sayıları da hesap edilerek mevsimsel değişimin boyutu incelenmeye çalışılmıştır. Oluşturulan regresyon modeline bağlı olarak çizgisel trendler analiz edilmiştir. Her bir mevsime düşen yağışlı gün sayısındaki artış ve azalışların belirlenmesinin yanı sıra yağışların hangi mevsimlere doğru kayma gösterdiği ve kurak olarak nitelendirilebilecek yılların varlığını ortaya koymak mümkün olmuştur.

### 3.3. Değişim Katsayısı

Her bir istasyonun uzun yıllar ortalaması, aylık ve mevsimlik sıcaklık frekans dağılımlarının heterojenlik ve homojenlik özelliğini ortaya koymak amacıyla değişim katsayısı (CV) hesap edilmiştir. Değişim katsayısı, iki rasgele değişkenin yayılımlarının doğrudan karşılaştırılmasına olanak sağlar. Değişim katsayısı, karşılaştırılan serilere ait standart sapmaların, kendi gruplarının ortalama değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır (Ayday ve Yersel, 1992). Çalışmada serilerin değişim katsayısı bulunmuş ve daha gerçekçi bir karşılaştırma olanağı elde edilmiştir. Değişim katsayısı formülü şu şekildedir:

$$CV = SD / \mu * 100 \quad (3)$$

(CV= Değişim Katsayısı, SD= Standart Sapma,  $\mu$ =Aritmetik Ortalama)

### 3.4. Yağış Şiddet Gruplarının Oluşturulması

Çalışma alanına düşen yağışların şiddet gruplarını belirlemek ve yağışların hangi şiddet değerleri arasında yoğunluk kazandığını ortaya koymak amacıyla Gong vd. (2004) çalışmasına benzer olarak istasyonların yağış verileri 4 şiddet grubunda sınıflandırılmıştır.

Bu sınıflar;  $P < 10$  mm (az şiddetli yağışlar)  
 $10 \geq P < 25$  mm (orta şiddetli yağışlar)  
 $25 \geq P < 50$  mm (şiddetli yağışlar)  
 $P \geq 50$  mm (çok şiddetli yağışlar)'dir.

Bu şiddet değerleri arasındaki yağışlı gün sayısının hesap edilmesi ve regresyon modelinin oluşturulmasına bağlı olarak her bir istasyonun şiddet değerlerinde uzun dönemler boyunca görülen artış veya azalışlar belirlenmiştir.

### 3.5. Maksimum Yağışların Hesap Edilmesi

Aşırı şiddetli yağışlı günlerdeki uzun dönem değişikliklerini incelemek amacıyla her bir istasyonun maksimum yağış değerleri tespit edilmiş ve daha sonra bu yağış maksimumları 1989 öncesi ve sonrası iki döneme ayrılarak *t testi* yöntemiyle farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olup olmadığı araştırılmıştır.

### 3.6. Yağış Değişkenliğinin Hesap Edilmesi

Çalışma alanında yağış değişkenliğini ortaya koymak amacıyla Conrad-Biel (Erol, 1993) yağış değişkenliği formülünden yararlanılmıştır.

$$Y_d = 100 [f/n * y] \quad (4)$$

( $Y_d$  = Yağış değişkenliği  $n$  = istasyonların gözlem süresi,  $y$  = ortalama yağış miktarı,  $f$  = her yıla ait yağış değerinin ortalama yağış miktarından mutlak farkını içermektedir.)

### 3.7. Mann- Kendall Testi

Mann- Kendall testi parametrik olmayan bir test olup, Kendall'ın Tau olarak bilinen testinin özel bir uygulamasıdır. Bu yöntem verilerin büyüklüğünden çok sıraları üzerine esastır (Kalaycı ve Kahya, 1998). Bu testte zamana göre sıralanmış ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) serileri,  $H_0$  hipotezine göre zamandan bağımsız ve benzer dağılmış rasgele değişkenlerdir.  $H_1$  alternatif hipotezine göre ise ( $k \neq j$ ) ve  $n \geq k$ ,  $j$  ( $n$ , data kayıt uzunluğu) olmak üzere seride  $X_k$  ve  $X_j$  ardışık data değerlerinin dağılımı benzer değildir. Yani seride linear bir trend vardır (Kalaycı ve Kahya, 1998). Bu teknik, eksik verilerin varlığına müsaade ettiği ve verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğu aramadığı için özellikle kullanışlıdır (Önöz ve Bayazıt, 2003; Lazaro vd., 2001; Kahya ve Kalaycı, 2004). Bu testin en önemli tarafı uygulaması kolay, sıralar üzerine esas olması ve serisel korelasyon etkisini yok etmiş olmasıdır (Partal, 2003).

Buna yönelik olarak aylık, mevsimlik ve yıllık yağış serilerinin olası gidiş bileşenini saptamak ve istatistiksel anlamda önemli bir artma ya da azalma eğiliminin olup olmadığını belirlemek amacı ile çalışma alanına ait yağış verilerine Mann- Kendall trend testi uygulanmıştır.

## 4. Bulgular ve Tartışma

### 4.1. Yağış Değişkenliği

İstasyonların her birinin yağış değişkenliğinin tam olarak ortaya konması amacıyla Conrad-Biel (Erol, 1993) yağış değişkenliği formülü kullanılmıştır. Bu formülün kullanılmasıyla ortaya çıkan yağış değişkenliği değerleri ve her bir istasyona ait ortalama, standart sapma ve değişim katsayıları Çizelge 3'te gösterilmektedir. Burada yağış değişkenliği ile değişim katsayısı arasında bir paralelliğin olduğu görülmektedir. Tipik Akdeniz ikliminin görüldüğü Kahramanmaraş her iki hesaplamada da en yüksek varyasyona sahip istasyon olarak ortaya çıkarken, karasal iklimin hâkim olduğu Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Elbistan ve Afşin'de de benzer değişikliklerin var olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.** İstasyonların yağış değişkenliği

İstasyon adı	Yağış Değişkenliği	Ortalama	Standart Sapma	Değişim Katsayısı (cv)
Kahramanmaraş	17,88	729,6	170,43	23,36
Afşin	17,15	431,6	86,12	19,96
Elbistan	15,45	392,7	76,32	19,44
Göksun	16,46	622,8	129,19	20,74

Çizelge 4'te istasyonların mevsimlik ve aylık yağış değişim katsayıları gösterilmektedir. Değişim katsayısı, her bir istasyonun yağış dağılımının heterojenlik veya homojenlik özelliğini belirlemek ve istasyonların göreceli durumunu ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi yağış değişkenliğinin en az olduğu istasyon olan Elbistan, diğer merkezlere göre daha homojen aylık ve mevsimlik yağış dağılımına sahiptir. Bu istasyonu Göksun ve Afşin takip etmektedir. Yağış miktarındaki en yüksek dalgalanmaların görüldüğü Kahramanmaraş'ta ise değişim katsayısı yüksek olup, bu istasyonda ölçülen yağışların heterojenlik özelliği diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında en yüksek düzeydedir.

**Çizelge 4.** İstasyonların Aylık ve Mevsimlik Yağış Değişim Katsayıları

Aylar ve Mevsimler	Değişim katsayısı (CV)			
	Kahramanmaraş	Afşin	Elbistan	Göksun
Ocak	58,91	60,36	67,56	66,39
Şubat	45,59	46,76	45,78	44,43
Mart	67,54	62,45	61,32	63,11
Nisan	58,56	44,59	49,61	51,08
Mayıs	80,67	63,49	59,93	52,28
Haziran	136,15	85,72	71,64	82,17
Temmuz	212,82	197,37	192,83	177,76
Ağustos	239,62	133,88	166,51	127,71
Eylül	135,74	87,42	98,04	98,19
Ekim	77,88	62,32	66,12	65,3
Kasım	65,18	79,2	79,25	68,99
Aralık	47,64	58,19	42,91	53,43
Yıllık	23,36	19,96	19,44	20,74
Kış	31,6	33,34	31,3	33,06
İlkbahar	43,58	34,3	31,27	37,25
Yaz	110,9	78,11	67,93	61,4
Sonbahar	50,29	49,11	49,67	45,15

Kış yağışlarının en büyük pay tuttuğu istasyon olan Kahramanmaraş'ta, bu dönemde düşen yağışlardaki dalgalanmalara bağlı olarak değişim katsayısı değerleri şubat ve aralık aylarında en düşük düzeyde olmuştur. Buna karşılık yazları kurak geçen bu istasyonda temmuz ve ağustos aylarında bu katsayı değerlerinin en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Yani yağış miktarının fazla olduğu aylarda istasyonların homojenlik özelliği artmakta, yağış miktarının az olduğu aylarda ise heterojenlik özelliği artmaktadır. Aynı durumu diğer istasyonlarda da görmek mümkündür. İklimin karasallaşmaya başlamasıyla ilkbahar yağışlarının önem kazandığı Afşin, Elbistan ve Göksun'da ise aralık ve şubat aylarının yanı sıra nisan ayında da değişim katsayısı değerlerinin en düşük düzeyde olduğu dikkati çekmektedir. Bu istasyonların değişim katsayı değerlerinin en yüksek olduğu ay ise temmuzdur (Çizelge 4). Kahramanmaraş'ta haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları boyunca 4 ay yüksek heterojenlik görülürken karasal iklim koşullarının etkisinde kalan diğer merkezlerde yalnızca temmuz ve ağustos aylarında heterojenlik yüksek düzeydedir.

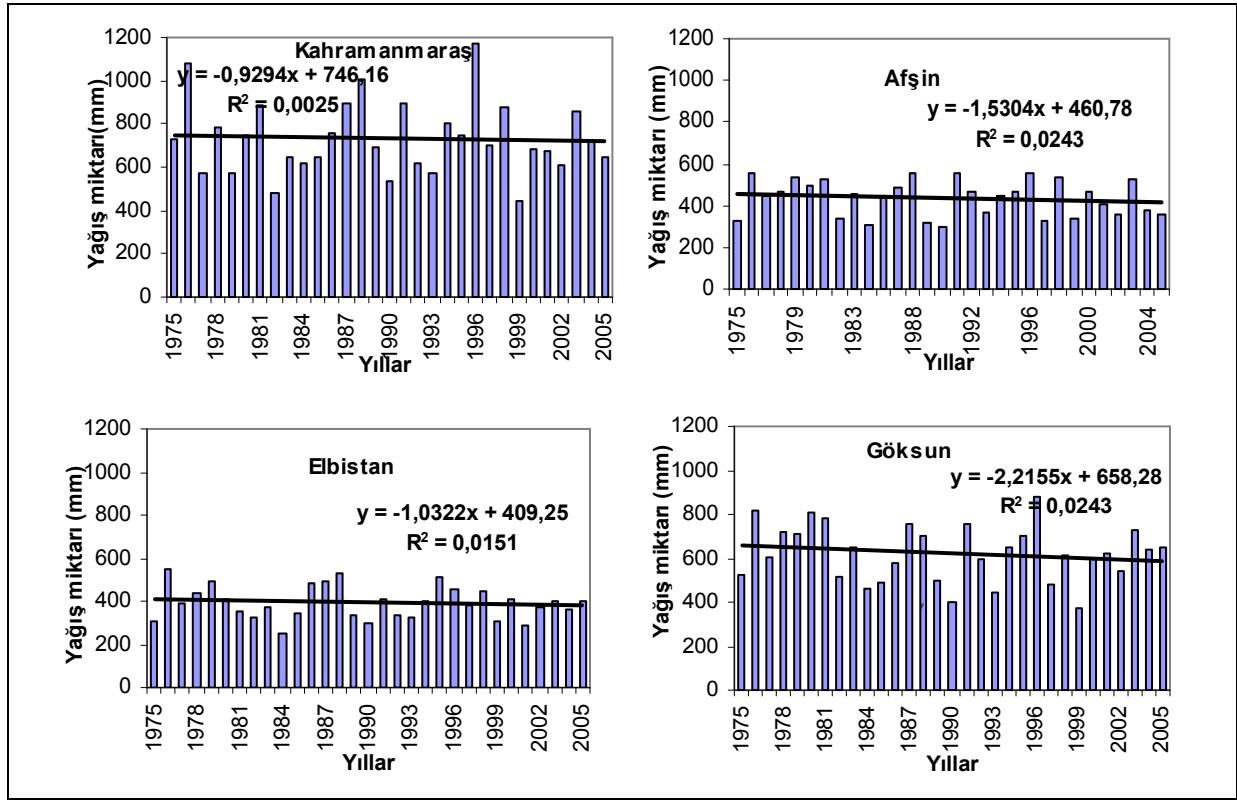
İstasyonların değişim katsayısı değerlerini mevsimsel olarak incelediğimizde de yine yukarıdaki duruma benzer sonuçlara ulaşılmaktadır. Bütün istasyonlarda en kurak mevsim olan yaz, değişim katsayısı değerlerinin en yüksek düzeyde olduğu mevsimken, Kahramanmaraş'ın diğer merkezlere göre çok daha yüksek yağış değişkenliğine sahip olduğu görülmektedir. Yani istasyonlar arasında bu mevsimde heterojenliğin en yüksek olduğu istasyon Kahramanmaraş'tır. Bu durum üzerinde yazın en az ve en istikrarsız yağış alan istasyonun burası olması etkili olmuştur. Kahramanmaraş'tan sonra diğer istasyonlara nazaran yağışın az düştüğü istasyon ise Afşin'dir. Buna bağlı olarak yaz mevsiminde ikinci sırada heterojenliğin gerçekleştiği merkez de burasıdır. Yine kış yağışlarının en yüksek yüzdeye sahip olduğu Kahramanmaraş'ta değişim katsayısı değerlerinin en düşük düzeyde olduğu dikkati çekmektedir. Afşin ve Elbistan'da ise ilkbahar yağışlarının artış göstermesi nedeniyle kış ve ilkbahar mevsimlerindeki değişim katsayıları birbirine çok yakın olup bu mevsimlerde en düşük değere sahip olmuşlardır. İlkbahar mevsiminde yağış değişkenliğinin en az olduğu istasyon ise yine ilkbahar yağışlarının önemli bir pay tuttuğu Göksun istasyonudur (Çizelge 4).

#### 4.2. Trend Analizleri

Küresel iklim değişikliğinin etkilerini açık bir şekilde göstermesi ve bu değişimin bilimsel olarak kanıtlanması, yağış değişimleri konusunda yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur. Buna yönelik çalışmalardan biri olan Türkeş vd. (2007)'nin çalışmasına göre Akdeniz ve Karadeniz yağış rejimi bölgelerinde daha kuvvetli olmak üzere, yıllık toplam yağışlarda ve yağış yoğunluğu tutarlarında belirgin bir azalma eğilimi vardır. Türkeş'in (1998) yaptığı diğer çalışmaya göre ise son 20 yılda etkin olan yağışlardaki azalma kış yağışlarındaki azalmadan kaynaklanmaktadır. Yaptığımız çalışma da bu sonuçlara benzer şekilde Akdeniz yağış rejimi bölgesinde yer alan çalışma alanında yağışların azalma trendi gösterdiğini ve bununla beraber en dikkate değer azalmaların kış mevsiminde yaşandığını ortaya koymaktadır.

Çalışma alanında yer alan her bir meteoroloji istasyonunun toplam yağış miktarlarına uygulanan regresyon modelleri, istasyonların bütünü yağış miktarlarında uzun dönemler boyunca çok dikkate değer değişimlerin olmadığını göstermektedir. İstasyonların tamamında yağış miktarlarında azalma trendi hâkim olmakla beraber, çalışma periyodu içerisinde Göksun'da 68 mm'lik azalma ile bu eğilim biraz daha dikkat çekicidir. Afşin'de 45,91 mm olan azalma trendi, Elbistan'da 31,99 mm ve Kahramanmaraş'ta 28,81 mm'dir (Şekil 2).





Şekil 2. İstasyonların toplam yağışlarına ait linear trendler

#### 4.2.1 Yağışlı gün sayısı

Yağış yoğunluğu tutarlarının yorumlanabilmesi ve yağış yoğunluğunun kısa sürelerdeki etkilerinin saptanabilmesi açısından yağışlı gün sayısının ayrıntılı olarak çalışılmasının büyük önemi vardır. Buna yönelik olarak çalışmada yağışlı gün sayısı detaylı olarak incelenmiştir.

Bir gün içerisinde düşen yağışın miktarı 0,1 mm den büyükse bu gün yağışlı gün olarak kabul edilmektedir. Çalışmamızda Kahramanmaraş ilinde bulunan 7 ölçüm istasyonunun günlük yağış değişkenliğini ortaya koymak için öncelikle yağışlı günlerin sayısı hesap edilmiştir. Kahramanmaraş'ta dönem süresince ortalama yağışlı gün sayısı 94,83 dür. Bu değer Elbistan'da 88,93, Afşin'de 93,87, Göksun'da 104,7, Nurhak'da 71,58, Andırın'da 67,8, Pazarcık'ta ise 67,14 dür (Çizelge 1). Ancak Andırın, Nurhak ve Pazarcık istasyonlarında gözlem süresi kısa olduğu için verilen ortalamaların son yirmi yıl içerisinde pozitif Kuzey Atlantik Salınımının Akdeniz havzasında etkili olması nedeniyle gerçeğinden daha düşük olabileceği düşünülmektedir (Türkeş ve Erlat, 2004).

Mevsimlik dağılışı belirlemek amacıyla bütün istasyonların her mevsime düşen yağışlı gün sayıları toplanmış ve toplam içerisindeki dağılımı hesap edilmiştir. Kahramanmaraş istasyonunda Akdeniz ikliminin bir sonucu olarak kış mevsiminde düşen yağışların mevsimler içerisinde en büyük yüzdeye sahip olduğu görülmektedir. Ancak kuzeye doğru iklimin karasallaşmaya başlamasıyla birlikte Afşin, Elbistan ve Göksun'da yağış yoğunluğunun ilkbahara doğru kaydığı dikkati çekmektedir. Bununla beraber sonbahar yağışları daha dengeli bir dağılım göstermiş olup, toplam yağışlar içerisindeki oranı hemen her istasyonda birbirine yakın değerler göstermiştir. Yaz yağışları değerlerinin toplam değerler içerisinde en az olduğu istasyon ise Kahramanmaraş'tır (%4.09). Diğer istasyonlarda ise bu mevsimdeki yağışlar daha yüksek bir orana sahiptir (Çizelge 1).

Çalışma periyodu içerisinde istasyonlardaki yağışlı gün sayılarında ve mevsimlere göre dağılım oranlarında herhangi bir değişimin var olup olmadığı lineer regresyon modelleri oluşturularak hesap edilmiştir (Şekil 3). Görüldüğü gibi istasyonların tamamında yağışlı gün sayısındaki azalma kış ve ilkbahar mevsimlerinde daha fazla gerçekleşmiştir. Sonbahar ve yaz mevsimi yağışlarındaki değişkenlik daha azdır. Kahramanmaraş'ta ilkbahar ve kış mevsimlerinde yağışlı gün sayısında nispeten azalma söz konusuysa, yaz mevsiminde değişim olmayıp, sonbahar mevsiminde ise yine nispeten bir artış söz konusudur. Bu mevsimdeki pozitif değişim oranı, kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağışlı gün sayısındaki azalma oranından çok düşük olması nedeniyle yıllık toplam yağışlı gün sayısında azalmanın (-11.44 gün/31yıl) belirginleşmesini engelleyememiştir (Şekil 3 ve 4).

Afşin'de yaz ve sonbahar mevsimlerinde yağışlı gün sayısında önemli bir değişim olmazken, kış ve ilkbahar mevsimlerinde önemli derecede azalma söz konusudur. Bu durum da toplam yağışlı gün sayısında belirgin bir azalmanın ortaya çıkmasına neden olmuştur (Şekil 3 ve 4).

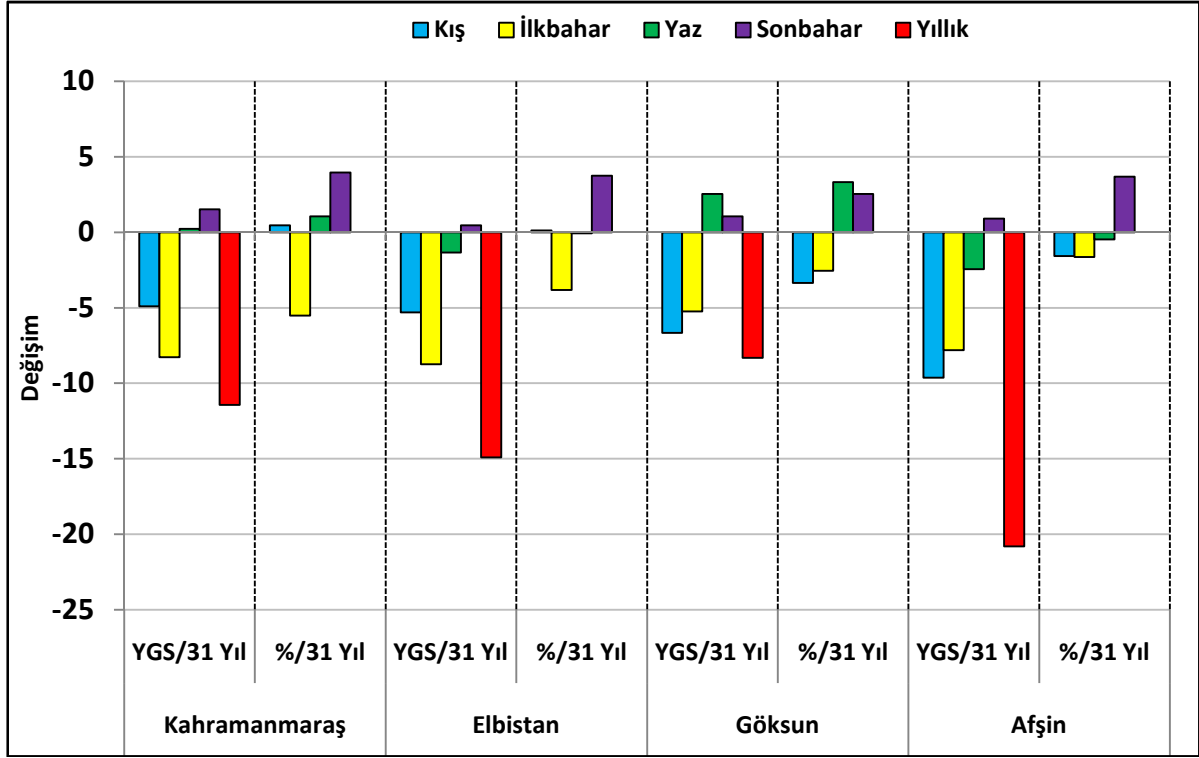
Elbistan'da görülen yıllık toplam yağışlı gün sayısındaki azalma eğilimi yine kış ve ilkbahar mevsimindeki yağışlı gün sayısındaki azalmadan kaynaklanmaktadır. Yaz ve sonbahar mevsiminde ise değişim oldukça önemsizdir (Şekil 3).

Göksun'da da benzer şekilde kış ve ilkbahar yağışlı gün sayısında azalma görülürken yaz ve sonbahar mevsimlerinde yağışlı gün sayısında artış görülmektedir. Buna bağlı olarak da toplam yağışlı gün sayısında diğer istasyonlara göre daha küçük bir değişim (-8.31gün/31yıl) söz konusu olmuştur (Şekil 3).

Çalışma alanında, istasyonların tamamında genel olarak kış mevsimi yağışlı gün sayısında azalma olduğu dönemlerde, ilkbahar mevsimi yağışlı gün sayısında artış görülmektedir. İlkbahar mevsimi yağışlı gün sayısının azaldığı yıllarda ise kış mevsimi yağışlı gün sayısında artma eğiliminin olduğu dikkati çekmektedir.

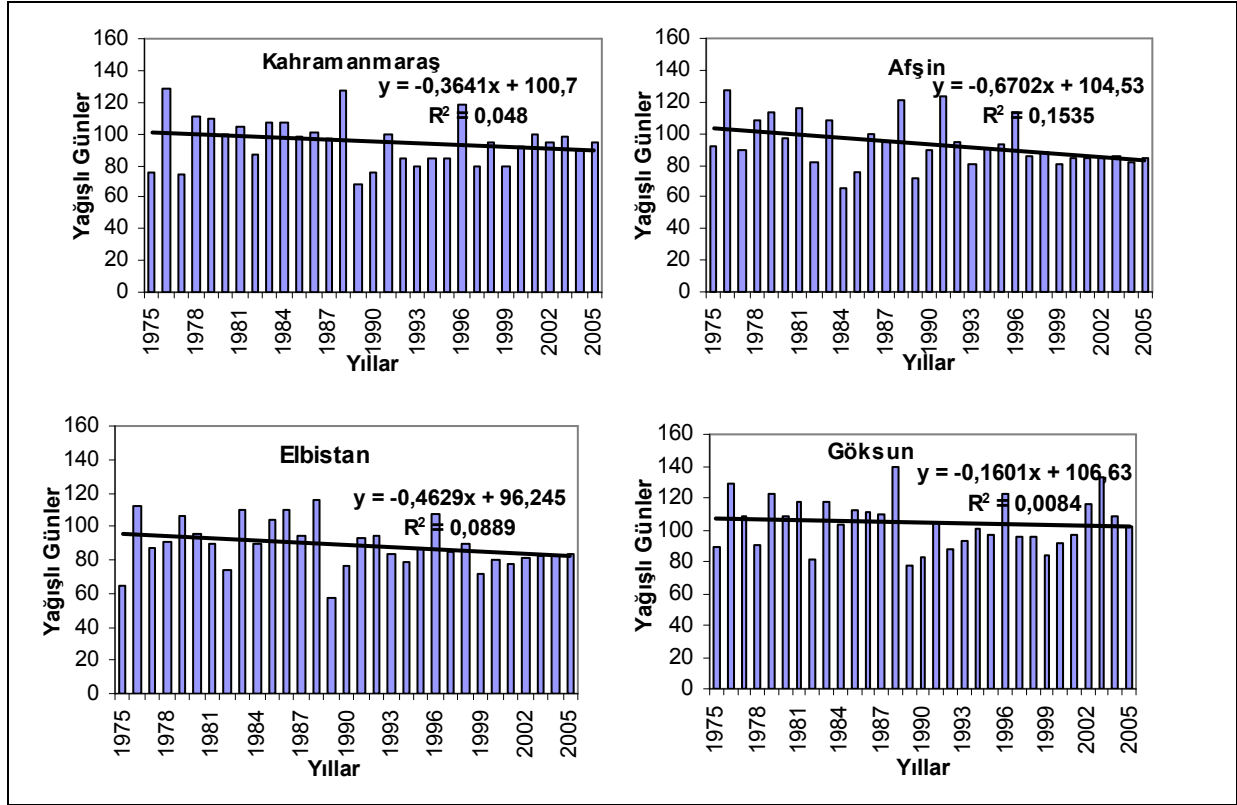
Çalışma periyodu boyunca ilkbahar mevsimine ait yağışlı gün oranı istasyonların tamamında azalma yönünde bir eğilim göstermiştir. Kış mevsiminin yağışlı gün oranı önemsiz ama pozitif yönde değişim gösterirken, Göksun ve Afşin'de ise negatif yönde bir değişim söz konusu olmuştur. Bununla birlikte sonbahar mevsiminin yağışlı gün oranı ise istasyonların tamamında pozitif yönlü değişimi işaret etmektedir. Yaz mevsiminin oranında ise Kahramanmaraş ve Göksun'da (yüksek olmak üzere) pozitif yönlü bir değişim sergilenmektedir (Şekil 3). 31 yıllık dönem boyunca tüm istasyonlarda yağışlı gün sayısının çok dikkate değer bir biçimde düşük gerçekleştiği yıllar 1977, 1989 ve 1997'dir (Şekil 4).

İstasyonların tamamında yukarıda bahsedilen yıllara ait yağışlı gün sayılarının bir önceki yıla göre önemli miktarda azaldığı dikkati çekmektedir. Kahramanmaraş'ta 1976 yılında 124 olan yağışlı gün sayısının 1977 yılında 74'e, Afşin'de 127 olan yağışlı gün sayısının 90'a, Elbistan'da 112 olan yağışlı gün sayısının 87'ye, Göksun'da ise 129 olan yağışlı gün sayısının 108'e düştüğü tespit edilmiştir. 1988 yılında Kahramanmaraş'ta 127 gün yağışlı geçmişken bu değer 1989 yılında 66'ya düşmüştür. Afşin'de 1988 yılında 123 gün yağışlı geçmişken bu değer 1989 yılında 72'ye, Elbistan'da 116'dan 57'ye, Göksun'da 140'dan 77'ye düştüğü görülmüştür. 1996 yılında Kahramanmaraş'ta 119 olan yağışlı gün sayısının 1997 yılında 79'a, Afşin'de 113'den 86'ya, Elbistan'da 108'den 85'e, Göksun'da ise 122'den 95'e düştüğü anlaşılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 3. İstasyonların mevsimlik yağışlı gün sayılarında meydana gelen değişimler

Kahramanmaraş, Afşin ve Elbistan'da yıllık toplam yağış miktarında çalışma dönemi boyunca önemli bir değişiklik olmamasına rağmen toplam yağışlı gün sayısında belirgin bir azalma vardır. Şekil 5'te de görüldüğü gibi bu azalma daha ziyade 10 mm den az yağışlı gün sayısındaki azalmadan kaynaklanmaktadır. Oluşturulan doğrusal regresyon modeline göre Kahramanmaraş'ta 1975-2005 dönemi boyunca toplam yağışlı gün sayısında 11 günlük bir azalma vardır. Bu azalma Elbistan'da 15 gün, Göksun'da 8,5 gün'dür. En dikkate değer azalma ise 21 gün ile Afşin'e aittir (Şekil 3 ve 4). Görüldüğü gibi Göksun'da toplam yağışlı gün sayısındaki azalma daha azdır. Bu istasyonda 10 mm den az olan yağışlarda kısmen bir azalma olmasına karşılık, 10- 25 mm arasındaki yağışlarda nispeten bir artış olması, toplam yağışlı gün sayısında önemli bir değişimin olmamasına yol açmamıştır.



Şekil 4. İstasyonların toplam yağışlı gün sayıları

#### 4.2.2. Yağış şiddeti

Çalışma alanında, yağış şiddetinde değişimin olup olmadığını belirlemek amacıyla Gong, Dao- Yi vd., (2004)'nin çalışmasında kullandığı gibi 4 farklı yağış şiddeti belirlenmiştir.

Genel olarak istasyonların çoğunda 10 mm'nin altındaki yağışlı gün sayısının toplam yağışlı gün sayısı içerisinde en büyük paya sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Özellikle daha fazla karasal özellik taşıyan Göksun, Elbistan ve Afşin istasyonlarında az şiddetli yağışların oranı %80'in üzerindedir. Çalışma alanının güneyinde Akdeniz ikliminin daha etkili olduğu yerlerdeki istasyonlarda ise bu oran %70 civarındadır. Coğrafi konumu nedeniyle orografik yağışların baskın olduğu Andırın'da ise 10- 25 mm arasındaki orta şiddetli yağışlar çok az bir farkla az şiddetli yağışlardan daha yüksek bir orana sahip olmuştur (Çizelge 5). Ancak bu istasyonda kısa süreli gözlem yapılmış olması nedeniyle sonuçların sadece 1985–1995 arasındaki durumu yansıttığı düşünülmektedir.

10- 25 mm arasındaki orta şiddetli yağışlı gün sayısının en büyük pay tuttuğu merkezin, diğer istasyonlarla kıyaslandığında, Andırın olduğu görülür. Bu istasyonu Pazarcık, Nurhak ve Kahramanmaraş takip etmektedir. Afşin, Elbistan ve Göksun istasyonlarının yüzde değerlerinin düşük olması ise 10 mm'nin altındaki az yağışlı gün sayısının toplam içerisinde çok yüksek bir pay tutmasıyla ilgilidir (Çizelge 5).

25- 50 mm arasındaki yağışların, şiddetli yağışların önem kazandığı Andırın'da diğer istasyonlara göre en yüksek oranda gerçekleştiği görülür. % 6,1'lik bir oranla bu istasyonu Kahramanmaraş takip etmektedir. Diğer istasyonlarda ise bu şiddet aralığındaki yağışlı günler oldukça önemsiz değerler gösterir (Çizelge 5).

50 mm'nin üzerindeki aşırı şiddetli yağışlı gün sayısı tüm istasyonlarda oldukça önemsiz bir pay tutar. % 0 ile % 1 arasında bir değere sahip olan bu şiddetteki yağışlı günler yalnızca Andırın'da biraz daha değer kazanmış olup toplam içerisinde % 8,4'lük bir pay tutar (Çizelge 5).

Görüldüğü gibi Andırın hariç diğer tüm istasyonlarda az şiddetli yağışlar baskındır. Yalnızca Andırın'da orta şiddetli yağışlı günler, diğer şiddet sınıflarından daha yüksek bir yüzdeye sahiptir.

Orta ve şiddetli yağışların bu istasyonda önemli oranda yüzdeye sahip olmasının nedeni ise orografik koşullarla ilgilidir. Akdeniz'den gelen nemli hava kütleleri Ceyhan Vadisini geçerken çalışma alanının güneydeki yüksek alanlara fazla miktarda yağış bırakmaktadır. Ancak daha öncede bahsedildiği gibi Andırın istasyonunda sadece 10 yıllık gözlem yapıldığı unutulmamalıdır. Bu yüzden eldeki değerler sadece gözlem yapılan periyodun özelliğini yansıtıyor olacağından uzun yıllık ortalama değerler buradaki sonuçlardan çok farklı olabilir. Benzer durum Pazarcık ve Nurhak istasyonları içinde geçerlidir.

**Çizelge 5.** İstasyonların yağış şiddeti yüzdeleri

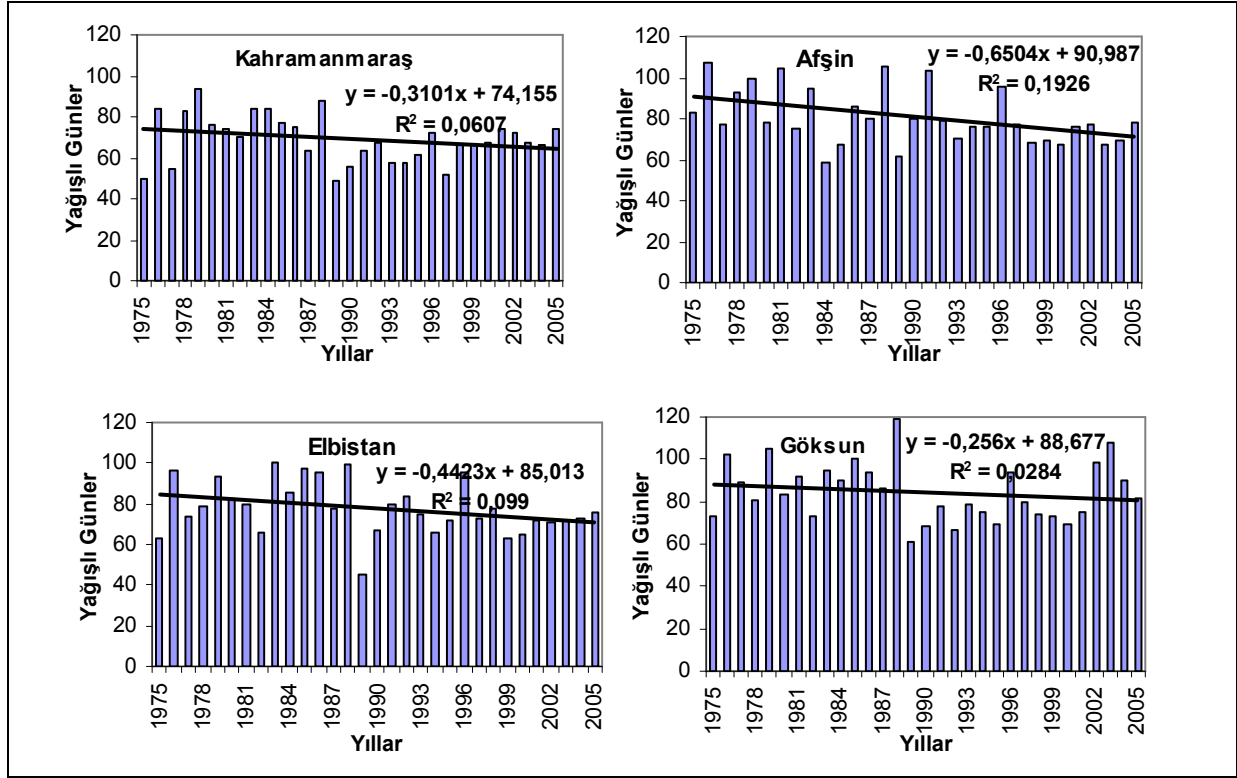
İstasyonlar	Ortalama yağışlı Gün Sayıları	P<10 mm		10 $\geq$ P<25 mm		25 $\geq$ P<50 mm		50 $\geq$ mm	
		Az şiddetli		Orta şiddetli		Şiddetli		Çok Şiddetli	
		Gün sayısı	%	Gün sayısı	%	Gün sayısı	%	Gün sayısı	%
Kahramanmaraş	94,8	69,2	73,1	19,4	20,3	5,7	6,1	0,4	0,5
Afşin	94,4	80,6	85,9	11,3	11,9	1,9	2,1	0,6	0,1
Elbistan	88,9	77,9	87,6	9,8	11,1	1,2	1,3	0	0
Göksun	104,7	84,5	81	15,8	15,1	4	3,5	0,4	0,4
Andırın	67,8	24,9	35,7	24,4	36,5	12,9	19,4	5,6	8,4
Nurhak	71,6	51,1	71,6	17,1	23,7	3	4,2	0,4	0,5
Pazarcık	67,1	47,1	69,7	16,9	26,1	3	3,7	0,1	0,5

Doğrusal regresyon modeli ile elde edilen sonuçlara göre, 10 mm'nin altındaki az şiddetli yağışlar, diğerlerine göre Göksun'da daha düşük düzeyde olmak üzere, belirgin bir azalma trendi göstermektedir (Şekil 5). Çalışma periyodu süresince (31 yıl), Kahramanmaraş'ta 9,6 günlük bir azalma görülürken, Elbistan'da 13,6 günlük azalma söz konusudur. En belirgin azalma 20,15 günlük azalma ile Afşin'e aittir (Şekil 5).

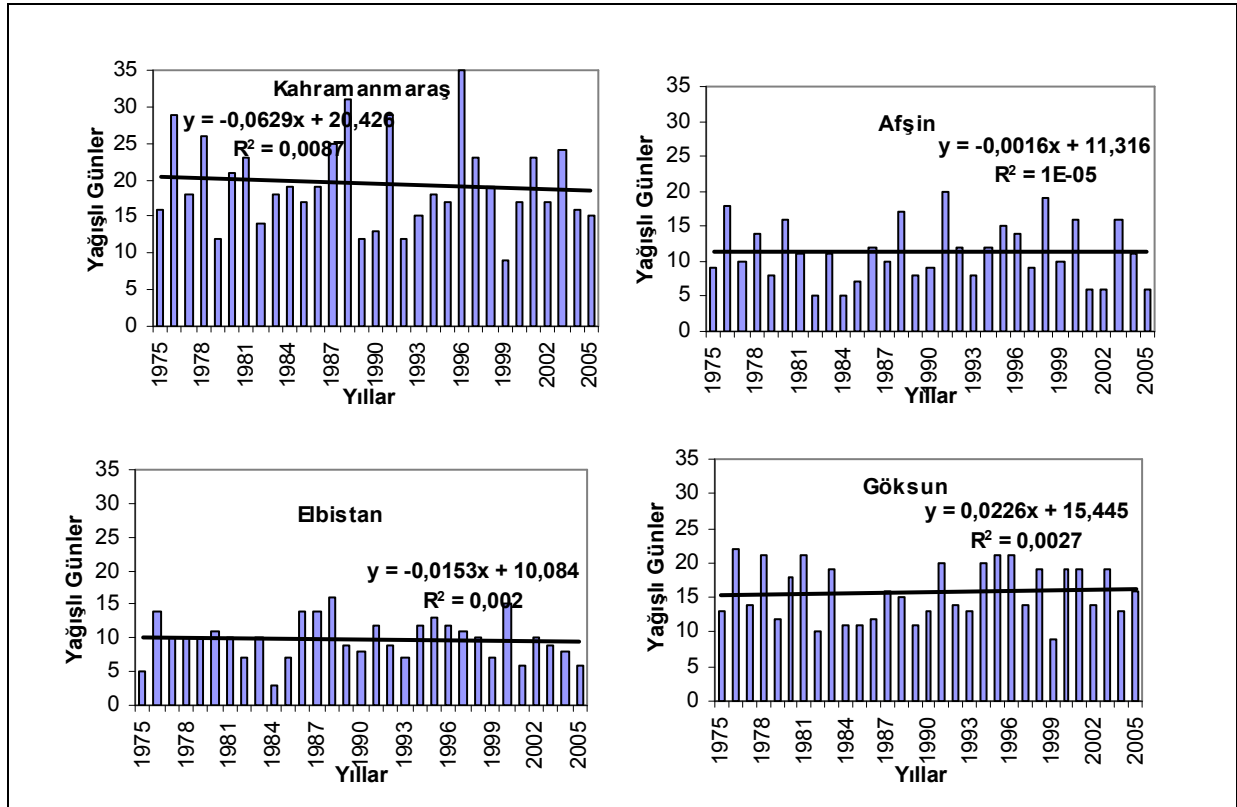
10- 25 mm arasındaki orta şiddetli yağışlar çok önemsiz eğilimler göstermektedir. Kahramanmaraş, Afşin ve Elbistan'da negatif yönlü doğrusal eğilim varken, Göksun'da ise pozitif yönlü bir trend görülmektedir. 31 yıllık dönem içerisinde Kahramanmaraş'ta 1,92 gün, Afşin'de 0,49gün ve Elbistan'da 0,46 günlük bir azalma gerçekleşirken, Göksun'da ise 0,7 gün civarında bir artış tespit edilmiştir (Şekil 6).

25- 50 mm arasındaki şiddetli yağışlar Kahramanmaraş dışında azalma eğilimi göstermektedir. Araştırma periyodu boyunca bu şiddetteki yağışlı gün sayısında doğrusal regresyon modeline göre, Afşin'de 0,73 günlük, Elbistan'da 0,72 günlük, Göksun'da 0,92 günlük gibi önemsiz azalışlar görülmektedir. Kahramanmaraş'ta ise diğer istasyonların aksine şiddetli yağışlarda 0,73 günlük artış söz konusudur. Toplam yağışlı gün sayısının azalmasına karşılık, toplam yağış miktarında belirgin bir azalmanın olmayışı da bu durumu kanıtlar niteliktedir (Şekil 7). Bu durum şehirleşmenin yağış üzerinde pozitif etkisi ile ilgili olabilir (Çiçek ve Türkoğlu, 2005).

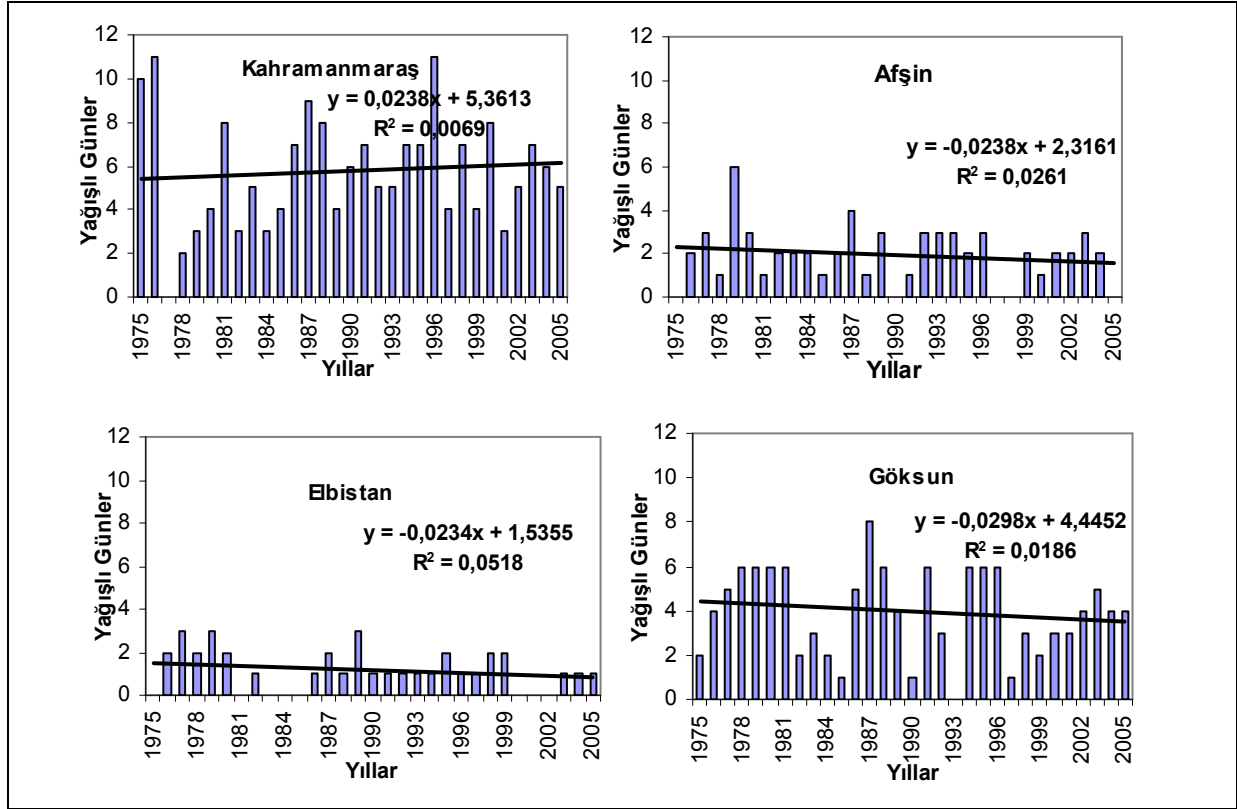
50 mm'nin üzerindeki çok şiddetli yağışlar ise genel olarak bütün istasyonlarda azalış trendi gösterir ki; bu şiddetteki yağışlı günlere dönem boyunca Elbistan'da hiç rastlanmamıştır. Afşin'de ise çalışma periyodu boyunca sadece 2 gün, Göksun'da 13 gün, Kahramanmaraş'ta 15 gün, Pazarcık'ta 1 gün, Andırın'da 62 gün, Nurhak'ta ise sadece 5 gün 50 mm'nin üzerinde yağış görülmüştür.



Şekil 5. İstasyonların 10 mm'nin altında az şiddetli yağışlı gün sayıları



Şekil 6. İstasyonların 10-25 mm arasındaki orta şiddetli yağışlı gün sayıları



Şekil 7. İstasyonların 25- 50 mm arasındaki şiddetli yağışlı gün sayıları

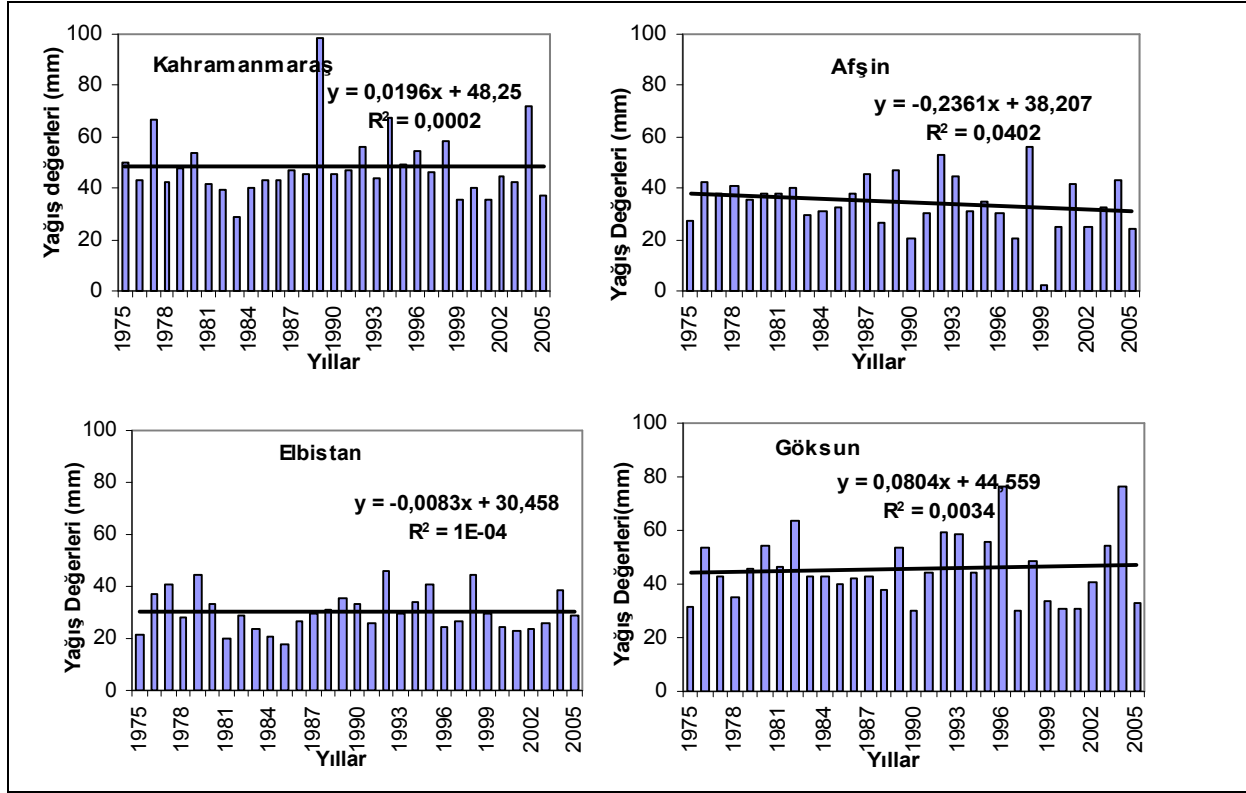
#### 4.2.3. Günlük maksimum yağış

Çok şiddetli yağışlı günlerdeki uzun dönem değişikliklerini incelemek amacıyla, her yıl için tüm ölçüm istasyonlarının maksimum yağış değerleri belirlenerek doğrusal regresyon modelleri üretilmiştir (Şekil 8). Sonuçlar Kahramanmaraş ve Göksun'da pozitif, Elbistan ve Afşin'de ise negatif bir eğilimin gerçekleştiğini göstermektedir. En belirgin azalış trendine Afşin istasyonunda rastlanmıştır. Bu durum göstermektedir ki, maksimum yağış değerlerinde çalışma periyodu boyunca önemli sayılabilecek bir değişim gerçekleşmemiştir (Şekil 8).

Çalışma periyodu 1989 öncesi ve sonrası olmak üzere iki farklı döneme ayrılarak maksimum yağışlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Sonuçların istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını ortaya koymak için her iki farklı zaman serisini birbiriyle kıyaslamak amacıyla maksimum yağış değerlerine 't testi' uygulanmıştır. Detaylı araştırmada kullanılan dört istasyon için uygulanan bu 't testi' % 95 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar vermemiştir. Diğer bir ifade ile istasyonların hiç birinde 1989 öncesi ve sonrasında ölçülen maksimum yağışlarda anlamlı bir farklılaşma meydana gelmemiştir (Çizelge 6). Ancak 1990-2005 periyodunda Kahramanmaraş, Elbistan ve Göksun'da küçük bir artış, Afşin'de ise azalış meydana gelmiştir. Ancak bu değişimlerin hiçbiri istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

Çizelge 6. İstasyonların t testi sonuçları

İstasyonların Adları	t testi	
	t	P
Kahramanmaraş	0,171	0,86
Afşin	-1,047	0,31
Elbistan	0,942	0,36
Göksun	0,595	0,56



Şekil 8. İstasyonların maksimum yağış trendleri

#### 4.2.4. Mann-Kendall trend analizi

Yağış miktarı zamana ve mekâna bağlı olarak en fazla değişim gösteren iklim elemanıdır. İklim değişikliği ile beraber bu değişim süreci kendini daha fazla hissettirmeye başlamıştır. Genel olarak Türkiye’de toplam yağışlarda ve yağış şiddet tutarlarında belirgin azalma eğilimi izlenmektedir. Buna bağlı olarak çalışma alanında yağış değişimini belirlemek amacıyla parametrik olmayan, verilerin sıraları üzerine esas olan Mann- Kendall trend analizi kullanılmıştır.

Mann- Kendall trend analizine göre uzun yıllık dönem boyunca çalışma alanında yağış koşullarında önemli değişimler görülmemekle beraber, genel olarak azalma trendinin daha baskın olduğu izlenmektedir. Ancak bu trend istatistiksel açıdan bir öneme sahip değildir. Uzun yıllık yağış ortalamaları dört merkezde de dikkat çekici olmayan azalmalar göstermektedir. Bu azalma Göksun’da nispeten daha belirgindir (Çizelge, 7).

İstasyonların tümünde genel olarak ayların ve mevsimlerin çoğunda azalma trendi görülmektedir. Bu azalma trendi istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da Kahramanmaraş istasyonunda haziran ayında, Afşin istasyonunda haziran ve ekim aylarında, Elbistan istasyonunda nisan ayında daha belirgindir. Ancak ağustos, eylül ve kasım aylarında dört istasyonda da yağışlarda artış gerçekleşmiştir.

Kış mevsiminde görülen negatif trend Kahramanmaraş’ta daha önemsiz olmakla beraber diğer istasyonlarda da dikkate değer değildir. Kış mevsimine ait aylar içerisinde yalnızca şubat ayında Göksun’da istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da belirgin bir azalış vardır. İlkbahar mevsiminde en bariz yağış azalması Elbistan’da izlenirken, en önemsiz azalma ise Göksun’da gerçekleşmiştir. Bu durum üzerinde Göksun’da nisan ayında görülen kayda değer azalmalar etkili olmuştur. Mart ayında çok zayıf negatif bir trend görülürken, nisan ve mayıs aylarında bu trend daha kuvvetlidir. Yaz mevsimine gelindiğinde azalma trendi nispeten belirginleşmiş olup yine de istatistiksel yönden anlamlılığa sahip sonuç taşımamaktadır. Hâlbuki bu mevsime ait aylardan ağustos ayında Kahramanmaraş’ta % 95 ve Afşin’de % 90 güven aralığında anlamlılık taşıyan yağış artışları



gerçekleşmiştir. Buna karşılık bu merkezlerde haziran ve temmuz aylarında kritik değerlerin altında da olsa bazı dikkate değer azalışların görülmesi yaz mevsimine bu değişikliğin anlamlı olarak yansımaları engellemiştir. Sonbahar mevsiminde yağış azalmasının gerçekleştiği tek merkez Afşin'dir. Bu mevsimde diğer istasyonlarda istatistiksel yönden anlamlı olmasa da artışlar görülmüştür. Eylül ayında Gökşun'da % 90 güven aralığında anlamlı artışlar izlenirken, Kahramanmaraş'ta istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da önemli pozitif trendler görülmüştür. Elbistan'daki artış trendi de yine belirgin sayılabilecek niteliktedir. Eylül ayında bütün merkezlerde artış gösteren bu trend, ekim ayında yalnızca Elbistan'da çok hafif bir artış göstermiştir. Kasım ayında ise bütün istasyonlarda pozitif trend hakim olup bu artış trendi nispeten Elbistan'da daha belirgin olmakla beraber dört merkezde de istatistiksel olarak anlamlıya sahip değildir (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Mann-Kendall trend analiz sonuçları (\* % 90, \*\* %95güven aralığında anlamlılık seviyesini göstermektedir)

Aylar ve Mevsimler	Trend değerleri			
	Kahramanmaraş	Afşin	Elbistan	Gökşun
Aralık	-0,48	-0,25	-0,41	-0,36
Ocak	-0,41	-0,21	-0,97	-0,87
Şubat	-0,44	-0,86	-0,14	-1,51
Mart	0,25	-0,05	0,14	-0,07
Nisan	-0,58	0,11	-1,44	-0,61
Mayıs	-0,41	-0,84	-0,61	-0,37
Haziran	-1,06	-1,07	-0,12	-0,49
Temmuz	-0,7	-0,09	-0,33	-0,63
Ağustos	2,67**	1,98*	0	0,53
Eylül	1,66	0,54	1,49	2,13*
Ekim	-0,56	-1,05	0,2	-0,93
Kasım	0,78	0,5	0,9	0,54
<i>Yıllık</i>	-0,24	-0,54	-0,58	-0,85
<i>Kış</i>	-0,17	-0,43	-0,46	-0,42
<i>İlkbahar</i>	-0,37	-0,54	-1,24	-0,17
<i>Yaz</i>	-0,8	-1,45	-0,07	-0,44
<i>Sonbahar</i>	0,82	-0,11	0,66	0,14

## 5. Sonuç ve Öneriler

Sanayi Devrimine kadar doğal bir çizgide ilerleyen iklim değişkenliği, bu sürece 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren insan kaynaklı faktörlerin de eklenmesi ve atmosferdeki sera gazlarının seviyesinin artışıyla birlikte kendini daha çok hissettirmeye başlamıştır. Bu düşüncüyü destekleyen en önemli delillerden birisi ise yağış miktarında gözlenen değişimlerdir.

Bu çalışmada Kahramanmaraş'ta bulunan yedi ölçüm istasyonunun yağış verileri incelenerek günlük yağışlardaki değişimler saptanmaya çalışılmıştır. Çalışma sonuçlarımız göstermektedir ki; araştırma alanında genel olarak toplam yağışlı gün sayısında belirgin derecede azalma söz konusudur. Bu durum esas itibarıyla yağışlı günlerin çok büyük bir kısmını oluşturan 10 mm nin altındaki az yağışlı gün sayısının giderek azalmasıyla bağlantılıdır. Kahramanmaraş'ta toplam yağış miktarının belirgin bir azalma eğilimi göstermemesine karşılık, toplam yağışlı gün sayısının azalma göstermesi ise 25- 50 mm arasındaki şiddetli yağışların kısmen de olsa artış göstermesi ile alakalıdır.

İstasyonların tamamında az şiddetli yağışlar, toplam içerisinde en yüksek orana sahiptir. Ancak yine de az şiddetli yağışlı gün sayısında genel olarak azalma eğilimi söz konusudur. Buna karşılık orta şiddetli yağışlı günler oldukça önemsiz trendler gösterir. Şiddetli yağışlar Kahramanmaraş dışında azalma trendi göstermektedir. 50 mm'nin üzerindeki aşırı şiddetli yağışlar ise genel olarak tüm istasyonlarda azalma eğilimi göstermektedir ki zaten bu şiddetteki yağışlı günlerin sayısı toplam içerisinde son derece azdır. Her istasyonun maksimum yağış değerlerine uygulanan t testinin

istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermemesi de en yüksek değerlerin dahi önemli bir değişiklik göstermediğini ortaya koymaktadır.

Bütün istasyonlarda yağışlı günlerin sayıca en fazla olduğu mevsim kış ve ilkbahar mevsimleridir. Bu iki mevsimin gerek yağışlı gün sayıları gerekse bu sayıların toplam içerisindeki yüzde oranları birbirine çok yakındır. Bununla birlikte genel olarak kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağışlı gün sayıları azalma eğilimi göstermektedir. Ancak yaz ve sonbahar mevsimlerinde böyle bir azalma görülmemekle birlikte Kahramanmaraş ve Göksun'da sonbahar mevsimi yağışlı gün sayısında nispeten artma eğilimi dikkati çekmektedir. Esasen bu istasyonlarda kış ve ilkbahar mevsimlerinde görülen azalmaya karşın sonbahar mevsimindeki artma eğiliminin toplam yağış miktarını dengede tuttuğu kanısına varılabilir. Bununla beraber istasyonların tamamında kış mevsimi yağışlı gün sayısının az olduğu dönemlerde ilkbahar mevsimi yağışlı gün sayısının arttığı, kış mevsimi yağışlı gün sayısının fazla olduğu dönemlerde ise ilkbahar mevsimi yağışlı gün sayısının azaldığı dikkati çekmektedir. Azalmanın en belirgin olduğu yıllar ise 1977, 1989 ve 1997 yıllarıdır.

İstasyonların yağış değişkenliği değerleri ile değişim katsayıları arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Yağış değişkenliğinin en az olduğu istasyon olan Elbistan'da değişim katsayısı da en düşük değerde olup, bu istasyon diğerlerine göre daha homojen bir özellik göstermektedir. Heterojenliğin en yüksek olduğu istasyon ise değişim katsayısı değerinin en yüksek olduğu Kahramanmaraş'tır.

Mann-Kendall analiz sonuçlarına göre istasyonların tamamında genel olarak aylık ve mevsimlik yağışlarda azalma trendi görülmektedir. Bu azalma trendinin istatistiksel açıdan önemli olmasa da Kahramanmaraş istasyonunda haziran ayında, Afşin istasyonunda haziran ve ekim aylarında, Elbistan istasyonunda nisan ayında daha belirgin olduğu dikkati çekmektedir. Ancak ağustos, eylül ve kasım aylarında dört istasyonda da yağışlarda artış eğilimi belirlenmiştir. Bu çalışma ile elde edilen sonuçların sadece 1975–2005 arasındaki kısa bir periyodu kapsamaması nedeniyle, çalışma alanında iklimin değişim karakteriyle ilgili kesin yargılara ulaşılması güçleşmektedir. Bu nedenle araştırma alanında iklimde herhangi belirgin bir değişimin olup olmadığı ile ilgili bir sonuca varmak yanlış olacaktır. Diğer taraftan araştırmada kullanılan istasyon sayısının sadece dört olması da iklimsel değişimle ilgili net yorumların yapılmasını sınırlamaktadır.

Ancak, bu araştırma uzun dönemler ortalamasına göre toplam yağış miktarında çok önemli bir değişimin olmamasına rağmen yağışlı gün sayısında genel anlamda bir azalma trendinin oluştuğunu göstermektedir. Bu azalma eğiliminin doğal çevre başta olmak üzere enerji, sanayi, tarım, yerleşme, ulaştırma gibi tüm koşullar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle benzer iklim salınımlarının özellikle bölgesel ölçekte meydana getireceği sonuçları tahmin etmek amacıyla çok yönlü araştırmalar ve incelemeler yapılmalı, sistematik ve devamlı gözlem ve modellemeler oluşturulmalıdır. Yağış yetersizliği durumunda doğal kaynaklar üzerinde var olan aşırı baskı giderek doğal ortamın bozulmasına neden olacaktır. Bu yüzden bu tür değişkenliklerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlamak için Kahramanmaraş'ta klimatolojik çalışmalara daha fazla önem verilmeye çalışılmalı ve çevre potansiyeli ortaya konmalıdır.

## Referanslar

- Acar, R.; Şenocak, S. (2007) "Türkiye'deki Kısa Süreli Yağışların Trend Analizi", *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitabı*, İstanbul, 335-349.
- Ayday, C. ve Yersel, G. (1992) "Kütahya Turanoçağı ve Ortaocak Manyezit Bölgeleri Sondaj Verilerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi", *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 25-33.
- Çiçek, İ.; Türkoğlu, N. (2005) "Urban effects on precipitation in Ankara", *Atmosfera*, 18(3), 173-187.
- Demirci, A. ve Karakuyu, M. (2002) "Küresel İklim Değişimi ve Türkiye'nin Fiziki ve Beşeri Coğrafyası Üzerindeki Olası Etkileri", *Klimatoloji Çalıştayı*, İzmir, 235-245.
- Erbekci, E. (2006) *Türkiye'de Yağış Olasılığının Zamansal ve Alansal Değişimleri*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale, 87s.
- Erol, O. (1993) *Genel Klimatoloji*, Gazi Büro Kitapevi, Ankara.
- Gardner, R.H.; Hargrove, W.G.; Turner, M.G.; Romme, W.H. (1996) "Climate Change, Disturbances and Landscape Dynamics". İçinde, Walker B, Steffen W (eds), *Global Change and Terrestrial Ecosystems*. Cambridge University Press, Great Britain, 149-172.

- Gong, Dao- Yi.; Shi Pei- Jun.; Wang Jing- Ai. (2004) "Daily Precipitation Changes In the Semi- Arid Region Over Northern China", *Journal of Arid Environment*, 59(4), 771-784.
- Gürbüz, M. (2001) *Kahramanmaraş Merkez İlçe'nin Beşeri ve İktisadi Coğrafyası*, T.C Kahramanmaraş Valiliği İl Kültür Müdürlüğü Yayınları, No:2.
- İncecik, S. (2007) "İnsan Kaynaklı İklim Değişikliği ve Türkiye", *1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*, İstanbul, 28-37.
- Kadioğlu, M. (1997) "Trends Surface Air Temperature Data Over Turkey", *International Journal of Climatology*, 17, 511-520.
- Kahya, E.; Kalaycı, S. (2004) "Trend analysis of stream flow in Turkey", *Journal of Hydrology*, 89, 128-144.
- Kalaycı, S.; Kahya, E. (1998) "Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 22, 503-514.
- Korkmaz, H. (2001) *Kahramanmaraş Havzası'nın Jeomorfolojisi*, İl Kültür Müdürlüğü Yayınları, No: 3, Kahramanmaraş.
- Lazaro, R.; Rodrigo, F.S.; Gutierrez, L.; Domingo, F.; Puigdefabregas, J. (2001) "Analysis of a 30-year rainfall record (1967-1997) in semi-arid SE Spain for Implications on Vegetation", *Journal of Arid Environment*, 48, 373-395.
- Önöz, B.; Bayazit, M. (2003) "The Power of Statistical Tests for Trend Detection", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 27, 247-251.
- Partal, T. (2003) *Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Şahinler, S. (2000) "En Küçük Karalar Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri", *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5, 57-73.
- Tayanç, M.; Karaca, M.; Yenigün, O. (1997) "Annual and Seasonal Air Temperature Trend Patterns of Climate Change and Urbanization Effects in Relation to Air Pollutants in Turkey", *Journal of Geophysical Research*, 102, 1909-1919.
- Tecer, L., Okutan H., Cerit O. (2004) "İklim Değişimi: 1975- 2001 Periyodunda Rize Yağış ve Sıcaklık Trendlerinin Analizi", *1. Ulusal Çevre Kongresi Bildiri Kitabı*, 355-365.
- Tosic, I.; Ukasevic, M. (2005) "Analysis of Precipitation Series for Belgrade", *Theoretical and Applied Climatology*, 80, 67-77.
- 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". *International Journal of Climatology*, 18, 649-680.
- Türkeş, M.; Sümer, U.M.; Demir, İ. (2002) "Re-Evaluation of Trends and Changes in Mean, Maximum and Minimum Temperatures of Turkey for the Period 1929-1999", *International Journal of Climatology*, 22, 947-977.
- Türkeş, M.; Erlat, E. (2005) Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2001, *Theoretical and Applied Climatology*, 81, 45-69.
- Türkeş, M. (2007) "İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler", *1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*, İstanbul, 38-53.
- Türkeş, M.; Koç, T.; Sarış, F. (2007) "Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3, 57-73.
- Türkeş, M.; Koç, T.; Sarış, F. (2008) "Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey", *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.