

# 1971 - 2004 Yılları Arası Türkiye İklim İndisleri Trendleri

SERHAT SENSOY 1, Mesut Demircan 1, Iker Alan 1

1. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, P.O.Box: 401, Ankara, Türkiye

## Özet

İklim değişikliği belirleme ve görüntüleme; iklim sisteminin karmaşık ve küresel yapısı nedeniyle uluslar arası işbirliği ve disiplinler arası çalışmalar kaçınılmazdır.

Ekstrem hava olayları, doğa ve toplum üzerine büyük etkiler yapar. Doğaldır ki ekstremlerdeki değişikliği anlamak için dünyanın bütününün analiz edilmesi gerekir. IPCC' nin 3. Değerlendirme Raporunda (TAR) ekstremlerdeki değişikliğin analizinde neredeyse dünyanın yarısı temsil edilmiyordu. WMO ve CLIVAR ortak iklim değişikliği belirleme, görüntüleme ve indis uzman grubu (ETCCDMI) aşağıdaki soruya cevap bulmak için uğraştı: İklim değişikliğini belirleme ve görüntüleme hangi gözlem verilerine ihtiyaç vardır ve hangi analizler bu konuda faydalı bilgiler sağlar? Grup, ekstremlerin analizi için günlük verilerden türemiş indisler üzerine yoğunlaştı. Aylık veriler önemli bilgileri filtre eder. Bu nedenle analizlerde günlük veriler kullanılmaktadır. İndislerden sağlanan bilgi ve daha fazlası için <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/wmo/ccl/> (Zwiers et al, 2003) adresine bakılabilir. Belirlenen indisleri hesaplamak üzere Kanada Meteoroloji Servisinden Xuebin Zhang kullanıcı dostu RCLimDex yazılımını geliştirmiştir. Bu yazılım R istatistik paketini kullanmaktadır. R ile ilgili daha fazla bilgi <http://www.r-project.org> adresinden edinilebilir. 27 adet indis, RclimDex yazılımı ve kullanım kılavuzuna <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI> adresinden ulaşılabilir.

Bu inisiyatif 1999 yılında başladı ve uzman grubu bugüne kadar 6 adet bölgesel çalıştay düzenlemiştir. Bunlardan birisi de Orta Doğu için 4 - 9 Ekim 2004'te Alanya, Türkiye'de gerçekleşti. 11 ülkeden 12 araştırmacının katıldığı bu çalıştayda 75 istasyon verisi kullanılarak 27 adet iklim indisi her ülke için ayrı ayrı üretilmiş ve daha sonra bölgesel sinyal için birlikte analiz edilmişlerdir. Sonuçlar Amerikan Jeofizik Birliğinin(AGU) yayın organında yayınlanmıştır (Zhang et al., 2005).

RCLimDex ham veri üzerinde birkaç kalite kontrol işlemi gerçekleştirdikten sonra 27 adet çekirdek indisi üretmektedir. İndislerden türemiş bilgi yalnızca ortalama değer zaman içinde nasıl değiştiğini değil; aynı zamanda verinin istatistiksel dağılımının nasıl değiştiği konusunda da bilgi içerir. Ayrıca sonuçlar bize ekstremlerin trendleri hakkında çok önemli bilgiler sağlar.

Bu çalışmada RCLimDex yazılımını Türkiye'deki yaklaşık 100 istasyon için 1971-2004 periyodunda çalıştırdık. İstasyon indis çıktılarını aynı veri periyodunda karşılaştırmak amacıyla aynı iklim periyodu seçilmiştir. Ülkedeki iklim değişimini ayrıntılı bir şekilde bir uçtan bir uca görüntülemek amacıyla 1971-2000 periyoduna göre her indis için ortalama bir trend hesaplanmıştır.

Sonuçlar göstermektedir ki; tüm Türkiye'de buz günleri ve donlu günler sayıları azalırken; yaz günleri ve tropik geceler sayıları artmaktadır. Yaz günleri on yılda ortalama 6 gün artmaktadır. Trendlerin çoğu %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Büyüme sezonu uzunluğu sahil kesimleri dışındaki yerlerde artmaktadır. Bu durum, belki yaz mevsimi tarım ürünleri üzerine olumlu etki yapabilecek fakat kışlama gereksinimi olan meyve ağaçlarına negatif etki yapacaktır. Maksimumların maksimumu, maksimumların minimumu, minimumların maksimumu ve minimumların minimumu sıcaklıkları birçok istasyonda artmaktadır. Serin günler ve serin geceler sayısı azalırken; sıcak günler ve sıcak geceler sayısı bütün Türkiye'de artmaktadır. Günlük sıcaklık genişliği (Tmax - Tmin) karasal iç kesimlerde artarken; sahil alanları boyunca azalmaktadır.

Günlük yağış yoğunluk indisi birçok istasyonda artmaktadır. Hatta Ege ve İç Anadolu'da yıllık toplam yağışı azalan 30 adet istasyonda bile günlük yoğunluk indisi artmaktadır. Şiddetli yağışlı gün sayıları özellikle Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde artmaktadır ve genellikle ekstrem sel olaylarına neden olmaktadır. Maksimum 1 günlük ve 5 günlük yağış miktarları da Marmara'nın doğusu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri dışında kalan bölgelerde artmaktadır. Ardışık kurak geçen günler sayısı kuraklıkla mücadele eden Konya, Karapınar, Ceylanpınar ve Iğdır'da azalırken; ne yazık ki Marmara, Ege ve Karadeniz bölgelerinde artış göstermektedir. Ardışık ıslak günler sayısı Ege bölgesi ve Konya'da azalırken; özellikle Marmara'nın doğusu, Afyon, Burdur, Niğde, Sinop, Sivas, Rize, Kilis ve Muş civarlarında artmaktadır.

*Özet olarak, genellikle ülke boyunca maksimum ve minimum sıcaklıkları da etkileyen bir ısınma trendi söz konusudur. Fakat yağıştaki değişimde çok karışık desenler söz konusudur. Ortalama yıllık toplam yağış miktarı azalsa bile bir günlük maksimum yağış miktarları artmaktadır.*

Anahtar sözcükler: Ekstrem olaylar, iklim değişikliği, iklim indisleri, iklim görüntüleme

## Abstract

Given the complexity and global nature of the climate system, cooperative activities within international and interdisciplinary programs are indispensable for monitoring and predicting climate change.

Extreme climate events usually have strong impacts on society and a small change in the mean condition can cause a large change in the likelihood of an extreme. A joint WMO CCI/CLIVAR Expert Team (ET) on Climate Change Detection, Monitoring and Indices has defined 27 core climate indices mainly focusing on extreme events using freely available software, RClimDex, developed and maintained on behalf of the ET by the Climate Research Branch of Environment Canada.. Indices have the advantage that they can be freely exchanged within the international scientific community. The complete list of the 27 indices, RClimDex software and users guide are available from <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI>.

RClimDex creates 27 core indices after performing several QC checks on the raw data. The information provided by the indices not only includes how the mean values changed over time but how the statistical distribution of the data changed. Also results give us very important information about the trends in extremes. We have run RClimDex for 100 stations in Turkey for the period from 1971 to 2004. We selected the same data period in order to compare station's outputs for the same climatic period. To provide an overall picture of climate variation in the country, we computed average trends for every index, relative to the period 1971-2000.

The results show that numbers of summer days and tropical nights have been increasing all over Turkey while ice days and frost days decreasing. Summer days have increased about 6 days per decade. Most of the trends are statistically significant at the 5% level. Growing season length has increased over Turkey except for coastal regions. This will have a positive effect on summer agricultural products but some negative effects will be experienced by orchards for example which rely on cold conditions. Maximum of maximum, minimum of maximum, maximum of minimum and minimum of minimum temperatures have increased at most stations. Warm days and warm nights have been increasing all over Turkey while cool days and cool nights have been decreasing. Warm spells have increased while cold spells have decreased. Diurnal temperature range has increased in most inland stations while it has decreased along coastal areas.

Trends in simple daily intensity index have been increasing in most of the stations even mean annual total precipitation declined in 30 stations located in the Aegean and inland Anatolia. The number of heavy precipitation days have been increasing especially in the Black Sea and Mediterranean regions and usually cause extreme flood events. The maximum one-day and 5 days precipitation have also increased except eastern Marmara and south Anatolia region. Consecutive dry days have decreased especially in Konya, Karapınar, Ceylanpınar and Iğdır which are suffering drought problem but unfortunately there are increasing trends in Marmara, Aegean and the Black Sea Region. Consecutive wet days have increased especially in eastern parts of the Marmara and around Afyon, Burdur, Niğde, Sinop, Sivas, Rize, Kilis and Muş while decreasing in the Aegean and Konya.

*In summary, in general there are large coherent patterns of warming across in the country affecting both maximum and minimum temperatures but there is a much more mixed pattern of change in precipitation.*

**Keywords:** Extreme events, climate change, climate indices, climate monitoring

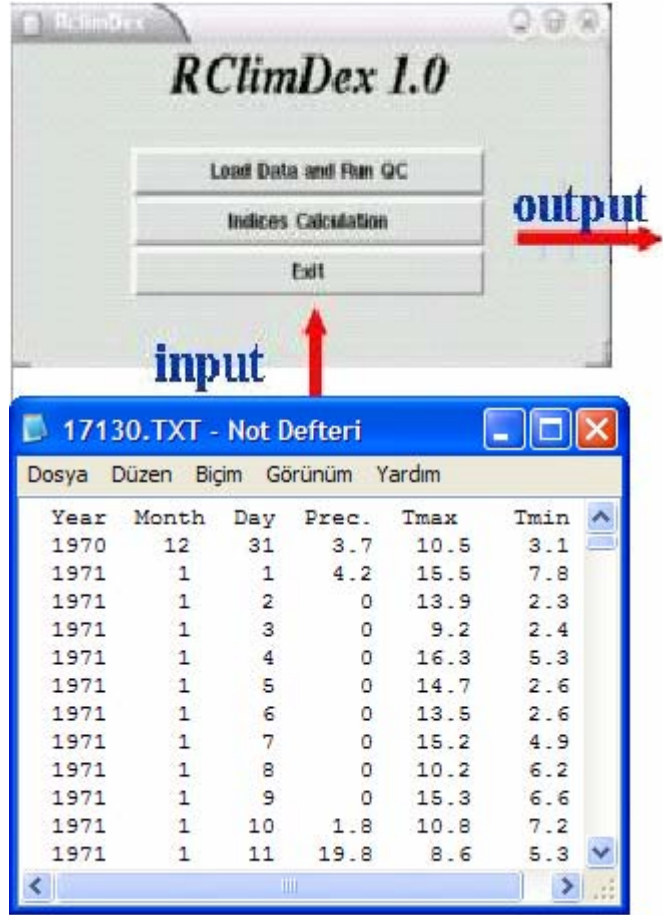
## Giriş

İklim değişikliği 21. yüzyıl insanının karşı karşıya kaldığı büyük sorunlardan bir tanesidir. Bu değişiklik hava paternlerindeki değişim ile ekstrem hava olaylarının frekans ve şiddetini arttıracaktır. İklim sisteminin karmaşıklığı ve küresel yapısı nedeniyle iklim değişikliğini tahmin etmede ve görüntülemde uluslar arası ve disiplinler arası işbirliği kaçınılmazdır. WMO ve CLIVAR İklim Değişikliği Belirleme, Görüntüleme ve İndis Uzman Grubu temelde ekstrem olaylara yönelik 27 adet iklim indisi belirlemiştir (Tablo 1). RClimDex yazılımı UG adına Kanada Meteoroloji Servisi'nden Dr. Xuebin Zhang tarafından geliştirilmiştir. RClimDex bedava R istatistik paketi altında çalışır <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/>. Yazılım girdi olarak günlük veri kullanır. Çünkü aylık veriler bazı önemli hava olaylarını filtreler.

### Materyal ve metot:

Bu çalışmada iklim indislerini üretmek için yaklaşık 100 klimatoloji istasyonunun 1971-2004 yılları arası verilerine RClimDex yazılımını uyguladık. Aynı iklim periyodundaki değişimi izlemek açısından tüm istasyonlar için aynı veri periyodunu seçtik. Ülkedeki iklim değişimini genel olarak görmek için 1971-2000 iklim periyodunda her indis için ortalama bir trend hesapladık. İndis hesaplanmasından önce veriye kalite kontrol ve homojenite işlemleri uygulanmıştır.

**Kalite kontrolü:** Muhtemel kalite sorunlarını yakalamak amacıyla yazılım günlük verinin birçok grafiğini çizmekte ve istatistiksel olarak  $X_{ort} \pm 4St$  Sapma verisinin dışında kalan veriler işaretlenmektedir. Dışarıda veya problemlili her veri metaverisine bakılarak elle doğrulanmakta ve QClog dosyasına yazılmaktadır.



Şekil 1. Kullanılan yazılım ve ham veri

Yazılım içindeki kalite kontrol prosedürleri şunlardır:

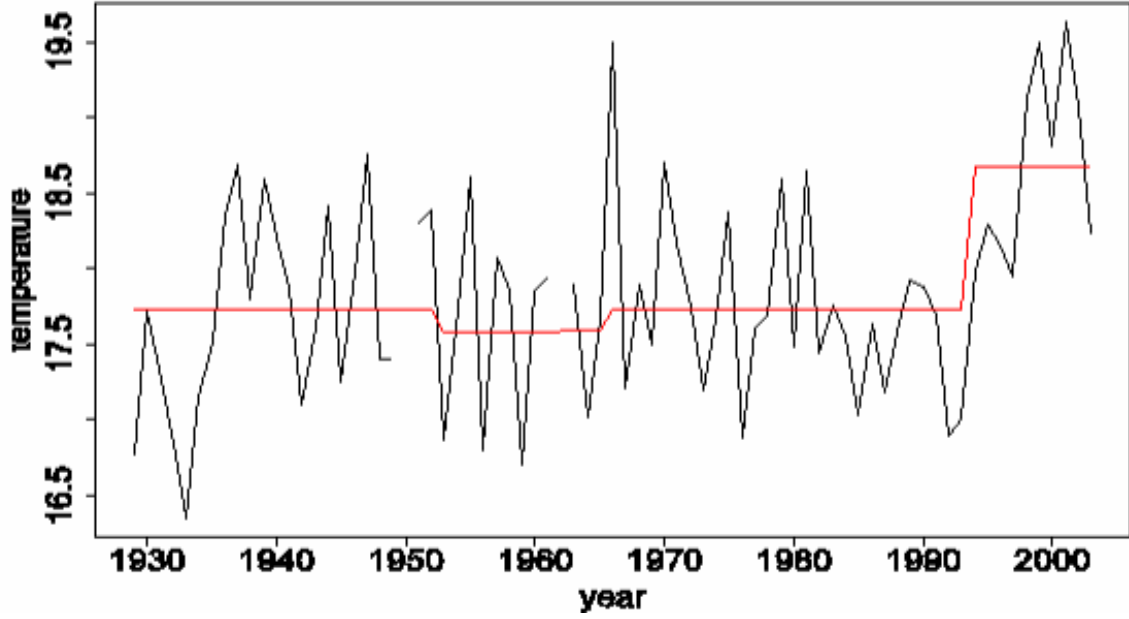
- Eğer yağış değeri (-) ise kayıp değer olarak kabul edilir (-99.9)
- Tmax < Tmin ise her iki veri de kayıp değer olarak kabul edilir (-99.9)
- Eğer veri  $X_{ort} \pm 4St$  Sapma'nın dışında kalıyor ise problemlili veri olarak kabul edilir.

**Veri homojenitesi:** Homojen iklimsel zaman serisi, değişimi yalnızca iklimsel değişimden kaynaklanan veri şeklinde tanımlanır (Aguilar, E. et all, 2004). Veri homojenitesi için Kanada Meteoroloji Servisi tarafından geliştirilen R tabanlı RHtest programı kullanılmıştır. (Şekil 2). Bu analiz tüm zaman serisine uygulanan doğrusal trend ile iki fazlı regresyon modeline dayanmaktadır (Wang, 2003).

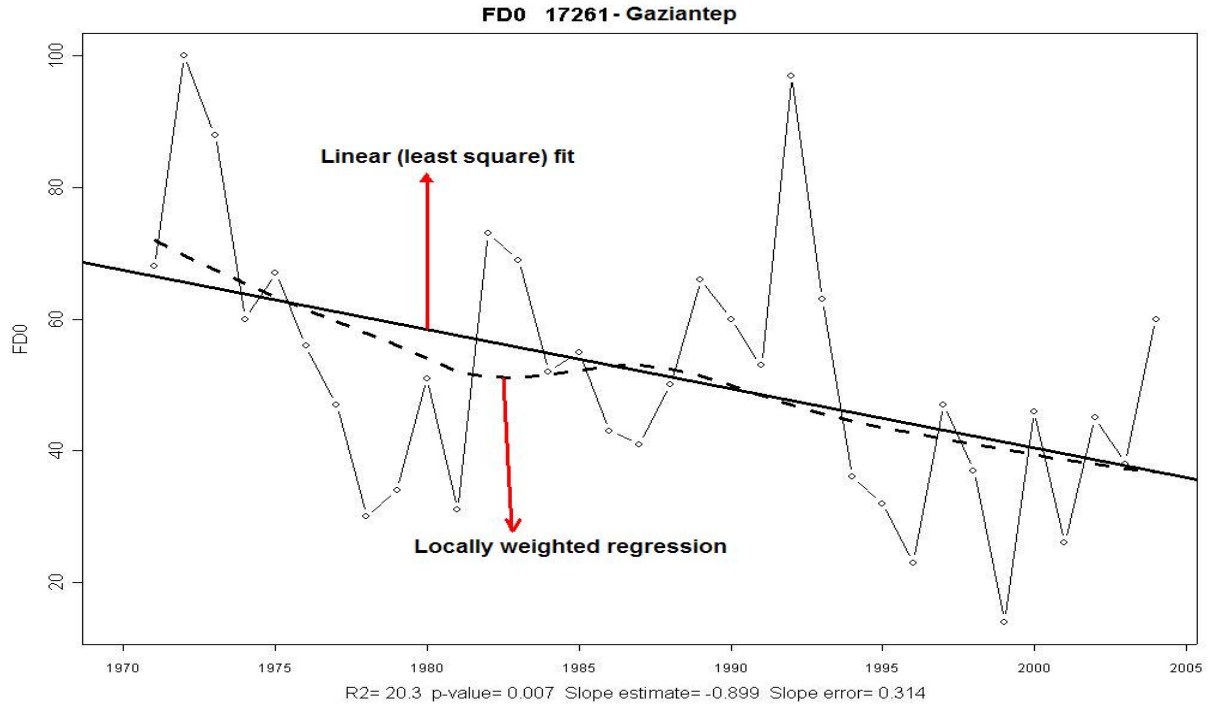
**Indis hesaplama:** Veriler kalite kontrolünden ve homojenite testinden geçtikten sonra indis hesaplamak için hazır hale gelirler. RCLimDex 27 adet iklim indisi hesaplar. Seride dışarıda kalan verilerin etkilerine karşı dayanıklı olan ve artıklar için bir dağılım varsaymadığı için, trend hesabında Kendall's tau tabanlı eğim tahmini kullanılmıştır. Eğer eğimin hatası eğim tahmininden büyük ise eğim tahminine güvenilmez. Eğer P değeri 0.05'ten küçük ise bu trend %95 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 3).

**Tablo 1. 27 adet çekirdek iklim indisi**

Indis- ID	Indis adı	Tanımlama	Birim
FD0	Donlu günler	Minimum sıcaklık < 0°C olduğu günler	Gün
SU25	Yaz günleri	Maksimum sıcaklık > 25°C olduğu günler	Gün
ID0	Buz günleri	Maksimum sıcaklık <0 °C olduğu günler	Gün
TR20	Tropik geceler	Minimum sıcaklık > 20°C olduğu günler	Gün
GSL	Büyüme sezonu uzunluğu	T>5°C olan ilk 6 gün ile T<5°C olan ilk 6 gün arasındaki günler toplamı	Gün
TXx	Max Tmax	Maksimum sıcaklıkların maksimumu	°C
TNx	Max Tmin	Minimum sıcaklıkların maksimumu	°C
TXn	Min Tmax	Maksimum sıcaklıkların minimumu	°C
TNn	Min Tmin	Minimum sıcaklıkların minimumu	°C
TN10p	Serin geceler	Tmin < normalinin %10 olduğu günler	Gün
TX10p	Serin günler	Tmax < normalinin %10 olduğu günler	Gün
TN90p	Sıcak geceler	Tmin > normalinin %90 olduğu günler	Gün
TX90p	Sıcak günler	Tmax > normalinin %90 olduğu günler	Gün
WSDI	Sıcak devre süresi indikatörü	Tmax > normalinin %90 olduğu en az 6 ardışık gün sayısı	Gün
CSDI	Soğuk devre süresi indikatörü	Tmin < normalinin %10 olduğu en az 6 ardışık gün sayısı	Gün
DTR	Günlük sıcaklık genişliği	Tmax - Tmin	°C
RX1day	1 Günlük maksimum yağış	Günlük maksimum yağış miktarı	mm
Rx5day	5 Günlük maksimum yağış	5 günlük ardışık maksimum yağış miktarı	mm
SDII	Günlük yağış yoğunluk indisi	Yıllık yağış toplamı / yağışlı gün sayısı	mm/gün
R10	Şiddetli yağışlı gün sayısı	Yağış >= 10 mm olduğu günler	Gün
R20	Çok şiddetli yağışlı gün sayısı	Yağış >= 20 mm olduğu günler	Gün
R25	Çok şiddetli yağışlı gün sayısı	Yağış >= 25 mm olduğu günler	Gün
CDD	Ardışık kurak günler sayısı	Yağışın < 1mm olduğu ardışık günler sayısı	Gün
CWD	Ardışık ıslak günler sayısı	Yağışın >= 1mm olduğu ardışık günler sayısı	Gün
R95p	Çok ıslak günler	Yağışın normalinin %95 inden fazla olduğu miktarları	mm
R99p	Aşırı ıslak günler	Yağışın normalinin %99 inden fazla olduğu miktarları	mm
PRCPTOT	Yıllık toplam yağış	Yıllık toplam yağış miktarı (P>=1mm)	mm



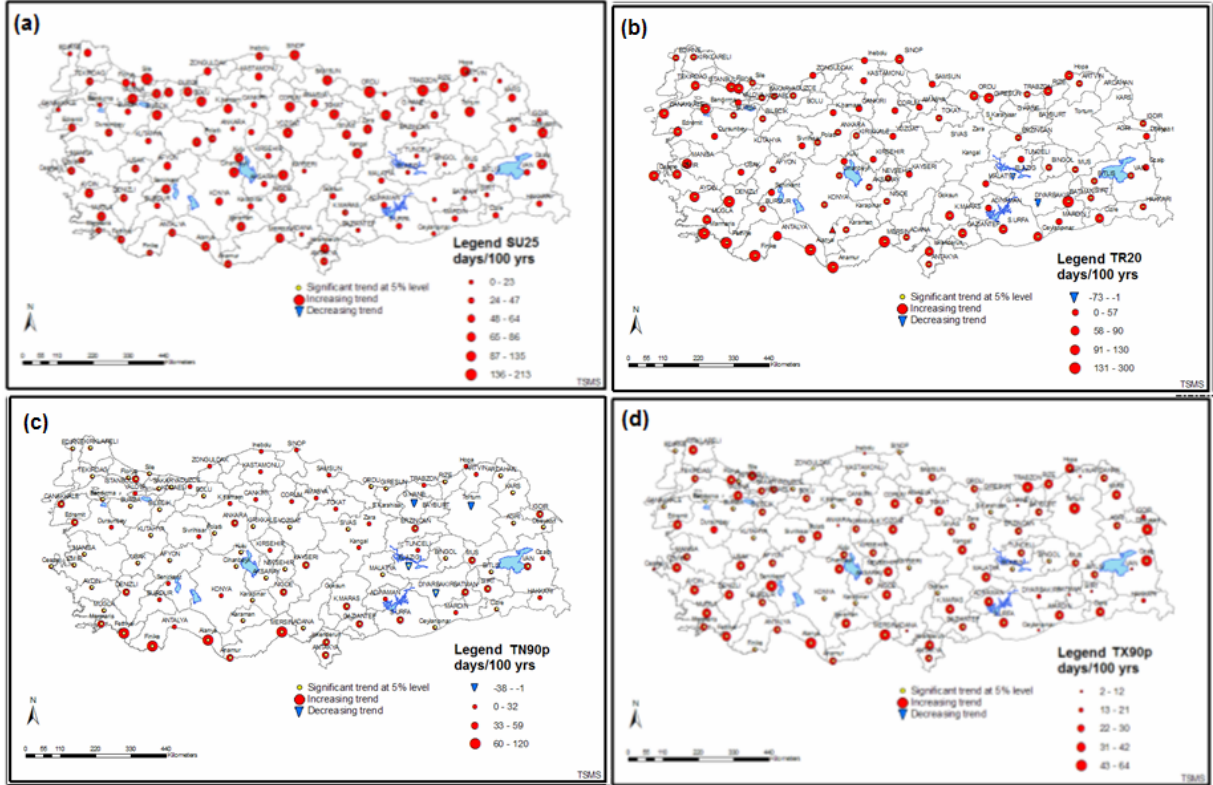
**Şekil 2.** Rize'nin yıllık ortalama maksimum sıcaklıkları için homojenite testi. 361'den az günü olan yıllar değerlendirmeden çıkartılmıştır. (siyah çizgi). Kırmızı çizgi zaman serisinde mümkün kırılmaların büyüklük ve zamanı ile homojen bölüm ile kırılmalar arasındaki doğrusal regresyonu göstermektedir. Bütün muhtemel değişiklikler ne istatistiksel olarak anlamlıdır ne de metaveri ile desteklenmiştir. Bununla birlikte 1990'lardaki büyük değişiklik hem istatistiksel olarak anlamlı hem de istasyon tarihsel metaverisi tarafından 1995'lerde yer değişikliği olduğu doğrulanmıştır. (Sensoy, S. et al, 2007).



**Şekil 3.** Gaziantep 1971-2004 arası donlu günler sayısı trendi

Bu indis çizimi bize Gaziantep'te donlu günler sayısının 100 yılda 89.9 gün azalacağını ve bu trendin %95 seviyesinde istatistiksel olarak güvenli olduğunu göstermektedir. Çünkü P değeri 0.05'ten küçüktür.

## İndis çıktıları ve değerlendirmeleri:



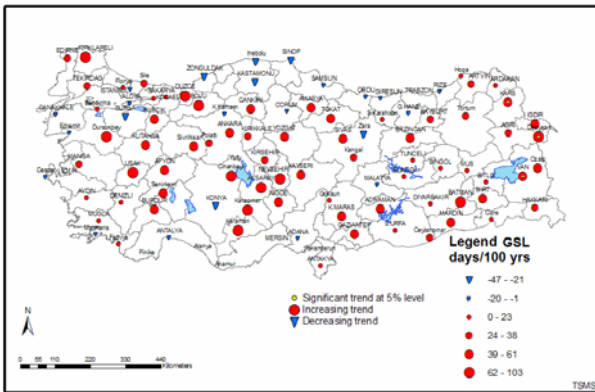
Şekil 4. Yaz günleri (a), tropik geceler (b), sıcak geceler(c) ve sıcak günler (d) trendleri

(a) Yaz günleri ( $T_x > 25^\circ\text{C}$ ) sayısı tüm Türkiye’de artmaktadır. Özellikle kuzeydeki istasyonların trenleri fazladır. Kendall’s tau tabanlı trend ortalama artışın 59 gün/100 yıl şeklinde olduğunu ve trendlerin çoğunun %5 seviyesinde anlamlı olduğunu belirtmektedir.

(b) Tropik geceler ( $T_n > 20$ ) sayısı Fırat havzası dışında artmaktadır. Elazığ Keban barajının yapımından sonra önemli derecede azalan bir trende sahiptir. Özellikle sahil istasyonları büyük trende sahiptir. Tahmin edilen ortalama artış 47 gün/100 yıldır. Trendlerin çoğu %5 seviyesinde anlamlıdır.

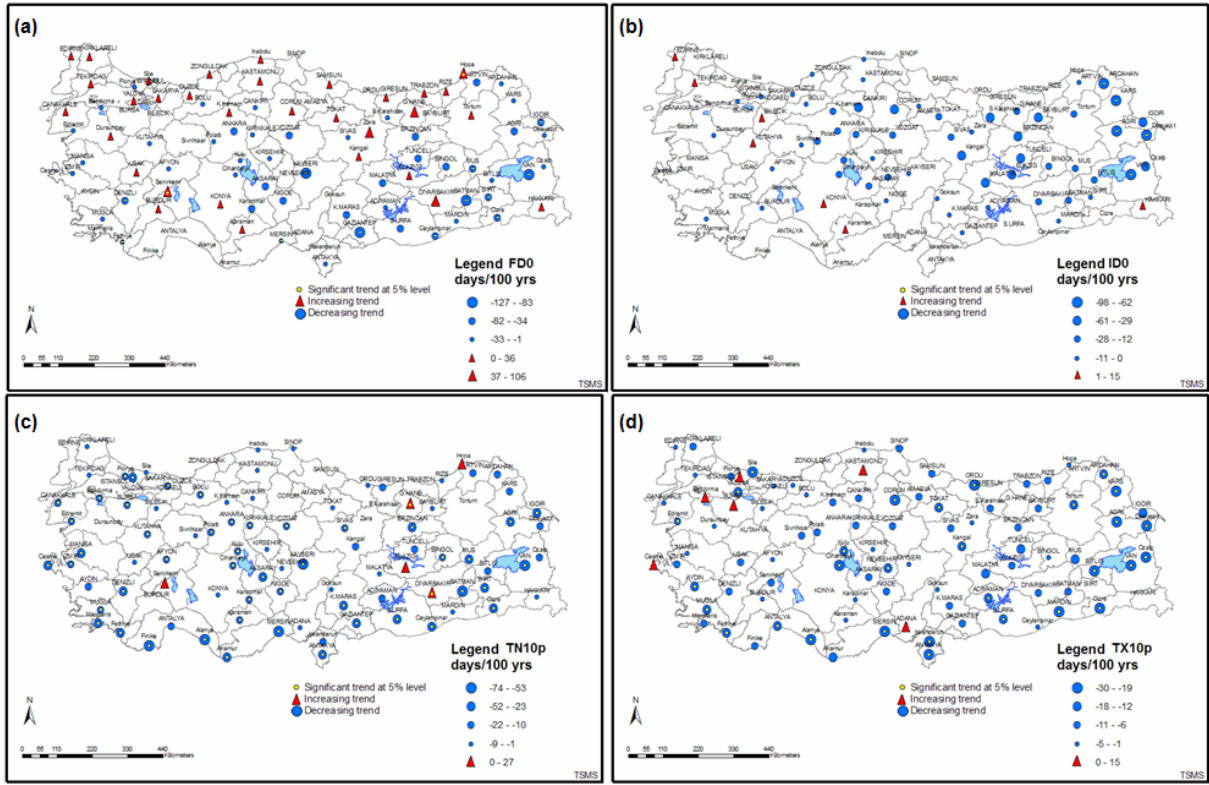
(c) Sıcak günler tüm Türkiye’de artmaktadır. Tahmin edilen ortalama artış 26 gün/100 yıldır. Trendlerin çoğu %5 seviyesinde anlamlıdır.

(d) Sıcak geceler sayısı Fırat havzası dışında artmaktadır. En büyük artışlar Akdeniz kıyılarındadır. Tahmin edilen ortalama artış 25 gün/100 yıldır. Trendlerin çoğu %5 seviyesinde anlamlıdır.



Büyüme sezonu uzunluğu sahil kesimleri dışında artmaktadır. Tahmin edilen ortalama artış 35 gün/100 yıldır. Bu artış bazı yazlık ürünlere faydalı olabilecek iken kışlama gereksinimi isteyen meyve ağaçlarına ise negatif etki yapacaktır.

Şekil 5. Büyüme sezonu uzunluğu trendi



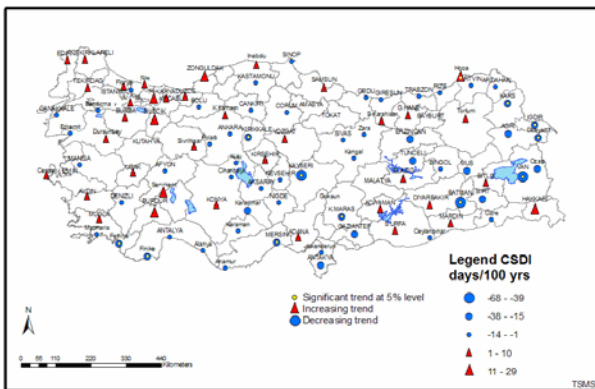
Şekil 6. Donlu günler (a), buzlu günler (b), serin geceler(c) ve serin günler (d) sayısı trendleri

(a) Donlu günler sayısı Karadeniz ve Marmara bölgelerinde artmaktadır. 52 istasyonun trendi azalırken 32'sinin trendi artmaktadır. Tahmin edilen ortalama azalış 28 gün/100 yıldır. Her ne kadar İstanbul, Elazığ, Diyarbakır ve Hakkari bölgelerine ters trendler gösterebilir de trendleri doğrusal değildir ve bazı kırılma noktalarına sahiptirler.

(b) Buz günleri ( $T_x < 0^\circ\text{C}$ ) sayısı Türkiye'nin batısı hariç azalmaktadır. İçerdeki istasyonlar büyük trendlere sahiptir. Akdeniz Bölgesi'nde buz günü yoktur. Tahmin edilen ortalama azalış 20 gün/100 yıldır. Bilecik, Tekirdağ ve Hakkari buldukları yere ters trendler gösterebilir de trendleri önemli değildir ve bazı kırılma noktalarına sahiptirler.

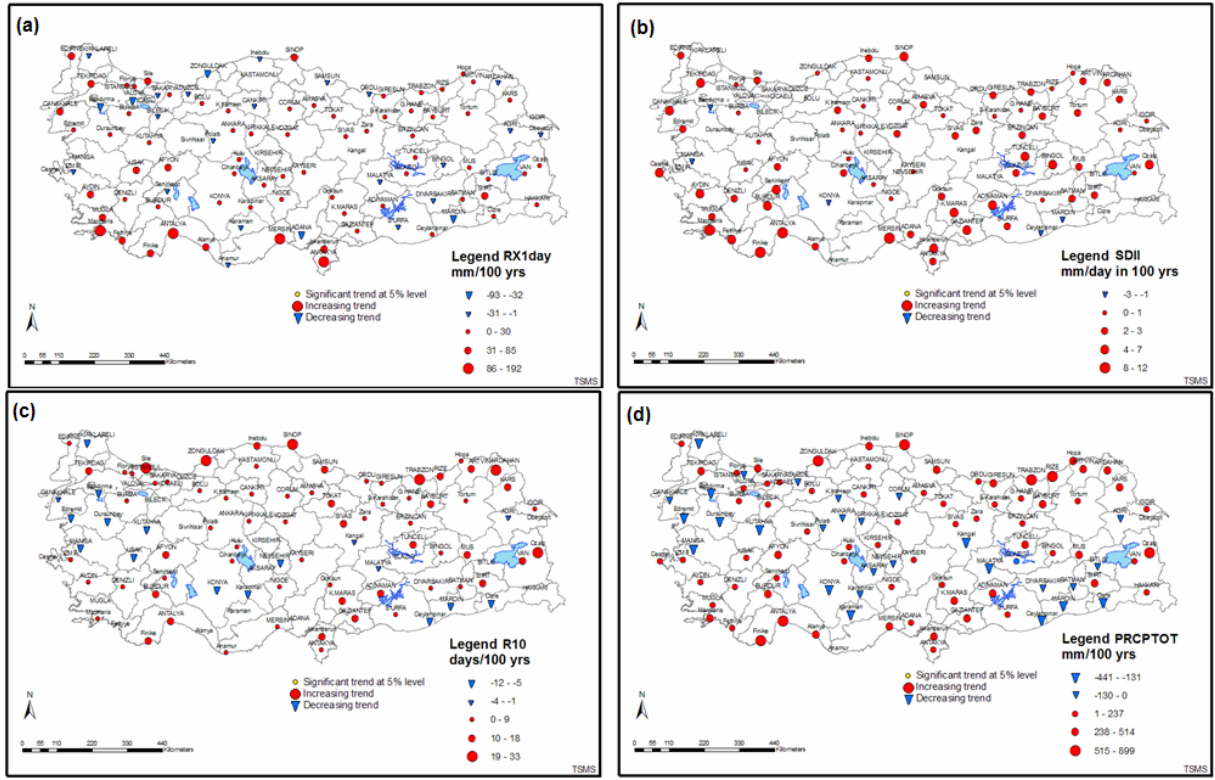
(c) Serin geceler sayısı istasyonların çoğunda azalmaktadır. Sadece 5 istasyon farklı sinyal vermektedir. Tahmin edilen ortalama azalış 19 gün/100 yıldır. Trendleri çoğu %5 seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir.

(d) Serin günler sayısı istasyonların çoğunda azalmaktadır. Sadece 6 istasyon farklı sinyal vermektedir. Tahmin edilen ortalama azalış 11 gün/100 yıldır. Trendleri çoğu %5 seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 7. Soğuk devre süresi indikatörü trendi

Soğuk devre süresi indikatörü özellikle Türkiye'nin doğusunda olmak üzere istasyonların çoğunda azalmaktadır. İstanbul, Burdur, Hopa ve Hakkari çevresi, farklı sinyale sahiptir. Tahmin edilen ortalama azalış 12 gün/100 yıldır.



**Şekil 8.** 1 günlük maksimum yağış (a), yağış yoğunluk indisi (b), şiddetli yağışlı gün sayısı (c) ve yıllık toplam yağış (d) trendleri

(a) 1 günlük maksimum yağışlar istasyonların çoğunda artmaktadır. Tahmin edilen ortalama artış 27mm/100 yıldır. Akdeniz kıyılarındaki trend büyüktür.

(b) Yıllık toplam yağışın yağışlı gün sayısına bölünmesi ile bulunan Yağış Yoğunluk İndisi(SDII) birçok istasyonda artmaktadır. Tahmin edilen ortalama artış 2mm/100 yıldır.

(c) Şiddetli yağışlı gün sayısı Ege Bölgesi hariç istasyonların çoğunda artmaktadır. Tahmin edilen ortalama artış 8 gün/100 yıldır. Karadeniz kıyılarındaki trend büyüktür.

(d) Yıllık toplam yağış miktarları Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Anadolu’da artmaktadır. Fakat G.D. Anadolu, İç Anadolu ve Ege’de bulunan 30 istasyonun yıllık toplam yağışları azalmaktadır. Artış olan bölgelerde tahmin edilen ortalama artış 233mm/100 yıldır.

## Özet:

İndislerden türemiş bilgi yalnızca ortalama değerlerin zaman içinde nasıl değiştiğini değil; aynı zamanda verinin istatistiksel dağılımının nasıl değiştiği konusunda da bilgi içerir. Ayrıca sonuçlar bize ekstremelerin trendleri hakkında çok önemli bilgiler sağlar.

Sonuçlar göstermektedir ki; tüm Türkiye’de buz günleri ve donlu günler sayıları azalırken; yaz günleri ve tropik geceler sayıları artmaktadır. Trendlerin çoğu %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Büyüme sezonu uzunluğu sahil kesimleri dışındaki yerlerde artmaktadır. Bu durum, belki yaz mevsimi tarım ürünleri üzerine olumlu etki yapabilecek fakat kışlama gereksinimi olan meyve ağaçlarına negatif etki yapacaktır. Maksimumların maksimumu, maksimumların minimumu, minimumların maksimumu ve minimumların minimumu sıcaklıkları birçok istasyonda artmaktadır. Serin günler ve serin geceler sayısı azalırken; sıcak günler ve sıcak geceler sayısı bütün Türkiye’de artmaktadır. Günlük sıcaklık genişliği (Tmax - Tmin) karasal iç kesimlerde artarken; sahil alanları boyunca azalmaktadır.

Günlük yağış yoğunluk indisi birçok istasyonda artmaktadır. Hatta Ege ve İç Anadolu’da yıllık toplam yağışı azalan 30 adet istasyonda bile günlük yoğunluk indisi artmaktadır. Şiddetli yağışlı gün sayıları özellikle Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde artmaktadır ve genellikle ekstrem sel olaylarına neden olmaktadır. Maksimum 1 günlük ve 5 günlük yağış miktarları da Marmara’nın doğusu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri dışında kalan bölgelerde artmaktadır.



Özet olarak, genellikle ülke boyunca maksimum ve minimum sıcaklıkları da etkileyen bir ısınma trendi söz konusudur. Fakat yağıştaki değişimde çok karışık desenler söz konusudur. Ortalama yıllık toplam yağış miktarı azalsa bile bir günlük maksimum yağış miktarları artmaktadır.

## Teşekkür

Bu programın kazandırılması ve uygulanmasındaki katkılarından dolayı Dr. Thomas C. Peterson, Lisa V. Alexander ve Dr. Xuebin Zhang'a çok teşekkür ederiz..

## Referanslar:

- Alexander, L.V., et al., Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, submitted to Journal of Geophysical Research, 2005
- Folland, C. K., T. R. Karl and Coauthors, 2001: Observed climate variability and change. Climate Change 2001: The scientific Basis. Contribution of working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, J.T. Houghton et al., Eds., Cambridge University Press, 99-181 pp.
- Frich, P., L. V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Haylock, A. M. G. Klein Tank and T. Peterson, 2002: Observed coherent changes in climatic extremes during the 2<sup>nd</sup> half of the 20<sup>th</sup> century, *Climate Res.*, 19, 193-212.
- Peterson, T. C., C. Folland, G. Gruza, W. Hogg, A. Mokssit, and N. Plummer, 2001: *Report of the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs*, World Meteorological Organization Technical Document No. 1071, World Meteorological Organization, Geneva, 146 pp.
- Sensoy, S., T. C. Peterson, L. V. Alexander, X. Zhang, 2007: Enhancing Middle East Climate Change Monitoring and indices, American Meteorological Society DOI: 10.1175/BAMS-88-8-1249 <http://ams.allenpress.com/archive/1520-0477/88/8/pdf/i1520-0477-88-8-1249.pdf>
- Sensoy, S., Alan, I. Demircan, M., 2008, Trends in Turkey climate extreme indices from 1971 to 2004, BALWOIS conference on water observation and information. [http://balwois.com/balwois/administration/full\\_paper/ffp-1000.pdf](http://balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-1000.pdf)
- Zhang, X., et al., 2005, Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003, *J. Geophys. Res.*, 110, D22104, doi: 10.1029/2005JD006181.
- Zwiers, F., H. Cattle, T. C. Peterson, and A. Mokssit, 2003: Detecting climate change, *WMO Bulletin*, 52, 37-42.