

Reşat ACAR<sup>1</sup>, Serkan ŞENOCAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25240 Erzurum

Yazışma yazarı:  
Reşat ACAR  
racar@atauni.edu.tr

Referans:  
Acar R., Şenocak S., (2008), Türkiye'deki kısa süreli yağışların trend analizi, İklim Değişikliği ve Çevre, 1, 18-25

Makale Gönderimi : 1 OCAK 2008  
Online Kabul : 1 ŞUBAT 2008  
Online Basım : 1 MART 2008

**Özet** Bu çalışmada Türkiye'deki 46 yağış istasyonundaki 5 dakikadan 60 dakikaya kadar kısa süreli yağışların 1938 - 2000 yılları arasındaki trendleri incelenmiştir. Zaman serilerinin homojenlik testi için non-parametrik bir test olan Swed-Eisenhart run testi kullanılmıştır.

Mann-Kendall testi kullanılarak  $\alpha = 0.01$  ve  $\alpha = 0.05$  anlamlılık seviyesinde trend analizleri yapılmıştır. 31 istasyonda anlamlı trend bulunamazken 13 istasyonda pozitif trend ve 2 istasyonda negatif trend bulunmuştur. Bu değişikliğin bölgesel ve küresel iklim değişikliği ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

İstatistiksel olarak pozitif trende sahip 13 istasyon, Akdeniz ve Karadeniz ikliminden etkilenen Türkiye'nin batısında, Karadeniz ikliminden etkilenen Türkiye'nin kuzey doğusunda ve Akdeniz ikliminden etkilenen Türkiye'nin güney batısında yer almaktadır.

En büyük eğimli trend, 1938 ile 2000 yılları arasında 60 dakikalık kısa süreli yağışta %93 artış oranı ile İzmir istasyonunda gözlenmiştir. En düşük eğimli trend ise 1965 ile 2000 yılları arasında tüm kısa süreli yağış sürelerinde %1 artış oranı ile Artvin istasyonunda gözlenmiştir. Negatif trendler sadece iki istasyonda gözlenmiştir. Bunlar 15 dakikalık yağış için %24 azalma oranıyla doğuda yer alan Erzincan istasyonu ve 60 dakikalık yağış için %2 azalma oranıyla batıda yer alan Balıkesir istasyonudur.

Bunlara ek olarak, önemli pozitif trende sahip kısa süreli yağışların zaman serilerinde genel trend çizgisine uymayan olağanüstü yağış olayları vardır. Bu ekstrem yağışlar özellikle 1940-1945, 1965-1968, 1974-1975, 1979-1981, 1982-1986, 1992-2000, 1995-1998 periyotlarındadır.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Kısa süreli yağışlar, Trend analizi, Mann-Kendall testi, İklim değişikliği

## Short duration rainfall trends in Turkey

**Abstract** Short duration rainfalls (SDR), ranging from 5 to 60 minutes, are studied at 46 stations over Turkey to search for possible trends. The Swed-Eisenhart run test is a non-parametric procedure used in determining the homogeneity of a time series.

Annual extreme precipitation records for individual stations are analyzed using the Mann-Kendall statistic test at levels of significance of  $\alpha=0.01$  and  $\alpha=0.05$  to demonstrate the existence any possible trends. The results show that 31 stations do not indicate trends in SDR. However, 13 stations have positive trends, and only two stations have negative trends. These changes could be associated with regional climate changes and are consistent with projections related to global warming phenomena.

The maxima trend is shown at İzmir station for 60 minutes of SDR with increasing 93% in 1938-2000 years. The minimum trend is shown at Artvin station for all ranges of minutes of SDR with increasing 1% in 1965-2000 years.

Negative trends are shown only two stations. These are Erzincan station located in eastern Anatolia with decreasing rate of 24% for 15 minutes of SDR and at Balıkesir station located in western Anatolia with decreasing rate of 2% for 60 minutes of SDR.

In addition to, there are extreme rainfalls that not matched to general trend at time series of SDR having important positive trend. These extreme rainfalls are especially in 1940-1945, 1965-1968, 1974-1975, 1979-1981, 1982-1986, 1992-2000, 1995-1998 periods.

**Keywords.** Turkey, Short duration rainfalls, Trend analysis, Mann-Kendall test, Climate change.

## 1. Giriş

Geçen yıllarda önemi yüzünden iklim değişikliği, araştırmaların aktif bir alanı haline gelmiştir. İklim değişikliği senaryolarının araştırmaları için karmaşık modeller kullanılmasına karşın, alan veri çalışmaları iklim çalışmalarına değerli bilgiler vermeye devam etmektedir. Dünya çapında yıkıcı doğal felaketler ve çoğu ölümcül olan tehlikeler ortalama iklim değişiminden ziyade çoğunlukla ekstrem olaylardan kaynaklanmıştır. (Plummer ve diğ., 1999). Küresel ısınma ile tanımlanan tehlike, (IPCC, 1995) IPCC'nin II. değerlendirme raporunda iklimin daha değişken ve daha ekstrem hale gelip gelmediği sorgulanmıştır.

Geçen yıllarda iklim felaketlerinden dolayı büyük çapta kayıplar olmuştur. Bu can ve mal kayıpları, iklim değişikliği yüzünden meydana gelmiş olayların olabilirliği üzerine dikkat çekmeye başlamıştır. İklim değişikliğindeki araştırmaların en önemli gerekliliğinden biri iklim sistemindeki tarihi değişikliği araştırmak ve analiz etmek olacaktır (IPCC, 1996).

Bu genel kavram içinde, ülkemizde özellikle Akdeniz bölgesinde, bir katastrofik taşkın veya kuraklık yüzünden en önemli iklim değişikliği konusu olarak yağışları gündeme getirmiştir. Günlük verilerden yıllık verilere farklı geçici ölçeklerde ve dünyanın farklı bölgelerinde birçok çalışmalar yapılmıştır. Özellikle ABD'de, Kanada ve Avrupa da ve dünyanın birçok yerinde hidroklimatik trendlerin çok sayıda geniş ölçekte değişik zamanlarda nehirlerin akış verileri ve yağış verileri analiz edilmiştir (Lettenmaier ve diğ., 1994; Karl ve Plummer, 1995; Lins ve Slack, 1999; Groisman ve diğ., 2001; Zhang ve diğ., 2001; Molnár ve Ramírez, 2001; Burn ve Hag Elnur, 2002; Kahya ve Kalaycı, 2004; Birsan ve diğ., 2005).

Yağış, günlük hayatımıza etkisi yüzünden karmaşık hidrolojik döngünün belki de en önemli bileşenidir. Bu yüzden yağış iklimi idare eden değişikliğin anlaşılmasına doğrudan etki etmektedir. Noktasal yağış, hidrolojik döngünün gözlenmesi için önemli bir eleman olarak ve yeryüzünde ölçülen geniş bir veri topluluğudur.

Ekstrem yağışlardaki trend sıcaklığına göre daha karmaşıktır. Yoğun yağışa sahip çok sayıda günler Japonya'da (Iwashima ve Yamamoto, 1993), ABD'de (Karl ve diğ., 1996) artmıştır, ancak Kuzey Çin'de negatif bir trend tespit edilmiştir. Yoğun yağışlar kış aylarında trendlerde artış gösterirken, yaz aylarında İngiltere'de azalmıştır. Güney Asya'da ekstrem olaylardan çıkarılan yıllık yağışların katkısı artmıştır, ancak incelenmiş istasyonların çoğunda yağışların frekanslarında küçük bir azalma vardır. Güney Asya'da yüksek enlemlerdeki büyük miktar yağışlar, yağış yoğunluğundan ziyade frekans ve sürelerdeki değişimi göstermektedir.

Türkiye'de sıcaklık ve yağış trend analizleri bazı bilim adamları tarafından çalışılmaktadır. Bölgemizdeki iklim değişikliğinin 4 büyük şehre olan etkisi Tayanç ve Toros (1997) tarafından çalışılmıştır. Sıcaklıktaki ve yağıştaki değişikliklerin anlamlı olarak büyük ölçekteki atmosferik değişikliğin bir etkisi olduğu ortaya konmuştur.

Son yıllarda Türkiye'de özellikle can ve mal kaybına yol açan yeterli drenaj sistemlerinden yoksun şehir merkezlerini etkileyen kısa süreli yağışlara bağlı böyle taşkın örneklerine rastlanmaktadır. Bütün bunların ışığında, bu çalışmada Türkiye'nin değişik bölgelerindeki yağış istasyonlarında gözlenmiş, değişik zaman aralıkları için (5 dakikadan 60 dakikaya kadar) yağışların trendleri incelenmiştir.

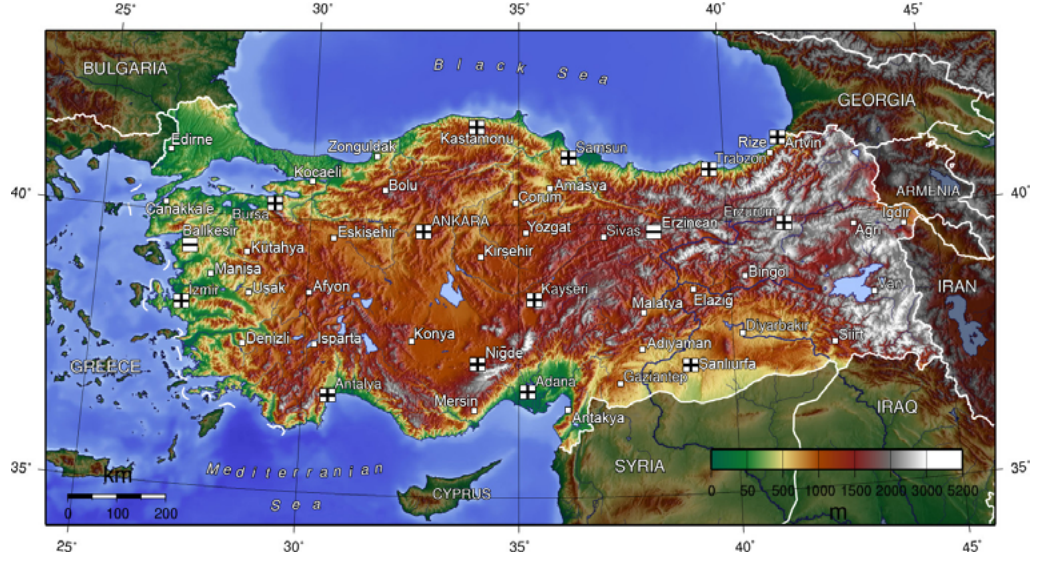
## Veriler

Şehir hidrolojisi ile ilgili planlamalarda temel olduğu için ve belli başlı hidrolojik uygulamalarda, kısa süreler için maksimum yağış yoğunluk değerlerinin tahmini gereklidir. Kısa süreli yağış yoğunlukları, özellikle ekstrem konvektif yağış olaylarından üretildiklerinde ve bu süreler 5-10 dakikanın altında düşünüldüğünde büyük bir belirsizlikle etkilenirler. Bu yağış tipleri ciddi şehir taşkınlarına yol açan yetersiz drenaj sistemleri ve düz havzalarla birlikte düşünüldüğünde yüzey akışının büyük hacimdeki suyu üretebilmesi büyük fırtınalarla bağlantılı olarak kısa süreli yağış ve yüksek yoğunluk yüzünden özellikle şehir merkezlerinde etkili olur.

Türkiye'nin kuru ve ılık iklimi, Kuzey-Doğu ve Karadeniz bölgesi hariç, Kuzey Afrika ve Arap çöllerinden gelen kıtasal tropik hava akımlarından özellikle yaz aylarında etkilenir. Ortalama yıllık yağış toplamı İç ve Doğu Anadolu da 500 mm'nin altında, Doğu Karadeniz ve Batı Akdeniz kıyı bölgelerinde 1000 mm'nin üzerindedir.

Bu çalışmada kullanılan kısa süreli yağış verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Bu veriler Türkiye'nin farklı yağış rejimleri olan iklim bölge-

lerini de temsil etmektedir. Bu seçilmiş ve yeterli verisi olan istasyonların lokasyonları, nüfusları ve kayıt süreleri Tablo 1'de ve yerleri Türkiye haritası üzerinde Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Meteoroloji istasyonları ve trend işaretleri.

Tablo 1. İstasyonların lokasyonları, nüfusları ve kayıt süreleri.

İstasyon	Boylam	Enlem	Yükseklik(m)	Nüfus	Kayıt Süresi
Edirne	26.34	41.40	48	402606	1949-2000 (46)
Zonguldak	31.48	41.27	136	615599	1945-2000 (52)
Kastamonu	33.47	41.22	799	375476	1948-2000 (49)
Samsun	36.15	41.21	44	1209137	1957-2000 (43)
Artvin	41.49	41.11	597	191934	1965-2000 (29)
Rize	40.31	41.02	4	365938	1940-2000 (60)
Trabzon	39.43	41.00	30	975137	1957-2000 (41)
Kocaeli	29.56	40.47	76	1206085	1945-2000 (55)
Bolu	31.31	40.44	742	270654	1949-2000 (50)
Amasya	35.50	40.39	412	365231	1965-2000 (31)
Çorum	34.57	40.33	837	597065	1958-2000 (42)
Gümüşhane	39.28	40.28	1219	186953	1967-2000 (30)
Bursa	29.04	40.11	100	2125140	1951-2000 (50)
Çanakkale	26.25	40.09	3	464975	1958-2000 (35)
Ankara	32.53	39.57	902	4007860	1940-2000 (56)
Erzurum	41.16	39.55	1869	937389	1956-2000 (37)
İğdır	44.03	39.55	500	168634	1966-2000 (35)
Yozgat	34.48	39.49	1298	682919	1960-2000 (28)
Eskişehir	30.34	39.47	801	706009	1940-2000 (50)
Erzincan	39.30	39.45	1215	316841	1957-2000 (36)
Sivas	37.01	39.45	1285	794989	1958-2000 (41)
Ağrı	43.03	39.43	1632	528744	1967-2000 (34)
Balıkesir	27.53	39.38	147	1076347	1957-2000 (30)
Kütahya	29.58	39.25	969	656903	1941-2000 (38)
Kırşehir	34.10	39.09	985	253239	1942-2000 (52)
Bingöl	40.29	38.53	1177	253739	1966-2000 (26)
Afyon	30.32	38.45	1034	812416	1957-2000 (38)
Kayseri	35.29	38.44	1068	1060432	1950-2000 (47)
Uşak	29.24	38.41	919	322313	1941-2000 (43)
Elazığ	39.14	38.40	1105	569616	1957-2000 (44)
Manisa	27.26	38.37	71	1260169	1958-2000 (32)
Van	43.23	38.30	1725	877524	1956-2000 (41)
İzmir	27.10	38.26	25	3370866	1938-2000 (52)
Malatya	38.22	38.21	998	853658	1958-2000 (39)
Niğde	34.41	37.58	1208	348081	1959-2000 (42)
Siirt	41.57	37.55	895	263676	1959-2000 (35)

Tablo 1'in devamı

Diyarbakır	40.14	37.54	677	1362708	1940-2000 (41)
Konya	32.29	37.52	1028	2192166	1950-2000 (45)
Denizli	29.05	37.47	428	850029	1959-2000 (34)
Isparta	30.33	37.46	997	513681	1957-2000 (36)
Adıyaman	38.17	37.45	669	623811	1965-2000 (32)
Şanlıurfa	38.47	37.09	547	1443422	1959-2000 (29)
Gaziantep	37.23	37.04	855	1285249	1957-2000 (34)
Adana	35.20	37.00	23	1849478	1944-2000 (54)
Antalya	30.42	36.53	50	1719751	1950-2000 (51)
Mersin	34.38	36.48	5	1651400	1958-2000 (40)
Antakya	36.10	36.35	100	1253726	1958-2000 (42)

## Bulgular ve tartışma

Türkiye'nin farklı bölgelerinde konumlanmış olan 46 meteorolojik istasyonda gözlenen 5, 10, 15, 30 ve 60 dakikalık kısa süreli yağış trendleri araştırılmıştır.

Swed ve Eisenhart (1943) non-parametrik testi kısa süreli yağış serilerinin homojenliğinin belirlenmesi için uygulandı. Serilerin homojen oldukları anlaşılmıştır.

Yoğun nüfusun olduğu şehirlerdeki trendlerde artış eğilimi görülmektedir. Şekil 1'de pozitif trendlerin olduğu istasyonlar (+), negatif trendlerin olduğu istasyonlar (-) ve trend olmayan istasyonlar ise kare ile ifade edilmiştir. Mann-Kendall trend analizi sonuçları Tablo 2 'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kısa süreli yağışların trend analizi sonuçları

İstasyon	5 Dakika	10 Dakika	15 Dakika	30 Dakika	60 Dakika
Edirne	0.4829	0.9752	1.2877	1.3255	1.5054
Zonguldak	1.4046	0.4814	0.4735	0.3867	-0.1736
Kastamonu	-0.7068	-0.8447	-0.9568	-1.5947	-1.6550*
Samsun	-2.2291**	-2.2082**	-2.2501**	-1.5070	-1.6326
Artvin	-1.7820*	-2.5886**	-2.6449**	-3.2639**	-2.7387**
Rize	0.8802	1.5052	0.5421	0.9057	1.1735
Trabzon	1,8870*	0.9323	1.4714	1,9319*	1.1794
Kocaeli	-0.9946	-0.6098	-1.0236	-1.2486	-1.3721
Bolu	-0.8281	0.2426	0.4517	0.6692	1.0874
Amasya	1.2747	1.1897	0.2889	-0.3059	-0.5949
Çorum	-0.7261	-0.6719	-0.8562	-1.5172	-1.6364
Gümüşhane	0.9456	0.7315	0.8742	0.8564	1.3738
Bursa	0.4099	0.4099	0.7696	1.3300	1,9072*
Çanakkale	-0.8095	-0.1562	-0.2130	0.8237	0.4260
Ankara	-0.8693	-0.2474	-0.0919	-1.3852	-2,1485**
Erzurum	-0.7083	-1.2667	-1,8661*	-0.9398	2,0840**
İğdır	-0.1562	-0.7385	-0.0568	0.6533	0.7101
Yozgat	0.0988	-0.1581	-0.0198	-0.7903	-1.1459
Eskişehir	-0.6106	-0.5437	-0.7110	-0.5772	-0.3262
Erzincan	-0.7083	-1.2667	-1,8661*	-0.9398	0.1090
Sivas	1.1007	0.6739	0.4830	0.4493	0.7188
Ağrı	-1.1860	-1.6010	-1.4231	-0.8005	-0.4447
Balıkesir	0.2498	0.2141	0.4103	0.9813	1.8911*
Kütahya	-0.4526	-0.5532	-0.8423	-0.4023	-0.5280
Kırşehir	1.2073	0.9469	0.6550	-0.4182	-0.5366
Bingöl	0.3086	0.8155	0.8155	0.2425	-0.1102
Afyon	-0.0251	0.3143	0.2514	0.7292	1.0686
Kayseri	-2.8979**	-3.1913**	-2.5219**	-2.0909**	-1.4673
Uşak	-1.1093	-0.9733	-0.6070	0.0419	-0.9419
Elazığ	0.5057	0.4855	0.7282	0.8597	0.7383
Manisa	0.0000	0.1784	0.5189	0.3405	0.3243
Van	-0.4605	0.1011	0.0337	-0.3819	-0.1011
İzmir	0.8207	1.4756	1,9254*	2,5409**	3,1091**

Tablo 2'nin devamı

Malatya	0.9073	-0.4476	-0.6048	-1.1129	-1.1492
Niğde	-2.0591**	-2.5685**	-2.6335**	-2.1350**	-2.0483**
Siirt	0.6391	0.7669	0.3692	-0.1988	-0.1420
Diyarbakır	0.4380	0.4605	0.4942	0.4830	0.2246
Konya	0.7924	0.7239	0.2739	-0.2641	-0.6554
Denizli	0.9636	1.5417	1.7493	1.2304	0.6226
Isparta	0.1226	-0.2316	-0.6538	-0.5312	0.3541
Adıyaman	-0.7784	-0.7135	-0.8757	-0.7460	0.0649
Şanlıurfa	-0.8066	-1.2005	-1.4631	-1.7070*	-1.3131
Gaziantep	0.3558	-0.2965	0.0296	0.3113	0.0593
Adana	2,4022**	2,2232**	2,1859**	1,9845**	1.4026
Antalya	-0.3980	0.2437	0.7148	2,4123**	2,9484**
Mersin	-0.4660	-1.2001	-0.9787	-1.1068	-1.1535
Antakya	0.1626	0.8995	0.7478	1.1379	1.2463

\* % 1 anlamlılık seviyesi. \*\* % 5 anlamlılık seviyesi.

Akdeniz bölgesindeki çalışılan istasyonlar İzmir, Antalya ve Adana istasyonlarıdır. Bölgedeki en kalabalık şehir olan İzmir istasyonunda 15, 30 ve 60 dakikalık yağışlarda önemli bir artış bulunmaktadır. Bu sürelerdeki yağış yükseklikleri ve buna uygun olan eğim çizgileri Şekil 2a, 2b ve 2c de gösterilmiştir. Trend eğimleri sırasıyla 0.08, 0.13 ve 0.24 tür. Buna rağmen 1940-1945, 1965-1968, 1979-1981 ve 1995-1998 yıllarında genel trende uymayan ekstrem yağışlar da gözlenmiştir. İzmir istasyonunda, 15 dakikalık kısa süreli yağışta trend çizgisine uygun olarak 1938'te 11 mm yağış yüksekliği mevcut iken, 1970'te 13.5 mm'ye artmıştır ve 2000 yılında 15.5 mm ölçülmüştür. Genel anlamda 52 yıllık süre zarfında yaklaşık %46 artış belirlenmiştir.

Adana istasyonunda, 1944-2000 yılları arasında 5, 10, 15 ve 30 dakikalık kısa süreli yağışlarda yağış yüksekliğindeki artış oranı %42 ile %49 arasındadır (Şekil 3a, 3b, 3c, 3d). Akdeniz makro-klimasıyla yakın ilişkili olan bu bölgede yağış rejiminin değişmekte olduğu düşünülebilir.

Akdeniz ikliminden oldukça farklı iklim karakterlerine sahip olan Doğu Anadolu'da da kısa süreli yağışlarda bir artış görülmektedir (Erzincan istasyonu hariç). Erzincan istasyonunda yalnızca 15 dakikalık kısa süreli yağışta %24'lük bir azalma oranı vardır (Şekil 4).

15 ve 60 dakikalık kısa süreli yağışlar için Erzurum istasyon trendlerinde sırasıyla %10 ve %33 artış oranı bulunmuştur (Şekil 5a, 5b). Bu oranlar Akdeniz de gözlenenden daha düşüktür.

Orografik yağışların gözlendiği Karadeniz bölgesinde kısa süreli yağışlarda önemli artışlar vardır. Örnek olarak Trabzon istasyonunda 5 ve 10 dakikalar için trendler sırasıyla %44 ve %67 artış oranı göstermektedir. Ayrıca genel trende uymayan ekstrem yağışlar 1966, 1974-1975, 1982-1986, 1992-2000 yıllarında bulunmaktadır.

Türkiye'nin en kurak bölgesi olan Güneydoğu Anadolu'da artış veya azalış gözlenmemiştir. Sadece Şanlıurfa istasyonunda 30 dakikalık kısa süreli yağışta %2 lik bir artış oranı elde edilmiştir.

İç Anadolu bölgesinde de az artış trendi vardır. Ankara istasyonunda %10 artış oranı gözlenmiştir. Kayseri istasyonunda 5, 10, 15 ve 30 dakika kısa süreli yağışlar için ve Niğde istasyonunda 5, 10, 15, 30 ve 60 dakika kısa süreli yağışlarda %2 artış oranı gözlenmiştir. Ekstrem yağışlar 1995 ve 2000 yılları arasında görülmektedir.

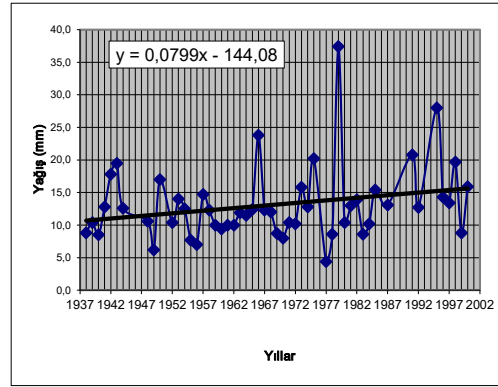
Karadeniz ve Akdeniz makro-klimalarının karışımına sahip olan ve Türkiye'nin en gelişmiş bölgesi olan Marmara bölgesinde önemli bir artış trendi yoktur. Yalnızca Bursa istasyonunda 60 dakikalık kısa süreli yağış için %10 artış oranı ve Balıkesir istasyonunda yine 60 dakikalık kısa süreli yağış için %2'lik bir azalma oranı gözlenmiştir (Şekil 6).

Artvin istasyonunda ise 1965 ile 2000 yılları arasında tüm kısa süreli yağış sürelerinde %1 artış oranı gözlenmiştir (Şekil 7). Kısa süreli yağışların artış oranları Tablo 3'de sunulmuştur.

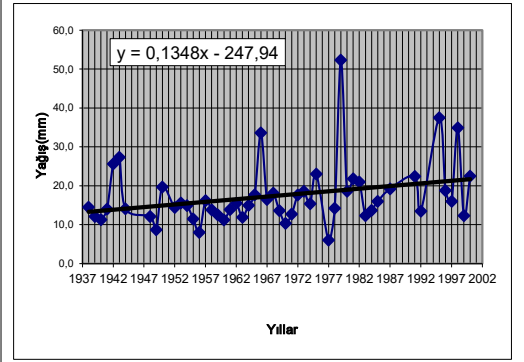


Tablo 3. Trend olan istasyonlardaki kısa süreli yağışların artış oranları

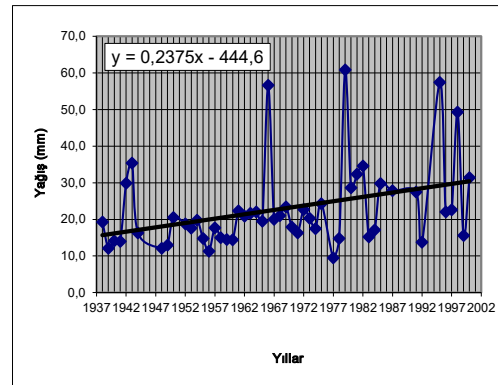
İstasyon	5 dakika	10 dakika	15 dakika	30 dakika	60 dakika
Kastamonu	-	-	-	-	2%
Samsun	2%	2%	2%	-	-
Artvin	1%	1%	1%	1%	1%
Trabzon	44%	-	-	67%	-
Bursa	-	-	-	-	10%
Ankara	-	-	-	-	10%
Erzurum	-	-	10%	-	33%
Erzincan	-	-	-24%	-	-
Balıkesir	-	-	-	-	-2%
Kayseri	2%	2%	2%	2%	-
İzmir	-	-	46%	62%	93%
Niğde	2%	2%	2%	2%	2%
Şanlıurfa	-	-	-	2%	-
Adana	42%	49%	47%	45%	-
Antalya	-	-	-	59%	79%



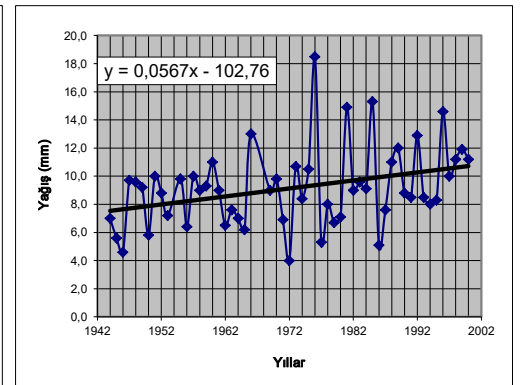
Şekil 2a. 15 dakika İzmir istasyonu.



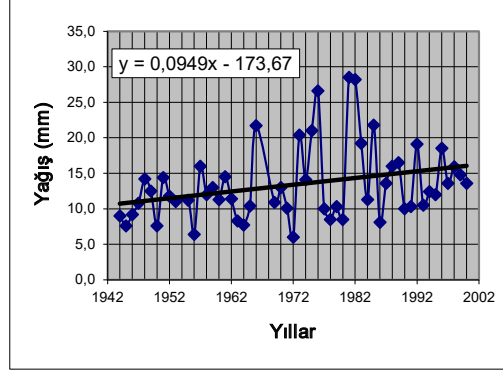
Şekil 2b. 30 dakika İzmir istasyonu.



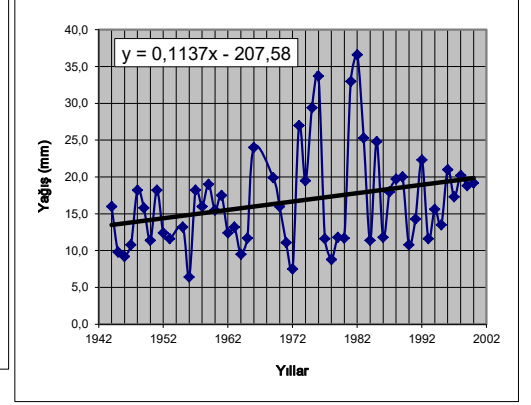
Şekil 2c. 60 dakika İzmir istasyonu.



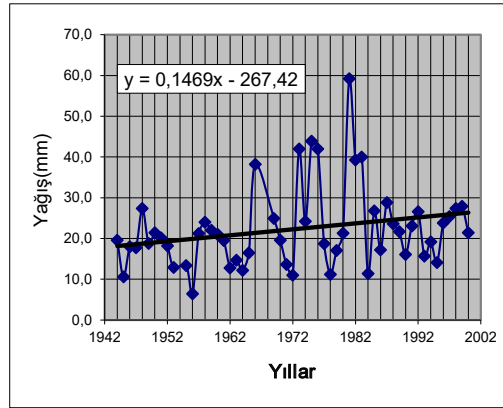
Şekil 3a. 5 dakika Adana istasyonu.



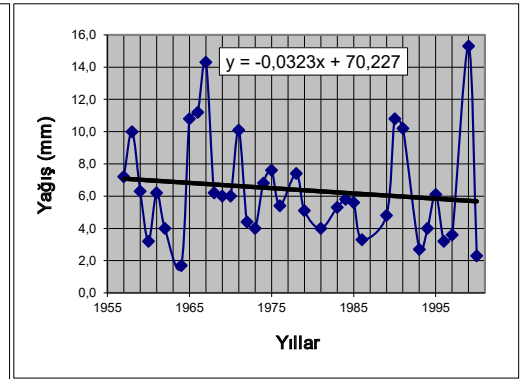
Şekil 3b. 10 dakika Adana istasyonu.



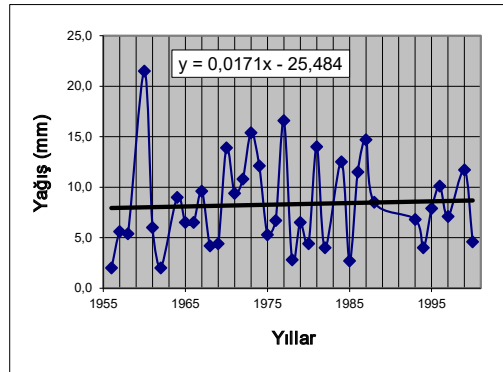
Şekil 3c. 15 dakika Adana istasyonu.



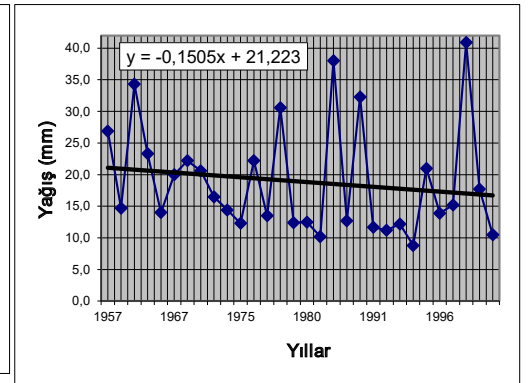
Şekil 3d. 30 dakika Adana istasyonu.



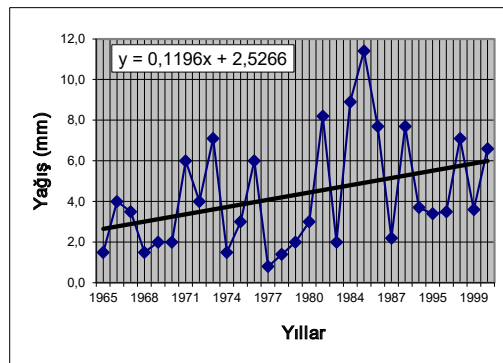
Şekil 4. 15 dakika Erzincan istasyonu.



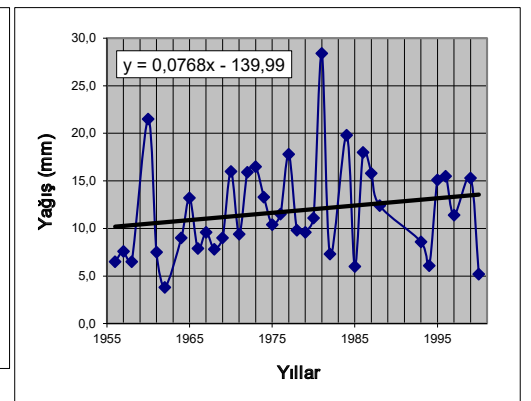
Şekil 5a. 15 dakika Erzurum istasyonu.



Şekil 5b. 60 dakika Erzurum istasyonu



Şekil 6. 60 dakika Balıkesir istasyonu.



Şekil 7. 5 dakika Artvin istasyonu.

## Sonuçlar

Bu çalışmada Türkiye’de 1938-2000 yılları arasında 46 yağış istasyonundaki yıllık ekstrem yağış verileri kullanılarak kısa süreli yağışların trendleri araştırılmıştır. Serilerin homojenlik testleri yapılmış ve kısa süreli yağışların homojen olduğu görülmüştür. Trend için Mann-Kendall non-parametrik testi kullanılmıştır.

İstatistiksel olarak pozitif trende sahip 13 istasyon, Akdeniz ve Karadeniz ikliminden etkilenen Türkiye’nin batısında, Karadeniz ikliminden etkilenen Türkiye’nin kuzey doğusunda ve Akdeniz ikliminden etkilenen Türkiye’nin güney batısında yer almaktadır.

En büyük eğimli trend, 1938 ile 2000 yılları arasında 60 dakikalık kısa süreli yağışta %93 artış oranı ile İzmir istasyonunda gözlenmiştir. En düşük eğimli trend ise 1965 ile 2000 yılları arasında tüm kısa süreli yağış sürelerinde %1 artış oranı ile Artvin istasyonunda gözlenmiştir.

Negatif trendler sadece iki istasyonda gözlenmiştir. Bunlar 15 dakikalık yağış için %24 azalma oranıyla doğuda yer alan Erzincan istasyonu ve 60 dakikalık yağış için %2 azalma oranıyla Balıkesir istasyonudur.

Bunlara ek olarak, önemli pozitif trende sahip kısa süreli yağışların zaman serilerinde genel trend çizgisine uymayan olağanüstü yağış olayları vardır. Bu ekstrem yağışlar özellikle 1940-1945, 1965-1968, 1974-1975, 1979-1981, 1982-1986, 1992-2000, 1995-1998 periyotlarındadır.

## Kaynaklar

- Birsan, M.V., Molnár, P., Burlando, P. and Pfaundler, M., (2005). Streamflow trends in Switzerland, *Journal of Hydrology*, 314, (1-4), 312-329.
- Burn, D.H. and Hag Elnur, M.A., (2002). Detection of hydrologic trends and variability, *Journal of Hydrology*, 255, 107-122.
- Groisman, P.Y., Knight, R.W. and Karl, T.R., (2001). Heavy precipitation and high streamflow in the contiguous United States: trends in the twentieth century, *Bulletin for the American Meteorological Society*, 82, (2), 219-246.
- IPCC, (1995). Climate changes: Contribution of Working Group I to the Second Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 141-193.
- IPCC, (1996). In: Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A., Maskell, K. (Eds.), *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Iwashima T. and Yamatomo R., (1993). A statistical analysis of the extreme events: Long-term trends of heavy precipitation, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 71, 637-640.
- Kahya, E. and Kalayci, S., (2004). Trend analysis of streamflow in Turkey, *Journal of Hydrology*, 289, 128-144.
- Karl, T.R. and Plummer, N., (1995). Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century, *Nature*, 377, 217-220.
- Karl, T.R., Knight, R.W., Easterling D.R. and Quayle R.G., (1996). Indices of climate change for the United States, *Bulletin for the American Meteorological Society*, 77, 279-292.
- Lettenmaier, D.P., Wood, E.F. and Wallis, J.R., (1994). Hydro-climatological trends in the continental United States, 1948-88, *Journal of Climate*, 7, 586-606.
- Lins, H.F. and Slack, J.R., (1999). Streamflow trends in the United States, *Geophysical Research Letter*, 26, (2), 227-230.
- Molnár, P. and Ramírez, J. G., (2001). Recent trends in precipitation and streamflow in the Rio Puerco basin, *Journal of Climate*, 14, 2317-2328.
- Plummer, N., Salinger, M.J., Nicholis, N, Suppiah, R., Henhessy, K.J., Leighton, R.M., Trewin, B., Page, C.M. and Lough, G.M., (1999). Changes in climate extremes over the Australian region and New Zealand during the twentieth centuries, *Climate Change*, 42, 183-202.
- Swed, F.A. and Eisenharth, C., (1943). Tables for testing randomness of grouping in a sequence of alternatives, *Annals Mathematical Statistics*, 14, 66-87.
- Tayanç M. ve Toros H., (1997). Urbanization effects on regional climate change in the case of four large cities of Turkey, *Climatic Change*, 35, 501-524.
- Zhang, X., Harvey, K.D., Hogg, W.D. and Yuzyk, T.R., (2001). Trends in Canadian streamflow, *Water Resources Research*, 37, (4), 987-998.