

**Ortalama Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının İklim Göstergeleriyle İlişkisi**  
*Relationship between homogeneity breaking points in average temperatures and  
climate index*

**Mesut DEMİRCAN<sup>1</sup>, İhsan ÇİÇEK<sup>2</sup>, Necla TÜRKOĞLU<sup>2</sup>, Mithat EKİCİ<sup>1</sup>, Hüseyin  
ARABACI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara

<sup>2</sup> A.Ü. DTCF Fakültesi Coğrafya Bölümü, Ankara

**Öz:** İklim kayıtları, uzun bir dönem boyunca toplanmış meteoroloji verileri üzerine kurulmuştur. İklimin zaman bağımlı davranış izleri olan eğilimini ve değişimini gösteren, iklimsel risk etkileri ve aşırılıkların değerlendirilmesi için verilerdeki süreklilik ve türdeşlik önemlidir. İklim değerlendirmelerini yapabilmek, iklimdeki değişimleri tespit etmek, doğru tahmin ve modelleme yapabilmek için doğru ve tutarlı verilere ihtiyaç vardır. Türdeşliği (homojenliği) sağlamanın en iyi yolu, zor olmakla birlikte, gözlem çevresi ve sistemlerinin uygun yönetimlerle kayıtlarının tutulmasıdır. Veribilgi (metadata), gözlem yöntemlerini de içeren istasyonun tarihi bilgileridir. Önemli ekstrem hava olaylarının kayıtları da tutulmalıdır. Bu bilgiler veri kalitesi, devamlılığı ve türdeşliği çalışmalarında kullanıldığı için önemlidir. İklim değişebilirliği ve değişikliğini belirleme çalışmalarında kaliteli ve devamlılığı olan verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye üzerinde dağılım gösteren 97 istasyonda yapılan sıcaklık ölçümlerinden, 1961-2010 dönemine için aylık ortalama sıcaklık veri seti hazırlanmıştır. Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) İklim Komisyonu'nun (CCI) ve Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP) Okyanus-Atmosfer Sisteminin Değişkenlik ve Öngörülebilirliği (CLIVAR) ortak İklim Değişikliği Belirleme ve İndisleri Uzmanlar Grubu tarafından geliştirilen RH-Test yazılımı kullanılarak istasyonların veri setlerinin türdeşliği incelenmiştir. Sonuç olarak, 8 istasyon için değişik tarihlerde sadece bu istasyonda kırılmıştır ve bu kırılma tarihleri yer değişikliği ile ilişkilidir. Birçok istasyonun türdeşlik testinde ortaya çıkan kırılma tarihleri 1997 (48 istasyon), 1993 (37 istasyon), 1976 (24 istasyon) ve 1971 (11 istasyon) olarak görülmektedir. Bu tarihlerin birçok istasyonda görülmesi, iklim kendi doğal kırılmaları olduğunu düşündürmektedir. Bu neden ile elde edilen tarihlerin uzaketkileşim (teleconnection) desenleri ve diğer iklim göstergeleri ile ilişkileri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler — İklim, RH-Test, Türdeşlik, Veribilgi, Kırılma tarihleri.**

**Abstract:** Climate records is based on meteorological data collected over a long period. continuity and homogeneity in the data is important due to showing trends and changes which are traces of time-dependent behavior of the climate and to evaluate the effects of climate risks and excesses. There is need for accurate and consistent data to make climate assessments, to identify changes in the climate, to make accurate predictions and modeling. The best way to provide homogeneity, although it is difficult, is keeping records observation's environment and the system with proper management. Metadata is station's historical information which is including the method of observation. Important extreme weather events should be kept as a record. This information is important due to using in data quality, the continuity and homogeneity studies. In determination studies of climate variability and change, data quality and continuity is needed. Mean monthly temperature data set was prepared from temperature measurement of 97 stations of Turkish State Meteorology Service (TSMS) distributed over Turkey for the period 1961-2010. Homogeneity of the stations of the data sets is examined using RH-test software developed by the joint CCI/CLIVAR/JCOMM Expert Team (ET) on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI). As a result, some breaking dates are in and only for eight stations on different dates and these breaking dates is related with relocation of observation site. Breaking dates resulting from homogeneity testing in many stations are 1997 (48 stations), 1993 (37 stations), 1976 (24 stations) and 1971 (11 stations). Deemed common breaking dates in many stations suggest that these are natural fractures of climate. For this reason, relationships between obtained breaking dates and teleconnection patterns and also climate indexes were examined.

**Key words — Climate, RH-Test, Homogeneity, Metadata, Breaking point.**

## 1. GİRİŞ

İklim kayıtları, uzun bir dönem boyunca toplanmış meteoroloji verileri üzerine kurulmuştur. İklim bilimcilerin bir kısmı, gözlem verilerindeki sürekliliğin, mutlak doğruluğundan (bu çok önemli değilse) daha önemli olduğu konusunu tartışmaktadırlar. Çünkü iklimin zaman bağımlı davranış izleri olan eğilimini ve değişimini gösteren, iklimsel risk etkileri ve ekstremelerin değerlendirilmesi için verilerdeki süreklilik önemlidir. Her durumda da iklim verisi, meteoroloji ve klimatoloji bilimlerini içeren bütün uygulamaların temel taşıdır (Akçakaya vd., 2013). Uzun dönem iklim gözlem sistemlerinin amacı, sürekli ve güvenilir veri ile bilgi toplamaktır. Veri, iklim servisleri uygulamalarındaki; iklim tanımlama, iklim çeşitliliğini gözleme, iklim değişikliğini belirleme, ulusal



## **VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye**

ekonomik gelişme, iklim araştırmalarını destekleme, modelleme, tahmin ve etkilerin önlenmesini içeren büyük çeşitliliğe hizmet eder. İklim verileri ulusal meteorolojik miraslardır şöyle ki: Tahmin ve uyarılar kısa raf ömürlü iken iklim verileri yüz yıllar boyu veya daha uzun süre kalıcıdır. İklim verileri ulusal mirasın bir parçasıdır. Veriler, gelişmiş bilgisayarlar ve algoritmalarla, gelecek yıllarda da hassas detayları ile tekrar tekrar dikkatli bir şekilde gözden geçirilmeye devam edecektir.

Eğim analizlerinin ilk basamağı türdeşlik analizleridir. Türdeş olmayan veri setleri istatistik çalışmalarda doğru sonuç vermezler. Türdeşliği bozuk olan veri serilerinde veribilgi (metadata) kullanılarak türdeşliğin sağlanması gereklidir. Veribilgi, veri hakkındaki veridir; yani üretilen veri hakkında gözlem zamanındaki değişimleri, alet veya üretim sistemlerini, algoritmaları, bakımı, değişimi, koordinatlarını ve çevresel koşulları içeren bilgidir. Veribilgi, gözlem yöntemlerini de içeren istasyonun tarihi bilgileridir. Önemli ekstrem hava olaylarının kayıtları da tutulmalıdır. Bu bilgiler veri kalitesi, devamlılığı ve türdeşliği çalışmalarında kullanıldığı için önemlidir. İklim değişebilirliği ve değişikliğini belirleme çalışmalarında kaliteli ve devamlılığı olan verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Akçakaya vd., 2013).

Türdeş iklim zaman serileri, değişimlerin iklimdeki değişimler ile ortaya çıktığı seriler olarak tanımlanır (WMO-TD No. 1186). Türdeşliği (homojenliği) sağlamanın en iyi, zor olmakla birlikte, gözlem çevresi ve sistemlerinin uygun yönetimlerle kayıtlarının tutulmasıdır (WCDMP 53; Akçakaya vd., 2013). Bunun yanı sıra, geçmiş verilerin kalitesi hakkında %100 emin olmak neredeyse imkânsız olduğu için, bir türdeşlik değerlendirmesi her zaman tavsiye edilir. Tavsiye edilebilecek tek bir iyi teknik yoktur. Bununla birlikte, şu dört adım sıkça takip edilmektedir: Veribilgi analizi ve kalite kontrolü, referans zaman serilerinin oluşturulması, kırılma noktasının belirlenmesi ve veri setinin uyarlanmasıdır. Farklı yaklaşımlar ile farklı gruplar tarafından geliştirilmiş ve uygulanan türdeşlik sınamaları şunlardır: Kruskal-Wallis Türdeşlik Sınaması, Buishand Sıralama Testi, Caussinus-Mestre Tekniği, Craddock Sınaması, Uzman Kararı Yöntemleri, Aletlerin Karşılaştırmaları, Türdeşlik İçin Serilerin Çoklu Analizi (MASH), Çoklu Doğrusal Regresyon, Pettit Test, Potter Yöntemi, Sıra-Düzeni Değişim Noktası Sınaması, Standart Normal Türdeşlik Sınaması, Trend-Durdurma Yöntemi ve benzerleridir.

Veribilgileri bir araya koyup istasyon tarihini oluşturarak, veri setinde ortaya çıkabilecek sorunlar ve ne zaman görülebileceği öngörülebilir. Bazı türdeşlik yaklaşımları sadece veribilgide kayıtlı kırılmaları kabul eder. Eğer ilk gözlemden son gözleme, veribilginin kesinlikle tam olduğuna inanılıyorsa, bu gerçekten iyi bir yaklaşımdır. Verideki türdeş olmayan düzensizlikler tespit edilmeye çalışırken, iklim ve hava dışındaki faktörlerin parmak izleri aranmaktadır. Bunun anlamı, herhangi bir türdeşlik sorunu için her zaman bir neden var demektir. Veribilgi mükemmel olursa, her zaman bu neden tanımlanabilir ve bir zaman serisinde daha fazla kırılma noktası bulmak için herhangi bir istatistiksel yöntem çalışmaya gerek kalmaz (Akçakaya vd., 2013).

İklim uzun bir süre belli bir yerde yaşanan ortalama hava şartlarıdır. Klimatolojik normaller, iklimsel verilerinden hesaplan 30 yıllık birbirini takip eden dönemlerin ortalamalarıdır (Demircan vd. 2013; Demircan vd., 2014). İklim normallerinin kullanımı, küresel değerlendirme ve iklim izleme çalışmalarını hazırlamak için standart bir temel sağlamak için çok önemli bir araçtır. İklim referans dönemleri olan 1961-1990, 1971-2000 ve özellikle günümüzde 1981-2010 iklim normalleri olarak kullanılmaktadır.

### **2. METODOLOJİ**

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye üzerinde dağılım gösteren 97 istasyonda yapılan sıcaklık ölçümlerinden, 1961-2010 dönemine için aylık ortalama sıcaklık veri seti hazırlanmıştır. Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) İklim Komisyonu'nun (CCI) ve Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP) Okyanus-Atmosfer Sisteminin Değişkenlik ve Öngörülebilirliği (CLIVAR) ortak İklim Değişikliği Belirleme ve İndisleri Uzmanlar Grubu (ETCCDI) tarafından iklim indislerini belirlemek için R istatistik paketi altında çalışan RCLimDex ve verilerin türdeşliğini (homojenliğini) belirlemek için RH-Test yazılımları geliştirilmiştir (<http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>). Çalışmada ETCCDI tarafından geliştirilen RH-Test yazılımı kullanılarak istasyonların veri setlerinin

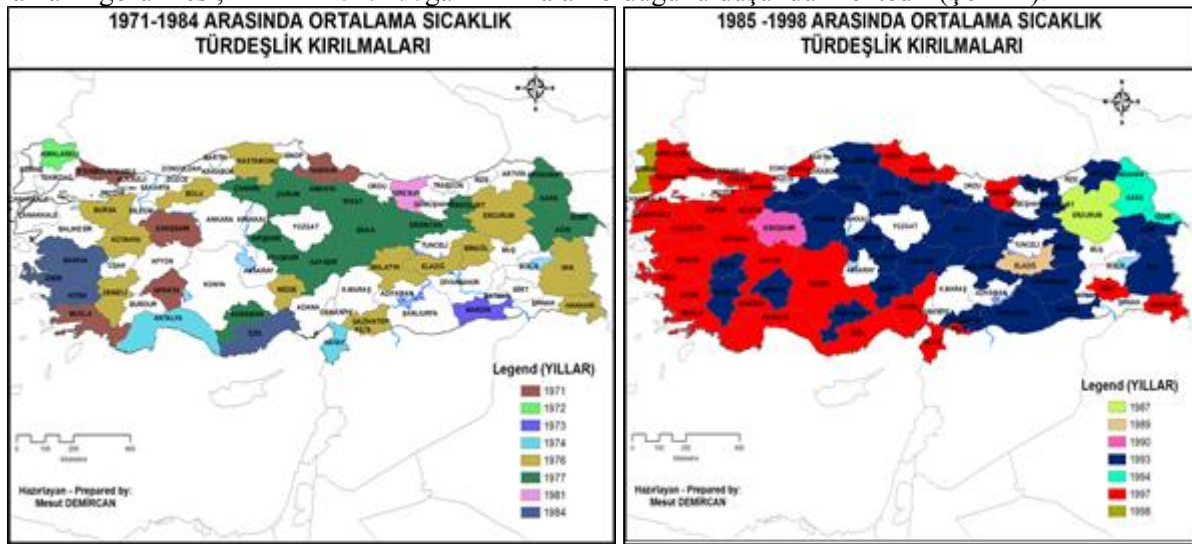


## VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

türdeşliği incelenmiştir. RH-Test yazılımı istasyon bazında, her bir istasyon için tek tek çalışmakta ve sonuçları bir dosya çıktısı olarak vermektedir. RH-Testin üretmiş olduğu dosyalardan elde edilen kırılma tarih verileri koordinatlı istasyon bilgileri olarak MS Office Exel programında sınıflandırılmıştır. Test sonucunda elde edilen tarihler ArcGIS 9.3 kullanılarak haritalanmış aynı zaman da bu tarihlerin iklim göstergeleriyle ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca Türkiye ortalama sıcaklığı için Mann-Kendal testi uygulanmıştır.

### 2. BULGULAR

RH-Test yazılımı kullanılarak istasyonların veri setlerinin türdeşliği incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar istasyonların veribilgileri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda; istasyonların veri setlerindeki türdeşlik kırılma tarihleri (TKT), 9 istasyon için değişik tarihlerde sadece bu istasyonda kırılmış olup bu kırılma yer değişikliği ile ilişkilidir. Birçok istasyonun veri setinde yıllık bazda ortaya çıkan TKT'ler; 1971 (11 istasyon), 1973 (2 istasyon), 1974 (2 istasyon), 1976 (24 istasyon), 1977 (15 istasyon), 1984 (7 istasyon), 1987 (2 istasyon), 1993 (37 istasyon), 1994 (3 istasyon) ve 1997 (48 istasyon) olarak görülmektedir. Veri setlerinde görülen bu kırılma tarihlerinin birçok istasyonda eş zamanlı görülmesi, iklimin kendi doğal kırılmaları olduğunu düşündürmektedir (Şekil 1).

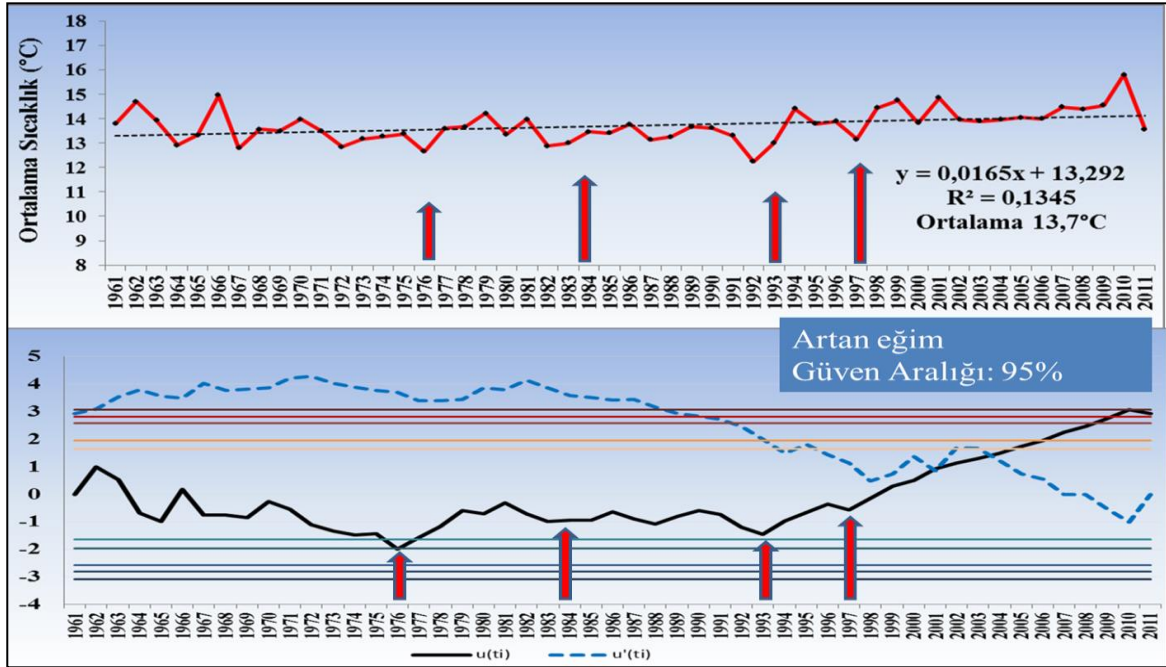


Şekil 1. İstasyon veri setlerinin türdeşlik kırılma tarihleri dağılımı.

Veri setinden elde edilen Türkiye ortalama sıcaklığı için Mann-Kendal testi uygulandığında özellikle 1997 yılı ülkemiz için ortalama sıcaklıklardaki artışların başlangıç yılı olması dikkat çekicidir. Ortalama sıcaklık ve Mann-Kendal grafiklerinde test sonucu elde edilen ve bir çok istasyonun birlikte göstermiş olduğu TKT'lerin iz düşümlerini görmek mümkündür (Şekil 2).



VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye



Şekil 2. Ortalama sıcaklık ve Mann-Kendal grafikleri (Demircan,M. vd.,2013).

Türkiye Ortalama Sıcaklık (1961- 2011)										
Zaman Serisi	Başlangıç	Bitiş	Mann-Kendall trend			Sen's Eğim Tahmini				
			n	Test Z	Anlamlılık	Q	Q min99	Q max99	Q min95	Q max95
Yıllık	1961	2010	50	3,062	**	0,020	0,004	0,035	0,009	0,031
Kış	1961	2010	50	0,435		0,005	-0,031	0,042	-0,021	0,031
İlkbahar	1961	2010	50	1,857	+	0,016	-0,009	0,041	-0,001	0,034
Yaz	1961	2010	50	4,567	***	0,036	0,020	0,054	0,024	0,049
Sonbahar	1961	2010	50	1,807	+	0,015	-0,006	0,034	-0,001	0,030
Yıllık	1961	1990	30	-0,571		-0,006	-0,039	0,024	-0,033	0,017
Kış	1961	1990	30	-0,500		-0,014	-0,092	0,064	-0,070	0,036
İlkbahar	1961	1990	30	0,000		0,000	-0,053	0,047	-0,039	0,034
Yaz	1961	1990	30	-0,178		-0,001	-0,039	0,032	-0,028	0,024
Sonbahar	1961	1990	30	-1,677	+	-0,016	-0,061	0,016	-0,050	0,003
Yıllık	1971	2000	30	2,070	*	0,024	-0,009	0,053	0,002	0,047
Kış	1971	2000	30	1,178		0,029	-0,048	0,118	-0,022	0,090
İlkbahar	1971	2000	30	0,178		0,002	-0,047	0,049	-0,035	0,036
Yaz	1971	2000	30	3,140	**	0,039	0,011	0,072	0,019	0,060
Sonbahar	1971	2000	30	0,607		0,007	-0,023	0,054	-0,014	0,041
Yıllık	1981	2010	30	4,139	***	0,049	0,023	0,087	0,028	0,074
Kış	1981	2010	30	0,963		0,025	-0,050	0,113	-0,031	0,093
İlkbahar	1981	2010	30	2,676	**	0,049	0,002	0,111	0,015	0,087
Yaz	1981	2010	30	4,781	***	0,080	0,049	0,114	0,059	0,107
Sonbahar	1981	2010	30	2,855	**	0,051	0,006	0,088	0,016	0,076

Şekil 3. Ortalama sıcaklık normalleri ve 1961-2010 serisinin Mann-Kendal eğimleri MAKESENS ile yapılan "Mann-Kendall ve Sen's Eğim Tahmini" sonuçları (\*\*\*=α: 0.001, \*\*= α: 0.01 anlamlılık seviyesinde, \*: α: 0.05 ve +: α: 0.1 anlamlılık seviyesini gösterir.) (Demircan,M. vd.,2013).

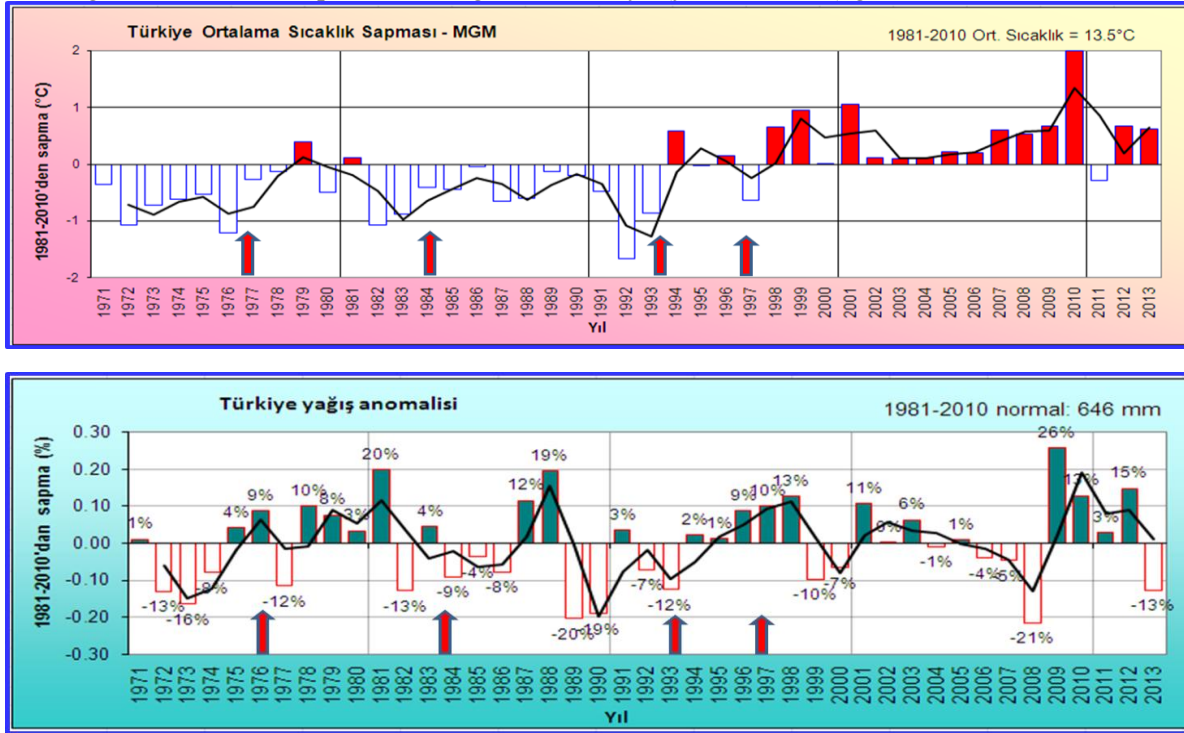
Demircan vd. 2013 yılında yapmış oldukları çalışmada 1976 yılına kadar bir soğuma (Şekil 2), 1961-1990 sıcaklık normalinde de anlamlı olmasa da bir azalış eğilimi (Şekil 3) gözlenmektedir. 1961-2010 serisi ve 1981-2010 normalinde kış mevsimi hariç tüm mevsim ile yıllık serilerinde ve 1971-2000 normalinde ise yaz ile yıllık serilerinde anlamlı artış eğilimi gözükmektedir.

Aynı şekilde 1981-2010 normallerine göre hazırlanan uzun yıllar ortalama sıcaklık ve yağış anomali grafiklerinde de TKT'lerin iz düşümleri görülmektedir (Şekil 4). Yukarıda anlatılan ile



## VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

uyumlu olarak, 1981-2010 normaline göre yapılan değerlendirmede de 1971-1978 ve 1982-1993 yılları arasında ve 1997 yılında negatif anomaliler gözlenmektedir. Yağış grafiğinde TKT tarihlerine karşılık gelen anomalilerde pozitiften negatif anomaliye (yada tam tersi) geçişler ise dikkat çekicidir.

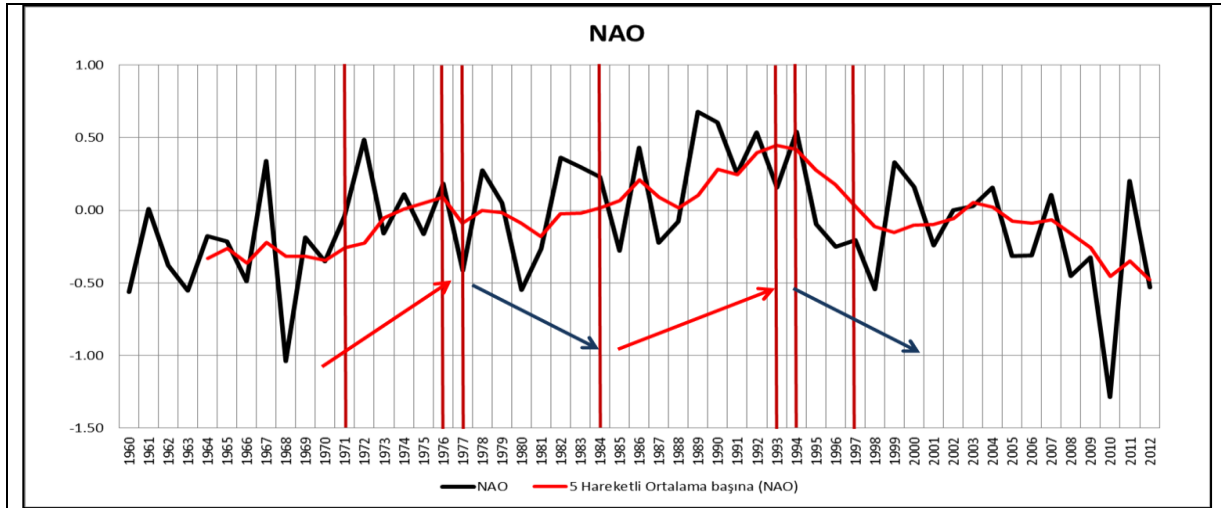


Şekil 4. Ortalama sıcaklık ve yağış anomaly grafikleri (1981-2010 normallerine göre).

Uzak etkileşim (Teleconnection) atmosferik sirkülasyon desenleri için eğilimi ifade eder ve büyük ve uzamsal bitişik olmayan alanlar üzerinde doğrudan veya dolaylı hava koşulları ilişkili değişimlerdir. Uzak etkileşim zamanın uzun dönemleri boyunca devam edebilen iyi tanımlanmış uzamsal desenler ile karakterize edilir. Uzak etkileşimin kalıcı ve yinelenen doğası sebebiyle bazen "düşük frekanslı sirkülasyon değişkenlik modları" denir (Oliver, 2005). Kuzey Atlantik ve Batı Avrupa'da atmosferik dolaşımdaki yıllararası değişkenliğin önemli bir kaynağı, okyanus yüzeyinin batısındaki gücündeki değişiklikler ile bağlantılı olan, Kuzey Atlantik Salınımı (NOA) olarak adlandırılır (Marshall vd., 2001; Oliver, 2005). NOA'nun etkisi, Kuzey Atlantik ve Avrupa'nın içleri boyunca uzanır ve orta troposfer yüksekliği alanlarında görülmesine rağmen genellikle bölgesel deniz seviyesi basınç alanı üzerinden tanımlanır. NOA'nun genlik ve fazları, mevsimler arası ve on yıllararası zaman aralığı ölçeğinde değişim gösterir. NOA, tüm kuzey yarımküre dolaşımı, yani Arktik Salınımının (AO) değişiminin modunun liderliğine derinden bağlıdır. NOA'nun TKT'lerdeki değerleri; 1971 (0,01), 1973 (-0,09), 1974 (0,19), 1976 (0,19), 1977 (-0,34), 1984 (0,25), 1987 (-0,12), 1993 (0,18), 1994 (0,58) ve 1997 (-0,16)'dir (Şekil 5). Genel olarak NOA'nun pozitif – negatif (yada tam tersi) faz geçişlerin TKT ile uyumlu olduğu ve özellikle 1993 (37 istasyon) Anadolu'nun iç kesimlerinde, 1994 (3 istasyon) Kuzeydoğu Anadolu'da ve 1997 (48 istasyon) Anadolu'nun sahil kesimlerinde olduğu görülmektedir. Arktik Salınımında da aynı ilişki bulunmuş ancak NOA ile aynı özelliği göstermesi açısından grafiği konulmamıştır.



## VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye



Şekil 5. Kuzey Atlantik Salınımı (NOA) yıllık değişimi.

Güneyli Salınım ve sıcak El Niño suları, ENSO (El Niño-Güneyli Salınım) olarak nitelendirilen aynı iklim olayının bir parçasıdır. ENSO olayları, normal ya da soğuk (La Niña) koşullarda yüksek basıncın güneydoğu Pasifik üzerinde ve alçak basıncın Endonezya üzerinde yerleşmesi ve El Niño koşullarında Endonezya alçak basıncına bağlı yükselici hareketlerin orta Pasifik'e kayması ile tanınmaktadır. Normal ve El Niño koşullarındaki basınç dağılışı, bölgesel ortalama sıcaklık ve yağış koşullarındaki değişiklikleri yönlendirerek, rüzgar ve okyanus dalgalanmalarının değişimi ile sonuçlanmaktadır. 1982-1983 El Niño olayı, tarihsel kayıtlara göre ekonomik etkisi en büyük olan ENSO olayıdır. 1990'lı yıllarda (1990-1998) oluşan sıcak olayların ve özellikle 1997-1998 şiddetli El Niño'sunun da, en az 1982-1983 olayı kadar can ve mal kayıplarına ve ekolojik yıkımlara neden olduğu öngörülmektedir. Genel olarak ENSO yıllarına bakıldığında El Niño / La Niña faz geçişlerinde TKT ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bahsedilen 1982-1983 olayında TKT'de bir kırılma gözükmezken sonrasında 1984 yılında Türkiye'nin güneybatısında yer alan 7 istasyonda kırılma gözükmemektedir. Ayrıca, 1987 (2 istasyon) Konya ve Erzurum'da, 1993 (37 istasyon) Anadolu'nun iç kesimlerinde, 1994 (3 istasyon) Kuzeydoğu Anadolu'da ve 1997 (48 istasyon) Anadolu'nun sahil kesimlerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 1. El Nino ve La Nina yılları ile Türdeşlik Kırılma Tarihleri

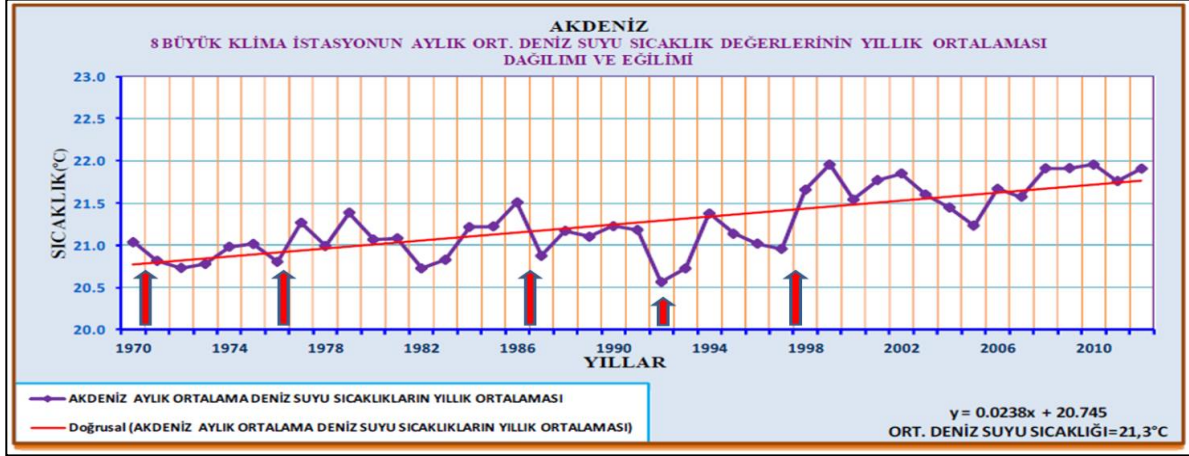
Türdeşlik Kırılma Tarihleri	El Nino Yılları	La Nina Yılları
	1969-1970	
1971		1970-1971
		1971-1972
1973	1972-1973	
1974		1973-1974
1976		1975-1976
1977	1976-1977	
	1982-1983	
1984		
1987	1986-1987	
		1988-1989
1993	1991-1992	
1994	1994-1995	
1997		1995-1996
	1997-1998	

Bilindiği gibi iklim etkileyen etmenlerden bir tanesi de deniz suyu sıcaklıklarıdır. Ülkemizin ise üç tarafının denizlerle çevrili olması farklı iklim tiplerinin ortaya çıkmasının bir nedenidir. Bu nedenden dolayı deniz suyu sıcaklıkları ile TKT arasındaki ilişki de incelenmiştir. TKT'ler içindeki



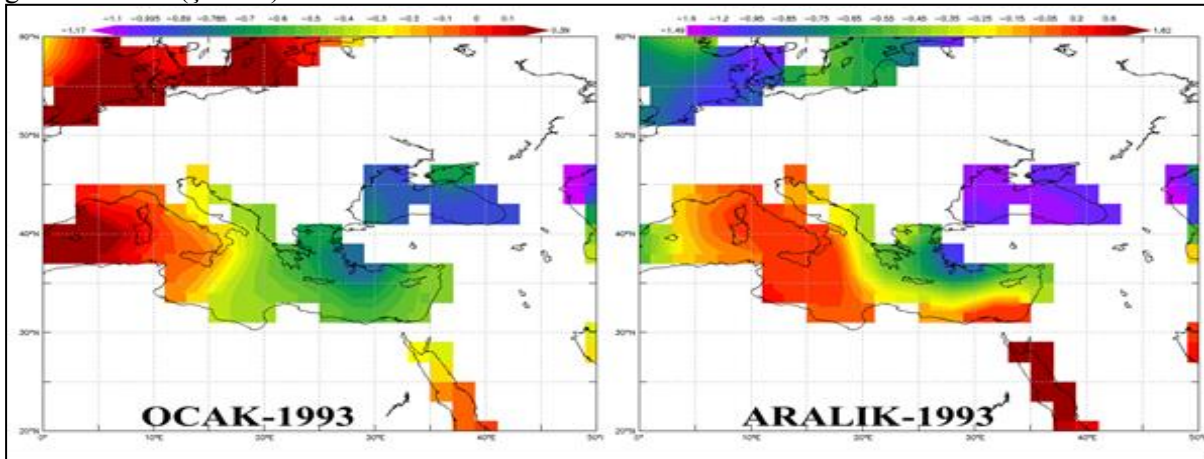
## VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

istasyonlardan deniz kenarındakiler; 1971’de 11 istasyondan 6 tanesi (Samsun,Kumköy, Kireçburnu, Şile, Bodrum ve Dalaman), 1973’de 2 istasyon bir tanesi (Finike), 1974’ 2 istasyon (Antalya ve İskenderun), 1976’da 24 istasyondan 2 tanesi (Antakya ve Mersin), 1977’de 15 istasyon tamamı iç kesimde, 1984’te 7 istasyon tamamı sahil kesimi (Aydın, İzmir, Akhisar, Simav, Ödemiş, Alanya ve Anamur), 1987’de 2 istasyonda iç kesimde, 1993’te 37 istasyondan 4 tanesi (Antakya, Mersin, Trabzon ve Finike), 1994’te 3 istasyonun tamamı iç kesim ve 1997’de 48 istasyondan 10 tanesi haricinde kıyı kesimde olduğu görülmektedir. Denizsuyu sıcaklıkları uzun yıllar bölgesel ortalama sıcaklıklar olarak incelendiğinde: Karadeniz’de 1973, 1987 ve 1994; Marmara’da 1973, 1976, 1987 ve 1997; Ege’de 1971, 1974, 1977, 1984, 1993, 1994, 1996 ve 1998; Akdeniz’de 1972, 1976, 1982, 1983, 1987, 1992, 1993 ve 1997 yıllarında dahasığuk oldukları görülmüştür (Şekil 6). TKT’ler ile denizsuyu sıcaklıkları arasında nispeten bir uyum görülmektedir.



Şekil 6. Akdeniz uzun yıllar ortalama denizsuyu sıcaklıkları (Taştan, F., 2013).

TKT’lerin nispeten karasal ve denizel özellik göstermelerinde denizsuyunun yıllık ortalama değerlerinin yukarıda bahsedilen uyumunun ötesinde yıl içerisindeki deseni ve dağılımı önem kazanmaktadır. Bu durum 1993 ve 1997 yıllarında daha net gözükmemektedir. 1993 yılı Ocak ayında Kuzey Denizi, Baltık Denizi ve Batı Akdeniz’de yüksek denizsuyu sıcaklıkları, Türkiye çevresindeki denizlerde ise düşük denizsuyu sıcaklıkları ve Aralık ayında Akdeniz’de özellikle batısında yüksek denizsuyu sıcaklıkları ve Türkiye çevresindeki denizlerde ise düşük denizsuyu sıcaklıkları görülmektedir (Şekil 7).



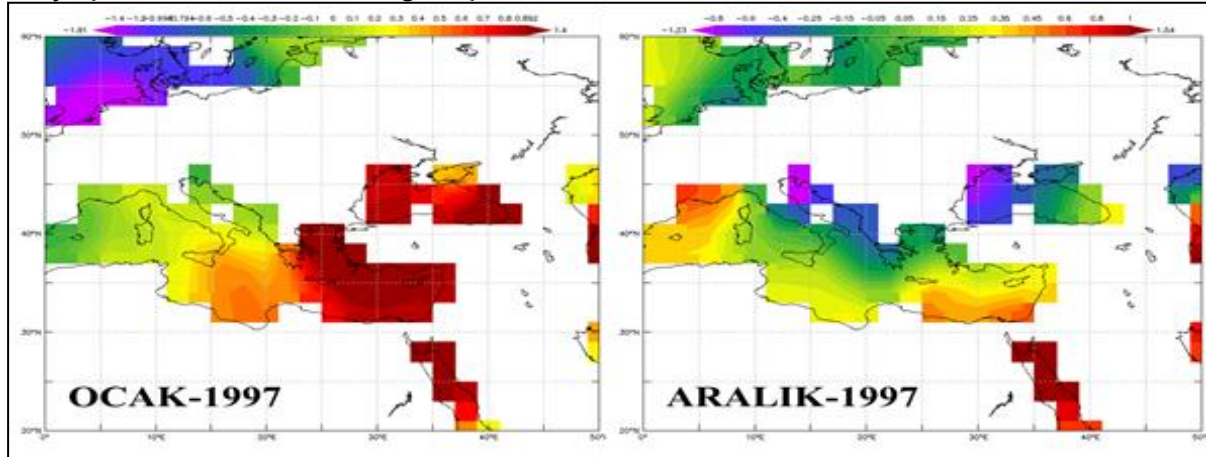
Şekil 7. 1993 yılı denizsuyu sıcaklıkları.

1997 yılı ocak ayında Kuzey Denizi ile Baltık Denizi’nde (çok düşük olmak üzere) ve Batı Akdeniz’de düşük denizsuyu sıcaklıkları, Türkiye çevresindeki denizlerde ise çok yüksek denizsuyu sıcaklıkları ve aralık ayında Akdeniz’de yüksek denizsuyu sıcaklıkları, Adriyatik, Ege Denizi ile Karadeniz’de ise düşük denizsuyu sıcaklıkları görülmektedir (Şekil 8). Denizsuyu sıcaklıklarındaki bu



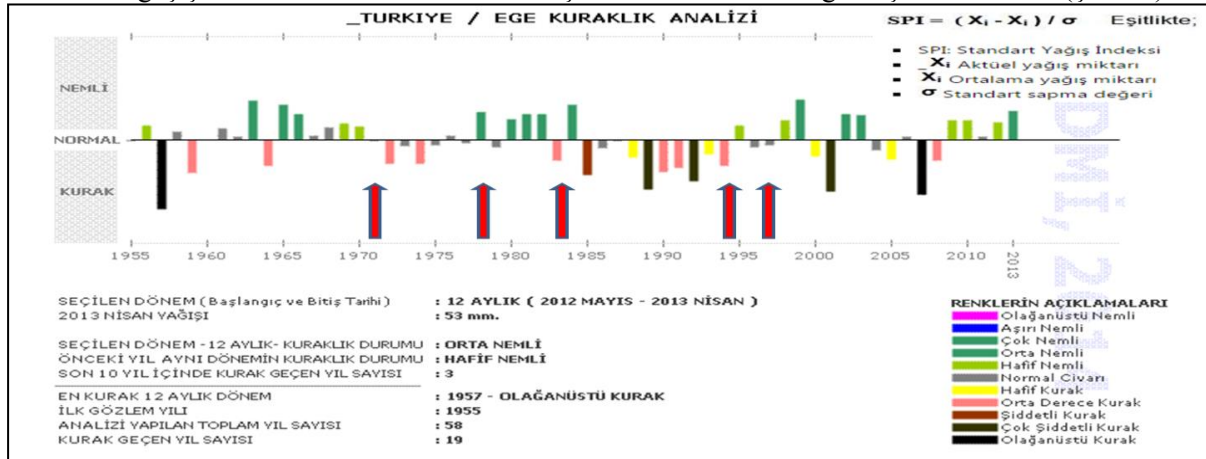
## VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

desen farklılıklarının TKT'nin 1993 yılında karasal istasyonlarda, 1997 yılında ise kıyı kesimlerinde ortaya çıkmasının bir nedeni olduğu düşünülmektedir.



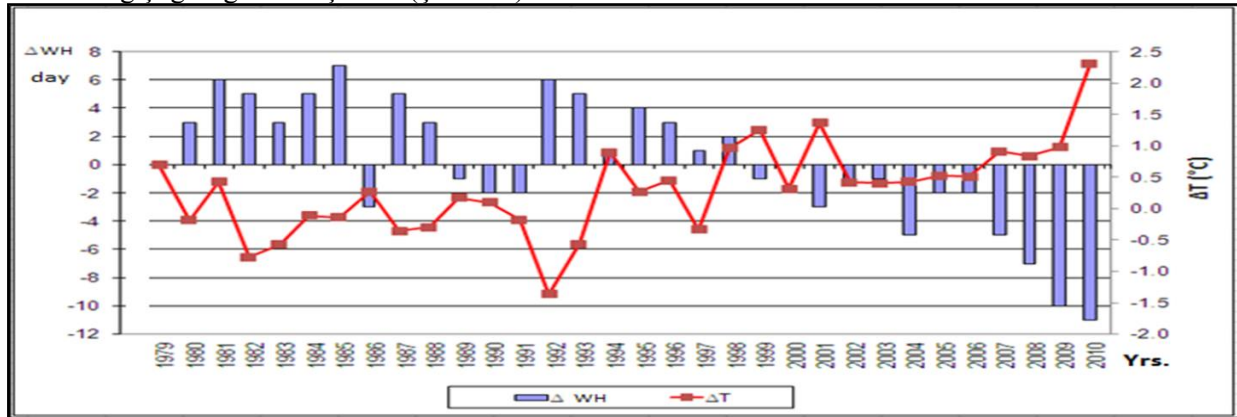
Şekil 8. 1997 yılı deniz suyu sıcaklıkları.

Standart Yağış İndeksi (SPI) ile yapılan kuraklık analizindeki yağışlı dönemlerden yağışsız dönemlere geçiş zamanları ile TKT'lerinin örtüşmesinin anlamlı olduğu düşünülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Standart Yağış İndeksi (SPI) kuraklık analizi (MGM).

Şensoy vd. 2014'te yapılan çalışmada iklim değişikliğinin bitkilerin fenolojik safhalarına olan etkileri incelenmiştir. Buğday başaklanma tarihleri ve ortalama sıcaklıkların sapması arasında ilişkiyi göstermişler ve buğday başaklanma tarihleri 1994'ten sonra değişen pozitif sıcaklık anomalileri ile aniden değiştiğini göstermişlerdir (Şekil 10).



Şekil 9. Türkiye'de buğday başaklanma tarihleri (BBT) ve ortalama sıcaklıkların sapması



### **3. TARTIŞMA VE SONUÇ:**

İklim çalışmalarında iklim verilerinin eğim (trend) analizleri oldukça yer kaplamakta değişik istatistiki yöntemler kullanılarak yürütülmektedir. İklimin zaman bağımlı davranış izlerini gösteren bu çalışmalarda türdeşlik ve süreklilik önemlidir. Eğim analizlerinin ilk basamağı türdeşlik analizleridir. Türdeş olmayan veri setleri istatistik çalışmalarda doğru sonuç vermezler. Türdeşliği bozuk olan veri serilerinde veribilgi (metadata) kullanılarak türdeşliğin sağlanması gereklidir.

İklim verileri toplanırken ya da alınırken veribilgi setleriyle birlikte sağlanmalıdır. Böylelikle verideki değişimin iklimden mi yoksa gözlemden mi kaynaklandığı anlaşılabilir. Aksi durumda veri setleri ile yapılan istatistik çalışmalarından yanlış çıkarımlar yapılması olasıdır.

Çalışmada türdeşlik testlerinin sadece veri setlerindeki bozuklukları değil aynı zamanda iklimde meydana gelen değişimleri de gösterebildiği sunulmuştur.

Bu tarihlerin başta ortalama sıcaklık ile yağış normalleri (1981-2010), uzak-etkileşim (teleconnection) salınımları, denizsu sıcaklıkları gibi iklim göstergeleri ve SPS kuraklık indisi, buğday başaklanma tarihleri gibi indisler ile incelenmiş ve uyumluluk gösterdikleri anlaşılmıştır.

Ortalama sıcaklıklarda elde edilen kırılma tarihleri yaklaşık son yarım asırda meydana gelen ve özellikle son yirmi yılda kendini belirgin bir şekilde gösteren sıcaklık artışında değişimin mihenk taşlarıdır.

İklim Değişikliği ile ilişkilendirilen sıcaklık artışlarının diğer iklim göstergeleri ile ilişkilendirilmesi ve bu ilişkilerin sonuçlarının detaylı incelenmesi gelecekte meydana gelebilecek artışların oluşturacağı değişimleri anlamamıza yardımcı olacaktır.

#### **Referanslar**

1. Akçakaya, A., Demircan, M., Sümer, M.U. ve Şensoy, S., İklim gözlemlerinin doğruluğu ile devamlılığını etkileyen faktörler ve türdeşlik testleri, 2013, Ankara
2. THE WCDMP "GUIDELINES" SERIES, WCDMP 52, Neil Plummer, (Terry Allsopp, José Antonio Lopez, ve Neil Plummer'ın katkılarıyla; Düzenleyen: Paul Llansó), WMO/TD No. 1185, WMO, 2003
3. THE WCDMP "GUIDELINES" SERIES, WCDMP 53, Enric Aguilar, (Enric Aguilar, Inge Auer, Manola Brunet, Thomas C. Peterson, and Jon Wieringa katkılarıyla; Düzenleyen: Paul Llansó), WMO/TD No. 1186, WMO, 2003
4. Demircan, M., Arabacı, H., Bölük, E., Akçakaya, A., And Ekici, M., "İklim normalleri: üç sıcaklık normalinin ilişkileri ve uzamsal dağılımları", III. Türkiye İklim Değişikliği Konferansı - TİKDEK 2013, 3-5 Haziran 2013, Bildiri Kitabı, İstanbul, Türkiye
5. Oliver J. E., Encyclopedia of World Climatology, 2005, Springer, (e-book) Berlin, syf:707, 132,
6. Eken, M., Ceylan, A., Taştekin, A.T., Şahin, H., ve Şensoy, S., Klimatoloji II, DMİ Yayınları Yayın No: 2008/4, 2008, Ankara, syf: 166-167.
7. Taştan, F., Türkiye Çevresindeki Denizlerin Su Sıcaklıkları Parametresinin İstatistiksel Analizi Raporu (1970-2012), MGM, 2013, Ankara
8. MGM, <http://212.175.180.197/bitkidon/kuraklikizleme.aspx>
9. Şensoy, S., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., Phenological effects of climate change in Turkey, CCCD, 2014, İstanbul



**VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015,  
İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye**