

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AYLIK YAĞIŞ VE SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN
İZMİR İÇME SUYU HAVZALARININ
AKIMLARINA ETKİLERİ**

Umut OKKAN

**Temmuz, 2009
İZMİR**

**AYLIK YAĞIŞ VE SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN
İZMİR İÇME SUYU HAVZALARININ
AKIMLARINA ETKİLERİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Hidrolik – Hidroloji ve Su Kaynakları Ana Bilim Dalı**

Umut OKKAN

**Temmuz, 2009
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

UMUT OKKAN, tarafından **YRD. DOC. DR. OKAN FISTİKOĞLU** yönetiminde hazırlanan “**AYLIK YAĞIŞ VE SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN İZMİR İÇME SUYU HAVZALARININ AKIMLARINA ETKİLERİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Yrd. Doc. Dr. Okan FISTİKOĞLU

Tez Danışmanı

.....
Yrd. Doc. Dr. Orhan GÜNDÜZ

Jüri Üyesi

.....
Yrd. Doc. Dr. Birol KAYA

Jüri Üyesi

.....
Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik-Hidroloji ve Su Kaynakları Ana bilim dalı Yüksek Lisans tezi kapsamında hazırlanan bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sırasında, bana yol gösteren, gerek lisans, gerekse lisansüstü eğitimimde benden katkılarını esirgemeyen ve her yönüyle bana örnek olan çok değerli tez danışmanım, fikir hocam Yrd. Doç. Dr. Okan FISTIKOĞLU' na şükranlarımı sunarım.

Ders ve tez aşamalarında yol gösterici değerli görüş ve katkılarıyla akademik eğitimime büyük katkı sağlayan çok değerleri hocalarım Prof. Dr. Ertuğrul BENZEDEN, Doç. Dr. Sevinç ÖZKUL ve Yrd. Doç. Dr. Birol KAYA' ya, yüksek öğrenim hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen, ailemden biri gibi gördüğüm Araş. Gör. H.Yıldırım DALKILIÇ'a, bilgisayar destekli haritaların hazırlanmasında emeği geçen Araş. Gör. Ali GÜL'e, Araş. Gör. Gülay Onuşluel GÜL'e, hidrolojik verilerin temininde her türlü kolaylığı sağlayan DSİ II. Bölge Müdürlüğü'nde görev yapmakta olan, İnşaat – Çevre Müh. Sibel ALAN'a çok teşekkür ederim.

108Y301 kodlu “İklim Değişikliğinin Baraj Haznelerinin Arz Güvenilirliklerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi” başlıklı projemize verdiği destekten ötürü Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na ve tüm proje çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın yazımı ve düzenlenmesinde emeği geçen, fikir ve manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen çok değerli dostum Ziraat Müh. Zafer Ali SERBEŞ'e, Ayşe Selen KABAKÇI'ya ve her zaman yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Umut OKKAN
Temmuz, 2009

AYLIK YAĞIŞ VE SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN İZMİR İÇME SUYU HAVZALARININ AKIMLARINA ETKİLERİ

ÖZ

İklim değışikliği nedeniyle yeryüzünde pek çok bölgenin yağış ve sıcaklık değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı değışimler öngörülmektedir. Yağış ve sıcaklık değışimlerinden en çok etkilenecek hidrolojik süreçlerin başında da akımlar gelmektedir. Bu nedenle, iklim değışikliğinin havzaların su potansiyellerini önemli ölçüde etkilemesi kaçınılmaz bir sonuçtur.

Bu gerekçeden hareketle hazırlanan çalışmada, iklim değışikliğinin ülkemiz baraj hazneleri üzerindeki etkilerinin belirlendiği, kapsamlı bir yöntem ve uygulama bütünüünün geliştirilmesi ve bu yöntemin iklim değışikliğinden en çok etkilenecek bölgelerden biri olan kıyı Ege bölgesindeki İzmir içme suyu barajlarında (Tahtalı ve Gördes) uygulanması amaçlanmıştır.

Uluslararası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) 2007 yılında hazırladığı “Dördüncü Değerlendirme Raporu” (AR4) kapsamında irdelenen ve güncellenen iklim senaryoları ve bu senaryolar altında çalıştırılan HadCM3 iklim modelinin 2010-2100 yıllarına ilişkin sonuçları dikkate alınmış ve 2010-2099 dönemindeki yağış ve sıcaklık değışimlerinden etkilenen Tahtalı ve Gördes baraj akımları hazne işletme, parametrik hidrolojik model çalışmalarıyla değerlendirilip, her iki haznenin de iklim değışikliği altındaki 2010-2099 dönemi hazne performansları test edilmiştir.

Anahtar sözcükler: İklim değışikliği, IPCC, HadCM3, Tahtalı, Gördes, Parametrik hidrolojik model, Hazne işletme çalışması, Hazne performansı.

IMPACTS OF MONTHLY PRECIPITATION AND TEMPERATURE ON IZMIR FRESHWATER BASINS'S RUNOFF

ABSTRACT

Statistically, significant precipitation and temperature changes are foreseen for many regions in the world due to climate change. The most influenced component of hydrological processes by the changes in precipitation and temperature is runoff. Therefore, it is inevitable that the water potentials of basins will be significantly affected by climate change.

The objective of the prepared work is to develop a methodology and application to determine the sensitivity and vulnerability of the dam reservoirs in Turkey, under the stress and effects of climate change. The application of the methodology is carried on the freshwater supply reservoirs Tahtalı and Gordes of Izmir that loaced coastal Aegean where the severe effects of the climate change are foreseen.

The climate change scenarios and the results of the climate model HadCM3 cited in the Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was evaluated as future climate conditions cover the years 2010-2099 and the new runoff series representing the inflows by the period of 2010-2099 to the Tahtali and Gordes reservoirs were evaluated by reservoir operation studies, parametric hydrological model and subsequently performances of the reservoirs were tested.

Keywords: Climate change, IPCC, HadCM3, Tahtalı, Gördes, Parametric Hydrological model, Reservoir operation study, Performances of the reservoir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v

BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
-------------------------------	----------

BÖLÜM İKİ- AMAÇ VE KAPSAM.....	3
---------------------------------------	----------

2.1 Amaç.....	3
2.2 Kapsam.....	4
2.3 Literatür Analizi.....	12

BÖLÜM ÜÇ - İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ETKİLERİ	17
---	-----------

3.1 Genel.....	17
3.2 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği.....	19
3.2.1 Küresel İklimde Gözlenen Değişiklikler.....	22
3.2.2 Türkiye İkliminde Gözlenen Değişiklikler.....	25

BÖLÜM DÖRT - YÖNTEM.....	32
---------------------------------	-----------

4.1 Genel.....	32
4.2 Seçilen İklim Senaryoları ve HadCM3 Modeli.....	33

4.3 HadCM3 Modeline Ait Atmosferik Veriler ve NCEP/NCAR Re-analiz Verileri	40
4.4 Verilerin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri.....	45
4.4.1 Anderson-Darling Uygunluk Sınaması	45
4.4.2 Trend (Eğilim) Analizi Yöntemleri	46
4.4.2.1 Korelasyon Katsayısı t -testi	46
4.4.2.2 Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi.....	48
4.4.2.3 Spearman’s Rho Testi	49
4.4.2.4 Mevsimsel Kendall Testi.....	50
4.4.3 Homojenlik Testleri	51
4.4.3.1 Varyans ve Ortalamanın Durağanlık Testi.....	51
4.4.3.2 Mann-Whitney U Homojenlik Testi	52
4.5 İstatistiksel Ölçek Küçültme (Statistical Downscaling).....	55
4.5.1 Genel	55
4.5.2 Adımsal (Kademeli) Regresyon.....	60
4.5.3 Yapay Sinir Ağları	61
4.5.3.1 Genel	61
4.5.3.2 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı.....	63
4.5.3.3 Yapay Sinir Ağlarının Eğitimi ve Testi.....	67
4.5.3.4 Levenberg-Marquadt Geriye Yayılım Algoritması.....	70
4.6 Kavramsal Yağış Akış Modeli.....	74
4.6.1 Genel	74
4.6.2 Hidrolojik Modellerin Genel Özellikleri.....	74
4.6.3 Parametrik Aylık Su Bütçesi Modeli	77
4.6.4 Modelin Yapısı.....	79
4.6.5 Modelin İşleyişi.....	80

4.6.6 Modellerin Kalibrasyonu ve Verifikasyonu.....	83
4.7 Hazne İşletme Çalışması.....	84
BÖLÜM BEŞ - UYGULAMA.....	87
5.1 Tahtalı Havzası.....	87
5.1.1 Tahtalı Baraj Havzası Hidrolojik Verilerinin Hazırlanması	88
5.1.1.1 Tahtalı Akımları	88
5.1.1.2 Tahtalı Baraj Havzasını Temsil Eden Yağışlar	89
5.1.1.3 Tahtalı Baraj Havzasını Temsil Eden Sıcaklıklar	99
5.1.1.4 Tahtalı Baraj Havzası Buharlaşma- Sıcaklık ilişkileri	104
5.2 Gördes Havzası	106
5.2.1 Gördes Barajı Havzası Hidrolojik Verilerinin Hazırlanması	107
5.2.1.1 Gördes Akımları	107
5.2.1.2 Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Yağışlar.....	109
5.2.1.3 Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Sıcaklıklar	118
5.2.1.4 Gördes Baraj Havzası Buharlaşma- Sıcaklık ilişkileri.....	122
5.3 Tahtalı ve Gördes Havzalarına Ait Hidrometeorolojik Verilerin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri.....	125
5.3.1 Tahtalı ve Gördes Havzaları Akım Gözlemlerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri	125
5.3.2 Tahtalı ve Gördes Havzaları Aylık Toplam Yağış Gözlemlerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri.....	127
5.3.3 Tahtalı ve Gördes Havzaları Aylık Ortalama Sıcaklık Gözlemlerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri.....	146
5.4 NCEP/NCAR ve HadCM3 İklim Verileri.....	160

5.5 NCEP/NCAR Re-Analiz Verilerinin Temel İstatistikleri ve Trend	
Analizleri	171
5.6 HadCM3 Verilerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri.....	180
5.7 İstatistiksel Ölçek İndirgeme (Downscaling).....	188
5.7.1 Adımsal (Kademeli) Regresyon ile Ölçek İndirgeme.....	188
5.7.1.1 Tahtalı Yağışları için Adımsal (Kademeli) Regresyon Uygulaması	190
5.7.1.2 Tahtalı Sıcaklıkları için Adımsal (Kademeli) Regresyon	
Uygulaması.....	193
5.7.1.3 Gördes Yağışları için Adımsal (Kademeli) Regresyon Uygulaması	195
5.7.1.4 Gördes Sıcaklıkları için Adımsal (Kademeli) Regresyon	
Uygulaması.....	199
5.7.2 Yapay Sinir Ağları ile Ölçek İndirgeme	202
5.7.3 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 Senaryolarına Ait Yağış ve	
Sıcaklık Değerleri	210
5.7.3.1 İndirgenmiş 20c3m Yağış ve Sıcaklık Değerleri	211
5.7.3.2 İndirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 Yağış ve Sıcaklık	
Değerleri	220
5.7.4 Senaryo Tava Buharlaşmaları	235
5.8 Kavramsal Yağış- Akış Modeli.....	243
5.8.1 Senaryo Akım Değerleri	249
5.8.1.1 20C3M Akım Değerleri	249
5.8.1.2 SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 Senaryo Akım Değerleri	251
5.9 Hazne İşletme Çalışmaları	264
5.9.1 Tahtalı Barajı Hazne İşletme Çalışmaları	271
5.9.2 Gördes Barajı Hazne İşletme Çalışmaları	279
5.9.3 Tahtalı Barajı Gelecek Dönem Hazne Arz Güvenilirliklerinin	
Belirlenmesi.....	293

5.9.3.1 Tahtalı Barajının 20c3m Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (1951-1999).....	293
5.9.3.2 Tahtalı Barajının A1B Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099).....	294
5.9.3.3 Tahtalı Barajının A2 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099).....	295
5.9.3.4 Tahtalı Barajının B1 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099).....	296
5.9.4 Gördes Barajı Gelecek Dönem Hazne Arz Güvenilirliklerinin Belirlenmesi.....	297
5.9.4.1 Gördes Barajının 20c3m Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (1951-1999).....	297
5.9.4.2 Gördes Barajının A1B Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099).....	298
5.9.4.3 Gördes Barajının A2 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099).....	299
5.9.4.4 Gördes Barajının B1 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099).....	300
BÖLÜM ALTI - SONUÇLAR.....	306
KAYNAKLAR	320

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

İklim değişikliği nedeniyle yeryüzünde pek çok bölgenin yağış ve sıcaklık değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı değişimler öngörülmektedir (IPCC, 2007). Yağış ve sıcaklık değişimlerinden en çok etkilenecek hidrolojik süreçlerin başında da akımların geleceği düşünülmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin havzaların su potansiyellerini önemli ölçüde etkilemesi kaçınılmaz bir sonuçtur.

İklim değişikliği nedeniyle havza su potansiyellerindeki olumsuz değişimler baraj haznelerinin performanslarını önemli ölçüde etkileyecektir. Geçmiş yıllardaki akım koşulları altında planlanan ve inşaa edilen barajların, değişen akım koşullarında arz sorunları yaşaması beklenen bir sonuç olmaktadır. Son yıllarda kuraklık nedeniyle özellikle İzmir, İstanbul ve Ankara gibi büyükşehirlerde kendini gösteren içme suyu sıkıntıları, Gediz ve Büyük Menderes gibi tarımsal havzalarımızda yaşanan sulama sorunları ileride yaşanacak daha da büyük problemlerin habercisi niteliğindedir. Bu nedenle, baraj havzalarında iklim değişikliğinin neden olacağı değişimlerin önceden kestirilip, su potansiyellerindeki belirsizliğin açıklanması ve haznelerin yeni koşullar altındaki arz performanslarının irdelenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, söz konusu tehdiye ilişkin alınacak ilave tedbirlerin (yeni barajlar, havzalar arası su transferleri, deniz suyu arıtımı, vb.) kapsam ve boyutları yeterince doğru belirlenemeyecektir.

Bu gerekçelerden hareketle hazırlanan çalışmada, iklim değişikliğinin ülkemiz baraj hazneleri üzerindeki etkilerinin belirlendiği, kapsamlı bir yöntem ve uygulama bütünüünün geliştirilmesi ve bu yöntemin iklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgelerden biri olan kıyı Ege bölgesindeki İzmir içme suyu barajlarında (Tahtalı ve Gördes) uygulanması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında öncelikle Uluslararası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) 2007 yılında hazırladığı “Dördüncü Değerlendirme Raporu” (AR4) kapsamında irdelenen ve güncellenen iklim senaryoları ve bu senaryolar altında çalıştırılan

HadCM3 iklim modelinin 2010 - 2099 yıllarına ait sonuçları dikkate alınarak, Tahtalı ve Gördes baraj havzalarının bulunduğu bölgelerdeki yağış ve sıcaklık değişimleri belirlenmiş, sonuçlar yorumlanmıştır. Bu değişimler, hem çoklu regresyon teknikleri hem de yapay sinir ağları algoritmalarıyla bölgedeki meteoroloji istasyonları ölçeğine indirgenerek yerel iklim değişimleri elde edilmiştir (downscaling). İstasyon ölçeğine indirgenen olası yağış ve sıcaklık değişimleri, her iki havza için ayrı ayrı hazırlanan parametrik yağış-akış modeli ile akışlara dönüştürülmüş ve gelecek dönemi temsil eden akımlar elde edilmiştir. Kullanılan parametrik model, Excel ve Visual Basic programlama dili kullanılarak geliştirilmiş Thorthwaite'in aylık su bütçesi modelini esas almakta olup, havzaların yüzeysel, yüzey altı ve yeraltı akış bileşenlerini modelleyebilen kavramsal bir modeldir. Bu model sayesinde, Tahtalı ve Gördes havzalarının su potansiyellerinin 2010-2099 yılları arasında yaşanması olası yağış ve sıcaklık değişimlerine karşı duyarlılıkları belirlenebilmiştir. Bununla birlikte, 2010-2099 dönemindeki yağış ve sıcaklık değişimlerinden etkilenen Tahtalı ve Gördes baraj akımları, yine Excel ve Visual Basic ortamında geliştirilen hazne işletme çalışmalarıyla değerlendirilmiş, her iki haznenin de iklim değişikliği altındaki 2010-2099 dönemi hazne performansları test edilmiştir. Özet olarak, yapılan çalışmada;

- İzmir içme suyu havzalarında yağış ve sıcaklıkların ne ölçüde değişebileceği,
- Değişebilen yağış ve sıcaklıklardan akımların nasıl etkilenebileceği,
- Değişen akımlarla, içme suyu haznelerinin planlamalarının yapıldığı tarihlerdeki akımların birbirlerinden ne ölçüde farklılık gösterebileceği,
- Yeni akım koşullarına göre mevcut hazne performanslarının ne durumda olabileceği araştırılmıştır.

BÖLÜM İKİ

AMAÇ VE KAPSAM

2.1 Amaç

Ocak 2007 tarihinde, ulusal koordinatörlüğünü Çevre ve Orman Bakanlığı'nın yaptığı ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında hazırlanan “Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi” yayınlanmıştır. Bu raporda, Türkiye'deki sera gazlarının 1990-2004 dönemine ait envanteri hazırlanmış, sera gazı emisyonlarındaki artışı hafifletmek için alınabilecek tedbirler analiz edilmiş ve iklim değişikliğinin Türkiye'de yaratabileceği olası etkiler değerlendirilerek uygulanabilecek tedbirler ortaya konmaya çalışılmıştır. Raporda ayrıca, sahip olunan bilimsel ve teknik potansiyel ile kurumsal altyapıyı geliştirmek ve sürekli bilgi akışı sağlayabilmek için Türkiye'de bir bilgi ve veri ağı oluşturma kapasitesinin geliştirilmesi hedeflenmiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007).

Ulusal Bildirim Raporunun DEÜ Su Kaynakları Merkezi-SUMER araştırmacıları tarafından hazırlanan 6.2.1 bölümü, iklim değişikliğinin ülkemiz su kaynakları üzerindeki etkilerini irdelemektedir. Raporda, iklim değişikliğinin ülkemizin özellikle batı ve güney kesimlerini olumsuz yönde etkileyeceği, bu nedenle söz konusu bölgelerdeki su kaynakları üzerindeki olası etkilerinin ve bu bölgelerdeki su sistemlerinin duyarlılıklarının ortaya konması gerektiği vurgulanmaktadır (SUMER, 2006).

Bu gerekçelerden hareketle hazırlanan tez çalışmasında, iklim değişikliğinin ülkemiz içme suyu, sulama ve enerji amaçlı baraj hazneleri üzerindeki etkilerinin belirlendiği, kapsamlı bir yöntem ve uygulama bütününün geliştirilmesi ve bu yöntemin iklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgelerden biri olan kıyı Ege bölgesindeki İzmir içme suyu barajlarında uygulanması amaçlanmıştır.

Hazırlanan bu çalışmada geliştirilen yöntem ve İzmir içme suyu havzaları özelinde gerçekleştirilen uygulama sonucunda aşağıda verilen soruların cevabı aranmıştır.

- İklim değişikliği nedeniyle yağış ve sıcaklıklar, meteoroloji istasyonları bazında ne ölçüde değişecek?
- Değişen yağış ve sıcaklıklardan su havzalarındaki akımlar nasıl etkilenecek?
- Yeni akım koşulları altında mevcut haznelerin performansları ve arz güvenilirlikleri ne ölçüde etkilenecek?

Çalışma, geliştirilen yöntem ve elde edilen sonuçlar itibariyle, iklim değişikliği nedeniyle olası yağış ve sıcaklık değişimlerinin, ülkemizde mevcut diğer sulama, içme suyu ve enerji amaçlı baraj haznelerindeki etkilerine de ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

2.2 Kapsam

Çalışmada, hâlihazırda 3.3 milyon kişinin (2007 sayımı) yaşadığı İzmir kentinin içme suyu ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan Tahtalı baraj havzası ile gövdesi tamamlanmış fakat isale hattı çalışmaları halen devam eden ve sulama yanında İzmir'e içme suyu da temin edecek olan Gördes baraj havzası incelenmiştir. Şekil 2.1 'de Tahtalı ve Gördes barajlarının konumları gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Tahtalı ve Gördes barajlarının konumları

Tahtalı Barajı, drenaj alanı 546 km^2 , ortalama debisi $3.6 \text{ m}^3/\text{sn}$ olan Tahtalı Deresinden beslenen, İzmir'e içme suyu sağlamak amacıyla Gümüldür civarında 1986-1999 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Toprak ve kaya dolgu gövde tipinde olan barajın gövde hacmi $3.100.000 \text{ m}^3$, akarsu yatağından yüksekliği 58.00 m ., normal su kotunda göl hacmi $306,65 \text{ hm}^3$, minimum işletme hacmi 56.00 hm^3 göl alanı 23.52 km^2 'dir. Şekil 2.2'de Tahtalı barajına ait bir görünüm yer almaktadır.



Şekil 2.2 Tahtalı Barajından bir görünüm.

Gördes Barajı ise, Manisa'da, drenaj alanı 1045.4 km^2 , ortalama debisi $3.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ olan Gördes Çayı ile beslenen, sulama ve içme suyu temini amacıyla 1998-2004 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Gövde dolgu tipi Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu tipinde olup, barajın gövde hacmi $5.500.000 \text{ m}^3$, akarsu yatağından yüksekliği 95.00 m , minimum işletme hacmi 19.84 hm^3 normal su kotunda göl hacmi 448.46 hm^3 , göl alanı 14.07 km^2 'dir. Baraj Gördes'te 19.260 hektarlık bir alana sulama hizmeti de vermek üzere planlanmıştır. Şekil 2.3'te Gördes Barajına ait bir görünüm yer almaktadır.



Şekil 2.3 Gördes Barajından bir görünüm.

Her iki barajın 1970’li yıllara dayanan planlama raporları incelendiğinde Tahtalı barajının 128 milyon m³/yıl, Gördes barajının ise yaklaşık 60 milyon m³/yıl içme suyunu İzmir’e temin etmesi planlanmış ve her iki baraj da İzmir içme suyu sisteminin vazgeçilmez su kaynakları olarak konumlandırılmıştır (Devlet Su İşleri [DSİ], İzmir Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi [IZSU], 2009).

Ancak, son yıllarda yetersiz yağışlar ve artan sıcaklıklar nedeniyle ortaya çıkan kuraklık sonucunda Tahtalı Deresi ve Gördes Çayı’nda akımlar son derece azalmış, ortalama akım değerlerinin altına düşmüştür. Gördes barajının henüz isale hattı tamamlanmadığı için içme suyu alınamazken, Tahtalı barajından alınabilen su hacmi, planlanan değerlerin altında temin edilebilmiştir. Son durumda ise (2008 yılının yaz ayları) Tahtalı barajının göl hacmi, ölü hacim seviyelerine kadar düşmüştür. Gördes barajından da su çekimleri söz konusu olsaydı, benzer durumların yaşanması kaçınılmaz olacaktı. Yaşanan son durum göstermektedir ki, her iki baraj havzasındaki akımlar, yağış ve sıcaklık değişimlerinden önemli ölçüde etkilenmektedirler.

İklim değişikliği pek çok meteorolojik parametre üzerinde etkili olmakla birlikte, hazırlanan çalışmada en çok, akarsu akımları üzerinde önemli paya sahip olan yağış ve sıcaklık parametrelerindeki değişimler üzerinde durulmuştur (IPCC, 2007).

Çalışmada iklim değişikliği senaryoları olarak, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tarafından hazırlanan 4 değerlendirme raporundan (FAR, SAR, TAR ve AR4) sonucusu olan ve 2007 yılında hazırlanan IPCC-AR4 (Fourth Assessment Report)'de öngörülen iklim senaryoları esas alınmıştır. Bu senaryolar temelde 21. Yüzyıla ait yeryüzündeki nüfus ve ekonomik aktivite öngörülerine dayanmakta ve Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES) olarak yayımlanmıştır (IPCC SRES - Special Report on Emissions Scenarios, Nakićenović and Swart, 2000).

Senaryolarda, gelecek için sera gazı emisyonları hesaplanırken, nüfus artışı, enerji kullanımı, ekonomiler, teknolojik gelişmeler, tarım ve arazi kullanımındaki değişiklikleri için değişik kabuller kullanılarak dört ana senaryo ailesi (A1, A2, B1 ve B2) ve bunlar da kendi içlerinde farklı senaryolara ayrıştırılarak 40 kadar senaryo üretilmiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008). A1, A2 ve B1, B2 olarak kodlanan bu senaryolardan A1 ve B1 dünya ekonomisinde küresel ticaretin dominant rol oynadığını öngörürken A2 ve B2 senaryoları daha düşük düzeyde bir globalleşme öngörmektedir. A2 senaryosunda küresel nüfusun 2100 yılında 15 milyar kişiye ulaşacağı tahmin edilirken B2 senaryosunda 10.4 milyar kişi öngörülmüştür (IPCC, 2007). Senaryolarla ilgili detaylı açıklamalara 4.Bölüm'de yer verilmiştir.

Söz konusu bu nüfus ve ekonomik aktivitelerinin sera gazları emisyonlarındaki etkileri tahmin edilmiş ve geleceğe yönelik küresel sıcaklık ve deniz seviyelerindeki değişimler tahmin edilmiştir (Küresel Atmosfer-Okyanus Sirkülasyon Model Tahminleri) (IPCC, 2007). Bu değişimler, senaryolara göre Tablo 2.1'de sunulmaktadır.

Tablo 2.1 21. YY Küresel Sıcaklık ve Deniz seviyelerindeki artış öngörülleri.

Senaryolar	2000 Yılına Göre Değişen Küresel Sıcaklık (°C)		2000 Yılına Göre Değişen Ortalama Deniz Seviyesi (m)
	Ort. Tahmin	Olası Aralık	Olası Aralık
A1	2.4	1.4- 3.8	0.20-0.45
B1	1.8	1.1- 2.9	0.18-0.38
A2	3.4	2.0- 5.4	0.23-0.51
B2	2.4	1.4- 3.8	0.20-0.43

Kaynak: IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report, Bernstein L, vd., 2007.

Tablo 2.1’de verilen küresel sıcaklık ve deniz seviyelerindeki değişim senaryolarına göre çalıştırılan iklim modelleri, yeryüzündeki atmosferik parametrelerdeki değişimleri 125-250 km çözünürlükle tahmin etmektedirler. AR4 kapsamında 23 farklı iklim modeli 2100 yılına kadar çalıştırılmış ve model sonuçları senaryolara göre yayınlanmıştır (IPCC,2007). Bu modeller ve senaryo isimleri Tablo 2.2’de sunulmaktadır.

Tablo 2.2 AR-4 Kapsamında Çalıştırılan 23 İklim Modelinin ve Belirlenen Senaryoların İsimleri

Modeller	Senaryolar
BCC-CM1	
BCCR:BCM2	
CCCMA:CGCM3_1-T47	
CCCMA:CGCM3_1-T63	
CNRM:CM3	
CONS:ECHO-G	
CSIRO:MK3	
GFDL:CM2	
GFDL:CM2_1	1PTO2X
INM:CM3	1PTO4X
IPSL:CM4	20C3M
LASG:Fgoals-G1_0	COMMIT
MPIM:ECHAM5	PICTL
MRI:CGCM2_3_2	SRES-A1B
NASA:GISS-AOM	SRES-A2
NASA:GISS-EH	SRES-B1
NASA:GISS-ER	
NCAR:CCSM3	
NCAR:PCM	
NIES:MIROC3_2-HI	
NIES:MIROC3_2-MED	
UKMO:HADCM3	
UKMO:HADGEM1	

Kaynak : http://www.ipcc-data.org/ar4/gcm_data.html

Sunulan çalışmada bu 23 modelden, uluslararası çalışmalarda en çok atf alan **HadCM3** modelinin çıktıları esas alınmıştır. Bu amaçla WDCC (World Data Center for Climate)'nin ilgili merkezine kayıt yaptırılmış, verilere elektronik ortamdan erişilmiştir.

HadCM3 modeli, 1998 yılında İngiliz Meteoroloji Ofisi Hadley Merkezi'nde geliştirilmiş Atmosfer-Okyanus Küresel Sirkülasyon Modelidir (IPCC, 2007). Model $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ (enlem x boylam) alan çözünürlüğüne sahiptir. Modelin 20c3m, A1B, A2 ve B1 iklim senaryolarına ilişkin sonuçları WDCC tarafından kayıtlı kullanıcılara da ayrıca temin edilebilmektedir. Model sonuçlarına ilişkin veriler; hava sıcaklığı, yağış, rölatif nem, spesifik nem, deniz seviyesindeki atmosfer basıncı ve geopotansiyel yükseklik değerleri gibi pek çok atmosferik parametreden oluşmaktadır.

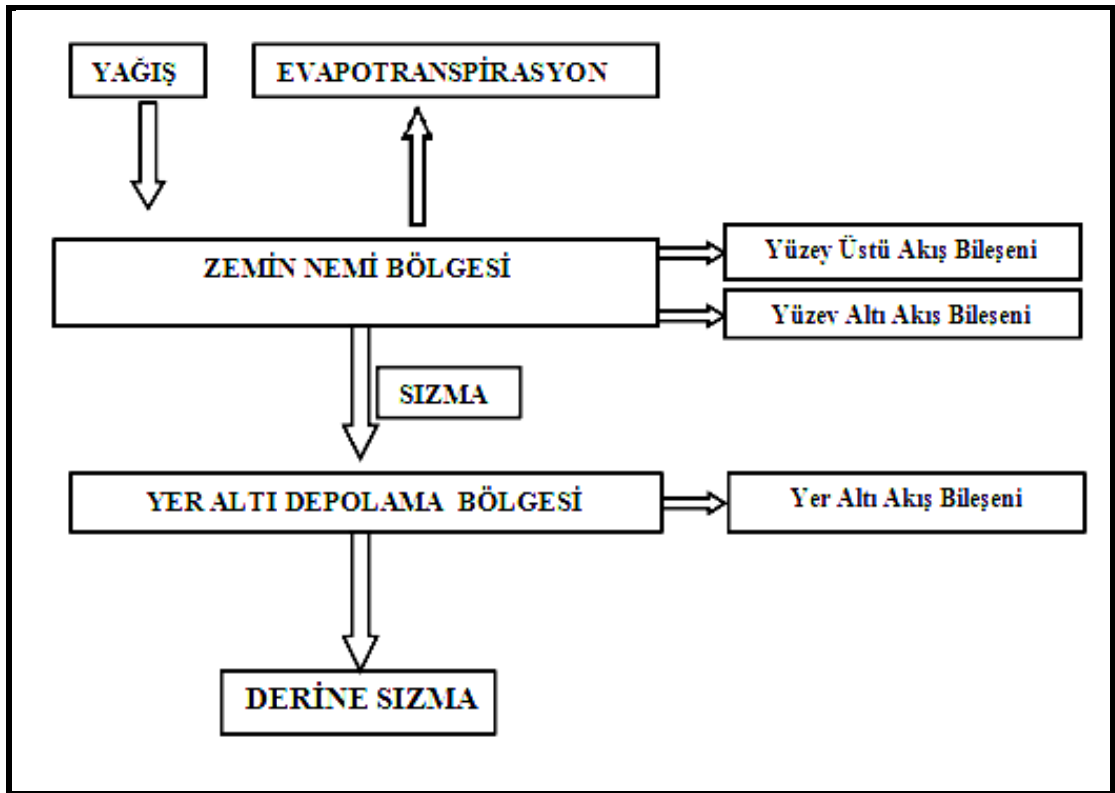
HadCM3 modeli sonuçlarının çalışma bölgesine uygunluğunu test etmek ve bölgesel atmosferik parametrelerle istasyonların yağış ve sıcaklık değerleri arasında ilişkiler kurabilmek için bölgenin gözlenmiş atmosferik parametrelerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla NCEP/NCAR verilerinden elde edilen atmosferik gözlemler de temin edilmiştir. Bu veriler Uluslar arası Okyanus ve Atmosfer İdaresi'ne ait resmi siteden kayıtlı kullanıcılara temin edilebilmektedir (NCEP/NCAR, 2008). NCEP/NCAR verileri 1948'den günümüze uydulardan ve yer istasyonlarından elde edilmiş $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip atmosferik verileri içermektedir.

NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip değişkenler, Tahtalı ve Gördes baraj havzalarını temsil eden alansal ortalama yağış ve sıcaklık değerlerine, **Çoklu Regresyon** teknikleri ve **Yapay Sinir Ağları** algoritmaları kullanılarak indirgenmiş (*downscaling*), sonuçlar karşılaştırılmış ve en uygun model yapıları belirlenmiştir.

Bu kapsamda, öncelikle bağımsız değişkenler olan NCEP/NCAR grid parametreleri ile istasyonlarda ölçülmüş, bağımlı değişkenler olarak tanımlanan yağış ve sıcaklık verileri arasında ölçek indirgeme fonksiyonları kurulmuş, ardından

indirgenmiş yeni veriler ile ölçüm değerleri arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizleri ile irdelenmiştir. Aradaki istatistiksel ilişkiler anlamlı düzeye eriştiğinde, HadCM3 modelinin 2010-2099 verileri ile geleceğe yönelik tahminleri kurulan bu fonksiyonlar yardımıyla belirlenmiştir. HadCM3 modeli ve ölçek indirgeme yöntemine ilişkin detaylı bilgiler 4.Bölüm’de verilmektedir.

Çalışmada havza ölçeğine indirgenen yağış ve sıcaklık değişimlerinin akımlar üzerindeki etkileri ise hazırlanan parametrik yağış-akış modelleriyle irdelenmiştir. Thornthwaite ‘in su bütçesi yaklaşımına dayanan (Thornthwaite ve Matter, 1955) ve daha önce Ulusal Bildirim Raporu’nda da kullanılan (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007) bu parametrik yağış-akış modelinin bileşenleri aşağıda, Şekil 2.4’te verilmektedir. Modelin detayları 4.Bölüm’de verilmektedir.



Şekil 2.4 Parametrik su bütçesi modeli ve bileşenleri

Parametrik su bütçesi modeli Tahtalı Havzası için 1970-1990, Gördes Havzası için 1962-1992 yıllarına ait ölçülmüş yağış, sıcaklık ve akış verileriyle kalibre edilmiş, model parametreleri her iki baraj havzası için ayrı ayrı belirlenmiştir. Kalibre edilen

model, 2010-2099 yıllarını kapsayan havza ölçeğine indirgenmiş A1B, A2 ve B1 senaryo yağış ve sıcaklık verileriyle çalıştırılarak, gelecekteki akımlar türetilmiştir.

Parametrik su bütçesi modeliyle 2010-2099 yıllarına kadar elde edilen aylık akım verileri Tahtalı ve Gördes baraj haznelerinin işletme çalışmalarında kullanılmış ve haznelerin içme suyu arz kapasiteleri belirlenmiştir. İşletme çalışması süreklilik esasına dayanan; $V_{ays}=V_{ayb}+V_{gir}-V_{net,buh}-V_{kul}$ süreklilik denklemleriyle gerçekleştirilmiş olup, barajların minimum ve maksimum işletme hacimleri sınır şartları olarak dikkate alınmış, hesaplamalar Excel-Visual Basic ortamında hazırlanan program yardımıyla yapılmıştır.

Hazne işletme çalışmasında Herhangi bir ayda hazne minimum seviyenin altına düştüğünde o ay içme suyu talebinin karşılanamadığı bir ay olarak değerlendirilip, 2010-2099 yılları arasındaki toplam işletme süresince haznenin kaç kez minimum su seviyesine düştüğü belirlenerek haznelerin risk ve güvenilirlikleri belirlenmiş, performansları analiz edilmiştir.

2.3 Literatür Analizi

Küresel ısınma ve neticesinde ortaya çıkan küresel iklim değişikliği, hidrolojik çevrimdeki sistemler ve süreçler arasındaki mevcut dengeyi etkilemektedir. İklim ve hidrolojik çevrim arasındaki kuvvetli bağ, pek çok araştırmacının, iklim değişikliğinin akarsu hidrolojisi üzerindeki etkilerini araştırmalarına neden olmuştur (Cohen, 1986; Gleick, 1987; Coker ve diğ., 1989; Lettenmaier ve Gan, 1991; Leavesley, 1994; Holt ve Jones 1996; Arnell, 1998; Müller-Wohlfeil ve diğ., 2000; Sene ve diğ., 2001).

İklim değişikliği ile ilgili Kuzey Amerika ve Avrupa havzalarında gerçekleştirilen çalışmalar, hidrolojik çevrimin temel unsurlarından olan sıcaklık ve yağışların bu bölgelerde önemli ölçüde değişeceğini göstermektedir (Chang ve diğ., 2001; Limbrick ve diğ., 2000; Middelkoop ve diğ., 2001; Bergström ve diğ., 2001; Mimikou ve diğ., 2000). 2100 yılına kadar görülmesi beklenen bu değişimlerin

mertebesi, ülkemizin de içinde bulunduğu Güney Avrupa ve Akdeniz kuşağında yıllık ortalama sıcaklıklarda 3.0-3.5⁰C'lik artışlar ve yıllık toplam yağışlarda %15-30'luk azalmalara ulaşabilmektedir (Houghton ve diğ., 2001; Christensen ve diğ., 2007). Yağış ve sıcaklıklardaki bu değişimlerin, bölgelerin mevcut su potansiyellerinde önemli azalmalara neden olacağı ve buna bağlı olarak enerji, tarım, içmesuyu ve sulak alanlar gibi suya dayalı sektörlerde su kıtlığı yaşanacağı öngörülmektedir (McCarthy ve diğ., 2001). İklim değişikliği nedeniyle mevcut dengeleri değişen yeraltı ve yerüstü su kaynakları, yeni dengesini buluncaya kadar, hem miktar hem de kalite açısından önemli ölçüde değişecektir. Artan sıcaklıklar ve değişen yağış rejimleri, taşkın ve kuraklık gibi ekstrem olayların sıklık, büyüklük ve alansal dağılımlarında değişimlere neden olacaktır (Arnell ve diğ., 2001). İklim değişikliğinin su kaynakları açısından bir başka etkisi de, su kullanımları üzerinde yaratacağı değişimlerdir. Özellikle, yüzeysel suların yaklaşık %70'lik bölümünden istifade eden tarım sektörünün su ihtiyacı artacak, zaten rekabet halinde bulunduğu enerji, endüstri ve içmesuyu sektörleriyle yaşanan sıkıntıların daha da büyümesine neden olacaktır. Hızla çoğalan nüfus ve gelişen endüstrinin enerji ve su ihtiyacının artışı da bu rekabeti körükleyecektir (Alcarno ve diğ., 2007).

Dünyadaki araştırmalara paralel olarak ülkemizde de iklim değişikliğine ilişkin bir ipucu niteliğinde olan hidrometeorolojik gözlemlerdeki eğilimler ve iklim bölgeleri, çok sayıda çalışma ile irdelenmiştir (Partal ve Kahya, 2006; Türkeş, 1994; Türkeş,1995a-1995b-1996a-1996b-1997a-1997b; Türkeş ve ark, 1999; Türkeş ve ark, 2000, Ünal ve diğ., 2003). Yoğun olarak yağış ve sıcaklık değerleri üzerinde gerçekleştirilen bu trend analizleri, ülke genelinde, özellikle sıcaklıklarda istatistiksel açıdan anlamlı artışların varlığını göstermektedir (Bostan ve Akyürek, 2007). Yağışlar açısından bakıldığında, Batı Anadolu ve Akdeniz bölgesinde yıllık toplam yağışlarda bir düşüş trendi gözlenmektedir (Partal ve Kahya, 2006).

Yağış ve sıcaklıkların yanı sıra, hidrolojik çevrimin bir diğer parçası olan yüzeysel akış serilerinde de kuzey kuşağı dışında kalan güneybatı ve güney bölgelerde de istatistiksel açıdan anlamlı azalmalar görülmektedir (Önöz ve diğ., 2007).

Ocak 2007 tarihinde, ulusal koordinatörlüğünü Çevre ve Orman Bakanlığı'nın yaptığı ve *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi* kapsamında hazırlanan “Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi” yayınlanmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007). Bu raporda, Türkiye'deki sera gazlarının 1990-2004 dönemine ait envanteri hazırlanmış, sera gazı emisyonlarındaki artışı hafifletmek için alınabilecek tedbirler analiz edilmiş ve iklim değişikliğinin Türkiye'de yaratabileceği olası etkileri değerlendirilerek uygulanabilecek tedbirler ortaya konmaya çalışılmıştır. Raporda ayrıca, sahip olunan bilimsel ve teknik potansiyel ile kurumsal altyapıyı geliştirmek ve sürekli bilgi akışı sağlayabilmek için Türkiye'de bir bilgi ve veri ağı oluşturma kapasitesini geliştirmek hedeflenmiştir. Raporun 6.1 “Türkiye'ye ilişkin İklim Değişiklikleri: Trendler ve Tahminler” bölümünde özellikle batı ve güney kesimlerin yağış ve sıcaklık değerlerinde önemli trendlerin varlığı işaret edilmektedir. FVGCM genel sirkülasyon modelinin SRES A2 emisyon senaryosuna bağlı olarak RegCM3 bölgesel iklim modeli kullanılarak gerçekleştirilen ölçek küçültme çalışmalarında genel olarak, yağışın Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında azalmakta, Karadeniz kıyılarında ise artmakta olduğu vurgulanmaktadır. İç Anadolu'da ise yağış açısından çok az bir değişikliğin söz konusu olduğu ya da hiçbir değişikliğin beklenmediği ifade edilmektedir. Ortalama sıcaklıktaki değişiklikler açısından bakıldığında, kış aylarında tahmin edilen sıcaklık artışının ülkenin doğu kesiminde daha yüksek olduğunun gözlemlendiği, yaz mevsiminde bu görüntünün tersine döndüğü ve özellikle Ege bölgesi olmak üzere ülkenin batı kesiminin 6 °C'ye kadar varan sıcaklık artışına maruz kaldığı öngörülmektedir. Ülkenin geneli için bölgelere göre ortalaması alınmış yıllık ortalama sıcaklık artışlarının ise yıllık 2-3°C olarak tahmin edildiği ifade edilmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007).

İklim değişikliği konusunda önemli ve temel araçlardan olan Genel Dolaşım Modelleri de (GDM) mevcut araştırmalar arasında yer almaktadır. Kaba alansal çözünürlüklerle çalıştırılan GDM'lerin yerel iklim değişimleri konusunda yetersiz kalmaları araştırmacıları ölçek indirgeme (downscaling) stratejilerine yönlendirmiştir. Konuyla ilgili olarak, istatistiksel ölçek küçültme yöntemleri üzerine

araştırmalar yapılmış ve Türkiye için uygulamalara yer verilmiştir (Tatlı ve ark., 2006).

Bunun yanı sıra, İngiltere Meteoroloji Servisi Hadley İklim Tahmin ve Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen Bölgesel İklim Modeli, PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) kullanılarak, Akdeniz Havzası'nda yer alması nedeniyle gelecekte iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında bulunan Türkiye için bölgesel düzeyde ayrıntılar içeren iklim değişikliği ngrleri elde edilmeye çalışılmış, model Hadley Merkezi'nin Atmosferik Genel Dolaşım Modeli, HadAMP3 ıktıları ile çalıştırılmıştır ve referans dönem (1961-1990) simülasyonları ile gelecek dönem (2071-2100) A2 senaryosu simülasyonları iklim değişikliğini belirlemek için karşılaştırılmıştır. Simülasyon sonuçlarında, Türkiye'de kıyı bölgeleri dışında ortalama sıcaklıklarda 5-6 °C'lik artışlar öngörülmektedir. Yapılan alışma sonuçlarına göre kış mevsiminde sıcaklıklar doğuda (4-6 °C), buna karşılık yaz mevsiminde batıda (6-7 °C) daha fazla artacaktır. Maksimum yani gündüz en yüksek sıcaklıklarda değişim, genel olarak artış yönünde olacaktır. Yaz mevsiminde, geniş lekli 8 °C'yi bulan yüksek artışlar göze çarpmaktadır. Minimum, gece en düşük sıcaklıkları, kış mevsiminde doğu bölgelerinde (5-6 °C) ve yaz mevsiminde Ege Bölgesinin i bölümlerinde daha fazla (7-8 °C) artacaktır. Yağış rejimindeki değişikliklerde, doğudan batıya doğru gidildikçe yüzde olarak artan (% 40) azalmalar dikkati çekmektedir. Kış mevsiminde güney ve batı bölümlerde yağışlarda düşüşler olacaktır. Yaz mevsiminde ise tersi söz konusudur. Su bütçesi bakımından kar kalınlığı gelecekte, Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz'de azalacaktır. Yağıştaki azalma ve sıcaklılardaki artışa paralel olarak buharlaşmadaki artış sonucunda, su kaybı da artmaktadır. Yağış ve buharlaşma arasındaki farklılıklarda ise, gelecekte Türkiye genelinde alansal olarak geniş ölçekli belirgin değişiklikler göze arpmamakla birlikte, Güney Marmara, Ege, Doğu Karadeniz, Güneydoğu Anadolu'nun kuzeyi ve Toros Dağları hattında azalmalar öngörülmektedir (Demir ve ark, 2008).

Küresel iklim değişikliğinin akımlar üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek için deterministik aylık yağış-akış modellerinden yararlanılmakta, hidrolojik analizlerin

büyük bir kısmını oluşturan bu modelleme çalışmaları birçok araştırmacı tarafından incelenmektedir (Fıstıkoğlu ve Harmancıoğlu ,2001; Mimikou, 1995). Fıstıkoğlu ve Harmancıoğlu aylık yağış-akış modelleri üzerine Yukarı Gediz Havzasında örnek bir uygulamasını sunmuşlardır (Fıstıkoğlu ve Harmancıoğlu ,2001).

İklim değişikliğinin, barajların arz güvenilirlikleri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların, ABD, Kanada, İngiltere, Almanya gibi gelişmiş ülkelerdeki su idareleri ve araştırmacılar tarafından yürütülen, güncel çalışmalar olduğunu görmekteyiz. Bu konuda IPCC tarafından derlenen detaylı bir literatür özeti Bates ve ark.,(2008)'de yer almaktadır. Bu çalışma incelendiğinde, Avrupa kıtasında özellikle İngiltere, Hollanda ve Almanya'nın, iklim değişikliğinin kendi su sistemleri üzerinde yaratacağı belirsizliklere karşı uyum ve risk hesaplamalarını gerçekleştirdikleri görülmektedir (Bates ve.ark, 2008). Yağışlarda artışların görülmesi beklenen bu ülkelerde, söz konusu risk ve uyum öngörülürü yapılırken, yağışlarda azalma beklenen Akdeniz kuşağındaki ülkelerde henüz bu çalışmaların yapılmamış olması, gerek ulusal gerekse uluslararası literatürdeki bu boşluğu ortaya koymaktadır.

BÖLÜM ÜÇ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ETKİLERİ

3.1 Genel

Fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, arazi kullanımını değişiklikleri ve sanayi süreçleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, sanayi devriminden beri hızla artmaktadır. Bu ise, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehirleşmenin de katkısı ile dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırmıştır (IPCC, 2001a-2001b). Yüksek sıcaklık rekorunun en sonuncusu, 1998 yılında kırılmıştır. 1998, hem küresel ortalama hem de kuzey ve güney yarımkürelerin ortalamaları açısından, 1860 yılından beri yaşanan en sıcak yıl olmuştur (Türkeş ve ark, 2000). Bunu 0.485 °C anormali ile 2005 yılı takip etmektedir (IPCC, 2007).

Sera gazlarının ve aerosollerin etkilerini birlikte dikkate alan en duyarlı iklim modelleri (GDM), küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 2100 yılına kadar 1-3,5 C° arasında bir artış ve buna bağlı olarak deniz seviyesinde de 15-95 cm arasında bir yükselme olacağını öngörmektedir. İçerdiği tüm belirsizliklere karşın, küresel ısınmanın sürmesi durumunda, bazı bölgeler için ekstrem yüksek sıcaklıklar, taşkınlar, yaygın ve şiddetli kuraklık olayları, onların doğal bir sonucu olan çalılık ve orman yangınları ile insan sağlığını ve ekolojik sistemlerin işlevselliğini de içeren bazı ciddi potansiyel değişiklikler oldukça yüksek bir olasılıkla öngörülmektedir (Türkeş ve ark, 2000).

İklim sistemi, Yerküre'nin yaklaşık 4,5 milyar yıllık tarihi boyunca milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman ölçeklerinde doğal olarak değişme eğilimi göstermiştir. Etkileri jeomorfolojik ve klimatolojik olarak iyi bilinen en son ve en

önemli doğal iklim değişiklikleri, 4. Zaman'daki (Kuvaterner'deki) buzul ve buzul arası dönemlerde oluşmuştur (Türkeş ve ark., 2000).

Ancak 19. Yüzyılın ortalarından beri, doğal değişebilirliğe ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir. Günümüzde iklim değişikliği, sera gazı birikimlerini arttıran insan etkinlikleri de dikkate alınarak tanımlanabilmektedir. Örneğin Birleşmiş Milletler **İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**'nde (İDÇS), “Karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmıştır. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından ortaklaşa yürütülen **Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli**'nin (IPCC) İkinci Değerlendirme Raporu'nda (IPCC, 1996a), iklim sistemine ilişkin yeni bulgulardan yola çıkılarak, “küresel iklim üzerinde belirgin bir insan etkisinin varlığı” ve “İklimin geçen yüzyıl boyunca değiştiği” vurgulanmıştır. Bu çarpıcı bulgu, İDÇS'nin Temmuz 1996'da yapılan 2. Taraflar Konferansı'nda büyük bir ilgi görmüş ve toplantı sonunda yayınlanan **Cenevre Bakanlar Bildirgesi** aracılığıyla da dünyaya duyurulmuştur (UN/FCCC, 1996).

Sera gazı emisyonlarının azaltılması veya sınırlandırılması hukuki açıdan bağlayıcı olmasını sağlayan **Kyoto Protokolü** ise 1997 yılında imzaya açılmış ve 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Kyoto Protokolü'nün hedefi, Protokolün Ek-B listesinde yer alan ülkelerin toplam sera gazı emisyonlarını 2008-2012 döneminde (ilk yükümlülük dönemi), 1990 yılı (temel yıl) seviyesinin en az %5 altına indirmesini taahhüt etmeleri ve bunların gerçekleşmesini sağlamaktır. Ülkelerin sayısal emisyon azaltma taahhütleri Protokolün Ek-B listesinde yer almaktadır. Protokolün Ek-B'sinde yer alan AB-15 ülkeleri ise kendi aralarında sera gazı azaltım yükümlülüğü paylaşımı yapmışlardır (ÇOB, 2008).

Kyoto Protokolü imzaya açıldığında Türkiye, Sözleşmeye taraf olmadığı için Protokolün EK-B listesinde yer almamış ve dolayısıyla sayısal bir sera gazı azaltım veya sınırlama yükümlülüğü almamıştır (ÇOB, 2008).

Ancak bu yıl itibari ile Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolü'ne Türkiye'nin katılmasına ilişkin Bakanlar Kurulu kararı 13 Mayıs 2009 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanmış, Türkiye Kyoto'yu resmi olarak kabul etmiştir. Türkiye Kyoto Protokolü'ne üye olarak, uluslararası alanda kaybettiği 15 yıllık açığı daha hızlı kapatabilme, ulusal alanda ise; kaynaklarını, sanayisini, ekonomisini ve toplumunu daha sürdürülebilir bir rotaya çekebilme şansına erişmiştir (Kaynak : <http://www.emo.org.tr>).

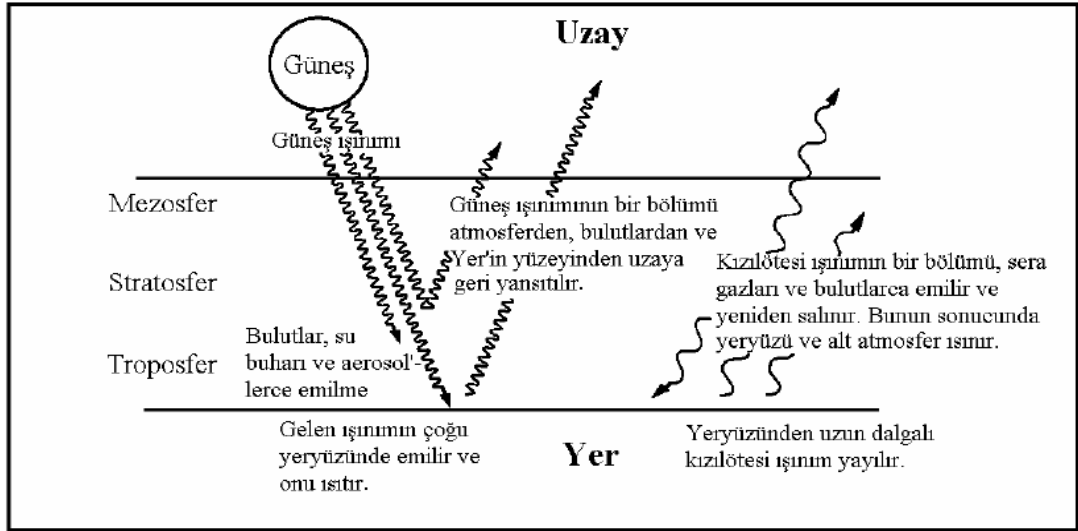
3.2 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Çok genel bir yaklaşımla, iklim değişikliği, “Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” biçiminde tanımlanabilir (Türkeş, 1997a). İklimdeki değişiklikler, buzul ve buzul arası çağlar arasında, dünyanın çeşitli bölgelerinde ortalama sıcaklıklarda oluşan büyük değişiklikler şeklinde ortaya çıktığı gibi, yağış değişimlerini de içermektedir. Bugünkü bilgilerimize göre, Yerküre'nin çok uzun jeolojik tarihi boyunca iklim sisteminde doğal yollarla birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler oluşturmuştur.

Küresel ısınma ise, sera gazı emisyonlarındaki artışlara bağlı olarak küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında artışları ifade etmektedir. Küresel ısınmanın en önemli sebebi atmosferde sera etkisi yapan CO₂ ve metan gibi sera gazı emisyonlarındaki hızlı artıştır. 1850'li yıllarda başlayan sanayileşme ile birlikte özellikle fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormanların tahribi ve çarpık sanayileşme gibi insan faaliyetleri neticesinde, sera gazları atmosferde birikerek atmosferin kimyasal özelliklerini etkilemekte uzun vadede ise sera etkisi yüzünden küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olmaktadır (ÇOB, 2008). Yani iklim sistemi için önemli olan doğal etmenlerin başında sera etkisi gelmektedir diyebiliriz.

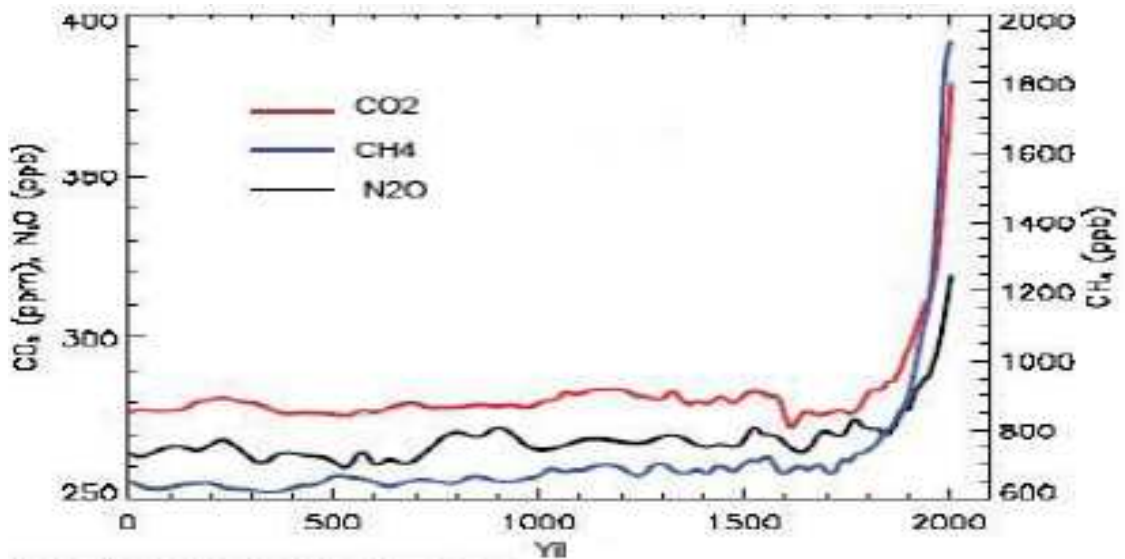
Bitki seraları kısa dalgalı güneş ışınımını geçirmekte, buna karşılık uzun dalgalı yer (termik) ışınımının büyük bölümünün kaçmasına engel olmaktadır. Sera içinde tutulan termik ışınım seranın ısınmasını sağlayarak, hassas ya da ticari değeri bulunan bitkiler için uygun bir yetişme ortamı oluşturmaktadır.

Atmosfer de benzer bir davranış sergilemektedir. Bulutsuz ve açık bir havada, kısa dalgalı güneş ışınımının önemli bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve orada emilir. Ancak, Yerküre'nin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir bölümü, uzaya kaçmadan önce atmosferin yukarı seviyelerinde bulunan eser gazlar (sera gazları) tarafından emilir ve sonra tekrar salınır. Doğal sera gazlarının en önemlileri, başta en büyük katkıyı sağlayan su buharı (H₂O) olmak üzere, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O) ve troposfer ile stratosferde (troposferin üzerindeki atmosfer bölümü) bulunan ozon (O₃) gazlarıdır. Ortalama koşullarda, uzaya kaçan uzun dalgalı yer ışınımı gelen Güneş ışınımı ile dengede olduğu için, Yerküre/atmosfer birleşik sistemi, sera gazlarının bulunmadığı bir ortamda olabileceğinden daha sıcak olacaktır. Atmosferdeki gazların gelen Güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle Yerküre'nin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç **sera etkisi** olarak adlandırılmaktadır Şekil 3.1'de sera etkisi şematik olarak gösterilmiştir (WHO, 1996'ya göre Türkeş ve arkadaşları, 1999).



Şekil 3.1 Sera etkisinin şematik gösterimi (WHO, 1996'ya göre Türkeş ve arkadaşları, 1999a).

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 4. Değerlendirme Raporuna göre; CO₂ konsantrasyonu; sanayi öncesi yaklaşık 280 ppm iken 2005 yılında 379 ppm düzeyine ulaşmıştır. Yıllık ortalama CO₂ artışına bakıldığında; 155 yılda (1850-2005 yılları arası) 0,65 ppm/yıl, son 10 yıldaki (1995-2005 yılları arası) artış ise 1.90 ppm/yıl olmuştur. Metan konsantrasyonu; sanayi öncesi (1850 yılı) yaklaşık 715 ppb iken 1990'lı yıllarda ortalama 1732 ppb, 2005 yılında ise 1774 ppb olmuştur. Diazot monoksit konsantrasyonu; sanayi öncesi (1850) yaklaşık 270 ppb iken 2005 yılında ise 319 ppb olmuştur (Şekil 3.2) (IPCC, 2007).



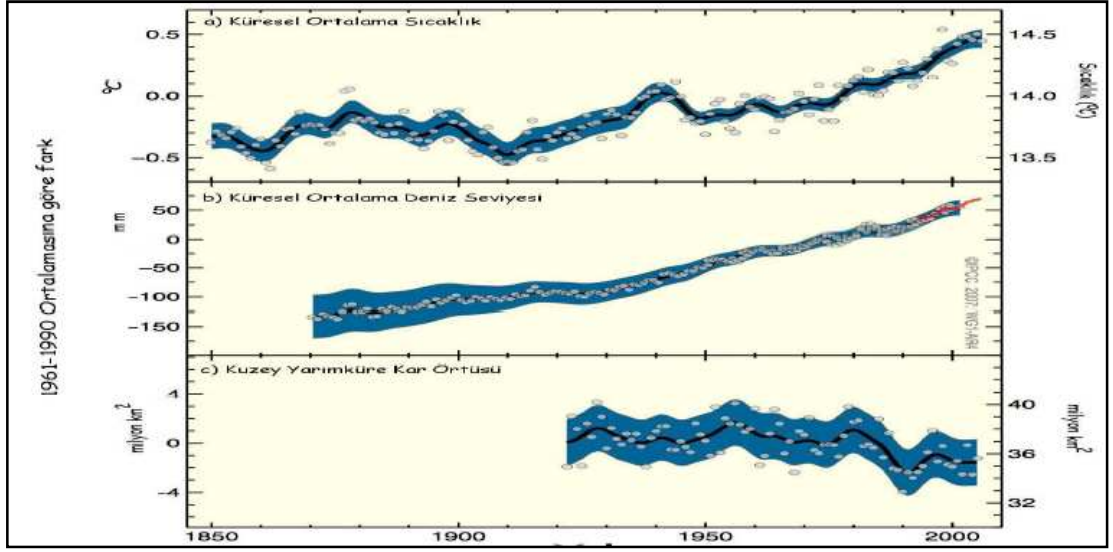
Şekil 3.2 Sera gazı emisyon konsantrasyonları (IPCC AR-4, 2007)

Sıcaklık artışına bakıldığında; 1906-2005 ortalama sıcaklık artışı 0,74 °C olmuştur. Ayrıca, 1995-2006 arası son 12 yılın 11 yılı, en sıcak yıllar olmuştur. Küresel deniz seviyesi ise yıllık ortalama artışına bakıldığında; 42 yılda (1961-2003 yılları arasında) 1,8 mm olmuş iken son 10 yılda (1993-2003 yılları arası) 3,1 mm olmuştur (IPCC, 2007).

3.2.1 Küresel İklimde Gözlenen Değişiklikler

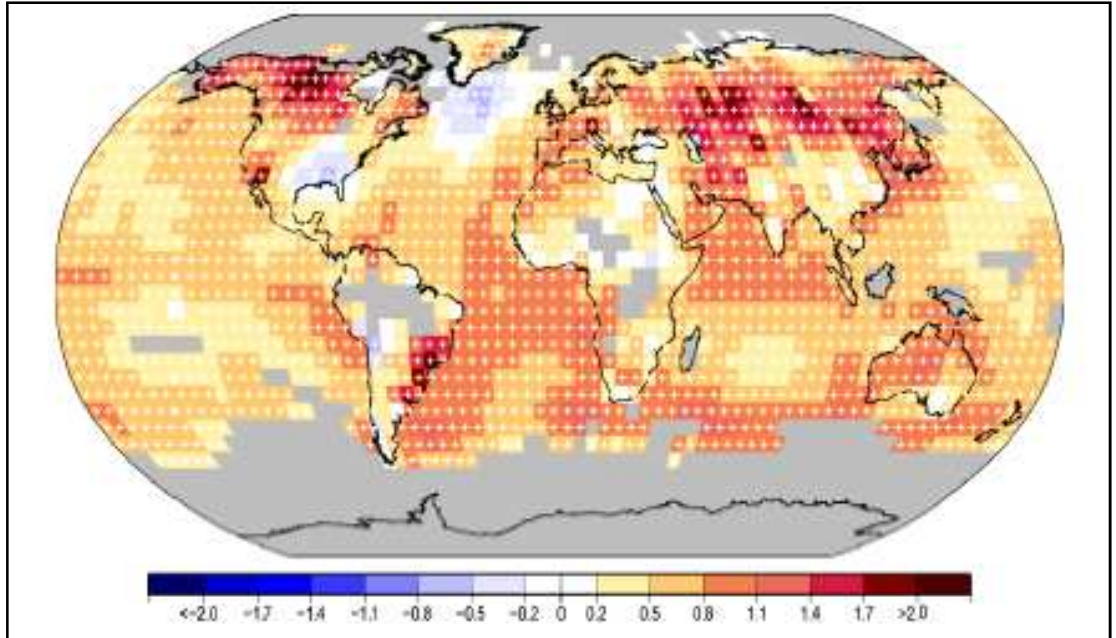
IPCC'nin 4. Değerlendirme Raporunda belirtildiği üzere, kıta, bölge ve okyanus havzaları ölçeğinde, iklimde pek çok uzun süreli değişiklik gözlenmiştir. Ortalama yüzey sıcaklıkları, buz ve kar örtüsü, yağış miktarları, okyanus tuzluluğu, rüzgar tipleri ile kuraklık, şiddetli yağış ve sıcak dalgaları gibi ekstrem olaylardaki yaygın değişiklikler aşağıda verilmektedir.

- Küresel ortalama yüzey sıcaklığı, son yüzyılda 0,74 °C yükselmiştir. 1850 yılından beri kaydedilen en yüksek sıcaklığa sahip yıllar son 12 yılda gerçekleşmiştir. 1998 yılında Yerküre'nin yüzeye yakın yıllık ortalama sıcaklığının normalden 0,57 °C ile en sıcak yıl (WMO,1999), 2005 yılı 0,485 °C anormali ile en sıcak ikinci yıl olmuştur. 1998 yılından önceki en sıcak yıl ise 1997 idi (WMO, 1998). Küresel ortalama sıcaklık, ortalama deniz seviyesi ve kuzey yarımküre kar örtüsünde gözlenen değişiklikler Şekil 3.3'te gösterilmektedir (IPCC, 2007).
- Küresel ortalama sıcaklıklarda olduğu gibi, kuzey ve güney yarımkürelerde de yıllık ve mevsimlik ortalama sıcaklıklar, son 20 yılda bundan önceki herhangi bir 20 yıllık dönemdekinden daha yüksek bir hızla artmıştır (Türkeş, 2000).
- 20 yüzyılın son bölümünde, birkaç ender La Nina olayı (tropikal orta ve doğu Pasifik'teki soğuk koşullar) dışında, çoğunlukla kuvvetli El Nino olayları (tropikal orta ve doğu Pasifik'teki sıcak koşullar) etkili olmuştur. Özellikle 1997 ve 1998 yıllarındaki rekor düzeydeki yüksek sıcaklıkların oluşmasında, 1997/98 kuvvetli El Nino olayının katkısının önemli olduğu kabul edilmektedir (Türkeş, 2000).



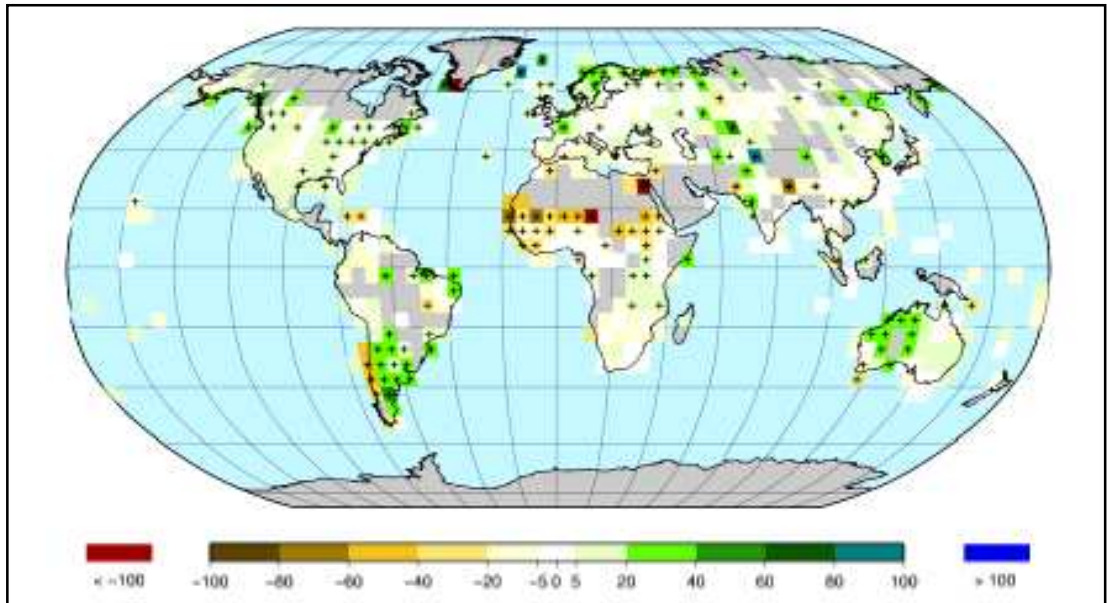
Şekil 3.3 Küresel ortalama sıcaklık, ortalama deniz seviyesi ve kuzey yarımküre kar örtüsünde gözlenen değişiklikler (Kaynak : IPCC, 2007)

- Son 50 yılda ekstrem sıcaklıklarda yaygın ölçekli değişiklikler görülmüştür. Soğuk günler, soğuk geceler ve don olaylarının daha az, buna karşılık, sıcak günler, sıcak geceler ve sıcak dalgalarının daha çok yaşandığı belirlenmiştir.



Şekil 3.4 1901-2005 dönemi yıllık sıcaklık doğrusal eğilim oranları (°C/Yüzyıl). İstatistiksel olarak anlamlı olanlar + işareti ile gösterilmektedir (Kaynak: IPCC, 2007).

- Yağışlar, genel olarak Kuzey Yarımküre'nin yüksek enlemlerindeki kara alanlarında, özellikle de soğuk mevsimde bir artış göstermiştir. Buna karşılık, 1960'lı yıllardan sonra Afrika'dan Endonezya'ya uzanan subtropikal ve tropikal kuşaklar üzerindeki yağışlarda ani bir azalma gözlenmiştir (IPCC, 2007).
- 1901–2005 yılları arasında gözlenen uzun süreli eğilimlere göre, Kuzey ve Güney Amerika'nın doğu bölümleri, kuzey Avrupa'da ve kuzey ve orta Asya'da yağışlarda önemli artışlar, Afrika'da Sahel, Akdeniz, güney Afrika ile güney Asya'nın bazı bölgelerinde yağışlarda önemli azalmalar olmuştur (IPCC, 2007).
- 1901-1999 döneminde, deniz seviyesi toplam 17 cm yükselmiştir (IPCC, 2007).
- Her iki yarımkürede dağlardaki buz ve kar örtüsü ortalamalarında azalmalar gözlenmiştir. Grönland ve Antarktika buz tabakalarında azalmalar belirlenmiştir ve bu azalma, büyük ihtimalle 1993-2003 arasındaki deniz seviyesi yükselmesinde etkili olmuştur (IPCC, 2007).
- Atmosferik su buharında gözlenen artış ve ısınma ile tutarlı olarak, karaların büyük bölümünde, kuvvetli yağışların sıklıklarında artış tespit edilmiştir (IPCC, 2007).



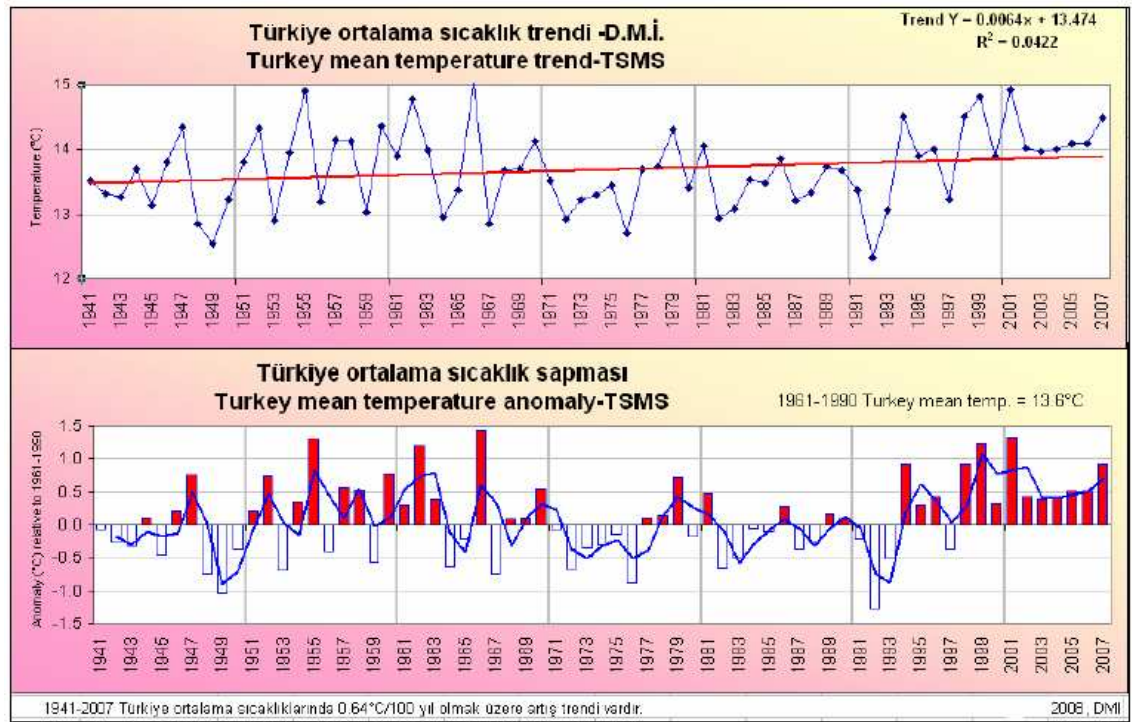
Şekil 3.5 1901 – 2005 dönemi yıllık yağış toplamlarındaki eğilimler (%/Yüzyıl). İstatistiksel olarak anlamlı olanlar + işareti ile gösterilmektedir (Kaynak: IPCC, 2007).

3.2.2 Türkiye İkliminde Gözlenen Değişiklikler

Subtropikal kuşakta ve özellikle Afrika'nın Sahel bölgesinde 1960'lı yıllarda başlayan şiddetli kuraklıklar, on binlerce insanın göç etmesine ve milyonlarca hayvanın ölümüne neden olmuştur. Subtropikal kuşak yağışlarındaki ani azalma, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır (Türkeş, 1996a).

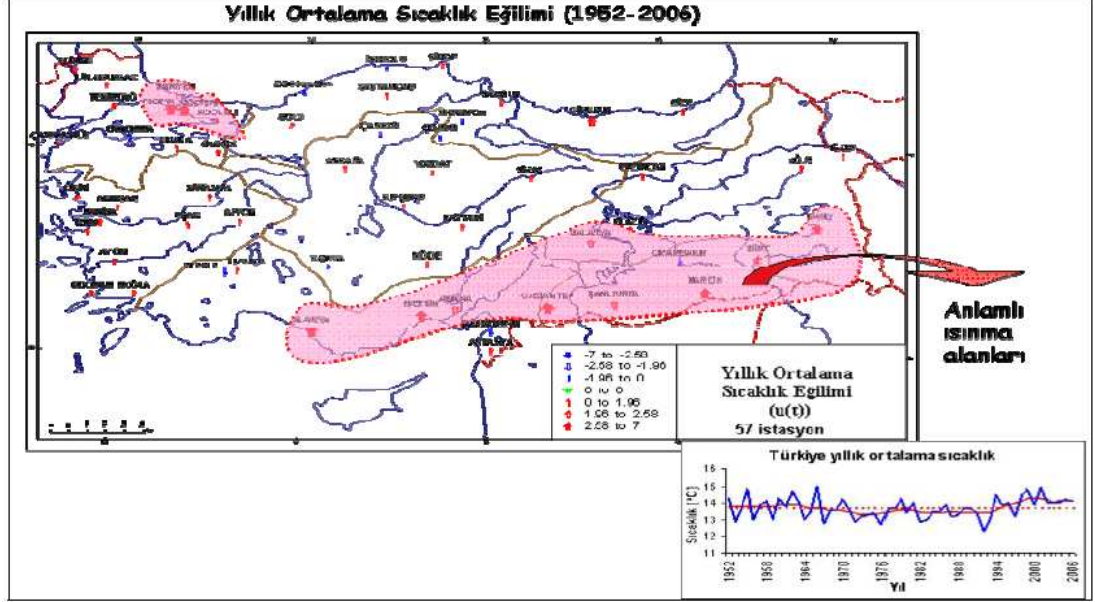
Türkiye'nin uzun süreli sıcaklık-yağış değişikliklerini ve eğilimlerini ortaya çıkarmak için DMI tarafından yapılan çalışmalar aşağıda verilmektedir.

Sıcaklıklar ele alındığında Türkiye'nin ortalama hava sıcaklıklarında, küresel sıcaklıklardaki değişimlere benzer olarak genel anlamda bir artış eğilimi söz konusudur. 1941-2007 arasında ortalama sıcaklıklarda $0,64^{\circ}\text{C}/100$ yıl artış trendi vardır (DMI, 2008). 1941-2007 dönemindeki ortalama sıcaklıklardaki bu değişim Şekil 3.6'da verilmektedir.



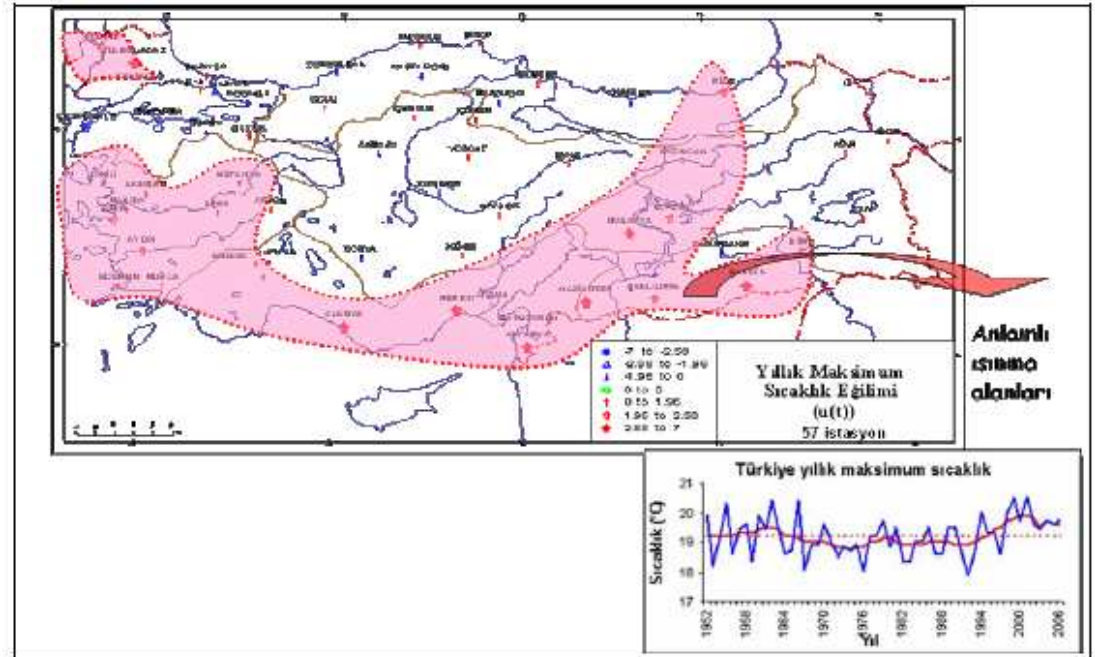
Şekil 3.6 Yıllık ortalama sıcaklıkta değişim (1941-2007) (Kaynak: DMI, 2008)

Ortalama sıcaklıklar Türkiye'nin güney-güney doğusunda ve büyük oranda şehirleşmenin yaşandığı bölgelerde (İstanbul, Kocaeli) anlamlı ısınma eğilimindedir (Şekil 3.7).



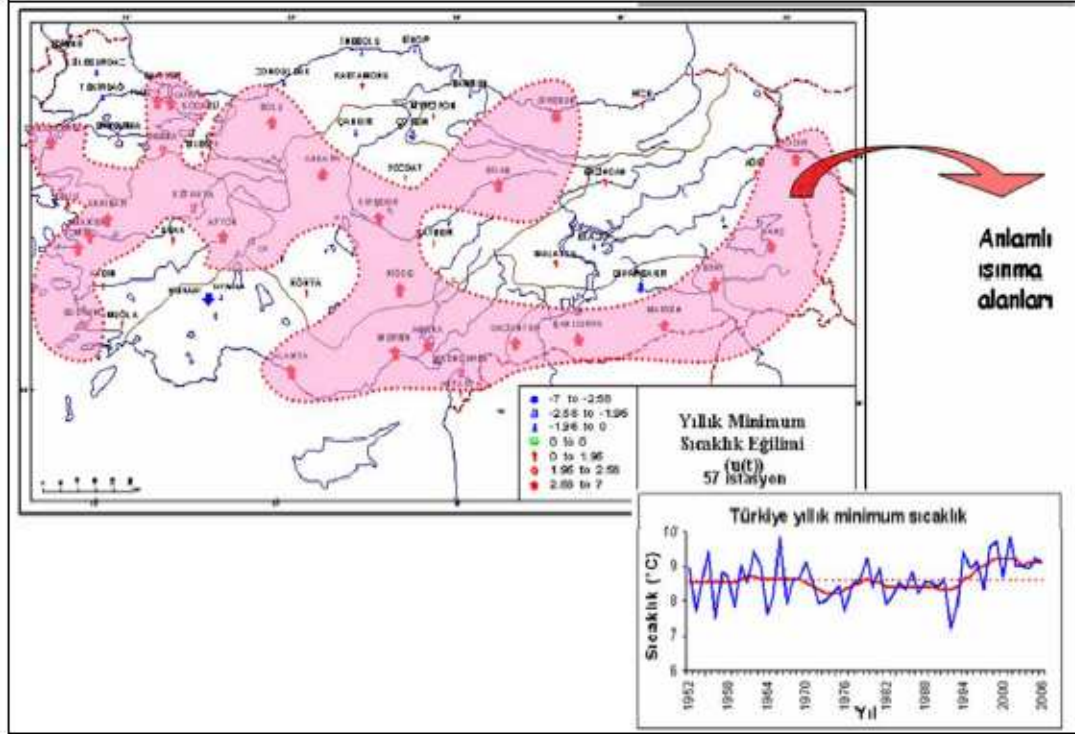
Şekil 3.7 Yıllık ortalama sıcaklık eğilimleri (1952-2006) (Kaynak: DMI, 2006)

Yıllık maksimum sıcaklık dizilerindeki değişimler genelde artış yönündedir. Güney, Batı, Doğu, Güneydoğu Anadolu'nun batı bölgelerinde anlamlı artma eğilimi hâkimdir (Şekil 3.8).



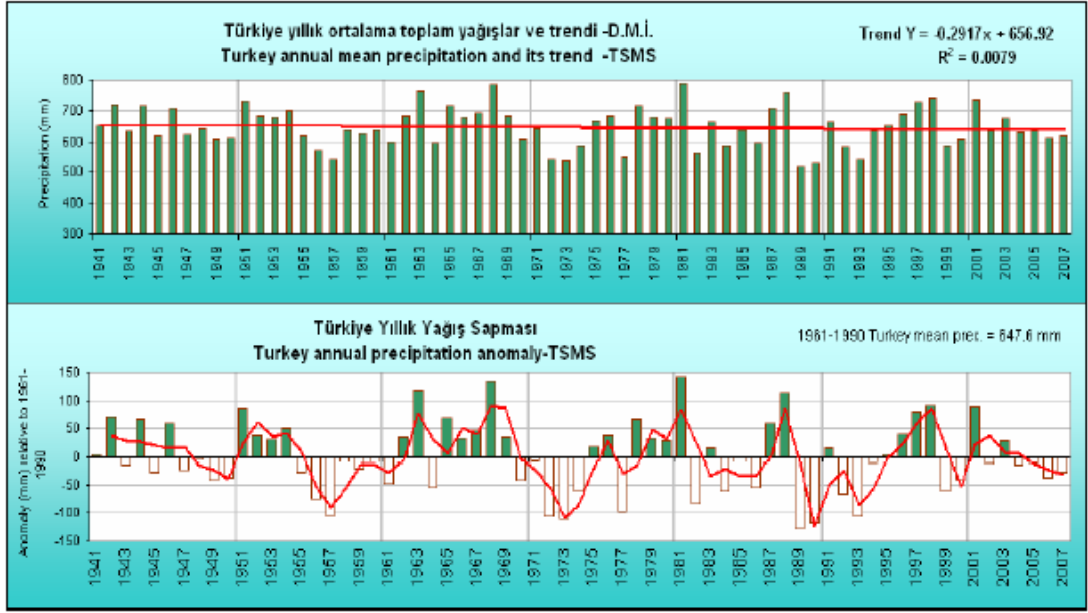
Şekil 3.8 Yıllık maksimum sıcaklık eğilimleri (1952-2006) (Kaynak: DMI, 2006)

Yıllık minimum sıcaklıklardaki değişimler, değerlendirilen 57 istasyonun %47'sinde anlamlı olmak üzere genel olarak artış eğilimindedir (Şekil 3.9).



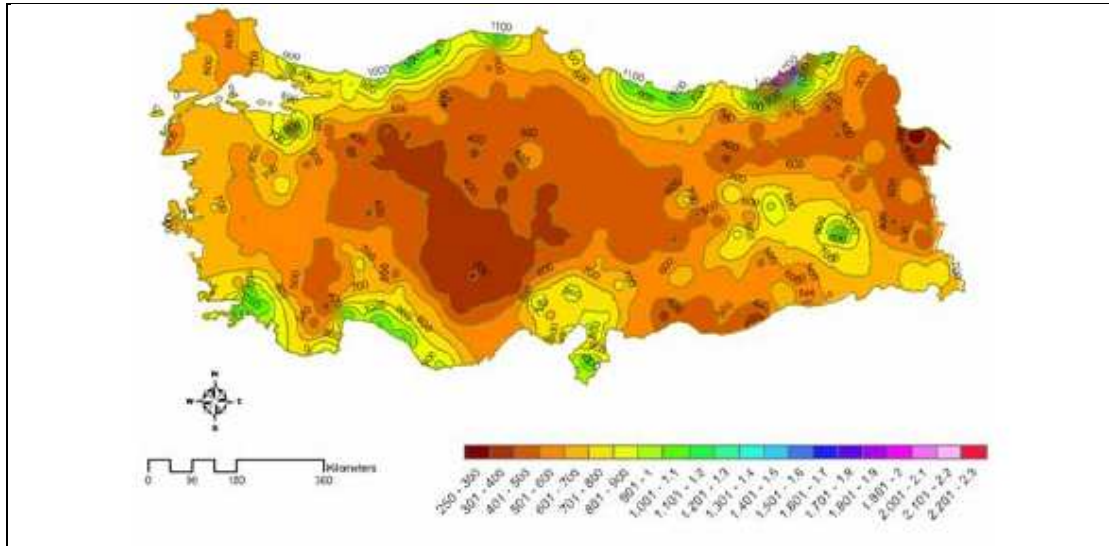
Şekil 3.9 Yıllık minimum sıcaklık eğilimleri (1952-2006) (Kaynak: DMI, 2006)

Yağışlar ele alındığında ise Türkiye'deki yağışlar alansal ve zamansal olarak büyük farklılık göstermektedir. Ayrıca, Türkiye yağışlarında mevsimsellik oldukça kuvvetlidir. Yıllık toplam yağışın, yaklaşık %40'ı kış, %27'si ilkbahar, %10'u yaz ve %24'ü sonbahar mevsiminde gerçekleşmektedir. Yer altı ve yer üstü su kaynakları için, kış ve bahar dönemlerindeki yağışın miktarı ve şekli oldukça önemlidir. 1941-2007 arasında ortalama yağışlarda 29 mm/100 yıl azalış trendi vardır. Türkiye genelinde, 1941-1970'da 658,5 mm olan yıllık yağış, 1971-2000'de 635,0 mm'ye düşmüş ve 1980-2006'da 627,2 mm olarak bir önceki döneme göre daha yüksek ama yine de bir önceki periyoda göre düşük miktarda gerçekleşmiştir (DMI, 2008). Şekil 3.10'da Türkiye'nin yıllık toplam yağışları ve trendi grafiksel olarak sunulmaktadır.



Şekil 3.10 Türkiye'nin yıllık toplam yağışları ve trendi (1941-2007) (Kaynak: DMI, 2008)

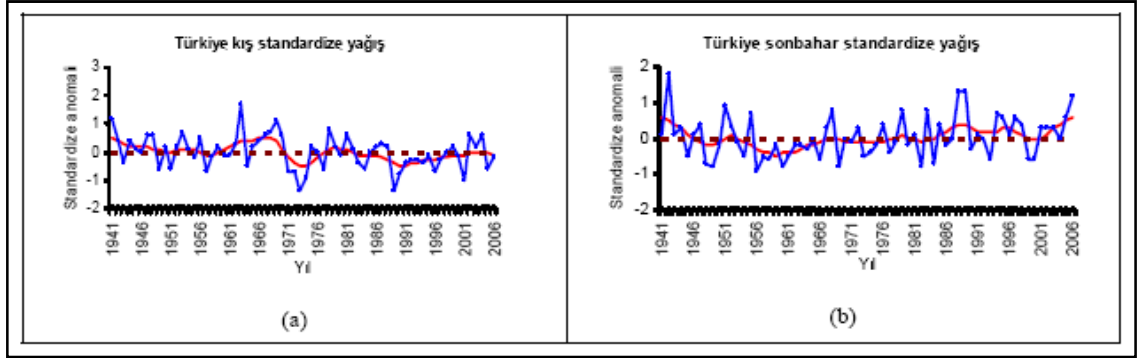
Şekil 3.11'de ise Türkiye'nin uzun yıllar yağış dağılımı verilmektedir. En çok yağış alan yerler denize yakın alanlardır. Buna karşılık iç ve doğu bölgelerde yağış miktarları azalmakta, 400 mm'nin altına düşmektedir (DMI, 2008).



Şekil 3.11 Türkiye'nin uzun yıllar yağış dağılımı (Kaynak: ÇOB, 2008)

Mevsimsel olarak incelendiğinde ise, yağışlardaki belirgin azalma eğilimleri özellikle kış mevsiminde görülmektedir. Buna karşılık, sonbahar yağışları artış eğilimi sergilemektedir (Şekil 3.12). Kış yağışlarında gözlenen azalma, bölgede

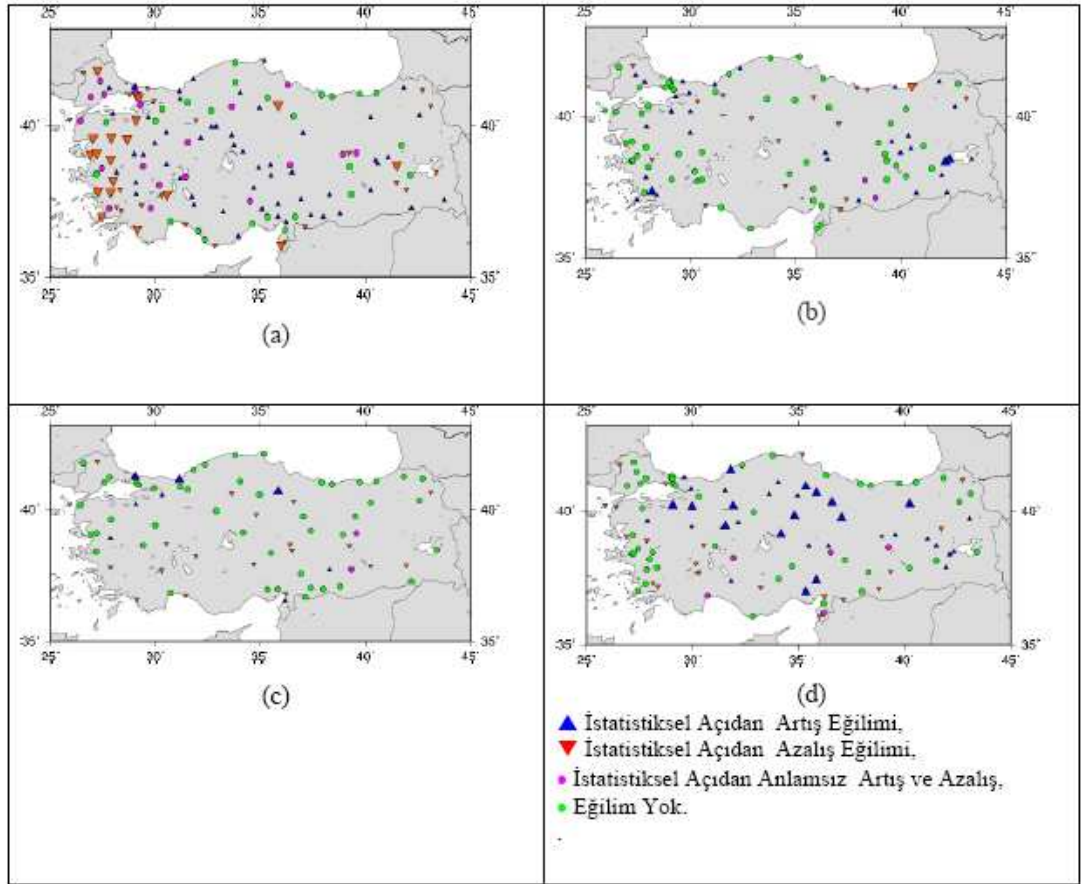
egemen olan cephesel orta enlem ve Akdeniz alçak basınçlarının sıklıklarında özellikle kışın gözlenen azalma ile yüksek basınç şartlarında gözlenen artışlarla bağlantılı olabilir (DMI, 2006).



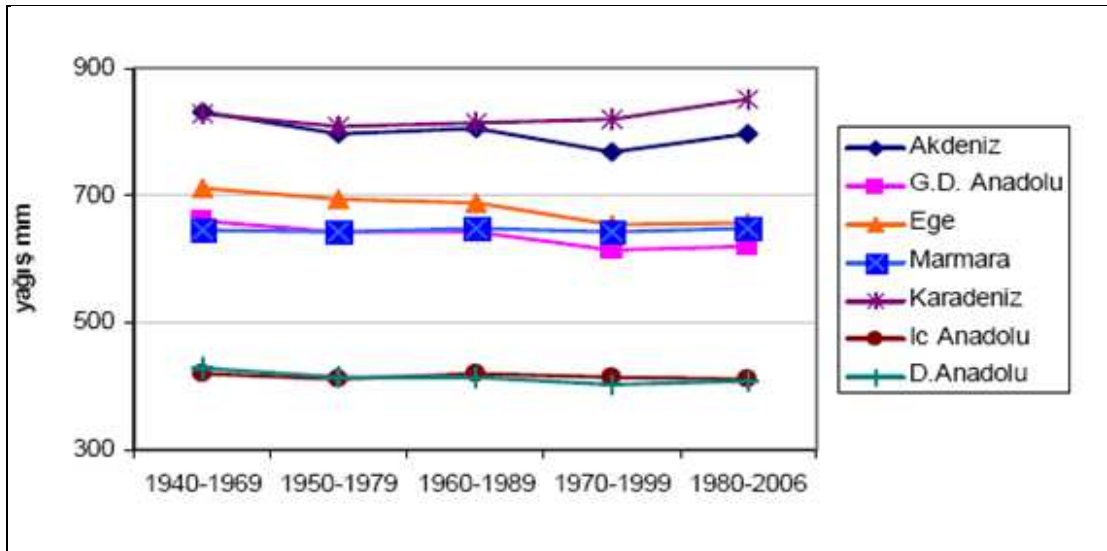
Şekil 3.12 Türkiye (a) Kış Mevsimi, (b) Sonbahar Mevsimi yağış dizilerindeki değişimler. Yatay kesikli çizgi (----) 1961-1990 dönemi ortalamalarını göstermektedir (Kaynak: ÇOB, 2008)

Coğrafi bölgeler açısından incelendiğinde ise, kış yağışlarında güney ve batı bölgelerinde anlamlı azalmalar ve sonbahar yağışlarında, İç Anadolu'nun kuzey kesimlerinde anlamlı artışlar gözlenmektedir. İlkbahar yağışlarında genel olarak anlamlı olmayan zayıf artış eğilimleri bulunmaktadır (Şekil 3.13) (ÇOB, 2007).

1940'dan 2006 yılına kadar her biri otuz yılı kapsayan ardışık beş iklim döneminde yıllık yağışların coğrafi bölgelere göre değişimi sonuçlarına göre (Şekil 3.14), Marmara, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da belirgin bir eğilim izlenmemektedir. Karadeniz'de artış; Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ise azalışlar söz konusudur. Değer olarak verilecek olursa, 1940-1969 döneminde 831,1 mm olan Akdeniz Bölgesi'nin 30 yıllık yağış ortalaması, 1980-2006 döneminde 795,9 mm'ye; Ege Bölgesi'nin aynı dönemdeki 712,3 mm olan yıllık yağışı, 1980-2006'da 655,9 mm'ye ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ise aynı dönemler için yıllık yağışları 661,2 mm'den 619,6 mm'ye düşmüştür (ÇOB, 2008).



Şekil 3.13 1951-2004 Dönemi İçin Mevsimsel Yağış Eğilimleri. (a) Kış, (b) İlkbahar, (c) Yaz, (d) Sonbahar. (Kaynak: 1. Ulusal İklim Değişikliği Bildirimi, 2007).



Şekil 3.14 Coğrafi bölgelere göre Türkiye'de yağışların 30 yıllık ardışık dağılımı (Kaynak: ÇOB, 2008)

Türkiye'nin yağış dizilerindeki değişiklik ve eğilimlerle ilgili yukarıda verilen uzun süreli mevsimlik sonuçlar, sonbahar mevsiminde bazı bölgelerde düşük artışlarla birlikte, Türkiye'nin büyük bölümünde özellikle kış yağışlarında önemli azalmalar olduğunu ortaya koymaktadır. Bölgesel değerlendirmeler ise, Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yağışlarda azalmayı işaret etmektedir.

Türkiye'nin bir Akdeniz ülkesi olması ve geçiş kuşağında yer alması ülkemizi iklim değişikliği açısından riskli ülkeler arasına sokmaktadır. Türkiye ikliminde uzun süreli gözlenen yaz ortalama sıcaklıklarında özellikle batı bölgelerde artışlar, minimum sıcaklıklardaki anlamlı ve yaygın ısınma eğilimleri, kış mevsiminde en belirgin olan yağışlardaki önemli azalma eğilimleri, yağış yetersizliğine bağlı yaygın ve şiddetli meteorolojik kuraklıklar ve muhtemel değişiklikler ile arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişiklikler, hızlı nüfus artışı ve şehirleşme gibi diğer tesirler birlikte dikkate alınarak Türkiye'nin iklim değişikliğine ve onun potansiyel etkilerine karşı çok hassas olduğu söylenebilir (ÇOB, 2008).

Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10.000 m^3 su potansiyeline sahip olması gerekir. Su potansiyeli 1.000 m^3 'den az olan ülkeler "Su Fakiri" kabul edilmektedir. Kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli 3.690 m^3 olan ülkemiz, dünya ortalaması olan 7.600 m^3 'ün oldukça altında olmasından dolayı su fakiri olmamakla birlikte **su kısıdı** bulunan ülkeler arasındadır. Kişi başına düşen kullanılabilir su miktarımız ise 1.735 m^3 'dür. Devlet İstatistik Enstitüsü, 2025 yılına kadar ülkemiz nüfusunun 80 milyona varacağını tahmin etmektedir. Bu durumda kişi başına düşecek kullanılabilir su miktarımız 1.300 m^3 'e düşecektir. Fakat bu süre içerisinde su potansiyelinde azalma meydana gelmemesi gerekmektedir. Bu nedenlerle, iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkacak su potansiyellerindeki azalışlar ülkemizi su fakirliğine doğru sürükleyecektir.

BÖLÜM DÖRT YÖNTEM

4.1 Genel

Sunulan çalışmada, IPCC-AR4'de irdelenen küresel emisyon senaryoları ve bu senaryolar altında çalışan HadCM3 iklim modelinin 2010-2099 dönemindeki Ege bölgesi ve kıyı kesimine ilişkin yağış ve sıcaklık değişim tahminlerini belirlemek ve bu değişimlerden yöredeki yağış-akış ilişkisinin; dolayısıyla mevcut baraj haznelerinin performanslarının ne ölçüde etkileneceğini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda çalışmada sırasıyla, aşağıda ana başlıklar halinde verilen işlemler gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler;

Verilerin Analizleri

- Proje Bölgesine ait yağış, sıcaklık, akış gibi gözlenmiş hidrometeorolojik verilerin derlenmesi ve verilerin istatistiksel analizleri.
- HadCM3 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 model sonuçlarının temin edilmesi ve istatistiksel analizleri
- NCEP/NCAR Re-Analiz verilerinin temin edilmesi ve istatistiksel analizleri

Ölçek İndirgeme

- NCEP/NCAR Re-Analiz - HadCM3 20C3M verilerinin karşılaştırılması
- NCEP-NCAR Re-Analiz verileriyle proje sahası alansal ortalama yağış ve sıcaklık değerleri arasındaki çoklu regresyon ilişkilerinin kurulması
- NCEP-NCAR Re-Analiz verileriyle proje sahası alansal ortalama yağış ve sıcaklık değerleri arasında kurulan YSA ile Ölçek İndirgeme ağının belirlenmesi
- Belirlenen Ölçek İndirgeme Algoritması ile HadCM3 senaryo sonuçlarının havza ölçeğine taşınması

Aylık Yağış-Akış Modeli ile Senaryo Akımların Belirlenmesi

- Tahtalı ve Gördes Baraj havzası aylık yağış-akış modelinin kurulması
- Modelin gözlenmiş verilerle kalibrasyonu ve verifikasyonu.
- Kurulan aylık yağış-akış modeli ile HadCM3 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 senaryolarına ait akımların türetilmesi

Hazne İşletme Analizleri

- Tahtalı ve Gördes baraj haznelerinin gözlenmiş akımlarla işletilmesi ve arz güvenilirliklerinin bulunması.
- Tahtalı ve Gördes baraj haznelerinin 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 senaryolarına ait akımlarla işletilmesi ve arz güvenilirliklerinin bulunması.

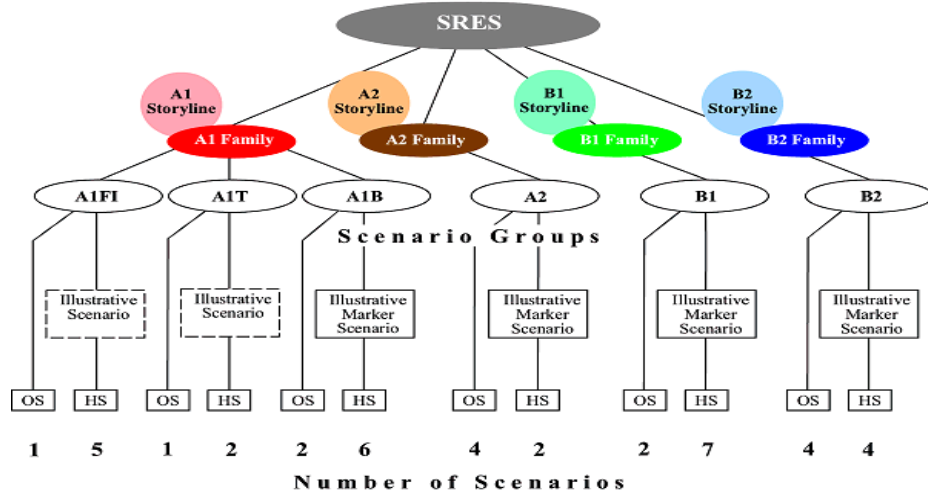
Aşağıdaki bölümlerde her işlem aşamasında kullanılan yöntemler detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

4.2 Seçilen İklim Senaryoları ve HadCM3 Modeli

Sunulan çalışmada iklim değişikliği senaryoları olarak, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tarafından hazırlanan 4 değerlendirme raporundan (FAR, SAR, TAR ve AR4) sonucusu olan ve 2007 yılında tamamlanan IPCC-AR4 (Fourth Assessment Report)'de öngörülen iklim senaryolarından 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryoları esas alınmıştır. Bu senaryolar temelde 21. Yüzyıla ait nüfus ve ekonomik aktivite öngörülerine dayanmakta olup, IPCC tarafından Emisyon Senaryoları Özel Raporu'nda (SRES) yayımlanmıştır (IPCC SRES - Special Report on Emissions Scenarios, Nakićenović and Swart, 2000).

Tüm SRES senaryolarında, gelecek için sera gazı emisyonları hesaplanırken, nüfus artışı, enerji kullanımı, ekonomiler, teknolojik gelişmeler, tarım ve arazi kullanımındaki değişimler için farklı kabuller yapılmış ve temelde dört ana senaryo ailesi (A1, A2, B1, B2) oluşturulmuştur. Bu senaryolar da kendi içlerinde alt

senaryolara ayrıştırılarak 40 kadar alt senaryo üretilmiştir (Şekil 4.1) (ÇOB, 2008). Bu dört ana senaryo ailesi ve detayları aşağıda özetlenmektedir.



Şekil 4.1 Dört ana hikaye çizgisi ve senaryo grupları (Kaynak: IPCC, 2007)

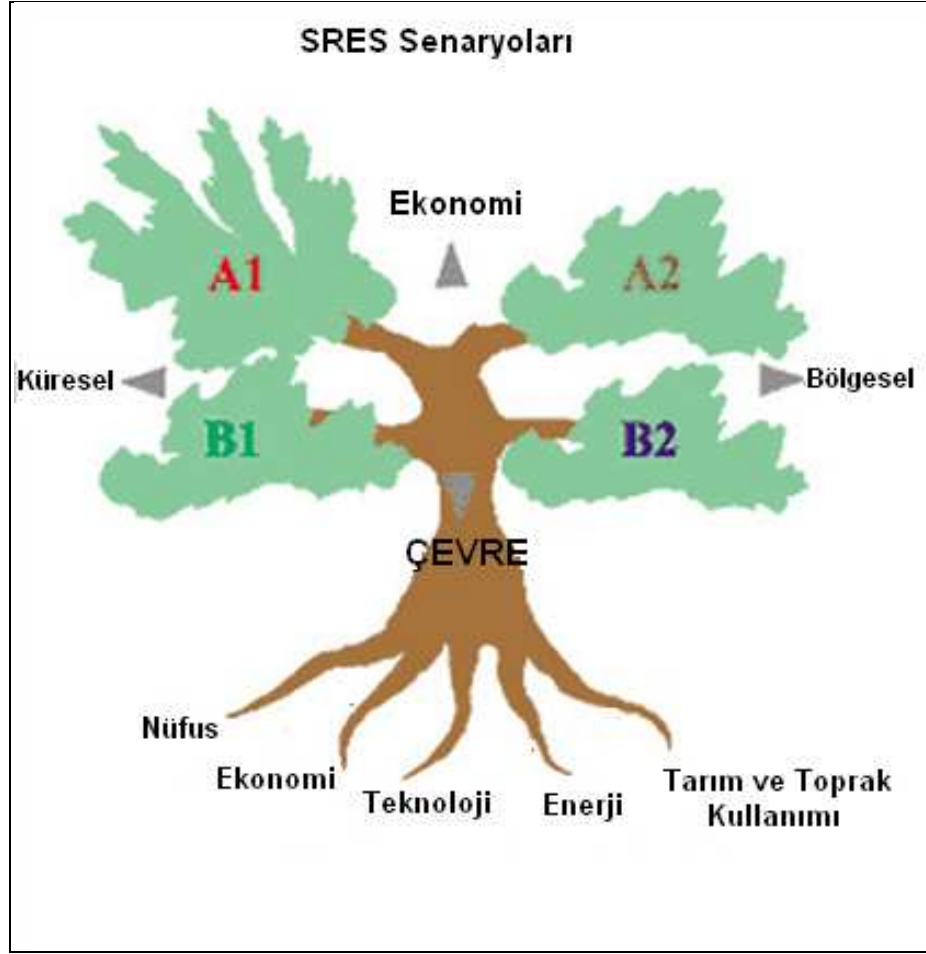
A1 senaryo grubu, gelecekte çok hızlı bir ekonomik büyümenin, yüzyılın ortalarında zirveye ulaşan ve sonrasında azalan küresel nüfusun, yeni ve daha etkili teknolojilerin hızlı bir şekilde giriş yaptığı bir dünyayı tasvir etmektedir. Başlıca temel konular, bölgeler arasındaki yakınlaşma, kapasite gelişimi ve artan kültürel - sosyal etkileşimler ile kişi başına düşen gelirlerde bölgesel farklılıklardaki azalışlardır. A1 senaryo grubu ayrıca, enerji sisteminde teknolojik değişikliklerin alternatiflerini açıklayan üç gruba ayrılmaktadır. Söz konusu üç A1 grubu, ön plana aldıkları teknolojik konuya göre birbirlerinden ayrılırlar. Bunlar, fosil yoğunluğu açısından teknolojiyi ön plana alan **A1FI** senaryosu, fosil olmayan enerji kaynaklarını ön plana alan **A1T** senaryosu ve bütün kaynaklar arasında dengeyi öngören **A1B** senaryosudur. A1B senaryosunda, dengeden kastedilen, tüm enerji arzına ve nihai kullanım teknolojilerine benzer gelişim oranlarının uygulanmış olması, bir başka deyişle tek bir enerji kaynağı yerine farklı ve eş yoğunluklu enerji kaynaklarının kullanılmasıdır (IPCC, 2007).

A2 senaryo grubu ise oldukça heterojen bir dünya tanımlamaktadır. Temel konular, kendi kendine yetebilme ve yerel kimliklerin korunmasıdır. Bölgeler arası

çoğalma şemaları birbirlerine çok yavaş yaklaşmakta, bu da sürekli artan nüfusu doğurmaktadır. Ekonomik gelişmenin bölgesel karakterinin (zengin ve fakir ülkeler arasındaki eşitsizliğin) devam ettiği ve küresel ısınma - çevresel değişim konularında mücadele için herhangi bir özel tedbirin alınmadığı bir hikâye üzerine kurulmuştur. Ekonomik büyüme ile teknolojiye değişiklikler ise, diğer senaryolara göre daha yavaş işlemektedir (IPCC, 2007).

B1 senaryo grubunda ise A2’de vurgulanan bölgeselliğin aksine küreselleşme ön plana çıkarılmıştır. A1 öykü çizgisindeki benzer olarak çağın ortasında zirveye ulaşan ve sonrasında azalan ve yakınsayan bir dünya tanımlarken ekonomik yapıda hizmet ve bilgi ekonomisinde hızlı değişimleri öngörür. Aynı zamanda madde yoğunluğunda azalmalar, temiz ve verimli kaynağı olan teknolojiler kullanılır. Burada etki, ekonomik, sosyal ve çevre sürdürülebilirliği üzerine olup; eşitliğin iyileştirilmesi olmasına karşın ilave iklim özendiriciliği yoktur (IPCC, 2007).

Diğer senaryolara göre daha az sıklıkta kullanılan **B2** senaryo grubu ise, ekonomik, sosyal ve çevresel koşulların sürdürülmesine yerel çözümler getiren bir dünyayı tarif etmektedir. Tarif edilen dünya, nüfusu A2 senaryosuna kıyasla daha düşük olsa da artan bir nüfusu öngörmektedir. Ekonomik gelişme orta düzeyde olup, B1 ve A1 olaylar dizilerine kıyasla daha yavaş ama daha çeşitli teknolojik değişiklikler beklenmektedir. Bu senaryo, çevre koruma ve sosyal eşitlik konularını vurguluyor olsa da yerel ve bölgesel çözümler üzerinde odaklanmaktadır (IPCC, 2007). Bu dört ana senaryo ailesi ve özelliklerinin Şekil 4.2’de şematik bir gösterimi verilmektedir (Kaynak: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/ddc/sres/>).



Şekil 4.2 Dört ana hikaye çizgisinin şematik gösterimi

Bu senaryolarda gelecek için sera gazı emisyonları hesaplanırken kullanılan demografik gelişim, sosyo-ekonomik gelişim ve teknolojik değişim öngörülleri Tablo 4.1’de verilmektedir.

Tablo 4.1 IPCC Senaryolarının Nüfus ve Ekonomi Kabulleri

Senaryo	Nüfus (Milyar Kişi)		Dünya yıllık GSIH (Trilyon ABD Doları)	
	2050	2100	2050	2100
A1	8.7	7.1	164	525
A2	11.3	15	82	243
B1	8.7	7	136	328
B2	9.3	10.4	110	235

Kaynak: IPCC Climate Change 2007

Tablo 4.2’de ise, sözü edilen dört ana senaryoya göre atmosfere salınacak karbondioksit miktarının yıllık değişim tahminleri gösterilmektedir. Senaryolardan A1 ve B1 dünya ekonomisinde küresel ticaretin dominant rol oynadığını öngörürken A2 ve B2 senaryoları daha düşük düzeyde bir globalleşme öngörmektedir. A2 senaryosunda küresel nüfusun 2100 yılında 15 milyar kişiye ulaşacağı tahmin edilirken B2 senaryosunda 10.4 milyar kişi öngörülmüştür. A1 ve B1 senaryolarıyla ise küresel nüfusun 2100 yılında sırasıyla 7.1 ve 7 milyar kişi olacağı öngörülmüştür (IPCC, 2007).

Tablo 4.2 IPCC Senaryolarının CO₂ Salım Tahminleri

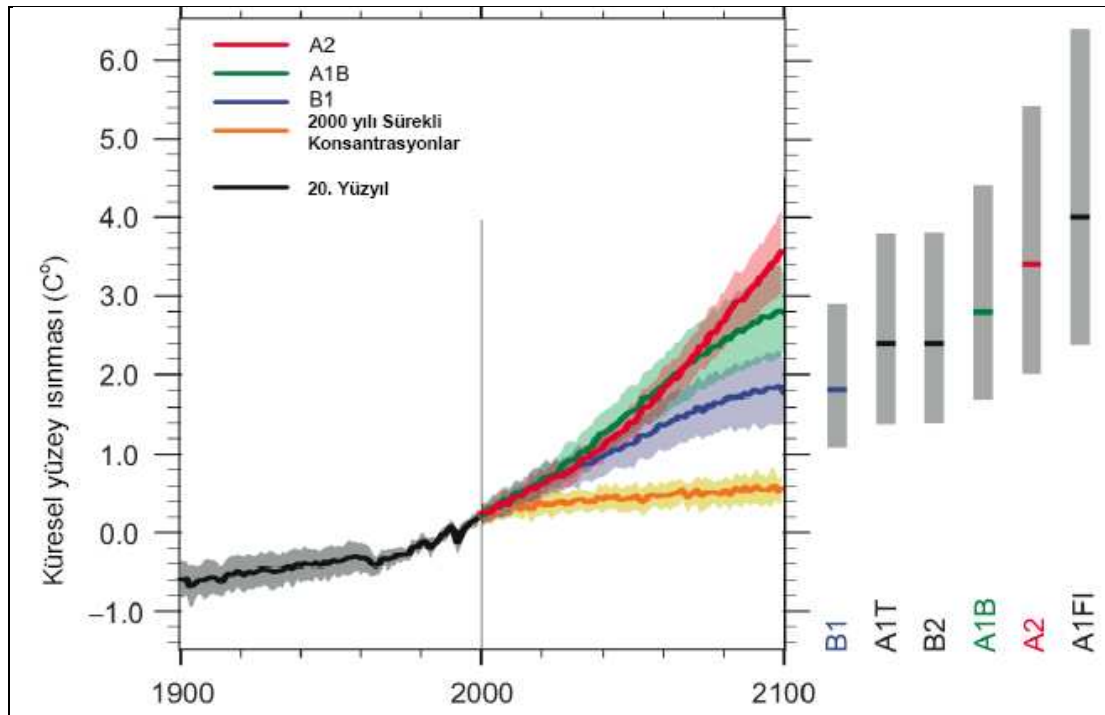
Senaryo		Fosil Kaynaklı CO ₂ (Milyar ton/ yıl)			Arazi Kaynaklı CO ₂ (Milyar ton/ yıl)			Kümülatif CO ₂ (Milyar ton/ yıl)
		1990	2050	2100	1990	2050	2100	1990-2100
A1	A1FI	6	23.1	30.3	1.1	0.8	-2.1	2189
	A1B	6	16.0	13.1	1.1	0.4	0.4	1499
	A1T	6	12.3	4.3	1.1	0.0	0.0	1068
A2		6	16.5	28.9	1.1	0.9	0.2	1862
B1		6	11.7	5.2	1.1	-0.4	-1.0	983
B2		6	11.2	13.8	1.1	-0.2	-0.5	1164

Kaynak: IPCC Climate Change 2007

Söz konusu bu nüfus ve ekonomik aktivitelerinin sera gazları emisyonlarındaki etkileri tahmin edilmiş ve geleceğe yönelik küresel sıcaklık ve deniz seviyelerindeki değişimler tahmin edilmiştir (Küresel Atmosfer-Okyanus Sirkülasyon Model Tahminleri) (IPCC,2007). Bu değişimler, senaryolara göre Tablo 4.3’te ve Şekil 4.3’te sunulmaktadır (Kaynak: IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report, Bernstein L, vd., 2007).

Tablo 4.3 21. YY Küresel sıcaklık ve deniz seviyelerindeki artış öngörülürü.

		1980-1999 Dönemine Göre Değişen Küresel Sıcaklık (°C)		1980-1999 Dönemine Göre Değişen Ortalama Deniz Seviyesi (m)
Senaryolar		Ort. Tahmin	Olası Aralık	Olası Aralık
A1	A1T	2.4	1.4 - 3.8	0.20 - 0.45
	A1B	2.8	1.7 - 4.4	0.21 - 0.48
	A1FI	4.0	2.4 - 6.4	0.26 - 0.59
B1		1.8	1.1 - 2.9	0.18 - 0.38
A2		3.4	2.0 - 5.4	0.23 - 0.51
B2		2.4	1.4 - 3.8	0.20 - 0.43



Şekil 4.3 Altı SRES marker senaryosu için küresel yüzey ısınması değişim öngörülürü ve değerlendirilen aralıklar

Tablo 4.3'te verilen küresel sıcaklık ve deniz seviyelerindeki değişim senaryolarına göre çalıştırılan küresel iklim modelleri, yeryüzündeki atmosferik parametrelerdeki değişimleri 125-250 km çözünürlükle tahmin etmektedirler. AR4 kapsamında 23 farklı iklim modeli 2100 yılına kadar çalıştırılmış ve model sonuçları senaryolara göre yayınlanmıştır (IPCC,2007). Ayrıca AR-4 raporunda günümüz koşullarındaki emisyonların etkisini görebilmek amacıyla **20C3M** adında günümüzü

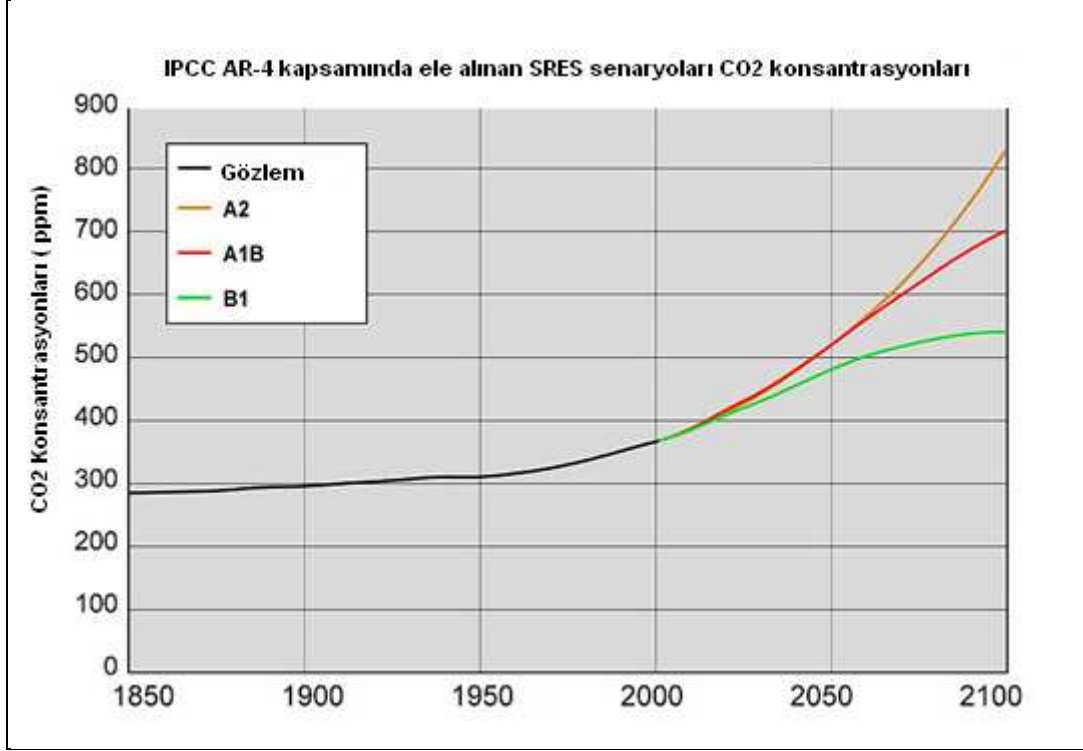
temsil eden bir senaryo da türetilmiştir. AR-4 kapsamında yayınlanan modeller ve senaryo isimleri Tablo 4.4'te sunulmaktadır.

Tablo 4.4 AR-4 Kapsamında Çalıştırılan 23 İklim Modelinin ve Belirlenen Senaryoların İsimleri

Modeller	Senaryolar
BCC-CM1	
BCCR:BCM2	
CCCMA:CGCM3_1-T47	
CCCMA:CGCM3_1-T63	
CNRM:CM3	
CONS:ECHO-G	
CSIRO:MK3	
GFDL:CM2	
GFDL:CM2_1	1PTO2X
INM:CM3	1PTO4X
IPSL:CM4	20C3M
LASG:FGOALS-G1_0	COMMIT
MPIM:ECHAM5	PICTL
MRI:CGCM2_3_2	SRES-A1B
NASA:GISS-AOM	SRES-A2
NASA:GISS-EH	SRES-B1
NASA:GISS-ER	
NCAR:CCSM3	
NCAR:PCM	
NIES:MIROC3_2-HI	
NIES:MIROC3_2-MED	
UKMO:HADCM3	
UKMO:HADGEM1	

Sunulan çalışmada bu 23 modelden, uluslararası çalışmalarda en çok atıf alan **HadCM3** modelinin çıktıları esas alınmıştır. HadCM3 modeli, 1998 yılında İngiliz Meteoroloji Ofisi Hadley Merkezi'nde geliştirilmiş Atmosfer-Okyanus Küresel Sirkülasyon Modelidir. Model $2.5^\circ \times 3.75^\circ$ (enlem x boylam) alan çözünürlüğüne sahiptir (Gordon ve ark., 2000; Pope ve ark., 2000).

Tez kapsamında WDCC (World Data Center for Climate)'nin ilgili merkezine kayıt yaptırılmış, modelin günümüz şartlarını temsil eden, 1950-1999 yıllarını kapsayan 20C3M ve 2010-2100 dönemini kapsayan A1B, A2 ve B1 iklim senaryolarına ilişkin sonuçlarına elektronik ortamdan erişilmiştir. Bunlardan A1B senaryosunda 2100 yılında atmosferik CO₂ konsantrasyonu 720 ppm'e ulaşırken, A2 senaryosunda 2100 yılındaki atmosferik CO₂ konsantrasyonu 850 ppm ve B1 senaryosunda 2100 yılındaki atmosferik CO₂ konsantrasyonu ise 550 ppm olarak kabul edilmektedir (IPCC, 2007). Senaryolara ait CO₂ salım tahminleri Şekil 4.4 'te gösterilmektedir (Herhangi bir karışımda toplam madde miktarının milyonda 1 birimlik maddesine 1 ppm denir).



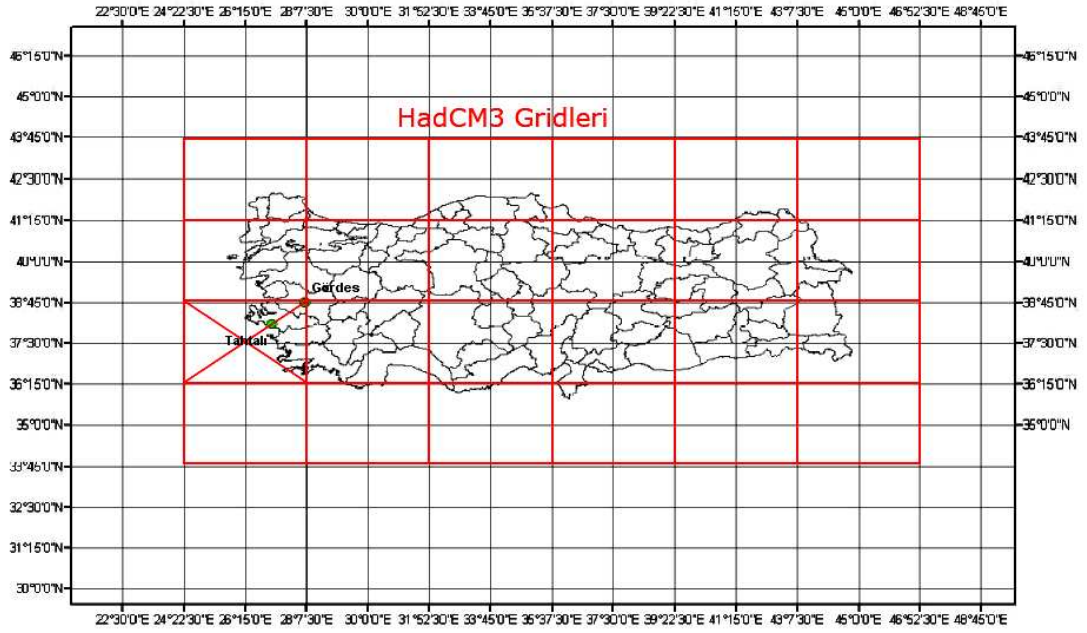
Şekil 4.4 SRES Atmosferik AR-4 CO₂ Konsantrasyonları (ppm)

Kaynak: http://www.dkrz.de/dkrz/science/IPCC_AR4

HadCM3 model sonuçlarına ilişkin veriler; hava sıcaklığı yağış, rölatif nem, spesifik nem, deniz seviyesindeki atmosfer basıncı ve geopotansiyel yükseklik değerleri gibi pek çok atmosferik parametreden oluşmaktadır. Bu parametreler ve HadCM3 modelinin tez kapsamında ele alınan uygulama bölgesi ile ilgili detayları 4.3 bölümünde sunulmaktadır.

4.3 HadCM3 Modeline Ait Atmosferik Veriler ve NCEP/NCAR Re-Analiz Verileri

HadCM3 iklim modelinin gerek 1950-1999 yılları arasındaki dönemi (20c3m senaryosu) gerekse SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 iklim senaryolarına ilişkin 2010-2099 yılları arasındaki projeksiyon sonuçları 2.5°x3.75° gridler halinde WDC'den temin edilmiştir. Çalışma alanına giren HADCM3 gridleri ve kapsadığı alanlar Şekil 4.5 'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. HadCM3 gridleri ve çalışma bölgesindeki kapsama alanları

Şekil 4.5'te X ile gösterilen grid, uygulama sahasını temsil eden HadCM3 gridi olarak dikkate alınmıştır. Bu gridin koordinatları Tablo 4.5'te verilmektedir.

Tablo 4.5 HadCM3 proje gridi ve koordinatları

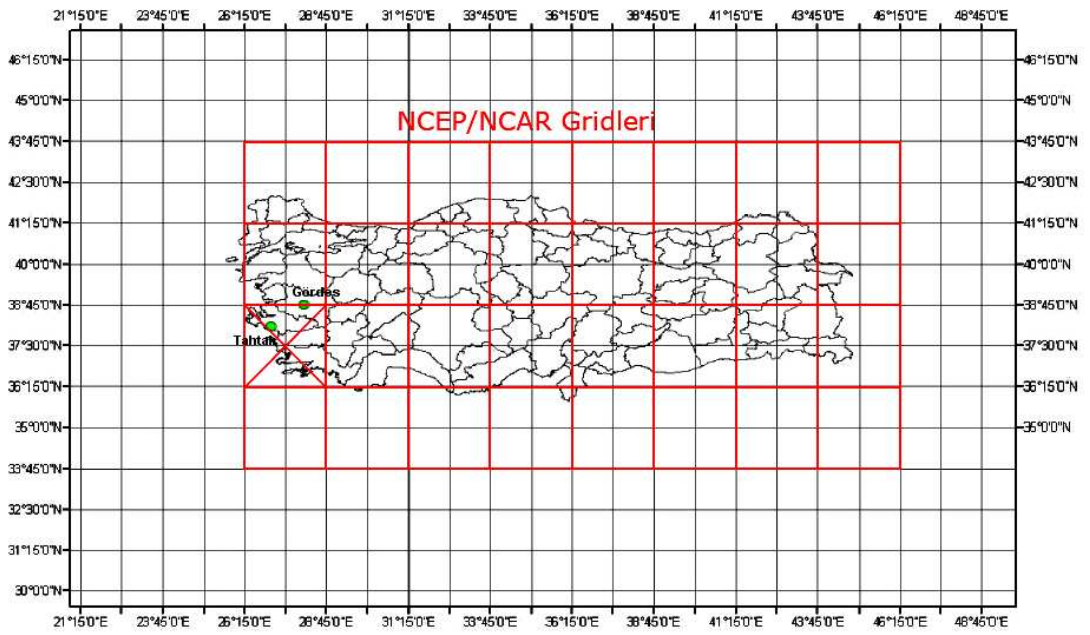
	BOYLAM (derece)	ENLEM (derece)
Proje Gridi	26.25	37.50

HadCM3 modeli sonuçlarının çalışma bölgesine uygunluğunu test etmek ve bölgesel atmosferik parametrelerle istasyonların yağış ve sıcaklık değerleri arasında ilişkiler kurabilmek için bölgenin gözlenmiş atmosferik parametrelerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla, meteoroloji uyduları ve küresel kara gözlem ağından elde edilen $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ grid çözünürlüğüne sahip NCEP (National Centers for Environmental Prediction) re-analiz adı verilen verilerden yararlanılmıştır.

NCEP/NCAR kuruluşları, atmosfer çalışmaları ve iklim olaylarının anlaşılması için 1948 yılından günümüze küresel atmosfer analizlerini içeren veri setlerini oluşturmakta ve kullanıma sunmaktadırlar. Bu küresel iklim veri seti birçok ülkenin ulusal arşivleri, meteoroloji gözlem istasyonları, gemi ve uçak gözlemleri, uydu verileri ve hava tahmin modelleri kullanılarak spectral istatistiksel interpolasyon

yöntemi ile 210 km çözünürlüklü olarak hazırlanmış, bu veri seti NCEP/NCAR re-analiz (yeniden analiz) iklim verileri olarak adlandırılmıştır (Kalnay ve ark. ,1996).

Tez kapsamında kullanılan NCEP/NCAR yeniden analiz verilerine Ulusal Okyanus ve Atmosferik Teşkilatı (NOAA)'nın resmi sitesinden erişilmiştir (<http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>). Tez çalışmasında ele alınan NCEP/NCAR re-analiz gridleri ve çalışma bölgesindeki kapsama alanları Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6 NCEP gridleri ve çalışma bölgesindeki kapsama alanları

Şekil 4.6'daki X gridi proje alanını temsil eden NCEP/NCAR gridi olarak dikkate alınmıştır. Bu gridin koordinatları Tablo 4.6'da verilmektedir.

Tablo 4.6 NCEP/NCAR proje gridi ve koordinatları

	BOYLAM (derece)	ENLEM (derece)
Proje Gridi	27.50	37.50

NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip bu veriler ile $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip HadCM3 iklim modeline ait 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 senaryolarının karşılıklı var olan atmosferik

parametreleri Tablo 4.7 'de listelenmiştir. Tablodaki X işareti ilgili parametrenin kullanılan gride olmadığını, \checkmark işareti ise ilgili parametrenin varlığını sembolize etmektedir. * işaretli parametreler ise yüzeydeki (surface level) verileri göstermektedir.

Tablo 4.7 NCEP re-analiz - HadCM3 parametreleri

Parametreler	NCEP Re-analiz	20C3M (Run1)	SRES-A1B (Run1)	SRES-A2 (Run1)	SRES-B1 (Run1)
air850 (C)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
hgt850(m)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
rhum850(%)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
shum850(gr/kg)	\checkmark	\checkmark	X	\checkmark	\checkmark
air500 (C)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
hgt500(m)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
rhum500(%)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
shum500(gr/kg)	X	\checkmark	X	\checkmark	\checkmark
air200 (C)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
hgt200(m)	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
air(C) *	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
press(mb) *	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
shum(%) *	\checkmark	X	\checkmark	X	\checkmark
slp (mb) *	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark
p (kg/m ²) *	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark	\checkmark

Tablo 4.7'de Parametreler sütununda;

- air : hava sıcaklığı,
hgt : geopotansiyel yüksekliği,
rhum : nisbi (rölatif) nemi,
shum : spesifik nemi,
press : yüzey basıncını,

slp : deniz seviyesi basıncını,
p : yağışı temsil etmektedir.

Ölçek indirgeme aşamasında belirlenen strateji, öncelikle NCEP/NCAR grid değerleri ile istasyonlarda ölçülmüş, bağımlı değişkenler olarak tanımlanan yağış ve sıcaklık verileri arasında ölçek indirgeme fonksiyonlarının kurulması, irdelenen istatistiksel ilişkiler anlamlı düzeye eriştiğinde, HadCM3 modelinin 2010-2099 dönemini kapsayan verileri ile geleceğe yönelik tahminlerinin kurulan bu fonksiyon yardımıyla belirlenmesidir. Bu nedenle re-analiz verileri ile kurulan indirgeme fonksiyonlarındaki değişkenlerin HadCM3 verileri arasında da mevcut olması gerekmektedir. Bu sebeple Tablo 4.7’de gösterilen 15 parametreden, NCEP re-analiz ve 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 HadCM3 verilerine ait olan, ortak 12 parametre tespit edilmiş ve Tablo 4.8 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 4.8 NCEP re-analiz - HadCM3 ortak parametreleri

Parametreler	NCEP Re-analiz	20C3M (Run1-2)	SRES-A1B (Run1)	SRES-A2 (Run1)	SRES-B1 (Run1)
air850 (C)	√	√	√	√	√
hgt850(m)	√	√	√	√	√
rhum850(%)	√	√	√	√	√
air500 (C)	√	√	√	√	√
hgt500(m)	√	√	√	√	√
rhum500(%)	√	√	√	√	√
air200 (C)	√	√	√	√	√
hgt200(m)	√	√	√	√	√
air(C) *	√	√	√	√	√
press(mb) *	√	√	√	√	√
slp (mb) *	√	√	√	√	√
p (kg/m ²) *	√	√	√	√	√

4.4 Verilerin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri

HadCM3 modeli verileri ve NCEP/NCAR gözlemlerine ait değerlerle birlikte, proje alanında gözlenmiş meteorolojik (yağış, sıcaklık, buharlaşma, vs.) ve hidro-metrik (akım ölçümleri) verilerin ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık gibi temel istatistikleri hesaplanmış, özellikle yağış, sıcaklık ve akış verileri üzerinde parametrik “t-testi” ve parametrik olmayan (non-parametrik) Mann-Kendall, Spearman Rho ve Mevsimsel Kendall trend analizleri gerçekleştirilerek, verilerdeki eğilim yapıları belirlenmiş, sonuçlar kıyaslanmıştır.

Uygulamada sıkça kullanılan parametrik eğilim analizi, değişkenlerin zaman ile göstermiş oldukları korelasyonun anlamlılığının sınanmasına dayanmaktadır. Parametrik testlerin uygulanabilmesi için yığının normal dağılıma uygun olması, varyansların homojen olması, örneğe alınacak olan bireylerin rastgele ve birbirinden bağımsız olarak seçilmesi gibi bazı varsayımların yerine getirilmesi gerekmektedir (Yue ve ark., 2002). Bu kapsamda en güçlü normallik sınaması yöntemlerinden biri olan Anderson-Darling testi ile verilerin normal dağılımdan ayrılıp ayrılmadıkları incelenmiştir.

Parametrik olmayan testlerde ise, yığının normal bir dağılım göstermesi ve varyansların homojen olması şartı aranmaz. Bu test teknikleri verilerin olasılık dağılımından bağımsız olup, eksik verilerin olması halinde bile kullanılabilir (Yu ve ark., 1993). Çalışma kapsamında esas alınan istatistik yöntemler kısaca aşağıda özetlenmiştir.

4.4.1 Anderson-Darling Uygunluk Sınaması

İstatistik bilim dalında, Anderson-Darling sınaması parametrik olmayan bir istatistik sınaması olup örnek verilerinin belirli bir olasılık dağılımı gösterip göstermediğini sınamak için, yani uygunluk sınaması için kullanılmaktadır. Bu sınamanın ilk defa 1952’de Amerikan istatistikçileri T.W.Anderson Jr. ile D.A.Darling tarafından yayınlanmıştır (Anderson ve Darling, 1952).

Anderson-Darling (A-D) istatistiği Kolmogorov- Smirnov (K-S) istatistiğinden farklı olarak, gerçek dağılım ve seçilen dağılım arasındaki kuyruk olasılığına yoğunlaşmakta olup, Denklem 4.1’de ifade edilmektedir (Chambers ve Cifter, 2007).

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1)(\ln F(Y_i) + \ln(1-F(Y_{n-i+1}))) \quad (4.1)$$

Burada;

A^2 : Anderson- Darling istatistiğini;

$F(Y_i)$: Dağılımın kümülatif fonksiyonunu;

n :Örneklemdaki gözlem sayısını simgelemektedir.

Test istatistiğinin kritik tablo değerinden büyük olduğu durumlarda, seçilen dağılımın örneğe uygun olmadığı sonucuna varılır. Testin kritik tablo değerleri dağılımdan dağılıma farklılık gösterir, bu nedenle farklı dağılımlar için farklı tablolar kullanılmalıdır (Chambers ve Cifter, 2007).

Ayrıca Anderson-Darling sınamasının pratikte veriler için normal dağılımdan ayrılıp ayrılmadığını incelemek için kullanılan normallik sınaması yöntemleri arasında bulunan en güçlü sınamalardan biri olduğu bilinmektedir (Stephens, 1974).

4.4.2 Trend (Eğilim) Analizi Yöntemleri

4.4.2.1 Korelasyon Katsayısı t-testi

İstatistik biliminde iki rastgele değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunup bulunmadığına karar vermek için en basit şekliyle korelasyon katsayısının değerine bakmak uygun olmaktadır. $\rho_{x,y}$ korelasyon katsayısının $r_{x,y}$ istatistiği eldeki örnekteki (x_i, y_i) gözlem çiftlerinden şu şekilde hesaplanır (Bayazıt ve Oğuz, 1985).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot S_x \cdot S_y} \quad (4.2)$$

Burada r korelasyon katsayısının eldeki n elemanlı örnekte hesaplanan istatistik değeri, x_i ve y_i örnekteki gözlem çiftleri, \bar{x} ve \bar{y} sırasıyla x ve y nin ortalamaları, S_x ve S_y de sırasıyla x ve y 'nin standart sapmalarıdır.

Küçük örnekler halinde (4.2) denkleminde n yerine n-1 ile bölüm işlemi yapılmalıdır. $r_{x,y}$ değerine bakarak bağımlılık hakkında bir karar vermek için $r_{x,y}$ istatistiğinin örnekleme dağılımını bilmek gerekir (Bayazıt ve Oğuz, 1985).

x ile y arasında doğrusal bir ilişki bulunmaması ($\rho_{x,y} = 0$) halinde x ile y nin ortak dağılımının normal olduğu kabul edilirse :

$$t = \frac{|r_{x,y}| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{x,y}^2}} \quad (4.3)$$

şeklinde $r_{x,y}$ değerine bağlı olarak tanımlanan t istatistiğinin örnekleme dağılımının serbestlik derecesi = n-2 olan t dağılımı olduğu bilinmektedir. Buna göre $H_0 : \rho_{x,y} = 0$ hipotezini $H_1 : \rho_{x,y} \neq 0$ karşıt hipotezine göre kontrol etmek için örnekte elde edilen $r_{x,y}$ değerini kullanarak (4.3) denklemi ile t hesaplanır. Hesaplanan bu değer seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen güven aralığı içinde kalması halinde H_0 hipotezi kabul edilir. Bu durumda iki değişken arasında doğrusal bağımlılık bulunmadığına karar verilebilir. Hesaplanan $r_{x,y}$ değerinin işareti ise trendin ne yönde olduğu hakkında fikir vermektedir (Bayazıt ve Oğuz, 1985).

4.4.2.2 Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi

Parametrik olmayan Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi hidrometeorolojik zaman serilerinde meydana gelebilecek artma veya azalma yönündeki gidişlerin istatistiksel önemini test etmede oldukça sık kullanılan bir testtir (Yue ve ark., 2002).

Bu gidiş testi $i = 1, \dots, (n-1)$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_i veri setine ve $j = i + 1, \dots, n$ 'ye kadar sıralanmış olan bir x_j veri setine uygulanır. Her bir sıralanmış rakam x_i bir referans noktası olarak kullanılır ve diğer sıralanmış veri grubu x_j ile aşağıdaki denklemden verildiği gibi kıyaslanır.

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases} \quad (4.4)$$

Mann-Kendall test istatistiği (S) ise Denklem (4.5) yardımıyla hesaplanır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (4.5)$$

Denklemden n veri uzunluğudur. S değeri ise $n > 8$ olduğunda aşağıdaki verilen ortalama ve varyans ile yaklaşık olarak normal dağılım gösterir.

$$E[S] = 0 \quad (4.6)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (4.7)$$

Asimptotik olarak normal bir dağılıma sahip ve ortalaması sıfır olan test istatistiği S'nin varyansı Denklem 4.7 yardımıyla hesaplanabilir. Eğer verilerde aynı sayısal

değerlere sahip gruplar varsa, bu ifadenin payından $\sum t(t-1)$ (2t+5) değeri çıkartılır. Burada t herhangi bir benzerlik durumunda benzer x'lerin sayısını göstermektedir. Standart normal değişken (z) ise 4.8 eşitliği yardımıyla hesaplanarak kritik z değeri ile karşılaştırılır (Hirsch ve diğ., 1982).

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & ; S > 0 \\ 0 & ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & ; S < 0 \end{cases} \quad (4.8)$$

Eğer α önem seviyesinde $|z| \leq z_{\alpha/2}$ ise H_0 hipotezi (trend yok) kabul edilir, aksi durumda reddedilir. Hesaplanan S değeri pozitif ise artan, negatif ise azalan bir trendin varlığına işaret eder. Bu teknik eksik verilerin varlığına müsaade ettiği ve verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğunu aramadığı için özellikle kullanışlıdır (Yu ve diğ, 1993).

4.4.2.3 Spearman's Rho Testi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, lineer trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir test olup sıra istatistiklerine dayanmaktadır. Sıra istatistiği $R(x_i)$, gözlemlerin küçükten büyüğe (veya büyükten küçüğe) sıralanması ile belirlenir ve Spearman'ın Rho değeri (r_s) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$r_s = 1 - 6 \left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right] / (n^3 - n) \quad (4.9)$$

$R(x_i)$, i. gözlemin sıra numarasını; i, verilerin gözlem sırasını ve n, toplam gözlem sayısını ifade eder. $n > 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım

tabloları kullanılır. Bunun için r_s 'nin test istatistiği $z = r_s \sqrt{n-1}$ eşitliği ile bulunur ve α önem seviyesinde, $|z| > z_{\alpha}$ durumunda gözlem değerlerinin zamanla değişmediği üzerine kurulan H_0 hipotezi reddedilerek belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır (İçağa, 1994).

4.4.2.4 Mevsimsel Kendall testi

Bu test, zaman serisinde normallik şartına bakılmaksızın mevsimsel değişen zaman serileri için kullanılabilir (Hirsch ve diğ., 1982; Yu ve diğ., 1993). X her bir ay için gözlem değerlerini göstermek üzere $X=(X_1, \dots, X_{12})$ ve X_i i. aydaki n_i yıllık değerleri göstermek üzere $X_i=(x_{i1}, \dots, x_{in})$ dizilerinde H_0 ' hipotezine göre X bağımsız rastgele değişkenlerin (x_{ij}) bir örneğidir. X_i ($i=1, \dots, 12$) ise bağımsız ve benzer dağılmış rastgele değişkenlerin bir alt örneğidir. Bu testin uygulamasında (4.5), (4.6) ve varyans denklemleri (4.7) ile her bir ay için test istatistiği (S_i) ve $\text{Var}(S_i)$ değerleri bulunarak Mevsimsel Mann-Kendall test istatistiği ve varyansı aşağıdaki eşitliklerden hesaplanır.

$$S' = \sum_{i=1}^{12} S_i \quad (4.10)$$

$$\text{Var}(S') = \sum_{i=1}^{12} \text{Var}(S_i) + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} \text{Cov}(S_i, S_j) \quad (4.11)$$

S_i ve S_j değerleri $S_i=f(X_i)$ ve $S_j=f(X_j)$ olmak üzere bağımsız rastgele değişkenlerin fonksiyonlarıdır. Tüm X_i ve X_j değerleri birbirinden bağımsız i ve j aylık veriler olduğundan, Denklem 4.11'de belirtilen kovaryans terimi ihmal edilir (Hirsch ve diğ., 1982). Böylece $\text{Var}(S')=\sum \text{Var}(S_i)$ eşitliğiyle hesaplanır. Test istatistiğinin önemli olup olmadığına, standart normal değişken değerinin, S yerine S' değerinin kullanıldığı (4.8) eşitliğindeki kritik z değeriyle karşılaştırılmasıyla karar verilir.

Eğer α önem seviyesinde $|z| \leq z_{\alpha/2}$ ise H_0 ' (trend yok) hipotezi kabul edilir, aksi durumda reddedilir. Mevsimsel Mann-Kendall testinin S' değeri pozitif ise artan, negatif ise azalan bir trendin varlığına işaret eder.

Tüm bu analizlerin yanı sıra, ölçek indirgeme sonucu elde edilen senaryo yağış ve sıcaklık dizilerinin kullanılabilirlikleri ise aşağıda tanımlanan bazı istatistiksel inceleme yöntemleri ile sınanmıştır.

4.4.3 Homojenlik Testleri

4.4.3.1 Varyans ve Ortalamanın Durağanlık Testi

Hidrolojik serilerde varyansın durağan olmaması, bu serilerin periyodik dalgalanmalardan veya sıçramalardan arınmamış olduğunu gösterir. Varyansın durağanlık testi istatistiği, gözlemlenmiş ve modellenmiş serilerin varyanslarının birbirine oranlanması ile bulunmakta ve F_{hesap} olarak gösterilmektedir.

$$F = S_1^2 / S_2^2 \quad (4.12)$$

Eşitlikte S_1^2 , n_1 elemanlı ve $v_1=n_1-1$ serbestlik dereceli 1.grubun varyansı, S_2^2 n_2 elemanlı ve $v_2=n_2-1$ serbestlik dereceli 2.grubun varyansını göstermektedir. F daima 1'den büyük olacak şekilde hesaplanmalıdır (Şen,2002).

Hesaplanan F değeri, %5 önem düzeyindeki F_{tablo} değeri ile karşılaştırılır. $F < F_{\text{tablo}}$ durumunda, varyansların birbirine eşit olduğu sonucuna varılabilir

Varyansların durağanlıklarının test edildiği, aynı gruplara ait ortalamalar arasındaki farkın tesadüfi olup olmadığının kontrolü t testi ile yapılabilmektedir.

$H_0 : \bar{x}_1 = \bar{x}_2$ ve $H_1 : \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$ hipotezleri için, aşağıda verilen denklem yardımı ile t istatistiği hesaplanmaktadır (Şen,2002).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1).S_1^2 + (n_2 - 1).S_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (4.13)$$

Eşitlikte \bar{x}_1 ve \bar{x}_2 sırasıyla 1. ve 2. grupların ortalamalarını, S_1^2 ve S_2^2 sırasıyla 1. ve 2. grupların varyanslarını, n_1 ve n_2 ise sırasıyla grup gözlem sayılarını göstermektedir.

Hesaplanan t, %5 önem seviyesinde ve $v = n_1 + n_2 - 2$ serbestlik derecesinde t dağılımının tablo değeri ile karşılaştırılır. Sonuçta, $|t| < t_{\text{tablo}(v, \%97.5)}$ ise grup ortalamaları arasında farkın olmadığına ve ortalamaların bir değişim içinde olmadığına (H_0 hipotezinin kabulüne) karar verilir (Şen,2002).

4.4.3.2 Mann-Whitney U Homojenlik Testi

İstatistiksel çalışmalarda veya hidrolojik model çalışmalarında karşılaştırılan grup verilerinin homojen olması önem arz etmektedir. Aksi takdirde bunlar aynı toplumun elemanları olmadıklarından yapılmış çalışmalar bir anlam taşımazlar (Gamgam, 1989).

4.4.3.1 başlığı altında anlatılan t ve F gibi parametrik testler örneklerin seçildiği popülasyonun normal bir dağılım gösterdiğini varsaymakta ve test edilen hipotezler bu dağılımın parametreleri üzerine kurulmaktadır. İncelenen popülasyonun dağılımının normal olmadığı durumlarda, dağılımın normal olduğunu varsayıp elde edilen güven aralıklarında veya yapılan testlerde gerçek I. Tip hata olasılığı (α) testi yaparken öngörülen olasılıktan daha farklı olmaktadır. Her ne kadar normallikten sapmaların fazla olmadığı durumlarda, yani gerçek dağılımın normal dağılıma benzediği durumlarda α 'daki değişim çok fazla olmasa da, gerçek α bilinemediğinden bu testlerin kullanılması sakıncalı olabilir. Bu amaçla parametrik testlerin kullanılmayacağı durumlar için geliştirilen non-parametrik testler yaygın olarak kullanılabilir (İkiz, Püskülcü ve Eren, 2006).

Literatürde çok sayıda non-parametrik test vardır. Ancak parametrik t testine alternatif olarak geliştirilmiş, t testinin varsayımlarından kaçınmak için kullanılan en güçlü test olarak kabul edilen Mann Whitney U testi literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır (Siegel,1956; Corder ve Foreman, 2009).

İstatistik bilim dalında **Mann-Whitney U** testi niceliksel ölçekli gözlemleri verilen iki örneklemin aynı dağılımdan gelip gelmediğini incelemek için kullanılan parametrik olmayan bir istatistik testidir. Aynı zamanda **Wilcoxon sıralama toplamı testi** veya **Wilcoxon-Mann-Whitney** testi olarak da bilinmektedir. Bu testi ilk defa eşit hacimli iki örnek için Wilcoxon ortaya atmıştır (Wilcoxon, 1945). Sonradan, Mann and Whitney tarafından değişik büyüklükte iki örneklem problemleri analizleri için uygulanıp geliştirilmiştir (Hollender ve Wolfe, 1999)

Testin yapılışı her iki örneğin bir araya getirilip, beraberce sıralanmasına dayanır. Birlikte sıralanan iki örneğin elemanlarına, hangi örneğe ait olduğuna bakılmaksızın sıra numaraları verilir. Daha sonra her örneğin elemanlarının almış olduğu sıra numaraları ayrı ayrı toplanır. Birinci örneğin elemanlarının sıra numaraları toplamına R_1 , ikinci örneğin elemanlarının sıra numaraları toplamına R_2 denildiğinde U istatistikleri aşağıdaki gibi hesaplanır (İkiz, Püskülcü ve Eren, 2006).

$$\begin{aligned} U_1 &= n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1; \\ U_2 &= n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2; \end{aligned} \quad (4.14)$$

Burada n_1 Örnek 1 için örnek hacmi; R_1 Örnek 1 için sıralama numaraları toplamı; n_2 Örnek 2 için örnek hacmi; R_2 Örnek 2 için sıralama numaraları toplamını göstermektedir.

U_1 ve U_2 değerinden büyük olanı test istatistiği olarak seçilir ve belirlenen α yanılma düzeyindeki n_1 ve n_2 serbestlik dereceli U tablo istatistiği ile karşılaştırılır. $U > U_{\text{tablo}}$ ise H_0 (iki dağılım arasında anlamlı bir fark yoktur) hipotezi reddedilir.

Ancak 4.14 'te ifade edilen test istatistikleri her iki gruptaki örnek sayılarının 20'den az olduğu durumlar için geçerli olmaktadır (İkiz, Püskülcü ve Eren, 2006).

Her iki gruptaki örnek sayılarının 20'den daha fazla olduğu durumlar için, H_0 altında, U 'ların büyük örneklerde, yaklaşık olarak ortalaması ve standart sapması aşağıda verilen normal dağılış gösterdiği dikkate alınarak kuyruk bölgesinin olasılıkları hesaplanır (İkiz, Püskülcü ve Eren, 2006).

$$z_u = \frac{U - m_u}{\sigma_u} \quad (4.15)$$

Burada z standart normal dağılım tablolarında kullanılan z değeri; m_U ve σ_U ise, eğer sıfır hipotez doğruysa U için ortalama ve standart sapma olup aşağıdaki formüllerle bulunurlar:

$$m_u = \frac{n_1 n_2}{2} \quad (4.16)$$

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}} \quad (4.17)$$

Denklemler düzenlendiğinde z_u değeri Denklem 4.18'deki formata dönüştürülebilmektedir.

$$z_u = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \quad (4.18)$$

Hesaplanan z_u değeri, %5 önem düzeyindeki z_{tablo} değeri ile karşılaştırılır. Eğer $z_u < z_{\text{tablo}} = 1.96$ durumunu sağlayabiliyorsa, istatistik açıdan anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna varılabilir.

4.5 İstatistiksel Ölçek Küçültme (Statistical Downscaling)

4.5.1 Genel

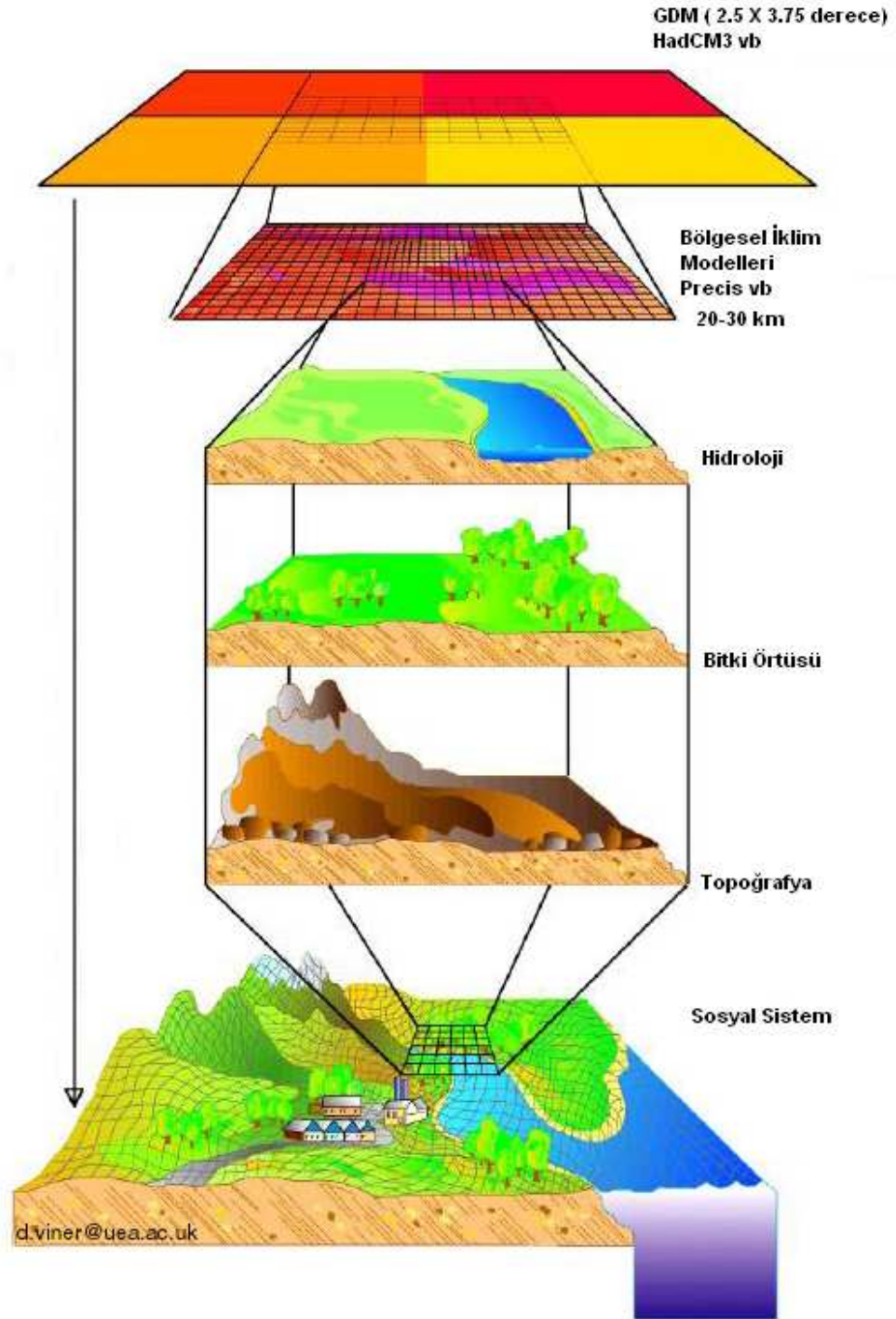
İklim değişikliğinin etkilerinin önlenmesi ya da en az düzeye indirilmesi için geleceğe yönelik iklim değişikliği senaryolarının oluşturulması ve bu senaryolara göre etki değerlendirilmelerinin yapılması gerekmektedir. İklim değişikliğinin etkileri alansal ve zamansal ölçekte farklılık gösterecektir. Hangi bölgelerde hangi sektörlerin hangi düzeyde etkileneceğinin belirlenmesi, ülkelerin iklim değişikliğinin sonuçlarına hazırlıklı olması ve iklim değişikliğine uyum bakımından çok önemlidir. İklim değişikliğinin bölgesel/yerel etkilerini değerlendirme çalışmalarında, küresel modellerin çözünürlüğünden daha yüksek çözünürlüklü simülasyonlara gereksinim duyulmaktadır. Küresel modellerin (GDM) çözünürlükleri 150-200 km civarlarında olup, bölgesel özellikleri içermemektedirler (Demir ve ark, 2007).

Ne yazık ki kaba alansal çözünürlük üzerinde çalıştırılan GDM'ler yerel iklim değişimi ve değişkenliği hakkında doğru bilgi veremezler. Bu bağlamda, GDM'lerin kısıtlarından dolayı "ölçek küçültme" stratejilerinin geliştirilmesine gerek vardır (Tatlı ve diğ.. 2006).

Literatürde **dinamik** ve **istatistiksel** olmak üzere iki çeşit ölçek indirgeme yaklaşımı sıklıkla kullanılmaktadır (Wang ve diğ., 2004; Wilby ve diğ. 2002).

Bunlardan bölgesel iklim modelleri, dinamik ölçek küçültme yöntemlerinden biri olarak, başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar. Bu modeller, başlangıç ve sınır koşullarını küresel model çıktılarında almaktadırlar ve topografya özelliklerinin de yansıtıldığı daha yüksek çözünürlükte (20-30 km) çalıştırılmaktadırlar (Demir ve

ark.,2007; Mearns ve diğ., 1999). Şekil 4.7’de küresel-bölgesel çözünürlüklü modeller ve ölçek indirgeme işlemi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Küresel-bölgesel çözünürlüklü modeller ve ölçek indirgeme işleminin şematik bir gösterimi (Kaynak: David Viner, Climatic Research Unit, University of East Anglia, UK)

İstatistiksel ölçek indirgeme yöntemleri ise büyük atmosferik değişkenler ile yerel yüzey değişkenleri arasında kantitatif (nümerik) ve istatistiksel ilişkiler geliştirilmesi yaklaşımına dayanmaktadır. Hava sınıflandırma metotları (Wilby, 1994; Palutikof ve diğ., 2002; Lorenz, 1969), hava üreticileri (Wilks ve Wilby, 1999; Katz, 1996; Katz ve Parlange, 1998) ve dönüşüm fonksiyonları (transfer functions) olmak üzere üç farklı istatistiksel ölçek indirgeme yöntemi yer almaktadır. Bunlardan sıklıkla kullanılanları ise dönüşüm (transfer) fonksiyonları olup, yerel iklimi idare ettiği düşünülen, büyük ölçekli atmosferik değişkenler ile yerel ölçekli değişkenler arasındaki istatistiksel bağıntıların kurulması esasına dayanmaktadır (Schoof ve ark., 2007).

Çok değişkenli doğrusal-doğrusal olmayan regresyon tipleri; yapay sinir ağları algoritmaları (YSA), asal bileşen (principal component) analizi, kanonik korelasyon analizleri (canonical correlation) ve gereksizlik (redundancy) indeksi gibi birçok ölçek indirgeme stratejisi bu kapsamda ele alınmaktadır (Von Storch ve diğ., 1993; Crane ve Hewitson, 1998; Burger, 1996; Wilby ve diğ., 2003).

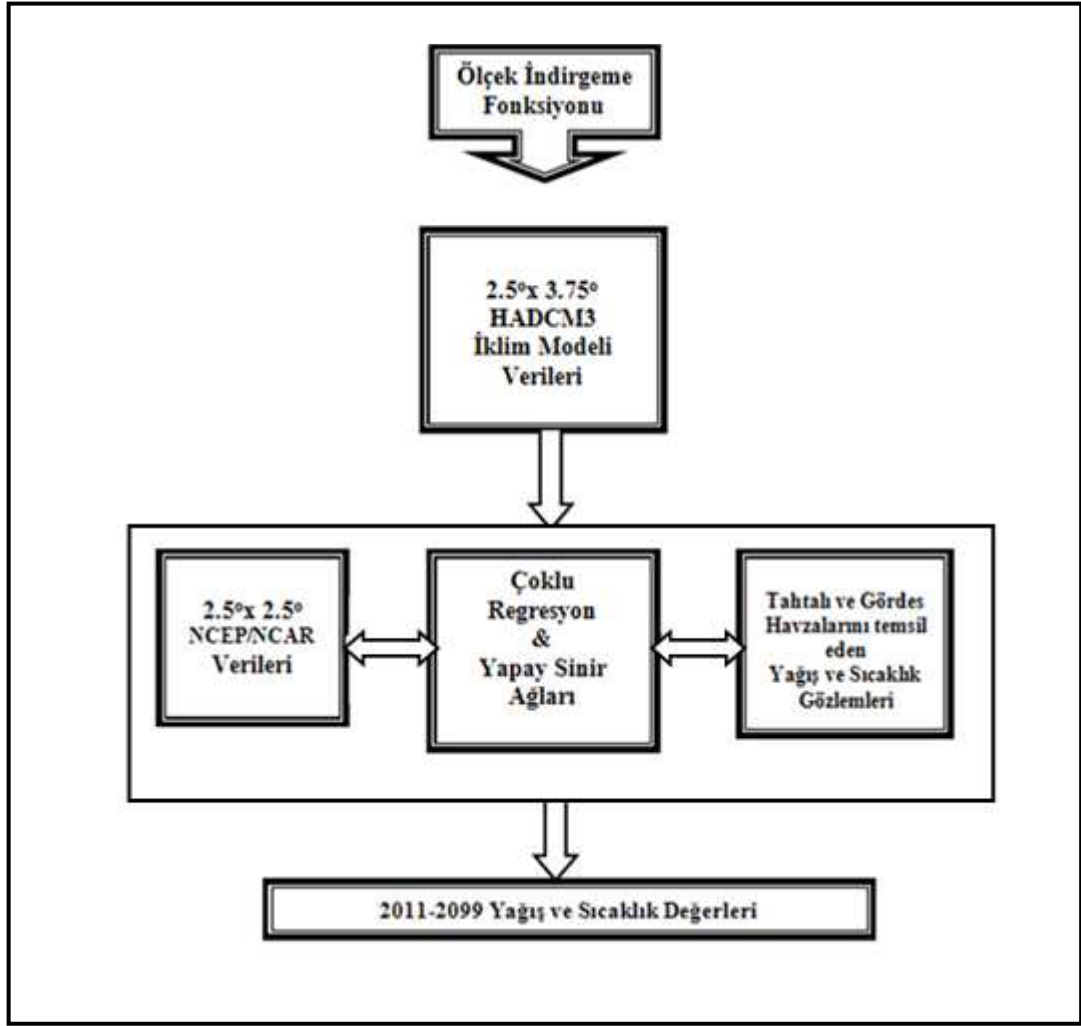
Bunlardan çoklu regresyon teknikleri en bilindik tekniklerden olup iki değişken arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifadesini vermektedirler. Son zamanlarda birçok alanda kullanılan yapay sinir ağları ise, verilen girdilere karşı çıktılar üreten akıllı bir kara kutu modeli olarak algılanabilmekte, istatistiksel ölçek indirgeme teknikleri arasında sıklıkla kullanılmaktadırlar (Murphy, 1999, Tatlı ve diğ.,2006). Gerek çoklu regresyon gerek yapay sinir ağı modellerine girdi olarak ele alınacak değişkenlerin sayısı ise aşağıda anlatılan tekniklerle belirlenebilmekte, en doğru model yapıları bu teknikler vasıtasıyla oluşturulabilmektedir.

Sözü edilen bu yöntemlerden **asal bileşen analizleri**, küçülen varyanslı ardışık olarak çıkarılan lineer kombinezonlar (temel bileşenler) yoluyla, değişkenlerin ilişkisiz lineer kombinezonlarını seçen çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir (Singh ve Harrison, 1985).

Kanonik korelasyon analizi ise bağımsız değişkenlerle oluşturulan küme ile bağımlı değişkenlerin oluşturduğu küme arasındaki ilişkinin derecesini ortaya koyan çok değişkenli istatistik analizlerinden biridir (Tekin, 1993). Kanonik korelasyon analizinde amaç her bir kümenin rastlantı değişkenlerinin maksimum korelasyonlu ve birim varyanslı birer doğrusal bileşenlerini elde etmektir. Daha sonra bulunan bu çiftten, bağımsız maksimum korelasyonlu ve birim varyanslı ikinci bir doğrusal bileşim çifti bulunmaktadır. Bu işlemlere küçük değişken kümesindeki değişken sayısı kadar yeni doğrusal bileşim çifti elde edilinceye kadar devam edilmektedir (Tatlıdil, 2002).

Ancak kanonik korelasyon analizi, X ve Y değişken setlerinden herhangi birindeki varyansının değeri tarafından açıklanan kısmını belirtmez. Bunun için **gereksizlik (redundancy) indeksi** hesaplanır. Bu indeks, setlerden birindeki varyasyonun değeri ile açıklanabilen kısmını belirtir. Gereksizlik indeksi, her kanonik korelasyon için hesaplanabilir (Sharma, 1996).

Sunulan çalışmada ise, NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip değişkenler, Tahtalı ve Gördes baraj havzalarını temsil eden alansal ortalama yağış ve sıcaklık değerlerine, yukarıda değinilen tekniklerden “**Çoklu Regresyon**” teknikleri ve “**Yapay Sinir Ağları**” algoritmaları kullanılarak indirgenmiştir. Ölçek indirgeme işlemleri sonrası sonuçlar karşılaştırılmış ve en uygun model yapıları belirlenmiştir. Bu aşamalarda, **adımsal (kademeli) regresyon (stepwise regression) analizleri** yardımıyla kullanılacak bağımsız değişken sayısını en aza indirgeme yollarına da başvurulmuştur.



Şekil 4.8 Ölçek indirgeme işleminin şematik gösterimi

Bu kapsamda, öncelikle bağımsız değişkenler olarak ele alınan NCEP/NCAR grid parametreleri ile istasyonlarda ölçülmüş, bağımlı değişkenler olarak tanımlanan yağış ve sıcaklık verileri arasında ölçek indirgeme fonksiyonları kurulmuş, ardından indirgenmiş yeni veriler ile ölçüm değerleri arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizleri ile irdelenmiştir. Aradaki istatistiksel ilişkiler anlamlı düzeye eriştiğinde, HadCM3 modelinin 2010-2099 verileri ile geleceğe yönelik tahminleri kurulan bu fonksiyonlar yardımıyla belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan ölçek indirgeme stratejisi Şekil 4.8’de şematik olarak gösterilmektedir. Bu kapsamda kullanılan teknik ve yöntemlerin detaylarına aşağıda değinilmiştir.

4.5.2 Adımsal (Kademeli) Regresyon

İki değişken arasındaki doğrusal bağıntı en basit matematiksel ifadesi: $Y = a + bx \pm \epsilon$ olarak gösterilir. Bu denkleme dayanarak, bağımlı değişken y'nin, bağımsız değişken varsayılan x'in belli bir düzeyi için alabileceği ölçümsel sonuç ϵ kadar bir hata yapmak göze alınarak tahminlenebilmektedir (Lindley, 1987).

Bağımsız değişken sayısının birden fazla olduğu durumlarda (x_1, x_2, x_3, \dots gibi) denklemin genel yapısı da; $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + \epsilon$ şeklini alır ve böylesi denklemler çoklu (multiple) regresyon denklemleri olarak adlandırılır (Hocking, 1976).

İkili veya çoklu doğrusal -ve eğrisel- bağıntı denklemlerinde, bulunan matematiksel modelin gerçeğe uygunluğunu yansıtan özel bir göstergesi R^2 ile simgelenen ve Determinasyon katsayısı olarak adlandırılan ölçüttür. Bu katsayı bağımlı değişkenin gözlenen değeri ile modelde tahminlenen değeri arasındaki korelasyon katsayısının karesidir. Değer, bağımlı değişkendeki oynamaların yüzde kaçının doğrudan bağımsız değişkendeki farklılaşmalardan kaynaklandığını yansıtır dolayısı ile de nedensellik hakkında oldukça belirgin fikir verir (Barret, 1974).

Kullanılacak HadCM3 iklim modelinde, yağış, farklı basınç katmanlarındaki sıcaklıklar (850, 500 ve 200 mb), yüzey sıcaklığı, farklı basınç katmanlarındaki geopotansiyel yükseklikler (850, 500 ve 200 mb) , farklı basınç katmanlarındaki spesifik ve rölatif nem yüzdeleri (850, 500 ve 200 mb) ve yüzey atmosfer basıncı değerleri olmak üzere birden fazla bağımsız değişken öngörülmektedir. Çalışmada, hem gerçekten tek başına etkin olan nedensel etkenleri ayırt edebilmek hem de sadece yeterli sayıda değişken kullanarak en iyi yağış ve sıcaklık kestirimlerini sağlamanın faydalı olacağına kanaat getirilmiştir. Bu yönde kullanılan teknik, **Adımsal (stepwise) regresyon çözümlemesi** adını almakta ve bir kaç biçimde kullanılabilir.

Bunlardan ilki **Enter (Toplu giriş) yöntemidir** ve öngörülen tüm bağımsız değişkenlerin yer aldığı bir çoklu regresyon modeli kurulur. Sonuçta modelin yanı sıra her bir bağımsız değişkenin bağımlıyı etkilemedeki istatistiksel anlamlılık düzeyi de elde edilir. Böylece anlamlı olanların gerçek nedensel öğeler olduğu diğerlerinin ise bağımlı değişkeni ancak dolaylı etkileyebildikleri (belki de hiç etkilemedikleri) anlaşılır. Bu aşamadan sonra sadece anlamlı değişkenler kullanılarak, en az değişkenle en yüksek kestirimlerin yapılabileceği regresyon modelinin arayışına geçilebilir. Gerçekten de eğer tek bir (veya az sayıda) bağımsız değişkenin kullanımıyla, bağımlı değişkeni (yağış ve sıcaklık), çok yüksek bir doğrulukla kestirebilme olanağı varsa, anlamlı bile olsalar diğer değişkenleri kullanmaya kalkışmak gereksiz görülmektedir.

Bu kapsamda iki yöntem kullanılabilir; İlki **İleri doğru seçim (Forward selection)** yöntemidir ve modele önce bağımlı değişkenle en yüksek korelasyonu gösteren tek bir bağımsız alınır. Buna eklenebilecek, ikinci güçlü bağımsız oluşan yeni modelin kestirim gücünü anlamlı olarak arttırmıyorsa tek değişkenli model yeterlidir. İşlem her seferinde kestirim düzeyinin anlamlı olarak artması koşulu ile birden fazla değişkenin bulunduğu ancak genellikle tüm değişkenlere kadar uzamayan bir modelle sonlanır. Bu yöntemin tersi ise **Geriye doğru eleme (Backward elimination)** seçeneğidir. Bunda önce tüm değişkenler modelde bulunur, en düşük bölümsel korelasyonu gösteren değişken modelden çıkarılarak yeniden inceleme yapılır. Eğer yeni modelin kestirimi eskiye göre anlamlı olarak artış göstermiş ise sırası gelen güçsüz değişken elenerek işlem sürdürülür. Çalışmada bu işlemler için SPSS ve MATLAB paket programlarından yararlanılmıştır.

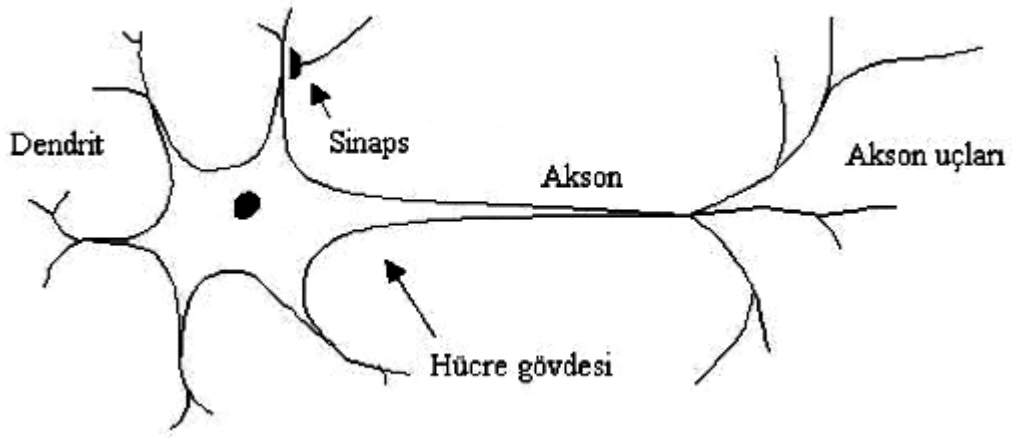
4.5.3 Yapay Sinir Ağları

4.5.3.1 Genel

Biyolojik sinir ağlarının temel elemanı sinir hücreleridir ve insan beyninin korteks kısmında yer alan nöron (sinir hücresi) sayısı yaklaşık olarak 10^{11} olup her hücre sayısı, 1000-10000 arasında değişen başka hücrelerle karşılıklı ilişki içerisinde.

Bir sinir hücresinin temel elemanları hücre gövdesi, dendrit ve akson'dur (Harvey,1994).

Sinir hücresine (Şekil 4.9) diğer sinir hücrelerinden gelen uyarımlar, dendritler aracılığıyla hücre gövdesine taşınır ve hücre içi aktivasyonun/kararlılık halinin bozulmasıyla oluşan bir kimyasal süreç içerisinde diğer hücelere aksonlarla iletilir; uyarımların diğer sinir hücrelerine taşınabilmesinde akson uçları ile dendritler arasındaki sinaptik boşluklar (sinaps) rol oynar. Sinaptik boşluk içinde yer alan “sinaptik kesecikler” gelen uyarımların diğer hücelere dendritler aracılığıyla geçmesini koşullayan elemanlardır. Sinaptik boşluğa, “sinaptik kesecikler” tarafından sağlanan nöro-iletken maddenin dolması uyarımların diğer hücelere geçişini koşullar. Hücelere gelen uyarımlarla uyumlu olarak hücelere arasındaki mevcut sinaptik ilişkilerin değişimi veya hücelere arasında yeni sinaptik ilişkilerin kurulması “öğrenme” sürecine karşılık gelir.



Şekil 4.9 Biyolojik Sinir Hücresi

Yapay Sinir Ağları (YSA) ise isminden de anlaşılacağı gibi beyni oluşturan sinir hücrelerini (nöron) matematiksel olarak taklit ederek akıllı bir sistem oluşturmaya çalışan bir yapay zekâ yöntemidir. YSA başka bir deyişle biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programlarıdır (Elmas, 2003).

Fakat yapay sinir ağı henüz biyolojik olarak beyni tam anlamıyla taklit etmekten bir hayli uzaktır. Buna rağmen sinir hücreleri kimyasal olarak çalıştıklarından tepki hızları elektriksel olarak çalışan günümüz bilgisayarlarına göre oldukça yavaştır. Bu da bilgisayarların özellikle belirli bir konuda sonuca ulaşmada ve hesaplamalarda insan beynine göre üstün olduğu bir durumdur.

Tablo 4.9 Biyolojik ve yapay sinir hücreleri arasındaki benzeşimler

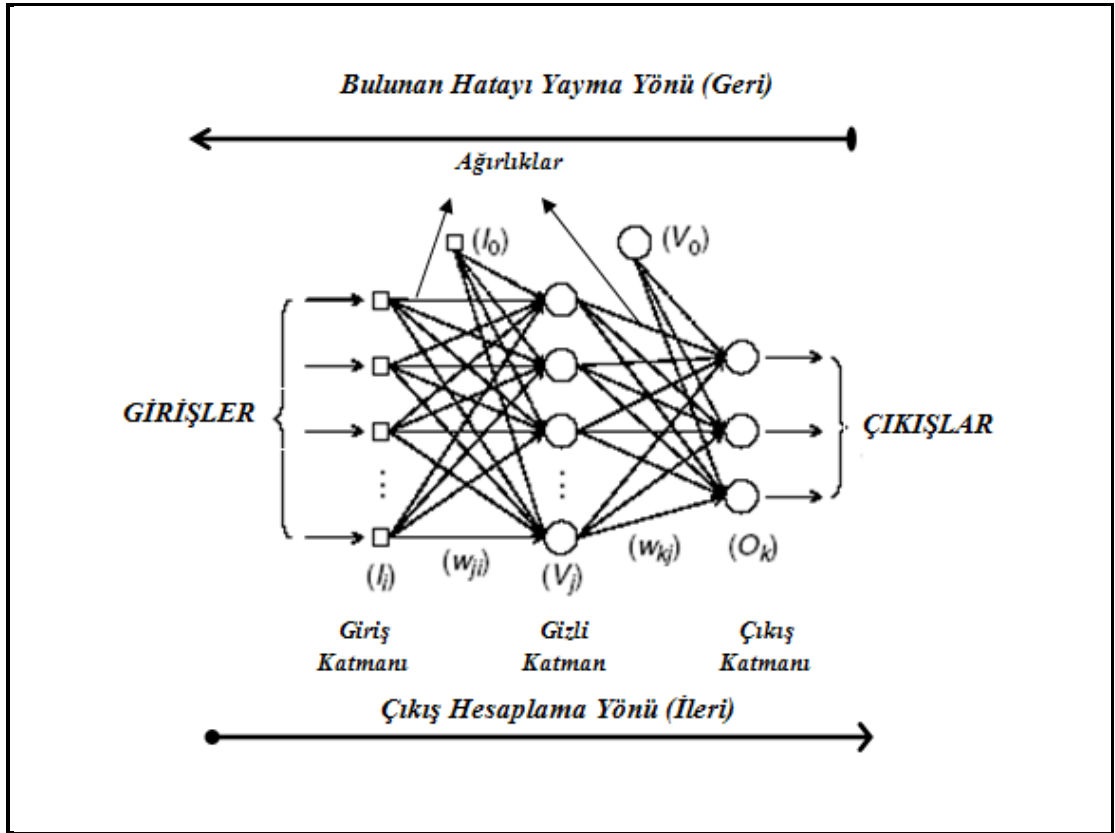
Biyolojik Sinir Sistemi	Yapay Sinir Sistemi
Nöron	İşlemci Eleman
Dentrit	Toplam fonksiyonu
Hücre gövdesi	Transfer fonksiyonu
Aksonlar	Yapay nöron çıkışı
Sinapslar	Ağırlıklar

Biyolojik ve yapay sinir hücreleri arasındaki bu benzeşimler Tablo 4.9’ da gösterilmiştir. Yapay sinir sistemi ile ilgili tabloda değinilen isimler “Yapay Sinir Ağlarının Yapısı” başlığı altında detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

4.5.3.2 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı

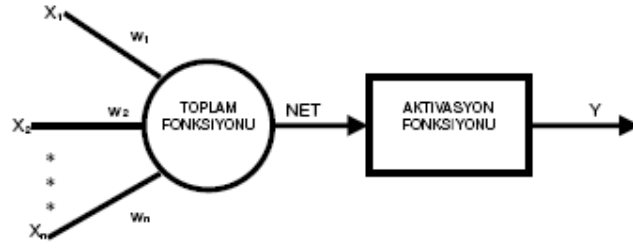
Yapay sinir ağı girdi – gizli – çıktı tabakaları birbirine paralel olarak bağlı çalışan ve hiçbir zaman birbirine dik doğrultuda bağlanmayan yapay hücrelerden yani “nöronlardan” meydana gelmektedir. Başka bir anlatımla, genellikle bir yapay sinir ağı birden fazla katmandan ve birden fazla yapay sinir hücresinden meydana gelir. İlk katman genellikle **giriş katmanı**dır. **Çıkış katmanı** ise son katmandır. Aradaki diğer katmanlar ise **gizli katman** ya da **ara katman** olarak adlandırılırlar. Bir ağda birden fazla gizli katman olabilir (Şekil 4.10). Sinir ağlarında kaç tane gizli katman kullanılacağı ve her bir gizli katmanda kaç nöron olacağı bugüne kadar belirlenememiştir. Probleme göre değişen bu nitelikler deneme - yanılma yoluyla bulunur (Skapura, 1996).

Bilgi işlem süreçleri olarak nitelendirilebilen yapay sinir ağları, verilen girdilere karşı çıktılar üreten akıllı bir kara kutuya benzetilebilir (Kohonen, 1988). Yapay sinir ağları sahip olduğu özelliklerden dolayı alışlagelmiş bilgi işleme yöntemlerinden farklılık göstermektedir. Bu özelliklerden bazıları paralellik, hata toleransı, öğrenilebilirlik ve gerçekleştirme kolaylığı olarak tanımlanabilir. Bu özellikleri itibari ile de diğer alışlagelmiş hesaplama yöntemlerine göre daha başarılı sonuçlar üretebilir (Terzi ve Keskin, 2005a-2005b).



Şekil 4.10 Çok Tabakalı İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağı Yapısı

Ağın girdi ve çıktı tabakasında olaya veya probleme ait veriler bulunmaktadır. Bu nedenle girdi ve çıktı tabakalarındaki nöron sayıları problemde tanımlanan bilgilere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Girdi tabakasındaki bilgilerin sistem içindeki etkinlikleri farklı ağırlıklarla tanımlanmaktadır. Yapay sinir hücresinde, ağırlık faktörünün etkisine bağlı olarak (w_1, w_2, \dots, w_n) hücreye gelen uyarımlar (x_1, x_2, \dots, x_n) hücre içi denge durumu dikkate alınarak doğrusal olmayan bir aktivasyon fonksiyonu yardımıyla çıktı şeklinde uyarımlara (y) dönüştürülür (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Yapay sinir hücre yapısı

Ağırlıklar yapay sinir hücresine giren her bir verinin hücre içinde hangi oranda hangi ağırlıkta değerlendirileceğini belirleyen değerlerdir. Ağırlıkların sayısal değerinin negatif ya da pozitif olması ağa etkisinin negatif ya da pozitif yönde olduğunu işaret eder.

Ağırlıklı girdilerin toplamı, minimumu, maksimumu veya çarpımları olarak bulunan net fonksiyonu ile girdilerin bütününe bu hücre üzerindeki etkileri ifade edilmektedir. Yapılan modelleme çalışmalarının genelinde ağırlıklı girdilerin toplamı olarak bulunan toplam net fonksiyonu kullanılmaktadır (Cigizoglu, 2002). Toplam net fonksiyonu Denklem 4.19'da gösterilmiştir.

$$net_j = \sum_{j=1}^n x_j w_{ji} \quad (4.19)$$

Burada;

X_j : girdileri,

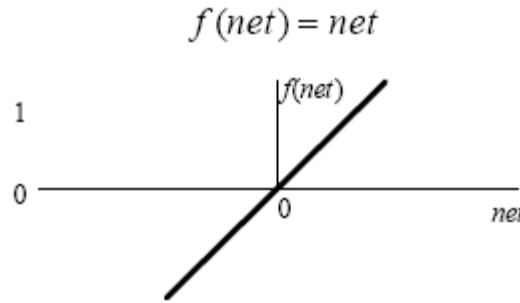
W_{ji} : ağırlık katsayılarını,

n: girdi sayısını ifade etmektedir.

Özetle şunları diyebiliriz; yapay sinir hücrelerinin genellikle katmanlı bir yapı gösterecek biçimde birbirine bağlanmasıyla yapay sinir ağları meydana getirilir ve yapay sinir hücreleri arasında kurulan bağlantılara ait ağırlık faktörlerinin, uyarımlar la uyumlu olacak şekilde değiştirilmesi benzer şekilde biyolojik “öğrenme” sürecine karşılık gelir.

Aktivasyon fonksiyonlarını tanımlayacak olursak, bu fonksiyonlara matematiksel olarak modellenmiş bir yapay sinir hücresinin çıktısının büyüklüğünü sınırlandıran fonksiyonlardır diyebiliriz (Mandic ve Chambers, 2001).

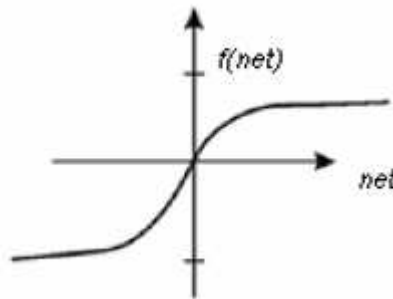
Aktivasyon fonksiyonları doğrusal (linear) ve doğrusal olmayan (non-linear) şekilde olabilmektedirler. Bunlardan linear aktivasyon fonksiyonları olarak en çok linear fonksiyon (Şekil 4.12) kullanılmaktadır. Linear fonksiyonlar hücreye gelen veriler bir α katsayısı ile çarpılarak sonuç üretilir. $\alpha=1$ ise girdiler olduğu gibi çıkar.



Şekil 4.12 Linear transfer fonksiyonu

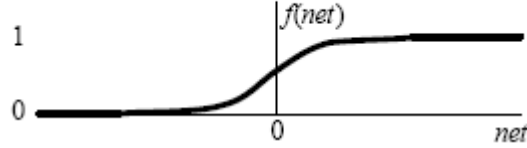
Non-linear aktivasyon fonksiyonlarından ise hiperbolik tanjant ve sigmoid transfer fonksiyonları kullanım alanı bulmuştur (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14).

Bunlardan hiperbolik tanjant fonksiyonu çıktı değeri hücreye gelen verilerin tanjant fonksiyonuna tabi tutulmasıyla hesaplanır (Şen, 2004).



Şekil 4.13 Tanjant hiperbolik transfer fonksiyonu

Sigmoid fonksiyonu ise yapay sinir ağı oluşturulurken en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonudur. Doğrusal ve doğrusal olmayan davranışlar arasında denge sağlayan sürekli artan bir fonksiyon olarak tanımlanır (Fırat ve Güngör, 2004).



Şekil 4.14 Sigmoid transfer fonksiyonu

Bu transfer fonksiyonları dışında Step, Eşik değer, Gauss gibi fonksiyonlarda kullanılabilir. Ancak tez kapsamında bu fonksiyonlar ile ilgili detaylara değinilmemiştir.

4.5.3.3 Yapay Sinir Ağlarının Eğitimi ve Testi

Yapay sinir ağlarının mimarisi kadar ağı eğitilmesinde yani ağı öğrenmesinde kullanılacak yöntem de çok önemlidir. Genel olarak ifade etmek gerekirse YSA'lar da bir bebeğin beyninin öğrenmesi gibi deneme yanılmayla, hata yapa yapa öğrenir (Keleşoğlu ve diğ. , 2005).

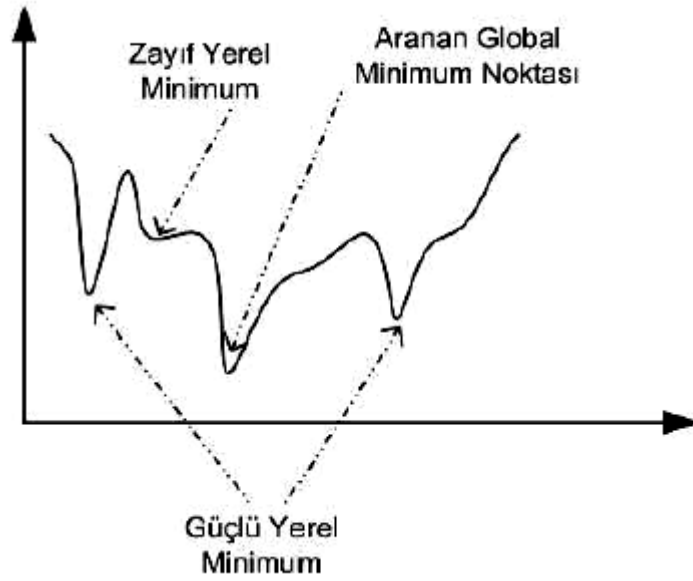
Eğitim sırasındaki amaç bulunması gereken doğru sonuçlara en yakın çıktıyı üretebilmektir. Bu sebeple ağı verilen girdilere göre kendi mimarisine de uygun olarak işlem yaptıktan sonra bir çıktı üretir. Çıktı ile hedef değerler arasındaki fark **hatadır**. Ağı bu hatayı kabul edilebilir sınırlara arasına indirebilmek için işlemi tekrarlar. Eğitim setinin ağı içinde bir kez işlemden geçirilmesine **devir (epoch)** denir.

Ağı eğitilmesinde **eğitme algoritmaları** adı verilen algoritmalar kullanılmaktadır. Bu algoritmalar kullanıcı tarafından yönetilmeyen (unsupervised) ve yönetilen (supervised) olmak üzere ikiye ayrılır. Yönetilmeyen eğitme algoritmasında sadece girdi değerleri ağı verilmekte ağı ağırlık katsayılarını, eğitme parametrelerini kendi

kendine seçmektedir. Yönetilen eğitime algoritmasında ise kullanıcı eğitime setine, eğitime algoritmasına, öğrenme oranı gibi eğitime parametrelerinin hepsine kendisi karar vermektedir.

Çeşitli eğitime algoritmaları ve öğrenme kuralları bulunmaktadır. İleri Beslemeli Geri Yayılımlı eğitime algoritması, Radyal Tabanlı eğitime algoritması, Birleşik Eğimli eğitime algoritması, Kademeli Korelasyon eğitime algoritması, Genelleştirilmiş Regresyon algoritması bunlardan bir kaçını oluşturmaktadır. En bilinen ve en yaygın olarak kullanılan öğrenme kurallarını ise Hebb Kuralı (1949), Hopfield Kuralı (1982), Kohonen Kuralı (1998) ve Delta Kuralı olarak sınıflandırabiliriz.

Ağın eğitimi sırasında dikkat edilecek kısımlar ise ağa çok fazla sayıda iterasyon yaptırılmamasıdır. Aşırı öğrenme durumun meydana gelmemesi için yapılan “yeterli” sayıda iterasyon neticesinde ağın çıktı değerleri ile eldeki çıktı değerleri arasındaki hata istenilen sınıra ulaştığında ve determinasyon katsayısının anlamlı bir seviyeye erişmesi halinde ağın eğitilmesi durdurulmalıdır. Bu iki şekilde mümkündür. Birincisi, belirlenen bir devir sayısından (epoch) sonra, ikincisi ise hatanın kabul edilebilir sınırlar içerisine girmesiyle olabilir. Birinci durumda eğer devir sayısı (epoch) yüksek verilirse ağ hatayı minimize ettiği halde boşu boşuna öğrenmeye çalışmaya devam edebilir. İkinci durumda da, özellikle geriye yayılım ağlarında, türev işlemleri sırasında yerel minimum noktasında takılması (Şekil 4.15) ve bu noktayı en iyi çözüm zannetmesidir. Bu durum “ağın ezberlemesi” olarak da adlandırılır (Öztemel, 2003).



Şekil 4.15 Ağın yerel minimum noktasına takılması

Alternatif olarak, eğitilen ağın çıktıları ve hata oranları monitörde gerçek zamanlı olarak gösterilebilirse kullanıcı ağın performansında değişiklik olmadığını gördüğü an eğitimi bitirebilir.

Elde bulunan tüm verileri ağın eğitiminde kullanmak doğru bir yöntem değildir. Genellikle eldeki verilerin %70'i eğitim, %20'si onaylama ve %10'u test için kullanılır (Yao ve Tan, 2001).

Ağ eğitildikten ve testlerden de başarıyla geçtikten sonra kullanıma hazırdır. Ağın yeni verileri de kullanarak belli aralıklarla eğitilmesi ağın başarısını ve güvenilirliğini arttıracaktır.

Çalışmada son zamanlarda hidrolojide sıklıkla kullanılan İleri Beslemeli Geri Yayılımlı eğitim algoritmasının gelişmiş bir türü olan **Levenberg-Marquardt** algoritmasından yararlanılmıştır. Bu bağlamda diğer algoritma ve kurallarla ilgili detaylar tez kapsamına alınmamıştır.

4.5.3.4 Levenberg-Marquadt Geriye Yayılım (Backpropagation) Algoritması

Geriye yayılım algoritması günümüzde mühendislik alanında hemen hemen her türlü problemin çözümü için kullanılabilecek kadar güçlüdür. İleri besleme ve geri yayılma olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlardan ileri besleme aşamasında girdi değerleri kullanılacak aktivasyon fonksiyonuna göre standardize edilerek, net değeri elde edilir ve böylece aktivasyon fonksiyonu ile net değeri ağın çıktısı haline dönüşür. Ağın çıktı değeri eldeki çıktı değeri ile karşılaştırıldığında istenen hata sınırları içerisinde kalmıyor ise ağ geri yayılma safhasına geçer.

İleri beslemeli ağlarda kullanılan öğrenme algoritmaları, performans fonksiyonunu en küçük yapacak ağırlıkları ayarlayabilmek için, performans fonksiyonunun gradyenini kullanırlar. Geriye yayılım algoritması da, ağ boyunca gradyen hesaplamalarını geriye doğru yapar. En basit geriye yayılım öğrenme algoritması gradyen azalma algoritmasıdır. Bu algoritmaya göre hedef çıktı ile elde edilen çıktı arasındaki farkı azaltmak için yapay sinir ağı elemanlarının bağlantılarının ağırlık değerleri sürekli yeniden hesaplanır. Amaç hedef çıktı ile elde edilen çıktı arasındaki ortalama karesel hatayı en aza indirebilmektir (Çorumluoğlu ve Özbay, 2005).

Fakat bu algoritma, pek çok problem için çok yavaş kalmaktadır. Bu algoritmadan daha hızlı, daha yüksek performanslı algoritmalar da vardır. Momentum terimli geriye yayılım, öğrenme hızı değişen geriye yayılım ve esnek geriye yayılım algoritmaları gibi deneme-yanılma işlemlerini kullanan geriye yayılım algoritmaları olduğu gibi, eşlenik gradyen öğrenme algoritması, Newton öğrenme algoritması ve Levenberg – Marquardt öğrenme algoritması gibi standart sayısal optimizasyon yöntemlerini kullanan algoritmalar da kullanım alanı bulmaktadır (Bolat ve Kalanderli, 2002).

Öğrenme algoritmaları, kendisinden önce geliştirilen algoritmalara alternatif olarak ortaya çıkmıştır ve önceki algoritmaların iyi yönlerini geliştirip, kötü yönlerini azaltmaya yönelmiştir. **Levenberg – Marquardt algoritması** da, Newton ve

Gradyen Azalması algoritmalarının en iyi özelliklerinden oluşur ve kısıtlamalarını ortadan kaldırır (Bolat ve Kalanderli, 2003).

Eşlenik gradyen öğrenme algoritmasına alternatif olarak sunulan Newton yöntemlerinde, temel adım Hessian matrisini elde etmektir. Hessian matrisi, performans fonksiyonunun ağırlıklara göre ikinci dereceden türevlerinden oluşan bir matristir. Hessian matrisi, ağırlık uzayının farklı doğrultularındaki gradyen değişimini gösterir (Denklem 4.20).

$$H(n) = \frac{\partial^2 E(n)}{\partial W^2(n-1)} \quad (4.20)$$

Burada H Hessian matrisi, E performans fonksiyonu, w ağın sinaptik ağırlığıdır. Performans fonksiyonu, duruma göre toplam ani hata veya ortalama karesel hata olarak alınabilir. Tez kapsamında, ileri beslemeli ağların çoğunda olduğu gibi, performans fonksiyonu olarak, ortalama karesel hata kullanılmıştır (Denklem 4.21).

$$E(n) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{1}{2} \sum_{j \in C} [d_j(n) - y_j(n)]^2 \quad (4.21)$$

Burada N eğitim kümesindeki toplam veri sayısını, C ağıın çıkış katmanındaki bütün nöronları içeren kümeyi, d_j istenen değeri, y_j ağıın çıkışını göstermektedir

Hessian matrisi hesaplandıktan sonra, tersi bulunarak ağırlıklar yenilenebilir. Ancak Hessian matrisi çok karmaşık ve ileri beslemeli bir yapay sinir ağı için hesaplanması zor bir matristir. Newton yöntemlerinin içinde, ikinci dereceden türevlerin hesaplanmadan işlem yapılan bir sınıf vardır. Bu sınıftaki yöntemler, Quasi – Newton yöntemleri olarak adlandırılırlar. Quasi – Newton yöntemleri, algoritmanın her iterasyonunda, Hessian matrisinin yaklaşık bir şeklini kullanır (Bolat ve Kalanderli, 2003).

Levenberg – Marquardt algoritması da Quasi – Newton yöntemleri gibi, Hessian matrisinin yaklaşık değerini kullanır. Levenberg – Marquardt algoritması için Hessian matrisinin yaklaşık değeri Denklem 4.22 yardımı ile bulunabilir (MATLAB, Neural Network Toolbox™ yardım menüsü).

$$H(n) = J^T(n)J(n) + \mu I \quad (4.22)$$

(4.22) denklemindeki μ Marquardt parametresi, I ise birim matristir. Burada J matrisi, Jakobien matrisi olarak adlandırılır ve ağ hatalarının ağırlıklara göre birinci türevlerinden oluşur (Denklem 4.23):

$$J(n) = \frac{\partial e(n)}{\partial W(n-1)} \quad (4.23)$$

(4.23) denkleminde e , ağ hataları vektörüdür. Jakobien matrisi, hesaplamada Hessian matrisinden daha kolay olduğu için tercih edilir. Ağın gradyeni olan $g(n)$ yani $J^T(n).e(n)$ vektörü hesaplanır ve ağırlıklar Denklem 4.24'te gösterildiği gibi güncellenir.

$$W(n+1) = W(n) - [J^T(n)J(n) + \mu I]^{-1} g(n) \quad (4.24)$$

Marquardt parametresi, μ , skaler bir sayıdır. Eğer μ sıfırsa, bu yöntem yaklaşık Hessian matrisini kullanan Newton algoritması; eğer μ büyük bir sayı ise, küçük adımlı gradyen azalması yöntemi haline gelir. Newton yöntemleri, en küçük hata yakınlarında daha hızlı ve kesindir. Her başarılı adımdan sonra, yani performans fonksiyonunun azalmasında μ azaltılır ve sadece deneme niteliğindeki bir adım performans fonksiyonunu yükseltecekse μ artırılır. Bu yöntemle, algoritmanın her iterasyonunda, performans fonksiyonu daima azaltılır (MATLAB, Neural Network Toolbox™ yardım menüsü).

Şekil 4.16'da şimdiye kadar anlatılan Geriye yayılım algoritmasının işleyişi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.16 Geriye yayılım algoritmasının işleyişi

Çalışmada modeller Matlab ortamında oluşturulmuş, eğitme fonksiyonu olarak ise orta ölçekli ağ yapılarında hızlı yakınsama sağlayan Levenberg – Marquardt eğitme fonksiyonu ve en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonu olan sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Konuyla ilgili diğer detaylar 5.bölümde sunulmuştur.

4.6 Kavramsal Yağış Akış Modeli

4.6.1 Genel

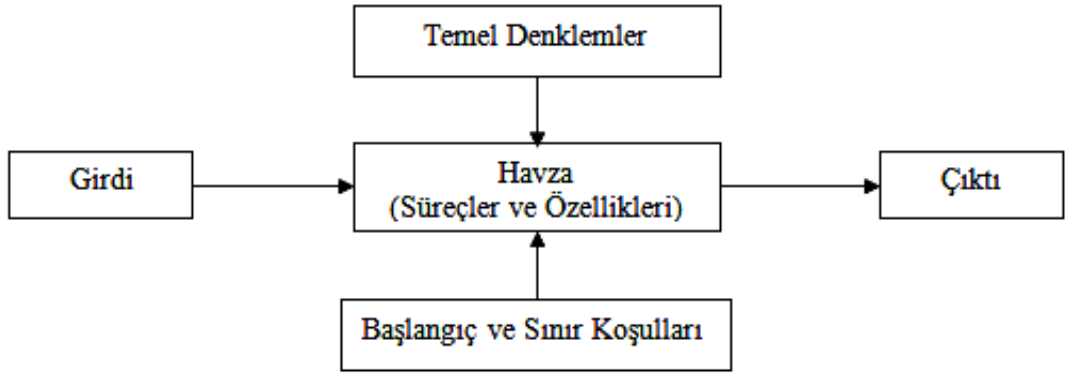
Geçmiş yıllarda hidrolojik süreçlerdeki belirsizliğin açıklanması ve süreç mekanizmalarının daha net bir biçimde ortaya konması amacıyla yağış, buharlaşma, sızma, yüzeysel akış gibi münferit süreç modelleri geliştirilmiştir. Günümüzde ise gerek bilgisayar gerekse bilgi toplama teknolojilerindeki hızlı gelişmeler sayesinde bu süreç modelleri birbirleriyle entegre edilerek gelişmiş havza simülasyon modelleri, halini almışlardır. Havza modellerinin geliştirilmesine ve kullanılmasına, incelenen süreçlerin oluşum mekanizmaları hakkında bilimsel bilgi birikimi ile, veri toplama ve işleme teknolojilerindeki hızlı gelişmeler büyük katkılarda bulunmuştur (Fıstıkoğlu, 1999)

Hidrolojik modellemeye genelde iki ana nedenden ötürü ihtiyaç duyulmuştur. Bunlardan birincisi ilgi duyulan sistemin nasıl işlediğinin, süreç mekanizmalarının tanımlanıp açıklanması, ikincisi ise modellenen sistemin farklı girdiler ve koşullar altında vereceği cevapların önceden kestirilmesidir (senaryo üretimi). Gerçektende karmaşık süreçlerde karar verebilmenin zorluğu, sonuçların önceden kestirilememesi, bilgisayar ve bilgi toplama teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, model kullanma ihtiyacını doğurmuş; bu da gerek yönetim gerekse planlama kararlarının bilimsel bir destek kazanmasına neden olmuştur (Fıstıkoğlu, 1999)

4.6.2 Hidrolojik Modellerin Genel Özellikleri

Zaman içinde hidrolojik modellerin gelişimine bakıldığında, modelleri yağış, buharlaşma, sızma, yüzeysel akış gibi hidrolojik süreçleri tekil olarak inceleyen süreç

modelleri ve hepsinin bir bütün olarak ele alındığı, her süreçle entegrasyonunun gerçekleştirildiği parametrik havza modelleri olarak iki sınıfa ayırmak mümkündür. Modeller sistem tanımı açısından bakıldığında, bir model Şekil 4.17’ de verilen bileşenlerden oluşur. Bu bileşenler arası ilişkiler, modellerin sınıflandırılmasında büyük rol oynarlar (Fıstıkoğlu, 1999).



Şekil 4.17 Model Bileşenleri

Modeller içsel yapılarına göre ele alındığında ise, literatürde yer alan gerek süreç modelleri gerekse havza modelleri;

1. Deterministik
2. Stokastik
3. Ampirik

olarak sınıflandırılmaktadır. Deterministik modellerde, hidrolojik süreçlerin oluşum mekanizmaları kesin fonksiyonel ifadeler şeklinde tanımlanırken, bir deterministik modelin verilen bir girdiye her zaman aynı çıktıyı vereceği unutulmamalıdır. Stokastik modellerde ise gerek girdilerdeki gerekse çıktılardaki rastgele değişkenlik korunmakta, dolayısıyla süreçlerin oluşumu olasılık esasına göre tanımlanmaktadır. Ampirik modeller ise temel kuramsal kavramlar yerine çok sayıda gözlemler ve deneyler neticesinde geliştirilmiş matematiksel denklemlerdir.

Hidrolojik modelleri alansal çözünlüklerini göz önüne alarak incelediğimizde;

1. Ortalanmış
2. Yayılı

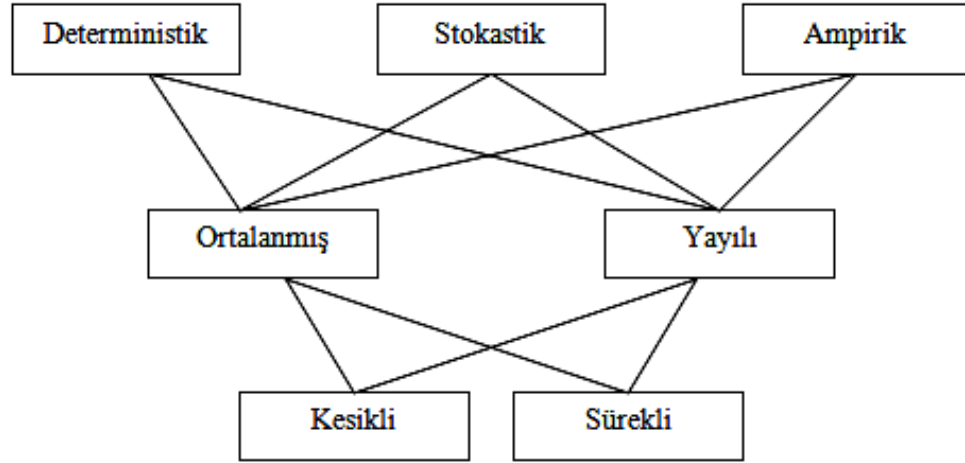
modeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Ortalanmış modeller, gerçekte alansal değişim gösteren hidrolojik unsurları (sızma kapasitesi, bitki örtüsü gibi) ortalama bir değerle irdeleyen modeller olup, yayılı modeller alansal değişim gösteren parametrelerin alansal değişkenliklerini de göz önüne alırlar. Uygulamada, yayılı modeller alansal değişiklik gösteren verilerin toplanmasındaki güçlükler nedeniyle kullanılması zor olan modellerdir (Fıstıkoğlu, 1999).

Modelleri zamansal çözünlüklerini göz önüne alarak incelediğimizde;

1. Kesikli
2. Sürekli

modeller olarak sınıflandırmak mümkündür. Kesikli modeller hidrolojik sürecin incelenen bir t anındaki girdileri ve sistemin bu girdilere verdiği çıktılarla ilgilenirken, sürekli modeller Δt zaman aralıklarında değişen girdiler ve süreç parametreleri ile işletilerek, zaman içinde değişen çıktılar üretirler (Fıstıkoğlu, 1999).

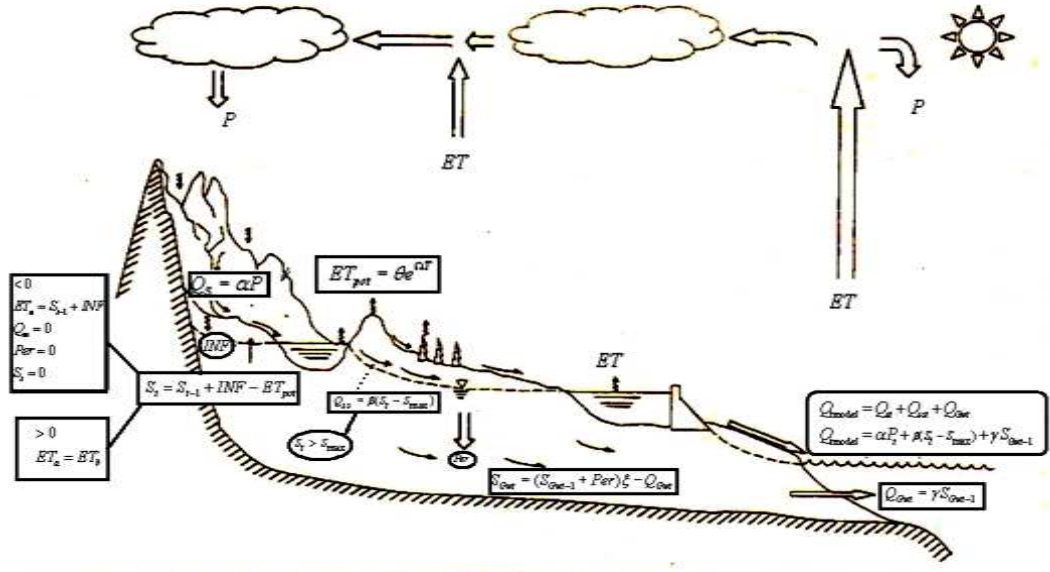
Hidrolojide yukarıda sınıflandırılan model türlerinin hemen hepsiyle karşılaşmak mümkündür. Şekil 4.18'de uygulamada karşılaşılan model sınıflarının şeması yer almaktadır (Fıstıkoğlu, 1999). Uygulamada en sık karşılaşılan ve en basit model türleri, kesikli, ortalanmış, deterministik modeller olup, zaman ve alanda değişkenliğin göz önüne alınması halinde model yapıları daha karmaşık bir hale gelmektedir (Bayazıt, 1998).



Şekil 4.18 Hidrolojide Geliştirilen Model Türlerinin Sınıflara Göre Ağ Biçiminde Gösterimi

4.6.3 Parametrik Aylık Su Bütçesi Modeli

Gelecekteki belli bir tarihte görülecek akımın (debi, seviye, akış hacmi) tahmini, taşkın uyarılarının yapılması, taşkın kontrolü maksatlı haznelerin işletilmesi, akarsuyun su potansiyelinin belirlenmesi, kurak dönemlerde hidroelektrik üretiminin, şehir suyu ve sulama suyunun dağıtımı ve akarsularda ulaşımın planlanması açısından önem taşımaktadır. Bir akarsudaki akım havzaya düşen yağışa bağlı olmakla birlikte yağış olayının görülmesi ile akımın oluşması arasında belli bir gecikme vardır. Akım tahminlerini yaparken bu gecikme göz önüne alınmalıdır. Havzanın yağışı akışa dönüştürmesi sürecinin fiziksel yönleriyle daha iyi bir şekilde benzeştirilebilmesi için parametrik (çok bileşenli, kavramsal) modeller geliştirilmiş ve bilgisayar programları hazırlanmıştır. Bu modellerde akarsu havzası, biriktirme sistemleri ve bunların arasındaki ilişkilerle temsil edilir. Biriktirme sistemlerine süreklilik denkleminin uygulanması ile model çalıştırılır (Şekil 4.19). Havzaya düşen yağış, kayıplar çıkarıldıktan sonra, yüzeysel biriktirme sistemine girer. Bu sistem, yağışı akarsu ağına ulaştıran havzadaki suyollarından ve akarsu ağından oluşur. Yüzey altındaki gecikmesiz biriktirme sistemi de bunlara katılır (Bayazit,1998).



Şekil 4.19 Modelin Şematik Gösterimi

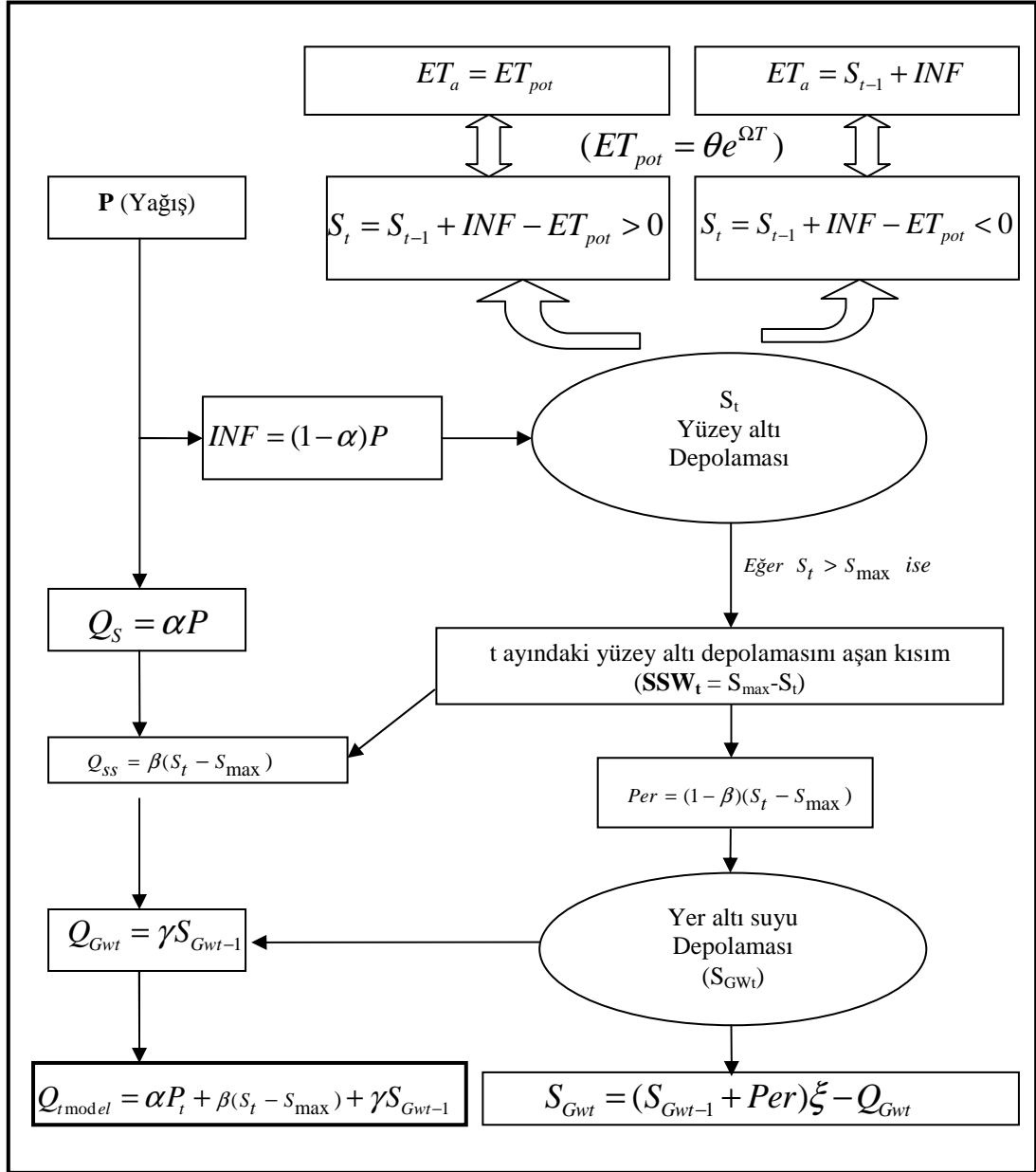
Aylık su bütçesi modelleri, genellikle bir havzanın aylık akımlarının modellenmesinde ve akım tahmininde kullanılmaktadır. Günlük akımlara kıyasla aylık ortalama akımlar zaman çözünürlüklerinin büyük olmaları nedeniyle, yağışlardaki ani değişimler neticesinde oluşan ani akım değişimlerini, bir başka deyişle hidrograftaki saatlik hatta günlük değişimleri yansıtmazlar. Bu nedenle aylık yağış-akış modelleri günlük zaman çözünürlüğüne sahip modellere kıyasla daha basit yapılara sahiptirler. Bu nedenle aylık modeller günlük akım modellerine kıyasla bünyelerinde daha az parametre ihtiva ederler. Aylık akım modellerinin en önemli parçası aylık evapotranspirasyonun tahmin edildiği bölümdür. Çünkü modelin girdisi olan yağış ölçümler neticesinde elde edilebilirken, evapotranspirasyonu ölçmek mümkün değildir. Bu nedenle evapotranspirasyon için çeşitli yöntemler (Thornthwaite, Penman, Blaney-Criddle gibi) yardımıyla tahminler yapılmaktadır (Acatay, 1996; Bayazıt, 1998). Tabi bu tahminlerin doğruluğu modelin performansına büyük etki yapmaktadır. Evapotranspirasyon doğru olarak tahmin edildiğinde zemin neminin ve akışın hesabı basit su bütçesi denklemleriyle elde edilebilmektedir. Çalışmada Tahtalı ve Gördes baraj havzalarına ilişkin yağış-akış modeli, daha önce Ulusal Bildirim Raporu'nda kullanılan (ÇOB, 2007) parametrik **Thornthwaite Su Bütçesi Modeli** esas alınarak kurulmuştur.

4.6.4 Modelin Yapısı

Tahtalı ve Gördes baraj havzalarına ilişkin, Excel ve Visual Basic Programlama dili kullanılarak geliştirilen (Fıstıkoğlu ve Okkan,2008-2009) Su Bütçesi Modeli; aylık bazda yağış (P_t) ve aylık ortalama sıcaklıktan türetilen potansiyel evapotranspirasyon ($ET_{t,pot}$) değerlerini kullanarak bir havza çıkışındaki akışın yüzeysel akış, yüzey altı akışı ve yeraltı suyu akışı bileşenlerini hesaplayan ve bu şekilde aylık akış değerini tahmin eden bir modeldir. Model sınıfları göz önüne alındığında Su Bütçesi Modeli; *Kavramsal, Deterministik, Ortalanmış ve Sürekli* yapıda bir model olup akış, evapotranspirasyon, sızma, zemin nemi, yüzeyaltı akışı ve yeraltı akış bileşenlerini modelleyen 6 parametresi bulunmaktadır Modelin bilgisayar programı akış şeması Şekil 4.20’de detaylı olarak sunulmaktadır.

Modelde;

- Θ, Ω : Aylık ortalama sıcaklığı, potansiyel evapotranspirasyona dönüştüren model parametrelerini,
- α : Yüzeğe düşen yağışın ne kadarının, doğrudan yüzeysel akışa geçtiğini belirleyen yüzeysel akış parametresini,
- β : Yüzey altı depolamasından ne kadarlık bir kısmın, yüzeysel akışa geçtiğini belirleyen yüzey altı akış parametresini,
- γ : Yeraltı suyu depolamasının ne kadarlık bir kısmının yüzeysel akışı beslediğini belirleyen yeraltı akış parametresini,
- S_{max} : Zeminin maksimum yüzey altı depolamasını gösteren zemin parametresini,
- S_{t-1} : Bir önceki ayın yüzey altı depolama miktarını (mm),
- S_{Gwt} : Bir önceki ayın yeraltı suyu depolama miktarını (mm),
- ξ : Yeraltı suyuna sızan suyun (Per) ve bir önceki aydan kalan yeraltı suyu miktarını depolamada tutan katsayıyı simgelemektedir.



Şekil 4.20 Parametrik su bütçesi modelinin akış şeması

4.6.5 Modelin İşleyişi

Aylık Su Bütçesi Modelinde θ ve Ω parametreleri yardımı ile sadece aylık ortalama sıcaklık değerleri (T) kullanılarak aylık potansiyel evapotranspirasyon türetilmektedir (Denklem 4.25).

$$ET_{pot} = \theta e^{\Omega T} \quad (4.25)$$

Modelde yüzeye düşen aylık toplam yağışın (P_t), ilk olarak aylık α katsayısına bağlı olarak $\alpha.P_t$ kadarlık kısmını yüzeysel akışa yönlendirmektedir (Denklem 4.26).

$$Q_s = \alpha P \quad (4.26)$$

Ve geriye kalan kısım ise sızma (infiltrasyon) ile zemin nemine katılmaktadır (Denklem 4.27).

$$INF = (1 - \alpha)P \quad (4.27)$$

Sızma ve potansiyel evapotranspirasyon işlemlerinden sonra genel süreklilik denklemi gereği zemin nemi aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir (Denklem 4.28).

$$S_t = S_{t-1} + INF - ET_{pot} \quad (4.28)$$

Daha sonra, o ayki θ ve Ω parametresine bağlı olarak belirlenen aylık toplam potansiyel evapotranspirasyon değeri ($ET_{tpot} = \theta e^{\Omega T}$), $P_t - (\alpha.P_t)$ farkı ile karşılaştırılmakta; eğer yeteri kadar artık yağış mevcutsa evapotranspirasyon buradan karşılanmakta; geri kalan kısım yüzey altı depolamasına geçmektedir.

Böylece elde edilen evapotranspirasyon değeri o ayki toplam potansiyel evapotranspirasyon değerini vermektedir. Eğer ET_{tpot} değeri, artık yağıştan büyük ise aradaki fark bir önceki ayın zemin neminden yani yüzey altı depolamasından karşılanmaktadır. Bu durumda ise o ayki toplam potansiyel evapotranspirasyon ihtiyacının karşılanıp karşılanmadığı kontrol edilmekte, yeterli zemin nemi yoksa gerçek evapotranspirasyon değeri ortaya çıkmaktadır (Denklem 4.29).

$$\begin{aligned} \text{Eğer } S_t = S_{t-1} + INF - ET_{pot} < 0 &\rightarrow ET_{act} = S_{t-1} + INF \\ \text{Eğer } S_t = S_{t-1} + INF - ET_{pot} > 0 &\rightarrow ET_{act} = ET_{pot} = \theta e^{\Omega T} \end{aligned} \quad (4.29)$$

Yüzey altı depolamasının maksimum değeri olan ve aynı zamanda modelin bir parametresi olarak tanımlanan S_{\max} değerinin aşılması durumunda ise ($S_t > S_{\max}$), aşan miktarın bir kısmı β parametresine bağlı olarak yüzeysel akışı beslemekte (Denklem 4.30),

$$Q_{SS} = \beta.(S_t - S_{\max}) \quad (4.30)$$

geri kalan $(1-\beta)$ kadarlık kısmı da yeraltı suyu depolamasına geçmektedir. Bu aynı zamanda modelde *perkolasyon* olarak tanımlanmaktadır (Denklem 4.31).

$$Per = (1 - \beta).(S_t - S_{\max}) \quad (4.31)$$

Yüzeysel akışın yeraltı suyundan beslenen kısmı ise γ katsayısına bağlı olarak, bir önceki ayın yeraltı suyu depolamasından elde edilmektedir.

$$Q_{Gwt} = \gamma S_{Gwt-1} \quad (4.32)$$

Yer altı suyu depolaması ise yer altı suyuna sızan suyun (Per) ve bir önceki aydan kalan yer altı suyu miktarını depolamada tutan ξ katsayısına ve yüzeysel akışın yer altı suyundan beslenen bileşenine bağlı olarak belirlenebilmektedir. Böylece süreklilik denklemi esas alınarak yer altı suyu depolaması Denklem 4.33 te gösterildiği gibi tanımlanabilmektedir.

$$S_{Gwt} = (S_{Gwt-1} + Per)\xi - Q_{Gwt} \quad (4.33)$$

Böylece herhangi bir t ayındaki yüzeysel akış Denklem 4.34'ten;

$$Q_{t\text{mod}} = \alpha P_t + \beta(SSW_t) + \gamma S_{Gwt-1} \quad (4.34)$$

şeklinde hesaplanabilmektedir.

Burada;

- α : yüzeysel akış katsayısını,
 P_t : t ayındaki yağışı (mm/ay),
 β : Yüzey altı akış katsayısını,
 SSW_t : t ayındaki yüzey altı depolamasını aşan kısmı ($S_t - S_{max}$) (mm/ay),
 γ : Yeraltı suyu akış katsayısını,
 $S_{GW\ t-1}$: t-1 ayındaki yeraltı suyu depolamasını (mm/ay) simgelemektedir.

4.6.6 Modellerin Kalibrasyonu ve Verifikasyonu

Parametrik Thorthwaite modelinin parametreleri, Denklem 4.35'te verilen gözlenmiş akımlarla modellenmiş akımlar arasındaki farkların kareleri (FK) toplamını minimum yapacak şekilde belirlenmiştir. Tahtalı ve Gördes gözlenmiş akımlarından belirlenen kalibrasyon dönemi içerisinde, model parametreleri hesaplanmış, verifikasyon dönemi için bu model parametreleri sınanmıştır.

$$FK = \sum_{t=1}^N (Q_{t,gözlem} - Q_{t,model})^2 \quad (4.35)$$

Model parametrelerinin kalibrasyonu sırasında model ile gözlenmiş akım değerleri arasındaki R^2 (determinasyon) katsayısının yanı sıra, birçok araştırmacının kalibrasyon kriterleri arasında önemli bir yere sahip olan Nash-Shutcliffe kriteri de esas alınmıştır (Nash ve Sutcliffe, 1970; Fıstıkoğlu ve Harmancıoğlu, 2001; Okkan, 2007).

$$NASH = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N (Q_{model,t} - Q_{gozlem,t})^2}{\sum_{t=1}^N (Q_{gozlem,t} - \overline{Q_{gozlem}})^2} \quad (4.36)$$

Burada;

$Q_{\text{model},t}$: Modellenmiş akımları (mm/ay),

$Q_{\text{gozlem},t}$:Gözlenmiş akımları (mm/ay),

$\overline{Q_{\text{gozlem}}}$:Gözlenmiş ortalama akımları (mm/ay) ifade etmektedir.

4.7 Hazne İşletme Çalışması

Hazneler, akarsuyun getirdiği zamana bağlı olarak sürekli değişen akım ile akımın kullanılmak istendiği (enerji üretimi, sulama, akarsu ulaşımı gibi) amaçlar için gerekli su miktarı arasındaki dengesizliği belirli ölçüde gidermek için tasarlanırlar. Akarsuyun rejimini değiştirerek çok su gelen dönemlerdeki su fazlalığını kurak dönemlerde kullanılmak üzere depolar. Hidrolojik açıdan, belirli bir ihtiyacı karşılamak için akarsudan elde edilmesi gereken depolama hacmi; gelen akımın miktarı ve değişkenliğine, amaca (elde edilmek istenen su miktarına) ve bu ihtiyacın karşılanmasındaki güvenilirlik derecesine bağlıdır (Halden ve Özkul, 2004).

Çalışmada gerçekleştirilecek olan hazne işletme çalışmalarında kullanılan method, Denklem 4.37’de gösterilen süreklilik denklemine dayanan “Behaviour Analysis” olarak da bilinen hazne işletme metodudur.

$$Z_{t+1} = Z_t + Q_t - D_t - \Delta E_t - L_t \quad (4.37)$$

$$C_{\min} \leq Z_{t+1} \leq C_{\max} \quad (4.38)$$

Burada;

Z_{t+1} : t zaman periyodunun sonundaki depolama hacmini,

Z_t : t zaman periyodunun başındaki depolama hacmini,

Q_t : t zaman periyodu süresince giren akımları,

D_t : t zaman periyodu süresindeki kullanımları,

ΔE_t : t zaman periyodu süresince gerçekleşen net buharlaşma kaybını,

- L_t : diğer kayıpları,
 C_{max} : maksimum depolama hacmini,
 C_{min} : minimum depolama hacmini temsil etmektedir.

Aylık su bütçesi metodunda, haznenin başlangıçta tam dolu olduğu kabulü yapılarak işleme başlanır. Ay sonu Hazne hacmi $C_{min} \leq Z_{t+1} \leq C_{max}$ arasında kalacak şekilde (sonlu hazne hacmi kabulüyle) kütlenin korunumu prensibi uygulanarak olarak hesaplanır (McMahon ve Mein, 1986).

Hazne işletme çalışmalarındaki temel güçlük, ay sonu hacminin, dolayısıyla ortalama alan hesabında kullanılacak ortalama hacmin önceden bilinmeyişiştir. Bu soruna çözüm olarak ilk yaklaşımda, aybaşındaki göl hacmi ile alan ve buharlaşma hesabı yapılır. Bu şekilde elde edilen buharlaşma kaybı kullanılarak hazneden çıkan toplam akımın ve ay sonu hacminin ilk yaklaşım değerleri bulunur. Aylık ortalama hacim, ortalama göl yüzey alanı ve buharlaşma kaybı hesapları tekrarlanarak yaklaşımın hata mertebesi kontrol edilir. Gerekirse son bir yaklaşım daha yapılır. Bu üç yaklaşım için kot-hacim-alan eğrilerinden üç ayrı okuma yapılabilir, eğri denkleminde faydalanılabilir ya da noktalar arasında doğrusal interpolasyonla çözüme gidilebilir. Ay sonu hacminin max işletme hacminden büyük olması durumunda ise, bu ayda fazla suyun savaktan atılması durumu ortaya çıkmaktadır. Böyle bir durumda ay sonu hacmi maksimum işletme hacmine eşit alınarak hesaplamalara devam edilir. Tüm bu işlemler yapılırken hazne su kotlarının sınır değerleri olarak planlama raporlarındaki minimum ve maksimum işletme kotları esas alınmakta, hazneden gerçekleşen aylık net buharlaşma hacimleri ise, o ayki ortalama göl yüzey alanı ile net buharlaşma yüksekliğinin çarpımı ile bulunabilmektedir.

Çalışmada parametrik yağış-akış modeli kullanılarak elde edilen ve gelecek dönemi (2010-2099) temsil eden akım dizileri, Tahtalı ve Gördes barajının planlama dönemlerindeki akımlarla karşılaştırılarak, farklılıklar istatistiksel olarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Gelecek dönemi temsil eden bu simule akımlar (2010-2099) Tahtalı ve Gördes barajlarının hazne işletme çalışmalarında kullanılarak, haznelerin planlama raporlarında belirtilen talep değerlerini karşılayıp karşılamadıkları kontrol

edilmiştir. Karşılanmadıkları durumlarda ise ne oranlarda açıklar oluştuğu (arz açıkları) ve haznelerin işletme süresince ne kadar bir süre boyunca görevlerini yerine getiremedikleri risk ve güvenilirlik analizleri ile belirlenmiştir.

Buna ilaveten, 2010-2099 döneminde değişen akım koşulları altında işletilen Tahtalı ve Gördes baraj haznelerinden farklı regülasyonlara sahip sürekli olarak çekilecek su miktarları denenerek Çekim - risk abakları elde edilmiştir. Elde edilen abaklardan % 5 ve % 2.5 risk ile sürekli olarak çekilebilecek su hacimleri belirlenmiş ve su ihtiyacının ne kadar bir bölümünün karşılanabildiği sorgulanmıştır.

Uygulamada 2010-2099 yıllarına ilişkin net buharlaşma yüksekliğinin (*yağış-brüt buharlaşma*) hesaplanmasında ise, istasyonlardan elde edilen gözlenmiş sıcaklık-buharlaşma ilişkilerinden yararlanılmıştır. Hazne işletme çalışmaları ile ilgili detaylara “Uygulama” bölümünde değinilmiştir.

BÖLÜM BEŞ UYGULAMA

5.1 Tahtalı Havzası

Tahtalı Barajı, İzmir'de, **Küçük Menderes (6)** havzasına komşu, drenaj alanı 546 km², ortalama debisi 3,6 m³/sn olan Tahtalı Deresinden beslenen ve İzmir'e içme suyu sağlamak amacıyla Gümüldür civarında 1986-1999 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Toprak ve kaya dolgu gövde tipinde olan barajın gövde hacmi 3.100.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 58.00 m., normal su kotunda göl hacmi 306.65 hm³, minimum işletme hacmi 56.00 hm³ ortalama göl alanı 23,52 km²'dir. Şekil 5.1'de Tahtalı havzası ve çevresindeki hidrometeoroloji istasyonları verilmektedir.



Şekil 5.1 Tahtalı havzası ve çevresindeki hidrometeoroloji istasyonları

5.1.1 Tahtalı Baraj Havzası Hidrolojik Verilerinin Hazırlanması

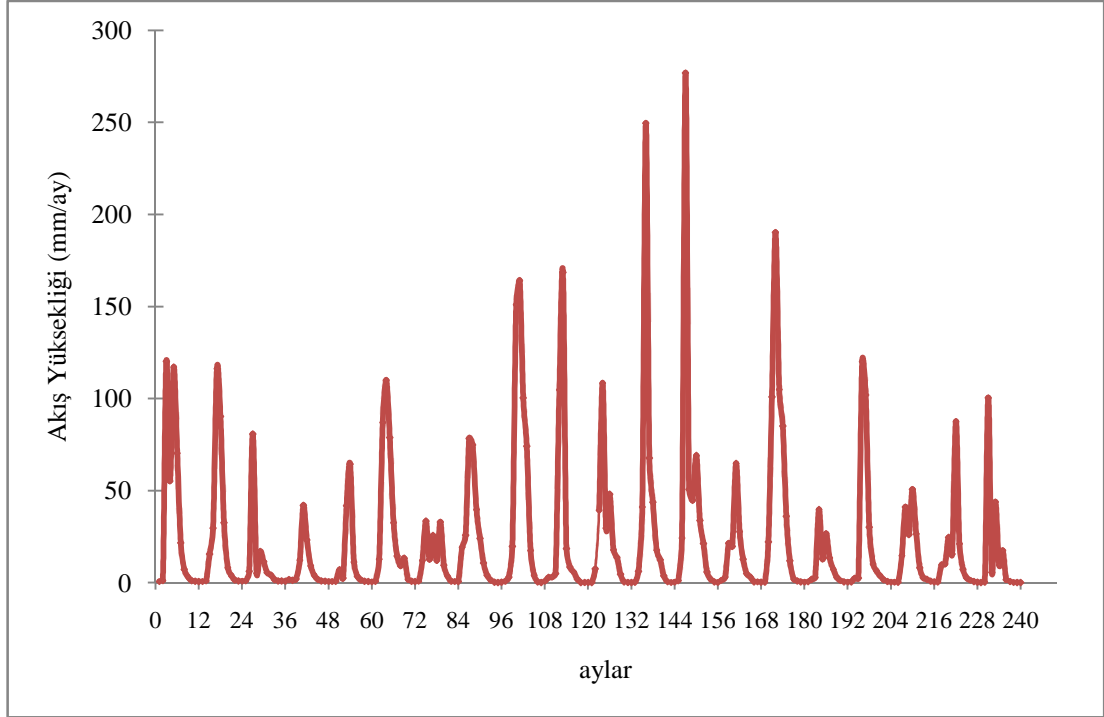
5.1.1.1 Tahtalı Akımları

Tahtalı Baraj havzasına ait akımlar, DSİ 6-7 numaralı Tahtalı Dere, Dereboğazı akım ölçüm istasyonu tarafından 1970-1990 yılları arasında gözlemlenmiştir. Barajın inşasından sonra akım gözlemleri sonlandırılmıştır.

Bu istasyona ait akım değerleri, havza alanına (546 km²) bölünerek akış yüksekliği (mm) cinsinden elde edilmiştir. Tablo 5.1’de ve Şekil 5.2’de DSİ 6-7 numaralı Tahtalı Deresi, Dereboğazı akım gözlem istasyonunun yükseklik cinsinden ölçülmüş akım değerleri ve zamanla değişimleri verilmektedir.

Tablo 5.1 DSİ 6-7 numaralı Tahtalı Dere, Dereboğazı akım ölçüm istasyonu 1970-1990 yılları arasındaki akış yükseklikleri (mm/ay)

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1970	0.62	1.01	120.10	55.18	116.98	70.19	21.64	7.23	2.91	1.09	0.64	0.51	398.11
1971	0.60	0.96	15.42	29.64	116.20	90.27	32.56	8.05	3.78	1.35	0.88	0.76	300.47
1972	0.94	6.16	80.72	5.07	16.86	11.33	5.46	3.96	1.58	0.92	0.82	0.70	134.51
1973	1.60	1.21	1.85	12.13	41.92	23.20	9.01	4.00	1.72	0.88	0.66	0.60	98.77
1974	0.60	0.70	6.98	2.48	41.72	64.34	11.11	3.35	1.35	0.70	0.51	0.43	134.28
1975	0.72	12.63	86.96	109.96	78.77	32.56	14.37	9.11	13.22	1.75	0.74	0.51	361.30
1976	0.80	11.97	33.34	12.58	25.54	11.97	32.95	9.50	3.37	0.68	0.58	0.57	143.85
1977	19.07	25.74	78.18	74.87	39.58	23.98	10.66	4.06	1.23	0.14	0.02	0.16	277.68
1978	0.68	2.94	19.69	150.91	163.97	100.41	74.09	17.33	4.02	0.35	0.04	0.76	535.19
1979	2.79	3.04	4.84	104.70	168.45	18.39	8.36	5.63	1.87	0.02	0.00	0.00	318.09
1980	0.02	7.55	39.38	108.40	29.64	47.96	17.76	13.63	4.46	0.39	0.04	0.04	269.27
1981	0.19	6.06	41.14	249.56	67.65	43.67	17.63	12.30	3.59	0.45	0.06	0.27	442.58
1982	1.05	24.18	276.86	50.69	44.65	69.02	33.73	21.25	5.69	1.68	0.37	0.10	529.26
1983	1.33	2.98	21.45	19.69	64.73	27.69	12.67	4.97	2.92	0.37	0.45	0.19	159.45
1984	0.16	22.03	100.80	190.29	104.89	85.01	36.07	11.85	2.01	0.92	0.33	0.23	554.59
1985	0.45	1.70	2.89	39.58	12.85	26.71	13.47	7.16	2.73	1.11	0.29	0.25	109.18
1986	0.31	2.52	2.48	119.91	101.97	30.03	10.04	6.24	3.74	1.50	0.55	0.25	279.53
1987	0.25	0.19	14.64	41.14	26.13	50.69	26.52	8.05	2.65	1.68	0.72	0.33	173.00
1989	0.27	9.59	10.16	24.57	15.56	87.52	21.08	7.23	2.61	1.31	0.51	0.21	180.62
1990	0.02	0.18	100.41	5.62	43.87	9.55	17.47	1.62	0.55	0.08	0.00	0.00	179.35



Şekil 5.2 1970-1990 dönemi Tahtalı barajı aylık akış yükseklikleri (mm/ay)

5.1.1.2 Tahtalı Baraj Havzasını Temsil Eden Yağışlar

Tahtalı havzasındaki yağışları temsil etmek üzere yapılan incelemelerde, havzanın içerisinde ve çevresinde DMİ tarafından işletilen ve yeterli sayıda veriye sahip 3 adet yağış ölçüm istasyonu tespit edilmiştir. Tablo 5.2’de çalışma kapsamında Tahtalı Baraj havzasını temsilen göz önüne alınan meteoroloji istasyonları verilmektedir.

Tablo 5.2 Çalışma kapsamında Tahtalı baraj havzasını temsil eden yağış istasyonları.

Yağış İstasyonu	Kotu (m)	İşleten Kuruluş	Ölçüm Aralığı
Değirmendere(6294)	200	DMİ	1964-1996 (Eksikli)
İzmir (17220)	29	DMİ	1929-2006
Seferihisar (17820)	30	DMİ	1963-2006 (Eksikli)

İzmir, Değirmendere ve Seferihisar DMİ istasyonlarının aylık yağış değerleri sırasıyla Tablo 5.3, 5.4 ve 5.5'te verilmektedir.

Gerek Değirmendere ve Seferihisar DMİ istasyonlarının gözlem dönemlerindeki eksik verilerin tamamlanması gerekse 1948'den günümüze uzanan NCEP/NCAR atmosferik parametreleriyle Tahtalı havzası alansal ortalama yağışları arasındaki ilişkilerin ortaya konması amacıyla Seferihisar ve Değirmendere yağışları İzmir istasyonu ile kurulan regresyon ilişkileriyle 1948-2006 dönemine uzatılmıştır. Değirmendere ve Seferihisar DMİ yağışlarıyla İzmir DMİ yağışları arasındaki regresyon ilişkileri Şekil 5.3 ve 5.4 'te verilmektedir.

Tablo 5.3 İzmir (17220) istasyonunun 1948-2006 dönemi yağış gözlemleri (mm/ay)

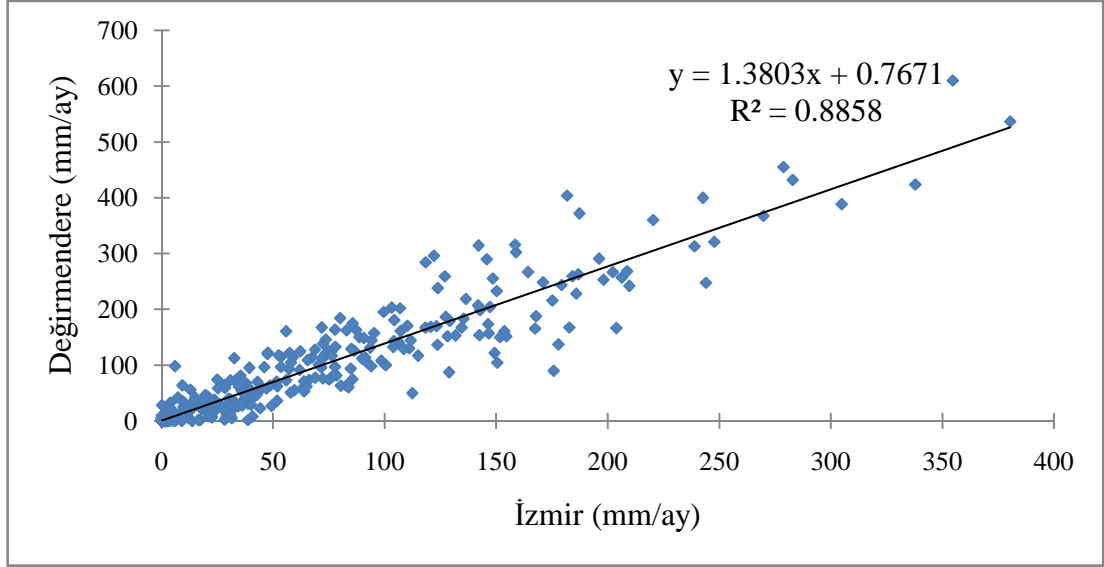
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	214.9	159.6	19.9	38.4	60.0	41.8	0.0	0.0	0.0	3.3	45.3	45.8	629.0
1949	114.8	43.3	152.9	27.6	22.6	3.4	8.3	1.9	1.9	46.0	46.2	79.7	548.6
1950	81.7	36.6	40.2	37.8	37.6	8.5	0.0	0.0	2.5	20.8	68.6	175.8	510.1
1951	222.2	117.2	144.5	29.1	61.6	0.0	0.2	0.0	9.6	46.5	114.6	89.5	835.0
1952	141.7	265.7	92.8	0.3	80.1	0.0	0.0	0.0	3.0	52.1	188.7	45.2	869.6
1953	224.9	76.3	39.2	11.7	55.2	37.0	0.0	0.0	9.5	42.2	51.9	108.9	656.8
1954	142.1	110.2	104.0	53.7	65.6	0.0	0.0	0.0	0.0	48.9	148.1	202.9	875.5
1955	92.4	52.7	21.0	83.4	7.2	0.0	0.2	0.3	2.4	55.9	201.2	80.2	596.9
1956	41.5	206.8	65.2	11.7	44.0	6.7	0.0	0.0	0.0	9.2	32.0	132.3	549.4
1957	95.2	11.7	55.5	18.7	118.3	9.5	13.0	0.0	14.9	7.6	37.3	59.5	441.2
1958	149.0	38.6	111.8	54.5	25.6	1.5	1.4	2.9	6.7	48.2	61.4	131.3	632.9
1959	205.4	3.4	47.9	11.1	29.0	5.2	3.0	0.0	0.9	34.7	29.6	214.2	584.4
1960	135.6	55.1	35.3	67.6	17.7	7.5	0.3	0.0	6.0	4.8	157.3	296.9	784.1
1961	127.2	87.6	12.2	100.5	16.8	23.5	0.0	8.2	3.9	30.3	59.2	109.9	579.3
1962	55.3	147.9	151.9	56.7	1.3	3.8	0.0	0.0	28.5	32.3	94.2	291.0	862.9
1963	167.5	120.8	49.7	22.8	41.7	0.6	0.0	0.0	0.0	83.3	36.8	46.0	569.2
1964	55.5	72.4	65.3	2.3	16.6	27.8	0.0	0.0	68.5	0.2	19.6	181.7	509.9
1965	73.4	220.3	73.2	142.7	86.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	87.2	202.2	895.0
1966	187.2	42.9	153.6	23.6	29.3	6.3	0.0	17.2	27.8	5.9	93.9	304.8	892.5
1967	142.4	19.6	17.4	39.3	9.9	2.8	0.0	0.0	9.2	12.6	14.9	147.1	415.2
1968	269.7	100.0	72.8	0.8	6.5	8.0	0.0	2.2	34.2	20.3	67.3	134.4	716.2
1969	136.3	106.3	57.3	35.3	29.8	6.4	5.9	0.0	0.2	0.1	35.6	380.3	793.5
1970	71.7	184.1	68.7	26.0	22.5	10.1	0.0	0.0	1.5	92.3	61.8	88.5	627.2
1971	80.0	196.0	120.6	32.3	3.9	2.9	9.4	18.1	0.4	22.9	107.1	131.7	725.3
1972	25.2	62.1	35.7	41.4	38.1	0.4	0.1	2.6	9.2	85.6	34.0	4.9	339.3
1973	135.3	186.7	38.6	44.6	9.5	20.7	0.0	0.2	7.6	29.7	39.7	111.6	624.2
1974	12.7	148.4	127.3	23.1	29.1	0.5	0.0	1.5	11.8	59.5	118.3	167.8	700.0
1975	175.1	76.0	53.4	57.8	16.8	47.5	0.0	0.0	5.0	31.1	128.1	123.2	714.0
1976	72.2	82.7	63.8	94.1	33.9	9.5	24.0	4.8	28.2	243.9	74.8	141.8	873.7
1977	73.5	65.4	24.5	37.8	2.1	0.7	0.0	0.0	16.8	72.4	71.7	103.1	468.0
1978	247.7	179.2	123.6	75.0	40.7	3.5	0.0	0.0	51.5	66.1	80.2	28.0	895.5
1979	238.8	77.7	31.0	20.6	63.7	9.3	0.0	0.0	0.0	38.8	182.7	126.9	789.5
1980	206.2	41.5	77.8	51.7	33.0	13.6	0.0	0.0	0.0	8.7	150.4	198.0	780.9
1981	337.8	52.4	83.7	13.0	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	170.9	354.6	1056.2
1982	63.7	53.4	110.1	98.4	51.8	0.0	0.7	0.0	0.0	77.7	76.2	129.1	661.1
1983	47.4	106.8	9.7	40.3	2.4	12.8	9.8	0.4	0.0	2.6	158.8	158.4	549.4
1984	242.6	99.5	104.2	71.5	0.2	0.0	16.4	1.9	0.2	0.0	89.8	58.8	685.1
1985	145.7	34.6	104.0	6.1	42.5	1.5	0.0	0.0	0.0	29.8	142.0	20.6	526.8
1986	282.8	151.6	31.5	44.1	7.2	21.2	0.0	0.0	0.7	22.4	22.8	122.0	706.3
1987	203.8	55.8	114.9	46.0	5.2	1.5	1.5	0.0	0.0	1.5	167.3	149.2	746.7
1988	55.7	103.8	164.2	22.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	118.2	150.1	627.5
1989	4.6	11.0	128.8	1.8	30.0	38.6	0.0	0.0	29.2	44.4	84.7	146.3	519.4
1990	31.4	85.5	21.8	64.9	3.9	2.6	0.0	2.0	8.1	19.9	23.6	278.7	542.4
1991	36.0	57.9	24.9	46.9	100.5	0.0	28.0	0.1	0.0	14.5	32.8	123.7	465.3
1992	0.0	18.0	76.4	37.4	9.6	3.9	0.0	1.7	0.0	10.2	110.9	93.4	361.5
1993	57.0	146.6	91.2	48.4	30.8	0.1	0.0	0.0	2.8	9.1	108.5	177.8	672.3
1994	70.5	95.2	78.3	49.3	32.5	1.3	0.0	0.4	0.0	68.8	85.0	154.5	635.8
1995	208.6	28.3	185.8	38.9	36.1	0.0	0.0	8.9	21.0	3.9	175.7	82.8	790.0
1996	30.8	209.6	37.3	90.6	18.2	0.1	0.0	0.3	112.3	39.9	69.7	195.0	803.8
1997	119.0	20.5	124.2	93.4	13.0	2.0	0.0	0.0	0.0	48.5	84.2	206.6	711.4
1998	171.5	70.4	133.5	34.2	121.9	0.0	2.7	0.0	39.6	84.0	271.6	156.7	1086.1
1999	93.6	249.0	77.7	13.9	13.0	0.7	0.0	0.0	0.4	28.8	47.9	127.5	652.5
2000	96.3	91.6	77.6	48.1	5.2	0.0	0.0	0.1	0.0	91.6	107.9	35.6	554.0
2001	90.9	108.7	16.0	65.9	18.4	17.1	0.0	34.9	23.0	0.0	283.7	269.9	928.5
2002	35.3	34.2	90.7	50.5	10.2	0.0	2.2	0.0	66.1	86.5	126.4	148.3	650.4
2003	102.7	201.0	25.3	104.5	10.3	0.1	0.0	0.0	0.0	66.5	15.6	116.3	642.3
2004	228.5	27.9	21.3	30.3	11.3	3.7	1.2	0.0	0.0	1.7	100.0	77.7	503.6
2005	124.0	287.4	90.5	17.3	35.8	21.0	0.0	0.2	6.6	22.8	155.9	67.5	829.0
2006	77.5	93.4	180.9	29.4	0.2	10	0	0	167.2	114.5	63.1	9.1	745.3

Tablo 5.4 Değirmendere (6294) istasyonunun 1964-1996 dönemi yağış gözlemleri (mm/ay)

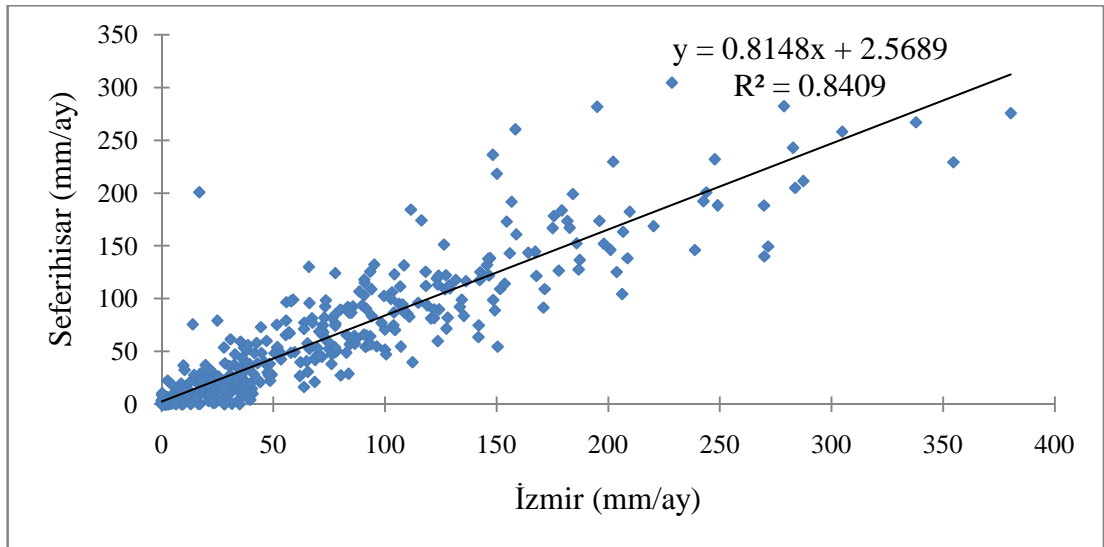
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.5	403.8	-
1965	120.3	360.2	117.9	198.5	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	162.9	266.6	1363.1
1966	372.0	70.0	160.7	38.0	15.4	1.7	0.0	1.5	24.2	98.2	98.2	388.6	1268.5
1967	153.9	25.1	25.0	95.5	26.8	0.0	0.0	0.0	63.7	21.6	42.1	204.3	658.0
1968	367.6	101.4	114.7	0	4.0	6.6	0.0	0.0	26.2	40.5	113.6	167.4	942.0
1969	218.6	140.7	122.1	81.3	11.3	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	32.8	536.7	1146.3
1970	167.6	259.3	127.9	29.6	6.5	6.4	0.0	0.0	2.3	103.7	91.6	150.5	945.4
1971	184.3	291.1	168.8	23.1	19.0	2.4	12.9	27.4	1.2	25.8	161.2	153.4	1070.6
1972	58.6	124.9	54.6	44.0	37.2	0.0	28.2	19.8	1.6	175.2	28.6	9.8	582.5
1973	183.4	262.9	31.1	60.8	8.6	14.2	0.0	0.0	11.6	19.6	55.3	144.4	791.9
1974	22.9	255.3	186.7	22.8	13.7	4.4	0.0	0.0	6.0	55.3	284.3	187.9	1039.3
1975	215.7	124.4	115.0	50.9	29.1	122.2	0.0	0.0	0.7	29.0	151.9	170.1	1009.0
1976	76.2	63.5	52.8	144.4	29.1	14.3	20.4	3.0	2.2	247.7	124.6	207.3	985.5
1977	145.9	109.3	30.6	67.6	0.0	8.2	0.0	0.0	26.1	138.5	112.5	203.4	842.1
1978	321.0	243.6	136.5	74.5	8.3	0.0	0.0	0.0	70.5	74.0	63.2	64.4	1056.0
1979	313.0	163.5	38.2	38.8	61.5	6.0	0.0	0.0	0.0	56.7	167.5	259.2	1104.4
1980	257.0	44.0	133.0	36.4	33.1	0.0	9.6	0.0	0.0	2.9	104.4	253.3	873.7
1981	423.8	117.9	60.5	19.8	34.4	0.0	0.0	0.0	3.7	16.3	248.7	610.1	1535.2
1982	71.1	96.8	170.7	108.0	62.1	2.3	7.8	0.0	0.0	97.1	116.8	179.5	912.2
1983	119.9	201.9	34.5	54.1	1.2	56.1	24.3	0.0	6.8	1.8	302.6	315.9	1119.1
1984	400.1	195.4	181.0	96.1	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	112.0	114.1	1100.5
1985	289.7	61.9	143.0	13.1	46.8	3.4	0.0	0.0	0.0	29.1	314.4	44.0	945.4
1986	432.1	150.1	23.6	22.9	42.1	34.7	0.0	0.0	2.6	7.6	14.3	296.2	1026.2
1987	166.5	72.9	117.1	96.5	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	165.7	121.9	748.4
1988	160.9	132.5	266.8	20.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	167.4	232.8	989.8
1989	12.1	13.6	87.5	1.7	40.0	1.6	0.0	0.0	8.6	56.7	94.0	173.6	489.4
1990	5.0	74.9	20.5	61.8	10.2	0.0	0.0	1.8	6.5	16.8	34.0	454.9	686.4
1991	71.3	104.6	74.3	58.3	100.0	4.0	18.6	0.0	0.0	36.8	72.2	238.1	778.2
1992	0	21.5	79.2	40.8	6.8	33.2	4.6	1.5	0	20.2	130.1	131.6	469.5
1993	93.1	157.0	113.9	63.4	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	129.2	137.3	718.0
1994	100.9	157.6	81.8	27.1	112.7	0.0	0.0	0.0	0.0	77.6	129.1	151.8	838.6
1995	268.4	59.4	228.1	43.7	27.6	0.0	0.0	0.0	8.4	22.8	90.0	162.4	910.8
1996	72.9	242.2	46.0	148.8	36.3	0.0	0.0	0.0	49.9	29.5	-	-	-

Tablo 5.5 Seferihisar (17820) istasyonunun 1963-2006 dönemi yağış gözlemleri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92.1	53.5	39.7	-
1964	65.5	68.4	57.7	0.2	11.4	1.5	0.0	0.0	21.2	0.2	37.1	173.6	436.8
1965	61.1	168.6	92.6	125.2	64.6	1.6	0.0	0.0	0.0	9.4	62.1	229.7	814.9
1966	136.7	38.8	114.1	24.8	9.0	5.3	0.0	10.9	6.4	5.2	109.0	258.2	718.4
1967	117.6	16.1	29.2	38.2	7.4	2.4	0.0	0.0	4.8	11.4	22.3	138.3	387.7
1968	188.2	51.7	82.0	0.3	3.7	3.2	0.0	0.5	13.0	25.3	81.4	99.0	548.3
1969	116.6	95.2	67.2	34.3	25.8	0.0	3.3	0.0	0.0	0.3	15.8	275.7	634.2
1970	69.9	199.1	41.9	17.0	13.9	9.4	4.1	0.0	1.4	55.9	26.8	106.9	546.3
1971	89.7	173.7	81.4	17.0	3.4	0.0	4.4	12.2	0.0	14.4	54.7	117.7	568.6
1972	21.6	39.9	28.1	28.1	51.4	0.2	8.5	22.4	0.7	92.6	14.4	6.3	314.2
1973	83.8	127.6	56.0	48.5	6.7	12.9	0.0	0.0	15.6	22.4	12.3	184.3	570.1
1974	12.2	98.8	122.1	10.6	17.2	0.0	0.0	0.0	3.1	49.4	112.1	121.5	547.0
1975	166.8	38.1	42.6	48.7	200.8	36.6	0.0	0.0	1.2	26.8	81.9	119.1	762.6
1976	74.8	48.9	77.3	83.5	3.0	0.1	1.6	1.0	0.1	200.7	52.5	63.6	607.1
1977	98.5	30.7	12.1	39.3	0.0	4.4	0.0	0.0	13.7	64.8	45.0	106.1	414.6
1978	232.1	183.5	59.9	58.2	10.1	0.5	0.0	0.0	75.3	52.6	27.4	22.5	722.1
1979	146.1	49.4	26.7	18.8	16.3	0.9	0.0	0.0	0.0	33.9	167.2	108.9	568.2
1980	104.4	48.5	76.4	53.4	23.0	5.2	0.0	0.0	0.0	19.7	54.5	152.0	537.1
1981	267.0	50.3	28.9	21.8	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	91.5	229.2	713.1
1982	71.3	47.8	85.7	77.1	54.1	0.0	5.8	0.0	0.0	74.4	47.4	109.8	573.4
1983	30.1	111.5	36.7	14.8	1.8	2.6	2.6	0.5	0.0	6.7	160.9	260.4	628.6
1984	192.4	102.5	123.1	69.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	93.6	99.0	680.4
1985	132.0	27.7	86.9	11.8	58.0	0.0	0.0	0.2	0.0	22.8	74.6	27.8	441.8
1986	243.0	109.1	15.0	21.0	15.2	19.4	0.0	0.0	0.2	30.3	13.0	81.7	547.9
1987	125.2	96.6	96.1	39.6	3.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.8	144.4	88.9	599.4
1988	79.3	74.8	143.5	26.4	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	125.5	218.3	681.4
1989	18.4	8.0	112.4	1.5	25.3	5.6	0.0	0.0	2.1	73.0	90.7	137.8	474.8
1990	0.4	61.0	32.4	40.7	0.4	3.3	0.0	5.7	5.2	13.5	5.9	282.3	450.8
1991	43.7	97.7	79.3	60.0	47.2	1.8	0.0	0.0	1.0	27.8	47.3	113.3	519.1
1992	0.2	15.8	81.7	21.7	6.1	4.3	3.5	2.6	0.0	32.5	82.8	125.7	376.9
1993	68.2	121.9	54.3	38.4	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	131.5	126.6	551.5
1994	69.0	132.3	50.6	28.0	37.6	1.1	0.0	0.0	0.0	44.3	86.7	173.0	622.6
1995	138.2	38.8	152.4	33.9	8.6	0.0	0.0	0.0	6.5	3.3	178.3	65.7	625.7
1996	61.5	182.4	21.7	103.1	24.6	0.0	0.0	0.0	39.9	20.0	53.2	281.8	788.2
1997	93.4	18.6	89.9	64.4	7.4	3.3	0.6	0.0	0.0	22.3	56.8	163.3	520.0
1998	109.1	45.6	92.3	13.4	90.0	0.0	0.2	0.0	4.2	86.6	149.4	191.8	782.6
1999	56.7	188.4	85.1	75.7	0.0	0.6	0.0	0.0	0.8	15.3	27.4	71.7	521.7
2000	54.8	65.1	53.8	29.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	90.4	94.6	27.9	417.2
2001	114.9	86.7	7.8	130.2	20.9	0.2	0.0	0.0	1.2	0.0	204.9	140.0	706.8
2002	59.3	34.2	118.1	48.4	15.4	0.0	0.0	0.0	95.9	57.3	151.2	236.3	816.1
2003	99.9	146.2	26.4	70.3	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	54.4	5.1	174.2	588.4
2004	304.6	53.7	9.9	36.1	7.8	1.6	0.0	0.0	1.6	1.7	70.7	124.2	611.9
2005	121.7	211.4	66.0	21.9	14.0	3.1	0.0	10.4	0.7	3.3	143.0	77.2	672.7
2006	49.5	55.7	172.7	17.7	9.7	2.8	0.0	0.0	182.3	58.2	97.3	11.8	657.7



Şekil 5.3 Değirmendere ve İzmir aylık toplam yağış gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon



Şekil 5.4 Seferihisar ve İzmir aylık toplam yağış gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon

$$P_{\text{DEĞİRMENDERE}} = 1.3803P_{\text{İZMİR}} + 0.7671 \quad (R^2 = 0.8858) \quad (5.1)$$

$$P_{\text{SEFERİHİSAR}} = 0.8148P_{\text{İZMİR}} + 2.5689 \quad (R^2 = 0.8409) \quad (5.2)$$

Denklem 5.1 ve Denklem 5.2’de verilen regresyon ilişkileri yardımıyla Değirmendere ve Seferihisar yağış istasyonlarının 1948-2006 dönemine ait uzatılmış verileri Tablo 5.6 ve Tablo 5.7’de sunulmaktadır.

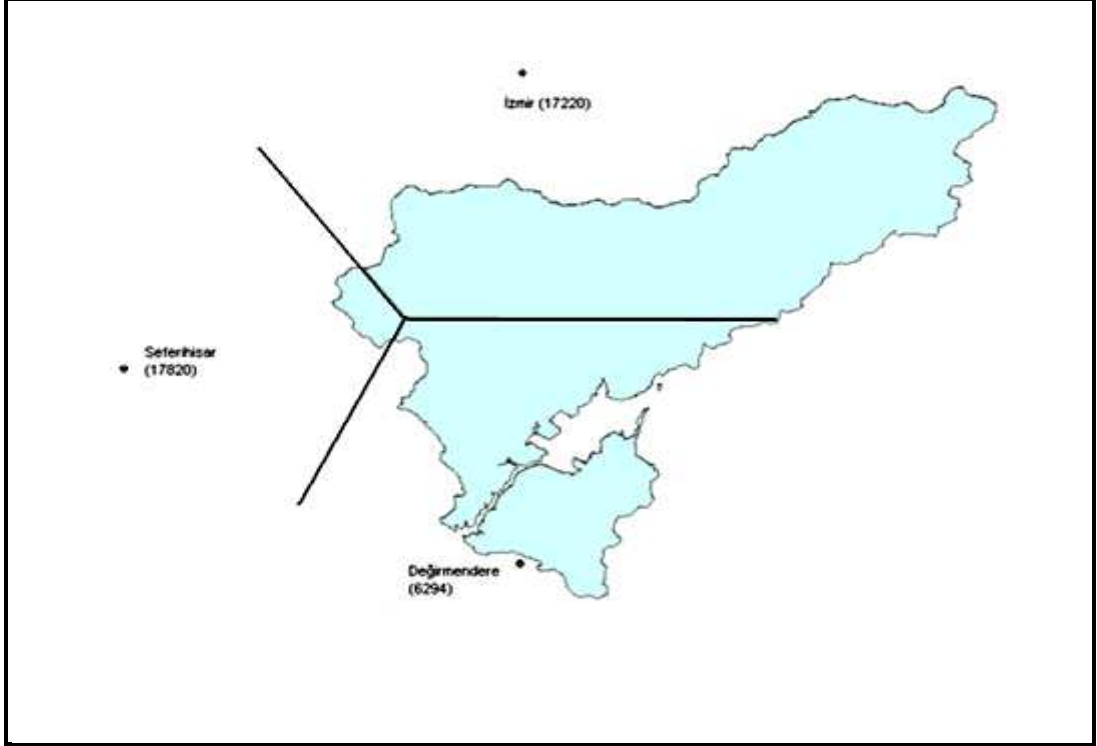
Tablo 5.6 Değirmendere (6294) istasyonunun 1948-2006 dönemi uzatılmış yağış verileri (mm/a)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	297.39	221.06	28.24	53.77	83.59	58.46	0.77	0.77	0.77	5.32	63.29	63.98	877.41
1949	159.23	60.53	211.81	38.86	31.96	5.46	12.22	3.39	3.39	64.26	64.54	110.78	766.44
1950	113.54	51.29	56.26	52.94	52.67	12.50	0.77	0.77	4.22	29.48	95.46	243.42	713.30
1951	307.47	162.54	200.22	40.93	85.79	0.77	1.04	0.77	14.02	64.95	158.95	124.30	1161.76
1952	196.36	367.51	128.86	1.18	111.33	0.77	0.77	0.77	4.91	72.68	261.23	63.16	1209.51
1953	311.20	106.08	54.87	16.92	76.96	51.84	0.77	0.77	13.88	59.02	72.40	151.08	915.79
1954	196.91	152.88	144.32	74.89	91.31	0.77	0.77	0.77	0.77	68.26	205.19	280.83	1217.66
1955	128.31	73.51	29.75	115.88	10.71	0.77	1.04	1.18	4.08	77.93	278.48	111.47	833.11
1956	58.05	286.21	90.76	16.92	61.50	10.02	0.77	0.77	0.77	13.47	44.94	183.38	767.54
1957	132.17	16.92	77.37	26.58	164.06	13.88	18.71	0.77	21.33	11.26	52.25	82.89	618.19
1958	206.43	54.05	155.08	75.99	36.10	2.84	2.70	4.77	10.02	67.30	85.52	182.00	882.80
1959	284.28	5.46	66.88	16.09	40.80	7.94	4.91	0.77	2.01	48.66	41.62	296.43	815.85
1960	187.94	76.82	49.49	94.08	25.20	11.12	1.18	0.77	9.05	7.39	217.89	410.58	1091.50
1961	176.34	121.68	17.61	139.49	23.96	33.20	0.77	12.09	6.15	42.59	82.48	152.46	808.81
1962	77.10	204.91	210.43	79.03	2.56	6.01	0.77	0.77	40.11	45.35	130.79	402.43	1200.27
1963	231.97	167.51	69.37	32.24	58.33	1.60	0.77	0.77	0.77	115.75	51.56	64.26	794.87
1964	77.37	100.70	90.90	3.94	23.68	39.14	0.77	0.77	95.32	1.04	46.50	403.80	883.93
1965	120.30	360.20	117.90	198.50	125.80	0.00	0.00	0.00	0.00	10.90	162.90	266.60	1363.10
1966	372.00	70.00	160.70	38.00	15.40	1.70	0.00	1.50	24.20	98.20	98.20	388.60	1268.50
1967	153.90	25.10	25.00	95.50	26.80	0.00	0.00	0.00	63.70	21.60	42.10	204.30	658.00
1968	367.60	101.40	114.70	0.00	4.00	6.60	0.00	0.00	26.20	40.50	113.60	167.40	942.00
1969	218.60	140.70	122.10	81.30	11.30	1.60	0.00	0.00	0.00	1.20	32.80	536.70	1146.30
1970	167.60	259.30	127.90	29.60	6.50	6.40	0.00	0.00	2.30	103.70	91.60	150.50	945.40
1971	184.30	291.10	168.80	23.10	19.00	2.40	12.90	27.40	1.20	25.80	161.20	153.40	1070.60
1972	58.60	124.90	54.60	44.00	37.20	0.00	28.20	19.80	1.60	175.20	28.60	9.80	582.50
1973	183.40	262.90	31.10	60.80	8.60	14.20	0.00	0.00	11.60	19.60	55.30	144.40	791.90
1974	22.90	255.30	186.70	22.80	13.70	4.40	0.00	0.00	6.00	55.30	284.30	187.90	1039.30
1975	215.70	124.40	115.00	50.90	29.10	122.20	0.00	0.00	0.70	29.00	151.90	170.10	1009.00
1976	76.20	63.50	52.80	144.40	29.10	14.30	20.40	3.00	2.20	247.70	124.60	207.30	985.50
1977	145.90	109.30	30.60	67.60	0.00	8.20	0.00	0.00	26.10	138.50	112.50	203.40	842.10
1978	321.00	243.60	136.50	74.50	8.30	0.00	0.00	0.00	70.50	74.00	63.20	64.40	1056.00
1979	313.00	163.50	38.20	38.80	61.50	6.00	0.00	0.00	0.00	56.70	167.50	259.20	1104.40
1980	257.00	44.00	133.00	36.40	33.10	0.00	9.60	0.00	0.00	2.90	104.40	253.30	873.70
1981	423.80	117.90	60.50	19.80	34.40	0.00	0.00	0.00	3.70	16.30	248.70	610.10	1535.20
1982	71.10	96.80	170.70	108.00	62.10	2.30	7.80	0.00	0.00	97.10	116.80	179.50	912.20
1983	119.90	201.90	34.50	54.10	1.20	56.10	24.30	0.00	6.80	1.80	302.60	315.90	1119.10
1984	400.10	195.40	181.00	96.10	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	112.00	114.10	1100.50
1985	289.70	61.90	143.00	13.10	46.80	3.40	0.00	0.00	0.00	29.10	314.40	44.00	945.40
1986	432.10	150.10	23.60	22.90	42.10	34.70	0.00	0.00	2.60	7.60	14.30	296.20	1026.20
1987	166.50	72.90	117.10	96.50	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	165.70	121.90	748.40
1988	160.90	132.50	266.80	20.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	167.40	232.80	989.80
1989	12.10	13.60	87.50	1.70	40.00	1.60	0.00	0.00	8.60	56.70	94.00	173.60	489.40
1990	5.00	74.90	20.50	61.80	10.20	0.00	0.00	1.80	6.50	16.80	34.00	454.90	686.40
1991	71.30	104.60	74.30	58.30	100.00	4.00	18.60	0.00	0.00	36.80	72.20	238.10	778.20
1992	0.00	21.50	79.20	40.80	6.80	33.20	4.60	1.50	0.00	20.20	130.10	131.60	469.50
1993	93.10	157.00	113.90	63.40	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	129.20	137.30	718.00
1994	100.90	157.60	81.80	27.10	112.70	0.00	0.00	0.00	0.00	77.60	129.10	151.80	838.60
1995	268.40	59.40	228.10	43.70	27.60	0.00	0.00	0.00	8.40	22.80	90.00	162.40	910.80
1996	72.90	242.20	46.00	148.80	36.30	0.00	0.00	0.00	49.90	29.50	96.97	269.93	992.50
1997	165.02	29.06	172.20	129.69	18.71	3.53	0.77	0.77	0.77	67.71	116.99	285.94	991.15
1998	237.49	97.94	185.04	47.97	169.03	0.77	4.49	0.77	55.43	116.71	375.66	217.06	1508.35
1999	129.96	344.46	108.02	19.95	18.71	1.73	0.77	0.77	1.32	40.52	66.88	176.76	909.85
2000	133.69	127.20	107.88	67.16	7.94	0.77	0.77	0.91	0.77	127.20	149.70	49.91	773.89
2001	126.24	150.81	22.85	91.73	26.16	24.37	0.77	48.94	32.51	0.77	392.36	373.31	1290.81
2002	49.49	47.97	125.96	70.47	14.85	0.77	3.80	0.77	92.00	120.16	175.24	205.47	906.95
2003	142.52	278.21	35.69	145.01	14.98	0.91	0.77	0.77	0.77	92.56	22.30	161.30	895.77
2004	316.17	39.28	30.17	42.59	16.36	5.87	2.42	0.77	0.77	3.11	138.80	108.02	704.32
2005	171.92	397.47	125.68	24.65	50.18	29.75	0.77	1.04	9.88	32.24	215.96	93.94	1153.47
2006	107.74	129.69	250.46	41.35	1.04	14.57	0.77	0.77	231.55	158.81	87.86	13.33	1037.94

Tablo 5.7 Seferihisar (17820) istasyonunun 1948-2006 dönemi uzatılmış yağış verileri (mm)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	177.67	132.61	18.78	33.86	51.46	36.63	2.57	2.57	2.57	5.26	39.48	39.89	543.34
1949	96.11	37.85	127.15	25.06	20.98	5.34	9.33	4.12	4.12	40.05	40.21	67.51	477.83
1950	69.14	32.39	35.32	33.37	33.21	9.49	2.57	2.57	4.61	19.52	58.46	145.81	446.46
1951	183.62	98.06	120.31	26.28	52.76	2.57	2.73	2.57	10.39	40.46	95.94	75.49	711.18
1952	118.03	219.06	78.18	2.81	67.83	2.57	2.57	2.57	5.01	45.02	156.32	39.40	739.38
1953	185.82	64.74	34.51	12.10	47.55	32.72	2.57	2.57	10.31	36.95	44.86	91.30	565.99
1954	118.35	92.36	87.31	46.32	56.02	2.57	2.57	2.57	2.57	42.41	123.24	167.89	744.18
1955	77.86	45.51	19.68	70.52	8.44	2.57	2.73	2.81	4.52	48.12	166.51	67.92	517.18
1956	36.38	171.07	55.69	12.10	38.42	8.03	2.57	2.57	2.57	10.07	28.64	110.37	478.48
1957	80.14	12.10	47.79	17.81	98.96	10.31	13.16	2.57	14.71	8.76	32.96	51.05	390.32
1958	123.97	34.02	93.66	46.98	23.43	3.79	3.71	4.93	8.03	41.84	52.60	109.55	546.51
1959	169.93	5.34	41.60	11.61	26.20	6.81	5.01	2.57	3.30	30.84	26.69	177.10	507.00
1960	113.06	47.46	31.33	57.65	16.99	8.68	2.81	2.57	7.46	6.48	130.74	244.48	669.71
1961	106.21	73.95	12.51	84.46	16.26	21.72	2.57	9.25	5.75	27.26	50.81	92.12	502.84
1962	47.63	123.08	126.34	48.77	3.63	5.67	2.57	2.57	25.79	28.89	79.32	239.68	733.92
1963	139.05	101.00	43.06	21.15	36.55	3.06	2.57	2.57	2.57	92.10	53.50	39.70	536.87
1964	65.50	68.40	57.70	0.20	11.40	1.50	0.10	0.00	21.20	0.20	37.10	173.60	436.90
1965	61.10	168.60	92.60	125.20	64.60	1.60	0.00	0.00	0.00	9.40	62.10	229.70	814.90
1966	136.70	38.80	114.10	24.80	9.00	5.30	0.00	10.90	6.40	5.20	109.00	258.20	718.40
1967	117.60	16.10	29.20	38.20	7.40	2.40	0.00	0.00	4.80	11.40	22.30	138.30	387.70
1968	188.20	51.70	82.00	0.30	3.70	3.20	0.00	0.50	13.00	25.30	81.40	99.00	548.30
1969	116.60	95.20	67.20	34.30	25.80	0.00	3.30	0.00	0.00	0.30	15.80	275.70	634.20
1970	69.90	199.10	41.90	17.00	13.90	9.40	4.10	0.00	1.40	55.90	26.80	106.90	546.30
1971	89.70	173.70	81.40	17.00	3.40	0.00	4.40	12.20	0.00	14.40	54.70	117.70	568.60
1972	21.60	39.90	28.10	28.10	51.40	0.20	8.50	22.40	0.70	92.60	14.40	6.30	314.20
1973	83.80	127.60	56.00	48.50	6.70	12.90	0.00	0.00	15.60	22.40	12.30	184.30	570.10
1974	12.20	98.80	122.10	10.60	17.20	0.00	0.00	0.00	3.10	49.40	112.10	121.50	547.00
1975	166.80	38.10	42.60	48.70	200.80	36.60	0.00	0.00	1.20	26.80	81.90	119.10	762.60
1976	74.80	48.90	77.30	83.50	3.00	0.10	1.60	1.00	0.10	200.70	52.50	63.60	607.10
1977	98.50	30.70	12.10	39.30	0.00	4.40	0.00	0.00	13.70	64.80	45.00	106.10	414.60
1978	232.10	183.50	59.90	58.20	10.10	0.50	0.00	0.00	75.30	52.60	27.40	22.50	722.10
1979	146.10	49.40	26.70	18.80	16.30	0.90	0.00	0.00	0.00	33.90	167.20	108.90	568.20
1980	104.40	48.50	76.40	53.40	23.00	5.20	0.00	0.00	0.00	19.70	54.50	152.00	537.10
1981	267.00	50.30	28.90	21.80	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	18.80	91.50	229.20	713.10
1982	71.30	47.80	85.70	77.10	54.10	0.00	5.80	0.00	0.00	74.40	47.40	109.80	573.40
1983	30.10	111.50	36.70	14.80	1.80	2.60	2.60	0.50	0.00	6.70	160.90	260.40	628.60
1984	192.40	102.50	123.10	69.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	93.60	99.00	680.40
1985	132.00	27.70	86.90	11.80	58.00	0.00	0.00	0.20	0.00	22.80	74.60	27.80	441.80
1986	243.00	109.10	15.00	21.00	15.20	19.40	0.00	0.00	0.20	30.30	13.00	81.70	547.90
1987	125.20	96.60	96.10	39.60	3.00	4.80	0.00	0.00	0.00	0.80	144.40	88.90	599.40
1988	79.30	74.80	143.50	26.40	11.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	125.50	218.30	681.40
1989	18.40	8.00	112.40	1.50	25.30	5.60	0.00	0.00	2.10	73.00	90.70	137.80	474.80
1990	0.40	61.00	32.40	40.70	0.40	3.30	0.00	5.70	5.20	13.50	5.90	282.30	450.80
1991	43.70	97.70	79.30	60.00	47.20	1.80	0.00	0.00	1.00	27.80	47.30	113.30	519.10
1992	0.20	15.80	81.70	21.70	6.10	4.30	3.50	2.60	0.00	32.50	82.80	125.70	376.90
1993	68.20	121.90	54.30	38.40	10.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.50	126.60	551.50
1994	69.00	132.30	50.60	28.00	37.60	1.10	0.00	0.00	0.00	44.30	86.70	173.00	622.60
1995	138.20	38.80	152.40	33.90	8.60	0.00	0.00	0.00	6.50	3.30	178.30	65.70	625.70
1996	61.50	182.40	21.70	103.10	24.60	0.00	0.00	0.00	39.90	20.00	53.20	281.80	788.20
1997	93.40	18.60	89.90	64.40	7.40	3.30	0.60	0.00	0.00	22.30	56.80	163.30	520.00
1998	109.10	45.60	92.30	13.40	90.00	0.00	0.20	0.00	4.20	86.60	149.40	191.80	782.60
1999	56.70	188.40	85.10	75.70	0.10	0.60	0.00	0.00	0.80	15.30	27.40	71.70	521.80
2000	54.80	65.10	53.80	29.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	90.40	94.60	27.90	417.20
2001	114.90	86.70	7.80	130.20	20.90	0.20	0.00	0.00	1.20	0.00	204.90	140.00	706.80
2002	59.30	34.20	118.10	48.40	15.40	0.10	0.10	0.00	95.90	57.30	151.20	236.30	816.30
2003	99.90	146.20	26.40	70.30	11.90	0.00	0.00	0.00	0.00	54.40	5.10	174.20	588.40
2004	304.60	53.70	9.90	36.10	7.80	1.60	0.00	0.00	1.60	1.70	70.70	124.20	611.90
2005	121.70	211.40	66.00	21.90	14.00	3.10	0.00	10.40	0.70	3.30	143.00	77.20	672.70
2006	49.50	55.70	172.70	17.70	9.70	2.80	0.00	0.00	182.30	58.20	97.30	11.80	657.70

Tahtalı baraj havzasının aylık toplam yağışlarını temsil etmek üzere seçilen Değirmendere, İzmir ve Seferihisar istasyonlarından havzanın alansal ortalama yağışlarının bulunabilmesi için ArcGIS paket programı kullanılarak istasyonlar arasında Thiessen poligonları oluşturulmuş (Şekil 5.5) ve her bir istasyonun havza üzerindeki ağırlık katsayıları elde edilmiştir (Tablo 5.8).



Şekil 5.5 Tahtalı havzası, yağış istasyonlarının konumları ve oluşturulan Thiessen poligonları

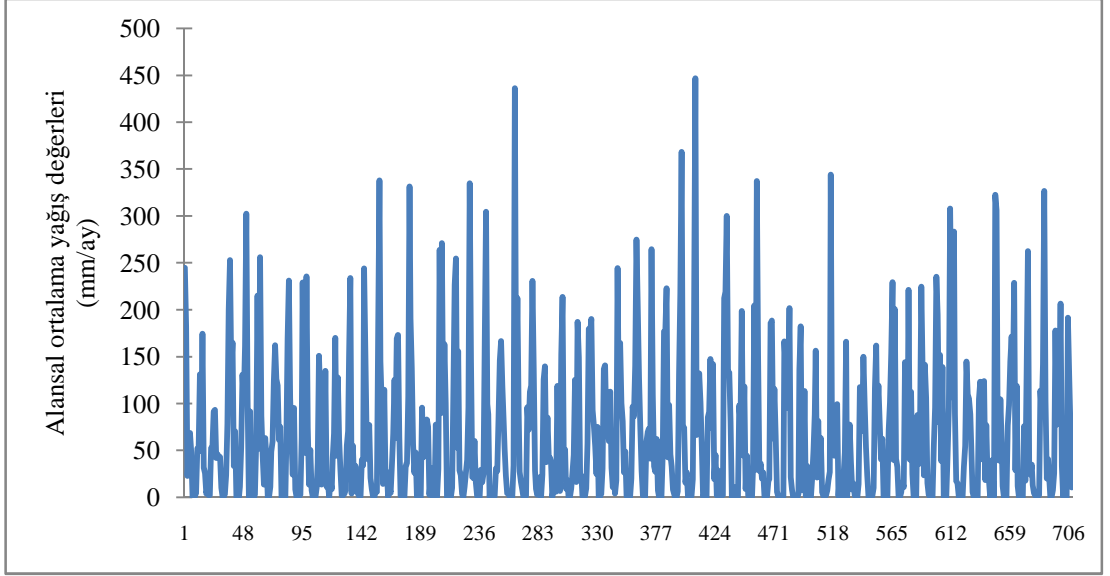
Tablo 5.8 Her bir istasyonun Tahtalı baraj havza üzerindeki ağırlık katsayıları

Yağış İstasyonu	Ağırlık Katsayısı
İzmir (17220)	0.61
Değirmendere (6294)	0.37
Seferihisar (17820)	0.02
Toplam	1.00

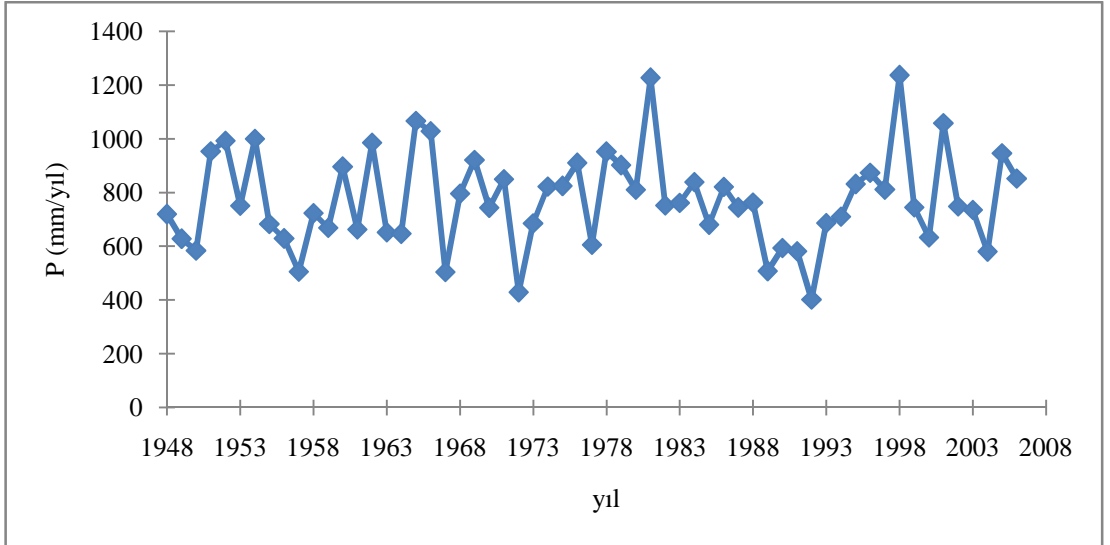
Bu değerlerden hareketle, havzaya ortalama olarak düşen yağış, her bir istasyonun ağırlık katsayısı ile o istasyonun yağış değerlerinin çarpılması suretiyle elde edilmiştir. Tablo 5.9, Şekil 5.6 ve Şekil 5.7’de Tahtalı havzasına ait alansal ortalama yağış değerleri ve zamana göre değişimleri sunulmuştur.

Tablo 5.9 1948-2006 dönemi Tahtalı baraj havzası alansal ortalama yağış değerleri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	244.68	181.80	22.96	44.00	68.56	47.86	0.34	0.34	0.34	4.09	51.84	52.41	719.20
1949	130.86	49.57	174.18	31.72	26.03	4.20	9.77	2.50	2.50	52.64	52.86	90.95	627.78
1950	93.23	41.95	46.04	43.31	43.09	10.00	0.34	0.34	3.18	23.98	78.33	200.22	584.01
1951	252.98	133.59	164.63	33.42	70.37	0.34	0.56	0.34	11.25	53.21	130.64	102.10	953.42
1952	161.45	302.44	105.85	0.68	91.41	0.34	0.34	0.34	3.75	59.57	214.89	51.73	992.76
1953	256.05	87.09	44.91	13.64	63.10	42.40	0.34	0.34	11.14	48.32	59.35	124.16	750.81
1954	161.90	125.63	118.58	61.39	74.92	0.34	0.34	0.34	0.34	55.93	168.73	231.03	999.47
1955	105.39	60.26	24.21	95.16	8.52	0.34	0.56	0.68	3.06	63.89	229.10	91.52	682.70
1956	47.52	235.47	74.47	13.64	50.36	7.95	0.34	0.34	0.34	10.80	36.72	150.76	628.69
1957	108.58	13.64	63.44	21.60	134.84	11.14	15.12	0.34	17.28	8.98	42.75	67.99	505.67
1958	169.75	44.22	127.45	62.30	29.44	2.04	1.93	3.63	7.95	55.14	70.15	149.62	723.63
1959	233.88	4.20	54.80	12.96	33.31	6.25	3.75	0.34	1.36	39.79	33.99	243.88	668.49
1960	154.51	62.98	40.47	77.20	20.46	8.86	0.68	0.34	7.16	5.79	179.19	337.91	895.55
1961	144.96	99.94	14.21	114.60	19.44	27.05	0.34	9.66	4.77	34.79	67.65	125.29	662.69
1962	63.21	168.50	173.05	64.80	1.81	4.66	0.34	0.34	32.74	37.06	107.44	331.20	985.15
1963	190.78	137.69	56.84	26.26	47.75	1.02	0.34	0.34	0.34	95.48	42.60	52.63	652.05
1964	63.79	82.79	74.62	2.87	19.12	31.47	0.29	0.28	77.48	0.51	29.90	263.72	646.83
1965	90.51	271.03	90.13	163.00	100.48	0.03	0.00	0.00	0.00	10.14	114.71	226.58	1066.60
1966	254.57	52.85	155.44	28.95	23.75	4.58	0.00	11.27	26.04	40.04	95.79	334.87	1028.14
1967	146.16	21.57	20.45	60.07	16.10	1.76	0.00	0.00	29.28	15.91	25.11	168.09	504.49
1968	304.29	99.55	88.49	0.49	5.52	7.39	0.00	1.35	30.82	27.87	84.71	145.90	796.39
1969	166.36	118.81	81.47	52.30	22.88	4.50	3.67	0.00	0.12	0.51	34.17	436.08	920.85
1970	107.15	212.22	90.07	27.15	16.41	8.72	0.08	0.00	1.79	95.79	72.13	111.81	743.32
1971	118.79	230.74	137.65	28.59	9.48	2.66	10.60	21.42	0.69	23.80	126.07	139.45	849.93
1972	37.49	84.89	42.54	42.10	38.03	0.25	10.67	9.36	6.22	118.89	31.61	6.74	428.78
1973	152.07	213.71	36.17	50.67	9.11	18.14	0.00	0.12	9.24	25.82	44.92	125.19	685.17
1974	16.46	186.96	149.17	22.74	23.16	1.93	0.00	0.92	9.48	57.74	179.60	174.31	822.48
1975	189.96	93.15	75.98	55.07	25.03	74.92	0.00	0.00	3.33	30.24	135.98	140.47	824.12
1976	73.73	74.92	60.00	112.50	31.51	11.09	22.22	4.06	18.02	244.44	92.78	164.47	909.73
1977	100.79	80.95	26.51	48.86	1.28	3.55	0.00	0.00	20.18	96.71	86.26	140.27	605.35
1978	274.51	203.11	127.10	74.48	28.10	2.15	0.00	0.00	59.01	68.75	72.85	41.36	951.42
1979	264.40	108.88	33.58	27.30	61.94	7.91	0.00	0.00	0.00	45.33	176.77	175.49	901.59
1980	222.96	42.57	98.20	46.07	32.84	8.40	3.55	0.00	0.00	6.77	131.46	217.54	810.36
1981	368.20	76.59	74.02	15.69	26.69	0.00	0.00	0.00	1.37	19.28	198.10	446.63	1226.57
1982	66.59	69.35	132.03	101.53	55.66	0.85	3.43	0.00	0.00	84.81	90.65	147.36	752.25
1983	73.88	142.08	19.42	44.90	1.94	28.62	15.02	0.25	2.52	2.39	212.05	218.72	761.77
1984	299.87	135.04	132.99	80.56	0.12	0.00	10.67	1.16	0.13	0.00	98.09	80.07	838.70
1985	198.71	44.56	118.09	8.80	44.40	2.17	0.00	0.00	0.00	29.40	204.44	29.40	679.98
1986	337.25	150.20	28.25	35.79	20.27	26.16	0.00	0.00	1.39	17.08	19.46	185.65	821.50
1987	188.43	62.94	115.34	64.56	6.12	1.01	0.92	0.00	0.00	0.93	166.25	137.89	744.38
1988	95.10	113.84	201.75	21.35	7.77	0.00	0.00	0.00	0.00	4.22	136.55	182.06	762.63
1989	7.65	11.90	113.19	1.76	33.61	24.25	0.00	0.00	21.04	49.52	88.26	156.23	507.41
1990	21.01	81.09	21.53	63.27	6.16	1.65	0.00	2.00	7.45	18.63	27.09	343.97	593.85
1991	49.22	75.98	44.27	51.38	99.25	1.52	23.96	0.06	0.02	23.02	47.67	165.82	582.15
1992	0.00	19.25	77.54	38.34	8.49	14.75	1.77	1.64	0.00	14.35	117.44	108.18	401.77
1993	70.58	149.95	98.86	53.75	23.18	0.06	0.00	0.00	1.71	10.29	116.62	161.79	686.79
1994	81.72	119.03	79.04	40.66	62.28	0.82	0.00	0.24	0.00	71.57	101.35	153.87	710.57
1995	229.32	40.02	200.78	40.58	32.41	0.00	0.00	5.43	16.05	10.88	144.04	111.91	831.41
1996	46.99	221.12	40.21	112.38	25.03	0.06	0.00	0.18	87.76	35.65	79.46	224.46	873.31
1997	135.52	23.63	141.27	106.25	15.00	2.59	0.30	0.28	0.28	55.08	95.78	235.09	811.08
1998	194.67	80.09	151.74	38.88	138.70	0.28	3.31	0.28	44.75	96.16	307.66	179.74	1236.26
1999	106.32	283.11	89.07	17.38	14.86	1.08	0.28	0.28	0.75	32.87	54.51	144.61	745.11
2000	109.30	104.24	88.33	54.78	6.14	0.28	0.28	0.40	0.28	104.75	123.10	40.74	632.62
2001	104.45	123.84	18.37	76.74	21.32	19.45	0.28	39.40	26.08	0.28	322.33	305.56	1058.12
2002	41.03	39.30	104.29	57.85	12.02	0.29	2.75	0.28	76.28	98.37	144.97	171.21	748.64
2003	117.38	228.47	29.17	118.80	12.07	0.40	0.28	0.28	0.28	75.90	17.87	134.11	735.01
2004	262.46	32.63	24.35	34.96	13.10	4.46	1.63	0.28	0.32	2.22	113.77	89.85	580.03
2005	141.69	326.60	103.03	20.11	40.69	23.88	0.28	0.72	7.69	25.90	177.86	77.48	945.93
2006	88.13	106.07	206.47	33.59	0.70	11.55	0.28	0.28	191.31	129.77	72.95	10.72	851.43



Şekil 5.6 Tahtalı havzasına ait alansal ortalama yağış değerlerinin aylara göre değişimi (mm/ay)



Şekil 5.7 Tahtalı havzasına ait alansal ortalama yağış değerlerinin yıllara göre değişimi (mm/yıl)

5.1.1.3 Tahtalı Baraj Havzasını Temsil Eden Sıcaklıklar

Tahtalı baraj havzasını temsil edeceği öngörülen İzmir, Seferihisar ve Değirmendere istasyonları sıcaklık gözlemleri Tablo 5.10, Tablo 5.11 ve Tablo 5.12'de verilmektedir.

Tablo 5.10 1948-2006 dönemi İzmir istasyonu aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort
1948	12.0	8.0	8.5	14.6	20.1	23.2	26.9	27.3	22.7	18.2	11.9	5.5	16.6
1949	7.4	6.6	9.2	13.1	21.3	24.0	26.0	27.3	23.4	18.1	16.2	11.7	17.0
1950	5.8	9.3	11.7	18.1	21.6	25.9	29.2	27.8	25.4	18.0	13.8	13.7	18.4
1951	10.5	11.7	13.6	16.7	21.8	24.8	27.4	28.2	23.9	16.0	14.0	9.0	18.1
1952	10.1	9.4	11.1	16.8	19.7	24.5	27.3	29.1	25.9	19.6	15.3	13.6	18.5
1953	9.4	9.8	7.9	15.7	19.1	24.5	28.2	27.3	23.0	18.4	11.0	10.3	17.1
1954	6.8	7.8	12.1	13.3	19.2	26.4	28.5	27.9	24.2	19.2	14.0	10.3	17.5
1955	11.8	14.0	13.0	13.9	21.3	25.2	27.8	26.0	23.5	20.3	14.2	11.2	18.5
1956	9.9	9.2	8.6	16.2	19.9	24.6	27.9	28.2	23.2	17.5	14.0	8.5	17.3
1957	7.7	11.1	11.2	15.3	19.0	25.9	27.2	28.3	23.7	20.6	14.4	9.8	17.9
1958	8.3	11.7	11.4	14.3	20.3	24.8	27.4	27.5	22.2	17.9	14.7	12.1	17.7
1959	9.1	6.1	11.3	15.7	20.2	23.9	27.4	27.2	21.4	16.1	13.1	12.3	17.0
1960	10.0	10.2	11.2	15.0	20.8	24.1	26.9	27.4	22.7	21.5	16.1	13.8	18.3
1961	8.7	8.4	12.0	17.5	20.6	24.8	27.2	27.6	22.0	18.2	16.2	11.2	17.9
1962	10.1	8.1	13.4	15.0	21.7	25.4	27.8	28.3	23.7	19.0	17.6	11.5	18.5
1963	9.7	11.7	10.4	15.0	20.0	25.8	28.6	28.8	24.7	19.0	15.1	11.7	18.4
1964	5.4	8.0	11.5	15.8	19.5	25.2	26.9	26.0	21.9	20.3	14.3	11.7	17.2
1965	8.9	7.8	11.6	14.5	18.7	25.8	27.3	25.5	23.6	16.1	14.2	11.9	17.2
1966	9.8	12.0	11.5	16.4	19.8	24.2	27.7	27.5	22.7	21.6	17.2	10.9	18.4
1967	7.9	7.0	10.6	14.9	20.6	24.2	27.6	28.0	23.0	18.5	13.1	11.6	17.3
1968	7.8	10.3	10.7	17.3	23.6	25.2	27.7	25.8	23.1	17.5	13.9	10.4	17.8
1969	7.2	11.2	10.8	13.4	10.4	14.8	25.9	26.6	24.4	18.1	14.5	11.9	15.8
1970	10.4	11.7	12.7	17.2	19.5	25.3	27.8	27.7	22.7	16.8	13.7	9.7	17.9
1971	11.6	8.6	11.7	14.6	21.3	25.2	26.1	27.5	22.9	16.3	13.8	8.7	17.4
1972	7.4	8.8	11.8	17.5	21.0	25.8	27.0	26.9	23.6	16.7	13.2	7.8	17.3
1973	7.7	11.0	10.5	14.7	21.5	24.5	27.9	26.1	24.0	19.0	12.3	11.3	17.5
1974	5.6	10.0	11.9	14.6	20.2	25.4	28.2	27.1	23.6	20.7	13.3	8.8	17.5
1975	7.4	7.9	13.7	16.6	20.7	24.4	27.7	26.3	24.4	18.6	13.1	8.2	17.4
1976	8.3	7.0	10.5	14.9	20.5	24.5	26.2	24.4	22.0	18.7	13.6	9.9	16.7
1977	9.1	12.5	11.5	15.9	21.4	25.5	28.0	27.7	22.6	15.9	15.9	8.9	17.9
1978	8.7	11.4	12.5	15.1	20.5	25.7	28.1	25.8	21.5	18.2	12.5	11.4	17.6
1979	9.3	10.6	13.3	15.3	20.6	26.5	27.2	26.8	23.7	18.7	13.8	10.9	18.1
1980	7.4	8.3	10.7	14.7	19.8	24.6	27.6	27.0	22.3	20.1	15.6	10.5	17.4
1981	8.0	8.2	13.2	16.1	18.9	26.7	26.7	26.8	23.4	21.1	11.7	13.1	17.8
1982	9.6	6.8	9.7	14.8	19.4	25.4	26.2	26.2	24.6	18.6	12.8	10.6	17.1
1983	6.9	7.2	11.3	16.9	21.6	24.1	27.2	25.8	22.4	17.2	13.1	11.0	17.1
1984	9.6	9.7	11.0	13.8	21.7	24.5	26.6	25.2	24.3	19.8	14.2	8.9	17.4
1985	10.7	6.1	11.2	17.3	22.5	25.2	27.4	27.9	23.6	16.2	15.5	11.0	17.9
1986	10.4	10.6	11.5	17.8	20.4	25.6	27.4	28.4	24.5	18.0	11.2	9.2	17.9
1987	10.1	10.2	7.5	14.3	19.5	25.6	28.9	26.8	25.0	17.6	13.4	9.9	17.4
1988	9.7	9.3	11.0	15.4	21.3	25.9	30.1	28.2	24.0	17.9	10.8	9.9	17.8
1989	6.8	9.4	13.2	19.1	20.0	24.2	27.6	27.6	23.8	17.4	12.7	10.1	17.7
1990	7.0	9.7	13.7	16.5	20.6	25.3	28.8	27.4	23.1	19.3	16.6	11.4	18.3
1991	8.3	9.3	12.9	15.6	18.7	25.8	27.3	27.4	23.0	19.0	14.2	6.6	17.3
1992	7.0	6.5	10.7	16.0	19.6	25.3	26.7	28.6	23.2	22.1	13.3	7.4	17.2
1993	7.5	6.7	11.2	15.6	19.8	25.8	27.8	28.2	23.7	20.6	12.6	12.0	17.6
1994	10.9	9.6	11.9	17.7	21.9	25.4	28.5	29.0	26.8	21.2	12.3	9.2	18.7
1995	10.1	11.4	12.0	14.9	21.0	27.3	28.3	26.9	24.0	17.7	10.8	11.2	18.0
1996	7.6	9.9	9.4	14.1	22.5	26.6	28.3	27.3	22.3	17.3	14.9	12.6	17.7
1997	10.2	8.9	10.2	12.0	21.8	26.3	28.4	26.2	22.3	18.0	14.8	11.1	17.5
1998	9.4	10.4	9.7	17.6	20.1	26.5	29.2	29.3	23.6	19.7	15.2	9.9	18.4
1999	10.2	9.6	12.5	17.0	22.4	26.5	29.2	28.8	24.2	20.2	14.8	13.2	19.1
2000	6.1	9.2	11.1	17.7	21.7	26.6	29.9	28.6	24.4	18.2	15.7	11.0	18.4
2001	10.9	10.5	16.5	16.8	21.4	26.1	29.6	29.2	24.5	20.2	13.5	8.5	19.0
2002	7.8	12.5	13.4	15.5	21.0	27.2	28.9	28.0	23.2	19.1	14.6	8.8	18.3
2003	12.0	5.6	9.4	13.6	22.4	27.5	28.5	29.0	23.4	20.4	14.2	10.3	18.0
2004	8.3	9.4	12.9	16.6	20.4	26.1	28.6	27.4	24.1	21.0	14.4	11.1	18.4
2005	9.9	8.7	12.1	16.4	21.5	25.0	28.8	28.5	24.1	17.9	12.9	11.3	18.1
2006	6.9	9.6	12.2	17.4	21.1	25.7	28.1	29.2	23.8	19.2	12.4	9.7	17.9

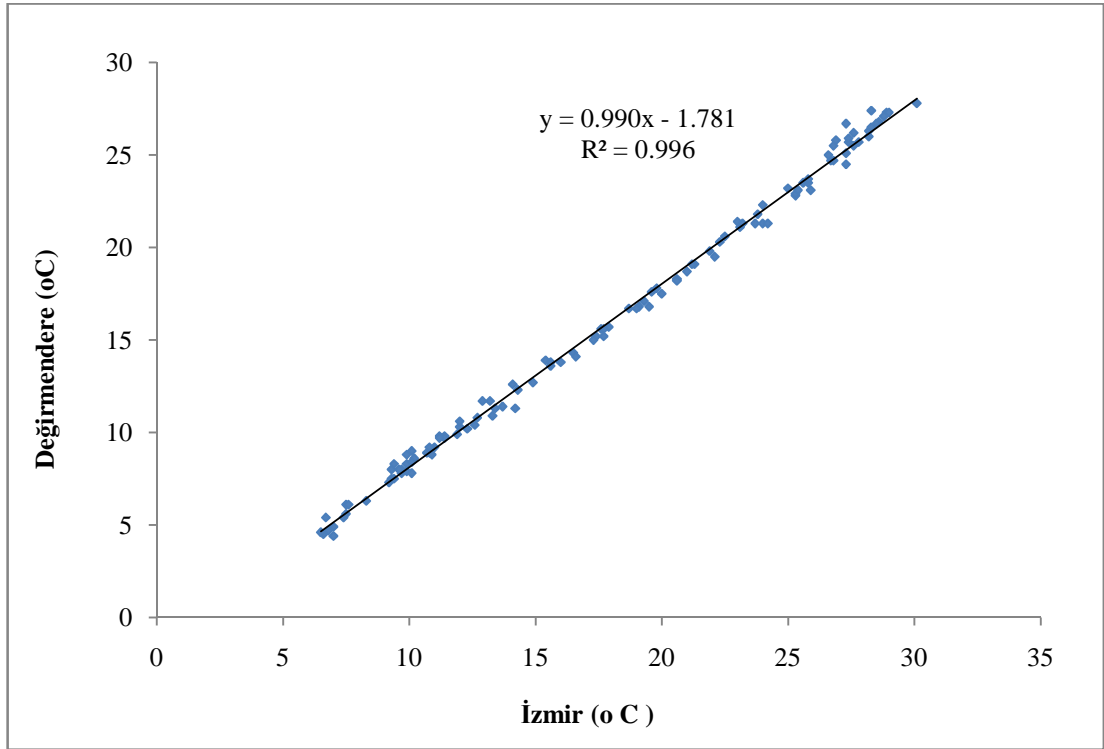
Tablo 5.11 1972-2005 dönemi Seferihisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort
1972	6.9	8.2	10.5	16.0	19.3	24.1	25.8	25.9	22.5	16.1	12.7	6.7	16.2
1973	7.1	10.7	9.3	13.4	19.2	23.1	26.5	25.2	22.7	17.5	11.7	11.0	16.5
1974	4.6	9.7	11.2	13.2	18.2	23.5	26.6	25.7	22.3	19.8	13.2	8.4	16.4
1975	7.1	7.5	12.8	14.4	18.8	23.0	26.3	24.7	23.5	17.6	12.4	7.8	16.3
1976	8.1	6.7	10.1	14.1	18.7	22.9	24.7	23.4	20.2	17.4	13.0	9.4	15.7
1977	8.7	11.6	10.2	14.1	20.0	23.9	26.7	26.1	21.1	15.1	15.3	8.5	16.8
1978	8.4	10.8	11.6	14.2	18.9	23.5	26.5	24.5	20.0	16.8	11.0	10.8	16.4
1979	9.1	9.8	12.0	14.0	19.2	24.5	26.1	25.1	22.2	17.2	13.1	10.3	16.9
1980	7.0	7.4	9.8	13.1	17.7	22.7	26.2	25.3	20.9	18.3	15.2	10.5	16.2
1981	8.0	7.9	12.1	14.3	17.3	24.4	25.1	25.7	22.2	19.6	11.2	13.0	16.7
1982	9.1	5.9	9.1	13.3	17.5	23.2	24.8	25.2	22.9	17.5	12.1	10.3	15.9
1983	6.6	7.0	10.3	15.1	19.8	22.4	25.9	24.9	21.3	16.0	12.5	11.0	16.1
1984	9.7	9.4	10.5	12.6	19.3	22.7	25.1	24.3	22.4	17.9	13.4	8.4	16.3
1985	10.6	5.9	10.5	14.9	20.5	23.5	26.0	25.8	21.9	15.0	14.8	10.3	16.6
1986	10.5	10.3	10.5	15.9	18.9	24.0	26.5	26.4	22.5	17.1	10.2	8.4	16.8
1987	10.0	9.6	6.9	13.1	17.4	24.3	27.5	25.8	23.6	16.2	12.8	9.3	16.4
1988	8.9	8.4	10.3	13.7	18.7	23.9	28.9	26.3	22.2	16.5	10.2	9.5	16.5
1989	5.8	8.2	11.9	16.8	18.3	22.6	26.5	25.8	22.5	16.4	11.8	9.7	16.4
1990	5.9	8.9	11.7	15.1	19.0	23.6	27.1	26.0	21.7	18.2	15.8	11.4	17.0
1991	7.8	9.0	12.0	14.1	17.2	23.4	25.6	26.6	21.9	17.7	13.3	6.0	16.2
1992	6.0	5.6	9.5	14.2	18.3	23.8	25.7	26.3	22.0	20.0	12.5	6.8	15.9
1993	6.9	6.2	10.3	13.8	18.6	24.0	25.8	26.1	22.1	18.6	11.8	11.7	16.3
1994	10.1	8.8	10.4	16.0	20.0	23.6	26.4	27.5	24.8	19.9	11.5	8.1	17.3
1995	9.1	9.6	10.7	12.6	18.0	24.5	27.2	25.6	22.4	16.0	9.2	10.5	16.3
1996	6.3	8.8	8.0	12.0	19.6	24.6	26.4	26.2	20.2	16.0	14.0	12.6	16.2
1997	9.3	7.9	8.7	11.1	19.3	24.4	26.9	25.2	21.3	16.8	13.4	10.4	16.2
1998	8.3	9.6	8.6	15.5	18.8	25.2	27.6	28.2	22.5	18.3	14.8	9.8	17.3
1999	10.0	9.6	11.5	15.2	20.5	25.6	27.7	27.3	22.9	18.9	13.9	12.7	18.0
2000	5.1	8.1	9.7	15.9	19.9	25.1	27.7	27.0	22.6	17.3	14.2	10.5	16.9
2001	10.4	9.9	15.0	15.2	19.7	24.4	28.8	28.5	23.4	18.9	13.0	8.4	18.0
2002	6.7	11.7	12.0	14.3	19.4	25.3	28.0	27.1	22.3	17.7	13.7	8.5	17.2
2003	11.9	5.1	8.4	12.7	20.4	26.5	27.8	27.5	22.1	19.4	13.1	9.8	17.1
2004	8.3	8.6	11.6	14.9	19.0	24.8	27.3	26.9	23.0	19.4	13.6	10.3	17.3
2005	9.3	8.2	11.1	14.6	20.1	24.1	27.7	27.2	23.0	16.8	12.2	11.1	17.1

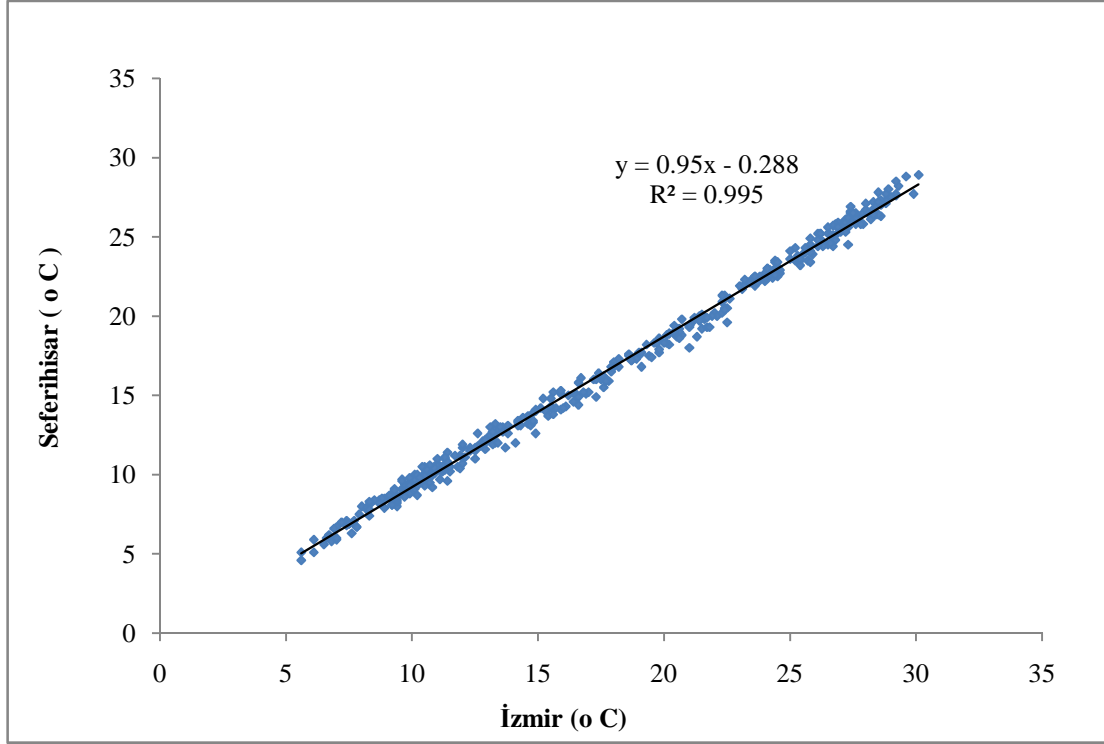
Tablo 5.12 1987-1996 dönemi Değirmendere istasyonu aylık ortalama sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort
1987	9.0	8.6	6.1	12.3	16.8	23.5	27.3	25.5	23.2	15.6	11.3	7.9	15.6
1988	7.8	7.5	9.2	13.9	19.1	23.1	27.8	26.0	21.3	15.7	8.9	8.3	15.7
1989	4.7	7.5	11.7	16.8	17.5	21.3	26.2	25.5	21.8	15.2	10.8	7.8	15.6
1990	4.9	8.0	11.4	14.3	18.3	22.8	27.1	25.7	21.1	17.1	14.1	9.8	16.2
1991	6.3	8.0	11.7	13.6	16.7	23.5	25.1	25.9	21.4	16.7	11.3	4.5	15.4
1992	4.4	4.6	8.9	13.8	17.6	22.9	24.7	26.8	21.3	19.5	10.9	5.4	15.1
1993	5.6	5.4	9.8	13.8	17.8	23.7	25.7	26.3	21.3	18.2	10.4	10.3	15.7
1994	8.8	8.0	9.9	15.6	19.8	23.1	26.7	27.3	24.7	19.1	10.2	7.3	16.7
1995	8.4	9.7	10.6	12.7	18.7	24.5	26.5	25.8	22.3	15.2	9.2	9.7	16.1
1996	6.1	8.8	8.3	12.6	20.6	25.0	27.4	26.7	20.3	15.0	-	-	-

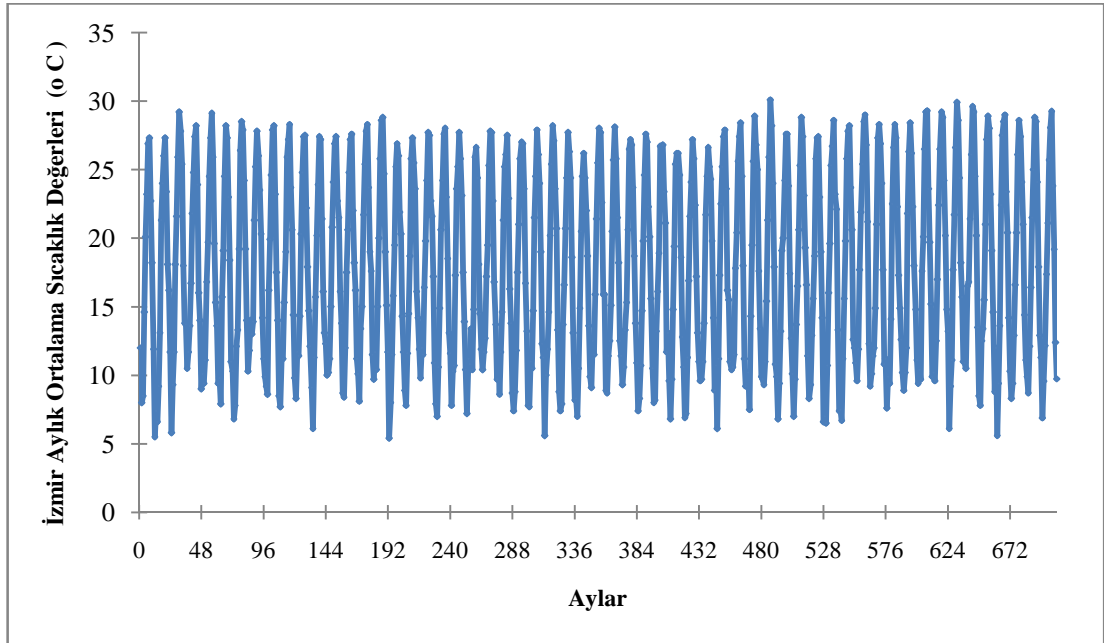
Çalışmada Tahtalı baraj havzasını temsil ettiği öngörülen İzmir, Seferihisar ve Değirmendere istasyonları sıcaklık gözlemleri arasında korelasyon-regresyon ilişkilerine bakılmış ve gerek İzmir istasyonu ile aralarındaki yüksek korelasyon gerekse regresyon doğrusunun eğiminin 1.0'e yakın, eksen kesme sabitlerinin de ortalama sıcaklıklara göre oldukça düşük olması nedeniyle, 1948-2006 döneminde İzmir istasyonu sıcaklık değerlerinin Tahtalı havzasının genelini temsil edebileceği kabul edilmiştir. Şekil 5.8 ve 5.9'da İzmir aylık ortalama sıcaklıklarıyla Seferihisar ve Değirmendere aylık ortalama sıcaklıkları arasındaki ilişkiler verilmektedir. Şekil 5.10 da ise İzmir DMİ istasyonunda ölçülmüş aylık ortalama sıcaklık değerlerinin gidişi verilmektedir.



Şekil 5.8 Değirmendere ve İzmir aylık ortalama sıcaklık gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon



Şekil 5.9 Seferihisar ve İzmir aylık ortalama sıcaklık gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon



Şekil 5.10 İzmir istasyonuna ait aylık ortalama sıcaklık ölçümlerinin zamana bağlı değişimi ($^{\circ}\text{C}$)

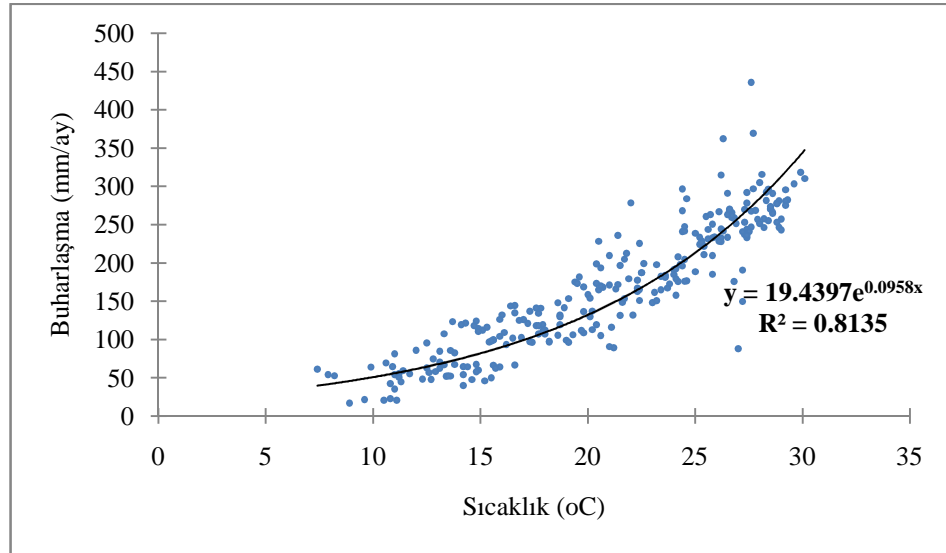
5.1.1.4 Tahtalı Baraj Havzası Buharlaşma- Sıcaklık ilişkileri

Gerek çalışmada gerçekleştirilecek yağış-akış modellerinde gerekse sonra hazne işletme çalışmalarında kullanılmak üzere 2010-2099 yıllarına ilişkin buharlaşma yüksekliklerinin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için istasyonlardan elde edilen gözlenmiş sıcaklık-buharlaşma ilişkilerinden yararlanılması planlanmış ve 2010-2099 döneminde de aynı sıcaklık buharlaşma ilişkisinin geçerli olduğu kabul edilmiştir.

Tahtalı baraj havzasını temsil edeceği öngörülen istasyonlardan Değirmendere istasyonunun buharlaşma gözlemleri bulunmamaktadır. Seferihisar istasyonunun ise sadece 1997-2005 arası dönemi kapsayan buharlaşma gözlemlerine erişildiğinden 1975-2005 dönemindeki İzmir istasyonu buharlaşma gözlemleri kullanılmış ve Tablo 5.13'te verilmiştir. Ölçüm yapılan aylardaki buharlaşmalar ve o aya ait sıcaklıklar arasında kurulan ilişki ise Denklem 5.3'de verilmiş, Şekil 5.11 'de grafiksel olarak sunulmuştur.

Tablo 5.13 1975-2005 dönemi İzmir istasyonu aylık toplam buharlaşma değerleri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1975	61.1	53.8	123.1	144.2	168.0	240.8	369.3	362.2	268.0	147.8	84.4	52.4	2075.1
1976	-	-	-	114.3	164.8	241.4	314.7	296.5	278.3	131.6	52.0	63.7	1657.3
1977	-	-	-	126.0	235.8	260.4	304.8	296.6	199.0	103.9	64.0	-	1590.5
1978	-	-	95.4	112.1	228.1	263.0	315.5	250.5	131.3	97.4	62.8	59.1	1615.2
1979	-	-	107.2	115.7	193.4	290.8	149.5	-	-	119.0	82.3	64.3	1122.2
1980	-	-	-	117.8	168.6	283.7	435.8	87.8	166.7	129.6	66.2	20.3	1476.5
1981	-	-	-	108.9	141.4	259.0	265.4	258.1	182.3	115.9	54.9	70.4	1456.3
1982	21.2	-	-	124.0	174.9	210.7	244.3	227.6	176.5	105.2	74.5	69.1	1428.0
1983	-	-	-	102.3	148.2	157.6	190.4	185.0	150.7	120.9	62.3	53.9	1171.3
1984	-	-	-	67.1	153.2	247.3	267.0	233.3	197.7	108.4	64.3	16.6	1354.9
1985	-	-	-	136.8	187.1	224.1	291.9	256.6	183.8	93.2	49.8	35.0	1458.3
1986	-	-	-	140.7	198.7	231.3	278.1	255.0	175.8	112.3	55.2	-	1447.1
1987	-	-	-	121.2	173.0	243.6	280.9	259.1	188.3	117.8	51.9	-	1435.8
1988	-	-	-	96.5	165.8	233.7	310.0	257.5	191.1	119.2	22.6	-	1396.4
1989	-	-	-	153.2	158.4	207.9	267.4	246.6	172.5	96.0	47.6	-	1349.6
1990	-	-	-	101.5	169.8	228.2	278.1	243.9	161.3	105.9	66.4	-	1355.1
1991	-	-	-	99.1	129.6	209.6	236.8	233.0	148.1	98.8	39.6	-	1194.6
1992	-	-	-	131.9	181.4	226.2	261.5	265.9	197.6	131.6	66.6	-	1462.7
1993	-	-	-	99.5	136.2	232.7	268.5	246.1	167.0	104.8	56.6	-	1311.4
1994	-	-	-	117.9	179.2	221.6	269.9	257.2	175.6	89.1	48.0	-	1358.5
1995	-	-	-	110.4	209.6	253.1	281.3	251.3	184.6	107.0	42.1	50.6	1490.0
1996	-	-	-	119.1	187.1	268.6	292.4	269.6	162.7	97.0	59.7	-	1456.2
1997	-	-	-	85.6	212.4	241.6	296.2	232.4	177.3	107.0	57.7	20.3	1430.5
1998	-	-	-	140.9	153.8	233.4	295.4	282.3	181.1	111.6	45.7	-	1444.2
1999	-	-	-	125.7	225.3	263.0	280.5	253.0	175.5	112.7	67.2	-	1502.9
2000	-	-	-	134.0	204.7	270.1	318.3	264.4	195.9	96.5	62.2	81.0	1627.1
2001	-	-	-	124.8	171.6	266.9	303.2	275.0	204.4	136.9	52.3	-	1535.1
2002	-	-	-	97.9	170.9	240.6	246.3	251.4	150.4	96.1	47.4	-	1301.0
2003	-	-	-	85.5	165.2	240.7	270.9	243.0	164.8	119.2	54.0	-	1343.3
2004	-	-	-	134.7	173.2	228.3	290.6	235.7	179.2	90.5	64.2	-	1396.4
2005	-	-	-	143.6	196.6	238.6	277.2	273.6	192.4	111.1	57.8	44.5	1535.4



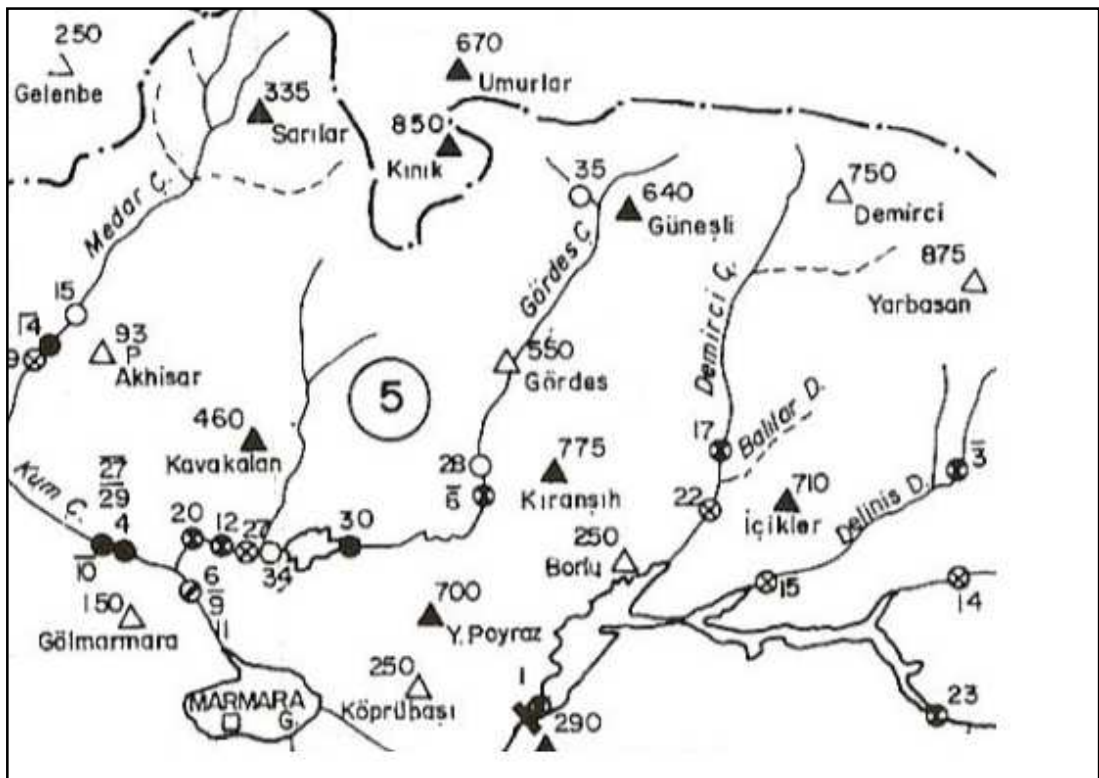
Şekil 5.11 İzmir istasyonuna ait sıcaklık-buharlaşma ilişkisi

$$E_{Tahmini} = 19.4397e^{0.0958T} \quad (R^2 = 0.8135) \quad (5.3)$$

5.2 Gördes Havzası

Gördes Barajı, Manisa'da, drenaj alanı 1045.4 km², ortalama debisi 3.5 m³/sn olan Gördes Çayı ile beslenen, **Gediz Havzası (5)** sınırlarında yer alan, sulama ve içme suyu temini amacıyla 1998-2004 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Gövde dolgu tipi Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu tipinde olup, barajın gövde hacmi 5.500.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 95.00 m, minimum işletme hacmi 19,84 hm³ normal su kotunda göl hacmi 448.46 hm³, göl alanı 14.07 km²'dir. Baraj Gördes'te 19.260 hektarlık bir alana sulama hizmeti de vermek üzere planlanmıştır.

Gördes Baraj havzasının konumu ve çevresindeki hidrometeoroloji istasyonları Şekil 5.12'de verilmektedir.

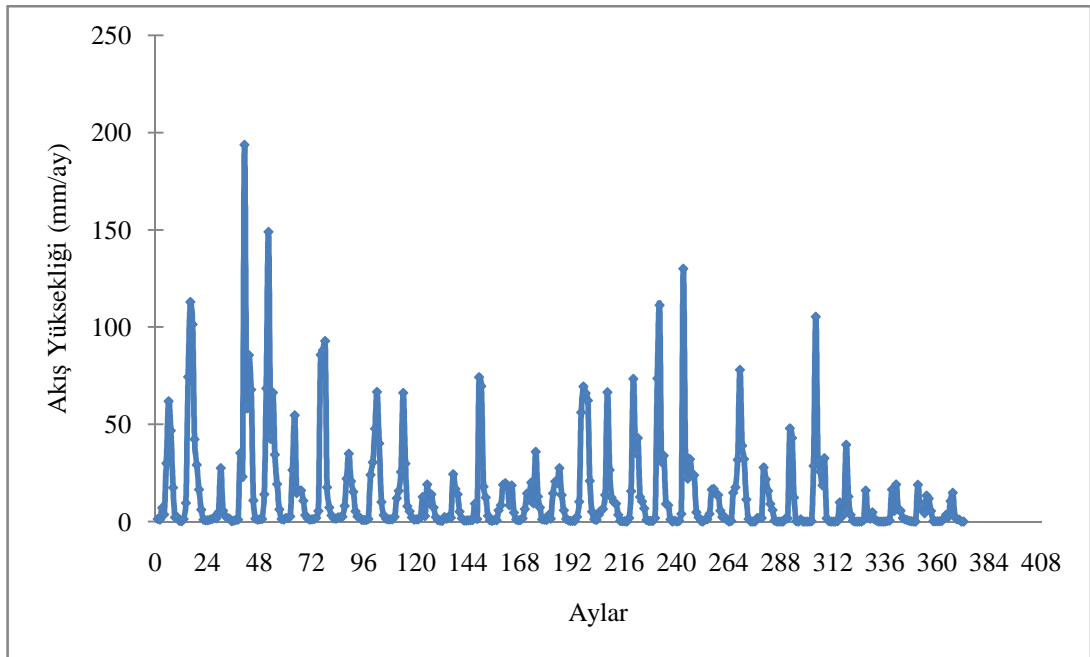


Şekil 5.12 Gördes havzası ve çevresindeki hidrometeoroloji istasyonları

5.2.1 Gördes Barajı Havzası Hidrolojik Verilerinin Hazırlanması

5.2.1.1 Gördes Akımları

Gördes Baraj havzasına ait akımlar için, DSİ 5-28 numaralı Gördes Çayı, Hacıhıdır akım ölçüm istasyonuna ait verilerden faydalanılmıştır. Hacıhıdır istasyonunun 1979-1992 yılları arasında değerlendirmesi yapılmış 13 yıllık gözlemi bulunmaktadır. Yeterli uzunlukta gözlemi bulunan en yakın istasyon EIE tarafından işletilmekte olan 509 numaralı Medar Çayı Kayalıoğlu Akım gözlem istasyonudur. Kayalıoğlu istasyonunun 1962-1992 yılları arasında değerlendirmesi yapılmış 31 yıllık gözlemi bulunmaktadır. DSİ 2.Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen planlama raporuna göre Hacıhıdır ve Kayalıoğlu istasyonlarının akımları arasında korelasyon ve regresyon analizleri yapılmış, Hacıhıdır istasyonunun akımları 1962 yılına kadar uzatılmıştır. 1962-1992 yılları arasına uzatılan Hacıhıdır istasyonu akım değerleri, havza alanına (1045.4 km²) bölünerek akış yüksekliği (mm) cinsinden elde edilmiştir. Gördes baraj yer, akımlarını temsil eden Hacıhıdır akımlarının gidiş grafiği Şekil 5.13'te, değerleri ise Tablo 5.14'te verilmektedir.



Şekil 5.13 1962-1992 dönemi Gördes barajı aylık akış yükseklikleri (mm/ay)

Tablo 5.14 DSİ 5-25 numaralı Gördes Çayı, Hacılıdır akım ölçüm istasyonu 1962-1992 Arasındaki Akış Yükseklikleri (mm / ay)

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1962	1.26	1.02	7.03	3.57	30.03	61.95	46.71	17.51	2.08	2.26	0.30	0.25	173.96
1963	1.35	9.55	74.46	112.90	101.30	42.36	29.12	16.46	6.18	0.99	0.72	0.63	396.01
1964	0.99	1.34	2.19	1.65	4.85	27.48	5.60	3.02	2.06	1.48	0.11	0.50	51.26
1965	0.84	1.00	35.29	23.13	193.61	59.77	85.52	67.74	10.90	1.50	1.04	1.22	481.57
1966	1.37	14.05	68.47	149.00	43.63	66.30	34.38	19.32	6.25	1.30	1.00	1.83	406.90
1967	1.86	2.60	26.58	54.69	14.65	15.90	15.98	10.64	3.33	1.63	0.94	1.19	149.97
1968	1.35	1.75	5.45	85.70	88.06	92.78	17.56	7.19	3.17	1.59	1.57	2.13	308.30
1969	2.30	2.50	8.15	22.05	34.92	20.78	15.39	5.31	2.64	2.08	0.82	0.90	117.83
1970	0.84	1.35	24.04	30.39	47.80	66.66	40.19	10.01	3.24	1.57	1.22	1.22	228.53
1971	1.12	2.53	12.05	15.75	25.49	66.12	29.85	7.99	5.27	2.22	1.02	1.17	170.59
1972	1.22	2.11	12.72	2.75	19.14	9.79	14.03	7.25	2.37	0.79	0.54	0.39	73.11
1973	2.37	1.53	2.53	1.97	24.40	16.75	14.08	5.07	1.63	0.52	0.55	0.76	72.16
1974	0.63	0.88	9.26	1.28	74.28	69.56	17.88	12.34	2.91	0.70	0.33	0.81	190.86
1975	0.72	5.76	8.48	18.96	19.69	18.60	8.43	18.60	4.67	0.94	0.70	0.88	106.40
1976	1.69	6.45	14.46	11.20	20.05	9.32	35.82	12.92	7.19	1.16	1.06	0.77	122.11
1977	3.42	1.55	14.54	20.60	19.69	27.48	13.61	5.82	1.26	0.61	0.29	0.35	109.22
1978	0.39	2.55	10.24	56.14	69.38	65.94	62.13	20.96	5.18	1.10	0.77	3.45	298.23
1979	5.60	6.47	13.74	66.44	26.48	12.37	10.02	9.27	3.51	0.31	0.13	0.12	154.46
1980	0.05	1.82	15.59	73.37	35.26	42.93	12.74	10.45	6.71	0.84	0.33	0.36	200.45
1981	0.37	1.88	73.49	111.23	30.69	33.90	9.10	8.36	1.14	0.06	0.46	0.00	270.68
1982	0.41	3.89	129.92	33.78	22.02	32.05	24.50	23.88	4.72	2.23	0.31	0.08	277.77
1983	0.97	1.20	3.92	16.45	16.83	14.23	13.61	5.61	2.28	2.44	0.89	0.09	78.51
1984	0.30	14.85	17.57	31.80	77.95	38.97	32.17	11.35	1.40	0.03	0.00	0.00	226.38
1985	1.86	1.95	1.85	27.84	21.78	15.84	9.05	5.89	0.54	0.01	0.01	0.03	86.64
1986	0.03	1.47	1.64	47.89	42.93	12.37	0.20	0.04	1.15	0.00	0.00	0.00	107.71
1987	0.04	0.22	28.71	105.30	31.42	25.73	18.56	32.67	1.65	0.16	0.04	0.04	244.53
1988	0.04	0.26	9.87	2.64	4.46	39.52	12.85	3.49	0.54	0.05	0.04	0.04	73.78
1989	0.08	0.77	15.97	2.73	1.56	4.73	1.21	0.46	0.05	0.01	0.01	0.04	27.61
1990	0.27	0.55	16.53	5.51	19.14	6.16	5.54	1.86	1.19	0.82	0.33	0.13	58.04
1991	0.05	0.05	18.93	6.87	8.57	4.23	13.36	11.86	5.45	0.17	0.12	0.13	69.80
1992	0.21	0.27	1.62	3.46	2.36	10.55	14.85	2.35	1.10	0.97	0.06	0.04	37.83

5.2.1.2 Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Yağışlar

Gördes havzasındaki yağışları temsil etmek üzere yapılan incelemelerde, havzanın içerisinde ve çevresinde DMI tarafından işletilen ve yeterli veriye sahip 3 adet yağış ölçüm istasyonu tespit edilmiştir. Tablo 5.15'te çalışma kapsamında Gördes Baraj havzasını temsilen göz önüne alınan meteoroloji istasyonları verilmektedir.

Tablo 5.15 Çalışma Kapsamında Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Yağış İstasyonları.

Yağış İstasyonu	Kotu (m)	İşleten Kuruluş	Ölçüm Aralığı
Gördes (4930)	550	DMI	1956-1997 (Eksikli)
Akhisar (17184)	93	DMI	1937-2006
Demirci (17746)	851	DMI	1954-2006 (Eksikli)

Tespit edilen istasyonlar ArcGIS ortamında haritalanmış ve Gördes(4930), Akhisar (17184) ve Demirci(17746) istasyonlarının Thiessen poligonları oluşturularak istasyonların ağırlık katsayıları elde edilmiştir.

Gördes, Akhisar ve Demirci DMİ istasyonlarının aylık yağış değerleri sırasıyla Tablo 5.16, 5.17 ve 5.18'de verilmektedir.

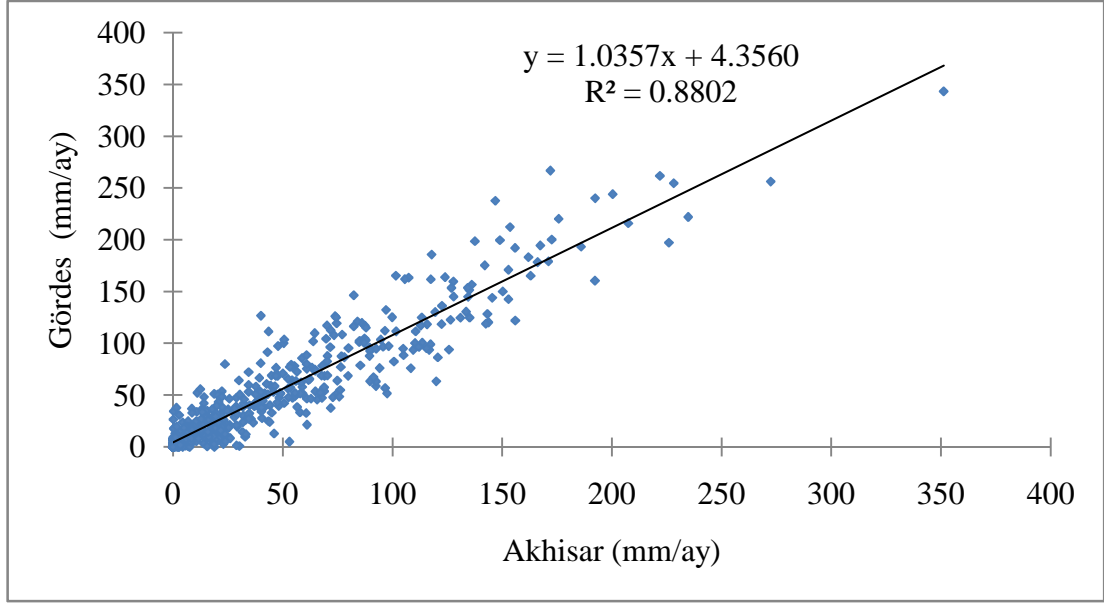
Gerek Gördes ve Demirci DMİ istasyonlarının gözlem dönemlerindeki eksik verilerin tamamlanması gerekse 1948'den günümüze uzanan NCEP/NCAR atmosferik parametreleriyle Gördes havzası alansal ortalama yağışları arasındaki ilişkilerin ortaya konması amacıyla Gördes ve Demirci yağışları Akhisar istasyonu ile kurulan regresyon ilişkileriyle 1948-2006 dönemine uzatılmıştır. Gördes ve Demirci DMİ yağışlarıyla Akhisar DMİ yağışları arasındaki regresyon ilişkileri Şekil 5.14 ve 5.15 'te verilmektedir.

Tablo 5.17 Akhisar (17184) istasyonunun 1948-2006 dönemi yağış gözlemleri (mm/ay)

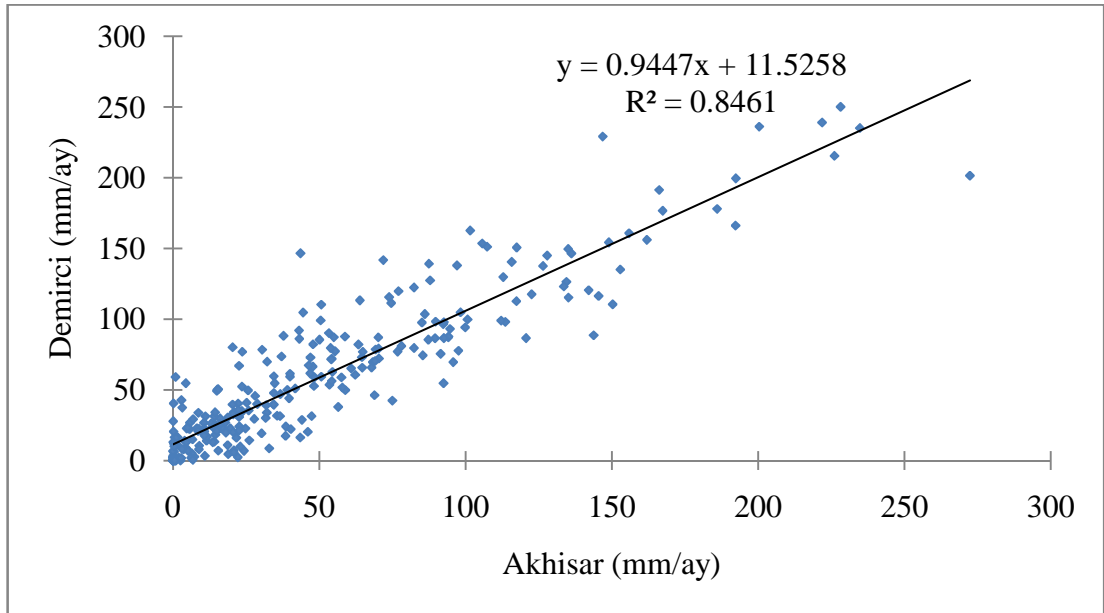
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	192.60	148.70	46.30	79.10	41.60	34.90	0.00	0.00	3.40	5.40	11.50	17.00	580.50
1949	39.30	48.70	113.90	47.10	16.00	4.80	6.20	7.40	7.50	0.70	82.60	65.30	439.50
1950	92.00	24.80	32.40	54.00	63.20	7.70	0.00	0.00	1.00	13.90	89.40	173.70	552.10
1951	116.00	76.80	132.10	38.90	85.20	0.00	0.00	3.40	0.60	90.70	85.20	42.20	671.10
1952	114.90	250.40	46.70	0.70	69.60	4.80	0.40	0.00	9.00	92.50	235.50	38.70	863.20
1953	177.30	83.60	51.50	24.80	51.10	98.40	0.20	0.00	8.90	24.60	13.70	61.10	595.20
1954	110.70	89.30	63.20	57.60	62.20	0.00	3.10	0.00	13.70	33.60	83.00	157.60	674.00
1955	92.40	57.60	36.70	94.10	38.50	0.00	0.30	1.00	0.10	55.00	226.10	91.50	693.30
1956	82.40	149.00	94.20	23.60	34.50	14.20	0.30	0.30	0.00	11.50	22.30	58.90	491.20
1957	75.00	28.90	34.50	11.10	73.90	1.50	22.20	0.10	4.40	1.60	70.40	58.80	382.40
1958	145.50	47.90	107.40	40.00	15.00	7.30	4.50	0.00	16.10	48.40	47.40	99.90	579.40
1959	186.00	4.70	32.10	18.80	20.40	26.10	57.90	1.10	2.00	41.80	43.10	150.30	584.30
1960	142.10	54.30	50.70	43.20	97.60	9.00	0.70	0.00	6.40	5.80	62.30	221.90	694.00
1961	85.40	76.80	13.60	60.90	19.60	56.50	0.00	0.70	6.20	32.90	38.60	143.80	535.00
1962	87.30	97.10	135.20	92.50	18.10	8.90	15.50	0.00	10.50	22.60	115.80	234.80	838.30
1963	192.30	101.60	20.40	53.50	43.60	0.60	0.20	0.00	0.00	63.40	14.10	50.50	540.20
1964	20.80	64.70	136.20	0.20	22.70	34.50	0.30	0.00	55.40	0.00	44.50	192.40	571.70
1965	54.10	272.40	47.00	166.20	70.20	0.00	0.00	0.40	0.00	18.70	117.50	155.90	902.40
1966	146.90	43.50	71.90	30.50	20.60	10.60	0.00	8.90	14.10	3.70	54.30	162.00	567.00
1967	74.60	34.80	23.20	89.60	37.10	5.20	0.00	0.00	8.20	16.30	14.50	105.70	409.20
1968	228.20	94.70	77.10	10.70	31.90	20.80	0.00	18.90	25.20	6.90	39.10	126.50	680.00
1969	92.60	87.90	40.00	32.20	15.20	13.10	8.60	0.00	0.20	0.10	24.80	200.40	515.10
1970	63.90	135.10	112.90	25.70	10.70	16.80	6.70	0.00	0.20	54.50	68.30	113.60	608.40
1971	78.10	120.70	117.40	30.30	15.50	23.60	3.20	14.40	17.90	31.70	86.10	89.80	628.70
1972	25.90	64.60	27.80	53.90	22.40	5.70	10.90	46.10	5.00	92.60	22.60	0.00	377.50
1973	35.60	134.50	47.80	67.90	24.30	15.00	1.00	6.80	3.10	20.60	64.90	87.50	509.00
1974	11.70	167.40	112.20	37.80	23.70	23.00	2.60	8.70	22.60	21.70	133.60	100.70	665.70
1975	95.80	48.20	50.10	28.80	50.70	28.10	0.10	4.00	0.90	36.60	127.90	85.10	556.30
1976	46.90	40.30	16.10	98.30	46.40	20.80	13.60	10.70	2.80	152.90	44.10	122.60	615.50
1977	69.10	68.90	39.70	53.30	4.60	2.90	0.40	0.60	34.40	82.40	69.30	70.30	495.90
1978	163.00	127.80	119.50	84.90	18.50	6.10	0.00	0.00	120.00	72.90	41.80	39.40	793.90
1979	172.60	65.70	33.10	37.10	59.10	19.30	1.40	0.00	2.00	13.40	104.90	113.40	622.00
1980	134.30	15.70	110.30	31.90	76.20	39.90	0.00	0.00	1.00	4.80	105.10	137.60	656.80
1981	226.00	45.80	58.40	15.80	30.10	0.10	4.90	0.00	0.10	32.50	101.70	351.20	866.60
1982	55.50	47.60	67.70	116.80	48.80	1.80	7.90	0.00	0.00	89.80	18.30	109.50	563.70
1983	80.00	58.00	5.80	52.40	24.40	12.80	12.50	0.00	3.50	17.90	171.10	67.10	505.50
1984	125.80	73.40	87.10	91.40	4.50	1.10	1.60	2.80	0.10	0.00	53.10	23.30	464.20
1985	117.90	39.20	49.00	16.40	28.00	7.60	0.00	14.00	0.00	21.70	96.60	44.20	434.60
1986	175.80	131.00	25.40	37.60	0.30	15.00	0.00	0.00	21.00	18.30	19.80	153.60	597.80
1987	172.00	55.60	45.00	74.90	23.70	12.20	0.20	0.00	0.30	1.30	96.70	88.00	569.90
1988	23.90	44.90	124.00	19.90	22.50	19.30	0.00	0.00	3.10	29.30	122.40	84.10	493.40
1989	8.30	6.30	56.60	7.30	41.50	8.20	0.20	0.00	4.00	34.50	111.90	142.60	421.40
1990	3.10	61.00	18.20	75.80	13.40	7.00	0.00	4.80	12.90	29.20	18.90	207.50	451.80
1991	40.60	40.40	12.80	52.70	110.60	3.00	18.80	2.20	0.70	22.30	28.90	71.90	404.90
1992	0.00	16.70	70.40	42.70	4.50	19.60	21.80	0.10	0.00	19.40	76.50	108.40	380.10
1993	41.00	68.00	89.60	61.00	40.10	0.70	15.60	0.00	1.50	6.00	71.70	115.60	510.80
1994	62.90	64.80	39.90	22.30	37.60	1.80	0.30	0.00	53.10	46.90	52.40	61.80	443.80
1995	152.90	33.30	143.30	60.90	8.40	1.20	0.00	11.60	61.10	18.40	156.00	74.40	721.50
1996	16.30	126.90	34.90	79.80	15.90	0.00	29.00	3.40	68.90	20.80	56.00	69.80	521.70
1997	60.70	8.70	131.00	112.70	9.90	5.50	2.50	24.00	0.00	116.30	50.90	163.10	685.30
1998	104.20	64.50	69.10	20.30	236.60	1.00	3.30	0.00	8.00	47.50	153.30	85.10	792.90
1999	76.80	192.70	80.50	16.90	1.60	3.20	4.80	0.00	2.60	37.50	59.00	91.10	566.70
2000	63.00	106.60	79.80	66.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.10	39.00	21.30	400.30
2001	18.80	93.90	23.20	90.60	71.70	2.10	0.70	6.10	22.40	3.80	187.10	217.10	737.50
2002	41.00	21.50	92.20	78.10	6.60	0.00	5.10	1.60	41.80	50.80	135.20	90.50	564.40
2003	74.80	138.50	23.10	85.10	19.80	0.00	0.00	0.10	31.10	84.30	35.00	93.90	585.70
2004	205.70	39.70	41.00	34.90	18.60	32.10	0.00	1.20	0.00	18.00	50.40	30.00	471.60
2005	71.30	150.90	80.40	27.50	58.50	41.70	5.20	6.80	11.50	20.10	133.80	72.90	680.60
2006	59.70	87.80	105.10	19.30	8.80	1.00	1.60	0.00	72.20	54.40	32.10	6.00	448.00

Tablo 5.18 Demirci (17746) istasyonunun 1954-2006 dönemi yağış gözlemleri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111.2	-
1955	96.5	58.8	47.0	87.1	17.4	1.8	6.1	0.0	3.4	87.2	215.5	75.5	696.3
1956	79.6	154.3	87.7	35.0	59.6	13.3	2.4	11.9	0.0	14.0	40.3	49.8	547.9
1957	42.4	40.0	47.8	31.3	115.6	11.1	2.3	0.0	54.7	16.5	72.2	87.7	521.6
1958	116.4	82.2	151.2	59.3	49.3	2.7	8.9	0.0	29.8	58.8	31.4	94.2	684.2
1959	178.0	22.7	33.9	30.6	39.6	14.3	51.7	11.7	1.9	50.9	92.0	110.5	637.8
1960	120.5	72.0	59.3	86.1	77.7	10.5	0.0	0.0	5.1	26.7	60.6	239.1	757.6
1961	74.4	77.1	13.0	65.2	22.8	37.9	0.2	0.0	1.9	8.6	24.1	88.6	413.8
1962	85.5	138.0	115.3	54.7	19.8	22.3	7.0	0.0	19.7	67.0	140.5	235.2	905.0
1963	166.2	162.7	80.1	53.6	146.6	16.5	40.4	0.0	0.3	82.1	26.3	99.1	873.9
1964	7.2	65.7	146.5	6.1	24.1	39.5	0.0	0.0	77.3	0.0	104.7	199.6	670.7
1965	71.6	201.5	72.9	191.4	87.1	2.3	2.3	2.3	0.0	10.9	150.7	160.8	953.8
1966	229.2	16.3	141.8	78.4	20.1	26.7	6.7	7.9	31.3	7.9	56.2	156.1	778.6
1967	111.4	54.7	33.5	86.5	73.6	6.9	0.0	0.0	22.9	22.8	18.3	153.6	584.2
1968	250.2	93.1	119.8	22.7	39.1	34.2	0.0	4.5	40.9	29.2	49.9	137.6	821.2
1969	86.6	127.4	61.4	69.9	50.2	26.2	20.9	0.0	0.0	27.8	22.7	236.2	729.3
1970	113.3	149.6	129.8	49.6	20.7	23.6	14.9	0.0	20.5	62.7	69.6	98.1	752.4
1971	81.0	86.6	112.7	19.2	50.4	52.3	37.4	34.1	26.8	30.1	103.6	98.3	732.5
1972	35.4	73.1	29.4	79.6	35.8	22.2	3.3	20.3	23.2	97.9	30.8	0.4	451.4
1973	31.7	126.4	66.5	65.8	6.9	20.8	15.9	0.5	8.2	32.7	76.9	139.2	591.5
1974	16.8	176.7	99.0	88.2	76.9	9.9	0.0	33.8	21.2	16.1	123.1	99.8	761.5
1975	69.6	52.7	85.5	40.0	110.3	45.7	13.1	14.0	59.1	31.4	145.0	97.6	764.0
1976	61.7	22.2	25.7	104.8	67.3	5.8	23.7	17.8	1.8	135.1	28.8	117.6	612.3
1977	70.4	46.2	44.0	90.2	13.1	42.7	10.0	0.0	39.7	122.4	78.6	79.2	636.5
1978	180.5	183.6	102.9	91.7	34.7	2.7	0.0	0.0	-	43.3	37.2	51.5	-
1979	232.7	68.2	33.6	52.6	69.1	30.2	0.0	0.0	0.6	64.8	183.6	114.4	849.8
1980	129.8	35.7	108.5	47.0	32.1	54.4	10.9	21.4	4.2	3.6	109.0	216.8	773.4
1981	207.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6	82.7	-
1983	79.3	54.6	4.9	53.2	52.6	34.1	90.4	1.5	3.1	35.4	179.6	64.9	653.6
1984	120.1	108.8	91.7	91.9	5.0	1.2	5.2	5.7	1.5	0.0	57.9	21.5	510.5
1985	177.5	60.7	53.0	16.1	20.3	4.9	0.1	7.0	4.3	29.2	105.4	45.5	524.0
1986	188.7	116.5	11.5	29.0	22.7	62.8	0.0	4.6	45.0	25.2	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.0	52.7	-
1992	0.4	17.8	90.2	81.3	24.9	75.0	29.0	1.4	0.0	36.9	55.4	71.0	483.3
1993	53.4	89.0	93.5	62.1	94.0	0.5	1.9	0.0	3.7	21.3	96.1	96.6	612.1
1994	56.8	90.8	39.7	63.1	64.2	24.0	15.8	6.2	0.4	36.0	90.3	71.8	559.1
1995	168.0	17.5	126.6	76.8	22.5	5.2	8.1	11.0	44.2	21.0	79.6	92.9	673.4
1996	21.3	156.6	69.7	63.2	15.7	5.4	0.1	6.0	65.5	10.7	68.2	101.7	584.1
1997	57.2	22.6	34.8	165.0	41.8	28.7	9.2	88.8	3.4	125.0	49.8	172.2	798.5
1998	55.8	71.9	106.9	28.5	125.3	8.9	3.0	0.0	34.2	80.7	105.1	137.7	758.0
1999	103.7	212.1	87.6	32.2	2.7	3.2	6.9	1.9	27.4	28.9	63.2	60.3	630.1
2000	72.4	84.4	83.6	82.8	50.9	0.0	8.7	3.3	0.6	55.1	13.0	26.9	481.7
2001	7.9	39.6	29.0	87.8	68.8	3.4	41.4	24.0	11.9	5.4	186.5	225.5	731.2
2002	41.6	27.9	70.5	86.1	12.2	3.6	17.0	10.2	53.7	41.8	81.1	66.0	511.7
2003	100.5	108.0	18.7	128.4	41.9	0.8	0.0	13.9	10.6	59.4	32.5	75.3	590.0
2004	141.2	55.6	17.3	46.8	28.4	11.9	0.3	4.1	0.0	11.8	55.1	44.8	417.3
2005	82.1	94.2	133.0	46.5	58.0	57.3	22.0	27.6	10.9	45.5	131.4	84.8	793.3
2006	115.6	105.4	112.4	29.1	58.6	1.8	1.0	0.5	62.1	89.9	39.6	16.1	632.1



Şekil 5.14 Gördes ve Akhisar aylık toplam yağış gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon



Şekil 5.15 Demirci ve Akhisar aylık toplam yağış gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon

$$P_{\text{GÖRDES}} = 1.0357P_{\text{AKHİSAR}} + 4.3560 \quad (R^2 = 0.8802) \quad (5.4)$$

$$P_{\text{DEMİRCİ}} = 0.9447P_{\text{AKHİSAR}} + 11.5258 \quad (R^2 = 0.8461) \quad (5.5)$$

Denklem 5.4 ve Denklem 5.5'te verilen regresyon ilişkileri yardımıyla Gördes ve Demirci yağış istasyonlarının 1948-2006 dönemine ait uzatılmış verileri Tablo 5.19 ve Tablo 5.20'de verilmektedir.

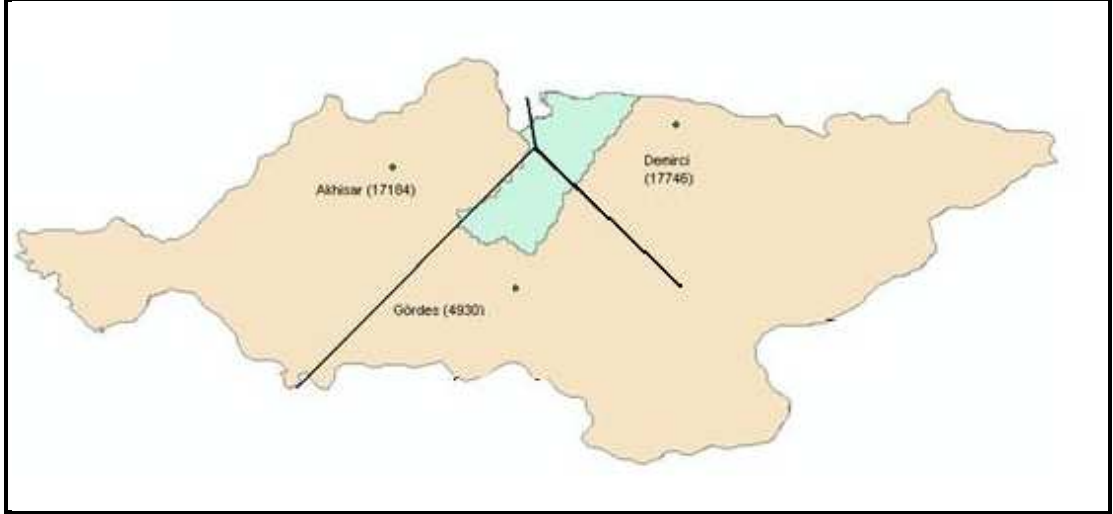
Tablo 5.19 Gördes (4930) istasyonunun 1948-2006 dönemi uzatılmış yağış verileri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	203.83	158.36	52.31	86.28	47.44	40.50	4.36	4.36	7.88	9.95	16.27	21.96	653.50
1949	45.06	54.79	122.32	53.14	20.93	9.33	10.78	12.02	12.12	5.08	89.90	71.99	507.46
1950	99.64	30.04	37.91	60.28	69.81	12.33	4.36	4.36	5.39	18.75	96.95	184.26	624.08
1951	124.50	83.90	141.17	44.64	92.60	4.36	4.36	7.88	4.98	98.29	92.60	48.06	747.33
1952	123.36	263.70	52.72	5.08	76.44	9.33	4.77	4.36	13.68	100.16	248.26	44.44	946.29
1953	187.99	90.94	57.69	30.04	57.28	106.27	4.56	4.36	13.57	29.83	18.55	67.64	668.72
1954	119.01	96.84	69.81	64.01	68.78	4.36	7.57	4.36	18.55	39.16	90.32	167.58	750.33
1955	100.05	64.01	42.37	101.82	44.23	4.36	4.67	5.39	4.46	61.32	238.53	99.12	770.32
1956	146.50	199.70	76.20	23.80	53.30	48.30	0.00	34.50	0.00	15.60	53.80	58.00	709.70
1957	52.10	47.60	72.30	52.40	126.30	16.20	11.20	0.00	23.90	37.90	87.90	85.80	613.60
1958	144.10	97.50	163.50	80.90	27.70	2.90	6.50	0.00	28.40	47.60	70.20	125.30	794.60
1959	193.40	13.70	30.10	51.30	50.70	8.50	33.40	13.20	2.80	52.00	91.60	150.10	690.80
1960	175.40	78.50	42.30	50.90	51.70	11.50	0.00	0.00	10.10	3.10	65.70	261.80	751.00
1961	78.80	87.60	15.30	88.70	16.40	72.70	0.00	0.00	4.70	9.90	49.80	120.40	544.30
1962	104.80	132.40	124.90	58.80	17.60	20.60	9.60	3.40	21.60	28.10	118.50	222.10	862.40
1963	160.60	165.40	50.10	57.50	111.50	18.40	26.60	0.00	0.00	76.50	21.90	100.20	788.70
1964	16.10	74.90	156.80	4.60	34.10	59.90	0.10	0.00	78.30	0.00	59.40	240.20	724.40
1965	77.70	256.30	76.50	178.50	117.30	1.30	6.70	5.80	0.00	17.50	161.90	192.20	1091.70
1966	237.80	25.00	112.70	50.60	28.00	5.80	0.10	16.90	42.30	12.50	64.50	183.30	779.50
1967	119.40	32.50	26.00	96.00	39.20	3.90	5.90	0.00	2.70	23.10	15.20	162.10	526.00
1968	254.70	103.70	108.60	8.70	38.60	43.40	0.00	0.00	36.40	24.90	40.60	122.80	782.40
1969	63.30	103.10	37.40	42.00	28.30	36.30	37.00	0.00	0.00	6.50	34.90	244.10	632.90
1970	102.00	151.50	117.30	46.60	25.00	14.20	19.70	0.00	0.00	47.40	55.30	100.60	679.60
1971	86.70	86.50	99.10	0.90	7.90	21.60	13.90	10.10	2.60	14.50	119.80	92.70	556.30
1972	21.20	109.90	33.50	79.50	38.50	19.30	33.90	13.00	18.10	94.80	29.10	0.00	490.80
1973	27.10	145.00	68.70	47.40	21.10	31.10	6.90	1.00	4.80	22.70	53.70	117.10	546.60
1974	10.20	194.60	96.90	58.40	80.00	2.90	0.00	33.00	25.30	12.40	130.60	82.50	726.80
1975	96.70	39.70	71.00	39.10	103.80	37.20	0.00	4.40	6.20	23.50	145.20	102.60	669.40
1976	69.90	34.30	25.10	97.40	58.70	6.70	22.60	5.50	2.10	142.70	24.00	136.30	625.30
1977	68.70	53.80	37.30	77.30	4.70	30.80	6.60	0.00	31.50	116.50	80.60	82.60	590.40
1978	165.30	159.80	130.30	101.30	19.40	2.70	0.00	0.00	63.40	48.00	48.90	66.70	805.80
1979	200.30	45.80	26.20	41.40	51.60	18.20	3.90	0.00	0.00	36.10	95.00	125.00	643.50
1980	153.70	35.00	100.40	23.90	55.00	53.20	4.20	0.00	0.90	2.60	88.60	198.70	716.20
1981	197.30	53.20	62.40	24.80	64.30	6.80	4.50	1.80	1.90	46.00	111.70	343.40	918.10
1982	48.80	43.00	68.90	93.80	52.30	4.20	13.20	0.00	8.00	63.50	6.50	93.80	496.00
1983	95.50	51.70	1.40	56.30	21.30	15.60	55.80	0.00	9.60	36.40	179.20	52.50	575.30
1984	94.00	108.00	100.60	67.40	0.00	2.80	0.70	0.00	0.00	0.00	57.10	16.30	446.90
1985	185.80	43.60	51.40	26.40	28.90	0.00	0.00	3.40	0.00	22.20	112.30	40.30	514.30
1986	220.30	124.80	18.70	42.80	17.70	34.80	0.00	0.00	8.20	29.00	32.40	212.40	741.10
1987	266.90	52.20	33.10	64.10	12.50	15.00	0.00	0.00	0.00	3.50	56.90	115.20	619.40
1988	5.40	69.00	164.00	39.70	21.30	7.20	0.90	0.60	5.90	19.60	118.60	121.20	573.40
1989	11.40	7.40	38.60	9.30	38.10	5.10	0.00	0.00	4.10	27.20	96.70	119.00	356.90
1990	4.50	75.50	29.70	48.60	33.80	14.50	7.80	6.40	27.00	31.90	24.70	216.00	520.40
1991	27.80	38.20	16.80	48.00	111.60	14.70	2.80	11.00	1.10	18.80	21.10	37.60	349.50
1992	0.40	16.40	69.10	60.90	9.30	25.80	16.00	9.40	0.00	29.50	77.20	76.10	390.10
1993	44.50	78.30	87.90	46.70	126.80	0.00	0.60	0.00	4.60	7.70	96.40	95.30	588.80
1994	46.60	73.60	53.00	48.60	50.90	19.70	2.10	3.90	5.10	68.60	65.90	64.50	502.50
1995	171.10	12.30	128.40	80.10	8.40	9.60	1.90	8.30	21.50	10.40	122.10	125.10	699.20
1996	9.90	153.60	40.20	68.70	14.60	0.00	1.50	1.90	57.70	23.90	63.70	104.50	540.20
1997	32.70	16.10	140.03	121.08	14.61	10.05	6.95	29.21	4.36	124.81	57.07	173.28	730.25
1998	112.28	71.16	75.92	25.38	249.40	5.39	7.77	4.36	12.64	53.55	163.13	92.49	873.48
1999	83.90	203.94	87.73	21.86	6.01	7.67	9.33	4.36	7.05	43.19	65.46	98.71	639.20
2000	69.61	114.76	87.00	73.23	9.53	4.36	4.36	4.36	4.36	24.14	44.75	26.42	466.86
2001	23.83	101.61	28.38	98.19	78.62	6.53	5.08	10.67	27.56	8.29	198.14	229.21	816.10
2002	46.82	26.62	99.85	85.24	11.19	4.36	9.64	6.01	47.65	56.97	144.38	98.09	636.82
2003	81.83	147.80	28.28	92.49	24.86	4.36	4.36	4.46	36.57	91.67	40.61	101.61	658.88
2004	217.40	45.47	46.82	40.50	23.62	37.60	4.36	5.60	4.36	23.00	56.56	35.43	540.71
2005	78.20	160.64	87.63	32.84	64.94	47.54	9.74	11.40	16.27	25.17	142.93	79.86	757.17
2006	66.19	95.29	113.21	24.35	13.47	5.39	6.01	4.36	79.13	60.70	37.60	10.57	516.27

Tablo 5.20 Demirci (17746) istasyonunun 1948-2006 dönemi uzatılmış yağış verileri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	193.48	152.00	55.27	86.25	50.83	44.50	11.53	11.53	14.74	16.63	22.39	27.59	686.71
1949	48.65	57.53	119.13	56.02	26.64	16.06	17.38	18.52	18.61	12.19	89.56	73.21	553.51
1950	98.44	34.95	42.13	62.54	71.23	18.80	11.53	11.53	12.47	24.66	95.98	175.62	659.88
1951	121.11	84.08	136.32	48.27	92.01	11.53	11.53	14.74	12.09	97.21	92.01	51.39	772.30
1952	120.07	248.08	55.64	12.19	77.28	16.06	11.90	11.53	20.03	98.91	234.00	48.09	953.77
1953	179.02	90.50	60.18	34.95	59.80	104.48	11.71	11.53	19.93	34.77	24.47	69.25	700.60
1954	116.10	95.89	71.23	65.94	70.29	11.53	14.45	11.53	24.47	43.27	89.94	111.20	725.83
1955	96.50	58.80	47.00	87.10	17.40	1.80	6.10	0.00	3.40	87.20	215.50	75.50	696.30
1956	79.60	154.30	87.70	35.00	59.60	13.30	2.40	11.90	0.00	14.00	40.30	49.80	547.90
1957	42.40	40.00	47.80	31.30	115.60	11.10	2.30	0.00	54.70	16.50	72.20	87.70	521.60
1958	116.40	82.20	151.20	59.30	49.30	2.70	8.90	0.00	29.80	58.80	31.40	94.20	684.20
1959	178.00	22.70	33.90	30.60	39.60	14.30	51.70	11.70	1.90	50.90	92.00	110.50	637.80
1960	120.50	72.00	59.30	86.10	77.70	10.50	0.00	0.00	5.10	26.70	60.60	239.10	757.60
1961	74.40	77.10	13.00	65.20	22.80	37.90	0.20	0.00	1.90	8.60	24.10	88.60	413.80
1962	85.50	138.00	115.30	54.70	19.80	22.30	7.00	0.00	19.70	67.00	140.50	235.20	905.00
1963	166.20	162.70	80.10	53.60	146.60	16.50	40.40	0.00	0.30	82.10	26.30	99.10	873.90
1964	7.20	65.70	146.50	6.10	24.10	39.50	0.00	0.00	77.30	0.00	104.70	199.60	670.70
1965	71.60	201.50	72.90	191.40	87.10	2.30	2.30	2.30	0.00	10.90	150.70	160.80	953.80
1966	229.20	16.30	141.80	78.40	20.10	26.70	6.70	7.90	31.30	7.90	56.20	156.10	778.60
1967	111.40	54.70	33.50	86.50	73.60	6.90	0.00	0.00	22.90	22.80	18.30	153.60	584.20
1968	250.20	93.10	119.80	22.70	39.10	34.20	0.00	4.50	40.90	29.20	49.90	137.60	821.20
1969	86.60	127.40	61.40	69.90	50.20	26.20	20.90	0.00	0.00	27.80	22.70	236.20	729.30
1970	113.30	149.60	129.80	49.60	20.70	23.60	14.90	0.00	20.50	62.70	69.60	98.10	752.40
1971	81.00	86.60	112.70	19.20	50.40	52.30	37.40	34.10	26.80	30.10	103.60	98.30	732.50
1972	35.40	73.10	29.40	79.60	35.80	22.20	3.30	20.30	23.20	97.90	30.80	0.40	451.40
1973	31.70	126.40	66.50	65.80	6.90	20.80	15.90	0.50	8.20	32.70	76.90	139.20	591.50
1974	16.80	176.70	99.00	88.20	76.90	9.90	0.00	33.80	21.20	16.10	123.10	99.80	761.50
1975	69.60	52.70	85.50	40.00	110.30	45.70	13.10	14.00	59.10	31.40	145.00	97.60	764.00
1976	61.70	22.20	25.70	104.80	67.30	5.80	23.70	17.80	1.80	135.10	28.80	117.60	612.30
1977	70.40	46.20	44.00	90.20	13.10	42.70	10.00	0.00	39.70	122.40	78.60	79.20	636.50
1978	180.50	183.60	102.90	91.70	34.70	2.70	0.00	0.00	124.89	43.30	37.20	51.50	852.99
1979	232.70	68.20	33.60	52.60	69.10	30.20	0.00	0.00	0.60	64.80	183.60	114.40	849.80
1980	129.80	35.70	108.50	47.00	32.10	54.40	10.90	21.40	4.20	3.60	109.00	216.80	773.40
1981	207.50	54.79	66.70	26.45	39.96	11.62	16.15	11.53	11.62	42.23	107.60	343.30	939.46
1982	63.96	56.49	75.48	121.87	57.63	13.23	18.99	11.53	11.53	96.36	8.60	82.70	618.35
1983	79.30	54.60	4.90	53.20	52.60	34.10	90.40	1.50	3.10	35.40	179.60	64.90	653.60
1984	120.10	108.80	91.70	91.90	5.00	1.20	5.20	5.70	1.50	0.00	57.90	21.50	510.50
1985	177.50	60.70	53.00	16.10	20.30	4.90	0.10	7.00	4.30	29.20	105.40	45.50	524.00
1986	188.70	116.50	11.50	29.00	22.70	62.80	0.00	4.60	45.00	25.20	30.23	156.63	692.86
1987	174.01	64.05	54.04	82.28	33.92	23.05	11.71	11.53	11.81	12.75	102.88	94.66	676.69
1988	34.10	53.94	128.67	30.33	32.78	29.76	11.53	11.53	14.45	39.21	127.16	90.98	604.42
1989	19.37	17.48	65.00	18.42	50.73	19.27	11.71	11.53	15.30	44.12	117.24	146.24	536.41
1990	14.45	69.15	28.72	83.13	24.18	18.14	11.53	16.06	23.71	39.11	29.38	207.55	565.13
1991	49.88	49.69	23.62	61.31	116.01	14.36	29.29	13.60	12.19	32.59	31.00	52.70	486.24
1992	0.40	17.80	90.20	81.30	24.90	75.00	29.00	1.40	0.00	36.90	55.40	71.00	483.30
1993	53.40	89.00	93.50	62.10	94.00	0.50	1.90	0.00	3.70	21.30	96.10	96.60	612.10
1994	56.80	90.80	39.70	63.10	64.20	24.00	15.80	6.20	0.40	36.00	90.30	71.80	559.10
1995	168.00	17.50	126.60	76.80	22.50	5.20	8.10	11.00	44.20	21.00	79.60	92.90	673.40
1996	21.30	156.60	69.70	63.20	15.70	5.40	0.10	6.00	65.50	10.70	68.20	101.70	584.10
1997	57.20	22.60	34.80	165.00	41.80	28.70	9.20	88.80	3.40	125.00	49.80	172.20	798.50
1998	55.80	71.90	106.90	28.50	125.30	8.90	3.00	0.00	34.20	80.70	105.10	137.70	758.00
1999	103.70	212.10	87.60	32.20	2.70	3.20	6.90	1.90	27.40	28.90	63.20	60.30	630.10
2000	72.40	84.40	83.60	82.80	50.90	0.00	8.70	3.30	0.60	55.10	13.00	26.90	481.70
2001	7.90	39.60	29.00	87.80	68.80	3.40	41.40	24.00	11.90	5.40	186.50	225.50	731.20
2002	41.60	27.90	70.50	86.10	12.20	3.60	17.00	10.20	53.70	41.80	81.10	66.00	511.70
2003	100.50	108.00	18.70	128.40	41.90	0.80	0.00	13.90	10.60	59.40	32.50	75.30	590.00
2004	141.20	55.60	17.30	46.80	28.40	11.90	0.30	4.10	0.00	11.80	55.10	44.80	417.30
2005	82.10	94.20	133.00	46.50	58.00	57.30	22.00	27.60	10.90	45.50	131.40	84.80	793.30
2006	115.60	105.40	112.40	29.10	58.60	1.80	1.00	0.50	62.10	89.90	39.60	16.10	632.10

Gördes baraj havzasının aylık toplam yağışlarını temsil etmek üzere seçilen Gördes, Akhisar ve Demirci istasyonlarından havzanın alansal ortalama yağışlarının bulunabilmesi için ArcGIS paket programı kullanılarak istasyonlar arasında Thiessen poligonları oluşturulmuş (Şekil 5.16) ve istasyonun havza üzerindeki ağırlık katsayıları elde edilmiştir (Tablo 5.21).



Şekil 5.16 Gördes havzası, yağış istasyonlarının konumları ve oluşturulan Thiessen poligonları

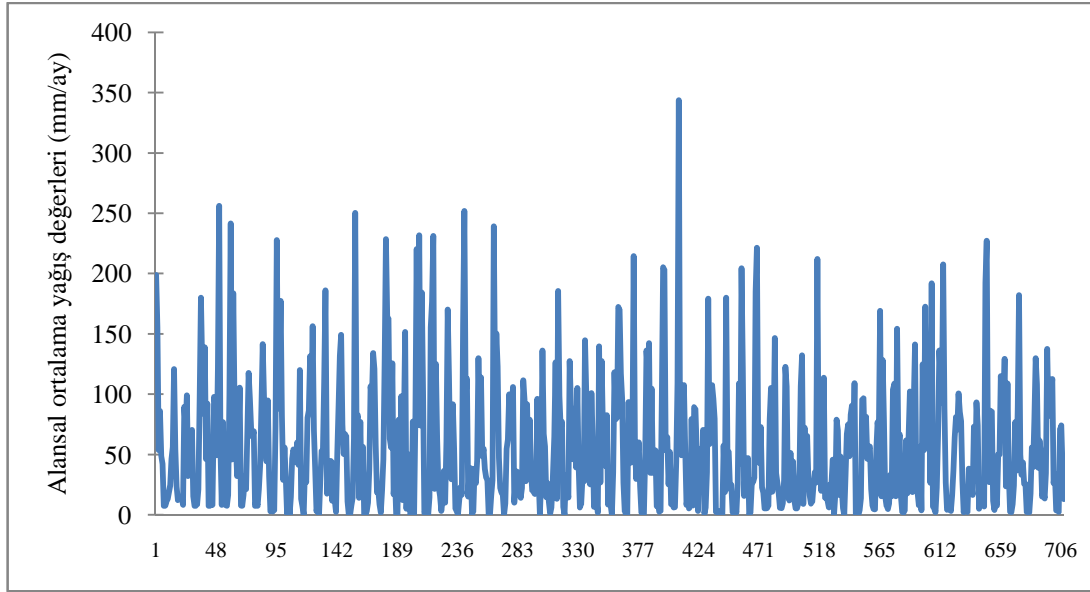
Tablo 5.21 Her bir istasyonun Gördes baraj havzası üzerindeki ağırlık katsayıları

Yağış İstasyonu	Ağırlık Katsayısı
Gördes (4930)	0.51
Akhisar (17184)	0.03
Demirci (17746)	0.46
Toplam	1.00

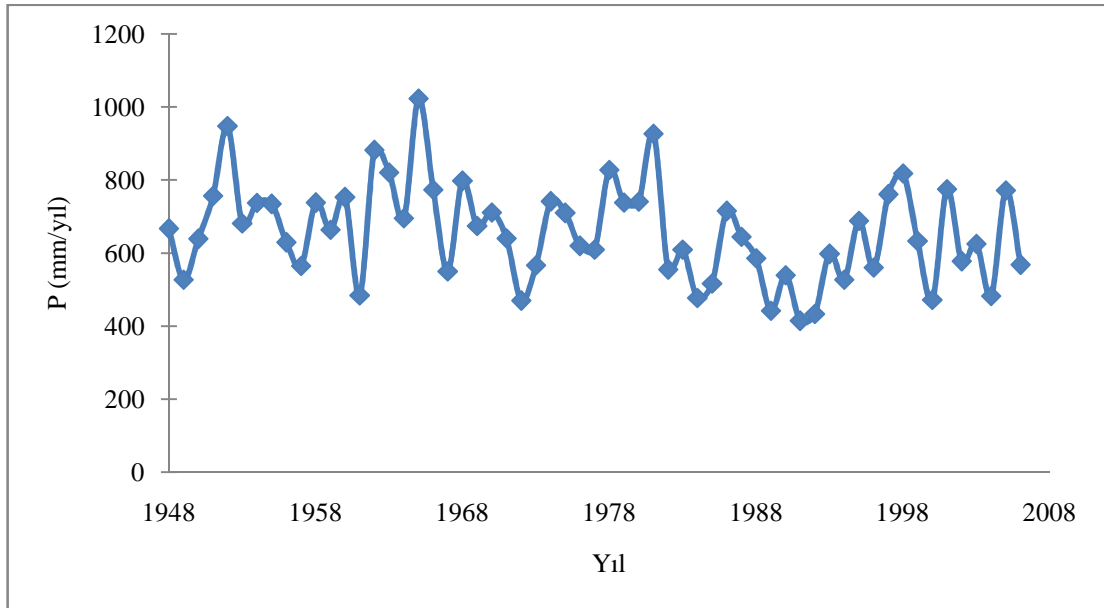
Bu değerlerden hareketle, havzaya ortalama olarak düşen yağış, her bir istasyonun ağırlık katsayısı ile o istasyonun yağış değerlerinin çarpılması suretiyle elde edilmiştir. Tablo 5.22, Şekil 5.17 ve Şekil 5.18’de Gördes havzasına ait alansal ortalama yağış değerleri ve zamana göre değişimleri verilmektedir.

Tablo 5.22 1948-2006 dönemi Gördes baraj havzası alansal ortalama yağış değerleri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1948	198.73	155.15	53.49	86.05	48.82	42.17	7.52	7.52	10.90	12.88	18.94	24.40	666.58
1949	46.54	55.87	120.60	54.28	23.41	12.29	13.68	14.87	14.97	8.22	89.53	72.35	526.60
1950	98.86	32.14	39.69	61.13	70.27	15.17	7.52	7.52	8.52	21.32	96.28	179.97	638.39
1951	122.68	83.77	138.67	46.14	92.11	7.52	7.52	10.90	8.12	97.57	92.11	49.42	756.53
1952	121.59	256.11	53.89	8.22	76.62	12.29	7.92	7.52	16.46	99.35	241.32	45.94	947.24
1953	183.54	90.52	58.65	32.14	58.25	105.21	7.72	7.52	16.36	31.95	21.12	68.18	681.18
1954	117.42	96.18	70.27	64.71	69.27	7.52	10.60	7.52	21.12	40.88	89.92	141.35	736.77
1955	98.19	61.42	44.33	94.81	31.72	3.05	5.20	2.78	3.84	73.03	227.56	88.03	733.96
1956	113.80	177.30	82.03	28.95	55.63	31.18	1.11	23.08	0.00	14.74	46.65	54.26	628.72
1957	48.33	43.54	59.90	41.46	119.81	13.41	7.44	0.00	37.48	26.97	80.15	85.86	564.34
1958	131.40	88.97	156.16	69.74	37.26	2.94	7.54	0.00	28.68	52.78	51.67	110.23	737.36
1959	186.09	17.57	31.91	40.80	44.69	11.70	42.55	12.15	2.36	51.19	90.33	131.89	663.23
1960	149.15	74.78	50.37	66.86	65.04	10.97	0.02	0.00	7.69	14.04	63.25	250.16	752.33
1961	76.97	82.45	14.19	77.06	19.44	56.21	0.09	0.02	3.46	9.99	37.64	106.47	483.99
1962	95.40	133.92	120.79	57.93	18.63	21.03	8.58	1.73	20.39	45.83	128.54	228.51	881.27
1963	164.13	162.24	63.01	55.59	125.61	16.99	32.16	0.00	0.14	78.68	23.69	98.20	820.44
1964	12.15	70.36	151.44	5.16	29.16	49.75	0.06	0.00	77.15	0.00	79.79	220.09	695.12
1965	74.19	231.58	73.96	184.07	102.00	1.72	4.48	4.03	0.00	14.50	155.42	176.67	1022.59
1966	231.12	21.55	124.86	62.79	24.14	15.56	3.13	12.52	36.39	10.12	60.38	170.15	772.71
1967	114.38	42.78	29.37	91.44	54.96	5.32	3.01	0.00	12.16	22.76	16.61	156.50	549.27
1968	251.84	98.55	112.81	15.20	38.63	38.49	0.00	2.64	38.13	26.34	44.83	129.72	797.18
1969	74.90	113.82	48.52	54.54	37.98	30.96	28.74	0.00	0.01	16.11	28.99	239.16	673.71
1970	106.06	150.13	122.92	47.35	22.59	18.60	17.10	0.00	9.44	54.65	62.27	99.84	710.95
1971	83.82	87.57	105.91	10.20	27.68	35.78	24.39	21.27	14.19	22.19	111.34	95.19	639.52
1972	27.87	91.61	31.44	78.78	36.78	20.23	19.13	17.35	20.05	96.16	29.69	0.18	469.28
1973	29.47	136.13	67.06	56.48	14.66	25.88	10.86	0.94	6.31	27.24	64.71	126.38	566.13
1974	13.28	185.55	98.33	71.49	76.89	6.72	0.08	32.64	23.33	14.38	127.24	91.00	740.93
1975	84.21	45.94	77.04	39.21	105.20	40.84	6.03	8.80	30.38	27.53	144.59	99.78	709.52
1976	65.44	28.91	25.11	100.83	62.29	6.71	22.84	11.31	1.98	139.51	26.81	127.29	619.03
1977	69.49	50.76	40.45	82.51	8.56	35.44	7.98	0.02	35.36	118.19	79.34	80.67	608.77
1978	172.22	169.79	117.37	96.39	26.41	2.80	0.00	0.00	93.38	46.59	43.31	58.89	827.15
1979	214.37	56.70	29.81	46.42	59.88	23.75	2.03	0.00	0.34	48.62	136.05	119.78	737.75
1980	142.12	34.74	104.42	34.77	45.10	53.35	7.16	9.84	2.42	3.13	98.48	205.19	740.73
1981	202.85	53.71	64.26	25.29	52.08	8.82	9.87	6.22	6.32	43.86	109.51	343.59	926.38
1982	55.97	49.35	71.89	107.40	54.65	8.28	15.70	5.30	9.38	79.40	7.82	89.17	554.31
1983	87.58	53.22	3.14	54.76	35.79	24.03	70.42	0.69	6.43	35.39	179.14	58.64	609.22
1984	106.96	107.33	96.10	79.39	2.44	2.01	2.80	2.71	0.69	0.00	57.35	18.90	476.68
1985	179.95	51.33	52.06	21.36	24.92	2.48	0.05	5.37	1.98	25.41	108.66	42.81	516.37
1986	204.43	121.17	15.59	36.30	19.48	47.09	0.00	2.12	25.51	26.93	31.02	184.98	714.61
1987	221.33	57.75	43.09	72.79	22.69	18.62	5.39	5.30	5.44	7.69	79.24	104.94	644.27
1988	19.16	61.35	146.55	34.79	26.62	17.94	5.76	5.61	9.75	28.91	122.65	106.18	585.27
1989	14.97	12.00	51.28	13.44	44.01	11.71	5.39	5.30	9.25	35.20	106.60	132.24	441.41
1990	9.04	72.15	28.90	65.30	28.76	15.95	9.28	10.80	25.06	35.14	26.68	211.86	538.92
1991	38.34	43.55	19.82	54.26	113.60	14.19	15.46	11.93	6.19	25.25	25.89	45.58	414.06
1992	0.39	17.05	78.85	69.74	16.33	48.25	22.15	5.44	0.00	32.60	67.15	74.72	432.67
1993	48.49	82.91	90.53	54.21	109.11	0.25	1.65	0.00	4.09	13.91	95.52	96.51	597.18
1994	51.78	81.25	46.49	54.48	56.62	21.14	8.35	4.84	4.38	52.95	76.72	67.78	526.78
1995	169.13	15.32	128.02	78.01	14.89	7.32	4.70	9.64	33.13	15.52	103.57	108.77	688.00
1996	15.34	154.18	53.61	66.50	15.15	2.48	1.68	3.83	61.62	17.74	65.54	102.17	559.84
1997	44.81	18.87	91.35	141.03	26.98	18.49	7.85	56.47	3.79	124.64	53.54	172.48	760.30
1998	86.05	71.30	89.97	26.66	191.93	6.87	5.44	2.22	22.42	65.86	136.14	113.07	817.94
1999	92.79	207.35	87.45	26.47	4.36	5.48	8.07	3.10	16.28	36.45	64.23	80.81	632.84
2000	70.69	100.55	85.22	77.43	28.43	2.22	6.22	3.74	2.50	38.23	29.97	26.49	471.69
2001	16.35	72.85	28.51	93.18	73.89	4.96	21.66	16.67	20.20	6.83	192.45	227.14	774.69
2002	44.24	27.06	86.12	85.42	11.52	3.88	12.89	7.81	50.26	49.81	115.00	83.10	577.09
2003	90.21	129.21	23.72	108.79	32.55	2.59	2.22	8.67	24.46	76.60	36.71	89.28	625.00
2004	182.00	49.96	33.07	43.23	25.67	25.61	2.36	4.78	2.22	17.70	55.70	39.58	481.87
2005	79.79	129.79	108.28	38.96	61.56	51.86	15.24	18.71	13.65	34.37	137.35	81.92	771.49
2006	88.72	99.72	112.59	26.38	34.09	3.61	3.57	2.45	71.09	73.94	38.36	12.98	567.50



Şekil 5.17 Gördes havzasına ait alansal ortalama yağış değerlerinin aylara göre değişimi (mm/ay)



Şekil 5.18 Gördes havzasına ait alansal ortalama yağış değerlerinin yıllara göre değişimi (mm/yıl)

5.2.1.3 Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Sıcaklıklar

Gördes baraj havzasını temsil ettiği öngörülen Akhisar, Demirci ve Gördes istasyonları sıcaklık gözlemleri Tablo 5.23, Tablo 5.24 ve Tablo 5.25'te gösterilmektedir.

Tablo 5.23 1948-2006 dönemi Akhisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort
1948	10.0	6.0	6.3	13.6	19.6	22.8	25.9	26.6	21.8	16.5	9.3	2.8	15.1
1949	4.5	3.9	7.8	12.4	21.5	23.6	24.7	23.7	19.5	16.1	13.5	8.8	15.0
1950	2.8	6.4	9.5	17.5	19.1	24.3	27.1	26.0	23.7	14.8	10.7	9.6	16.0
1951	7.9	9.3	11.8	15.4	20.5	23.7	26.2	26.6	22.4	13.8	11.4	6.0	16.3
1952	7.7	7.7	9.4	15.6	18.3	23.0	25.6	27.5	24.5	17.1	13.4	11.3	16.8
1953	8.0	8.0	6.0	14.6	18.3	23.8	26.8	25.8	21.2	16.5	8.4	4.7	15.2
1954	3.2	5.4	10.6	12.1	18.7	26.0	27.8	27.3	23.0	17.7	11.7	7.9	16.0
1955	9.8	12.3	11.3	12.1	20.6	25.1	27.2	25.6	22.6	18.7	11.6	8.1	17.1
1956	7.6	6.9	6.4	15.6	19.1	23.9	27.0	27.4	21.4	15.5	11.3	5.8	15.7
1957	5.3	9.4	9.6	14.7	18.5	25.4	27.5	27.9	23.4	18.9	12.0	7.4	16.7
1958	7.1	9.8	10.8	14.1	21.5	24.4	26.9	26.7	20.2	16.2	11.8	9.3	16.6
1959	6.5	3.9	9.4	13.9	19.1	22.8	26.7	26.3	19.6	14.0	10.9	9.4	15.2
1960	8.6	7.8	9.5	13.8	19.8	23.2	26.2	26.4	21.7	19.1	13.1	11.2	16.7
1961	6.1	6.3	10.0	16.8	19.9	24.0	26.4	26.4	20.9	16.0	12.7	8.4	16.2
1962	7.2	6.2	11.8	13.6	21.2	24.5	26.5	27.6	22.5	17.6	15.0	9.2	16.9
1963	7.0	10.1	8.7	13.6	19.0	25.0	27.5	27.9	23.6	17.5	12.4	8.9	16.8
1964	2.5	5.9	9.7	14.3	18.7	24.1	25.7	24.9	20.5	17.1	10.8	9.1	15.3
1965	6.6	5.3	10.2	13.2	18.6	24.9	26.2	24.6	23.1	14.7	12.0	9.7	15.8
1966	7.7	10.2	9.8	15.6	18.7	23.5	27.2	27.3	21.7	19.7	14.7	8.4	17.0
1967	5.2	3.9	8.9	14.2	19.2	23.0	26.6	27.0	22.1	14.7	10.3	8.5	15.3
1968	5.1	8.0	9.1	16.3	22.4	24.1	26.9	24.9	21.5	16.3	11.5	8.5	16.2
1969	5.2	9.0	9.4	12.1	21.5	25.2	24.4	26.3	23.7	17.0	11.3	9.4	16.2
1970	7.5	9.3	10.6	15.6	17.6	23.9	26.9	26.2	21.9	15.1	11.0	6.7	16.0
1971	9.0	6.2	9.7	13.0	19.7	23.4	25.0	26.3	22.2	14.9	11.3	6.3	15.6
1972	4.7	6.6	9.8	16.5	20.0	24.6	27.3	26.0	22.4	14.6	10.8	5.4	15.7
1973	5.4	9.2	8.8	13.2	19.9	22.9	27.2	24.6	23.0	16.4	8.8	7.8	15.6
1974	2.4	7.6	10.5	13.0	18.8	24.1	25.9	24.9	21.5	19.1	11.0	6.4	15.4
1975	4.8	5.3	11.7	15.8	19.5	23.4	26.6	25.8	22.7	16.4	10.7	5.1	15.7
1976	5.0	4.8	8.5	13.8	18.9	22.7	25.2	22.9	20.2	16.9	11.3	7.3	14.8
1977	6.3	9.9	9.2	13.6	20.3	24.9	26.8	26.3	21.0	13.5	13.0	6.2	15.9
1978	5.9	9.5	10.6	13.8	19.3	24.5	26.3	24.7	19.5	16.0	9.2	7.7	15.6
1979	7.6	8.2	11.5	13.3	19.2	25.0	25.7	25.9	22.8	16.7	11.1	7.4	16.2
1980	4.7	5.8	8.7	12.7	18.3	22.9	26.8	25.9	20.6	17.3	12.3	8.2	15.4
1981	6.0	6.1	11.5	14.7	17.5	25.6	25.4	25.7	22.5	18.9	8.8	11.5	16.2
1982	6.9	5.0	8.1	13.4	18.6	24.3	24.5	25.6	23.7	16.2	9.5	8.0	15.3
1983	4.1	4.9	9.8	16.0	19.7	22.8	26.1	24.5	21.6	15.4	10.9	8.4	15.4
1984	7.0	8.0	9.4	12.3	20.7	23.7	25.3	24.0	23.2	17.9	11.8	5.8	15.8
1985	8.7	3.2	9.4	15.8	21.7	24.3	25.8	26.8	22.5	14.7	12.8	7.8	16.1
1986	8.6	8.6	9.3	16.9	19.0	24.7	27.3	28.2	23.5	15.9	8.7	6.4	16.4
1987	7.3	8.1	5.8	12.5	18.5	24.3	28.3	25.9	23.7	15.9	10.7	7.0	15.7
1988	7.1	7.2	9.2	14.0	20.4	25.0	28.8	27.5	22.7	16.1	8.5	7.6	16.2
1989	4.0	7.4	11.7	18.6	19.0	23.9	26.6	27.4	22.7	15.6	10.0	6.6	16.1
1990	3.9	7.4	11.3	14.9	19.2	24.3	27.4	26.5	21.5	17.5	13.4	8.8	16.3
1991	5.4	6.8	11.4	14.2	17.7	24.7	26.7	27.0	22.1	17.3	11.4	4.2	15.7
1992	3.2	3.8	8.8	14.5	18.8	24.6	25.7	28.1	21.7	20.1	9.9	4.7	15.3
1993	4.1	4.5	8.8	13.8	18.5	24.8	26.6	27.1	22.8	19.2	10.1	9.4	15.8
1994	7.9	7.2	9.9	16.7	21.0	24.2	27.7	28.1	26.4	20.2	10.0	6.1	17.1
1995	7.8	8.9	10.1	13.1	20.1	27.5	27.6	26.8	23.2	15.5	8.2	8.7	16.5
1996	4.8	8.1	7.4	12.8	22.3	24.8	27.3	26.9	21.0	15.3	12.4	11.1	16.2
1997	7.1	6.2	7.9	10.7	21.3	25.5	27.7	24.6	20.7	16.4	11.9	8.2	15.7
1998	6.1	8.5	7.9	16.2	18.9	24.9	28.2	28.3	22.6	18.1	13.0	8.0	16.7
1999	7.4	7.7	10.6	15.7	21.3	25.9	28.8	28.2	24.1	18.6	12.3	9.7	17.5
2000	3.6	6.4	9.5	16.7	20.3	25.3	29.3	27.3	23.4	17.1	13.3	8.2	16.7
2001	8.3	8.8	14.9	15.1	19.6	25.6	29.3	28.6	23.4	18.5	10.9	6.3	17.4
2002	4.8	10.0	11.6	14.1	20.3	25.8	28.8	27.3	22.3	17.0	11.3	5.9	16.6
2003	9.6	3.7	7.2	12.2	22.2	26.5	27.9	28.0	21.8	18.2	10.6	7.2	16.3
2004	5.8	6.8	10.7	15.0	19.6	25.5	27.5	27.0	23.4	19.3	11.6	8.1	16.7
2005	7.5	7.1	10.5	15.5	20.5	23.9	28.4	28.3	23.5	15.9	10.9	8.9	16.7
2006	4.3	6.8	10.4	15.7	20.3	24.9	27.1	29.2	22.9	17.7	9.6	6.5	16.3

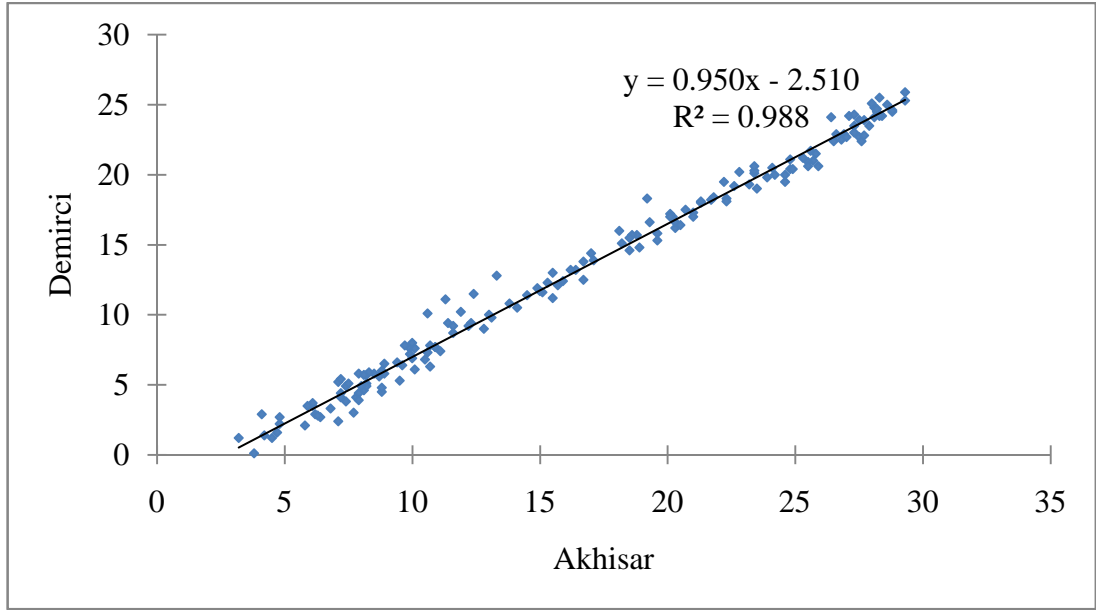
Tablo 5.24 1991-2005 dönemi Demirci istasyonu aylık ortalama sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.4	1.4	-
1992	1.2	0.1	4.5	11.4	15.7	19.5	21.0	24.8	18.2	17.2	7.6	1.6	11.9
1993	2.9	1.2	6.0	10.8	14.6	20.4	22.9	24.2	20.2	18.3	7.6	6.6	13.0
1994	5.8	4.4	7.2	13.8	17.3	20.0	23.9	24.1	24.1	17.0	6.9	3.5	14.0
1995	4.1	6.5	6.1	9.8	17.0	22.7	22.4	22.5	19.3	13.0	5.1	5.6	12.8
1996	2.7	4.6	3.8	9.0	18.3	21.1	24.3	22.9	17.0	12.3	11.5	7.4	12.9
1997	5.2	2.9	4.4	6.3	18.0	20.9	22.8	20.0	17.5	13.2	10.2	4.9	12.2
1998	3.7	5.8	3.9	13.2	14.8	20.4	24.5	25.5	19.2	16.0	10.0	4.9	13.5
1999	4.9	3.0	7.3	12.1	18.1	20.6	24.5	24.7	20.5	15.7	9.4	7.8	14.1
2000	-1.1	2.7	5.3	12.5	16.2	21.2	25.9	23.5	20.1	13.9	12.8	5.7	13.2
2001	5.9	4.8	11.9	11.6	15.8	21.7	25.3	25.0	20.3	15.5	7.7	2.8	14.0
2002	2.2	8.0	8.7	10.5	16.6	21.5	24.6	23.0	18.1	14.4	11.1	3.5	13.5
2003	6.4	-0.3	4.1	9.2	19.5	22.4	23.5	25.1	18.4	15.1	10.1	5.4	13.2
2004	2.1	3.3	7.8	11.7	15.3	20.6	23.9	22.7	20.6	16.6	9.2	5.7	13.3
2005	5.1	2.4	6.8	11.2	16.4	19.8	24.2	24.2	19.0	12.4	7.7	5.8	12.9

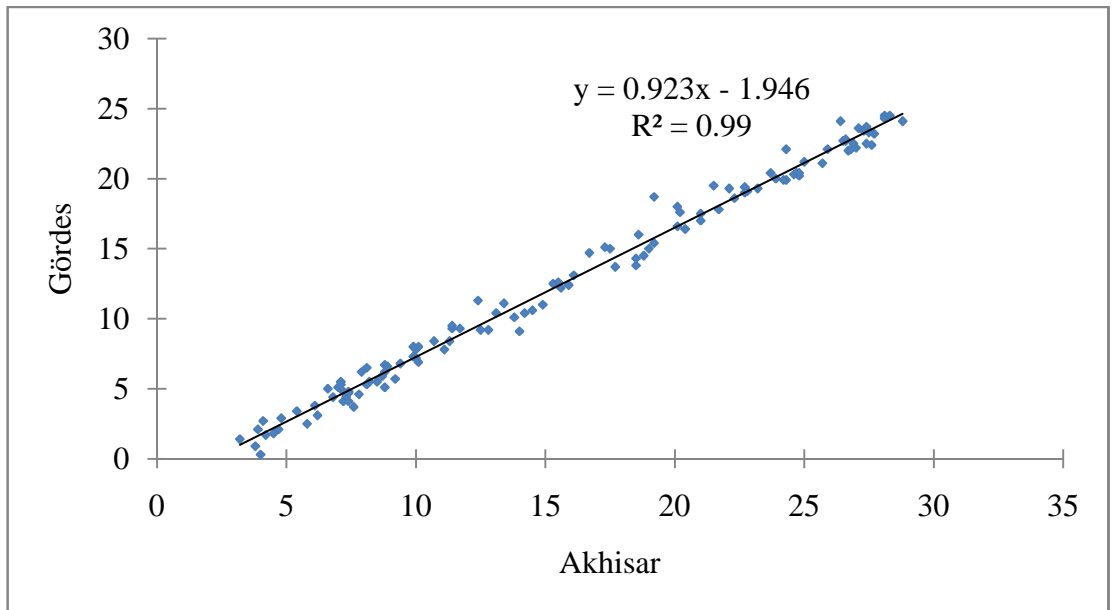
Tablo 5.25 1980-1997 dönemi Gördes istasyonu aylık ortalama sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort
1980	-	-	-	-	-	22.7	23.7	23.1	17.6	15.8	11.1	5.6	-
1981	3.3	3.4	8.5	11.6	13.8	22.4	22.1	22.4	19.6	17.1	7.1	7.9	13.3
1982	5.0	2.0	5.6	11.0	15.2	20.4	20.4	22.8	20.7	14.8	8.1	6.2	12.7
1983	1.3	2.4	7.1	12.3	16.3	18.7	22.6	20.8	19.0	13.5	8.7	6.6	12.4
1984	5.0	5.8	6.4	9.1	17.6	20.0	22.1	21.8	21.2	16.2	9.9	4.5	13.3
1985	5.6	-0.1	7.4	12.9	18.0	19.9	21.4	24.4	20.3	14.0	12.5	6.2	13.5
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	4.4	6.5	2.5	9.2	13.8	22.1	24.5	22.1	20.4	12.4	8.4	5.1	12.6
1988	5.5	4.1	5.7	9.1	16.4	21.2	24.1	23.4	19.0	13.1	5.5	3.7	12.6
1989	0.3	4.8	9.3	16.0	15.0	20.0	22.7	23.7	19.4	12.2	7.8	5.0	13.0
1990	2.1	4.1	8.4	11.0	15.4	19.9	22.5	22.7	19.5	15.0	11.1	6.2	13.2
1991	3.4	4.4	9.3	10.4	13.7	20.4	22.0	22.2	19.3	15.1	9.5	1.7	12.6
1992	1.4	0.9	5.1	10.6	14.5	20.3	21.1	24.5	17.8	18.0	8.0	2.1	12.0
1993	2.7	1.8	6.7	10.1	14.3	20.2	22.8	23.6	19.1	18.7	8.0	6.8	12.9
1994	6.2	4.8	7.3	14.7	17.0	19.9	23.2	24.3	24.1	17.6	7.2	3.8	14.2
1995	4.6	6.6	6.9	10.4	16.6	23.3	22.4	22.1	19.3	12.6	5.5	5.9	13.0
1996	2.9	5.3	4.7	9.2	18.6	20.4	23.4	22.5	17.5	12.5	11.3	7.8	13.0
1997	5.3	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

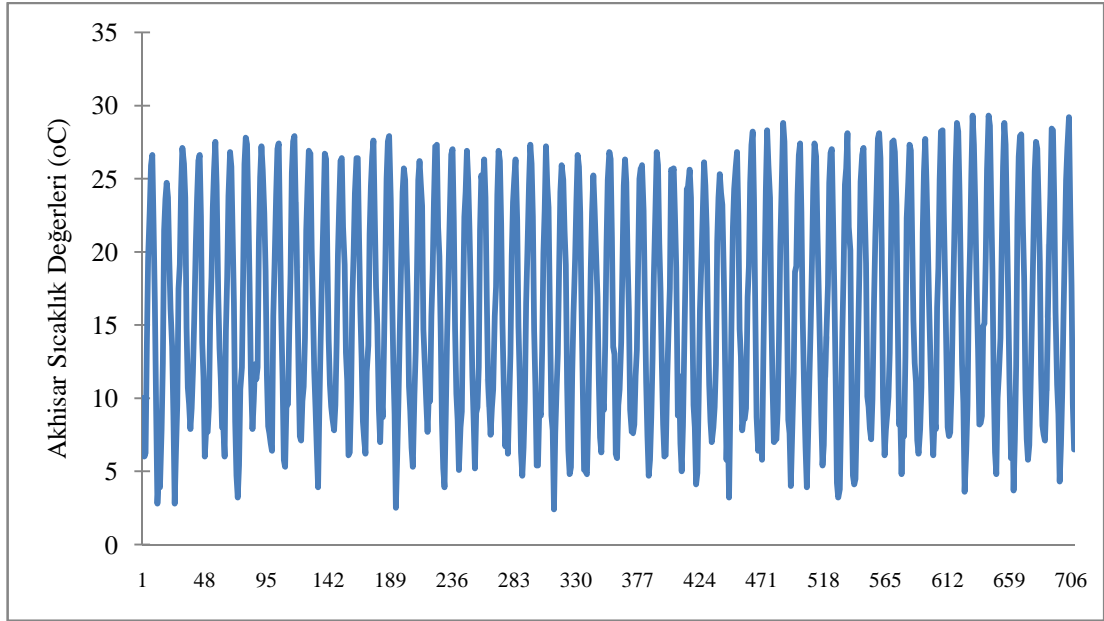
Çalışmada Gördes baraj havzasını temsil ettiği öngörülen Akhisar, Gördes ve Demirci istasyonları sıcaklık gözlemleri arasında korelasyon-regresyon ilişkilerine bakılmış ve gerek Akhisar istasyonu ile aralarındaki yüksek korelasyon gerekse regresyon doğrusun eğiminin 1.0'e yakın, eksen kesme sabitlerinin de ortalama sıcaklıklara göre oldukça düşük olması nedeniyle, 1948-2006 döneminde Akhisar istasyonu sıcaklık değerlerinin Gördes havzasının geneline temsil edebileceği kabul edilmiştir. Şekil 5.19 ve 5.20'de Akhisar aylık ortalama sıcaklıklarıyla Demirci ve Gördes aylık ortalama sıcaklıkları arasındaki ilişkiler verilmektedir. Şekil 5.21 'de ise Akhisar DMİ istasyonunda ölçülmüş aylık ortalama sıcaklık değerlerinin gidişi verilmektedir.



Şekil 5.19 Demirci ve Akhisar aylık ortalama sıcaklık gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon



Şekil 5.20 Gördes ve Akhisar aylık ortalama sıcaklık gözlemleri arasındaki korelasyon ve regresyon



Şekil 5.21 Akhisar istasyonuna ait aylık ortalama sıcaklık ölçümlerinin zamana bağlı değişimi ($^{\circ}\text{C}$)

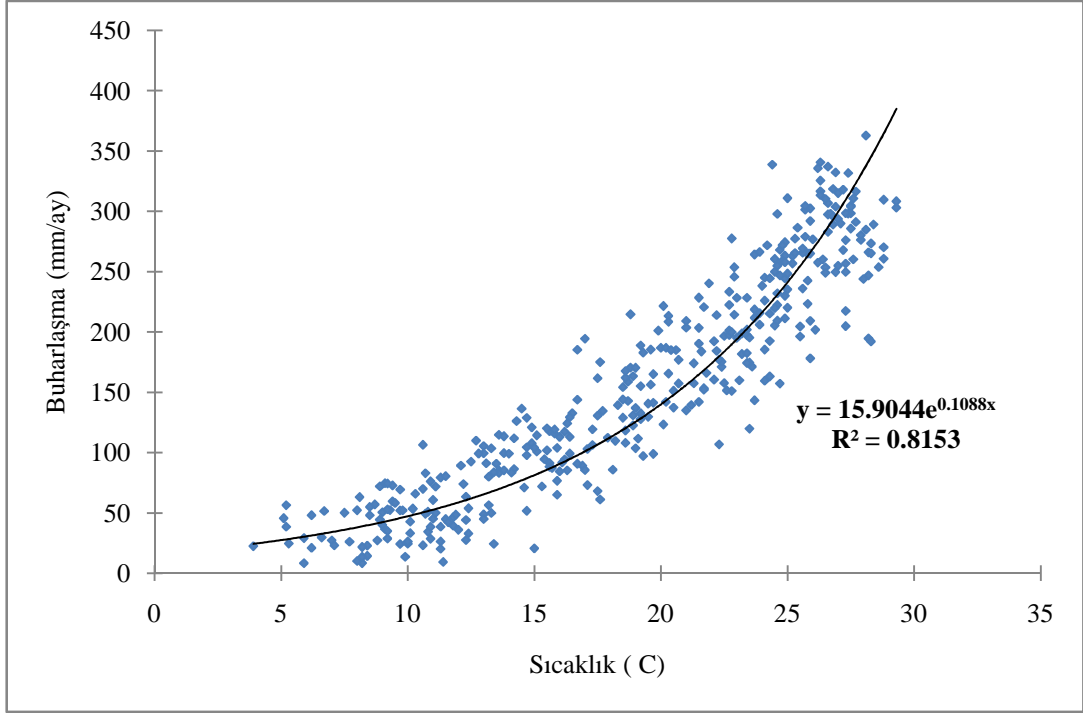
5.2.1.4 Gördes Baraj Havzası Buharlaşma-Sıcaklık ilişkileri

Gerek çalışmada gerçekleştirilecek yağış-akış modellerinde gerekse sonra hazne işletme çalışmalarında kullanılmak üzere 2010-2099 yıllarına ilişkin buharlaşma yüksekliklerinin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için istasyonlardan elde edilen gözlenmiş sıcaklık-buharlaşma ilişkilerinden yararlanılması planlanmış ve 2010-2099 döneminde de aynı sıcaklık buharlaşma ilişkisinin geçerli olduğu kabul edilmiştir.

Gördes baraj havzasını temsil edeceği öngörülen istasyonlardan Gördes istasyonunun buharlaşma gözlemleri bulunmamaktadır. Demirci istasyonunun ise sadece 1992-2005 arası dönemi kapsayan buharlaşma gözlemlerine erişildiğinden 1962-2005 dönemindeki Akhisar istasyonu buharlaşma gözlemleri kullanılmış ve Tablo 5.26'da verilmiştir. Ölçüm yapılan aylardaki buharlaşmalar ve o aya ait sıcaklıklar arasında kurulan ilişki ise Denklem 5.6'da verilmiş, Şekil 5.22 'de grafiksel olarak sunulmuştur.

Tablo 5.26 1962-2005 dönemi Akhisar istasyonu aylık toplam buharlaşma değerleri (mm/ay)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1962		21.0	39.3	85.2	139.4	205.3	253.5	260.2	157.6	61.1	20.6	28.7	1271.9
1963	27.2	42.7	57.0	83.1	137.0	220.1	285.7	276.3	171.2	68.1	32.9	44.4	1445.7
1964		29.1	52.0	126.1	142.8	226.0	266.4	244.4	137.3	73.1	34.4	36.6	1368.2
1965	29.6	24.6	53.6	56.4	118.3	230.0	257.5	222.3	159.9	104.4	36.0	24.2	1316.8
1966	26.1	53.3	52.1	91.3	158.7	174.6	267.9	256.7	153.4	98.9	51.7	22.8	1407.5
1967	38.5	22.4	72.0	86.4	127.7	195.1	337.0	293.6	160.5	97.8	65.8	48.0	1544.8
1968	45.6	52.2	74.6	124.2	171.0	185.4	303.8	211.2	142.0	85.3	44.8	54.9	1495.0
1969	56.4	40.0	72.7	89.2	228.4	262.9	338.7	340.6	264.2	194.4	79.3	59.6	2026.4
1970	50.1	52.4	106.4	117.7	175.0	266.3	332.2	335.7	240.3	114.3	60.7	51.5	1902.6
1971	50.5	48.0	69.3	105.4	165.0	228.3	310.9	316.6	213.9	120.9	20.2		1649.0
1972				132.6	186.8	232.0	249.7	276.8	175.4	71.0	50.9		1375.2
1973				79.9	201.1	245.7	318.0	297.8	228.3	113.0			1483.8
1974				99.4	170.5	245.0	302.4	274.3	203.4	111.6	45.1		1451.7
1975				115.7	140.6	201.9	306.8	265.0	222.4	129.3	49.3	4.0	1435.0
1976				99.5	163.3	233.3	256.8	253.6	186.8	89.1	26.3		1308.7
1977			52.9	114.7	213.3	263.2	318.5	313.4	203.6	90.8	48.8		1619.2
1978			69.9	85.3	182.8	260.5	325.5	268.0	129.6	84.4	34.9		1440.9
1979			80.4	103.5	155.1	248.3	301.4	292.0	277.5	185.2	71.8		1715.2
1980				109.9	139.3	214.3	289.0	265.0	185.0	119.3	27.5		1349.3
1981				128.8	161.6	265.6	286.4	279.0	196.6	122.5	27.2		1467.7
1982			63.1	83.6	162.0	215.2	249.9	269.2	211.7	94.3	58.2		1407.2
1983				113.0	141.3	151.1	201.8	219.7	183.8	94.5	76.1	14.3	1195.6
1984				63.4	157.3	218.6	265.4	238.2	181.7	112.3	46.4		1283.3
1985				119.1	152.1	192.5	242.5						706.2
1986					103.6	157.2	217.4	194.6	119.8	76.6			869.2
1987				92.5	144.0	163.1	192.1	178.1	143.3	65.0			978.1
1988			74.3	99.1	185.0	235.2	309.6	298.3	197.4	91.8			1490.7
1989				167.6	170.3	215.6	297.4	298.1	201.2	88.2	24.4		1462.8
1990				107.7	188.8	244.4	331.7	310.3	190.3	130.6	24.3		1528.1
1991				111.8	134.5	246.9	298.1	315.1	192.3	106.3	9.3		1414.3
1992				136.4	214.6	254.8	304.5	284.8	220.6	123.3	13.6		1552.6
1993				113.5	128.9	271.8	283.0	289.9	199.8	132.6	33.2		1452.7
1994				143.8	209.1	271.8	316.4	362.8	260.2	142.0	26.2		1732.3
1995				91.1	221.5	304.7	310.6	295.8	198.7	101.8	21.7		1545.9
1996				99.2	177.0	259.0	298.4	249.6	135.0	71.9	53.8	50.0	1393.9
1997	23.1			82.9	174.0	196.2	291.1	209.3	176.9	99.2	48.5	8.4	1309.6
1998				117.3	130.8	257.8	266.0	265.2	151.5	85.8	44.9	10.1	1329.4
1999				87.2	157.4	209.2	270.2	246.9	159.5	108.0	44.1		1282.5
2000				90.7	208.4	277.3	303.0	276.1	197.3	103.0	49.9	13.5	1519.2
2001				100.9	156.3	236.0	308.3	253.7	182.4	154.2	28.6		1420.4
2002				83.4	165.5	223.3	260.7	204.8	106.8	85.5	38.5	8.3	1176.8
2003				73.9	184.3	249.0	280.3	243.9	166.0	109.7	23.1		1330.2
2004				104.0	185.4	204.5	303.7	254.9	174.3	97.1	42.3		1366.2
2005				120.1	151.2	206.0	289.1	273.4	195.3	103.9	38.4		1377.4



şekil 5.22 Akhisar istasyonuna ait sıcaklık-buharlaşma ilişkisi

$$E_{Göredes} = 15.9044e^{0.1088T} \quad (R^2 = 0.8153) \quad (5.6)$$

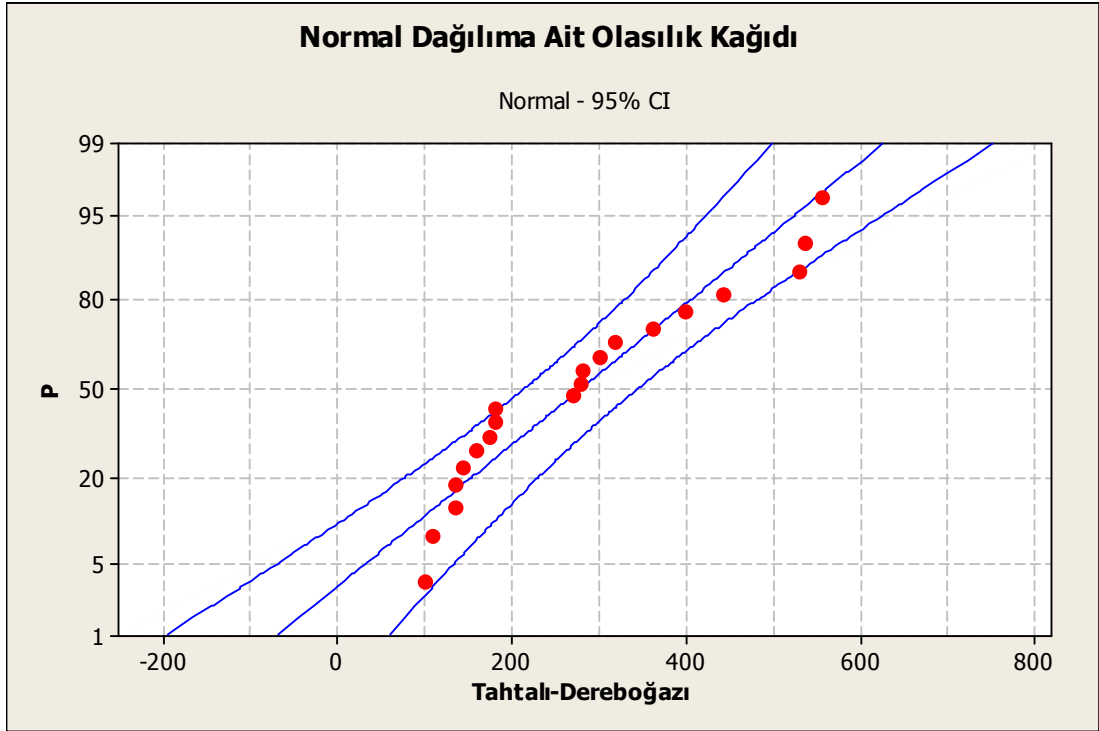
5.3 Tahtalı ve Gördes Havzalarına Ait Hidrometeorolojik Verilerin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri

Bu bölümde, proje alanında gözlenmiş meteorolojik (yağış, sıcaklık, buharlaşma, vs..) ve hidro-metrik (akım ölçümleri) verilerin ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık gibi temel istatistikleri hesaplanmış, özellikle yağış, sıcaklık ve akış verileri üzerinde parametrik “t-testi” ve parametrik olmayan (non-parametrik) Mann-Kendall, Spearman Rho ve Mevsimsel Kendall trend analizleri gerçekleştirilerek, verilerdeki eğilim yapıları belirlenmiş, sonuçlar kıyaslanmıştır. Uygulamada Microsoft Excel 2007 ve Visual Basic (VBA) programlama dili kullanılarak geliştirilen analiz programlarından faydalanılmıştır. Geliştirilen bu programların sonuçları SPSS ve Minitab gibi paket programlarla da karşılaştırılarak sonuçların doğruluğu kanıtlanmıştır.

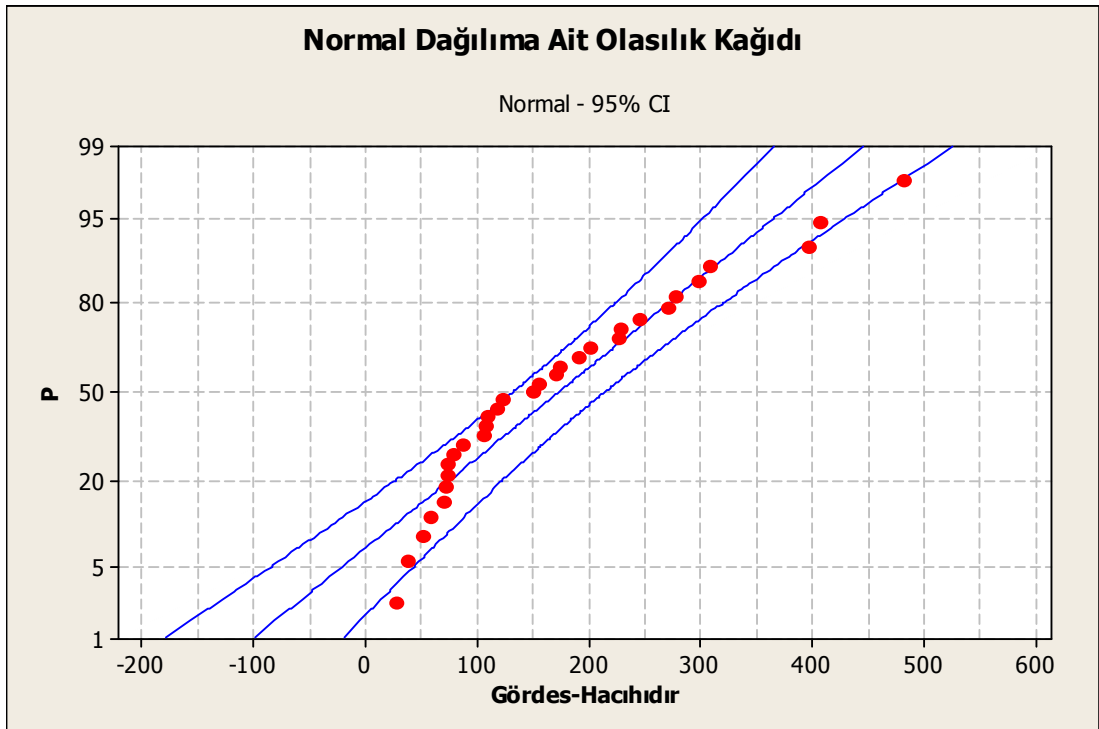
5.3.1 Tahtalı ve Gördes Havzaları Akım Gözlemlerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri

Su yılına göre düzenlenmiş aylık akım dizilerinin parametrik trend analizleri (korelasyon katsayısının anlamlılığı) yapılmadan önce dizilerdeki verilerin dağılımlarının normal (Gauss) olup olmadıkları test edilmiştir. Normal dağılım için öncelikle veriler normal olasılık kâğıdı üzerine noktalanmış (Şekil 5.23-5.24), çarpıklık (skewness) ve sivrilik (basıklık = kurtosis) katsayıları incelenmiştir.

Aylık akım verileri ile zaman arasındaki korelasyon katsayısının anlamlılığının t-testi ile incelenebilmesi için verilerin Normal dağılıma uygun olması gerekmektedir. Bu amaçla aylık akım verilerinin Anderson-Darling testi ile normal dağılıma uygun olup olmadıkları incelenmiştir. Tablodaki koyu değerler normal dağılıma uyan ayları göstermektedir (Tablo 5.27).



Şekil 5.23 Tahtalı baraj yeri 1970-1990 dönemi yıllık akım verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü.



Şekil 5.24 Gördes baraj yeri 1962-1992 dönemi yıllık akım verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü.

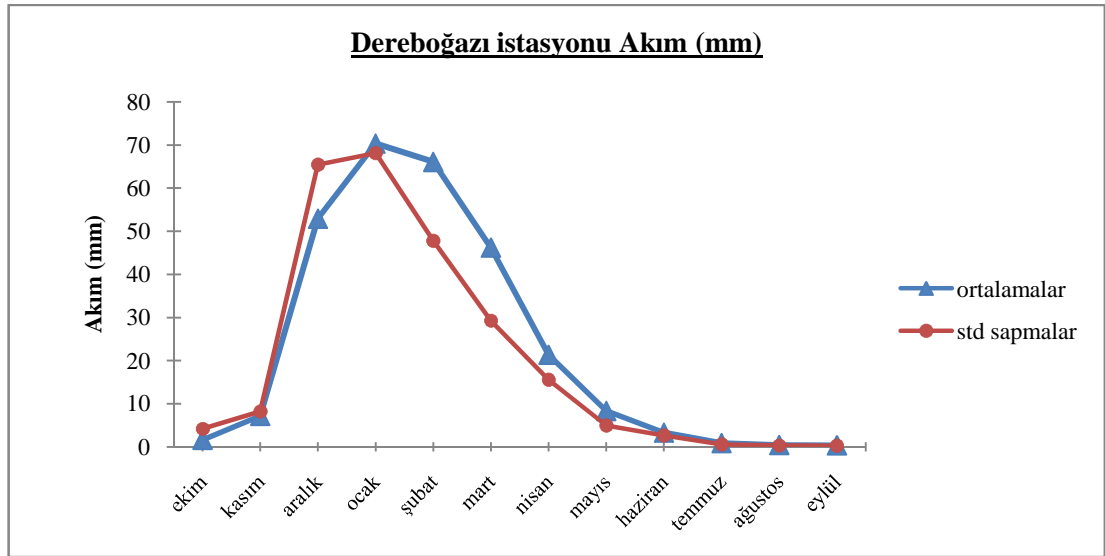
Tablo 5.27 Tahtalı ve Gördes Baraj yeri akımlarının Anderson - Darling normallik testi ile sınanması (% 95 güven seviyesinde A-D değeri 0.752'den küçükse veriler normal dağılıma uygundur)

Aylar	A-D Tahtalı	A-D Gördes
Ekim	5.194	1.563
Kasım	1.625	3.600
Aralık	1.535	3.712
Ocak	0.894	1.903
Şubat	0.843	2.384
Mart	0.618	1.157
Nisan	1.230	1.851
Mayıs	0.639	2.325
Haziran	1.803	0.866
Temmuz	0.310	0.583
Ağustos	0.610	0.849
Eylül	0.442	1.951
Yıllık	0.680	0.900

Yapılan incelemede 20 yıllık akım gözlemi bulunan Dereboğazı akım gözlem istasyonunun sadece Mart, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayına ait akımların ve yıllık ortalama akımların normal dağılıma uyduğu tespit edilmiştir. 31 yıllık akım gözlemi bulunan Hacıhıdır istasyonuna ait yapılan incelemede Temmuz ayı dışında böyle belirgin bir duruma rastlanmamıştır. Tahtalı ve Gördes baraj yeri akımlarına ait temel istatistikler Tablo 5.28-5.29 ve Şekil 5.25-5.26'da gösterilmektedir.

Tablo 5.28 1970-1990 dönemi Tahtalı baraj yeri akımları temel istatistikleri

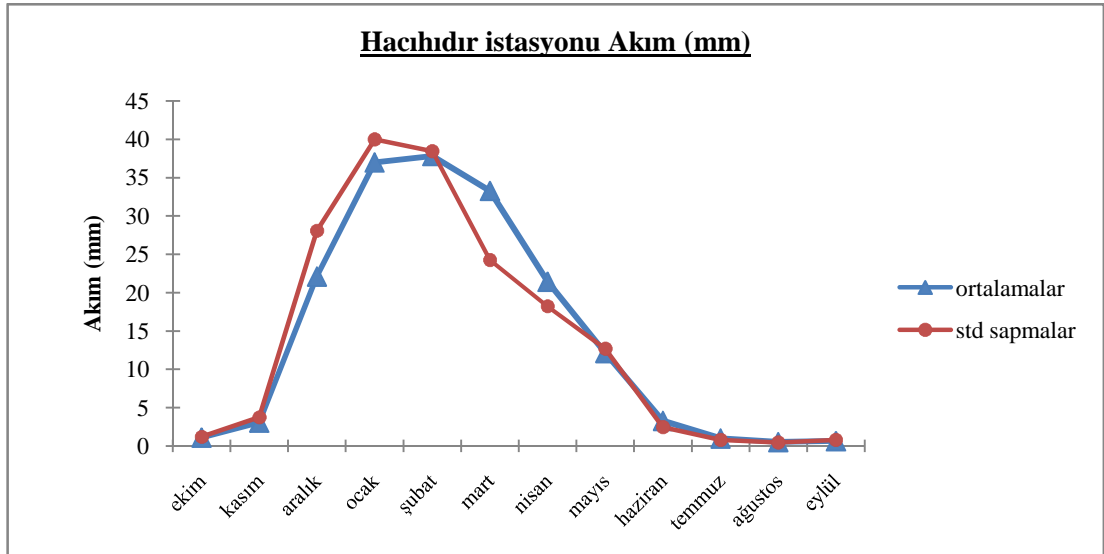
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
Ortalama (mm)	1.62	7.17	52.91	70.35	66.10	46.22	21.33	8.33	3.30	0.87	0.41	0.34	278.96
Std sapma (mm)	4.16	8.18	65.44	68.13	47.76	29.24	15.54	4.91	2.64	0.56	0.30	0.25	148.78
Değişkenlik	2.56	1.14	1.24	0.97	0.72	0.63	0.73	0.59	0.80	0.64	0.73	0.72	0.53
Çarpıklık	4.30	1.37	2.29	1.23	0.93	0.49	2.21	1.19	2.97	0.10	-0.16	0.35	0.64
Baskılık	18.89	0.75	6.66	1.11	-0.10	-1.13	6.40	1.36	10.99	-1.18	-1.35	-1.04	-0.80



Şekil 5.25 1970-1990 dönemi Tahtalı baraj yeri akımları temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.29 1962-1992 dönemi Gördes baraj yeri akımları temel istatistikleri

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
Ortalama (mm)	1.10	3.04	22.11	37.00	37.82	33.26	21.42	12.12	3.28	0.99	0.51	0.63	173.27
Std sapma (mm)	1.17	3.72	28.06	39.99	38.44	24.24	18.20	12.69	2.45	0.77	0.43	0.77	116.91
Değişkenlik	1.07	1.22	1.27	1.08	1.02	0.73	0.85	1.05	0.75	0.78	0.86	1.22	0.67
Çarpıklık	2.19	2.20	2.52	1.30	2.54	0.74	1.91	3.06	1.16	0.35	0.58	2.00	0.99
Baskılık	6.50	4.50	6.90	0.90	8.33	-0.51	4.41	12.18	1.50	-0.95	-0.58	5.02	0.41



Şekil 5.26 1962-1992 dönemi Gördes baraj yeri akımları temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tahtalı ve Gördes baraj yeri akım verilerinin trend durumlarını belirlemek amacıyla %95 anlam seviyesinde uygulanan korelasyon katsayısı t-testi (KK-t), Mann-Kendall (M-K) ve Spearman's Rho (S-R) test sonuçları Tablo 5.30-5.31 'de toplu olarak verilmiştir. Burada KK-t için uygulanan kritik t değerleri Tahtalı akımları için 2.086, Gördes akımları için 2.040'dır. Diğer test istatistikleri için ise kritik z değeri ± 1.96 'dır.

Tablo 5.30 ve 5.31'de verilen ve normal dağılıma uymayan dizilere uygulanan KK-t testi sonuçları güvenilir olmayıp, diğer parametrik olmayan test sonuçları ile kıyaslama yapabilmek amacıyla verilmiştir. Tablolardaki altı çizili aylar trendin varlığını, işareti ise azalış ya da artış eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Tablo 5.30 1970-1990 dönemi Tahtalı baraj yeri akımları KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları (N=20 yıl)

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
KK-t $t_{kr}=\pm 2.086$	-0.65	0.19	-0.07	0.59	-0.97	-0.22	0.10	0.27	-0.66	0.04	-1.87	<u>-4.03</u>	-0.12
M-K $z_{kr}=\pm 1.96$	-1.92	-0.10	-0.49	0.55	-0.94	0.10	0.68	0.42	-0.36	-0.10	-1.65	<u>-2.52</u>	0.16
S-R $z_{kr}=\pm 1.96$	<u>-2.23</u>	-0.03	-0.46	0.72	-1.03	-0.12	0.61	0.30	-0.26	0.07	<u>-1.96</u>	<u>-2.76</u>	0.11

Tablo 5.31 1962-1992 dönemi Gördes baraj yeri akımları KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları (N=31 yıl)

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
KK-t $t_{kr}=\pm 2.040$	-1.99	-1.33	-0.57	-1.06	<u>-2.53</u>	<u>-3.44</u>	<u>-2.72</u>	-1.72	<u>-2.64</u>	<u>-3.85</u>	<u>-4.31</u>	<u>-3.15</u>	<u>-2.92</u>
M-K $z_{kr}=\pm 1.96$	<u>-3.34</u>	<u>-2.07</u>	-0.14	-0.68	<u>-2.45</u>	<u>-3.03</u>	<u>-2.77</u>	-1.80	<u>-2.80</u>	<u>-3.31</u>	<u>-3.53</u>	<u>-3.99</u>	<u>-2.62</u>
S-R $z_{kr}=\pm 1.96$	<u>-3.46</u>	<u>-2.20</u>	-0.40	-0.71	<u>-2.38</u>	<u>-3.06</u>	<u>-2.71</u>	-1.88	<u>-2.76</u>	<u>-3.37</u>	<u>-3.48</u>	<u>-3.95</u>	<u>-2.52</u>

Tablo 5.30 ve 5.31’de verilen test sonuçları incelendiğinde her üç testin de büyük ölçüde birbirleriyle oldukça uyumlu sonuçlar verildiği görülmektedir. Mevsimsel bazında trend analizleri ise detayları 4.4.2.4 bölümünde verilen Mevsimsel Kendall analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.32 ve 5.33’te verilen mevsimsel Kendall analiz sonuçlarına göre Tahtalı havzası akımlarında Sonbahar döneminde bir azalma, Gördes havzası akımlarında ise kış ayları hariç diğer tüm mevsimlerde ve yıllık bazda bir azalış trendi dikkati çekmektedir.

Korelasyon katsayısı t testi, Mann Kendall, Spearman Rho ve Mevsimsel Kendall test sonuçları dikkate alındığında testlerin büyük ölçüde benzer azalış eğilimlerini işaret ettiği; Tahtalı havzasında Sonbahar döneminde, Gördes havzasında da Kış mevsimi hariç tüm mevsimlerde anlamlı akım azalmalarını işaret ettikleri görülmektedir.

Tablo 5.32 1970-1990 dönemi Tahtalı baraj yeri akımları Mevsimsel Kendall Test sonuçları (N=20 yıl, $Z_{kr} = \pm 1.96$)

		<i>Mevsimsel Kendall</i>				
		VAR(S')	S'	Z_r	YORUM	
12 aylık	<i>Toplam dönem</i>	11280.333	-195.000	-1.827	TREND YOK	-
	Kış	2850.000	-28.000	-0.506	TREND YOK	-
3 aylık	İlkbahar	2849.000	40.000	0.731	TREND YOK	-
	Yaz	2845.333	-67.000	-1.237	TREND YOK	-
	Sonbahar	2840.333	-140.000	-2.608	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ

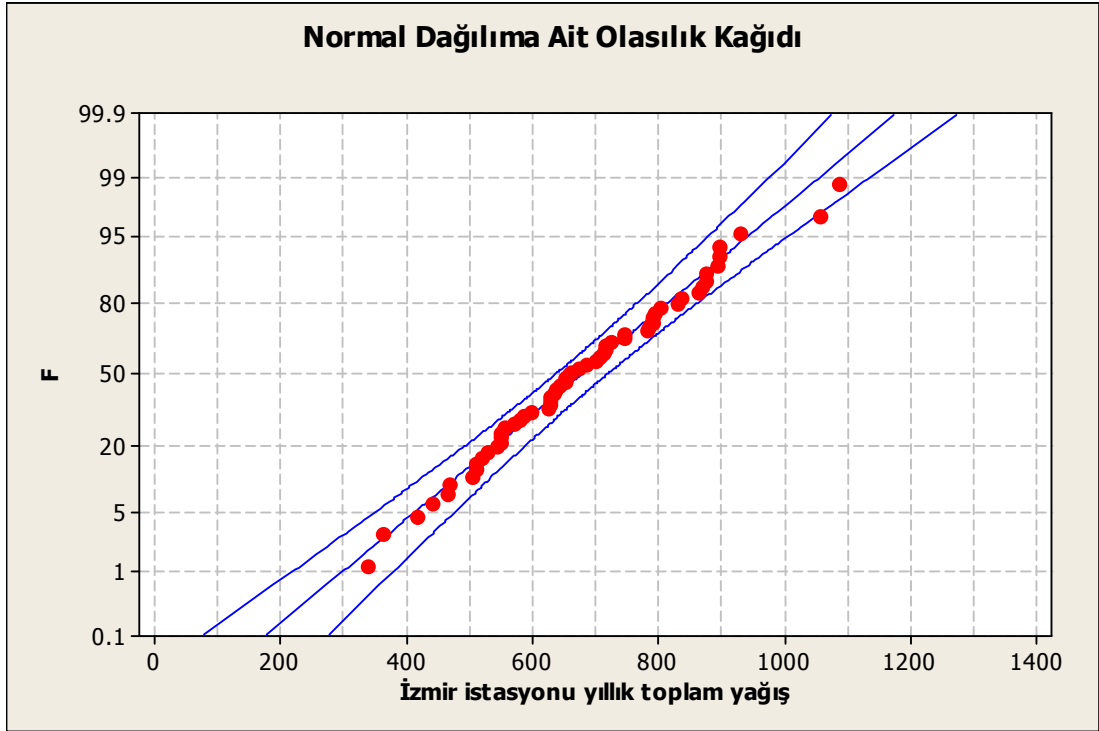
Tablo 5.33 1962-1992 dönemi Gördes baraj yeri akımları Mevsimsel Kendall Test sonuçları (N=31 yıl, $Z_{kr} = \pm 1.96$)

		<i>Mevsimsel Kendall</i>				
		VAR(S')	S'	Z_r	YORUM	
12 aylık	<i>Toplam dönem</i>	41164.333	-1761.000	-8.675	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
	Kış	10376.333	-195.000	-1.904	TREND YOK	-
3 aylık	İlkbahar	103375.333	-450.000	-4.408	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
	Yaz	10317.667	-569.000	-5.592	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
	Sonbahar	10095.000	-547.000	-5.434	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ

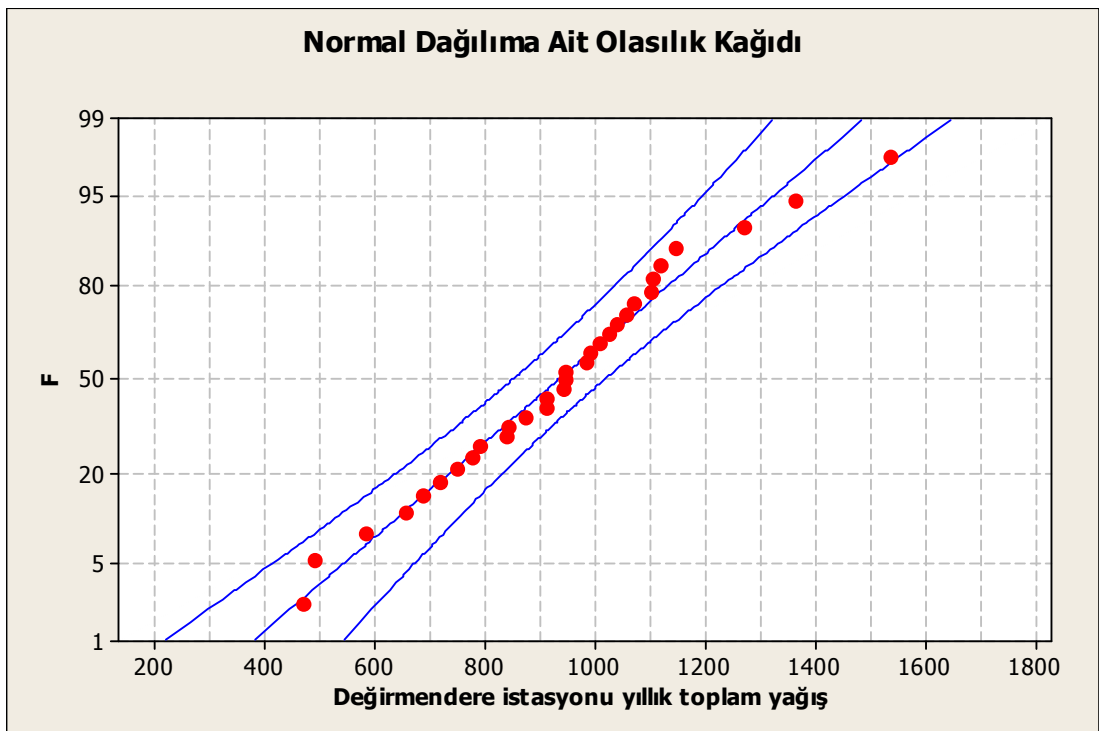
5.3.2 Tahtalı ve Gördes Havzaları Aylık Toplam Yağış Gözlemlerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri

Takvim yılına göre düzenlenmiş aylık toplam yağış dizilerinin trend analizleri yapılmadan önce dizilerdeki verilerin dağılımlarının normal (Gauss) olup olmadıkları test edilmiştir. Normal dağılım için öncelikle veriler normal olasılık kâğıdı üzerine noktalanmış, çarpıklık (skewness) ve sivrilik (basıklık = kurtosis) katsayıları incelenmiş, daha sonra Anderson - Darling testi ile sınanmıştır. Tablodaki koyu değerler normal dağılıma uyan ayları göstermektedir. Yapılan incelemede Tahtalı havzasını temsil eden Değirmendere, İzmir ve Seferihisar istasyonlarına ait yıllık toplam yağışların ve Gördes havzasını temsil eden Akhisar, Gördes ve Demirci istasyonlarına ait yıllık toplam yağışların normal dağılıma uyduğu tespit edilmiştir. Değirmendere, İzmir, Seferihisar, Akhisar, Gördes ve Demirci DMI istasyonlarının yıllık toplam yağışlarının Normal dağılım grafikleri Şekil 5.27-5.32'de verilmektedir. İstasyonların Anderson-Darling sınamaları ise Tablo 5.34'te verilmektedir.

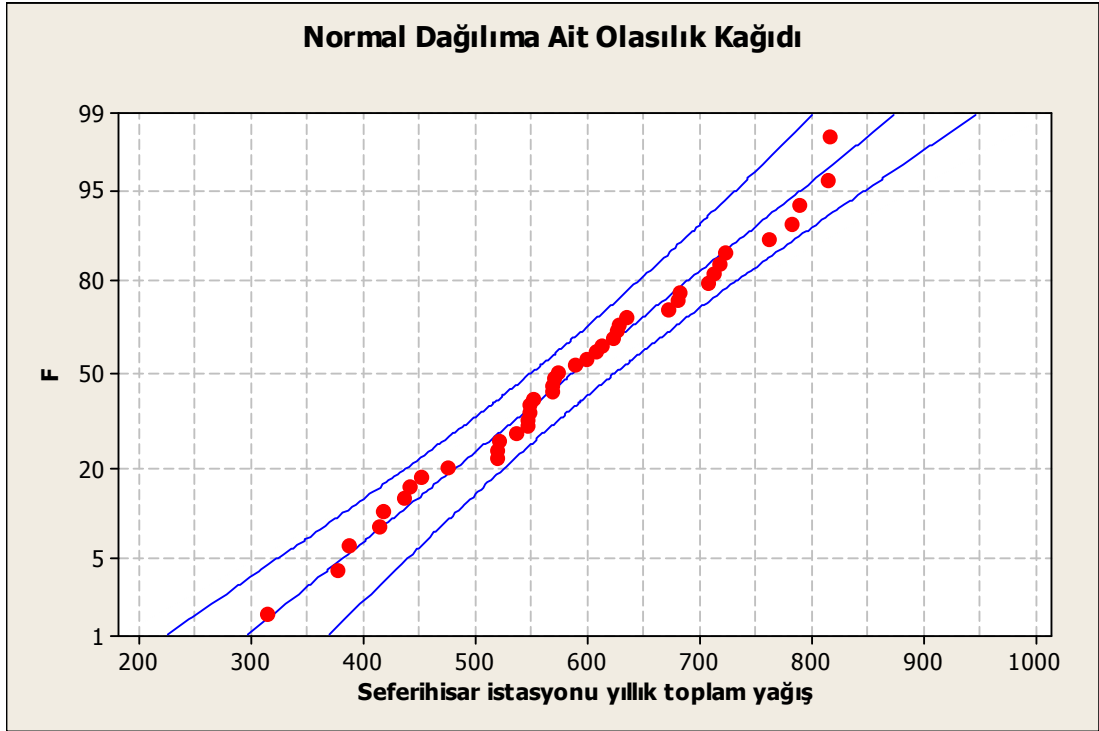
Tahtalı ve Gördes havzalarında yer alan İzmir, Değirmendere, Seferihisar, Akhisar, Gördes ve Demirci istasyonu aylık toplam yağış verilerinin temel istatistikleri Tablo 5.35-5.40'da özetlenmektedir. İncelenen bu temel istatistiklerin mevsimsel değişimi ise Şekil 5.33-5.38'de verilmektedir.



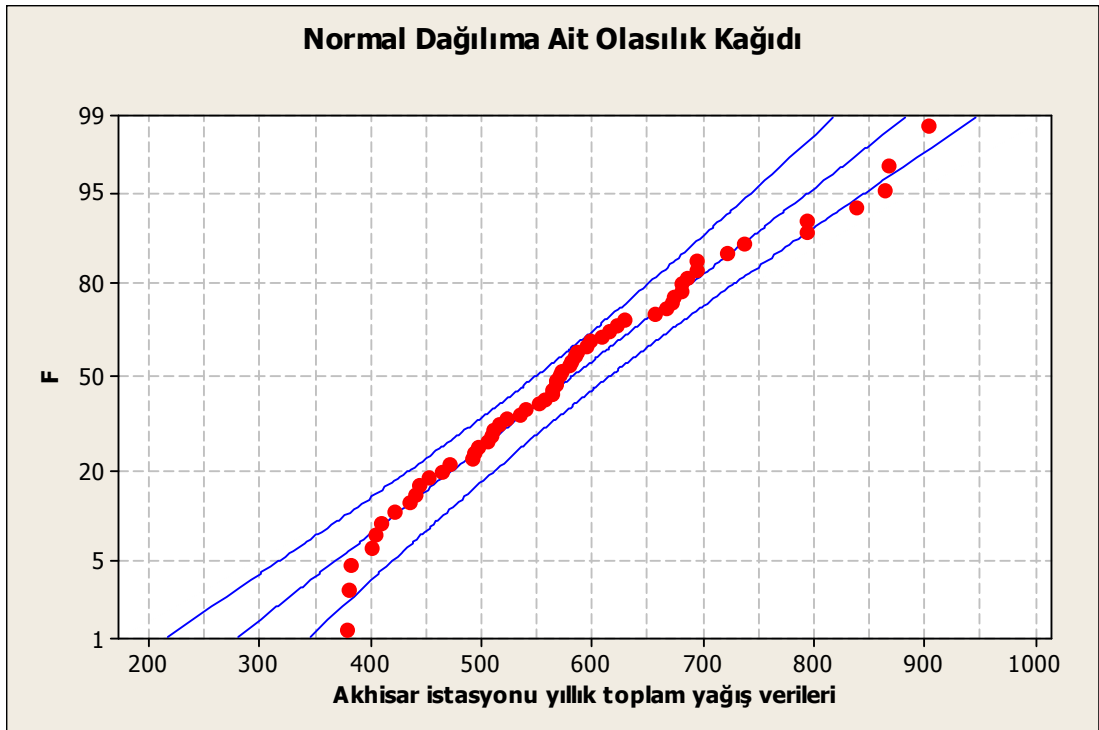
Şekil 5.27 İzmir İstasyonu 1948-2006 dönemi yıllık toplam yağış verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



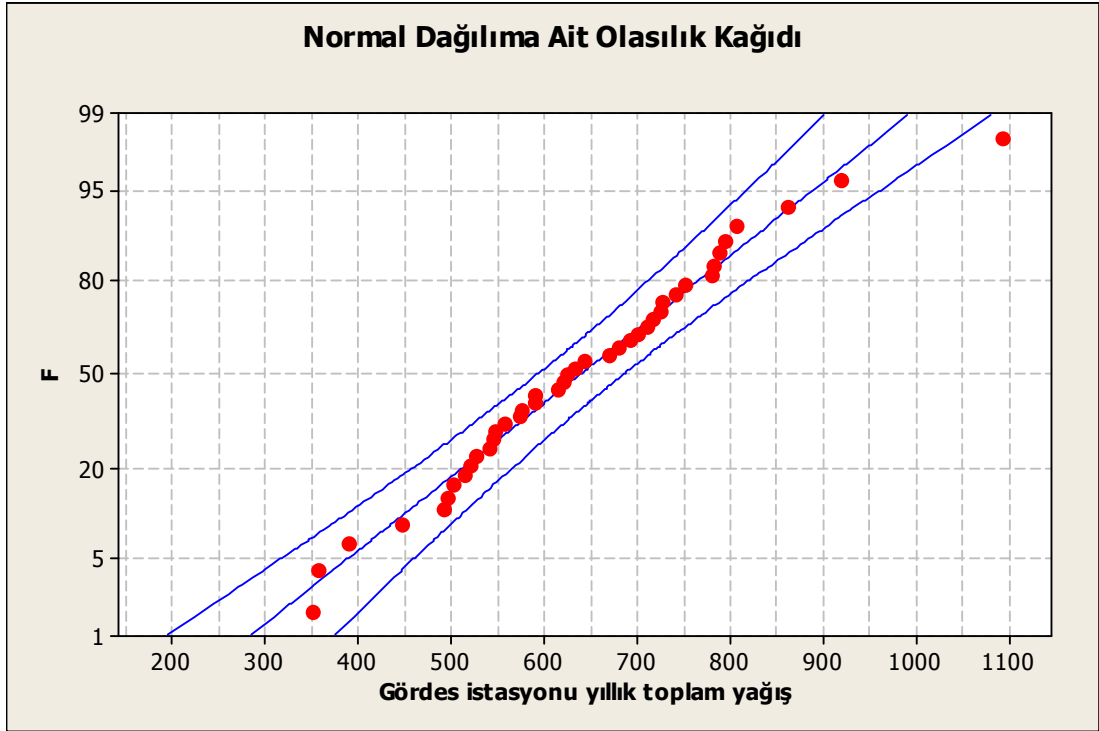
Şekil 5.28 Değirmendere İstasyonu 1965-1995 dönemi yıllık toplam yağış verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



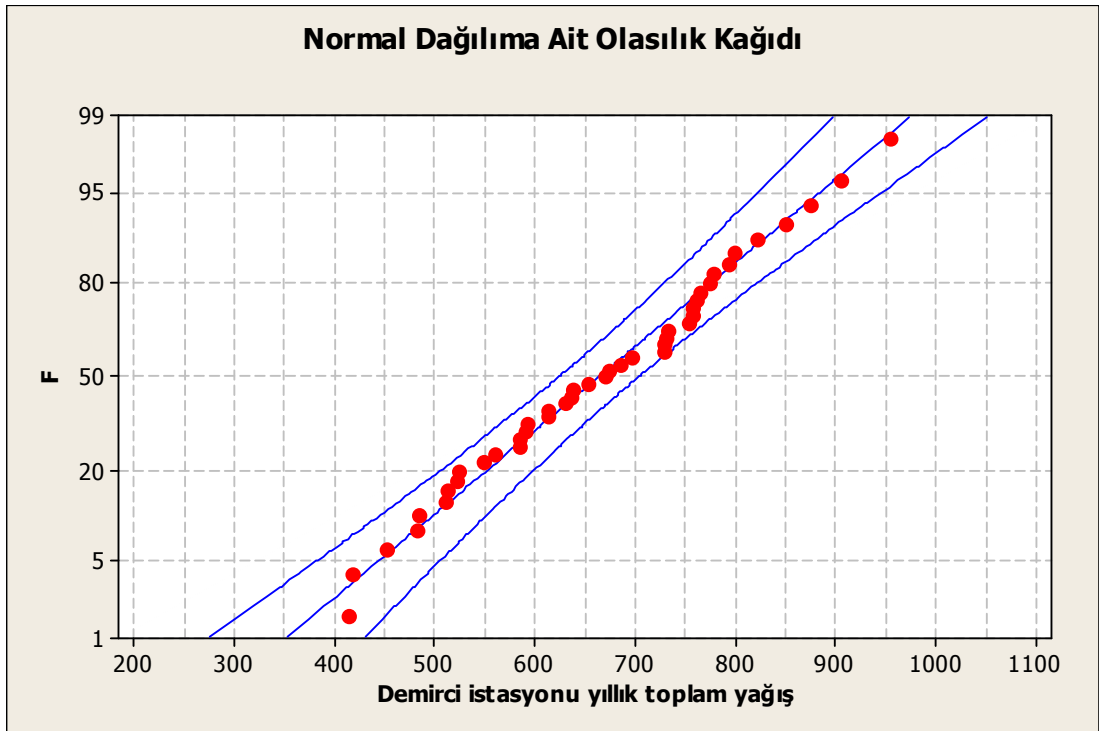
Şekil 5.29 Seferihisar İstasyonu 1964-2006 dönemi yıllık toplam yağış verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



Şekil 5.30 Akhisar İstasyonu 1948-2006 dönemi yıllık toplam yağış verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



Şekil 5.31 Gördes İstasyonu 1956-1996 dönemi yıllık toplam yağış verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



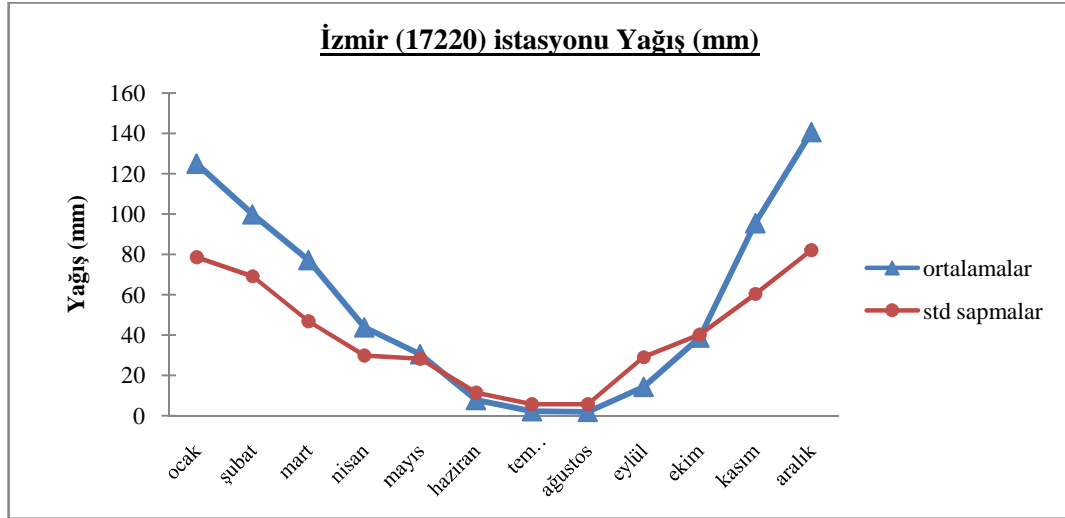
Şekil 5.32 Demirci İstasyonu 1955-2006 dönemi yıllık toplam yağış verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü

Tablo 5.34: Tahtalı ve Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Yağış Dizilerinin Anderson - Darling normallik testi ile sınanması
(% 95 güven seviyesinde A-D değeri 0.752'den küçükse veriler normal dağılıma uygundur)

Aylar	TAHTALI BARAJ HAVZASI			GÖRDES BARAJ HAVZASI		
	A-D İzmir	A-D D.dere	A-D S.hisar	A-D Akhisar	A-D Gördes	A-D Demirci
Ocak	0.807	0.471	0.979	0.781	0.723	0.792
Şubat	1.417	0.595	1.318	1.623	0.943	0.913
Mart	0.783	0.427	0.383	1.317	0.768	0.399
Nisan	0.978	0.937	1.127	0.733	0.780	0.873
Mayıs	2.479	2.113	4.957	3.030	1.991	0.955
Haziran	6.100	5.947	6.359	3.917	1.686	1.577
Temmuz	13.574	5.932	9.165	7.853	4.034	3.719
Ağustos	14.282	9.181	10.895	8.923	5.283	4.632
Eylül	9.018	5.192	9.197	7.084	3.827	2.569
Ekim	2.231	2.147	2.201	2.750	2.076	1.411
Kasım	1.020	0.933	0.646	1.217	0.418	0.857
Aralık	0.999	1.390	0.587	0.960	0.892	1.144
Yıllık	0.236	0.218	0.248	0.524	0.231	0.243

Tablo 5.35 1948-2006 dönemi İzmir istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistikleri

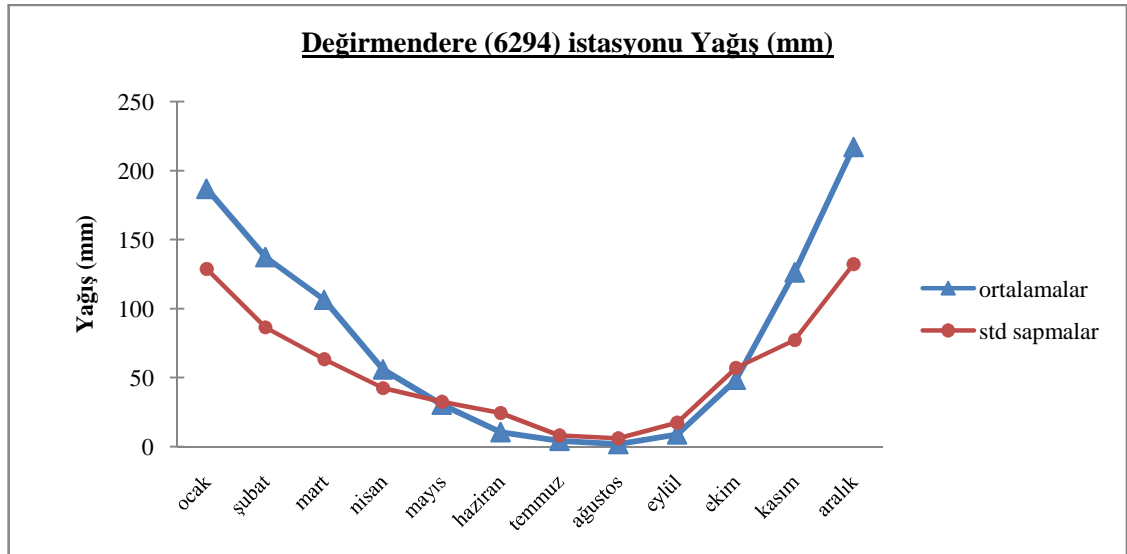
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (mm)	124.95	99.81	77.17	43.75	30.46	7.75	2.17	1.88	14.22	38.68	95.47	140.60	676.91
Std sapma (mm)	78.54	69.14	46.84	29.75	28.17	11.39	5.62	5.63	28.95	40.13	60.38	82.11	161.00
Değişkenlik	0.63	0.69	0.61	0.68	0.92	1.47	2.59	3.00	2.04	1.04	0.63	0.58	0.24
Çarpıklık	0.56	0.88	0.48	0.97	1.54	1.99	3.25	4.42	3.55	2.53	1.02	0.88	0.26
Basıklık	-0.39	0.08	-0.67	1.06	2.38	3.53	10.89	21.88	14.80	10.66	1.09	0.86	-0.11



Şekil 5.33 1948-2006 dönemi İzmir istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.36 1965-1995 dönemi Değirmendere istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistikleri

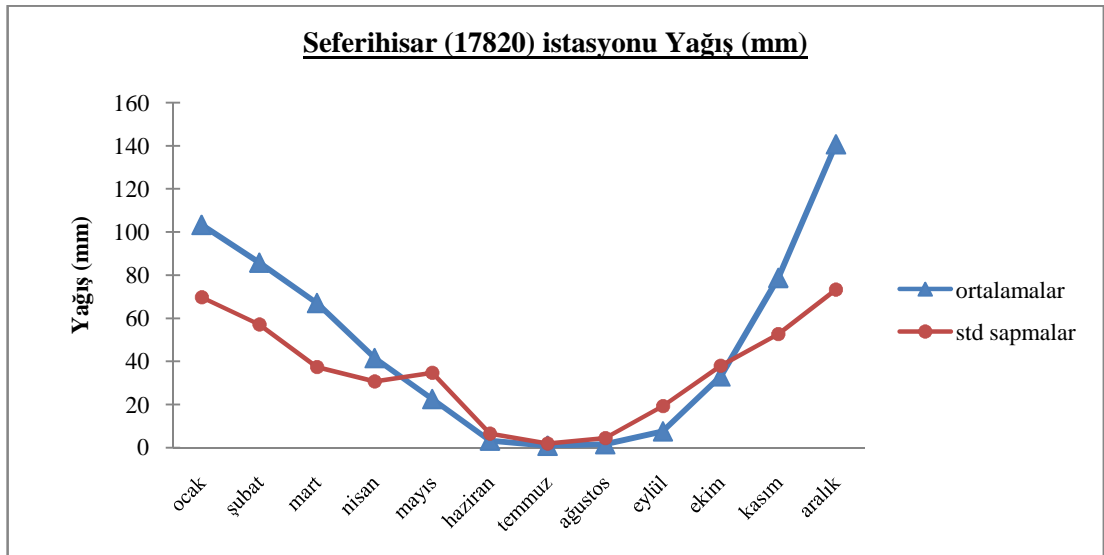
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (mm)	186.87	137.33	106.39	55.92	30.30	10.43	4.14	1.77	8.80	48.35	126.30	217.15	933.74
Std sapma (mm)	128.68	86.35	63.28	42.34	32.46	24.27	8.09	5.95	17.34	57.04	77.13	132.25	236.69
Değişkenlik	0.69	0.63	0.59	0.76	1.07	2.33	1.96	3.35	1.97	1.18	0.61	0.61	0.25
Çarpıklık	0.42	0.77	0.55	1.54	1.71	3.73	1.94	3.81	2.76	1.96	0.99	1.40	0.20
Baskılık	-0.84	0.08	-0.08	3.27	2.55	15.59	2.66	14.13	7.45	4.24	0.79	2.29	0.54



Şekil 5.34 1965-1995 dönemi Değirmendere istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.37 1964-2006 dönemi Seferihisar istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistikleri

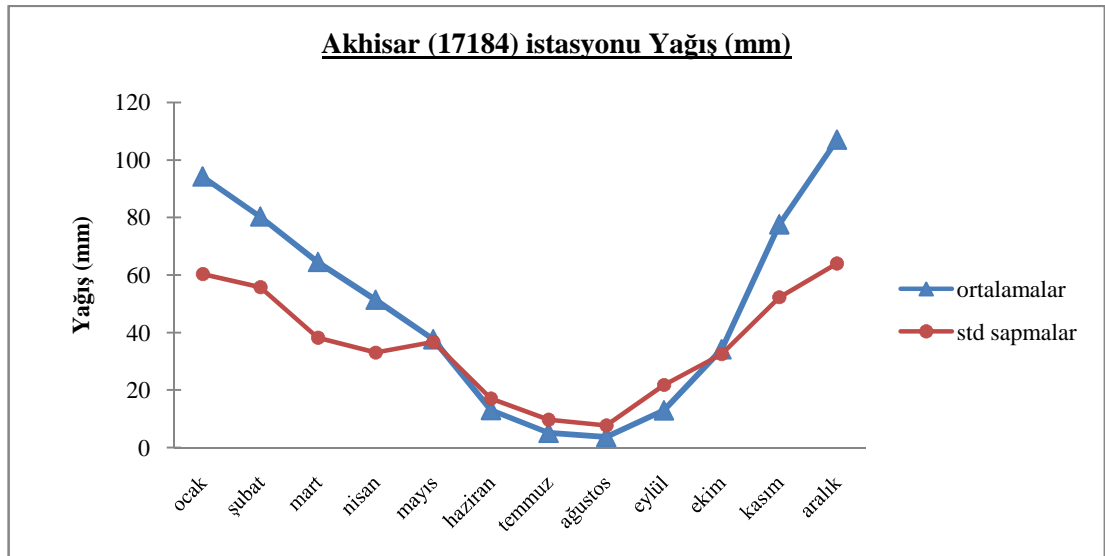
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (mm)	103.33	85.84	67.08	41.55	22.53	3.24	0.83	1.58	7.53	33.01	78.74	140.75	585.98
Std sapma (mm)	69.72	57.11	37.40	30.73	34.66	6.53	1.89	4.45	19.32	38.01	52.70	73.30	123.84
Değişkenlik	0.67	0.67	0.56	0.74	1.54	2.02	2.28	2.82	2.57	1.15	0.67	0.52	0.21
Çarpıklık	1.04	0.73	0.31	1.19	3.71	3.86	2.58	3.38	3.65	2.36	0.55	0.35	-0.02
Basıklık	1.08	-0.58	-0.59	1.39	17.11	17.32	6.69	12.17	13.65	8.17	-0.56	-0.53	-0.46



Şekil 5.35 1964-2006 dönemi Seferihisar istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.38 1948-2006 dönemi Akhisar istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistikleri

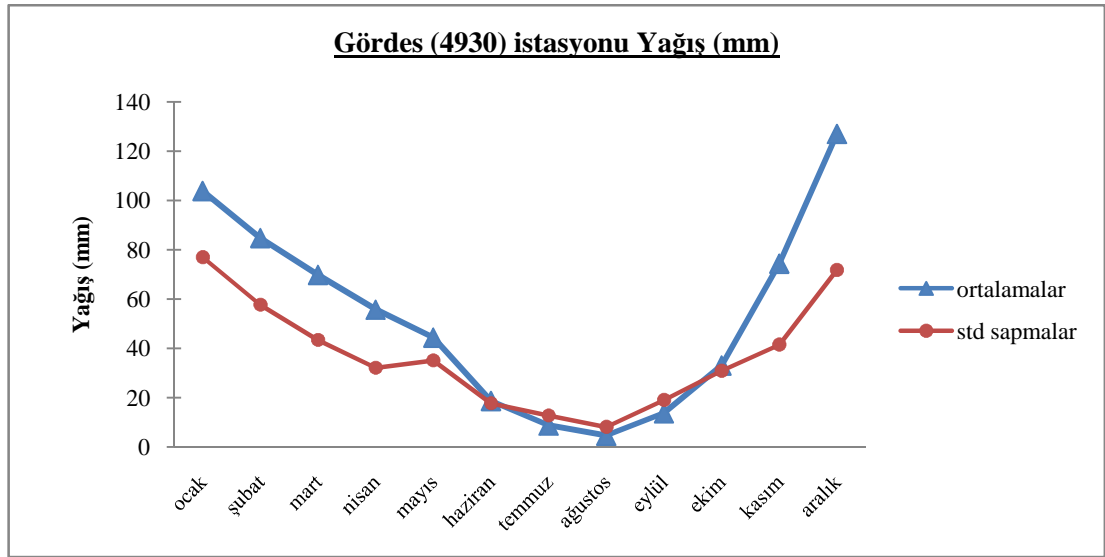
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (mm)	94.20	80.29	64.51	51.37	37.63	13.05	5.08	3.66	12.94	34.14	77.59	107.02	581.47
Std sapma (mm)	60.31	55.73	38.20	33.03	36.74	17.02	9.69	7.67	21.76	32.50	52.27	64.02	129.29
Değişkenlik	0.64	0.69	0.59	0.64	0.98	1.30	1.91	2.10	1.68	0.95	0.67	0.60	0.22
Çarpıklık	0.49	1.36	0.52	0.89	3.07	2.73	3.45	3.63	2.90	1.51	1.08	1.20	0.56
Basıklık	-0.64	2.32	-0.91	1.15	14.34	10.54	15.32	16.57	10.24	2.37	1.02	2.51	-0.07



Şekil 5.36 1948-2006 dönemi Akhisar istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.39 1956-1996 dönemi Gördes istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistikleri

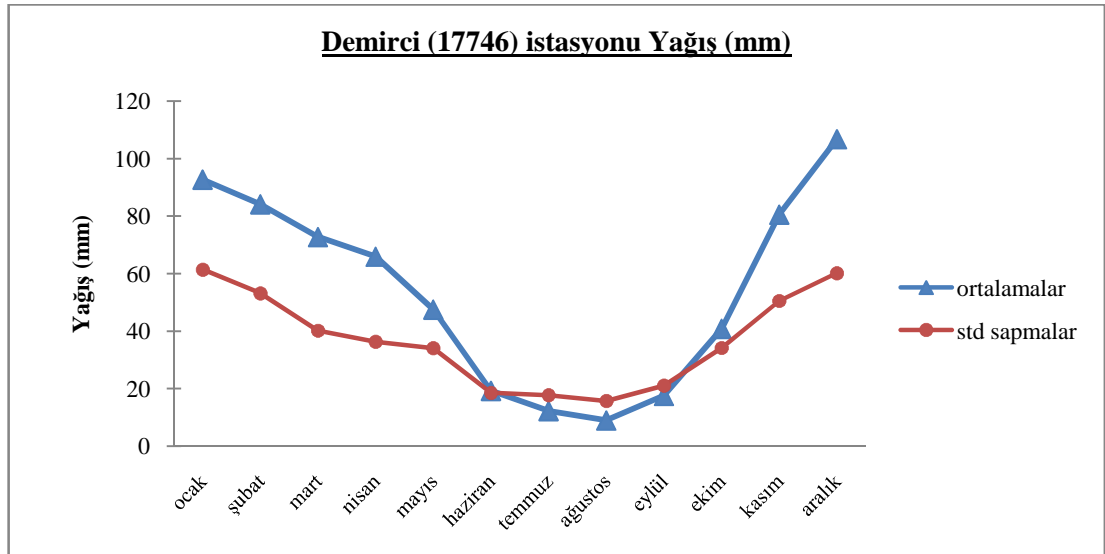
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (mm)	103.82	84.75	69.82	55.71	44.35	18.62	8.70	4.57	13.68	33.04	74.37	126.99	638.41
Std sapma (mm)	77.04	57.69	43.41	32.07	35.07	17.64	12.69	8.06	19.01	30.88	41.51	71.83	151.62
Değişkenlik	0.74	0.68	0.62	0.58	0.79	0.95	1.46	1.76	1.39	0.93	0.56	0.57	0.24
Çarpıklık	0.44	0.98	0.59	1.27	1.15	1.31	2.02	2.57	1.86	1.83	0.54	0.86	0.47
Basıklık	-0.90	0.67	-0.53	4.21	0.43	1.35	4.15	7.07	3.21	3.82	-0.20	0.87	0.86



Şekil 5.37 1956-1996 dönemi Gördes istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.40 1955-2006 dönemi Demirci istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistikleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (mm)	92.68	84.08	72.72	65.87	47.48	19.20	12.21	8.93	17.50	40.79	80.50	106.73	648.66
Std sapma (mm)	61.38	53.14	40.15	36.27	34.04	18.50	17.70	15.66	21.02	34.13	50.48	60.15	133.32
Değişkenlik	0.66	0.63	0.55	0.55	0.72	0.96	1.45	1.75	1.20	0.84	0.63	0.56	0.21
Çarpıklık	0.80	0.73	0.15	1.23	1.01	1.08	2.57	3.48	1.17	1.17	0.85	0.74	0.02
Basıklık	0.25	-0.30	-1.00	2.89	0.69	0.63	8.35	15.67	0.49	0.90	0.15	0.00	-0.64



Şekil 5.38 1955-2006 dönemi Demirci istasyonu aylık toplam yağış dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Çalışmada yağış dizilerinin dağılımlarının normal olup olmadıkları konusunda yapılan Anderson-Darling test sonuçlarına göre muhtelif ayların (yıllık toplam yağışlar hariç) verilerin normal dağılıma uymadıkları görülmüştür. Bu durum, özellikle bütün istasyonların yaz aylarına ait yağışlarında vardır. Bu ise yaz aylarında görülen kararsızlık (konvektif) yağışların olağan bir sonucudur.

Tahtalı ve Gördes baraj yeri aylık toplam yağış verilerinin eğilimlerini belirlemek amacıyla %95 anlam seviyesinde uygulanan korelasyon katsayısı t testi (KK-t), Mann-Kendall (M-K) ve Spearman's Rho (S-R) test sonuçları Tablo 5.41'de toplu olarak verilmiştir. Çizelgede normal dağılım göstermeyen dizilerdeki verilere uygulanan KK-t testi sonuçları güvenilir olmamasına rağmen, bu test sonuçları aynı veriler için uygulanan diğer parametrik olmayan test sonuçları ile kıyaslama yapabilmek amacıyla verilmiştir. Tablolardaki altı çizili aylar trendin varlığını, işareti ise azalış ya da artış eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Tablo 5.41'deki analiz sonuçları incelendiğinde, iki baraj havzası için de her üç testin de birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Aynı verilere ait mevsimsel eğilimler de "Mevsimsel Kendall" testleri ile incelenmiştir (Tablo 5.42). Bu test, zaman serisinde normallik şartına bakılmaksızın mevsimsel değişkenli zaman serileri için rahatlıkla kullanılabilir. Tüm bu istatistik yöntemlere bakılarak her iki havza için de genel olarak kış yağışlarında anlamlı derecede düşüşler tespit edilmiştir ve bu durum bazı istasyonların yıllık toplam yağışlarında da ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.41 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Yağış İstasyonlarının KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları

($t_{kr} = \pm 1.96$; $t_{kr,İzmir} = 2.001$; $t_{kr,Değirmendere} = 2.040$; $t_{kr,Seferihisar} = 2.018$; $t_{kr,Akhisar} = 2.002$; $t_{kr,Gördes} = 2.020$; $t_{kr,Demirci} = 2.015$)

	İSTASYON ADI	N (yıl)	YÖNTEM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
TAHTALI BARAJ HAVZASI	İzmir (17220)	59	KK-t t	-1.23	0.24	0.80	1.03	<u>-2.04</u>	-1.30	0.02	0.68	<u>2.07</u>	0.68	1.78	-0.29	0.55
			M-K z	-1.32	-0.04	0.82	1.37	<u>-2.26</u>	-1.29	-0.68	0.64	-0.13	0.26	1.70	0.00	0.45
			S-R z	-1.45	-0.03	0.75	1.34	<u>-2.36</u>	-1.21	0.61	1.45	-0.07	0.29	1.64	-0.03	0.56
	Değirmendere (6294)	31	KK-t t	-1.13	<u>-2.23</u>	0.32	-1.37	0.55	-0.14	-0.17	-1.38	-1.89	-1.38	0.44	-0.61	<u>-2.32</u>
			M-K z	-1.22	-1.80	0.00	-0.71	0.67	-0.85	0.15	-0.91	-1.77	-1.06	0.48	-0.65	<u>-2.26</u>
			S-R z	-1.37	-1.65	-0.14	-0.68	0.48	-0.71	1.19	0.91	-1.57	-1.24	0.59	-0.91	<u>-2.30</u>
	Seferihisar (17820)	43	KK-t t	-0.05	0.41	-0.13	1.26	-0.64	-1.32	-1.89	-1.15	0.45	-0.14	2.41	-0.30	0.93
			M-K z	-0.41	0.42	-0.28	1.64	-0.27	-1.60	-1.40	-1.22	-0.67	0.15	2.07	-0.05	0.82
			S-R z	-0.50	0.38	-0.36	1.53	-0.16	-1.40	0.29	0.55	-0.42	0.05	2.11	-0.11	0.83
GÖRDES BARAJ HAVZASI	Akhisar (17184)	59	KK-t t	-1.98	-0.85	-0.16	0.79	-0.57	-1.55	-0.08	0.49	1.43	0.28	0.67	-0.36	-1.06
			M-K z	<u>-2.19</u>	-0.78	-0.05	0.81	<u>-2.21</u>	-1.48	0.51	0.92	0.31	0.50	1.15	-0.42	-1.14
			S-R z	<u>-2.31</u>	-0.78	-0.10	0.79	<u>-2.19</u>	-1.29	0.55	1.33	0.36	0.53	1.15	-0.27	-1.04
	Gördes (4930)	41	KK-t t	-1.53	<u>-2.02</u>	-1.04	-0.46	-1.04	-2.00	-1.09	-1.07	-0.52	-0.18	0.41	-1.43	<u>-3.62</u>
			M-K z	-1.79	-1.61	-1.04	-0.16	-1.42	-1.70	-0.90	0.37	-0.34	-0.07	0.44	-1.61	<u>-3.27</u>
			S-R z	-1.88	-1.87	-0.97	-0.26	-1.36	-1.69	-0.79	0.72	-0.35	-0.08	0.59	-1.66	<u>-3.28</u>
	Demirci (17746)	45	KK-t t	-1.32	-0.71	-0.75	0.94	-0.85	-0.38	0.26	1.82	-0.16	0.07	0.17	-1.68	-1.59
			M-K z	-1.17	-0.54	-0.92	0.93	-0.77	-0.78	0.68	<u>2.60</u>	<u>-2.02</u>	0.42	0.52	-1.86	-1.32
			S-R z	-1.19	-0.60	-0.74	0.90	-0.74	-0.95	0.78	<u>2.66</u>	0.28	0.26	0.61	-1.96	-1.26

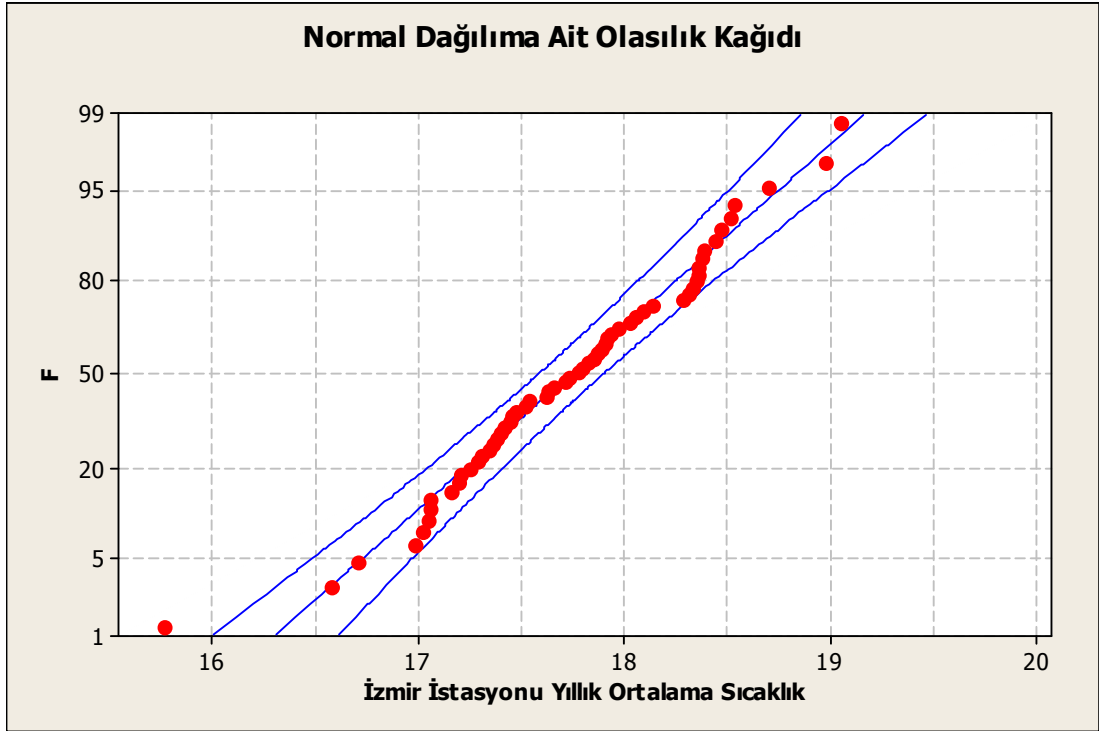
Tablo 5.42 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Yağış İstasyonlarının Mevsimsel Kendall Test sonuçları

				Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_{kr} = \pm 1.96$)				
				VAR(S')	S'	Zr	YORUM	
İzmir (17220)	N=59	12 aylık	toplam dönem	256291.667	-142.000	-0.279	TREND YOK	-
		3 aylık	kış	70151.000	-209.000	-0.785	TREND YOK	-
			ilkbahar	69928.667	-8.000	-0.026	TREND YOK	-
			yaz	48120.333	-206.000	-0.935	TREND YOK	-
			sonbahar	68091.667	281.000	1.073	TREND YOK	-
Değirmendere(6294)	N=31	12 aylık	toplam dönem	37267.333	-428.000	-2.212	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		3 aylık	kış	10385.000	-219.000	-2.139	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	10356.667	-2.000	-0.010	TREND YOK	-
			yaz	6418.000	-72.000	-0.886	TREND YOK	-
			sonbahar	10107.667	-135.000	-1.333	TREND YOK	-
Seferihisar (17820)	N=43	12 aylık	toplam dönem	91198.000	-68.000	-0.222	TREND YOK	-
		3 aylık	kış	25541.000	-5.000	-0.025	TREND YOK	-
			ilkbahar	25497.667	99.000	0.614	TREND YOK	-
			yaz	15730.667	-310.000	-2.464	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			sonbahar	24428.667	148.000	0.941	TREND YOK	-
Akhisar (17184)	N=59	12 aylık	toplam dönem	256914.667	-457.000	-0.900	TREND YOK	-
		3 aylık	kış	66668.000	-510.000	-1.971	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	66660.333	-217.000	-0.837	TREND YOK	-
			yaz	57874.000	-24.000	-0.096	TREND YOK	-
			sonbahar	65712.333	294.000	1.143	TREND YOK	-
Gördes(4930)	N=41	12 aylık	toplam dönem	93273.000	-883.000	-2.888	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		3 aylık	kış	23780.000	-448.000	-2.899	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	23778.000	-236.000	-1.524	TREND YOK	-
			yaz	22061.000	-201.000	-1.347	TREND YOK	-
			sonbahar	23654.000	2.000	0.007	TREND YOK	-
Demirci (17746)	N=45	12 aylık	toplam dönem	108682.333	-287.000	-0.868	TREND YOK	-
		3 aylık	kış	27391.000	-345.000	-2.079	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	27390.000	-74.000	-0.441	TREND YOK	-
			yaz	26684.000	232.000	1.414	TREND YOK	-
			sonbahar	27217.333	-100.000	-0.600	TREND YOK	-

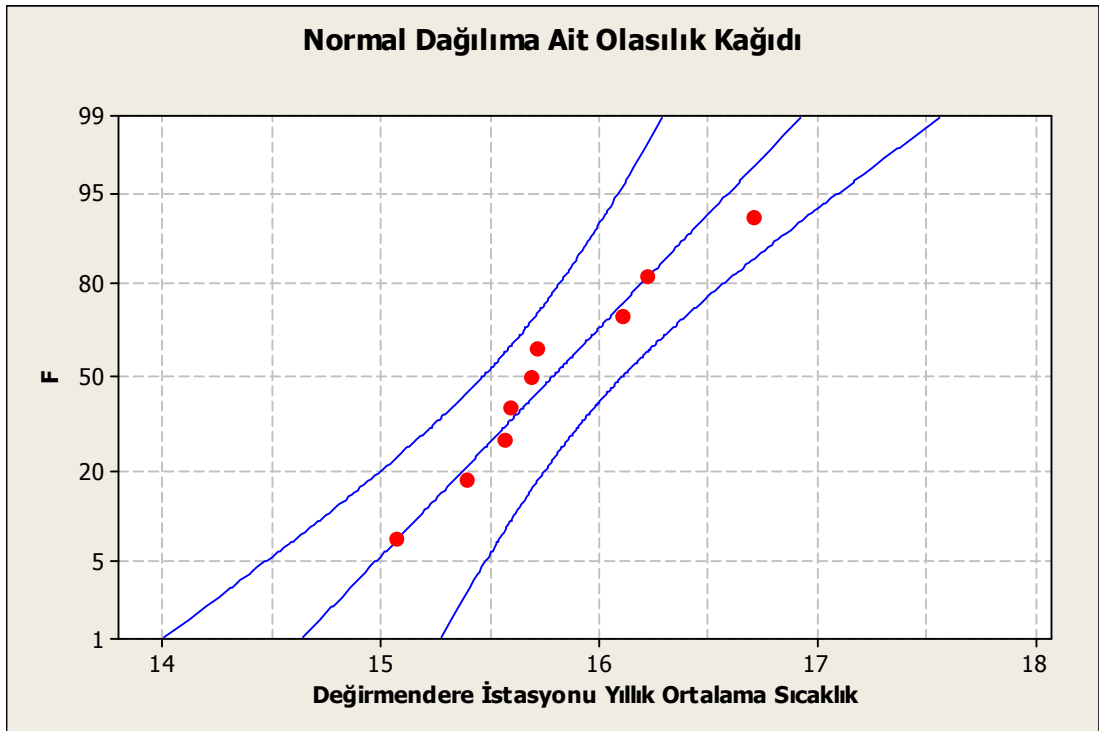
5.3.3 Tahtalı ve Gördes Havzaları Aylık Ortalama Sıcaklık Gözlemlerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri

Takvim yılına göre düzenlenmiş aylık ortalama sıcaklık dizilerinin trend analizleri yapılmadan önce dizilerdeki verilerin dağılımlarının normal (Gauss) olup olmadıkları test edilmiştir. Normal dağılım için öncelikle veriler normal olasılık kâğıdı üzerine noktalanmış, çarpıklık (skewness) ve sivrilik (basıklık = kurtosis) katsayıları incelenmiş, daha sonra Anderson - Darling testi ile sınanmıştır. Tablodaki koyu değerler normal dağılıma uyan ayları göstermektedir. Yapılan incelemede Tahtalı havzasını temsil eden Değirmendere ve İzmir istasyonlarına ait yıllık ortalama sıcaklıkların ve Gördes havzasını temsil eden Akhisar, Gördes ve Demirci istasyonlarına ait yıllık ortalama sıcaklıkların normal dağılıma uyduğu tespit edilmiştir. Değirmendere, İzmir, Seferihisar, Akhisar, Gördes ve Demirci DMI istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıklarının Normal dağılım grafikleri Şekil 5.39-5.44'te verilmektedir. İstasyonların Anderson-Darling sınamaları ise Tablo 5.43'te verilmektedir.

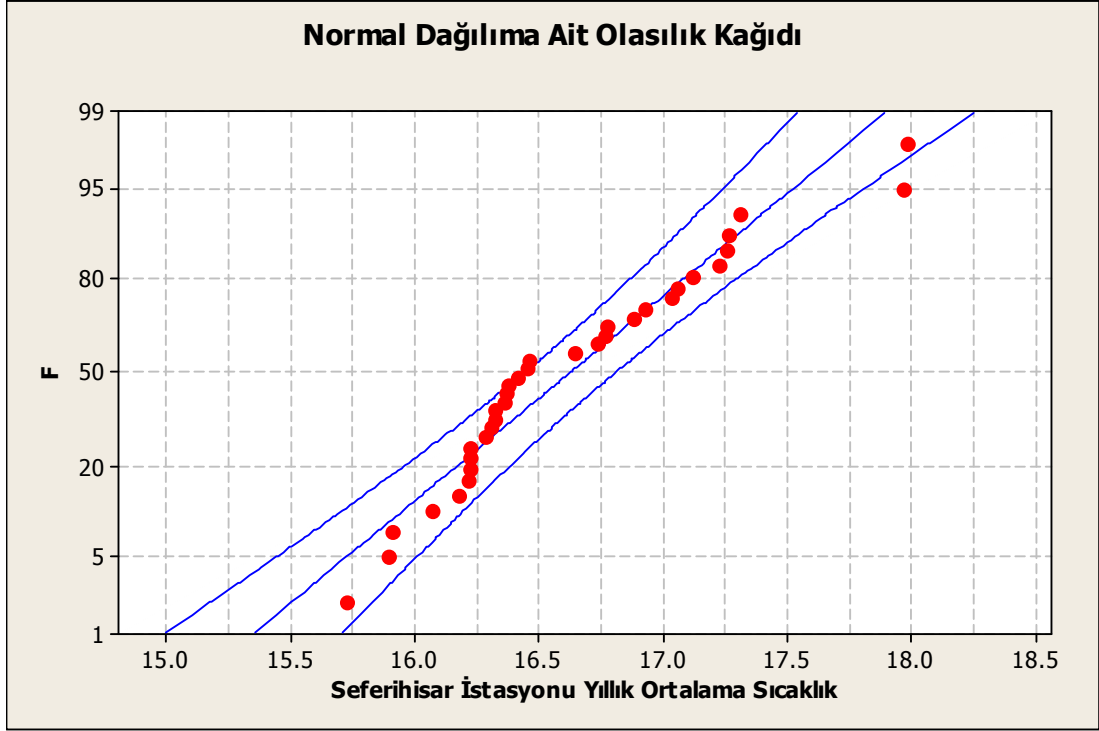
Tahtalı ve Gördes havzalarında yer alan İzmir, Değirmendere, Seferihisar, Akhisar, Gördes ve Demirci istasyonu aylık ortalama sıcaklık verilerinin temel istatistikleri Tablo 5.44-5.49'da özetlenmektedir. İncelenen bu temel istatistiklerin mevsimsel değişimi ise Şekil 5.45-5.50'de verilmektedir.



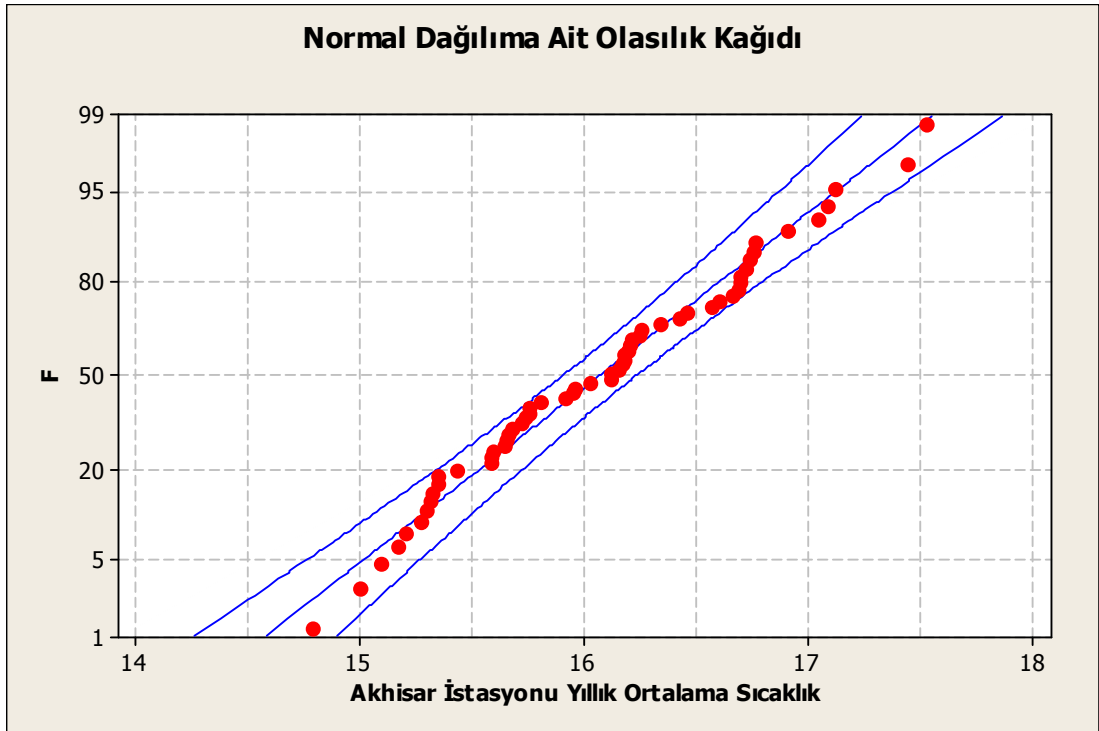
Şekil 5.39 İzmir İstasyonu 1948-2006 dönemi yıllık ortalama sıcaklık verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



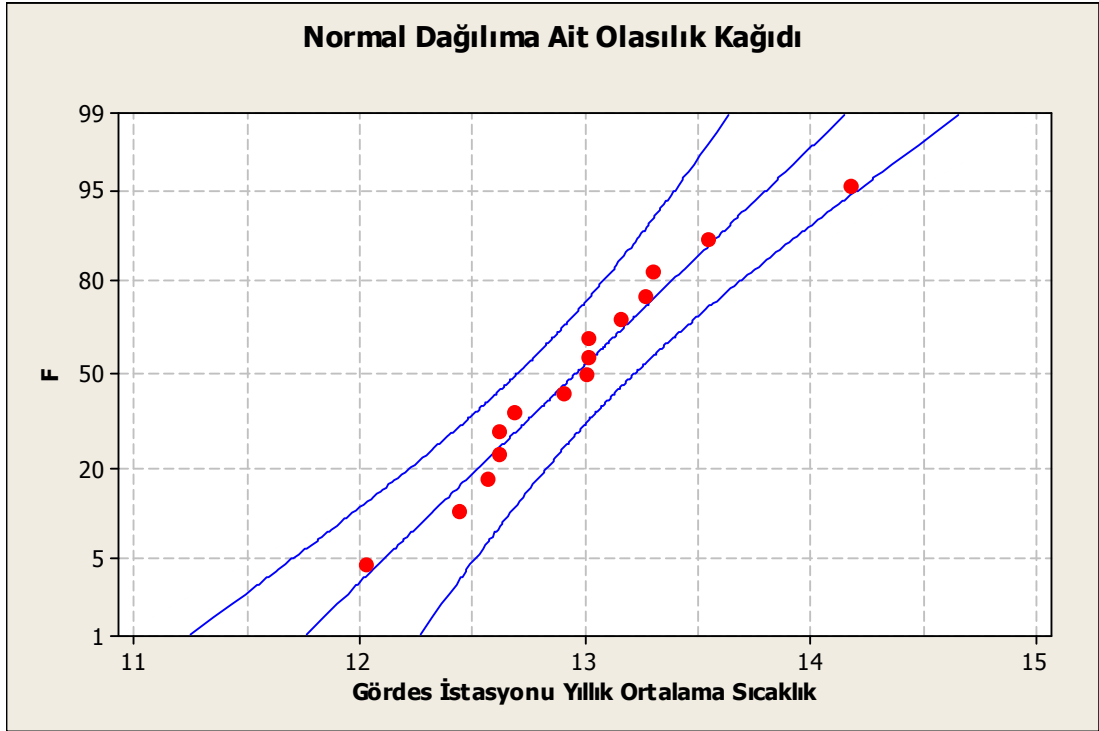
Şekil 5.40 Değirmendere İstasyonu 1987-1995 dönemi yıllık ortalama sıcaklık verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



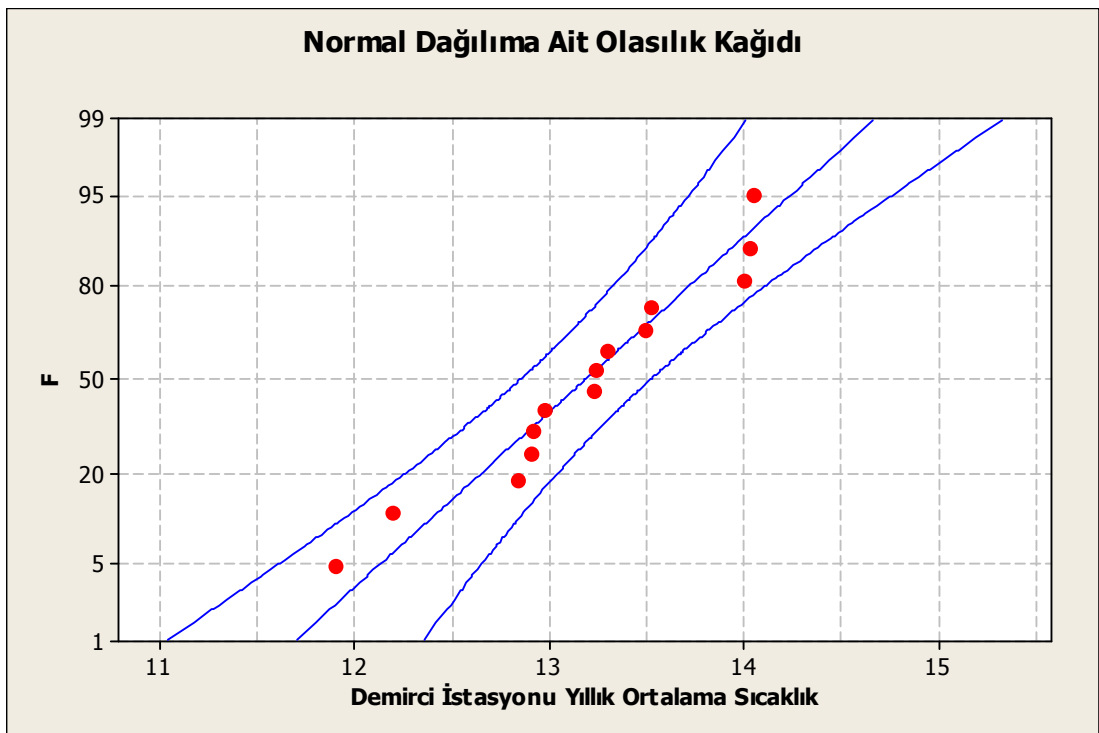
Şekil 5.41 Seferihisar İstasyonu 1972-2006 dönemi yıllık ortalama sıcaklık verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



Şekil 5.42 Akhisar İstasyonu 1948-2006 dönemi yıllık ortalama sıcaklık verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



Şekil 5.43 Gördes İstasyonu 1981-1996 dönemi yıllık ortalama sıcaklık verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü



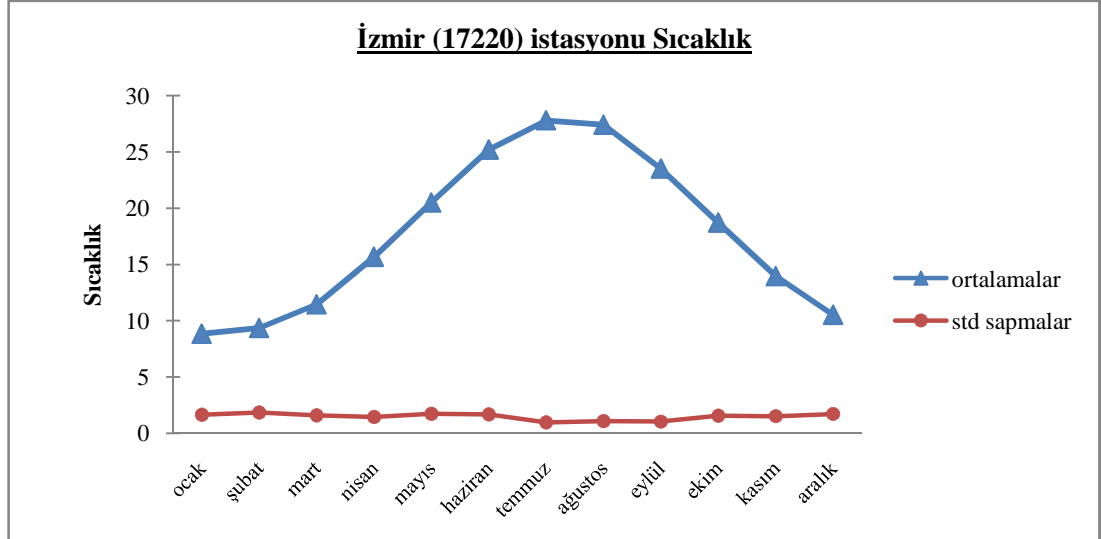
Şekil 5.44 Demirci İstasyonu 1992-2006 dönemi yıllık ortalama sıcaklık verilerinin normal dağılıma uygunluğunun grafik olarak kontrolü

Tablo 5.43 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Aylık Ortalama Sıcaklık Dizilerinin Anderson - Darling normallik testi ile sınanması
(% 95 güven seviyesinde A-D değeri 0.752'den küçükse veriler normal dağılıma uygundur)

Aylar	TAHTALI BARAJ HAVZASI			GÖRDES BARAJ HAVZASI		
	A-D İzmir	A-D D.dere	A-D S.hisar	A-D Akhisar	A-D Gördes	A-D Demirci
Ocak	0.509	0.444	0.262	0.399	0.265	0.294
Şubat	0.205	0.568	0.280	0.225	0.257	0.163
Mart	0.536	0.407	0.373	0.630	0.221	0.429
Nisan	0.243	0.427	0.191	0.353	0.679	0.278
Mayıs	2.476	0.183	0.282	0.788	0.303	0.170
Haziran	3.654	0.462	0.212	0.237	1.057	0.204
Temmuz	0.249	0.159	0.267	0.186	0.191	0.303
Ağustos	0.369	0.481	0.198	0.523	0.310	0.483
Eylül	0.288	0.900	0.705	0.392	0.750	0.462
Ekim	0.414	0.417	0.292	0.334	0.441	0.213
Kasım	0.203	0.470	0.182	0.369	0.311	0.262
Aralık	0.440	0.308	0.373	0.370	0.346	0.330
Yıllık	0.283	0.278	0.824	0.356	0.287	0.342

Tablo 5.44 1948-2006 dönemi İzmir istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistikleri

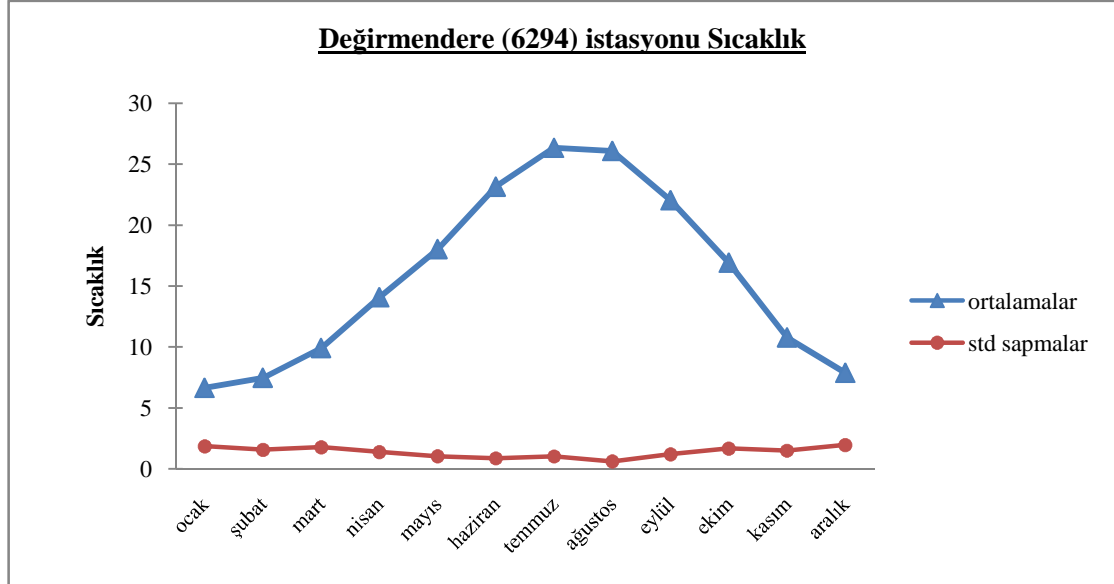
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (°C)	8.83	9.36	11.44	15.67	20.49	25.19	27.78	27.41	23.50	18.71	13.96	10.52	17.74
Std sapma (°C)	1.64	1.85	1.58	1.44	1.72	1.67	0.96	1.08	1.03	1.56	1.51	1.71	0.61
Değişkenlik	0.19	0.20	0.14	0.09	0.08	0.07	0.03	0.04	0.04	0.08	0.11	0.16	0.03
Çarpıklık	-0.07	0.04	0.06	-0.04	-3.46	-4.27	0.22	-0.44	0.47	0.16	0.04	-0.47	-0.35
Basıklık	-0.69	-0.39	1.29	-0.28	20.15	26.58	-0.15	-0.10	1.00	-0.65	0.03	0.47	0.77



Şekil 5.45 1948-2006 dönemi İzmir istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.45 1987-1995 dönemi Değirmendere istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistikleri

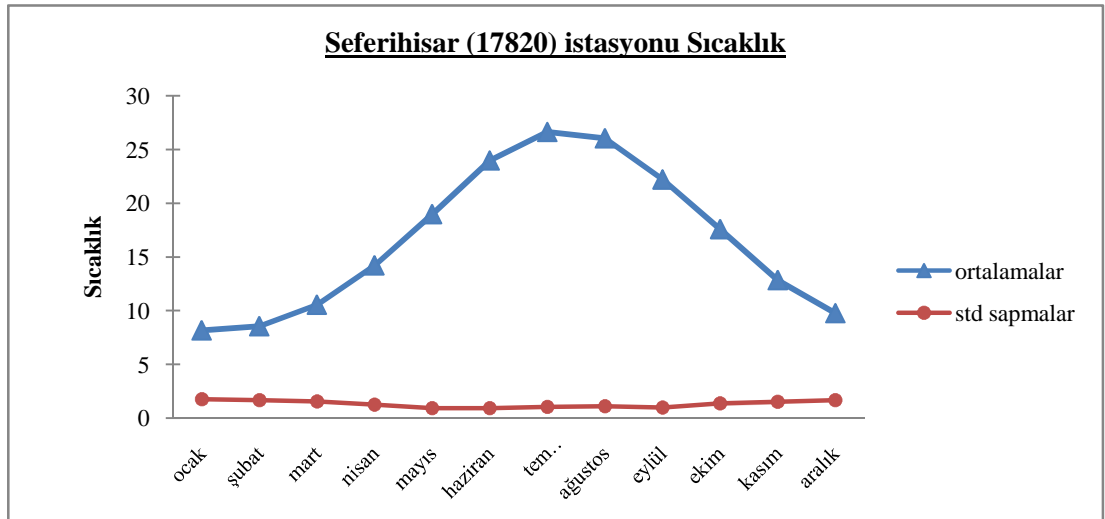
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (°C)	6.66	7.48	9.92	14.09	18.03	23.16	26.34	26.09	22.04	16.92	10.79	7.89	15.78
Std sapma (°C)	1.86	1.57	1.77	1.38	1.04	0.86	1.03	0.61	1.20	1.67	1.50	1.97	0.49
Değişkenlik	0.28	0.21	0.18	0.10	0.06	0.04	0.04	0.02	0.05	0.10	0.14	0.25	0.03
Çarpıklık	0.10	-0.84	-1.23	0.90	0.37	-0.94	-0.33	1.16	1.68	0.53	1.21	-0.58	0.63
Basıklık	-2.03	0.48	1.92	0.83	-0.67	2.74	-0.83	0.57	2.37	-1.39	2.74	-0.49	0.43



Şekil 5.46 1987-1995 dönemi Değirmendere istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.46 1972-2006 dönemi Seferihisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistikleri

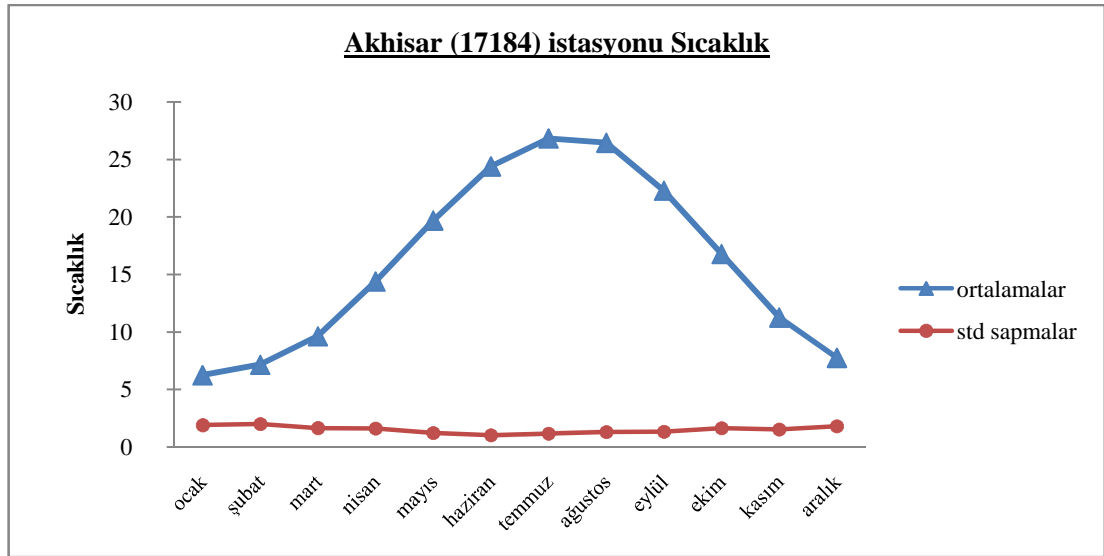
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (°C)	8.16	8.55	10.55	14.22	18.99	23.97	26.63	26.04	22.21	17.59	12.84	9.76	16.63
Std sapma (°C)	1.76	1.67	1.55	1.26	0.92	0.93	1.05	1.11	1.00	1.37	1.51	1.68	0.55
Değişkenlik	0.22	0.20	0.15	0.09	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.17	0.03
Çarpıklık	-0.07	-0.22	0.20	-0.23	-0.27	0.52	0.21	0.08	-0.21	0.11	-0.25	-0.21	0.81
Basıklık	-0.64	-0.40	1.30	-0.01	-0.61	0.37	-0.27	0.14	1.01	-0.76	0.11	-0.12	0.39



Şekil 5.47 1972-2006 dönemi Seferihisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.47 1948-2006 dönemi Akhisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistikleri

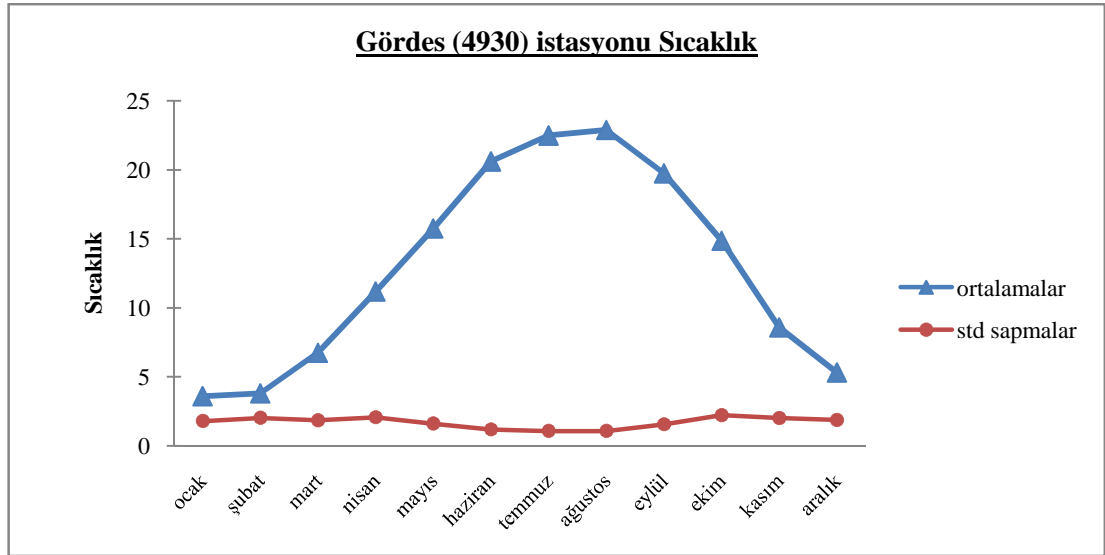
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (°C)	6.24	7.15	9.63	14.39	19.69	24.40	26.82	26.45	22.28	16.78	11.26	7.75	16.07
Std sapma (°C)	1.89	1.98	1.64	1.60	1.21	1.01	1.14	1.29	1.32	1.63	1.51	1.79	0.64
Değişkenlik	0.30	0.28	0.17	0.11	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.10	0.13	0.23	0.04
Çarpıklık	-0.13	0.02	0.02	0.25	0.48	0.42	0.07	-0.54	0.05	0.20	0.05	-0.24	0.20
Baskıklık	-0.68	-0.38	1.31	-0.24	-0.45	0.38	-0.16	-0.11	0.74	-0.59	0.01	0.22	-0.59



Şekil 5.48 1948-2006 dönemi Akhisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.48 1981-1996 dönemi Seferihisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistikleri

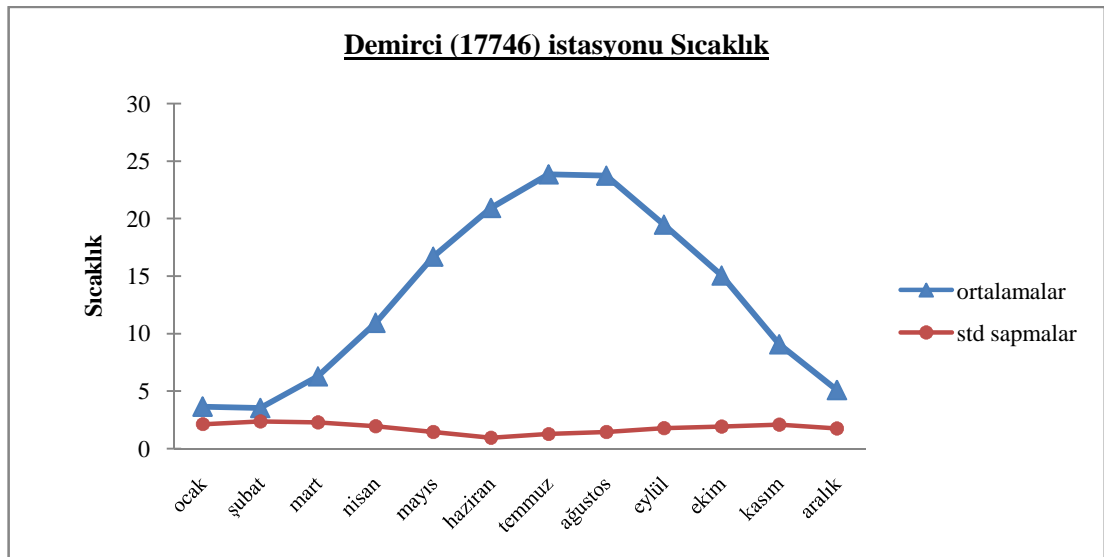
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (°C)	3.58	3.79	6.73	11.17	15.75	20.61	22.49	22.89	19.75	14.85	8.57	5.30	12.96
Std sapma (°C)	1.79	2.02	1.84	2.06	1.61	1.17	1.07	1.07	1.55	2.21	2.01	1.86	0.51
Değişkenlik	0.50	0.53	0.27	0.18	0.10	0.06	0.05	0.05	0.08	0.15	0.23	0.35	0.04
Çarpıklık	-0.31	-0.43	-0.61	1.20	0.30	1.03	0.02	-0.02	1.48	0.43	0.36	-0.59	0.61
Basıklık	-0.98	-0.66	0.60	0.99	-1.11	0.99	0.22	-0.55	3.93	-1.21	-0.21	-0.30	1.35



Şekil 5.49 1981-1996 dönemi Seferihisar istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tablo 5.49 1992-2006 dönemi Demirci istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistikleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama (°C)	3.65	3.53	6.27	10.94	16.69	20.91	23.84	23.73	19.46	15.04	9.06	5.09	13.18
Std sapma (°C)	2.11	2.35	2.26	1.93	1.43	0.93	1.25	1.44	1.76	1.90	2.07	1.73	0.64
Değişkenlik	0.58	0.67	0.36	0.18	0.09	0.04	0.05	0.06	0.09	0.13	0.23	0.34	0.05
Çarpıklık	-0.75	0.14	1.14	-0.91	0.36	0.49	-0.67	-1.29	1.23	0.02	-0.05	-0.44	-0.46
Basıklık	0.29	-0.28	1.63	1.40	-0.53	-0.27	0.85	2.26	2.83	-1.09	-0.28	-0.10	0.04



Şekil 5.50 1992-2006 dönemi Demirci istasyonu aylık ortalama sıcaklık dizilerinin temel istatistiklerinin mevsimsel değişimi

Tahtalı ve Gördes baraj yeri aylık ortalama sıcaklık verilerinin eğilimlerini belirlemek amacıyla %95 anlam seviyesinde uygulanan korelasyon katsayısı t testi (KK-t), Mann-Kendall (M-K) ve Spearman's Rho (S-R) test sonuçları Tablo 5.50'de toplu olarak verilmiştir. Tabloda normal dağılıma uymayan dizilere ve varyansları homojen olmayan dizilerdeki verilere uygulanan KK-t testi sonuçları güvenilir olmamasına rağmen, bu test sonuçları aynı veri için uygulanan diğer parametrik olmayan test sonuçları ile kıyaslama yapabilmek amacıyla verilmiştir. Tablolardaki altı çizili aylar trendin varlığını, işareti ise azalış ya da artış eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Tablo 5.50'deki analiz sonuçları incelendiğinde, iki baraj havzası için de her üç testin de birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Aynı verilere ait mevsimsel eğilimler de "Mevsimsel Kendall" testleri ile incelenmiştir (Tablo 5.51).

Yapılan inceleme sonucu iki havzanın da yaz dönemine ait ortalama sıcaklıklarında (Gördes, Demirci ve Değirmendere hariç) anlamlı artış eğilimleri mevcuttur. Gördes, Demirci ve Değirmendere istasyonlarının sırasıyla 14, 15 ve 9 yıllık kısa dönemlerde sıcaklık ölçümüne sahip olmaları bu istasyonlarda eğilim tespit edilmemesinin nedeni olarak açıklanabilir. Önceki bölümlerde verilen istasyonların sıcaklık gözlemleri arasında kurulan kuvvetli korelasyon-regresyon ilişkileri esas alındığında bu istasyonlarda da anlamlı artış trendlerinin var olabileceği öngörülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık trendlerinde ise iki havza genelinde de farklılıklar mevcuttur. Buna göre İzmir, Seferihisar ve Akhisar değerleri 1.96 istatistik sınırının üzerine çıkarak oldukça anlamlı düzeyde artan trendler göstermişlerdir.

Tablo 5.50 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Sıcaklık İstasyonlarının KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları

($Z_{kr} = \pm 1.96$; $t_{kr,İzmir} = 2.001$; $t_{kr,Değirmendere} = 2.262$; $t_{kr,Seferihisar} = 2.018$; $t_{kr,Akhisar} = 2.002$; $t_{kr,Gördes} = 2.131$; $t_{kr,Demirci} = 2.145$)

	İSTASYON ADI	N (yıl)	YÖNTEM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
TAHTALI BARAJ HAVZASI	İzmir (17220)	59	Student t	0.20	-0.48	1.48	1.16	1.58	<u>2.90</u>	<u>3.66</u>	1.33	1.07	1.45	-0.98	-0.86	<u>2.20</u>
			M-K z	0.38	-0.39	1.25	1.40	<u>2.67</u>	<u>5.74</u>	<u>4.82</u>	1.68	1.68	1.40	-1.08	-1.27	<u>2.16</u>
			S-R z	0.30	-0.19	1.01	1.30	<u>2.09</u>	<u>4.05</u>	<u>3.29</u>	1.41	1.36	1.22	-0.78	-1.20	<u>1.97</u>
	Değirmendere (6294)	9	Student t	0.12	-0.13	1.01	0.02	1.23	1.41	-1.30	1.90	0.60	1.39	-0.71	0.30	1.11
			M-K z	0.10	0.12	0.63	0.00	1.15	1.20	-1.15	1.68	0.21	1.05	-1.26	0.10	0.52
			S-R z	0.00	0.22	0.58	-0.06	1.18	1.20	-1.37	1.66	0.52	0.95	-0.98	0.14	0.85
	Seferihisar (17820)	35	Student t	1.39	-0.33	-0.06	0.27	1.90	<u>4.80</u>	<u>4.23</u>	<u>6.15</u>	1.49	1.42	0.58	1.03	<u>3.95</u>
			M-K z	1.44	-0.31	-0.17	0.58	1.91	<u>4.12</u>	<u>3.61</u>	<u>4.62</u>	1.81	1.46	0.91	1.21	<u>2.67</u>
			S-R z	1.24	-0.26	-0.23	0.72	1.94	<u>3.73</u>	<u>3.43</u>	<u>4.28</u>	1.36	1.32	1.11	1.07	<u>2.91</u>
GÖRDES BARAJ HAVZASI	Akhisar (17184)	59	Student t	-0.61	-0.53	1.20	0.60	1.34	3.86	<u>3.86</u>	<u>2.72</u>	<u>2.04</u>	<u>2.01</u>	-1.31	-0.54	<u>2.17</u>
			M-K z	-0.82	-0.45	0.59	0.65	1.38	3.62	<u>3.24</u>	<u>2.49</u>	1.94	1.73	-1.45	-1.00	<u>2.21</u>
			S-R z	-0.74	-0.31	0.72	0.81	1.40	3.44	<u>3.40</u>	<u>2.71</u>	1.86	1.76	-1.34	-0.94	<u>2.07</u>
	Gördes (4930)	15	Student t	-0.30	1.13	-0.25	-0.21	0.61	0.38	1.20	1.21	-0.60	0.07	-0.28	-0.84	0.29
			M-K z	-0.05	1.20	-0.35	-0.65	0.74	0.05	1.04	0.94	-1.60	0.00	-0.30	-0.75	0.00
			S-R z	-0.28	1.19	-0.45	-0.62	0.79	0.27	1.27	0.99	-1.50	0.07	-0.31	-0.73	0.02
	Demirci (17746)	15	Student t	0.07	0.25	1.33	0.41	0.33	0.75	2.06	0.79	-0.33	-1.19	1.03	0.54	1.28
			M-K z	0.00	0.20	1.19	0.10	0.30	0.99	1.49	0.64	0.30	-1.09	0.60	0.55	1.19
			S-R z	0.05	0.12	1.36	0.47	0.25	0.92	1.50	0.93	0.23	-1.24	1.28	0.46	1.35

Tablo 5.51 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden Sıcaklık Gözlemlerinin Mevsimsel Kendall Test sonuçları

				Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_{kr} = \pm 1.96$)				
				VAR(S')	S'	Zr	YORUM	
İzmir (17220)	N=59	12 aylık	toplam dönem	185634.667	2035.000	4.721	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			3 aylık	kış	50951.333	-177.000	-0.780	TREND YOK
		ilkbahar		45507.333	643.000	3.009	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		yaz		35874.333	1325.000	6.990	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		sonbahar	53301.667	244.000	1.053	TREND YOK	-	
Değirmendere(6294)	N=9	12 aylık	toplam dönem	1070.000	40.000	1.192	TREND YOK	-
			3 aylık	kış	259.333	4.000	0.186	TREND YOK
		ilkbahar		274.000	18.000	1.027	TREND YOK	-
		yaz		266.333	17.000	0.980	TREND YOK	-
		sonbahar	270.333	1.000	0.000	TREND YOK	-	
Seferihisar (17820)	N=35	12 aylık	toplam dönem	47791.000	1343.000	6.139	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			3 aylık	kış	12524.333	151.000	1.340	TREND YOK
		ilkbahar		11524.667	141.000	1.304	TREND YOK	-
		yaz		12351.667	795.000	7.144	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		sonbahar	11390.333	256.000	2.389	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ	
Akhisar (17184)	N=59	12 aylık	toplam dönem	280160.333	1825.000	3.446	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			3 aylık	kış	70087.000	-351.000	-1.322	TREND YOK
		ilkbahar		70023.000	403.000	1.519	TREND YOK	-
		yaz		70009.000	1431.000	5.405	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		sonbahar	70041.333	342.000	1.288	TREND YOK	-	
Gördes(4930)	N=15	12 aylık	toplam dönem	4734.667	5.000	0.058	TREND YOK	-
			3 aylık	kış	1211.667	7.000	0.172	TREND YOK
		ilkbahar		1157.667	-5.000	-0.118	TREND YOK	-
		yaz		1157.667	44.000	1.264	TREND YOK	-
		sonbahar	1207.667	-41.000	-1.151	TREND YOK	-	
Demirci (17746)	N=15	12 aylık	toplam dönem	4890.000	116.000	1.645	TREND YOK	-
			3 aylık	kış	1222.000	18.000	0.486	TREND YOK
		ilkbahar		1225.000	35.000	0.971	TREND YOK	-
		yaz		1220.000	66.000	1.861	TREND YOK	-
		sonbahar	1223.000	-3.000	-0.057	TREND YOK	-	

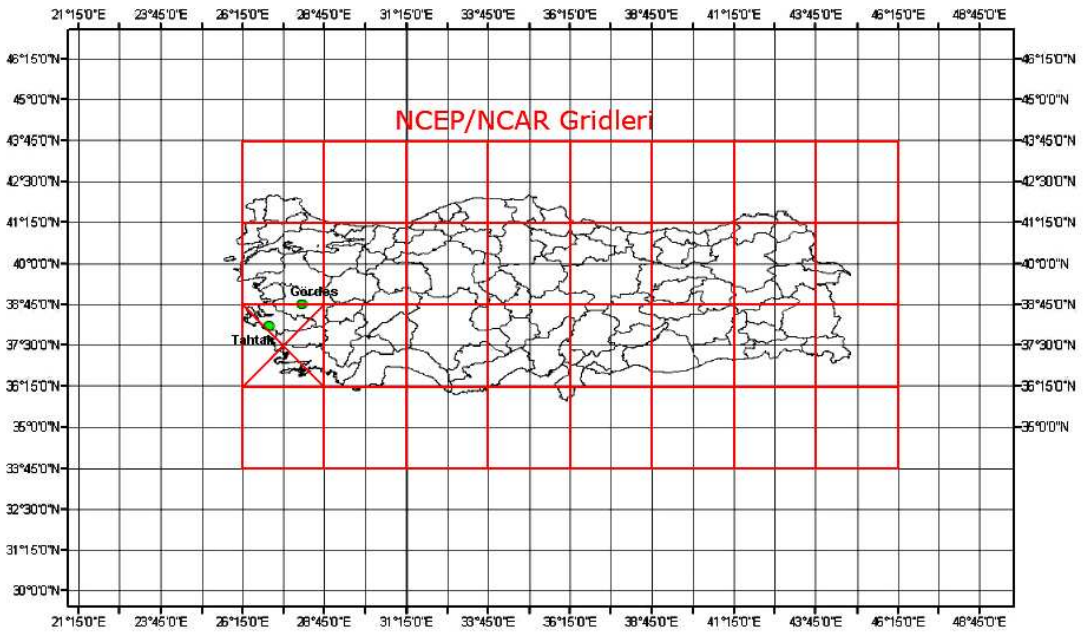
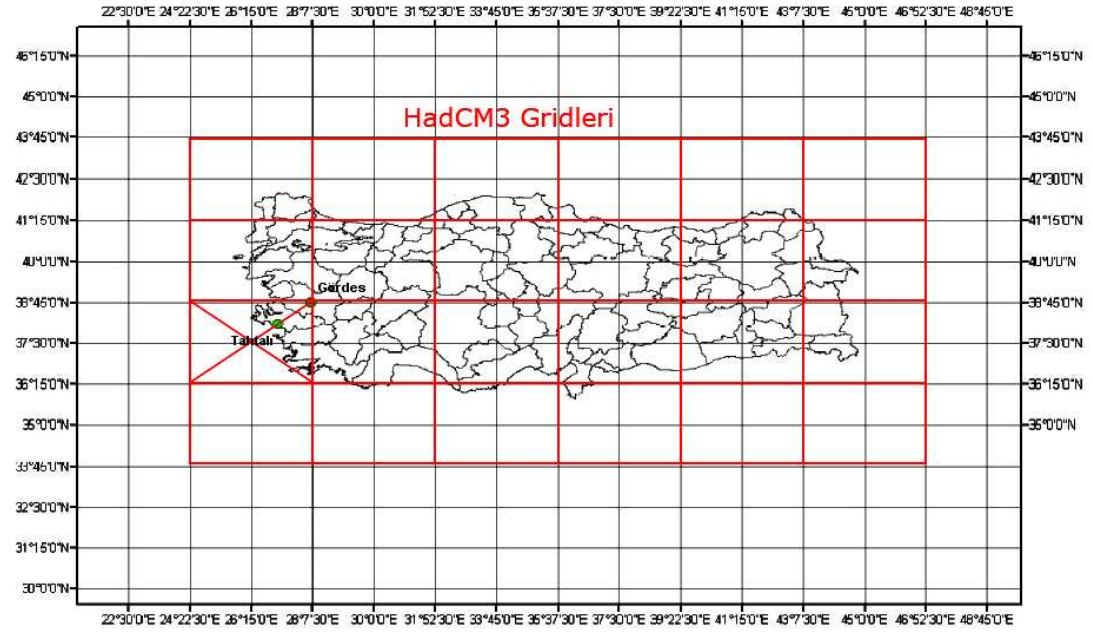
Gerek Tahtalı gerek Gördes baraj havzası için yapılan eğilim analizleri incelendiğinde her iki havza için de kış yağışlarında anlamlı azalış eğilimleri, yaz sıcaklıklarında ise anlamlı artış eğilimleri tespit edilmiştir.

Akımlar göz önüne alındığında ise Gördes baraj yeri akımlarında kış dönemi dışında tüm dönemlerde belirgin azalış eğilimleri gözlenmiş, Tahtalı baraj yeri akımlarında ise Sonbahar döneminde azalış eğilimine rastlanmıştır.

5.4 NCEP/NCAR ve HadCM3 İklim Verileri

Çalışmada, HadCM3 iklim modelinin 1950-1999 yılları arasındaki dönemi 20C3M ve 2000-2099 yılları arasındaki dönemi kapsayan SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 iklim senaryolarına ilişkin model çıktıları $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ gridler halinde WDC (World Data Center for Climate)'den temin edilmiştir.

Geniş alan çözünürlüğüne sahip HadCM3 model çıktılarını uygulama sahasındaki yağış ve sıcaklık değerlerine dönüştürebilmek için (downscaling) gözlenmiş atmosferik parametrelerle istasyonlarda gözlenmiş yağış ve sıcaklık değerleri arasındaki bağıntılardan yararlanmak gerekmektedir. Bu sayede istasyonlarda ölçülmüş yağış ve sıcaklık değerlerinin, atmosferin çeşitli katmanlarındaki sıcaklık, nem, basınç yüksekliği ve basınç gibi atmosferik parametrelerle olan ilişkileri ortaya konmuş olacak ve bu ilişki ile HadCM3 modelinin atmosferik çıktıları istasyon ölçeğindeki yağış ve sıcaklık değerlerine dönüştürülebilecektir. Bu kapsamda gözlenmiş atmosferik parametreler olarak NCEP/NCAR re-analiz verilerinden yararlanılmıştır. NCEP/NCAR re-analiz verileri 1948'den günümüze kadar meteoroloji uyduları, yer istasyonları ve çeşitli atmosferik modellerle türetilmiş veri setleri olup NCEP/NCAR tarafından düzenli olarak yayınlanmaktadır. HadCM3 ve NCEP/NCAR verilerinin uygulama sahasına ilişkin gridleri Şekil 5.51'de verilmektedir.



Şekil 5.51 Uygulama sahasındaki HadCM3 ve NCEP/NCAR gridleri

Tahtalı ve Gördes barajları dikkate alındığında, uygulama sahasının merkezi 27.5° D, 37.5° K koordinatlı NCEP/NCAR gridinde ve 26.25° D, 37.5° K koordinatlı HadCM3 gridinde yer aldığı görülmektedir.

NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip bu veriler ile $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip HadCM3 iklim modeline ait 20C3M,

SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 senaryolarının karşılıklı var olan atmosferik parametreleri Tablo 5.52 'de listelenmiştir. Tablodaki X işareti ilgili parametrenin kullanılan gride olmadığını, √ işareti ise ilgili parametrenin varlığını sembolize etmektedir. * işaretli parametreler ise yüzeydeki (surface level) verileri göstermektedir.

Tablo 5.52 NCEP re-analiz - HadCM3 parametreleri

Parametreler	NCEP Re-analiz	20C3M (Run1)	SRES-A1B (Run1)	SRES-A2 (Run1)	SRES-B1 (Run1)
air850 (C)	√	√	√	√	√
hgt850(m)	√	√	√	√	√
rhum850(%)	√	√	√	√	√
shum850(gr/kg)	√	√	X	√	√
air500 (C)	√	√	√	√	√
hgt500(m)	√	√	√	√	√
rhum500(%)	√	√	√	√	√
shum500(gr/kg)	X	√	X	√	√
air200 (C)	√	√	√	√	√
hgt200(m)	√	√	√	√	√
air(C) *	√	√	√	√	√
press(mb) *	√	√	√	√	√
shum(%) *	√	X	√	X	√
slp (mb) *	√	√	√	√	√
p (kg/m ²) *	√	√	√	√	√

Tablo 5.52'de Parametreler sütununda;

850,500 ve 200: mb cinsinden basınç yüksekliklerini,

air : hava sıcaklığını,

hgt : geopotansiyel yüksekliği,

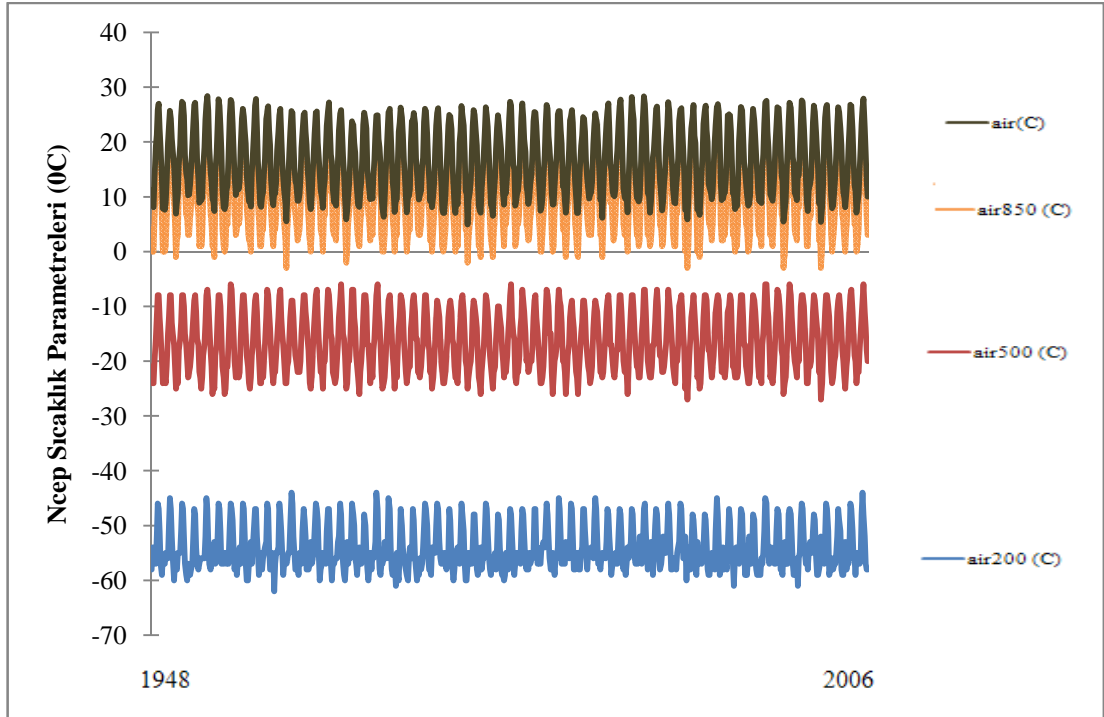
rhum : rölatif nemi,

shum : spesifik nemi,
 press : yüzey basıncını,
 slp : deniz yüzeyi basıncını,
 p : yağışı temsil etmektedir.

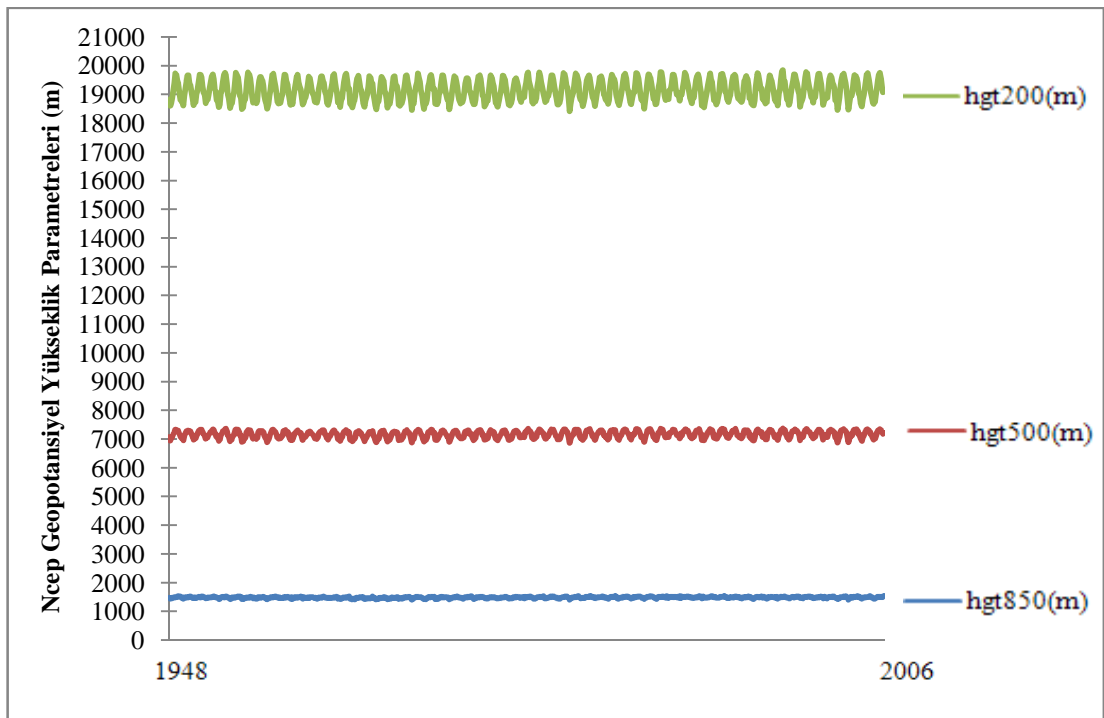
Ölçek indirgeme aşamasında belirlenen strateji, öncelikle NCEP/NCAR grid değerleri ile istasyonlarda ölçülmüş, bağımlı değişkenler olarak tanımlanan yağış ve sıcaklık verileri arasında ölçek indirgeme fonksiyonlarının kurulması, irdelenen istatistiksel ilişkiler anlamlı düzeye eriştiğinde, HadCM3 modelinin 2010-2099 dönemini kapsayan verileri ile geleceğe yönelik tahminlerinin kurulan bu fonksiyon yardımıyla belirlenmesidir. Bu nedenle re-analiz verileri ile kurulan indirgeme fonksiyonlarındaki değişkenlerin HadCM3 verileri arasında da mevcut olması gerekmektedir. Bu sebeple Tablo 5.52’de gösterilen 15 parametreden, NCEP re-analiz ve 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 HadCM3 verilerine ait olan, ortak 12 parametre tespit edilmiş ve Tablo 5.53’te gösterilmiştir. Tespit edilen parametreler ve zamana göre değişimleri ise Şekil 5.52- 5.56’da verilmiştir.

Tablo 5.53 NCEP re-analiz - HadCM3 ortak parametreleri

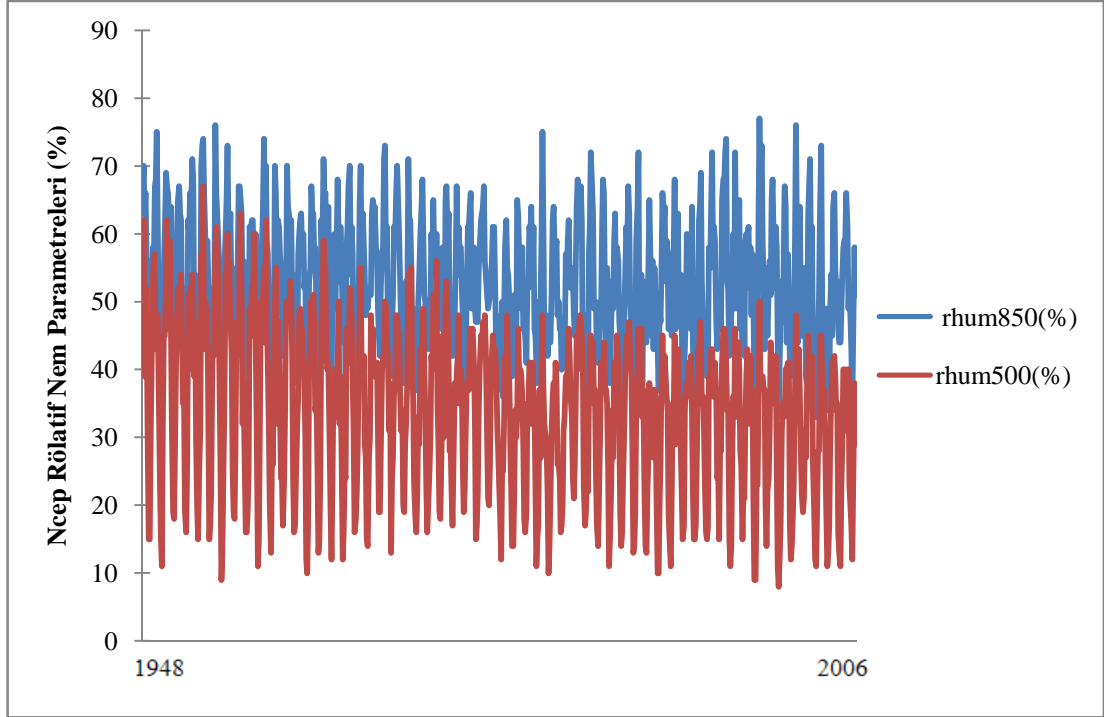
Parametreler	NCEP Re-analiz	20C3M (Run1-2)	SRES-A1B (Run1)	SRES-A2 (Run1)	SRES-B1 (Run1)
air850 (C)	√	√	√	√	√
hgt850(m)	√	√	√	√	√
rhum850(%)	√	√	√	√	√
air500 (C)	√	√	√	√	√
hgt500(m)	√	√	√	√	√
rhum500(%)	√	√	√	√	√
air200 (C)	√	√	√	√	√
hgt200(m)	√	√	√	√	√
air(C) *	√	√	√	√	√
press(mb) *	√	√	√	√	√
slp (mb) *	√	√	√	√	√
p (kg/m ²) *	√	√	√	√	√



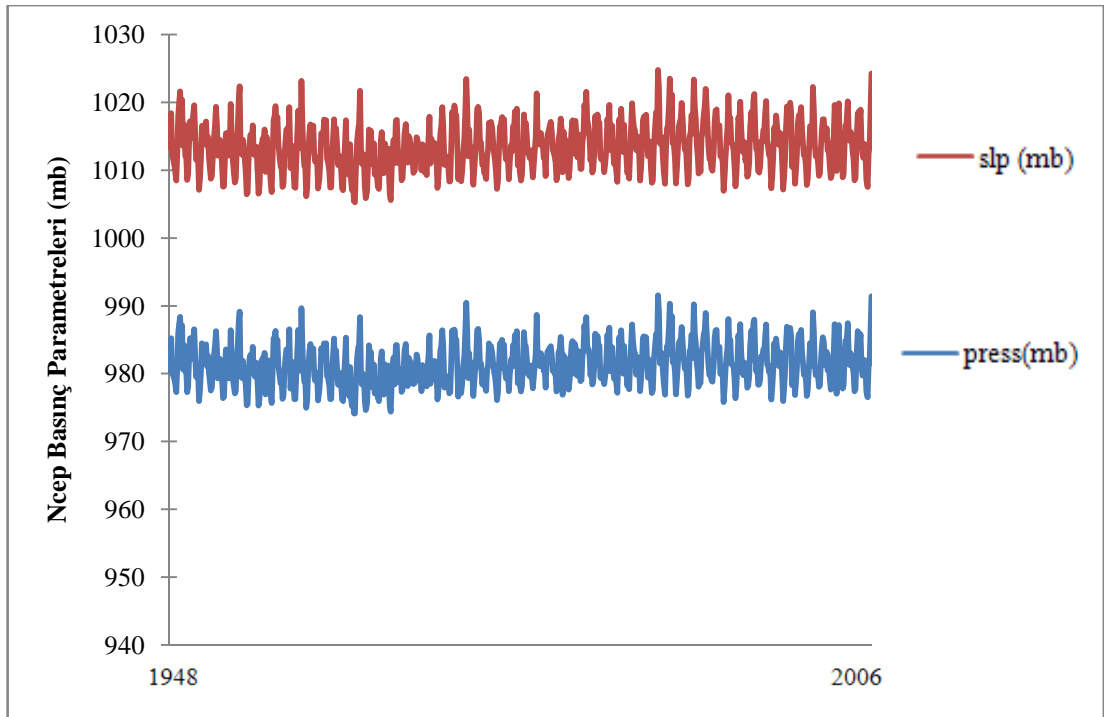
Şekil 5.52 1948-2006 Dönemini Kapsayan Ncep Re-Analiz Sıcaklık Parametreleri ($^{\circ}\text{C}$)



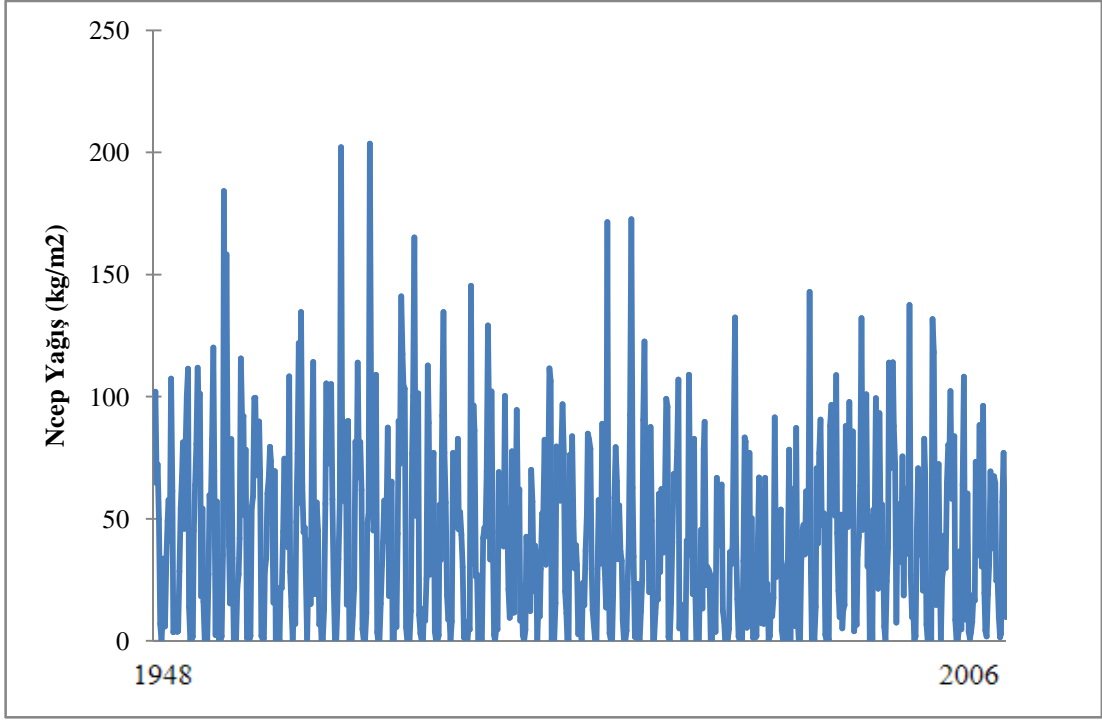
Şekil 5.53 1948-2006 Dönemini Kapsayan Ncep Re-Analiz Geopotansiyel Yükseklik Parametreleri(m)



Şekil 5.54 1948-2006 Dönemini Kapsayan Ncep Re-Analiz Rölatif Nem Parametreleri (%)

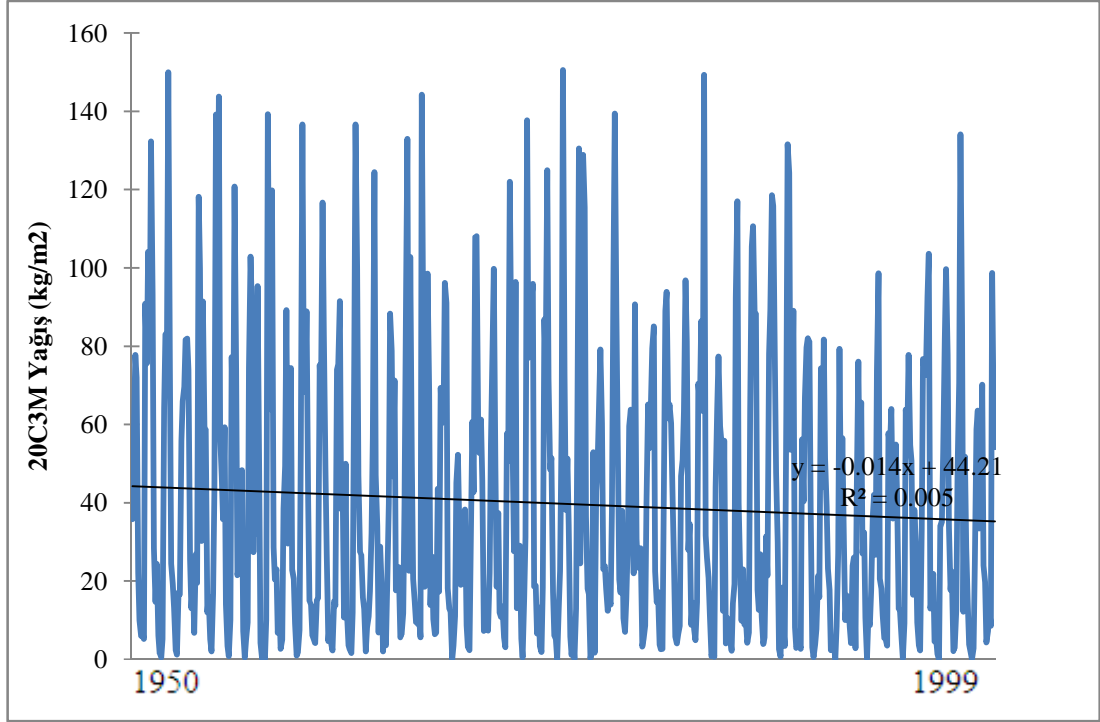


Şekil 5.55 1948-2006 Dönemini Kapsayan Ncep Re-Analiz Basınç Parametreleri (mb)

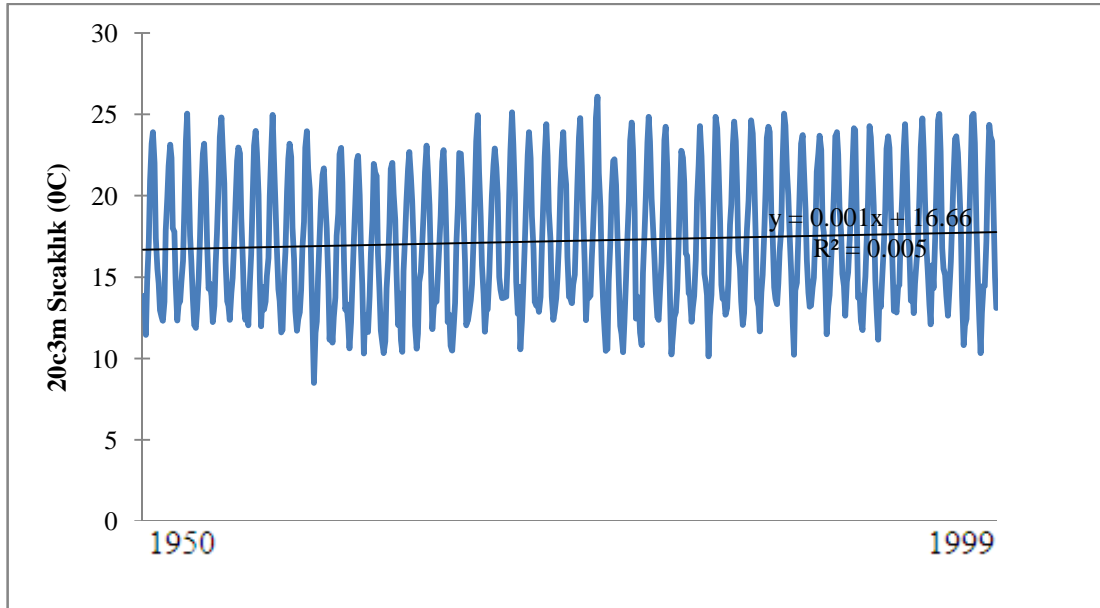


Şekil 5.56 1948-2006 Dönemini Kapsayan Ncep Re-Analiz Yağış Parametreleri (kg/m²)

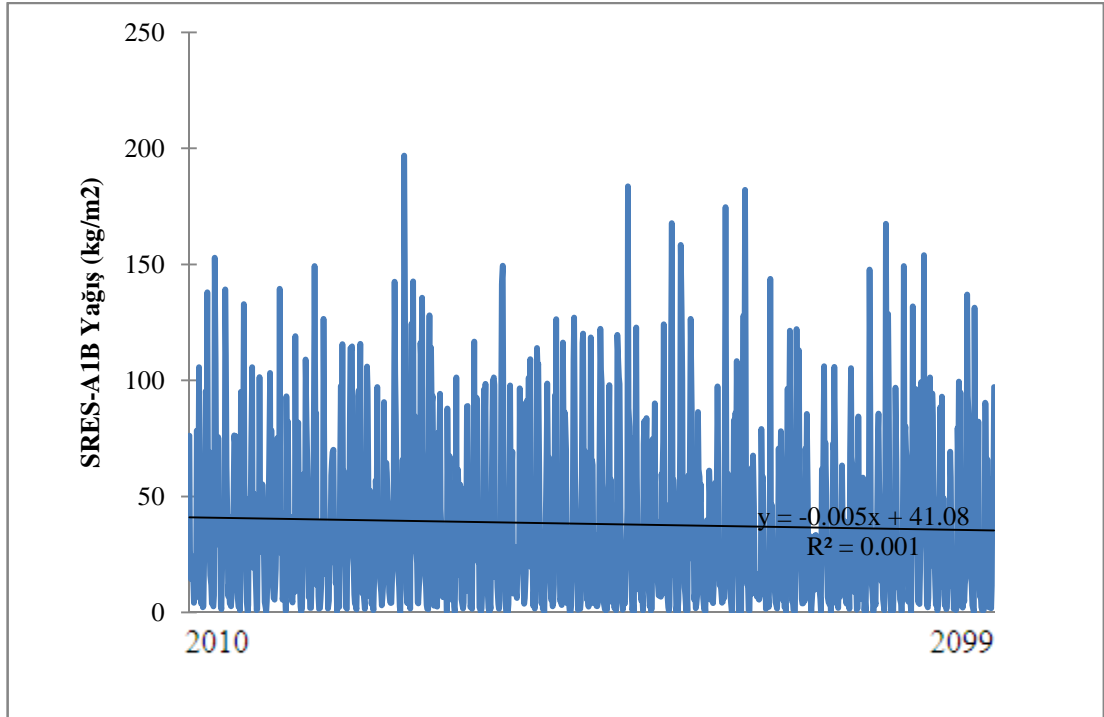
HadCM3 modelinin 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait indirgenmemiş yağış (p) (kg/m²) ve yüzey sıcaklığı (air) (°C) değerlerinin değişimi ise Şekil 5.57-5.64'te grafik olarak gösterilmiştir.



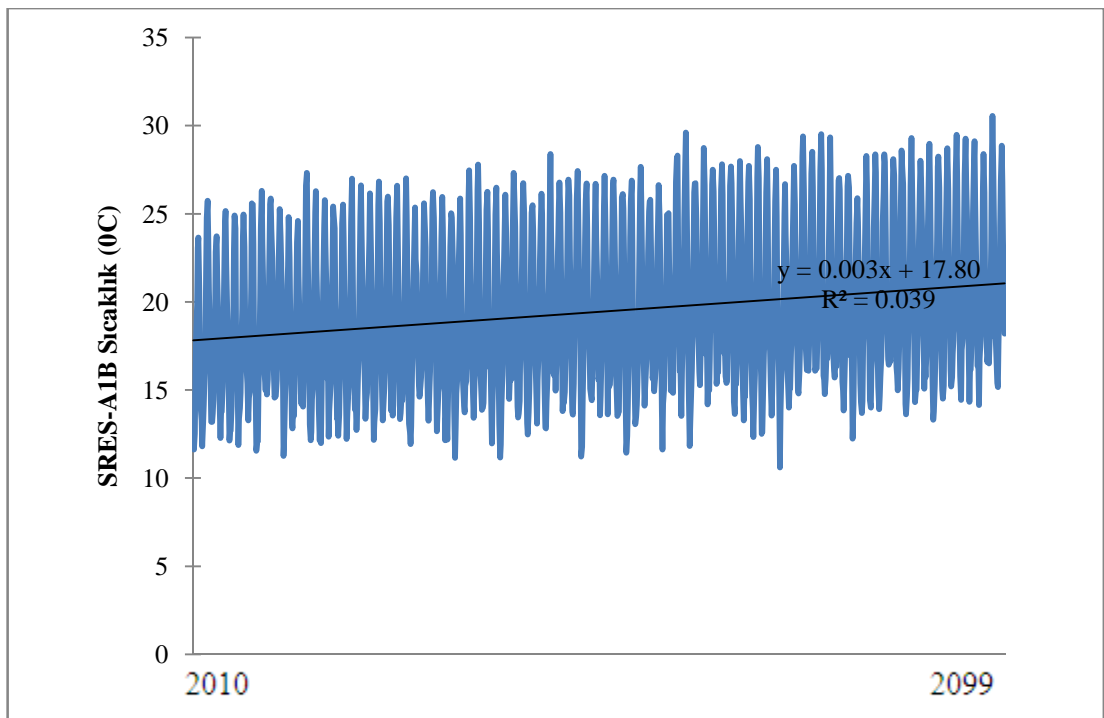
Şekil 5.57 1950-1999 Dönemini Kapsayan HadCM3 20c3m Yağış Parametreleri (kg/m²)



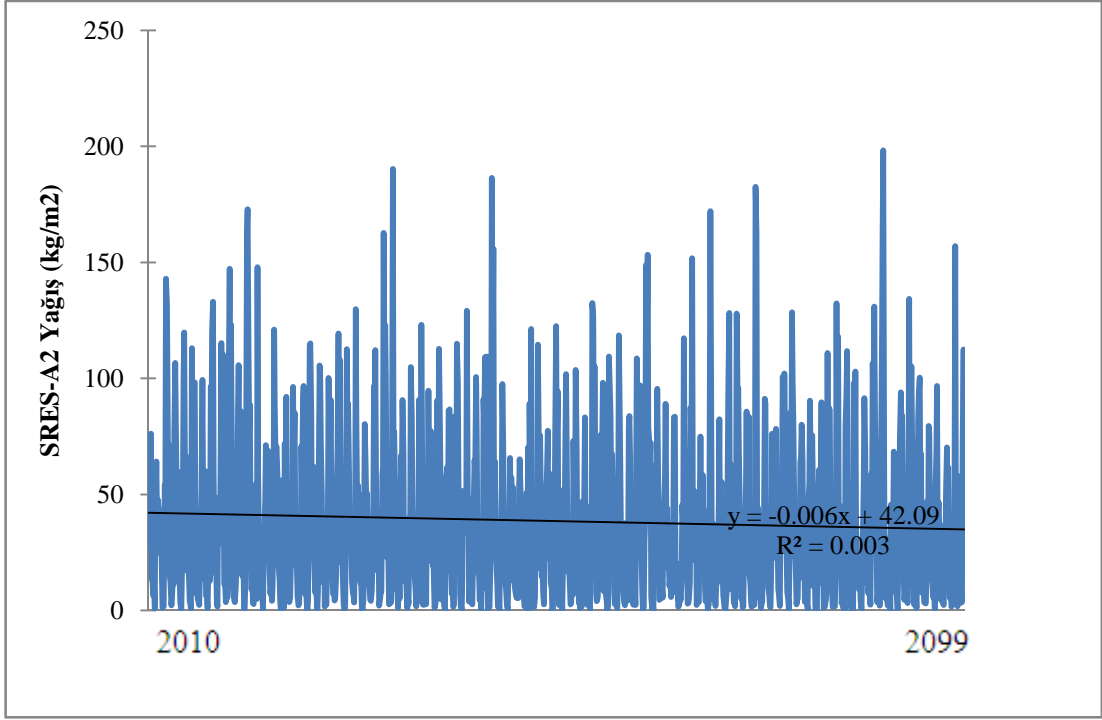
Şekil 5.58 1950-1999 Dönemini Kapsayan HadCM3 20c3m Sıcaklık Parametreleri (°C)



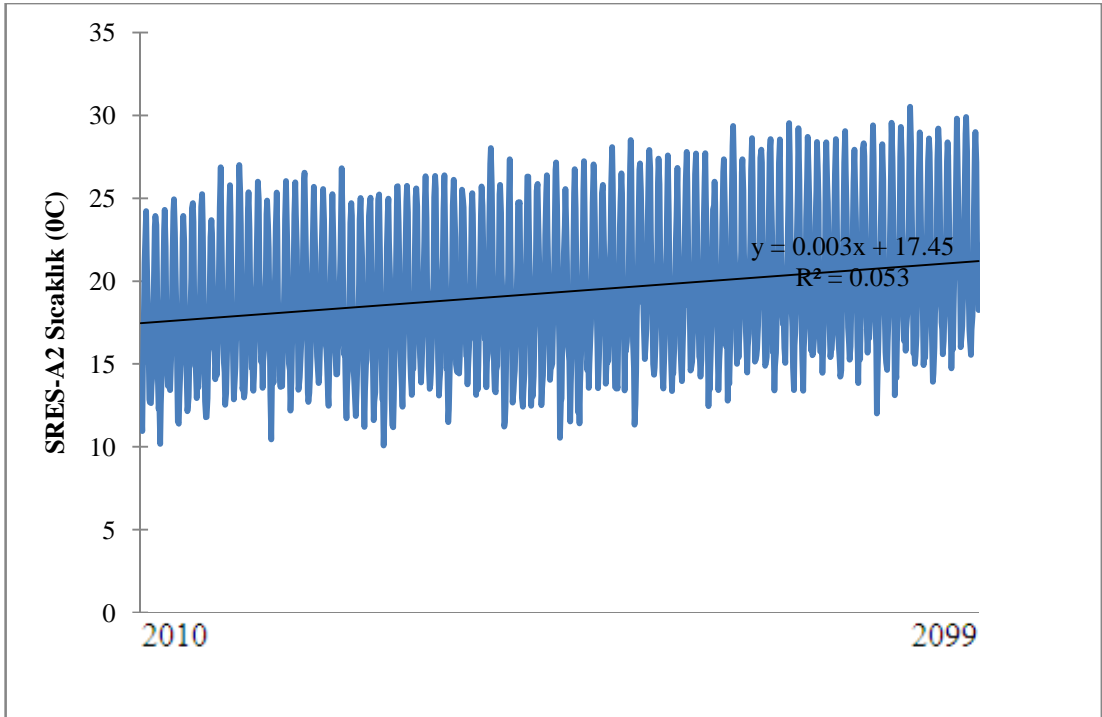
Şekil 5.59 2010-2099 Dönemini Kapsayan HadCM3 SRES-A1B Yağış Parametreleri (kg/m²)



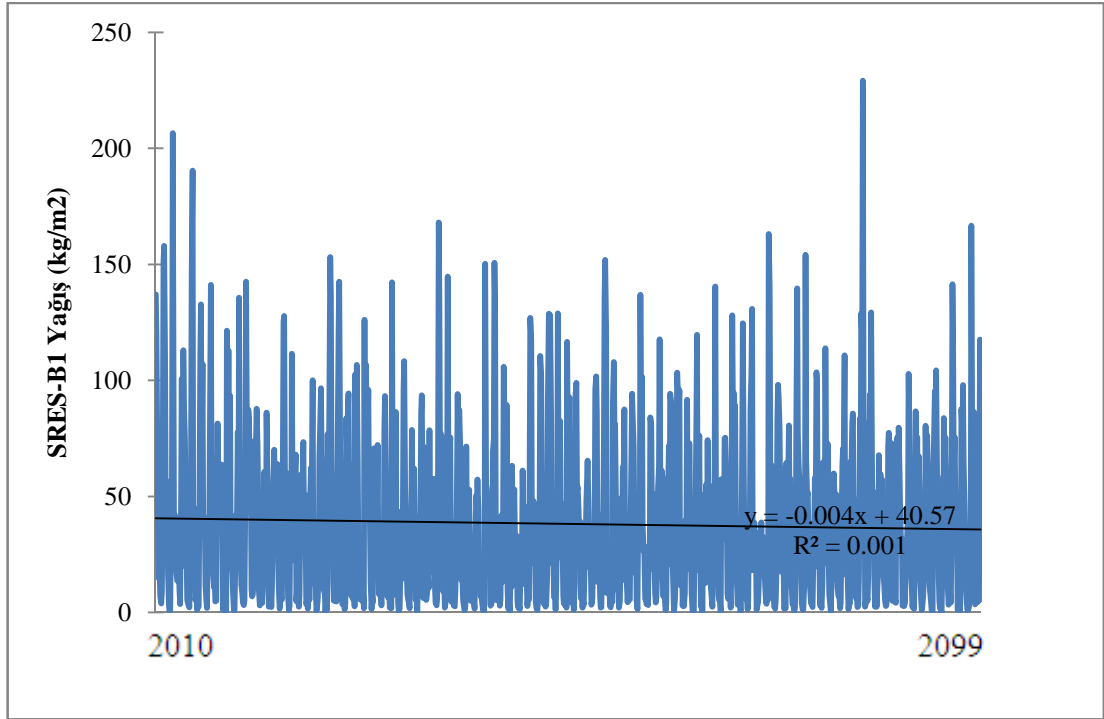
Şekil 5.60 2010-2099 Dönemini Kapsayan HadCM3 SRES-A1B Sıcaklık Parametreleri (°C)



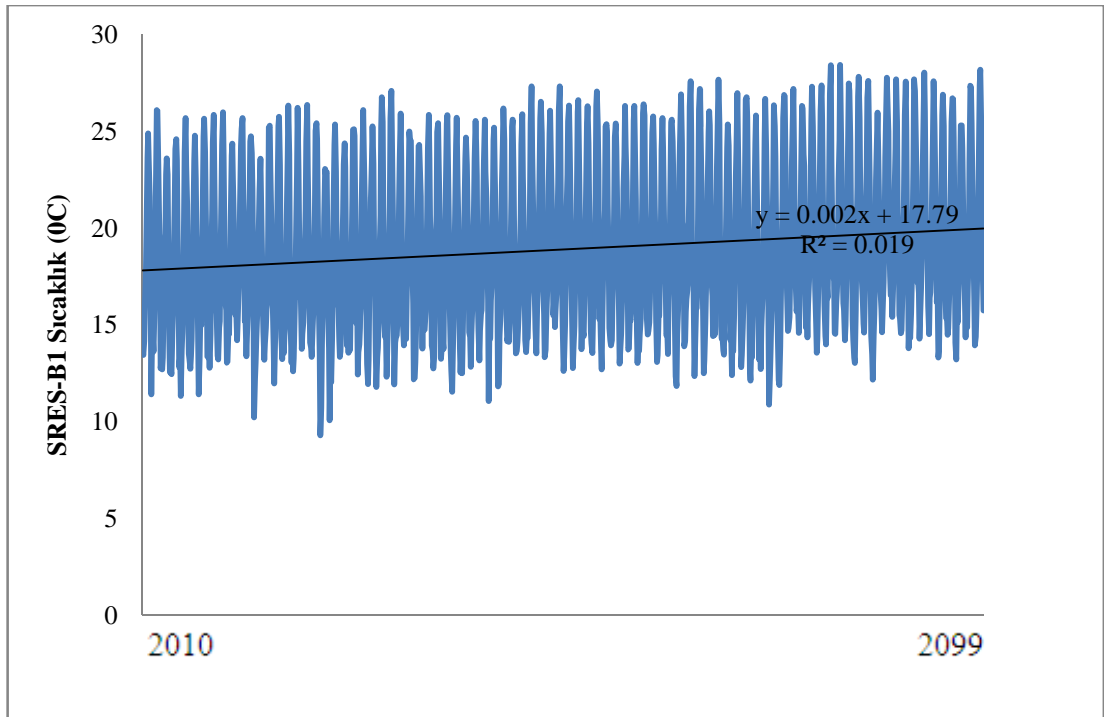
Şekil 5.61 2010-2099 Dönemini Kapsayan HadCM3 SRES-A2 Yağış Parametreleri (kg/m²)



Şekil 5.62 2010-2099 Dönemini Kapsayan HadCM3 SRES-A2 Sıcaklık Parametreleri (°C)



Şekil 5.63 2010-2099 Dönemini Kapsayan HadCM3 SRES-B1 Yağış Parametreleri (kg/m²)



Şekil 5.64 2010-2099 Dönemini Kapsayan HadCM3 SRES-B1 Sıcaklık Parametreleri (°C)

5.5 NCEP/NCAR Re-Analiz Verilerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri

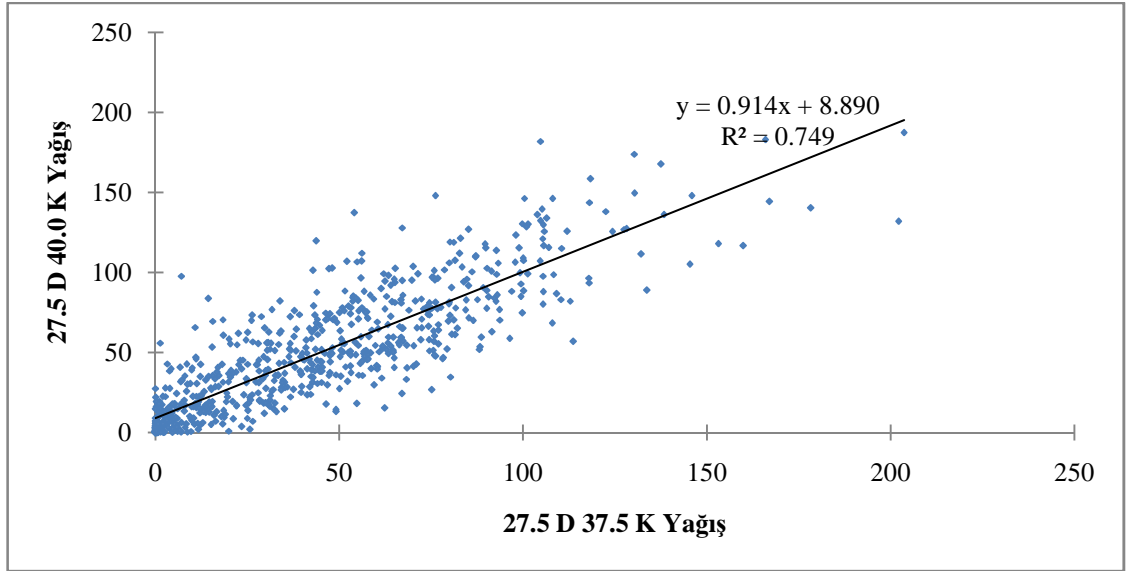
NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip yağış ve yüzey sıcaklığı parametrelerinin temel istatistikleri hesaplanmış ve trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Bölgesel değişimleri de görmek açısından uygulama sahasıyla birlikte çevresindeki üç gride de yağış ve sıcaklık parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Tablo 5.54 gridlere ait yağış verilerinin, Tablo 5.55 ise sıcaklık verilerinin temel istatistiklerini göstermektedir. (Tablodaki koyu rakamlar uygulama bölgesini temsil etmektedir). Tez kapsamında kullanılan grid parametreleri ile diğer grid parametreleri arasındaki korelasyon-regresyon ilişkileri de Şekil 5.65-Şekil 5.70'de gösterilmiştir.

Tablo 5.54 Proje kapsamına giren Ncep re-analiz yağış değerlerinin istatistikleri (1948-2008)

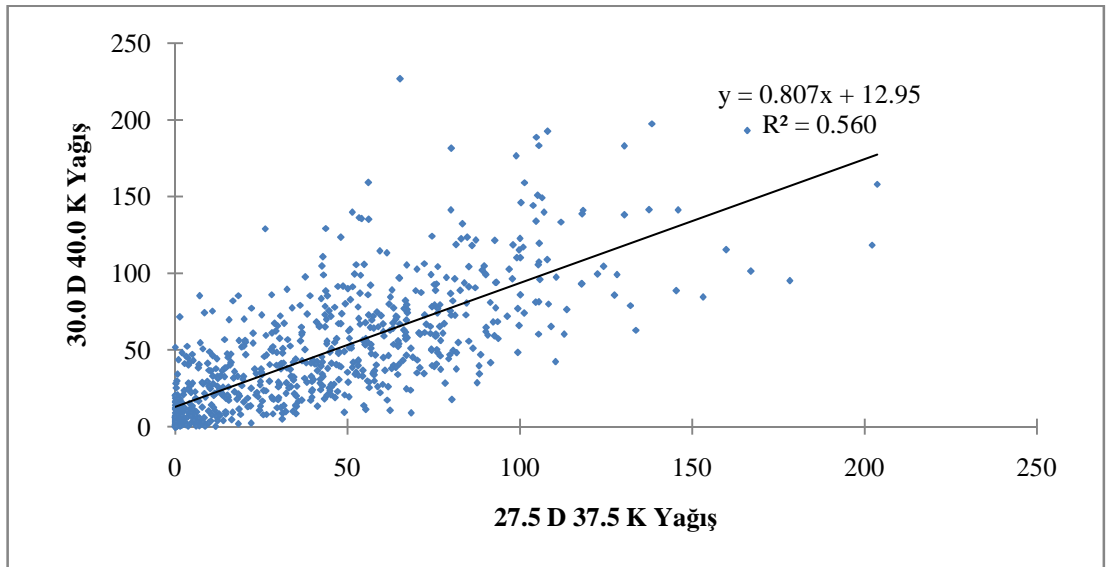
		Veri sayısı	Ortalama (mm)	Std sapma (mm)	Değişkenlik	Çarpıklık	Basıklık
27.5 ⁰ D 40.0 ⁰ K	Yıllık	61	561.57	113.74	0.20	0.03	-0.54
	Aylık	732	46.80	38.61	0.82	0.79	0.18
27.5 ⁰ D 37.5 ⁰ K	Yıllık	61	497.21	107.77	0.22	0.04	-0.49
	Aylık	732	41.43	36.53	0.88	0.92	0.86
30.0 ⁰ D 40.0 ⁰ K	Yıllık	61	556.86	120.59	0.22	0.30	-0.29
	Aylık	732	46.41	39.39	0.85	1.14	1.47
30.0 ⁰ D 37.5 ⁰ K	Yıllık	61	448.12	100.82	0.22	-0.12	-0.52
	Aylık	732	37.34	33.60	0.90	0.96	0.69

Tablo 5.55 Proje kapsamına giren Ncep re-analiz sıcaklık değerlerinin istatistikleri (1948-2008)

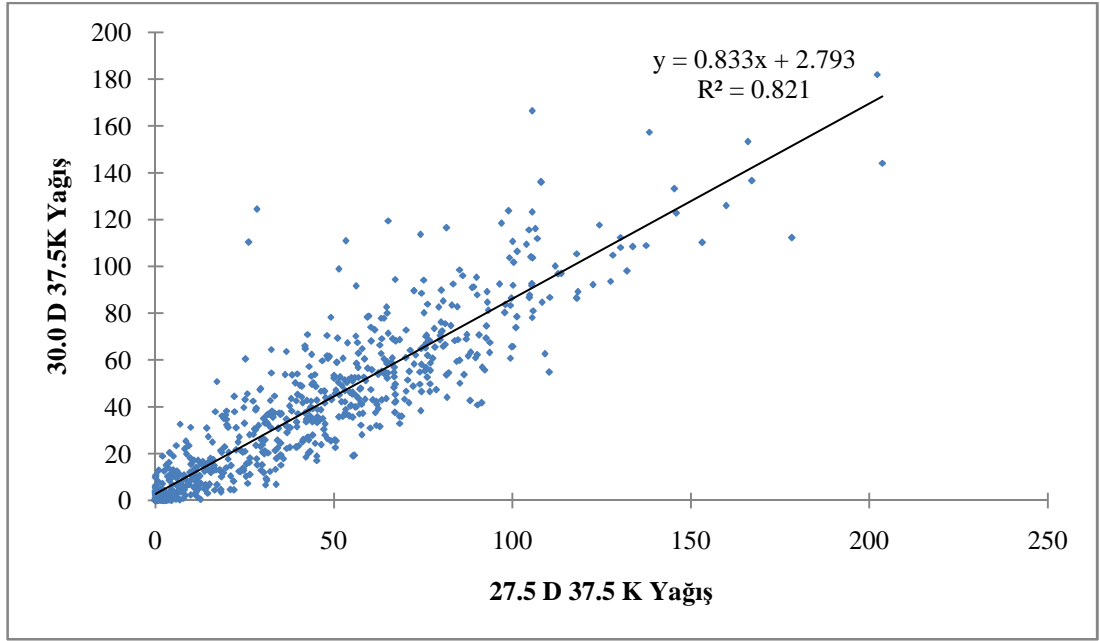
		Veri sayısı	Ortalama (°C)	Std sapma (°C)	Değişkenlik	Çarpıklık	Basıklık
27.5 ⁰ D 40.0 ⁰ K	Yıllık	61	14.73	0.70	0.05	0.26	0.75
	Aylık	732	14.73	7.06	0.48	0.06	-1.33
27.5 ⁰ D 37.5 ⁰ K	Yıllık	61	16.61	0.54	0.03	-0.01	0.05
	Aylık	732	16.61	6.42	0.39	0.17	-1.33
30.0 ⁰ D 40.0 ⁰ K	Yıllık	61	11.45	0.66	0.06	0.21	-0.10
	Aylık	732	11.45	7.76	0.68	0.00	-1.31
30.0 ⁰ D 37.5 ⁰ K	Yıllık	61	13.87	0.57	0.04	-0.07	-0.81
	Aylık	732	13.87	7.84	0.57	0.10	-1.32



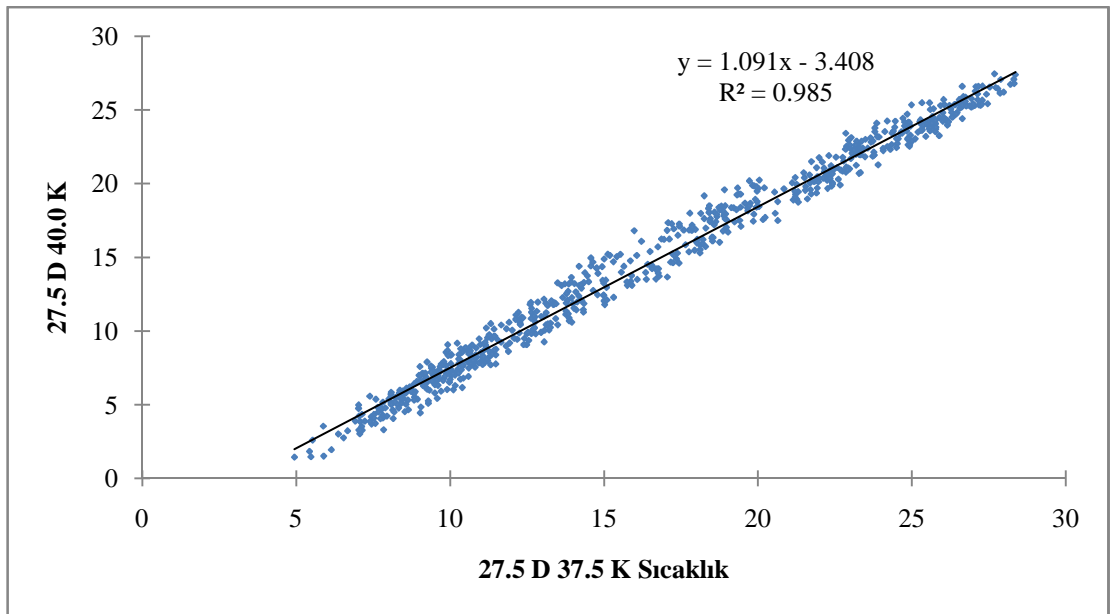
Şekil 5.65 NCEP re-analiz 27.5⁰D 37.5⁰K grid yağışları ile 27.5⁰D 40.0⁰K grid yağışları arasındaki korelasyon-regresyon



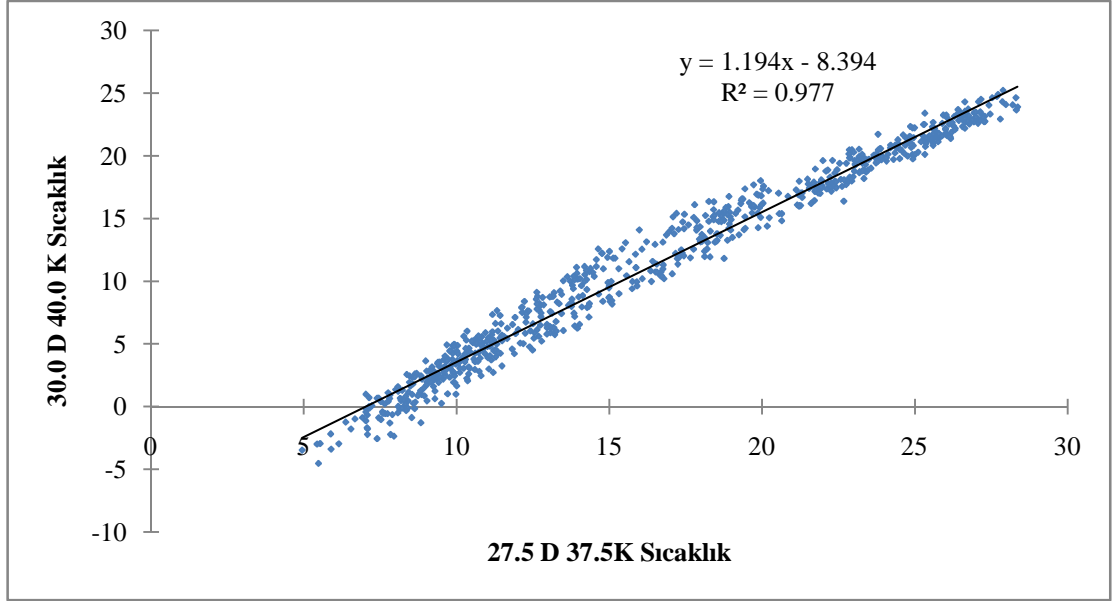
Şekil 5.66 NCEP re-analiz 27.5⁰D 37.5⁰K grid yağışları ile 30.0⁰D 40.0⁰K grid yağışları arasındaki korelasyon-regresyon



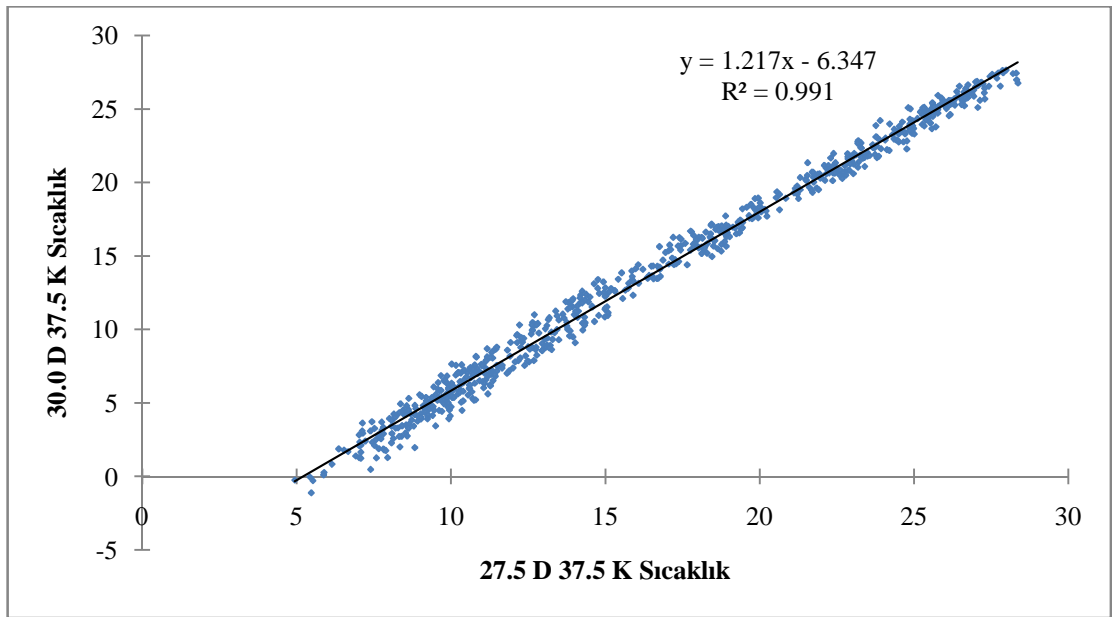
Şekil 5.67 NCEP re-analiz 27.5⁰D 37.5⁰K grid yağışları ile 30.0⁰D 37.5⁰K grid yağışları arasındaki korelasyon-regresyon



Şekil 5.68 NCEP re-analiz 27.5⁰D 37.5⁰K grid sıcaklıkları ile 27.5⁰D 40.0⁰K grid sıcaklıkları arasındaki korelasyon-regresyon



Şekil 5.69 NCEP re-analiz 27.5⁰D 37.5⁰K grid sıcaklıkları ile 30.0⁰D 40.0⁰K grid sıcaklıkları arasındaki korelasyon-regresyon



Şekil 5.70 NCEP re-analiz 27.5⁰D 37.5⁰K grid sıcaklıkları ile 30.0⁰D 37.5⁰K grid sıcaklıkları arasındaki korelasyon-regresyon

NCEP/NCAR re-analiz verilerine ait yağış ve ortalama sıcaklık parametrelerinin trend durumlarını belirlemek amacıyla %95 anlam seviyesinde uygulanan KK-t, Mann-Kendall ve Spearman's Rho test sonuçları Tablo 5.56-5.57'de toplu olarak verilmiştir. Çizelgede normallik özelliği göstermeyen ve varyansları homojen olmayan dizilerdeki verilere uygulanan KK-t yöntemi sonuçları güvenilir olmadığından, bu test sonuçları aynı veri için uygulanan diğer parametrik olmayan test sonuçları ile karşılaştırmak amacıyla verilmiştir. Tablolardaki altı çizili rakamlar trendin varlığını, işareti ise azalış ya da artış eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde, her grid için yapılan her üç testin de birbirine oldukça yakın neticeler verdiği görülmektedir. Bu bağlamda açıklayıcı olması bakımından "Mevsimsel Kendall" testleri ile de sonuçlar incelenmiştir (Tablo 5.58-5.59). Bu test, zaman serisinde normallik şartına bakılmaksızın mevsimsel değişkenli zaman serileri için rahatlıkla kullanılabilir.

Yapılan inceleme sonucu 4 grid için de kış ve ilkbahar dönemine ait yağış miktarlarında anlamlı düzeyde azalan trendler ($Z = -2$ ila -4) mevcuttur. $27.5^0D 37.5^0 K$, $30.0^0D 40.0^0K$ ve $30.0^0D 37.5^0 K$ grid değerlerinde sonbahar dönemine ait yağışlardaki artış eğilimleri ise dikkat çekicidir. Özellikle proje alanı içinde kullanılan gridin kış dönemindeki yağışların anlamlı azalış eğilimleri, istasyon yağış trendleri ile paralellik taşıması da önem arz etmektedir.

Sıcaklık trendleri dikkate alındığında ise gridler arası farklılıklara rastlanmıştır. $30.0^0D 40.0^0K$ ve $30.0^0D 37.5^0K$ grid kapsamında kış sıcaklıklarında azalış eğilimleri gözlenirken, diğer gridlere ait sıcaklıklarda böyle bir durum gözlenmemiştir ancak genel olarak yaz sıcaklıklarında anlamlı derecede artış eğilimleri vardır diyebiliriz. Çalışma alanı içine giren gride ait ilkbahar ve özellikle yaz - yıllık ortalama sıcaklık trendleri ise 1.96 istatistik sınırının üzerine çıkarak oldukça anlamlı düzeyde artan trendler göstermişlerdir. Analiz sonuçları tablolar halinde aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 5.56 NCEP/NCAR Re-analiz Yağış Gözlemlerinin KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları ($Z_{kr}=\pm 1.96$, $t_{kr}=2.00$)

GRİD	N (yıl)	YÖNTEM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
27.5 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61	KK-t t	<u>-3.91</u>	-1.75	<u>-2.38</u>	-1.27	<u>-2.04</u>	-0.29	0.97	1.74	0.86	1.91	1.00	-1.15	<u>-2.89</u>
		M-K z	<u>-3.69</u>	-1.61	<u>-2.21</u>	-1.62	<u>-2.05</u>	-0.04	0.51	1.38	-0.36	1.79	1.18	-1.23	<u>-2.94</u>
		S-R z	<u>-3.74</u>	-1.68	<u>-2.28</u>	-1.74	<u>-2.06</u>	0.02	0.54	1.71	-0.30	1.69	1.12	-1.30	<u>-2.87</u>
27.5 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61	KK-t t	<u>-4.18</u>	-1.64	<u>-2.31</u>	-0.11	-1.49	0.22	1.04	<u>2.43</u>	1.60	1.20	1.01	-1.74	<u>-2.30</u>
		M-K z	<u>-4.15</u>	-1.40	<u>-2.16</u>	0.23	-1.61	0.35	0.69	1.28	1.21	0.77	1.43	-1.34	<u>-2.12</u>
		S-R z	<u>-4.18</u>	-1.48	<u>-2.12</u>	0.04	-1.72	0.41	0.92	1.68	1.25	0.78	1.47	-1.48	<u>-2.09</u>
30.0 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61	KK-t t	<u>-3.77</u>	<u>-2.21</u>	<u>-2.79</u>	-1.47	-1.81	0.21	1.02	2.30	0.03	<u>2.70</u>	<u>2.01</u>	-1.93	<u>-2.59</u>
		M-K z	<u>-3.22</u>	<u>-2.22</u>	<u>-2.11</u>	-1.56	-1.91	0.43	0.46	1.69	-0.45	<u>2.38</u>	1.76	<u>-2.13</u>	<u>-2.78</u>
		S-R z	<u>-3.41</u>	<u>-2.25</u>	<u>-2.23</u>	-1.76	<u>-1.99</u>	0.35	0.44	1.91	-0.50	<u>2.36</u>	1.80	<u>-2.22</u>	<u>-2.85</u>
30.0 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61	KK-t t	<u>-3.07</u>	<u>-2.11</u>	<u>-2.64</u>	-0.55	-1.01	0.95	1.72	<u>2.69</u>	1.63	1.81	1.46	<u>-2.42</u>	-1.70
		M-K z	<u>-3.29</u>	-1.81	<u>-2.46</u>	-0.29	-0.88	1.29	0.71	<u>1.98</u>	1.44	1.65	1.73	<u>-2.13</u>	-1.75
		S-R z	<u>-3.35</u>	-1.82	<u>-2.47</u>	-0.44	-1.07	1.40	1.06	<u>2.17</u>	1.49	1.66	1.80	<u>-2.28</u>	-1.84

Tablo 5.57 NCEP/NCAR Re-analiz Sıcaklık Gözlemlerinin KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları ($Z_{kr}=\pm 1.96$, $t_{kr}=2.00$)

GRİD	N (yıl)	YÖNTEM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
27.5 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61	KK-t t	-0.61	-0.87	1.33	0.55	0.88	1.56	0.44	0.50	-0.13	0.13	-0.97	-1.09	0.17
		M-K z	-0.43	-1.03	1.41	0.77	0.69	1.04	0.24	0.69	0.49	0.24	-0.91	-0.82	0.84
		S-R z	-0.47	-0.90	1.46	0.78	0.77	1.10	0.30	0.57	0.42	0.20	-0.79	-0.88	0.56
27.5 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61	KK-t t	-0.17	-0.80	1.79	0.48	1.51	<u>2.37</u>	1.89	1.13	0.24	0.95	-0.16	-0.36	1.54
		M-K z	0.23	-0.91	1.62	0.49	1.52	<u>2.15</u>	1.79	1.34	0.52	0.79	-0.11	-0.55	1.79
		S-R z	0.13	-0.82	1.62	0.66	1.53	<u>2.12</u>	1.81	1.20	0.51	0.77	0.09	-0.55	1.77
30.0 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61	KK-t t	-1.77	<u>-2.23</u>	0.67	0.56	1.36	1.93	1.48	1.13	0.42	0.15	-1.51	-1.84	-0.63
		M-K z	-1.54	<u>-2.27</u>	0.80	0.60	1.04	1.30	1.45	1.06	0.82	0.04	-1.24	<u>-2.21</u>	-0.27
		S-R z	-1.53	<u>-2.26</u>	0.77	0.63	1.07	1.43	1.47	1.09	0.63	0.01	-1.25	<u>-2.09</u>	-0.33
30.0 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61	KK-t t	-1.65	<u>-2.28</u>	0.89	0.28	1.98	<u>2.40</u>	1.97	1.17	0.49	0.76	-0.71	-1.53	0.12
		M-K z	-1.62	<u>-2.27</u>	0.93	0.30	<u>2.00</u>	<u>2.42</u>	<u>2.15</u>	1.16	0.64	0.72	-0.59	-1.85	0.30
		S-R z	-1.60	<u>-2.27</u>	0.87	0.40	<u>2.09</u>	<u>2.40</u>	<u>2.30</u>	1.30	0.60	0.65	-0.50	-1.73	0.24

Tablo 5.58 NCEP/NCAR re-analiz Yağış Gözlemlerinin Mevsimsel Kendall Test sonuçları

				Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_T = \pm 1.96$)				
				VAR(S')	S'	Z _T	YORUM	
27.5 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	308344.333	-1290.000	-2.321	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		3 aylık	kış	77470.000	-1052.000	-3.776	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	77470.000	-948.000	-3.402	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			yaz	75999.667	291.000	1.052	TREND YOK	-
			sonbahar	77404.667	419.000	1.502	TREND YOK	-
27.5 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	302304.333	-779.000	-1.415	TREND YOK	-
		3 aylık	kış	77470.000	-1110.000	-3.984	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	77470.000	-570.000	-2.044	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			yaz	70163.000	353.000	1.329	TREND YOK	-
			sonbahar	77201.333	548.000	1.969	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
30.0 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	309524.667	-1109.000	-1.992	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		3 aylık	kış	77470.000	-1220.000	-4.380	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	77469.000	-899.000	-3.226	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			yaz	77132.333	416.000	1.494	TREND YOK	-
			sonbahar	77453.333	594.000	2.131	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
30.0 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	304457.333	-358.000	-0.647	TREND YOK	-
		3 aylık	kış	77469.000	-1165.000	-4.182	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			ilkbahar	77470.000	-586.000	-2.102	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			yaz	72383.000	617.000	2.290	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			sonbahar	77135.333	776.000	2.790	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ

Tablo 5.59 NCEP/NCAR re-analiz Sıcaklık Gözlemlerinin Mevsimsel Kendall Test sonuçları

				Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_T = \pm 1.96$)				
				VAR(S')	S'	Z _r	YORUM	
27.5 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	309880.000	388.000	0.695	TREND YOK	-
			kış	77470.000	-368.000	-1.319	TREND YOK	-
		3 aylık	ilkbahar	77470.000	464.000	1.663	TREND YOK	-
			yaz	77470.000	320.000	1.146	TREND YOK	-
			sonbahar	77470.000	-28.000	-0.097	TREND YOK	-
27.5 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	309879.000	1431.000	2.569	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			kış	77470.000	-200.000	-0.715	TREND YOK	-
		3 aylık	ilkbahar	77469.000	587.000	2.105	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			yaz	77470.000	850.000	3.050	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			sonbahar	77470.000	194.000	0.693	TREND YOK	-
30.0 ⁰ D 40.0 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	309880.000	-18.000	-0.031	TREND YOK	-
			kış	77470.000	-970.000	-3.481	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		3 aylık	ilkbahar	77470.000	396.000	1.419	TREND YOK	-
			yaz	77470.000	616.000	2.210	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			sonbahar	77470.000	-60.000	-0.212	TREND YOK	-
30.0 ⁰ D 37.5 ⁰ K	61 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	309871.333	644.000	1.155	TREND YOK	-
			kış	77470.000	-926.000	-3.323	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		3 aylık	ilkbahar	77470.000	522.000	1.872	TREND YOK	-
			yaz	77461.333	924.000	3.316	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
			sonbahar	77470.000	124.000	0.442	TREND YOK	-

5.6 HadCM3 Verilerinin Temel İstatistikleri ve Trend Analizleri

Bu bölümde HadCM3 verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip indirgenmemiş grid değişkenlerinin temel istatistikleri ve trend analizleri gösterilmektedir. Bu kapsamda ele alınan 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait yağış ve sıcaklık parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Tablo 5.60 ve 5.61’de bu senaryolara ait indirgenmemiş yağış ve sıcaklık verilerinin temel istatistikleri gösterilmiştir. Tablolarda görüleceği gibi sıcaklıklar açısından tüm dönemlerde ve yıllıklarda artış eğilimleri görülmekte, yağışlar için ise sadece ilkbahar, sonbahar ve yıllık dönemler de azalış eğilimleri görülmektedir. Ancak % 5 anlamlılık düzeyinde bunların nicel anlamda büyük farklılıklar taşımadığı ($z = -2$ ila -3.8) görülmektedir (Tablo 5.62-5.65).

Tablo 5.60 Proje kapsamına giren $26.25^{\circ}D$ $37.5^{\circ}K$ HadCM3 gridinin indirgenmemiş senaryo yağış değerlerinin istatistikleri

		Veri sayısı	Ortalama (mm)	Std sapma (mm)	Değişkenlik	Çarpıklık	Basıklık
20c3m (1950-1999)	Yıllık	50	476.73	78.41	0.16	-0.22	0.14
	Aylık	600	39.73	35.77	0.90	0.95	0.13
SRES-A1B (2010-2099)	Yıllık	90	458.88	95.64	0.21	0.11	-0.18
	Aylık	1080	38.24	37.90	0.99	1.13	0.75
SRES-A2 (2010-2099)	Yıllık	90	462.09	98.00	0.21	0.74	1.07
	Aylık	1080	38.51	37.45	0.97	1.17	1.06
SRES-B1 (2010-2099)	Yıllık	90	458.24	92.88	0.20	0.50	0.81
	Aylık	1080	38.19	37.42	0.98	1.28	1.53

Tablo 5.61 Proje kapsamına giren $26.25^{\circ}D$ $37.5^{\circ}K$ HadCM3 gridinin indirgenmemiş senaryo sıcaklık değerlerinin istatistikleri

		Veri sayısı	Ortalama ($^{\circ}C$)	Std sapma ($^{\circ}C$)	Değişkenlik	Çarpıklık	Basıklık
20c3m (1950-1999)	Yıllık	50	17.22	0.64	0.04	-0.44	-0.34
	Aylık	600	17.22	4.16	0.24	0.25	-1.18
SRES-A1B (2010-2099)	Yıllık	90	19.43	1.03	0.05	-0.09	-0.72
	Aylık	1080	19.43	4.69	0.24	0.33	-1.09
SRES-A2 (2010-2099)	Yıllık	90	19.34	1.19	0.06	0.07	-0.91
	Aylık	1080	19.34	4.71	0.24	0.32	-1.03
SRES-B1 (2010-2099)	Yıllık	90	18.88	0.76	0.04	0.15	-0.57
	Aylık	1080	18.88	4.51	0.24	0.30	-1.17

Tablo 5.62 HadCM3 İndirgenmemiş Yağış Gözlemlerinin KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları ($Z_{kr}=\pm 1.96$, $t_{kr,20c3m}=2.009$, $t_{kr,sres}=1.987$)

Senaryolar	N (yıl)	YÖNTEM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
<i>20c3m</i> (1950-1999)	50	KK-t t	0.08	-1.02	-0.79	-0.89	-1.63	-1.39	-0.89	0.56	-0.31	0.45	<u>-3.00</u>	-1.24	<u>-2.99</u>
		M-K z	0.15	-1.00	-0.82	-0.18	-0.87	-1.52	-0.50	0.60	-0.57	1.17	<u>-2.61</u>	-1.71	<u>-2.74</u>
		S-R z	0.23	-0.95	-0.81	-0.15	-0.83	-1.55	-0.34	0.59	-0.63	0.94	<u>-2.63</u>	-1.74	<u>-2.85</u>
<i>SRES-A1B</i> (2010-2099)	90	KK-t t	-1.76	-0.43	-0.65	-1.72	-1.83	<u>-3.15</u>	<u>2.40</u>	-1.19	<u>-2.15</u>	0.66	-1.61	1.10	-1.93
		M-K z	-1.48	-0.66	-0.93	-1.76	-1.65	<u>-2.91</u>	<u>2.08</u>	-0.84	<u>-2.73</u>	0.09	-1.77	1.35	-1.83
		S-R z	-1.54	-0.64	-0.83	-1.84	-1.65	<u>-2.91</u>	<u>2.22</u>	-0.88	<u>-2.59</u>	0.20	-1.77	1.24	-1.78
<i>SRES-A2</i> (2010-2099)	90	KK-t t	0.20	<u>-2.79</u>	-0.59	-1.23	-1.84	<u>-2.93</u>	0.62	-1.82	-0.40	-1.40	-0.90	-0.09	<u>-2.45</u>
		M-K z	0.00	<u>-2.48</u>	-0.36	-1.03	<u>-2.55</u>	<u>-2.36</u>	0.76	-0.99	-1.07	-1.35	-1.17	-0.33	<u>-2.58</u>
		S-R z	-0.03	<u>-2.56</u>	-0.32	-0.99	<u>-2.61</u>	<u>-2.42</u>	0.84	-0.88	-0.94	-1.39	-1.11	-0.30	<u>-2.56</u>
<i>SRES-B1</i> (2010-2099)	90	KK-t t	-0.49	-0.23	0.72	0.15	-0.70	-0.93	-1.38	-0.52	-1.02	-1.55	-0.62	-0.93	-1.68
		M-K z	0.38	-0.45	0.94	0.22	0.10	<u>-2.24</u>	-0.74	-0.85	-1.16	-1.17	-0.47	-1.00	-1.32
		S-R z	0.43	-0.49	0.94	0.18	0.09	<u>-2.20</u>	-0.61	-0.92	-1.09	-1.20	-0.34	-1.02	-1.27

Tablo 5.63 HadCM3 İndirgenmemiş Sıcaklık Gözlemlerinin KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları ($Z_{kr}=\pm 1.96$, $t_{kr,20c3m}=2.009$, $t_{kr,sres}=1.987$)

Senaryolar	N (yıl)	YÖNTEM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
20c3m (1950-1999)	50	KK-t t	0.45	0.32	<u>3.55</u>	1.83	<u>2.36</u>	<u>2.93</u>	<u>3.49</u>	<u>2.20</u>	<u>3.24</u>	1.61	1.22	<u>2.06</u>	<u>3.50</u>
		M-K z	0.23	0.02	<u>3.45</u>	1.47	<u>2.19</u>	<u>2.53</u>	<u>3.01</u>	1.46	<u>2.98</u>	1.57	1.27	1.81	<u>3.09</u>
		S-R z	0.38	0.33	<u>3.41</u>	1.53	<u>2.22</u>	<u>2.47</u>	<u>3.02</u>	1.79	<u>2.96</u>	1.60	1.29	1.95	<u>3.25</u>
SRES-A1B (2010-2099)	90	KK-t t	<u>5.17</u>	<u>5.43</u>	<u>9.40</u>	<u>12.41</u>	<u>10.57</u>	<u>10.44</u>	<u>10.07</u>	<u>12.72</u>	<u>14.14</u>	<u>7.64</u>	<u>6.56</u>	<u>5.80</u>	<u>18.25</u>
		M-K z	<u>4.80</u>	<u>4.82</u>	<u>7.41</u>	<u>8.36</u>	<u>7.74</u>	<u>7.79</u>	<u>7.70</u>	<u>8.50</u>	<u>9.12</u>	<u>6.27</u>	<u>5.38</u>	<u>5.02</u>	<u>9.86</u>
		S-R z	<u>4.60</u>	<u>4.78</u>	<u>6.89</u>	<u>7.62</u>	<u>7.12</u>	<u>6.99</u>	<u>7.00</u>	<u>7.60</u>	<u>8.01</u>	<u>5.86</u>	<u>5.30</u>	<u>4.92</u>	<u>8.40</u>
SRES-A2 (2010-2099)	90	KK-t t	<u>5.65</u>	<u>8.10</u>	<u>10.12</u>	<u>12.45</u>	<u>11.63</u>	<u>11.96</u>	<u>13.91</u>	<u>17.21</u>	<u>13.89</u>	<u>9.48</u>	<u>7.25</u>	<u>6.65</u>	<u>19.51</u>
		M-K z	<u>5.16</u>	<u>6.55</u>	<u>7.75</u>	<u>8.58</u>	<u>7.83</u>	<u>8.06</u>	<u>8.81</u>	<u>9.54</u>	<u>8.77</u>	<u>7.24</u>	<u>6.08</u>	<u>5.83</u>	<u>10.09</u>
		S-R z	<u>5.08</u>	<u>6.28</u>	<u>7.06</u>	<u>7.66</u>	<u>7.31</u>	<u>7.49</u>	<u>7.84</u>	<u>8.24</u>	<u>7.75</u>	<u>6.71</u>	<u>5.72</u>	<u>5.81</u>	<u>8.44</u>
SRES-B1 (2010-2099)	90	KK-t t	<u>3.99</u>	<u>4.16</u>	<u>4.35</u>	<u>7.47</u>	<u>4.59</u>	<u>10.12</u>	<u>7.39</u>	<u>8.79</u>	<u>7.69</u>	<u>5.03</u>	<u>5.02</u>	<u>5.28</u>	<u>12.31</u>
		M-K z	<u>3.65</u>	<u>3.73</u>	<u>3.96</u>	<u>5.96</u>	<u>4.26</u>	<u>7.57</u>	<u>6.07</u>	<u>6.78</u>	<u>6.17</u>	<u>4.18</u>	<u>4.62</u>	<u>4.60</u>	<u>8.47</u>
		S-R z	<u>3.64</u>	<u>3.81</u>	<u>3.95</u>	<u>5.82</u>	<u>4.22</u>	<u>6.87</u>	<u>5.70</u>	<u>6.35</u>	<u>5.97</u>	<u>4.09</u>	<u>4.51</u>	<u>4.39</u>	<u>7.54</u>

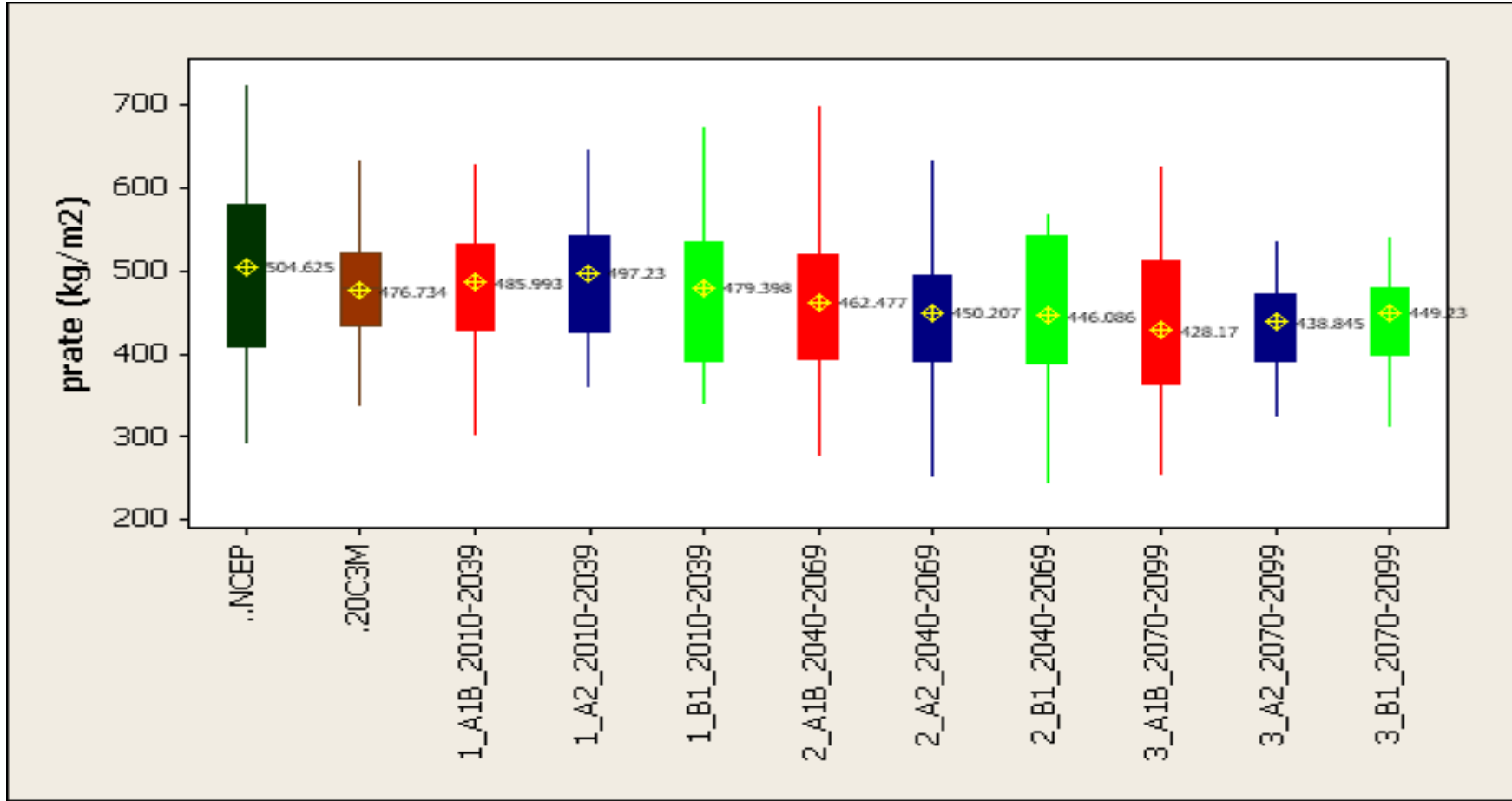
Tablo 5.64 HadCM3 İndirgenmemiş Yağış Gözlemlerinin Mevsimsel Kendall Test sonuçları

				Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_r = \pm 1.96$)				
				VAR(S')	S'	Z _r	YORUM	
20C3M	50 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	171500.000	-946.000	-2.282	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			3 aylık	kış	42875.000	-307.000	-1.478	TREND YOK
		ilkbahar		42875.000	-227.000	-1.091	TREND YOK	-
		yaz		42875.000	-171.000	-0.821	TREND YOK	-
		sonbahar	42875.000	-241.000	-1.159	TREND YOK	-	
SRES-A1B	90 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	987900.000	-3228.000	-3.247	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			3 aylık	kış	246975.000	-229.000	-0.459	TREND YOK
		ilkbahar		246975.000	-1251.000	-2.515	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz		246975.000	-483.000	-0.970	TREND YOK	-
		sonbahar	246975.000	-1265.000	-2.543	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ	
SRES-A2	90 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	987900.000	-3716.000	-3.738	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
			3 aylık	kış	246975.000	-809.000	-1.626	TREND YOK
		ilkbahar		246975.000	-1133.000	-2.278	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz		246975.000	-743.000	-1.493	TREND YOK	-
		sonbahar	246975.000	-1031.000	-2.073	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ	
SRES-B1	90 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	987900.000	-1848.000	-1.858	TREND YOK	-
			3 aylık	kış	246975.000	-307.000	-0.616	TREND YOK
		ilkbahar		246975.000	367.000	0.736	TREND YOK	-
		yaz		246975.000	-1103.000	-2.217	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		sonbahar	246975.000	-805.000	-1.618	TREND YOK	-	

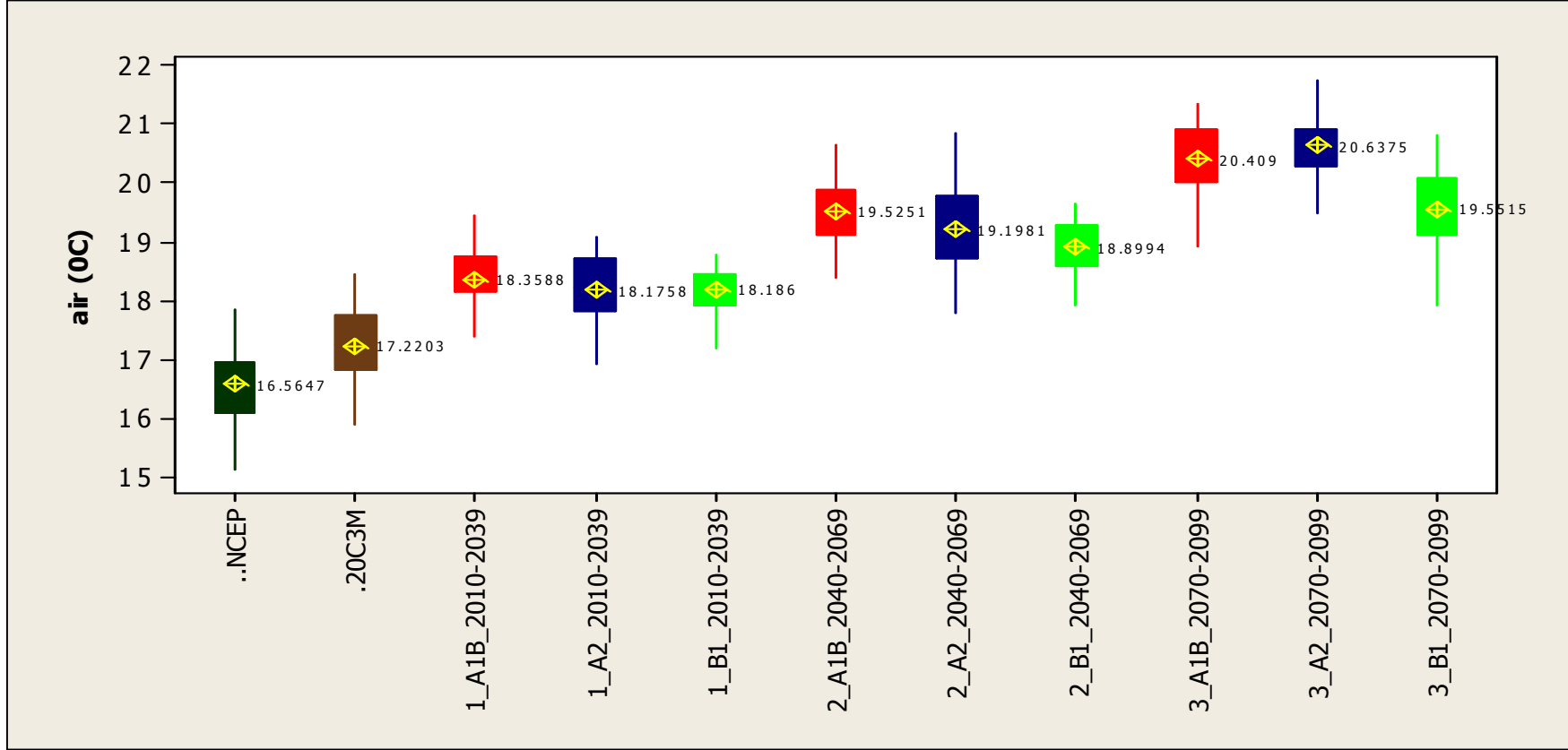
Tablo 5.65 HadCM3 İndirgenmemiş Sıcaklık Gözlemlerinin Mevsimsel Kendall Test sonuçları

				Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_r = \pm 1.96$)				
				VAR(S')	S'	Zr	YORUM	
20C3M	50 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	171500.000	2640.000	6.372	TREND VAR ARTIŞ TRENDİ	
			3 aylık	kış	42875.000	249.000	1.198	TREND YOK
		ilkbahar		42875.000	853.000	4.115	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		yaz		42875.000	839.000	4.047	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		sonbahar		42875.000	699.000	3.371	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
SRES-A1B	90 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	987900.000	23798.000	23.942	TREND VAR ARTIŞ TRENDİ	
			3 aylık	kış	246975.000	4203.000	8.455	TREND VAR
		ilkbahar		246975.000	6747.000	13.574	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		yaz		246975.000	6887.000	13.856	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		sonbahar		246975.000	5961.000	11.993	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
SRES-A2	90 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	987898.000	25894.000	26.051	TREND VAR ARTIŞ TRENDİ	
			3 aylık	kış	246974.000	5034.000	10.127	TREND VAR
		ilkbahar		246975.000	6937.000	13.957	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		yaz		246975.000	7583.000	15.257	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		sonbahar		246974.000	6340.000	12.755	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
SRES-B1	90 yıl ölçümü var	12 aylık	toplam dönem	987887.333	17674.000	17.781	TREND VAR ARTIŞ TRENDİ	
			3 aylık	kış	246974.000	3442.000	6.924	TREND VAR
		ilkbahar		246974.000	4070.000	8.188	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		yaz		246973.000	5863.000	11.796	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ
		sonbahar		246966.333	4299.000	8.649	TREND VAR	ARTIŞ TRENDİ

Uygulama bölgesine ait NCEP/NCAR, HadCM3 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarının yağış ve sıcaklık değerleri Şekil 5.71-5.72'de Box-Plot halinde karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur.



Şekil 5.71 Uygulama bölgesine ait NCEP/NCAR, HadCM3 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait indirgenmemiş yağış değerlerinin box-plot gösterimleri



Şekil 5.72 Uygulama bölgesine ait NCEP/NCAR, HadCM3 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait indirgenmemiş sıcaklık değerlerinin box-plot gösterimleri

1950-1999 dönemini kapsayan NCEP/NCAR yağış ve sıcaklık verileriyle HadCM3 20C3M senaryosu indirgenmemiş yağış ve sıcaklık verilerinin homojenlikleri t, F ve Mann Whitney U testi ile kontrol edilmiş olup test sonuçları Tablo 5.66’da verilmektedir. Analiz sonuçlarına göre indirgenmemiş 20C3M yağış ve sıcaklık verilerinin ve dolayısıyla HadCM3 modelinin uygulama sahasını temsil edebileceği görülmektedir.

Tablo 5.66 1950-1999 dönemi NCEP/NCAR ve 20C3M indirgenmemiş yağış ve sıcaklık verilerinin homojenlik kontrolü

	NCEP		20C3M		F test	t test	Mann Whitney U testi	Homojenlik
	A-D	Norm.	A-D	Norm.				
air	0.261	√	0.584	√	√	√	-	√
pr	0.286	√	0.231	√	√	√	-	√

5.7 İstatistiksel Ölçek İndirgeme (Downscaling)

Çalışmada NCEP/NCAR re-analiz verileri günümüz atmosferik koşullarının temsil edilmesinde kullanılmıştır. GCM model sonuçlarına kıyasla, gerçek iklim koşullarını daha doğru yansıtan NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip bu değişkenlerin, Tahtalı havzasını temsil eden, meteoroloji istasyonlarının (İzmir, Seferihisar ve Değirmendere) alansal ortalama yağışlarına, sıcaklıklarına ve Gördes havzasını temsil eden meteoroloji istasyonlarının (Akhisar, Gördes ve Demirci) alansal ortalama yağışlarına, sıcaklıklarına çoklu Lineer Regresyon ve Yapay Sinir Ağları algoritmaları kullanılarak indirgenmesi (**downscaling**) amaçlanmıştır. Bu aşamada öncelikle, adımsal (kademeli) regresyon (stepwise regression) analizleri kullanılarak bağımsız değişken sayısını en aza indirgeme yollarına başvurulmuş, bunun sonucu olarak elde edilen uygun model yapıları yapay sinir ağı uygulamaları için de ağı girdileri olarak ele alınmıştır.

Bu kapsamda, öncelikle bağımsız değişkenler olan NCEP/NCAR grid parametreleri ile istasyonlarda ölçülmüş, bağımlı değişkenler olarak tanımlanan yağış ve sıcaklık verileri arasında ölçek indirgeme fonksiyonları kurulmuş, ardından indirgenmiş yeni veriler ve ölçüm değerleri arasındaki ilişki en küçük kareler yaklaşımı, korelasyon analizleri ile irdelenmiştir. Aradaki istatistiksel ilişkiler anlamlı düzeye eriştiğinde, kurulan bu fonksiyon yardımıyla HadCM3 modelinin 1950-1999 dönemini kapsayan 20C3M tahminleri ve 2010-2099 dönemini kapsayan geleceğe yönelik tahminleri belirlenmiştir. Bu kapsamda kullanılan teknik ve yöntemlere “Yöntem” bölümünde değinilmiştir. Açıklanan tüm bu yöntemlerin uygulamaları aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

5.7.1 Adımsal (Kademeli) Regresyon ile Ölçek İndirgeme

Çalışmada en iyi regresyon modeli, çoklu determinasyon katsayısı R^2 veya düzeltilmiş çoklu determinasyon katsayısı $R^2_{Düzeltilmiş}$ ve hata kareleri ortalamaları (HKO) yorumlanarak belirlenmiştir. Bilindiği üzere eşit sayıda açıklayıcı değişken

içeren modellerin karşılaştırılmasında çoklu determinasyon katsayısı (R^2), farklı sayıda açıklayıcı değişken içeren modellerin karşılaştırılmasında ise düzeltilmiş çoklu determinasyon katsayısı $R^2_{Düzeltilmiş}$ değerleri kullanılır. Düzeltilmiş çoklu determinasyon katsayısının esas amacının modelin iyi bir şekilde açıklanıyor olmasının veri örneğinin küçüklüğünden kaynaklanma olasılığını kaldırması olduğunu söyleyebiliriz. Uygulamada gerek ölçek indirgeme aşamasında, gerek gelecek dönemi temsil edecek yağış ve sıcaklık dizilerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere hazırlanan NCEP re-analiz ve 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 HadCM3 verilerine ait 12 farklı değişken üzerinde durulmuştur.

Bu değişkenleri kullanarak en uygun model yapıları **adimsal regresyon** tekniği yardımı ile araştırılmış, R^2 'si veya $R^2_{Düzeltilmiş}$ 'si yüksek, hata kareler ortalaması düşük olan ve **az sayıda açıklayıcı değişken** içeren modeller tercih edilmiştir. Değişkenlere ayrı ayrı bakıldıktan sonra en önemli konu, hangi değişkenlerin modele girmesi gerektiğidir. Bu sebeple tüm bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasında kurulan korelasyon matrislerinden de faydalanılmıştır. Bu matris yardımıyla öncelikle, bağımlı değişkenle en yüksek korelasyon veren (en iyi açıklayıcı) bağımsız değişken ile başlanmış, daha sonra birinci bağımsız değişkenle birlikte bağımlı değişkendeki varyansa en büyük katkıyı getiren ikinci bağımsız değişkenle analize devam edilmiş ve bu işlem diğer değişkenlerle de sürdürülmüştür. Artık eklenen bağımsız değişkenin hiçbir katkısı olmadığında ise işleme son verilmiştir. Bu yöntemde değişkenler belirli bir sıra içinde modele dâhil edilerek modelde yarattıkları değişimler incelenmiştir.

Burada önemli olan eklenen değişkenin modelin tahmin etme etkinliğine katkısı olup olmayacağıdır. Çünkü önemsiz değişkenler tepkinin değişkenliğini artırır, modelin tahmin etme gücünü düşürebilirler. Bu sebeple burada F istatistiğine başvurulmuştur. F istatistik değeri, açıklanan değişkenliğin, açıklanamayan değişkenliğe bölünmesi ile bulunur. R^2 ve düzeltilmiş R^2 değerlerinde olduğu gibi, F İstatistik değeri arttıkça modelin açıklayıcı özelliği artmaktadır.

5.7.1.1 Tahtalı Yağışları için Adımsal (Kademeli) Regresyon Uygulaması

Uygulamada NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ alan çözünürlüğüne sahip değişkenler, Tahtalı ve Gördes Baraj havzasını temsil eden yağış ve sıcaklık dizilerine aşağıda belirtilen adımsal regresyon teknikleri kullanılarak indirgenmiş, çözümlenmiş tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.

Tablo 5.67 NCEP/NCAR atmosferik parametreleri ve Tahtalı alansal ortalama yağışları arasında kurulan Pearson korelasyon matrisi (1948-2006)

	p_tahtali	air850	hgt850	rhum850	air500	hgt500	rhum500	air200	hgt200	air	press	slp	p
p_tahtali	1.000	-.645	-.516	.677	-.630	-.666	.612	-.436	-.636	-.631	.225	.307	.751
air850	-.645	1.000	.520	-.794	.977	.965	-.817	.686	.970	.993	-.612	-.713	-.628
hgt850	-.516	.520	1.000	-.615	.549	.703	-.530	.110	.568	.508	.351	.221	-.611
rhum850	.677	-.794	-.615	1.000	-.776	-.817	.787	-.518	-.789	-.764	.284	.383	.762
air500	-.630	.977	.549	-.776	1.000	.976	-.861	.709	.991	.979	-.564	-.669	-.661
hgt500	-.666	.965	.703	-.817	.976	1.000	-.846	.614	.974	.960	-.407	-.527	-.699
rhum500	.612	-.817	-.530	.787	-.861	-.846	1.000	-.739	-.877	-.828	.412	.505	.729
air200	-.436	.686	.110	-.518	.709	.614	-.739	1.000	.761	.728	-.675	-.713	-.479
hgt200	-.636	.970	.568	-.789	.991	.974	-.877	.761	1.000	.977	-.543	-.648	-.683
air	-.631	.993	.508	-.764	.979	.960	-.828	.728	.977	1.000	-.625	-.725	-.625
press	.225	-.612	.351	.284	-.564	-.407	.412	-.675	-.543	-.625	1.000	.991	.120
slp	.307	-.713	.221	.383	-.669	-.527	.505	-.713	-.648	-.725	.991	1.000	.211
p	.751	-.628	-.611	.762	-.661	-.699	.729	-.479	-.683	-.625	.120	.211	1.000

Uygulamada öncelikle tüm bağımsız değişkenlerle regresyon bağıntısı kurulmuştur. Burada kullanılan değişkenler, p, press, hgt850, air200, rhum850, rhum500, air500, air850, hgt200, air, hgt500 ve slp parametreleridir. 12 değişkenin tamamı ile kurulan bu çoklu regresyon modelinin sonuçları Tablo 5.68'de verilmiştir.

Tablo 5.68 NCEP/NCAR ve Tahtalı alansal ortalama yağışları regresyon sonuçları

R	R ²	R ² _{Düzeltilmiş}	Tahmini Std Hata	Değişim İstatistikleri				
				R ² değişimi	F	df1	df2	Sig. F
0.813	0.662	0.656	45.196	0.662	113.299	12	695	.000

Tablo 5.69 NCEP/NCAR ve Tahtalı alansal ortalama yağışları regresyon katsayıları

Sabit Terim	air 850	hgt 850	rhum 850	air 500	hgt 500	rhum 500	air 200	hgt 200	air	press	slp	p
-31561.85	-11.49	-4.11	-0.53	-8.96	-1.00	-0.58	-8.99	0.75	15.55	146.56	-108.66	1.31

Modelde bağımsız değişken sayısının fazlalığından ötürü az sayıda açıklayıcı değişken ile R^2 'si veya $R^2_{Düzeltilmiş}$ 'si yüksek, hata kareler ortalaması düşük olan model yapıları aranmıştır. Bağımlı değişkenle en yüksek korelasyon veren “p” değişkeni ile başlanmış, daha sonra birinci bağımsız değişkenle birlikte bağımlı değişkendeki varyansa en büyük katkıyı getiren ikinci bağımsız değişken olan “air850” ile analize devam edilmiş ve bu işlem diğer değişkenlerle de sürdürülmüştür (Tablo 5.70).

Tablo 5.70 NCEP ve Tahtalı alansal ortalama yağışları adımsal (Stepwise) regresyon sonuçları

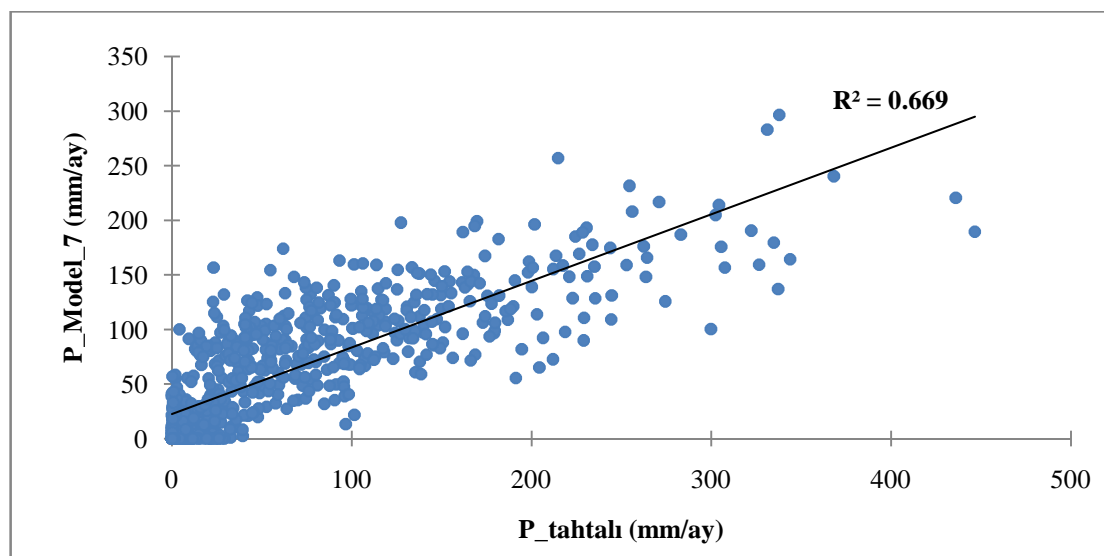
Model	R	R ²	R ² _{Düzeltilmiş}	Tahmini Std Hata	Değişim İstatistikleri				
					R ² değişimi	F değişimi	df1	df2	Sig. F
1	0.751	0.565	0.564	50.868	0.565	915.931	1	706	0.000
2	0.784	0.614	0.613	47.920	0.050	90.543	1	705	0.000
3	0.797	0.635	0.633	46.664	0.020	39.478	1	704	0.000
4	0.798	0.637	0.635	46.557	0.002	4.229	1	703	0.040
5	0.804	0.647	0.644	45.962	0.010	19.336	1	702	0.000
6	0.806	0.650	0.647	45.792	0.003	6.201	1	701	0.013
7	0.806	0.650	0.647	45.760	0.000	0.026	1	701	0.872

Analiz sonucu gerek determinasyon katsayısının daha büyük olması, gerek hata kareler ortalamasının daha küçük olması açısından 7.model daha başarılı bulunmuştur. Burada katsayılardan kaynaklı negatif yağış tahminlerine de rastlanmıştır. Bu duruma rastlanan aylarda tahmini yağış verileri gerçekçi olması bakımından “0” alınarak düzeltilmiştir. Bu işlem sonucu determinasyon katsayısında da iyileşme gözlenmiştir.

Tahtalı baraj havzasını temsil eden alansal ortalama yağış değerleri ve seçilen çoklu doğrusal regresyon modeli arasındaki saçılım diyagramı Şekil 5.73 ‘te gösterilmektedir.

Tablo 5.71 NCEP/NCAR ve Tahtalı alansal ortalama yağışları adımsal (stepwise) regresyon katsayıları

1. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-1.261
	p	1.577
2. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	47.718
	p	1.2
	air850	-3.37
3. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-2320.597
	p	1.363
	air850	-10.072
	hgt200	0.203
4. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-2161.978
	p	1.312
	air850	-10.272
	hgt200	0.214
	hgt850	-0.193
5. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-3598.827
	p	1.272
	air850	-13.238
	hgt200	0.365
	hgt850	-0.585
	air200	-4.43
6. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-2711.446
	p	1.266
	air850	-8.748
	hgt200	0.595
	hgt850	0.046
	air200	-7.157
	hgt500	-0.838
7. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-2775.391
	p	1.265
	air850	-9.047
	hgt200	0.583
	air200	-7.05
	hgt500	-0.79



Şekil 5.73 Regresyon modeli ve Tahtalı alansal ortalama yağışları arasındaki saçılım diyagramı

Tablo 5.72 Regresyon modeli ve Tahtalı alansal ortalama yağışlarına ilişkin temel istatistikler

	<i>Ortalama</i>	<i>Std. sapma</i>	<i>Çarpıklık</i>
<i>P Tahtalı</i>	64.47	77.05	1.64
<i>P model 7</i>	61.82	57.42	0.74

5.7.1.2 Tahtalı Sıcaklıkları için Adımsal (Kademeli) Regresyon Uygulaması

Analize bağımlı değişkenle en yüksek korelasyon veren “air” değişkeni ile başlanmış ve oldukça yüksek bir korelasyon elde edilmiştir ancak daha yüksek korelasyon değerleri de bulunabilir düşüncesi ile daha sonra birinci bağımsız değişkenle birlikte bağımlı değişkendeki varyansa en büyük katkıyı getiren ikinci bağımsız değişken olan “slp” ile analize devam edilmiş ve bu işlem diğer değişkenlerle de sürdürülmüştür. Sonuç itibari ile 6.modelde en yüksek R^2 değerine ulaşılmış ve model oldukça başarılı bulunmuştur.

Tablo 5.73. NCEP/NCAR parametreleri ve Tahtalı sıcaklıkları arasında kurulan Pearson korelasyon matrisi

	t_tahtali	air 850	hgt 850	rhum 850	air 500	hgt 500	rhum 500	air 200	hgt 200	air	press	slp	p
t_tahtali	1.00	.989	.474	-.757	.970	.946	-.820	.718	.963	.993	-.650	-.746	-.608
air850	.989	1.00	.520	-.794	.977	.965	-.817	.686	.970	.993	-.612	-.713	-.628
hgt850	.474	.520	1.00	-.615	.549	.703	-.530	.110	.568	.508	.351	.221	-.611
rhum850	-.757	-.794	-.615	1.00	-.776	-.817	.787	-.518	-.789	-.764	.284	.383	.762
air500	.970	.977	.549	-.776	1.00	.976	-.861	.709	.991	.979	-.564	-.669	-.661
hgt500	.946	.965	.703	-.817	.976	1.00	-.846	.614	.974	.960	-.407	-.527	-.699
rhum500	-.820	-.817	-.530	.787	-.861	-.846	1.00	-.739	-.877	-.828	.412	.505	.729
air200	.718	.686	.110	-.518	.709	.614	-.739	1.00	.761	.728	-.675	-.713	-.479
hgt200	.963	.970	.568	-.789	.991	.974	-.877	.761	1.00	.977	-.543	-.648	-.683
air	.993	.993	.508	-.764	.979	.960	-.828	.728	.977	1.00	-.625	-.725	-.625
press	-.650	-.612	.351	.284	-.564	-.407	.412	-.675	-.543	-.625	1.00	.991	.120
slp	-.746	-.713	.221	.383	-.669	-.527	.505	-.713	-.648	-.725	.991	1.00	.211
p	-.608	-.628	-.611	.762	-.661	-.699	.729	-.479	-.683	-.625	.120	.211	1.00

Tablo 5.74 NCEP /NCAR ve Tahtalı ortalama sıcaklıkları adimsal (Stepwise) regresyon sonuçları

Model	R	R ²	R ² _{Düzeltilmiş}	Tahmini Std Hata	Değişim İstatistikleri				
					R ² değişimi	F değişimi	df1	df2	Sig. F
1	0.993	0.986	0.986	0.817	0.986	50560.541	1	706	0.000
2	0.994	0.988	0.988	0.773	0.001	84.009	1	705	0.000
3	0.994	0.989	0.989	0.738	0.001	67.987	1	704	0.000
4	0.995	0.989	0.989	0.719	0.000	18.677	1	703	0.005
5	0.995	0.989	0.989	0.703	0.000	12.005	1	702	0.001
6	0.995	0.990	0.990	0.697	0.000	8.919	1	701	0.003

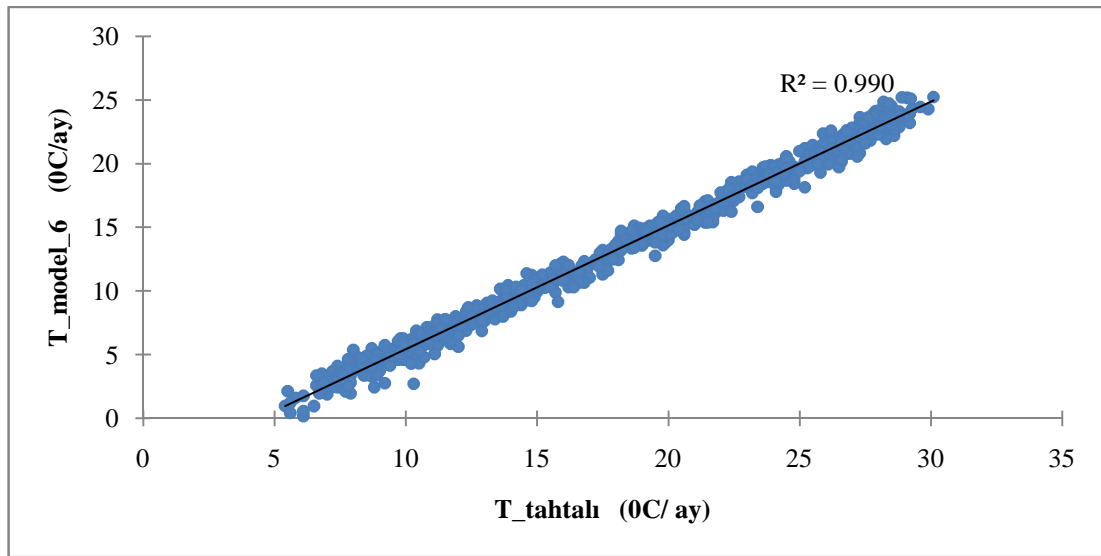
Tablo 5.75 NCEP/NCAR ve Tahtalı ortalama sıcaklıkları adimsal (stepwise) regresyon katsayıları

1. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-0.122
	air	1.079
2. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	110.263
	air	1.035
	slp	-0.108
3. Model Tahminleyicileri	(Constant)	161.905
	air	0.771
	slp	-2.854
	press	2.787
4. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	150.350
	air	0.674
	slp	-1.929
	press	1.844
	rhum500	0.182
5. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	154.005
	air	0.788
	slp	-1.739
	press	1.673
	air850	0.138
	hgt200	-0.003
6. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	184.568
	air	0.793
	slp	-1.912
	press	1.846
	air850	0.197
	hgt200	-0.005
	rhum500	-0.028

Tahtalı baraj havzasını temsil eden ortalama sıcaklık değerleri ve seçilen çoklu doğrusal regresyon modeli arasındaki saçılım diyagramı Şekil 5.74 'te, temel istatistikleri ise Tablo 5.76'da gösterilmektedir.

Tablo 5.76 Regresyon modeli ve Tahtalı ortalama sıcaklıklarına ilişkin temel istatistikler

	<i>Ortalama</i>	<i>Std. sapma</i>	<i>Çarpıklık</i>
<i>T Tahtalı</i>	17.74	6.96	0.10
<i>T model 6</i>	12.75	6.84	0.11



Şekil 5.74 Regresyon modeli ve Tahtalı ortalama sıcaklıkları arasındaki saçılım diyagramı

5.7.1.3 Gördes Yağışları için Adımsal (Kademeli) Regresyon Uygulaması

Uygulamada öncelikle Tahtalı örneğinde olduğu gibi tüm bağımsız değişkenlerle regresyon bağıntısı kurulmuştur. 12 değişkenin tamamı ile kurulan bu çoklu regresyon modelinin sonuçları Tablo 5.77'de verilmiştir.

Tablo 5.77 NCEP /NCAR ve Gördes alansal ortalama yağışları regresyon sonuçları

R	R²	R² Düzeltilmiş	Tahmini Std Hata	Değişim İstatistikleri				
				R² değişimi	F	df1	df2	Sig. F
0.828	0.686	0.681	30.459	0.686	126.737	12	695	.000

Tablo 5.78 NCEP ve Gördes alansal ortalama yağışları toplu giriş (Enter) regresyon katsayıları

Sabit Terim	air 850	hgt 850	rhum 850	air 500	hgt 500	rhum 500	air 200	hgt 200	air	press	slp	p
-16137.681	-4.544	-2.109	-0.466	-0.739	-1.341	-0.05	-7.972	0.552	7.489	130.82	-107.14	0.90

Tablo 5.79 NCEP parametreleri ve Gördes yağışları arasında kurulan Pearson korelasyon matrisi

	p_gordes	air850	hgt850	rhum850	air500	hgt500	rhum500	air200	hgt200	air	press	slp	p
p_gordes	1.000	-.611	-.557	.679	-.608	-.654	.644	-.461	-.627	-.603	.153	.237	.780
air850	-.611	1.000	.520	-.794	.977	.965	-.817	.686	.970	.993	-.612	-.713	-.628
hgt850	-.557	.520	1.000	-.615	.549	.703	-.530	.110	.568	.508	.351	.221	-.611
rhum850	.679	-.794	-.615	1.000	-.776	-.817	.787	-.518	-.789	-.764	.284	.383	.762
air500	-.608	.977	.549	-.776	1.000	.976	-.861	.709	.991	.979	-.564	-.669	-.661
hgt500	-.654	.965	.703	-.817	.976	1.000	-.846	.614	.974	.960	-.407	-.527	-.699
rhum500	.644	-.817	-.530	.787	-.861	-.846	1.000	-.739	-.877	-.828	.412	.505	.729
air200	-.461	.686	.110	-.518	.709	.614	-.739	1.000	.761	.728	-.675	-.713	-.479
hgt200	-.627	.970	.568	-.789	.991	.974	-.877	.761	1.000	.977	-.543	-.648	-.683
air	-.603	.993	.508	-.764	.979	.960	-.828	.728	.977	1.000	-.625	-.725	-.625
press	.153	-.612	.351	.284	-.564	-.407	.412	-.675	-.543	-.625	1.000	.991	.120
slp	.237	-.713	.221	.383	-.669	-.527	.505	-.713	-.648	-.725	.991	1.000	.211
p	.780	-.628	-.611	.762	-.661	-.699	.729	-.479	-.683	-.625	.120	.211	1.000

Modelde bağımsız değişken sayısının fazlalığından ötürü az sayıda açıklayıcı değişken ile R^2 değeri yüksek, hata kareler ortalaması düşük olan model yapıları aranmıştır. Analize bağımlı değişkenle en yüksek korelasyon veren “p” değişkeni ile başlanmış, daha sonra en uygun tahminleyici parametreler belirlenmiştir (Tablo 5.80). Belirlenen bu parametreler hem Tahtalı hem de Gördes örneğinde en iyi tahminleyici parametreler olarak göze çarpmaktadır.

Analiz sonucu gerek determinasyon katsayısının daha büyük olması, gerek hata kareler ortalamasının daha küçük olması açısından 9.model daha başarılı bulunmuştur. Burada katsayılarından kaynaklı negatif yağış tahminlerine de rastlanmıştır. Bu duruma rastlanan aylarda tahmini yağış verileri gerçekçi olmasın bakımından “0” alınarak düzeltilmiştir. Bu işlem sonucu determinasyon katsayısında da iyileşme gözlenmiştir.

Tablo 5.80 NCEP ve Gördes alansal ortalama yağışlar adımsal (Stepwise) regresyon sonuçları

Model	R	R ²	R ² _{Düzeltilmiş}	Tahmini Std Hata	Değişim İstatistikleri				
					R ² değişimi	F değişimi	df1	df2	Sig. F
1	0.780	0.608	0.608	33.767	0.608	1096.954	1	706	.000
2	0.795	0.633	0.632	32.730	0.024	46.431	1	705	.000
3	0.801	0.642	0.640	32.352	0.009	17.574	1	704	.000
4	0.805	0.648	0.646	32.076	0.007	13.178	1	703	.000
5	0.811	0.657	0.655	31.677	0.009	18.781	1	702	.000
6	0.819	0.670	0.668	31.088	0.013	27.864	1	701	.000
7	0.821	0.675	0.671	30.907	0.004	9.227	1	700	.002
8	0.821	0.675	0.672	30.885	0.000	0.001	1	700	.971
9	0.821	0.675	0.672	30.866	0.000	0.126	1	701	.722

Tablo 5.81 NCEP ve Gördes alansal ortalama yağışları adımsal (stepwise) regresyon katsayıları

1. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	7.058
	p	1.146
2. Model Tahminleyicileri	(Constant)	31.014
	p	0.961
	air850	-1.648
3. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	137.148
	p	1.014
	air850	-5.188
	air500	4.464
4. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	494.907
	p	0.947
	air850	-5.356
	air500	4.924
	hgt850	-0.233
5. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	661.859
	p	0.894
	air850	-5.673
	air500	6.565
	hgt850	-0.403
	air200	-2.187

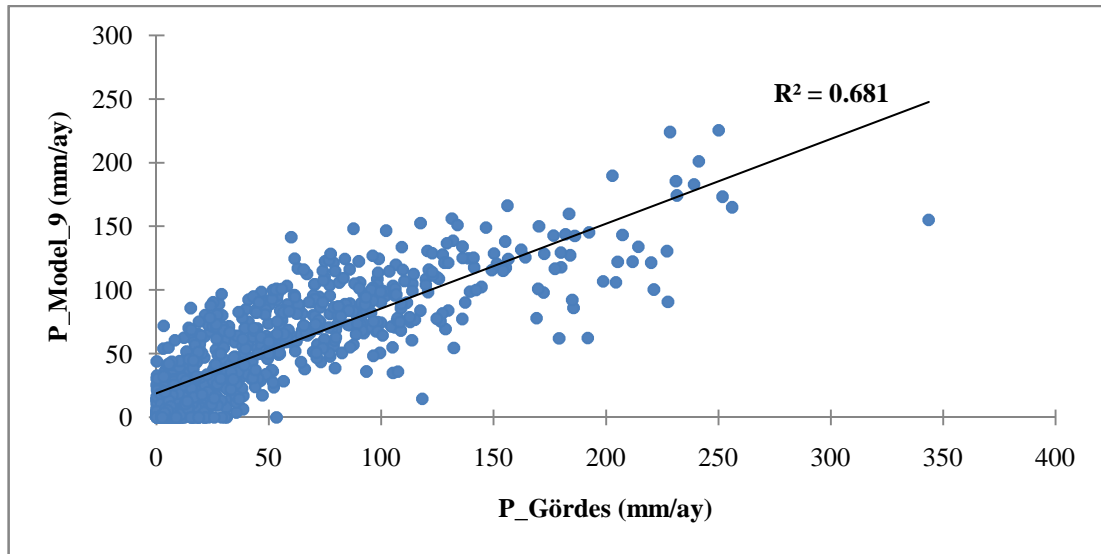
Tablo 5.81 (Devamı)

6. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-3723.606
	p	0.902
	air850	-7.024
	air500	-5.203
	hgt850	-0.799
	air200	-6.334
	hgt200	0.382
7. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-921.608
	p	0.898
	air850	-2.563
	air500	0.841
	hgt850	0.01
	air200	-7.682
	hgt200	0.467
8. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-959.94
	p	0.898
	air850	-2.616
	air500	0.755
	air200	-7.677
	hgt200	0.466
	hgt500	-0.877
9. Model Tahminleyicileri	Sabit Terim	-1168.359
	p	0.899
	air850	-2.482
	air200	-7.842
	hgt200	0.486
	hgt500	-0.886

Gördes baraj havzasını temsil eden alansal ortalama yağış değerleri ve seçilen çoklu doğrusal regresyon modeli arasındaki saçılım diyagramı Şekil 5.75 'te, temel istatistikleri ise Tablo 5.82'de gösterilmektedir.

Tablo 5.82 Regresyon modeli ve Gördes alansal ortalama yağışlarına ilişkin temel istatistikler

	<i>Ortalama</i>	<i>Std. sapma</i>	<i>Çarpıklık</i>
P Gördes	54.81	53.92	1.47
P model 9	55.38	43.51	0.64



Şekil 5.75 Regresyon modeli ve Gördes alansal ortalama yağışları arasındaki saçılım diyagramı

5.7.1.4 Gördes Sıcaklıkları için Adımsal (Kademeli) Regresyon Uygulaması

Modelde bağımsız değişken sayısının fazlalığından ötürü az sayıda açıklayıcı değişken ile R^2 değeri yüksek, hata kareler ortalaması düşük olan model yapıları aranmıştır. Analize bağımlı değişkenle en yüksek korelasyon veren “air” değişkeni ile başlanmış, daha sonra en uygun tahminleyici parametreler belirlenmiştir (Tablo 5.83).

Tablo 5.83 NCEP parametreleri ve Gördes sıcaklıkları arasında kurulan Pearson korelasyon matrisi

	t_gordes	air850	hgt850	rhum850	air500	hgt500	rhum500	air200	hgt200	air	press	slp	p
t_gordes	1.000	.984	.444	-.745	.959	.931	-.809	.721	.951	.988	-.672	-.765	-.593
air850	.984	1.000	.520	-.794	.977	.965	-.817	.686	.970	.993	-.612	-.713	-.628
hgt850	.444	.520	1.000	-.615	.549	.703	-.530	.110	.568	.508	.351	.221	-.611
rhum850	-.745	-.794	-.615	1.000	-.776	-.817	.787	-.518	-.789	-.764	.284	.383	.762
air500	.959	.977	.549	-.776	1.000	.976	-.861	.709	.991	.979	-.564	-.669	-.661
hgt500	.931	.965	.703	-.817	.976	1.000	-.846	.614	.974	.960	-.407	-.527	-.699
rhum500	-.809	-.817	-.530	.787	-.861	-.846	1.000	-.739	-.877	-.828	.412	.505	.729
air200	.721	.686	.110	-.518	.709	.614	-.739	1.000	.761	.728	-.675	-.713	-.479
hgt200	.951	.970	.568	-.789	.991	.974	-.877	.761	1.000	.977	-.543	-.648	-.683
air	.988	.993	.508	-.764	.979	.960	-.828	.728	.977	1.000	-.625	-.725	-.625
press	-.672	-.612	.351	.284	-.564	-.407	.412	-.675	-.543	-.625	1.000	.991	.120
slp	-.765	-.713	.221	.383	-.669	-.527	.505	-.713	-.648	-.725	.991	1.000	.211
p	-.593	-.628	-.611	.762	-.661	-.699	.729	-.479	-.683	-.625	.120	.211	1.000

Tablo 5.84 NCEP ve Gördes ortalama sıcaklıkları adımsal (Stepwise) regresyon sonuçları

Model	R	R ²	R ² Düzeltilmiş	Tahmini Std Hata	Değişim İstatistikleri				
					R ² değişimi	F değişimi	df1	df2	Sig. F
1	0.988	0.975	0.975	1.191	0.975	27906.356	1	706	.000
2	0.990	0.980	0.980	1.062	0.005	183.020	1	705	.000
3	0.991	0.982	0.982	1.023	0.001	56.138	1	704	.000
4	0.992	0.983	0.983	0.985	0.001	55.634	1	703	.000
5	0.992	0.984	0.984	0.961	0.001	37.326	1	702	.000
6	0.992	0.984	0.984	0.956	0.000	7.186	1	701	.008

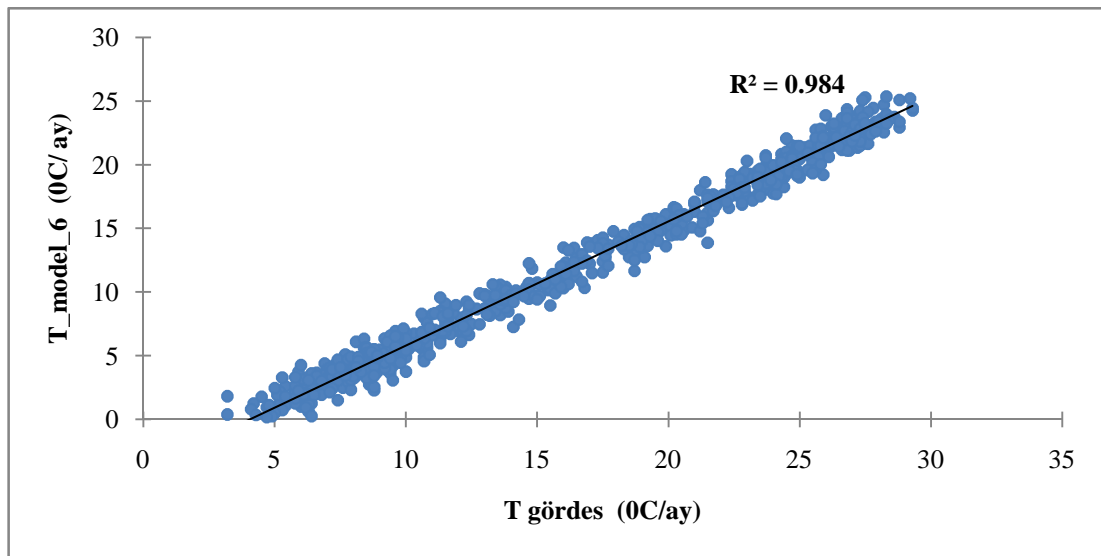
Tablo 5.85 NCEP ve Gördes ortalama sıcaklıkları adımsal (stepwise) regresyon katsayıları

<i>1. Model Tahminleyicileri</i>	Sabit Terim	-3.303
	air	1.168
<i>2. Model Tahminleyicileri</i>	Sabit Terim	220.528
	air	1.080
	slp	-0.219
<i>3. Model Tahminleyicileri</i>	(Constant)	236.329
	air	1.325
	slp	-0.167
	hgt200	-0.006
<i>4. Model Tahminleyicileri</i>	Sabit Terim	247.428
	air	0.953
	slp	-0.178
	hg200	-0.006
	air850	0.356
<i>5. Model Tahminleyicileri</i>	Sabit Terim	285.895
	air	0.970
	slp	-0.181
	hg200	-0.009
	air850	0.383
	rhum500	-0.039
<i>6. Model Tahminleyicileri</i>	Sabit Terim	310.165
	air	0.912
	slp	-1.572
	hg200	-0.009
	air850	0.302
	rhum500	-0.041
	press	1.412

Gördes baraj havzasını temsil eden ortalama sıcaklık değerleri ve seçilen çoklu doğrusal regresyon modeli arasındaki saçılım diyagramı Şekil 5.76 'da, temel istatistikleri ise Tablo 5.86'da gösterilmektedir.

Tablo 5.86 Regresyon modeli ve Gördes ortalama sıcaklıklarına ilişkin temel istatistikler

	<i>Ortalama</i>	<i>Std. sapma</i>	<i>Çarpıklık</i>
<i>T Gördes</i>	16.07	7.58	0.08
<i>T model 6</i>	11.71	7.45	0.10



Şekil 5.76 Regresyon modeli ve Gördes ortalama sıcaklıkları arasındaki saçılım diyagramı

Çalışmada NCEP/NCAR parametreleri ve Tahtalı-Gördes yağış ve sıcaklıkları arasında adımsal (kademeli) regresyon analizleri kullanılarak bağımsız değişken sayısını en aza indirmeye yollarına başvurulmuştur. YSA algoritmaları ile daha güçlü ilişkiler elde edileceği öngörüsü ile bu değişkenler aynı zamanda yapay sinir ağının eğitimi için de ağırlıklar olarak ele alınmışlardır (Tablo 5.87).

Tablo 5.87 Tahtalı ve Gördes Yağış ve Sıcaklık Tahminleyicileri

<i>Aylık Toplam Yağış Tahminleyicileri</i>	<i>Aylık Ort. Sıcaklık Tahminleyicileri</i>
p, air850, air200, hgt200, hgt500	air, slp, hgt200, air850, rhum500, press

5.7.2 Yapay Sinir Ağları ile Ölçek İndirgeme

Bir yapay zekâ metodu olan yapay sinir ağlarının su kaynaklarında sıkça karşılaşılan değişik problemlere uygulanması ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. İstatistiksel ölçek küçültme çalışmaları da son zamanlarda bu uygulamalar içinde yer bulmakta, lineer olmayan bu YSA yaklaşımlarının diğer metotlara göre yağış ve sıcaklık dizilerini daha iyi tahminleyebildiği bilinmektedir (Murphy, 1999, Tatlı ve diğ.,2006).

Yapılan çalışmada, ilk aşamada çoklu lineer regresyon modelleri, ikinci aşamada da hidroloji uygulamalarında sıkça kullanılan ileri beslemeli geri yayılım algoritmali yapay sinir ağı kullanılarak gelecek dönemi kapsayan aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerlerinin kestirilmesine çalışılmıştır.

Tahtalı ve Gördes baraj havzasını temsil edecek aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık dizilerinin yapay sinir ağları yaklaşımı ile tahmin edilmesi ve modellenmesi için ağa sunulacak olan veri kümesi, 1948–2006 yılları arasında kapsayan NCEP/NCAR kara gözlem ağından ve civar istasyonların ölçümlerden elde edilen verilerdir.

Yapay sinir ağlarının girdileri belirlenirken öncelikle *adimsal (kademeli) regresyon (stepwise regression)* analizleri kullanılarak bağımsız değişken sayısını en aza indirme yollarına başvurulmuş ve mümkün oldukça en az değişken ile en iyi kestirimlerin yapılabileceği model yapıları aranmıştır. Bunun sonucu olarak her iki baraj havzası için de Tablo 5.87’de belirtilen yağış-sıcaklık tahminleyici parametreleri ağın girdileri olarak ele alınmıştır. Çıkış katmanı da yağış ve sıcaklıkları temsil eden 1’er nörondan oluşmaktadır.

MATLAB ortamında kurulan birçok farklı geri yayılım modeli üzerinde yapılan çok sayıda denemeler sonucunda (gizli katmanda kullanılan nöron sayısı, öğrenme yöntemleri, aktivasyon fonksiyonları ve ağ parametreleri değiştirilerek) en uygun modeller bulunmaya çalışılmış, başarılı algoritmasından ötürü Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması üzerinde karar kılınmıştır.

Yapay Sinir Ağları ile yapılan deneylerde, modellerin başarısını test etmek için hata kareler ortalaması (MSE, Mean Square Error), R^2 determinasyon katsayısı ve temel istatistikî değerler (ortalama, standart sapma, çarpıklık) göz önüne alınarak modellere karar verilmiştir.

Levenberg-Marquardt algoritmasında eğitim veri seti üzerinde standartlaştırma veya verilerin ön hazırlanması olarak adlandırılan işlem gerçekleştirilir. Uygulama verileri üzerinde yüzeysel bir inceleme yapılırsa, aynı veri seti üzerindeki bazı değerlerin 0 (örneğin yağış olmayan aylar), bazı değerlerin 0 değerinden küçük (örneğin kış ortalama sıcaklıkları), bazılarının ise oldukça büyük değerlere sahip olduğu, veriler arasındaki bu uzaklıkların özellikle uç verilerin sonuçlar üzerinde daha etkin olacağını göstermektedir. Verilerin normalleştirilmesi işlemi ile eğitim giriş setindeki her bir parametrenin modelin tahmin işlemine eşit ölçüde katkıda bulunması sağlanır.

Özetle bazı temel ön işlemleri gerçekleştirerek YSA'nın eğitim ve öğrenme performansı artırılabilir. Uygulamada yapılan çeşitli denemeler sonucu aktivasyon fonksiyonu olarak logaritmik sigmoid fonksiyonunda karar kılınmış, 1948-2006 dönemini kapsayan NCEP/NCAR verileri Denklem 5.7'de belirtilen formülle normalleştirilerek, veriler arasındaki uzaklıklar ortadan kaldırılmıştır. Eğitim bittikten sonra normalleştirilen veriler ters işlem ile tekrar orijinal haline dönüştürülmüştür.

$$z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad (5.7)$$

Burada, z_i ölçeklenmiş değeri; X_i kullanılan verinin gerçek değerini; μ verinin ortalama değerini; σ ise verinin standart sapma değerini simgelemektedir.

Aylık toplam yağış değerleri tahminlenirken ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağının girdi tabakasındaki hücre sayısı 5, aylık ortalama sıcaklıklar için ise 6 seçilmiştir (Tablo 5.87). Her iki bağımlı değişken için çıktı tabakasındaki hücre sayısı ise 1 olarak tanımlanmıştır. Gizli tabakadaki hücre sayısı 2-15 arasında

alınarak modeller çalıştırılmış, en uygun gizli hücre sayıları her iki baraj havzası için de aylık toplam yağış modelinde 5, aylık ortalama sıcaklık modelinde ise 6 olarak tespit edilmiştir. Oluşturulan yapay zekâ modellerinin, eğitimi esnasında bu veri seti, eğitim, test ve doğrulama veri seti olarak üç kısma ayrılarak ağa sunulmuştur. Eldeki verilerin %70'i eğitim, %20'si doğrulama (onaylama) ve %10'u da test için kullanılmıştır.

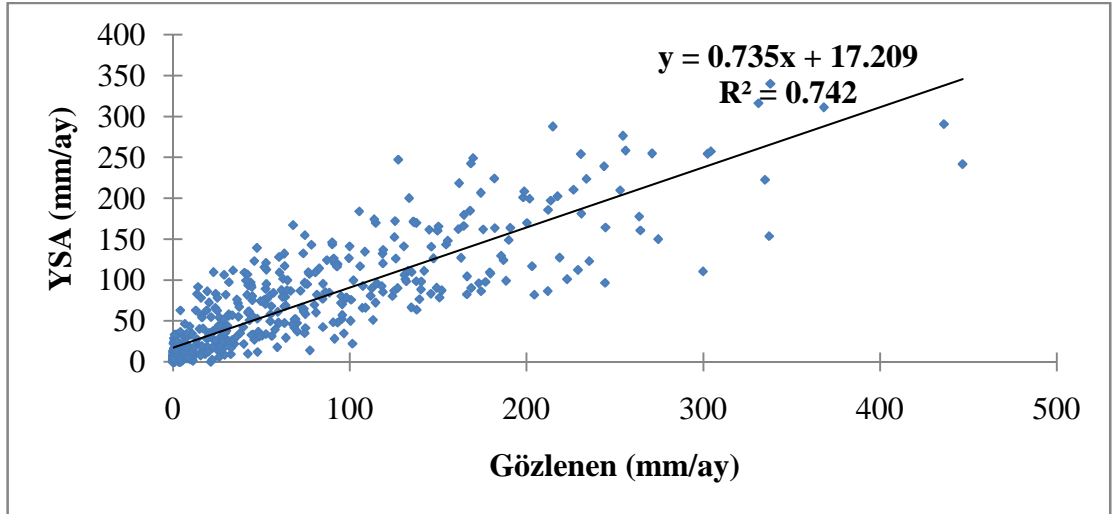
Levenberg-Marquardt algoritmasını kullanan öğrenme algoritması ile ilgili gerekli program yapısı MATLAB ortamında hazırlanarak her iki havza için de aylık toplam yağış kestirmeleri yapılmaya çalışılmıştır. Ağın performansı aynı zamanda çoklu regresyon modelleri ile de sınanmış, çözümlenmeler tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.

Tablo 5.88 Aylık toplam yağışlarının tahminlenmesine ait öğrenme ve test safhalarındaki korelasyonlar, determinasyon katsayıları, ortalama hata kareler ve Marquardt parametreleri

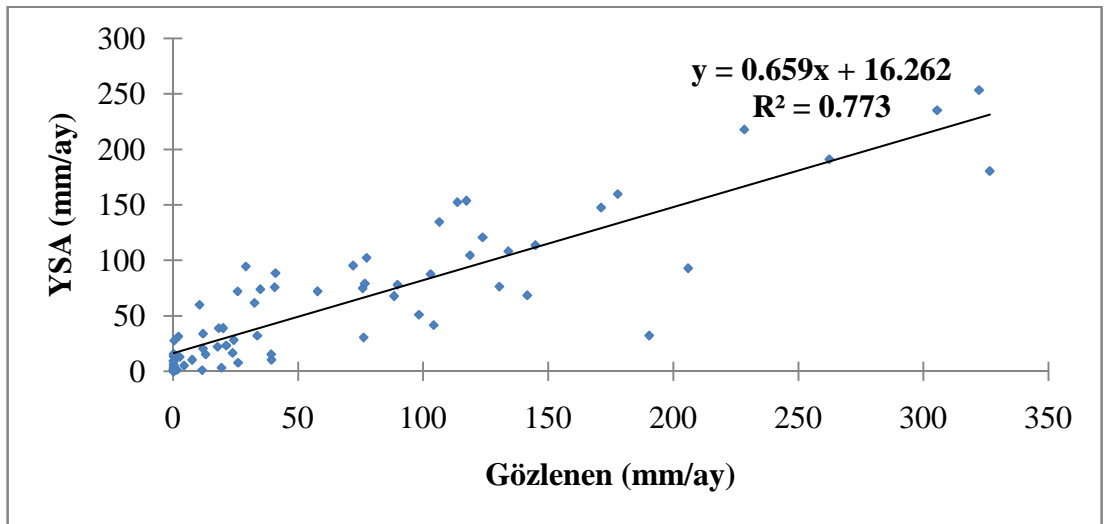
<i>Havza Adı</i>	μ	$R_{eğitim}$	R_{test}	$R^2_{eğitim}$	R^2_{test}	$MSE_{eğitim}$	MSE_{test}
Tahtalı	0.003	0.861	0.879	0.742	0.773	1575.1	1686.3
Gördes	0.002	0.864	0.878	0.746	0.771	808.8	579.5

Tablo 5.89 Aylık toplam yağışlarının tahminlenmesine ait öğrenme ve test safhalarındaki istatistikleri

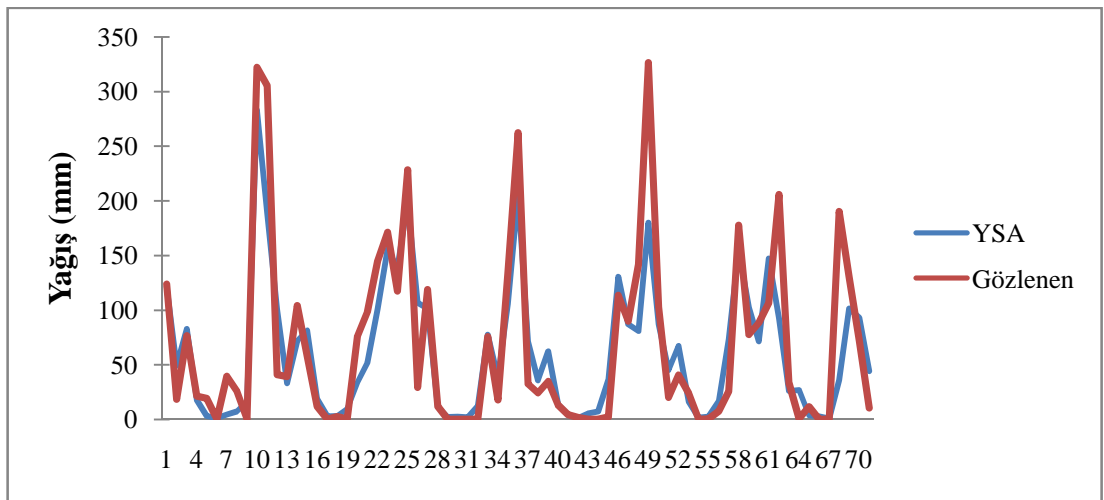
		<i>EĞİTİM</i>			<i>TEST</i>		
		<i>Ortalama (mm)</i>	<i>Std sapma (mm)</i>	<i>Çarpıklık</i>	<i>Ortalama (mm)</i>	<i>Std sapma (mm)</i>	<i>Çarpıklık</i>
TAHTALI	Gözlenen	65.02	78.21	1.67	67.81	82.53	1.57
	YSA	65.00	66.74	1.31	60.92	61.83	1.25
GÖRDES	Gözlenen	56.89	56.47	1.47	53.26	48.66	1.35
	YSA	57.02	47.65	1.26	50.19	36.67	0.92



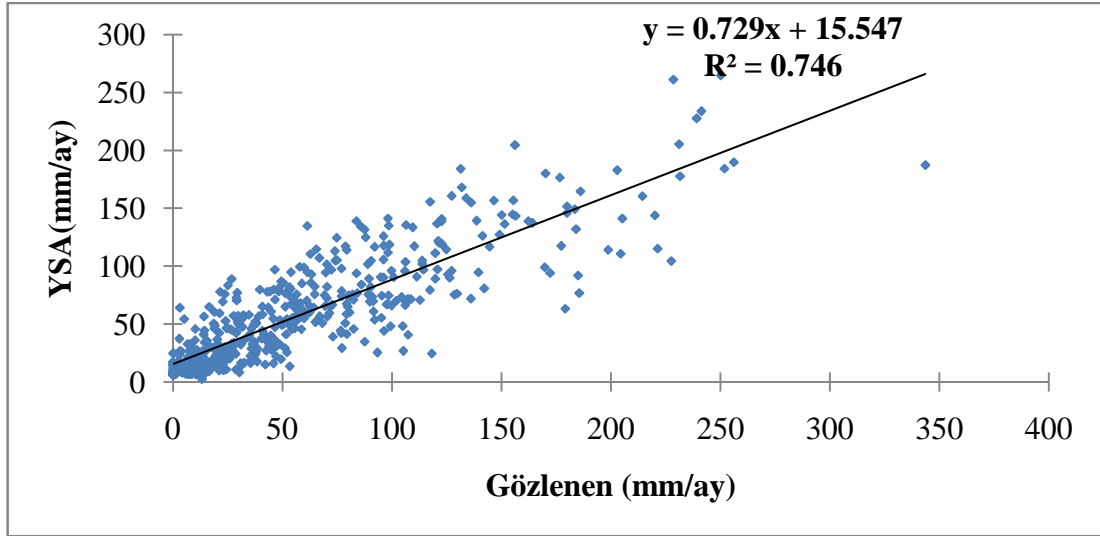
Şekil 5.77 Eğitim aşamasında YSA ve Tahtalı alansal ortalama yağışları arasındaki saçılım diyagramı



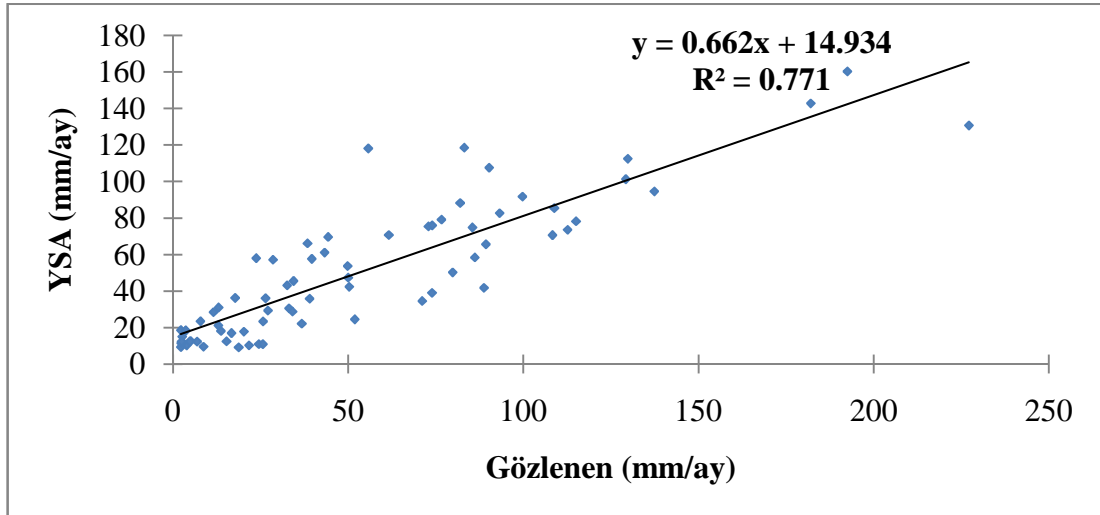
Şekil 5.78 Test aşamasında YSA ve Tahtalı alansal ortalama yağışları arasındaki saçılım diyagramı



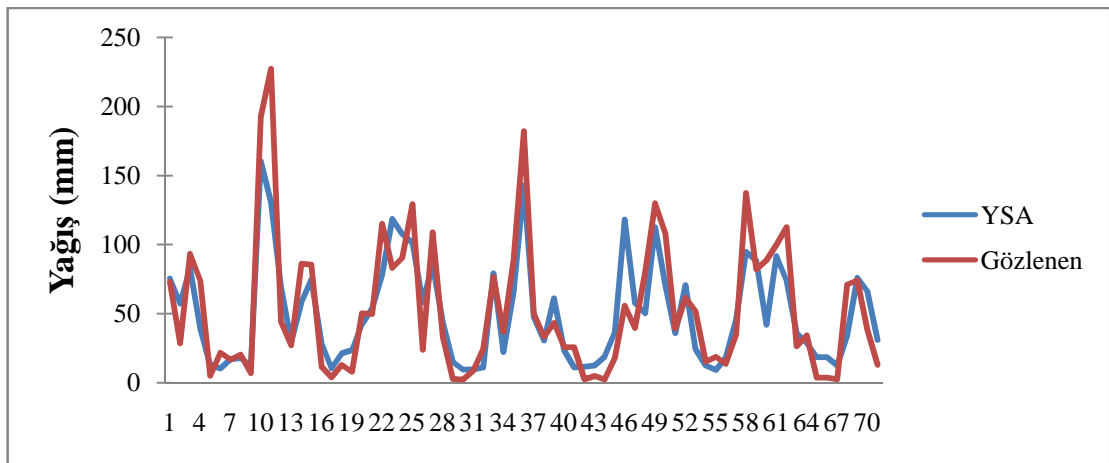
Şekil 5.79 Test aşamasında Tahtalı baraj havzası aylık toplam yağış değerlerinin tahmini (mm)



Şekil 5.80 Eğitim aşamasında YSA ve Gördes alansal ortalama yağışları arasındaki saçılım diyagramı



Şekil 5.81 Test aşamasında YSA ve Gördes alansal ortalama yağışları arasındaki saçılım diyagramı



Şekil 5.82 Test aşamasında Gördes baraj havzası aylık toplam yağış değerlerinin tahmini (mm)

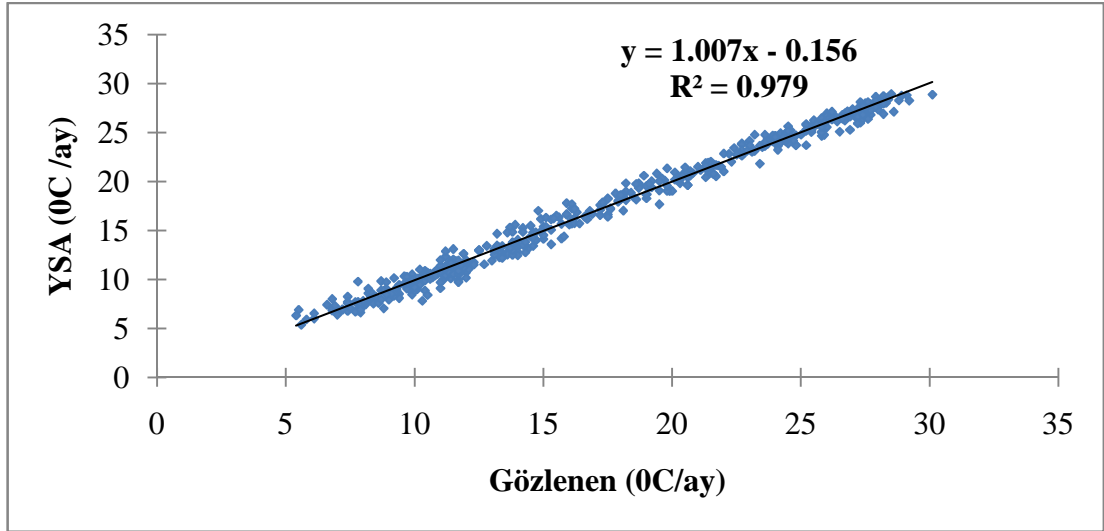
Aylık toplam yağış kestirimlerinin ardından her iki havza için de aylık ortalama sıcaklık kestirmeleri yapılmıştır. Ağın performansı aynı zamanda çoklu regresyon modellerinden daha başarılı bulunmuş, çözümlenmeler tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.

Tablo 5.90 Aylık ortalama sıcaklıkların tahminlenmesine ait öğrenme ve test safhalarındaki korelasyonlar, determinasyon katsayıları, ortalama hata kareler ve Marquardt parametreleri

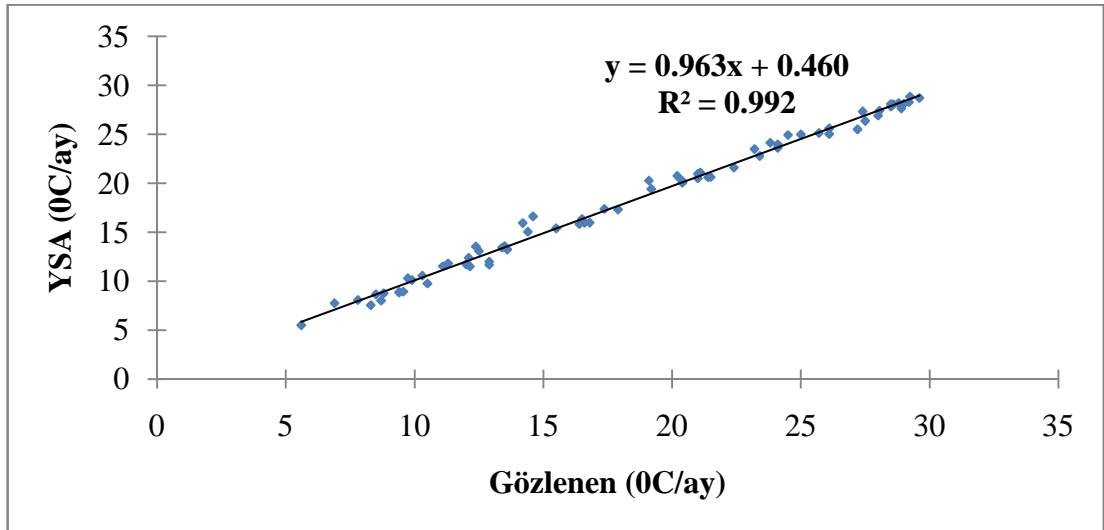
<i>Havza Adı</i>	μ	R_{egitim}	R_{test}	R^2_{egitim}	R^2_{test}	MSE_{egitim}	MSE_{test}
Tahtalı	0.001	0.989	0.996	0.979	0.992	1.027	0.515
Gördes	0.005	0.994	0.995	0.989	0.990	0.613	1.244

Tablo 5.91 Aylık ortalama sıcaklıkların tahminlenmesine ait öğrenme ve test safhalarındaki istatistikleri

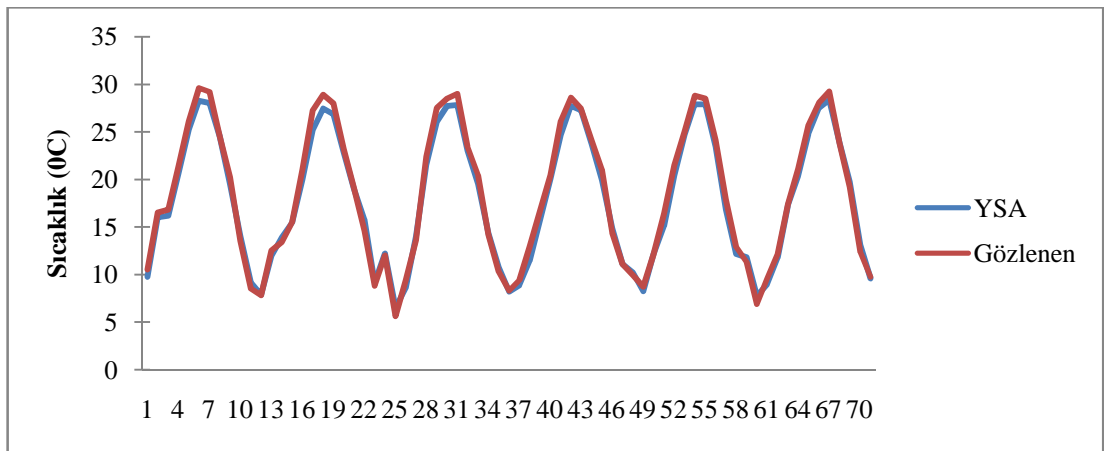
		<i>EĞİTİM</i>			<i>TEST</i>		
		<i>Ortalama</i> (°C)	<i>Std sapma</i> (°C)	<i>Çarpıklık</i>	<i>Ortalama</i> (°C)	<i>Std sapma</i> (°C)	<i>Çarpıklık</i>
TAHTALI	Gözlenen	17.55	6.84	0.11	18.39	7.27	0.06
	YSA	17.52	6.97	0.06	18.17	7.02	0.05
GÖRDES	Gözlenen	15.87	7.41	0.08	16.79	8.02	0.07
	YSA	15.95	7.32	0.08	16.30	7.39	0.02



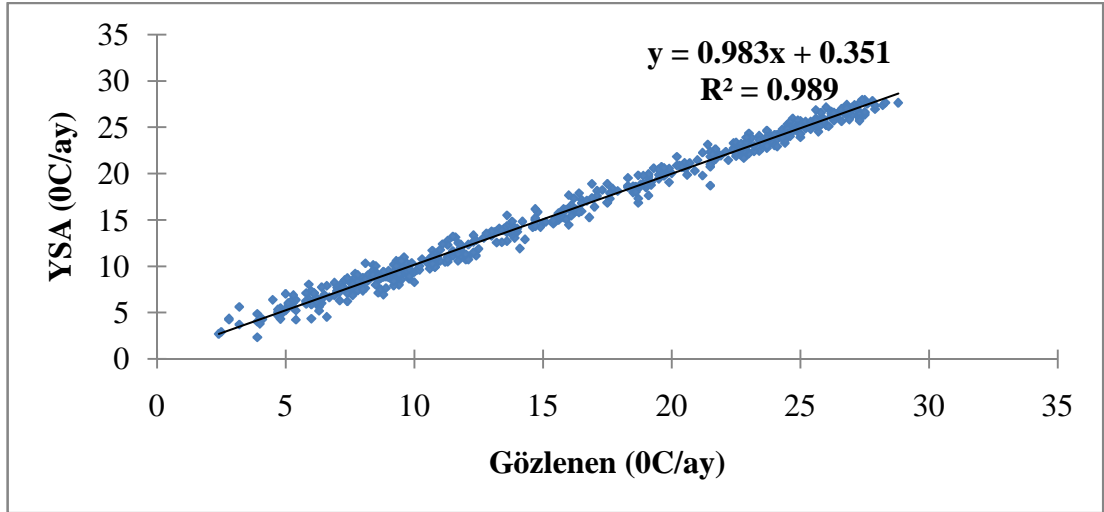
Şekil 5.83 Eğitim aşamasında YSA ve Tahtalı ortalama sıcaklıkları arasındaki saçılım diyagramı



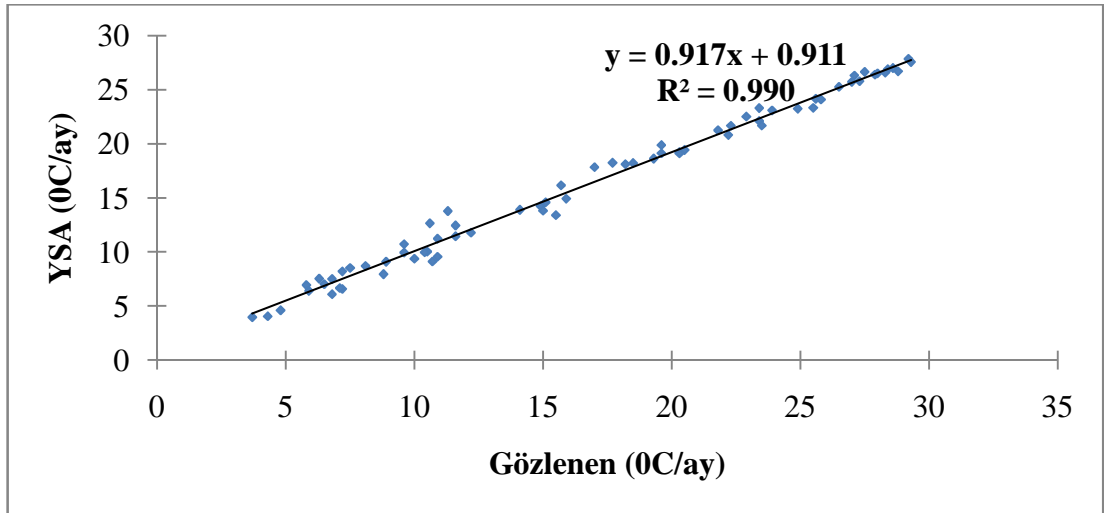
Şekil 5.84 Test aşamasında YSA ve Tahtalı ortalama sıcaklıkları arasındaki saçılım diyagramı



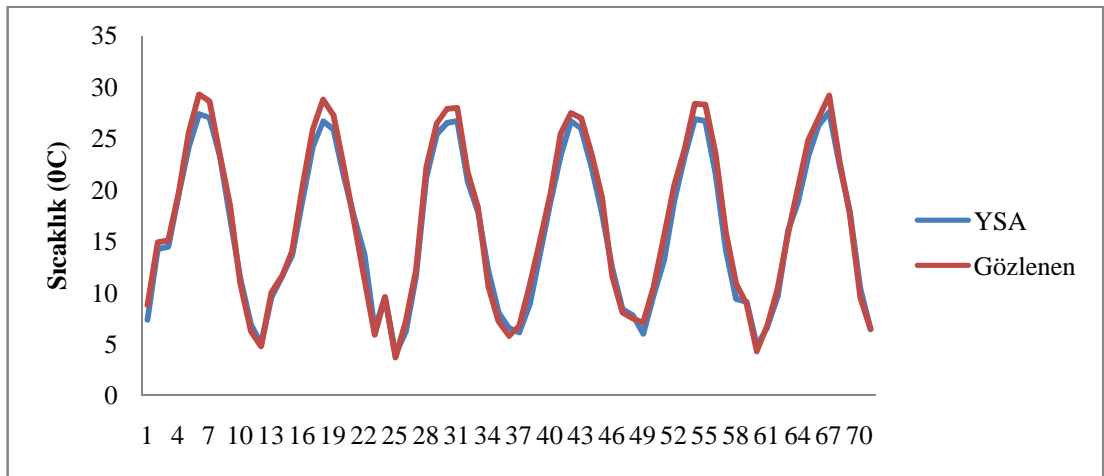
Şekil 5.85 Test aşamasında Tahtalı baraj havzası aylık ortalama sıcaklık değerlerinin tahmini (°C)



Şekil 5.86 Eğitim aşamasında YSA ve Gördes ortalama sıcaklıkları arasındaki saçılım diyagramı



Şekil 5.87 Test aşamasında YSA ve Gördes ortalama sıcaklıkları arasındaki saçılım diyagramı



Şekil 5.88 Test aşamasında Gördes baraj havzası aylık ortalama sıcaklık değerlerinin tahmini (°C)

İleri beslemeli geri yayımlı sinir ağının eğitime ve test aşamasında kullanılan girdi vektörlerinin oluşturduğu veri tabanı için adımsal regresyon analizi yürütülmüş, Tablo 5.88-5.91’de Levenberg-Marquardt algoritmaları farklı girdi ve gizli tabaka hücre sayıları denenerek elde edilen ortalama kare hatası ve belirlilik katsayıları sonuçları verilmiştir. Her iki baraj havzası için yapılan bu uygulama ile oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiş, çoklu lineer regresyon modellerine göre yapay sinir ağlarının daha başarılı olduğu görülmüştür.

5.7.3 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 Senaryolarına Ait Yağış ve Sıcaklık Değerleri

Her iki baraj havzası için yapılan ölçek indirgeme uygulaması sonrasında Levenberg-Marquardt yapay sinir ağı algoritması ile yağış ve sıcaklık senaryo değerleri türetilmiştir. Kurulan bu ölçek indirgeme algoritması yardımı ile 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait yağış ve sıcaklık değerleri MATLAB ortamında hazırlanan YSA algoritması ile rahatlıkla türetilmiştir. HadCM3 modelinin indirgenmemiş (grid) değerleri Tablo 5.92’de gösterilmiştir. Tabloda 1950-1999 dönemini kapsayan NCEP indirgenmemiş re-analiz verilerine de yer verilerek, 20c3m verileri ile karşılaştırılma imkânı sağlanmıştır.

Tablo 5.92 İndirgenmemiş yağış ve sıcaklık parametrelerinin istatistikleri

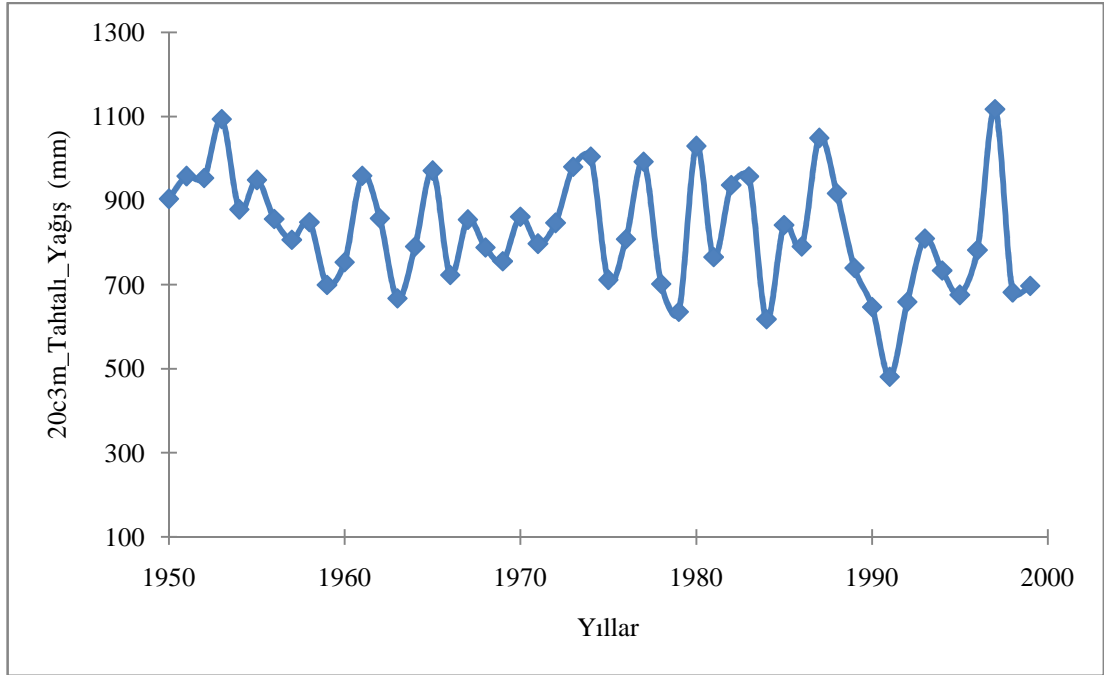
YAĞIŞ PARAMETRELERİ	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
<i>NCEP (1950-1999)</i>	42.05	37.35	0.93
<i>20C3M (1950-1999)</i>	39.73	35.77	0.95
<i>SRES-A1B (2010-2099)</i>	38.24	37.90	1.13
<i>SRES-A2 (2010-2099)</i>	38.51	37.45	1.17
<i>SRES-B1 (2010-2099)</i>	38.19	37.42	1.28
SICAKLIK PARAMETRELERİ	Ortalama (°C/ay)	Standart sapma (°C/ay)	Çarpıklık
<i>NCEP (1950-1999)</i>	16.56	6.38	0.17
<i>20C3M (1950-1999)</i>	17.22	5.16	0.25
<i>SRES-A1B (2010-2099)</i>	19.43	4.69	0.33
<i>SRES-A2 (2010-2099)</i>	19.34	4.71	0.32
<i>SRES-B1 (2010-2099)</i>	18.88	4.51	0.30

5.7.3.1 İndirgenmiş 20c3m Yağış ve Sıcaklık Değerleri

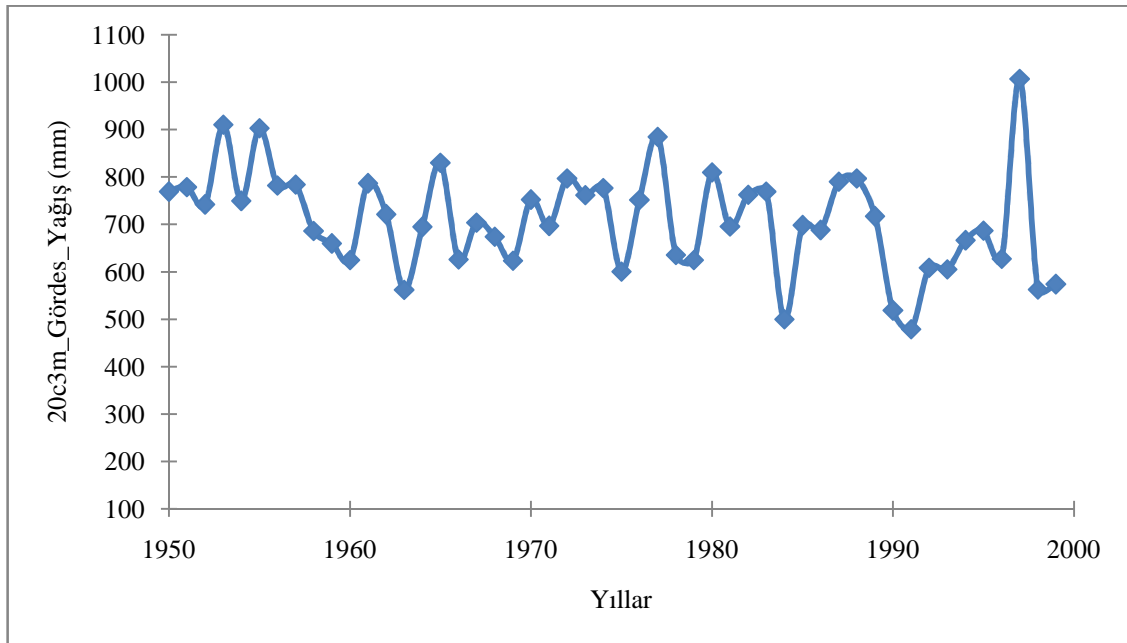
HadCM3 modelinin günümüz dönemini (1950-1999) kapsayan “20C3M” yağış ve sıcaklık değerleri MATLAB ortamında hazırlanan Levenberg-Marquardt YSA algoritması yardımı ile türetilmiştir. Her iki havzaya ait türetilen yağış ve sıcaklık verilerinin temel istatistikleri ve zamanla değişimleri aşağıda gösterilmiştir. Tabloda aynı zamanda havzayı temsil eden gözlemlenmiş değerlere de yer verilerek, ölçek indirgeme sonuçlarının karşılaştırılması sağlanmıştır.

Tablo 5.93 İndirgenmiş 20c3m-gözlemlenmiş yağış ve sıcaklık parametrelerinin istatistikleri (1950-1999)

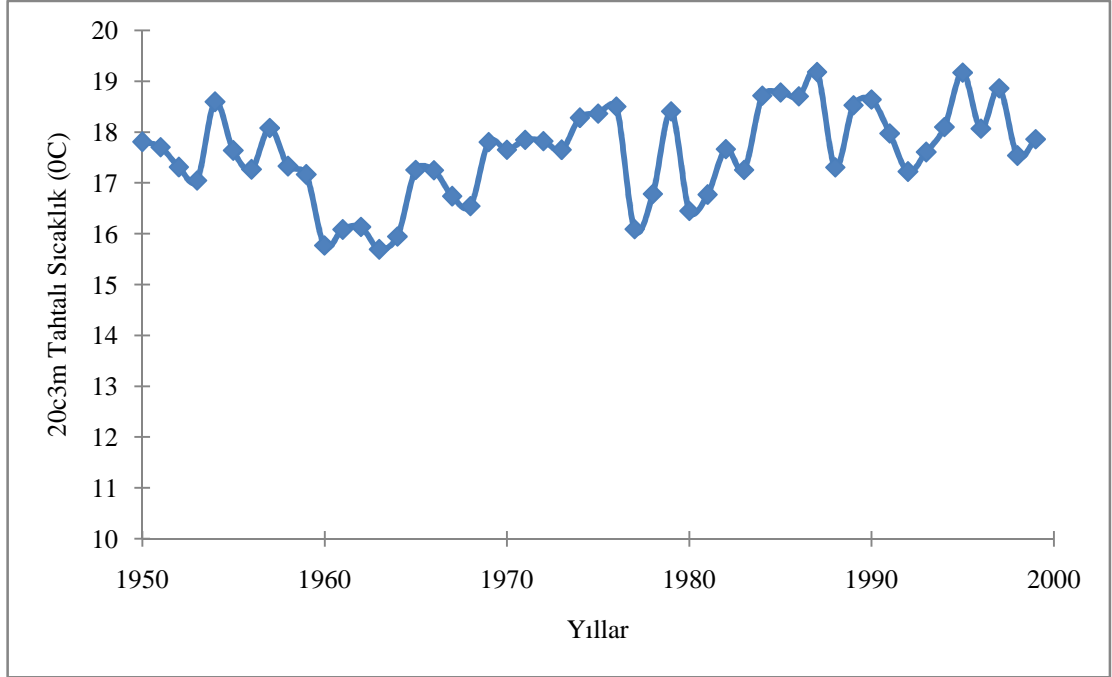
YAĞIŞ PARAMETRELERİ	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
<i>Tahtalı Yağış</i>	64.58	77.40	1.65
<i>Tahtalı 20C3M_{IND}</i>	68.89	70.36	1.11
<i>Gördes Yağış</i>	55.57	54.97	1.47
<i>Gördes 20C3M_{IND}</i>	59.07	50.15	1.13
SICAKLIK PARAMETRELERİ	Ortalama (°C/ay)	Standart sapma (°C/ay)	Çarpıklık
<i>Tahtalı Sıcaklık</i>	17.70	6.90	0.10
<i>Tahtalı 20C3M_{IND}</i>	17.58	6.60	0.15
<i>Gördes Sıcaklık</i>	16.03	7.51	0.08
<i>Gördes 20C3M_{IND}</i>	15.91	7.26	0.04



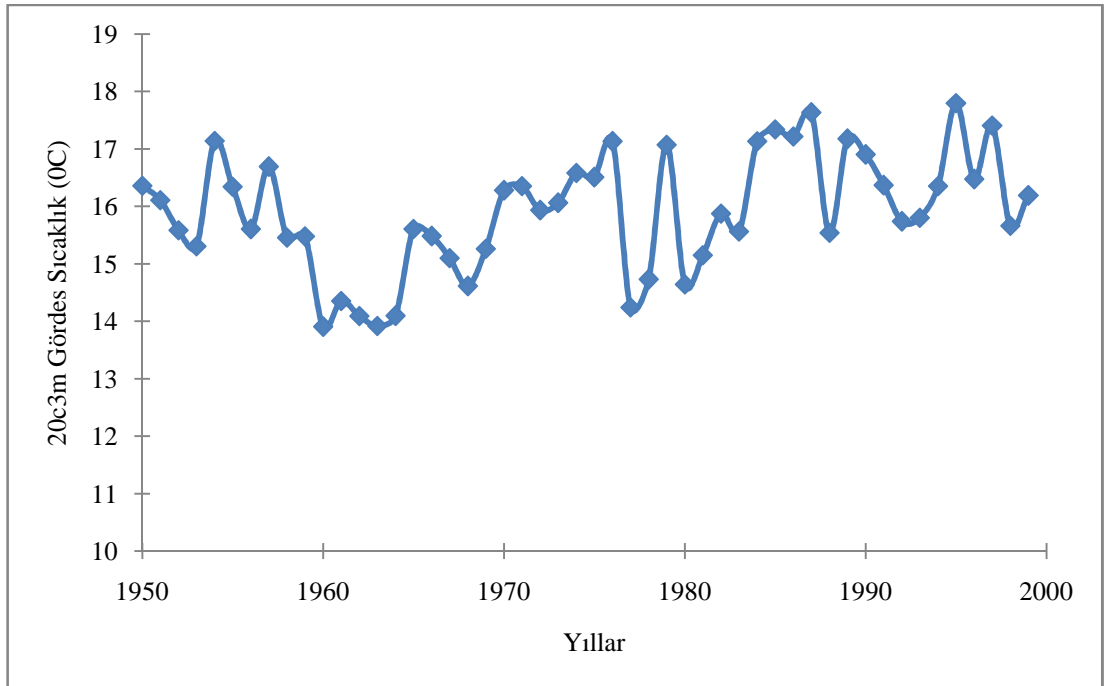
Şekil 5.89 Tahtalı Baraj Havzası 20c3m modeli indirgenmiş Yağış verilerinin yıllık gidişleri (1950-1999)



Şekil 5.90 Gördes Baraj Havzası 20c3m modeli indirgenmiş Yağış verilerinin yıllık gidişleri (1950-1999)



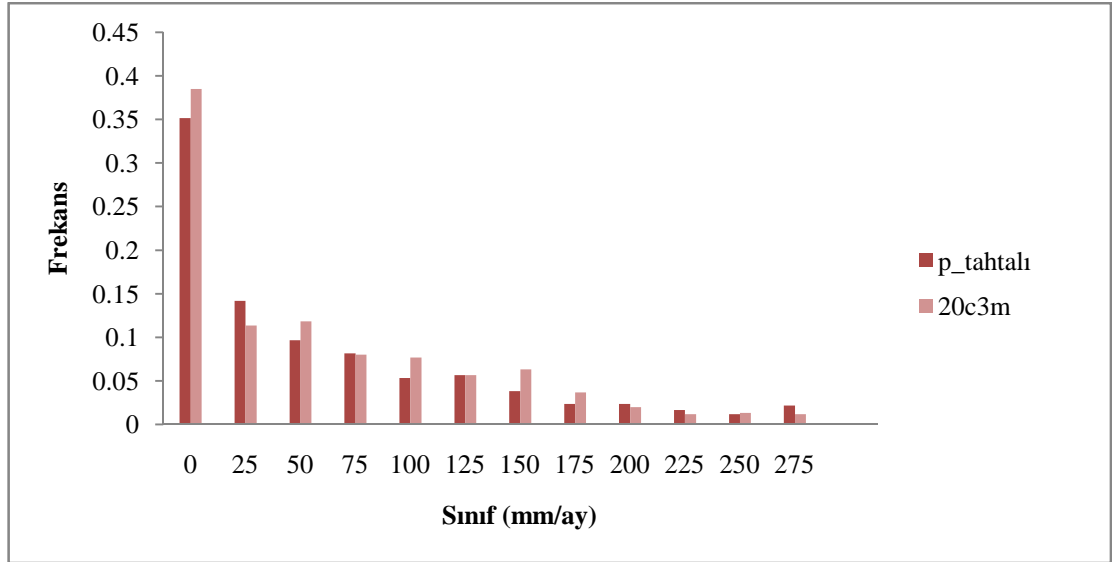
Şekil 5.91 Tahtalı Baraj Havzası 20c3m modeli indirgenmiş Sıcaklık verilerinin yıllık gidişleri (1950-1999)



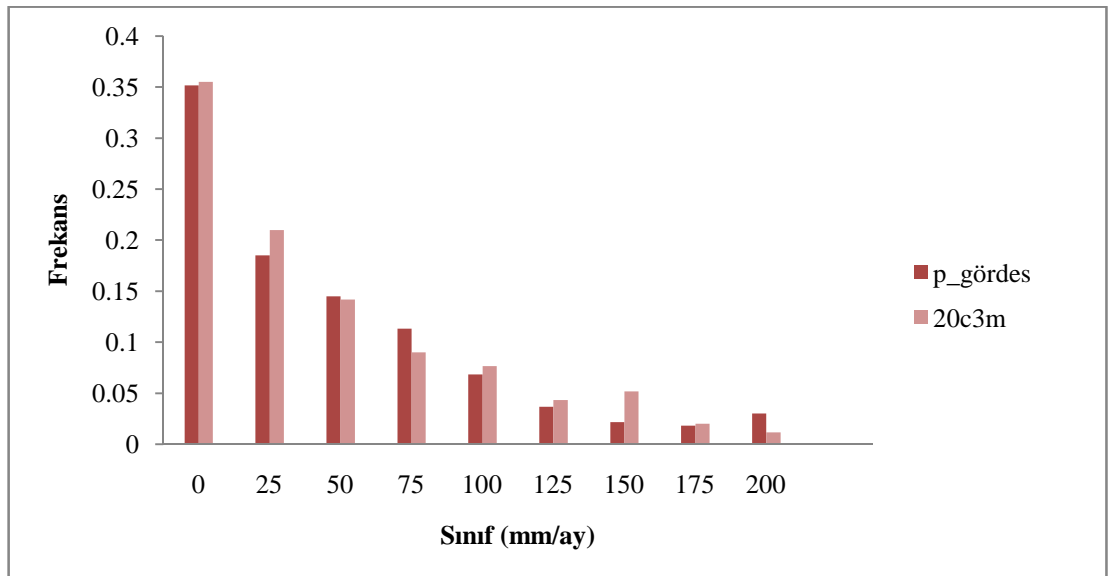
Şekil 5.92 Gördes Baraj Havzası 20c3m modeli indirgenmiş Sıcaklık verilerinin yıllık gidişleri (1950-1999)

Çalışmada indirgenmiş senaryo çıktıları ile her iki havzaya ait gözlemlenmiş değerler arasındaki uyuma da bakılmıştır. Bu aşamada aylık dizilerin frekans

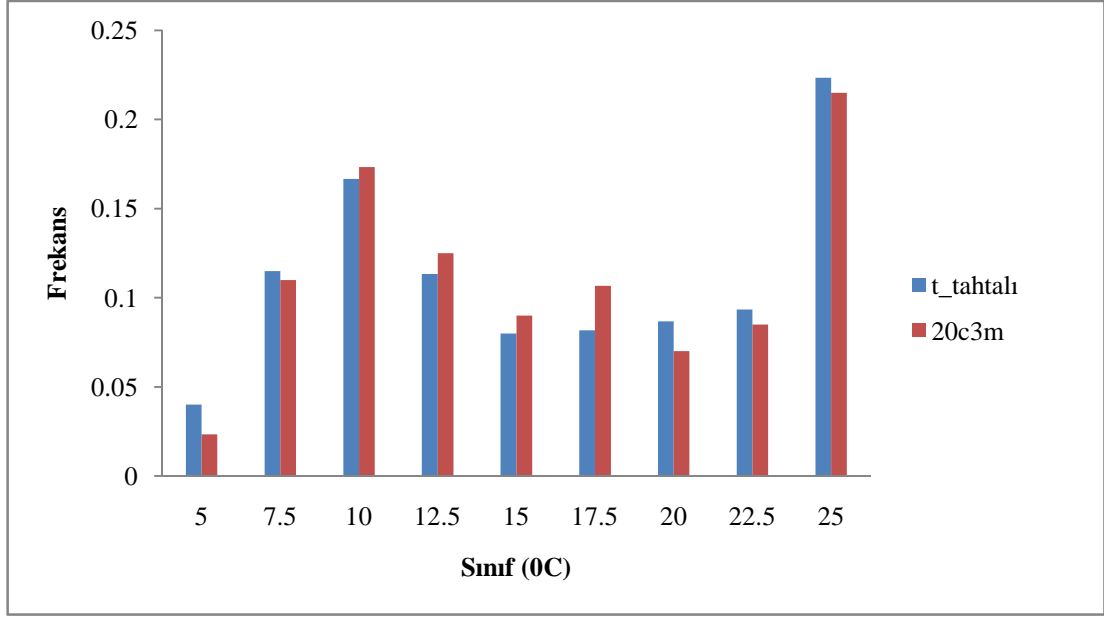
histogramlarına, temel istatistiksel farklılıklara (ortalama, standart sapma, çarpıklık), öngörülebilir dağılımlara, parametrik-parametrik olmayan testlere de başvurularak, indirgenmiş HadCM3 modeli çıktılarının proje bölgesini ne ölçüde temsil edebileceği araştırılmıştır.



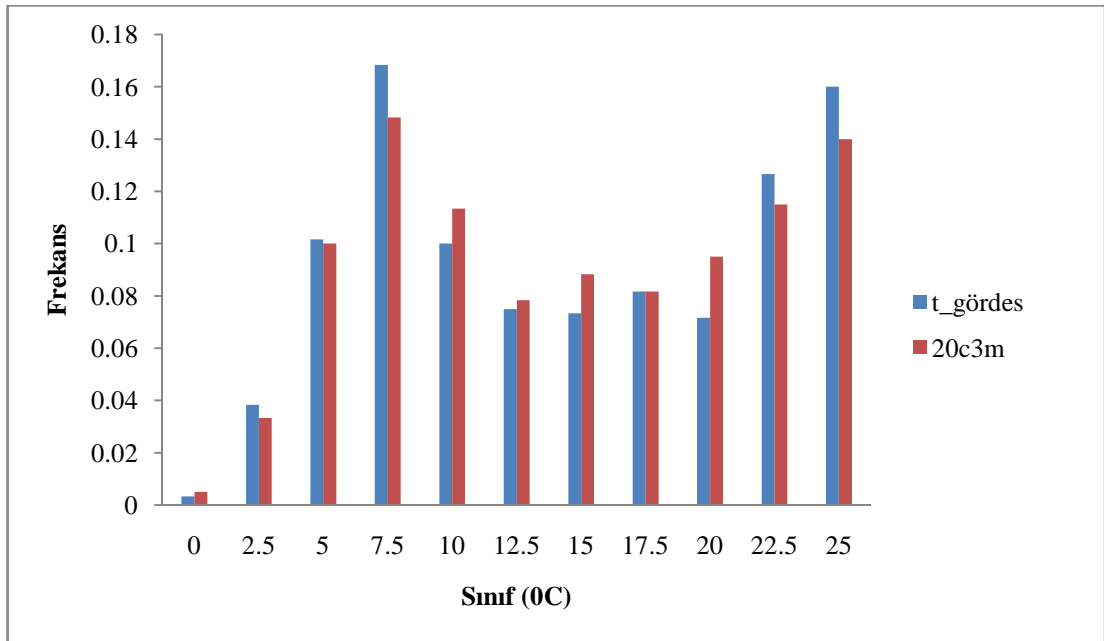
Şekil 5.93 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Tahtalı Thiessen yağış verilerinin frekans histogramları



Şekil 5.94 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Gördes Thiessen yağış verilerinin frekans histogramları

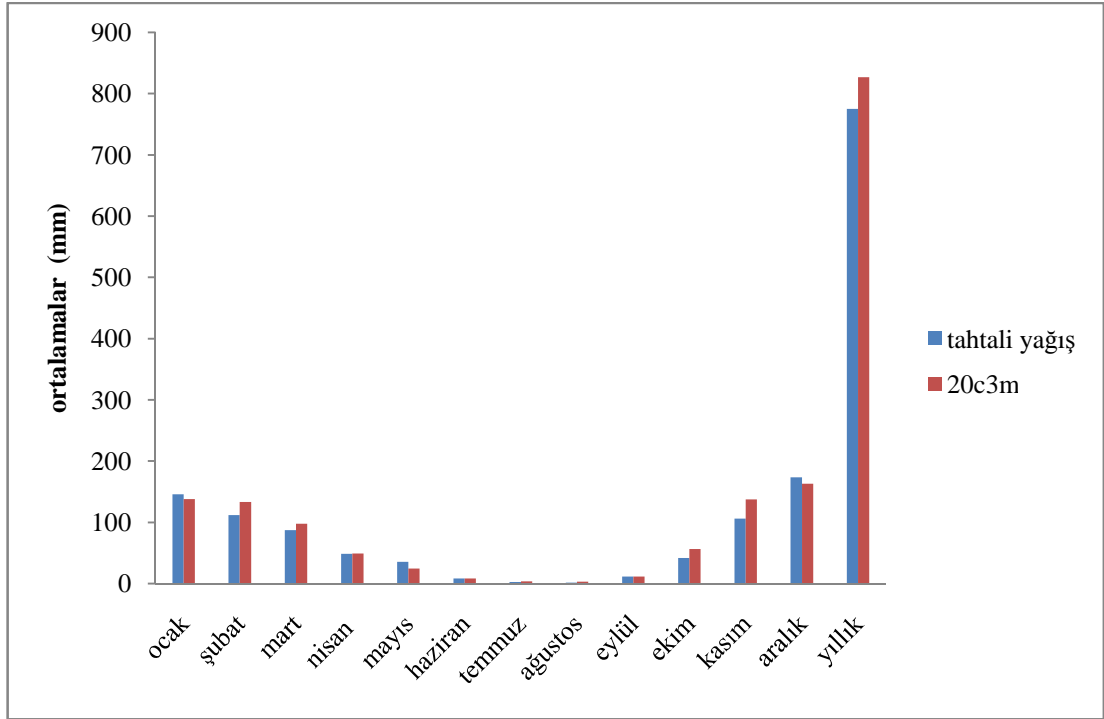


Şekil 5.95 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Tahtalı sıcaklık verilerinin frekans histogramları

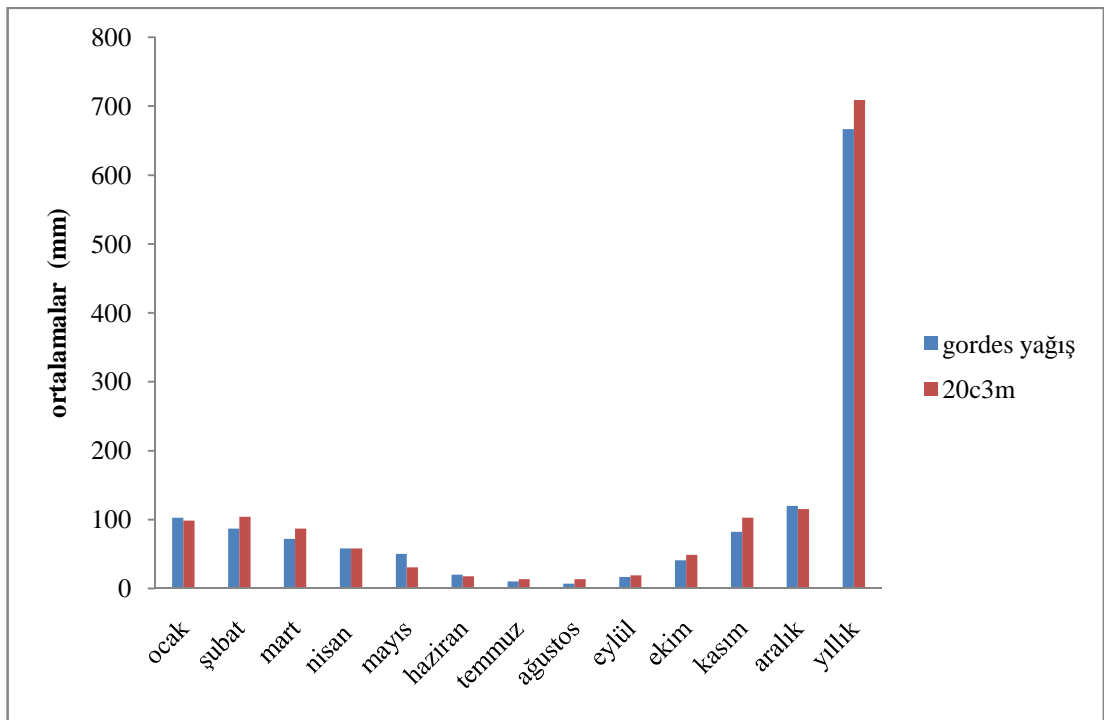


Şekil 5.96 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Gördes sıcaklık verilerinin frekans histogramları

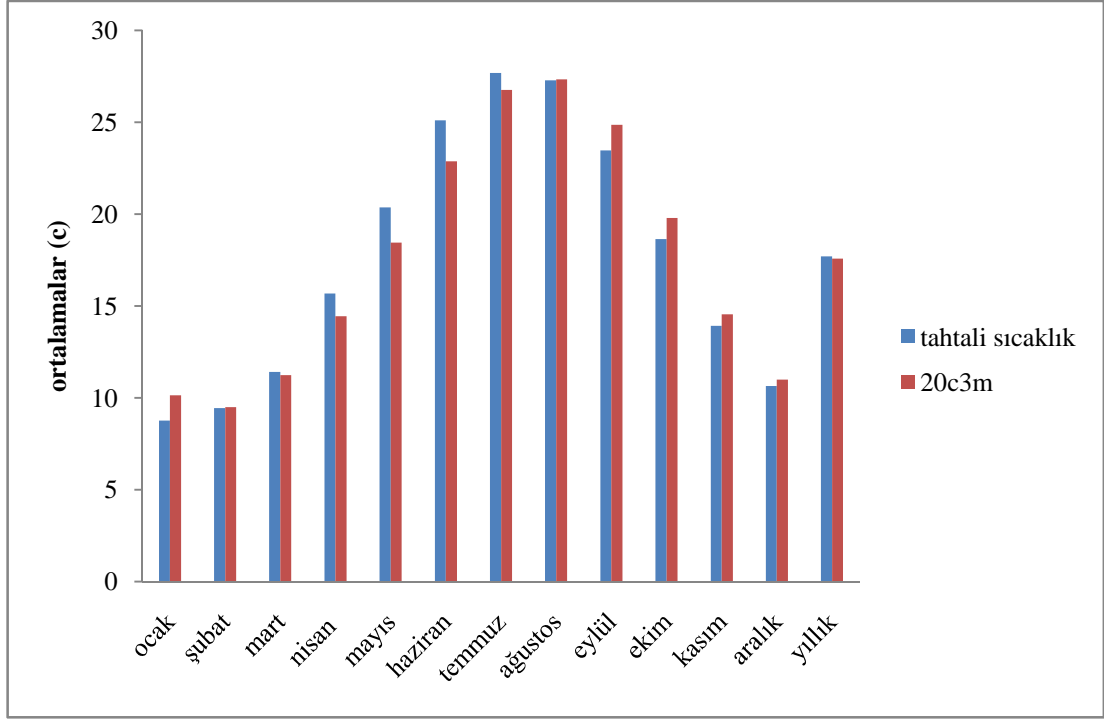
Şekil 5.93-5.96 da gösterilen, her iki havzaya ait indirgenmiş 20c3m modeli yağış ve sıcaklık dizileri ile havzaları temsil eden ölçülmüş değerler arasındaki frekans histogramları incelendiğinde verilerin frekanslarının birbirlerine uygun olduğu görülmektedir.



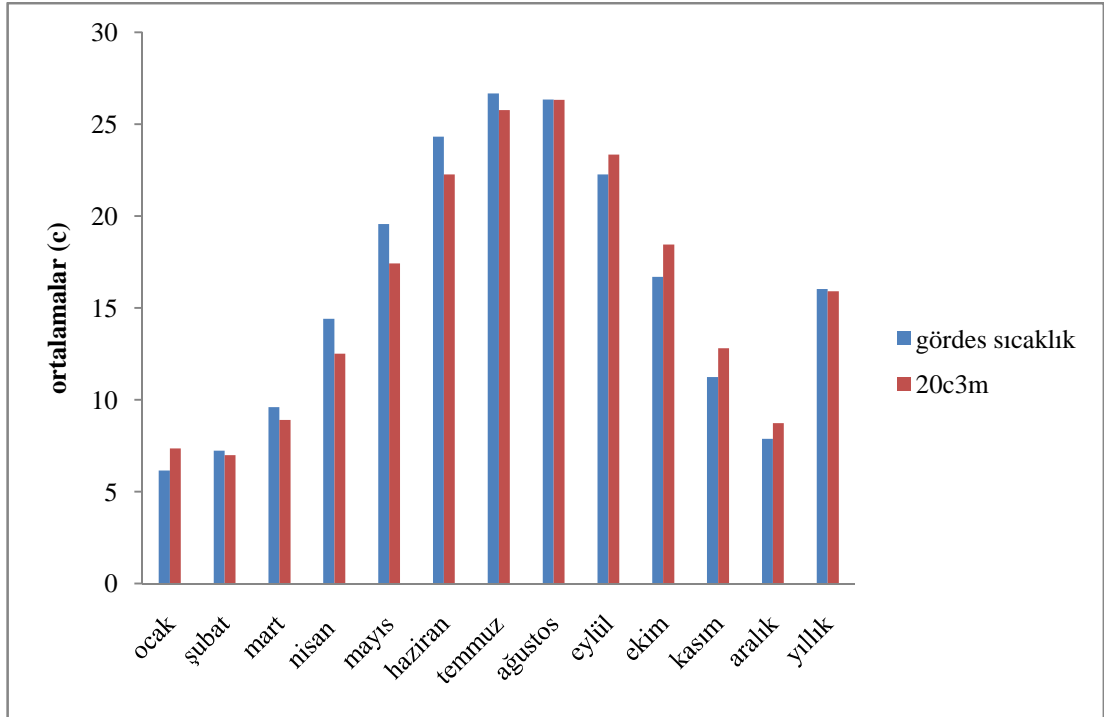
Şekil 5.97 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Tahtalı Thiessen yağış verilerinin aylık ve yıllık ortalamaları



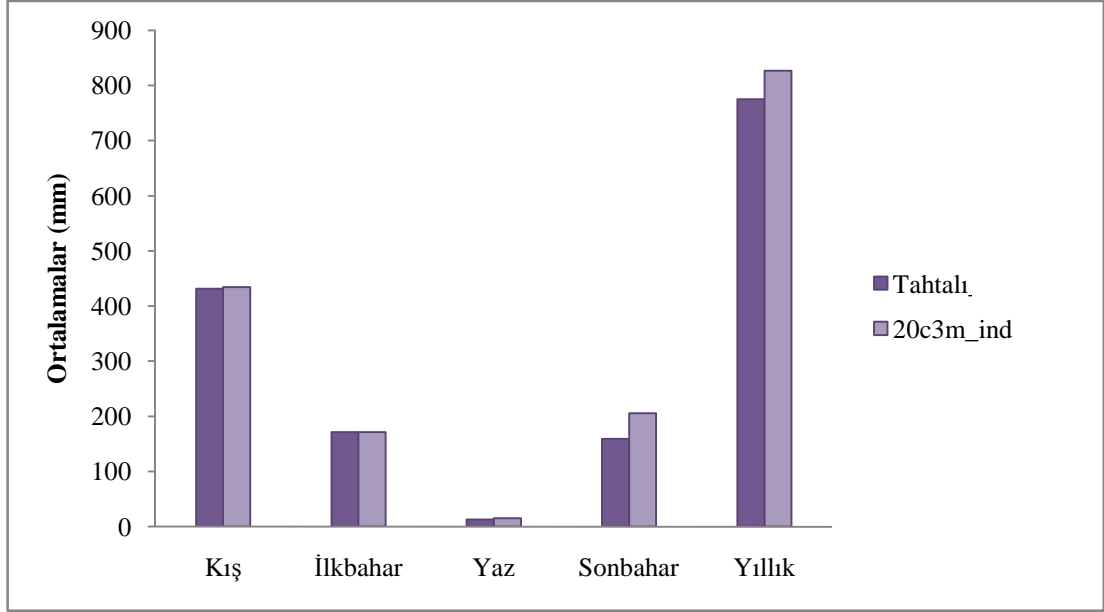
Şekil 5.98 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Gördes Thiessen yağış verilerinin aylık ve yıllık ortalamaları



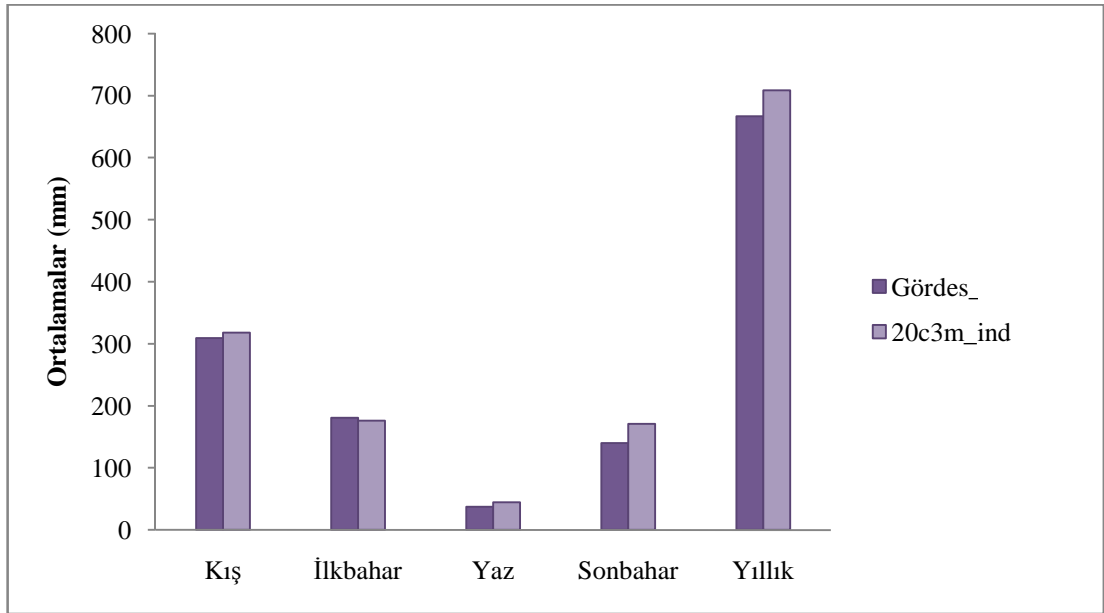
Şekil 5.99 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Tahtali sıcaklık verilerinin aylık ve yıllık ortalamaları



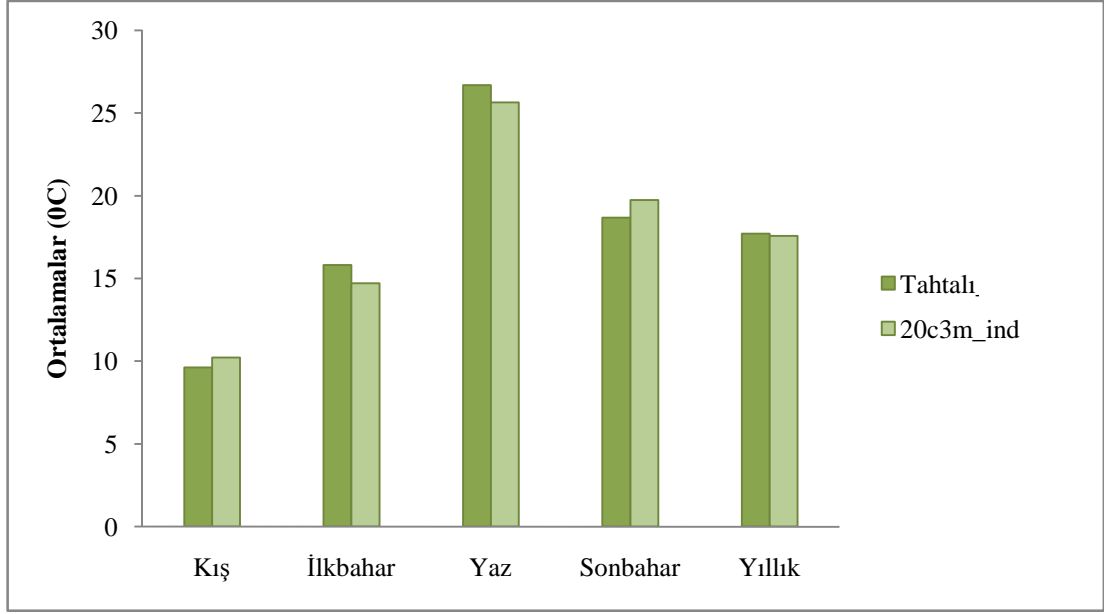
Şekil 5.100 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Gördes sıcaklık verilerinin aylık ve yıllık ortalamaları



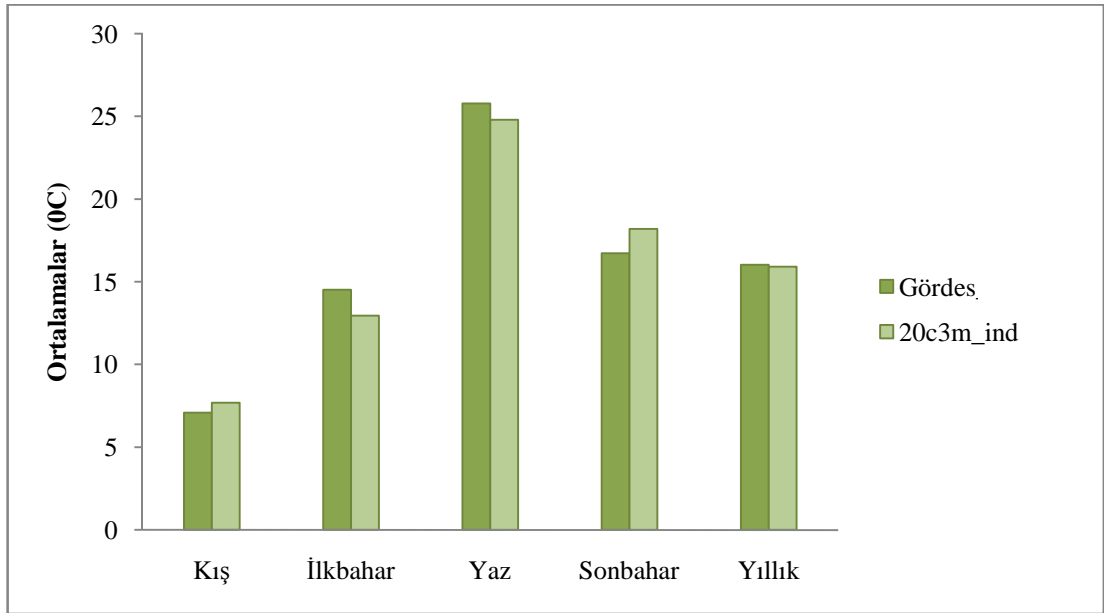
Şekil 5.101 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Tahtalı yağış verilerinin mevsimsel ortalamaları (mm)



Şekil 5.102 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Gördes yağış verilerinin mevsimsel ortalamaları (mm)



Şekil 5.103 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Tahtalı sıcaklık verilerinin mevsimsel ortalamaları (0C)



Şekil 5.104 1950-1999 dönemini kapsayan indirgenmiş 20c3m ve Gördes sıcaklık verilerinin mevsimsel ortalamaları (0C)

Şekil 5.97-5.104 te gösterilen, her iki havzaya ait indirgenmiş 20c3m modeli yağış ve sıcaklık dizileri ile havzaları temsil eden ölçülmüş değerler arasındaki aylık-mevsimsel-yıllık ortalama değerler incelendiğinde sonuçların oldukça yakın olduğu görülmektedir.

Çalışmada gözlenmiş alansal ortalama yağış ve sıcaklık verileri ile HadCM3 20C3M senaryosu indirgenmiş yağış ve sıcaklık verilerinin homojenlikleri de kontrol edilmiştir. Normal dağılıma uyan veriler için parametrik t-testi uygulanmasından önce gruplara bağımsızlık-varyans durağanlık testleri uygulanmış, bu testlerin ikisine birden uyan gruplara rastlanmamıştır. Bu sebeple t-testi varsayımlarını sağlamayan gruplarda Mann-Whitney U sınavına başvurulmuş, sonuçlar Tablo 5.94'te gösterilmiştir.

Tablo 5.94 Mann-Whitney U homojenlik testi sonuçları ($z_{kr}=\pm 1.96$)

	Gruplar	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	W	z_{hesap}	Sonuç
Tahtalı Yağış	20c3m	50	55.50	2775.0	1000.0	2275.0	-1.723	√
	Gözlenen	50	45.50	2275.0				
Gördes Yağış	20c3m	50	55.78	2789.0	986.0	2261.0	-1.820	√
	Gözlenen	50	45.22	2261.0				
Tahtalı Sıcaklık	20c3m	50	49.09	2454.5	1179.5	2454.5	-0.486	√
	Gözlenen	50	51.91	2595.5				
Gördes Sıcaklık	20c3m	50	49.40	2470.0	1195.0	2470.0	-0.379	√
	Gözlenen	50	51.60	2580.0				

Mann-Whitney U test sonuçlarına göre indirgenmiş yağış ve sıcaklık değerleri uygulama sahasını temsil edebilmektedir. Bir başka deyişle çalışmada, YSA ile kurulan ölçek indirgeme fonksiyonlarının kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

5.7.3.2 İndirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 Yağış ve Sıcaklık Değerleri

Çalışmanın bu aşamasında HadCM3 iklim modelinin proje sahasına ilişkin $37.5^{\circ}D$ $26.25^{\circ}K$ koordinatlı A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait atmosferik parametreleri YSA tabanlı ölçek indirgeme fonksiyonları yardımıyla istasyon ölçeğine indirgenmiştir.

Her iki havzaya ait türetilen yağış ve sıcaklık verilerinin temel istatistikleri ve zamanla değişimleri aşağıdaki Tablo ve Grafikler ile gösterilmiştir. Tablolarda aynı

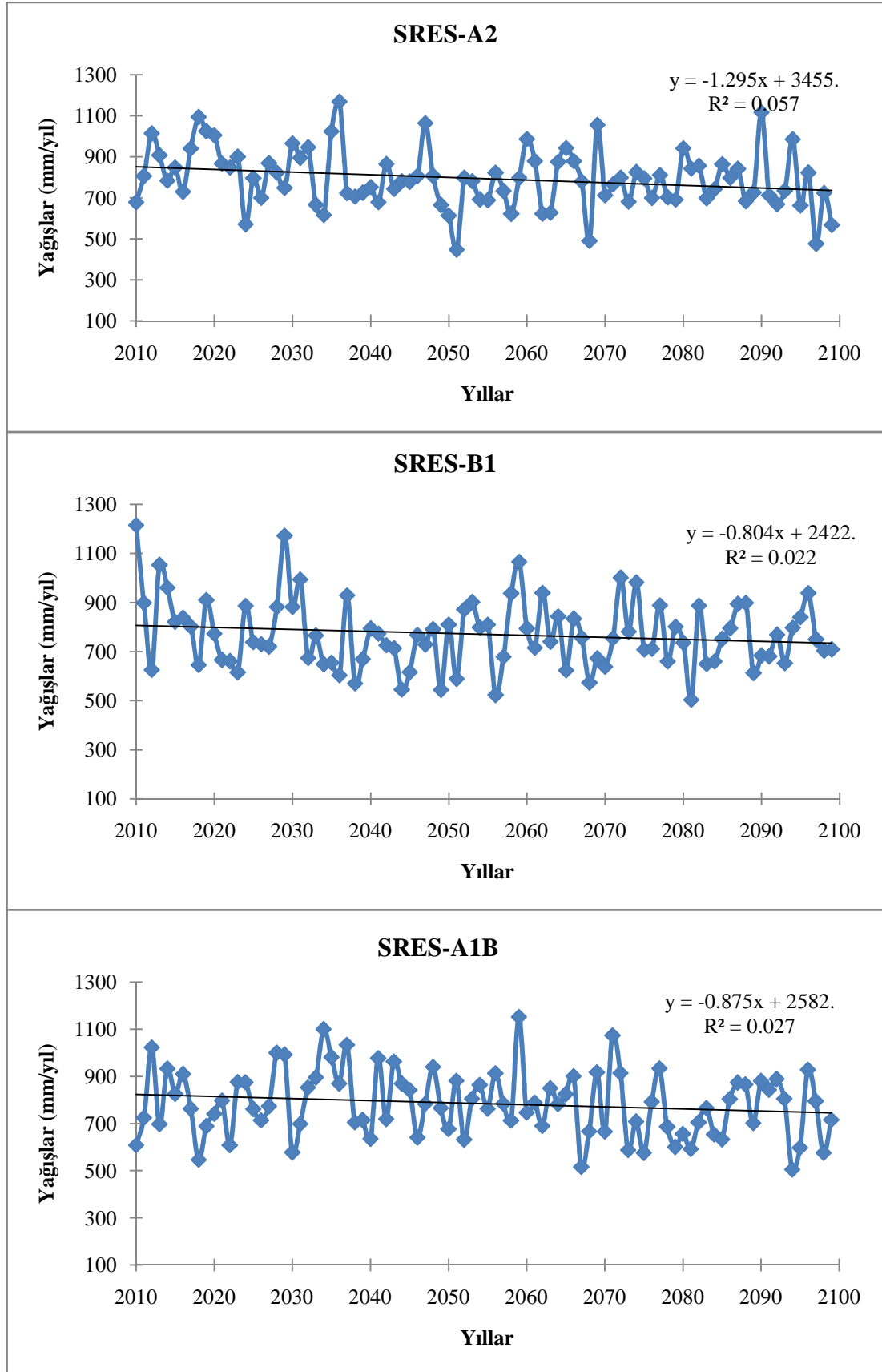
zamanda havzayı temsil eden gözlenmiş ve 20C3M sonuçları da verilerek, gelecekteki yağış ve sıcaklıkların günümüzle karşılaştırılması sağlanmıştır.

Tablo 5.95 Tahtalı havzası İndirgenmiş SRES-20c3m-gözlemlenmiş yağış ve sıcaklık istatistikleri

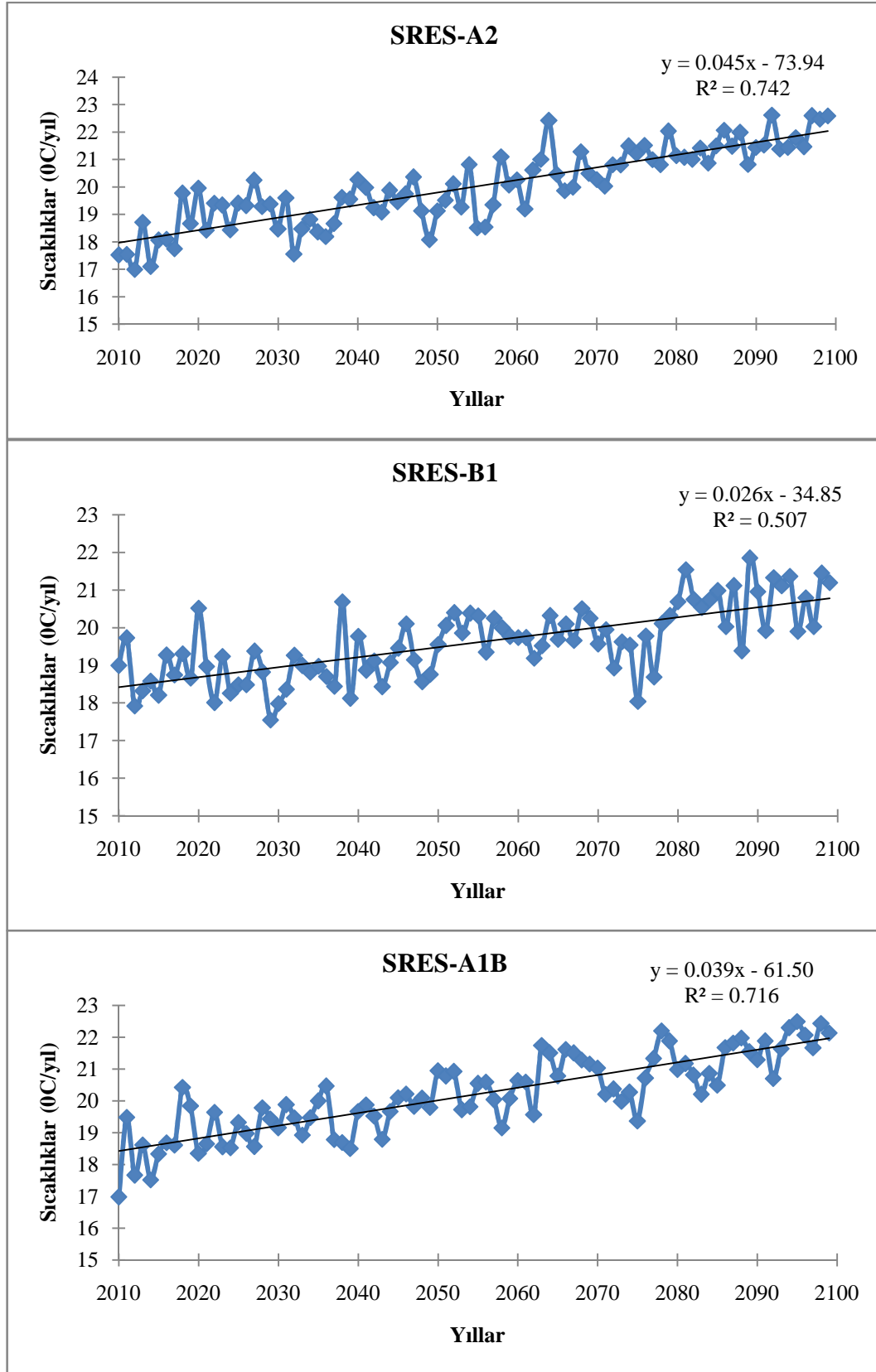
YAĞIŞ PARAMETRELERİ	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
<i>Tahtalı (1950-1999)</i>	64.58	77.40	1.65
<i>Tahtalı 20C3M_{IND} (1950-1999)</i>	68.89	70.36	1.11
<i>Tahtalı SRES-A1B_{IND} (2010-2099)</i>	65.35	71.25	1.24
<i>Tahtalı SRES-A2_{IND} (2010-2099)</i>	66.08	70.69	1.16
<i>Tahtalı SRES-B1_{IND} (2010-2099)</i>	64.17	70.06	1.27
SICAKLIK PARAMETRELERİ	Ortalama (°C/ay)	Standart sapma (°C/ay)	Çarpıklık
<i>Tahtalı (1950-1999)</i>	17.70	6.90	0.10
<i>Tahtalı 20C3M_{IND} (1950-1999)</i>	17.58	6.60	0.15
<i>Tahtalı SRES-A1B_{IND} (2010-2099)</i>	20.19	6.73	0.05
<i>Tahtalı SRES-A2_{IND} (2010-2099)</i>	20.00	6.76	0.05
<i>Tahtalı SRES-B1_{IND} (2010-2099)</i>	19.60	6.68	0.08

Tablo 5.96 Gördes havzası İndirgenmiş SRES-20c3m-gözlemlenmiş yağış ve sıcaklık istatistikleri

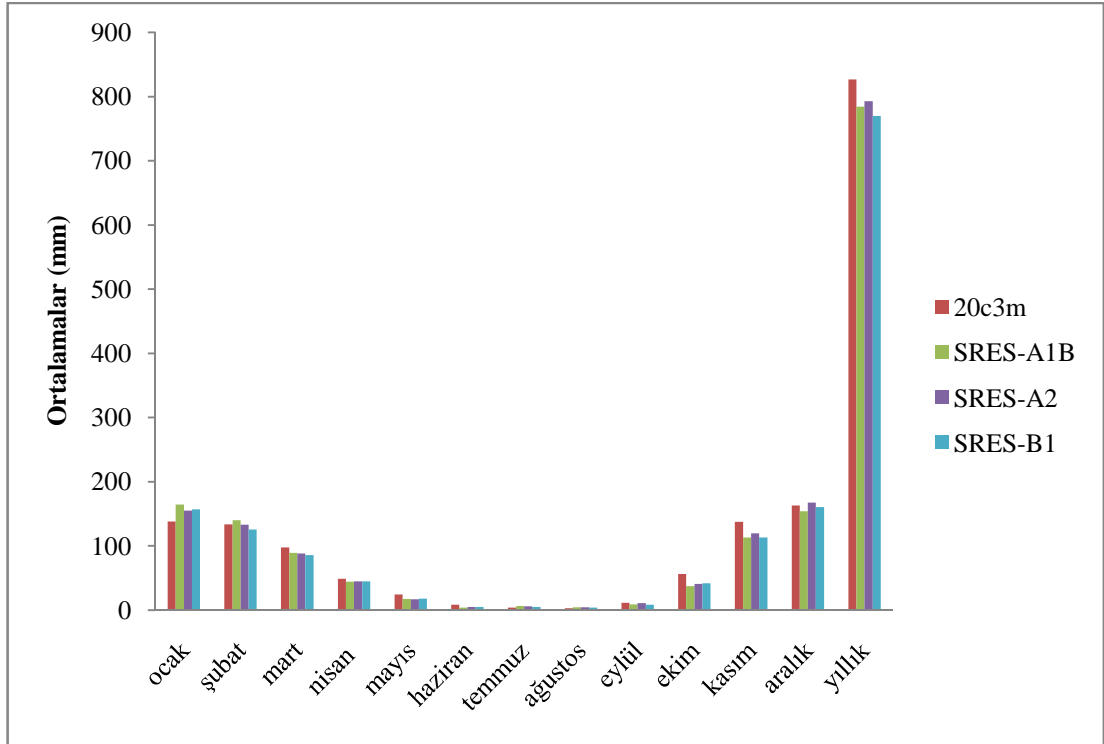
YAĞIŞ PARAMETRELERİ	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
<i>Gördes (1950-1999)</i>	55.57	54.97	1.47
<i>Gördes 20C3M_{IND} (1950-1999)</i>	59.07	50.15	1.13
<i>Gördes SRES-A1B_{IND} (2010-2099)</i>	54.21	48.52	1.34
<i>Gördes SRES-A2_{IND} (2010-2099)</i>	55.04	48.63	1.28
<i>Gördes SRES-B1_{IND} (2010-2099)</i>	53.45	47.90	1.33
SICAKLIK PARAMETRELERİ	Ortalama (°C/ay)	Standart sapma (°C/ay)	Çarpıklık
<i>Gördes (1950-1999)</i>	16.03	7.51	0.08
<i>Gördes 20C3M_{IND} (1950-1999)</i>	15.91	7.26	0.04
<i>Gördes SRES-A1B_{IND} (2010-2099)</i>	18.95	7.16	-0.04
<i>Gördes SRES-A2_{IND} (2010-2099)</i>	18.74	7.24	-0.05
<i>Gördes SRES-B1_{IND} (2010-2099)</i>	18.28	7.18	0.00



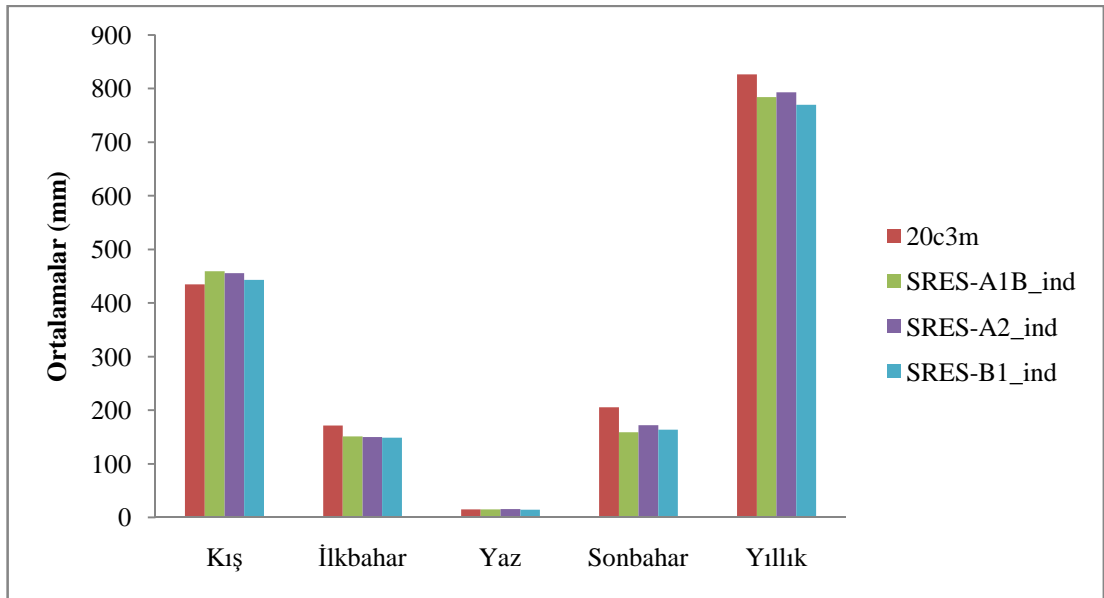
Şekil 5.105 Tahtalı Baraj Havzası A2, B1 ve A1B indirgenmiş Yağış verilerinin yıllık gidışleri



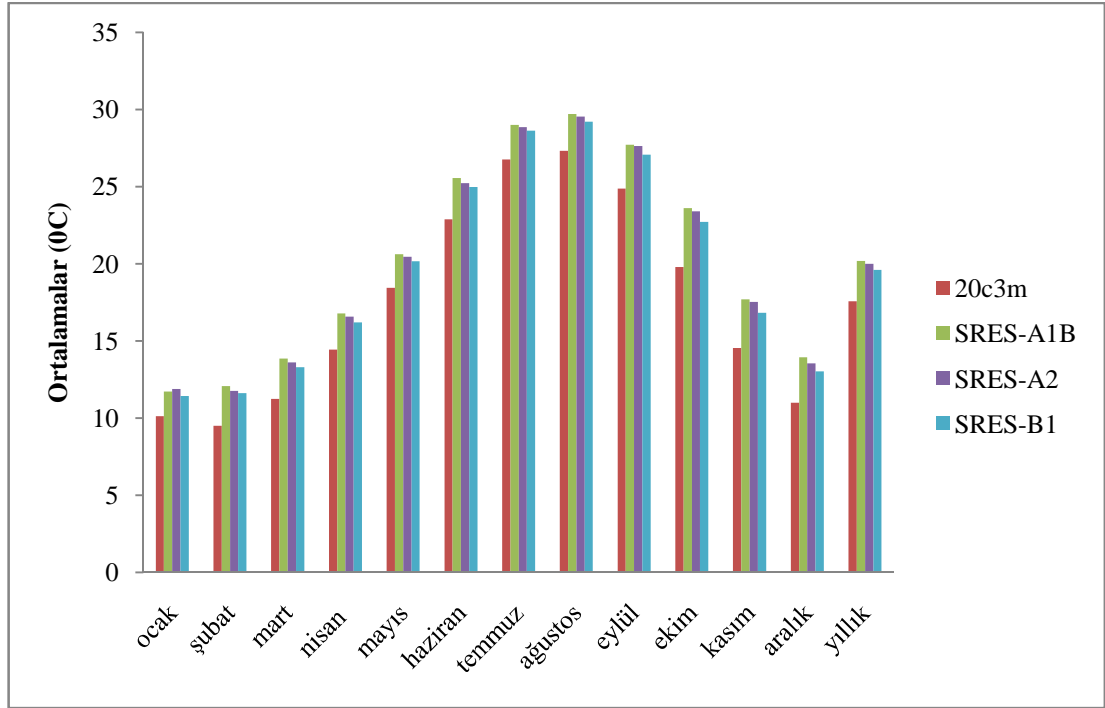
Şekil 5.106 Tahtalı Baraj Havzası A2, B1 ve A1B indirgenmiş Sıcaklık verilerinin yıllık gidışleri



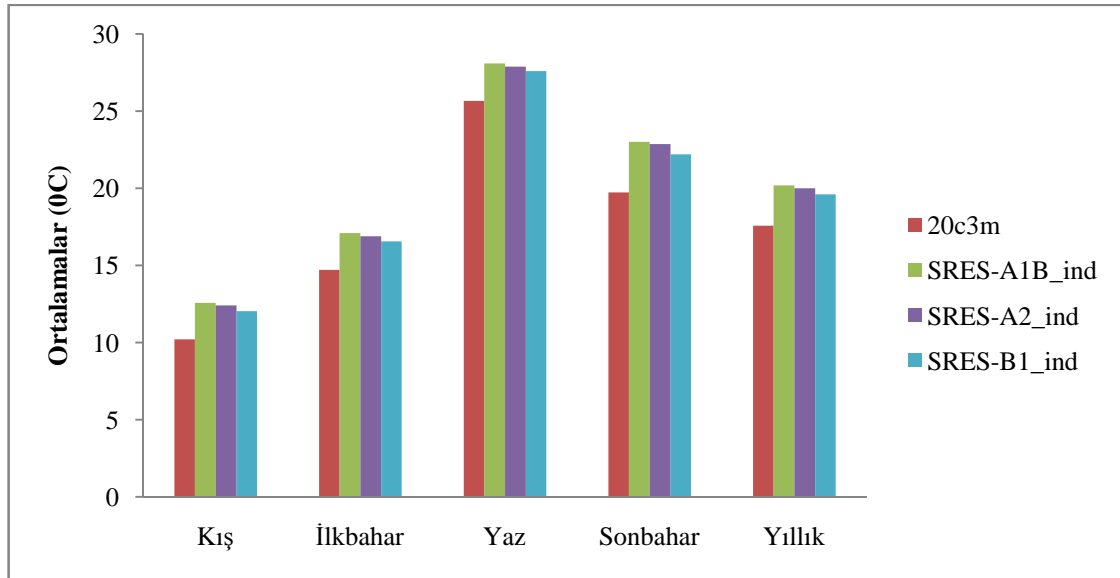
Şekil 5.107 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m yağış değerlerinin ortalamaları (mm)



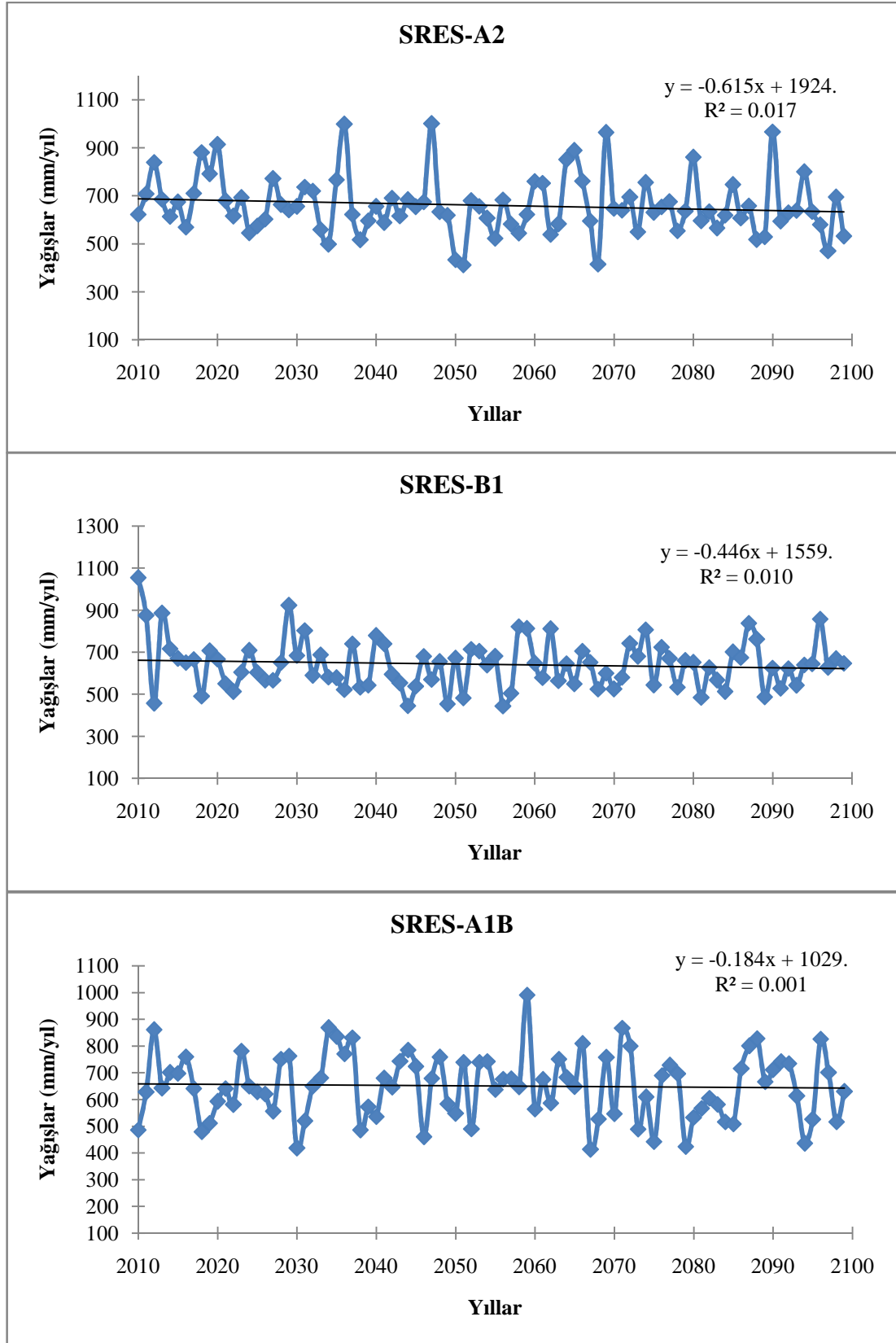
Şekil 5.108 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş mevsimsel SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m yağış değerlerinin ortalamaları (mm)



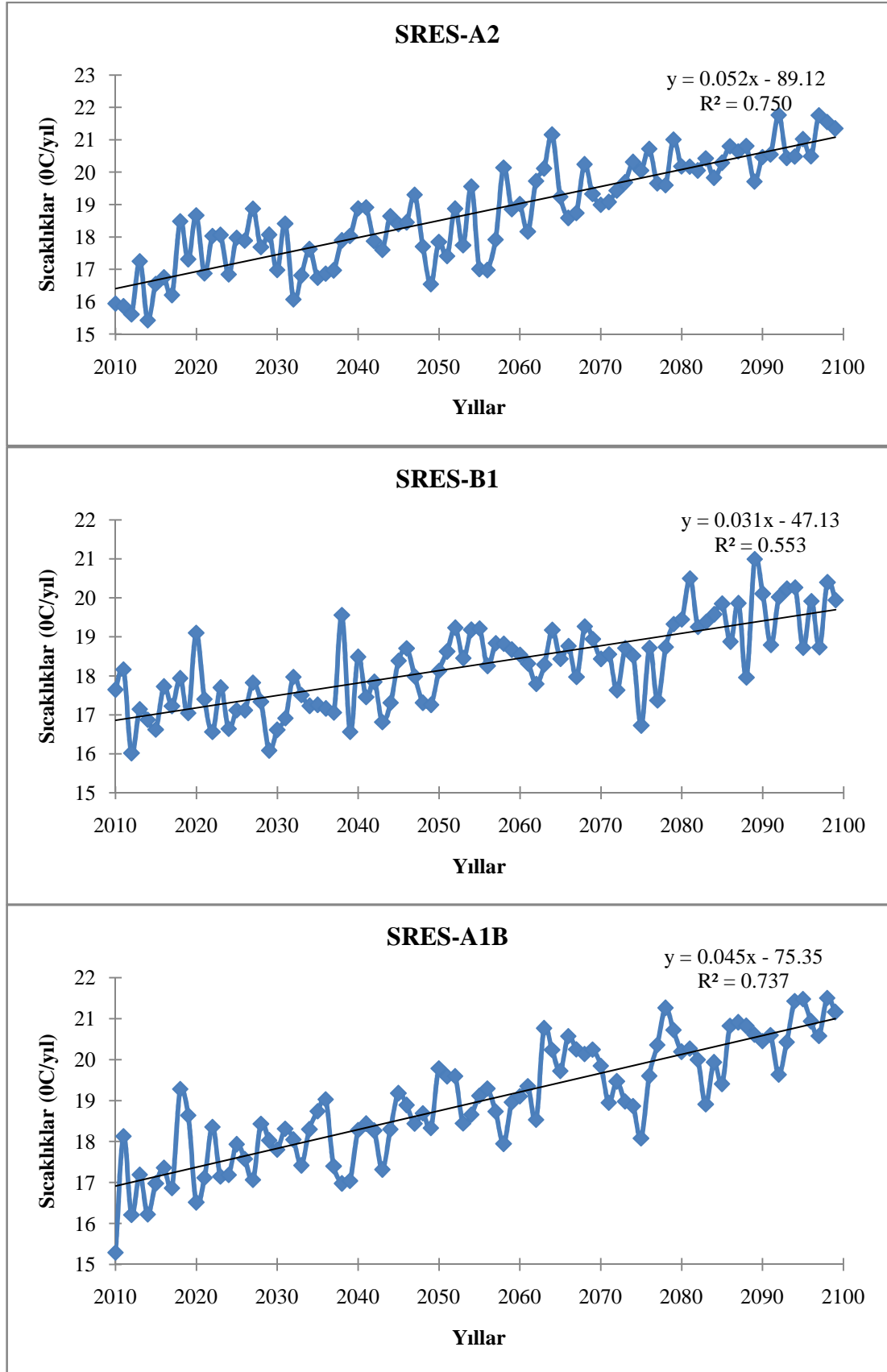
Şekil 5.109 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m sıcaklık değerlerinin ortalamaları ($^{\circ}\text{C}$)



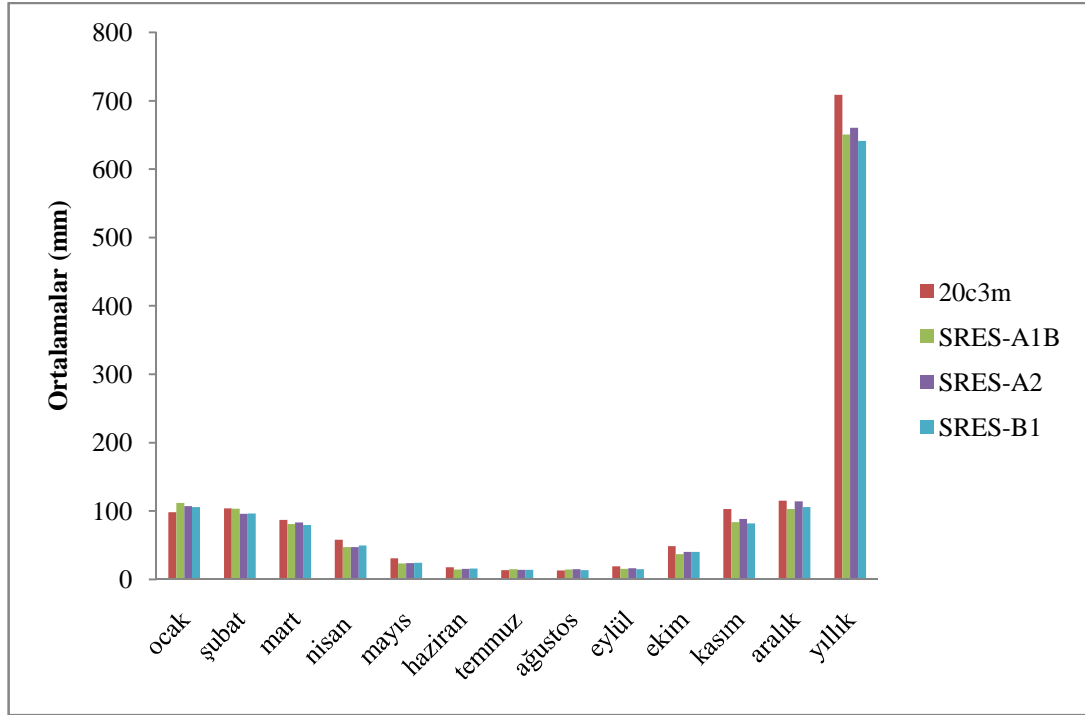
Şekil 5.110 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş mevsimsel SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m sıcaklık değerlerinin ortalamaları ($^{\circ}\text{C}$)



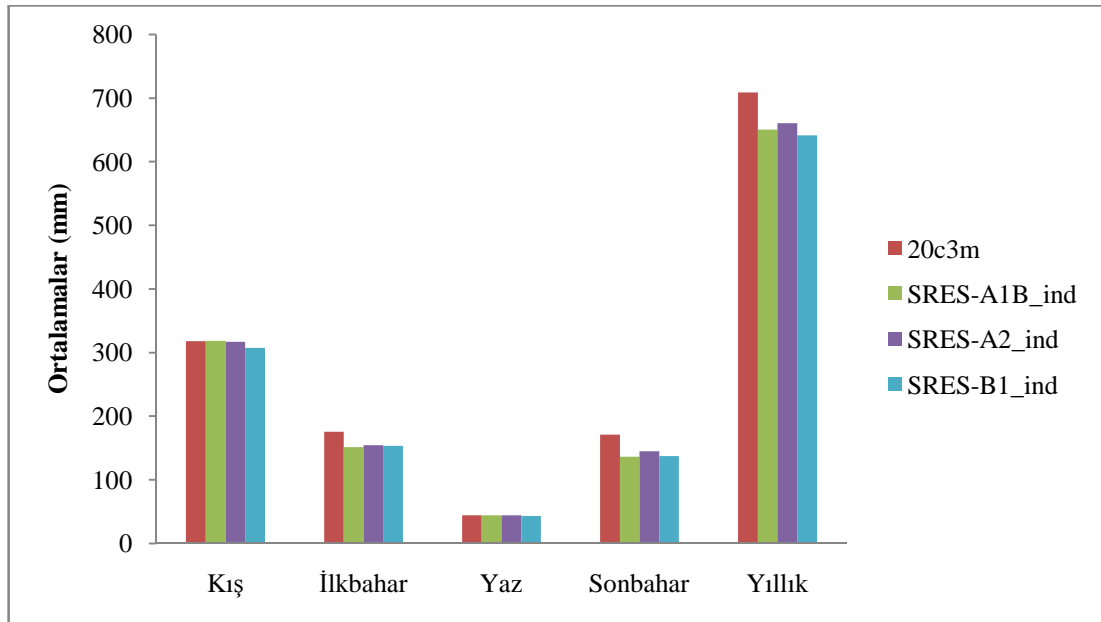
Şekil 5.111 Gördes Baraj Havzası A2, B1 ve A1B indirgenmiş Yağış verilerinin yıllık gidişleri



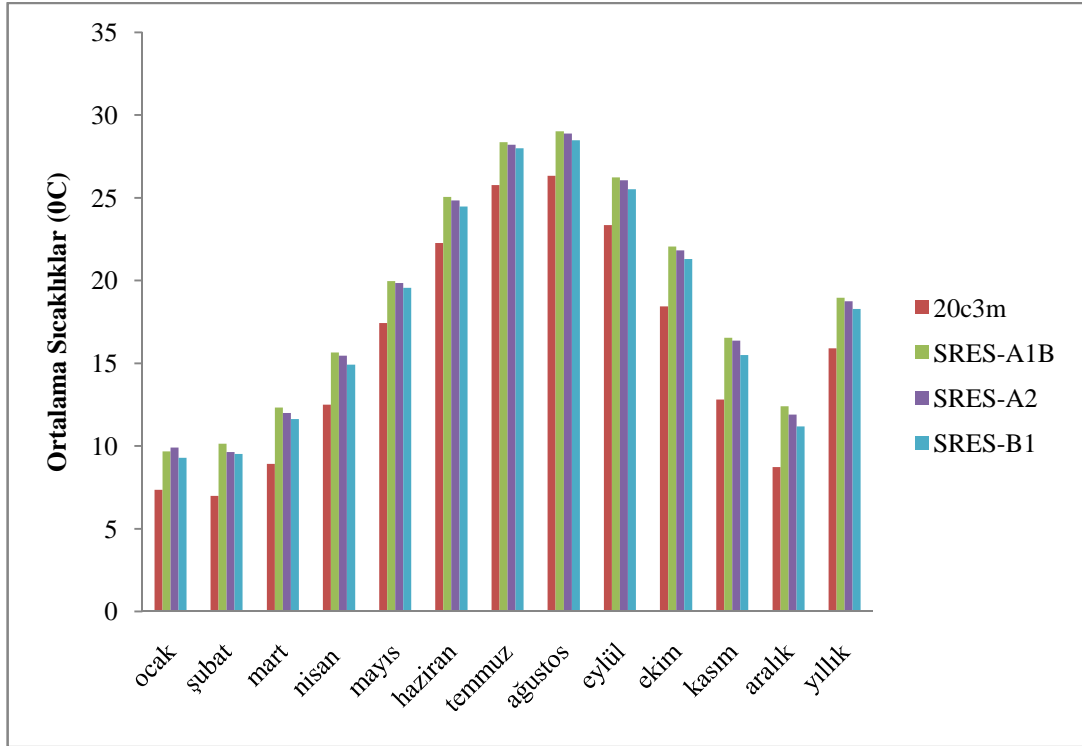
Şekil 5.112 Gördes Baraj Havzası A2, B1 ve A1B indirgenmiş Sıcaklık verilerinin yıllık gidişleri



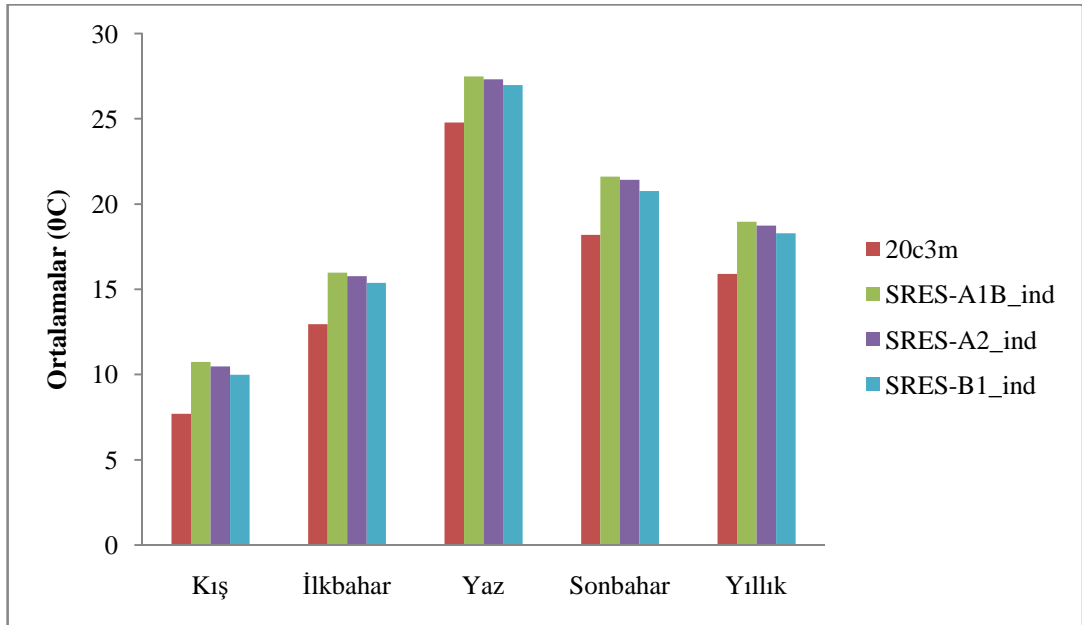
Şekil 5.113 Gördes havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m yağış değerlerinin ortalamaları (mm)



Şekil 5.114 Gördes havzasına ait indirgenmiş mevsimsel SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m yağış değerlerinin ortalamaları (mm)



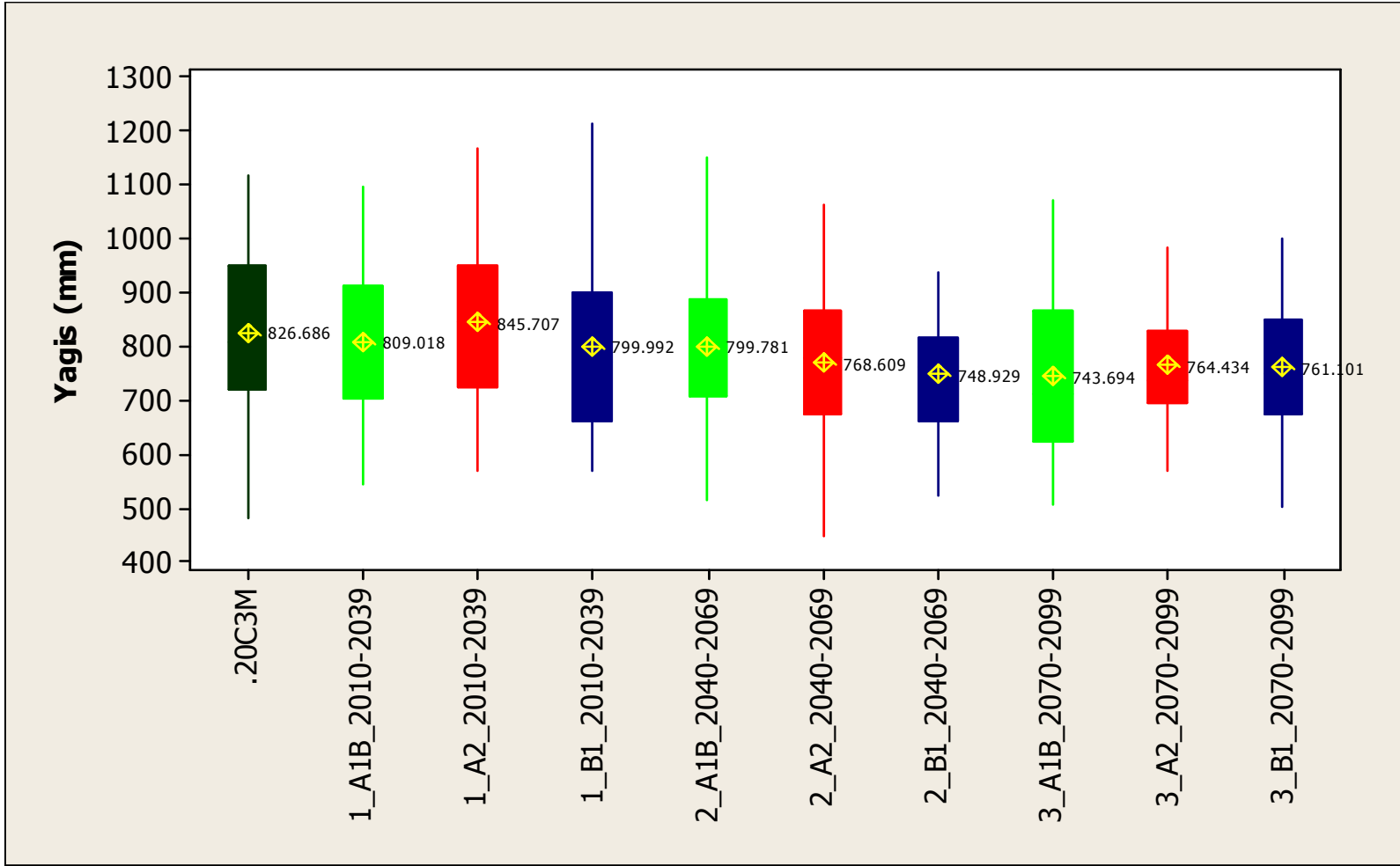
Şekil 5.115 Gördes havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m sıcaklık değerlerinin ortalamaları ($^{\circ}\text{C}$)



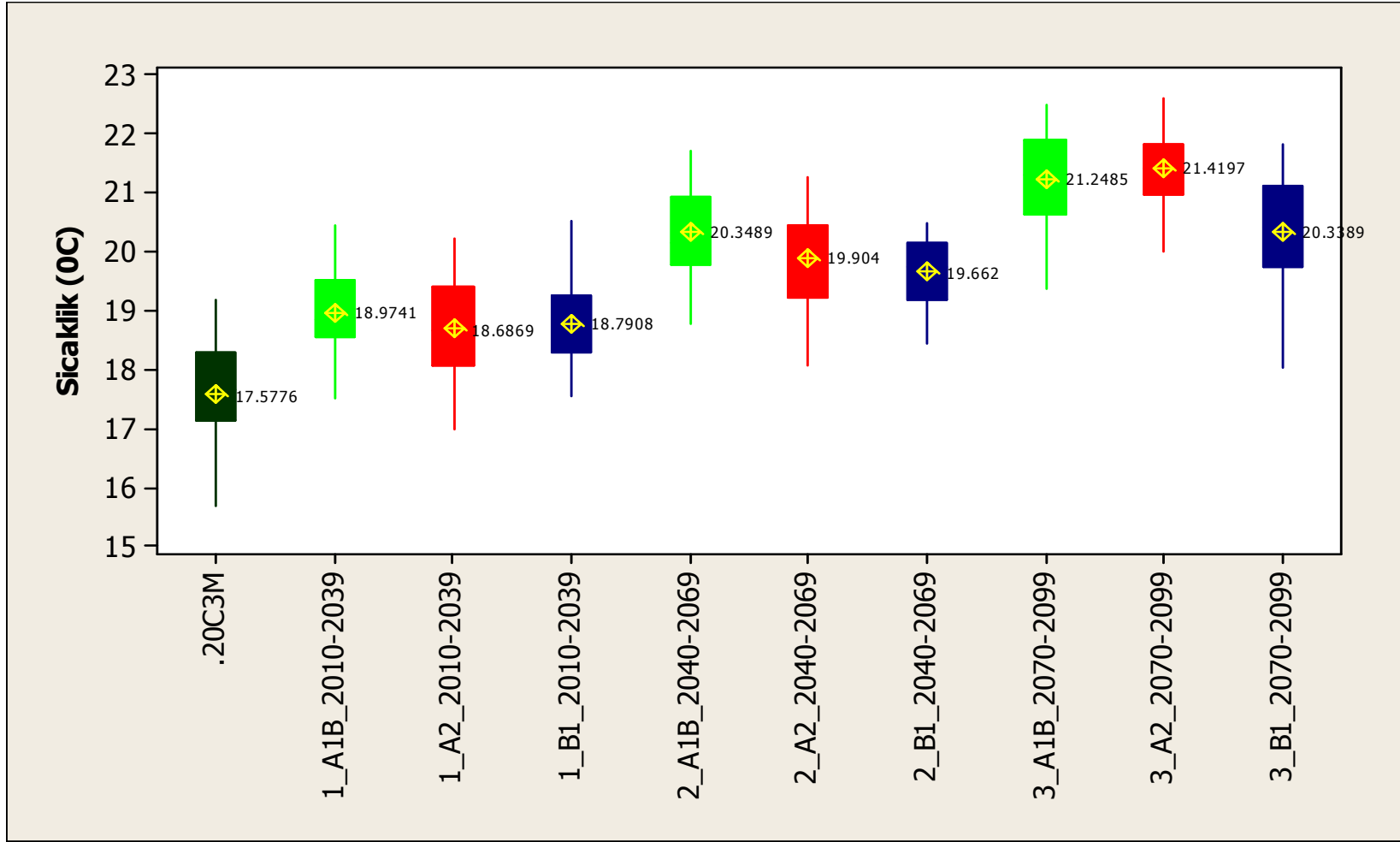
Şekil 5.116 Gördes havzasına ait indirgenmiş mevsimsel SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m sıcaklık değerlerinin ortalamaları ($^{\circ}\text{C}$)

Tez kapsamında ele alınan istatistiksel ölçek indirgeme (downscaling) çalışmasında, İngiltere Meteoroloji Servisi Hadley İklim Tahmin ve Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen atmosferik-okyanus küresel sirkülasyon modeli “HadCM3”ün proje bölgesine indirgenmiş yağış ve sıcaklık parametreleri kullanılarak, gelecek dönemde iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek havzalardan biri olabileceği düşünülen İzmir içme suyu havzaları (Tahtalı, Gördes) için bölgesel düzeyde ayrıntılar içeren iklim değişikliği öngörülerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. MATLAB ortamında NCEP/NCAR Re-analiz, gözlenmiş veriler kullanılarak hazırlanan ölçek indirgeme modeli, HadCM3 çıktıları (ham veriler) ile çalıştırılmış, referans dönem “20C3M” (1950-1999) senaryosu ile gelecek dönem A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait yağış ve sıcaklık değerleri, gerek istatistiksel özet tablolar, gerek diyagramlar yardımı ile karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur. Karşılaştırmalar, 2010-2099 dönemini kapsayacak şekilde yapıldıysa da 2010-2039, 2040-2069 ve 2070-2099 periyotlarındaki değişimler box-plot grafikleri ile sunulmuştur (Şekil 5.117-5.120).

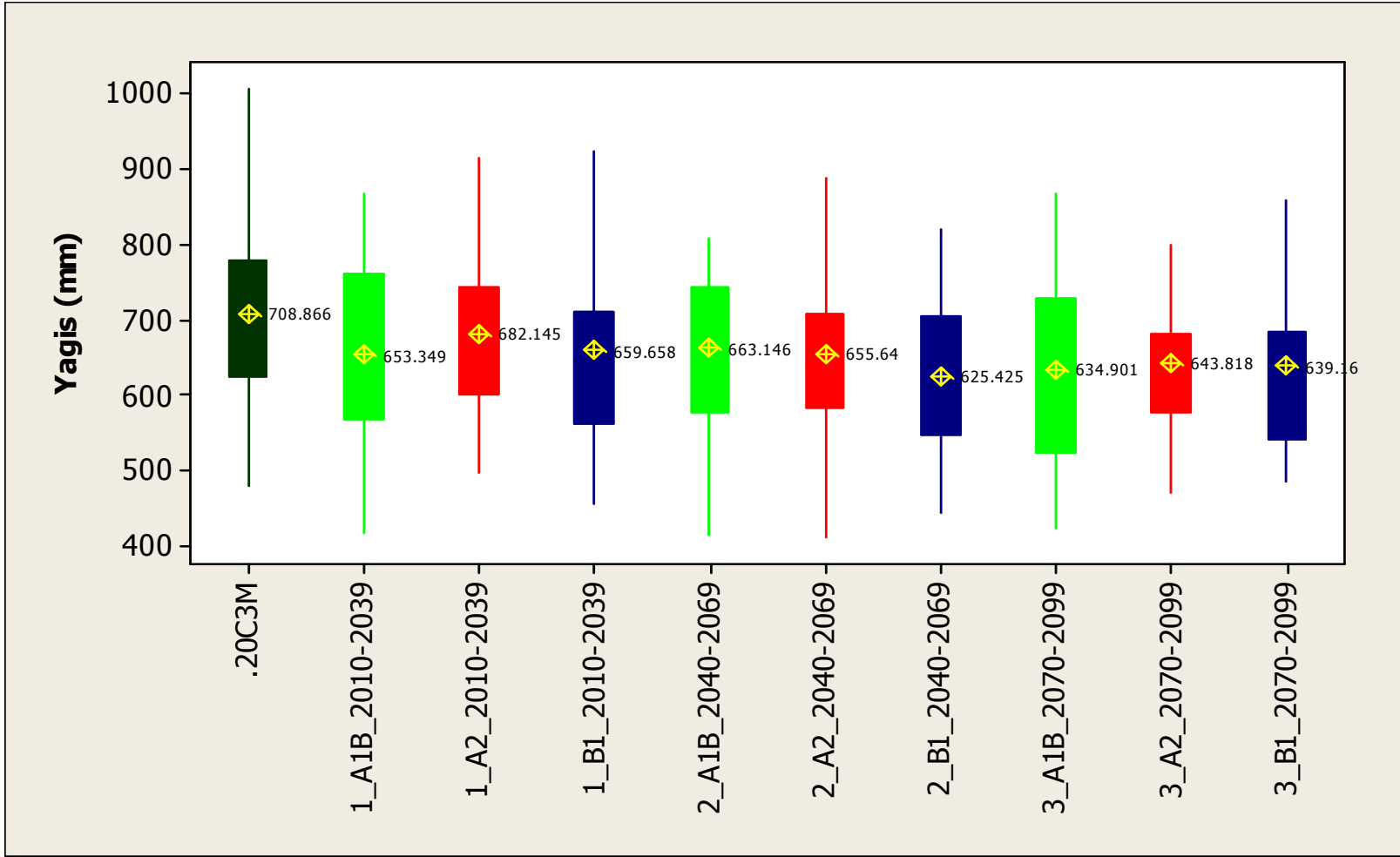
Ölçek indirgeme sonuçlarına bakıldığında her üç senaryoya ait yağış ve sıcaklık istatistiklerinin küçük farklılıklar dışında temelde benzeşmekte olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklıklar açısından incelendiğinde Tahtalı baraj havzasında 2.0-2.6 °C’lik artışlar, Gördes baraj havzasında ise 2.4-3.0 °C’lik artışlar öngörülmektedir. Burada en büyük artış değerleri A1B-A2 senaryolarında görülmüştür. Periyot olarak bakıldığında 2070-2099 döneminde ortalama yüzey sıcaklıklarında her iki havza için de 3.5-4.5 °C’lik artışlar öngörülmektedir. 2010-2100 dönemi mevsimsel trend analizlerine bakıldığında ise her iki havzada da yaz mevsimine ait yüzey sıcaklıklarında anlamlı artış eğilimleri ($Z_{hesap} = 10-15$) göze çarpmaktadır. Bunu sırasıyla ilkbahar, sonbahar ve kış yüzey sıcaklık artışları izlemektedir. Su kaynaklarının gelecekteki durumu için son derece önemli olan yağış rejimindeki değişikliklere bakıldığında Tahtalı baraj havzası yıllık toplam yağışlarında 30-60 mm/yıl, Gördes baraj havzası yıllık toplam yağışlarında ise 50-70 mm/yıl oranında düşüşler beklenmektedir. Ancak bu değerlerin %5 anlamlılık düzeyinde trendlerine bakıldığında önemli ölçüde azalmalar olmadığı görülmektedir.



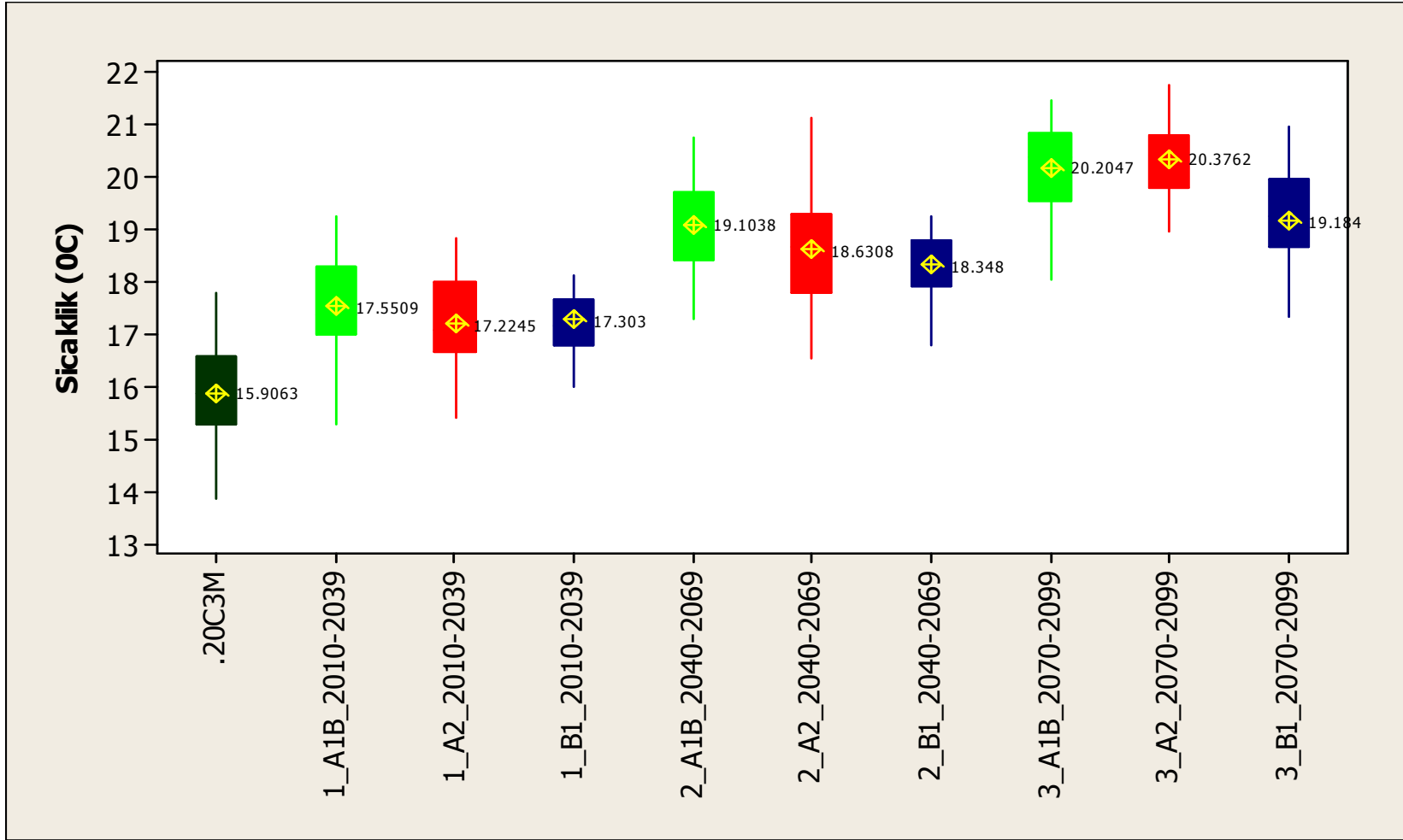
Şekil 5.117 Tahtalı Havzası 20c3m, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait yağış çıktılarının boxplot (kutu çizim) gösterimleri



Şekil 5.118 Tahtalı Havzası 20c3m, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait sıcaklık çıktılarının boxplot (kutu çizim) gösterimleri



Şekil 5.119 Gördes Havzası 20c3m, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait yağış çıktılarının boxplot (kutu çizim) gösterimleri



Şekil 5.120 Gördes Havzası 20c3m, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait sıcaklık çıktılarının boxplot (kutu çizim) gösterimleri

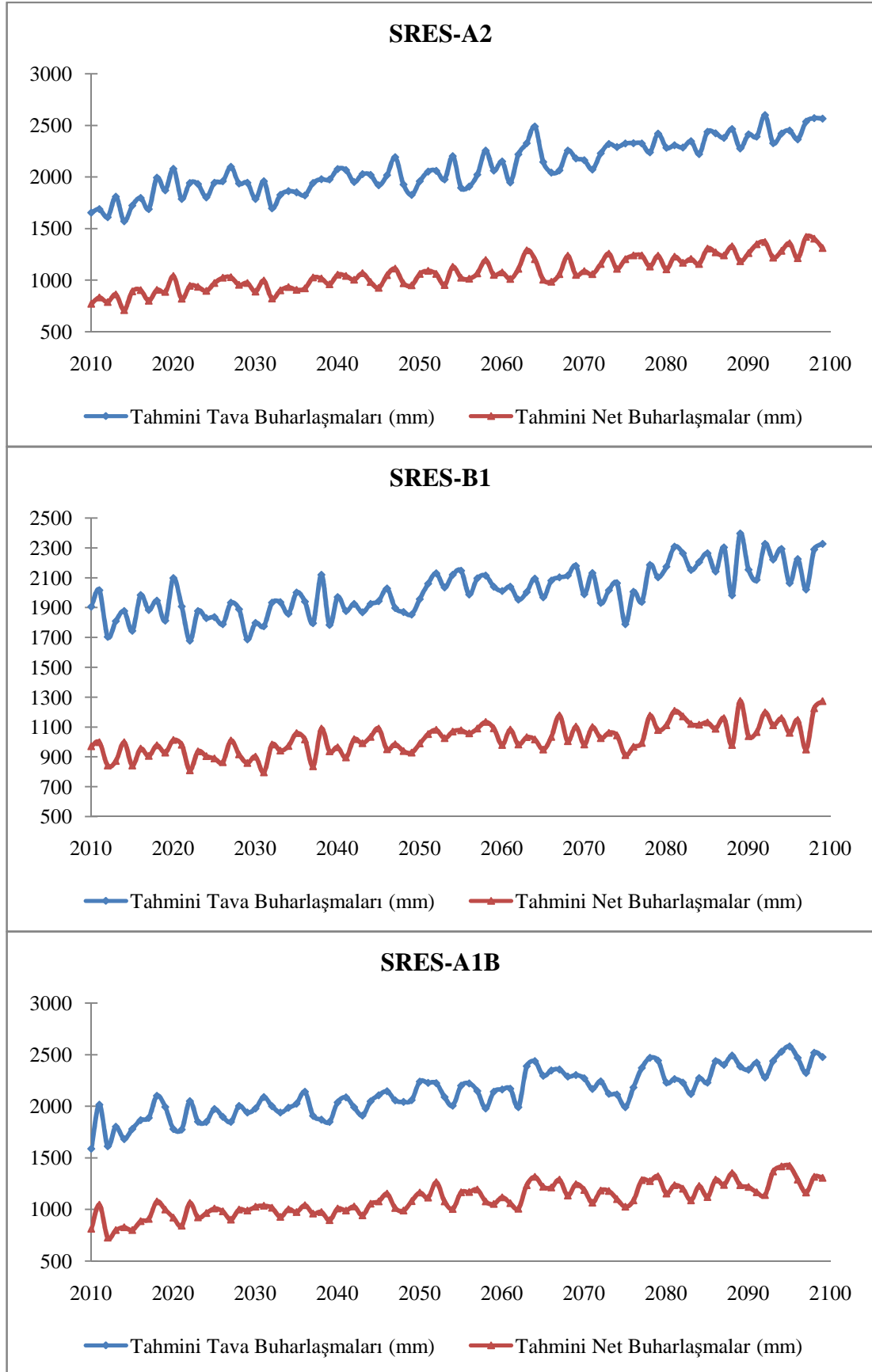
5.7.4 Senaryo Tava Buharlaşmaları

Ölçek indirgeme işlemleri sonrasında Levenberg-Marquardt yapay sinir ağı algoritması ile yağış ve sıcaklık senaryo değerleri türetilmiştir. Bu değerler yardımıyla senaryo tava buharlaşmaları ve net buharlaşmaları da elde etmek mümkündür. 5.bölümde hidrolojik verilerin hazırlanması başlığı altında her iki baraj havzası için ölçülmüş sıcaklık – buharlaşma ilişkileri tanımlanmıştır. Bu üssel regresyon bağıntılarını kullanarak tahmini tava buharlaşmaları hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra brüt buharlaşmalar $E_{brüt} = E_{tava} \cdot C_{tava}$ denklemi ile türetilmiş ($C_{tava} \approx 0.70$ alınmıştır), baraj göl yüzeylerinden aylık net buharlaşma değerleri ise $E_{net,i} = E_{brüt,i} \cdot P_i$ eşitliği ile hesaplanmıştır. Tablo 5.97 'de indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1, 20c3m ve ölçülmüş (istasyon) tava buharlaşmaları ve net buharlaşma yüksekliklerinin temel istatistikleri gösterilmiştir. Şekil 5.121-5.122'de ise senaryolara ait tava buharlaşmaları ve net buharlaşma yüksekliklerinin yıllık gidişleri verilmiştir.

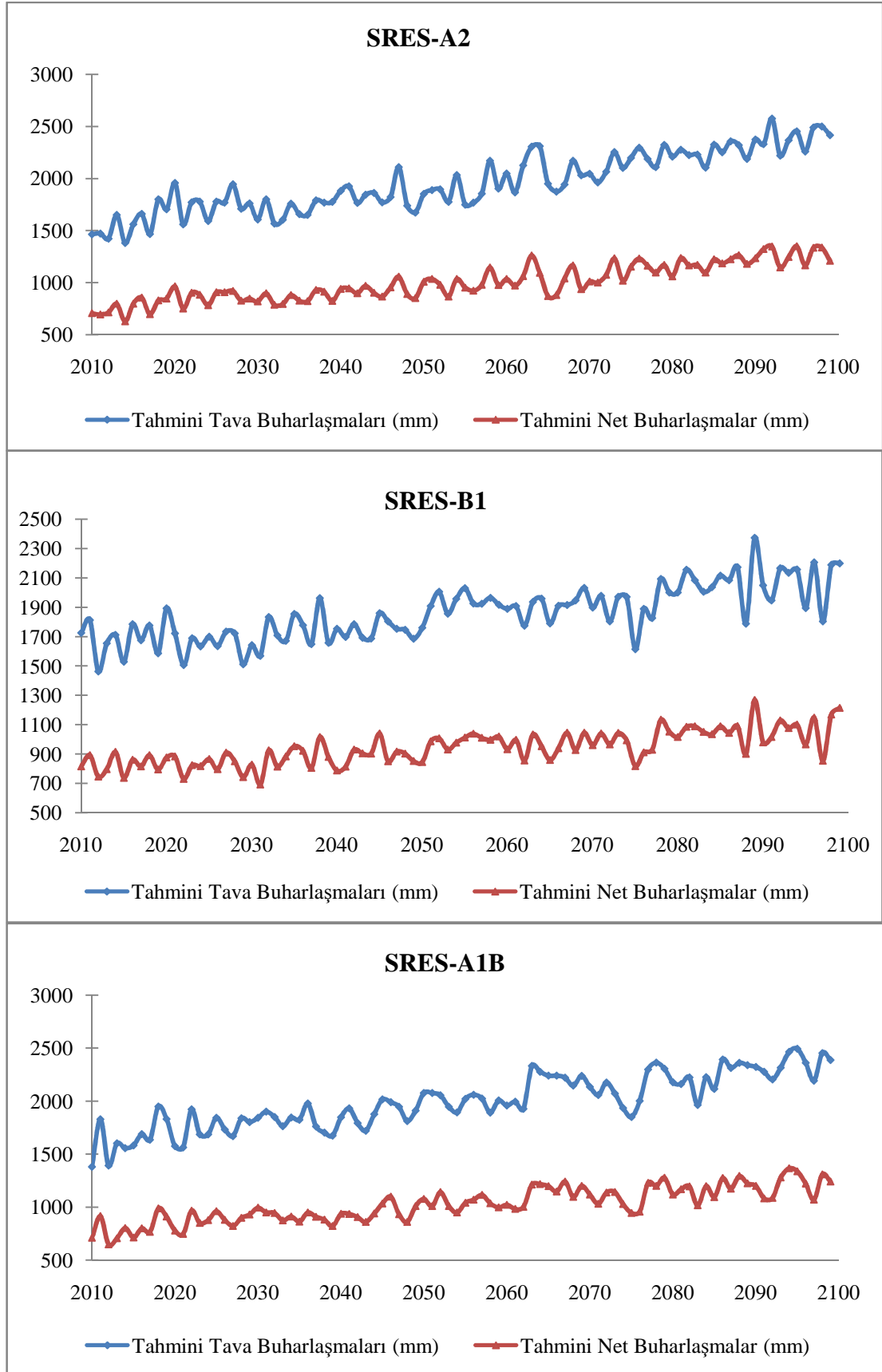
Tablo 5.97 Tahtalı ve Gördes baraj havzası İndirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1, 20c3m-gözlemlenmiş yağış ve sıcaklık istatistikleri

Tava Buharlaşmaları	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
Tahtalı E_{tava} (1950-1999)	133.11	85.41	0.65
Tahtalı 20C3M _{IND} (1950-1999)	127.47	79.45	0.71
Tahtalı SRES-A1B _{IND} (2010-2099)	177.31	107.34	0.58
Tahtalı SRES-A2 _{IND} (2010-2099)	174.50	106.23	0.60
Tahtalı SRES-B1 _{IND} (2010-2099)	167.44	101.49	0.60
Net Buharlaşma	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
Tahtalı E_{net} (1950-1999)	66.90	74.73	0.66
Tahtalı 20C3M _{IND} (1950-1999)	59.97	71.07	0.73
Tahtalı SRES-A1B _{IND} (2010-2099)	91.03	95.38	0.50
Tahtalı SRES-A2 _{IND} (2010-2099)	88.98	93.88	0.52
Tahtalı SRES-B1 _{IND} (2010-2099)	84.90	84.90	0.54

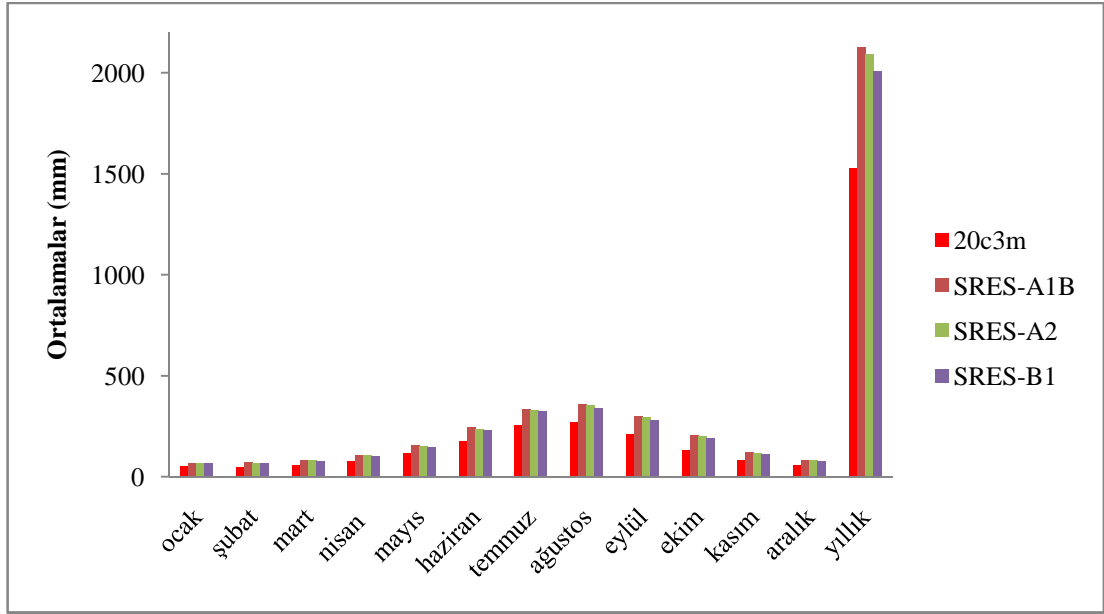
Tava Buharlaşmaları	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
Gördes E_{tava} (1950-1999)	127.86	95.44	0.63
Gördes 20C3M _{IND} (1950-1999)	120.63	89.48	0.78
Gördes SRES-A1B _{IND} (2010-2099)	165.99	118.83	0.69
Gördes SRES-A2 _{IND} (2010-2099)	163.02	117.61	0.71
Gördes SRES-B1 _{IND} (2010-2099)	154.77	111.90	0.71
Net Buharlaşma	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
Gördes E_{net} (1950-1999)	63.33	75.61	0.78
Gördes 20C3M _{IND} (1950-1999)	56.36	70.01	0.86
Gördes SRES-A1B _{IND} (2010-2099)	85.17	94.15	0.66
Gördes SRES-A2 _{IND} (2010-2099)	83.17	92.85	0.69
Gördes SRES-B1 _{IND} (2010-2099)	78.46	78.46	0.70



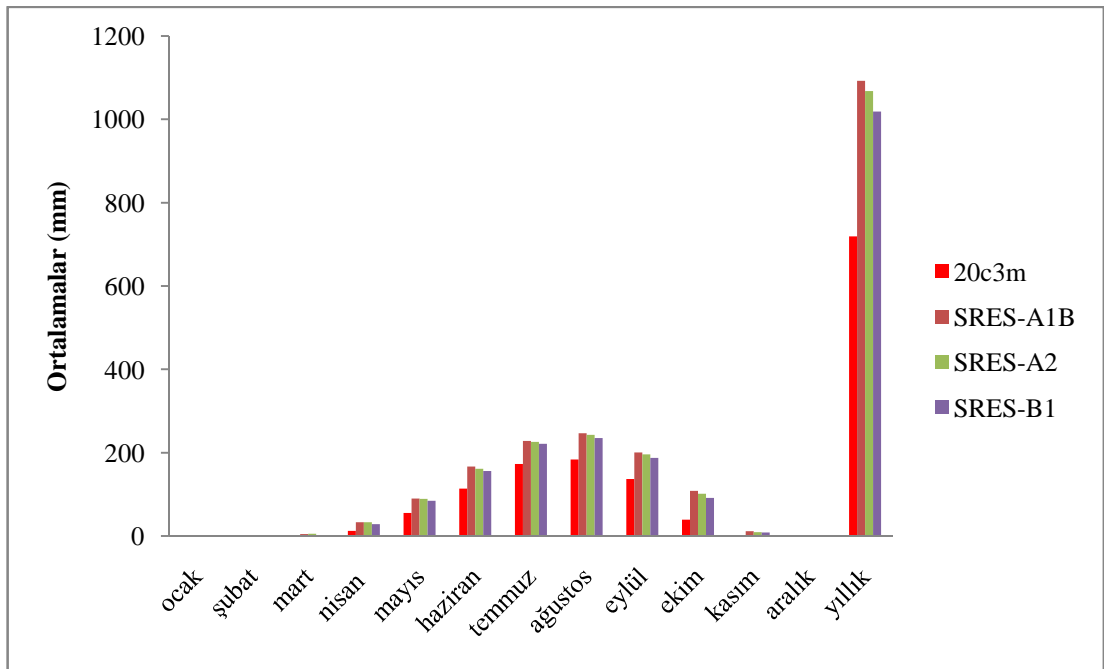
Şekil 5.121 Tahtalı Baraj Havzası A2, B1 ve A1B indirgenmiş buharlaşmaların yıllık gidişleri



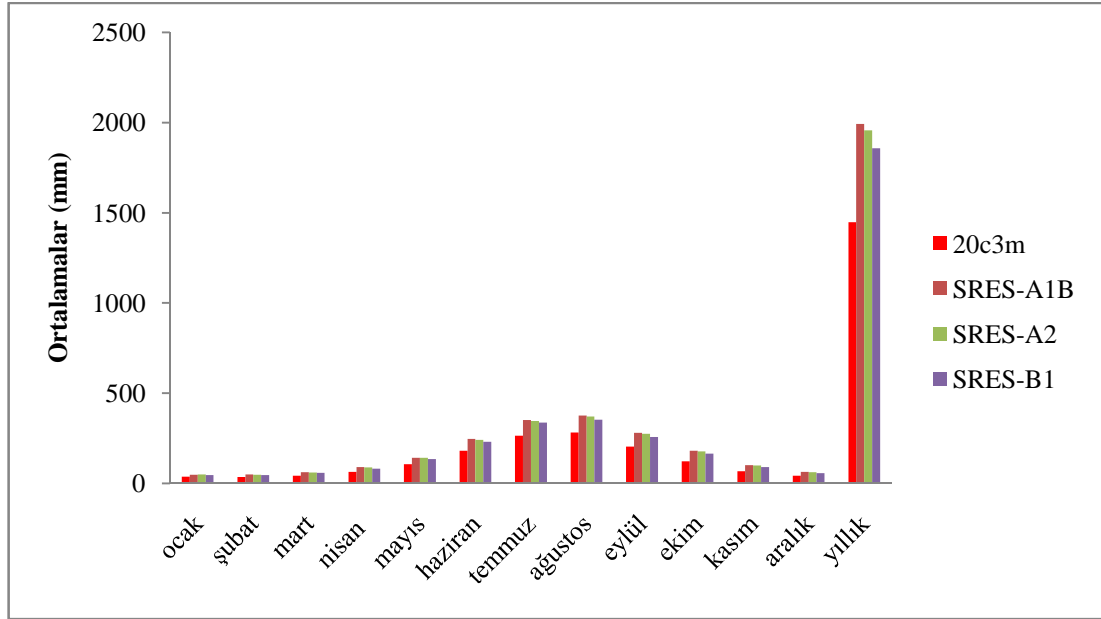
Şekil 5.122 Gördes Baraj Havzası A2, B1 ve A1B indirgenmiş buharlaşmaların yıllık gidişleri



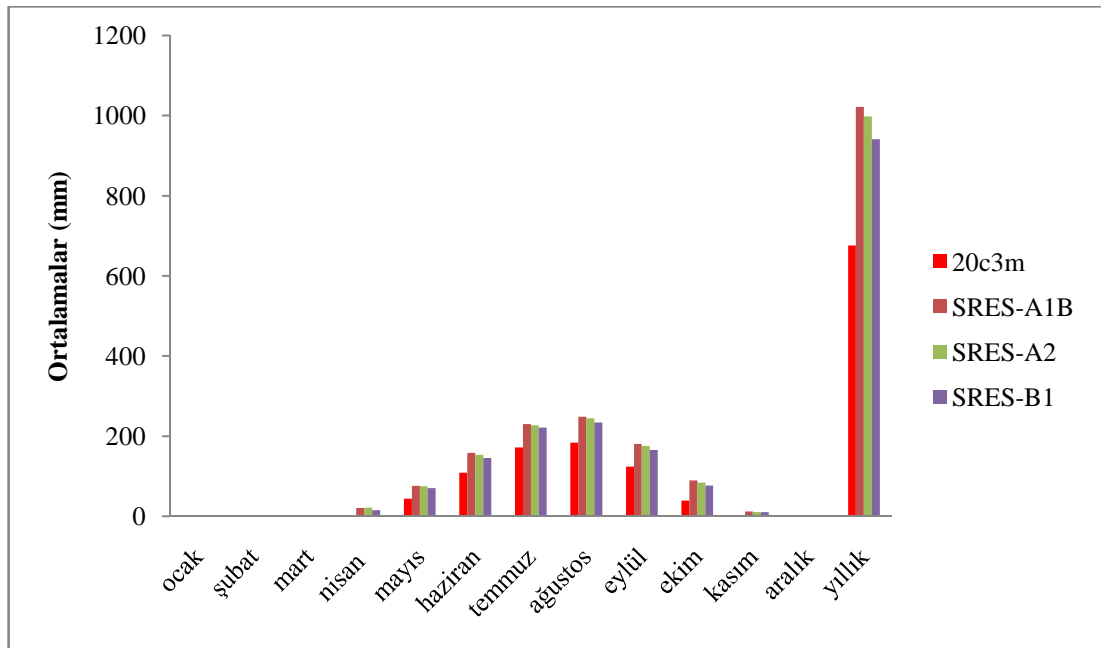
Şekil 5.123 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m tava buharlaşması değerlerinin ortalamaları (mm)



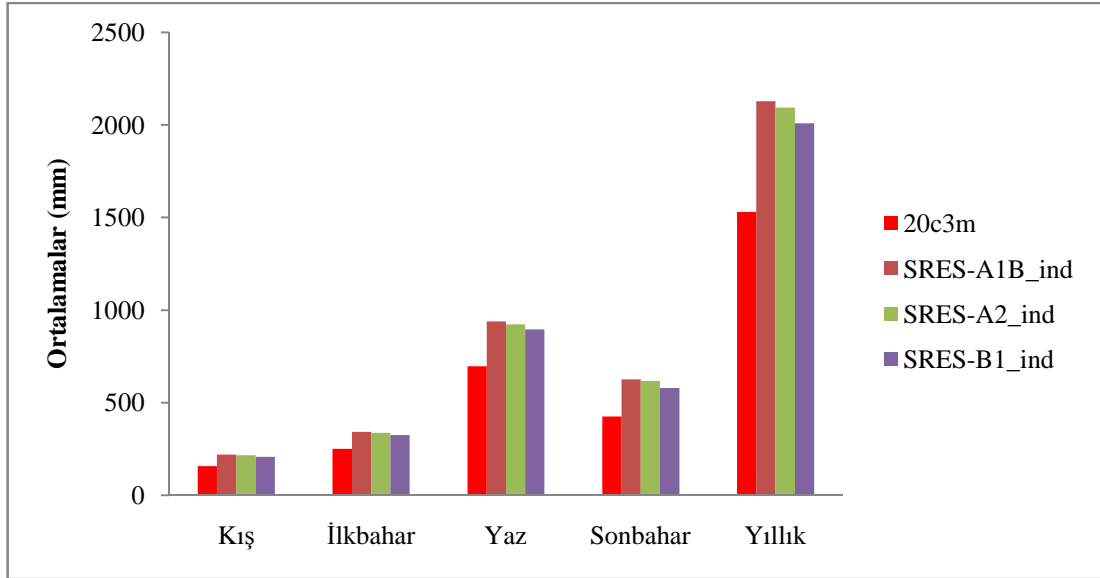
Şekil 5.124 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m net buharlaşma değerlerinin ortalamaları (mm)



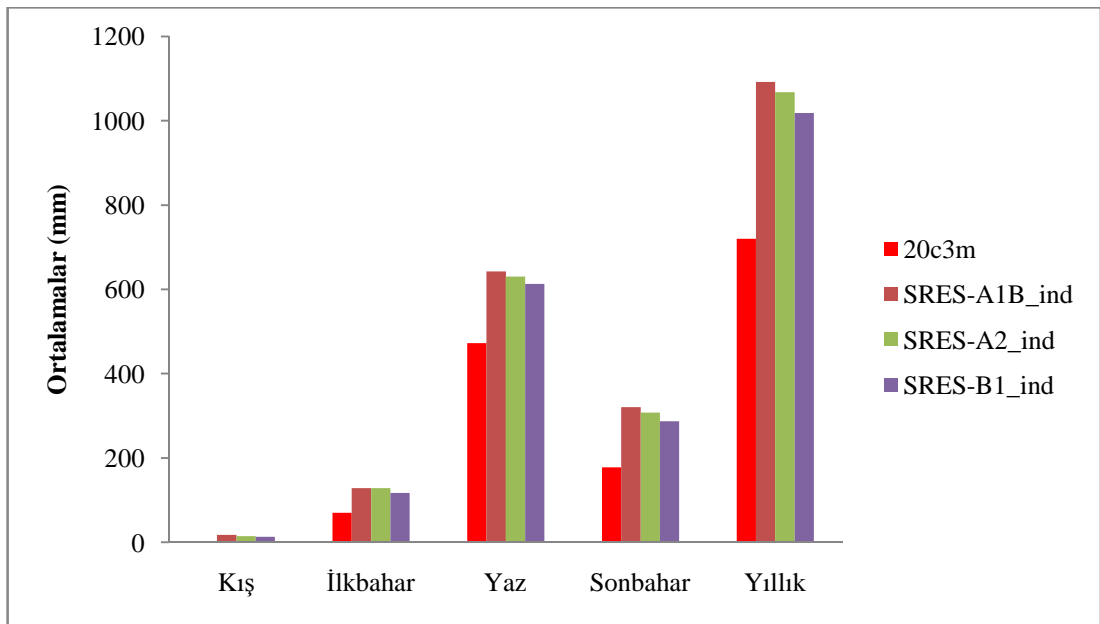
Şekil 5.125 Gördes havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m tava buharlaşması değerlerinin ortalamaları (mm)



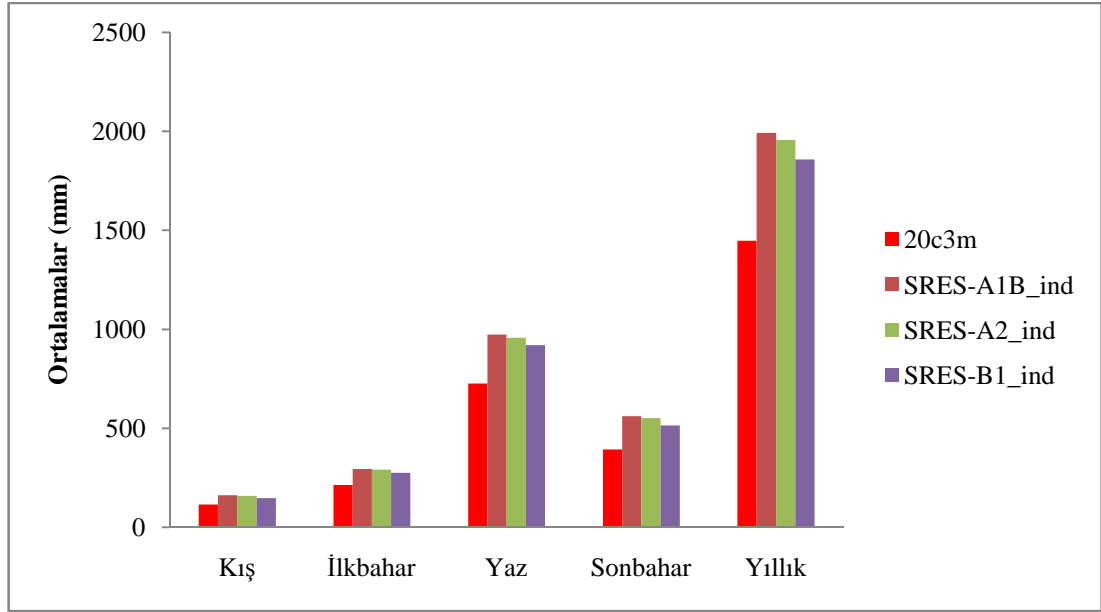
Şekil 5.126 Gördes havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m net buharlaşma değerlerinin ortalamaları (mm)



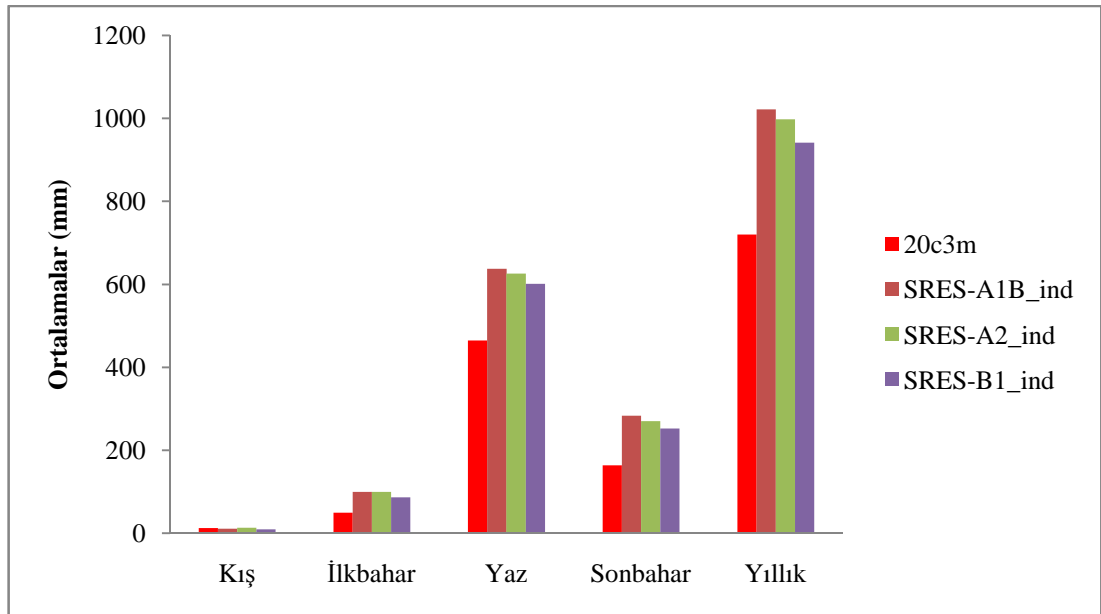
Şekil 5.127 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m mevsimsel tava buharlaşması değerlerinin ortalamaları (mm)



Şekil 5.128 Tahtalı havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m mevsimsel net buharlaşma değerlerinin ortalamaları (mm)



Şekil 5.129 Gördes havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m mevsimsel tava buharlaşması değerlerinin ortalamaları (mm)



Şekil 5.130 Gördes havzasına ait indirgenmiş SRES-A1B, SRES-A2, SRES-B1 ve 20c3m mevsimsel net buharlaşma değerlerinin ortalamaları (mm)

Su kaynaklarının geleceği açısından oldukça önemli bir yere sahip olan buharlaşma rejimindeki değişikliklere (tahmini tava buharlaşmaları) bakıldığında ise 1950-1999 dönemine göre Tahtalı baraj havzası yıllık toplamalarında 480-600 mm/yıl, Gördes baraj havzası yıllık toplamalarında 400-550 mm/yıl ortalama artışlar beklenmektedir. Bu değerlerin %5 anlamlılık düzeyinde trendleri incelendiğinde önemli ölçüde artışlar göze çarpmaktadır.

2010-2099 dönemini kapsayan mevsimsel Kendall trend analizlerine bakıldığında ise sıcaklıklara paralel olarak her iki havzada da yaz mevsimine ait tava buharlaşmalarında anlamlı yüksek artış eğilimleri ($Z_{\text{hesap}} = 10-15$) göze çarpmakta, bunu sırasıyla ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimi tava buharlaşma artışları izlemektedir.

1950-1999 referans dönemi istatistikleri temel alındığında baraj göl yüzeylerinde oluşacak net buharlaşma yükseklikleri Tahtalı baraj havzası yıllık toplamalarında 300-375 mm/yıl, Gördes baraj havzası yıllık toplamalarında 220-300 mm/yıl ortalama artış göstermiştir.

2010-2099 dönemini kapsayan sıcaklık ve tava buharlaşmalarında olduğu gibi her iki havzada da yaz mevsimine ait net buharlaşmalarda anlamlı yüksek eğilimleri ($Z_{\text{hesap}} = 9-14$) göze çarpmaktadır. Senaryolar açısından irdelendiğinde A2 senaryosunun tüm senaryolar içinde en yüksek yıllık ve yaz trend artışı istatistiğine sahip olduğu görülmüştür. Her iki havzada da yapılan ortak inceleme sonucu Kış dönemi haricinde tüm mevsimlerde, A2 senaryosunda ise tüm dönemlerde (Kış mevsimi dâhil) anlamlı artış eğilimleri tespit edilmiştir. Yaz aylarında oluşan anlamlı artış trendlerini, sırası ile sonbahar, ilkbahar ve kısmen kış aylarında oluşan artış eğilimleri izlemektedir.

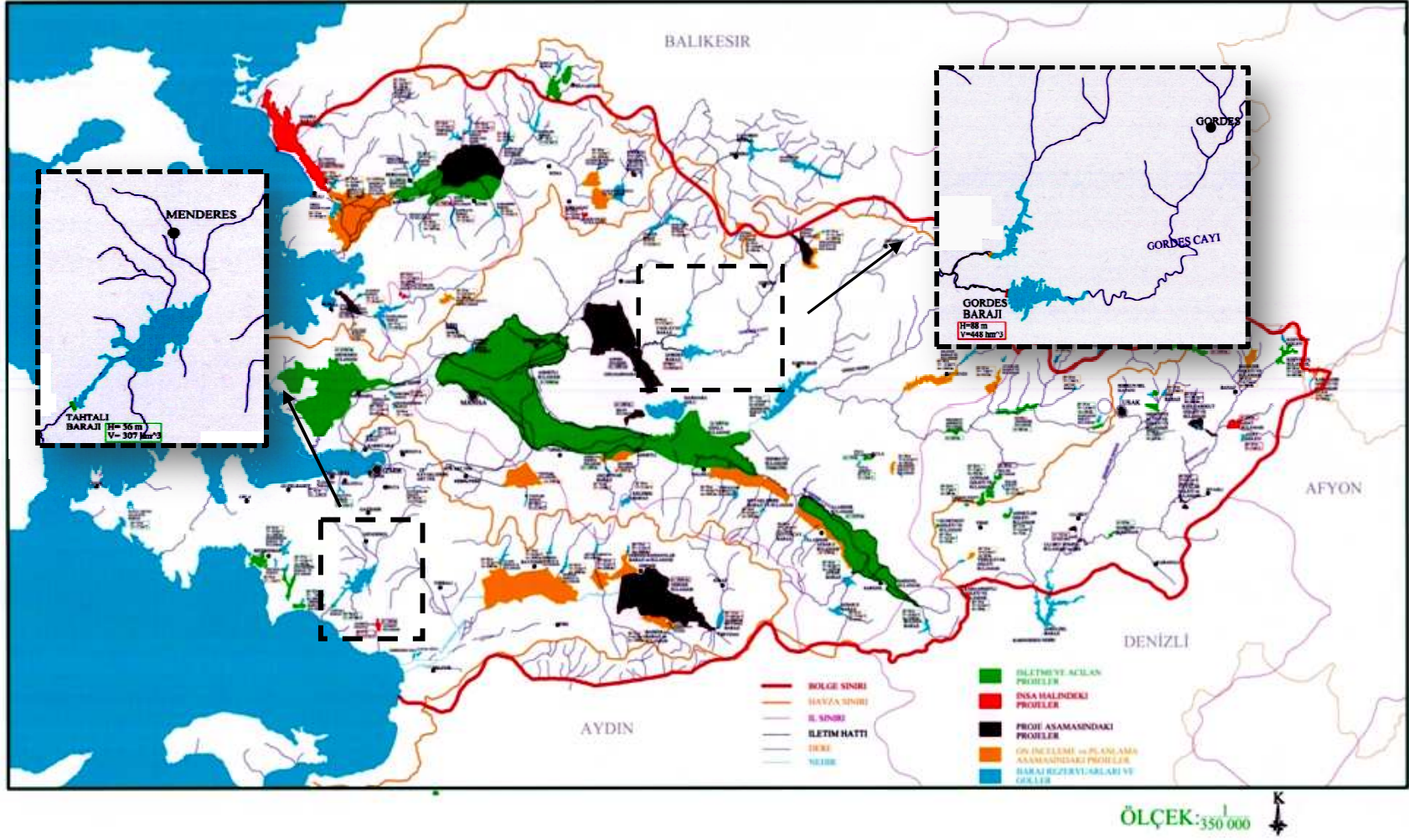
Bu aşamadan sonra tahminlenen aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık dizileri kavramsal yağış-akış modelinin girdileri olacak şekilde düzenlenmiş ve 2010-2100 dönemini kapsayan akımlar türetilmiştir. Her iki havza için hazırlanan kavramsal yağış-akış modeli uygulaması ve ilgili detaylar aşağıda sunulmuştur.

5.8 Kavramsal Yağış-Akış Modeli

Yöntem bölümünde, 1950’li yıllarda Thorntwaite tarafından geliştirilen “Su bütçesi” modeli tanıtılmış, modelin yapısı ve işleyişi hakkında detaylara değinilmiştir.

Girdi olarak aylık toplam yağış (P_t) ve aylık ortalama sıcaklıktan türetilen potansiyel evapotranspirasyon ($ET_{t,pot}$) değerlerini kullanarak bir havza çıkışındaki akışın yüzeysel akış, yüzey altı akışı ve yeraltı suyu akışı bileşenlerini hesaplayan ve bu şekilde aylık akış değerini tahmin eden bu model kullanım kolaylığı ve hızlı değerlendirme yeteneği ile hidrolojik çalışmalarda etkin bir biçimde kullanılabilir.

Tahtalı Baraj havzasına ait akımlar, DSİ 6-7 numaralı Tahtalı Dere, Dereboğazı akım ölçüm istasyonunda gözlemlenmiştir. Çalışmada planlama ve inşaa dönemini kapsayan (1969-1990) akımları kullanılmış, yağış-akış modeli bu veriler esas alınarak hazırlanmıştır. Gördes Baraj havzasına ait akımlar için ise, DSİ 5-28 numaralı Gördes Çayı, Hacıdır akım ölçüm istasyonuna ait verilerden faydalanılmıştır. Hacıdır istasyonunun 1979-1992 yılları arasında değerlendirmesi yapılmış 13 yıllık gözlemi bulunmaktadır. Yeterli uzunlukta gözlemi bulunan en yakın istasyon EIE tarafından işletilmekte olan 509 numaralı Medar Çayı Kayalıoğlu Akım gözlem istasyonudur.1962-1992 yılları arasında değerlendirmesi yapılmış 31 yıllık gözlemi bulunmaktadır. DSI 2.Bölge Müdürlüğü’nden temin edilen planlama raporuna göre Hacıdır ve Kayalıoğlu istasyonlarının akımları arasında korelasyon yapılmış, Hacıdır istasyonunun akımları 1962 yılına kadar uzatılmıştır. Gerek incelenen modelin parametrelerinin kalibrasyonu ve gerek çıktılarının gözlenmiş değerlerle karşılaştırılabilmesi için gerekli olan bu akım değerleri, havza alanlarına bölünerek akış yüksekliği cinsinden elde edilmiştir.



Şekil 5.131 Tahtalı ve Gördes Baraj havzaları

Yöntem bölümünde işleyişinden bahsedilen Aylık Su Bütçesi Modeli, MS Excel 2007 ve Visual Basic Programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Model başlangıç yüzey altı depolaması ($S_{0,t}$) ve başlangıç yer altı suyu depolaması ($S_{0,Gwt}$) değerlerini okuyarak başlangıç koşullarını tanımlamaktadır. ($S_{0,t}$ ve $S_{0,Gwt}$ değerleri hassas parametreler olmayıp, gözlem akım ve model akımların ilk ay gerçeğe yakın tahminler verebileceği varsayımı ile seçilmişlerdir).

Hazırlanan programda Tahtalı baraj havzasını temsil eden 20 yıllık akım gözleminin ilk 10 yılı kalibrasyon, diğer 10 yıllık kısmı ise verifikasyon aşamasında kullanılmıştır. Gördes baraj havzasını temsil eden 31 yıllık akım gözleminin ise ilk 16 yılı kalibrasyon, diğer 15 yıllık kısmı ise verifikasyon aşamasında kullanılmıştır.

Aylık toplam yağışlar (Thiessen alansal ortalama yağışları) ile aylık ortalama sıcaklık değerlerinin model girdisi olarak kullanıldığı Tahtalı-Gördes baraj havzalarına ait yağış akış modellerinde parametreler yöntem bölümünde detayları anlatılan kriterlere göre kalibre edilmiştir. Modele ait kalibre edilen bu parametrelerden β , γ , ξ ve S_{max} havzanın toprak özelliklerine bağlı olarak değişim gösterirken ; α , θ ve Ω parametresi ise arazi üzerindeki mevcut bitki örtüsü türüne bağlı olarak değişim göstermektedir. Yapılan simülasyonlarda *en küçük fark kareler* ve en yüksek *NASH* değerleri elde edilene kadar parametreler kalibre edilmiş, en uygun parametre değerleri belirlenmiştir.

Tablo 5.98 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzalarına Ait Model Parametreleri

	θ	Ω	α	S_{max}	β	γ	ξ
<i>Tahtalı</i>	13.484	0.0958	0.091	151.545	0.548	0.415	0.799
<i>Gördes</i>	10.928	0.1088	0.090	166.514	0.536	0.439	0.810

Aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerlerine ihtiyaç duyan parametrik su bütçesi modelinin, her iki havza için kalibrasyon ve verifikasyon dönemlerine ait gözlenmiş ve modellenmiş akımları Şekil 5.132-5.135'te verilmiştir. Grafikler incelenip gözlenmiş akımlarla kıyaslandığında, model çıktılarının gerçeğe

yakın sonuçlar verdiği göze çarpmaktadır. Bununla birlikte model çıktıları ile gözlenmiş değerlerin Tablo 5.99-5.100'de verilen ortalama, standart sapma, çarpıklık istatistikleri ile en küçük fark kareler, NASH, determinasyon katsayısı kriterleri göz önüne alındığında model sonuçlarının oldukça başarılı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.99 Tahtalı Baraj Havzası Kalibrasyon ve Verifikasyon Sonuçları

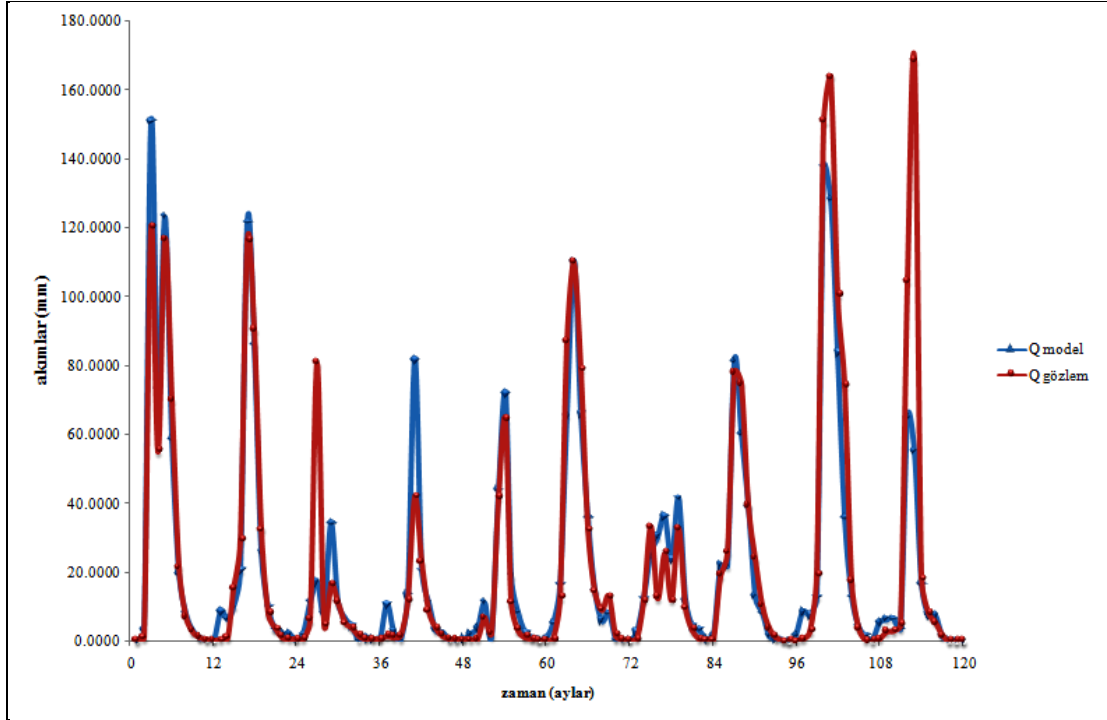
<i>Kalibrasyon İstatistikleri</i>							
	N	Ortalama	S.sapma	Çarpıklık	R	R ²	NASH
P (mm)	120	64.96	74.96	1.82	0.92	0.84	0.83
T(C⁰)	120	17.54	6.78	0.10			
Q_m(mm)	120	21.21	32.74	2.19	$\Sigma(Q_m-Q_g)^2$	$\Sigma(Q_g-Q_{g,ort})^2$	Q_{g,ort}
Q_g(mm)	120	22.52	37.47	2.17	27680.09	167068.00	22.52

<i>Verifikasyon İstatistikleri</i>							
	N	Ortalama	S.sapma	Çarpıklık	R	R ²	NASH
P (mm)	120	66.43	86.33	1.80	0.95	0.90	0.90
T(C⁰)	120	17.59	7.00	0.10			
Q_m(mm)	120	26.05	42.88	2.63	$\Sigma(Q_m-Q_g)^2$	$\Sigma(Q_g-Q_{g,ort})^2$	Q_{g,ort}
Q_g(mm)	120	23.97	44.52	3.46	23301.57	235913.47	23.97

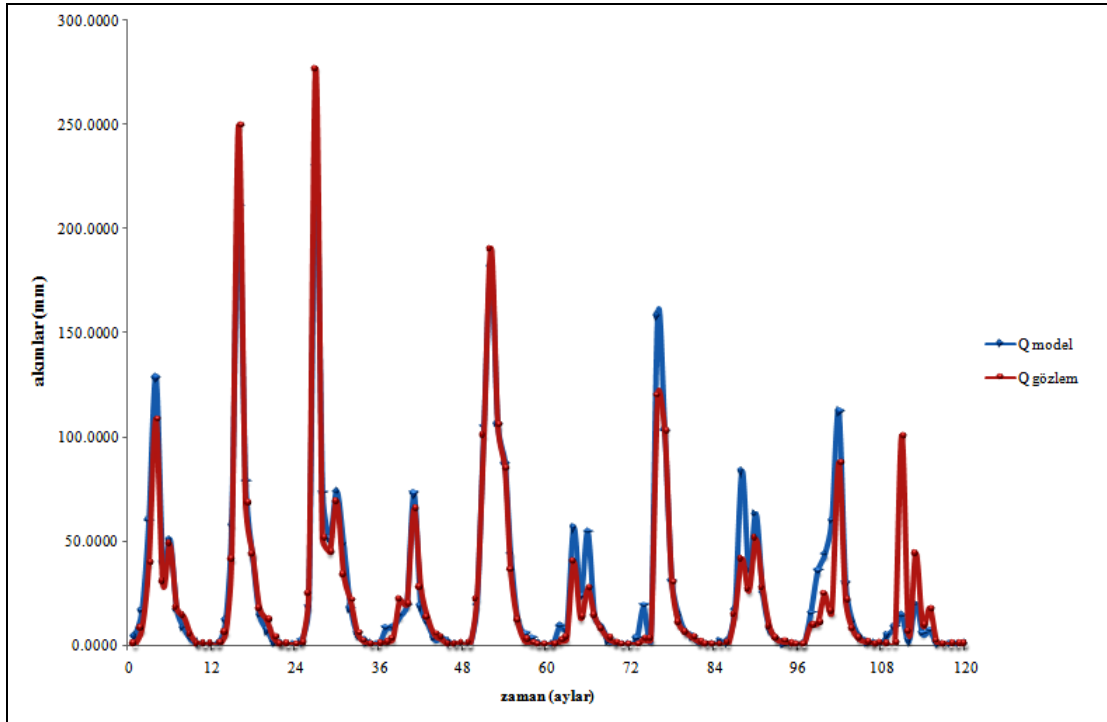
Tablo 5.100 Gördes Baraj Havzası Kalibrasyon ve Verifikasyon Sonuçları

<i>Kalibrasyon İstatistikleri</i>							
	N	Ortalama	S.sapma	Çarpıklık	R	R ²	NASH
P (mm)	192	58.08	56.38	1.29	0.95	0.90	0.89
T(C⁰)	192	15.91	7.37	0.05			
Q_m(mm)	192	16.00	24.26	2.59	$\Sigma(Q_m-Q_g)^2$	$\Sigma(Q_g-Q_{g,ort})^2$	Q_{g,ort}
Q_g(mm)	192	16.45	27.47	3.09	15722.61	144139.49	16.45

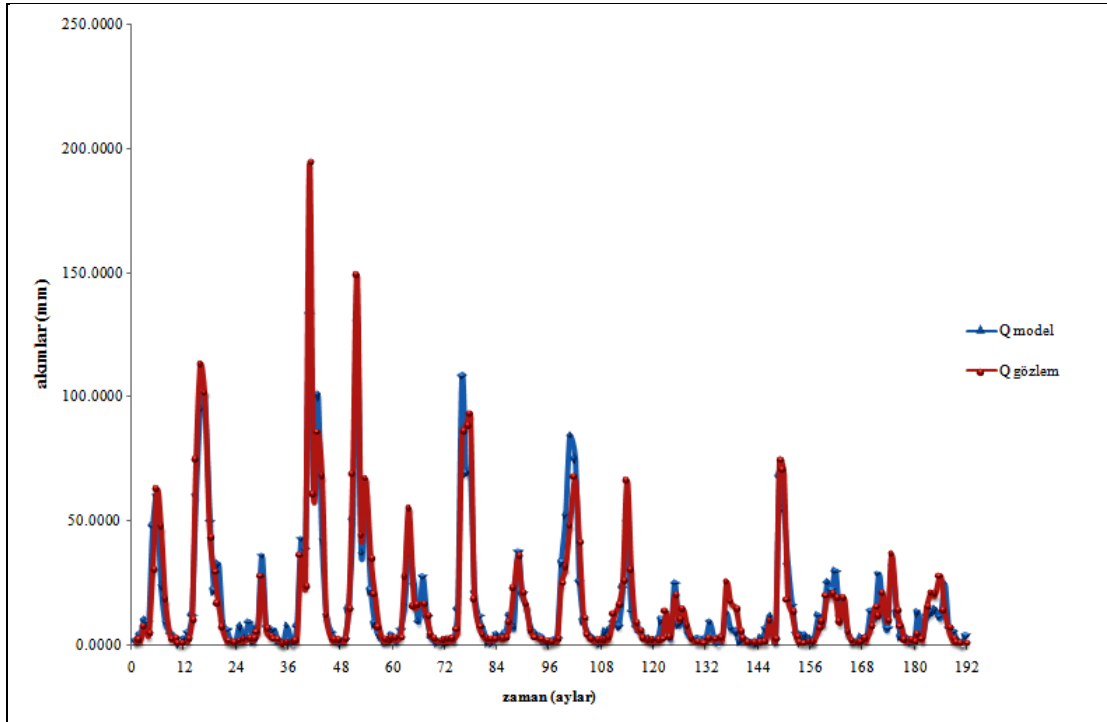
<i>Verifikasyon İstatistikleri</i>							
	N	Ortalama	S.sapma	Çarpıklık	R	R ²	NASH
P (mm)	180	51.46	56.41	1.87	0.94	0.89	0.88
T(C⁰)	180	15.83	7.57	0.08			
Q_m(mm)	180	13.21	21.93	2.80	$\Sigma(Q_m-Q_g)^2$	$\Sigma(Q_g-Q_{g,ort})^2$	Q_{g,ort}
Q_g(mm)	180	12.29	21.33	2.87	9611.92	81407.36	12.29



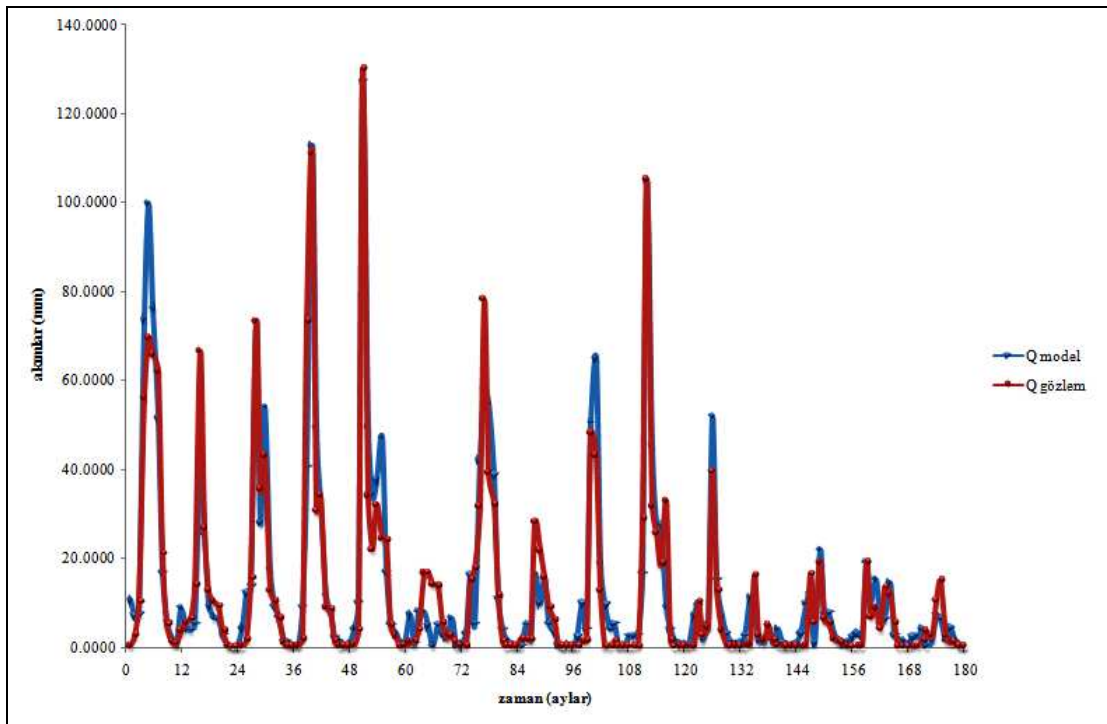
Şekil 5.132 Tahtalı Havzası Kalibrasyon Model Çıktıları ve Gözlenmiş Akım Değerleri (mm)



Şekil 5.133 Tahtalı Havzası Verifikasyon Model Çıktıları ve Gözlenmiş Akım Değerleri (mm)



Şekil 5.134 Gördes Havzası Kalibrasyon Model Çıktıları ve Gözlenmiş Akım Değerleri (mm)



Şekil 5.135 Gördes Havzası Verifikasyon Model Çıktıları ve Gözlenmiş Akım Değerleri (mm)

5.8.1 Senaryo Akım Değerleri

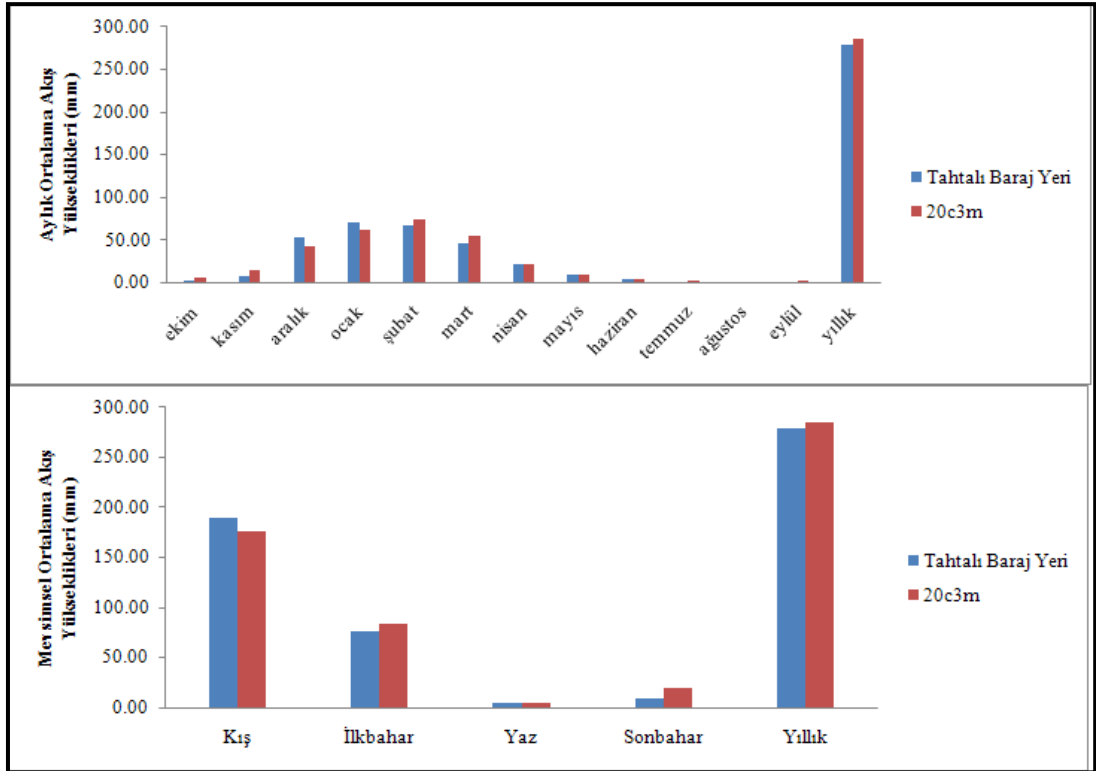
5.8.1.1 20C3M Akım Değerleri

HadCM3 modelinin günümüz dönemini kapsayan “20c3m” akış yükseklikleri, Excel ve Visual Basic ortamında hazırlanan, 4.6.4’te yapısına, 5.8 bölümünde uygulamasına yer verilen kavramsal yağış-akış modelleri yardımı ile türetilmiştir. Her iki havzaya ait türetilen bu değerlerin temel istatistikleri aşağıda gösterilmiştir. Tabloda aynı zamanda havzayı temsil eden baraj yeri akım istatistiklerine de yer verilerek benzerlikler vurgulanmıştır.

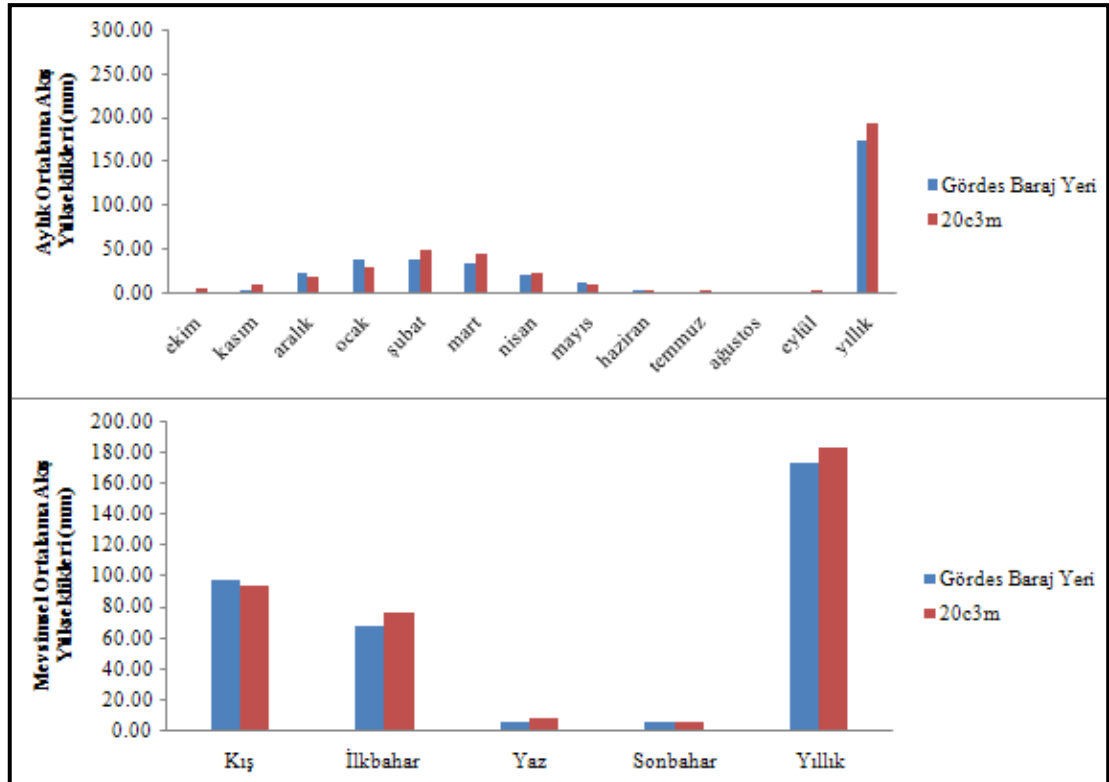
Tablo 5.101 İndirgenmiş 20c3m-gözlemlenmiş akış yüksekliklerinin istatistikleri

Tahtalı Baraj Havzası	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
<i>Tahtalı Baraj Yeri (1970-1989)</i>	23.25	41.07	2.99
<i>Tahtalı 20C3M_{IND} (1970-1989)</i>	25.70	35.05	2.51
Gördes Baraj Havzası	Ortalama (mm/ay)	Standart sapma (mm/ay)	Çarpıklık
<i>Gördes Baraj Yeri (1962-1992)</i>	14.44	24.74	3.11
<i>Gördes 20C3M_{IND} (1962-1992)</i>	15.72	21.62	2.68

Çalışmada türetilmiş senaryo çıktıları ile her iki havzaya ait baraj yeri akımları arasındaki uyuma da bakılmıştır. Bu aşamada aylık dizilerin çubuk diyagramlarına, temel istatistiksel farklılıklara (ortalama, standart sapma, çarpıklık), Mann-Whitney U homojenlik testine de başvurulmuş, indirgenmiş HadCM3 modeli akım çıktılarının proje bölgesini ne ölçüde temsil edebileceği araştırılmıştır.



Şekil 5.136 Planlama dönemini kapsayan Tahtalı Baraj yeri ve indirgenmiş 20c3m akış yüksekliği verilerinin aylık, mevsimsel ve yıllık ortalamaları (mm) (1970-1989)



Şekil 5.137 Planlama dönemini kapsayan Tahtalı Baraj yeri ve indirgenmiş 20c3m akış yüksekliği verilerinin aylık, mevsimsel ve yıllık ortalamaları (mm) (1962-1992)

Tablo 5.102 Mann-Whitney U homojenlik testi sonuçları ($z_{kr}=\pm 1.960$)

	Gruplar	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	W	Z_{hesap}	Sonuç
Tahtalı Akım	20c3m	50	35.92	1760.0	445.0	655.0	-0.595	√
	Gözlenen	20	32.75	655.0				
Gördes Akım	20c3m	50	43.14	2114.0	630.0	1126.0	-1.279	√
	Gözlenen	31	36.32	1126.0				

Çalışmada iki havzaya ait indirgenmiş 20c3m modeli akım dizileri ile havzaları temsil eden baraj yeri ölçülmüş akım değerleri arasındaki aylık-mevsimsel-yıllık istatistiklere bakılmış ve sonuçlar grafiksel olarak da sunulmuştur. Sonuçların oldukça olumlu olduğu görülmüşse de bu değerlerin birbirlerinden önemli düzeyde farklı olup olmadıklarını test etmek amacıyla parametrik ve non-parametrik yöntemlere de başvurulmuştur. Bu maksatla yapılan araştırmalar sonucu gruplara uygulanan testler içinden Mann-Whitney U homojenlik testi sonuçlarına yer verilmiş, bulunan U ve W istatistiklerine bağlı olarak hesaplanan z istatistikleri %5 önem düzeyindeki tablo değerleri ile karşılaştırılarak 20c3m modeli ile gözlenmiş değerlerin aynı toplumun elemanları olduğu tespit edilmiştir. Yağış ve sıcaklık dizilerinde gösterilen homojenliğin yanı sıra akımlar için de yapılan homojenlik testi ile ölçek indirgeme (downscaling) fonksiyonunun kullanılabilirliği yeniden ispatlanmış, indirgenmiş HadCM3 iklim modeli sonuçlarının ve yağış-akış modelinin bölgeyi yeterli ölçüde temsil edebileceği kanıtlanmıştır.

5.8.1.2 HadCM3 SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 Senaryo Akım Değerleri

Gözlenmiş yağış, sıcaklık, akım verileri ile kurulan ve kalibrasyonu yapılan yağış-akış modeli HadCM3 A1B, A2 ve B1 yağış ve sıcaklık koşulları altında çalıştırılarak HadCM3 modelinin 2010-2099 dönemine ait akımlar türetilmiştir. 2010-2099 dönemine ait türetilen akımların 30'ar yıllık ortalamaları ve box-plot grafikleri aşağıda sunulmaktadır.

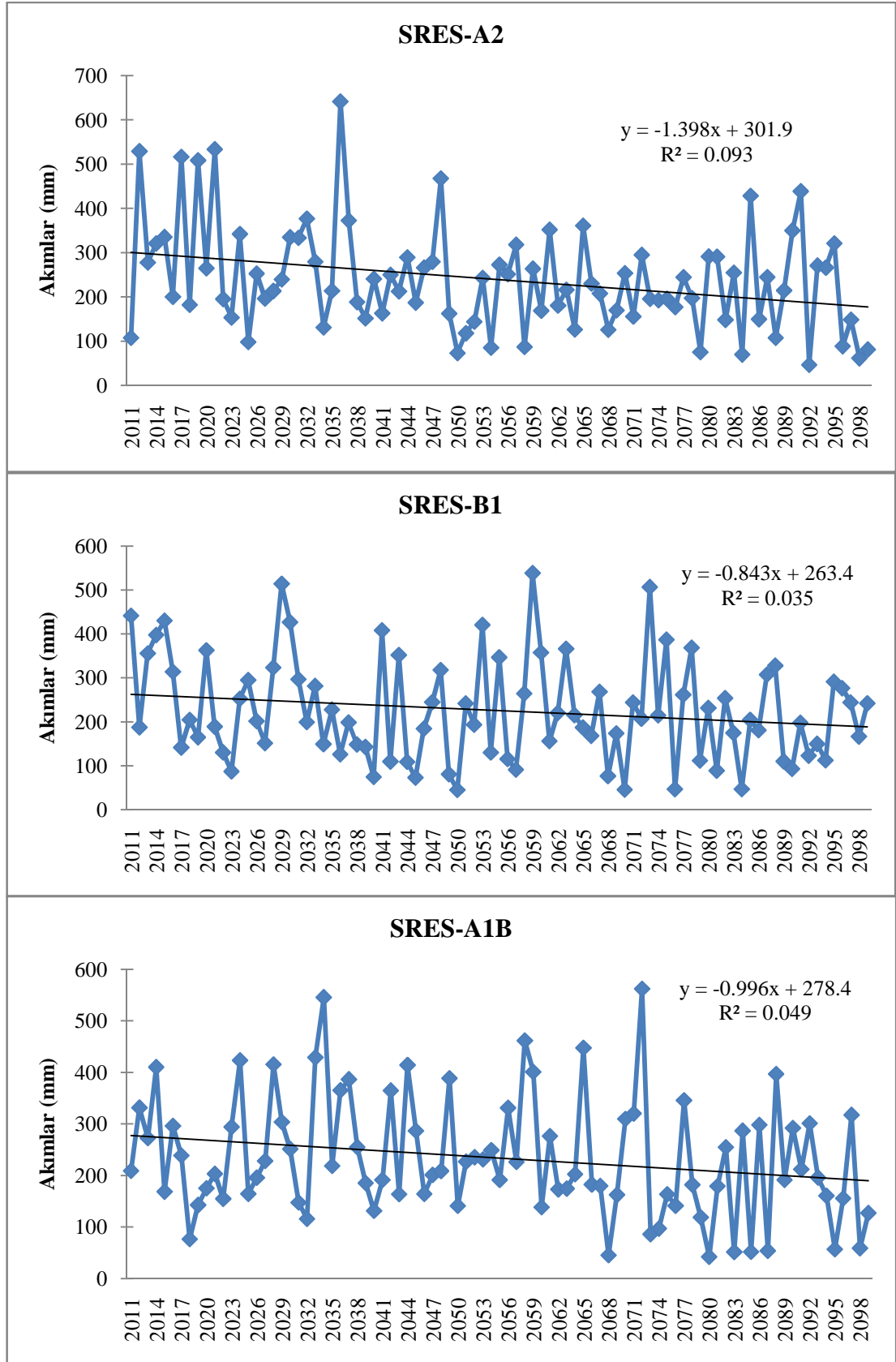
Tablo 5.103 Tahtalı Baraj Havzası SRES-20c3m ve Planlama dönemine ait akım istatistikleri

TAHTALI BARAJ HAVZASI AKIŞ YÜKSEKLİKLERİ		Ortalama (mm/ay)	*Ort.Değişim (%)	Standart sapma (mm/ay)	*Std.Değişim (%)	Çarpıklık
Planlama Dönemi	1970-1989	23.25	-	41.07	-	2.99
20C3M	1950-1999	23.76	-	38.68	-	2.59
SRES-A1B	2011-2039	21.86	-8	33.10	-14	2.26
	2040-2069	19.97	-16	30.45	-21	2.19
	2070-2099	16.68	-30	28.24	-27	2.86
SRES-A2	2011-2039	24.40	+3	34.18	-12	1.87
	2040-2069	18.10	-24	23.94	-38	2.21
	2070-2099	17.39	-27	27.94	-28	2.46
SRES-B1	2011-2039	21.07	-11	32.66	-16	2.43
	2040-2069	18.12	-24	29.63	-23	2.52
	2070-2099	17.25	-27	26.63	-31	2.31

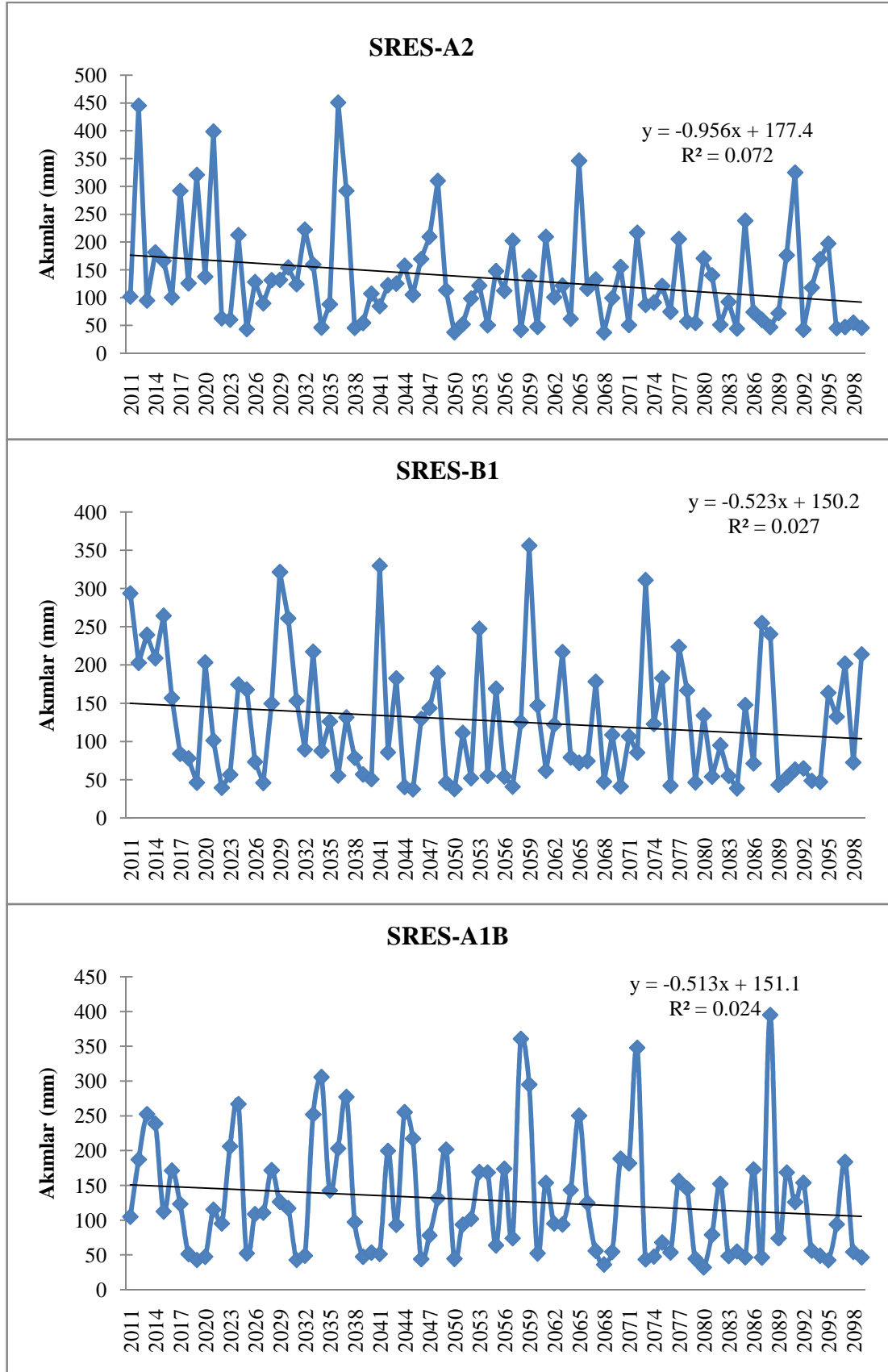
Tablo 5.104 Gördes Baraj Havzası SRES-20c3m ve Planlama dönemine ait akım istatistikleri

GÖRDES BARAJ HAVZASI AKIŞ YÜKSEKLİKLERİ		Ortalama (mm/ay)	*Ort.Değişim (%)	Standart sapma (mm/ay)	*Std.Değişim (%)	Çarpıklık
Planlama Dönemi	1962-1992	14.44	-	24.74	-	3.11
20C3M	1950-1999	16.08	-	22.30	-	2.76
SRES-A1B	2011-2039	11.83	-26	17.30	-22	2.59
	2040-2069	10.91	-32	17.49	-21	3.02
	2070-2099	9.31	-42	16.55	-26	4.05
SRES-A2	2011-2039	13.96	-13	21.03	-6	2.58
	2040-2069	10.49	-35	15.60	-30	2.97
	2070-2099	9.23	-43	15.08	-32	3.87
SRES-B1	2011-2039	11.96	-26	18.17	-19	2.88
	2040-2069	9.97	-38	16.55	-26	3.66
	2070-2099	9.79	-39	15.37	-31	3.29

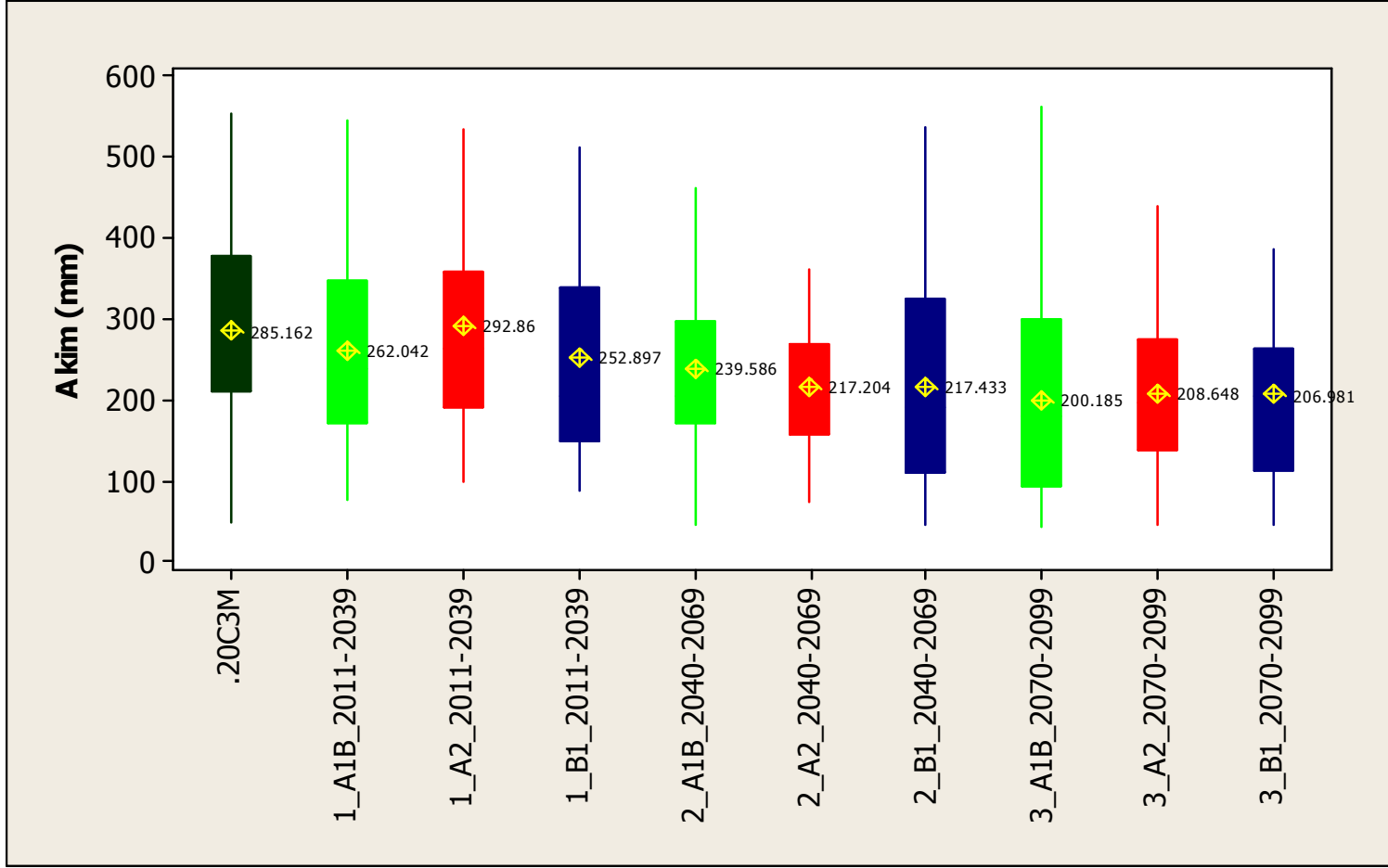
*Değişim oranları 20C3M (1950-1999) senaryo ortalamalarına ve standart sapmalarına göre hesaplanmıştır.



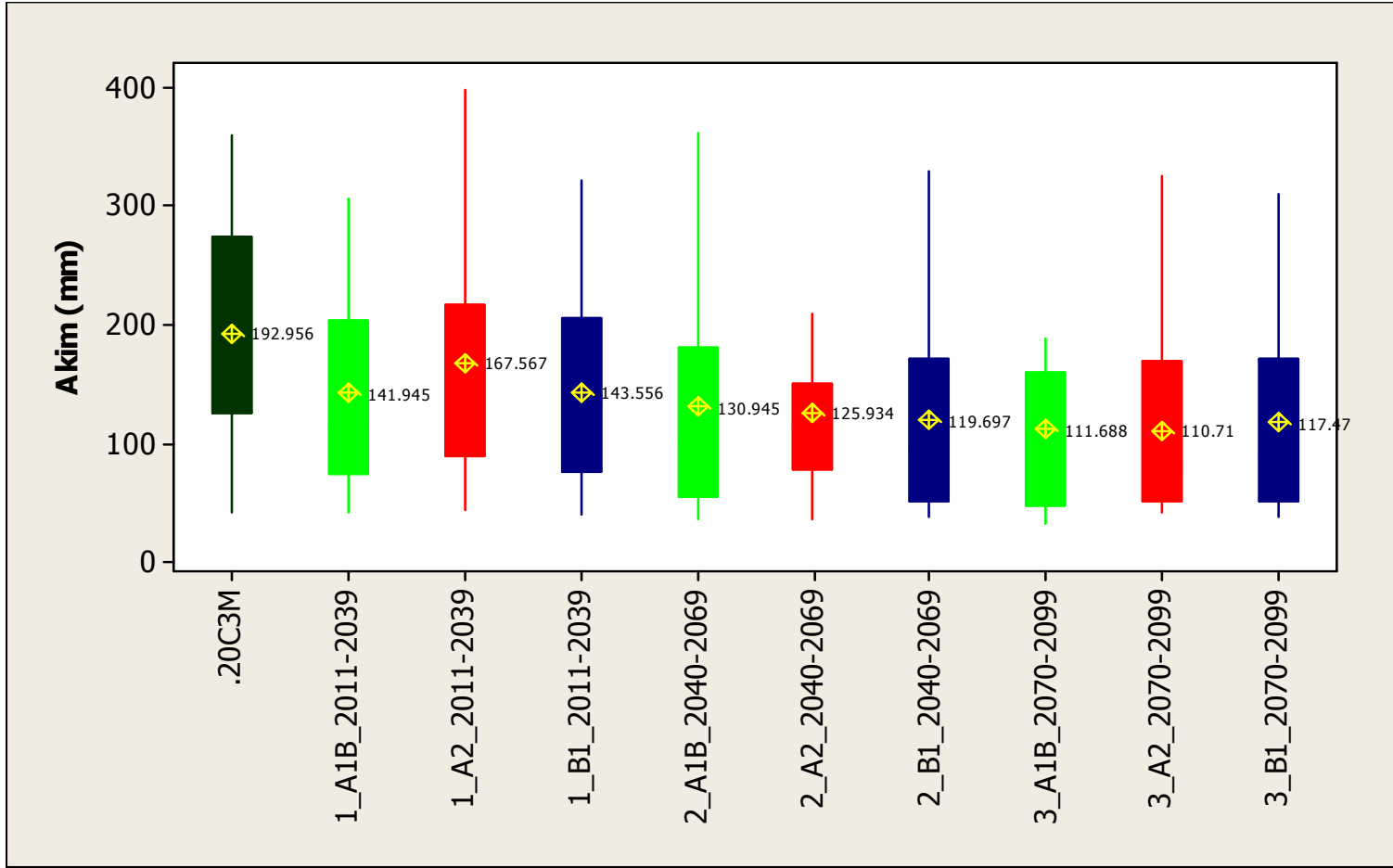
Şekil 5.138 Tahtalı Baraj Havzası A2, B1 ve A1B senaryo akım verilerinin yıllık gidışleri



Şekil 5.139 Gördes Baraj Havzası A2, B1 ve A1B senaryo akım verilerinin yıllık gidşleri



Şekil 5.140 Tahtalı Havzası 20c3m, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait türetilmiş akımların box-plot gösterimleri



Şekil 5.141 Gördes Havzası 20c3m, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait türetilmiş akımların box-plot gösterimleri

Çalışmanın bu aşamasında Excel ve Visual Basic ortamında hazırlanan kavramsal yağış-akış modeli, proje bölgesine indirgenmiş HadCM3 çıktıları ile çalıştırılarak 2011-2099 su yılını kapsayan akımlar türetilmiştir. Her iki havza için de planlama dönemi akımları referans alınarak, gelecek dönem A1B-A2-B1 senaryo sonuçları arasındaki farklılıklar, gerek tablolar gerek diyagramlar yardımı ile karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur. Değişimlerin daha detaylı incelenmesi açısından, toplam dönem 2011-2039, 2040-2069 ve 2070-2099 su yıllarını kapsayacak şekilde bölünerek box plot diyagramları da çalışmada sunulmuştur (Şekil 5.140-5.141). Simülasyon sonuçlarına bakıldığında her üç senaryoya ait istatistiklerinin küçük farklılıklar dışında temelde benzeşmekte olduğu görülmektedir.

İnceleme sonucu 2011-2099 uzun dönem istatistikleri ele alındığında, Tahtalı baraj havzası yıllık toplam akımlarında 1970-1989 planlama dönemine göre **% 16-20**, “20c3m” dönemine (1950-1999) göre **% 18-21** oranında, Gördes baraj havzası yıllık toplam akımlarında ise 1962-1992 planlama dönemine göre **% 22-27**, “20c3m” dönemine (1950-1999) göre **% 30-34** oranında azalışlar olacağı öngörülmüştür.Çalışmada planlama-20c3m dönemi akımları referans alınarak yıllık ve mevsimsel akımlardaki azalışlar dönemsel olarak da incelenmiş (Tablo 5.105-5.106), trend durumlarını belirlemek amacıyla ise %95 anlam seviyesinde uygulanan en küçük kareler t testi (KK-t), Mann-Kendall ,Spearman’s Rho ve Mevsimsel Kendall test sonuçları Tablo 5.107-5.109’da toplu olarak verilmiştir.

Tablo 5.105 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzaları Akımlarında Planlama Dönemine Göre Öngörülen Azalış/Artış Oranları (%)

Tahtalı Havzası (1970-1989)	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-16	1	-15	-14	-31	-23	-33	-25	-31	-21	-18	-23
İlkbahar	7	2	-8	-24	-10	-31	-16	-37	-24	-14	-15	-21
Yaz	3	4	-10	-19	-10	-25	-18	-21	-19	-11	-9	-18
Sonbahar	-14	0.4	-9	-19	-25	-17	-35	-26	-22	-23	-17	-16
Yıllık Toplam	-6	-5	-9	-14	-22	-22	-28	-25	-26	-16	-14	-20
Gördes Havzası (1962-1992)	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-36	-13	-26	-26	-43	-34	-44	-39	-41	-35	-32	-34
İlkbahar	-10	-8	-21	-38	-20	-44	-39	-50	-35	-29	-26	-33
Yaz	-6	-5	-13	-22	-12	-20	-16	-20	-20	-15	-13	-17
Sonbahar	-9	0.3	-11	-17	-19	-15	-23	-15	-22	-16	-11	-16
Yıllık Toplam	-18	-3	-17	-24	-27	-31	-36	-36	-32	-26	-22	-27

Tablo 5.106 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzaları Akımlarında 20c3m (1950-1999) Sonuçlarına Göre Öngörülen Azalış/Artış Oranları (%)

Tahtalı Havzası	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-9	9	-8	-8	-26	-17	-28	-19	-26	-15	-12	-17
İlkbahar	-3	-8	-17	-31	-18	-37	-33	-43	-31	-22	-23	-29
Yaz	-6	-5	-18	-26	-17	-31	-25	-28	-26	-19	-17	-25
Sonbahar	-18	-4	-13	-23	-28	-21	-38	-29	-26	-26	-21	-20
Yıllık Toplam	-8	3	-11	-16	-24	-24	-30	-27	-27	-18	-16	-21
Gördes Havzası	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-34	-10	-23	-24	-41	-32	-42	-36	-39	-33	-29	-31
İlkbahar	-21	-19	-31	-45	-30	-51	-47	-56	-43	-38	-35	-42
Yaz	-16	-15	-21	-30	-21	-28	-25	-29	-28	-23	-22	-26
Sonbahar	-14	-5	-16	-21	-23	-19	-27	-19	-26	-20	-16	-20
Yıllık Toplam	-26	-13	-26	-32	-35	-38	-42	-43	-39	-34	-30	-34

Tablo 5.107 Tahtalı ve Gördes baraj havzaları türetilmiş 2011-2099 su yılını kapsayan akımların KK-t, Mann-Kendall ve Spearman Rho Test sonuçları ($Z_{kr}=\pm 1.960$, $t_{kr}=\pm 1.987$)

	Senaryo Adı	N	Yöntem		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
TAHTALI BARAJ HAVZASI	SRES-A1B	89	KK-t	t	-1.16	-2.99	0.70	-2.01	-1.45	-1.99	-3.23	-3.51	-3.68	1.35	1.11	-0.63	-2.14
			M-K	z	-1.31	-3.29	1.25	-1.84	-1.79	-2.12	-3.19	-3.46	-3.65	1.91	1.46	-1.13	-2.14
			S-R	z	-1.26	-3.31	1.31	-1.82	-1.71	-1.94	-3.10	-3.37	-3.47	1.73	1.42	-1.09	-2.19
	SRES-A2	89	KK-t	t	-3.73	-2.67	-2.67	-0.22	-2.54	-2.72	-4.14	-4.92	-4.55	-0.74	2.03	0.77	-3.00
			M-K	z	-3.95	-2.57	-0.91	-0.45	-2.46	-2.75	-3.99	-5.06	-4.23	-0.39	2.27	0.44	-2.46
			S-R	z	-3.76	-2.62	-1.21	-0.44	-2.35	-2.66	-4.06	-4.82	-4.15	-0.34	2.37	0.53	-2.49
	SRES-B1	89	KK-t	t	-1.85	-0.77	-1.94	-1.00	-1.01	-1.31	-1.25	-1.89	-1.99	0.19	1.17	-0.50	-1.78
			M-K	z	-1.72	-0.94	-1.09	-0.31	-1.01	-1.36	-1.17	-1.56	-1.70	0.47	1.32	-0.20	-1.58
			S-R	z	-1.80	-0.94	-1.18	-0.29	-0.95	-1.39	-1.32	-1.62	-1.85	0.36	1.32	-0.37	-1.51
GÖRDES BARAJ HAVZASI	SRES-A1B	89	KK-t	t	0.02	-1.65	0.92	-0.84	-0.62	-1.64	-3.28	-3.50	-2.81	1.28	1.52	-2.25	-1.49
			M-K	z	-0.59	-2.46	1.65	-0.49	-1.27	-2.21	-3.14	-3.72	-2.36	1.46	1.17	-2.00	-1.90
			S-R	z	-0.57	-2.46	1.68	-0.42	-1.34	-2.13	-3.04	-3.49	-2.29	1.41	1.19	-2.16	-1.93
	SRES-A2	89	KK-t	t	-1.91	-1.28	-1.14	-0.37	-2.66	-2.83	-3.79	-4.11	-3.91	-0.07	2.16	-0.91	-2.60
			M-K	z	-2.21	-1.46	-0.31	-0.26	-2.58	-2.91	-3.86	-4.42	-3.50	0.24	2.59	-0.96	-2.55
			S-R	z	-2.34	-1.35	-0.33	-0.36	-2.48	-2.90	-3.89	-4.37	-3.61	0.26	2.45	-0.83	-2.51
	SRES-B1	89	KK-t	t	-1.37	-1.24	-1.97	-1.65	-0.34	-0.72	-1.44	-1.94	-1.61	-0.40	-0.01	-0.75	-1.58
			M-K	z	-1.29	-0.89	-0.63	-0.70	-0.86	-0.45	-1.34	-1.67	-1.22	-0.49	0.36	-0.47	-1.55
			S-R	z	-1.39	-0.86	-0.61	-0.69	-0.78	-0.54	-1.33	-1.69	-1.35	-0.41	0.44	-0.48	-1.53

Tablo 5.108 Tahtalı Baraj Havzasını Temsil Eden 2011-2099 su yılını kapsayan akım senaryolarının Mevsimsel Kendall Test sonuçları

			Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_r=+1.96$)				
			VAR(S')	S'	Zr	YORUM	
SRES-A1B	89 yıl	toplam dönem	955504.000	-4848.000	-4.959	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		kış	238876.000	-672.000	-1.373	TREND YOK	-
		ilkbahar	238876.000	-2478.000	-5.068	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz	238876.000	-78.000	-0.158	TREND YOK	-
		sonbahar	238876.000	-1620.000	-3.313	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
SRES-A2	89 yıl	toplam dönem	955504.000	-6794.000	-6.949	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		kış	238876.000	-1082.000	-2.212	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		ilkbahar	238876.000	-3332.000	-6.815	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz	238876.000	-662.000	-1.352	TREND YOK	-
		sonbahar	238876.000	-1718.000	-3.513	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
SRES-B1	89 yıl	toplam dönem	955504.000	-2622.000	-2.681	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		kış	238876.000	-682.000	-1.393	TREND YOK	-
		ilkbahar	238876.000	-1156.000	-2.363	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz	238876.000	26.000	0.051	TREND YOK	-
		sonbahar	238876.000	-810.000	-1.655	TREND YOK	-

Tablo 5.109 Gördes Baraj Havzasını Temsil Eden 2011-2099 su yılını kapsayan akım senaryolarının Mevsimsel Kendall Test sonuçları

			Mevsimsel Kendall Test İstatistikleri ($Z_r = \pm 1.96$)				
			VAR(S')	S'	Zr	YORUM	
SRES-A1B	89 yıl	toplam dönem	955504.000	-3948.000	-4.038	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		kış	238876.000	-32.000	-0.063	TREND YOK	-
		ilkbahar	238876.000	-2564.000	-5.244	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz	238876.000	74.000	0.149	TREND YOK	-
		sonbahar	238876.000	-1426.000	-2.916	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
SRES-A2	89 yıl	toplam dönem	955504.000	-5548.000	-5.675	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		kış	238876.000	-892.000	-1.823	TREND YOK	-
		ilkbahar	238876.000	-3160.000	-6.463	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz	238876.000	-186.000	-0.379	TREND YOK	-
		sonbahar	238876.000	-1310.000	-2.678	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
SRES-B1	89 yıl	toplam dönem	955504.000	-2732.000	-2.794	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		kış	238876.000	-620.000	-1.266	TREND YOK	-
		ilkbahar	238876.000	-978.000	-1.999	TREND VAR	AZALIŞ TRENDİ
		yaz	238876.000	-382.000	-0.780	TREND YOK	-
		sonbahar	238876.000	-752.000	-1.537	TREND YOK	-

Planlama ve 20C3M dönemlerine ait istatistikler referans alınarak oluşturulan Tablo 5.105-5.106 ve kutu diyagramlar (Şekil 5.140-5.141) incelediğinde genel olarak tüm periyotlarda bir azalış göze çarpmakta, bunlar içerisinde ise en fazla azalış oranları 2070-2099 döneminde gerçekleşmektedir.

Tablo 5.107'deki test sonuçları incelendiğinde, iki baraj havzası için de her üç testin de birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği görülür. Bu bağlamda açıklayıcı olması bakımından “Mevsimsel Kendall” testleri ile de sonuçlar incelenmiştir (Tablo 5.108-5.109). 2011-2099 su yılının tamamını kapsayan bu eğilim analizleri sonuçlarına bakılarak her iki havza için de tüm senaryoların yıllık toplam akışlarında anlamlı derecede düşüşler göze çarpmaktadır ($z = -2.7$ ila -6.9).

B1 senaryosu, planlama dönemleri referans alındığında yıllık ortalama akışlarda daha fazla azalma öngörürken, 2011-2099 simülasyon döneminde değişkenliğinin diğer senaryolara nazaran daha az olduğu görülmektedir. Bu simülasyon döneminde A2 senaryosunun daha anlamlı trendlere sahip olduğu analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır. Analiz sonucu yıllık toplam akışların yanı sıra, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde de anlamlı derecede düşüş trendleri göze çarpmaktadır. Kış ve yaz mevsiminde ise bu düzeyde eğilimlere rastlanmamıştır.

Özetle çalışmanın bu bölümünde, hazırlanan yağış-akış modeli yardımıyla Tahtalı ve Gördes havzalarının su potansiyellerinin 2011-2099 su yılları arasında yaşanması olası yağış ve sıcaklık değişimlerine karşı duyarlılıkları belirlenerek gelecek dönemi kapsayan akımlar türetilmiş, değişen akımlarla, içme suyu haznelerinin planlamalarının yapıldığı tarihlerdeki akımların birbirlerinden ne ölçüde farklı olduğu vurgulanmıştır.

Bundan sonraki aşama ise gelecek dönemdeki yağış ve sıcaklık değişimlerinden etkilenen Tahtalı ve Gördes baraj akımlarının hazne işletme çalışmalarıyla değerlendirilip, her iki haznenin de iklim değişikliği altındaki 2011 -2099 dönemi hazne performansları test edilmesi, yeni akım koşullarının mevcut haznelerin performanslarını ne ölçüde etkileyebileceğinin belirlenmesidir.

5.9 Hazne İşletme Çalışmaları

Yağış-akış modeli kullanılarak elde edilen ve gelecek dönemi (2011-2099) temsil eden akım dizileri, Tahtalı ve Gördes barajının planlama dönemlerindeki akımlarla karşılaştırılmış, farklılıklar istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Tez çalışmasının bu aşamasında ise, gelecek dönemi temsil eden akımlar (2011-2099) Tahtalı ve Gördes barajlarının hazne işletme çalışmalarında kullanılarak, haznelerin planlama raporlarında belirtilen talep değerlerini karşılayıp karşılamadıkları kontrol edilmiştir. Karşılanılmayan durumlarda ne oranlarda açıklar olduğu (arz açıkları) ve haznelerin işletme süresince ne kadar süre boyunca görevlerini yerine getiremedikleri (risk ve güvenilirlik) belirlenmeye çalışılmıştır.

Gerçekleştirilen hazne işletme çalışmaları, $V_{ays}=V_{ayb}+V_{akım}-V_{net,buh}-V_{içm,sulama}$ şeklindeki süreklilik denkleminde dayanmakta olup, ilgili detaylar yöntem bölümünde anlatılmıştır. Tahtalı ve Gördes baraj haznelerinin işletme çalışmalarında her ay değişen hazne su kotlarının sınır değerleri olarak planlama raporlarındaki minimum ve maksimum işletme kotları esas alınmıştır (DSI, IZSU, 2009). Barajlardan çekilen su miktarları, kot-alan-hacim ilişkileri ve genel baraj karakteristikleri de DSI 2.Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiş, hesaplamalarda bu bilgiler esas alınarak çözüme gidilmiştir.

Tablo 5.110 Tahtalı ve Gördes Baraj Karakteristikleri

Baraj Karakteristikleri	Tahtalı Barajı	Gördes Barajı
Max İşletme Kotu (m)	60.50	268.20
Max İşletme Hacmi (hm ³)	306.65	448.46
Min İşletme Kotu (m)	43.00	205.50
Min İşletme Hacmi (hm ³)	56.00	18.30
Aktif Depolama Hacmi (hm ³)	250.65	430.16
Normal Su Düzeyinde Göl Alanı (km ²)	23.50	14.05

Tablo 5.111 Tahtalı Barajı Kot-Hacim-Alan İlişkileri

<i>KOT (m)</i>	<i>HACİM (hm³)</i>	<i>ALAN(km²)</i>
8	0	0
9	0.5	0.11
10	1	0.22
11	1.4	0.306
12	1.8	0.392
13	2.2	0.487
14	2.6	0.564
15	3	0.65
16	3.7	0.7
17	4.4	0.75
18	5.1	0.8
19	5.8	0.85
20	6.5	0.9
21	6.9	0.94
22	7.3	0.98
23	8.7	0.99
24	10	1
25	11.38	1.1
26	12.75	1.2
27	14.13	1.3
28	15.5	1.4
29	16.65	1.5
30	17.8	1.6
31	19.6	1.7375
32	21.4	1.875
33	23.2	2.0125
34	25	2.15
35	27.5	2.1125
36	30	2.075
37	33	2.53775
38	36	3.0125
39	39	3.48125
40	42	3.95
41	46.67	4.3
42	51.33	4.65
43	56	5
44	63	5.825
45	70	6.65
46	79.3	7.47
47	88.6	8.29
48	97.9	9.11
49	107.2	9.93
50	116.5	10.75
51	127.08	11.875
52	137.67	13
53	148.25	14.125
54	158.83	15.25
55	169.42	16.375
56	180	17.5
57	208.75	18.875
58	237.5	20.25
59	266.25	21.625
60	295	23
61	318.3	24.04

Tablo 5.112 Gördes Barajı Kot-Hacim-Alan İlişkileri

<i>KOT (m)</i>	<i>HACİM (hm³)</i>	<i>ALAN(km²)</i>
182	0	0
186	0.1	0.07
188	0.5	0.14
190	1	0.27
192	2	0.44
194	3.2	0.63
196	4.7	0.85
198	6.8	1.08
200	9.3	1.35
202	12	1.58
204	15.5	1.85
205.5	18.3	2.07
206	19.6	2.14
208	24.4	2.45
210	30	2.79
212	36	3.08
214	42.9	3.4
216	50	3.73
218	57.5	4.06
220	65.6	4.4
223	78.9	4.93
226	94	5.48
230	119	6.23
235	150	7.25
240	186	8.35
245	229.5	9.38
250	274	10.4
255	318	11.42
260	366	12.43
265	418.5	13.44
268.2	448.46	14.12
270	473	14.44
273	505	15

Tablo 5.110 'da genel karakteristikleri belirtilen barajların 1970'li yıllara dayanan planlama raporları incelendiğinde Tahtalı barajının 128 hm³/yıl, Gördes barajının ise 58.6 hm³/yıl içme suyunu İzmir'e, 6.09 hm³/yıl içme suyunu Güneşli'ye olmak üzere toplam 64.67 hm³/yıl içme suyu temin etmesi planlanmış (DSI, IZSU, 2009) ve her iki baraj da İzmir'in vazgeçilmez içmesuyu kaynakları olarak konumlandırılmıştır. Ancak, son yıllarda yetersiz yağışlar ve artan sıcaklıklar nedeniyle ortaya çıkan kuraklık sonucunda Tahtalı Deresi'nde ve Gördes Çayı'nda akımlar son derece azalmış, ortalama akım değerlerinin oldukça altlarına düşmüştür. İnşaat halindeki Gördes barajının henüz isale hattı tamamlanmadığı için içme suyu alınamazken (Şekil 5.142), Tahtalı barajından alınabilen su, planlanan değer yarısına kadar

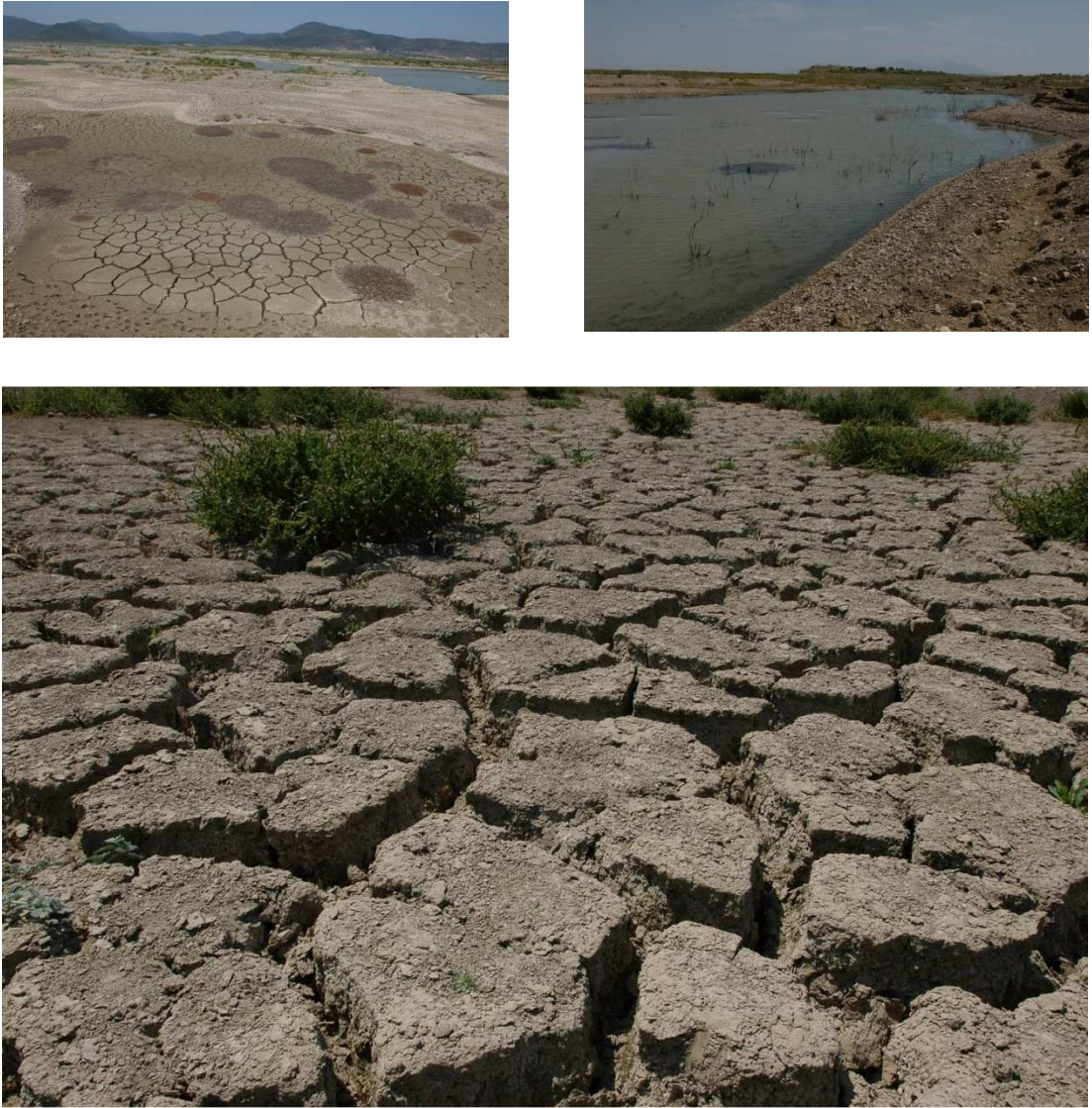
gerilemiştir. Son durumda ise (2008 yılının yaz ayları) Tahtalı barajının göl hacmi, ölü hacim seviyelerine kadar düşmüş (Şekil 5.143-5.144). Yaşanan son durum göstermektedir ki, her iki baraj havzasındaki akımlar, yağış ve sıcaklık değişimlerinden önemli ölçüde etkilenmektedirler.



Şekil 5.142 Gördes Baraj İnşaatına Ait Temmuz 2008'de Çekilmiş Resimler



Şekil 5.143 Tahtalı Baraj Havzasına Ait Helikopterden Çekilmiş Resimler (Temmuz 2008)



Şekil 5.144 Tahtalı Baraj Gölünün Kuru Hali (Temmuz 2008)

Barajların planlama raporları incelendiğinde, Tahtalı Baraj yeri akımlarının hesabında Dereboğazı, Gördes baraj yeri akımlarının hesabında ise Hacıhıdır AGI akımlarından yararlanıldığı önceki bölümlerde bahsedilmiştir. İşletme çalışmasına esas net buharlaşma değerlerinin hesabında ise Tahtalı barajı için Değirmendere-Seferihisar meteoroloji istasyonu verileri, Gördes barajı için Demirköprü-Kavakalan meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Gölde buharlaşma değerleri tava buharlaşmalarının % 70 ' i olarak hesaplanmış; bundan yağış değerleri çıkarılarak net buharlaşmalar elde edilmiştir. Planlama dönemi hesaplarında kullanılan bu buharlaşma verileri Tablo 5.113'te gösterilmiştir.

Tablo 5.113 Planlama Döneminde Kullanılan Tahtalı ve Gördes Barajları Göl Yüzeylerinde Oluşan Aylık Toplam Net Buharlaşma Kayıpları (mm)

Aylar	Tahtalı	Gördes
Ekim	37.50	37.80
Kasım	-	-
Aralık	-	-
Ocak	-	-
Şubat	-	-
Mart	-	-
Nisan	39.30	13.50
Mayıs	94.60	67.60
Haziran	159.70	129.60
Temmuz	199.60	164.80
Ağustos	167.10	150.00
Eylül	115.90	97.10
Toplam	813.70	660.40

Ancak gelecek dönemi temsil eden buharlaşmalar için 5.bölümde hidrolojik verilerin hazırlanması başlığı altında her iki baraj havzası için ölçülmüş değerler ile belirlenmiş sıcaklık – buharlaşma ilişkilerinden faydalanılmıştır. Brüt buharlaşmalar $E_{brüt} = E_{tava} \cdot C_{tava}$ denklemi ile türetilmiş ($C_{tava} \approx 0.70$ alınmıştır), baraj göl yüzeylerinden aylık net buharlaşma değerleri ise $E_{net,i} = E_{brüt,i} - P_i$ eşitliği ile hesaplanmıştır. 5.7.4 bölümünde detayları verilen 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait bu net buharlaşma yükseklikleri hazne işletme çalışmalarında kullanılmıştır.

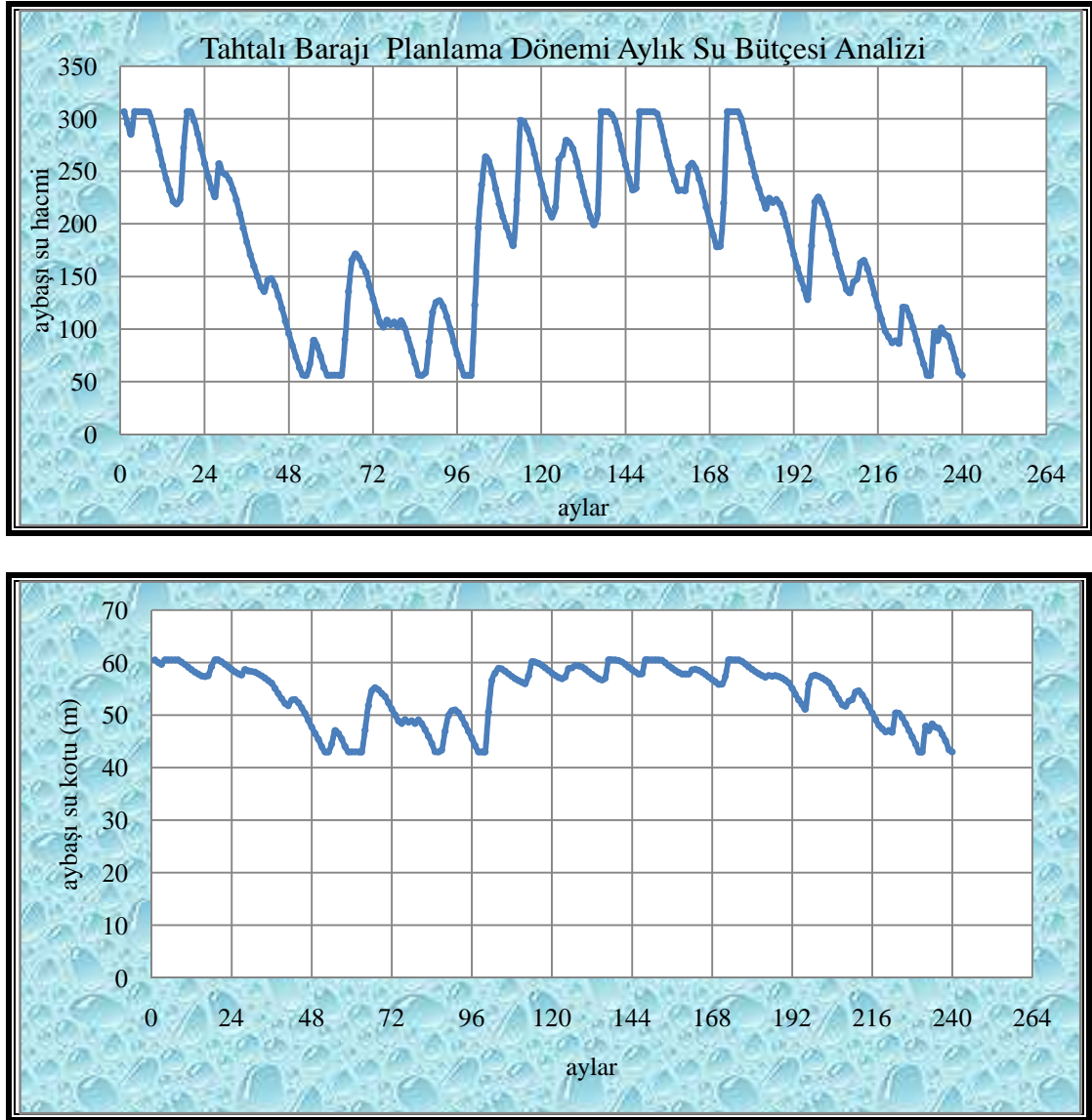
Çalışmada Tahtalı ve Gördes baraj hazneleri, planlama döneminde belirtilen yıllık talep değerlerinin uniform olarak çekilmesi kabulü ile işletilerek, arz açıkları belirlenmiştir. Buna ilaveten farklı çekimler denenerek risk-çekim eğrileri de oluşturulmuş; senaryolar arası farklılıklar vurgulanmaya çalışılmıştır. Gördes barajından ayrıca sulama amacıyla da su çekildiği için, çalışmalarda Gördes barajına ait planlama raporunda belirtilen sulama debileri kabul edilmiş ve bu değerler sabit tutularak hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 5.114).

Tablo 5.114 Gördes barajında çekilebilecek sulama debileri

Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	5.13	13.41	21.74	20.37	10.69

5.9.1 Tahtalı Barajı Hazne İşletme Çalışmaları

Tahtalı barajı, 1970-1989 planlama dönemi akımlarıyla işletilerek barajın aybaşı hacimleri ve aybaşı su kotları belirlenmiştir (Şekil 5.145).



Şekil 5.145 Tahtalı Barajı Planlama Dönemi Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 128 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 5.83)

Tablo 5.115 Tahtalı Barajı Hazne İşletme Çalışması (Çekilen: 128 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 5.83)

YIL	AY	AYBAŞI SU KOTU	AYBAŞI HACMİ	GELEN SU	TOPLAM KULLANIM	AYSONU HACMİ	SAVAKLANAN SU	BUHARLAŞAN SU	SIZAN SU
1970	ekim	60.5	306.650	0.320	10.667	295.430	0.000	0.8726	0.0000
	kasım	60.0	295.430	0.520	10.667	285.283	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	59.7	285.283	61.600	10.667	306.650	29.566	0.0000	0.0000
	ocak	60.5	306.650	28.300	10.667	306.650	17.633	0.0000	0.0000
	şubat	60.5	306.650	60.000	10.667	306.650	49.333	0.0000	0.0000
	mart	60.5	306.650	36.000	10.667	306.650	25.333	0.0000	0.0000
	nisan	60.5	306.650	11.100	10.667	306.159	0.000	0.9239	0.0000
	mayıs	60.5	306.159	3.710	10.667	296.999	0.000	2.2036	0.0000
	haziran	60.1	296.999	1.490	10.667	284.182	0.000	3.6394	0.0000
	temmuz	59.6	284.182	0.560	10.667	269.657	0.000	4.4182	0.0000
	ağustos	59.1	269.657	0.330	10.667	255.735	0.000	3.5851	0.0000
eylül	58.6	255.735	0.260	10.667	242.915	0.000	2.4125	0.0000	
1971	ekim	58.2	242.915	0.310	10.667	231.799	0.000	0.7591	0.0000
	kasım	57.8	231.799	0.490	10.667	221.622	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	57.4	221.622	7.910	10.667	218.865	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	57.4	218.865	15.200	10.667	223.398	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	57.5	223.398	59.600	10.667	272.331	0.000	0.0000	0.0000
	mart	59.2	272.331	46.300	10.667	306.650	1.314	0.0000	0.0000
	nisan	60.5	306.650	16.700	10.667	306.650	5.109	0.9243	0.0000
	mayıs	60.5	306.650	4.130	10.667	297.906	0.000	2.2065	0.0000
	haziran	60.1	297.906	1.940	10.667	285.531	0.000	3.6480	0.0000
	temmuz	59.7	285.531	0.690	10.667	271.123	0.000	4.4316	0.0000
	ağustos	59.2	271.123	0.450	10.667	257.309	0.000	3.5973	0.0000
eylül	58.7	257.309	0.390	10.667	244.610	0.000	2.4216	0.0000	
1972	ekim	58.2	244.610	0.480	10.667	233.661	0.000	0.7623	0.0000
	kasım	57.9	233.661	3.160	10.667	226.154	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	57.6	226.154	41.400	10.667	256.887	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	58.7	256.887	2.600	10.667	248.820	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	58.4	248.820	8.650	10.667	246.803	0.000	0.0000	0.0000
	mart	58.3	246.803	5.810	10.667	241.946	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	58.2	241.946	2.800	10.667	233.283	0.000	0.7960	0.0000
	mayıs	57.9	233.283	2.030	10.667	222.773	0.000	1.8728	0.0000

	haziran	57.5	222.773	0.810	10.667	209.844	0.000	3.0721	0.0000
	temmuz	57.0	209.844	0.470	10.667	195.935	0.000	3.7115	0.0000
	ağustos	56.6	195.935	0.420	10.667	182.690	0.000	2.9987	0.0000
	eylül	56.1	182.690	0.360	10.667	170.397	0.000	1.9857	0.0000
1973	ekim	55.1	170.397	0.820	10.667	159.953	0.000	0.5972	0.0000
	kasım	54.1	159.953	0.620	10.667	149.906	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	53.2	149.906	0.950	10.667	140.189	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	52.2	140.189	6.220	10.667	135.742	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	51.8	135.742	21.500	10.667	146.575	0.000	0.0000	0.0000
	mart	52.8	146.575	11.900	10.667	147.808	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	53.0	147.808	4.620	10.667	141.221	0.000	0.5395	0.0000
	mayıs	52.3	141.221	2.050	10.667	131.388	0.000	1.2161	0.0000
	haziran	51.4	131.388	0.880	10.667	119.731	0.000	1.8706	0.0000
	temmuz	50.3	119.731	0.450	10.667	107.419	0.000	2.0942	0.0000
	ağustos	49.0	107.419	0.340	10.667	95.517	0.000	1.5749	0.0000
	eylül	47.7	95.517	0.310	10.667	84.187	0.000	0.9736	0.0000
	1974	ekim	46.5	84.187	0.310	10.667	73.551	0.000	0.2787
kasım		45.4	73.551	0.360	10.667	63.244	0.000	0.0000	0.0000
aralık		44.0	63.244	3.580	10.667	56.157	0.000	0.0000	0.0000
ocak		43.0	56.157	1.270	10.667	56.000	0.000	0.0000	0.0000
şubat		43.0	56.000	21.400	10.667	66.733	0.000	0.0000	0.0000
mart		44.5	66.733	33.000	10.667	89.066	0.000	0.0000	0.0000
nisan		47.1	89.066	5.700	10.667	83.781	0.000	0.3183	0.0000
mayıs		46.5	83.781	1.720	10.667	74.130	0.000	0.7038	0.0000
haziran		45.4	74.130	0.690	10.667	63.117	0.000	1.0361	0.0000
temmuz		44.0	63.117	0.360	10.667	56.000	0.000	1.0315	0.0000
ağustos		43.0	56.000	0.260	10.667	56.000	0.000	0.8355	0.0000
eylül		43.0	56.000	0.220	10.667	56.000	0.000	0.5795	0.0000
1975		ekim	43.0	56.000	0.370	10.667	56.000	0.000	0.1875
	kasım	43.0	56.000	6.480	10.667	56.000	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	43.0	56.000	44.600	10.667	89.933	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	47.1	89.933	56.400	10.667	135.666	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	51.8	135.666	40.400	10.667	165.399	0.000	0.0000	0.0000
	mart	54.6	165.399	16.700	10.667	171.432	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	55.2	171.432	7.370	10.667	167.491	0.000	0.6437	0.0000
	mayıs	54.8	167.491	4.670	10.667	160.002	0.000	1.4921	0.0000

	haziran	54.1	160.002	6.780	10.667	153.713	0.000	2.4019	0.0000
	temmuz	53.5	153.713	0.900	10.667	141.144	0.000	2.8019	0.0000
	ağustos	52.3	141.144	0.380	10.667	128.734	0.000	2.1238	0.0000
	eylül	51.2	128.734	0.260	10.667	117.002	0.000	1.3244	0.0000
1976	ekim	50.0	117.002	0.410	10.667	106.358	0.000	0.3872	0.0000
	kasım	48.9	106.358	6.140	10.667	101.831	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	48.4	101.831	17.100	10.667	108.264	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	49.1	108.264	6.450	10.667	104.047	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	48.7	104.047	13.100	10.667	106.480	0.000	0.0000	0.0000
	mart	48.9	106.480	6.140	10.667	101.953	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	48.4	101.953	16.900	10.667	107.804	0.000	0.3822	0.0000
	mayıs	49.1	107.804	4.870	10.667	101.090	0.000	0.9164	0.0000
	haziran	48.3	101.090	1.730	10.667	90.726	0.000	1.4268	0.0000
	temmuz	47.2	90.726	0.350	10.667	78.822	0.000	1.5874	0.0000
	ağustos	45.9	78.822	0.300	10.667	67.299	0.000	1.1563	0.0000
	eylül	44.6	67.299	0.290	10.667	56.263	0.000	0.6585	0.0000
	1977	ekim	43.0	56.263	9.780	10.667	56.000	0.000	0.1875
kasım		43.0	56.000	13.200	10.667	58.533	0.000	0.0000	0.0000
aralık		43.4	58.533	40.100	10.667	87.966	0.000	0.0000	0.0000
ocak		46.9	87.966	38.400	10.667	115.699	0.000	0.0000	0.0000
şubat		49.9	115.699	20.300	10.667	125.332	0.000	0.0000	0.0000
mart		50.8	125.332	12.300	10.667	126.965	0.000	0.0000	0.0000
nisan		51.0	126.965	5.470	10.667	121.314	0.000	0.4544	0.0000
mayıs		50.5	121.314	2.080	10.667	111.710	0.000	1.0171	0.0000
haziran		49.5	111.710	0.630	10.667	100.105	0.000	1.5676	0.0000
temmuz		48.2	100.105	0.070	10.667	87.759	0.000	1.7485	0.0000
ağustos		46.9	87.759	0.010	10.667	75.817	0.000	1.2849	0.0000
1978	eylül	45.6	75.817	0.080	10.667	64.458	0.000	0.7721	0.0000
	ekim	44.2	64.458	0.350	10.667	56.000	0.000	0.2016	0.0000
	kasım	43.0	56.000	1.510	10.667	56.000	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	43.0	56.000	10.100	10.667	56.000	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	43.0	56.000	77.400	10.667	122.733	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	50.6	122.733	84.100	10.667	196.166	0.000	0.0000	0.0000
	mart	56.6	196.166	51.500	10.667	236.999	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	58.0	236.999	38.000	10.667	263.512	0.000	0.8198	0.0000
mayıs	58.9	263.512	8.890	10.667	259.710	0.000	2.0247	0.0000	

	haziran	58.8	259.710	2.060	10.667	247.746	0.000	3.3579	0.0000
	temmuz	58.4	247.746	0.180	10.667	233.188	0.000	4.0702	0.0000
	ağustos	57.9	233.188	0.020	10.667	219.248	0.000	3.2936	0.0000
	eylül	57.4	219.248	0.390	10.667	206.760	0.000	2.2112	0.0000
1979	ekim	56.9	206.760	1.430	10.667	196.827	0.000	0.6953	0.0000
	kasım	56.6	196.827	1.560	10.667	187.720	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	56.3	187.720	2.480	10.667	179.533	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	56.0	179.533	53.700	10.667	222.566	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	57.5	222.566	86.400	10.667	298.299	0.000	0.0000	0.0000
	mart	60.1	298.299	9.430	10.667	297.062	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	60.1	297.062	4.290	10.667	289.784	0.000	0.9009	0.0000
	mayıs	59.8	289.784	2.890	10.667	279.877	0.000	2.1298	0.0000
	haziran	59.5	279.877	0.960	10.667	266.663	0.000	3.5071	0.0000
	temmuz	59.0	266.663	0.010	10.667	251.757	0.000	4.2491	0.0000
	ağustos	58.5	251.757	0.001	10.667	237.650	0.000	3.4413	0.0000
	eylül	58.0	237.650	0.001	10.667	224.672	0.000	2.3118	0.0000
	1980	ekim	57.6	224.672	0.010	10.667	213.289	0.000	0.7262
kasım		57.2	213.289	3.870	10.667	206.492	0.000	0.0000	0.0000
aralık		56.9	206.492	20.200	10.667	216.025	0.000	0.0000	0.0000
ocak		57.3	216.025	55.600	10.667	260.958	0.000	0.0000	0.0000
şubat		58.8	260.958	15.200	10.667	265.491	0.000	0.0000	0.0000
mart		59.0	265.491	24.600	10.667	279.424	0.000	0.0000	0.0000
nisan		59.5	279.424	9.110	10.667	276.995	0.000	0.8723	0.0000
mayıs		59.4	276.995	6.990	10.667	271.236	0.000	2.0813	0.0000
haziran		59.2	271.236	2.290	10.667	259.413	0.000	3.4464	0.0000
temmuz		58.8	259.413	0.200	10.667	244.765	0.000	4.1812	0.0000
ağustos		58.3	244.765	0.020	10.667	230.732	0.000	3.3858	0.0000
eylül		57.8	230.732	0.020	10.667	217.811	0.000	2.2736	0.0000
1981	ekim	57.3	217.811	0.100	10.667	206.530	0.000	0.7139	0.0000
	kasım	56.9	206.530	3.110	10.667	198.973	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	56.7	198.973	21.100	10.667	209.406	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	57.0	209.406	128.000	10.667	306.650	20.089	0.0000	0.0000
	şubat	60.5	306.650	34.700	10.667	306.650	24.033	0.0000	0.0000
	mart	60.5	306.650	22.400	10.667	306.650	11.733	0.0000	0.0000
	nisan	60.5	306.650	9.040	10.667	304.101	0.000	0.9221	0.0000
mayıs	60.4	304.101	6.310	10.667	297.544	0.000	2.2004	0.0000	

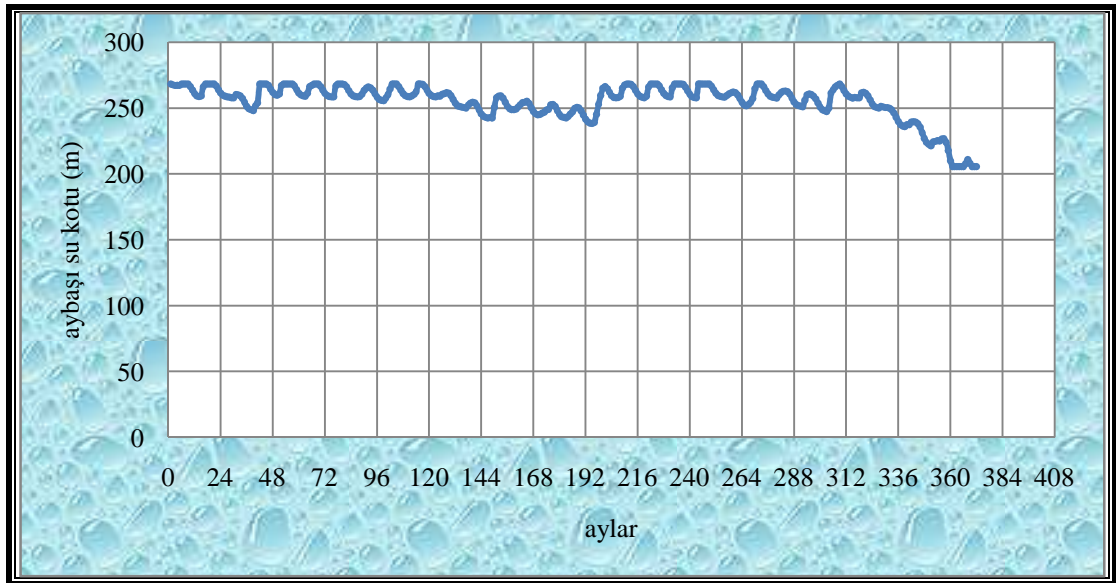
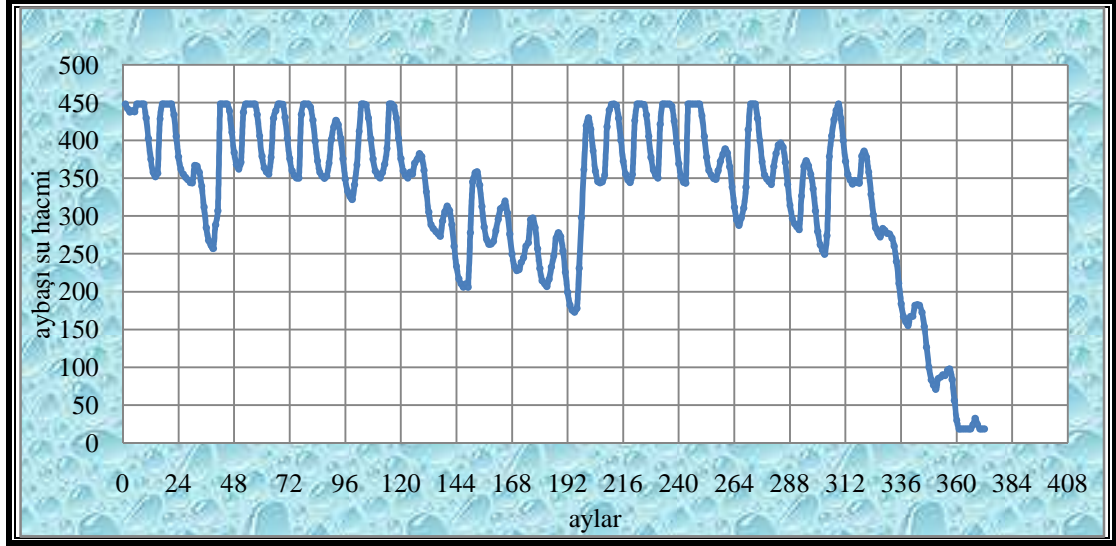
	haziran	60.1	297.544	1.840	10.667	285.072	0.000	3.6449	0.0000	
	temmuz	59.7	285.072	0.230	10.667	270.210	0.000	4.4251	0.0000	
	ağustos	59.1	270.210	0.030	10.667	255.984	0.000	3.5883	0.0000	
	eylül	58.6	255.984	0.140	10.667	243.044	0.000	2.4136	0.0000	
1982	ekim	58.2	243.044	0.540	10.667	232.157	0.000	0.7596	0.0000	
	kasım	57.8	232.157	12.400	10.667	233.890	0.000	0.0000	0.0000	
	aralık	57.9	233.890	142.000	10.667	306.650	58.573	0.0000	0.0000	
	ocak	60.5	306.650	26.000	10.667	306.650	15.333	0.0000	0.0000	
	şubat	60.5	306.650	22.900	10.667	306.650	12.233	0.0000	0.0000	
	mart	60.5	306.650	35.400	10.667	306.650	24.733	0.0000	0.0000	
	nisan	60.5	306.650	17.300	10.667	306.650	5.709	0.9243	0.0000	
	mayıs	60.5	306.650	10.900	10.667	304.662	0.000	2.2208	0.0000	
	haziran	60.4	304.662	2.920	10.667	293.214	0.000	3.7012	0.0000	
	temmuz	59.9	293.214	0.860	10.667	278.902	0.000	4.5054	0.0000	
	ağustos	59.4	278.902	0.190	10.667	264.766	0.000	3.6582	0.0000	
	eylül	58.9	264.766	0.050	10.667	251.688	0.000	2.4619	0.0000	
	1983	ekim	58.5	251.688	0.680	10.667	240.925	0.000	0.7752	0.0000
		kasım	58.1	240.925	1.530	10.667	231.788	0.000	0.0000	0.0000
aralık		57.8	231.788	11.000	10.667	232.121	0.000	0.0000	0.0000	
ocak		57.8	232.121	10.100	10.667	231.554	0.000	0.0000	0.0000	
şubat		57.8	231.554	33.200	10.667	254.087	0.000	0.0000	0.0000	
mart		58.6	254.087	14.200	10.667	257.620	0.000	0.0000	0.0000	
nisan		58.7	257.620	6.500	10.667	252.624	0.000	0.8289	0.0000	
mayıs		58.5	252.624	2.550	10.667	242.546	0.000	1.9613	0.0000	
haziran		58.2	242.546	1.500	10.667	230.154	0.000	3.2251	0.0000	
temmuz		57.7	230.154	0.190	10.667	215.774	0.000	3.9031	0.0000	
ağustos		57.2	215.774	0.230	10.667	202.181	0.000	3.1558	0.0000	
eylül		56.8	202.181	0.100	10.667	189.498	0.000	2.1160	0.0000	
1984		ekim	56.3	189.498	0.080	10.667	178.248	0.000	0.6632	0.0000
		kasım	55.8	178.248	11.300	10.667	178.881	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	55.9	178.881	51.700	10.667	219.914	0.000	0.0000	0.0000	
	ocak	57.4	219.914	97.600	10.667	306.650	0.197	0.0000	0.0000	
	şubat	60.5	306.650	53.800	10.667	306.650	43.133	0.0000	0.0000	
	mart	60.5	306.650	43.600	10.667	306.650	32.933	0.0000	0.0000	
	nisan	60.5	306.650	18.500	10.667	306.650	6.909	0.9243	0.0000	
	mayıs	60.5	306.650	6.080	10.667	299.852	0.000	2.2106	0.0000	

	haziran	60.2	299.852	1.030	10.667	286.556	0.000	3.6594	0.0000
	temmuz	59.7	286.556	0.470	10.667	271.919	0.000	4.4403	0.0000
	ağustos	59.2	271.919	0.170	10.667	257.819	0.000	3.6025	0.0000
	eylül	58.7	257.819	0.120	10.667	244.848	0.000	2.4237	0.0000
1985	ekim	58.3	244.848	0.230	10.667	233.649	0.000	0.7625	0.0000
	kasım	57.9	233.649	0.870	10.667	223.852	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	57.5	223.852	1.480	10.667	214.665	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	57.2	214.665	20.300	10.667	224.298	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	57.5	224.298	6.590	10.667	220.221	0.000	0.0000	0.0000
	mart	57.4	220.221	13.700	10.667	223.254	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	57.5	223.254	6.910	10.667	218.732	0.000	0.7648	0.0000
	mayıs	57.3	218.732	3.670	10.667	209.924	0.000	1.8108	0.0000
	haziran	57.0	209.924	1.400	10.667	197.681	0.000	2.9766	0.0000
	temmuz	56.6	197.681	0.570	10.667	183.987	0.000	3.5964	0.0000
	ağustos	56.1	183.987	0.150	10.667	170.594	0.000	2.8761	0.0000
	eylül	55.1	170.594	0.130	10.667	158.221	0.000	1.8362	0.0000
	1986	ekim	53.9	158.221	0.160	10.667	147.167	0.000	0.5474
kasım		52.9	147.167	1.290	10.667	137.790	0.000	0.0000	0.0000
aralık		52.0	137.790	1.270	10.667	128.393	0.000	0.0000	0.0000
ocak		51.1	128.393	61.500	10.667	179.226	0.000	0.0000	0.0000
şubat		55.9	179.226	52.300	10.667	220.859	0.000	0.0000	0.0000
mart		57.4	220.859	15.400	10.667	225.592	0.000	0.0000	0.0000
nisan		57.6	225.592	5.150	10.667	219.307	0.000	0.7675	0.0000
mayıs		57.4	219.307	3.200	10.667	210.028	0.000	1.8123	0.0000
haziran		57.0	210.028	1.920	10.667	198.302	0.000	2.9793	0.0000
temmuz		56.6	198.302	0.770	10.667	184.801	0.000	3.6033	0.0000
ağustos		56.2	184.801	0.280	10.667	171.523	0.000	2.8916	0.0000
eylül		55.2	171.523	0.130	10.667	159.138	0.000	1.8475	0.0000
1987	ekim	54.0	159.138	0.130	10.667	148.050	0.000	0.5510	0.0000
	kasım	53.0	148.050	0.100	10.667	137.483	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	52.0	137.483	7.510	10.667	134.326	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	51.7	134.326	21.100	10.667	144.759	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	52.7	144.759	13.400	10.667	147.492	0.000	0.0000	0.0000
	mart	52.9	147.492	26.000	10.667	162.825	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	54.4	162.825	13.600	10.667	165.137	0.000	0.6208	0.0000
	mayıs	54.6	165.137	4.130	10.667	157.134	0.000	1.4658	0.0000

	haziran	53.8	157.134	1.360	10.667	145.519	0.000	2.3080	0.0000	
	temmuz	52.7	145.519	0.860	10.667	133.083	0.000	2.6294	0.0000	
	ağustos	51.6	133.083	0.370	10.667	120.804	0.000	1.9819	0.0000	
	eylül	50.4	120.804	0.170	10.667	109.077	0.000	1.2300	0.0000	
1988	ekim	49.2	109.077	0.140	10.667	98.190	0.000	0.3606	0.0000	
	kasım	48.0	98.190	4.920	10.667	92.443	0.000	0.0000	0.0000	
	aralık	47.4	92.443	5.210	10.667	86.986	0.000	0.0000	0.0000	
	ocak	46.8	86.986	12.600	10.667	88.919	0.000	0.0000	0.0000	
	şubat	47.0	88.919	7.980	10.667	86.232	0.000	0.0000	0.0000	
	mart	46.7	86.232	44.890	10.667	120.455	0.000	0.0000	0.0000	
	nisan	50.4	120.455	10.810	10.667	120.159	0.000	0.4384	0.0000	
	mayıs	50.3	120.159	3.710	10.667	112.188	0.000	1.0142	0.0000	
	haziran	49.5	112.188	1.340	10.667	101.282	0.000	1.5793	0.0000	
	temmuz	48.4	101.282	0.670	10.667	89.510	0.000	1.7743	0.0000	
	ağustos	47.1	89.510	0.260	10.667	77.791	0.000	1.3123	0.0000	
	eylül	45.8	77.791	0.110	10.667	66.442	0.000	0.7924	0.0000	
	1989	ekim	44.5	66.442	0.010	10.667	56.000	0.000	0.2096	0.0000
		kasım	43.0	56.000	0.090	10.667	56.000	0.000	0.0000	0.0000
aralık		43.0	56.000	51.500	10.667	96.833	0.000	0.0000	0.0000	
ocak		47.9	96.833	2.880	10.667	89.046	0.000	0.0000	0.0000	
şubat		47.0	89.046	22.500	10.667	100.879	0.000	0.0000	0.0000	
mart		48.3	100.879	4.900	10.667	95.112	0.000	0.0000	0.0000	
nisan		47.7	95.112	8.960	10.667	93.060	0.000	0.3448	0.0000	
mayıs		47.5	93.060	0.830	10.667	82.446	0.000	0.7772	0.0000	
haziran		46.3	82.446	0.280	10.667	70.903	0.000	1.1560	0.0000	
temmuz		45.1	70.903	0.040	10.667	59.067	0.000	1.2094	0.0000	
ağustos		43.4	59.067	0.001	10.667	56.000	0.000	0.8355	0.0000	
eylül		43.0	56.000	0.001	10.667	56.000	0.000	0.5795	0.0000	

5.9.2 Gördes Barajı Hazne İşletme Çalışmaları

Gördes barajı, 1962-1992 planlama dönemi akımlarıyla işletilerek barajın aybaşı hacimleri ve aybaşı su kotları belirlenmiştir (Şekil 5.146).



Şekil 5.146 Gördes Barajı Planlama Dönemi Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 64.67 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 2.69)

Tablo 5.116 Gördes Barajı Hazne İşletme Çalışması (Çekilen: 64.67 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 2.69)

YIL	AY	AYBAŞI SU KOTU	AYBAŞI HACMİ	GELEN SU	TOPLAM KULLANIM	AYSONU HACMİ	SAVAKLANAN SU	BUHARLAŞAN SU	SIZAN SU
1962	ekim	268.2	448.460	1.320	6.880	442.369	0.000	0.5311	0.0000
	kasım	267.5	442.369	1.070	5.420	438.019	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	267.1	438.019	7.350	5.420	439.949	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	267.3	439.949	3.730	5.420	438.259	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	267.1	438.259	31.390	5.420	448.460	15.769	0.0000	0.0000
	mart	268.2	448.460	64.760	5.420	448.460	59.340	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	48.830	6.600	448.460	42.039	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	18.310	10.550	448.460	6.805	0.9545	0.0000
	haziran	268.2	448.460	2.170	18.830	429.997	0.000	1.8028	0.0000
	temmuz	266.2	429.997	2.360	27.160	402.989	0.000	2.2085	0.0000
	ağustos	263.5	402.989	0.310	25.790	375.577	0.000	1.9317	0.0000
	eylül	260.9	375.577	0.260	16.110	358.518	0.000	1.2089	0.0000
1963	ekim	259.2	358.518	1.410	6.880	352.587	0.000	0.4615	0.0000
	kasım	258.6	352.587	9.980	5.420	357.147	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	259.1	357.147	77.840	5.420	429.567	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	266.2	429.567	118.030	5.420	448.460	93.717	0.0000	0.0000
	şubat	268.2	448.460	105.900	5.420	448.460	100.480	0.0000	0.0000
	mart	268.2	448.460	44.280	5.420	448.460	38.860	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	30.440	6.600	448.460	23.649	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	17.210	10.550	448.460	5.705	0.9545	0.0000
	haziran	268.2	448.460	6.460	18.830	434.281	0.000	1.8091	0.0000
	temmuz	266.7	434.281	1.030	27.160	405.930	0.000	2.2209	0.0000
	ağustos	263.8	405.930	0.750	25.790	378.949	0.000	1.9408	0.0000
	eylül	261.2	378.949	0.660	16.110	362.284	0.000	1.2156	0.0000
1964	ekim	259.6	362.284	1.030	6.880	355.969	0.000	0.4644	0.0000

	kasım	259.0	355.969	1.400	5.420	351.949	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.5	351.949	2.290	5.420	348.819	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	258.2	348.819	1.720	5.420	345.119	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	257.8	345.119	5.070	5.420	344.769	0.000	0.0000	0.0000
	mart	257.8	344.769	28.730	5.420	368.079	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	260.2	368.079	5.850	6.600	367.161	0.000	0.1682	0.0000
	mayıs	260.1	367.161	3.160	10.550	358.935	0.000	0.8361	0.0000
	haziran	259.3	358.935	2.150	18.830	340.688	0.000	1.5668	0.0000
	temmuz	257.4	340.688	1.550	27.160	313.165	0.000	1.9130	0.0000
	ağustos	254.5	313.165	0.120	25.790	285.846	0.000	1.6487	0.0000
	eylül	251.3	285.846	0.520	16.110	269.239	0.000	1.0178	0.0000
1965	ekim	249.5	269.239	0.880	6.880	262.852	0.000	0.3862	0.0000
	kasım	248.7	262.852	1.050	5.420	258.482	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	248.3	258.482	36.890	5.420	289.952	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	251.8	289.952	24.180	5.420	308.712	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	253.9	308.712	202.400	5.420	448.460	57.232	0.0000	0.0000
	mart	268.2	448.460	62.480	5.420	448.460	57.060	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	89.400	6.600	448.460	82.609	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	70.820	10.550	448.460	59.315	0.9545	0.0000
	haziran	268.2	448.460	11.390	18.830	439.204	0.000	1.8163	0.0000
	temmuz	267.2	439.204	1.570	27.160	411.373	0.000	2.2403	0.0000
	ağustos	264.3	411.373	1.090	25.790	384.716	0.000	1.9570	0.0000
eylül	261.8	384.716	1.280	16.110	368.659	0.000	1.2269	0.0000	
1966	ekim	260.3	368.659	1.430	6.880	362.740	0.000	0.4696	0.0000
	kasım	259.7	362.740	14.690	5.420	372.010	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	260.6	372.010	71.580	5.420	438.170	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	267.1	438.170	155.760	5.420	448.460	140.050	0.0000	0.0000
	şubat	268.2	448.460	45.610	5.420	448.460	40.190	0.0000	0.0000
mart	268.2	448.460	69.310	5.420	448.460	63.890	0.0000	0.0000	

	nisan	268.2	448.460	35.940	6.600	448.460	29.149	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	20.200	10.550	448.460	8.695	0.9545	0.0000
	haziran	268.2	448.460	6.530	18.830	434.351	0.000	1.8092	0.0000
	temmuz	266.7	434.351	1.360	27.160	406.329	0.000	2.2218	0.0000
	ağustos	263.8	406.329	1.050	25.790	379.647	0.000	1.9424	0.0000
	eylül	261.3	379.647	1.910	16.110	364.229	0.000	1.2180	0.0000
1967	ekim	259.8	364.229	1.940	6.880	358.822	0.000	0.4663	0.0000
	kasım	259.3	358.822	2.720	5.420	356.122	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	259.0	356.122	27.790	5.420	378.492	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	261.2	378.492	57.170	5.420	430.242	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	266.3	430.242	15.310	5.420	440.132	0.000	0.0000	0.0000
	mart	267.3	440.132	16.620	5.420	448.460	2.872	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	16.710	6.600	448.460	9.919	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	11.120	10.550	448.076	0.000	0.9542	0.0000
	haziran	268.2	448.076	3.480	18.830	430.922	0.000	1.8036	0.0000
	temmuz	266.3	430.922	1.700	27.160	403.252	0.000	2.2104	0.0000
	ağustos	263.5	403.252	0.980	25.790	376.508	0.000	1.9334	0.0000
1968	eylül	261.0	376.508	1.240	16.110	360.427	0.000	1.2116	0.0000
	ekim	259.4	360.427	1.410	6.880	354.494	0.000	0.4631	0.0000
	kasım	258.8	354.494	1.830	5.420	350.904	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.4	350.904	5.700	5.420	351.184	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	258.5	351.184	89.590	5.420	435.354	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	266.8	435.354	92.060	5.420	448.460	73.534	0.0000	0.0000
	mart	268.2	448.460	96.990	5.420	448.460	91.570	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	18.360	6.600	448.460	11.569	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	7.520	10.550	444.479	0.000	0.9515	0.0000
	haziran	267.8	444.479	3.310	18.830	427.166	0.000	1.7928	0.0000
	temmuz	265.9	427.166	1.660	27.160	399.467	0.000	2.1985	0.0000
ağustos	263.2	399.467	1.640	25.790	373.394	0.000	1.9235	0.0000	

	eylül	260.7	373.394	2.230	16.110	358.307	0.000	1.2066	0.0000
1969	ekim	259.2	358.307	2.400	6.880	353.365	0.000	0.4618	0.0000
	kasım	258.7	353.365	2.610	5.420	350.555	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.4	350.555	8.520	5.420	353.655	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	258.7	353.655	23.050	5.420	371.285	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	260.5	371.285	36.510	5.420	402.375	0.000	0.0000	0.0000
	mart	263.5	402.375	21.720	5.420	418.675	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	265.0	418.675	16.090	6.600	427.982	0.000	0.1829	0.0000
	mayıs	266.0	427.982	5.550	10.550	422.064	0.000	0.9186	0.0000
	haziran	265.4	422.064	2.760	18.830	404.265	0.000	1.7285	0.0000
	temmuz	263.6	404.265	2.170	27.160	377.149	0.000	2.1268	0.0000
	ağustos	261.1	377.149	0.860	25.790	350.361	0.000	1.8574	0.0000
1970	eylül	258.4	350.361	0.940	16.110	334.033	0.000	1.1583	0.0000
	ekim	256.7	334.033	0.880	6.880	327.591	0.000	0.4419	0.0000
	kasım	256.0	327.591	1.410	5.420	323.581	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	255.6	323.581	25.130	5.420	343.291	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	257.6	343.291	31.770	5.420	369.641	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	260.3	369.641	49.970	5.420	414.191	0.000	0.0000	0.0000
	mart	264.6	414.191	69.690	5.420	448.460	30.001	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	42.010	6.600	448.460	35.219	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	10.460	10.550	447.416	0.000	0.9537	0.0000
	haziran	268.1	447.416	3.390	18.830	430.175	0.000	1.8015	0.0000
	temmuz	266.2	430.175	1.640	27.160	402.447	0.000	2.2080	0.0000
ağustos	263.5	402.447	1.280	25.790	376.005	0.000	1.9315	0.0000	
1971	eylül	261.0	376.005	1.280	16.110	359.965	0.000	1.2107	0.0000
	ekim	259.4	359.965	1.170	6.880	353.792	0.000	0.4626	0.0000
	kasım	258.7	353.792	2.650	5.420	351.022	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.4	351.022	12.600	5.420	358.202	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	259.2	358.202	16.470	5.420	369.252	0.000	0.0000	0.0000

	şubat	260.3	369.252	26.650	5.420	390.482	0.000	0.0000	0.0000
	mart	262.3	390.482	69.120	5.420	448.460	5.722	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	31.200	6.600	448.460	24.409	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	8.350	10.550	445.308	0.000	0.9521	0.0000
	haziran	267.9	445.308	5.510	18.830	430.189	0.000	1.7984	0.0000
	temmuz	266.2	430.189	2.320	27.160	403.140	0.000	2.2091	0.0000
	ağustos	263.5	403.140	1.070	25.790	376.487	0.000	1.9332	0.0000
	eylül	261.0	376.487	1.220	16.110	360.386	0.000	1.2115	0.0000
1972	ekim	259.4	360.386	1.280	6.880	354.323	0.000	0.4630	0.0000
	kasım	258.8	354.323	2.210	5.420	351.113	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.4	351.113	13.300	5.420	358.993	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	259.3	358.993	2.870	5.420	356.443	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	259.0	356.443	20.010	5.420	371.033	0.000	0.0000	0.0000
	mart	260.5	371.033	10.230	5.420	375.843	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	260.9	375.843	14.670	6.600	383.741	0.000	0.1714	0.0000
	mayıs	261.7	383.741	7.580	10.550	379.910	0.000	0.8608	0.0000
	haziran	261.3	379.910	2.480	18.830	361.937	0.000	1.6232	0.0000
	temmuz	259.6	361.937	0.830	27.160	333.622	0.000	1.9853	0.0000
	ağustos	256.6	333.622	0.560	25.790	306.672	0.000	1.7198	0.0000
eylül	253.7	306.672	0.410	16.110	289.908	0.000	1.0645	0.0000	
1973	ekim	251.8	289.908	2.480	6.880	285.103	0.000	0.4050	0.0000
	kasım	251.3	285.103	1.600	5.420	281.283	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	250.8	281.283	2.650	5.420	278.513	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	250.5	278.513	2.060	5.420	275.153	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	250.1	275.153	25.510	5.420	295.243	0.000	0.0000	0.0000
	mart	252.4	295.243	17.510	5.420	307.333	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	253.8	307.333	14.720	6.600	315.301	0.000	0.1521	0.0000
	mayıs	254.7	315.301	5.300	10.550	309.288	0.000	0.7631	0.0000
haziran	254.0	309.288	1.700	18.830	290.732	0.000	1.4260	0.0000	

	temmuz	251.9	290.732	0.540	27.160	262.388	0.000	1.7237	0.0000
	ağustos	248.7	262.388	0.580	25.790	235.704	0.000	1.4742	0.0000
	eylül	245.7	235.704	0.790	16.110	219.477	0.000	0.9064	0.0000
1974	ekim	243.8	219.477	0.660	6.880	212.915	0.000	0.3427	0.0000
	kasım	243.1	212.915	0.920	5.420	208.415	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	242.6	208.415	9.680	5.420	212.675	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	243.1	212.675	1.340	5.420	208.595	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	242.6	208.595	77.650	5.420	280.825	0.000	0.0000	0.0000
	mart	250.8	280.825	72.720	5.420	348.125	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	258.1	348.125	18.690	6.600	360.050	0.000	0.1644	0.0000
	mayıs	259.4	360.050	12.900	10.550	361.567	0.000	0.8329	0.0000
	haziran	259.5	361.567	3.040	18.830	344.202	0.000	1.5752	0.0000
	temmuz	257.7	344.202	0.730	27.160	315.848	0.000	1.9237	0.0000
	ağustos	254.8	315.848	0.350	25.790	288.750	0.000	1.6584	0.0000
	eylül	251.7	288.750	0.850	16.110	272.465	0.000	1.0247	0.0000
	1975	ekim	249.8	272.465	0.750	6.880	265.946	0.000	0.3890
kasım		249.1	265.946	6.020	5.420	266.546	0.000	0.0000	0.0000
aralık		249.2	266.546	8.860	5.420	269.986	0.000	0.0000	0.0000
ocak		249.5	269.986	19.820	5.420	284.386	0.000	0.0000	0.0000
şubat		251.2	284.386	20.580	5.420	299.546	0.000	0.0000	0.0000
mart		252.9	299.546	19.440	5.420	313.566	0.000	0.0000	0.0000
nisan		254.5	313.566	8.810	6.600	315.623	0.000	0.1531	0.0000
mayıs		254.7	315.623	19.440	10.550	323.739	0.000	0.7744	0.0000
haziran		255.6	323.739	4.880	18.830	308.315	0.000	1.4741	0.0000
temmuz		253.9	308.315	0.980	27.160	280.343	0.000	1.7916	0.0000
ağustos		250.7	280.343	0.730	25.790	253.747	0.000	1.5361	0.0000
eylül		247.7	253.747	0.920	16.110	237.610	0.000	0.9468	0.0000
1976	ekim	245.9	237.610	1.770	6.880	232.141	0.000	0.3592	0.0000
	kasım	245.3	232.141	6.740	5.420	233.461	0.000	0.0000	0.0000

	aralık	245.4	233.461	15.120	5.420	243.161	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	246.5	243.161	11.710	5.420	249.451	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	247.2	249.451	20.960	5.420	264.991	0.000	0.0000	0.0000
	mart	249.0	264.991	9.740	5.420	269.311	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	249.5	269.311	37.450	6.600	300.017	0.000	0.1437	0.0000
	mayıs	253.0	300.017	13.510	10.550	302.232	0.000	0.7455	0.0000
	haziran	253.2	302.232	7.520	18.830	289.508	0.000	1.4135	0.0000
	temmuz	251.8	289.508	1.210	27.160	261.838	0.000	1.7203	0.0000
	ağustos	248.6	261.838	1.110	25.790	235.685	0.000	1.4732	0.0000
	eylül	245.7	235.685	0.810	16.110	219.478	0.000	0.9064	0.0000
1977	ekim	243.8	219.478	3.580	6.880	215.834	0.000	0.3440	0.0000
	kasım	243.4	215.834	1.620	5.420	212.034	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	243.0	212.034	15.200	5.420	221.814	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	244.1	221.814	21.530	5.420	237.924	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	245.9	237.924	20.580	5.420	253.084	0.000	0.0000	0.0000
	mart	247.6	253.084	28.730	5.420	276.394	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	250.3	276.394	14.230	6.600	283.882	0.000	0.1423	0.0000
	mayıs	251.1	283.882	6.080	10.550	278.698	0.000	0.7145	0.0000
	haziran	250.5	278.698	1.320	18.830	259.854	0.000	1.3338	0.0000
	temmuz	248.4	259.854	0.640	27.160	231.726	0.000	1.6074	0.0000
1978	ağustos	245.3	231.726	0.300	25.790	204.869	0.000	1.3672	0.0000
	eylül	242.2	204.869	0.370	16.110	188.294	0.000	0.8351	0.0000
	ekim	240.3	188.294	0.410	6.880	181.510	0.000	0.3144	0.0000
	kasım	239.4	181.510	2.670	5.420	178.760	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	239.0	178.760	10.700	5.420	184.040	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	239.7	184.040	58.690	5.420	237.310	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	245.9	237.310	72.530	5.420	304.420	0.000	0.0000	0.0000
mart	253.5	304.420	68.930	5.420	367.930	0.000	0.0000	0.0000	
nisan	260.2	367.930	64.950	6.600	426.104	0.000	0.1759	0.0000	

	mayıs	265.8	426.104	21.910	10.550	436.536	0.000	0.9282	0.0000
	haziran	266.9	436.536	5.410	18.830	421.343	0.000	1.7725	0.0000
	temmuz	265.3	421.343	1.150	27.160	393.154	0.000	2.1792	0.0000
	ağustos	262.6	393.154	0.810	25.790	366.270	0.000	1.9041	0.0000
	eylül	260.0	366.270	3.610	16.110	352.576	0.000	1.1935	0.0000
1979	ekim	258.6	352.576	5.850	6.880	351.088	0.000	0.4586	0.0000
	kasım	258.4	351.088	6.760	5.420	352.428	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.6	352.428	14.360	5.420	361.368	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	259.5	361.368	69.460	5.420	425.408	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	265.7	425.408	27.680	5.420	447.668	0.000	0.0000	0.0000
	mart	268.1	447.668	12.930	5.420	448.460	6.718	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	10.480	6.600	448.460	3.689	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	9.690	10.550	446.647	0.000	0.9531	0.0000
	haziran	268.0	446.647	3.670	18.830	429.687	0.000	1.7997	0.0000
	temmuz	266.2	429.687	0.320	27.160	400.643	0.000	2.2043	0.0000
	ağustos	263.3	400.643	0.140	25.790	373.068	0.000	1.9247	0.0000
	eylül	260.7	373.068	0.130	16.110	355.884	0.000	1.2038	0.0000
1980	ekim	258.9	355.884	0.050	6.880	348.595	0.000	0.4589	0.0000
	kasım	258.2	348.595	1.900	5.420	345.075	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	257.8	345.075	16.300	5.420	355.955	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	259.0	355.955	76.700	5.420	427.235	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	265.9	427.235	36.860	5.420	448.460	10.215	0.0000	0.0000
	mart	268.2	448.460	44.880	5.420	448.460	39.460	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	13.320	6.600	448.460	6.529	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	10.920	10.550	447.876	0.000	0.9541	0.0000
	haziran	268.1	447.876	7.010	18.830	434.248	0.000	1.8082	0.0000
	temmuz	266.7	434.248	0.880	27.160	405.747	0.000	2.2205	0.0000
	ağustos	263.8	405.747	0.350	25.790	378.368	0.000	1.9397	0.0000
	eylül	261.2	378.368	0.380	16.110	361.423	0.000	1.2142	0.0000

1981	ekim	259.5	361.423	0.390	6.880	354.470	0.000	0.4634	0.0000
	kasım	258.8	354.470	1.970	5.420	351.020	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.4	351.020	76.830	5.420	422.430	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	265.4	422.430	116.280	5.420	448.460	84.830	0.0000	0.0000
	şubat	268.2	448.460	32.080	5.420	448.460	26.660	0.0000	0.0000
	mart	268.2	448.460	35.440	5.420	448.460	30.020	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	9.510	6.600	448.460	2.719	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	8.740	10.550	445.698	0.000	0.9524	0.0000
	haziran	267.9	445.698	1.190	18.830	426.264	0.000	1.7932	0.0000
	temmuz	265.8	426.264	0.060	27.160	396.971	0.000	2.1931	0.0000
	ağustos	262.9	396.971	0.480	25.790	369.747	0.000	1.9146	0.0000
1982	eylül	260.4	369.747	0.000	16.110	352.440	0.000	1.1969	0.0000
	ekim	258.6	352.440	0.430	6.880	345.533	0.000	0.4563	0.0000
	kasım	257.9	345.533	4.070	5.420	344.183	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	257.7	344.183	135.820	5.420	448.460	26.123	0.0000	0.0000
	ocak	268.2	448.460	35.310	5.420	448.460	29.890	0.0000	0.0000
	şubat	268.2	448.460	23.020	5.420	448.460	17.600	0.0000	0.0000
	mart	268.2	448.460	33.500	5.420	448.460	28.080	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	25.610	6.600	448.460	18.819	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	24.960	10.550	448.460	13.455	0.9545	0.0000
	haziran	268.2	448.460	4.930	18.830	432.753	0.000	1.8069	0.0000
	temmuz	266.5	432.753	2.330	27.160	405.706	0.000	2.2176	0.0000
ağustos	263.8	405.706	0.320	25.790	378.296	0.000	1.9395	0.0000	
eylül	261.2	378.296	0.080	16.110	361.052	0.000	1.2138	0.0000	
1983	ekim	259.5	361.052	1.010	6.880	354.719	0.000	0.4634	0.0000
	kasım	258.8	354.719	1.250	5.420	350.549	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	258.4	350.549	4.100	5.420	349.229	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	258.3	349.229	17.200	5.420	361.009	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	259.5	361.009	17.590	5.420	373.179	0.000	0.0000	0.0000

	mart	260.7	373.179	14.880	5.420	382.639	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	261.6	382.639	14.230	6.600	390.096	0.000	0.1731	0.0000
	mayıs	262.3	390.096	5.860	10.550	384.538	0.000	0.8680	0.0000
	haziran	261.8	384.538	2.380	18.830	366.453	0.000	1.6346	0.0000
	temmuz	260.0	366.453	2.550	27.160	339.839	0.000	2.0039	0.0000
	ağustos	257.3	339.839	0.930	25.790	313.239	0.000	1.7400	0.0000
	eylül	254.5	313.239	0.090	16.110	296.140	0.000	1.0789	0.0000
1984	ekim	252.5	296.140	0.310	6.880	289.161	0.000	0.4095	0.0000
	kasım	251.7	289.161	15.520	5.420	299.261	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	252.9	299.261	18.370	5.420	312.211	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	254.3	312.211	33.240	5.420	340.031	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	257.3	340.031	81.490	5.420	416.101	0.000	0.0000	0.0000
	mart	264.8	416.101	40.740	5.420	448.460	2.961	0.0000	0.0000
	nisan	268.2	448.460	33.630	6.600	448.460	26.839	0.1906	0.0000
	mayıs	268.2	448.460	11.870	10.550	448.460	0.365	0.9545	0.0000
	haziran	268.2	448.460	1.460	18.830	429.288	0.000	1.8018	0.0000
	temmuz	266.2	429.288	0.030	27.160	399.956	0.000	2.2026	0.0000
	ağustos	263.2	399.956	0.000	25.790	372.243	0.000	1.9225	0.0000
eylül	260.6	372.243	0.000	16.110	354.931	0.000	1.2020	0.0000	
1985	ekim	258.8	354.931	1.940	6.880	349.532	0.000	0.4589	0.0000
	kasım	258.3	349.532	2.040	5.420	346.152	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	257.9	346.152	1.930	5.420	342.662	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	257.6	342.662	29.100	5.420	366.342	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	260.0	366.342	22.770	5.420	383.692	0.000	0.0000	0.0000
	mart	261.7	383.692	16.560	5.420	394.832	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	262.7	394.832	9.460	6.600	397.517	0.000	0.1756	0.0000
	mayıs	263.0	397.517	6.160	10.550	392.249	0.000	0.8778	0.0000
	haziran	262.5	392.249	0.560	18.830	372.327	0.000	1.6515	0.0000
	temmuz	260.6	372.327	0.010	27.160	343.157	0.000	2.0198	0.0000

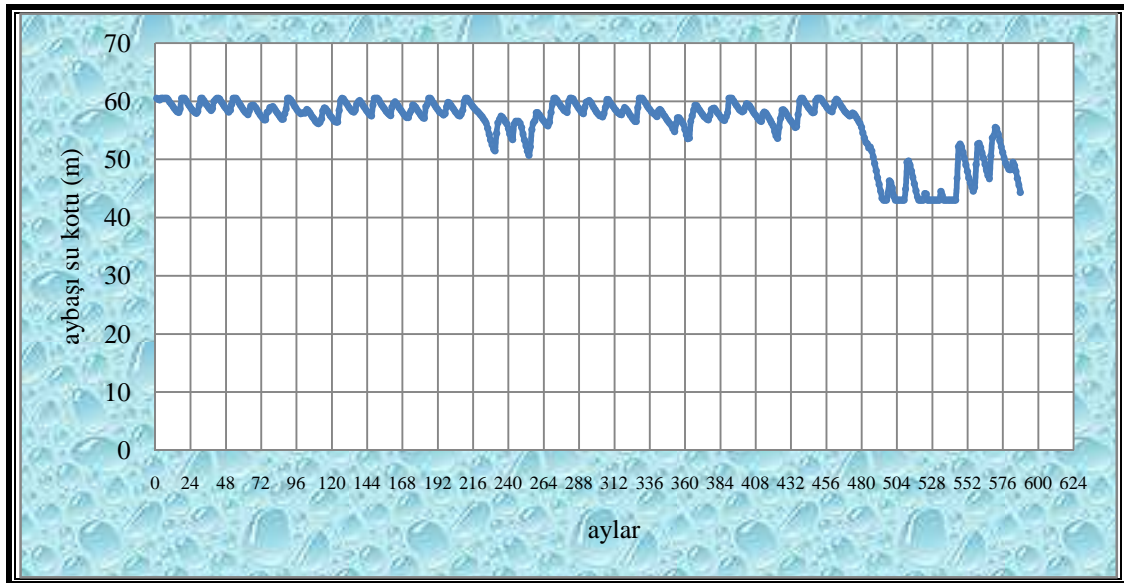
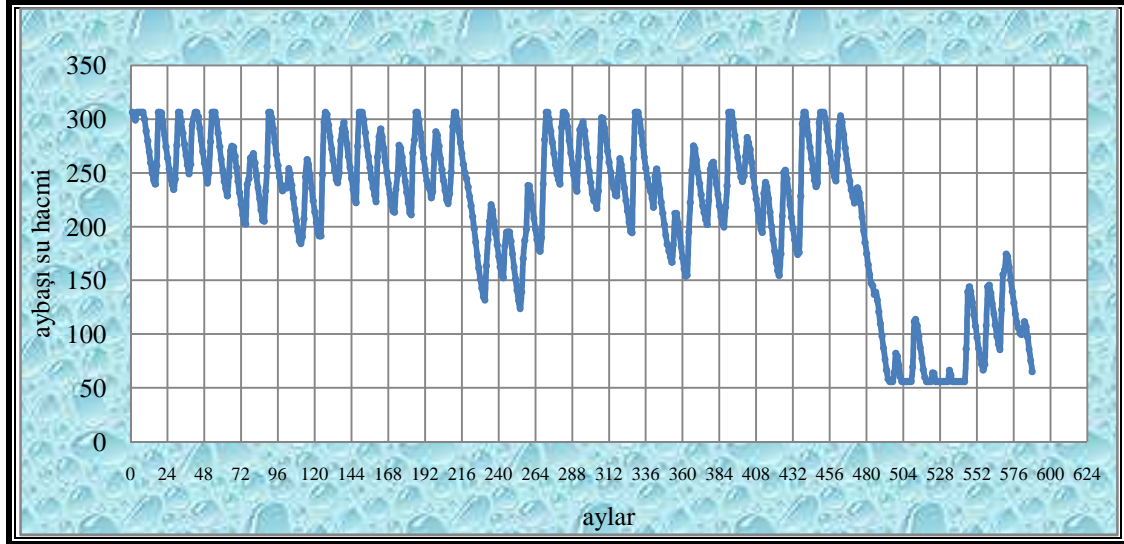
	ağustos	257.6	343.157	0.010	25.790	315.628	0.000	1.7490	0.0000
	eylül	254.7	315.628	0.030	16.110	298.464	0.000	1.0842	0.0000
1986	ekim	252.8	298.464	0.030	6.880	291.203	0.000	0.4114	0.0000
	kasım	252.0	291.203	1.540	5.420	287.323	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	251.5	287.323	1.710	5.420	283.613	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	251.1	283.613	50.060	5.420	328.253	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	256.1	328.253	44.880	5.420	367.713	0.000	0.0000	0.0000
	mart	260.2	367.713	12.930	5.420	375.223	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	260.9	375.223	0.210	6.600	368.663	0.000	0.1693	0.0000
	mayıs	260.3	368.663	0.040	10.550	357.317	0.000	0.8360	0.0000
	haziran	259.1	357.317	1.200	18.830	338.126	0.000	1.5611	0.0000
	temmuz	257.1	338.126	0.000	27.160	309.065	0.000	1.9014	0.0000
	ağustos	254.0	309.065	0.000	25.790	281.641	0.000	1.6342	0.0000
	eylül	250.9	281.641	0.000	16.110	264.523	0.000	1.0078	0.0000
1987	ekim	248.9	264.523	0.040	6.880	257.301	0.000	0.3818	0.0000
	kasım	248.1	257.301	0.230	5.420	252.111	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	247.5	252.111	30.010	5.420	276.701	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	250.3	276.701	110.080	5.420	381.361	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	261.5	381.361	32.850	5.420	408.791	0.000	0.0000	0.0000
	mart	264.1	408.791	26.900	5.420	430.271	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	266.3	430.271	19.400	6.600	442.884	0.000	0.1870	0.0000
	mayıs	267.6	442.884	34.150	10.550	448.460	17.074	0.9545	0.0000
	haziran	268.2	448.460	1.720	18.830	429.548	0.000	1.8021	0.0000
	temmuz	266.2	429.548	0.170	27.160	400.354	0.000	2.2037	0.0000
	ağustos	263.3	400.354	0.040	25.790	372.680	0.000	1.9237	0.0000
	eylül	260.6	372.680	0.040	16.110	355.408	0.000	1.2030	0.0000
1988	ekim	258.9	355.408	0.040	6.880	348.109	0.000	0.4585	0.0000
	kasım	258.1	348.109	0.270	5.420	342.959	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	257.6	342.959	10.320	5.420	347.859	0.000	0.0000	0.0000

	ocak	258.1	347.859	2.760	5.420	345.199	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	257.8	345.199	4.660	5.420	344.439	0.000	0.0000	0.0000
	mart	257.8	344.439	41.310	5.420	380.329	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	261.4	380.329	13.430	6.600	386.987	0.000	0.1724	0.0000
	mayıs	262.0	386.987	3.650	10.550	379.224	0.000	0.8625	0.0000
	haziran	261.3	379.224	0.560	18.830	359.335	0.000	1.6191	0.0000
	temmuz	259.3	359.335	0.050	27.160	330.250	0.000	1.9749	0.0000
	ağustos	256.3	330.250	0.040	25.790	302.792	0.000	1.7079	0.0000
	eylül	253.3	302.792	0.040	16.110	285.667	0.000	1.0554	0.0000
1989	ekim	251.3	285.667	0.080	6.880	278.467	0.000	0.4002	0.0000
	kasım	250.5	278.467	0.810	5.420	273.857	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	250.0	273.857	16.690	5.420	285.127	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	251.3	285.127	2.850	5.420	282.557	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	251.0	282.557	1.630	5.420	278.767	0.000	0.0000	0.0000
	mart	250.5	278.767	4.940	5.420	278.287	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	250.5	278.287	1.270	6.600	272.816	0.000	0.1409	0.0000
	mayıs	249.9	272.816	0.480	10.550	262.053	0.000	0.6929	0.0000
	haziran	248.7	262.053	0.050	18.830	241.990	0.000	1.2826	0.0000
	temmuz	246.4	241.990	0.010	27.160	213.302	0.000	1.5386	0.0000
1990	ağustos	243.1	213.302	0.010	25.790	186.220	0.000	1.3014	0.0000
	eylül	240.0	186.220	0.040	16.110	169.364	0.000	0.7864	0.0000
	ekim	237.7	169.364	0.280	6.880	162.472	0.000	0.2924	0.0000
	kasım	236.7	162.472	0.580	5.420	157.632	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	236.1	157.632	17.280	5.420	169.492	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	237.7	169.492	5.760	5.420	169.832	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	237.8	169.832	20.010	5.420	184.422	0.000	0.0000	0.0000
	mart	239.8	184.422	6.440	5.420	185.442	0.000	0.0000	0.0000
nisan	239.9	185.442	5.790	6.600	184.519	0.000	0.1123	0.0000	
mayıs	239.8	184.519	1.940	10.550	175.357	0.000	0.5519	0.0000	

	haziran	238.5	175.357	1.240	18.830	156.764	0.000	1.0032	0.0000
	temmuz	235.9	156.764	0.860	27.160	129.307	0.000	1.1570	0.0000
	ağustos	231.7	129.307	0.350	25.790	102.945	0.000	0.9216	0.0000
	eylül	227.4	102.945	0.140	16.110	86.441	0.000	0.5341	0.0000
1991	ekim	224.5	86.441	0.050	6.880	79.419	0.000	0.1919	0.0000
	kasım	223.1	79.419	0.050	5.420	74.049	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	221.9	74.049	19.790	5.420	88.419	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	224.9	88.419	7.180	5.420	90.179	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	225.2	90.179	8.960	5.420	93.719	0.000	0.0000	0.0000
	mart	225.9	93.719	4.420	5.420	92.719	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	225.7	92.719	13.970	6.600	100.015	0.000	0.0749	0.0000
	mayıs	227.0	100.015	12.400	10.550	101.480	0.000	0.3841	0.0000
	haziran	227.2	101.480	5.700	18.830	87.638	0.000	0.7124	0.0000
	temmuz	224.7	87.638	0.180	27.160	59.879	0.000	0.7787	0.0000
	ağustos	218.6	59.879	0.130	25.790	33.682	0.000	0.5371	0.0000
	eylül	211.2	33.682	0.140	16.110	18.300	0.000	0.2448	0.0000
1992	ekim	205.5	18.300	0.220	6.880	18.300	0.000	0.0782	0.0000
	kasım	205.5	18.300	0.280	5.420	18.300	0.000	0.0000	0.0000
	aralık	205.5	18.300	1.690	5.420	18.300	0.000	0.0000	0.0000
	ocak	205.5	18.300	3.620	5.420	18.300	0.000	0.0000	0.0000
	şubat	205.5	18.300	2.470	5.420	18.300	0.000	0.0000	0.0000
	mart	205.5	18.300	11.030	5.420	23.910	0.000	0.0000	0.0000
	nisan	207.8	23.910	15.520	6.600	32.794	0.000	0.0363	0.0000
	mayıs	210.9	32.794	2.460	10.550	24.521	0.000	0.1831	0.0000
	haziran	208.0	24.521	1.150	18.830	18.300	0.000	0.2683	0.0000
	temmuz	205.5	18.300	1.010	27.160	18.300	0.000	0.3411	0.0000
	ağustos	205.5	18.300	0.060	25.790	18.300	0.000	0.3105	0.0000
	eylül	205.5	18.300	0.040	16.110	18.300	0.000	0.2010	0.0000

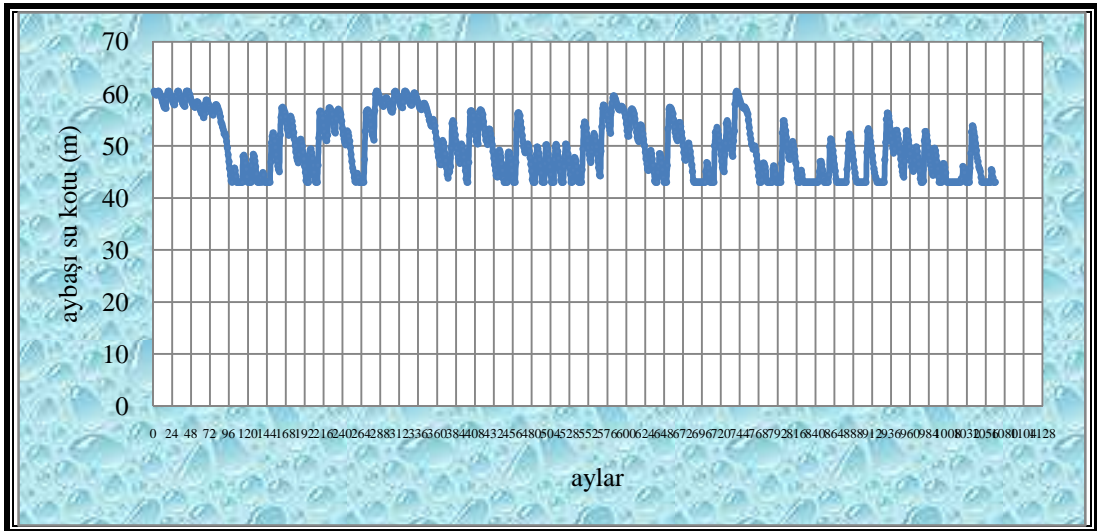
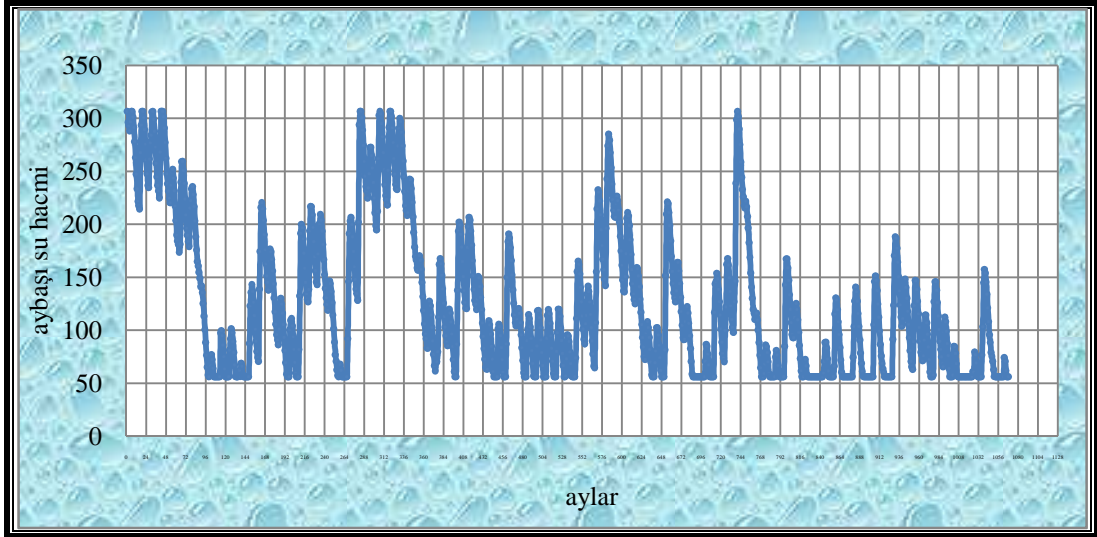
5.9.3 Tahtalı Barajı Gelecek Dönem Hazne Arz Güvenilirliklerinin Belirlenmesi

5.9.3.1 Tahtalı Barajının 20c3m Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (1951-1999)



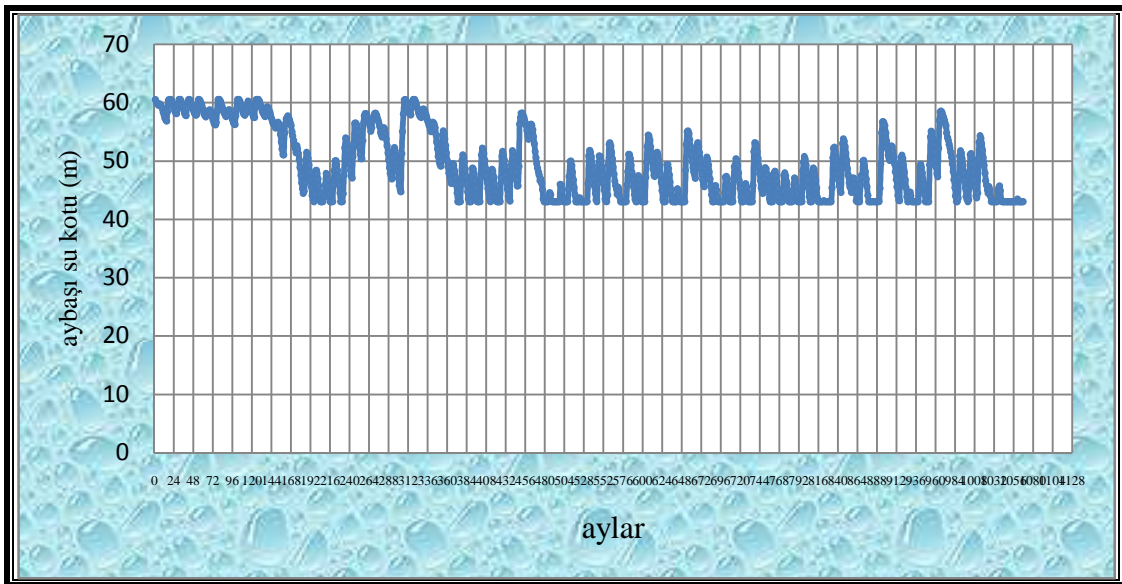
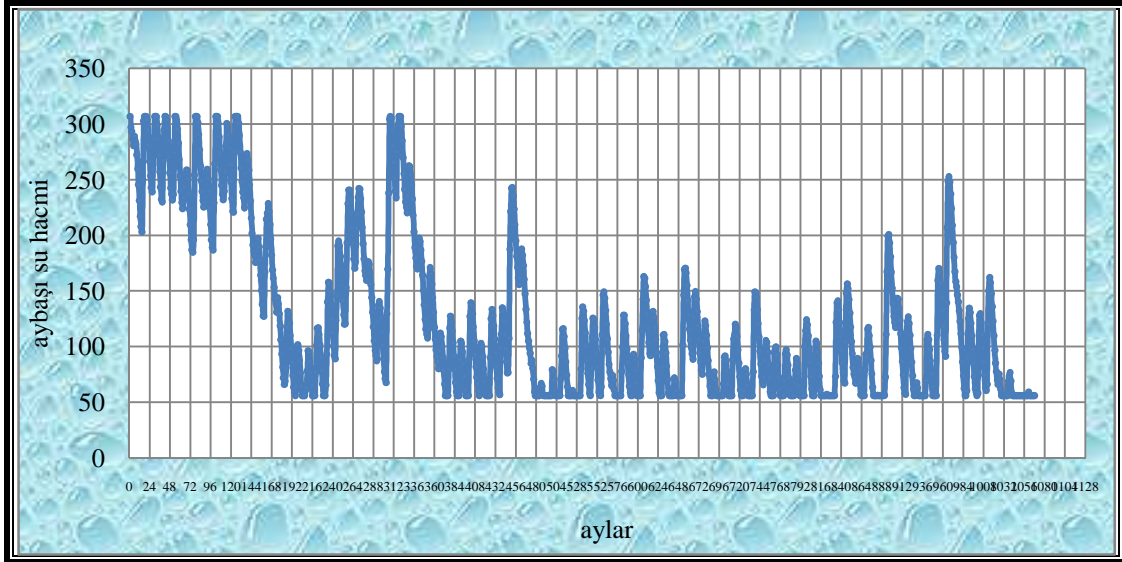
Şekil 5.147 Tahtalı Barajı 20c3m Dönemi Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: $128 \text{ hm}^3/\text{yıl}$;
İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 5.61)

5.9.3.2 Tahtalı Barajının A1B Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099)



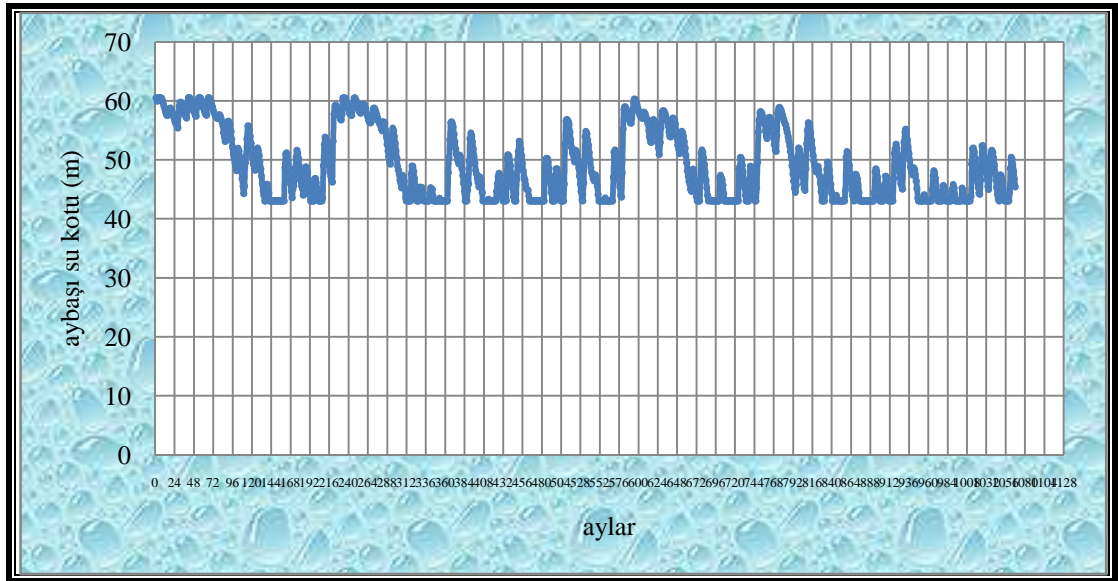
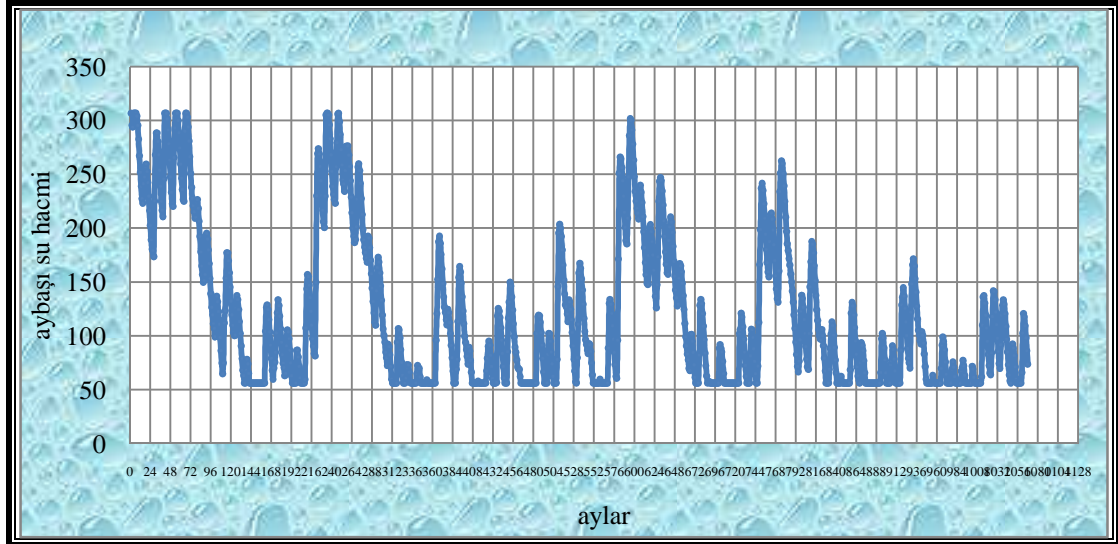
Şekil 5.148 Tahtalı Barajı SRES-A1B Senaryosu Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 128 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 20.41)

5.9.3.3 Tahtalı Barajının A2 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099)



Şekil 5.149 Tahtalı Barajı SRES-A2 Senaryosu Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 128 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 21.63)

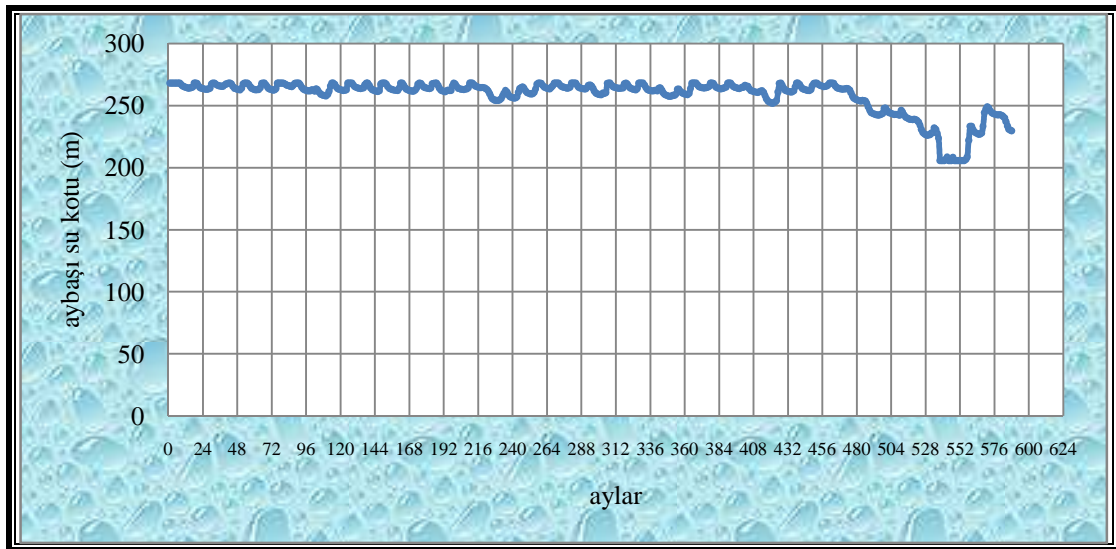
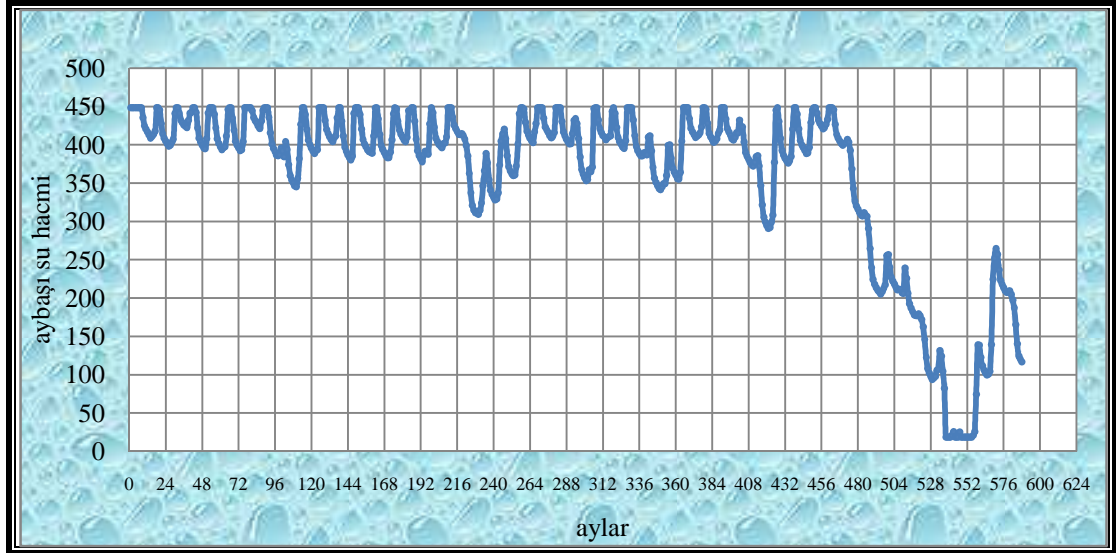
5.9.3.4 Tahtalı Barajının B1 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099)



Şekil 5.150 Tahtalı Barajı SRES-B1 Senaryosu Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 128 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 25.66)

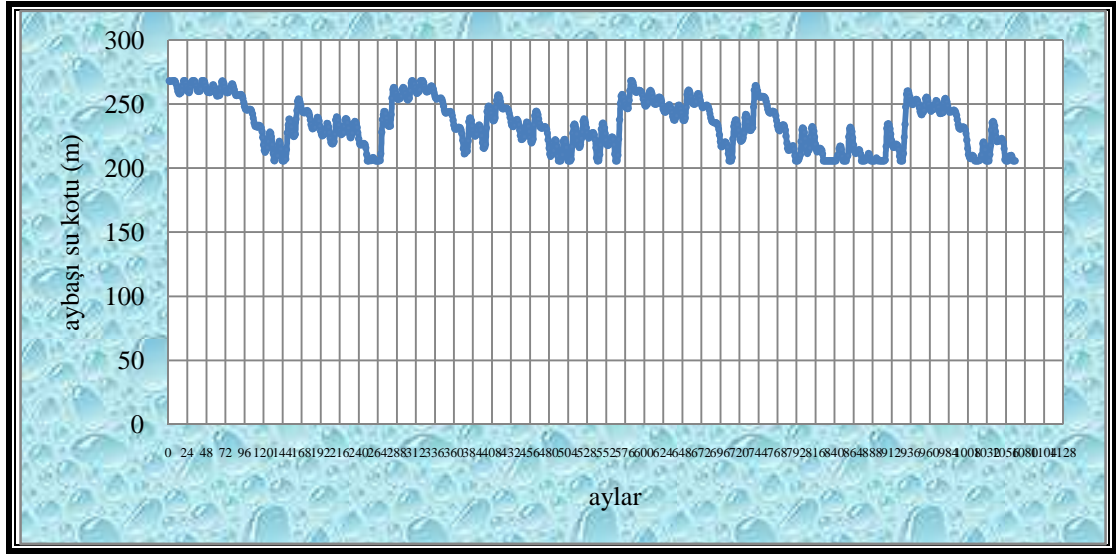
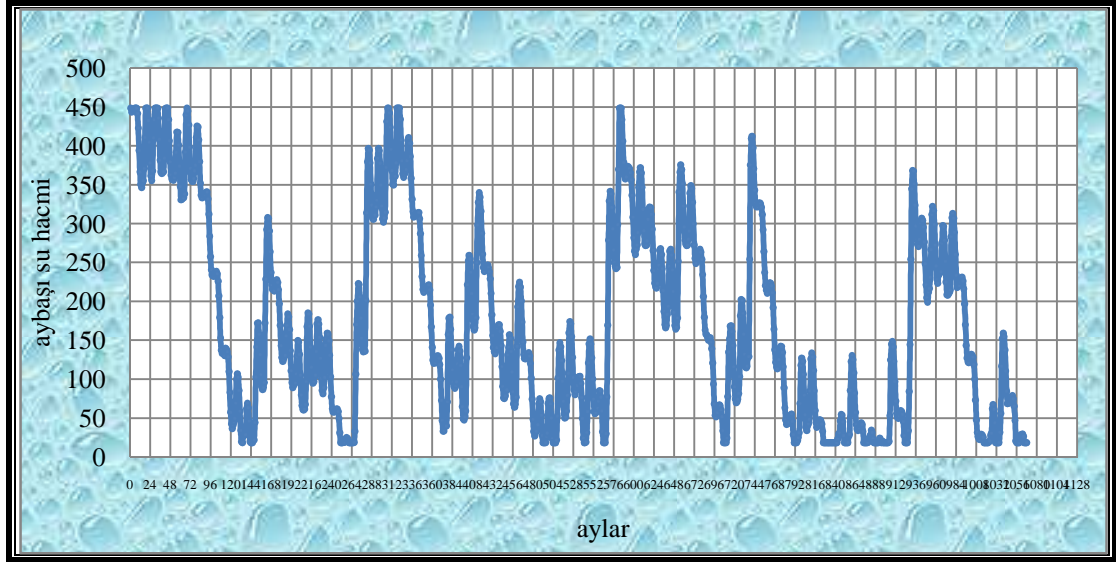
5.9.4 Gördes Barajı Gelecek Dönem Hazne Arz Güvenilirliklerinin Belirlenmesi

5.9.4.1 Gördes Barajının 20c3m Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (1951-1999)



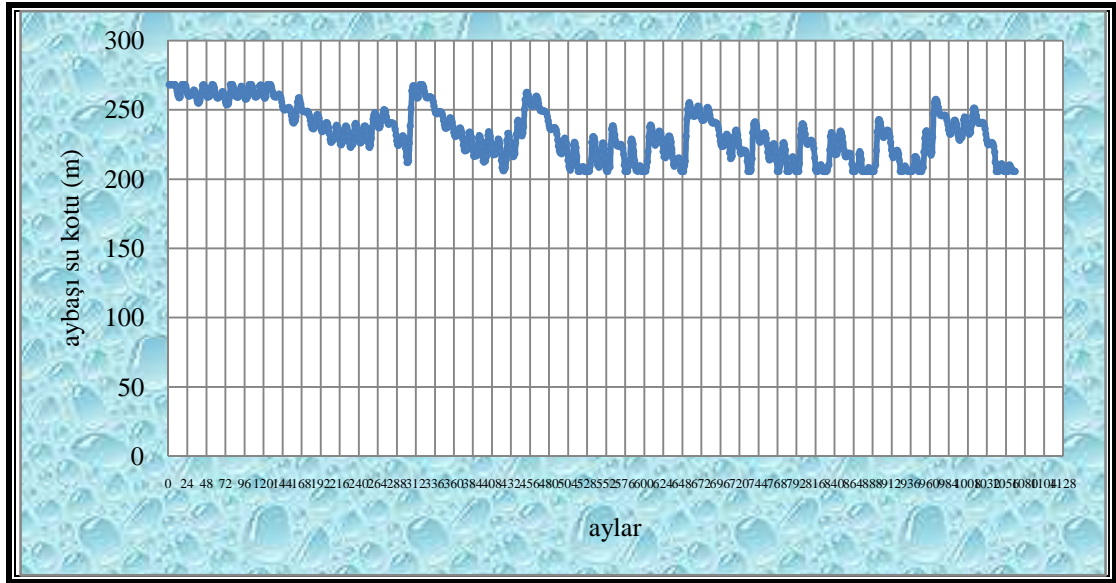
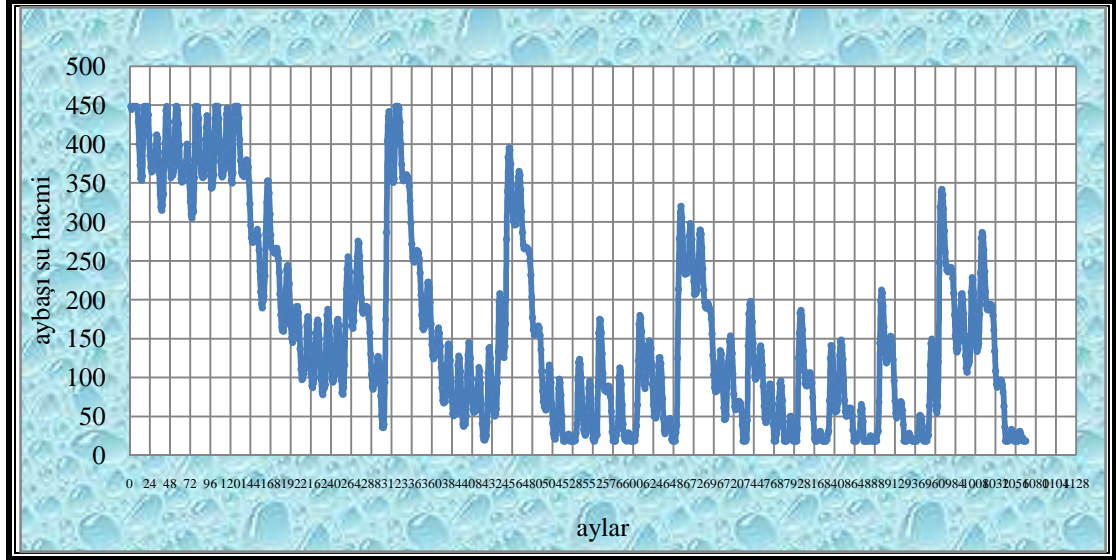
Şekil 5.151 Gördes Barajı 20c3m Dönemi Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 64.67 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 1.83)

5.9.4.2 Gördes Barajının A1B Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099)



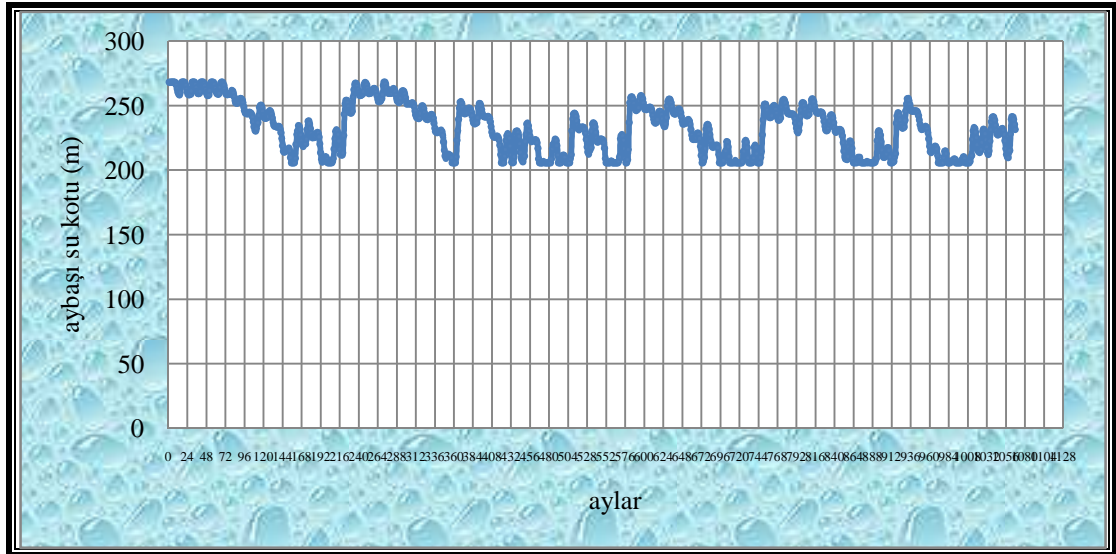
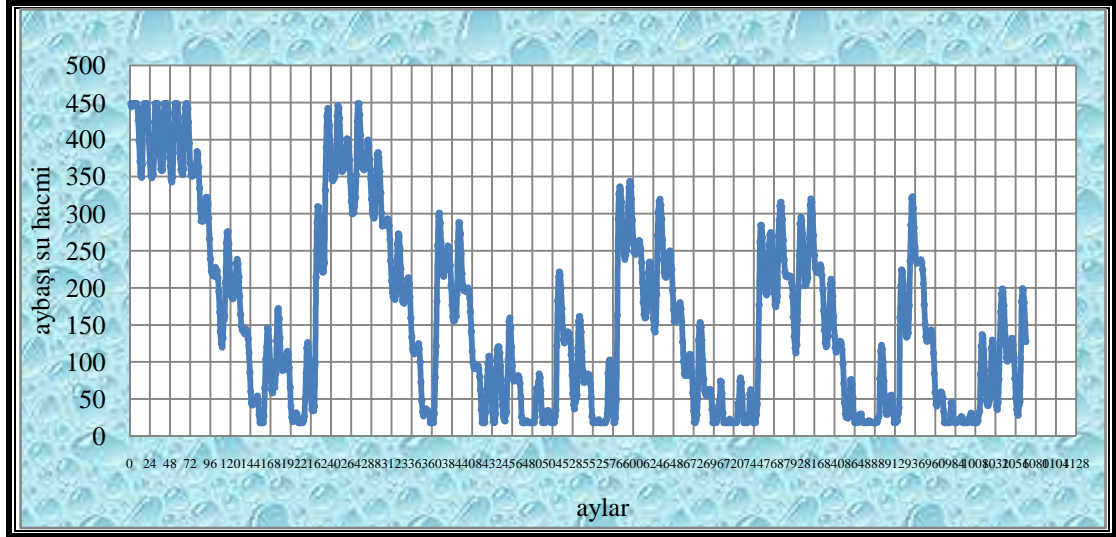
Şekil 5.152 Gördes Barajı SRES-A1B Senaryosu Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 64.67 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 9.18)

5.9.4.3 Gördes Barajının A2 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099)



Şekil 5.153 Gördes Barajı SRES-A2 Senaryosu Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 64.67 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 8.71)

5.9.4.4 Gördes Barajının B1 Senaryosu Koşulları Altındaki Hazne İşletme Çalışmaları (2011-2099)



Şekil 5.154 Gördes Barajı SRES-B1 Senaryosu Aylık Su Bütçesi Analizi (Çekilen İçmesuyu: 64.67 hm³/yıl; İhtiyacı karşılayamama olasılığı (risk): % 11.80)

Çalışmada Tahtalı ve Gördes baraj hazneleri, planlama döneminde belirtilen yıllık talep değerlerinin uniform olarak çekilmesi, haznelerin tam dolu başlaması kabulü ile işletilerek, senaryolara ait ihtiyacı karşılayamama olasılıkları belirlenmiştir. İşletme çalışmalarına ait farklılıklar Tablo 5.117’de özetlenmiştir.

Tablo 5.117 Yeni iklim koşulları altında, planlama raporlarında belirtilen talep değerleri ile işletilen haznelerin ihtiyacı karşılayamama olasılıkları

		Tahtalı Barajı		Gördes Barajı	
		İçme	Sulama	İçme	Sulama
Talep		128 hm ³ /yıl	-	64.67 hm ³ /yıl	73.98 hm ³ /yıl
İhtiyacı Karşılayamama Olasılıkları	Planlama	% 5.83		% 2.69	
	20c3m (1951-1999)	% 5.61		% 1.83	
	SRES-A1B(2011-2099)	% 20.41		% 9.18	
	SRES-A2(2011-2099)	% 21.63		% 8.71	
	SRES-B1(2011-2099)	% 25.66		% 11.80	

Şekil 5.146-5.146 ‘da ve Tablo 5.117’de belirtildiği üzere planlama dönemlerinde barajların ihtiyacı karşılayamama olasılıkları Tahtalı baraj haznesi için % 5.83, Gördes baraj haznesi için ise % 2.69 olarak hesaplanmıştır. Yağış-akış modelleri yardımıyla türetilen 2011-2099 su yılı aralığını kapsayan akım dizileri ile hazneler tekrar işletildiğinde haznelerin ihtiyacı karşılayamama olasılıklarının, gerek planlama, gerek günümüz koşulları ile benzeşen 20c3m simülasyonları ile karşılaştırıldığında oldukça büyük değerler oldukları görülmektedir. Bu durumun yıllık içmesuyu talep miktarı daha büyük olan Tahtalı sistemi için daha belirgin olduğu aşikârdır. İçme ve sulama suyu amaçlı bir baraj olan Gördes baraj haznesi de

Tahtalı barajına nazaran yıllık içmesuyu talep miktarının daha az olmasına ve daha büyük bir aktif depolama hacmi olmasına karşın performans sorunları yaşamaktadır.

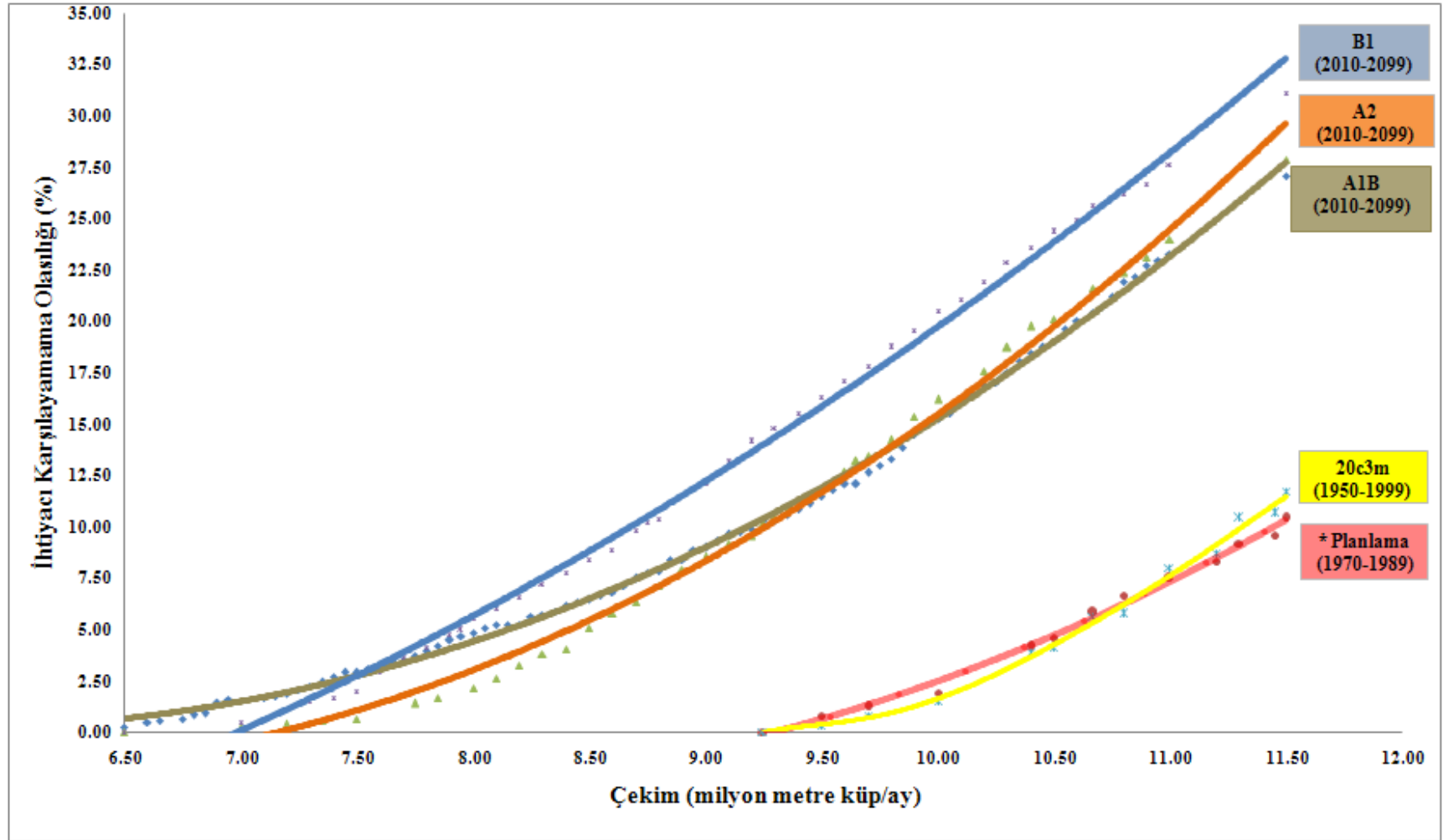
Senaryolara ait aybaşı hacmi ve aybaşı kotu-zaman ilişkileri incelendiğinde barajların minimum işletme hacmi/ kotunda çalıştıkları ay sayılarının fazlalığı da göze çarpmaktadır.

Çalışmada aynı zamanda, işletme çalışmalarının daha detaylı incelenebilmesi açısından, toplam dönem 2011-2039, 2040-2069 ve 2070-2099 su yıllarını kapsayacak şekilde bölünerek haznelerin ihtiyacı karşılayamadıkları ay sayıları da hesaplanmıştır (Tablo 5.118).

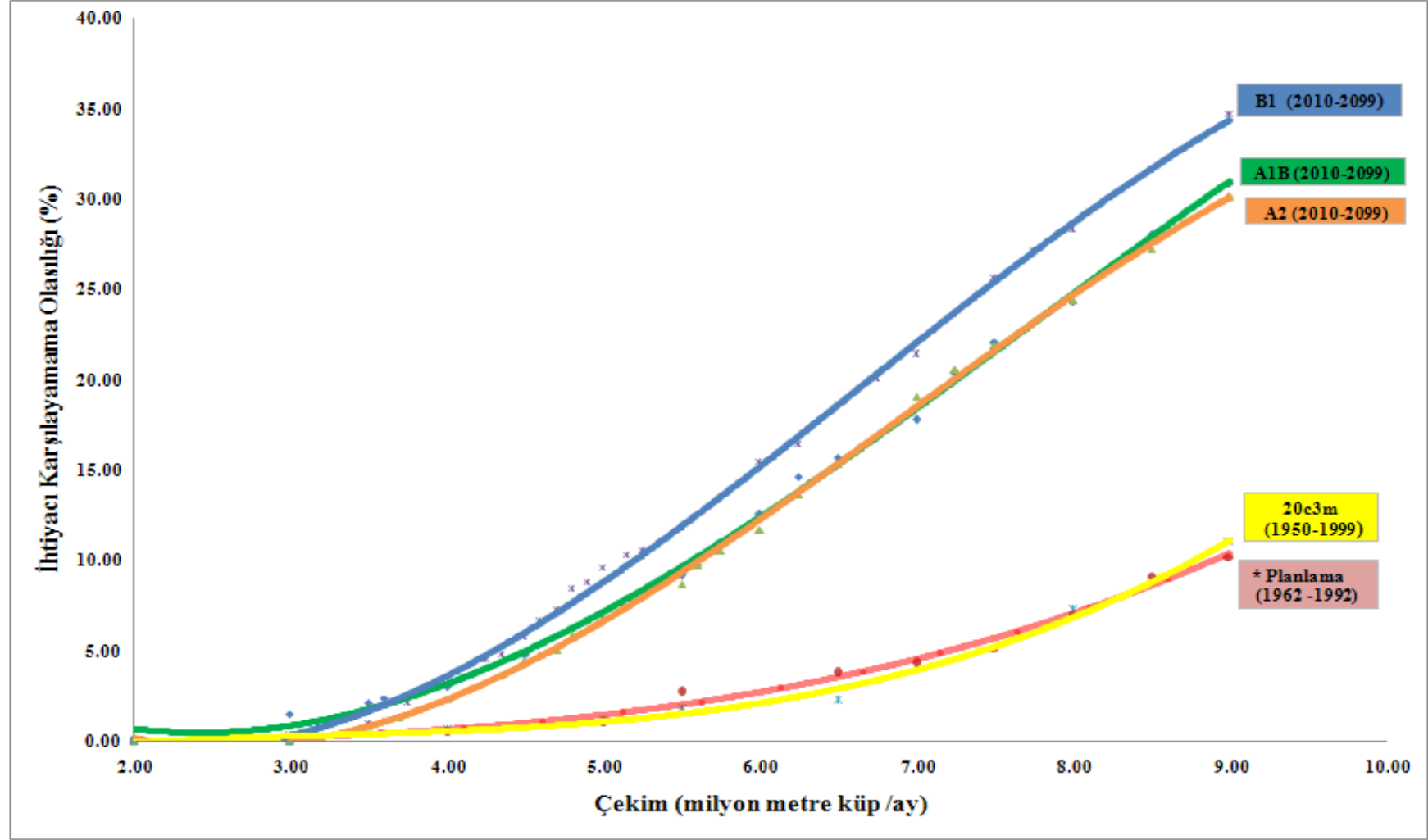
Tablo 5.118 Planlama raporlarında belirtilen talep değerleri ile işletilen haznelerin 2011-2039, 2040-2069, 2070-2099 dönemlerinde ihtiyacı karşılayamayan ay sayıları

	Tarih	İhtiyacı Karşılayamayan Ay Sayıları	
		Tahtalı Barajı	Gördes Barajı
SRES-A1B	2011-2039	38	13
	2040-2069	53	15
	2070-2099	127	70
	Toplam	218	98
SRES-A2	2011-2039	12	0
	2040-2069	99	24
	2070-2099	120	69
	Toplam	231	93
SRES-B1	2011-2039	50	11
	2040-2069	103	50
	2070-2099	121	65
	Toplam	274	126

Çalışmada farklı içme suyu çekimleri denenerek risk-çekim eğrileri de oluşturulmuş; senaryolar arası farklılıklar Şekil 5.155 ve 5.156 'da vurgulanmaya çalışılmıştır



Şekil 5.155 Tahtalı Baraj Havzası Risk – İçmesuyu Çekim Eğrileri



Şekil 5.156 Gördes Baraj Havzası Risk – İçmesuyu Çekim Eğrileri

Diyagramlar incelediğinde 2011-2099 döneminde değişen akım koşulları altında işletilen Tahtalı ve Gördes baraj haznelerinden, %5.00 ve % 2.50 risk ile sürekli olarak çekilebilecek içme suyu hacimleri de belirlenmiştir. Ayrıca bu değerler planlama raporlarındaki değerlerle karşılaştırılarak haznelerin arz açıkları hesaplanmış, performans eksiklikleri vurgulanmıştır (Tablo 5.119-5.120). Tablolar incelediğinde her iki barajda da büyük oranda arz açıkları oluşacağı görülmekte; buradan elde edilen sonuçların, iklim değişikliğine karşı alınması gereken ilave tedbirlerin (yeni barajlar, havzalar arası su transferleri, deniz suyu arıtımı, vb.) boyutları hakkında fikir verebileceği düşünülmektedir.

Tablo 5.119 % 5 risk ile çekilen içme suyu hacimleri ve arz açıkları

Baraj Adı	Planlama Dönemi Talepleri (hm ³ / yıl)	% 5 Risk ile Çekilen İçme suyu hacimleri (hm ³ / yıl)			Arz Açıkları (%)		
		A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Tahtalı Barajı	128	96.6	102.0	95.4	-24.53	-20.31	-25.47
Gördes Barajı	64.67	55.8	56.4	52.8	-13.72	-12.79	-18.35

Tablo 5.120 % 2.50 risk ile çekilen içme suyu hacimleri ve arz açıkları

Baraj Adı	Planlama Dönemi Talepleri (hm ³ / yıl)	% 2.5 Risk ile Çekilen İçme suyu hacimleri (hm ³ / yıl)			Arz Açıkları (%)		
		A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Tahtalı Barajı	128	88.2	97.2	90.6	-31.09	-24.06	-29.22
Gördes Barajı	64.67	45.0	48.2	45.6	-30.41	-25.46	-29.49

BÖLÜM ALTI

SONUÇLAR

Ocak 2007 tarihinde, ulusal koordinatörlüğünü Çevre ve Orman Bakanlığı'nın yaptığı ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında hazırlanan “Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi” yayınlanmıştır. Bu raporda, Türkiye'deki sera gazlarının 1990-2004 dönemine ait envanteri hazırlanmış, sera gazı emisyonlarındaki artışı hafifletmek için alınabilecek tedbirler analiz edilmiş ve iklim değişikliğinin Türkiye'de yaratabileceği olası etkiler değerlendirilerek uygulanabilecek tedbirler ortaya konmaya çalışılmıştır. Raporda ayrıca, sahip olunan bilimsel ve teknik potansiyel ile kurumsal altyapıyı geliştirmek ve sürekli bilgi akışı sağlayabilmek için Türkiye'de bir bilgi ve veri ağı oluşturma kapasitesinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Ulusal Bildirim Raporunun, DEÜ Su Kaynakları Merkezi-SUMER araştırmacıları tarafından hazırlanan 6.2.1 bölümü, iklim değişikliğinin ülkemiz su kaynakları üzerindeki etkilerini irdelemektedir. Raporda, iklim değişikliğinin ülkemizin özellikle batı ve güney kesimlerini olumsuz yönde etkileyeceği, bu nedenle söz konusu bölgelerdeki su kaynakları üzerindeki olası etkilerinin ve bu bölgelerdeki su sistemlerinin duyarlılıklarının ortaya konması gerektiği vurgulanmaktadır.

Bu gerekçelerden hareketle hazırlanan tez çalışması ile, IPCC-AR4'de irdelenen küresel emisyon senaryoları ve bu senaryolar altında çalışan, bilimsel araştırmalarda en çok atıf alan küresel ölçekli iklim modeli HadCM3'ün 2011-2099 dönemindeki; Ege bölgesi ve kıyı kesimine ilişkin yağış ve sıcaklık değişim tahminleri belirlenmiş; bu değişimlerin bölgedeki yağış-akış ilişkisini ne ölçüde etkileyebileceği araştırılmıştır.

Çalışmaya, mevcut gözlenmiş meteorolojik verilerin ve iklim verilerinin istatistiksel analizleri ile başlanmış; bu kapsamda trend analizleri yardımı ile eğilim yapıları belirlenmeye çalışılmıştır. Tahtalı ve Gördes baraj yeri aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık ve akım verilerinin trend durumlarını belirlemek amacıyla

%95 anlam seviyesinde uygulanan en küçük kareler t testi (KK-t), Mann-Kendall (M-K) ve Spearman's Rho (S-R) test sonuçları uygulama bölümlerinde toplu olarak özetlenmiştir. Çizelgedeki test sonuçları incelendiğinde, iki baraj havzası için de her üç testin de birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun yanında mevsimsel değişimleri de görmek açısından "Mevsimsel Kendall" testleri de gerçekleştirilmiş, sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

Tüm bu eğilim analizlerine bakılarak her iki havza için de genel olarak kış yağışlarında anlamlı derecede azalma eğilimi tespit edilmiştir ve bu durum bazı istasyonların yıllık toplam yağışlarında da ortaya çıkmıştır. Her iki havzanın da yaz dönemine ait ortalama sıcaklıklarında anlamlı düzeyde artan eğilimler mevcuttur. Gördes, Demirci ve Değirmendere istasyonlarının sırasıyla 14, 15 ve 9 yıllık kısa dönemlerde sıcaklık ölçümüne sahip olmaları, bu istasyonlarda eğilim tespit edilmemesinin nedeni olarak görülmüştür. Uygulama bölümünde sıcaklık gözlemleri arasında kurulan korelasyon-regresyon ilişkileri esas alındığında (ki bu değerler oldukça kuvvetlidir) bu istasyonlarda da anlamlı trendlerin var olabileceği öngörülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklıklar açısından İzmir, Seferihisar ve Akhisar sıcaklıkları anlamlı düzeyde artan eğilimler göstermişlerdir. Sonuç olarak, ortalama sıcaklıkların proje bölgesinde genel bir artış eğiliminde olduğu rahatlıkla gözlenebilmektedir. Yağış ve sıcaklıklara paralel olarak Tahtalı ve Gördes barajlarına ait ilkbahar, sonbahar ve yıllık toplam akımlarda da azalış eğilimleri tespit edilmiştir.

Çalışmada aynı zamanda NCEP/ NCAR ve HadCM3 20C3M ve SRES senaryo yağış ve sıcaklıklarının da trend yapıları incelenmiştir. NCEP/NCAR parametreleri için yapılan inceleme sonucu kış ve ilkbahar dönemine ait yağış miktarlarında anlamlı düzeyde azalan eğilimler mevcuttur. Sonbahar dönemine ait yağışlardaki artış eğilimleri ise dikkat çekicidir. Özellikle proje alanını kapsayan gridin kış dönemindeki yağışların anlamlı azalış eğilimleri ile istasyon yağış trendleri paralellik taşımaktadır.

Sıcaklık trendleri dikkate alındığında ise gridler arası farklılıklara rastlanmıştır. Kuzey gridlerinde kış sıcaklıklarında azalış eğilimleri gözlenirken, diğer gridlere ait sıcaklıklarda böyle bir durum gözlenmemiştir ancak genel olarak yaz sıcaklıklarında anlamlı derecede artış eğilimleri mevcuttur. Çalışma alanını kapsayan gride ait ilkbahar ve özellikle yaz-yıllık ortalama sıcaklık değerleri ise anlamlı düzeyde artan eğilimler göstermişlerdir.

Gözlenmiş ve NCEP/NCAR verilerinin yanı sıra, 2.5°x3.75° alan çözünürlüğüne sahip indirgenmemiş HadCM3 verilerinden elde edilen 20C3M, SRES-A1B, SRES-A2 ve SRES-B1 senaryolarına ait yağış ve sıcaklık verilerinin de analizleri yapılmıştır. Analizler incelendiğinde sıcaklıklar açısından tüm dönemlerde ve yıllıklarda artış eğilimleri görülmekte, yağışlar için ise sadece ilkbahar, sonbahar ve yıllık dönemler de azalış eğilimleri görülmektedir. Ancak A1B, A2 ve B1 senaryoları yağışlarındaki eğilim yapılarında farklılıklara rastlanmamıştır. Sıcaklıklar açısından ise B1 senaryosundaki artış eğiliminin A1B ve A2 senaryolarına göre daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Proje sahasını kapsayan NCEP/NCAR ve HadCM3 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait indirgenmemiş yağış ve sıcaklık değerlerinin değişimleri Tablo 6.1 ve 6.2’de verilmektedir.

Tablo 6.1 Proje sahasını kapsayan NCEP/NCAR ve HadCM3 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait indirgenmemiş yağış değerlerinin değişimleri

İNDİRGENMEMİŞ AYLIK TOPLAM YAĞIŞLAR		Ortalama (mm/yıl)	*Ort.Değişim (%)	Standart sapma (mm/yıl)	*Std.Değişim (%)	Çarpıklık
NCEP/NCAR	1950-1999	504.63	-	113.23	-	-0.02
20C3M	1950-1999	476.73	-	78.41	-	-0.22
SRES- A1B	2010-2039	485.99	2	91.70	17	0.17
	2040-2069	462.48	-3	86.86	11	0.47
	2070-2099	428.17	-10	101.83	30	0.07
SRES- A2	2010-2039	497.23	4	95.63	22	1.01
	2040-2069	450.21	-6	107.27	37	0.61
	2070-2099	438.85	-8	82.70	5	0.85
SRES- B1	2010-2039	479.40	1	105.70	35	0.78
	2040-2069	446.09	-6	94.58	21	-0.47
	2070-2099	449.23	-6	75.20	-4	1.19

Tablo 6.2 Proje sahasını kapsayan NCEP/NCAR ve HadCM3 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait indirgenmemiş sıcaklık değerlerinin değişimleri

İNDİRGENMEMİŞ AYLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR		Ortalama (°C/yıl)	*Ort.Değişim (Δt)	Standart sapma (°C/yıl)	*Std.Değişim (Δt)	Çarpıklık
NCEP/NCAR	1950-1999	16.56	-	0.55	-	0.04
20C3M	1950-1999	17.22	-	0.64	-	-0.44
SRES-A1B	2010-2039	18.36	1.14	0.58	-0.06	-0.47
	2040-2069	19.53	2.31	0.60	-0.04	0.34
	2070-2099	20.41	3.19	0.63	-0.01	-0.57
SRES-A2	2010-2039	18.18	0.96	0.60	-0.04	-0.44
	2040-2069	19.20	1.98	0.71	0.07	0.27
	2070-2099	20.64	3.42	0.55	-0.09	0.14
SRES-B1	2010-2039	18.19	0.97	0.48	-0.16	0.36
	2040-2069	18.90	1.68	0.43	-0.21	-0.23
	2070-2099	19.55	2.33	0.64	0.00	-0.60

*Tablo 6.1 ve 6.2’de değişim oranları 20C3M (1950-1999) senaryo ortalamalarına ve standart sapmalarına göre hesaplanmıştır.

Çalışmada temel istatistik analizlerin ardından, coğrafi anlamda geniş bir alanı kapsayan iklim modellerinin sonuçlarının Çoklu Regresyon ve Yapay Sinir Ağları yaklaşımıyla meteoroloji istasyonu ölçeğine indirgenmesi, çalışma bölgesinde meteoroloji istasyonları bazında belirlenen yağış ve sıcaklık değişimlerinin parametrik yağış-akış modelleriyle akımlara dönüştürülmesi çalışmaları yapılmıştır.

Ölçek indirgeme kapsamında, NCEP/NCAR verilerinden elde edilen ve 2.5°x2.5° alan çözünürlüğüne sahip değişkenler, Tahtalı ve Gördes baraj havzalarını temsil eden alansal ortalama yağış ve sıcaklık değerlerine, yukarıda değinilen tekniklerden “*Çoklu Regresyon*” teknikleri ve “*Yapay Sinir Ağları*” algoritmaları kullanılarak indirgenmiştir. Ölçek indirgeme işlemleri sonrası sonuçlar karşılaştırılmış ve en uygun model yapıları belirlenmiştir.

Bu aşamalarda, *adımsal (kademeli) regresyon (stepwise regression)* analizleri yardımıyla kullanılacak bağımsız değişken sayısını en aza indirgeme yollarına da başvurularak yağış ve sıcaklık tahminleyicileri belirlenmiştir.

Belirlenen tahminleyici NCEP/NCAR grid değerleri ile istasyonlarda ölçülmüş, bağımlı değişkenler olarak tanımlanan yağış ve sıcaklık verileri arasında Levenberg-Marquardt yapay sinir ağı algoritması kullanılarak ölçek indirgeme fonksiyonları kurulmuş, ardından indirgenmiş yeni veriler ve ölçüm değerleri arasındaki ilişki en küçük kareler yaklaşımı, korelasyon analizleri ile irdelenmiştir. Aradaki istatistiksel ilişkiler anlamlı düzeye eriştiğinde, HadCM3 modelinin 2010-2099 verileri ile geleceğe yönelik tahminleri kurulan bu fonksiyon yardımıyla belirlenmiştir.

Çalışmada HadCM3 modelinin günümüz dönemini (1950-1999) kapsayan “20C3M” yağış ve sıcaklık değerleri yine MATLAB ortamında hazırlanan Levenberg-Marquardt yapay sinir ağları algoritması yardımı ile türetilmiş; indirgenmiş 20C3M modeli yağış ve sıcaklık dizileri ile havzaları temsil eden ölçülmüş değerler arasındaki aylık-mevsimsel-yıllık istatistiklere, dağılımlara, frekans histogram analizlerine de başvurularak sonuçlar grafiksel olarak sunulmuştur. Sonuçların oldukça olumlu olduğu görülmüşse de bu değerlerin birbirlerinden önemli düzeyde farklı olup olmadıklarını test etmek amacıyla parametrik ve non-parametrik yöntemlere de başvurulmuştur. Bu maksatla yapılan araştırmalar sonucu gruplara Mann-Whitney U homojenlik testi uygulanarak 20C3M modeli ile gözlenmiş değerlerin aynı toplumun elemanları olduğu gösterilmiştir. Böylece kurulan ölçek indirgeme (downscaling) fonksiyonunun kullanılabilirliği de ispatlanmış, indirgenmiş HadCM3 iklim modeli parametrelerinin bölgeyi yeterli ölçüde temsil edebileceği görülmüştür.

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında ise HadCM3 iklim modeli kullanılarak geleceğe yönelik iklim projeksiyonları incelenmiş ve bu projeksiyonlara ait indirgenmiş A1B, A2 ve B1 senaryo çıktıları kullanılmıştır. MATLAB ortamında hazırlanan ölçek indirgeme modeli, HadCM3 çıktıları (ham veriler) ile çalıştırılmış ve referans dönem “20C3M” (1950-1999) simülasyonları ile gelecek dönem (2010-2099) A1B, A2 ve B1 senaryo simülasyonları, gerek istatistiksel özet tablolar gerek çubuk diyagramlar yardımı ile karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir. Karşılaştırmalar 2010-2100 dönemini kapsayacak şekilde yapıldıysa da 2010-2039,

2040-2069 ve 2070-2099 periyotlarındaki değişimler box-plot grafikleri ile sunulmuştur. Tahtalı ve Gördes havzasına ait indirgenmiş alansal ortalama yağış ve sıcaklık istatistikleri Tablo 6.3-6.6'da verilmektedir.

Tablo 6.3 Tahtalı Havzası Gözlenmiş ve HadCM3 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait indirgenmiş yağış değerlerinin değişimleri

TAHTALI İNDİRGENMİŞ AYLIK TOPLAM YAĞIŞLAR		Ortalama (mm/yıl)	*Ort.Değişim (%)	Standart sapma (mm/yıl)	*Std.Değişim (%)	Çarpıklık
Gözlenmiş	1950-1999	774.96	-	181.05	-	0.34
20C3M	1950-1999	826.69	-	135.98	-	0.02
SRES- A1B	2010-2039	809.02	-2	145.73	7	0.15
	2040-2069	799.78	-3	129.39	-5	0.31
	2070-2099	743.69	-10	137.43	1	0.35
SRES- A2	2010-2039	845.71	2	145.79	7	0.20
	2040-2069	768.61	-7	143.86	6	-0.02
	2070-2099	764.43	-8	121.65	-11	0.54
SRES- B1	2010-2039	799.99	-3	167.15	23	0.83
	2040-2069	748.93	-9	128.89	-5	0.16
	2070-2099	761.10	-8	115.87	-15	0.26

Tablo 6.4 Gördes Havzası Gözlenmiş ve HadCM3 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait indirgenmiş yağış değerlerinin değişimleri

GÖRDES İNDİRGENMİŞ AYLIK TOPLAM YAĞIŞLAR		Ortalama (mm/yıl)	*Ort.Değişim (%)	Standart sapma (mm/yıl)	*Std.Değişim (%)	Çarpıklık
Gözlenmiş	1950-1999	666.86	-	135.63	-	0.31
20C3M	1950-1999	708.87	-	107.42	-	0.19
SRES- A1B	2010-2039	653.35	-8	121.66	13	0.06
	2040-2069	663.15	-6	117.95	10	0.16
	2070-2099	634.90	-10	126.37	18	0.07
SRES- A2	2010-2039	682.15	-4	117.90	10	0.87
	2040-2069	655.64	-8	141.17	31	0.63
	2070-2099	643.82	-9	103.59	-4	1.25
SRES- B1	2010-2039	659.66	-7	137.86	28	1.10
	2040-2069	625.42	-12	109.10	2	0.09
	2070-2099	639.16	-10	99.15	-8	0.43

*Değişim oranları 20C3M (1950-1999) senaryo ortalamalarına ve standart sapmalarına göre hesaplanmıştır.

Tablo 6.5 Tahtalı Havzası Gözlenmiş ve HadCM3 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait indirgenmiş sıcaklık değerlerinin değişimleri

TAHTALI İNDİRGENMİŞ AYLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR		Ortalama (°C/yıl)	*Ort.Değişim (Δt)	Standart sapma (°C/yıl)	*Std.Değişim (Δt)	Çarpıklık
<i>Gözlenmiş</i>	1950-1999	17.70	-	0.58	-	-0.35
<i>20C3M</i>	1950-1999	17.58	-	0.90	-	-0.31
<i>SRES- A1B</i>	2010-2039	18.97	1.39	0.81	-0.09	-0.29
	2040-2069	20.35	2.77	0.76	-0.14	0.13
	2070-2099	21.25	3.67	0.82	-0.08	-0.37
<i>SRES- A2</i>	2010-2039	18.69	1.11	0.87	-0.03	-0.22
	2040-2069	19.90	2.32	0.92	0.02	0.43
	2070-2099	21.42	3.84	0.65	-0.25	0.17
<i>SRES- B1</i>	2010-2039	18.79	1.21	0.70	-0.20	0.94
	2040-2069	19.66	2.08	0.57	-0.33	-0.49
	2070-2099	20.34	2.76	0.91	0.01	-0.55

Tablo 6.6 Gördes Havzası Gözlenmiş ve HadCM3 20C3M, A1B, A2 ve B1 senaryolarına ait indirgenmiş sıcaklık değerlerinin değişimleri

GÖRDES İNDİRGENMİŞ AYLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR		Ortalama (°C/yıl)	*Ort.Değişim (Δt)	Standart sapma (°C/yıl)	*Std.Değişim (Δt)	Çarpıklık
<i>Gözlenmiş</i>	1950-1999	16.03	-	0.60		0.35
<i>20C3M</i>	1950-1999	15.91	-	1.03	-	-0.23
<i>SRES- A1B</i>	2010-2039	17.55	1.64	0.90	-0.13	-0.24
	2040-2069	19.10	3.19	0.85	-0.18	0.20
	2070-2099	20.20	4.29	0.88	-0.15	-0.52
<i>SRES- A2</i>	2010-2039	17.22	1.31	0.94	-0.09	-0.15
	2040-2069	18.63	2.72	1.07	0.04	0.19
	2070-2099	20.38	4.47	0.71	-0.32	0.12
<i>SRES- B1</i>	2010-2039	17.30	1.39	0.76	-0.27	1.07
	2040-2069	18.35	2.44	0.66	-0.37	-0.58
	2070-2099	19.18	3.27	0.99	-0.04	-0.48

*Değişim oranları 20C3M (1950-1999) senaryo ortalamalarına ve standart sapmalarına göre hesaplanmıştır.

Simülasyon sonuçlarına bakıldığında her üç senaryoya ait yağış ve sıcaklık istatistiklerinin temelde benzeşmekte olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklıklar açısından incelendiğinde Tahtalı baraj havzasında 2010-2099 dönemi için 2.0-2.6

$^{\circ}\text{C}$ 'lik artışlar, Gördes baraj havzasında ise 2.4-3.0 $^{\circ}\text{C}$ 'lik artışlar öngörülmektedir. Burada en büyük artış değerleri A1B-A2 senaryoları ile yakalanmıştır. Periyot olarak bakıldığında 2070-2099 döneminde ortalama yüzey sıcaklıklarında her iki havza için de 2.8-4.5 $^{\circ}\text{C}$ 'lik artışlar öngörülmektedir. 2010-2099 dönemi mevsimsel trend analizlerine bakıldığında ise her iki havzada da yaz mevsimine ait yüzey sıcaklıklarında anlamlı yüksek artış eğilimleri göze çarpmaktadır. Bunu sırasıyla ilkbahar, sonbahar ve kış yüzey sıcaklık artışları izlemektedir.

Su kaynaklarının gelecekteki durumu için son derece önemli olan yağış rejimindeki değişikliklere bakıldığında A1B, A2 ve B1 senaryolarına göre (2010-2099 dönemi için) Tahtalı baraj havzası yıllık toplam yağışlarında 30-60 mm/yıl, Gördes baraj havzası yıllık toplam yağışlarında ise 50-70 mm/yıl oranında düşüşler beklenmektedir.

Su kaynaklarının geleceği açısından oldukça önemli bir yere sahip olan diğer bir parametre olan buharlaşma rejimindeki değişikliklere (tahmini tava buharlaşmaları) bakıldığında ise 1950-1999 dönemine göre Tahtalı baraj havzası yıllık toplamlarında ortalama 480-600 mm/yıl, Gördes baraj havzası yıllık toplamlarında ortalama 400-550 mm/yıl artış beklenmektedir.

2010-2100 dönemini kapsayan mevsimsel Kendall trend analizlerine bakıldığında ise sıcaklıklara paralel olarak her iki havzada da yaz mevsimine ait tava buharlaşmalarında anlamlı yüksek artış eğilimleri göze çarpmakta, bunu sırasıyla ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimi tava buharlaşma artışları izlemektedir.

1950-1999 referans dönemi istatistikleri temel alındığında baraj göl yüzeylerinde oluşacak net buharlaşma yükseklikleri Tahtalı baraj havzası yıllık toplamlarında ortalama 300-375 mm/yıl, Gördes baraj havzası yıllık toplamlarında ortalama 220-300 mm/yıl artış göstermiştir.

2010-2099 dönemini kapsayan sıcaklık ve tava buharlaşmalarında olduğu gibi her iki havzada da yaz mevsimine ait net buharlaşmalarda anlamlı yüksek artış eğilimleri

göze çarpmaktadır. Senaryolar açısından irdelendiğinde A2 senaryosunun tüm senaryolar içinde en yüksek yıllık ve yaz trend artışı istatistiğine sahip olduğu görülmüştür. Her iki havzada da yapılan ortak inceleme sonucu Kış dönemi haricinde tüm mevsimlerde, A2 senaryosunda ise tüm dönemlerde (Kış mevsimi dâhil) anlamlı artış eğilimleri tespit edilmiştir. Yaz aylarında oluşan anlamlı artış trendlerini, sırası ile sonbahar, ilkbahar ve kısmen kış aylarında oluşan artış eğilimleri izlemektedir.

A1B, A2 ve B1 senaryoları için tahmin edilen yağış ve sıcaklık dizileri kavramsal yağış-akış modelinin girdileri olacak şekilde düzenlenmiş ve 2010-2099 dönemini kapsayan akımlar türetilmiştir. Her iki havza için hazırlanan kavramsal yağış-akış modeli uygulaması ve ilgili detaylar Uygulama bölümünde sunulmuştur. Modelin her iki havza için de kalibrasyon ve verifikasyon dönemlerinde ürettiği akımlar incelenip gözlenmiş akımlarla kıyaslandığında, model çıktılarının gerçeğe yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bununla birlikte model çıktıları ile gözlenmiş değerlerin ortalama, standart sapma, çarpıklık istatistikleri ile en küçük fark kareler, NASH, determinasyon katsayısı kriterleri göz önüne alındığında model sonuçlarının oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Bu aşamadan sonra su yılına göre düzenlenmiş 2011-2099 dönemini kapsayan gelecek dönem akım senaryoları proje bölgesine indirgenmiş HadCM3 çıktıları ile çalıştırılarak 2011-2099 su yılını kapsayan akımlar türetilmiştir (Tablo 6.7-6.10).

Tablo 6.7 Tahtalı Baraj Havzası SRES-20c3m ve Planlama dönemine ait akım istatistikleri

TAHTALI BARAJ HAVZASI AKIŞ YÜKSEKLİKLERİ		Ortalama (mm/ay)	*Ort.Değişim (%)	Standart sapma (mm/ay)	*Std.Değişim (%)	Çarpıklık
Planlama Dönemi	1970-1989	23.25	-	41.07	-	2.99
20C3M	1950-1999	23.76	-	38.68	-	2.59
SRES-A1B	2011-2039	21.86	-8	33.10	-14	2.26
	2040-2069	19.97	-16	30.45	-21	2.19
	2070-2099	16.68	-30	28.24	-27	2.86
SRES-A2	2011-2039	24.40	+3	34.18	-12	1.87
	2040-2069	18.10	-24	23.94	-38	2.21
	2070-2099	17.39	-27	27.94	-28	2.46
SRES-B1	2011-2039	21.07	-11	32.66	-16	2.43
	2040-2069	18.12	-24	29.63	-23	2.52
	2070-2099	17.25	-27	26.63	-31	2.31

Tablo 6.8 Gördes Baraj Havzası SRES-20c3m ve Planlama dönemine ait akım istatistikleri

GÖRDES BARAJ HAVZASI AKIŞ YÜKSEKLİKLERİ		Ortalama (mm/ay)	*Ort.Değişim (%)	Standart sapma (mm/ay)	*Std.Değişim (%)	Çarpıklık
Planlama Dönemi	1962-1992	14.44	-	24.74	-	3.11
20C3M	1950-1999	16.08	-	22.30	-	2.76
SRES-A1B	2011-2039	11.83	-26	17.30	-22	2.59
	2040-2069	10.91	-32	17.49	-21	3.02
	2070-2099	9.31	-42	16.55	-26	4.05
SRES-A2	2011-2039	13.96	-13	21.03	-6	2.58
	2040-2069	10.49	-35	15.60	-30	2.97
	2070-2099	9.23	-43	15.08	-32	3.87
SRES-B1	2011-2039	11.96	-26	18.17	-19	2.88
	2040-2069	9.97	-38	16.55	-26	3.66
	2070-2099	9.79	-39	15.37	-31	3.29

*Değişim oranları 20C3M (1950-1999) senaryo ortalamalarına ve standart sapmalarına göre hesaplanmıştır.

Tablo 6.9 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzaları Akımlarında Planlama Dönemine Göre Öngörülen Azalış/Artış Oranları (%)

Tahtalı Havzası (1970-1989)	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-16	1	-15	-14	-31	-23	-33	-25	-31	-21	-18	-23
İlkbahar	7	2	-8	-24	-10	-31	-16	-37	-24	-14	-15	-21
Yaz	3	4	-10	-19	-10	-25	-18	-21	-19	-11	-9	-18
Sonbahar	-14	0.4	-9	-19	-25	-17	-35	-26	-22	-23	-17	-16
Yıllık Toplam	-6	-5	-9	-14	-22	-22	-28	-25	-26	-16	-14	-20
Gördes Havzası (1962-1992)	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-36	-13	-26	-26	-43	-34	-44	-39	-41	-35	-32	-34
İlkbahar	-10	-8	-21	-38	-20	-44	-39	-50	-35	-29	-26	-33
Yaz	-6	-5	-13	-22	-12	-20	-16	-20	-20	-15	-13	-17
Sonbahar	-9	0.3	-11	-17	-19	-15	-23	-15	-22	-16	-11	-16
Yıllık Toplam	-18	-3	-17	-24	-27	-31	-36	-36	-32	-26	-22	-27

Tablo 6.10 Tahtalı ve Gördes Baraj Havzaları Akımlarında 20c3m (1950-1999) Sonuçlarına Göre Öngörülen Azalış/Artış Oranları (%)

Tahtalı Havzası	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-9	9	-8	-8	-26	-17	-28	-19	-26	-15	-12	-17
İlkbahar	-3	-8	-17	-31	-18	-37	-33	-43	-31	-22	-23	-29
Yaz	-6	-5	-18	-26	-17	-31	-25	-28	-26	-19	-17	-25
Sonbahar	-18	-4	-13	-23	-28	-21	-38	-29	-26	-26	-21	-20
Yıllık Toplam	-8	3	-11	-16	-24	-24	-30	-27	-27	-18	-16	-21
Gördes Havzası	2011-2039			2040-2069			2070-2099			*2011-2099		
	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Kış	-34	-10	-23	-24	-41	-32	-42	-36	-39	-33	-29	-31
İlkbahar	-21	-19	-31	-45	-30	-51	-47	-56	-43	-38	-35	-42
Yaz	-16	-15	-21	-30	-21	-28	-25	-29	-28	-23	-22	-26
Sonbahar	-14	-5	-16	-21	-23	-19	-27	-19	-26	-20	-16	-20
Yıllık Toplam	-26	-13	-26	-32	-35	-38	-42	-43	-39	-34	-30	-34

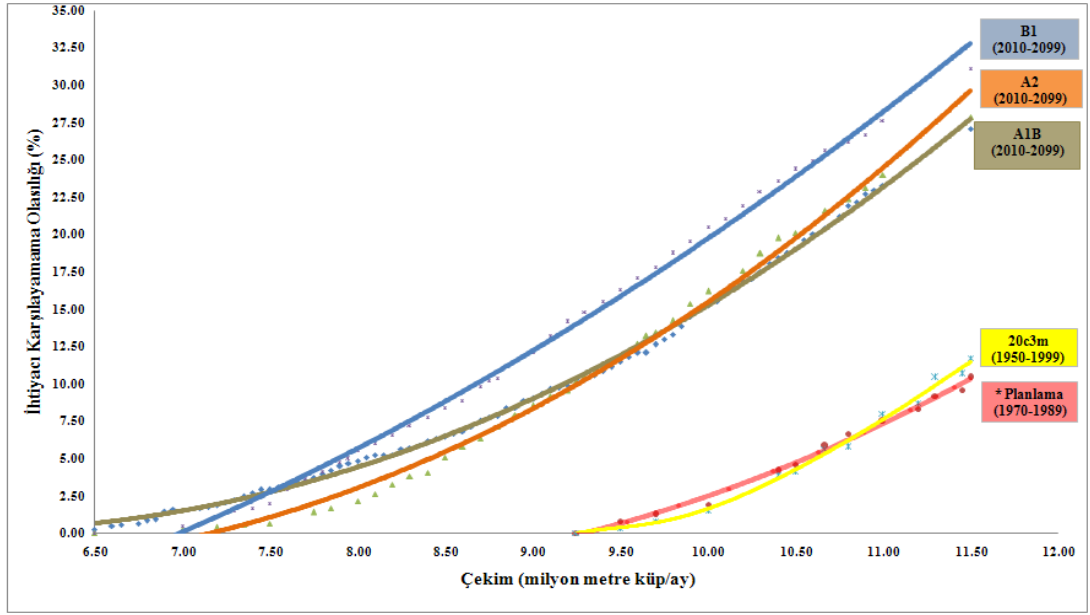
İnceleme sonucu 2011-2099 uzun dönem istatistikleri ele alındığında, Tahtalı baraj havzası yıllık toplam akımlarında 1970-1989 planlama dönemine göre **%16-20**, “20c3m” (1950-1999) dönemine göre **%18-21** oranında, Gördes baraj havzası yıllık toplam akımlarında ise 1962-1992 planlama dönemine göre **%22-27**, “20c3m” dönemine (1950-1999) göre **%30-34** oranında azalışlar olduğu öngörülmüştür. En büyük azalışlar ise 2070-2099 döneminde gerçekleşmekte olup; bu azalışlar Tahtalı için % 30, Gördes için % 40 mertebelerine erişmiştir.

Çalışmada planlama-20c3m dönemi akımları referans alınarak yıllık ve mevsimsel akımlardaki azalışlar dönemsel olarak da incelenmiş, trend durumlarını belirlemek amacıyla ise %95 anlam seviyesinde uygulanan en küçük kareler t testi (KK-t), Mann-Kendall ,Spearman’s Rho ve Mevsimsel Kendall test sonuçları tablo formatında özetlenmiştir. 2011-2099 su yılının tamamını kapsayan bu eğilim analizleri sonuçlarına bakılarak her iki havza için de tüm senaryoların yıllık toplam akışlarında anlamlı derecede düşüşler göze çarpmaktadır.

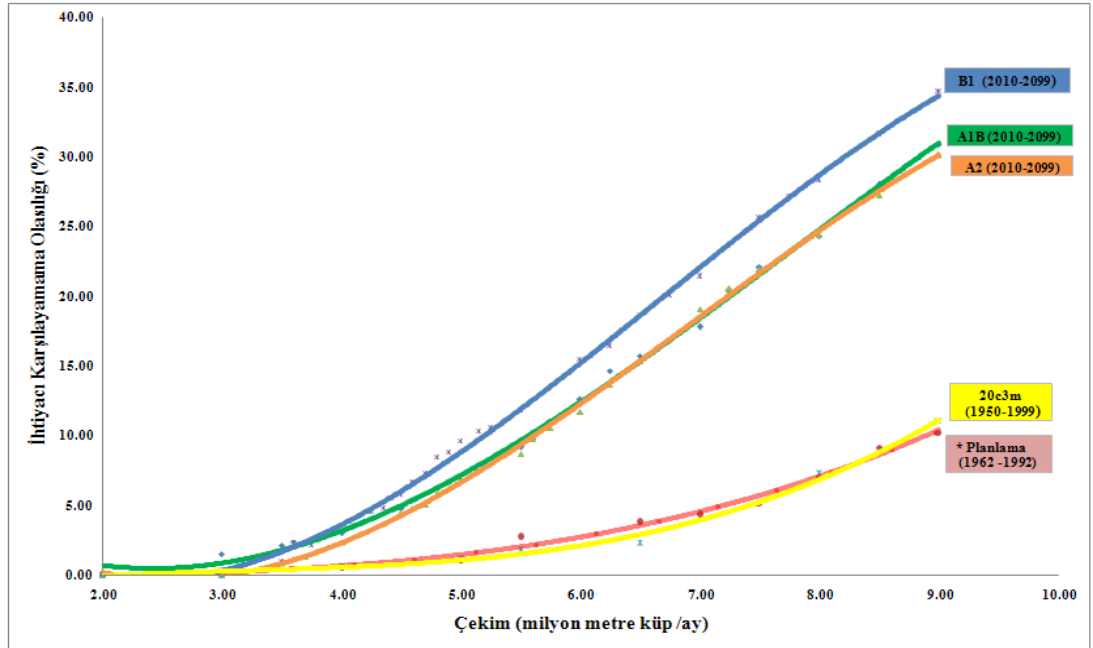
Sonuç olarak, Tahtalı ve Gördes havzalarının su potansiyellerinin 2011-2099 su yılları arasında yaşanması olası yağış ve sıcaklık değişimlerine karşı duyarlılıkları belirlenerek gelecek dönemi kapsayan akımlar türetilmiş, değişen akımlarla, içme suyu haznelerinin planlamalarının yapıldığı tarihlerdeki akımların birbirlerinden ne ölçüde farklı olduğu vurgulanmıştır.

Tez çalışmasının son aşamasında ise, gelecek dönemi temsil eden akımlar (2011-2099) Tahtalı ve Gördes barajlarının hazne işletme çalışmalarında kullanılarak, haznelerin planlama raporlarında belirtilen talep değerlerini karşılayıp karşılamadıkları kontrol edilmiştir. Karşılanılmayan durumlarda ne oranlarda açıklar oluştuğu (arz açıkları) ve haznelerin işletme süresince ne kadar süre boyunca görevlerini yerine getiremedikleri (risk ve güvenilirlik) belirlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan inceleme sonucu, planlama dönemlerinde barajların ihtiyacı karşılayamama olasılıkları Tahtalı baraj haznesi için % 5.83, Gördes baraj haznesi için ise % 2.69 olarak hesaplanmıştır. Yağış-akış modelleri yardımıyla türetilen 2011-2099 su yılı aralığını kapsayan akım dizileri ile hazneler tekrar işletildiğinde haznelerin ihtiyacı karşılayamama olasılıklarının, gerek planlama, gerek günümüz koşulları ile benzeşen 20c3m simülasyonları ile karşılaştırıldığında oldukça büyük değerler oldukları görülmektedir. Bu durumun yıllık talep miktarı daha büyük olan Tahtalı sistemi için daha belirgin olduğu aşikârdır. İçme ve sulama suyu amaçlı bir baraj olan Gördes baraj haznesi de Tahtalı barajına nazaran yıllık talep miktarının daha az olmasına ve daha büyük bir aktif depolama hacmi olmasına karşın performans sorunları yaşamaktadır. Senaryolara ait aybaşı hacmi ve aybaşı kotu-zaman ilişkileri incelendiğinde barajların minimum işletme hacmi/kotunda çalıştıkları ay sayılarının fazlalığı da göze çarpmaktadır. Buna ilaveten farklı çekimler denenerek risk-çekim eğrileri de oluşturulmuş; senaryolar arası farklılıklar vurgulanmaya çalışılmıştır (Şekil 6.1-6.2).



Şekil 6.1 Tahtalı Baraj Havzası Risk – İçmesuyu Çekim Eğrileri



Şekil 6.2 Gördes Baraj Havzası Risk – İçmesuyu Çekim Eğrileri

Diyagramlar incelediğinde 2011-2099 döneminde değişen akım koşulları altında işletilen Tahtalı ve Gördes baraj haznelerinden, %5.00 ve % 2.50 risk ile sürekli olarak çekilebilecek içme suyu hacimleri de belirlenmiştir (Tablo 6.11- 6.12).

Tablo 6.11 % 5 risk ile çekilen içme suyu hacimleri ve arz açıkları

Baraj Adı	Planlama Dönemi Talepleri ($\text{hm}^3 / \text{yıl}$)	% 5 Risk ile Çekilen İçme suyu hacimleri ($\text{hm}^3 / \text{yıl}$)			Arz Açıkları (%)		
		A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Tahtalı Barajı	128	96.6	102.0	95.4	-24.53	-20.31	-25.47
Gördes Barajı	64.67	55.8	56.4	52.8	-13.72	-12.79	-18.35

Tablo 6.12 % 2.50 risk ile çekilen içme suyu hacimleri ve arz açıkları

Baraj Adı	Planlama Dönemi Talepleri ($\text{hm}^3 / \text{yıl}$)	% 2.5 Risk ile Çekilen İçme suyu hacimleri ($\text{hm}^3 / \text{yıl}$)			Arz Açıkları (%)		
		A1B	A2	B1	A1B	A2	B1
Tahtalı Barajı	128	88.2	97.2	90.6	-31.09	-24.06	-29.22
Gördes Barajı	64.67	45.0	48.2	45.6	-30.41	-25.46	-29.49

Ayrıca bu değerler planlama raporlarındaki değerlerle karşılaştırılarak haznelerin arz açıkları hesaplanmış, performans eksiklikleri vurgulanmıştır. Analiz sonuçları incelediğinde her iki barajda da büyük oranda arz açıkları oluşacağı görülmekte; buradan elde edilen sonuçların, iklim değişikliğine karşı alınması gereken ilave tedbirlerin (yeni barajlar, havzalar arası su transferleri, deniz suyu arıtımı, vb.) boyutları hakkında fikir verebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acatay, T. (1996). *Sulama Mühendisliği*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Vakfı s. 598.
- Alcamo, J., Florke, M., Marker, M. (2007). Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic change. *Hydrol. Sci. J.*, 52, 247-275.
- Apak, G., Ubay, B. (2007). *Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi*. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Arnell, N. W. (1998). Climate change and water resources in Britain. *Climatic Change* 39, 83–110.
- Arnell, N. W., C. Liu, R. Compagnucci, L. da Cunha, K. Hanaki, C. Howe, G. Mailu, I Shiklomanov ve E. Stakhiv (2001): Hydrology and water resources. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S.White, Eds., CambridgeUniversity Press, Cambridge, 191-234.
- Anderson Jr., T.W. ve Darling, D. A. (1952). “Asymptotic theory of certain 'goodness-of-fit' criteria based on stochastic processes” *Annals of Mathematical Statistics*, 23, 193–212
- Barret, J.P. (1974). Coefficient determination-some limitations. *The American Statistics*, 28 (1).

- Bayazıt, M., (1998). *Hidrolojik Modeller içinde* (1-4). İstanbul: İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.
- Bayazıt, M., Oğuz, B. (1985). *Mühendisler için İstatistik içinde* (157-176). İstanbul: Birsen Yayın Evi.
- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu S. and J.P. Palutikof, Eds., (2008). *Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 210.
- Bergström S, Carlsson B, Gardelin M. (2001). Climate change impacts on runoff in Sweden—assessments by global climate models, dynamical downscaling and hydrological modeling. *Climate Research*, 16 (2), 101–112.
- Bolat, S., Kalenderli, Ö. (2003). “Levenberg-Marquardt Algoritması Kullanılan Yapay Sinir Ağı ile Elektrot Biçim Optimizasyonu” International XII. *Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks*.
- Bolat,S., Kalenderli,Ö., Önal E, Merev, A. (2002). "Yüksek Gerilim İzolatörlerinin Darbe Atlama Gerilimlerinin Yapay Sinir Ağı ile Belirlenmesi", ELECO'2002, *Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu içinde* (154-158). Bursa.
- Bostan, P. A., Akyürek, Z. (2007). Türkiye'nin yıllık ve mevsimsel ortalama yağış ve sıcaklık değerlerinin trend analizi. *V. Ulusal Hidroloji Kongresi Bildiriler Kitabı içinde* (83-92). Ankara: ODTÜ.
- Burger, G. (1996). Expanded downscaling for generating local weather scenarios. *Climate Research*, 7, 111-128.

- Cigizoglu, H. K. (2002). Intermitting river flow forecasting by artificial neural networks. In *XIV. Int. Conf. On Computational Methods in Water Resources* (ed. by S. M. Hassanizadeh, R. J. Schotting, W. G. Gray & G. F. Pinder) (Proc. Delft, The Netherlands, 23–28 June 2002) (1653–1660). Amsterdam: Elsevier Publ.
- Chambers, N. , Çifter, A. (2007). Operasyonel Risk Yönetiminde Zarar Dağılımları ile Gelişmiş Ölçüm Yaklaşımı Uygulaması. *Doğuş Üniversitesi*, 8 (2), 143-158.
- Chang H, Evans BM, Easterling DR (2001). The effects of climate change on stream flow and nutrient loading. *Journal of American Water Resources Association*, 37 (4), 863–985.
- Christensen, J.H., Hewitson B., Busuioc A. (2007). Regional climate projections. In *Solomon S, Qin D, Manning M et al. (eds) Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>. Cited 18 June 2007
- Cohen, S.J. (1986). Impacts of CO₂- induced climatic change on water resources in the Great Lakes Basin. *Climatic Change* , 8, 135-153.
- Coker A.M., Thompson P.M., Smith D.I., Penning-Rowsell E.C. (1989). The impact of climate change on coastal zone management in Britain: a preliminary analysis. In *Conference on climate and water*, (2th ed.) (148-160). The Publications of the Academy of Finland.
- Corder, G.W., Foreman, D.I. (2009). *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach*.

Crane, R.G., Hewitson, B.C., (1998). Doubled CO₂ precipitation changes for the Susquehanna basin: downscaling from the GENESIS general circulation model. *International Journal of Climatology*, 18, 65-76.

Çevre ve Orman Bakanlığı, (2008). İklim Değişikliği ve Yapılan Çalışmalar, 9-100.

Çorumluoğlu, Ö., Özbay, Y., (2005). “GPS Yüksekliklerinden Ortometrik Yüksekliklerin Elde Edilmesinde Yapay Sinir Ağı (YSA) Tekniğinin Kullanımı”. *Har. ve Kad. Müh.Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu. İTÜ.*

Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M. (2007). Türkiye ve Bölgesi için PRECIS Bölgesel İklim Modeli Çalışmaları. *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitabı* içinde (252-261). İstanbul.

Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M. (2008). PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye İçin İklim Öngörülere: HadAMP3 SRES A2 Senaryosu, *IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı* içinde (365-373). İstanbul.

DSİ, IZSU (2009). İzmir İçme suyu Uygulama Projelerinin Hazırlanması İşinde (39-269). İzmir.

Elmas, Ç (2003): *Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Fıstıkoğlu, O., (1999). Hidrolojik Modeller. *Türkiye İnşaat Mühendisliği 15. Teknik Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı* içinde (799-809). Ankara.

Fıstıkoğlu O, Harmancıoğlu N. (2001). Yukarı Gediz Havzasında Aylık Su Bütçesi Modeli Uygulaması. *III. Ulusal Hidroloji Kongresi Kitabı* (269-278). SUMER, İzmir.

Fırat, M., Güngör M (2004). Askı Madde Konsantrasyonu ve Miktarının Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi. *IMO Teknik Dergi*, Yazı 219, 3267– 3282.

Gamgam, H. (1989), Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler. *G.Ü. Fen Edebiyat Fak.*, (21), 289.

Gordon C., Cooper C., Senior C.A., Banks H., Gregory J.M., Johns T.C., Mitchell J.F.B., Wood R.A. (2000). The simulation of SST, sea ice extents and ocean heat transports in a version of the Hadley Centre coupled model without flux adjustments. *Climate Dynamics* 16, 147–168.

Gleick P.H., (1987). The development and testing of a water balance model for climate impacts assessment: modeling the Sacramento Basin. *Water Resources Research*, 23, 1049-1061.

Harvey, R. L., (1994). In *Neural Network Principles*, Prentice-Hall Inc. (197). New Jersey.

Halden, E., Özkul, S. (2004). Kritik Dönem Yöntemleri ile Hazne Hacminin Belirlenmesi. *DEU Mühendislik Dergisi*, 6, 99-113.

Hirsch, R. M., Slack, J. R., Smith, R. A., (1982). Techniques of Trend Analysis For Monthly Water Quality Data. *Water Resources Research*, 18 (1), 107-121.

Hocking, R. R. (1976). The Analysis and Selection of Variables in Linear Regression. *Biometrics*, 32.

Hollander, M. ve Wolfe, D. A. (1999). *Nonparametric Statistical Methods* (2nci ed.). New York: Wiley.

Holt C.P., Jones A.A. (1996). Equilibrium and transient global warming scenario implications for water resources in Wales. *Water Resources Bulletin*, 32, 711-722.

Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J. (2001). *Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. New York: Cambridge University Press.

İçağa, Y., (1994). Analysis of Trends in Water Quality Using Nonparametric Methods, *Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi*, 143.

IPCC. (1996a). Climate Change (1995). The Science of Climate Change. *Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton J, T., et al., eds., WMO/UNEP*. New York: Cambridge University Press.

IPCC. (1996b). Climate Change (1995), Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. *Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Watson R, T., et al., eds., WMO/UNEP*. New York: Cambridge University Press.

IPCC. (2000). Special Report on Emissions Scenarios – A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press.

- IPCC. (2001a). *Climate Change 2001: The Scientific Basic - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (edited by J. T. Houghton, et al.). Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (2001b). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (edited by J. J. McCarthy, et al.). Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC, (2007). *Climate Change 2007: The Scientific Basic. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policy Makers.*
- İkiz, F., Püskülcü, H., Eren, Ş. (2006). *İstatistiğe Giriş içinde (323-326)*. İzmir: Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi.
- Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R., Collins W., Deaven D., Gandin L., Iredell M., Saha S., White G., Woollen J., Zhu Y., Chelliah M., Ebisuzaki W., Higgins W., Janowiak J., Mo K.C., Ropelewski C., Wang J., Leetmaa A., Reynolds R., Jenne R., Joseph D.. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **77**, 437–471.
- Katz, R.W., (1996). Use of conditional stochastic models to generate climate change scenarios. *Climatic Change*, *32*, 237-255.
- Katz, R.W., Parlange, M.B., (1998). Overdispersion phenomenon in stochastic modeling of precipitation. *Journal of Climate*, *11*, 591-601.
- Keleşoğlu Ö., Ekinçi C. E., Fırat A. (2005). The Using Artificial Neural Networks in Insulation Computations. *Journal of Engineering and Natural Sciences*.

Kohonen, T (1988). An Introduction to Neural Computing, *Neural Networks*, 1, 3-6, 1988 Maier, H.R. ve Dandy, G.G. , “Neural Network Based Modelling of Environmental Variables,” *A Systematic Approach*, 33, 669-682.

Leavesley G.H. (1994). Modeling the effects of climate change on water resources—a review. *Climatic Change* , 28, 159–177.

Lettenmaier D.P., Gan T.Y. (1991). Hydrologic sensitivities of the Sacramento-San Joaquin River Basin, California, to global warming. *Water Resources Research*, 26, 69-86.

Limbrick K.J., Whitehead P.G., Butterfield D., Reynard N. (2000). Assessing the potential impacts of various climate change scenarios on the hydrological regime of the River Kennet at Theale, Berkshire, south-central England, UK: an application and evaluation of the new semi-distributed model, INCA. *The Science of the Total Environment*, 251/252, 539–555.

Lindley, D.V. (1987). Regression and correlation analysis. *New Palgrave: A Dictionary of Economics*, 4, 120-23.

Lorenz, E.N. (1969). Atmospheric predictability as revealed by naturally occurring analogues. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 26, 636-646.

Mandic D. P. ,Chambers J. A. (2001). “Recurrent Neural Networks for Prediction - Learning Algorithms, Architectures and Stability”, John Wiley & Sons Ltd

MATLAB® Documentation Neural Network Toolbox Help, Version 7.0, Release 14,
The MathWorks, Inc., 2004.

McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J., White K.S. (eds) (2001).
Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. *Contribution of
working group II to the third assessment report of the intergovernmental panel on
climate change*. New York: Cambridge University Press.

McMahon, T. A., Mein R.G. (1986). “*River and Reservoir Yield*”, Elseiver.

Mearns. L.O., Bogardi, I., Giorgi, F., Matyasovszky,I., Palecki, M. (1999).
Comparison of climate change scenarios generated from regional climate model
experiments and statistical downscaling. *Journal of Geophysical Research*, 104,
6603-6621.

Middelkoop H., Daamen K., Gellens D. (2001). Impact of climate change on
hydrological regimes and water resources management in the Rhine Basin. *Climatic
Change*, 49 (1–2), 105–128.

Mimikou M.A. (1995). Environmental hydrology. In Singh VP (ed) Climatic change.
Kluwer Academic Publishers, *Water Science and Technology Library* 15, 69-106.

Mimikou M.A., Baltas E., Varanou E., Pantazis K. (2000). Regional impacts of
climate change on water resources quantity and quality indicators. *Journal of
Hydrology*, 234, 95–109.

Murphy, J.M. (1999). An evaluation of statistical and dynamical techniques for
downscaling local climate. *Journal of Climate*, 12, 2256-2284.

Müller-Wohlfeil D-I, Bürger G., Lahmer W. (2000). Response of a river catchment to climatic change: application of expanded downscaling to Northern Germany. *Climatic Change*, 47 (1-2), 61-89.

Nakicenovic, N., Swart, R. (2000). Special Report on Emissions Scenarios, IPCC.

Nash, J.E, and I.V. Sutcliffe (1970). River flow forecasting through conceptual models. *Journal of Hydrology*, 273, 282-290.

NCEP/NCAR reanalysis datas (n.d). Retrieved February 20, 2009, from <http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>

Okkan, U ,(2007). Genetik Algoritma ile İki Parametrelili Hidrolojik Model Kalibrasyonu. DEU İnşaat Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi, No.381.

Önöz, B., Yeğen, B., Cebe, N. (2007). Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi. V. *Ulusal Hidroloji Kongresi Bildiriler Kitabı* içinde (267-278). Ankara: ODTÜ.

Öztemel E. (2003). Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık.

Palutikof, J.P., Goodess, C.M., Watkins, S.J., Holt, T. (2002). Generating rainfall and temperature scenarios at multiple sites, examples from the Mediterranean. *Journal of Climate*, 15, 3529-3548.

Partal, T., Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrol. Process.*, 20, 2011–2026.

- Pope V.D., Gallani M.L., Rowntree P.R., Stratton R.A. (2000). The impact of new physical parametrizations in the Hadley Centre climate model — HadAM3. *Climate Dynamics*, 16, 123–146.
- Schoof J.T., Pryor S.C., Robeson S.M. (2007). Downscaling daily maximum and minimum temperatures in the midwestern USA: a hybrid empirical approach. *International Journal of Climatology*, 27 (4), 439–454.
- Sene K.J., Tate E.L., Farquharson F.A.K. (2001). Sensitivity studies of the impacts of climate change on White Nile flows. *Climatic Change*, 50 (1-2), 177-208.
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. John Willey & Sons, Inc., Canada.
- Siegel, S. (1956). In *Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences* (312). Japan: McGrawHill Kogakusha Ltd.
- Singh, A. ve Harrison, A., (1985). Standardized principal components, *Int. J. of Remote Sensing*, 6, 883-896.
- SRES emissions scenarios. (n.d). Retrieved June 25, 2009, from <http://sedac.ciesin.columbia.edu/ddc/sres/>
- SRES AR-4 CO₂ Concentrations (n.d). Retrieved June 28, 2009, from http://www.dkrz.de/dkrz/science/IPCC_AR4/
- SUMER (2006). Project report of ‘Modeling for climate change effects in the Gediz and Buyuk Menderes River Basins. *Preliminary studies under the UNDP GEF project for preperation of FNC of Turkey*’, Izmir.
- Şen, Z.,(2002):”İstatistik Veri İşleme Yöntemleri. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, s243.

- Şen, Z., (2004). *Yapay Sinir Ağları İlkeleri*. Su Vakfı İstanbul.
- Skapura, D. M. (1996). *Building Neural Networks*, Addison-Wesley, New York.
- Stephens, M. A. (1974). EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons. *Journal of the American Statistical Association*, 69, 730–737.
- UN/FCCC. (1996). Ministerial Declaration, United Nations Framework Convention on Climate Change, Conference of the Parties, Second Session. Geneva.
- Ünal, Y., Kındap, T. and Karaca, M. (2003). Redefining Climate Zones for Turkey Using Cluster Analysis. *International Journal of Climatology*, 23, 1045-1055.
- Viner, D. (2009), Climatic Research Unit, University of East Anglia, UK. from http://www.cccsn.ca/Help_and_Contact/Downscaling_html_m5385e5b8.jpg
- Von Storch, H., Zorita E., Cubasch, U. (1993). Downscaling of global climate change estimates to regional scales: An application to Iberian rainfall in wintertime. *Journal of Climate*, 6 , 1161-1171.
- Yao Jing Tao, Tan Chew Lim (2001). “Guidelines for Financial Forecasting with Neural Networks”.
- Yu, Y.S., Zou, S., Whittemore, D., (1993). Non-parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*, 150, 61-80.
- Yue, S., Wang, C.Y., (2002). Regional Streamflow Trend Detection with Consideration of Both Temporal and Spatial Correlation. *International Journal of Climatology*, 22 (8), 933–946.

- Yue, S., Pilon, P., ve Cavadias, G., (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho Tests for Detecting Monotonic Trends in Hydrological Series. *Journal of Hydrology*, 259 (1), 254-271.
- Tatlı, H., Dalfes, N.H., , Menteş, S. Ş., (2006). Yeni istatistiksel ölçek küçültme yöntemleri ve Türkiye için uygulamalar. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 5, 269-280.
- Tatlıdil, Hüseyin (2002). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, Ankara: Ziraat Matbaacılık.
- Tekin, Mustafa (1993). Kanonik Korelasyon Analizi ve Bir Uygulama. Doktora Tezi İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Terzi, Ö., ve Keskin, E. M. (2005a), Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı Kullanarak Günlük Tava Buharlaşması Tayini. *İMO Teknik Dergi*, 3683-3693.
- Terzi, Ö., ve Keskin, E. M.(2005b). Modelling Daily Pan Evaporation. *J. Applied Sci.*, 5 (2), 368-372.
- Thornthwaite, G. W., Mather, J. R., (1955). The Water Balance. Drexel Inst. Technol. *Publication In Climatology Laboratory Of Climatology*, 7 (1), 104.
- Türkeş, M. (1994). Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 321, 71.
- Türkeş, M. (1995a). Türkiye'de yıllık ortalama hava sıcaklıklarındaki değişimlerin ve eğilimlerin iklim değişikliği açısından analizi. *Çevre ve Mühendis, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası yayın organı*, 9, 9-15.
- Türkeş, M. (1995b). Toronto 1988'den Berlin 1995'e İklim Değişikliği Sözleşmesi. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 331, 46-49.

- Türkeş, M. (1996a). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *Int. J. Climatol.*, 16, 1057-1076.
- Türkeş, M. (1996b). Meteorological drought in Turkey: A historical perspective, 1930-1993', *Drought Network News, University of Nebraska*, 8, 17-21.
- Türkeş, M. (1997a). Hava ve iklim kavramları üzerine. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 355, 36-37.
- Türkeş, M. (1997b). Sürdürülebilir enerji, iklim değişikliği ve insan', *Çevre ve Mühendis, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası yayın organı*, 14, 11-17.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (1999a). İklim değişikliğinin bilimsel değerlendirilmesi. *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları* içinde (52-66). Ankara: Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Türkeş, M. (2000). Küresel ısınma: yeni rekorlara doğru'. *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi*, 673, 20-21.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları* içinde (7-24). Ankara: ÇKÖK Gn. Md.
- Wang Y.Q., Leung L.R., McGregor J.L., Lee D.K., Wang W.C., Ding Y.H., Kimura F. (2004). Regional climate modeling: progress, challenges, and prospects. *Journal of the Meteorological society of Japan*, 82, 1599–1628.
- WHO. (1996). Climate Change and Human Health, McMichael, A. J., et al., eds., An Assessment Prepared by a Task Group on behalf of the World Health Organization (WHO), the World Meteorological Organization (WMO) and the United Nations Environment Program (UNEP), Geneva.

- Wilby R. L., (1994). Stochastic weather type simulations for regional climate change impact assessment. *Water Resources Research*, 30, 3395-3403.
- Wilby R. L., Dawson C. W., Barrow E. M. (2002). SDSM – a decision support tool for the assessment of climate change impacts. *Environmental Modeling & Software*, 17, 147–159.
- Wilby R.L., Tomlinson, O.J., Dawson C.W., (2003). Multi-site simulation of precipitation by conditional resampling. *Climate Research*, 23, 183-194.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*, 1, 80-83
- Wilks, D. S., Wilby, R. L., (1999). The weather generation name: A review of stochastic weather models. *Progress in Physical Geography*, 23, 329-357.
- WMO. (1998). WMO Statement on the Status of the Global Climate in 1997, *WMO-No. 877*, World Meteorological Organization, Geneva.
- WMO. (1999). WMO Statement on the Status of the Global Climate in 1998, *WMO-No. 896*, World Meteorological Organization, Geneva.