



**T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**FIRAT HAVZASI SICAKLIK VE  
YAĞIŞLARINDA GÖRÜLEN DEĞİŞİM  
VE EĞİLİMLER**

**Kemal YURDDAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KAHRAMANMARAŞ  
TEMMUZ - 2018**



**T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**FIRAT HAVZASI SICAKLIK VE  
YAĞIŞLARINDA GÖRÜLEN DEĞİŞİM  
VE EĞİLİMLER**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Murat KARABULUT  
JÜRİ : Dr. Öğr. Üyesi Muhterem KÜÇÜKÖNDER  
JÜRİ : Dr. Öğr. Üyesi Reşat GEÇEN**

**Kemal YURDDAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KAHRAMANMARAŞ  
TEMMUZ - 2018**

**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**FIRAT HAVZASI SICAKLIK VE YAĞIŞLARINDA**  
**GÖRÜLEN DEĞİŞİM VE EĞİLİMLER**

**Kemal YURDDAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Kod No :**

**Bu Tez/ Proje 13 /07/2018 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.**

**Prof. Dr. Murat KARABULUT**  
**İmzası**

**BAŞKAN**

**Dr. Öğr. Üyesi – Muhterem**  
**KÜÇÜKÖNDER**

**İmzası**  
**ÜYE**

**Dr. Öğr. Üyesi – Reşat GEÇEN**  
**İmzası**

**ÜYE**

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

**Prof. Dr. Abdullah SOYSAL**  
**Unvan, Adı Soyadı, İmzası**  
**Enstitü Müdürü**

Bu çalışma.....tarafından desteklenmiştir.  
Proje No:.....

Not: Bu tez ve projede kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**ÖZET**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FIRAT HAVZASI SICAKLIK VE  
YAĞIŞLARINDA GÖRÜLEN DEĞİŞİM VE  
EĞİLİMLER**

**Kemal YURDDAŞ**

**Danışman** : Prof. Dr. Murat KARABULUT  
**Yıl** : 2018, Sayfa: 77+ VII  
**Jüri** : Prof. Dr. Murat KARABULUT (Başkan)  
: Dr. Öğr. Üyesi Muhterem KÜÇÜKÖNDER (Üye)  
: Dr. Öğr. Üyesi Reşat GEÇEN (Üye)

Yerküre ikliminin ana elemanları olan sıcaklık ve yağışla ilgili bilgiler, küresel iklim varyasyonlarının karakterlerinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Her iki olay hem mekânsal hem de zamansal ölçekte büyük değişkenlikler gösterir. Bu parametrelerde meydana gelen salınımlar, iklimin genel yapısının anlaşılması için önemli ipuçları ortaya koyar. Bu nedenle son zamanlarda iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar bu iki parametrenin zamansal değişkenliklerine odaklanmış durumdadır. Türkiye bulunduğu konum itibarıyla kısa veya uzun süreli iklim değişkenliklerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisini oluşturmaktadır. Çalışmada, 1970–2011 referans periyodu için Fırat Havzasında bulunan 31 adet meteoroloji istasyonunun yıllık, mevsimlik ve aylık yağış ve sıcaklık trendleri incelenmiştir. Fırat havzasında meydana gelen sıcaklık ve yağış eğilimlerini belirlemek amacıyla non-parametrik bir test olan Mann-Kendall trend analizi kullanılmıştır. Trend analizi sonuçlarına göre çalışma alanındaki yıllık toplam yağışlarda pozitif yönlü bir trend tespit edilmiştir. Kış mevsimi dışında mevsimsel ölçekte de artış eğilimi belirlenmiştir. Artış eğilimindeki istasyonların oranı özellikle Nisan ve Aralık aylarında oldukça fazladır. Mann-Kendall ve Sen-Slope testi sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklıklarda; genel olarak havzanın büyük bölümünde genel bir artış trendinin hâkim olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bazı istasyonlarda da azalma eğiliminin olduğu gözlemlenmiştir. Fırat Havzası sıcaklık ve yağışlarında gözlenen değişimleri ve eğilimleri ortaya koyan bu çalışmayla, küresel iklim değişikliğinin Fırat Havzası sıcaklık ve yağışları üzerindeki etkilerinin anlaşılmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fırat Havzası, İklim değişikliği, Mann-Kendall test, Yağış ve Sıcaklık

**DEPARTMENT OF GEORAPHY  
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM UNIVERSITY**

**ABSTRACT**

**MA THESIS**

**PRECIPITATION AND TEMPERATURE  
CHANGES AND TRENDS IN FIRAT BASIN**

**Kemal YURDDAŞ**

**Supervisor : Prof. Dr. Murat KARABULUT**

**Year : 2018 , Pages:77+ VII**

**Jury : Prof. Dr. Murat KARABULUT (Chairperson)  
: Assist. Prof. Dr. Muhterem KÜÇÜKÖNDER (Member)  
: Assist. Prof. Dr. Reşat GEÇEN (Member)**

Air temperature and precipitation are principle element of climatic system, so that understanding their behavior is important in terms of global climatic variations. Both are very variable spatially and temporarily at different scales. The determination of fluctuations these variables time series provide useful information for the understanding of climate. Therefore, nowadays, the focus on climate change and climate variability relies mostly on the determination of trends in instrumental records of these climatic parameters. Turkey is among those areas most likely to experience strong climatic variations for short and long time periods. In this study we examined annual, seasonal and monthly precipitation and temperature trends in Fırat basin (Turkey) for the 1970-2011 time scale. In this paper standard monthly, seasonal and annual precipitation and temperature data were analyzed for trends using Mann Kendall (MK) and Sen's slope (SS) estimator none parametric tests. From analysis of annual, seasonal and monthly rainfall data series it can be concluded that precipitation characteristics of the area is changing, even though results of trend analysis on annual precipitation data show no statistically significant trend for period of record considered. A slight temperature and precipitation increase in the study period is found in annual data series. Insignificant decrease of temperature and precipitation in the last 42 years is determined in winter.

**Keywords:** Fırat Basin, Climate variability, Mann-Kendall test, Precipitation and Temperature

## ÖNSÖZ

Yeryüzü iklimi, atmosferin oluşumundan itibaren birçok kez değişiklikler göstermiştir. Özellikle son yıllarda atmosferik olaylardaki ekstrem durumlar, hidrolojik anlamda sık tekrarlanan taşkın ve seller bu değişimin habercisi konumundadır. Bir taraftan aşırı yağışlarla birlikte, belli bölgelerde kurak dönemlerdeki süreklilik ve ısrar; tarımsal üretimi doğrudan etkilemektedir. Aşırı sıcak havalarda son yıllarda meydana gelen sık tekrarlar insan yaşamını doğrudan ve dolaylı olarak olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle iklim ile ilgili çalışmalar son yıllarda akademik çalışmalarda en çok üzerinde durulan konular arasında gelmektedir. Özellikle bu çalışmalar yaşadığımız çağın en önemli sorunlarından biri olan “Küresel Isınma” ve buna bağlı olarak gerçekleşen “İklim Değişikliği” konusu üzerinde odaklanmaktadır. Küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri, buharlaşma, yağış, yer altı suyu ve yüzeysel akış gibi hidrolojik çevrim elemanları ile su kaynaklarının kapasitesini, orman ve tarım alanlarının varlığını, hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarını, topraktaki nem rejimi ile birlikte tarımsal ürün türü ve verimini önemli derecede etkilemektedir. Yağışlarda meydana gelen azalışın yüksek sıcaklıkla beraber doğrudan sebep olduğu kuraklığın, doğanın gizli bir tehlikesi ve en büyük afetlerinden biri olduğunu ayrıca belirtmek gerekir. İklimde meydana gelen bu değişim birçok ekonomik, ekolojik ve sosyolojik sorunları da beraberinde getirerek, insan yaşamı için giderek artan bir tehdit oluşturmaktadır. Günümüzde yavaş yavaş etkilerini hissettirmeye başlayan iklim değişiminin çok yakın gelecekte daha önemli sonuçları beraberinde getireceği anlaşılabilmektedir. Bu çalışmada Fırat Havzasında sıcaklık ve yağış verilerinin son yıllarda hangi yönde bir seyir izlediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Çeşitli istatistikî yöntemler kullanarak belirli bir zaman serisinde sıcaklık ve yağışlarda artan ya da azalan yönde trendin olup olmadığı analiz edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın başlangıcından sonuna kadar her aşamada bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Murat Karabulut’a, yine çalışmanın her aşamasında çok değerli yardımlarını gördüğüm sevgili dostum Muharrem Uzunkol’a ve maddi ve manevi yönden her zaman desteğini gördüğüm aileme şükranlarımı sunarım.

Kemal YURDDAŞ  
Temmuz 2018

## İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3. ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ	11
3.1. Fırat Havzası'nın Konumu ve Coğrafi Özellikleri	11
3.1.1. Topoğrafya Özellikleri	11
3.1.2. Jeolojik Özellikler	13
3.1.3. İklim Özellikleri	14
3.1.4. Thornthwaite ve Erinc Metodlarına Göre Çalışma Alanının İklim Özellikleri	15
3.1.5. Bitki Örtüsü Özellikleri	17
3.1.6. Hidroğrafya Özellikleri	18
3.1.5. Toprak Özellikleri	18
3.1.6. Arazi Kullanımı	20
4. MATERYAL VE METOD	22
4.1. Materyal	22
4.2. Metod	23
4.1.1. Lineer Trend Analizi	23
4.1.2. Mann-Kendall Testi	24
4.1.3. Sen'in Trend Eğim Metodu	24
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
5.1. Yağış Verilerinin Analizi	25
5.1.1.1. Mann-Kendall Testi (Ut-Ut') Analizleri	27
5.1.2. Sen'in Trend Eğim Metodu	36
5.1.3. Lineer Trend Analizi	39
5.2. Sıcaklık Verilerinin Analizi	46
5.2.2. Mann-Kendall Testi	47
5.2.2.1. Mann-Kendall Testi (Ut-Ut') Analizi	49
5.2.2. Sen'in Trend Eğim Metodu	59
5.2.3. Lineer Trend Analizi	62
6. SONUÇ	70
7. KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	78

## TABLÖLAR LİSTESİ

<b><u>Tablolar</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 3.1: Fırat Havzası İstasyonlarının İklim Tipleri	15
Tablo 4.1: Çalışmada kullanılan istasyonlar	22
Tablo 5.1: Toplam Yağışların Mann-Kendall trend analiz sonuçları	27
Tablo 5.2: Toplam yağışların Sen slope analiz sonuçları	38
Tablo 5.3: Toplam yağışların Sen slope analiz sonuçları	39
Tablo 5.4: Yıllık toplam yağışların Lineer Trend Analizi sonuçları	46
Tablo 5.5: Ortalama sıcaklıkların Mann-Kendall trend analiz sonuçları	48
Tablo 5.6: Ortalama sıcaklıkların Sen Slope analiz sonuçları	59
Tablo 5.7: Ortalama sıcaklıkların Sen Slope analiz sonuçları	60
Tablo 5.8: Ortalama sıcaklıkların Lineer Trend Analizi sonuçları	62

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekiller</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1: Fırat Havzası Lokasyon Haritası	11
Şekil 3.2: Fırat Havzası Lokasyon Haritası	13
Şekil 3.3: Fırat Havzası Jeoloji Haritası	14
Şekil 3.4: Thornthwaite İklim Sınıflandırması Yöntemi'ne Göre Fırat Havzası İklim Tipleri	16
Şekil 3.5: Erinç İklim Sınıflandırması Yöntemi'ne Göre Fırat Havzası İklim Tipleri	17
Şekil 3.6: Fırat Havzası Bitki Örtüsü Haritası	18
Şekil 3.7: Fırat Havzası Toprak Haritası	19
Şekil 3.8: Fırat Havzası Arazi Kullanım Sınıfları	20
Şekil 3.9: Fırat Havzası Arazi Kullanım Haritası	21
Şekil 5.1: Fırat Havzası Mann-Kendal Trend Analiz Sonuçları	26
Şekil 5.2: Yıllık toplam yağış $u(t)-u'(t)$ grafikleri	30
Şekil 5.3: Yıllık toplam yağış $u(t)-u'(t)$ grafikleri	31
Şekil 5.4: Yıllık toplam yağış $u(t)-u'(t)$ grafikleri	32
Şekil 5.5: Yıllık toplam yağış $u(t)-u'(t)$ grafikleri	33
Şekil 5.6: Yıllık toplam yağış $u(t)-u'(t)$ grafikleri	34
Şekil 5.7: Yıllık toplam yağış $u(t)-u'(t)$ grafikleri	35
Şekil 5.8: Yıllık toplam yağış $u(t)-u'(t)$ grafikleri	36
Şekil 5.9: Fırat Havzası Sen-Slope Trend Analiz Sonuçları	37
Şekil 5.10: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları	40
Şekil 5.11: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları	41
Şekil 5.12: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları	42
Şekil 5.13: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları	43
Şekil 5.14: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları	44
Şekil 5.15: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları	45
Şekil 5.16: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları	46
Şekil 5.17: Fırat Havzası Mann-Kendal Trend Analiz Sonuçları	49
Şekil 5.18: Yıllık ortalama sıcaklıkların $u(t)-u'(t)$ grafikleri	52
Şekil 5.19: Yıllık ortalama sıcaklıkların $u(t)-u'(t)$ grafikleri	53
Şekil 5.20: Yıllık ortalama sıcaklıkların $u(t)-u'(t)$ grafikleri	54
Şekil 5.21: Yıllık ortalama sıcaklıkların $u(t)-u'(t)$ grafikleri	55
Şekil 5.22: Yıllık ortalama sıcaklıkların $u(t)-u'(t)$ grafikleri	56
Şekil 5.23: Yıllık ortalama sıcaklıkların $u(t)-u'(t)$ grafikleri	57
Şekil 5.24: Yıllık ortalama sıcaklıkların $u(t)-u'(t)$ grafikleri	58
Şekil 5.25: Fırat Havzası Sen-Slope Trend Analiz Sonuçları	61
Şekil 5.26: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları	63
Şekil 5.27: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları	64
Şekil 5.28: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları	65
Şekil 5.29: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları	66
Şekil 5.30: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları	67
Şekil 5.31: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları	68
Şekil 5.32: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları	69

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>DMİ</b>	Devlet Meteoroloji İşleri
<b>DSİ</b>	Devlet Su İşleri
<b>EİEİ</b>	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
<b>GSG</b>	Günlük Sıcaklık Genişlikleri
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel On Climate Change
<b>İDÇS</b>	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
<b>M-K</b>	Mann Kendall Trend Analizi
<b>NAO</b>	North Atlantic Oscillation
<b>PNI</b>	Percent Of Normal Index
<b>SPI</b>	Swiss Performance Index
<b>SS</b>	Sen Slope
<b>UNCDD</b>	The United Nations Convention to Combat Desertification
<b>WW</b>	Wald-Wolfowitz
<b>WMO</b>	World Meteorological Organization

## 1. GİRİŞ

İnsanın varoluşundan beri çevre ile insan arasında karşılıklı bir etkileşim süregelmektedir. Bu karşılıklı etkileşim içerisinde hangisinin diğerini daha fazla etkilediği konusuna hala net bir cevap bulunamamıştır. Bununla birlikte özellikle teknolojik gelişmeler mikro ve makro ölçekte insanın elinin her yere ulaşmasını sağlamasıyla insanın çevreye olan etkisinin her geçen gün daha da artmasına neden olmuştur. İnsanın doğaya olan bu müthiş müdahalesi neticesinde insan hayatını tehdit eden yeni problemler ortaya çıkmaktadır. Bir başka deyişle insanın çevreye verdiği zarar aslında dolaylı olarak kendi yaşamına verdiği zarar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle insan-çevre ilişkileri ikisinin de zarar görmeyeceği şekilde sürdürülebilir olmalıdır (Korkmaz ve Gürbüz, 2005:1-26).

İklim, yeryüzü şekillerinin oluşumu, hidrolojik sistemlerin oluşumu ve karakteri, toprak oluşumu ve toprak cinsi, bitki örtüsünün karakteri ve yayılışı gibi doğal sistemler üzerinde doğrudan etkili olmakla beraber beşeri ve ekonomik sistemler üzerinde de doğrudan etkilidir. Bu nedenle iklim, tarih boyunca insanların yeryüzüne dağılımından ekonomik faaliyetlerine, yeme- içme alışkanlıklarından giyim şekline kadar insan yaşamı üzerinde belirleyici en önemli unsur olmuştur. Günümüzde de yüksek teknolojik gelişmişliğe rağmen bu etki devam etmektedir. İklimin bu çevresel etkilerinin yanında insanların sağlık, karakter, psikoloji gibi ruhsal mekanizmalarını da etkilemektedir (Erol, 1999:1-2).

İklimin çevrede meydana getirdiği bu etkilerle beraber kendisi de bazı beşeri ve çevresel etmenlerden etkilenmekte ve hatta değişkenlik gösterebilmektedir. Her ne sebeple olursa olsun uzun bir zaman periyodunda iklimde meydana gelen bu değişimler, iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2001:5). Dünyanın varoluşundan günümüze kadar geçen zaman dilimi içerisinde iklim çok çeşitli değişimlere maruz kalmıştır. Özellikle buzul ve buzul arası dönemlerde iklimde küresel ölçekte değişimler meydana gelmiştir. Bu değişimler dünyanın çeşitli bölgelerinde ortalama sıcaklıklardaki büyük değişimler ve yağış miktarlarındaki değişimler şeklinde kendini göstermiştir. Jeolojik devirlerdeki büyük iklim değişiklikleri buzullarda meydana gelen hareketlilik ve deniz seviyelerindeki değişimler sayesinde hem dünya coğrafyasında önemli değişiklikler yapmış, hem de ekolojik sistemlerde kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir (Türkeş vd., 2000:7-24).

Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri tamamen doğal yollarla meydana gelmekteydi. Fakat insan yaşamının başlamasıyla birlikte özellikle de 19.yüzyılın ortalarından itibaren, doğal nedenlerin yanında beşeri faaliyetler de iklimi etkilemeye başlamıştır. Bir taraftan insan nüfusunun artması diğer yandan gelişen teknoloji ile birlikte ekolojik denge de giderek bozulmaya başlamıştır. Yine bu etkilerden dolayıdır ki jeolojik devirlerde daha yavaş bir şekilde değişen iklim, insanın yeryüzüne hakim olmaya başlamasıyla birlikte hızlı bir şekilde değişmeye başlamıştır (Türkeş, 2001:187-205). Bu değişim süreci içerisinde de değişim hızı ve mekana yayılış açısından iklim elemanları içerisinde en fazla değişkenlik yağış parametresinde görülmüştür. Bu süreçteki pozitif ve negatif yöndeki eğilimler iklimin değiştiği yönündeki senaryolara en önemli kanıt olarak gösterilmektedir (Karabulut ve Cosun, 2009:65-83).

Sanayi devriminin meydana gelmesiyle birlikte başlayan sanayi faaliyetleri tarım alanları ile ormanlık alanların tahrip edilip amaç dışı kullanılmasına ve fosil yakıtların giderek daha fazla kullanılmasına neden olmuştur. Bu durum özellikle sera gazlarının atmosferde hızla birikmesine ve dolayısıyla da yeryüzü sıcaklıklarının artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliğinin en önemli aktörleri arasında sera gazlarının

birikimine sebep olan beşeri faaliyetler ilk sırada gösterilmektedir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (BMİDÇS), iklim değişikliği tanımlanırken beşeri faaliyetlerin atmosferin bileşimini bozarak doğrudan veya dolaylı olarak iklim değişikliğine sebep olduğu vurgulanmaktadır (Türkeş, 2001:187-205).

Özellikle sera gazlarının salınımıyla meydana gelen küresel ısınmaya bağlı olarak kutup bölgelerinde ve dağ zirvelerindeki buzullar erimekte, kar örtüsü ve yarı donmuş toprakların kapladığı alanlar giderek daralmaktadır. Bu durum fizyografik ve hidrolojik ekosistemi etkilemekte ve toprak örtüsünün duyarlılığını değiştirmektedir. Bitki örtüsünün düşey dağılışı daha yükseklerle kayacak, sulak alanların coğrafi dağılışı da sıcaklık ve yağışlardaki değişiklikler nedeniyle kayabilecektir. Taşkın ve kuraklık gibi doğal afetler şiddeti ve gerçekleşme sıklığı değişeceği için akarsuların ve yeraltı sularının kalitesini ve biyolojik verimliliğini etkileyecektir. Ayrıca deniz seviyelerinde meydana gelecek değişiklikler neticesinde kıyı coğrafyası da büyük ölçüde değişmesi beklenmektedir. Sayılan bütün bu sonuçların dışında küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin doğrudan veya dolaylı olarak insan sağlığını da etkileyeceği öngörülmektedir (Türkeş, 2002:89-106).

Küresel ısınma diye adlandırdığımız yeryüzü sıcaklıklarındaki artma eğilimi dünyanın her yerinde aynı ölçüde gerçekleşmemektedir. Coğrafi olarak farklı dağılımlar sergilemektedir. En fazla ısınma eğilimi 40° ve 70° kuzey enlemleri arasındaki kara parçalarında gözlenmiştir. Bunun yanında Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz ve Karadeniz havzalarında son 25-30 yılda soğuma eğiliminin hakim olduğu saptanmıştır. Bu nedenle Türkiye'nin içinde yer aldığı bu bölgenin ısınmaya başlayacağı, fakat yeryüzünün diğer bölgelerine nazaran daha az ısınacağı öngörülmektedir (Karagöz, 2008:2).

Küresel iklim değişikliklerinin karakterlerinin belirlenmesinde, iklim elemanlarından sıcaklık ve yağış ile ilgili bilgiler büyük önem taşımaktadır. Bu iki parametre zaman ve mekân bakımından büyük farklılıklar gösterir. Sıcaklık ve yağış parametrelerinde görülen eğilimler bir bölgedeki iklim tipinin belirlenmesinde iki temel faktördür. Bu nedendir ki son yıllarda özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerine yapılan araştırmalar sıcaklık ve yağış parametrelerindeki artış ve azalışlar üzerine odaklanmış durumdadır (Karabulut ve Cosun, 2009:65-83).

İklim değişikliği üzerinde etkili olan bir diğer faktör de şehirleşmedir. Şehirleşme, özellikle Sanayi devrimi ile birlikte hız kazanmıştır. Sanayi devriminden önce dünya genelinde %5 olan şehirleşme oranı Sanayi devriminden sonra hızla artmış ve günümüzde şehir yerleşmeleri kır yerleşmelerinin oranını geçmiştir. Şehirleşmeyle birlikte artan araç ve makine sayısı, yoğun nüfus ve betonarme yapıların yoğunlaşması gibi sebeplerle şehirler ısı adaları şekline gelmişlerdir. Yapılan araştırmalar şehirleşmenin olduğu alanlarda sıcaklıkların arttığını, kırsal alanlarda ise sıcaklıkların azaldığını göstermektedir. Şehirsel alanların azımsanamayacak kadar geniş alan kaplaması beraberinde iklim değişikliğini de tetiklemiştir. Ayrıca beton ve asfalt yollara düşen yağışların hemen akışa geçmesine neden olmakta sel ve taşkınlara yol açmaktadır. Ayrıca buharlaşma miktarında da önemli azalmalar meydana gelmiştir. (Karakuyu, 2002: 99-106).

Türkiye bulunduğu konum itibarıyla iklim değişikliklerinden çok fazla etkilenebilecek ülkeler arsındadır. Ayrıca üç tarafının denizlerle çevrili olması, yeryüzü şekillerinin engebeli bir yapıya sahip olması ve orografik koşulları dolayısıyla, ülkenin farklı bölgelerinde farklı iklim değişiklikleri yaşanabilecektir. Özellikle ülkenin güneyinde bulunan Akdeniz Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi iklim değişikliklerinden en fazla etkilenecek bölgelerimizdir. Özellikle yarı kurak bir iklime

sahip olan İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile yarı nemli bir iklime sahip olan Ege ve Akdeniz Bölgeleri sıcaklık artışlarından fazlaca etkilenecektir (Kızılelma vd., 2014:9).

Yapılan çalışmalar Türkiye'nin büyük bölümünde 1990'lı yıllara kadar sıcaklık ortalamalarında özellikle yaz mevsiminde negatif yönlü bir trendin hakim olduğunu göstermektedir. Fakat özellikle 1992 yılında ortalama sıcaklıklarda görülen önemli azalıştan sonra genel bir artma eğilimi hakim olmuştur. Türkiye'nin batı ve güneybatı kesimlerinde özellikle yaz sıcaklıklarında pozitif yönlü bir trend görülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar, şehirleşmeye bağlı ısı adalarının Akdeniz bölgesinde özellikle bölge yüksek basınç sistemlerinin etkisi altına girdiğinde etkili olduğunu göstermektedir (Demir, 2008: 3).

Son yıllarda Türkiye'de yağışlar azalma eğilimi göstermekte ve önümüzdeki dönemde de bu azalmanın devam edeceği ifade edilmektedir. Yağış miktarlarındaki bu azalma her bölgede farklı karakterde olacaktır. Bu azalma eğilimleri özellikle Sonbahar ve Kış aylarında kendini gösterecektir. Yapılan çalışmalar son 50 yılda batı illerinde kış yağışlarında önemli azalmalar olduğunu göstermektedir (Demir vd., 2008:365-373).

Türkiye sınırlı su kaynaklarına sahip bir ülkedir. Kullanılabilir su miktarı yönünden kişi başına düşen miktar 1,692m<sup>3</sup>'tür. Kullanılan su miktarı bakımından ise kişi başına düşen su miktarı 575 m<sup>3</sup>'tür. Dünya ortalamasıyla kıyaslandığında Türkiye'nin su varlığı bakımından oldukça sınırlı bir kapasiteye sahip olduğu görülmektedir (Öztürk, 2002:47-65).

Türkiye'nin yarı kurak iklimi ve sınırlı su kaynaklarından dolayı içinde bulunduğu mevcut durum dikkate alınarak iklim değişimleri ve küresel ısınmaya karşı gerekli tedbirler alınmadığı takdirde yakın bir gelecekte kuraklık vb. doğal felaketlerle karşı karşıya kalacaktır. Türkiye'nin yıllık yağış ortalamaları 1999 yılına kadar 631mm iken, 1999 yılında %15, 2000 yılında ise %7'lik bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalmayla birlikte yağış rejiminde de kayma meydana gelmiştir. Yağış parametresinde meydana gelen bu azalma ve sapmalar, tarım faaliyetlerini de olumsuz etkilemektedir (Türkeş, 1999:85, Cosun, 2008:4)

Türkiye'de ve Dünyada yapılan özellikle sıcaklık ve yağış üzerinde yoğunlaşan iklimle ilgili çalışmaların da gösterdiği gibi küresel ölçekte ve ülkemizde iklim parametrelerinde ciddi değişimler meydana gelmektedir. Küresel ve bölgesel ölçekte yapılan bu çalışmaların daha da artırılması, insan-çevre etkileşiminin sürdürülebilir hale getirilmesi için yeni çözüm yolları geliştirilmelidir.

Bu çalışmada Fırat Havzası sıcaklık ve yağışlarında meydana gelen değişim ve eğilimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle 1970- 2011 periyodunda sıcaklık ve yağış parametrelerinin mevsimlik ve yıllık trendleri çeşitli istatistiksel yöntemlerle incelenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Türkeş vd., (2002), Türkiye'deki 70 meteoroloji istasyonuna ait 1929-1999 yıllarına ait ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile günlük ve uzun süreli sıcaklık değişim ve eğilimlerini, pozitif veya negatif trend dönemlerini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada İlkbahar, Kış ve Yıllık sıcaklık ortalamalarının, Türkiye'nin güney bölgelerinde pozitif trend gösterdiğini, Yaz ve Sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıklarının ise kuzey bölgelerde ve deniz etkisinden uzak kesimlerde negatif trend gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tonkaz vd., (2003), Güneydoğu Anadolu Projesinin kısmi olarak uygulanmaya başlamasıyla sanayi, endüstri, sulama ve kentleşme oranındaki hızlı artışın, 1981-1999 yılları arasında Şanlıurfa meteoroloji istasyonu sıcaklık ve yağış değerlerine olan etkilerini mevsimlik bazda incelemişlerdir. Araştırmada iklim parametrelerindeki meydana gelebilecek değişiklikleri belirlemek için mevsimlik ölçüm serilerini kullanarak gidış, rastgelelik ve ortanca değer analizleri yapmışlardır. Elde edilen bulgulara göre aylık minimum sıcaklıkların yaz mevsiminde pozitif yönde eğilim gösterdiğini ve aylık ortalama oransal nem değerlerinin de artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Tecer vd., (2004), Rize sıcaklık ve yağış trendlerinin analizini konulu çalışmalarında Rize meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık verilerini analiz ederek iklim değişimini lokal ölçekte incelemişlerdir. Yaptıkları analize göre; çalışma dönemi boyunca yıllık ortalama sıcaklıklarda 0,9 °C ve yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarda 2.3 °C artış olduğuna ulaşılmıştır. Sıcaklıklarda 1975-1993 yılları arasındaki dönemde soğuma trendi ve 1994-2001 yılları arasındaki dönemde ısınma trendi gözlenmiştir. Yağışlarda ise analizlere göre; 1975-1984 yılları arasındaki dönemde kuraklığın arttığını, 1985-2001 yılları arasındaki dönemde ise yağış miktarlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Çiçek (2004), Ankara ilinde kentleşmenin yağış miktarlarına etkisini araştırmıştır. Yağış miktarlarındaki değişimlerin iklimsel mi yoksa yerel faktörlerden mi kaynaklandığını ortaya koymak için şehir ve kırsal karakterli iki istasyon incelemiştir. Yapılan analizler neticesinde kırsal ve kentsel alanlarda yağış miktarlarında pozitif yönlü bir trend olduğunu tespit etmiştir. Şehir alanındaki istasyonda şiddetli yağışlı gün sayılarında artış olması ve bu sınıftaki eğilimin kırsal bölgedeki istasyonda azalma yönünde olması nedeniyle şehir alanındaki istasyonda görülen artışın şehirleşmeyle ilgili olduğu sonucuna varmıştır.

Türkeş vd., (2005), GAP bölgesinde meydana gelen uzun süreli iklim parametrelerindeki değişim ve trendlerin zaman dizisi çözümlemelerini yapmışlardır. GAP bölgesi ve yakın çevresinde yer alan 22 istasyonun verilerini kullanmışlardır. Ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklarda, sonbahar mevsimi dışında ki tüm mevsimlerde, çoğunlukla bir ısınma eğilimi görüldüğünü saptamışlardır. Kış mevsimi yağış dizilerinin, istasyonların önemli bir bölümünde genel bir azalma eğilimi sergilediğini, yaz ve kısmen sonbahar yağışlarının genel bir artış eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir.

Büyükyıldız ve Berktaş (2004), yaptıkları çalışmada Türkiye'de önemli havzalardan biri olan Sakarya Havzası'ndaki istasyonlara ait aylık toplam yağışlar üzerine çeşitli trend analiz yöntemleri uygulamışlardır. Sakarya Havzasındaki 25 adet meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerine nonparametrik Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall trend testlerini uygulamışlardır. Sonuç

olarak verileri kullanılan istasyonların yarısında 0.05 anlamlılık seviyesinde azalan trendler bulmuşlardır.

Gümüş (2006), Aşağı Fırat Havzasında bulunan akım gözlem istasyonları akım verilerine çeşitli trend analiz yöntemleri uygulamıştır. Maksimum, minimum ve yıllık ortalama akımların trend analizini yaparak, anlamlı bir trend varlığını ve nedenlerini araştırmıştır. Trendin varlığını, yönünü, anlamlılık düzeyini ve başlangıç yıllarını tespit etmek için Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testi, Mann-Kendall Meritebe Korelasyon testi ve Sen'in Trend Eğim metodunu kullanmıştır. Analiz sonucunda, 2 istasyonda negatif yönde anlamlı trend olduğunu, minimum akımlarda havza genelinde toplam 10 istasyonda anlamlı negatif trend, 1 istasyonda ise anlamlı pozitif trend gözlemlendiğini, maksimum akımlarda ise anlamlı bir trend gözlenmediğini belirtmiştir.

Türkeş vd., (2007), Türkiye'de yağış verilerinin zamansal ve mekânsal olarak değişim ve eğilimlerini araştırmıştır. Türkiye genelinde bulunan 111 meteoroloji istasyonunun mevsimlik ve yıllık toplam yağış verilerini kullanmışlardır. Yağış verilerini Mann-Kendall sıra ilişki kat sayısı testi ve Kruskal Wallis türdeşlik testi ile analiz etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda yıllık toplam yağışlarda negatif trend olduğunu ve bu azalmanın Karadeniz ve Akdeniz yağış rejimlerinde daha belirgin olduğunu tespit etmişlerdir. Mevsimlik yağışlarda ise Kış mevsiminde negatif trend, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar yağışlarında ise genel olarak pozitif trend bulunduğunu tespit etmişlerdir. Yağış yoğunluklarında bütün mevsimlerde negatif yönlü trendin hakim olduğunu ve bu trendin toplam yağışlardaki azalmadan daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

Em vd., (2007), yaptıkları çalışmada GAP bölgesinde bulunan 15 meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerini kullanarak bölge yağışlarındaki değişim ve eğilimleri ortaya çıkarmışlardır. 1970-2003 yılları arasındaki yağış verilerine homojenlik analizi, Swed-Eisenhart run testi ve grafiksel analiz yöntemlerini uygulamışlardır. Yapılan analizler sonunda 14 istasyona ait verilerin homojen olup 1 istasyonun verilerinin ise heterojen olduğu sonucuna varmışlardır. Bunun yanında yapılan 45 analizin 12 tanesinde önemli değişim ve trendlerin olduğunu tespit etmişlerdir.

Tonkaz (2007), GAP bölgesinde bulunan 16 adet meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerine çeşitli analizler yaparak yağış karakterini ve yağış miktarlarındaki eğilim ve değişimleri incelemiştir. Çalışmada genellikle yağışların görülmediği Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarını analizlere dahil etmemiştir. Çalışma sonucunda yağışların bölgenin kuzey ve doğusunda daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Acar ve Şenocak (2007), Türkiye'de ki 46 yağış istasyonunda 5 dakikadan 60 dakikaya kadar olan kısa süreli yağışların 1938-2000 yılları arasındaki trendleri incelemişlerdir. Araştırmada Mann-Kendall testi kullanmışlardır. Yapılan analizler sonucunda verileri kullanılan meteoroloji istasyonlarından 31 tanesinde anlamlı bir trende rastlanmazken 13 tanesinde pozitif trend ve 2 tanesinde de negatif trend olduğunu saptamışlardır.

Demir vd., (2008), Türkiye genelinde yağış ve sıcaklık verilerindeki değişim ve eğilimleri incelemişlerdir. Çalışmada Mann Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı testi, Wald-Wolfowitz (WW) ilişki katsayısı testi, Student t testi, EKKDR eşitliği ve Binom süzgeci yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda sıcaklık ortalamalarının Türkiye'nin güney ve güney batı kesimlerinde anlamlı pozitif trend ile beraber yıllık maksimum sıcaklık dizilerindeki değişimlerde Akdeniz bölgesi, Güneydoğu Anadolu bölgesi ile Doğu Anadolu bölgesi güney kesimlerinde anlamlı pozitif trend tespit etmişlerdir. Minimum sıcaklıkların, Türkiye'nin büyük bölümünde artma eğiliminde olduğunu ve bu artışta Türkiye'deki yaygın ve hızlı kentleşmenin etkisinin büyük

olduğunu belirtmişlerdir. Akdeniz iklimi, Akdeniz Geçiş iklimi, Karasal İç Anadolu iklimi ve Karasal Akdeniz iklim bölgelerinin kış mevsimi yağışlarında negatif trend görüldüğünü, sonbahar mevsiminde ise yağışların, Türkiye'nin önemli bir bölümünde artma eğiliminde olduğunu saptamışlardır. Kuzey Atlantik Salınımının (NAO) pozitif devreleri ile Türkiye'deki kurak koşullar arasında paralellik bulunduğunu El-Nino'nun kuvvetli olduğu yıllarda ve bir sonraki yılda özellikle kış mevsimi yağışlarında benzer durumlar gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Barak (2009), İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan on dört ilin merkez istasyonları ve bu illerin bölge sınırları içinde yer alan ilçe istasyonlarına ait yağış ve sıcaklık verilerini 2 eşit döneme bölerek birbirleriyle karşılaştırmıştır. Çalışmada Erinç Yağış Etkinliği İndisi, Coutagne formülü, Swen-Eisenhard Run Testi ve Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı sınaması yöntemini kullanmıştır. İç Anadolu Bölgesi'nde % 3 oranında sıcaklık artışı, yağış miktarında % 1 oranında azalma olduğunu tespit etmiştir. Maksimum ve Minimum sıcaklık değişimlerinde özellikle Nisan ve Mayıs ayında ciddi yükselmeler yaşandığını saptamıştır.

Demirci vd., (2009), İstanbul ilindeki sıcaklık verilerini Mann Kendall ve Thiessen trend analiz metotları ile incelemiştir. 1975-2006 yılları arasındaki aylık, mevsimlik ve yıllık sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend olup olmadığını araştırmıştır. Çalışma sonucunda yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde pozitif trend olduğunu, yaz mevsiminde ortalama sıcaklıkların  $2,24^{\circ}\text{C}$  arttığını, aynı döneme ait sıcaklıkların kış mevsiminde ise  $0,16^{\circ}\text{C}$  azaldığını tespit etmişlerdir. Analizlere göre genel olarak yıllık ortalama sıcaklıkların İstanbul'da artma eğiliminde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Erlat ve Yavaşlı (2009), Ege Bölgesi'ndeki 10 istasyonun yıllık tropikal gün ve yaz günü sayılarında görülen eğilim ve değişiklikleri incelemiştir. Çalışmada Mann-Kendall trend analizini uygulamışlar ve verileri kullanılan bütün istasyonların yıllık tropikal gün ve yaz günü sayılarında bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Yıl boyunca sıcak dönemlerde gündüz sıcaklıklarında pozitif trend olduğunu tespit etmişlerdir.

Karabulut ve Cosun (2009), Kahramanmaraş'ta toplam yağış verilerini yıllık ve mevsimlik ölçekte Mann Kendall testi, Lineer Regresyon testi, yağış değişkenliği testi ve değişim katsayısı testi kullanarak analiz etmişler ve anlamlı trend varlığını araştırmışlardır. Sonuç olarak yıllık toplam yağışlarda genel olarak bir azalma olduğunu fakat istatistiksel olarak anlamlı bir trend olmadığını tespit etmişlerdir. Mevsimlik yağışlarda da yıllık yağışlar gibi anlamlı bir trend olmamakla beraber, İlkbahar ve Yaz mevsiminde anlamsız negatif trend, Sonbahar mevsiminde ise anlamsız pozitif trend olduğu sonucuna varmışlardır.

Karabulut (2009), 1963–2005 yılları arasında Kahramanmaraş, Gaziantep ve Adıyaman illerinin yıllık, mevsimlik ve aylık yağış trendlerini incelemiştir. Araştırmada nonparametrik testler olan Mann-Kendall ve Sens's slope ile lineer regresyon ve kümülatif sapma grafiği kullanarak yağış trendlerini analiz etmiştir. Sonuç olarak, Kahramanmaraş'ta anlamsız negatif trend, Gaziantep ve Adıyaman'da ise anlamsız negatif trend tespit etmiş, anlamlı bir trende rastlamamıştır. İstasyonların üçünde de, kış ve ilkbahar mevsimlerinde toplam yağışlarda istatistiksel olarak anlamsız negatif trend olduğunu, sonbahar mevsiminde ise Kahramanmaraş ve Gaziantep istasyonlarında pozitif trend, Adıyaman'da ise anlamsız negatif trend olduğunu saptamıştır. Ayrıca kış ve ilkbahar aylarının çoğunda yağışlarda istatistiki olarak anlamlı olmayan azalma eğilimi görüldüğü belirtilmiştir.

Gönençgil ve İçel (2010), Tek Yönlü Varyans Analizi kullanarak Doğu Akdeniz kıyılarında bulunan 11 meteoroloji istasyonuna ait toplam yağış verilerini

incelemişlerdir. Yıllık ve mevsimlik toplam yağışların lineer trend modellerini oluşturmuşlardır. Yıllık toplam yağışlarda yıllar arasında anlamlı farklar olduğunu tespit etmişlerdir. Yıllık toplam yağış miktarları ile yağışlı gün sayılarıyla İlbahar ve Kış mevsimi toplam yağışlarında negatif trendin hakim olduğu sonucuna varmışlardır.

Karabulut vd., (2010), Göksun'da iklim parametrelerinden yağış ve sıcaklık verilerindeki eğilim ve değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada Mann Kendall analizi ve Lineer Trend analiz yöntemlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak yağış verilerinde anlamsız negatif trendlerin bulunduğunu yalnızca Eylül ayı yağışlarında anlamlı pozitif trend bulunduğunu tespit etmişlerdir. Sıcaklık ortalamalarında ise anlamlı bir trend olmamakla beraber Yaz mevsiminde belirgin artışlar olduğunu saptamışlardır.

Bahadır (2011a), GAP alanında sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizini yapmıştır. ARIMA modeli kullanarak Güneydoğu Anadolu Proje alanında gelecekte sıcaklık ve yağıştaki olası değişimleri incelemiştir. Araştırma sonucunda sıcaklık değerlerinde, Şanlıurfa, Gaziantep, Siirt ve Batman illerinde anlamlı pozitif trend, Adıyaman, Mardin ve Kilis illerinde düşük seviye pozitif trend olduğunu tespit etmiştir. Yağış verilerinde ise Mardin'de anlamlı negatif trend, Şanlıurfa, Adıyaman, Diyarbakır, Kilis, Batman ve Siirt illerinde anlamsız negatif trend, olduğunu gözlemlemiştir. Analiz sonuçlarına göre çalışma alanında 15 yıllık süreçte (2009–2023) sıcaklıkta 0,3 ile 0,6 °C'lik artışın bulunduğunu, yağışta ise 15 mm ile 100 mm arasında genel bir azalma eğilimi olduğunu öngörmüştür. Öngörülen bu değerlerin de Türkiye ve özellikle Güney bölgelerimiz için öngörülen değerlerle örtüştüğünü belirtmiştir.

Bahadır (2011b), Grown Curve ve ARIMA modelini kullanarak Akdeniz Bölgesi'nde yağış ve sıcaklık parametrelerindeki değişim ve eğilimleri analiz etmiştir. yapılan analiz sonuçlarına göre, verileri kullanılan bütün istasyonlarda ortalama sıcaklıklarda pozitif trend, toplam yağışlarda ise negatif trend tespit etmiştir.

Bahadır (2011c), Kızılırmak Nehri akım gözlem istasyonları akım verileri ile Kızılırmak Havzasında yer alan meteoroloji istasyonlarının yağış ve sıcaklık verilerindeki trendleri incelemiştir. Ayrıca sıcaklık ve yağış ile akımlar arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma sonucunda yıllık sıcaklık ortalamalarında pozitif trend, yıllık toplam yağışlarda ise negatif trend olduğunu tespit etmiştir. Akım ile sıcaklık arasında anlamlı negatif bir ilişki olduğunu, akım ile yağışlar arasında ise orta derece anlamlı pozitif ilişki olduğunu gözlemlemiştir.

Erlat ve Yavaşlı (2011), Ege Bölgesi ortalama sıcaklıklarındaki trend ve değişimleri incelemiştir. Yapılan analize göre Ege Bölgesi'nde yıllık soğuk gün ve gece sayılarında genel bir azalma eğilimi olduğu sonucuna varmışlardır.

Fidan (2011), Doğu Akdeniz'de bulunan 58 adet meteoroloji istasyonunun toplam yağış verilerini, Standardize Yağış İndeksi ve Markov zinciri testleri ile kuraklık durumunu ve kurak olma olasılıklarını araştırmıştır. Çalışmada, Çalışma sonucunda Doğu Akdeniz'de kurak olma olasılıklarının arttığını, nemli iklim tipi olma olasılıklarının ise düştüğünü saptamıştır.

Gümüş vd., (2011), Seyhan Havzası sınırları içerisinde yer alan Göksu Nehri Himmetli akım gözlem istasyonuna ait akım verileri üzerinde trend analizi yapmıştır. Anlamlı trend varlığını araştırmak için Mann Kendall, Sen Slope, Spearman Rho ve Mann Kendall sıra korelasyon testlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda verileri kullanılan istasyonun 5 aylık dönemde negatif trend gösterdiğini tespit etmiştir.

Karabulut (2011), Kayseri'de yağış ve sıcaklıkların trend analizini incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda yıllık yağışlarda istatistiksel olarak anlamlı olmayan oldukça düşük bir artış tespit etmiştir. Bununla beraber yaz mevsiminde anlamlı

olmayan bir azalış ve diğer mevsimlerde de yine anlamlı olmayan küçük artışlar saptanmıştır.

Kızılelma ve Karabulut (2011), yaptıkları çalışmada Şanlıurfa ilinin iklim tipini belirlemiş ve kuraklık durumunu araştırmışlardır. Çalışmada Thornthwaite iklim sınıflandırma sistemi, Standardize Yağış İndisi, Erinç Kuraklık İndisi ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi kuraklık indislerini kullanmışlardır. Çalışma alanında kurak-yarı kurak ve kurak-yarı nemli iklim alanlarını belirlemişlerdir. Ayrıca kuraklığın etkisinin son yıllarda arttığı ve çölleşmeye açık bir alan olduğu sonucuna varmışlardır.

Yeşilirmak vd., (2011), Büyük Menderes Havzası'nda yıllık toplam yağışların zamansal değişimlerini incelemişlerdir. Mann-Kendall testi kullanarak Büyük Menderes Havzası'nda 16 meteoroloji istasyonunun toplam yağış verilerindeki anlamlı trend varlığını araştırmışlardır. Çalışmada Sen'in eğim testi, TFPW (Trend-Free Prewhitening) ise Van Belle ve Hughes testlerini kullanmışlardır. Analiz sonucunda, iki istasyonda pozitif trend, diğer istasyonlarda ise negatif trend olduğunu saptamışlardır. İstatistiksel açıdan sadece bir istasyondaki azalan yöndeki eğilimin anlamlı olduğu saptanmıştır.

Altın ve Barak (2012), Seyhan Havzası'ndaki sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişim ve eğilimleri ortaya koymaya çalışmıştır. Erinç Kuraklık İndisini kullanarak havzanın iklim tipini belirlemiş ve haritalandırmıştır. Sıcaklık ve yağış verilerindeki değişim ve eğilimleri Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı testi ile analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, ortalama sıcaklık değerlerinde anlamlı pozitif trend, toplam yağış değerlerinde ise anlamlı negatif trend olduğunu tespit etmişlerdir. Ortalama sıcaklık değerlerindeki pozitif trend tüm mevsimlerde görülmekle beraber yaz mevsiminde daha belirgin olduğunu saptamışlardır.

Bahadır ve Özdemir (2012), Türkiye'de kurak sahalardan birisi olan Acıgöl Havzası'nda yağışın alansal ve zamansal dağılım trendlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada Contour (Kontur) Plot analizi, Etkileşimli 3D yüzey analizi, Quadratic trend analizi ve interpolasyon teknikleri kullanılmıştır. Çalışmada havzanın tamamında yağışta bir azalmanın olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çiflik (2012), Ege Bölgesi'ndeki ortalama 40 yıl süreli 49 adet DSİ yağış gözlem istasyonunun yıllık toplam yağış verilerinin trendini araştırmıştır. Yıllık toplam yağış verilerinin trendlerini analiz etmek amacıyla; nonparametrik testler olan T testi ile Mann-Kendall, Mann- Kendall Mertebe Korelasyon, Spearman'ın Rho testleri ve Sen'in trend eğim metotlarını kullanmıştır. Yaptığı bu trend analizi çalışması ile Ege Bölgesi'nde bulunan DSİ'ye ait 49 adet meteoroloji istasyonunun ortalama 40 yıllık toplam yağışlarının azalma eğiliminde olduklarını saptamıştır. Bu istasyonların 17 tanesinde %95 anlamlılık seviyesinde, istatistiki anlamda azalan yönde, diğer istasyonların büyük çoğunluğunda ise %90 anlamlılık seviyesinde yine azalan yönde trendlerin mevcut olduğunu belirtmiştir.

Karabulut (2012), Akdeniz Bölgesi sınırları içerisinde bulunan Çukurova ve Kahramanmaraş-Hatay Grabeninde yer alan meteoroloji istasyonlarının sıcaklık verilerindeki trendleri araştırmıştır. Çalışmada Mann-Kendal, Sens's Slope ve Lineer Regresyon analiz yöntemlerini kullanmıştır. Analiz sonuçlarına göre maksimum ve minimum sıcaklıklarda ve mevsimlik ortalama sıcaklıklarda belirgin pozitif trend olduğu sonucuna varmıştır.

Kum ve Kılıç (2013), Gaziantep'te şehirleşmenin sıcaklık ve yağış parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada sonuç olarak, şehir merkezi özellikle

ortalama yaz mevsimi gece sıcaklıklarında anlamlı pozitif trend saptamıştır. Yağış değerlerinde ise, anlamlı olmayan pozitif yönde bir eğilim olduğu belirlenmiştir.

Şen (2013), Isparta ili sıcaklık ortalamaları ve yağış toplamları üzerinde anlamlı trend varlığını araştırmıştır. Çalışmada Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri, Mann-Kendall Meritbe Korelasyon testi, Sen'in Trend Eğim metodu ve Lineer Regresyon modeli kullanılmıştır. Ayrıca istasyonların sıcaklık ve yağış verilerinin homojenlik testi için Kruskal-Wallis testi tercih edilmiştir. Mann-Kendall ve Spearman analiz sonuçlarına göre; istasyonların yağış değerlerinde %95 anlamlılık seviyesinde negatif ve pozitif yönde trende rastlanmadığını ancak istasyonlarda genel olarak kış ve yaz yağışlarında anlamlı olmayan azalma, ilkbahar ve sonbahar yağışlarında ise anlamlı olmayan artışlar olduğunu belirtmiştir.

Çelik ve Karabulut (2015), kuraklığın şiddetli olduğu 2008 yılında kuraklığın Termessos Milli Parkı vejetasyonuna etkisini çeşitli kuraklık indeksleriyle analiz etmişlerdir. Ayrıca çalışmada farklı zamanlarda alınmış uydu görüntülerini de kullanılmışlardır. Sonuç olarak kuraklık ile ilgili çalışmalarda uydu görüntülerinin kullanılmasının klasik yöntemlerden daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varmışlardır.

Efe vd., (2015), Türkiye genelinde sıcaklık ve yağışlardaki eğilim ve salınımları Mann-Kendall testi ile belirlemeye çalışmışlardır. Sonuç olarak Türkiye'nin iç ve kuzey kısımlarında geçici sıcaklık artış eğiliminin olduğu, güney ve batı bölgelerinde ise sıcaklıkta geçici azalan eğilimlerin olduğunu saptamışlardır. Karadeniz, Trakya ve Kuzey Ege bölgelerinde minimum sıcaklıkta artan bir eğilim, diğer kıyı bölgelerinde azalan bir eğilim olduğunu ve iç kesimlerde ise belirgin bir eğilim olmadığını belirlemişlerdir.

Karabulut (2015), yaptığı çalışmada Göksu Deltası göllerindeki zamansal değişimi farklı uzaktan algılama teknikleri kullanarak incelemiştir. Çalışma sonucunda Göksu Deltası göllerinin seviyesindeki değişimlerin genel olarak yağışlarda meydana gelen değişimlerle ilişkili olduğunu saptamıştır. Ayrıca bu durumun küresel iklim değişiminin yeryüzündeki hidrografik yapıya da etki edebileceğini belirtmiştir.

Kızılcı ve Karabulut (2015), İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait yağış ve sıcaklık verilerinin yıllık, mevsimlik ve aylık ortalama ve ekstrem trendlerini Mann-Kendall, Sens's Slope, Lineer Regresyon gibi teknikleri kullanarak incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanında minimum ve maksimum sıcaklıklarda anlamlı pozitif trend, sıcaklık ortalamalarında ise Ürgüp istasyonu hariç diğer tüm istasyonlarda anlamlı pozitif trend olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sütçü (2015), Büyük Menderes Havzası'nda bulunan akım gözlem istasyonlarının akım verilerini ve meteoroloji istasyonlarının yağış ve sıcaklık verilerinde anlamlı trend varlığını araştırmıştır. Trend varlığını Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı yöntemi kullanarak incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre, ortalama sıcaklıklarda anlamlı pozitif trend, toplam yağışlarda pozitif trend ve akım değerlerinde de pozitif trend olduğunu gözlemlemiştir.

Kızılcı ve Karabulut (2016), Yozgat ve çevresinin iklim tipini belirlemiş ve kuraklık analizini yapmışlardır. İklim tipini belirlemek için Thornthwaite ve Erinc yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma alanının kuraklık durumunu belirlemek için ise SPI, Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi kuraklık indislerini kullanmışlardır. Çalışmada sonuç olarak Erinc iklim sınıflandırmasına göre; Yozgat'ın nemli, Çorum'un yarı nemli, Kayseri, Kırıkkale ve Kırşehir'in yarı kurak bir iklime sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Thornthwaite

sonuçlarına göre ise Yozgat'ın yarı nemli, Çorum ve Kayseri'nin yarı kurak-az nemli, Kırşehir ve Kırıkkale'nin ise yarı kurak iklim tipine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

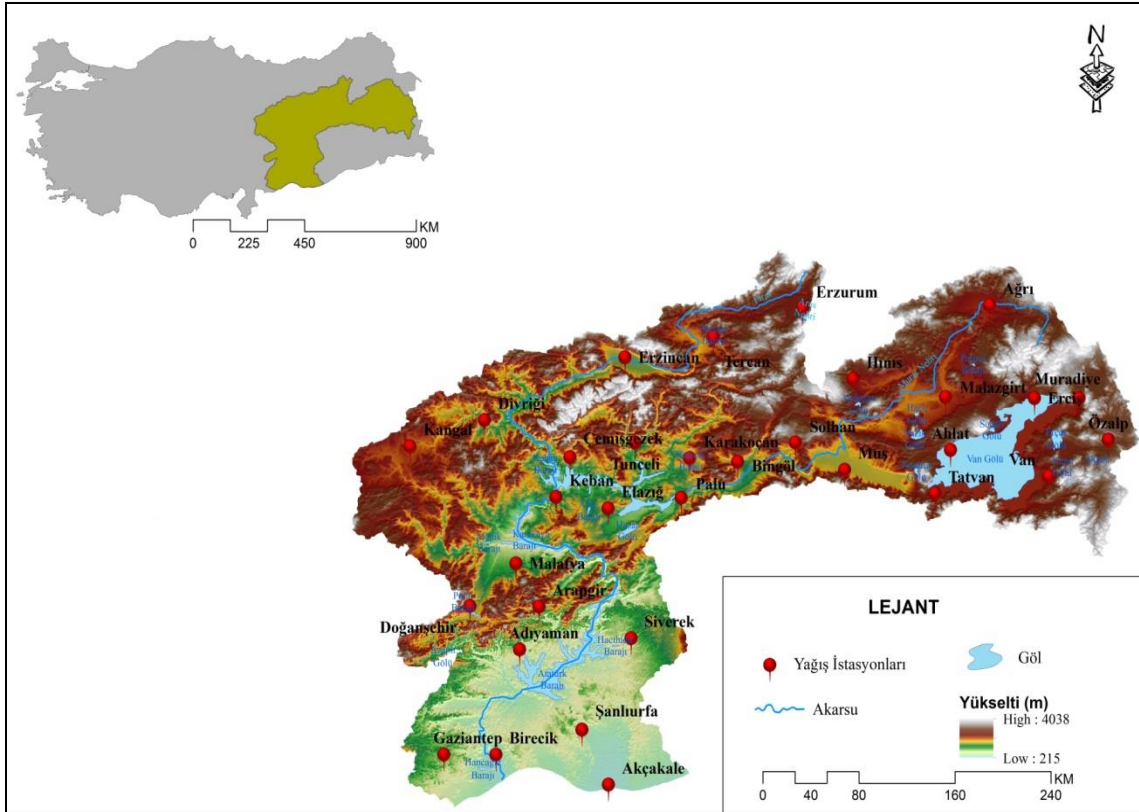
Uzunkol (2017), Ceyhan ve Seyhan havzalarında yağış ve sıcaklık verileri kullanarak havzanın detaylı olarak iklimini belirlemiş ve kuraklık analizini yapmıştır. Çalışmada Thornthwaite İklim Sınıflandırması, Erinç Kuraklık İndisi, UNCCD kuraklık indisi ve SPI yöntemlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda genel olarak, kuraklık değerlerinde gittikçe artan bir trendin olduğunu tespit etmiştir.



### 3. ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

#### 3.1. Fırat Havzası'nın Konumu ve Coğrafi Özellikleri

Çalışma alanı 36-39° kuzey enlemleri ile 37-43° doğu boylamları arasında yer alır. Çalışma alanının doğusunda Özalp, batısında Kangal, kuzeyinde Erzurum ve güneyinde ise Akçakale istasyonları en uç noktalarıdır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1: Fırat Havzası Lokasyon Haritası

#### 3.1.1. Topoğrafya Özellikleri

Fırat Havzasının Malatya'dan itibaren kuzey ve doğuda kalan kısmı yaklaşık % 21 oranında bir eğime sahiptir. Bu yönüyle Türkiye ortalamasının üzerinde bir eğime sahiptir. Bölgede kısa mesafeler arası eğim değişkenliği de fazladır. Bölgenin en yüksek dağı olan Büyük Ağrı Dağı aynı zamanda Türkiye'nin de en yüksek dağdır (Elibüyük ve Yılmaz, 2010:49).

Yine havzanın Malatya'dan itibaren kuzey ve doğuda kalan kısmı topoğrafik özellikleri bakımından Doğu Toros dağları ve Asıl Doğu Toros dağları olmak üzere ikiye ayrılır. Doğu Toros dağları olarak adlandırılan bölümü Malatya Ovası'ndan, Fırat Boğazına kadar uzanan parçası Malatya Torosları (Malatya Dağları), bu boğazdan itibaren Murat Vadisi'ne paralel olarak Bitlis Vadisi'ne kadar uzanan kısmı da Asıl Doğu Toros Dağları (Güneydoğu Toroslar) içinde kalır (Saraçoğlu, 1989:42).

Çalışma alanının bir diğer dağ silsilesini Mercan (Munzur) Dağları "Anti Toroslar" olarak tanımlanır. Yüksekliği 3000 m'nin üzerine çıkan kireç taşlarının yoğun olduğu bu dağlık alan Fırat'ın kolu Karasu tarafından parçalanmıştır (İzbrak, 1996:41).

Çalışma alanının makro relief birimlerinden biride Malatya Ovası'dır. Toros dağlarının kuzeyinde yer alan Malatya Ovası çökme sonucu oluşmuştur. Kapladığı alan

itbarıyla, doğu-batı yönünde 55-60 km uzunluğunda, kuzey-güney yönünde ise 30-55 km genişliğindedir. Yüksekliği ise 700-1000 metre civarındadır. Havza'da Pliyo-Kuvaterner'de çevreden gelen akarsuların döküldüğü sığ bir göl yer alıyordu. Daha sonra havzada Fırat, Kömürhan civarında yatağını kazarak Malatya havzasını kapmış; havzadaki göl kurumuştur. Fırat'a bağlanan kollar, havzadaki tortul depoları yararak bir plato görünümünü ortaya çıkarmıştır (Atalay ve Mortan, 1997:304).

Diğer düzlükleri Elazığ Ovası (950-1100 m), Uluova (800-1000 m) ve Hazar Havzası (1233 m) oluşturur (Uysal, 2011:6). Ovanın yükseltilerini Hasret Dağı, Karadağ, Kızıldağ, Master, Kamışlık, Çelemlik, Meryem, Hendek ve Hazar Baba Dağı oluşturur. Ovanın suları Murat ve onun büyük kolu olan Haringet Çayı vasıtasıyla drene edilmektedir. Ovanın genel eğimi batıdan doğuya doğrudur. Elazığ Ovasını sulayan Murat Nehri'nin Fırat Nehri ile birleştiği yerde Keban Barajı kurulmuştur. Çalışma alanının güneyinde Atatürk Barajı çevresinde topografya daha sadedir (Ardos, 1995:159-161).

Çalışma alanının önemli bir topoğrafik birimi de Uzunyayla'dır. Uzunyayla 1500-1600 m yükseklikte dağların arasında uzanan Orta Anadolu ile Doğu Anadolu Bölgesi arasında bir geçit vazifesi gören yüksek plato düzlükleri Fırat Nehri kolları tarafından parçalanmıştır (İzbrak, 1996:53; Atalay ve Mortan, 1997:304).

Fırat Havzasında Malatya'nın güneyinde kalan kısım Malatya'nın kuzeyine göre daha alçak ve düz sahalardan oluşmaktadır. Bu kısım ortalama % 9 civarında bir eğime sahiptir. Genel olarak düzlüklerden oluşan bir bölgedir. Eğim oranı bölgenin doğusuna doğru gidildikçe artmaktadır. Eğim oranı yörenin batısında % 7,1 doğusunda ise % 11 civarındadır. Ayrıca doğuda eğim değişkenliği de yüksektir.

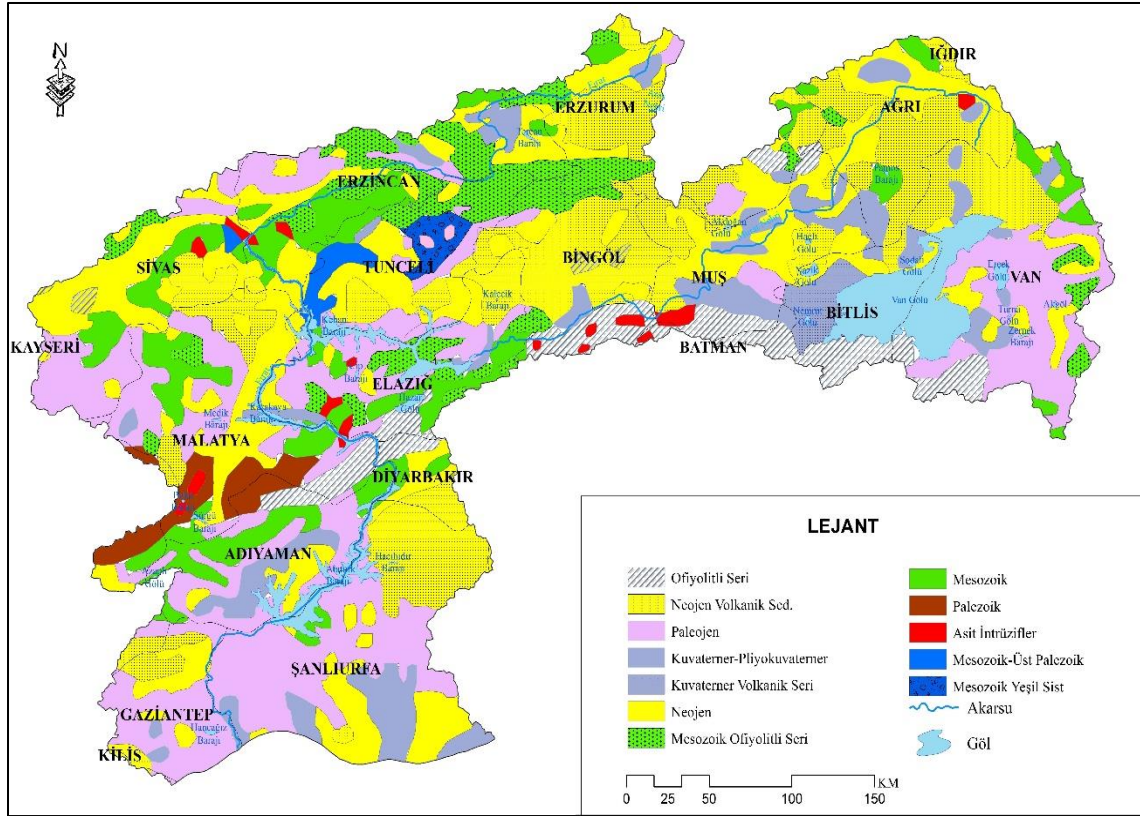
Malatya'nın güneyinde kalan bu kısmın ortalama yükseltisi yaklaşık 750 metredir. Yörenin doğusunda ortalama yükselti yaklaşık 800 metre iken batısında 700 metre civarındadır. Doğuda eğimde olduğu gibi yükseltide de değişkenlik daha fazladır. Bölgede yükseltinin 850 metre olduğu sınıra kadar eğim genellikle azdır. Yükseltinin 600-700 metre olduğu sahaların tamamına yakını düzlüktür ve bu alanlar bölgenin düzlüklerini meydana getirirler. Bölgede yükseltinin en az olduğu kısım yaklaşık 300-350 metre civarındadır. 700 metre üzerindeki yükselti basamaklarında düzlüklerin alanları azdır. Bölgedeki yamaçlar ortalama 1100 metreden sonra başlar ve bu kısımlar bölgenin dağlık sahalarını oluşturur (Elibüyük ve Yılmaz, 2010:52).

Yükseltiyi Güneydoğu Toros Dağları'nın güney yamaçları oluşturur. Güneydoğu Toros Dağları'nın güneyinde kalan Atatürk Barajı çevresindeki bu kesimde Adıyaman ve Urfa Platoları ile Diyarbakır Havzası yer alır (Uysal, 2011:6). Adıyaman depresyonu, Güneydoğu Toros dağlarının etekleri ile Fırat arasında kalan kesimi oluşturur. Depresyonun sularını Fırat nehri drene etmektedir (Atalay ve Mortan, 1997:293).

Ortalama yükseltisi 500-700 m olan Adıyaman depresyonu, kuzeybatı-güneydoğu (KB-GD) doğrultusundaki fay zonu üzerinde oluşmuştur ve yükseklik de KB-GD doğrultusunda kademeli olarak azalmaktadır (Ardos, 1995:151-153).

Doğuda Karacadağ eteğinden Fırat ve Suriye'ye doğru alçalan Fırat ve kolları tarafından parçalanmış yüksek plato düzlükleridir. Platonun KD yönünde Karacadağ volkanik kütlesi yükselmektedir (Atalay ve Mortan, 1997:293-296).





Şekil 3.3: Fırat Havzası Jeoloji Haritası (MTA'dan değiştirilerek).

### 3.1.3. İklim Özellikleri

Çalışma alanının Malatya Ovasından itibaren kuzey kesiminde genel olarak Kış mevsimi soğuk, kar yağışlı ve oldukça uzun geçer. Ayrıca don olayı da sık görülür. Yaz mevsiminin genelde serin geçmesine rağmen alçak sahalarda yüksek sıcaklıklar görülür. Havzanın güneyinde ise genel olarak Yaz mevsimi çok sıcak ve kurak geçerken, Kış mevsimi ise nadiren soğuk geçer. Yağışların çoğu Kış ve İlkbahar mevsimindedir. Bölgede bağıl nem oranının düşük olması buharlaşma miktarını arttırmaktadır. Bunun yanında bölgede Yaz yağışlarının da az olması nedeniyle Yaz mevsiminde şiddetli ve uzun bir kuraklık hakim olmaktadır (Şensoy, vd., 2008:4).

Çalışma alanındaki Güneydoğu Toroslar doğal bir sınır gibi bölgeyi kuzey ve güney olarak iki kısma ayırmıştır. Güneydoğu Toroslar'ın iklimi kuzey ve güneydeki kurak sahalardan farklı olarak kendine özgü iklim şartlarıyla dikkat çekmektedir. Güneydoğu Toroslar'ın kuzeyinde kalan sahalarda sıcaklık düşük iken güneyinde kalan sahalarda nispeten daha yüksektir. Toroslar Çalışma alanının yağış özelliklerini de etkiler. Dağların güney yamaçları daha fazla yağış alırken kuzey yamaçları daha az yağış alır (Yiğit, 2002:57).

Kışın çalışma alanının kuzeyde kalan kısımlarında etkili olan hava kütlesi Sibiryaya kökenlidir. Sonbahar aylarından itibaren bölgeye sokulan bu hava kütlesi nedeniyle yüksek yerlerde kar yağışları başlar. Cephesel faaliyetler kışın az olduğu için ikinci kurak devre kıştır. Kış mevsimi, sahanın denizden uzak olması ve polar hava kütlelerinin uzun süre sahayı etkilemesi nedeni ile soğuk antisiklonal hava şartlarını karakterize eder. Güneyde kalan sahalarda yaz döneminde çoğunlukla Basra Alçak Basıncından kaynaklanan çok kuru ve durağan olan karasal tropikal (cT) hava kütesinin etkisindedir. Bu mevsim saha için çok kurak ve sıcak geçmektedir (Bayman, 2001:7).

Çalışma alanının güneyi yazın tropikal hava kütleleri etkisinde güneydoğudan gelen Basra alçak basınç merkezinin genişlemesi nedeniyle sıcak ve kuru hava kuzeye doğru sarkar ve sıcaklıklar artar ve yağış değerleri düşer (Atalay ve Mortan; 1997: 308).

### 3.1.4. Thornthwaite ve Erinç Metodlarına Göre Çalışma Alanının İklim Özellikleri

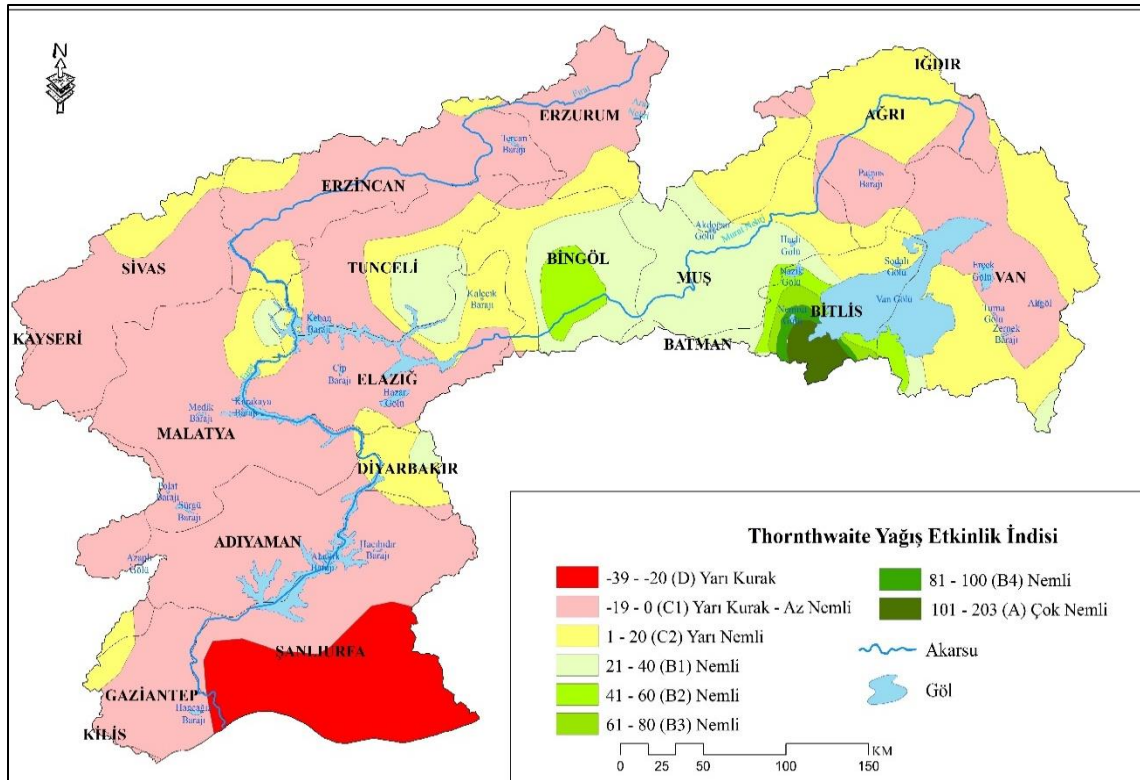
Tablo 3.1: Fırat Havzası İstasyonlarının İklim Tipleri (18.07.2018, www.mgm.gov.tr)

İstasyonlar	Erinç İklim Sınıflandırması		Thornthwaite İklim Sınıflandırması	
	Yağış Etkinlik İndisi	İklim Tipi	İklim Sınıfı	İklim Tipi
Adıyaman	29,79	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Ağrı	40,27	Nemli	C2	Yarı Nemli
Ahlat	77,81	Çok Nemli	A	Çok Nemli
Akçakale	17,68	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Arapgir	18,73	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Bingöl	52,04	Nemli	B2	Nemli
Birecik	17,68	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Çemişgezek	42,00	Nemli	B1	Nemli
Divriği	29,25	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Doğanşehir	18,73	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Elazığ	20,22	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Erciş	26,41	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Erzincan	21,83	Yarı kurak	C1	Kurak-Yarı Nemli
Erzurum	33,58	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Gaziantep	25,42	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Hınıs	33,58	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Kangal	29,25	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Keban	20,22	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Malatya	18,73	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Malazgirt	48,13	Nemli	B1	Nemli
Muradiye	26,41	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Muş	48,13	Nemli	B1	Nemli
Özalp	26,41	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli
Palu	20,22	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Siverek	17,68	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Solhan	52,04	Nemli	B2	Nemli
Tatvan	77,81	Çok Nemli	A	Çok Nemli
Tercan	21,83	Yarı kurak	C1	Kurak-Yarı Nemli
Tunceli	42,00	Nemli	B1	Nemli
Şanlıurfa	17,68	Yarı kurak	D	Yarı Kurak
Van	26,41	Yarı Nemli	C1	Kurak-Yarı Nemli

Fırat Havzası meteoroloji istasyonlarının iklim tiplerini belirlemek için kullanılan Thornthwaite İklim Sınıflandırması yöntemine göre çalışmada verileri kullanılan istasyonlardan; Ahlat ve Tatvan istasyonları “Çok Nemli”, Bingöl,

Çemişgezek, Solhan, Malazgirt, Muş, Tunceli istasyonları “Nemli”, Ağrı istasyonu “Yarı Nemli” iklim tipine sahiptir. Adıyaman, Divriği, Erciş, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Hıms, Kangal, Muradiye, Özalp, Tercan ve Van istasyonları “Kurak-Yarı Nemli”, Akçakale, Arapgir, Birecik, Doğanşehir, Elazığ, Keban, Malatya, Palu, Siverek ve Şanlıurfa istasyonları “Yarı Kurak” iklim tipine sahiptir (Tablo 3.1.).

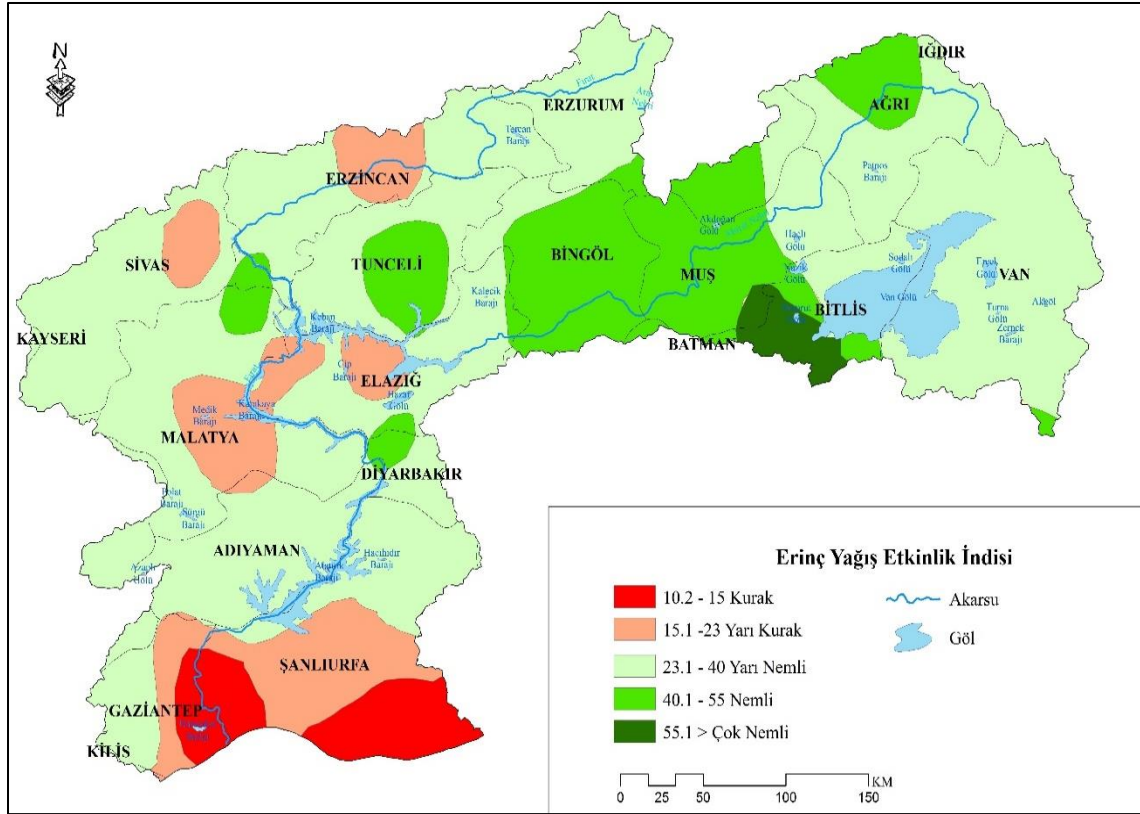
Bölgesel olarak bakıldığında Thornthwaite İklim Sınıflandırma Yöntemine göre, Fırat Havzasının büyük kısmının Yarı Kurak ve Az Nemli iklim tipine sahip olduğu görülmektedir. Yarı Kurak ve Az Nemli iklim tipi özellikle havzanın batı ve güneyinde yoğunlaştığı görülmektedir. Havzanın doğusunda ise nispeten Nemli iklim tipleri geniş alan kapladığı görülmektedir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4: Thornthwaite İklim Sınıflandırması Yöntemi'ne Göre Fırat Havzası İklim Tipleri (18.07.2018, [www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr)'den değiştirilerek).

Eriç İklim Sınıflandırması yöntemine göre ise çalışmada verileri kullanılan istasyonlardan; Ahlat ve Tatvan istasyonları “Çok Nemli”, Ağrı, Bingöl, Çemişgezek, Malazgirt, Muş, Solhan ve Tunceli istasyonları “Nemli”, Adıyaman, Divriği, Erciş, Erzurum, Gaziantep, Hıms, Kangal, Muradiye, Özalp ve Van istasyonları “Yarı Nemli” iklim tipine sahiptir. Akçakale, Arapgir, Birecik, Doğanşehir, Elazığ, Erzincan, Keban, Malatya, Palu, Tercan ve Şanlıurfa istasyonları ise “Yarı Kurak” iklim tipine sahiptir (Tablo 3.1.).

Bölgesel olarak bakıldığında Eriç İklim Sınıflandırma Yöntemine göre, Fırat Havzasının büyük kısmının Yarı Nemli iklim tipine sahip olduğu görülmektedir. Yarı Nemli iklim tipinin havzanın geneline yayılmış olduğu görülmektedir. Havzanın en güneyinde Yarı Kurak iklim tipinin hakim olduğu görülürken, Nemli iklim tipinin Bingöl, Muş ve Bitlis çevrelerinde yoğunluk kazandığı görülmektedir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5: Eriç İklim Sınıflandırma Yöntemi'ne Göre Fırat Havzası İklim Tipleri (18.07.2018, [www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr)'den değiştirilerek).

### 3.1.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Çalışma alanımızın büyük bölümünü içinde barındıran Malatya Ovasından itibaren kuzey kesiminde bitki örtüsünü dört grupta toplamak mümkündür. Yükseltisi 1500 metrenin üzerinde olan ve yıllık toplam yağış miktarı 400 mm'nin altında olan tektonik kökenli havzalarda bozkır bitki örtüsü görülmektedir. Yıllık yağış miktarı 500 mm'nin üzerinde olan, tektonik kökenli depresyonların yamaçlarında ise dağ bozkırları ve çayırlar görülür. Bölgenin batı kesiminde kuraklığa dayanıklı meşe ormanları ve antropojen bozkırlar yer alırken, 2500 metrenin üstündeki dağlık alanlarda ise dağ çayırları yer almaktadır (Atalay ve Mortan, 2006, Çolak 2009:4).

Çalışma alanının güneyinde, araziye yağış ve sıcaklık koşullarının geliştirdiği geniş bozkır alanları kaplamaktadır. Bu alanlarda İlkbahar mevsiminde yeşillenen kısa boylu çayır ve dikenli bitki örtüsü, Mayıs ile Kasım ayı arasındaki uzun dönemde aşırı sıcaklık ve şiddetli kuraklığa maruz kalır. Kurak dönemin uzun ve şiddetli olması bu bölgenin, havzanın kuzey ve doğu kesimlerine göre daha fazla step karakterine bürünmesine yol açmıştır. Step bitkileri, havzanın kuzey ve doğusundaki stepler kadar çeşitli bir floraya sahip değildir. Bölgede güneye doğru gidildikçe, ortalama sıcaklıklar artarken yağış miktarları azalır. Dolayısıyla güneye doğru bölge çölümsü bir step sahasına dönüşür (Sözer, 1984:24).

Bölgede iklim şartları ve yeryüzü şekilleri, orman alt sınırını da belirlemektedir. Genellikle saf meşe topluluklarından ibaret ormanlık sahalardan ibaret kurak iklim koşulları sebebiyle kurakçıl karakterdedir. Meşe türleri arasında özellikle Mazı meşesi çok yaygındır (Sözer, 1984:24).



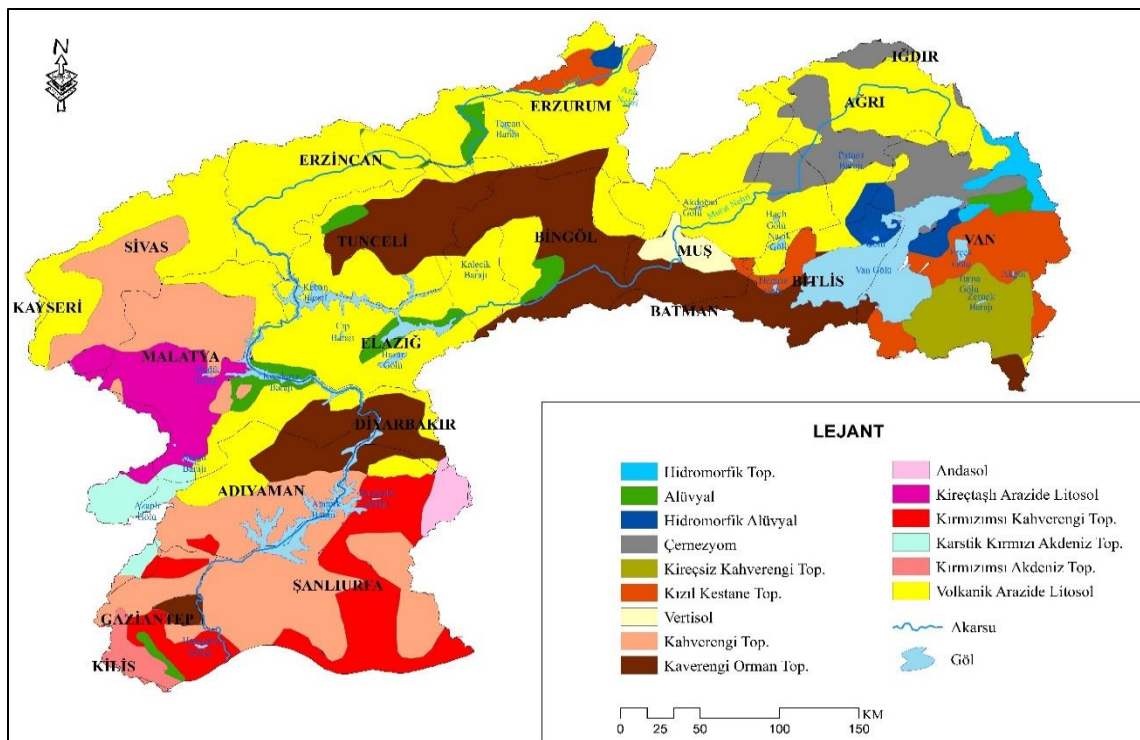
tarım ürünleri ve bitki örtüsü de farklılık göstermektedir. Kıyı bölgelerle karşılaştırıldığında, bölgede ekonomik değeri yüksek tarım ürünlerinin yetişmesi için gerekli olan iklim şartları ve toprak tipleri yoktur. Bu da bölgenin ülke ekonomisine tarımsal alandaki katkısının düşük olmasında oldukça etkili olmaktadır (Çolak, 2009:4).

Fırat Havzası platolarında, üzerinde step formasyonlarının bulunduğu, toplam yıllık yağışın 400-600 mm arasında olduğu alanlarda oluşan kahverengi ve kestane renkli topraklar bulunur (Şekil 3.5.). Organik madde (humus) bakımından zengindir ve dolayısıyla verimlidir. Uzun boylu otlar ve yer yer meşe ormanları kahverengi ve kestane renkli topraklar üzerinde yetişen başlıca bitki formasyonlarıdır. Bu alanlar tahıl tarımı ve hayvancılık faaliyetleri için oldukça elverişlidir.

Aşındırma faaliyetlerinin yoğun olarak devam ettiği eğimli yamaçlarda ana kaya üzerinde oluşan kumlu çakıllı topraklar yer alır. Bu topraklar kum ve mil boyutunda olan volkan tüfleri ve kum depolarının çeşitli sebeplerle çözünmesi ile oluşmuşlardır. Fırat Havzası'nda Sarıkamış ve civarında görülmektedir. (Şekil 3.7.).

Bölgede yer alan bir diğer toprak çeşidi de organik madde bakımından oldukça zengin olan çernozyum topraklarıdır. Çernozyum toprakları, yıllık ortalama sıcaklığın 3 – 6 °C olduğu ve toplam yıllık yağışın 500 – 700 mm arasında olduğu Erzurum – Kars civarlarında görülmektedir. Bu topraklar yüksekliğin 1600–2000 metre olduğu platolarda bazalt ve neojen karasal depoları üzerinde gelişmektedir (Şekil 3.7.). Çernozyum toprakları dünyadaki en verimli topraklar olarak kabul edilmektedir. Fakat sıcaklık ve yağış koşullarının elverişsiz olduğu bölgelerde bu topraklar üzerinde tahıl tarımı yapılmaktadır.

Havzanın güney kısmının genelinde kırmızı renkli kireçli orman toprakları mevcuttur. Bu toprak tipinin görüldüğü alanlar yağış bakımından fakir olmakla beraber aynı zamanda organik madde bakımından da fakirdir. Fırat Havzası'nın çöküntü ovalarında yaygın olarak kahverengi orman toprakları görülür. Genelde tahıl tarımı için kullanılan bu toprak türü, humus bakımından fakirdir. Kollüvyal, yani yamaç toprakları olarak da adlandırdığımız toprak tipini torosların güney kısmında görmek mümkündür. Bu toprak tipi, eğimin az olduğu nispeten düz sahalarda ve dağ eteklerinde oluşan daha çok birikinti konileri üzerinde bulunan topraklardır. Ayrıca Güneydoğu Toroslar'da, orman altında yetişen ve bolca organik madde içeren kahverengi orman topraklarına ve kireçli topraklara rastlanır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7: Fırat Havzası Toprak Haritası (Atalay, 2000'den değiştirilerek).

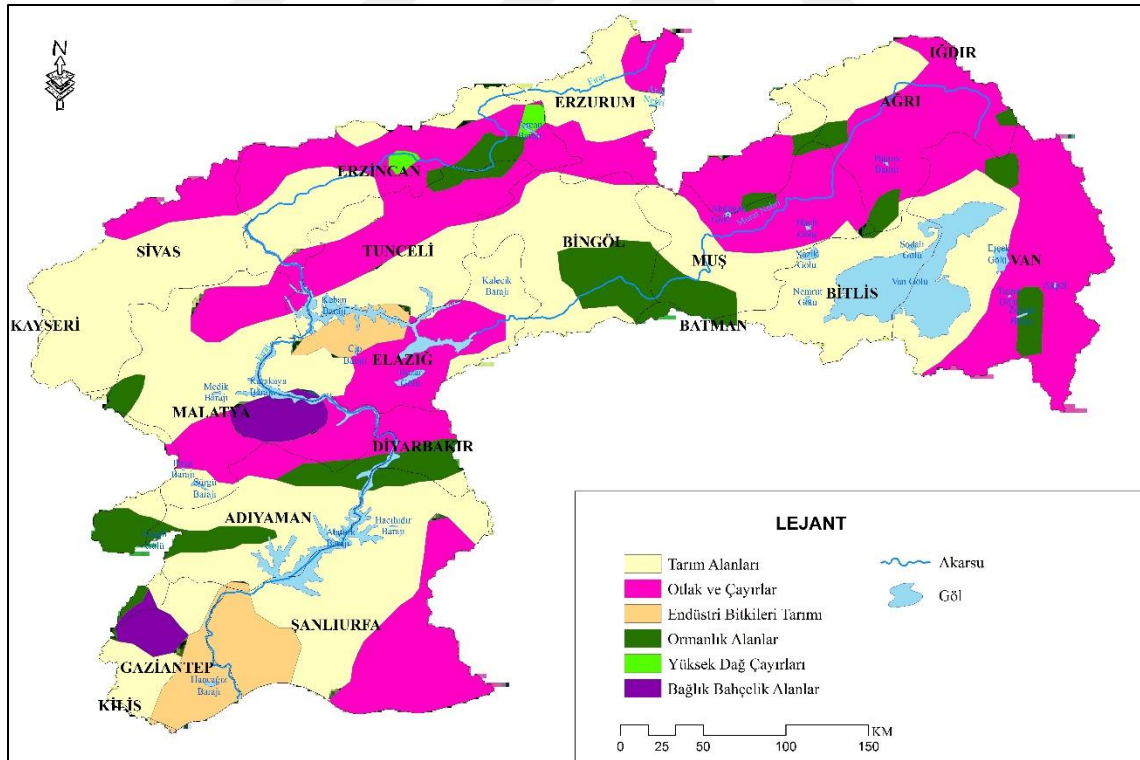
### 3.1.6. Arazi Kullanımı

Fırat Havzası Türkiye'nin en büyük su havzasıdır. Toplam yüzölçümü 127.304 km<sup>2</sup> olup ortalama yükseltisi 1009,87 metredir. Havzaya düşen yıllık yağış miktarı 540,1 mm/yıl ve yıllık akış miktarı ise 31,61 km<sup>3</sup> tür (EİEİ,2000).

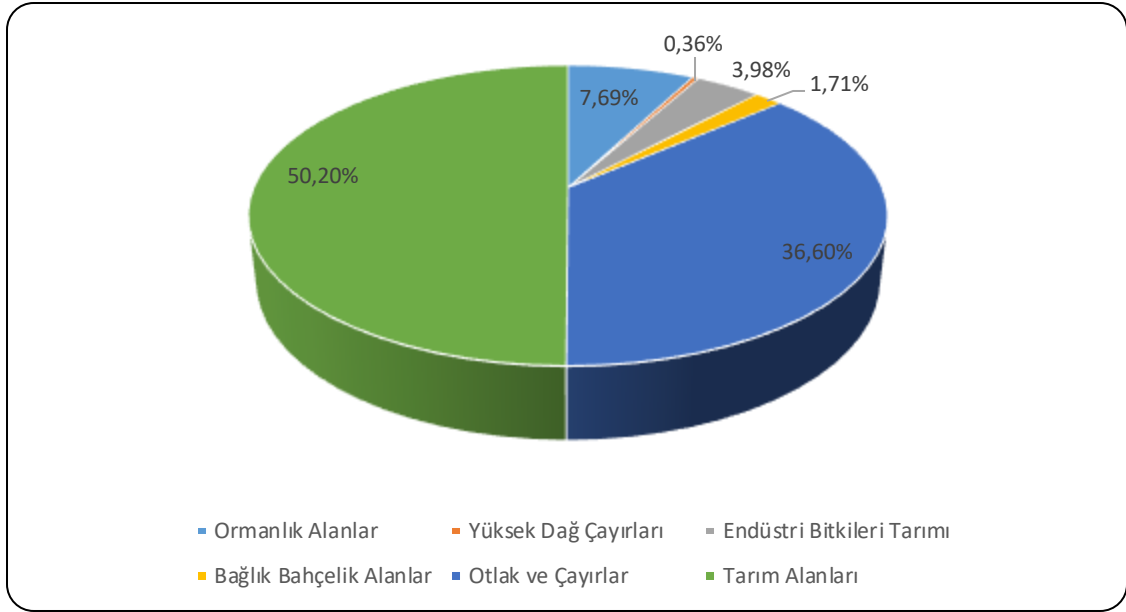
Fırat Havzası yeryüzü şekilleri açısından karmaşık ve çeşitliliği fazla olan bir yapıya sahiptir. Havzada farklı sebeplerle meydana gelmiş olan farklı özellikteki platolar, akarsular aşındırarak oluşturduğu derin vadiler, yüksek eğimli sahalardan, dağlık alanlar ve özellikle havzanın güneyinde yer alan geniş ovalar bulunmaktadır. Oluşum şekilleri ve karakteristik özellikleri birbirinden farklı olan sahaların, doğal olarak kullanım amaçları ve durumları da birbirinden farklıdır (Şekil 3.8.).

Havzadaki en büyük alanı % 50,20 ile tarım alanları kaplamaktadır. %36,6 ile otlak ve çayır alanları havzada yer kaplayan en büyük ikinci alandır. Daha sonra ormanlık alanlar %7,69, endüstri bitkileri tarım alanları %3,98, bağlık bahçelik alanlar %1,71 ve yüksek dağ çayırları %0,36 oranında havzada yer kaplamaktadır (Şekil 3.9.).

Havzanın platolarında hayvancılık faaliyetleri yapılmakta ve bu amaçla kurulmuş kırsal yerleşmeler yer almaktadır. Verimli toprakların yer aldığı volkanik sahalardaki ova ve platolarda ise daha çok tarım faaliyetleri gelişmiş ve buna bağlı olarak da yerleşmeler büyümüştür. Havza topraklarının önemli bir kısmının çayır ve meralardan oluşması havza tarımının hayvancılığa dayalı olduğunun bir göstergesidir. Karasal iklim, yüksek rakım ve arızalı topografya bölgedeki elverişli tarım arazilerini ve yetiştiricilikte çeşitliliği sınırlamaktadır.



Şekil 3.8: Fırat Havzası Arazi Kullanım Haritası (19.04.2017, [www.cygm.gov.tr](http://www.cygm.gov.tr)'den değiştirilerek).



Şekil 3.9: Fırat Havzası Arazi Kullanım Sınıfları (19.04.2017, [www.cygm.gov.tr](http://www.cygm.gov.tr)).

## 4. MATERİYAL VE METOD

### 4.1. Materyal

Çalışma alanı olarak seçilen Fırat Havzasında sıcaklık ve yağış verilerindeki değişim ve eğilimleri saptamak amacıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğünden Fırat Havzasında bulunan meteoroloji istasyonlarına ait yağış ve sıcaklık verileri temin edilmiştir. Bu istasyonlardan ancak 31 tanesinde tutulan kayıtların analiz için uygun olduğu belirlenmiştir. Analiz için uygun olan istasyonların 1970-2011 periyodunda kaydedilen sıcaklık ve yağış verileri incelenmiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1: Çalışmada kullanılan istasyonlar

İstasyon Adı/No	Enlem	Boylam	Rakım	Veri Aralığı
Adıyaman /17265	37° 45' K	38° 16' D	679 m.	1970-2011
Ağrı /17099	39° 43' K	43° 03' D	1632 m.	1970-2011
Ahlat /17810	38° 46' K	42° 30' D	1701 m.	1970-2011
Akçakale /17980	36° 41' K	38° 56' D	360 m.	1970-2011
Arapgir /17764	38° 02' K	38° 29' D	1160 m.	1970-2011
Bingöl /17203	38° 53' K	40° 29' D	1160 m.	1970-2011
Birecik /17966	37° 02' K	37° 58' D	350 m.	1970-2011
Çemişgezek /17768	39° 03' K	38° 54' D	998 m.	1970-2011
Doğanşehir /17872	38° 05' K	37° 50' D	1280 m.	1970-2011
Divriği /17734	39° 22' K	38° 07' D	1120 m.	1970-2011
Elazığ /17201	38° 40' K	39° 13' D	1093 m.	1970-2011
Erciş /17784	39° 02' K	43° 21' D	1705 m.	1970-2011
Erzincan /17094	39° 42' K	39° 31' D	1218 m.	1970-2011
Erzurum /17096	39° 53' K	41° 16' D	1757 m.	1970-2011
Gaziantep /17261	37° 04' K	37° 29' D	854 m.	1970-2011
Hınıs /17740	39° 21' K	41° 40' D	1715 m.	1970-2011
Kangal /17762	39° 14' K	37° 23' D	1541 m.	1970-2011
Karakoçan /17774	38° 57' K	40° 02' D	1095 m.	1970-2011
Keban /17804	38° 47' K	38° 44' D	788 m.	1970-2011
Malatya /17199	38° 21' K	38° 18' D	947 m.	1970-2011
Malazgirt /17780	39° 08' K	42° 31' D	1565 m.	1970-2011
Muradiye(Van)/17786	38° 59' K	43° 46' D	1706 m.	1970-2011
Muş /17204	38° 44' K	41° 29' D	1323 m.	1970-2011
Özalp /17812	38° 40' K	43° 59' D	2008 m.	1970-2011
Palu /17806	38° 41' K	39° 55' D	876 m.	1970-2011
Tatvan /17205	38° 29' K	42° 18' D	1665 m.	1970-2011
Tercan /17718	39° 46' K	40° 23' D	1425 m.	1970-2011
Tunceli /17165	39° 06' K	39° 32' D	979 m.	1970-2011
Siverek /17912	37° 45' K	39° 19' D	778 m.	1970-2011
Solhan /17776	38° 58' K	41° 03' D	1408 m.	1970-2011
Şanlıurfa /17270	37° 09' K	38° 47' D	547 m.	1970-2011
Van /17172	38° 29' K	43° 23' D	1670 m.	1970-2011

Meteoroloji Genel Müdürlüğünden Fırat Havzasında bulunan meteoroloji istasyonlarına ait verilerin kullanılması ile gerekli tablo ve grafiklerin oluşturulması Microsoft Excel Makrolar yardımıyla yapılmıştır.

Fırat Havza sınırları ve Lokasyon Haritası ASTER-GDEM kaynaklı sayısal yükseklik modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Fırat Havzası Jeomorfoloji Haritası (İzbrak, 1983)'ten değiştirilerek, Fırat Havzası Jeoloji Haritası MTA'dan değiştirilerek, Fırat Havzası Bitki Örtüsü Haritası (Atalay, 1983)'ten değiştirilerek, Fırat Havzası Toprak Haritası (Atalay, 2000)'den değiştirilerek, Arazi kullanım haritası ve grafiği ise www.cym.gov.tr'den değiştirilerek oluşturulmuştur.

## 4.2. Metod

Çalışma alanında sıcaklık ve yağış verilerinin ne yönde değişim gösterdiğini belirlemek amacıyla ilgili meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış verilerine çeşitli istatistiksel testler uygulanmıştır.

İklim değişikliğine etki eden sıcaklık, yağış, vb. parametrelerin istatistiksel yöntemlerle analiz edilmesinde son yıllarda nonparametrik testlerin kullanılması dikkat çekmektedir. Bunun nedeni; klimatolojik veriler genellikle kısa süreli, içerisinde eksik verilerin bulunduğu, normal bir dağılıma sahip olmayan verilerdir. Klimatolojik veriler çoğunlukla klasik parametrik testlerin dayandığı kabullere (normal dağılım, bağımsızlık, lineerlik, vb.) pek uymadığı için bu tip verilerde nonparametrik testler uygulanmaktadır. Nonparametrik testlerde örnek istatistiklerinin örnekleme dağılımına bağlılık şart değildir. Bu nedenle nonparametrik testlere serbest dağılımlı (dağılımdan bağımsız) yöntemler de denilmektedir. Ayrıca zaman serilerinde ortalamaya etki eden serisel korelasyon etkisi de nonparametrik yöntemlerle daha iyi çözülebilmektedir (Harmancıoğlu ve İçağa, 1995:482-497).

Van Belle ve Hughes (1984) nonparametrik yöntemleri genel olarak iki kısma ayırmışlardır. Bunlar, intrablock yöntemler ve Aligned Rank yöntemlerdir. İntrablock yöntemlerde, Kendall'm tau istatistiğinde olduğu gibi, her bir zamansal seri için ayrı bir istatistik hesabı yapılır sonra bütün zaman serilerindeki hesaplamalardan çıkan sonuçlar toplanır ve tek bir istatistiksel sonuç elde edilir. Aligned Rank yöntemlerde ise yapılan gözlemlerden ayrı ayrı blok etkisi çıkarılır, bütün bloklardaki veriler toplanır ve tek bir istatistiksel sonuç elde edilir. Yapılan birçok çalışma neticesinde eksik kayıtların olmadığı ve özellikle de kayıtların az olduğu veri setlerinde aligned rank yöntemlerin intrablock yöntemlerden daha doğru sonuçlar verdiğini, aksi durumlarda ise intrablock yöntemlerin daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır (Partal 2002:11).

### 4.1.1. Lineer Trend Analizi

Regresyon analizi, bir konu hakkında öngörüde bulunabilmek ve aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla kullanılır. Lineer Regresyon testi ise verilerin normal dağıldığını varsayan ve iki değişken arasında doğrusal bir trendin olup olmadığını belirlemek için kullanılan parametrik bir yöntemdir (Şahinler, 2000:57-73; Karabulut ve Cosun, 2009:41-50).

Bu çalışmada incelenen istasyonlara ait sıcaklık ve yağış değerlerinin 1970-2011 periyodunda nasıl bir trend izlediğini saptamak amacıyla oluşturulan regresyon modeline bağlı olarak çizgisel trendler incelenmiştir. Böylece uzun bir periyotta sıcaklık ve yağış değerlerinin gösterdiği eğilimler saptanmıştır.

#### 4.1.2. Mann-Kendall Testi

Klimatolojik verilerin analizinde belli bir zaman periyodundaki trendlerin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan Mann Kendall testi, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından da meteorolojik çalışmalarda önerilen bir metottur. Ayrıca uygulandığı birçok çalışmada da Mann-Kendall testi trend analizi alanındaki etkinliğini göstermiştir (Bulut vd., 2006:79-86).

Nonparametrik testler rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. Mann Kendall testi de parametrik olmayan bir test olduğu için o da rastgele değişkenin dağılımından etkilenmez. Mann Kendall Testi, korelasyon katsayısının hesaplanması esasına dayanır. Bu yüzden Kendall istatistiği olarak da bilinir. Bu testte değişkenlerin değerleri önemli değildir. Önemli olan büyüklük sırasıdır. Mann Kendall testinde belli bir zaman periyodundaki verilerde trend olup olmadığı sıfır hipotezi ile; “ $H_0$ : trend yok” ile belirlenmektedir (Bayazıt,1996:245).

Mann-Kendall trend analizi  $H_0$  hipotezinin kabul edilmesi veya reddedilmesi esasına dayanır. Analiz sonucunda eğer bir trend yoksa  $H_0$  hipotezi kabul edilmektedir. Analiz sonucunda çıkan değerlerde eğer bir trend varsa  $H_0$  hipotezi red edilmektedir (Yu vd., 1993:61-80). Hipotezin kabul edilmesinde ya da reddedilmesinde tercih edilen anlamlılık seviyesi önemlidir. Bu çalışmada tercih edilen anlamlılık düzeyi 0,05'tir. Yapılan analizlerde trendin olmadığı sonucuna varıldığı takdirde, trendin bulunma olasılığı %5'tir.

Bu testte zamana göre sıralanmış ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) serilerinde herhangi bir trend varlığı sıfır hipotezi ile belirlenmektedir (Kalaycı ve Kahya, 1998:503-514; Çiflik, 2012:26). Bu tekniği özellikle kullanışlı kılan, verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğu olmaması ve eksik verilerin varlığına müsaade etmesidir (Lazaro vd., 2001:373-395; Önöz ve Bayazıt, 2003:247-251; Kahya ve Kalaycı, 2004:128-144). Ayrıca bu testin en önemli avantajı kolay uygulanabilmesi, sıralama mantığını esas alması ve serisel korelasyon etkisini yok etmesidir (Partal, 2003:13).

#### 4.1.3. Sen'in Trend Eğim Metodu

1968 yılında Sen tarafından geliştirilen bu test doğrusal bir gidişin mevcut olduğu zaman serilerine uygulanmaktadır. Ekstrem değerlerden veya veri hatalarından etkilenmemesi ve eksik verilerin varlığına müsaade etmesi açısından özellikle kullanışlıdır. Bu testte yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan değer eğer pozitif ise artı yönde bir eğilim, negatif ise eksi yönde bir eğilim bulunduğunu gösterir (Yu vd., 1993:61-80; Gümüş vd., 2011:27-36). Zaman serisindeki veriler aşağıdaki formüller ile hesaplanır;

$$N = n(n-1)/2$$

adet olmak üzere  $Q_i$  parametresi

$$Q = (x_j - x_k) / (j - k) \quad (i = 1, \dots, N)$$

formülü ile hesaplanır. ( $Q_i$ )  $x_j$  ve  $x_k$  arasındaki verileri belirtmektedir. ( $x_j$ ) j zamanda hesaplanan değeri, ( $x_k$ ) k zamanda hesaplanan değeri, (j) k zamanındaki sonraki zamanı belirtir. N sayısı tek ise;

$$Q_{medyan} = Q(N+1) / 2 \text{ formülü,}$$

eğer N sayısı çift ise,

$Q_{medyan} = (Q(N)/2 + Q(N+2)/2) / 2$  formülü kullanılır. Böylece zaman serisindeki verilerin zaman içerisindeki değişimi bulunur (Gümüş 2006:19; Şen, 2013:43).

## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 5.1. Yağış Verilerinin Analizi

Türkiye’de yağış miktarlarındaki değişimler konusunda da çeşitli bilim insanları çalışmalar yapmıştır. Söz konusu bu çalışmalarda, yıllık yağışların azalma eğiliminde olduğu ve kurak dönemlerin 1970 sonrası arttığı ve giderek daha da şiddetlendiği görülmektedir. Yağışlar Kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde her on yıllık periyotta yaklaşık % 0,5 ile % 1 arasında artış göstermektedir. Akdeniz Havzası da dahil olmak üzere subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık olarak % 3 azalma gösterdiği belirtilmektedir (Türkeş vd., 2007:57-73). Tatlı vd., (2004)’deki çalışmalarında Türkiye’de kıyı bölgelerindeki (Akdeniz, Ege, Marmara ve Batı Karadeniz) yağış rejimlerinin büyük oranda geniş ölçekli basınç sistemlerinin ve yüksek atmosfer dolaşımının etkisi altında olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca kıyı bölgelerinin kıyı ardı kesimlerindeki dağlık sahalarda yağış şiddetini artırıcı yönde etkilediğini belirtmişlerdir (Tatlı vd., 2004:161-180). Yine Tatlı vd., (2005), yaptıkları çalışmalarında Türkiye’de 500 ve 1000 hPa seviyelerindeki atmosferik değişimleri inceledikleri çalışmalarında, özellikle hava kütlelerinin ve basınç merkezlerinin mevsimsel sıcaklık değişimlerini belirlediği ifade edilmektedir (Tatlı vd., 2005:331-350).

#### 5.1.1. Mann-Kendall Testi

Zamansal ve mekânsal etkilere göre en fazla değişim gösteren iklim elemanı yağıştır. İklimdeki değişimlerle beraber yağıştaki bu değişim süreci de iyice hissedilmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda Türkiye’de toplam yağışlarda belirgin azalma eğilimi izlendiği belirtilmektedir. Bu çalışmada Fırat Havzasında yağış miktarlarındaki değişim ve eğilimleri belirlemek amacıyla parametrik olmayan ve verilerin büyüklüklerinden çok sıraları üzerine esas olan Mann-Kendall trend analizi kullanılmıştır (Karabulut ve Cosun, 2009:65-83).

Mann-Kendall trend analizine göre 1970-2011 periyodunda Fırat Havzası yağışlarında genel olarak havzanın Doğu Anadolu bölgesi içerisinde kalan bölümünde genel bir artış trendinin hâkim olduğu görülürken, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde kalan bölümlerinde ise genel bir azalma eğilimi görülmektedir (Şekil 5.1). İstatistiksel olarak önemli bir değişim trendi görülmemekle birlikte, bazı istasyonlarda azalma eğilimi bazı istasyonlarda ise artma eğiliminin olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan analizlerde ortaya çıkan sonuçları şöyle özetleyebiliriz;

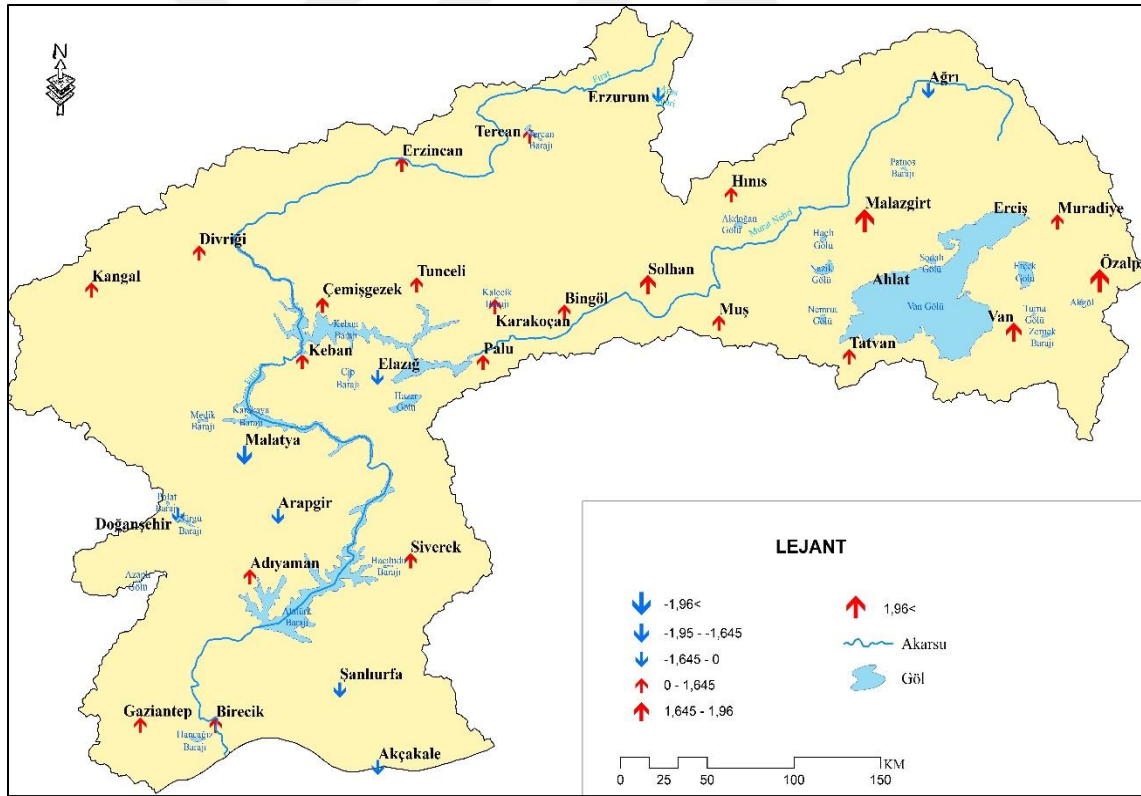
Fırat Havzası’nda yıllık toplam yağışlarda % 95 güven aralığında Özalp ve Malazgirt istasyonlarında anlamlı artış trendi gözlenmiştir. % 90 güven aralığında Solhan ve Van istasyonlarında anlamlı pozitif trend, Ahlat ve Malatya istasyonlarında ise anlamlı negatif trend tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda anlamlı bir artış veya azalışa rastlanmamıştır (Tablo 5.1).

İlkbahar toplam yağışlarında % 95 güven aralığında Malazgirt istasyonunda anlamlı pozitif yönde trend gözlenmiş olup bunda özellikle Mart ve Nisan aylarındaki yüksek yağışlar etkili olmuştur. Malatya istasyonunda ise negatif yönde anlamlı trend gözlenmiş olup, bu mevsimde özellikle Mart ayındaki düşük yağışlar negatif trend oluşmasında etkili olmuştur. Nisan ve Mayıs aylarında anlamlı olmasa da yine negatif yönde trend mevcuttur. % 90 güven aralığında Akçakale istasyonunda anlamlı negatif trend gözlenmiş olup bu durumda özellikle Mart ayındaki düşük yağışlar etkili olmuştur. Özalp istasyonunda ise anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir (Tablo 5.1.).

Yaz mevsiminde pozitif ve negatif yönde trendler görülse de % 95 güven aralığında anlamlı herhangi bir trende rastlanmamıştır. %90 güven aralığında ise Erzurum istasyonunda özellikle Haziran ayındaki düşük yağışlar nedeniyle anlamlı negatif trend gözlenmiştir (Tablo 5.1.).

Sonbaharda % 95 güven aralığında Akçakale istasyonunda pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiş olup bunda özellikle ekim ayındaki oldukça yüksek trend etkili olmuştur. Eylül ve kasım aylarında anlamlı olmasa da yine pozitif trend görülmüştür. Gaziantep istasyonunda da yine anlamlı pozitif trend gözlenmiştir. Bu istasyonun özellikle eylül ayındaki pozitif yöndeki yüksek trend mevsim genelinde anlamlı bir trendin oluşmasında etkili olmuştur. Ekim ve kasım aylarında anlamlı olmamakla birlikte yine pozitif bir trend mevcuttur (Tablo 5.1.).

Kış mevsiminde % 95 güven aralığında Malazgirt istasyonunda anlamlı pozitif trend gözlenmiş olup, bunda özellikle ocak ayındaki artışlar etkili olmuştur. Bu istasyonda aralık ve şubat aylarında da artışlar mevcuttur fakat ocak ayındaki kadar belirgin değildir. Ağrı istasyonunda ise anlamlı negatif trend saptanmıştır. Bu istasyonun özellikle şubat ayındaki belirgin azalış mevsim genelinde de anlamlı bir negatif trendin oluşmasında etkili olmuştur. Aralık ve ocak aylarında da şubat ayı kadar belirgin olmasa da negatif trend görülmüştür. %90 güven aralığında ise Ahlat istasyonunda anlamlı negatif trend gözlenmiştir. (Tablo 5.1.).



Şekil 5.1.: Fırat Havzası Mann-Kendal Trend Analiz Sonuçları

Tablo 5.1.: Toplam Yağışların Mann-Kendall trend analiz sonuçları

	Yıllık		İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
	MK	P	MK	P	MK	P	MK	P	MK	P
Adıyaman	0,942	0,34	-1,116	0,26	-0,325	0,74	1,105	0,26	1,517	0,12
Ağrı	-0,444	0,65	1,246	0,21	0,606	0,54	-1,202	0,22	-2,471**	0,013
Ahlat	-1,664*	0,13	-0,834	0,40	-0,281	0,77	-1,137	0,25	-1,929*	0,053
Akçakale	-1,381	0,16	-1,695*	0,089	-0,630	0,52	2,030**	0,042	-1,119	0,26
Arapkır	0	1	-1,625	0,10	-1,430	0,15	0,888	0,37	1,007	0,31
Bingöl	1,137	0,25	0,184	0,85	1,040	0,29	0,227	0,81	0,693	0,48
Birecik	0,010	0,99	-1,105	0,26	-0,087	0,93	0,5093	0,61	0,997	0,31
Çemişgezek	0,552	0,58	-0,791	0,42	-1,127	0,25	0,682	0,49	0,899	0,36
Divriği	0,867	0,38	-0,487	0,62	-0,368	0,71	0,574	0,56	0,910	0,36
Doğanşehir	-0,022	0,98	-1,561	0,11	-0,281	0,77	0,831	0,40	1,347	0,17
Elazığ	-0,115	0,90	-1,465	0,14	0,690	0,48	0,680	0,49	-0,334	0,73
Erciş	0,270	0,78	0,932	0,35	-0,075	0,93	-0,921	0,35	0,487	0,62
Erzincan	1,246	0,21	1,148	0,25	-0,335	0,73	1,246	0,21	0,303	0,76
Erzurum	-0,290	0,77	1,415	0,15	-1,742*	0,08	0,096	0,92	-1,149	0,25
Gaziantep	0,856	0,39	-0,747	0,45	0,791	0,42	2,091**	0,036	0,986	0,32
Hınıs	0,726	0,46	0,466	0,64	-0,390	0,69	-0,704	0,48	1,333	0,18
Kangal	0,097	0,92	-0,140	0,88	1,354	0,17	1,127	0,25	-0,574	0,56
Karakocan	0,557	0,33	-0,016	0,97	0,908	0,36	0,551	0,58	1,362	0,17
Keban	1,289	0,19	-0,661	0,50	0,736	0,46	1,246	0,21	1,636	0,10
Malatya	-1,723*	0,084	-2,525**	0,011	-1,398	0,15	0,097	0,92	1,062	0,28
Malazgirt	2,503**	0,012	2,882**	0,003	-0,574	0,56	0,162	0,87	2,232**	0,025
Muradiye	0,650	0,51	1,495	0,13	0,780	0,43	0,130	0,89	0,162	0,87
Muş	1,398	0,16	0,769	0,44	0,032	0,032	-0,574	0,56	1,267	0,20
Özalp	2,503**	0,013	1,737*	0,082	0,575	0,55	1,214	0,22	0,962	0,33
Palu	0,639	0,52	0,422	0,67	0,433	0,66	0,520	0,60	-0,531	0,59
Siverek	0,899	0,36	-0,769	0,44	0,574	0,56	1,560	0,11	0,606	0,54
Solhan	1,831*	0,40	0,834	0,16	1,398	0,80	0,249	0,80	1,083	0,27
Tatvan	0,747	0,45	1,506	0,13	0,043	0,96	-0,368	0,71	0,119	0,90
Tercan	1,138	0,25	1,289	0,19	-0,498	0,61	1,723	0,084	-0,390	0,69
Tunceli	1,506	0,13	0,238	0,81	0,672	0,50	0,932	0,35	1,354	0,17
Şanlıurfa	-0,769	0,44	-1,235	0,21	1,218	0,22	1,354	0,17	-0,704	0,48
Van	1,679*	0,092	0,487	0,62	0,422	0,67	0,856	0,39	1,289	0,19

(\* % 90, \*\* % 95 güven aralığında anlamlılık seviyesini göstermektedir)

### 5.1.1.1.Mann-Kendall Testi (Ut-Ut') Analizleri

Aşağıda verilen Mann-Kendall Testi grafiklerine göre Fırat Havzası yağışlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin varlığını, eğer anlamlı bir değişim var ise bu değişimin yönünü ve trendin başladığı tarihleri belirlemek mümkündür. Bu grafiklerde ut eğrisinin, alt ve üst limit olarak belirlenen 1.96 çizgisini aşıp aşmamasına göre trendin var olup olmadığı tespit edilmektedir. Yine ut eğrisinin artı veya eksi yöndeki

hareketleri ise artış veya azalışı temsil etmektedir (Büyükyıldız ve Yılmaz, 2011:1062-1073).

Fırat Havzasında bulunan 31 Meteoroloji istasyonunun yıllık toplam yağış verileri kullanılarak oluşturulan  $u(t)-u'(t)$  grafikleri incelendiğinde %95 güven aralığında 21 istasyonda pozitif yönde anlamlı trend, 1 istasyonda negatif yönde anlamlı trend tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir trend görülmemiştir.

Adıyaman istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1980 ve 1988 yıllarında +1,96 çizgisini kestiği görülmektedir. Bu durum, Adıyaman istasyonunda 1980 ve 1988 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 anlamlılık seviyesinde pozitif yönde anlamlı bir artışın olduğunu göstermektedir. Bu trendlerin başlangıç yıllarına bakıldığında 1978 ve 1984 yıllarında başladığı görülmektedir (Şekil 5.2.).

Ağrı istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1985 yılında +1,96 çizgisini aştığı ve 1996 yılına kadar bu çizgi üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Ağrı istasyonunda 1985-1996 yılları arasında yıllık toplam yağışlarda %95 anlamlılık seviyesinde pozitif yönde anlamlı trend bulunduğunu göstermektedir. Trend başlangıç yılı olarak da 1984 yılı gözükmektedir (Şekil 5.2.).

Ahlat istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1987-1988 ve 1993-1994 yıllarında +1,96 çizgisini aştığı görülmektedir. Yani, Ahlat istasyonunda 1987-1988 ve 1993-1994 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trendlerin 1985 ve 1990 yıllarında başladığı görülmektedir (Şekil 5.3.).

Arapgir istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1981 ve 1988 yıllarında +1,96 çizgisine ulaştığı görülmektedir. Yani, Arapgir istasyonunda 1981 ve 1988 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend bulunduğu görülmektedir. Trendler 1977 ve 1986 yıllarında başlamış ve 1981 ve 1988 yıllarında %95 anlamlılık seviyesine ulaşmıştır (Şekil 5.3.).

Bingöl istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1980-1984, 1987-1988 yıllarında +1,96 çizgisini geçtiği ve 1995-1998 yıllarında ise çizgiye temas ettiği görülmektedir. Bu durum, 1980-1984, 1987-1988 ve 1995-1998 yıllarında Bingöl istasyonunda yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında pozitif yönde anlamlı trendin varlığını göstermektedir. Bu trendlerin 1977, 1985 ve 1990 yıllarında başladığı görülmektedir (Şekil 5.3.).

Divriği istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1981, 1983 ve 1986-1988 yıllarında +1,96 çizgisini geçtiği görülmektedir. Yani, Divriği istasyonunda 1981, 1983 ve 1986-1988 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. Bu trendler 1978, 1982 ve 1984 yıllarında başlamıştır (Şekil 5.4.).

Doğuşehir istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1980-1985 yılları arasında +1,96 çizgisine ulaştığı görülmektedir. Yani, Doğuşehir istasyonunda 1980-1985 yılları arasında yıllık toplam yağışlarda %95 anlamlılık seviyesinde pozitif trend görülmektedir. Ternd başlangıç yılı ise 1978'dir (Şekil 5.3.).

Erzincan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1983 yılında -1,96 çizgisine ulaştığı görülmektedir. Yani, Erzincan istasyonunda 1983 yılında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı negatif trend görülmektedir (Şekil 5.4.).

Erzurum istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1976, 1979 ve 1985-1988 yıllarında +1,96 çizgisini aştığı görülmektedir. Bu durum, Erzurum istasyonunda 1976, 1979 ve 1985-1988 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95

anlamlılık seviyesinde anlamlı artışların olduğunu göstermektedir. 1974, 1977 ve 1982 yılları trend başlangıç yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.4.).

Hınıs istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1975-1984 yılları arasında +1,96 çizgisinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Yani, Hınıs istasyonunda 1975-1984 yılları arasında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. 1973 yılı ise trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.5.).

Keban istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1988 yılında +1,96 çizgisine ulaştığı görülmektedir. Yani, Keban istasyonunda yıllık toplam yağışlarda 1988 yılında %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir. 1984 yılı trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.5.).

Malazgirt istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1994-1996, 2004-2007 ve 2009-2011 yıllarında +1,96 çizgisinin üzerine çıktığı görülmektedir. Bu durum, Malazgirt istasyonunda 1994-1996, 2004-2007 ve 2009-2011 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trendin varlığını göstermektedir. Trend başlangıç yılları ise 1990, 2001 ve 2008 yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.6.).

Muradiye istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1978-1993 yılları arasında +1,96 çizgisinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Yani, Muradiye istasyonunda 1978-1993 yılları arasında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. 1974 yılı ise trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.6.).

Muş istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1975-1978, 1983, 1993-1998 ve 2003-2007 yıllarında +1,96 çizgisine ulaştığı görülmektedir. Bu durum, Muş istasyonunda 1975-1978, 1983, 1993-1998 ve 2003-2007 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı artışlar bulunduğunu göstermektedir. Trend başlangıç yılları ise, 1974, 1980, 1990 ve 2000 yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.6.).

Özalp istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1984-2011 yılları arasında +1,96 çizgisinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Yani, Özalp istasyonunda 1984-2011 yılları arasında yıllık toplam yağışlarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend görülmektedir. 1980 yılı ise trend başlangıç yılıdır (Şekil 5.6.).

Palu istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1976 yılında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Yani, Palu istasyonunda 1976 yılında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir (Şekil 5.7.).

Siverek istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1979-1980, 1988 ve 1998 yıllarında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu durum, Siverek istasyonunda 1979-1980, 1988 ve 1998 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı artışlar olduğunu göstermektedir. 1978, 1986 ve 1995 yılları trend başlangıç yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.7.).

Solhan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1979-1984, 1988-1989, 1994-1999 ve 2011 yıllarında +1,96 çizgisine ulaştığı görülmektedir. Yani, Solhan istasyonunda 1979-1984, 1988-1989, 1994-1999 ve 2011 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı artışlar olduğu görülmektedir. Trend başlangıç yılları ise, 1976, 1985, 1991 ve 2008 yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.7.).

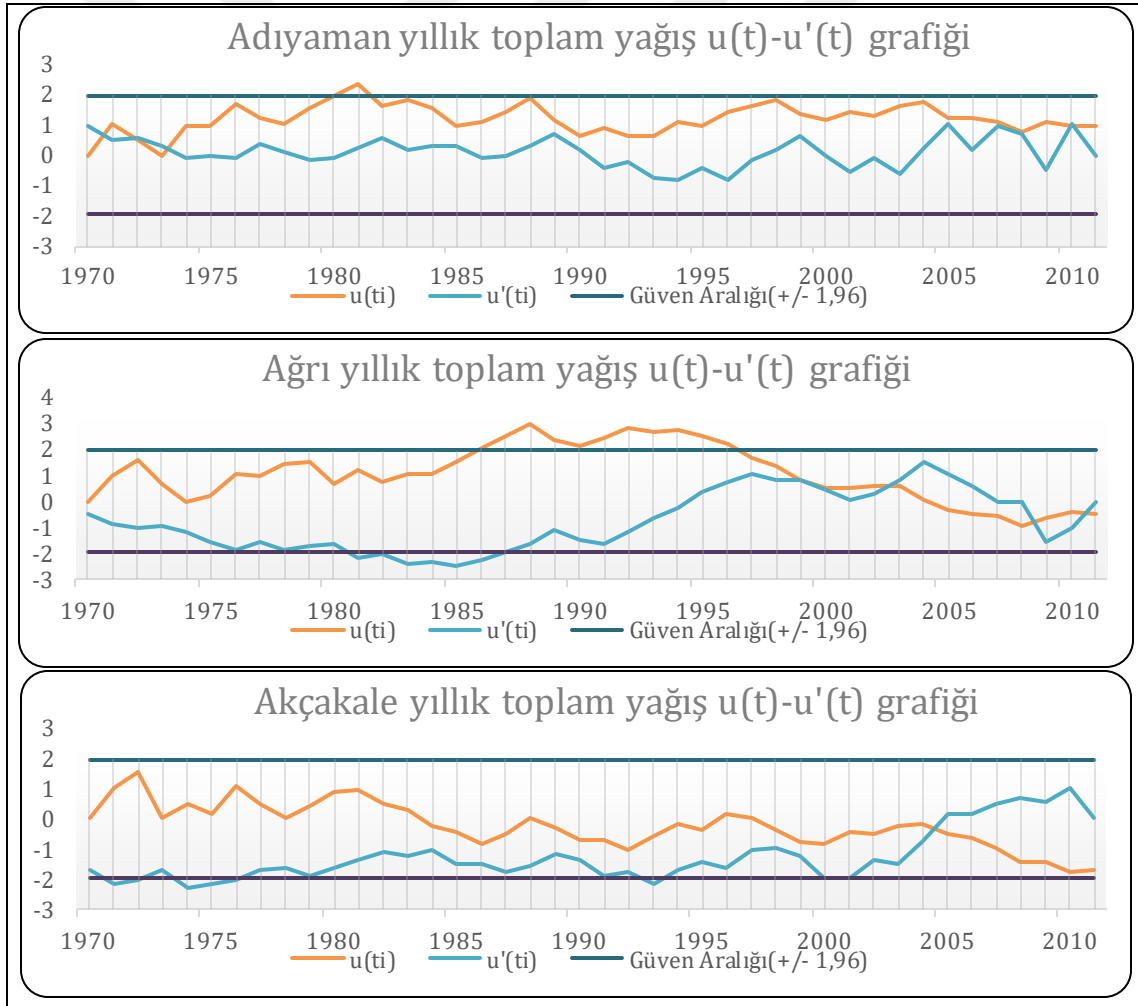
Tatvan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1988 ve 1993-1998 yıllarında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu durum, Tatvan istasyonunda 1988 ve 1993-1998 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görüldüğünü göstermektedir. 1985 ve 1991 yılları trend başlangıç yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.7.).

Tercan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1979 yılında +1,96 çizgisine temas ettiği görülmektedir. Yani, Tercan istasyonunda 1979 yılında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trend başlangıç yılı ise 1978 yıldır (Şekil 5.8.).

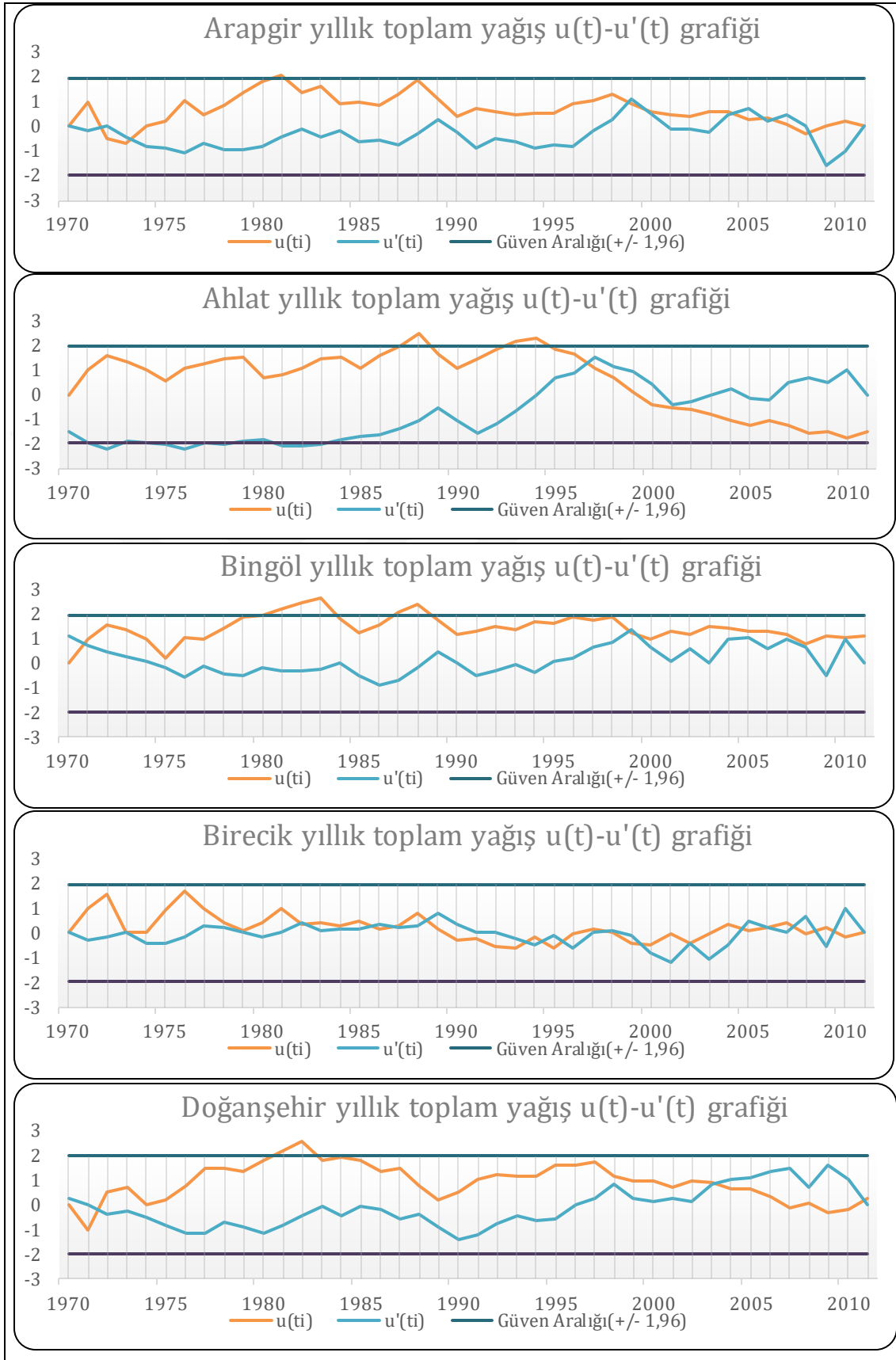
Tunceli istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1978-1982, 1984, 1988 ve 1998 yıllarında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu durum, Tunceli istasyonunda 1978-1982, 1984, 1988 ve 1998 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı artışlar bulunduğunu göstermektedir. 1977, 1983, 1985 ve 1993 yılları trend başlangıç yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.8.).

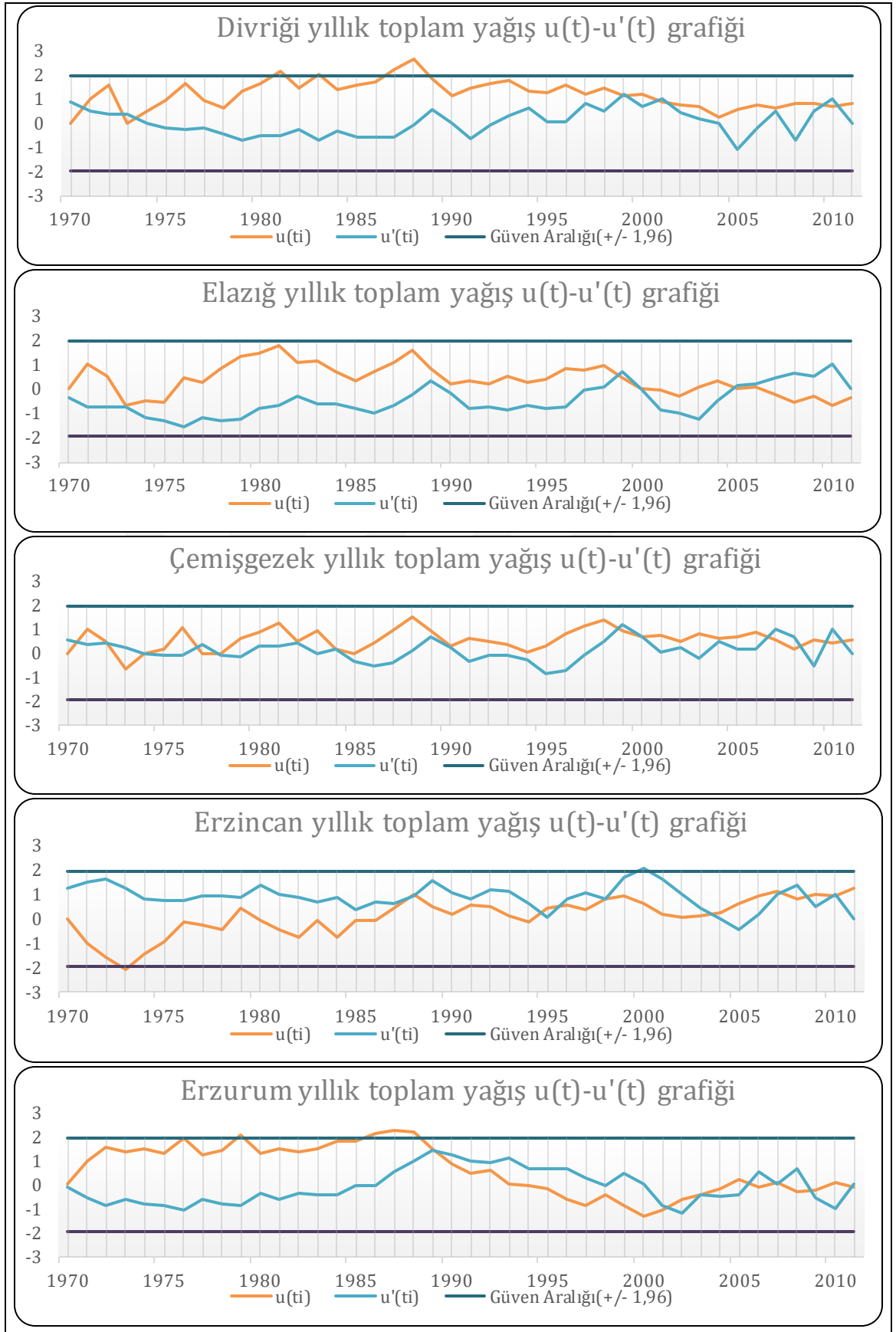
Van istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1985, 1988-1990 ve 1992-1999 yıllarında +1,96 çizgisini aştığı görülmektedir. Yani, Van istasyonunda 1985, 1988-1990 ve 1992-1999 yıllarında yıllık toplam yağışlarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trend başlangıç yılları ise, 1983, 1986 ve 1991 yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.8.).

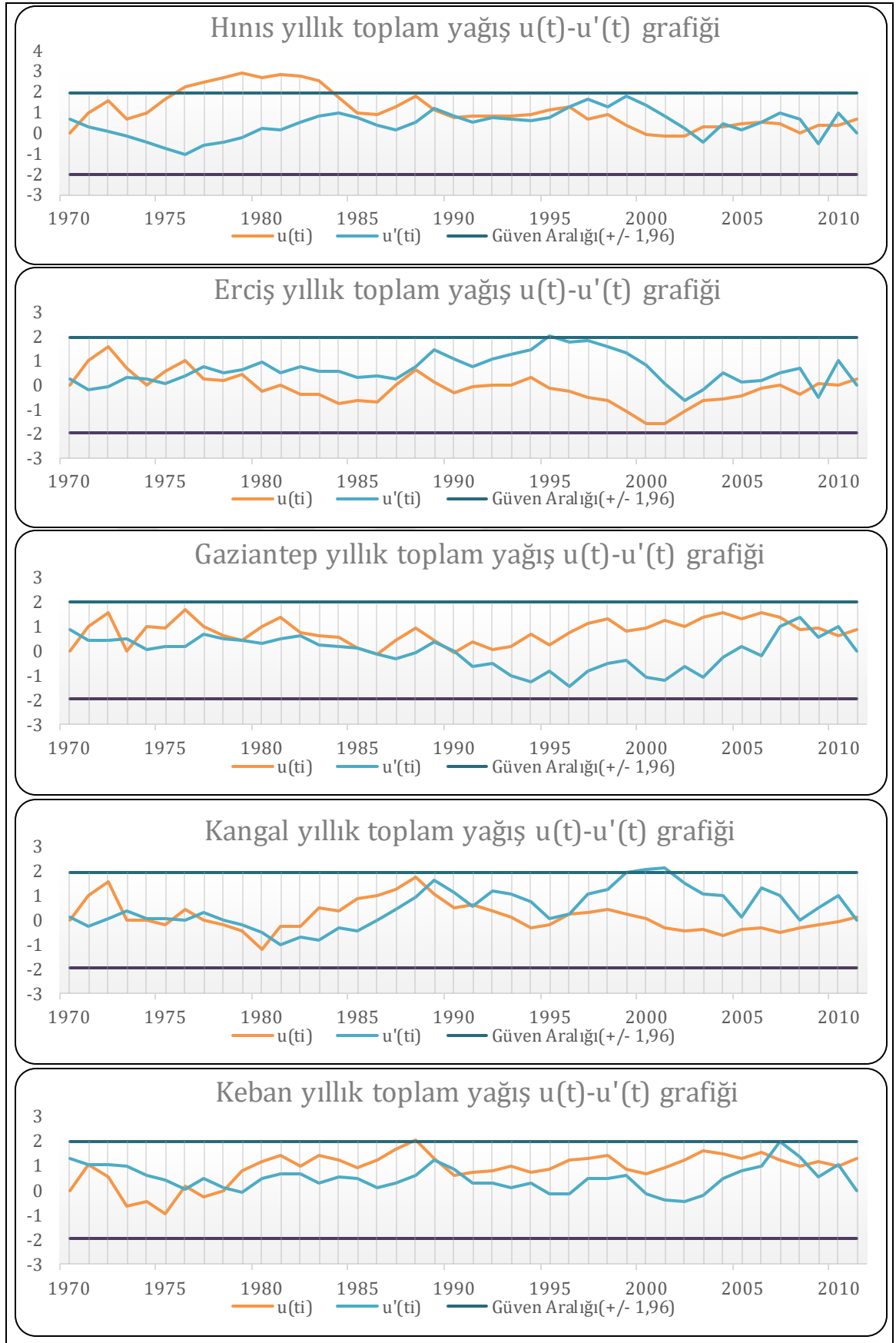
Genel olarak  $u(t)-u'(t)$  grafikleri incelendiğinde Yıllık toplam yağışlarda 1970-2011 periyodunda yağışların 1980'li yıllardan itibaren arttığı ve artış trendlerinin istasyonların çoğunda 1975-1985 yılları arasında başladığı tespit edilmiştir.

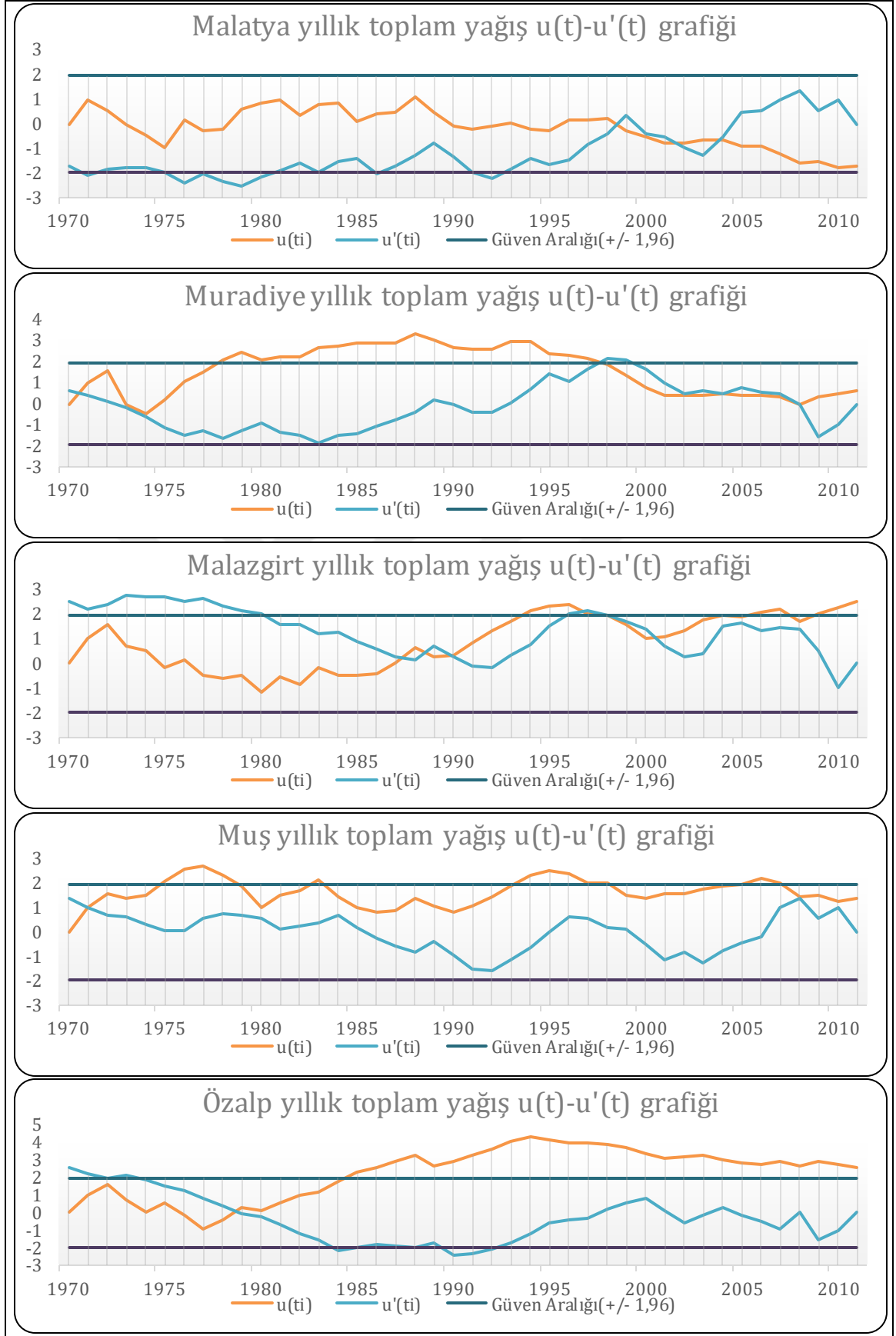


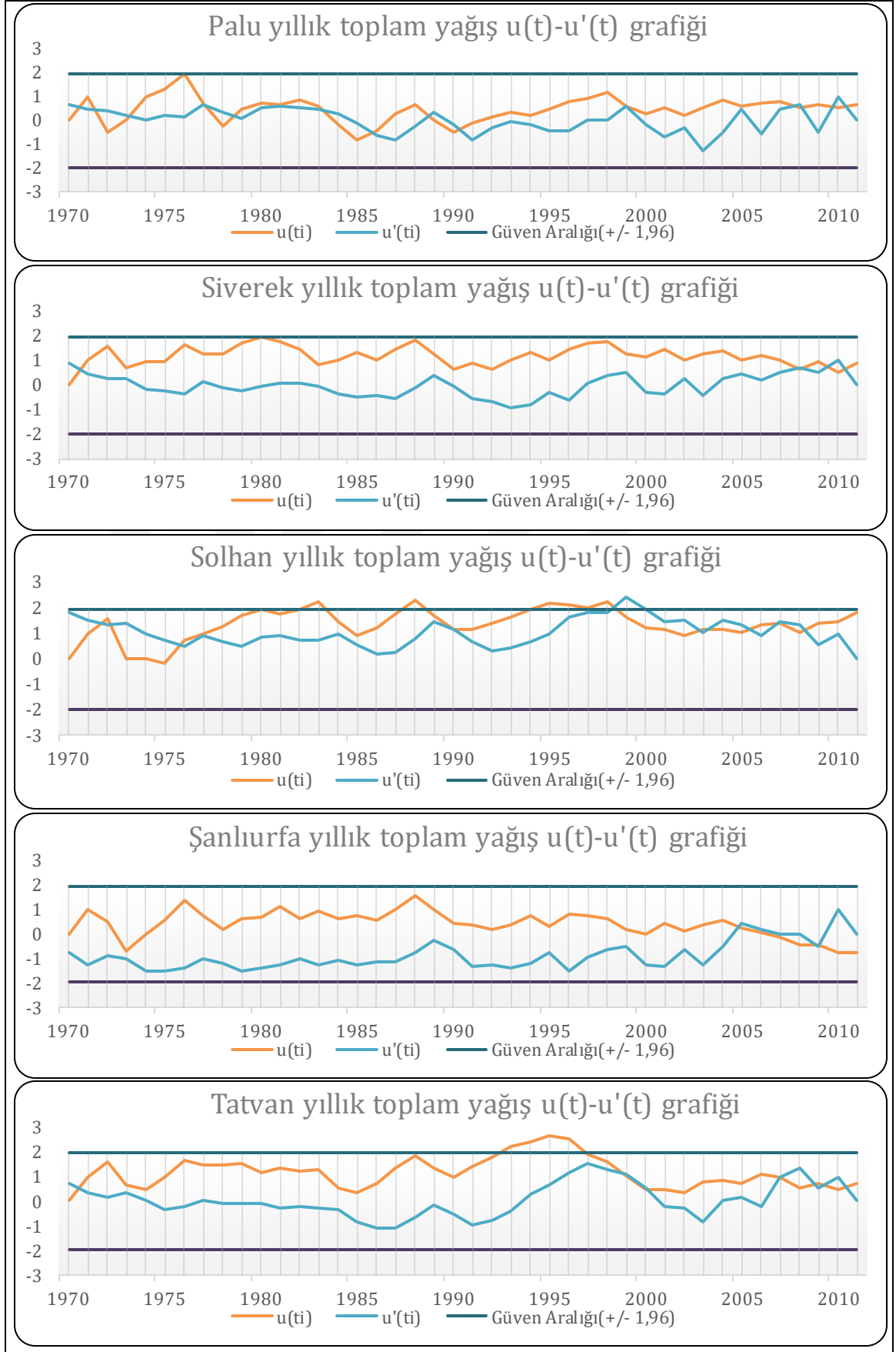
Şekil 5.2.: Yıllık toplam yağış  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

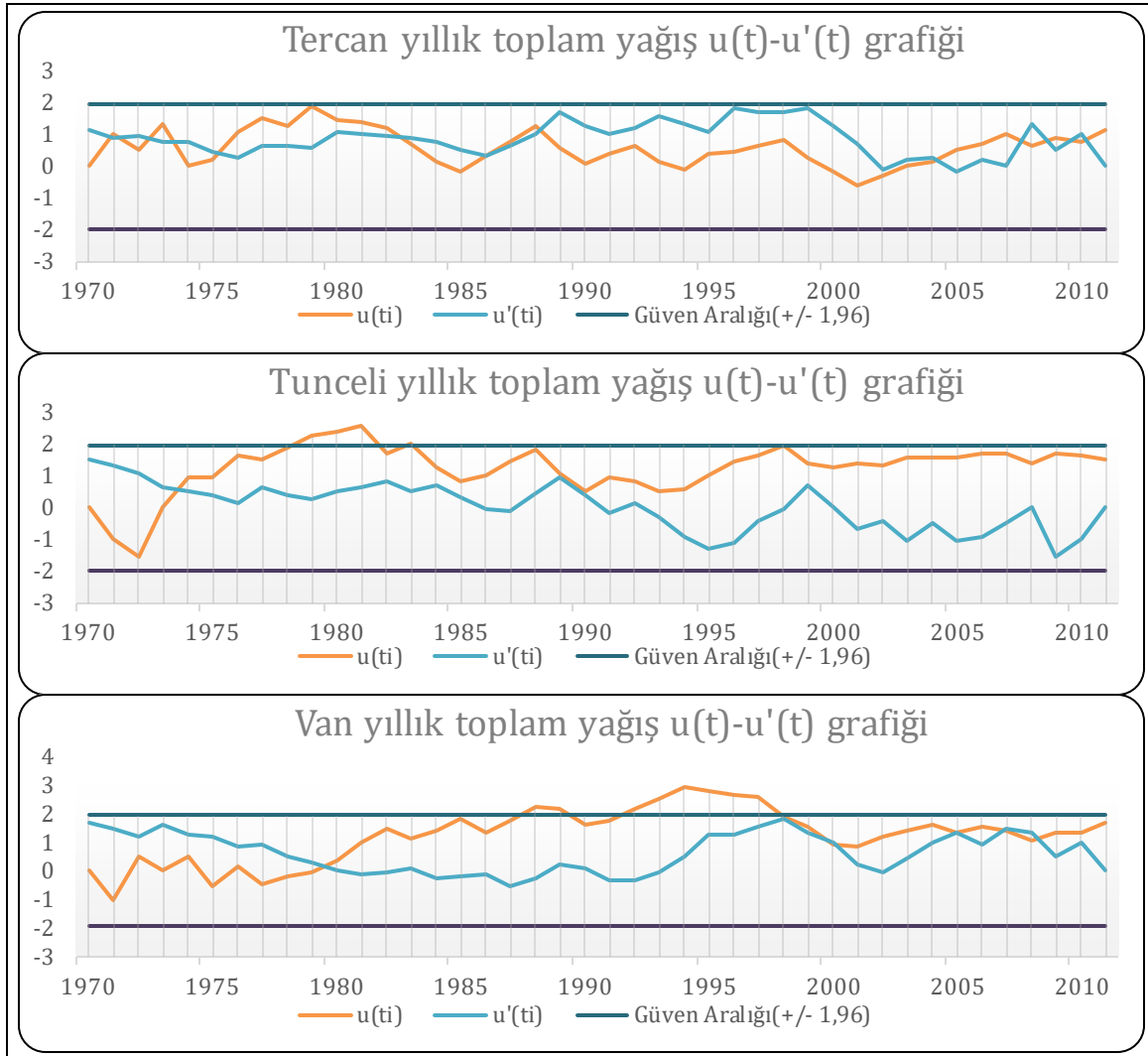
Şekil 5.3.: Yıllık toplam yağış  $u(t)$ - $u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.4.: Yıllık toplam yağış  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.5.: Yıllık toplam yağış  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.6.: Yıllık toplam yağış  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.7.: Yıllık toplam yağış  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.8.: Yıllık toplam yağış  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

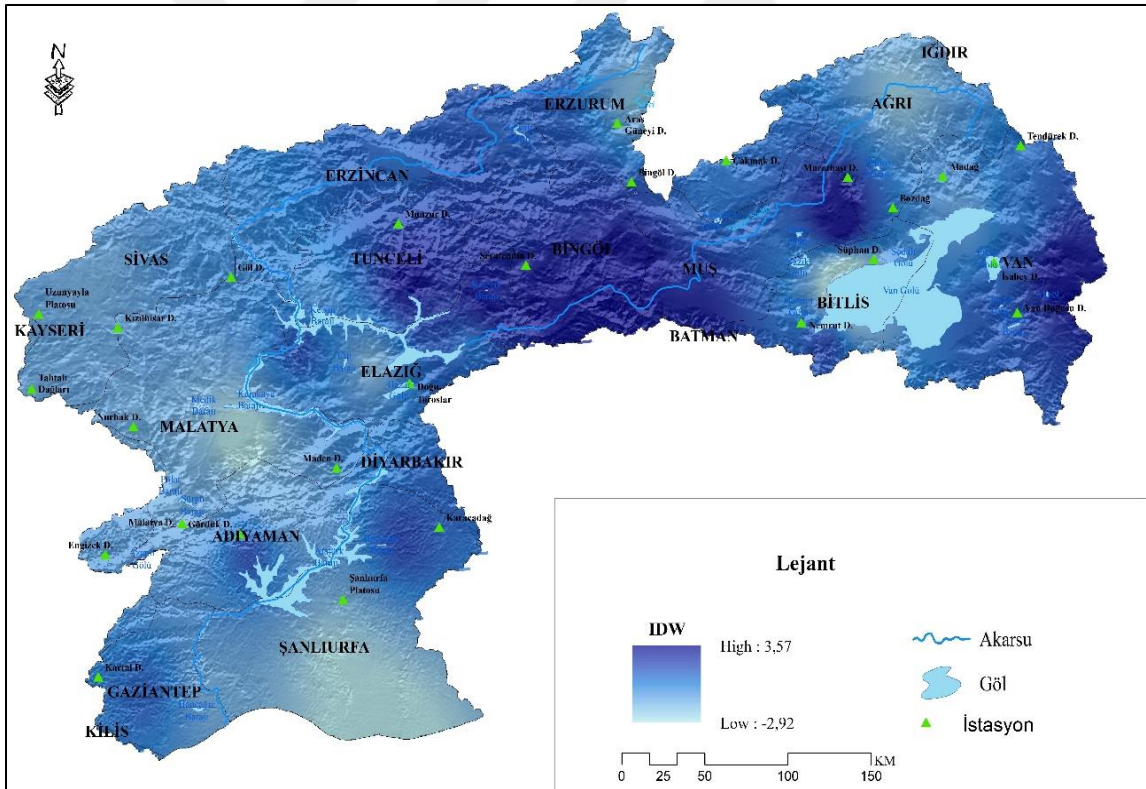
### 5.1.2. Sen'in Trend Eğim Metodu

Sen'in Trend eğim metodu ile yapılan analizler sonucunda elde edilen değerler eğer pozitif ise artan yönde, negatif ise azalan yönde bir değişim olduğunu göstermektedir.

Fırat Havzası sınırlarında bulunan 31 adet yağış gözlem istasyonundan alınan verilerin Mann-Kendall testi ile %90 ve %95 güven aralığında trend analizi yapılarak trendin anlamlılık düzeyi incelenmiştir. Yapılan bu araştırma neticesinde Mann-Kendall testi sonucu olarak %90 güven aralığında 4 adet yağış gözlem istasyonunda, %95 güven aralığında ise 2 adet yağış gözlem istasyonunda anlamlı trendin varlığına rastlanmıştır. 31 adet yağış gözlem istasyonunda anlamlı bir trend arayışının ardından bu istasyonlarda trendin eğimi önem kazanmaktadır. Trendin eğimini belirlemek amacıyla da Sen'in eğim metodu kullanılmıştır. Sen'in eğim metoduna göre 31 adet yağış gözlem istasyonundan alınan verilerle belirlenen eğim sonuçlarına göre ise Mann-Kendall trend analiz sonuçlarına paralel olarak yıllık toplam yağışlarda genel olarak havzanın kuzey

ve doğu bölümünde pozitif yönde trend, güney ve batı bölümünde ise negatif yönde trendin olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 5.2.).

Yıllık yağış miktarlarındaki değişimde 42 yıllık periyotta Bingöl, Malazgirt, Muş, Özalp, Solhan ve Tunceli istasyonlarında önemli artışlar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yıllık yağış miktarlarında Ahlat ve Akçakale istasyonlarında anlamlı negatif trend gözlenmiştir. Yine yıllık yağış miktarlarında Adıyaman, Siverek ve Tatvan istasyonlarında da önemli artışlar görülmektedir (Şekil 5.9.). İlkbaharda yıllık yağışlara paralel sonuçlar çıkmakla beraber Malazgirt ve Tatvan istasyonlarında önemli pozitif trend gözlenmiştir (Tablo 5.2.). Malazgirt istasyonunda 99mm ve Tatvan istasyonunda ise 88mm'nin üzerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.3.). Yaz mevsiminde önemli herhangi bir trende rastlanmamakla beraber, Erzurum istasyonundaki 45mm'lik azalma ve Tatvan istasyonundaki 53mm'lik artış dikkat çekmektedir. Sonbahar mevsiminde havzanın büyük kısmında pozitif yönde trend hakim olmakla beraber anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Bu mevsimde Siverek, Adıyaman ve Tunceli istasyonlarındaki artışlar dikkat çekicidir. Ayrıca sonbaharda havzanın en doğusunda negatif yönde trend mevcuttur. Kış mevsiminde sonbahara benzer bir tablo görülmekle beraber Adıyaman istasyonunda önemli pozitif trend gözlenmiştir (Tablo 5.2.). Bu mevsimde 42 yıllık periyotta en büyük değişim Adıyaman, Gaziantep ve Tunceli istasyonlarında görülmüştür (Tablo 5.3.).



Şekil 5.9.: Fırat Havzası Sen-Slope Trend Analiz Sonuçları

Tablo 5.2.: Toplam yağışların Sen slope analiz sonuçları

	Yıllık	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	SS	SS	SS	SS	SS
<b>Adıyaman</b>	1,723	-1,54	-0,023	0,88	2,2
<b>Ağrı</b>	-0,565	0,809	0,214	-0,706	-1,257
<b>Ahlat</b>	-2,921	-0,940	-0,1	-0,823	-1,24
<b>Akçakale</b>	-2,218	-0,905	0	0,625	-0,511
<b>Arapgir</b>	0	-1,644	-0,278	0,878	1,089
<b>Bingöl</b>	2,95	0,376	0,3	0,3	1,054
<b>Birecik</b>	0,017	-0,96	0	0,31	0,755
<b>Çemişgezek</b>	0,552	-0,757	-0,173	0,548	0,975
<b>Divriği</b>	0,627	-0,372	-0,1	0,359	0,330
<b>Doğaneşehir</b>	-0,002	-1,906	-0,025	0,644	1,058
<b>Elazığ</b>	-0,157	-1,183	0,070	0,46	-0,182
<b>Erciş</b>	0,196	0,782	-0,02	-0,623	0,24
<b>Erzincan</b>	1,235	0,653	-0,089	0,688	0,217
<b>Erzurum</b>	-0,388	0,868	-1,09	0,04	-0,346
<b>Gaziantep</b>	1,422	-0,933	0,064	1,469	1,047
<b>Hınıs</b>	1,068	0,473	-0,203	-0,464	0,911
<b>Kangal</b>	0,059	-0,062	0,545	0,516	-0,307
<b>Keban</b>	1,6	-0,483	0,151	0,694	0,878
<b>Malatya</b>	-1,533	-1,870	-0,3	0,075	0,462
<b>Malazgirt</b>	3,575	2,373	-0,24	0,106	1,083
<b>Muradiye</b>	1,14	1,18	0,396	0,059	0,209
<b>Muş</b>	2,576	0,980	0,033	-0,482	1,46
<b>Özalp</b>	3,306	1,183	0,25	0,454	0,693
<b>Palu</b>	1,064	0,343	0,064	0,444	-0,462
<b>Siverek</b>	1,856	-0,784	0,062	1,292	0,888
<b>Solhan</b>	3,24	0,907	0,358	0,264	1,036
<b>Tatvan</b>	1,829	2,1	1,27	-0,445	0,172
<b>Tercan</b>	1,405	0,759	-0,216	0,883	-0,210
<b>Tunceli</b>	2,872	0,189	0,106	1,06	1,958
<b>Şanlıurfa</b>	-0,919	-1,275	0,026	0,86	-0,669
<b>Van</b>	1,477	0,294	0,12	0,49	0,554

Tablo 5.3.: Toplam yağışların Sen slope analiz sonuçları

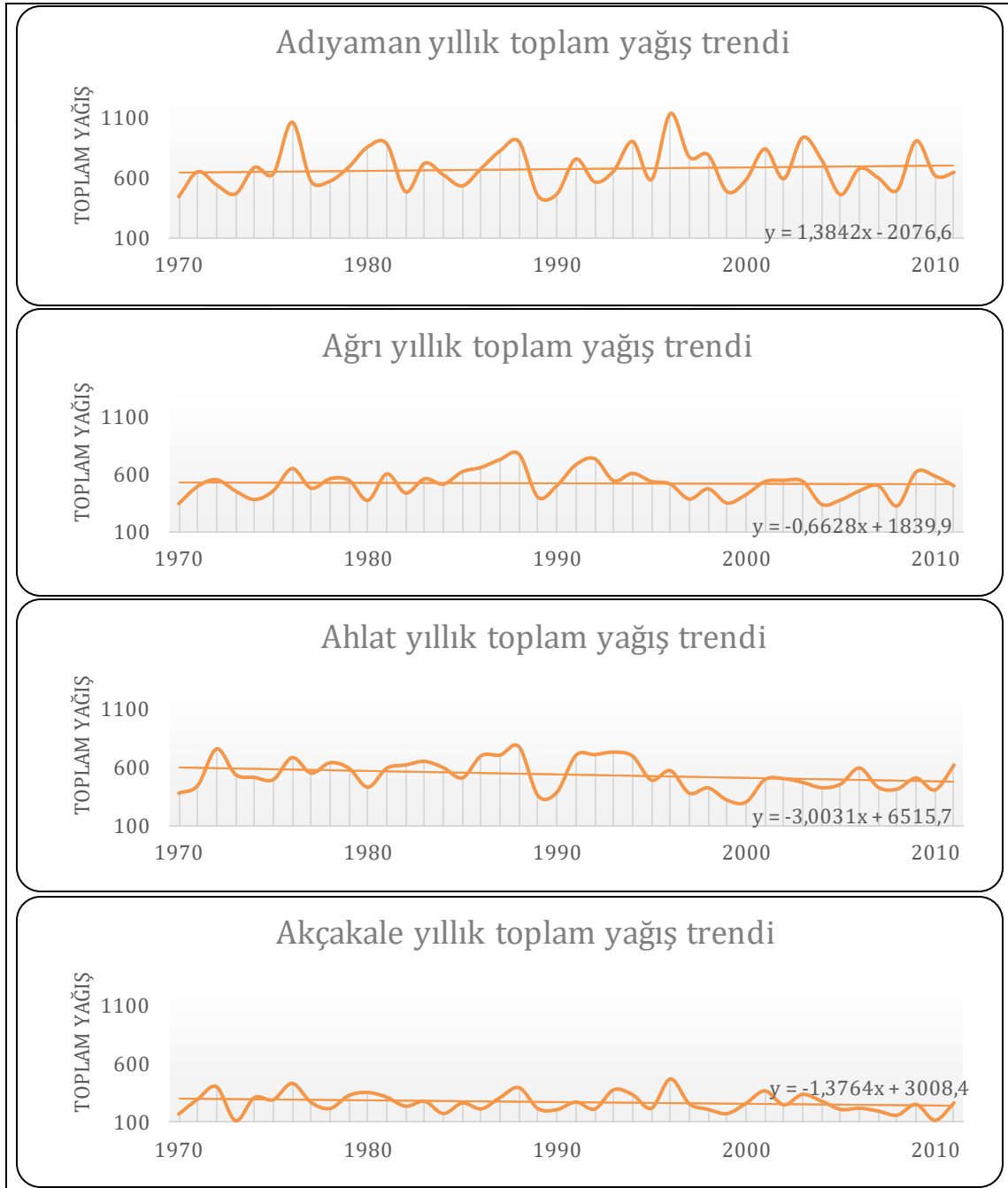
İstasyonlar	Yıllık	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	SS*42	SS*42	SS*42	SS*42	SS*42
Erzurum	-16,296	36,456	-45,78	1,68	-14,532
Adıyaman	72,366	-64,68	-0,966	36,96	92,4
Erzincan	51,87	27,426	-3,738	28,896	9,114
Erciş	8,232	32,844	-0,84	-26,166	10,08
Akçakale	-93,156	-38,01	0	26,25	-21,462
Birecik	0,714	-40,32	0	13,02	31,71
Siverek	77,952	-32,928	2,604	54,264	37,296
Doğuşehir	-0,084	-80,052	-1,05	27,048	44,436
Özalp	138,852	49,686	10,5	19,068	29,106
Ahlat	-122,682	-39,48	-4,2	-34,566	-52,08
Palu	44,688	14,406	2,688	18,648	-19,404
Keban	67,2	-20,286	6,342	29,148	36,876
Muradiye	47,88	49,56	16,632	2,478	8,778
Malazgirt	150,15	99,666	-10,08	4,452	45,486
Solhan	136,08	38,094	15,036	11,088	43,512
Çemişgezek	23,184	-31,794	-7,266	23,016	40,95
Arapgir	0	-69,048	-11,676	36,876	45,738
Kangal	2,478	-2,604	22,89	21,672	-12,894
Hınıs	44,856	19,866	-8,526	-19,488	38,262
Divriği	26,334	-15,624	-4,2	15,078	13,86
Tercan	59,01	31,878	-9,072	37,086	-8,82
Şanlıurfa	-38,598	-53,55	1,092	36,12	-28,098
Gaziantep	59,724	-39,186	2,688	61,698	43,974
Tatvan	76,818	88,2	53,34	-18,69	7,224
Muş	108,192	41,16	1,386	-20,244	61,32
Bingöl	123,9	15,792	12,6	12,6	44,268
Tunceli	120,624	7,938	4,452	44,52	82,236
Van	62,034	12,348	5,04	20,58	23,268
Malatya	-64,386	-78,54	-12,6	3,15	19,404
Elazığ	-6,594	-49,686	2,94	19,32	-7,644
Ağrı	-23,73	33,978	8,988	-29,652	-52,794

### 5.1.3. Lineer Trend Analizi

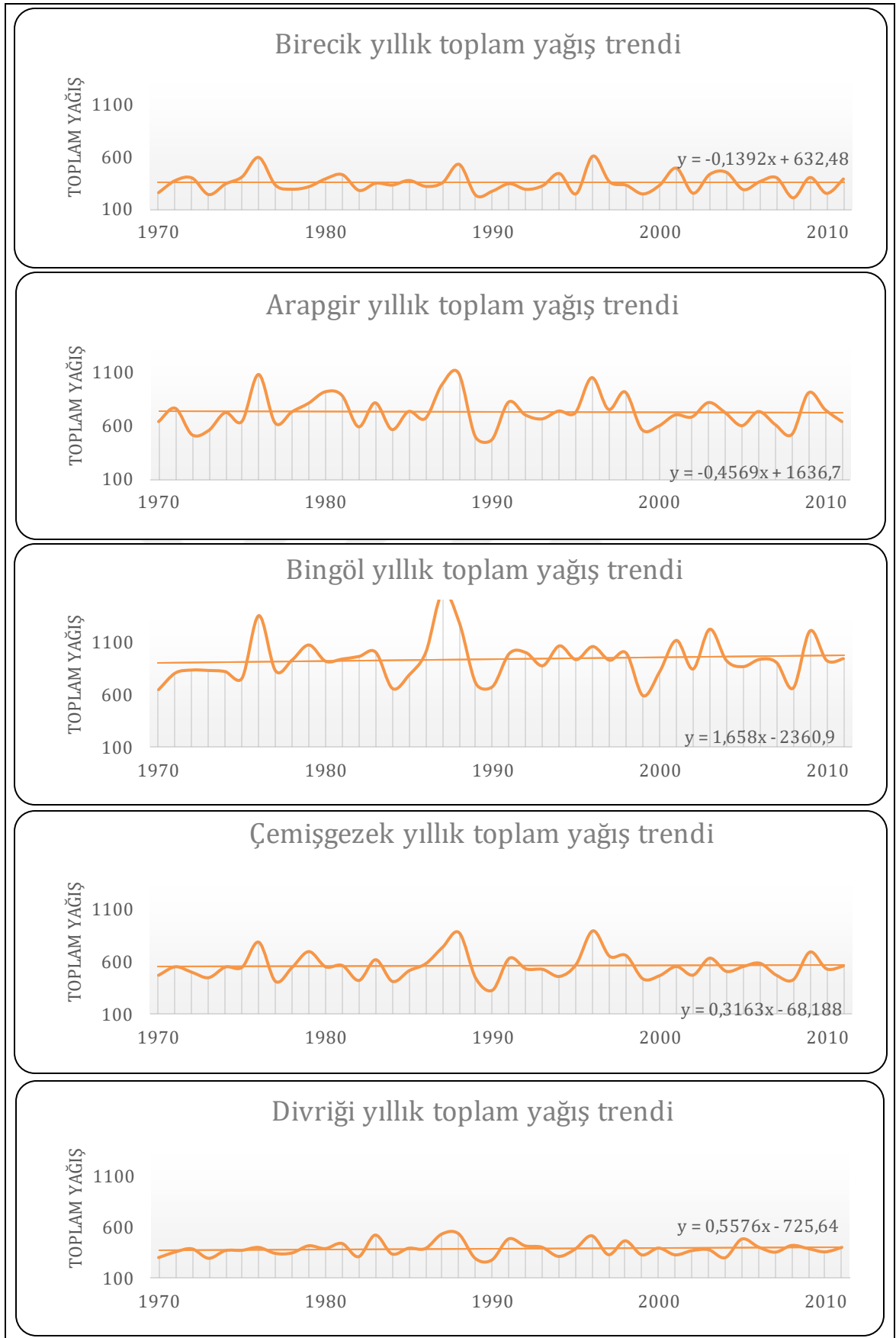
Fırat Havzasında 1970-2011 periyodunda 33 adet istasyonun yıllık toplam yağış miktarlarına uygulanan lineer trend analizinde Mann-Kendall trend analizi sonuçlarına benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Genel olarak havzanın kuzey ve doğu bölümünde pozitif yönde trend, güney ve batı bölümünde ise negatif yönde trendin olduğu

sonucuna varılmıştır. Yıllık yağış miktarlarındaki değişimde özellikle 42 yıllık periyotta Özalp, Solhan, Malazgirt ve Solhan istasyonlarında 100 mm'nin üzerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.4.).

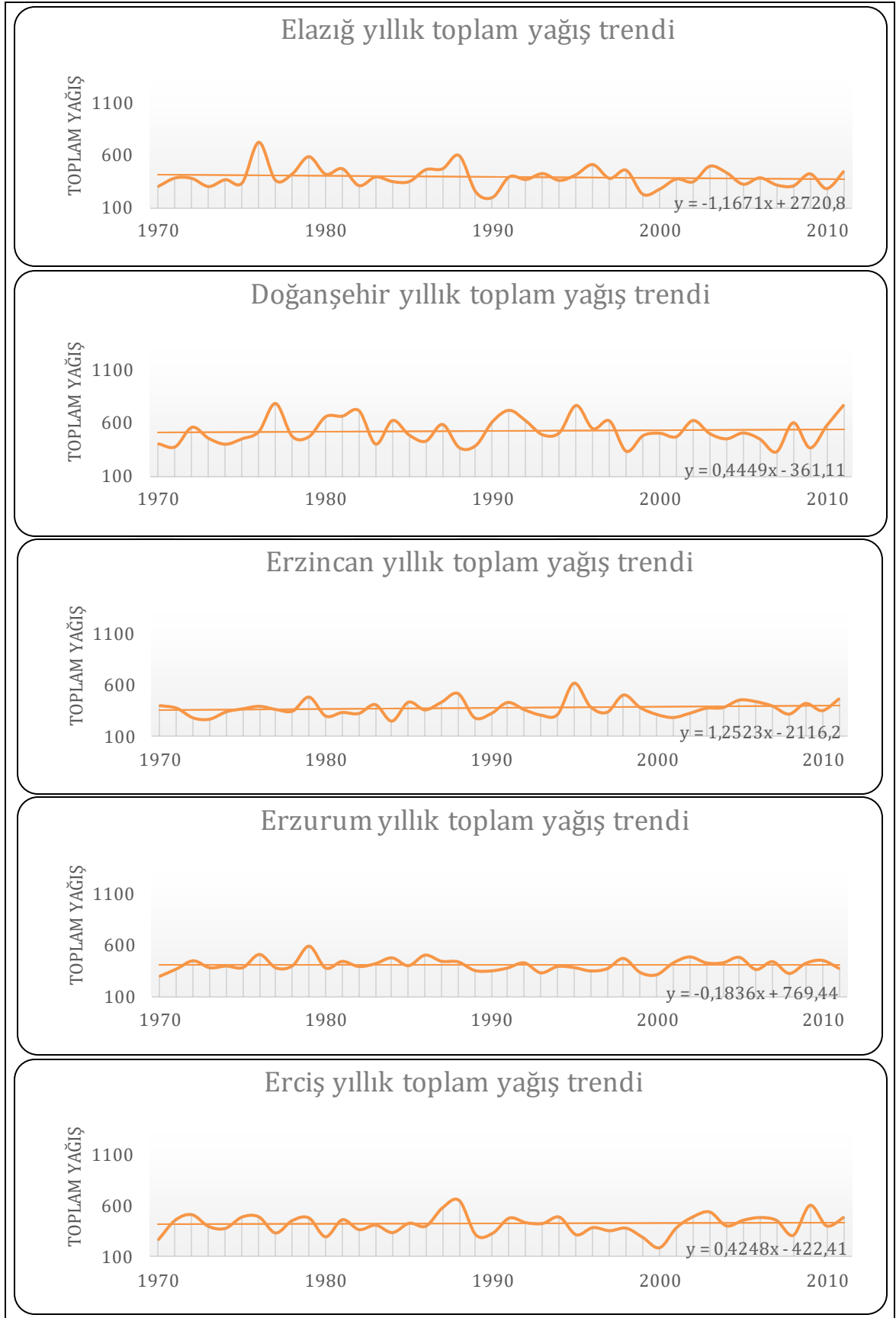
Yine Lineer Trend analiz sonuçlarına göre ilkbaharda yıllık yağışlara paralel sonuçlar çıkmakla beraber 42 yıllık periyotta Kangal istasyonundaki 126 mm'lik azalış ve Malazgirt istasyonundaki 92 mm'lik artış dikkati çekmektedir. Yaz mevsiminde önemli sayılabilecek herhangi bir artma veya azalma görülmezken, sonbahar mevsiminde havzanın büyük kısmında pozitif yönde trend hakimdir. Ayrıca sonbaharda havzanın en doğusunda negatif yönde trend mevcuttur. Kış mevsiminde sonbahara benzer bir sonuç görülmekle beraber 42 yıllık periyotta en büyük değişim 67 mm'lik artışla Siverek istasyonunda görülmektedir (Tablo 5.4.).



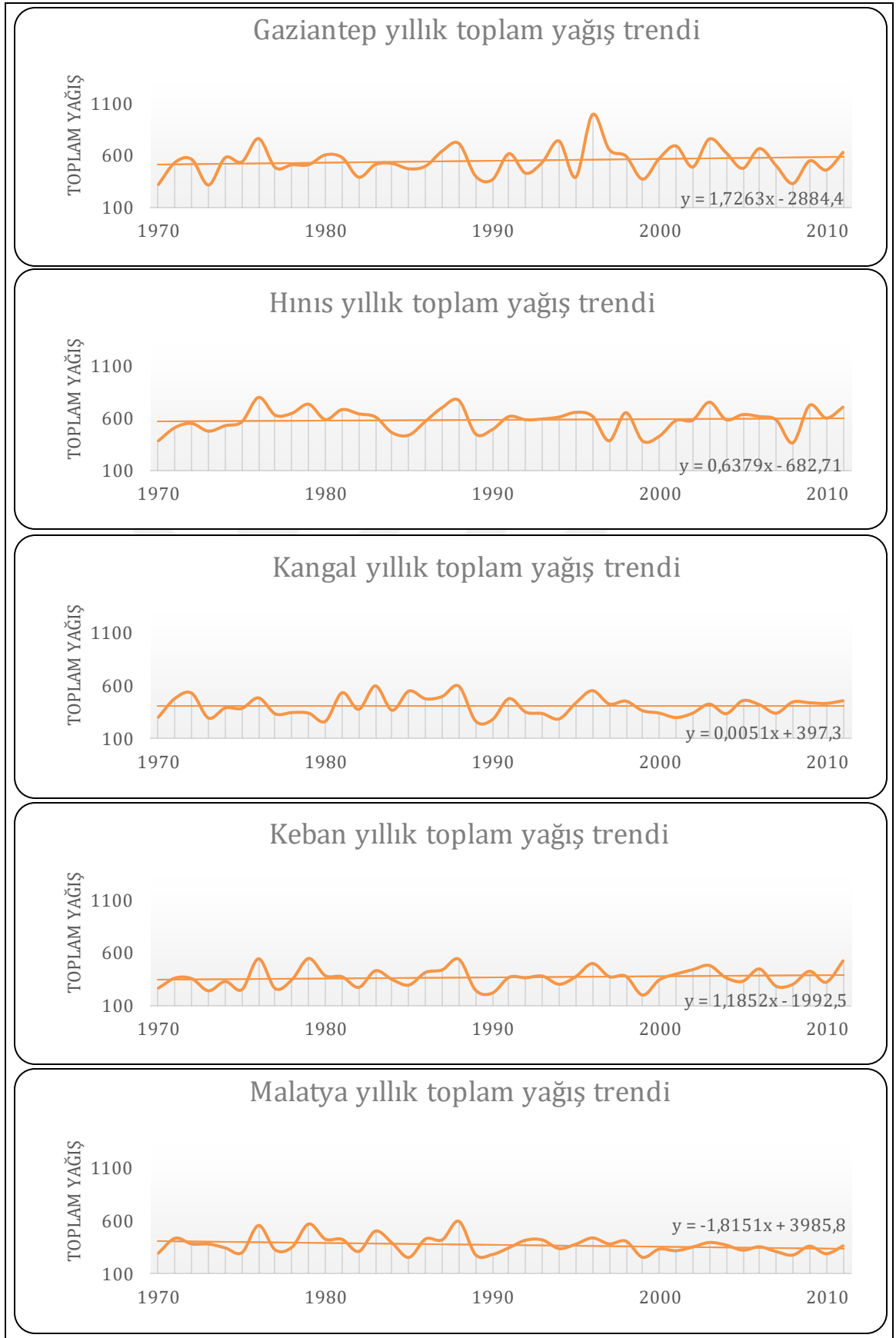
Şekil 5.10.: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları



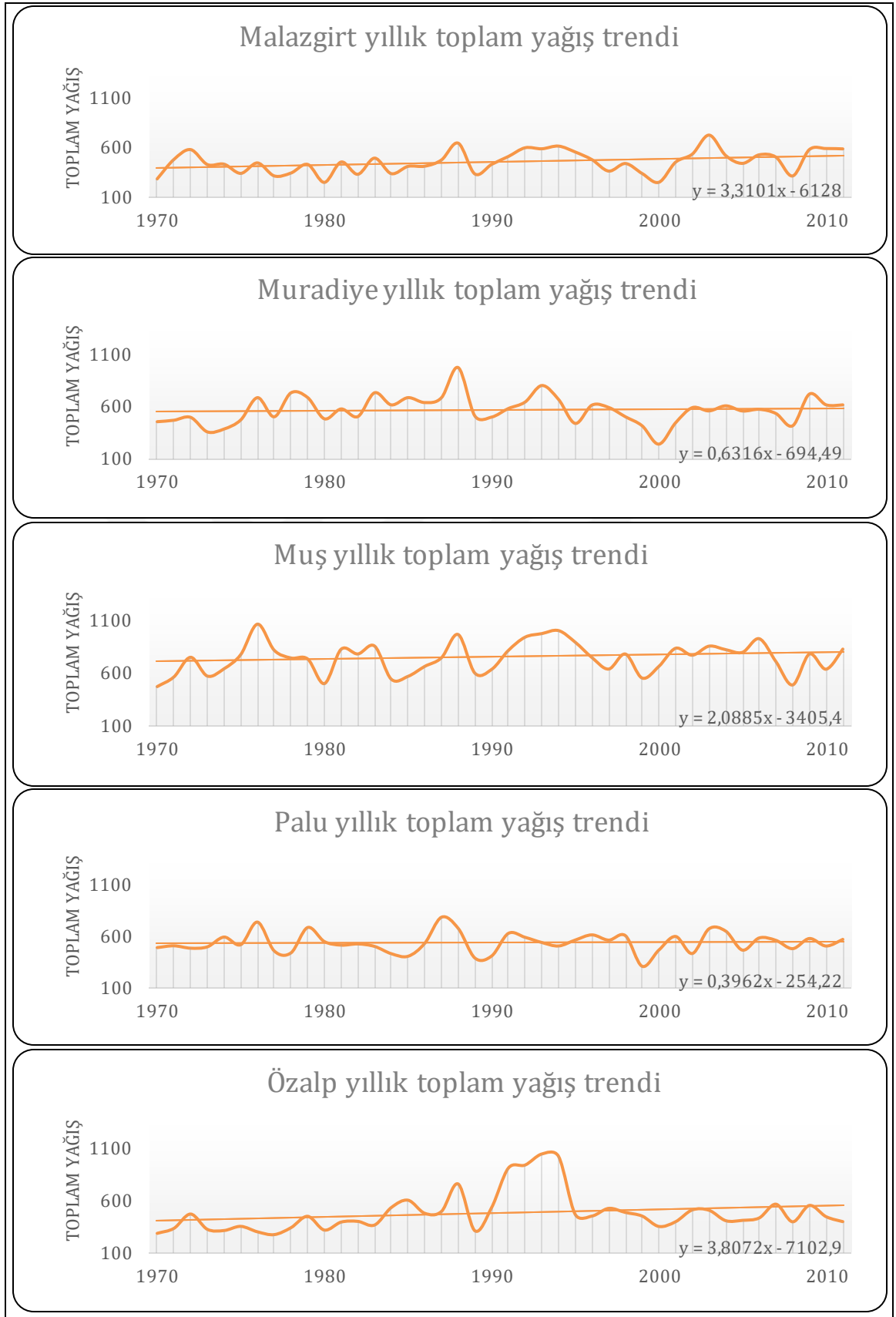
Şekil 5.11.: Yıllık toplam yağışların Lineer Trend analiz sonuçları



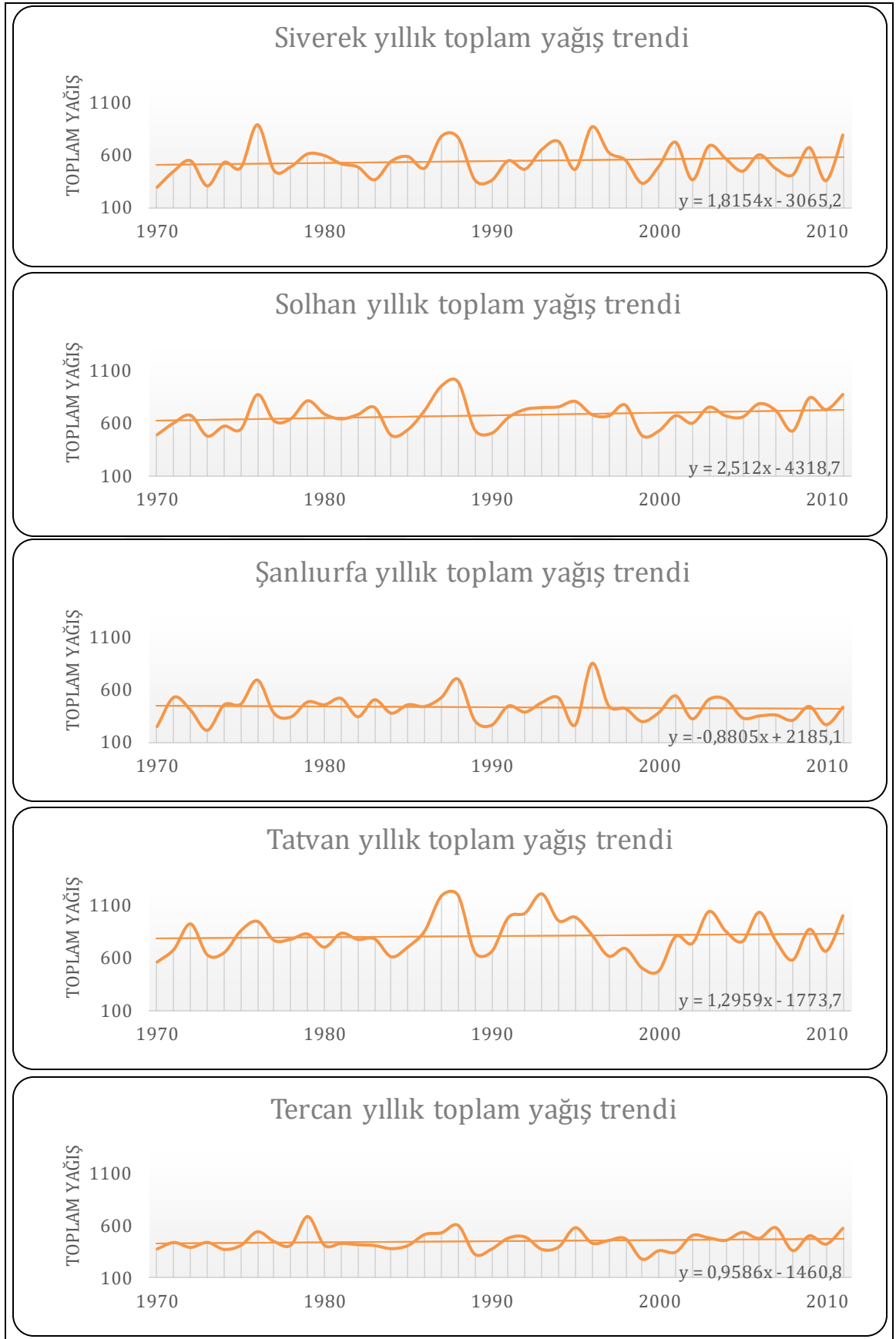
Şekil 5.12.: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları



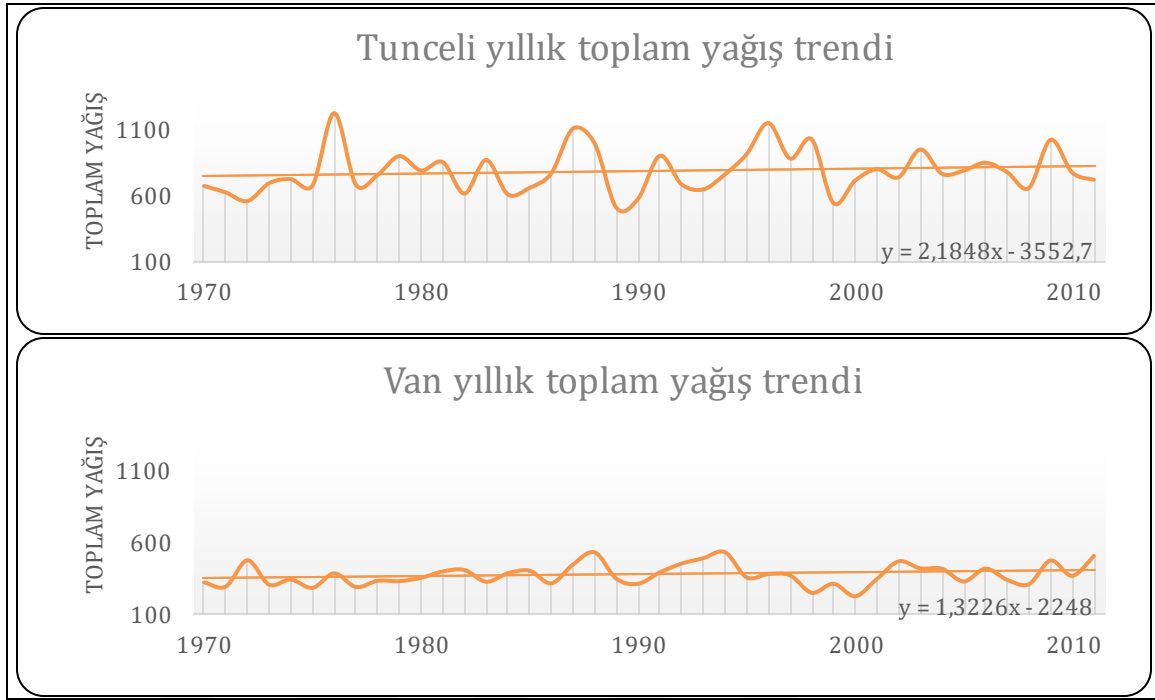
Şekil 5.13.: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları



Şekil 5.14.: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları



Şekil 5.15.: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları



Şekil 5.16: Yıllık toplam yağışların Lineer trend analiz sonuçları

Tablo 5.4.: Yıllık toplam yağışların Lineer Trend Analizi sonuçları

<b>İstasyonlar</b>	<b>Lineer Trend (mm)</b>	<b>İstasyonlar</b>	<b>Lineer Trend (mm)</b>
Adıyaman	58,13	Kangal	0,21
Ağrı	27,83	Keban	49,77
Ahlat	126,13	Malatya	76,25
Akçakale	57,80	Malazgirt	139,02
Arapgir	19,18	Muradiye	26,52
Bingöl	69,63	Muş	87,71
Birecik	5,84	Özalp	159,90
Çemişgezek	13,28	Palu	16,64
Divriği	23,41	Siverek	76,24
Doğuşehir	18,68	Solhan	105,50
Elazığ	49,01	Tatvan	36,98
Erciş	17,81	Tercan	54,42
Erzincan	52,59	Tunceli	40,26
Erzurum	-7,71	Şanlıurfa	91,76
Gaziantep	72,50	Van	55,54
Hınıs	26,79		

## 5.2. Sıcaklık Verilerinin Analizi

Jeolojik devirler boyunca sürekli olarak değişiklik gösteren Dünya iklimi 20. Yüzyılın ortalarından itibaren hızlı bir değişim sürecine girmiştir. Bu durum özellikle iklim değişikliği konusunda yapılan araştırmaların artmasına neden olmuştur. İklimbilimcilerin büyük çoğunluğu, küresel iklim değişikliklerinin ısınma boyutunda olduğunu ileri sürmektedir.

Küresel iklim değişikliğinden Türkiye'nin nasıl etkileneceği konusunda yapılan araştırmalarda özellikle yaz mevsiminde (1970-1990) arasında, sıcaklıkta genel bir azalma eğiliminin hâkim olduğu tespit edilmiştir (Türkeş, 1996; Kadioğlu, 1997; Öztürk, 2002). Buna karşılık 1990'lı yıllardan sonra durum tersine dönmüş, 1992 yılında yaşanan soğuk yıldan sonra nispeten düzenli olarak bir ısınma eğilimi görülmüştür (Demir vd., 2008). IPCC 3. Değerlendirme Raporu'nda da kullanılan çeşitli iklim modellerine göre, Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar, sadece sera gazlarındaki artışlar dikkate alındığında, 1-3 °C arasında artış olacağı öngörülmektedir (Apak ve Ubay, 2007). Bununla birlikte gece ve gündüz kara yüzeyindeki sıcaklıklarda görülen değişimler, küresel olarak ortalama sıcaklıkları etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda, 1950-1993 yılları arasında, gece sıcaklıklarının gündüz sıcaklıklarının yaklaşık iki katı oranında arttığı görülmüştür. Küresel olarak sıcaklıklardaki bu artışın yanı sıra, en gelişmiş iklim modelleri 1990-2100 döneminde küresel olarak ortalama sıcaklıkların 1.4 ile 5.8C° arasında artacağını öngörmektedir (IPCC, 2001).

### 5.2.2. Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall trend analizine göre 1970-2011 periyodunda Fırat Havzası ortalama sıcaklıklarında genel olarak havzanın büyük bölümünde genel bir artış trendinin hâkim olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bazı istasyonlarda da azalma eğiliminin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.20.). Yapılan analizlerde ortaya çıkan sonuçları şöyle özetleyebiliriz;

Fırat Havzası'nda yıllık ortalama sıcaklıklarda % 95 güven aralığında anlamlı, Adıyaman, Ağrı, Akçakale, Arapgir, Birecik, Çemişgezek, Divriği, Doğanşehir, Elazığ, Erzincan, Gaziantep, Hınıs, Keban, Malatya, Malazgirt, Muradiye, Muş, Özalp, Siverek, Tatvan, Şanlıurfa ve Van istasyonlarında pozitif yönde trend görülmüştür. Erzurum istasyonunda negatif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında anlamlı, Palu, Tercan ve Tunceli istasyonlarında pozitif trend tespit edilmiştir (Tablo 5.5.).

İlkbahar ortalama sıcaklıklarında % 90 güven aralığında Arapgir, Birecik, Gaziantep, Malazgirt, Muradiye, Muş, Özalp, Şanlıurfa ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında anlamlı, Adıyaman, Ağrı, Çemişgezek, Divriği, Doğanşehir, Hınıs ve Malatya istasyonlarında pozitif trend tespit edilmiştir (Tablo 5.5.).

Yaz mevsimi ortalama sıcaklıklarında % 95 güven aralığında Adıyaman, Ağrı, Akçakale, Arapgir, Birecik, Çemişgezek, Divriği, Doğanşehir, Erzincan, Gaziantep, Hınıs, Kangal, Keban, Malatya, Malazgirt, Muradiye, Muş, Özalp, Palu, Siverek, Tatvan, Tercan, Şanlıurfa ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında Tunceli istasyonunda anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir (Tablo 5.5.).

Sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıklarında % 95 güven aralığında Ağrı, Arapgir, Doğanşehir, Erzincan, Gaziantep, Malatya ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Erzurum istasyonunda negatif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında Divriği, Muş ve Şanlıurfa istasyonlarında anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir (Tablo 5.5.).

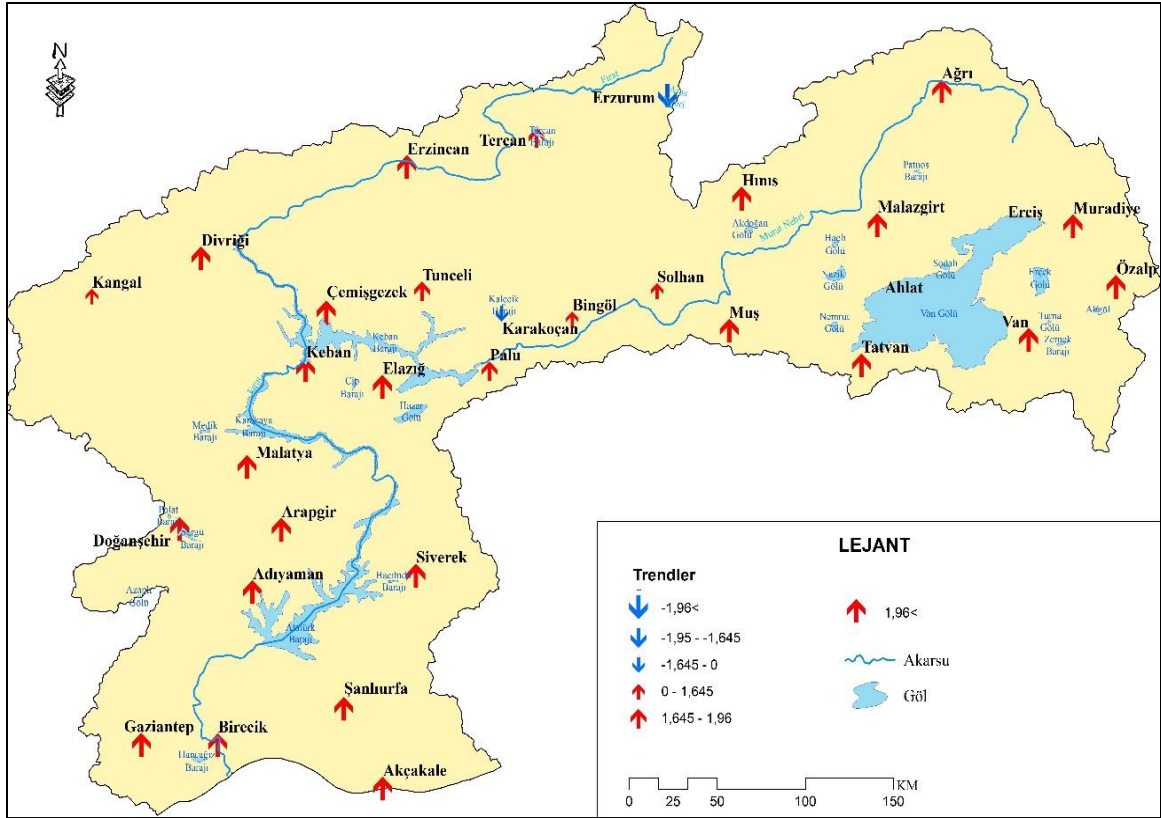
Kış mevsimi ortalama sıcaklıklarında ise % 95 güven aralığında Ağrı, Gaziantep, Hınıs, Malazgirt, Muradiye ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı

trend gözlenmiştir. Erzurum istasyonunda negatif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında Arapgir, Çemişgezek, Elazığ, Erzincan, Özalp ve Tercan istasyonlarında anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir (Tablo 5.5.).

Tablo 5.5: Ortalama sıcaklıkların Mann-Kendal trend analiz sonuçları

	Yıllık		İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
	MK	P	MK	P	MK	P	MK	P	MK	P
Adıyaman	2,81**	0,004	1,70*	0,08	4,10**	0,07	0,13	0,089	1,28	0,19
Ağrı	2,54**	0,010	1,93*	0,05	2,22**	0,025	2,0**	0,045	2,19**	0,027
Ahlat	-0,43	0,66	0,347	0,72	0,85	0,39	-1,04	0,29	-0,03	0,97
Akçakale	2,23**	0,025	0,77	0,43	2,85**	0,004	1,23	0,21	1,20	0,22
Arapgir	4,029**	0,06	2,083**	0,007	3,63**	0,0002	2,16**	0,030	1,95*	0,05
Bingöl	0,63	0,52	-0,08	0,93	1,61	0,10	-0,85	0,39	0,65	0,50
Birecik	2,99**	0,002	1,97**	0,04	4,6**	0,06	0,57	0,56	1,02	0,30
Çemişgezek	3,45**	0,0005	1,65*	0,098	3,52**	0,0004	1,16	0,24	1,76*	0,07
Divriği	2,73**	0,006	1,64*	0,10	4,01**	0,005	1,69*	0,08	0,86	0,38
Doğuşehir	3,48**	0,0004	1,84*	0,06	4,22**	0,003	3,16**	0,001	1,33	0,18
Elazığ	2,37**	0,017	1,44	0,14	1,48	0,13	-0,29	0,76	1,92*	0,05
Erciş	-0,125	0,90	-0,209	0,83	-0,460	0,64	-0,56	0,57	0,21	0,82
Erzincan	3,68**	0,0002	1,63	0,10	4,22**	0,008	3,52**	0,0004	1,65*	0,098
Erzurum	-2,43**	0,014	-1,52	0,12	-0,13	0,88	-2,61**	0,009	-2,47**	0,013
Gaziantep	4,80**	0,05	2,88**	0,03	4,773**	0,012	3,71**	0,0002	2,33**	0,019
Hınıs	3,19**	0,001	1,83*	0,06	2,14**	0,03	1,55	0,011	2,135**	0,032
Kangal	1,46	0,14	0,921	0,35	3,36**	0,0007	0,795	0,42	0,450	0,65
Keban	2,658**	0,007	0,88	0,37	1,96**	0,048	0,261	0,79	1,42	0,15
Malatya	3,50**	0,0005	1,77*	0,075	4,22**	0,40	2,28**	0,022	1,39	0,16
Malazgirt	3,23**	0,012	3,02**	0,002	2,03**	0,042	1,41	0,15	2,18**	0,028
Muradiye	3,90**	0,010	2,39**	0,016	2,36**	0,017	1,08	0,27	2,97**	0,002
Muş	2,70**	0,006	2,43**	0,014	3,28**	0,001	1,91*	0,055	1,46	0,14
Özalp	2,57**	0,009	2,48**	0,012	2,79**	0,005	0,90	0,36	1,77*	0,076
Palu	1,73*	0,082	1,17	0,24	2,06**	0,039	0,303	0,76	1,32	0,18
Siverek	1,98**	0,046	1,23	0,21	3,48**	0,0004	-1,15	0,24	1,36	0,17
Solhan	0,648	0,51	0,806	0,42	1,52	0,12	-1,01	0,30	0,607	0,54
Tatvan	2,50**	0,012	1,46	0,14	2,26**	0,023	0,785	0,43	1,42	0,15
Tercan	1,92*	0,054	0,942	0,34	2,16**	0,030	1,24	0,21	1,81*	0,070
Tunceli	1,92*	0,054	0,994	0,31	1,84*	0,065	-0,03	0,97	1,24	0,21
Şanlıurfa	3,84**	0,0001	2,34**	0,019	5,08**	0,0003	1,74*	0,015	1,68	0,091
Van	4,37**	0,05	2,99**	0,002	4,79**	0,03	3,27**	0,001	3,087**	0,002

(\* % 90, \*\* % 95 güven aralığında anlamlılık seviyesini göstermektedir)



Şekil 5.17.: Fırat Havzası Mann-Kendall Trend Analiz Sonuçları

### 5.2.2.1. Mann-Kendall Testi (Ut-Ut') Analizi

Fırat Havzasında bulunan 31 Meteoroloji istasyonunun yıllık ortalama sıcaklık verileri kullanılarak oluşturulan  $u(t)-u'(t)$  grafikleri incelendiğinde %95 güven aralığında 28 istasyonda pozitif yönde anlamlı trend, 5 istasyonda negatif yönde anlamlı trend tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir trend görülmemiştir.

Adıyaman istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2006-2011 yılları arasında +1,96 seviyesinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Adıyaman istasyonunda 2006-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend oluştuğunu göstermektedir. Trend başlangıç yılı ise 1998 yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.21.).

Ağrı istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1998-2011 yılları arasında +1,96 çizgisinin üzerinde olduğu görülmektedir. Yani, 1998-2011 yılları arasında Ağrı istasyonunda yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı artış olduğu görülmektedir. 1994 yılı trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.21.).

Ahlat istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1988-1999 yılları arasında -1,96 seviyesinin altına düştüğü görülmektedir. Bu durum, Ahlat istasyonunda 1988-1999 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda % 95 güven aralığında anlamlı negatif trend olduğunu göstermektedir. 1981 yılı trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.21.).

Akçakale istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2011 yılında +1,96 çizgisini kestiği görülmektedir. Yani, Akçakale istasyonunda 2011 yılında yıllık

ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend olduğu görülmektedir. 2008 yılı trendin başladığı yıl olarak görülmektedir (Şekil 5.22.).

Arapgir istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2000-2011 yılları arasında +1,96 seviyesinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Arapgir istasyonunda 2000-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend olduğunu göstermektedir. Trend başlangıç yılı olarak 1994 yılı görülmektedir (Şekil 5.22.).

Bingöl istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2004 yılında +1,96 çizgisine temas ettiği görülmektedir. Yani, Bingöl istasyonunda 2004 yılında %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trendin 2001 yılında başladığı görülmektedir (Şekil 5.22.).

Birecik istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2003-2011 yılları arasında +1,96 seviyesini aştığı görülmektedir. Bu durum, Birecik istasyonunda 2003-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend olduğunu göstermektedir. Trendin 1998 yılında başladığı görülmektedir (Şekil 5.22.).

Çemişgezek istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1999-2011 yılları arasında +1,96 çizgisinin üzerinde olduğu görülmektedir. Yani, Çemişgezek istasyonunda 1999-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trend başlangıç yılı ise 1994 yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.23.).

Divriği istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2002-2011 yılları arasında +1,96 çizgisi üzerine çıktığı görülmektedir. Bu durum, Divriği istasyonunda 2002-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend olduğunu göstermektedir. 2001 yılı ise trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.23.).

Doğanşehir istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1994-2011 yılları arasında +1,96 çizgisi üzerinde seyrettiği görülmektedir. Yani, Doğanşehir istasyonunda 1994-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı artışlar olduğu görülmektedir. Trend başlangıç yılı ise 1991 yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.23.).

Elazığ istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2010-2011 yılları arasında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Yani, Elazığ istasyonunda 2010-2011 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı artışlar olduğu görülmektedir. 2005 yılı trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.23.).

Erciş istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1991-1995 yılları arasında -1,96 seviyesine indiği görülmektedir. Bu durum, Erciş istasyonunda 1991-1995 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı negatif trend bulunduğunu göstermektedir (Şekil 5.24.).

Erzincan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1998-2011 yılları arasında +1,96 çizgisini aştığı görülmektedir. Yani, Erzincan istasyonunda 1998-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı artışlar olduğu görülmektedir. 1994 yılı trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.24.).

Erzurum istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1974 ve 1984-1985 yılları arasında +1,96 seviyesine ulaştığı ve 2000-2002, 2007-2009 ve 2011 yıllarında -1,96 seviyesine indiği görülmektedir. Yani, Erzurum istasyonunda yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında 1973 ve 1983-1984 yıllarında anlamlı pozitif trend ve 2000-2002, 2007-2009 ve 2011 yıllarında ise anlamlı negatif trend

görülmektedir. 1970, 1979 ve 1981 yılları pozitif trendlerin başlangıç yılları ve 1997, 1999, 2004 ve 2009 yılları ise negatif trendlerin başlangıç yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.24.).

Gaziantep istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1982 ve 1996-2011 yıllarında +1,96 seviyesine ulaşmış üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Gaziantep istasyonunda 1982 ve 1996-2011 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend bulunduğunu göstermektedir. Trend başlangıç yılları ise 1981 ve 1994 yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.24.).

Hıms istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2001-2011 yılları arasında +1,96 çizgisine ulaşmış üzerine çıktığı görülmektedir. Yani Hıms istasyonunda 2001-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı artışlar olduğu görülmektedir. 1996 yılı trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.25.).

Keban istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2001-2003 ve 2007-2011 yıllarında +1,96 çizgisine ulaştıkları görülmektedir. Bu durum, Keban istasyonunda 2001-2003 ve 2007-2011 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend bulunduğunu göstermektedir. Trend başlangıç yılları 1997 ve 2006 yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.25.).

Malatya istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2002-2011 yılları arasında +1,96 çizgisini aştığı görülmektedir. Yani, Malatya istasyonunda 2002-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend görülmektedir. 1998 yılı trendin başladığı yıl olarak görülmektedir (Şekil 5.25.).

Malazgirt istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1997-2011 yılları arasında +1,96 seviyesinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Malazgirt istasyonunda 1997-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend olduğunu göstermektedir. 1994 yılı trend başlangıç yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.26.).

Muradiye istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1996-2011 yılları arasında +1,96 seviyesini aştığı görülmektedir. Yani, Muradiye istasyonunda 1996-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trend başlangıç yılı ise 1994 yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.26.).

Muş istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1999-2011 yılları arasında +1,96 seviyesinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Yani, Muş istasyonunda 1999-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trend başlangıç yılı 1994 yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.26.).

Özalp istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2001-2003 ve 2005-2011 yıllarında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu durum, Özalp istasyonunda 2001-2003 ve 2005-2011 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend olduğunu göstermektedir. 1997 ve 2004 yılları trend başlangıç yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.26.).

Palu istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2004-2008 ve 2010 yıllarında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu durum, Palu istasyonunda 2004-2008 ve 2010 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend görüldüğünü göstermektedir. 2002 ve 2009 yılları ise trend başlangıç yılları olarak görülmektedir (Şekil 5.27.).

Siverek istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2001-2011 yılları arasında +1,96 seviyesinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Siverek istasyonunda 2001-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend bulunduğunu göstermektedir. Trend başlangıç yılı ise 1998 yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.27.).

Solhan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2000-2003 yılları arasında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Yani, Solhan istasyonunda 2000-2003 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. Trend başlangıç yılı 1997 yılı olarak görülmektedir (Şekil 5.27.).

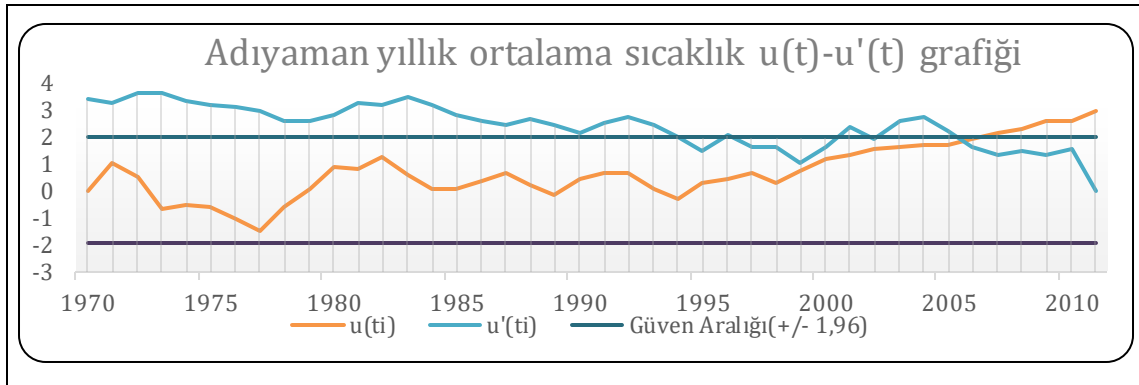
Şanlıurfa istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1999-2011 yılları arasında +1,96 seviyesi üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Şanlıurfa istasyonunda 1999-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı pozitif trend görüldüğünü göstermektedir. 1997 yılı trendin başladığı yıl olarak görülmektedir (Şekil 5.27.).

Tatvan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2005-2011 yılları arasında +1,96 seviyesini aştığı görülmektedir. Bu durum, Tatvan istasyonunda 2005-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend bulunduğunu göstermektedir. 1997 yılı trendin başladığı yıl olarak görülmektedir (Şekil 5.28.).

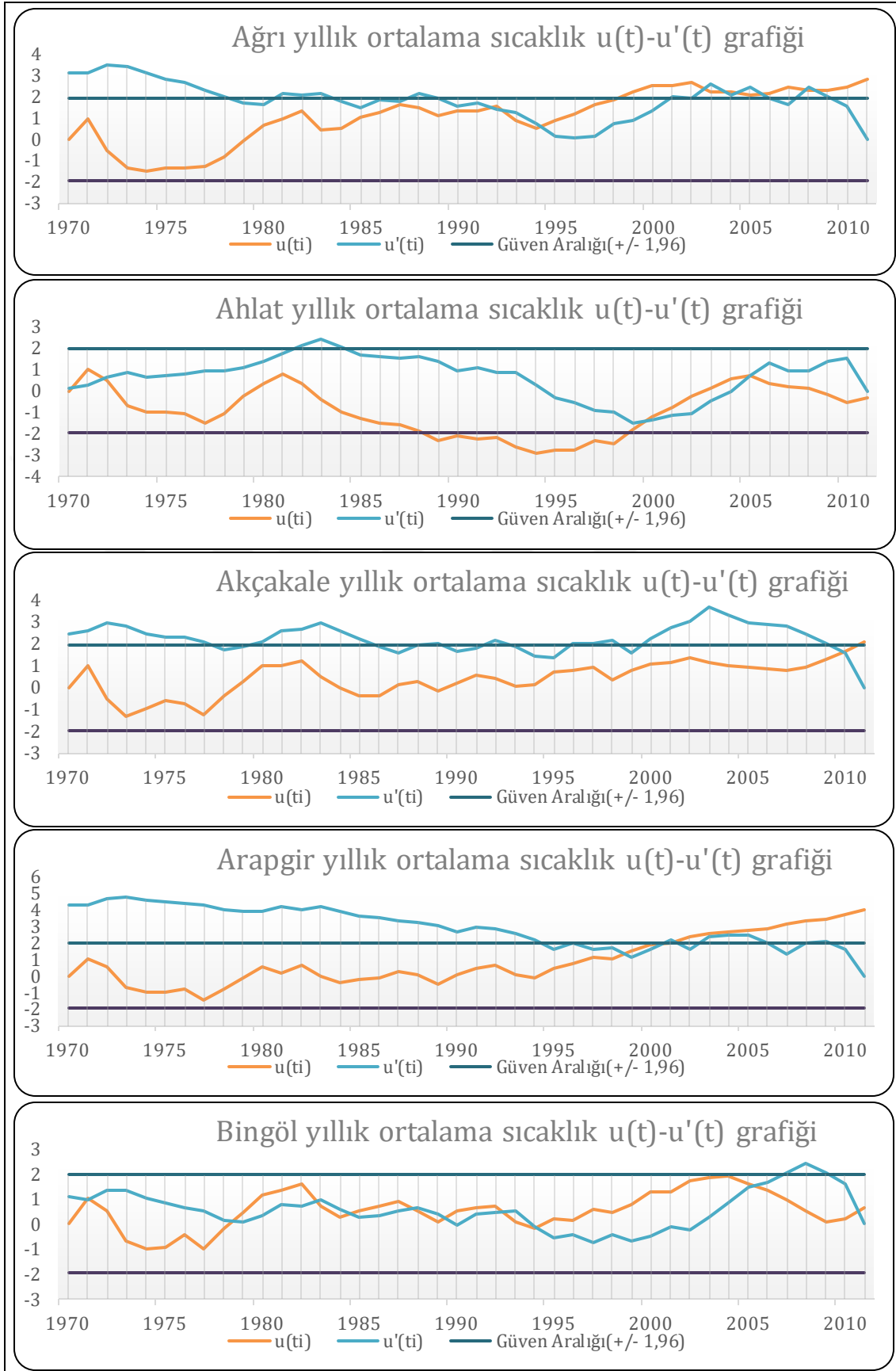
Tercan istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2002, 2004, 2006-2008 ve 2010-2011 yıllarında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Yani, Tercan istasyonunda 2002, 2004, 2006-2008 ve 2010-2011 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend görülmektedir. 1994 yılı pozitif trendin başladığı yıl olarak görülmektedir (Şekil 5.28.).

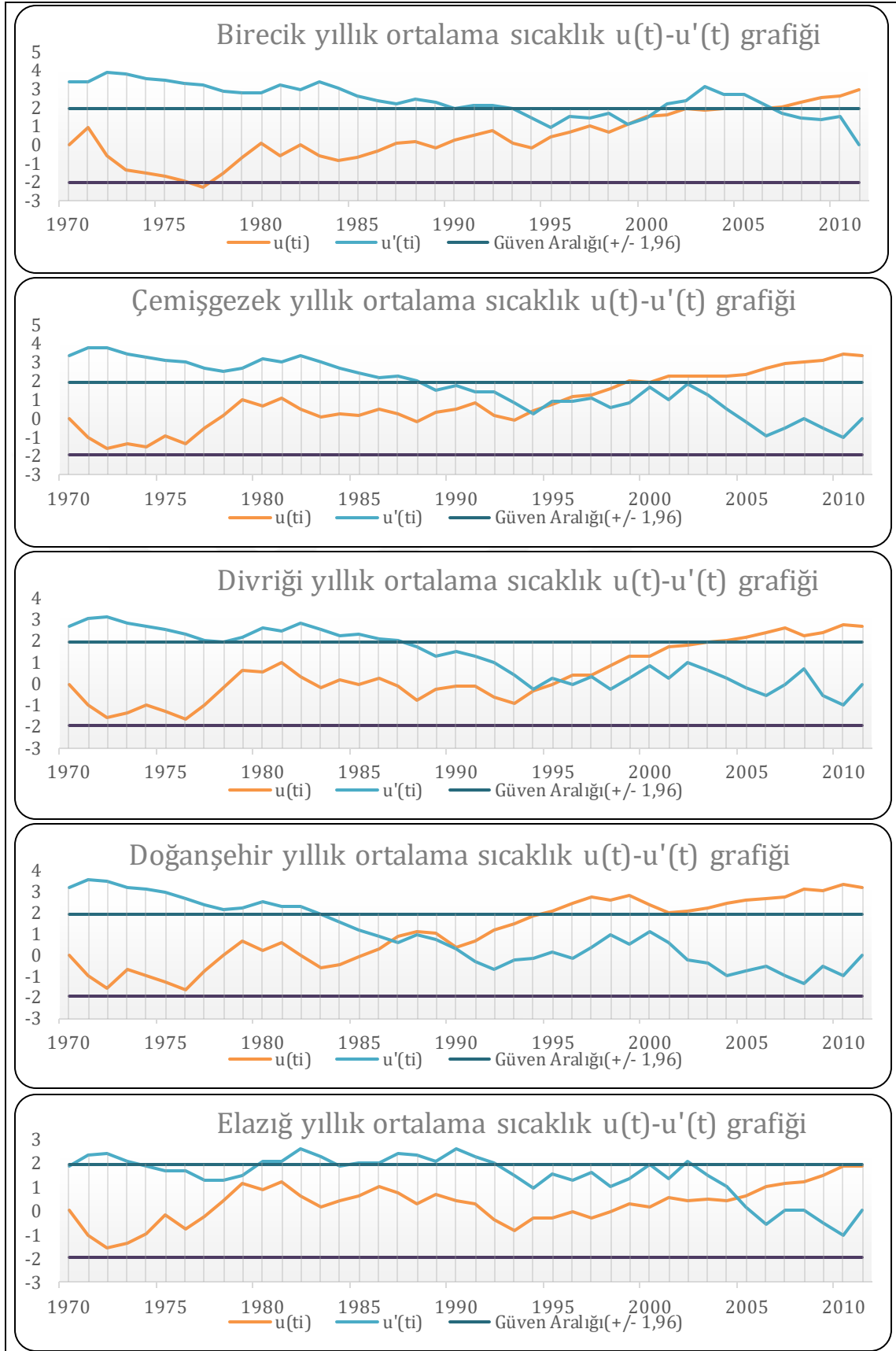
Tunceli istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 2010-2011 yıllarında +1,96 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Yani, Tunceli istasyonunda 2010-2011 yıllarında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 anlamlılık düzeyinde anlamlı pozitif trend görülmektedir. 1994 yılı genel artış trendinin başladığı tarih olarak görülmektedir (Şekil 5.28.).

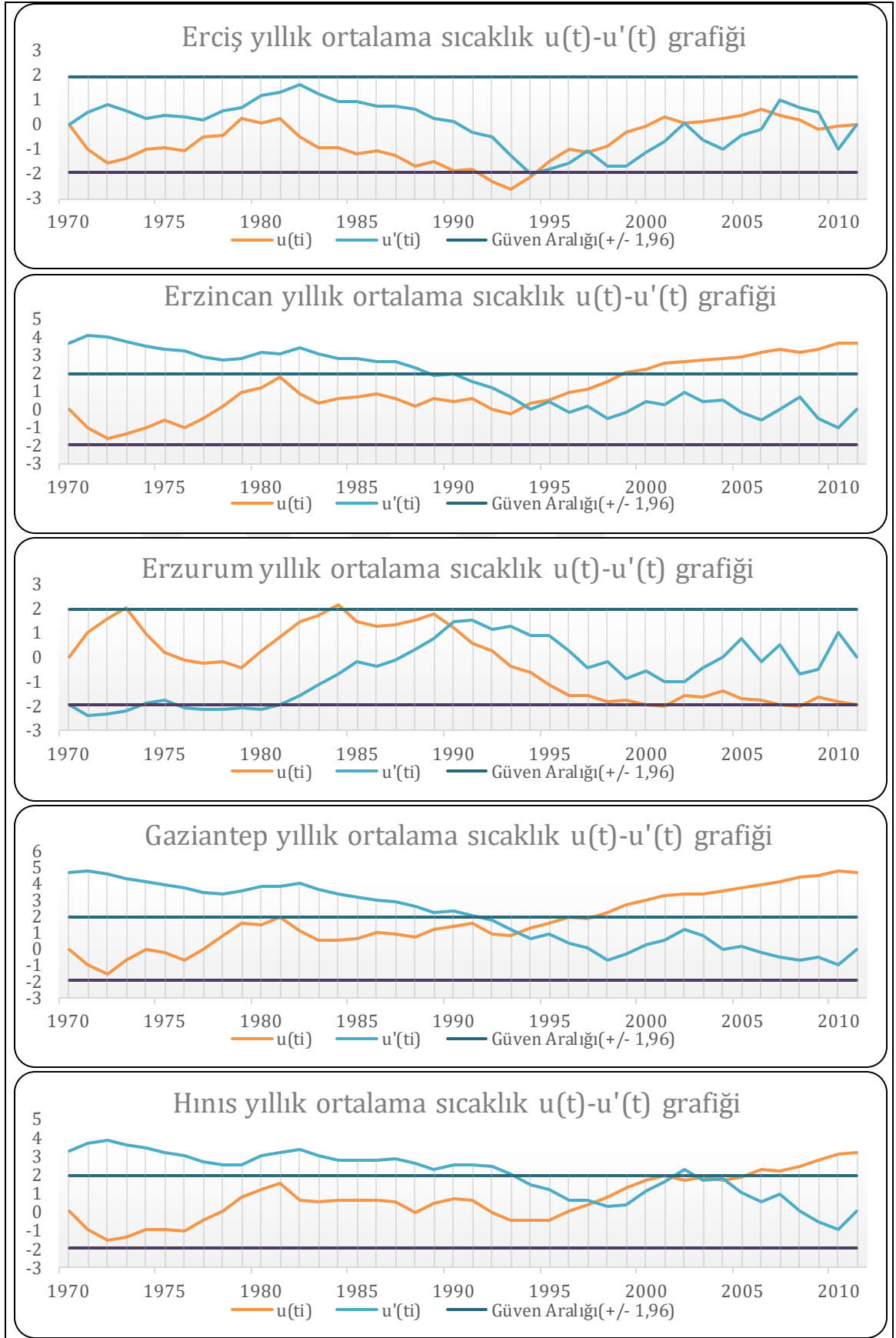
Van istasyonu  $u(t)-u'(t)$  grafiği incelendiğinde  $u(t)$  eğrisinin 1996-2011 yılları arasında +1,96 çizgisinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum, Van istasyonunda 1996-2011 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda %95 güven aralığında anlamlı pozitif trend olduğunu göstermektedir. Trendin 1994 yılında başladığı görülmektedir (Şekil 5.28.).

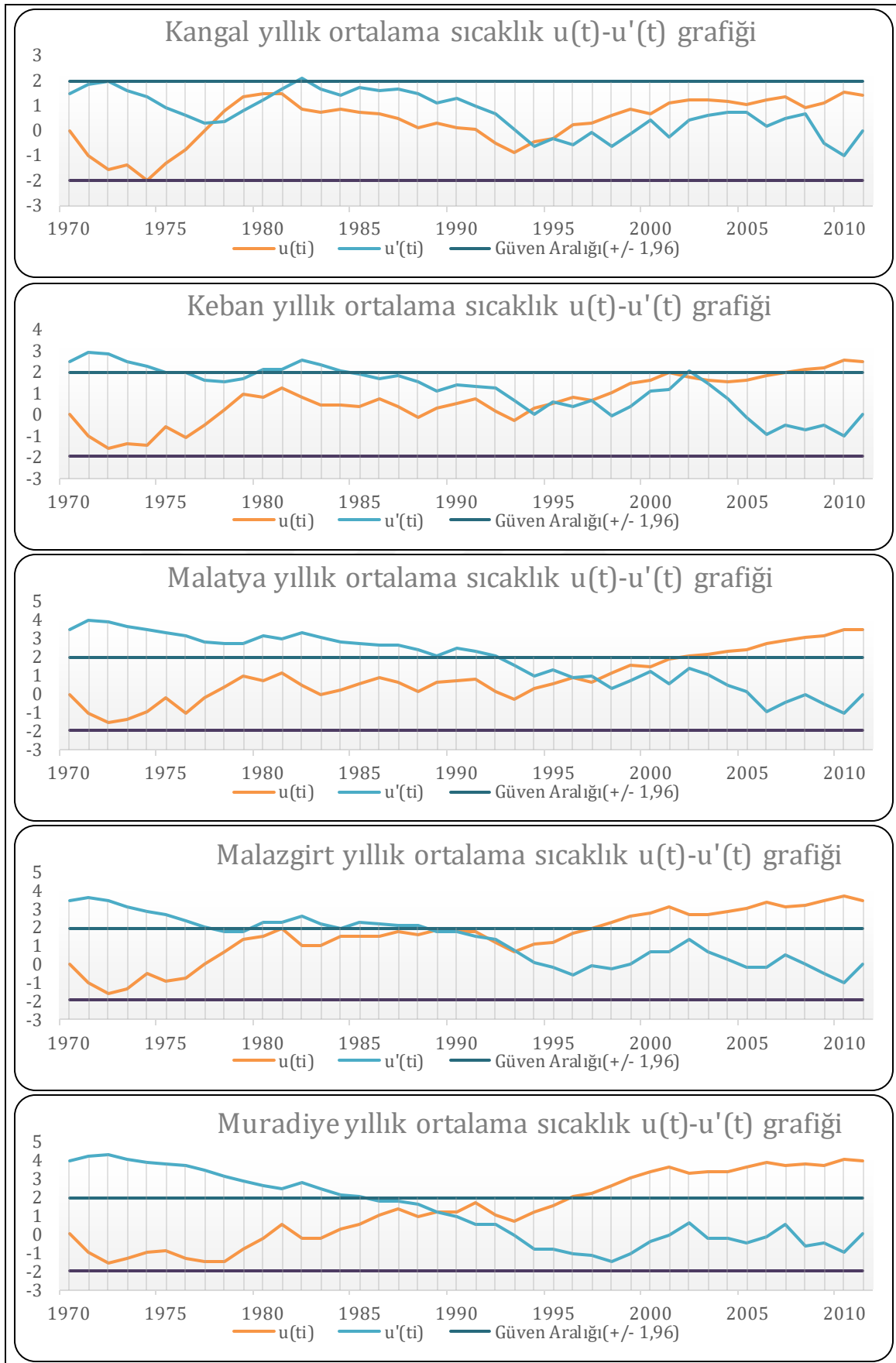


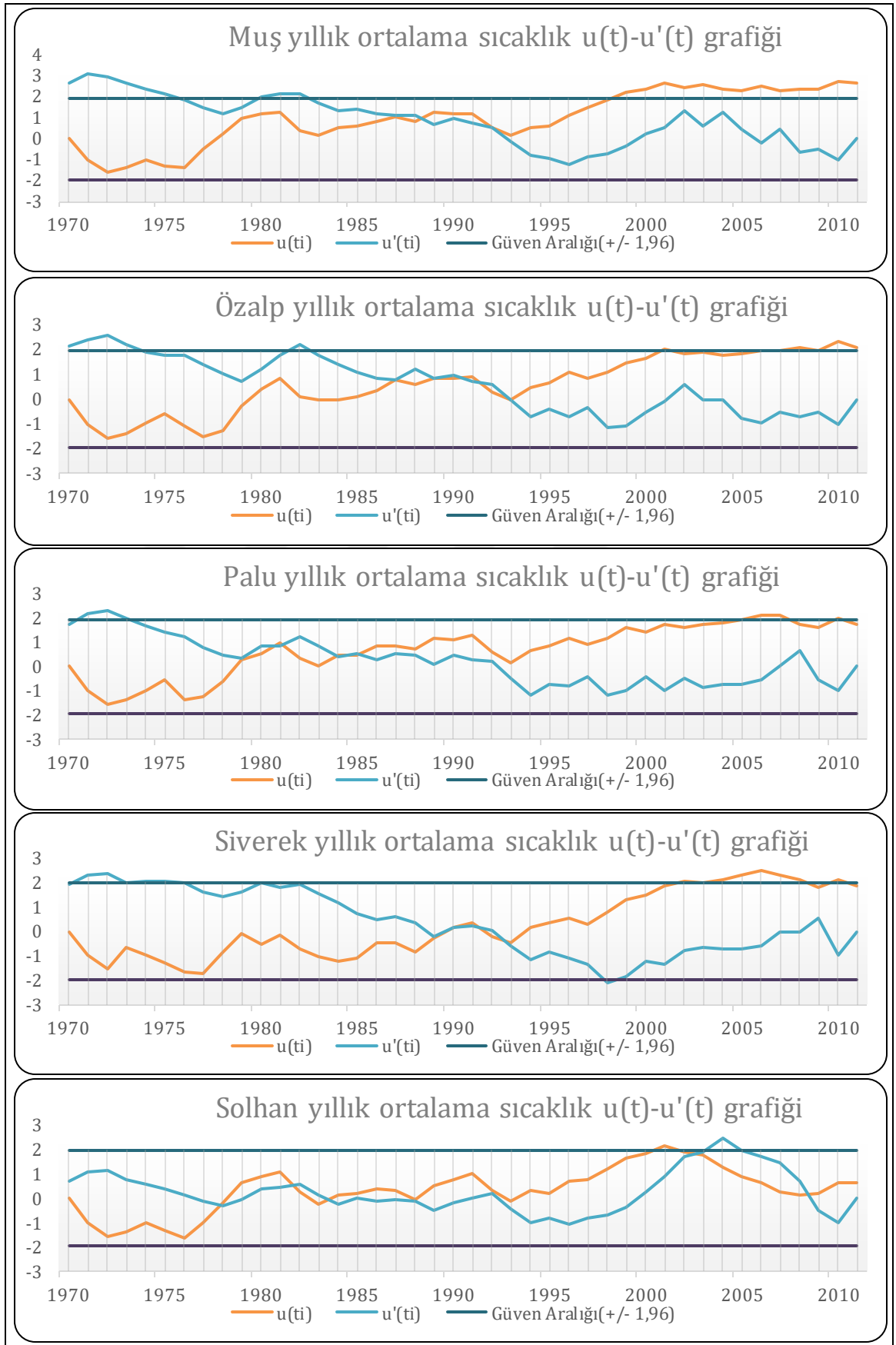
Şekil 5.18.: Yıllık ortalama sıcaklıkların  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

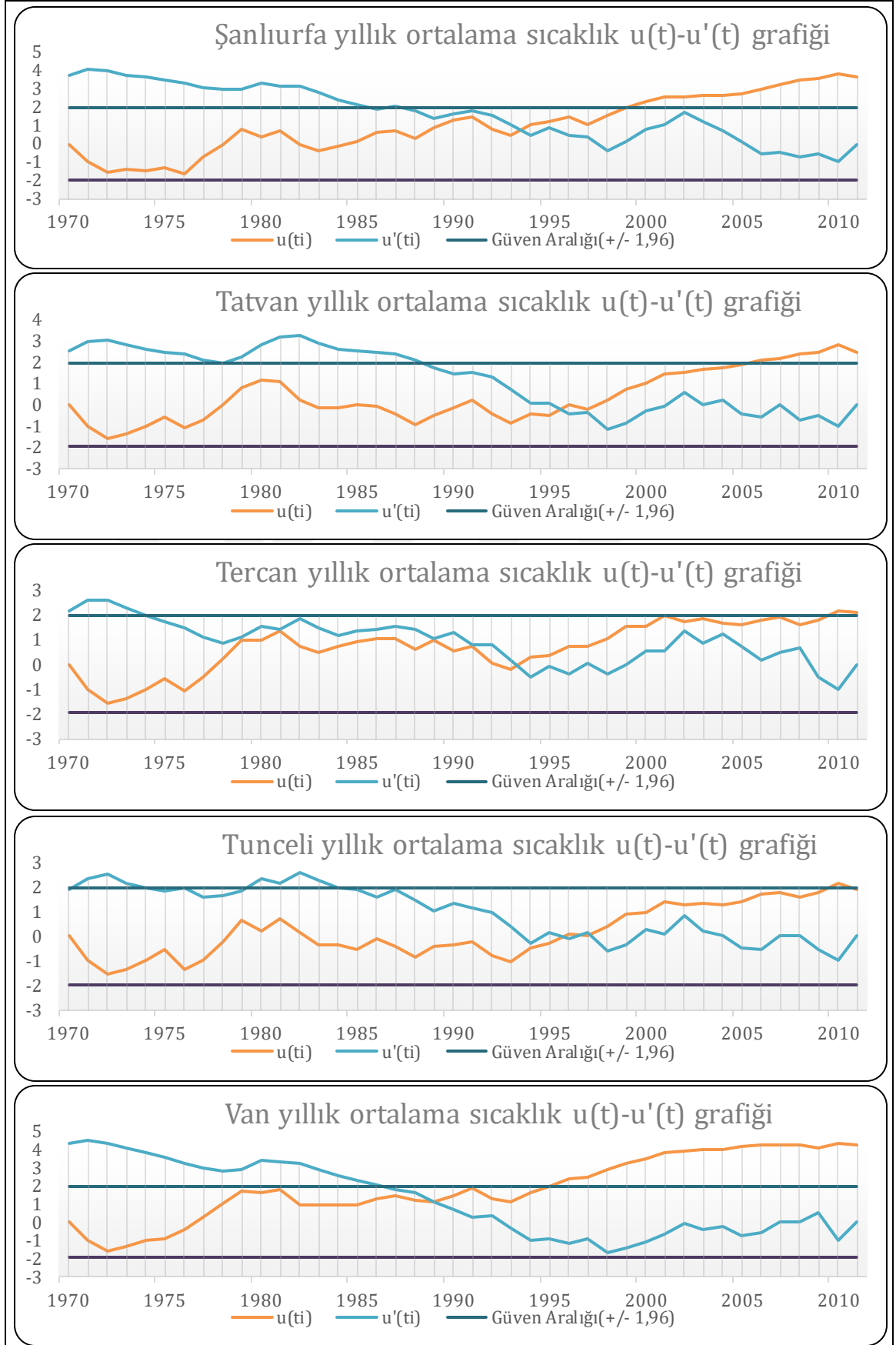
Şekil 5.19.: Yıllık ortalama sıcaklıkların  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.20.: Yıllık ortalama sıcaklıkların  $u(t) - u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.21.: Yıllık ortalama sıcaklıkların  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.22.: Yıllık ortalama sıcaklıkların  $u(t) - u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.23.: Yıllık ortalama sıcaklıkların  $u(t)-u'(t)$  grafikleri

Şekil 5.24.: Yıllık ortalama sıcaklıkların  $u(t)$ - $u'(t)$  grafikleri

### 5.2.2. Sen'in Trend Eğim Metodu

Sen'in Trend eğim metodu sonucunda elde edilen pozitif değerler azalan yönde, negatif değerler ise artan yönde bir değişim olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 5.6.: Ortalama sıcaklıkların Sen Slope analiz sonuçları

	Yıllık SS	İlkbahar SS	Yaz SS	Sonbahar SS	Kış SS
Adıyaman	0,018	0,02	0,04	0,025	0,02
Ağrı	0,038	0,04	0,03	0,02	0,08
Ahlat	-0,005	0,005	0,008	-0,019	0
Akçakale	0,016	0,007	0,02	0,013	0,02
Arapgir	0,038	0,026	0,04	0,024	0,05
Bingöl	0,008	0,013	0,016	-0,006	0,021
Birecik	0,02	0,019	0,038	0,004	0,018
Çemişgezek	0,032	0,019	0,039	0,013	0,05
Divriği	0,028	0,022	0,046	0,017	0,035
Doğuşehir	0,042	0,026	0,077	0,037	0,037
Elazığ	0,023	0,018	0,02	-0,003	0,049
Erciş	-0,001	-0,002	-0,004	-0,004	0,006
Erzincan	0,039	0,020	0,053	0,044	0,044
Erzurum	-0,040	-0,023	-0,001	-0,042	-0,081
Gaziantep	0,043	0,037	0,05	0,040	0,048
Hınıs	0,035	0,033	0,022	0,024	0,068
Kangal	0,017	0,017	0,038	0,007	0,011
Keban	0,021	0,011	0,026	0,003	0,030
Malatya	0,033	0,020	0,05	0,024	0,037
Malazgirt	0,042	0,05	0,024	0,02	0,069
Muradiye	0,036	0,042	0,027	0,013	0,073
Muş	0,043	0,055	0,045	0,020	0,063
Özalp	0,032	0,044	0,038	0,010	0,054
Palu	0,018	0,013	0,021	0,003	0,037
Siverek	0,015	0,015	0,033	-0,010	0,023
Solhan	0,008	0,016	0,015	-0,013	0,021
Şanlıurfa	0,028	0,034	0,052	0,015	0,022
Tatvan	0,016	0,021	0,024	0,007	0,025
Tercan	0,026	0,016	0,022	0,016	0,064
Tunceli	0,018	0,015	0,022	0	0,036
Van	0,048	0,041	0,051	0,040	0,081

Tablo 5.7.: Ortalama sıcaklıkların Sen Slope analiz sonuçları

	Yıllık	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	SS*42	SS*42	SS*42	SS*42	SS*42
Adıyaman	0,75	0,84	1,68	1,05	0,84
Ağrı	1,59	1,68	1,26	0,84	3,36
Ahlat	-0,21	0,21	0,33	-0,78	0
Akçakale	0,67	0,29	0,84	0,54	0,84
Arapgir	1,59	1,09	1,68	1	2,1
Bingöl	0,33	0,54	0,67	-0,252	0,882
Birecik	0,84	0,79	1,56	0,16	0,756
Çemişgezek	1,34	0,79	1,63	0,54	2,1
Divriği	1,17	0,92	1,93	0,71	1,47
Doğuşehir	1,76	1,09	3,23	1,55	1,55
Elazığ	0,96	0,75	0,84	-0,12	2,05
Erciş	-0,04	-0,08	-0,16	-0,16	0,25
Erzincan	1,63	0,84	2,22	1,84	1,84
Erzurum	-1,68	-0,96	-0,04	-1,76	-3,40
Gaziantep	1,80	1,55	2,1	1,68	2,01
Hınıs	1,47	1,38	0,92	1	2,85
Kangal	0,71	0,71	1,59	0,29	0,46
Keban	0,88	0,46	1,09	0,12	1,26
Malatya	1,38	0,84	2,1	1	1,55
Malazgirt	1,76	2,1	1	0,84	2,89
Muradiye	1,51	1,76	1,13	0,54	3,06
Muş	1,80	2,31	1,89	0,84	2,64
Özalp	1,34	1,84	1,59	0,42	2,26
Palu	0,75	0,54	0,88	0,12	1,59
Siverek	0,63	0,63	1,38	-0,42	0,96
Solhan	0,33	0,67	0,63	-0,54	0,88
Şanlıurfa	1,17	1,42	2,18	0,63	0,92
Tatvan	0,67	0,88	1	0,50	1,05
Tercan	1,09	0,67	0,92	0,67	2,68
Tunceli	0,75	0,63	0,92	0	1,51
Van	2,01	1,72	2,14	1,68	3,40



Malazgirt, Muradiye, Muş, Özalp, Tercan ve Van istasyonlarında görülmüştür. Ayrıca kış mevsiminde Erzurum istasyonunda görülen düşüş dikkat çekmektedir (Tablo 5.7.).

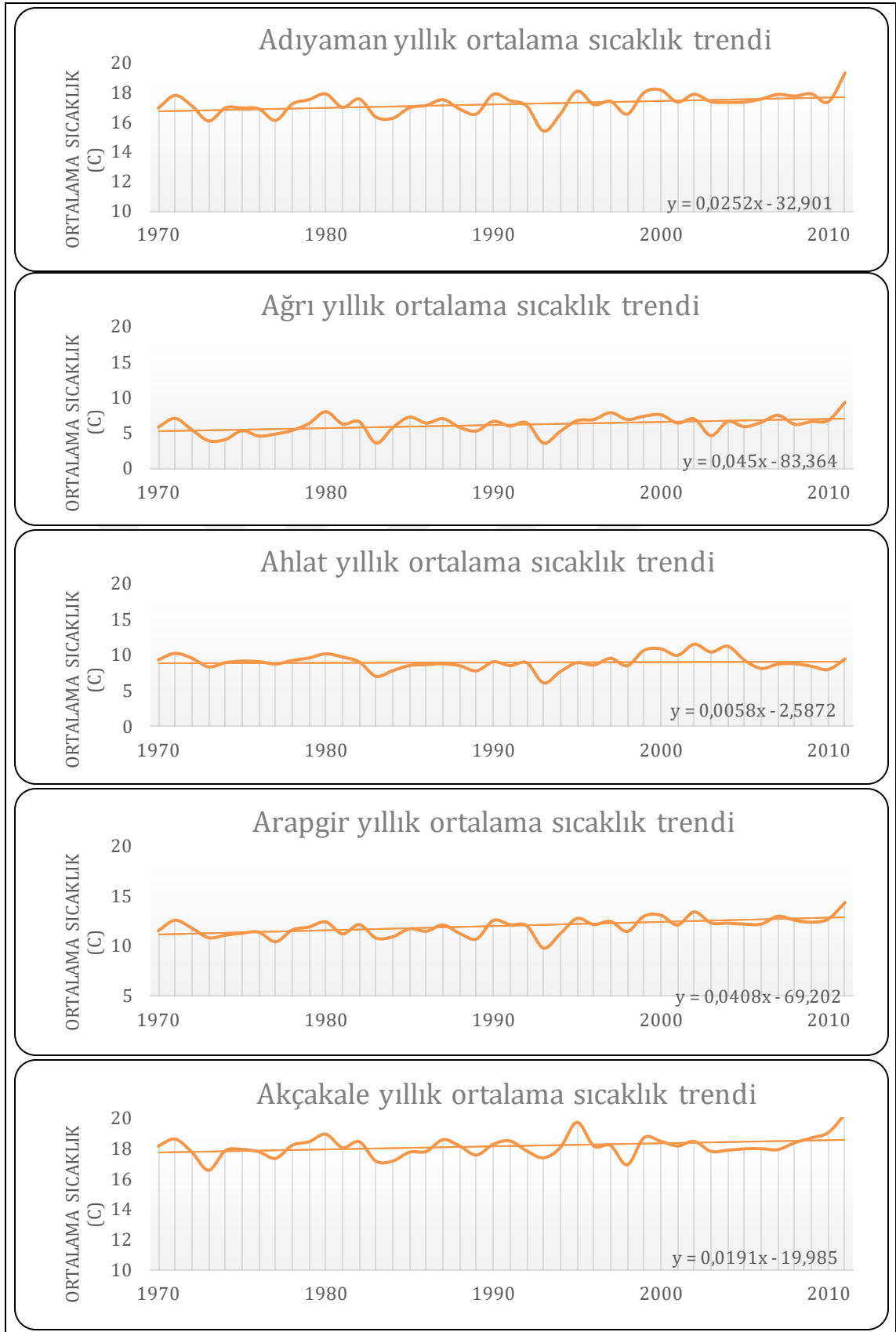
### 5.2.3. Lineer Trend Analizi

Fırat Havzasında 1970-2011 periyodunda 33 adet istasyonun yıllık ortalama sıcaklık miktarlarına uygulanan lineer trend analizinde Mann-Kendall ve Sen-Slope analiz sonuçlarına benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Genel olarak havza genelinde; yıllık ortalama sıcaklıklarda pozitif yönde trendin olduğu görülmüştür.

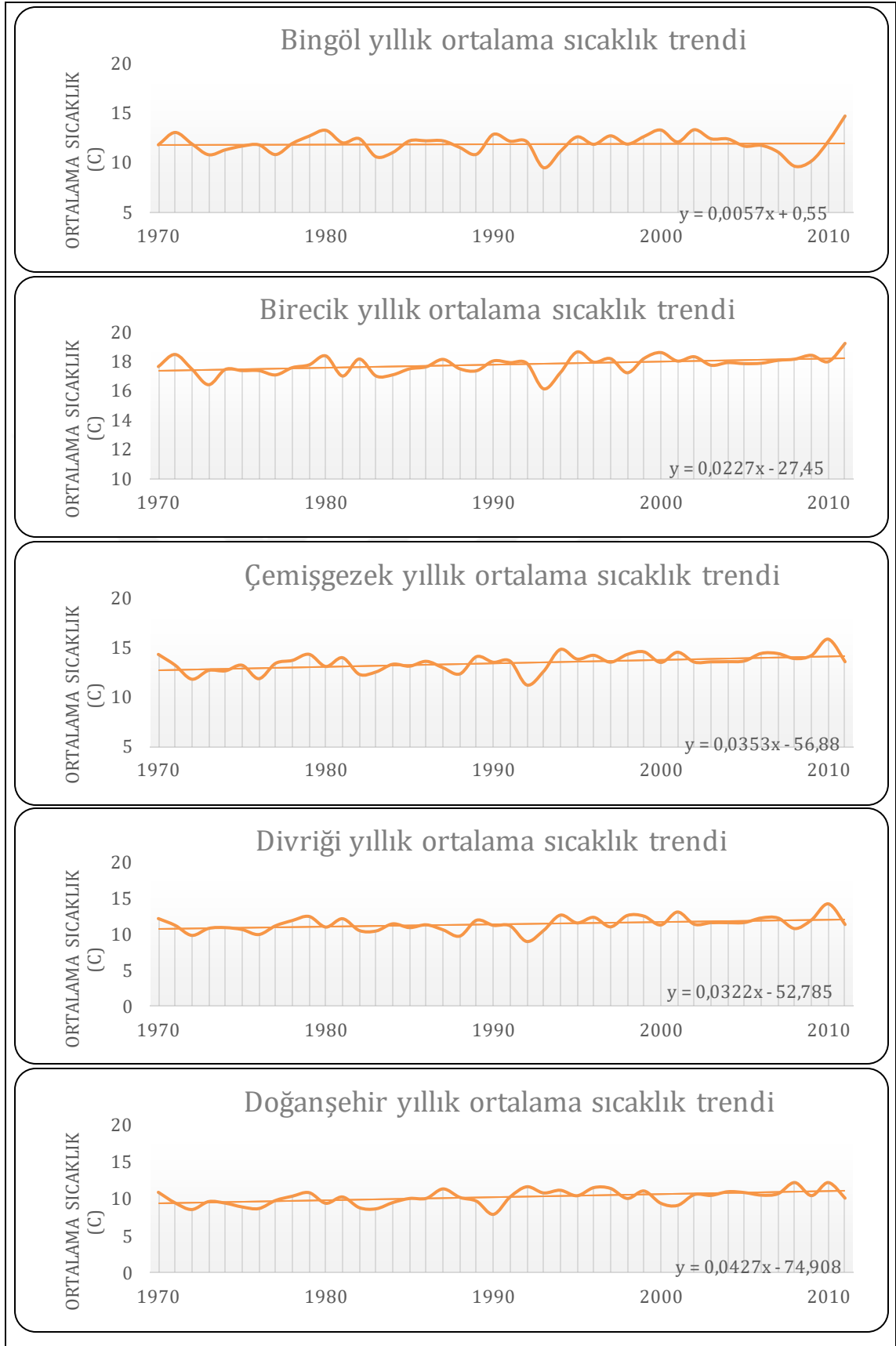
Trend analiz sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklıklarda 42 yıllık periyotta en fazla artış Van (2,11°C), Gaziantep (1,95 °C), Malazgirt (1,93 °C) istasyonlarında görülmüştür. Yine Mann-Kendall trend analiz sonuçlarına paralel olarak Erzurum (-1,10 °C) ve Erciş (-0,03 °C) istasyonlarında negatif trend gözlenmiştir (Tablo 5.8.).

Tablo 5.8.: Ortalama sıcaklıkların Lineer Trend Analizi sonuçları

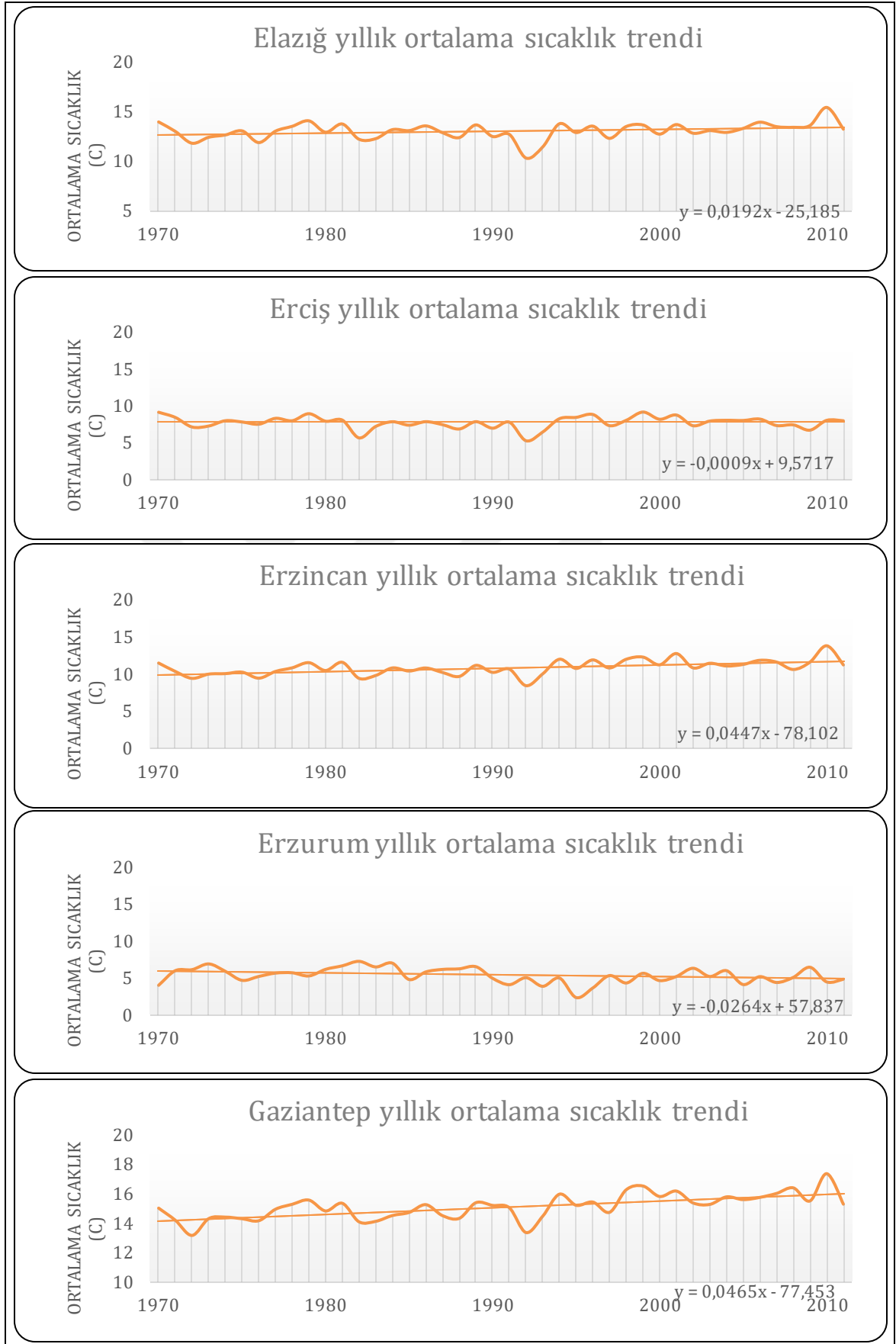
İstasyonlar	Lineer Trend (°C)	İstasyonlar	Lineer Trend (°C)
Adıyaman	1,05	Kangal	0,92
Ağrı	1,89	Keban	1,05
Ahlat	0,24	Malatya	1,57
Akçakale	0,80	Malazgirt	1,93
Arapgir	1,71	Muradiye	1,61
Bingöl	0,23	Muş	1,91
Birecik	0,95	Özalp	1,12
Çemişgezek	1,48	Palu	0,98
Divriği	1,35	Siverek	0,70
Doğanşehir	1,79	Solhan	0,50
Elazığ	0,80	Tatvan	1,42
Erciş	-0,037	Tercan	0,87
Erzincan	1,87	Tunceli	1,29
Erzurum	-1,10	Şanlıurfa	0,86
Gaziantep	1,95	Van	2,11
Hınıs	1,66		



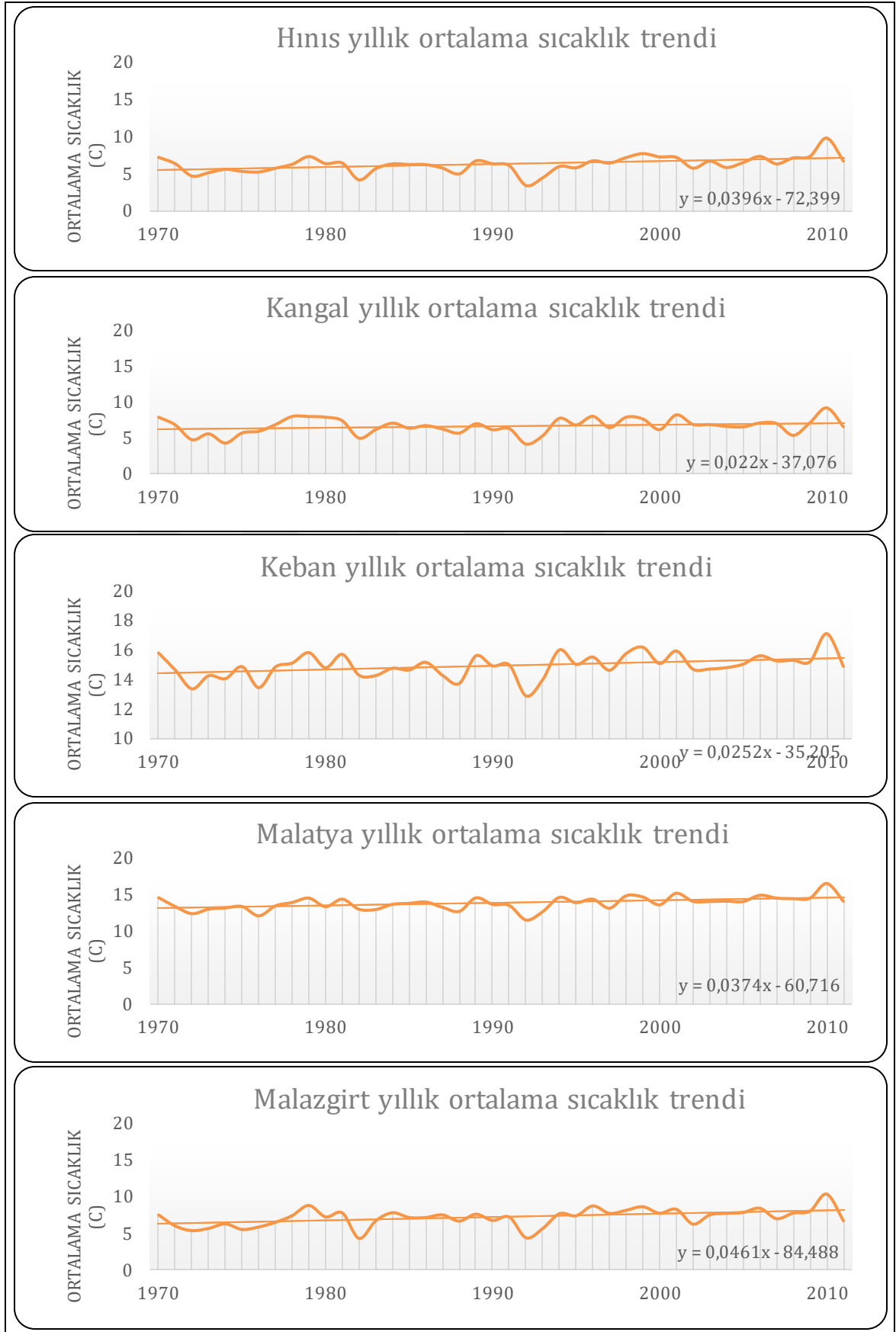
Şekil 5.26.: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları



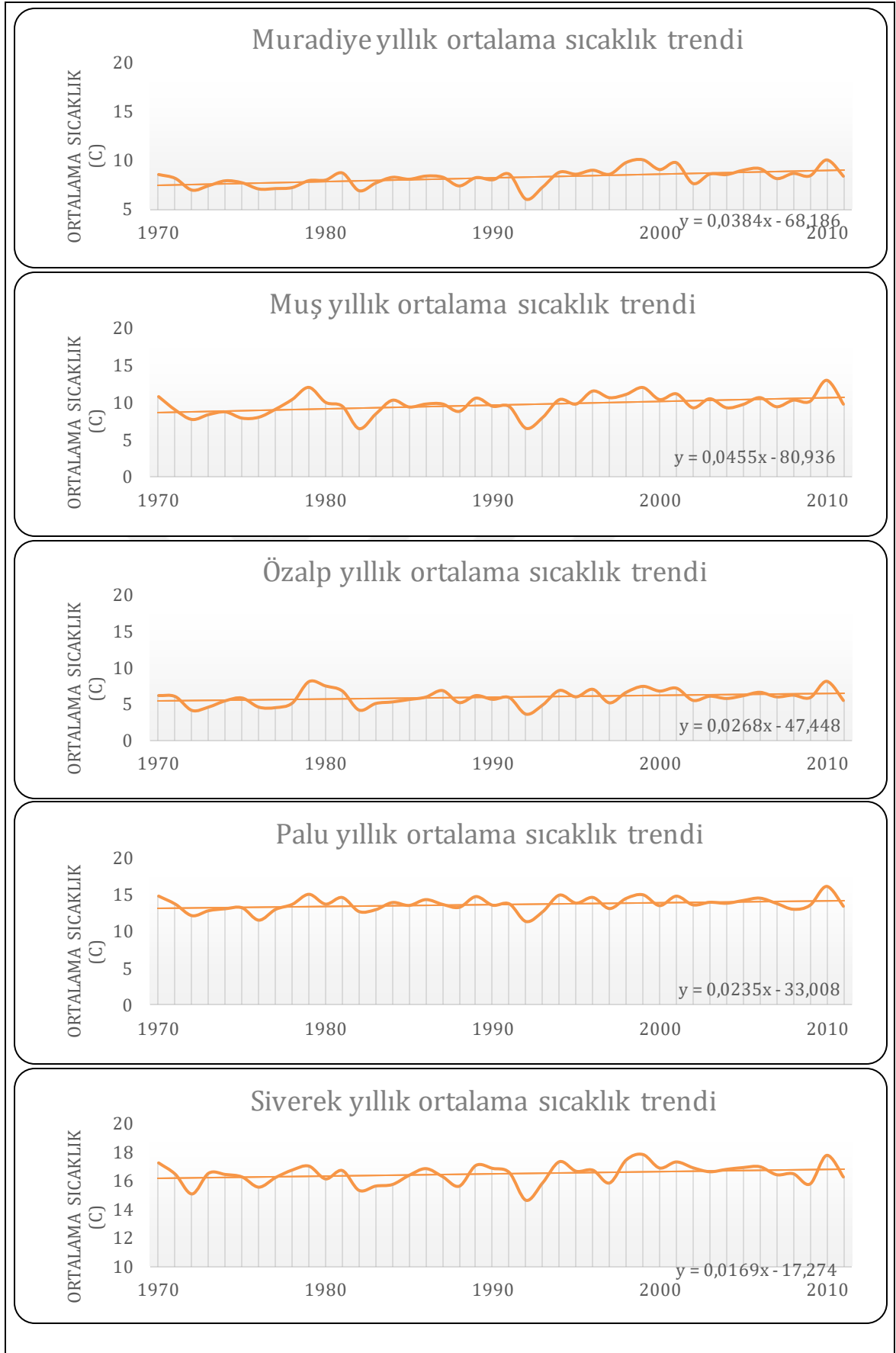
Şekil 5.27.: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları



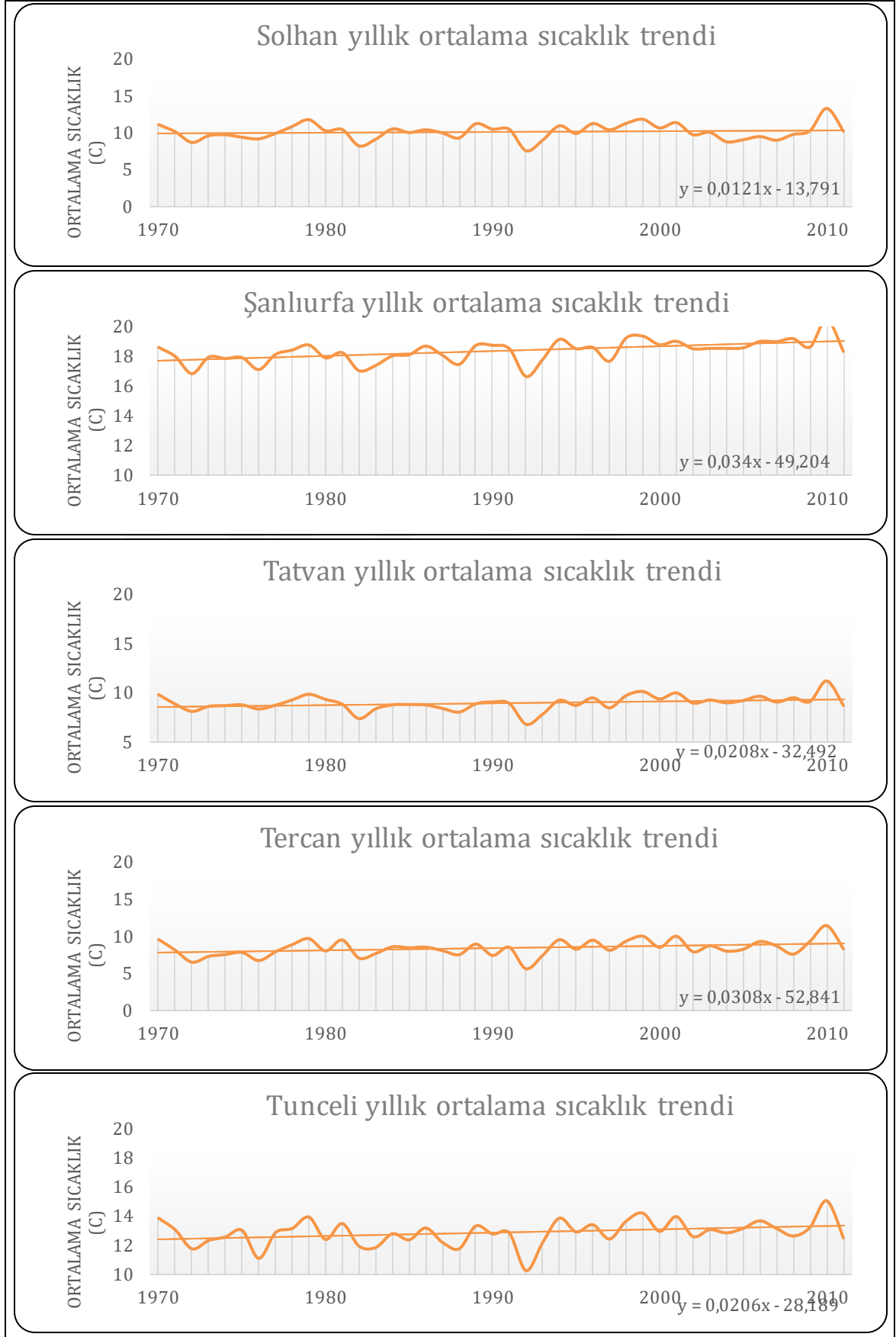
Şekil 5.28.: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları



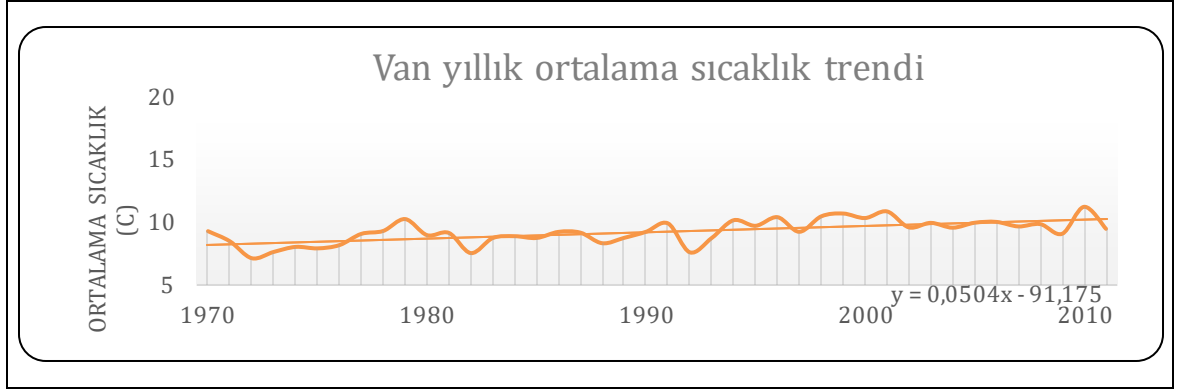
Şekil 5.29.: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları



Şekil 5.30.: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları



Şekil 5.31.: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları



Şekil 5.32.: Yıllık ortalama sıcaklıkların Lineer trend analiz sonuçları

## 6. SONUÇ

Yağış verilerinde Mann-Kendall ve Sen-Slope testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde; Fırat Havzası yağışlarında genel olarak havzanın Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde kalan bölümünde genel bir artış trendinin hâkim olduğu görülürken, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kalan bölümlerinde ise genel bir azalma eğilimi görülmektedir. İstatistiksel olarak önemli bir değişim trendi görülmemekle birlikte, bazı istasyonlarda azalma eğilimi bazı istasyonlarda ise artma eğiliminin olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan analizlerde ortaya çıkan sonuçları şöyle özetleyebiliriz;

Fırat Havzası'nda % 95 güven aralığında anlamlı yıllık toplam yağışlarda Özalp ve Malazgirt istasyonlarında artış trendi gözlenmiş, ilkbahar toplam yağışlarında Malazgirt istasyonunda pozitif yönde Malatya istasyonunda ise negatif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Yaz mevsiminde anlamlı herhangi bir trende rastlanmazken sonbaharda Akçakale ve Gaziantep istasyonlarında anlamlı pozitif trend, kış mevsiminde Malazgirt istasyonunda anlamlı pozitif trend, Ağrı istasyonunda ise anlamlı negatif trend saptanmıştır.

Fırat Havzasında 1970-2011 periyodunda 31 adet istasyonun yıllık toplam yağış miktarlarına uygulanan Lineer Trend analizi sonuçlarını incelediğimizde; Mann-Kendall trend analizi sonuçlarına benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Genel olarak havzanın kuzey ve doğu bölümünde pozitif yönde trend, güney ve batı bölümünde ise negatif yönde trendin olduğu sonucuna varılmıştır. Yıllık yağış miktarlarındaki değişimde özellikle 42 yıllık periyotta Özalp, Malazgirt ve Solhan istasyonlarında 100 mm'nin üzerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Fırat Havzasında bulunan 31 Meteoroloji istasyonunun yıllık toplam yağış verileri kullanılarak oluşturulan  $u(t)-u'(t)$  grafikleri incelendiğinde %95 güven aralığında 21 istasyonda pozitif yönde anlamlı trend, 1 istasyonda negatif yönde anlamlı trend tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir trend görülmemiştir.

Fırat havzası yağışlarıyla ilgili vardığımız sonuçlar, Türkeş (2007) ve Tatlı vd. (2004) yapmış oldukları çalışmalarda vardıkları sonuçlarla paralellik arz etmektedir. Yani söz konusu bu çalışmalarda, yıllık yağışların azalma eğiliminde olduğu ve kurak dönemlerin 1970 sonrası arttığı ve gittikçe şiddetlendiği görülmektedir.

Yağışlar ile ilgili elde ettiğimiz bulgular, genel olarak havzanın Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde kalan bölümünde genel bir artış trendinin hâkim olduğunu, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kalan bölümlerinde ise genel bir azalma eğiliminin hakim olduğunu göstermektedir.

Atmosferik dolaşımın meydana getirdiği dalgalanmalarla birlikte, yapılan testler bize şunu göstermektedir: 42 yıllık uzun zaman dilimi içerisinde yıllık yağışlarda havzanın özellikle batı ve güney kesimlerinde azalan yönde, doğu ve kuzey kesimlerinde hafif artma eğiliminde bir gidişat hâkimdir. Su rezervlerinin yeterli olması ve yeraltı sularının beslenmesi için kış yağışlarının miktarı ve türü önemlidir. Topraktaki suyun depolanması ve yazın tarımsal sulama amaçlı bu biriken sulardan yararlanıldığı düşünülürse havzanın batı ve güney kesimlerinde yağışlardaki azalma uzun dönemde çalışma alanı açısından sorun oluşturabilir. Bu konuda daha kapsamlı çalışmalar yapılarak, su kaynaklarında azalma ve muhtemel kuraklık senaryoları üzerine daha hassasiyetle gidilebilir.

Mann-Kendall ve Sen-Slope testi sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklıklarda; genel olarak havzanın büyük bölümünde bölümünde genel bir artış trendinin hâkim

olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bazı istasyonlarda da azalma eğiliminin olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan analizlerde ortaya çıkan sonuçları şöyle özetleyebiliriz;

Fırat Havzası'nda yıllık ortalama sıcaklıklarda % 95 güven aralığında anlamlı, Adıyaman, Ağrı, Akçakale, Arapgir, Birecik, Çemişgezek, Divriği, Doğanşehir, Elazığ, Erzincan, Gaziantep, Hınıs, Keban, Malatya, Malazgirt, Muradiye, Muş, Özalp, Siverek, Tatvan, Şanlıurfa ve Van istasyonlarında pozitif yönde trend görülmüştür. Erzurum istasyonunda negatif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında anlamlı, Palu, Tercan ve Tunceli istasyonlarında pozitif trend tespit edilmiştir.

İlkbahar ortalama sıcaklıklarında % 90 güven aralığında Arapgir, Birecik, Gaziantep, Malazgirt, Muradiye, Muş, Özalp, Şanlıurfa ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında anlamlı, Adıyaman, Ağrı, Çemişgezek, Divriği, Doğanşehir, Hınıs ve Malatya istasyonlarında pozitif trend tespit edilmiştir.

Yaz mevsimi ortalama sıcaklıklarında % 95 güven aralığında Adıyaman, Ağrı, Akçakale, Arapgir, Birecik, Çemişgezek, Divriği, Doğanşehir, Erzincan, Gaziantep, Hınıs, Kangal, Keban, Malatya, Malazgirt, Muradiye, Muş, Özalp, Palu, Siverek, Tatvan, Tercan, Şanlıurfa ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında Tunceli istasyonunda anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir.

Sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıklarında % 95 güven aralığında Ağrı, Arapgir, Doğanşehir, Erzincan, Gaziantep, Malatya ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Erzurum istasyonunda negatif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında Divriği, Muş ve Şanlıurfa istasyonlarında anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir.

Kış mevsimi ortalama sıcaklıklarında ise % 95 güven aralığında Ağrı, Gaziantep, Hınıs, Malazgirt, Muradiye ve Van istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Erzurum istasyonunda negatif yönde anlamlı trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir değişim görülmemiştir. % 90 güven aralığında Arapgir, Çemişgezek, Elazığ, Erzincan, Özalp ve Tercan istasyonlarında anlamlı pozitif trend tespit edilmiştir.

Fırat Havzasında 1970-2011 periyodunda 33 adet istasyonun yıllık ortalama sıcaklık miktarlarına uygulanan lineer trend analizinde Mann-Kendall ve Sen-Slope analiz sonuçlarına benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Genel olarak havza genelinde; yıllık ortalama sıcaklıklarda pozitif yönde trendin olduğu görülmüştür.

Trend analiz sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklıklarda 42 yıllık periyotta en fazla artış Van (2,11°C), Gaziantep (1,95 °C), Malazgirt (1,93 °C) istasyonlarında görülmüştür. Yine Mann-Kendall trend analiz sonuçlarına paralel olarak Erzurum (-1,10 °C) ve Erçiş (-0,03 °C) istasyonlarında negatif trend gözlenmiştir.

Fırat Havzasında bulunan 31 Meteoroloji istasyonunun yıllık ortalama sıcaklık verileri kullanılarak oluşturulan  $u(t)-u'(t)$  grafikleri incelendiğinde %95 güven aralığında 28 istasyonda pozitif yönde anlamlı trend, 5 istasyonda negatif yönde anlamlı trend tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda ise anlamlı bir trend görülmemiştir.

Yıllık ortalama sıcaklıklarda 1970-2011 periyodunda sıcaklıkların 1990'lı yıllardan itibaren arttığı ve artış trendlerinin 22 istasyonda 1994-1997 yılları arasında başladığı tespit edilmiştir.

Fırat havzası sıcaklıklarıyla ilgili vardığımız sonuçlar, son yıllarda yapılan hemen bütün çalışmalarda varılan sonuçlarla paralellik göstermektedir. Küresel iklim

değişikliğinden Türkiye nasıl etkilenecektir sorusuna yönelik yapılan araştırmalarda özellikle yaz mevsiminde (1970-1990) arasında, sıcaklıkta genel bir azalma eğilimi (soğuma) hâkim olmuştur (Türkeş, 1996; Kadioğlu, 1997; Öztürk, 2002). Buna karşılık 1990'lı yıllardan sonra durum tersine dönmüş, 1992 yılında yaşanan soğuk yıldan sonra hemen hemen düzenli olarak bir ısınma eğilimi kendini göstermiştir (Demir vd., 2008).

Yapılan analizlere göre, ortaya çıkan en önemli sonuç ülkemizin genelinde küresel ısınma eğiliminin olduğu ve özellikle güney bölgelerimizin küresel ısınmadan daha fazla etkilendiğidir. Küresel ısınmanın etkileri, genel anlamda Türkiye'de iklim değişimlerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisini oluşturmaktadır. Sıcaklıktaki artış, yağıştaki azalma ile birleştiğinde gelecekte daha kurak yılların yaşanma olasılığını yükseltmektedir. İlerleyen dönemde bölgenin daha kurak bir karaktere bürüneceği öngörülmektedir. Bu durum bölgede birinci derecede iklime bağlı olan, tarımsal üretim ve su kaynakları gibi alanlarda iklim parametrelerindeki değişim ve eğilimler dikkate alınarak doğru planlamaların yapılmasını zaruri hale getirmektedir. Bu sayede daha akılcı ve sürdürülebilir yatırımlar yapılacak ve milli sermayenin korunmasına katkı sağlanacaktır. Son olarak atmosferik salınımlarla ilişki kurulup bu etkileşimin bölge bazlı izlenmesi faydalı sonuçlar verecektir.

**7. KAYNAKLAR**

- ACAR, R. ve ŞENOCAK, S., 2007. Türkiye'deki Kısa Süreli Yağışların Trend Analizi, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, Tikdek 2007, 11-13 Nisan, 2007, İTÜ, İstanbul, ss.335-349.
- ALTIN, T. B., 2012. Seyhan Havzasında 1970-2009 Yılları Arasında Yağış ve Hava Sıcaklığı Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler”, Türk Coğrafya Dergisi, (58), ss. 21-34.
- ARDOS, M., 1995. Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi I Çantay Kitabevi Yayını, İstanbul
- ATALAY, İ., MORTAN, K., 1997. Türkiye Bölgesel Coğrafyası İnkılap Kitabevi Yayını, İstanbul
- ATALAY, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası, Meta Basımevi, İzmir, 480s. Bahadır ve Özdemir
- BAHADIR, M., SARAÇLI, S., 2010. Isparta'da Arıma Modeline Göre Sentetik İklim Verilerinin Analizi, E-Journal of New World Sciences Academy, 5, 3.
- BAHADIR, M., 2011a. Güneydoğu Anadolu Proje (Gap) Alanında Sıcaklık Ve Yağışın Trend Analizi, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4, 16.
- BAHADIR, M., 2011b. Türkiye'de İklim Değişikliğinin İklim Bölgelerine Yansımada Kuzey-Güney Yönlü Sıcaklık ve Yağış Değişim Öngörülleri, Akademik Bakış Dergisi, 26, ss. 1-18.
- BARAK, B., 2009. İç Anadolu Bölgesi'nde Küresel Isınma Sürecinde Yağış ve Sıcaklık Verilerinde Meydana Gelen Değişimler ve Eğilimler. Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi).
- BAYAZIT, M., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası., İstanbul, 245s.
- BAYMAN, H., 2001. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Sahasında İklim Değişimleri ve Bu Değişimlerin Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- BULUT, H., YEŞİLATA, B., & YEŞİLNACAR, M. İ., (2006). Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizi İle Tespiti. GAP V. Mühendislik Kongresi, Şanlıurfa, 1, ss. 79-86.
- CENGİL, B., 2009. “İklim Değişiminin Büyük Menderes Havzasında Zeytin Yetiştirme Alanları Üzerindeki Etkisi”, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, İzmir.
- ÇARKACI, D. A. vd., 2013. “Ulusal Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi”, Ulusal Kop Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, Konya.
- ÇELİK, M. A. ve KARABULUT, M., 2015. “2008 Kurak Yılıının Termessos (Güllük Dağı) Milli Parkı (Antalya) Vejetasyonuna Etkisinin Çeşitli Kuraklık İndeksleriyle İncelenmesi”, Coğrafi Bilimler Dergisi, 13(1), ss. 93-113.
- ÇEPEL, N., 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 168s, Ankara
- ÇİÇEK, İ., 2004. Ankara'da Şehirleşmenin Yağış Üzerine Etkisi, Frat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14.1, ss. 1-17.
- ÇİFLİK, D., 2012. Ege Bölgesi DSİ İstasyonlarında Ölçülen Yıllık Toplam Yağışların Trend Analizi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, , İzmir.

- ÇOLAK, N., 2009. Eğitim Coğrafyası Bakımından Doğu Anadolu Bölgesi İllerinde Okullaşma Oranları (1980-2000), Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- DEMİR, İ. vd., 2008. Türkiye’de Maksimum, Minimum Ve Ortalama Hava Sıcaklıkları İle Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler Ve Eğilimler, TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, ss. 69–84. TMMOB Adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13–14 Mart, Ankara.
- DEMİRCİ, A., KARABURUN, A., KARA, F., 2009. Uzun Dönem Sıcaklık Verilerinde Thiessen ve Mann-Kendall Metotları İle Trend Analizlerinin Yapılması: İstanbul Örneği, 3. DEÜ CBS Sempozyumu, İstanbul.
- DEMİRCİ, A. ve KARAKUYU, M., 2002. Küresel İklim Değişimi ve Türkiye’nin Fiziki ve Beşeri Coğrafyası Üzerindeki Olası Etkileri, Klimatoloji Çalıştayı, İzmir, ss.235- 245.
- EİEİ. 2000. Akım Gözlem Yıllığı. Ankara
- EKER, Z., 2011. İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Erzurum
- ELİBÜYÜK, M., Yılmaz, E., 2004. Türkiye’nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları, Coğrafi Bilimler Dergisi 8 (1), 27-55 (2010)
- EM, A.- HAMİDİ, N.- TOPRAK, F., (2007). GAP Bölgesinde Yıllık Toplam Yağışların Değişimi ve Homojenlik Analizi, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, Tıkdek İstanbul: İTÜ, ss. 379–393.
- ERLAT, E., 1999. İzmir’de Maksimum Sıcaklıklar ve Sıcaklık Dalgaları, Ege Coğrafya Dergisi, 10, ss. 125–148, İzmir.
- ERLAT, E. 2002. Türkiye’de Yağış Anomalileri ve Kuzey Atlantik Salınımı Arasındaki İlişkiler, Klimatoloji Çalıştayı, İzmir, ss.107-118.
- ERLAT, E., YAVAŞLI, D., 2009. Ege Bölgesinde Tropikal Gün Ve Yaz Günü Sayılarındaki Değişim Ve Eğilimler, Ege Coğrafya Dergisi, 18/(1-2) 1-15, İzmir
- ERLAT, E., Yavaşlı, D. D., 2011. Ege Bölgesi’nde Sıcaklık Ekstremlerinde Gözlenen Değişim ve Eğilimlerin Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi Cilt: 3, Sayı: 1, Haziran 2011, 25-37
- EROL, O., 1999. Genel Klimatoloji Genişletilmiş Baskı 5, Çantay Kitapevi, Ankara
- FİDAN, İ. H., 2011. Doğu Akdeniz Bölgesinde Standardize Yağış İndeksi (SPI) İle Kuraklık Analizi ve Markov Zinciri Yöntemini Kullanarak Kurak Olma Olasılıklarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Adana.
- GÖNENÇGİL, B. - İÇEL, G., 2010. Türkiye’nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975–2006), Türk Coğrafya Dergisi, Sayı 55, ss. 1–12, İstanbul.
- GÜMÜŞ, V. 2006. Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- İÇAĞA, Y., HARMANCIOĞLU, N., 1995. Yeşilirmak Havzasında Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi, Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi, 20-22 Aralık, Ankara, Türkiye, 482-497.
- İZBIRAK, R., 1996. Türkiye I , Öğretmen Kitapları Dizisi, MEB Yayınları No:3568, İstanbul

- İZBIRAK, R., 1996. Türkiye II , Öğretmen Kitapları Dizisi, MEB Yayınları No:3569, İstanbul
- KAHYA, E. & KALAYCI, S. 2004. Trend analysis of stream flow in Turkey, Journal of Hydrology , 89, 128-144.
- KALAYCI, S., KAHYA, E. 1998. Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi, Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 22, 503-514.
- KARABULUT, M., 2009. Precipitation Trends in Kahramanmaraş Along with Gaziantep and Adıyaman During the Period of 1963–2005, Ekoloji 18, 71, ss. 15–24.
- KARABULUT, M., COSUN, F. 2009. Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi, Coğrafi Bilimler Dergisi, 7 (1), 65-83.
- KARABULUT, M., 2011. Doğu Akdeniz’de Ekstrem Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Trend Analizi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, ss. 37-44, Kahramanmaraş.
- KARABULUT, M., 2015. Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Göksu Deltası Göllerinde Zamansal Değişimlerin İncelenmesi, The Journal of International Social Research, 8(37), ss. 347-363.
- KARAGÖZ, K., 2008, Yukarı Fırat-Karasu Havzasının Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- KIZILELMA, Y. ve KARABULUT, M., 2011. Şanlıurfa İlinde Kuraklık Analizi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, ss. 1141-1151, Kahramanmaraş.
- KIZILELMA, Y. ve KARABULUT, M., 2016. Yozgat ve Çevresinde Kuraklık Analizi, Uluslararası Bozok Sempozyumu Bildiriler Kitabı 4, ss. 242-251, Yozgat.
- KIZILELMA, Y., ÇELİK, M. A., KARABULUT, M., 2015. İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi, Türk Coğrafya Dergisi Sayı 64: 1-10, İstanbul
- KORKMAZ, H. 2005. Amik Gölü’nün Kurutulmasının Yöre İklimine Etkileri Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Antakya, 119s.
- KUM, G., KILIÇ, S., 2013. Şehirleşmenin Sıcaklık ve Yağış Parametrelerine Etkisi: Gaziantep Örneği, Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 3- Sayı 6
- LAZARO, R. vd., 2001. Analysis of a 30-year rainfall record (1967–1997) in semi-arid SE Spain for implications on vegetation, Journal of Arid Environments, 48, ss. 373–395.
- LAZARO, R., RODRÍGO, F.S., GUTIERREZ, L., DOMÍNGO, F., PUIGDEFABREHAS, 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.
- ÖZDEMİR, M. A.- BAHADIR, M., 2010. Denizli’de Box-Jenkins Tekniği İle Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri, The Journal of International Social Research, Volume: 3 Issue: 12.
- ÖZTÜRK, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22 (1), ss. 47-65.
- PARTAL, T., 2002. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

- PARTAL, T. 2003 Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- SARAÇOĞLU, H., 1989. Doğu Anadolu Bölgesi Öğretmen Kitapları Dizisi, MEB Yayınları No:176, İstanbul
- SÖZER, A. N., 1984, Güneydoğu Anadolu'nun doğal çevre şartlarına coğrafi bir bakış, ŞAHİNLER, S., 2000. En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5, 57-73.
- ŞEN, C., 2013. Isparta İlinde Sıcaklık Ve Yağış Verilerinin Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- ŞENSOY, S., DEMİRCAN, M., ALAN, Ü., 2008. Trends in Turkey Climate Extrme Indices from 1971 to 2004, IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu (25-28 Mart 2008) Bildiri Kitabı 453-460.
- ŞİMŞEK, O., GÜMÜŞ, V., SOYDAN, G., YENİGÜN, K., KAVŞUT, E., TOPÇU, E. 2013. Hatay İlinde Bazı Meteorolojik Verilerin Gidiş Analizi, SDU International Technologic Science, 132-144.
- TATLI, H., DALFES, H. N., MENTEŞ, Ş. S., 2004. A statistical downscaling method for monthly total precipitation over Turkey. International Journal of Climatology, 24: 161-180.
- TATLI, H., DALFES, H. N., MENTEŞ, Ş. S., 2005. Surface air temperature variability over turkey and its connection to large-scale upper air circulation via multivariate techniques, International Journal of Climatology 25 (3), 331-350
- TECER, L., OKUTAN, H., CERİT, O., 2004. İklim Değişimi: 1975- 2001 Periyodunda Rize Yağış ve Sıcaklık Trendlerinin Analizi, Sivas, ss. 355–365.
- TONKAZ, T., ÇETİN, M., ŞİMŞEK, M., 2003. Şanlıurfa İlinin Bazı İklim Parametrelerinde Gözlenen Değişimler, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (3): 29-38
- TONKAZ, T., 2007. GAP Alanında Aylık Toplam Yağış Karakteristiklerinin Değerlendirilmesi ve Sentetik Aylık Yağış Verilerinin Tahmini, Tarım Bilimleri Dergisi, 13 (1), 29–37.
- TÜRKEŞ, M., 2012. Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4 (2), ss. 1-32.
- TÜRKEŞ, M., 2001. Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: ss. 187–205, Ankara.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U., ÇETİNER, G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U. M., DEMİR, İ., 2002. Türkiye’nin Günlük Ortalama, Maksimum Ve Minimum Hava Sıcaklıkları İle Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler Ve Değişiklikler. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı Bildiriler Kitabı. Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü, İzmir, ss. 89–106
- TÜRKEŞ, M., 1999. “İklim Değişikliği ve Tropikal Fırtınalar”, Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, 376, Ankara, s. 85.
- TÜRKEŞ, M., 2001. Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: ss. 187–205, Ankara.

- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., DEMİR, İ., 2002. Türkiye'nin Günlük Ortalama, Maksimum ve Minimum Hava Sıcakları İle Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler Ve Değişiklikler. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayını Bildiriler Kitabı. Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü, İzmir, ss. 89–106.
- TÜRKEŞ, M., KOÇ, T., SARIŞ, F., 2007. Türkiye'nin Yağış Toplamı Ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin Ve Eğilimlerin Zamansal Ve Alansal Çözümlemesi Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (1), ss. 57–73.
- TÜRKEŞ, M., 2007. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, Tikdek, İstanbul: İTÜ, ss. 38–53.
- TÜRKEŞ, M., 1996. İklim Değişiklikleri ve Ekosistemler Üzerindeki Olası Etkileri, Tübitak Dergisi, Ankara.
- TÜRKEŞ, M., 2002. İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu.
- TÜRKEŞ, M. ve Erlat, E. 2005. Türkiye'de Kuzey Atlantik Salınımı ile Bağlantılı Yağış Değişikliklerinin 500 hPa Seviyesindeki Dolaşımına Açıklanması. Ulusal Coğrafya Kongresi (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına) Bildiri Kitabı: 363-372, İstanbul.
- UZUNKOL, M., 2017. Seyhan ve Ceyhan Havzalarının İklimi ve Kuraklık Analizi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş
- YEŞİLİRMAK, E., AKÇAY, S., DAĞDELEN N., 2011. Büyük Menderes Havzasında yıllık Toplam Yağışların Zamansal Değişimleri, ADÜ Z. Fakültesi Dergisi, 8(1), ss. 37 – 46.
- YİĞİT, A., 2002. Güneydoğu Torosların yöresel Etüdü, F.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 12, Sayı: 1, Sayfa: 47-77, Elazığ
- YUE, S., ZOU, S., WHITTEMORE, D., 1993. Non-parametric Trend analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. Journal of Hydrology. 150(1):61-80.

## ÖZGEÇMİŞ

**Kişisel Bilgiler**

Adı – Soyadı : Kemal YURDDAŞ  
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa 21.02.1990

**Eğitim Durumu**

Lisans Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Doktora Öğrenimi :  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce  
Bilimsel Faaliyetleri : Karabulut M., Yurddaş K., (2014), Fırat Havzası Yağışlarında Görülen Değişim ve Eğilimler, Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, ss. 472-481

**İş Deneyimi**

Stajlar :  
Projeler :  
Çalıştığı Kurumlar :

**İletişim**

E-Posta Adresi : kemalyurddas@gmail.com  
Tel. : 0532 456 9730  
Tarih : 2018