DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜRESEL İKLİM MODELLERİNİN YAĞIŞ VE SICAKLIK TAHMİNLERİNİN İSTATİSTİKSEL ÖLÇEK İNDİRGEMESİ

Esra BİBEROĞLU

Şubat, 2017

İZMİR

KÜRESEL İKLİM MODELLERİNİN YAĞIŞ VE SICAKLIK TAHMİNLERİNİN İSTATİSTİKSEL ÖLÇEK İNDİRGEMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hidrolik Hidroloji ve Su Kaynakları Bölümü

Esra BİBEROĞLU

Şubat, 2017

İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ESRA BİBEROĞLU, tarafından **DOÇ. DR. OKAN FISTIKOĞLU** yönetiminde hazırlanan **"KÜRESEL İKLİM MODELLERİNİN YAĞIŞ VE SICAKLIK TAHMİNLERİNİN İSTATİSTİKSEL ÖLÇEK İNDİRGEMESİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

.....

Doç. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Yönetici

.....

Prof. Dr. Sevinç ÖZKUL

Tez İzleme Komitesi Üyesi

.....

Doç. Dr. Orhan GÜNDÜZ

Tez İzleme Komitesi Üyesi

.....

Prof. Dr. Gökmen Tayfur

Jüri Üyesi

.....

Doç. Dr. Abdullah Can KOÇ

Jüri Üyesi

.....

Prof. Dr. Emine İlknur CÖCEN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Hidroloji ve Su Kaynakları Anabilim dalı Doktora tezi kapsamında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, çok değerli zamanını ayıran ve katkılarını hiç esirgemeyen değerli tez yöneticim Doç. Dr. Okan FISTIKOĞLU' na;

Doktora tezimin oluşumu sırasında kıymetli bilgilerini ve zamanını paylaşan Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Hidroloji ve Su Kaynakları Anabilim öğretim üyesi Prof. Dr. Sevinç ÖZKUL' a ve Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Bilimleri Anabilim dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Orhan GÜNDÜZ' e;

Tez kapsamında kullandığım meteorolojik verilerin temini konusunda yardımları bulunan Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne ve;

Hayatım boyunca benden desteklerini hiç esirgemeyen ve her zaman yanımda olan; bir parçası olmaktan gurur duyduğum aileme,

Teşekkürü bir borç bilirim.

Esra BİBEROĞLU

KÜRESEL İKLİM MODELLERİNİN YAĞIŞ VE SICAKLIK TAHMİNLERİNİN İSTATİSTİKSEL ÖLÇEK İNDİRGEMESİ

ÖZ

"Küresel İklim Modellerinin Yağış ve Sıcaklık Tahminlerinin İstatistiksel Ölçek İndirgemesi" başlıklı tez kapsamında, küresel boyuttaki düşük alansal çözünürlüğe sahip atmosferik parametrelerin, Güney Ege bölgesinde istasyon bazında ölçülmüş yağış ve sıcaklık değerleri ile ilişkileri incelenmiş ve geliştirilen istatistiksel yöntemlerle istasyonların aylık toplam yağış ve ortalama sıcaklık serileri tahmin edilmiştir.

Çalışmada öncelikle, Kanonik Korelasyon Analizi ile 1965-2013 dönemi için Ege bölgesinde seçilen 19 adet meteoroloji istasyonunun yağış ve sıcaklıklarını açıklayan büyük ölçekli atmosferik parametreler belirlenmiştir. Belirlenen parametreler Yapay Sinir Ağları yöntemi ile istasyon ölçeğine indirgenerek, istasyon bazlı yağış ve sıcaklıklar tahmin edilmiştir.

Çalışma bölgesine ait atmosferik parametrelerin düşük alansal çözünürlükleri ve bölgedeki 19 istasyonun yağış ve sıcaklık tahminleri için ortak bir girdi seti ve ağ kullanılması nedeniyle, gözlenmiş ve indirgenmiş seriler arasında gözlenen fark Yanlılık Düzeltmesi Yöntemi ile düzeltilerek, yağış ve sıcaklık tahminleri iyileştirilmiştir.

Tez kapsamında ayrıca, istasyon ölçeğine indirgenmiş ve düzeltilmiş yağış ve sıcaklıklar haritalanarak bölgenin uzun dönem ortalama yağış ve sıcaklıklarının alansal dağılımları belirlenmiş; bu dağılımların gözlenmiş yağış ve sıcaklık değerlerinin alansal dağılımları ile büyük ölçüde benzer ve tutarlı olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kanonik korelasyon analizi, istatistiksel ölçek indirgeme, yapay sinir ağları, yanlılık düzeltmesi, küresel atmosferik parametreler

STATISTICAL DOWNSCALING FOR PRECIPITATION AND TEMPERATURE PREDICTIONS OF GLOBAL CIRCULATION MODELS

ABSTRACT

The thesis entitled “Statistical Downscaling for Precipitation and Temperature Predictions of Global Circulation Models” presents a comprehensive method on the selection of the large-scale atmospheric parameters explaining the local meteorological parameters and the development of the statistical downscaling relationships between large scale atmospheric and meteorological parameters.

In this study, the large scale atmospheric parameters describing the station based precipitation and temperature observed in the Aegean Region are selected by the Canonical Correlation Analysis for the period 1965-2013.The selected atmospheric parameters are downscaled to the station based precipitation and temperature series by means of artificial neural networks.

The biases between observed and downscaled precipitation and temperature series caused by the low spatial resolution of the large scale atmospheric parameters and the use of only one downscaling network for all station based meteorological parameters, are corrected by bias correction method considering the probability distribution of the observed parameters.

Spatial distribution of the downscaled and bias-corrected precipitation and temperature series of the study area are also presented as maps in order to present the consistency of the results.

Keywords: Canonical correlation analysis, statistical downscaling, artificial neural networks, bias correction, large scale atmospheric parameters.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SINAV SONUÇ FORMU…… ii
TEŞEKKÜR…….iii
ÖZ…… iv
ABSTRACT……..v
ŞEKİLLER LİSTESİ……..viii
TABLOLAR LİSTESİ……...xiii

BÖLÜM BİR-GİRİŞ…….....1

1.1 Amaç…….. 3
1.2 Kapsam…….. 3

BÖLÜM İKİ-KÜRESEL ATMOSFERİK GÖZLEMLER VE İSTATİSTİKSEL ÖLÇEK İNDİRGEME……..5

2.1 Küresel İklim Modelleri……5
2.2 Küresel Atmosferik Gözlemler…….. 9
2.3 İstatistiksel Ölçek İndirgeme ……12
2.3.1 Hava Sınıflandırma Şemaları……14
2.3.2 Hava Üreticiler……..14
2.3.3 Regresyon Modelleri…….15

BÖLÜM ÜÇ- YÖNTEM…….. 16

3.1 Genel…….16
3.2 Kanonik Korelasyon İle Parametre Seçimi…….. 17
3.3 Yapay Sinir Ağları ile Ölçek İndirgeme……...20
3.4 Yanlılık Düzeltmesi……. 25

BÖLÜM DÖRT- UYGULAMA…….. 28

4.1 Veri Temini ve Düzenlenmesi……. 28
4.2 Atmosferik Parametrelerin Seçimi……...33
4.2.1 Yağış İçin Atmosferik Parametrelerin Belirlenmesi…… 33
4.2.2 Sıcaklık İçin Atmosferik Parametrelerin Belirlenmesi…….36
4.3 Ölçek İndirgeme Ağlarının Kurulması…….38
4.3.1 Noktasal Yağış Tahmini…….. 39
4.3.2 Noktasal Sıcaklık Tahmini……... 53
4.4 Yanlılık Düzeltmesi……. 67
4.4.1 Yağış Tahminlerinin Düzeltilmesi……...……..67
4.4.2 Sıcaklık Tahminlerinin Düzeltilmesi……...……..78
4.5 Gözlenmiş Yağış Ve Sıcaklıklar İle Yansız İndirgenmiş Yağış ve Sıcaklıkların Karşılaştırılması…….. 89
4.5.1 Yağış Tahminlerinin Alansal Dağılımlarının Karşılaştırılması……... 90
4.5.2 Sıcaklık Tahminlerinin Alansal Dağılımlarının Karşılaştırılması…... 95

BÖLÜM BEŞ– SONUÇLAR……...100

KAYNAKLAR……..102

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Küresel iklim modellerinin istatistiksel ölçek indirgemesi……. 13
Şekil 3.1 Tez kapsamında izlenen İstatistiksel Ölçek İndirgeme stratejisi……. 16
Şekil 3.2 Kanonik korelasyon analizi şematik gösterimi..... 20
Şekil 3.3 Yapay sinir ağı yapısı…….. 21
Şekil3.4 YSA hücre yapısı, girdiler, ağırlıklar, net değeri ve aktivasyon fonksiyonu……..22
Şekil 3.5 Yanlılık düzeltmesi akış şeması…….. 26
Şekil 3.6 Yanlılık düzeltmesi yönteminin diyagramı……. 26
Şekil 4.1 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridinin yüzeydeki Uwind (m/s) parametresinin 1948-2013 dönemindeki aylık ortalamalarının temini (http://www.esrl.noaa.gov)..... 29
Şekil 4.2 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridi içerisinde ve civarında bulunan DMİ meteoroloji istasyonları…….. 30
Şekil 4.3 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridi içerisinde ve çevresinde seçilen 19 meteoroloji istasyonu…….. 32
Şekil 4.4 Nazilli meteoroloji istasyon yağışları ile Nazilli istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki……... 42
Şekil 4.5 Milas meteoroloji istasyon yağışları ile Milas istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki……... 42
Şekil 4.6 Köyceğiz meteoroloji istasyon yağışları ile Köyceğiz istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 43
Şekil 4.7 Denizli meteoroloji istasyon yağışları ile Denizli istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…….……... 43
Şekil 4.8 Bodrum meteoroloji istasyon yağışları ile Bodrum istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…….……...44
Şekil 4.9 Muğla meteoroloji istasyon yağışları ile Muğla istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 44
Şekil 4.10 Fethiye meteoroloji istasyon yağışları ile Fethiye istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 45

Şekil 4.11 Datça meteoroloji istasyon yağışları ile Datça istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki……45
Şekil 4.12 Marmaris meteoroloji istasyon yağışları ile Marmaris istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 46
Şekil 4.13 Salihli meteoroloji istasyon yağışları ile Salihli istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 46
Şekil 4.14 Ödemiş meteoroloji istasyon yağışları ile Ödemiş istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 47
Şekil 4.15 Güney meteoroloji istasyon yağışları ile Güney istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 47
Şekil 4.16 Selçuk meteoroloji istasyon yağışları ile Selçuk istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 48
Şekil 4.17 Akhisar meteoroloji istasyon yağışları ile Akhisar istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 48
Şekil 4.18 Manisa meteoroloji istasyon yağışları ile Manisa istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 49
Şekil 4.19 İzmir meteoroloji istasyon yağışları ile İzmir istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 49
Şekil 4.20 Çeşme meteoroloji istasyon yağışları ile Çeşme istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 50
Şekil 4.21 Kuşadası meteoroloji istasyon yağışları ile Kuşadası istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 50
Şekil 4.22 Aydın meteoroloji istasyon yağışları ile Aydın istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki…… 51
Şekil 4.23 Nazilli meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Nazilli istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 55
Şekil 4.24 Milas meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Milas istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 55
Şekil 4.25 Köyceğiz meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Köyceğiz istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 56
Şekil 4.26 Denizli meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Denizli istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 56

Şekil 4.27 Bodrum meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Bodrum istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 57
Şekil 4.28 Muğla meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Muğla istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 57
Şekil 4.29 Fethiye meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Fethiye istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 58
Şekil 4.30 Datça meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Datça istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 58
Şekil 4.31 Marmaris meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Marmaris istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 59
Şekil 4.32 Salihli meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Salihli istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 59
Şekil 4.33 Ödemiş meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Ödemiş istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 60
Şekil 4.34 Güney meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Güney istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 60
Şekil 4.35 Selçuk meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Selçuk istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 61
Şekil 4.36 Akhisar meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Akhisar istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 61
Şekil 4.37 Manisa meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Manisa istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 62
Şekil 4.38 İzmir meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile İzmir istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 62
Şekil 4.39 Çeşme meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Çeşme istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 63
Şekil 4.40 Kuşadası meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Kuşadası istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 63
Şekil 4.41 Aydın meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Aydın istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki…… 64
Şekil 4.42 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların ocak ayı için karşılaştırılması…… 91

Şekil 4.43 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların şubat ayı için karşılaştırılması..... 91
Şekil 4.44 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların mart ayı için karşılaştırılması..... 91
Şekil 4.45 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların nisan ayı için karşılaştırılması..... 92
Şekil 4.46 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların mayıs ayı için karşılaştırılması..... 92
Şekil 4.47 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların haziran ayı için karşılaştırılması..... 92
Şekil 4.48 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların temmuz ayı için karşılaştırılması..... 93
Şekil 4.49 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların ağustos ayı için karşılaştırılması..... 93
Şekil 4.50 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların eylül ayı için karşılaştırılması..... 93
Şekil 4.51 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların ekim ayı için karşılaştırılması..... 94
Şekil 4.52 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların kasım ayı için karşılaştırılması..... 94
Şekil 4.53 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların aralık ayı için karşılaştırılması..... 94
Şekil 4.54 Gözlenmiş yağışlar ile yansız indirgenmiş yağışların yıllık toplamlarının karşılaştırılması..... 95
Şekil 4.55 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların ocak ayı için karşılaştırılması..... 95
Şekil 4.56 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların şubat ayı için karşılaştırılması..... 96
Şekil 4.57 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların mart ayı için karşılaştırılması..... 96
Şekil 4.58 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların nisan ayı için karşılaştırılması..... 96

Şekil 4.59 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların mayıs ayı için karşılaştırılması…… 97
Şekil 4.60 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların haziran ayı için karşılaştırılması…… 97
Şekil 4.61 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların temmuz ayı için karşılaştırılması…… 97
Şekil 4.62 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların ağustos ayı için karşılaştırılması…… 98
Şekil 4.63 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların eylül ayı için karşılaştırılması…… 98
Şekil 4.64 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların ekim ayı için karşılaştırılması…… 98
Şekil 4.65 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların kasım ayı için karşılaştırılması…… 99
Şekil 4.66 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların aralık ayı için karşılaştırılması…… 99
Şekil 4.67 Gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların yıllık ortalamalarının karşılaştırılması…….. 99

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 AR4 kapsamında çalıştırılan 23 iklim modeli……..…… 7

Tablo 2.2 NCEP/NCAR ve ERA40'ın yüzeyde ve/veya farklı atmosferik katmanlarda ölçülen/tahmin edilen/modellenen parametreleri……..... 11

Tablo 4.1 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridi için temin edilen 23 adet atmosferik parametre……..…. 28

Tablo 4.2 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridi içerisinde seçilen DMİ meteoroloji istasyonları……31

Tablo 4.3 Yağış parametresi için kanonik korelasyon katsayıları……...34

Tablo 4.4 X veri seti ile U1 dizisi arasındaki kanonik korelasyon katsayıları.…….. 35

Tablo 4.5 Sıcaklık parametresi için kanonik korelasyon katsayıları……...37

Tablo 4.6 X veri seti ile U1 dizisi arasındaki kanonik korelasyon katsayıları……. 38

Tablo 4.7 Ölçek indirgeme yapay sinir ağının eğitim, sınama ve test aşamalarında gözlenmiş ve indirgenmiş yağış arasında elde edilen korelasyon katsayıları ve ortalama karesel hatalar……..40

Tablo 4.8 Yapay sinir ağı sonucu elde edilen noktasal yağış verileri ile gözlenmiş yağışlar arasındaki korelasyon değerleri ve ortalama karesel hataların karekökü…… 41

Tablo 4.9 Gözlenmiş ve indirgenmiş yağış verileri arasındaki Mann- Whitney U testi sonuçları……. 52

Tablo 4.10 Ölçek indirgeme yapay sinir ağının eğitim, sınama ve test aşamalarında gözlenmiş ve indirgenmiş sıcaklıklar arasında elde edilen korelasyon katsayıları ve ortalama karesel hatalar…….. 53

Tablo 4.11 Yapay sinir ağı sonucu elde edilen noktasal sıcaklık verileri ile gözlenmiş sıcaklıklar arasındaki korelasyon değerleri ve ortalama karesel hataların karekökü……..……..... 54

Tablo 4.12 Gözlenmiş ve indirgenmiş sıcaklık verileri arasındaki t testi sonuçları... 65

Tablo 4.13 Gözlenmiş yağışların aylık olasılık dağılım parametreleri……...68

Tablo 4.14 İndirgenmiş yağışların aylık olasılık dağılım parametreleri……70

Tablo 4.15 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların ortalamaları……..... 72
Tablo 4.16 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların standart sapmaları……...75
Tablo 4.17 Gözlenmiş sıcaklıkların aylık olasılık dağılım parametreleri…….. 79
Tablo 4.18 İndirgenmiş sıcaklıkların aylık olasılık dağılım parametreleri…….81
Tablo 4.19 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların ortalamaları……... 83
Tablo 4.20 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların standart sapmaları……. 86
Tablo 4.21 Gözlenmiş yağışlar ile indirgenmiş ve yansız indirgenmiş yağışlar arasındaki korelasyon değerleri……. 89
Tablo 4.22 Gözlenmiş sıcaklıklar ile indirgenmiş ve yansız indirgenmiş sıcaklıklar arasındaki korelasyon değerleri…… 90

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yarattığı çevresel bozulmanın, canlı yaşamını tehdit ettiğinin anlaşılması üzerine,1980'li yılların sonundan başlayarak günümüze kadar ulaşan süreçte iklimle ilgili uluslararası önemli adımlar atılmıştır. Bunlardan en önemlisi ve en kapsamlısı**,** 1988 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Dünya Meteoroloji Örgütü'nün desteğiyle kurulan "Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC)" oluşturulmasıdır. Bu panelde, insan kaynaklı iklim değişikliğinin anlaşılabilmesi için bilimsel, teknik ve sosyoekonomik bilgilerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Panel, 1990, 1996, 2001, 2007 ve 2013 yıllarında olmak üzere beş adet geniş çaplı değerlendirme raporu yayınlamış, ve halen daha iklim değişikliği ile ilgili teknik ve bilimsel çalışmalarına devam etmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin yapmış olduğu tüm bu çalışmalar, uluslararası politika ve iklim değişikliği hakkındaki müzakerelerde yol gösterici olarak kullanılmaktadır (IPCC, 2013).

Küresel iklim modelleri, iklim sisteminin bileşenleri arasındaki etkileşimlerin ve geri beslemelerin matematiksel gösterimi olan ve küresel iklim değişikliğini tahmin etmek için geliştirilmiş araçlardır. Küresel iklim modelleri, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin hazırlamış olduğu emisyon senaryoları altında, küresel ölçekte yağış ve sıcaklık gibi atmosferik parametreleri tahmin edebilmektedir (IPCC, 2013)**.** Küresel modellerin büyük bir bölümü Türkiye genelinde yağışların azalacağı ve sıcaklıkların artacağı yönünde eğilimler türetmektedirler (Önal ve Ünal, 2014). Ancak bu eğilimin derecesi bölgeden bölgeye önemli değişiklikler göstermektedir. Türkiye'de yağış ve sıcaklık gözlemleri üzerindeki eğilim analizlerinde de özellikle Ege bölgesinin güneyi ve Akdeniz bölgesinin batı kesiminde yağışlarda azalma ve sıcaklıklarda artış çok belirgin olarak gözlenirken, diğer bölgelerde eğilimin büyüklüklerinde farklılaşmalar görülmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner, 2000).

İklim modelleri atmosferik katmanlar boyunca genellikle 250-600 km alansal çözünürlüklü sonuçlar üretmektedir. Küresel iklim modellerinden belirlenen

tahminlerin alansal çözünürlüklerinin çok kaba olması ve modelden modele parametre tahminlerinde farklılıklar (yanlılık) gözlenmesi nedeniyle, modellerin büyük ölçekli atmosferik parametrelerini küçük ölçekli yerel yağış ve sıcaklık serilerine dönüştüren ölçek indirgeme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır (Jacobeit, Hertig, Seubert ve Lutz, 2014; Turco, Marcos, Quintana-Segui ve Llasat, 2014; Hertig, Seubert, Paxian, Vogt, Paeth ve Jacobeit, 2014).

Ölçek indirgeme işlemi, iklim projeksiyonlarının zaman ve mekan boyutlarına göre gerçekleştirilmektedir. Mekansal ölçek indirgeme, büyük ölçekli küresel model çıktılarından daha küçük ölçekli mekansal iklim bilgileri türetmek için kullanılmaktadır. Örneğin 500x500 km çözünürlüklü atmosferik model çıktılarının 20x20km çözünürlüklü meteorolojik tahminlere dönüştürülmesi bir mekansal ölçek indirgeme işlemidir. Zamansal ölçek indirgeme ise, büyük ölçekli zaman serilerinden küçük ölçekli zaman serilerinin türetilmesine dayanmaktadır. Günlük, aylık ve mevsimlik yağış serilerinden günlük ve hatta saatlik yağış serilerinin elde edilmesi zamansal ölçek indirgeme için bir örnek teşkil etmektedir. Her iki yaklaşımda da dinamik veya istatistiksel ölçek indirgeme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır (Trzaska ve Schnarr, 2014).

Dinamik ölçek indirgeme, küresel model çıktılarından elde edilen büyük ölçekli atmosferik bilgileri sınır şartı olarak kullanan ve yaklaşık 20-50 km mekansal çözünürlüklü iklim tahminleri yapan bölgesel ölçekli atmosferik modelledir (RCM). Bu modeller, topografya, yüzey örtüsü gibi bilgileri kullanıp, atmosferde gerçekleşen fiziksel süreçleri modelleyerek bölgesel ölçekte meteorolojik tahminler yapmaktadır. Bu nedenle, bölgesel iklim modellerine bağlı gerçekleştirilen dinamik ölçek indirgeme yöntemleri uzun zaman alıcı, hesaplama maliyeti yüksek, zahmetli yöntemlerdir (Trzaska ve Schnarr, 2014).

İstatistiksel ölçek indirgeme ise, büyük ölçekli atmosferik değişkenler ile yerel iklim değişkenleri arasında ampirik ilişkilerin kurulmasına dayanmaktadır (Jacobeit, ve diğer; 2014; Lionello ve diğer; 2014). Bu yöntemler, dinamik ölçek indirgemeye kıyasla daha pratiktir ve daha hızlı sonuçlar vermektedir (Trzaska ve Schnarr, 2014).

1.1 Amaç

Küresel iklim modellerinin dünya genelini kapsayan yağış ve sıcaklık gibi atmosferik tahminleri 250-600 km gibi kaba çözünürlüklere sahiptir. Bu nedenle, yerel ölçekteki yağış ve sıcaklık değişimlerinin, doğrudan küresel modellerden elde edilmesi gerçekten uzak tahminlerin türetilmesine neden olmaktadır. Bu gerekçeyle, bir bölgede iklim parametrelerine bağlı olarak ortaya çıkan yağış ve sıcaklıklardaki değişimlerin tahmin edilebilmesi için, iklim modellerinin yağış ve sıcaklık parametreleri yanında diğer atmosferik parametrelerinin de dikkate alındığı ölçek indirgeme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir (Hertig ve diğer; 2014, Jacobeit ve diğer; 2014; Lionello ve diğer; 2014).

Sunulan tezin amacı, büyük ölçekli küresel atmosferik parametrelerden, istasyon bazlı yağış ve sıcaklık değerlerini elde etmeye yönelik istatistiksel bir yöntem geliştirmek ve yöntemin uygulamasını gerçekleştirmektir. Geliştirilen bu yöntemle, küresel iklim modellerinin geleceğe yönelik yağış ve sıcaklık tahminlerinin herhangi bir bölgesel iklim modeline (RCM) ihtiyaç duyulmaksızın noktasal yağış ve sıcaklıklara dönüştürülmesi amaçlanmıştır.

1.2 Kapsam

Küresel atmosferik modeller, dünya atmosferine ilişkin tahminlerini 250-600 km çözünürlüklü hesap hücreleri (grid) halinde sunmaktadırlar. Model sonuçları, her bir hesap hücresindeki farklı atmosferik katmanlar ve dünya yüzeyi için ayrı ayrı parametreler (yağış, sıcaklık, nem, solar radyasyon, rüzgar hızı, basınç, basınç yüksekliği, gibi) halinde türetilmektedir. Türetilen bu sonuçlar, meteoroloji istasyonları, sinoptik ölçümler ve uydu gözlemlerinden elde edilen ve yine kaba alansal çözünürlüklü veri setleri haline dönüştürülmüş, geçmiş ve günümüz iklimini yansıtan atmosferik parametrelerle karşılaştırılırlar. Bu nedenle, sunulan çalışmada yöntemin tutarlılığını test etmek ve iklim modelinden kaynaklanabilecek hataları yok etmek amacıyla küresel bir iklim modeli yerine, model parametreleriyle özdeş gözlenmiş küresel atmosferik veri seti sonuçları kullanılmıştır.

Çalışmada küresel atmosferik veri seti olarak NCEP-NCAR (National Centers for Environmental Prediction -National Centers for Atmospheric Research) (Kalnay ve diğer; 1996) veri seti ile Ege bölgesinde mevcut 19 meteoroloji istasyonun gözlenmiş yağış ve sıcaklık kayıtları kullanılmıştır.

BÖLÜM İKİ
KÜRESEL ATMOSFERİK GÖZLEMLER VE İSTATİSTİKSEL ÖLÇEK İNDİRGEME

2.1 Küresel İklim Modelleri

Küresel iklim modelleri, gelecekteki iklim ile ilgili büyük ölçekli nicel tahminler sağlarlar. Bu tahminlerin güvenilirliği öncelikle modellerin altyapılarını oluşturan küresel veri setlerine ve modellerin deterministik yapılarının gelişmişliğine bağlıdır. Küresel veri setleri günümüzde atmosfer, okyanus ve arazi yüzeylerinden toplanan kapsamlı ve detaylı gözlemlerle elde edildiklerinden, bu verileri kullanan iklim modelleri geçmişe ve günümüze ait iklimi önemli ölçüde doğru tahmin edebilmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner, 2000). Bu sonuçlarda, modellerin gelecekle ilgili öngörülerinin tutarlı olacağına işaret etmektedir (Rockel, Will ve Hense, 2008).

Küresel iklim modelleri, yatay çözünürlüğü 250-600 km arasında değişen ve 10-20 düşey atmosferik katmana sahip 3 boyutlu atmosferik hesap hücreleri yardımıyla iklimi betimlemektedir (Kattenberg ve Coauthors, 1996; Boer, Covey, Latif ve Stouffer, 1997). Modellerin hesap çözünürlüğünün arttırılması, yüksek kapasiteli bilgisayarlara olan ihtiyacı ve hesaplama süresini üssel biçimde arttırmakta, hesaplama maliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle, günümüzdeki modeller büyük ölçekli iklim modelleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Merryfield, 2006). IPCC'nin 4. Dönem değerlendirme çalışmaları kapsamında farklı ülkelerde ve farklı kurumlarca geliştirilmiş 23 farklı iklim modellinin çözünürlükleri incelendiğinde, tüm modellerin büyük alansal çözünürlüklerde çalıştığı görülmektedir (Tablo 2.1) (IPCC, 2007).

Doğada ise çoğu meteorolojik süreç küçük ölçekte meydana gelmektedir. Yeryüzünde gerçekleşen küçük ölçekli meteorolojik süreçlere ait parametrelerin küresel modellerdeki hesap hücrelerinde ortalama değerleri ile kullanılması, küçük ölçekli meteorolojik süreçlerdeki alansal değişkenliğin çözünürlük nedeniyle yok

olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, küresel modellerden elde edilen sonuçların yeryüzündeki gerçek meteorolojik süreçlere dönüştürülmesi için ölçek indirgeme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 2.1 AR4 kapsamında çalıştırılan 23 iklim modeli (IPCC, 2007)

Modeller	Sponsor, Ülke	Çözünürlük
BCC-CM1	Beijing Climate Center, China	1,9 ˚x 1,9 ˚
BCCR-BCM2.0	Bjerknes Centre for Climate Research, Norway	1,9 ˚x 1,9 ˚
CCSM3	National Center for Atmospheric Research, USA	1,4 ˚x 1,4 ˚
CGCM3.1(T47)	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Canada	2,8 ˚x 2,8 ˚
CGCM3.1(T63)		1,9 ˚x 1,9 ˚
CNRM-CM3	Météo-France/Centre National de Recherches Météorologiques, France	1,9 ˚x 1,9 ˚
CSIRO-MK3.0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Atmospheric Res. Australia	1,9 ˚x 1,9 ˚
ECHAM5/MPI-OM	Max Planck Institute for Meteorology, Germany	1,9 ˚x 1,9 ˚
ECHO-G	Meteorological Institute of the University of Bonn, Meteorological Research Institute of the Korea Meteorological Administration (KMA), and Model and Data Group, Germany/Korea	3,9 ˚x 3,9 ˚
FGOALS-g1.0	National Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics (LASG)/Institute of Atmospheric Physics, China	2,8 ˚x 2,8 ˚

Tablo 2.1 AR4 kapsamında çalıştırılan 23 iklim modeli (IPCC, 2007) (devam)

Modeller	Sponsor, Ülke	Çözünürlük
GFDL-CM2.0	U.S. Department of Commerce/ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)/Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), USA	2,0 ˚x 2,5 ˚
GFDL-CM2.1		2,0 ˚x 2,5 ˚
GISS-AOM	National Aeronautics and Space Administration (NASA)/ Goddard Institute for Space Studies (GISS), USA	3,0 ˚x 4,0 ˚
GISS-EH	NASA/GISS, USA	4,0 ˚x 5,0 ˚
GISS-ER		4,0 ˚x 5,0 ˚
INM-CM3.0	Institute for Numerical Mathematics, Russia	4,0 ˚x 5,0 ˚
IPSL-CM4	Institute Pierre Simon Laplace, France	2,5 ˚x 3,75
MIROC3.2(hires)	Center for Climate System Research (University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC), Japan	1,1 ˚x 1,1 ˚
MIROC3.2(medres)		2,8 ˚x 2,8 ˚
MRI-CGCM2.3.2	Meteorological Research Institute, Japan	2,8 ˚x 2,8 ˚
PCM	National Center for Atmospheric Research, USA	2,8 ˚x 2,8 ˚
UKMO-HadCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research/Met Office, UK	2,5 ˚x 3,75 ˚
UKMO-HadGEM1		1,3 ˚x 1,9 ˚

2.2 Küresel Atmosferik Gözlemler

Küresel iklim modellerine veri altlıkları oluşturulması ve bu modellerin doğruluklarının kıyaslanması amacıyla literatürde NCEP-NCAR ve ERA40 (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts 40-year Reanalysis) olmak üzere iki adet küresel atmosferik gözlem veri tabanı bulunmaktadır (Uppala ve diğer; 2005). Her iki veri seti grubu da küresel ölçekte iklim olaylarını açıklamak, atmosferdeki eğilimleri belirlemek ve iklim modellerine altlık oluşturmak için hazırlanmış küresel atmosferik parametreler içermektedir (Trigo, 2005).

ERA40; ECMWF (The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) tarafından hazırlanan Eylül 1957 ile Ağustos 2002 aralığında 45 yıllık küresel atmosferik ve yüzey koşullarının yeniden analiz verilerini içermektedir. ECMWF bilgisayar modeli ile çalıştırılan 125 km hücresel çözünürlüklü ve saniyeden yıllığa kadar uzanan zaman çözünürlüklü bu yeniden analiz verileri, balon, uçak, uydu gözlemleri gibi kaynakların kullanıldığı meteorolojik gözlemlerden oluşmaktadır (Bromwich ve Fogt, 2004; Simmons ve Jones, 2004; Sterl ve Caires, 2005; Trigo, 2005; Bromwich, Fogt, Hodges ve Walsh, 2007; Bromwich, Fogt, Hodges ve Walsh, 2007; Screen ve Simmonds, 2011; Bao ve Zhang, 2013).

NCEP/NCAR verileri ise, NCEP ve NCAR kuruluşları tarafından, 1948 yılından günümüze kadar toplanıp analiz edilen küresel atmosferik veri gruplarından oluşmaktadır. Bu küresel atmosferik gözlemler meteoroloji gözlem istasyonları verilerinden, birçok ülkenin ulusal arşivlerinden, uçak, gemi ve uydu gözlemleri yanında atmosferik modellerden de yararlanılarak hazırlanmakta ve $2{,}50^0$ x $2{,}50^0$ çözünürlüklü olarak yayınlanmaktadır (Kalnay ve diğer; 1996).

NCEP/NCAR ve ERA40 küresel atmosferik gözlem veri tabanlarına ait atmosferik parametrelerden önemli olan bazı parametreler Tablo 2.2 de özetlenmektedir. Bu tez kapsamında, zaman kapsamı en büyük olan (1948-günümüze) NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction/ National Centers for Atmospheric Research) küresel atmosferik parametreleri tercih edilmiştir. NCEP/NCAR verileri birçok çalışmada, ölçek indirgeme için bölgesel tahminleyici

olarak tercih edilmektedir (Tatlı, Dalfes ve Menteş, 2004; Maheras ve diğer; 2004; Dibike ve Colibaly, 2005; Coulibaly ve Evora, 2007; Liu, Anandhi, Srinivas ve Nanjundiah, 2008; Rudeva ve Gulev, 2011; Bao ve Zhang, 2013).

Tablo 2.2 NCEP/NCAR ve ERA40'ın yüzeyde ve/veya farklı atmosferik katmanlarda ölçülen/tahmin edilen/modellenen parametrelerinden başlıcaları (Research Data Archive, 2016)

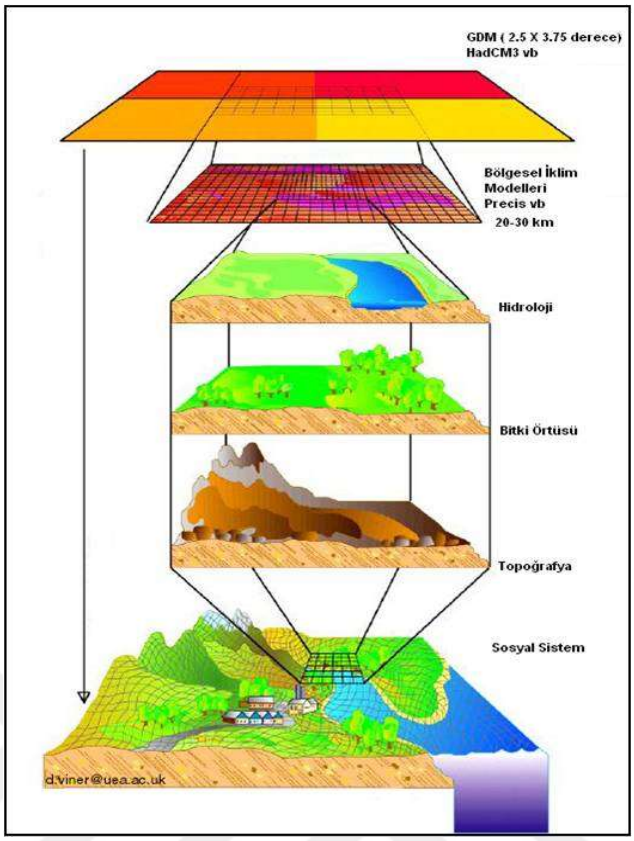
NCEP-NCAR	ERA-40
• Absolute vorticity • Albedo • Baseflow-groundwater runoff • Clear sky downward solar flux • Clear sky upward solar flux • Cloud forcing net solar flux • Convective cloud cover • Convective precipitation rate • Deep convective heating rate • Downward longwave radiation flux • Geopotential height • Ground heat flux • Ice cover • Land cover • Large scale condensation heat rate • Latent heat flux • Long wave radiative heating rate • Maximum temperature • Meridional flux of gravity wave stress • Minimum temperature • Momentum flux, u-component • Momentum flux, v-component • Near IR beam downward solar flux • Near IR diffuse downward solar flux • Planetary boundary layer height • Potential evaporation rate • Precipitable water • Precipitation rate • Relative humidity • Runoff • Sensible heat flux • Shallow convective heating rate • Shallow convective moistening rate • Snow sublimation heat flux • Snowfall rate water equivalent • Solar radiative heating rate • Specific humidity • Surface roughness • Temperature • Total cloud cover • u-component of wind • Upward longwave radiation flux • v-component of wind • Vertical diffusion heating rate • Vertical velocity (pressure) • Volumetric soil moisture content • Water equivalent of accumulated snow depth • Water runoff • Zonal flux of gravity wave stress	• Air Temperature • Albedo • Anisotropy • Atmospheric Pressure Measurements • Boundary Layer Winds • Cloud Amount/Frequency • Cloud Liquid Water/Ice • Convergence/Divergence • Dew Point Temperature • Evaporation • Geopotential Height • Gravity Wave • Heat Flux • Humidity • Hydrostatic Pressure • Ice Extent • Incoming Solar Radiation • Longwave Radiation • Outgoing Longwave Radiation • Planetary Boundary Layer Height • Potential Temperature • Precipitable Water • Precipitation Amount • Runoff • Sea Level Pressure • Sea Surface Temperature • Shortwave Radiation • Skin Temperature • Snow Density • Snow Depth • Snow Melt • Snow/Ice Temperature • Soil Moisture/Water Content • Soil Temperature • Surface Air Temperature • Surface Pressure • Surface Winds • Swells • Temperature Tendency • Terrain Elevation • Thermal Infrared • Upper Level Winds • Vegetation Cover • Vegetation Species • Vertical Wind Motion • Water Vapor • Water Vapor Tendency • Wave Height • Wind Profiles

2.3 İstatistiksel Ölçek İndirgeme

Küresel ölçekli iklim modellerinden elde edilen sonuçların, yeryüzündeki bölgesel ölçekteki meteorolojik süreçlere dönüştürülmesi için gereken ölçek indirgeme yöntemleri dinamik ve istatistiksel ölçek indirgeme olmak üzere 2 temel tekniğe dayanmaktadır (Trzaska ve Schnarr, 2014).

Dinamik ölçek indirgemede prensip olarak küresel iklim modellerine (GCM) benzeyen fakat daha yüksek çözünürlüklü bölgesel iklim modelleri (RCM) kullanılmaktadır (Trzaska ve Schnarr, 2014).Bu modeller, topografya, bitki örtüsü, gibi yerel iklimi kontrol eden fiziksel unsurları da modelleyerek, küresel model çıktılarını sınır şartı olarak kabul edip, bölgesel iklimi detaylandırırlar (Wilby, Hassan ve Hanaki, 1998). Model kurulumunun zorluğu, veri gereksiniminin ve hesaplama maliyetlerinin çok fazla olması nedeniyle kullanımları yaygın değildir (Wilby ve diğer; 2004).

İstatistiksel ölçek indirgeme ise, büyük ölçekli küresel iklim modellerinin (GCM) sonuçlarını, istatistiksel transfer fonksiyonlarıyla bölge ölçeğine indirgeme esasına dayanmaktadır (Şekil 2.1) (Trzaska ve Schnarr, 2014).



Şekil 2.1 Küresel iklim modellerinde ölçek indirgeme (Viner, 2012)

İstatistiksel ölçek indirgeme, büyük ölçekli atmosferik parametreler ile yerel ölçekli meteorolojik veriler arasında kantitatif ilişkiler içerir. Gözlenmiş verilerin, atmosferik parametrelerin bir fonksiyonu olarak tanımlanması en genel formu olmakla birlikte, meteorolojik parametrelerin istatistiksel dağılım parametreleri ya da ekstrem meteorolojik verilerin frekansıyla atmosferik parametreler arasındaki ilişkiler bu kantitatif ilişkiler arasında yer almaktadır. (Pfizenmayer ve VonStorch, 2001; Katz, Parlange ve Naveau, 2002).

Başlıca istatistiksel ölçek indirgeme teknikleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Atmosferik sınıflandırma şemaları
- Atmosferik üreticiler
- Transfer fonksiyonları

2.3.1 Atmosferik sınıflandırma şemaları

Atmosferik sınıflandırma yöntemi, bölgesel ölçekteki meteorolojik gözlemleri sinoptik benzerliklerine göre sınıflandırma esasına dayanır. Yöntem, atmosferik koşullar ile meteorolojik koşullar arasındaki benzeşimleri kullanarak büyük ölçekli atmosferik parametrelerden bölgesel ölçekteki parametrelere geçiş yapar (Bardossy ve Caspary, 1990; Jones, Hulme ve Briffa, 1993; Corte, Qian ve Xu, 1999; Huth, 2000; Kidson, 2000; Hewitson ve Crane, 2002).

Bu yöntem, Lorenz tarafından 1969'da hava tahmin uygulaması için tasarlanmış fakat sınırlı başarısı nedeni ile terk edilmiştir (Wilby ve ark, 2004). Uzun süreli NCEP-NCAR veri tabanlarının ortaya çıkması ile bu yöntem yeniden kullanılmaya başlamıştır (Kalnay ve diğer; 1996; Martin, Timbal ve Brun, 1997). Fakat sınıflandırmada kullanılan atmosferik parametrelerin sayısının fazla olması sınıflar arası belirsizliğin artmasına neden olduğundan, bu yöntem çok fazla tercih edilmemektedir (Van Den Dool, 1989; Timbal, Dufour ve Mc Avaney, 2003).

2.3.2 Atmosferik Üreticiler

Atmosferik üreticiler, gözlenmiş diziyi taklit etmeden yerel iklim değişkenlerinin ortalama, varyans, periyodiklik ve iç bağımlılık gibi istatistiksel özelliklerini tekrarlayan modellerdir (Wilks ve Wilby, 1999). Bu modeller, kurak, sulak ve geçiş dönemi için stokastik süreç modellemesi esasına dayanmaktadır. Atmosferik üreticiler, büyük ölçekli atmosferik parametreleri dışsal girdi olarak kullanıp sentetik yağış ve sıcaklık verileri üreterek istatistiksel ölçek indirgeme çalışmalarında kullanılmışlardır (Katz, 1996; Semenov ve Barrow, 1997). Fakat gelecek iklim senaryoları için istatistiksel parametrelerdeki değişimin bilinmemesi yöntemin tutarsız tahminler üretmesine neden olmaktadır (Gregory, Wigley ve Jones,1993; Mearns, Rosenzweig ve Goldberg, 1996; Katz ve Parlange, 1998).

2.3.3 Transfer Fonksiyonları

Transfer fonksiyonları, büyük ölçekli atmosferik parametrelerle yerel ölçekli meteorolojik değişkenler arasında lineer ve lineer olmayan ilişkileri incelemektedir. Transfer modellerinde, çoklu regresyon, kanonik korelasyon analizi ve yapay sinir ağları yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Hewitson ve Crane, 1996; Piani, Haerter ve Coppola, 2010). Bu yöntemlerde önemli bir konu da parametrelerin seçim sürecidir. Bölgesel yağış ve sıcaklığı etkileyen atmosferik parametreler bölgeden bölgeye ve zaman içerisinde değişebilmektedir bu nedenle seçilen parametreler bu yöntemlerde sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir (Von Storch, Zorita ve Cubasch, 1993; Crane ve Hewitson, 1998; Murphy, 1999).

Aylık ve yıllık gibi uzun süreli yağış ve sıcaklık verileri için başarılı tahminler üreten transfer fonksiyonları, kısa süreli ve yüksek değişkenliğe sahip (örneğin saatlik ve günlük) yağışların tahmin edilmesinde benzer başarıyı gösterememektedirler (Charles, Bates ve Hughes, 1999; Wilby, Tomlinson ve Dawson, 2003).

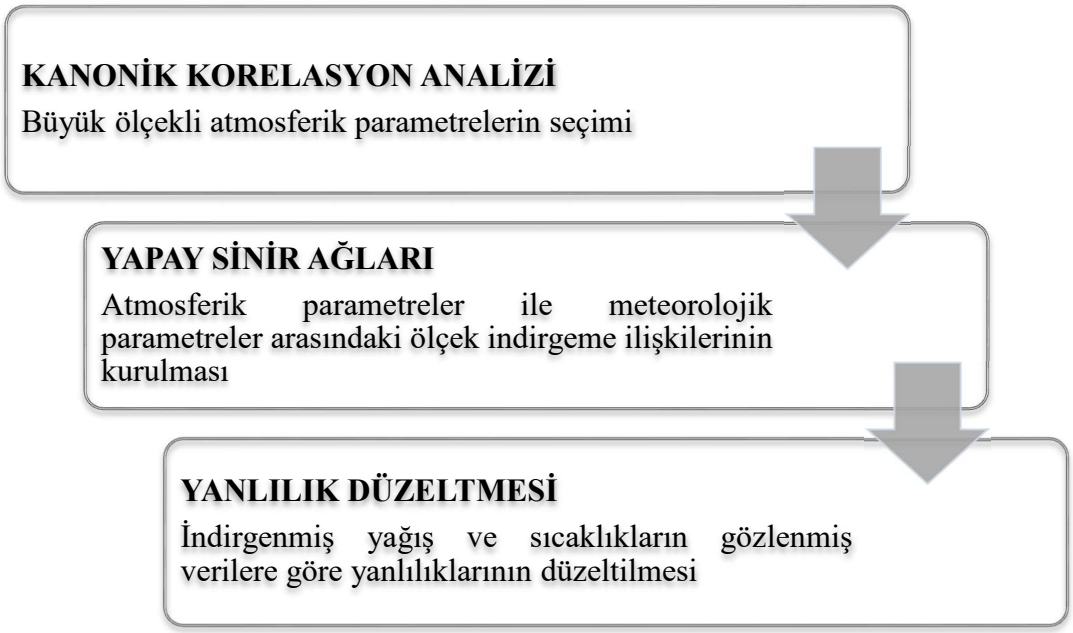
BÖLÜM ÜÇ

YÖNTEM

3.1 Genel

"Küresel İklim Modellerinin Yağış ve Sıcaklık Tahminlerinin İstatistiksel Ölçek İndirgemesi" başlıklı tez kapsamında büyük ölçekli küresel atmosferik parametrelerden (NCEP-NCAR), istasyon bazlı yağış ve sıcaklık değerlerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen yöntemin temel aşamaları Şekil 3.1 de özetlenmektedir.

Yöntemin ilk aşamasında kanonik korelasyon analizi ile yerel ölçekteki yağış ve sıcaklıkları açıklayan büyük ölçekli atmosferik parametrelerin seçimi yer almaktadır. Ardından yapay sinir ağları ile açıklayıcı atmosferik parametreler ile noktasal meteorolojik veriler arasındaki ölçek indirgeme ilişkileri kurularak, noktasal yağış ve sıcaklık değerleri tahmin edilmiştir. Son olarak, tahmin edilen yağış ve sıcaklık değerleri ile gözlenmiş yağış ve sıcaklıklar arasındaki yanlılıklar, yanlılık düzeltmesi yöntemi ile düzeltilerek, tahminlerin daha iyi hale getirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.1 Tez kapsamında izlenen İstatistiksel Ölçek İndirgeme stratejisi.

3.2 Kanonik Korelasyon Analizi İle Parametre Seçimi

Küresel atmosferik veri setlerinden biri olan NCEP-NCAR verileri, meteoroloji istasyon verileri, uydu gözlemleri gibi çeşitli kaynaklardan gözlemlenerek hazırlanmakta ve $2{,}50^0$ x $2{,}50^0$ alansal çözünürlüklü olarak yayınlanmaktadır (Kalnay ve diğer; 1996). Bir NCEP-NCAR hücresi içerisinde çok sayıda meteoroloji istasyonu bulunabileceği için, tüm istasyonların yağış ve sıcaklıklarını açıklayan ortak atmosferik parametrelerin seçilmesi büyük önem arz etmektedir. Bölgesel yağış ve sıcaklığı açıklayan ortak atmosferik parametrelerin belirlenmesi konusunda kanonik korelasyon, çok sayıda çalışmada tercih edilen bir yöntem olmuştur (Von Storch, Zorita ve Cubasch, 1992; Huth, 1999)

Kanonik korelasyon analizi iki değişken kümesi arasındaki ilişkileri ortaya koymak için kullanılan çok değişkenli istatistiksel analiz tekniğidir. Değişken kümelerinin arasındaki korelasyonların maksimumunu bulmaya çalışmak ise kanonik korelasyon analizinin temel amacını oluşturur (Busuioc, Tomozeiu ve Cacciamani, 2008; Ünlükaplan, 2009).

Kanonik korelasyon analizi, birden fazla bağımlı değişkenle (Y_1, Y_2, …Y_q) birden fazla bağımsız değişken (X_1, X_2, …X_p) arasındaki ilişkinin eşzamanlı araştırılması esasına dayandığından, tek bir bağımlı değişkenle (Y) birden çok sayıda bağımsız değişkenin ilişkilerinin araştırıldığı (X_1, X_2, …X_p) çoklu regresyon analizinin genelleştirilmiş halidir (Barnston ve Ropelewski, 1991; Manly, 2005).

Kanonik korelasyon, kanonik varyeteler arasındaki korelasyonu ifade eder. Kanonik varyeteler ise orijinal değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarını temsil etmektedir (Kachigian,1991).

İki veri seti arasındaki korelasyonu maksimize eden birbirinden bağımsız ve birim varyanslı kanonik varyete çiftlerinin elde edilmesi kanonik korelasyon analizinin ilk aşamasını oluşturur (Hair, Anderson, Ronald ve Black, 1998). Bu varyete çiftleri

değişken kümelerini ifade eder. İki değişken setinden elde edilecek maksimum kanonik varyete sayısı ise sayısı az olan değişken kümesinin değişken sayısına eşittir.

İki değişken seti arasında en yüksek korelasyona sahip çift ilk kanonik varyete çifti, bu kanonik varyete çifti tarafından dikkate alınmayan veri setindeki ikinci maksimum korelasyona sahip çift ise ikinci kanonik varyete çifti olarak adlandırılır. Her ek kanonik varyete çiftinde kanonik korelasyon değeri azalır. Kanonik kök ya da özdeğer ifadesi ise elde edilen bu kanonik korelasyon değerlerinin karesidir (Hair, Anderson, Ronald ve Black, 1998).

p adet X ve q adet Y değişken setleri için kanonik varyete ya da diğer bir adıyla kanonik fonksiyonlar aşağıda sunulmuştur.

$$u_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \cdots + a_{1p}X_p$$
$$u_2 = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \cdots + a_{2p}X_p$$
..
.
$$u_r = a_{r1}X_1 + a_{r2}X_2 + \cdots + a_{rp}X_p$$

ve

$$v_1 = b_{11}Y_1 + b_{12}Y_2 + \cdots + b_{1q}Y_q$$
$$v_2 = b_{21}Y_1 + b_{22}Y_2 + \cdots + b_{2q}Y_q$$
..
.
$$v_r = b_{r1}Y_1 + b_{r2}Y_2 + \cdots + b_{rq}Y_q$$

r, iki değişken setinden sayısı az olan değişken kümesinin değişken sayısını göstermektedir.

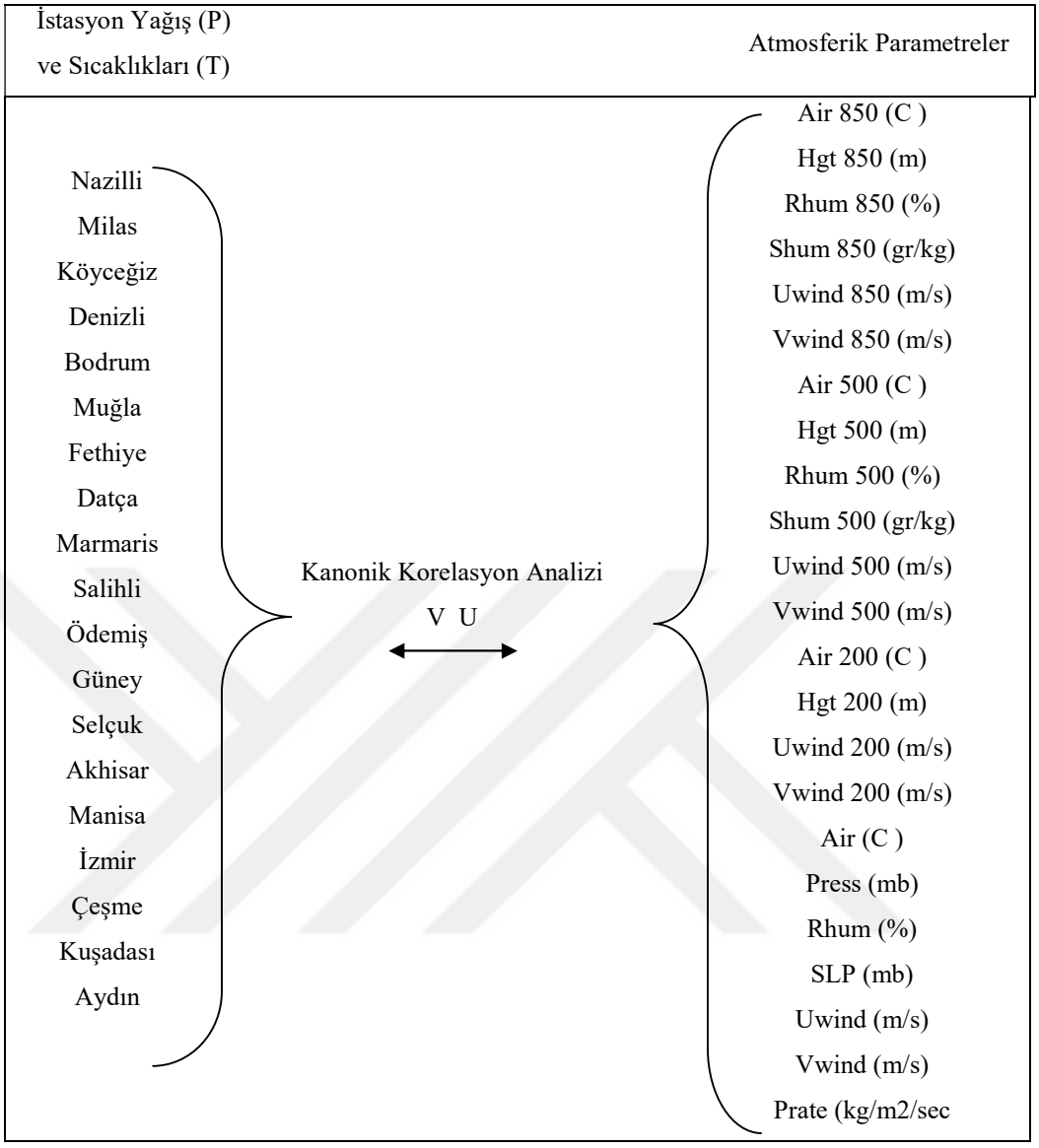
En yüksek korelasyona sahip (u_1, v_1) çiftinden başlayarak korelasyon değeri giderek azalacak şekilde (u_2, v_2), (u_3, v_3),…, (u_r, v_r) kanonik varyete çiftleri elde edilir. Bu kanonik varyeteler birbirleri arasında bağımsızdırlar (Shabbar ve Barnston, 1996; Busuioc, Tomozeiu ve Cacciamani, 2008)

Kanonik korelasyon analizinin sonuçlarının yorumlamasında farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Kanonik varyete içerisindeki kanonik ağırlıklar diğer adıyla standartlaştırılmış ağırlıkların işaret ve büyüklüğünden bilgi sağlanabilmektedir (Huth, 1999; Weenink, 2003). Ağırlığı büyük olan değişkenler büyük katkıda bulunurken, küçük ağırlıklı değişkenler daha az katkıda bulunmaktadır. İşaretleri birbirleri ile aynı olan değişkenler birbirleri ile aynı yönde bir ilişki gösterirken ters işaretli değişkenler arasında ters bir ilişki mevcuttur.

Değişken kümelerindeki değişkenler ile kümenin varyetesi arasındaki korelasyonu tanımlayan kanonik yükleri incelemek kanonik korelasyon analizinin yorumlanmasında diğer bir yöntemdir. Kanonik yük değeri ne kadar büyük olursa kanonik varyetenin hesaplanmasındaki önemi o kadar yüksek olur (Rencher, 2001).

Kümedeki değişkenlerin diğer kümenin kanonik varyetesi ile arasındaki korelasyonu ifade eden kanonik çapraz yükleri incelemek kanonik korelasyon analizinin yorumlanmasında son seçenektir. Özellikle değişken setleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde kanonik çapraz yüklerin incelenmesi daha iyi sonuç vermektedir. Kanonik ağırlıklar, kanonik yükler ve çapraz kanonik yüklerin incelenmesinin yanı sıra kanonik korelasyon analizin sonuçlarına ilave katkı sağlaması için değişken kümelerindeki değişkenler arasındaki korelasyonlar da incelenebilir. (Barnett ve Preisendorfer, 1987; Barnston ve Ropelewski, 1991).

Sunulan tez kapsamında, kanonik korelasyon analizi ile 19 adet istasyonun yağış ve sıcaklıklarını aynı anda açıklayan 23 adet atmosferik parametre arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Şekil 3.2 de kanonik korelasyon analizi şematize edilmiştir. Analize ilişkin bulgular ve değerlendirmeler Bölüm 4'de sunulmaktadır.



Şekil 3.2 Kanonik korelasyon analizi şematik gösterimi

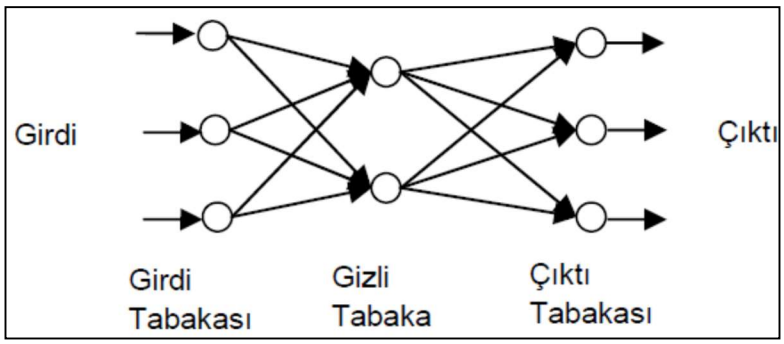
3.3 Yapay Sinir Ağları ile Ölçek İndirgeme

Atmosferik süreçleri tanımlayan bağımsız değişkenlerinin hem kendi aralarındaki hem de lokal ölçekte gözlenen yağış ve sıcaklıklar arasındaki ilişkileri son derece kompleks yapılara sahiptir (Dibike ve Solomatine, 1999; Rajurkar, Kothyari ve Chaube, 2002; Jeong ve Kim, 2005). Bu nedenle, doğrusal olmayan ilişkileri iyi bir şekilde modelleyebilmesi nedeni ile yapay sinir ağları son yıllarda birçok araştırmacı tarafından ölçek indirgeme ilişkilerinin kurulmasında kullanmaktadır (Jeong ve Kim, 2005; Vos ve Rientjes, 2005; Mendes ve Marengo, 2010).

Sunulan tez kapsamında da çalışma sahasındaki istasyonların yağış ve sıcaklıklarını açıklayan atmosferik parametreler kanonik korelasyon analizi ile seçildikten sonra, bu parametreler ile istasyonların yağış ve sıcaklıkları arasında yapay sinir ağları kurulmuş ve istasyon yağış ve sıcaklıkları kurulan ağlar yardımıyla tahmin edilmiştir.

Yapay sinir ağları (YSA), ilk olarak Mc Colloch ve Pitts tarafından 1943 yılında ilk fonksiyonel nöronun tarifi ile gündeme gelmiştir. 1949'da Donal Hebb sinirler arası bağlantılarda bilginin saklanabileceğini keşfetmiş ve 1958'lerde Rosenblatt nöron benzeri bir kavram sunmuştur. Takip eden süreçte Amari (1972), Anderson (1977), Kohonen (1977), Fukushima (1980), ve Hopfield (1984) YSA üzerinde çalışmalar yapmışlardır.

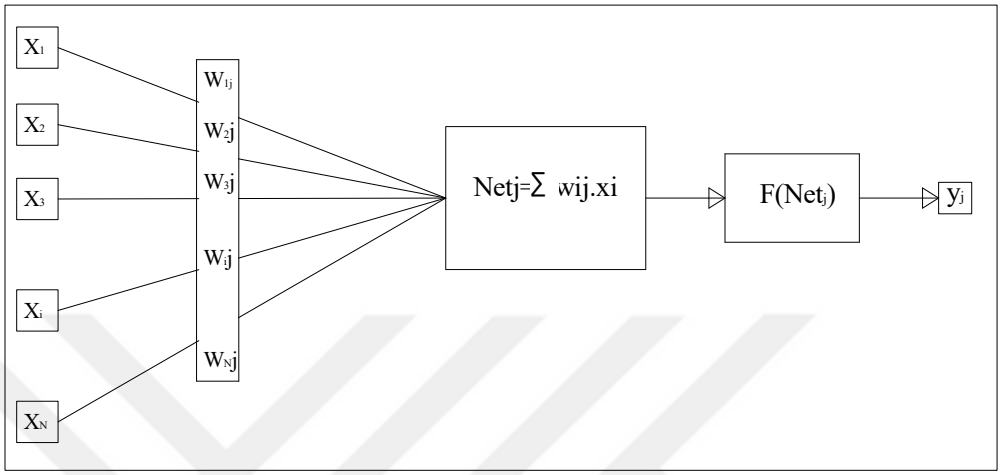
Yapay sinir ağları, Şekil 3.3 deki gibi birbirine paralel ve bağlı olarak çalışan girdi, ara tabaka (gizli katman) ve çıktı tabakasından oluşan yapay sinir hücrelerinden meydana gelmektedir. Birinci katman giriş katmanı, son katman çıkış katmanı ve bu katmanlar arasındaki diğer katmanlar ise gizli katman ya da ara katman olarak adlandırılmaktadır. Bir ağ birden fazla ara katmandan oluşabilmektedir. Bir yapay sinir ağında kaç ara katman ve her bir ara katmanda kaç adet sinir hücresi olacağı ise ele alınan probleme göre değişmekte ve genellikle de deneme-yanılma yoluyla belirlenmektedir (Haykın,1994).



Şekil 3.3Yapay sinir ağ yapısı.

Yapay sinir ağlarında bulunan katmanlardaki elemanlara hücre, nöron yada süreç elemanı da denilmektedir. Bu hücreler, girdiler, ağırlıklar, aktivasyon fonksiyonu,net

fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere beş temel bileşenden oluşmaktadır (Fıstıkoğlu, Özkul ve Elçi, 2011).Şekil 3.4 de görüldüğü üzere,bir nörona N tane x_i girdisinin ağırlıklı w_{ij} toplamı alınıp, bu toplamı doğrusal olmayan bir *f (*net)fonksiyonundan geçirerek bir y_j çıktısı üretilmesi amaçlanır (Ülker ve Civalek, 2002, Tayfur, 2012).



Şekil 3.4 YSA hücre yapısı, girdiler, ağırlıklar, net değeri ve aktivasyon fonksiyonu

Ağın girdi ve çıktı tabakalarındaki hücre sayıları, bağımsız değişkenler olan problemin girdileri ile bağımlı değişkenler olarak adlandırılan çıktıların sayıları kadardır. Bağımsız değişkenlerin ağ içerisindeki etkinlikleri ve önemi ise ağırlık katsayılarıyla belirlenmektedir. Kurulan ağın girdilerini çıktılara dönüştürme kabiliyeti, ağın zekâsı ve öğrenme becerisi bu ağırlık katsayılarının doğru belirlenmesine bağlıdır (Fıstıkoğlu, Özkul ve Elçi, 2011).

Bir hücrenin net girdilerini o hücrenin ağırlıklı girdilerinin toplamı, çarpımı,minimumu veya maksimumu oluşturur.Bir hücreye giren bu net girdiler bir aktivasyon fonksiyonu yardımıyla çıktılara dönüştürülür ve bu çıktılar bir başka hücrenin girdisini ya da kurulan ağın son çıktısını oluşturabilir.

Girdileri çıktıları dönüştüren aktivasyon fonksiyonu doğrusal ya da doğrusal olmayan fonksiyonlar olabilmektedir. Uygulamalarda en çok tercih edilen aktivasyon fonksiyonu,0-1 tanım aralığında olan sigmoid aktivasyon fonksiyonudur. Ancak sigmoid fonksiyonu dışında hiperbolik tanjant, step, gauss gibi farklı fonksiyon türleri de kullanılmaktadır (Haykın, 1994; HSU, Gupta ve Sorooshian, 1995;

Govindaraju ve RAO, 2000). Denklem 3.1 de sigmoid fonksiyonu kullanılması halinde hücre çıktısı verilmektedir.

$$F(net) = \frac{1}{1+e^{-net}} \tag{3.1}$$

Yukarıda genel özelikleri ile bahsedilen YSA' nın girdileri çıktılara dönüştüren mekanizması denklem 3.2 sunulmuştur.

$$y_k = f_2\{\sum_{j=1}^{k}[f_1\left(\sum_{i=1}^{N} x_i\, v_{ij} + w_j\right)]w_{jk} + w_k \tag{3.2}$$

Denklem 3.2 de,

x_i :i=1 den n'e kadar ağın girdilerini

w_{ij} :girdi katmanı ile gizli katman arasındaki ağırlıkları,

w_j : girdi katmanı ile gizli katman arasındaki yanlılık terimlerini,

f_1 :girdi katmanı ile gizli katman arasındaki aktivasyon fonksiyonunu,

f_2 :çıktı katmanı ile gizli katman arasındaki aktivasyon fonksiyonunu,

j :gizli katmanın hücre sayısını,

n :girdi katmanının hücre sayısını,

k :çıkış katmanının hücre sayısını,

w_{jk} :çıktı katmanı ile gizli katman arasındaki ağırlıkları,

w_k :çıktı katmanı ile gizli katman arasındaki yanlılık terimlerini göstermektedir.

Yapay sinir ağlarının eğitim aşamasında gözlenmiş bir girdi-çıktı seti kullanılarak gözlenmiş sonuçlar ile ağdan elde edilen sonuçlar arasındaki hatalar kabul edilebilir bir düzeye indirilinceye kadar ağırlık katsayıları değiştirilir. Değiştirilen ağırlık katsayılarına göre ağın genelleme yeteneği sürekli kontrol edilerek, verilen girdi ve çıktıları ezberlemesine engel olunmalıdır. Çünkü ağ, girdi ve çıktıları ezberleyerek aşırı öğrenme durumunda kalırsa ağırlıklar başka bir veri setiyle test edildiğinde kötü sonuçlar verecektir (Haykın, 1994; Tayfur, 2012).

Oluşturulan ağın öğrenme aşamasında kullanılmak üzere birçok algoritma geliştirilmiştir. Momentum terimli geriye yayılım algoritması, radyal tabanlı

algoritmalar, genelleştirilmiş regresyon algoritmaları bu algoritmaların birkaçıdır (Tayfur, 2012).

Tez kapsamında Levenberg-Marquardt öğrenme algoritmasından yararlanılmıştır. Bu algoritma Gradyen/Newton algoritması gibi algoritmaların en iyi özelliklerinden oluşur. Newton yöntemlerinde ise,en önemli aşama Hessian matrisini elde etmektir. Denklem 3.3'de sunulan Hessian matrisi, ağın ağırlıklarına göre elde edilen performans fonksiyonunun ikinci derece türevidir.

$$\Delta w = -[\nabla^2 P(w)]^{-1} \nabla P(w) \tag{3.3}$$

Denklem 3.3'de P(w) performans fonksiyonunu, $\nabla P(w)$ ağın gradyanını, w ağın ağırlıklarını $\nabla^2 P(w)$ ise Hessian matrisini tanımlamaktadır. Denklem 3.4 de sunulan performans fonksiyonu ileri beslemeli ağların genelinde hata kareler toplamını ifade etmekte ve e(w) hata kareler vektörünü göstermektedir

$$P(w) = \sum_{i=1}^{n} e_i^2(w) \tag{3.4}$$

Ağın gradyanı ve Hessian matrisi ise sırasıyla denklem 3.5 ve 3.6 de sunulmuştur.

$$\nabla P(w) = J^T(w) e(w) \tag{3.5}$$

$$\nabla^2 P(w) = J^T(w) J(w) + S(w) \tag{3.6}$$

$$S(w) = \sum_{i=1}^{N} e_i(w)\, \nabla^2 e_i(w) \tag{3.7}$$

Newton çözümlemesi yapıldığında denklem 3.7 deki $S(w) \approx 0$ olmakta ve denklem 3.8 deki şekle dönüşmektedir.

$$\Delta(w) = -[J^T(w) J(w)]^{-1} J^T(w) e(w) \tag{3.8}$$

Denklemdeki J matrisi,ağ hatalarının ağırlıklarına göre birinci mertebe türevlerinden elde edilen Jakobien matrisini, $J^T(w)e(w)$ ise ağın gradyanını tanımlamaktadır.

Böylece hesaplanan Hessian matrisinin tersi bulunarak ağırlıklar yenilenebilmektedir. Çok karmaşık ve hesaplanması zor olan Hessian matrisinin kolaylaştırabilmek için Quasi–Newton yöntemlerine başvurulur. Bu yöntemlerde her iterasyonda Hessian matrisinin yaklaşık bir şekli elde edilir.

Quasi–Newton yöntemleri ile aynı şekilde, Levenberg – Marquardt algoritması da Hessian matrisinin yaklaşık bir şeklini kullanır (Hagan ve Menhaj, 1994). Levenberg – Marquardt algoritmasındaki μ Marquardt parametresi ve I birim matrisi denklem 3.8 deki hesabın içine katılarak, ağın ağırlıklarındaki vektörel değişim hesaplaması denklem 3.9 daki yeni şeklini alır.

$$\Delta(w) = -[J^T(w)J(w) + \mu I]^{-1}J^T(w)e(w) \tag{3.9}$$

Eğer μ sıfıra eşitse, bu yöntem Newton algoritması şeklini alırken eğer μ büyük bir sayı ise, küçük adımlı gradyen azalması yöntemine dönüşür. Performans fonksiyonunun azalmasına neden olan her tutarlı iterasyondan sonra μ azaltılır ve yalnızca deneme niteliğindeki bir iterasyonda performans fonksiyonunu yükseldiği gözlemlenirse bu durumda μ arttırılır (Coulibaly, Anctil ve Bobee, 2000).

Sunulan tez kapsamında uygulama sahasına ait atmosferik parametreler ile istasyonların yağış ve sıcaklıkları arasında detayları yukarıda verilen yapay sinir ağları kurulmuş ve istasyon yağış ve sıcaklıkları kurulan ağlar yardımıyla tahmin edilerek, büyük ölçekli atmosferik parametreler istasyon ölçeğine indirgenmiştir.

3.4 Yanlılık Düzeltmesi

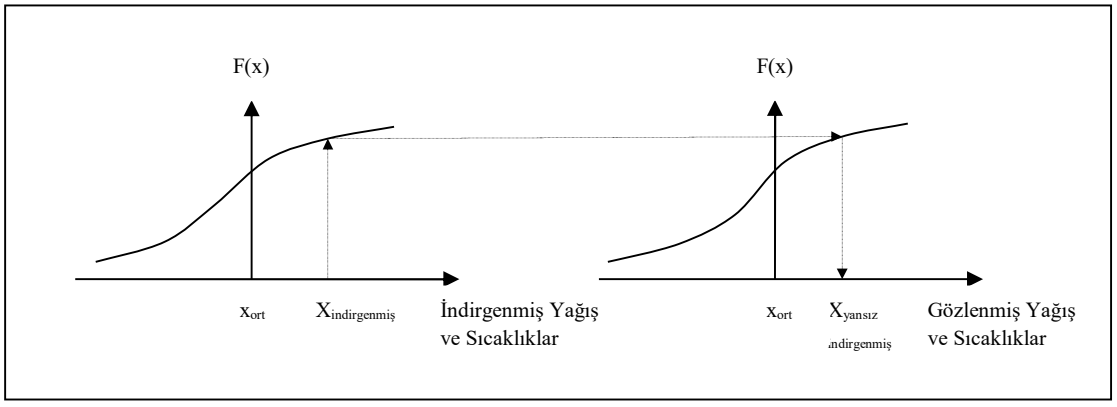
Yapay sinir ağları ile istasyon ölçeğindeki yağış ve sıcaklıklara dönüştürülen atmosferik parametrelerin içerdiği belirsizlikler ve kanonik korelasyon analizi ile bazı parametrelerin analiz dışında bırakılması, indirgenmiş yağış ve sıcaklıklar ile

gözlenmiş yağış ve sıcaklıklar arasında az da olsa farklara neden olmaktadır (Piani, Haerter ve Coppola, 2009; Ehret, Zehe, Wulfmeyer, Warrach-Sagi ve Liebert, 2012).

Yağış gibi alansal değişkenliği büyük olan bir meteorolojik sürecin tahminindeki yanlılık, sıcaklık gibi alansal değişkenliği nispeten daha az olan bir parametredeki yanlılığa kıyasla daha fazla olmaktadır (Christensen, Boberg, Christensen, ve Lucas-Picher, 2008; Li, Sheffield ve Wood, 2010). İndirgenmiş yağış ve sıcaklıklarda oluşan bu yanlılıkların gözlenmiş veriler esas alınarak düzeltilmesi sonuçların tutarlılığı açısından büyük önem arz etmektedir. Tez kapsamında bu düzeltmeyi yapmak amacıyla yanlılık düzeltmesi yöntemi kullanılmış ve yöntemin akış şeması Şekil 3.5 ve 3.6 da sunulmuştur.



Şekil 3.5 Yanlılık düzeltmesi akış şeması



Şekil 3.6 Yanlılık düzeltmesi yönteminin diyagramı

Yanlılık düzeltmesi gözlenmiş ve indirgenmiş verilerin olasılık dağılımlarını kullanarak yapılmaktadır (Haerter, Hagemann, Moseley ve Piani, 2011; Bordoy ve Burlando, 2012). Aylık yağışlar için genelde gama olasılık dağılımı kullanılırken sıcaklıklar için normal dağılım tercih edilmiştir. Gama olasılık dağılımlarından denklem 3.10 da sunulan 2 parametreli gama dağılımı kullanılmıştır (Lizumi, Nishimori, Dairaku, Adachi ve Yokozawa, 2011; Kim, Michaela ve Dawei, 2014).

$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad ; x \geq 0 \; ; \alpha, \beta > 0 \tag{3.10}$$

Denklem 3.10 de;

- Γ : Gama fonksiyonu
- α : Şekil parametresi
- β : Ölçek parametresidir

Yanlılık düzeltmesinde yapay sinir ağlarından elde edilen indirgenmiş yağış ve sıcaklıkların kendi olasılık dağılım parametreleri kullanılarak olasılık değerleri hesaplanmış; hesaplanan bu olasılıklar gözlenmiş veri setinin olasılık dağılım parametreleri kullanılarak yanlılığı düzeltilmiş yağış ve sıcaklık serileri haline dönüştürülmüştür (Denklem 3.11).

$$X_{\text{yansız}} = F^{-1}[F(X_{ysa}\,; \alpha_{ysa};\, \beta_{ysa});\, \alpha_{göz}\beta_{göz}] \tag{3.11}$$

Denklem 3.11 da;

- F : İndirgenmiş yağış ve sıcaklıkların kümülatif dağılım fonksiyonunu
- F^{-1} : Gözlenmiş yağış ve sıcaklıkların ters kümülatif dağılım fonksiyonunu
- $X_{yansız}$: Yansız indirgenmiş yağış ve sıcaklık değerlerini
- X_{ysa} : Yapay sinir ağları yöntemiyle indirgenmiş yağış ve sıcaklık verilerini
- $\alpha_{ysa}\beta_{ysa}$: İndirgenmiş değerlerin olasılık dağılımı parametrelerini
- $\alpha_{göz}$, $\beta_{göz}$: Gözlenmiş değerlerin olasılık dağılımı şekil parametrelerini ifade etmektedir.

BÖLÜM DÖRT
UYGULAMA

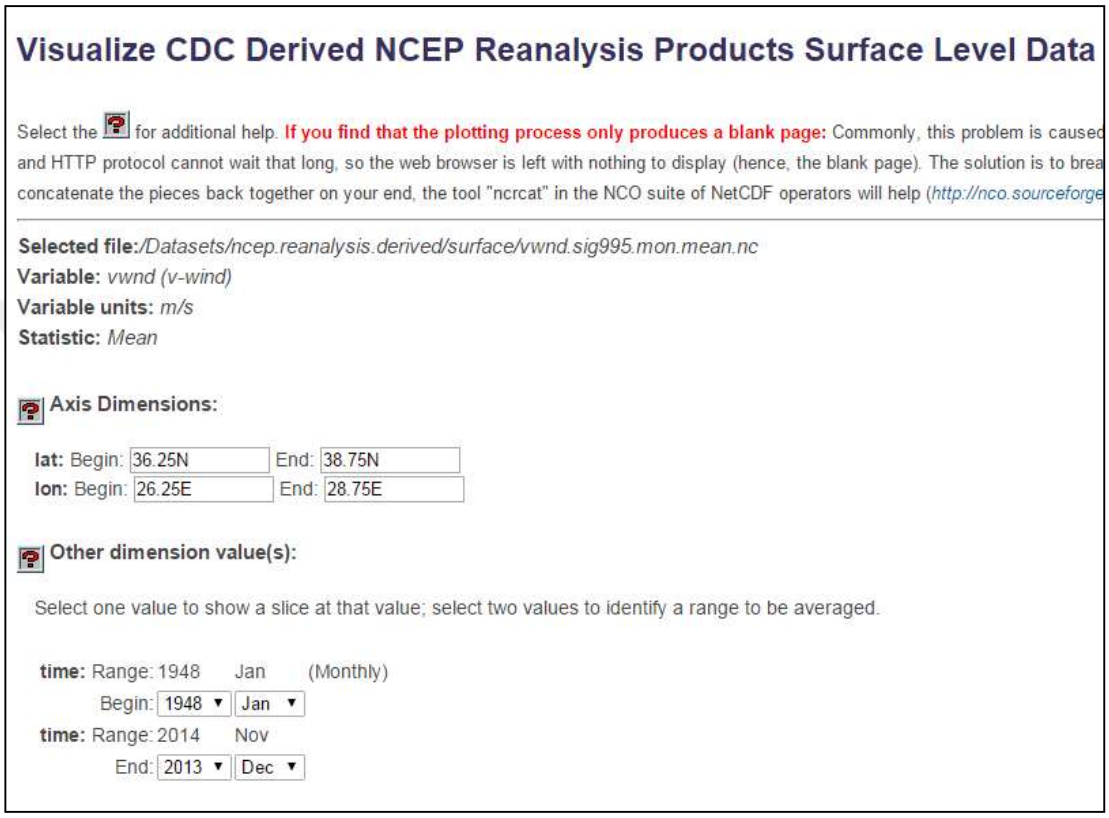
4.1 Veri Temini ve Düzenlenmesi

Çalışma kapsamında, tahminleyici değişken olarak seçilen NCEP-NCAR atmosferik parametrelere ait veriler http://www.esrl.noaa.gov adresindeki veri portalı aracılığı ile temin edilmiştir. Çalışma alanını kapsayan NCEP-NCAR hücresinin enlem ve boylam (37,5 ; 27,5) değerlerine bağlı olarak 200mb, 500mb ve 850mb basınç yüksekliklerine karşılık gelen atmosferik katmanlar ile arazi yüzeyindeki atmosferik parametreler, 1948 yılından 2013 yılına kadar olan dönem için aylık bazda düzenlenmiştir. Çalışmada kullanılan parametreler ve açıklamaları Tablo 4.1 de özetlenmektedir.

Tablo 4.1 37,5 - 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridi için temin edilen 23 adet atmosferik parametre

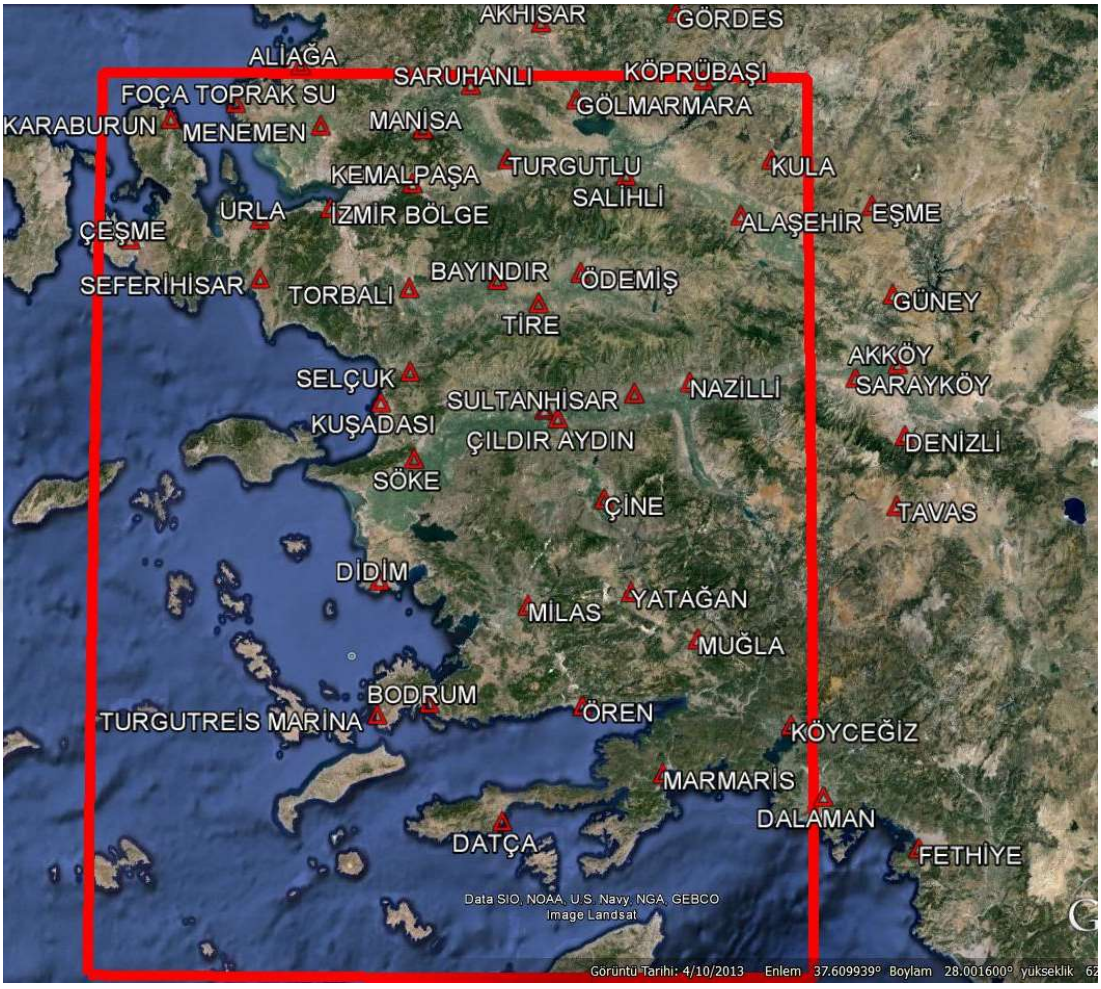
Atmosferik katmanlar (Basınç seviyeleri)			
Yüzey	**850mb**	**500mb**	**200mb**
Air (°C)	Air 850 (°C)	Air 500 (°C)	Air 200 (°C)
-	Hgt 850 (m)	Hgt 500 (m)	Hgt 200 (m)
Rhum (%)	Rhum 850 (%)	Rhum 500 (%)	-
-	Shum 850 (gr/kg)	Shum 500 (gr/kg)	-
Uwind (m/s)	Uwind 850 (m/s)	Uwind 500 (m/s)	Uwind 200 (m/s)
Vwind (m/s)	Vwind 850 (m/s)	Vwind 500 (m/s)	Vwind 200 (m/s)
Press (mb)	-	-	-
SLP (mb)	-	-	-
Prate (mm/ay)	-	-	-
Air: Hava sıcaklığı Hgt: Geopotansiyel yükseklik Rhum: Nispi nem Shum: Spesifik Nem		Uwind: Rüzgar hızının U bileşeni Vwind: Rüzgar hızının V bileşeni Press: Basınç SLP: Deniz Seviyesi Basıncı Prate: Yağış	

Şekil 4.1'de 37,5 ; 27,5 koordinat merkezli 2.5^0 x 2.5^0 çözünürlüklü NCEP-NCAR gridinin arazi yüzeydeki Vwind (m/s) parametresinin 1948-2013 dönemi için aylık ortalamalarının temin edildiği portal arayüzü veri temin çalışmalarına örnek olarak verilmektedir.



Şekil 4.1 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridinin yüzeydeki Vwind (m/s) parametresinin 1948-2013 dönemindeki aylık ortalamalarının temin edildiği arayüz örneği (http://www.esrl.noaa.gov)

NCEP-NCAR hücresinin kapsadığı coğrafi alan, Kuzey Ege, Gediz, Küçük Menderes ve Büyük Menderes havzaları ile kesişmektedir. Bu alandaki meteoroloji istasyonlarına ait aylık yağış ve sıcaklık verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden (DMİ) 1948-2013 yıllarını kapsayacak şekilde temin edilmiştir. Söz konusu çalışma alanı ve çevresindeki 49 meteoroloji istasyonunun konumları ile NCEP-NCAR hücresinin kapsama alanı Şekil 4.2'de verilmektedir.

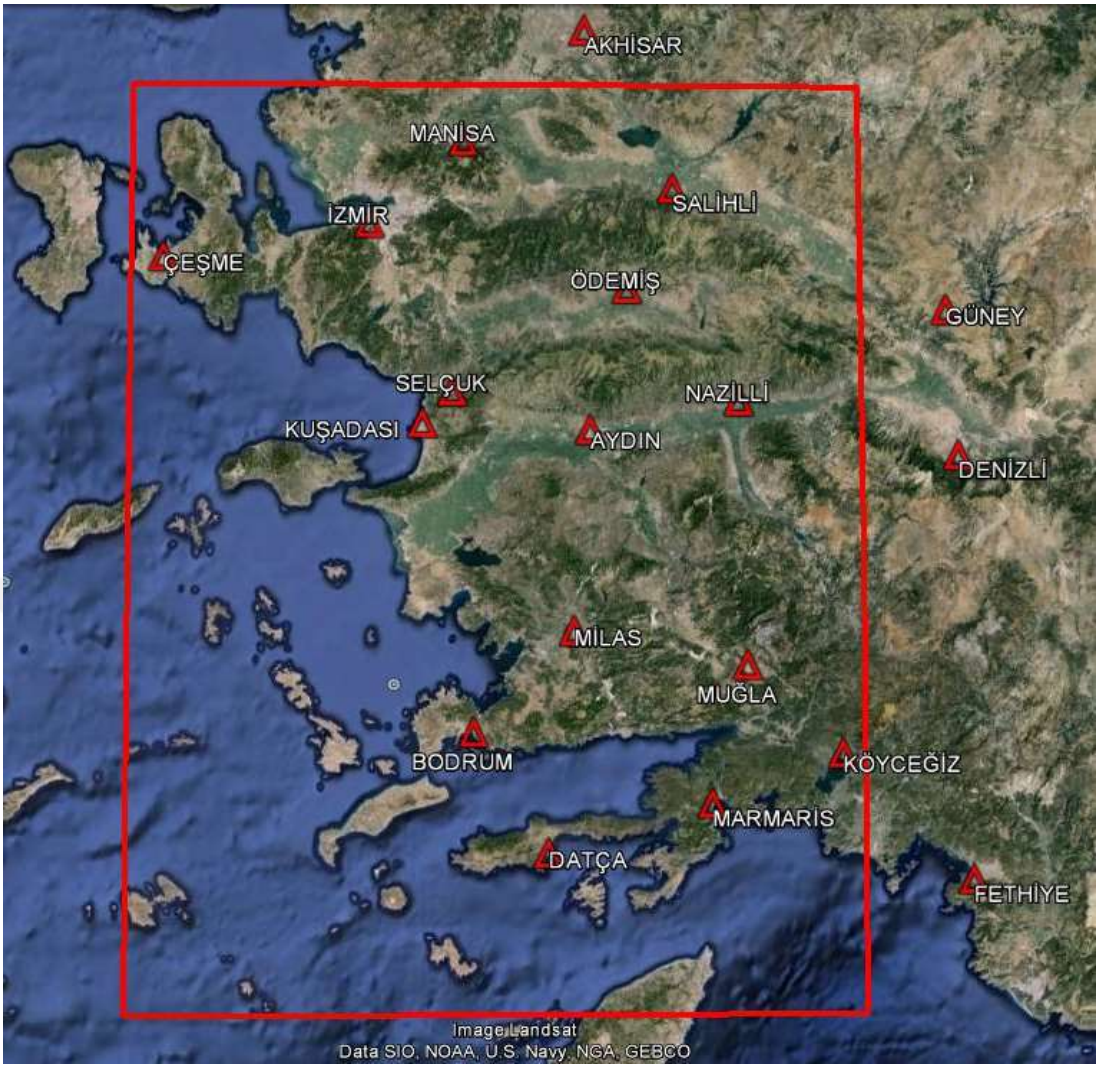


Şekil 4.2 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridiiçerisinde ve civarında bulunan DMİ meteoroloji istasyonları

DMİ den temin edilen 49 adet istasyonun verileri, gözlem sayıları ve periyotları açısından incelenmiş ve çok kısa gözleme sahip ya da çok sayıda aksak gözlemi bulunan istasyonlar elenerek, çalışmalar toplam 19 adet meteoroloji istasyonunun verileri ile 1965-2013 dönemi için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan istasyonların listesi ve konumları Tablo 4.2'de ve Şekil 4.3'de sunulmaktadır.

Tablo 4.2 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridi içerisinde seçilen DMİ meteoroloji istasyonları

Havzalar	Bölge	İstasyon
• K. Ege • Gediz • B. Menderes • K. Menderes • B. Akdeniz	Antalya	Köyceğiz
		Marmaris
		Milas
		Muğla
		Bodrum
		Datça
		Fethiye
	İzmir	Akhisar
		Manisa
		Salihli
		Çeşme
		İzmir
		Ödemiş
		Selçuk
		Aydın
		Kuşadası
		Nazilli
	Afyon	Denizli
		Güney



Şekil 4.3 37,5 ; 27,5 merkezli NCEP-NCAR gridi içerisinde ve çevresinde seçilen 19 meteoroloji istasyonu

Seçilen meteoroloji istasyonlarının 1965-2013 dönemi içerisindeki birkaç aya ait eksik gözlemler, ölçek indirgeme yöntemlerinin sonuçlarına etki etmemesi için çevre istasyonlardan tamamlanmamış, bu aylar çalışma dışı tutularak, bu aylardaki NCEP-NCAR atmosferik veriler değerlendirmeye alınmamıştır.

4.2 Atmosferik Parametrelerin Seçimi

İstatistiksel ölçek indirgeme yöntemlerinin ilk aşaması, yerel iklimi açıklayan atmosferik parametrelerin belirlenmesi aşamasıdır. Ölçek indirgeme sürecinin başarısı, seçilen atmosferik parametrelerin bölgenin yağış ve sıcaklıklarını ne oranda açıklayabildikleri ile doğrudan ilişkilidir. Yetersiz seçilen parametreler kötü yağış ve sıcaklık tahminlerine neden olabileceği gibi, gereğinden fazla parametre belirlenmesi halinde de ilgisiz bir parametrenin yaratacağı belirsizlik artışı söz konusu olacaktır. Bu nedenle, bölgesel yağış ve sıcaklıkları açıklayan yeter sayıdaki atmosferik parametrenin belirlenmesi, parametre seçim sürecinin temel amacını oluşturmaktadır.

Çalışmada, seçilen 19 istasyonun yağış ve sıcaklıklarını aynı anda açıklayabilen atmosferik parametrelerin seçimi, Yöntem bölümünde detayları açıklanan kanonik korelasyon analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde bölge yağışları ve sıcaklıkları için ayrı ayrı parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

4.2.1 Yağış İçin Atmosferik Parametrelerin Belirlenmesi

1965-2013 dönemi için belirlenen 23 adet NCEP-NCAR atmosferik parametre ile aynı döneme ait 19 meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağışları (mm) kanonik korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analizlerde, açıklayıcı bağımsız parametreler (X) NCEP-NCAR atmosferik parametreleri olup, açıklanan bağımlı parametreler (Y) ise 19 istasyona ait aylık toplam yağış gözlemleridir.

- X parametre seti, 1965-2013 dönemi NCEP-NCAR atmosferik parametreleri (Air 850 (C), Hgt 850 (m), Rhum 850 (%), Shum 850 (gr/kg) Uwind 850 (m/s), Vwind 850 (m/s), Air 500 (C), Hgt 500 (m), Rhum 500 (%), Shum 500 (gr/kg) Uwind 500 (m/s), Vwind 500 (m/s), Air 200 (C), Hgt 200 (m), Uwind 200 (m/s), Vwind 200 (m/s), Air (C), Press (mb), Rhum (%), SLP (mb) Uwind (m/s), Vwind (m/s) ve Prate (kg/m2/sec))
- Y yağış gözlem seti, 1965-2013 dönemi Nazilli, Milas, Köyceğiz, Denizli, Bodrum, Muğla, Fethiye, Datça, Marmaris, Salihli, Ödemiş, Güney, Selçuk,

Akhisar, Manisa, İzmir, Çeşme, Kuşadası ve Aydın istasyonlarının aylık gözlenmiş yağışlarıdır.

Kanonik korelasyon analizi X (514 x 23) ve Y (514 x 19) elemanlı değişkenler arasında gerçekleştirilmiş, ve U_1 (514x19), U_2,…. U_{19} ve V_1, V_2,…. V_{19} olmak üzere tüm kanonik değişkenler (kanonik fonksiyonlar) elde edilmiştir. 19 adet kanonik değişken çiftinin hesaplanan korelasyon katsayıları ve Tablo 4.3' de verilmektedir.

Tablo 4.3'de görüldüğü gibi, atmosferik parametrelerin doğrusal bir fonksiyonu olan 23 elemanlı U_1 kanonik değişkeni ile, bölgesel yağışı temsil eden 19 yağış verisinin doğrusal bir fonksiyonu olan V_1 kanonik değişkeni arasındaki en yüksek korelasyon 0,92 gibi yüksek bir değere sahiptir. Bir başka ifade ile birinci kanonik fonksiyonlardaki atmosferik parametrelerin ve yağışların ağırlık katsayıları iki kanonik değişken arasındaki belirsizliğin büyük bir kısmını açıklamaktadır. İkinci ve daha sonraki kanonik korelasyonun birden düşmesi, bu fonksiyonlara ait ağırlık katsayılarının iki olay arasındaki belirsizliği yeterince açıklayamadıklarını göstermektedir.

Tablo 4.3 Yağış parametresi için kanonik korelasyon katsayıları

r_1	0,924
r_2	0,602
r_3	0,518
r_4	0,406
r_5	0,375
r_6	0,337
r_7	0,309
r_8	0,296
r_9	0,271
r_{10}	0,230
r_{11}	0,202
r_{12}	0,180
r_{13}	0,159
r_{14}	0,143
r_{15}	0,125
r_{16}	0,062
r_{17}	0,057
r_{18}	0,048
r_{19}	0,036

Kanonik yükler, orijinal değişkenler ile kanonik değişkenler arasındaki korelasyon katsayısıdır. Kanonik yük aynı zamanda, kanonik değişkenin orijinal değişkenlerden hangi oranda etkilendiğini göstermektedir. Birinci kanonik değişken U_1 ile her atmosferik parametre (orijinal değişken) arasındaki korelasyonlar (kanonik yükler) hesaplandığında, kanonik değişkenin hangi parametreden en çok etkilendiği görülebilmektedir. Atmosferik parametrelerin, birinci kanonik değişkenle aralarındaki korelasyonlar büyüklük sırasına göre (Tablo 4.4) incelendiğinde bölgedeki yağışı açıklayan en önemli parametreler sıralanmaktadır.

Tablo 4.4 X veri seti ile U1 dizisi arasındaki kanonik korelasyon katsayıları (kanonik yükler)

	X Veri Seti	**r**
1	Prate mm/ay	0,859
2	Rhum 850 (%)	0,816
3	Hgt 500 (m)	-0,809
4	Rhum (%)	0,808
5	Rhum 500 (%)	0,773
6	Air 850 (C)	-0,772
7	Hgt 200 (m)	-0,766
8	Air 500 (C)	-0,757
9	Air (C)	-0,756
10	Vwind 850 (m/s)	0,752
11	Vwind (m/s)	0,693
12	Hgt 850 (m)	-0,670
13	Shum 850 (gr/kg)	-0,614
14	Uwind 850 (m/s)	0,595
15	Air 200 (C)	-0,496
16	Uwind 500 (m/s)	0,485
17	Vwind 500 (m/s)	0,484
18	Uwind (m/s)	-0,409
19	SLP (mb)	0,347
20	Vwind 200 (m/s)	-0,250
21	Press (mb)	0,246
22	Uwind 200 (m/s)	0,235
23	Shum 500 (gr/kg)	-0,120

Tablo 4.4'e göre, kanonik korelasyon analizleri neticesinde bölgesel yağışı açıklayan en yüksek kanonik yüke sahip (0,80 üzeri) ilk 4 parametre Prate, Rhum850, Hgt500 ve Rhum olarak belirlenmiştir. Kanonik yükler aynızamanda belirlenen açıklayıcı parametrelerden üçünün (Prate, Rhum850, Rhum) yağışlarla doğru orantılı olduğunu, birinin (Hgt500) ters orantılı olduğunu da göstermektedir.

4.2.2 Sıcaklık İçin Atmosferik Parametrelerin Belirlenmesi

Bir önceki bölümde yağışlar için gerçekleştirilen kanonik korelasyon analizi 1965-2013 dönemi için seçilen 23 adet NCEP-NCAR atmosferik parametre ile aynı döneme ait 19 meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklıkları (°C) arasında gerçekleştirilmiştir.

Analizde;

- X veri seti, 1965-2013 dönemi NCEP-NCAR atmosferik parametreleri ile (Air 850 (C), Hgt 850 (m), Rhum 850 (%), Shum 850 (gr/kg) Uwind 850 (m/s), Vwind 850 (m/s), Air 500 (C), Hgt 500 (m), Rhum 500 (%), Shum 500 (gr/kg) Uwind 500 (m/s), Vwind 500 (m/s), Air 200 (C), Hgt 200 (m), Uwind 200 (m/s), Vwind 200 (m/s), Air (C), Press (mb), Rhum (%), SLP (mb) Uwind (m/s), Vwind (m/s) ve Prate (kg/m2/sec))
- Y veri seti, 1965-2013 dönemi Nazilli, Milas, Köyceğiz, Denizli, Bodrum, Muğla, Fethiye, Datça, Marmaris, Salihli, Ödemiş, Güney, Selçuk, Akhisar, Manisa, İzmir, Çeşme, Kuşadası ve Aydın istasyonlarının aylık ortalama sıcaklıklarıdır.

Kanonik Kanonik korelasyon analizi sonucunda soncunda U_1 (514x19), U_2,…. U_{19} ve V_1 (514x19), V_2,…. V_{19} olmak üzere elde edilen kanonik korelasyonlar Tablo 4.5 de verilmektedir. Tablo 4.5'den de görüleceği üzere birinci kanonik değişkenler arasındaki korelasyon 0.998 iken, ikinci kanonik değişkenler arasındaki korelasyon 0.859 gibi yüksek bir değere sahiptir. Bir başka ifade ile, bölgesel sıcaklıkları, hem birinci kanonik fonksiyona ait katsayılarıyla, hem de az da olsa ikinci kanonik fonksiyon katsayılarıyla açıklamak mümkündür. Bu durum, kanonik fonksiyonlar içerisindeki tek bir parametrenin, bütün kanonik fonksiyonları yeterince açıklamasından kaynaklanmaktadır. Sıcaklık, bölgesel değişkenliği düşük bir parametre olduğu için, çalışma alanını temsil eden NCEP-NCAR gridine ait tek bir sıcaklık parametresi bölgenin tüm sıcaklık değişimini açıklamaya yeterli olmaktadır.

Tablo 4.5 Sıcaklık parametresi için kanonik korelasyon katsayıları

r_1	0,998
r_2	0,859
r_3	0,849
r_4	0,738
r_5	0,702
r_6	0,503
r_7	0,471
r_8	0,403
r_9	0,368
r_{10}	0,323
r_{11}	0,296
r_{12}	0,209
r_{13}	0,189
r_{14}	0,173
r_{15}	0,157
r_{16}	0,119
r_{17}	0,099
r_{18}	0,070
r_{19}	0,059

Bölgesel sıcaklığı ifade eden atmosferik parametreleri belirlemek için hesaplanan kanonik yükler (Tablo 4.6), sadece yüzeysel sıcaklık parametresinin bölge sıcaklıklarını açıklamak için yeterli olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.6 X veri seti ile U1 dizisi arasındaki kanonik korelasyon katsayıları (kanonik yükler)

	X Veri Seti	**r**
1	Air (C)	0,998
2	Air 850 (C)	0,993
3	Air 500 (C)	0,981
4	Hgt 200 (m)	0,976
5	Hgt 500 (m)	0,959
6	Rhum (%)	-0,944
7	Shum 850 (gr/kg)	-0,936
8	Rhum 500 (%)	-0,865
9	SLP (mb)	-0,751
10	Rhum 850 (%)	-0,737
11	Air 200 (C)	0,720
12	Press (mb)	0,657
13	Vwind (m/s)	0,643
14	Uwind (m/s)	-0,635
15	Vwind 850 (m/s)	0,626
16	Vwind 200 (m/s)	0,621
17	Prate mm/ay	0,587
18	Hgt 850 (m)	-0,502
19	Uwind 850 (m/s)	0,481
20	Uwind 500 (m/s)	0,370
21	Shum 500 (gr/kg)	-0,279
22	Vwind 500 (m/s)	0,154
23	Uwind 200 (m/s)	0,003

Alansal sıcaklıklar dikkate alındığında Kanonik Korelasyon analizleri neticesinde en yüksek kanonik yüke sahip ilk parametrenin (Air ((°C)) tek başına yeterli ve açıklayıcı parametre olduğu belirlenmiştir. Seçilen Air (°C) parametresi istasyon sıcaklıkları ile doğru orantılı olup son derece yüksek korelasyona sahiptir.

4.3 Ölçek İndirgeme Ağlarının Kurulması

Önceki bölümde, kanonik korelasyon analizi ile uygulama sahasının yağış ve sıcaklıklarını temsil eden atmosferik parametrelerin seçim süreci yer almaktadır. Bu bölümde ise, NCEP-NCAR grid çözünürlüğüne sahip bu atmosferik parametrelerin istasyon ölçeğinde yağış ve sıcaklıklara dönüşüm (ölçek indirgeme) süreci sunulmaktadır.

Bilindiği gibi lokal ölçekte yağış ve sıcaklıkların değişimi, pek çok atmosferik unsura ve bu unsurların yağış ve sıcaklıklar üzerindeki karmaşık ilişkilerine bağlıdır. Yapay sinir ağları, karmaşık yapıları bilinmeyen, çok boyutlu ve doğrusal olmayan bu ilişkilerin modellenmesinde son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır (Jeong ve Kim, 2005; Vos ve Rientjes, 2005; Mendes ve Marengo, 2010).

Sunulan çalışmada da, 19 istasyona ait bölgesel yağışlarla kuvvetli ilişkilere sahip Prate, Rhum850, Rhum ve Hgt500 parametreleri ile, sıcaklıkları açıklayan Air parametresi, detayları yöntem bölümünde verilen yapay sinir ağları yaklaşımı kullanılarak istasyon ölçeğindeki yağış ve sıcaklıklarına dönüştürülmüştür.

4.3.1 Noktasal Yağış Tahmini

İstasyon ölçeğindeki yağış tahminleri için kurulan yapay sinir ağının girdileri, 1965-2013 dönemine ait Rhum 850 (%), Hgt 500 (m), Rhum (%) ve Prate (kg/m2/sec) NCEP-NCAR atmosferik parametreleridir. Ağın çıktıları ise, yine aynı dönemde gözlenmiş Nazilli, Milas, Köyceğiz, Denizli, Bodrum, Muğla, Fethiye, Datça, Marmaris, Salihli, Ödemiş, Güney, Selçuk, Akhisar, Manisa, İzmir, Çeşme, Kuşadası ve Aydın istasyonlarının aylık yağış gözlemleridir.

1965-2013 dönemine ait ağın girdi ve çıktı verilerinden oluşan veri seti, %70'i ağın eğitiminde, %15'i ağın doğrulanmasında ve geriye kalan %15'i de ağın test edilmesinde kullanılmak üzere elemanları rastgele seçilmiş üç gruba ayrılmıştır.

Ağın gizli tabakadaki nöron sayısı, ağın eğitimi sırasındaki deneme yanılma yöntemi ile bulunmuş ve 10 nöronlü tek gizli tabakalı ağ yapısı en iyi sonuçları veren ağ yapısı olarak belirlenmiştir. Ağın eğitilmesinde, sınanmasında ve test edilmesinde, gözlenmiş yağışlarla, indirgenmiş yağışlar arasında elde edilen en iyi korelasyon değerleri ve en iyi ağların sonuçlarına ait yağışların karesel hataları Tablo 4.7' de özetlenmektedir.

Tablo 4.7 Ölçek indirgeme yapay sinir ağının eğitim, sınama ve test aşamalarında gözlenmiş ve indirgenmiş yağış arasında elde edilen korelasyon katsayıları ve ortalama karesel hatalar.

Ölçek İndirgeme Ağı	r	MSE
Eğitim	0,849	1520,8
Validasyon	0,864	1737,5
Test	0,818	1657,2

Tablo 4.7'den de görülebileceği gibi, 4 atmosferik parametre (Rhum 850, Hgt 500, Rhum ve Prate) ile 19 istasyona ait aylık yağışlarının elde edildiği yapay sinir ağının tahminleri gözlenmiş yağış değerleri ile kuvvetli doğrusal ilişkile sunmaktadır. Bu sonuç, kurulan ağ ile istasyonlara ait yağış tahminlerinin istatistiksel açıdan sağlıklı bir biçimde yapılabileceğini göstermektedir.

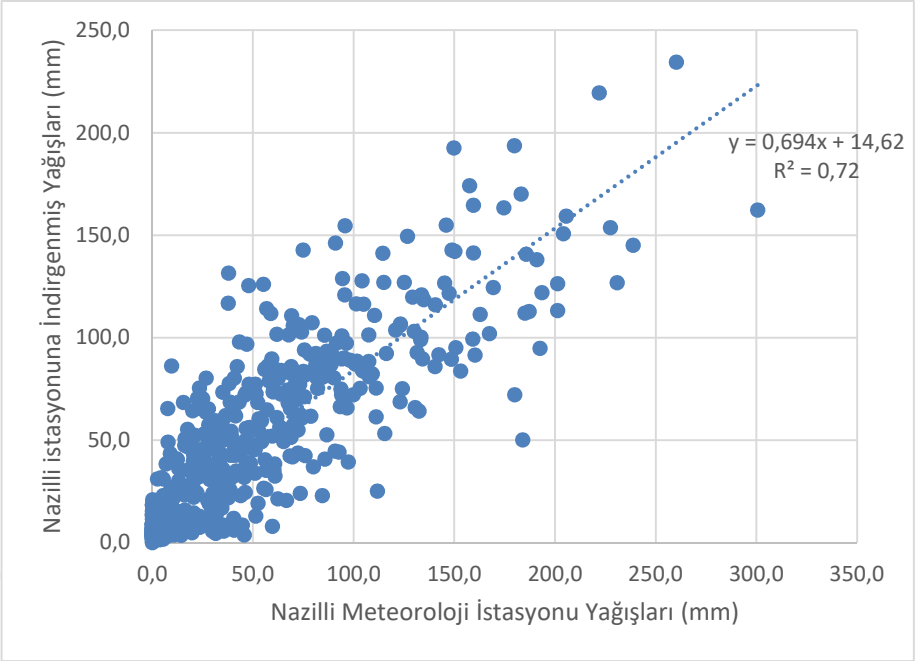
En iyi ağ yapısı için belirlenen ağırlık katsayıları kullanılarak, çalışma sahası için kurulan ağı yardımıyla 19 istasyonun yağışları tek tek tahmin edilmiş ve gözlenmiş değerlerle karşılaştırılarak her bir istasyona ait R^2 değeri ve ortalama karesel hataların karekökü değerleri hesaplanarak Tablo 4.8'de sunulmuştur. Tablo 4.8'de sunulan bu değerler incelendiğinde, çalışma sahasının tamamı için kurulan ölçek indirgeme ağının, bölgenin tamamındaki 19 istasyonun yağışlarını başarıyla belirleyebildiği görülmektedir.

Tablo 4.8 Yapay sinir ağı sonucu elde edilen noktasal yağış verileri ile gözlenmiş yağışlar arasındaki korelasyon değerleri ve ortalama karesel hataların karekökü

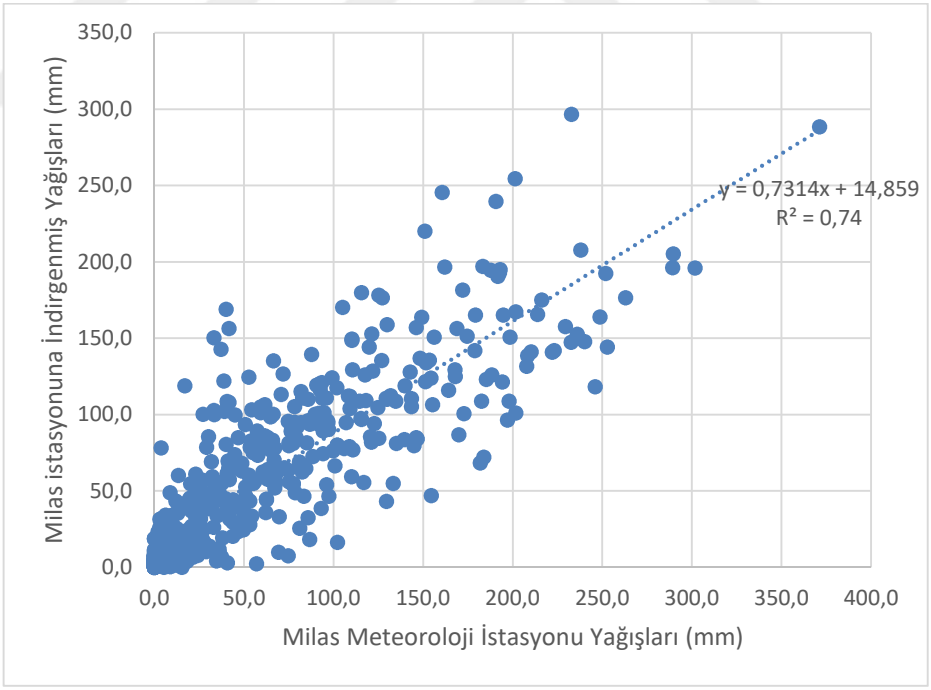
İstasyon	R^2	RMSE(mm/month)
Nazilli	0,72	28,16
Milas	0,74	34,40
Köyceğiz	0,70	59,09
Denizli	0,69	25,54
Bodrum	0,73	36,80
Muğla	0,75	55,72
Fethiye	0,70	48,66
Datça	0,66	42,25
Marmaris	0,69	68,55
Salihli	0,67	23,14
Ödemiş	0,72	28,01
Güney	0,68	26,04
Selçuk	0,72	35,59
Akhisar	0,63	31,35
Manisa	0,70	36,78
İzmir	0,68	38,51
Çeşme	0,65	35,12
Kuşadası	0,67	35,35
Aydın	0,72	30,04

Tablo 4.8'de verilen R^2 değerleri incelendiğinde grid merkezinden uzaklaştıkça R^2 değerlerinin azalmakta olduğu, bu noktalardaki istasyonların komşu gridlerin parametrelerinden etkilendikleri görülmektedir.

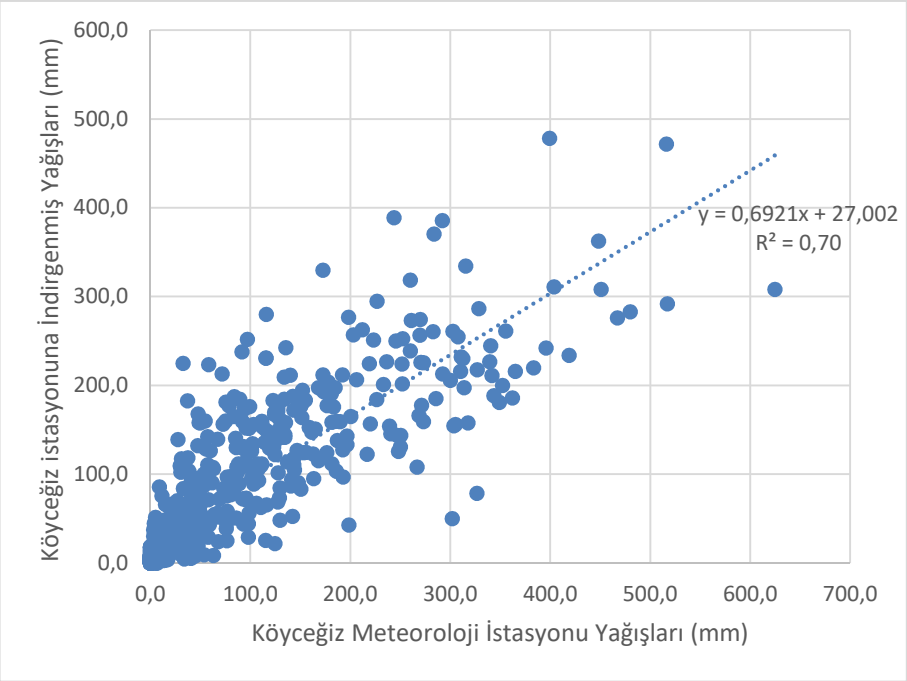
Ölçek indirgeme işlemi sonucunda elde edilen, 19 meteoroloji istasyonuna ait indirgenmiş yağış değerleri ile meteoroloji istasyonlarında gözlenmiş aylık yağışların saçılım grafikleri Şekil 4.4 ile Şekil 4.22 arasında sunulmaktadır.



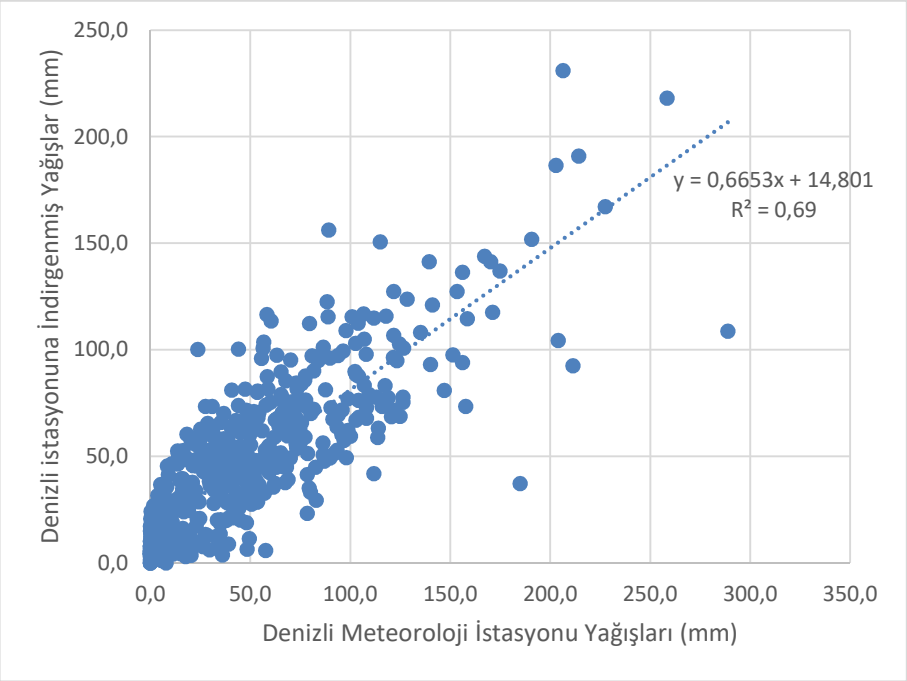
Şekil 4.4 Nazilli meteoroloji istasyon yağışları ile Nazilli istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



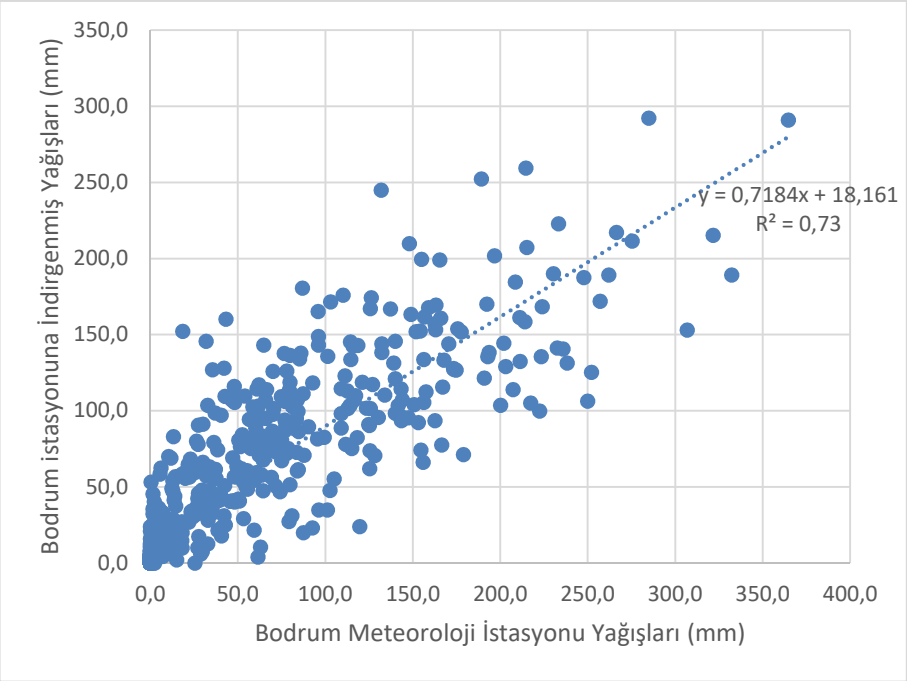
Şekil 4.5 Milas meteoroloji istasyon yağışları ile Milas istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



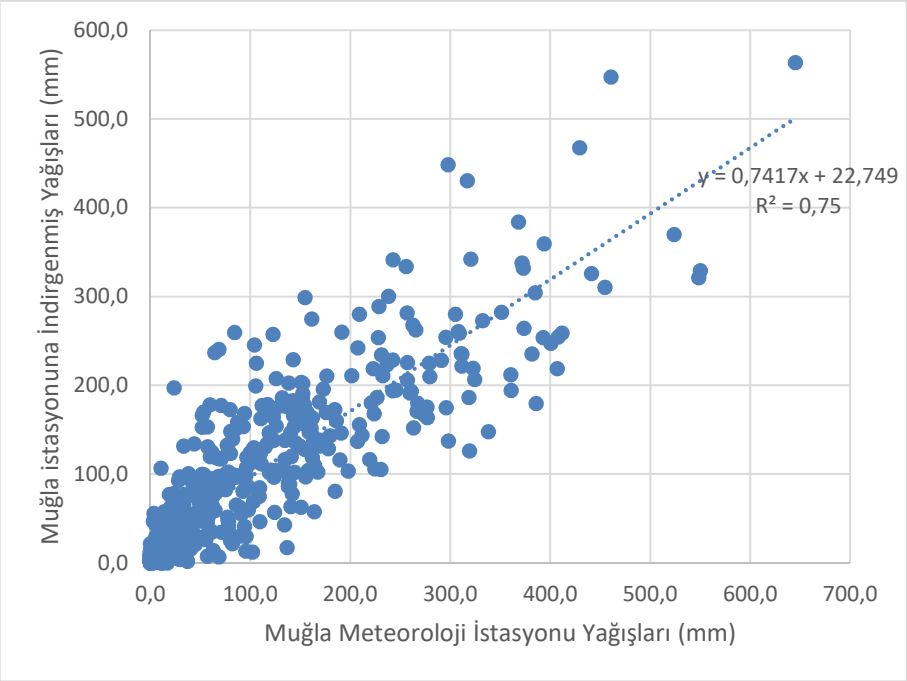
Şekil 4.6 Köyceğiz meteoroloji istasyon yağışları ile Köyceğiz istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



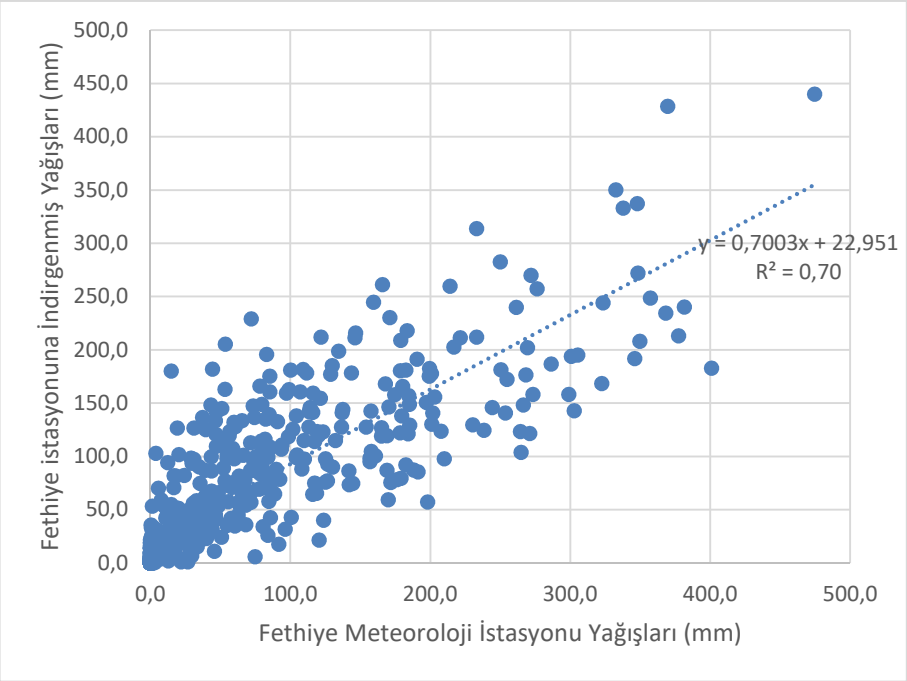
Şekil 4.7 Denizli meteoroloji istasyon yağışları ile Denizli istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



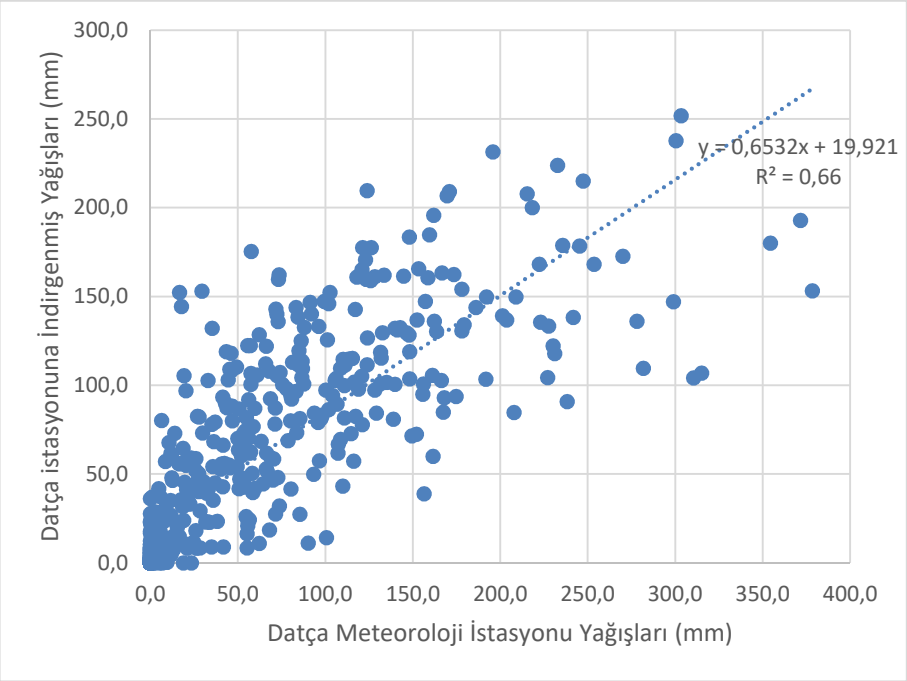
Şekil 4.8 Bodrum meteoroloji istasyon yağışları ile Bodrum istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



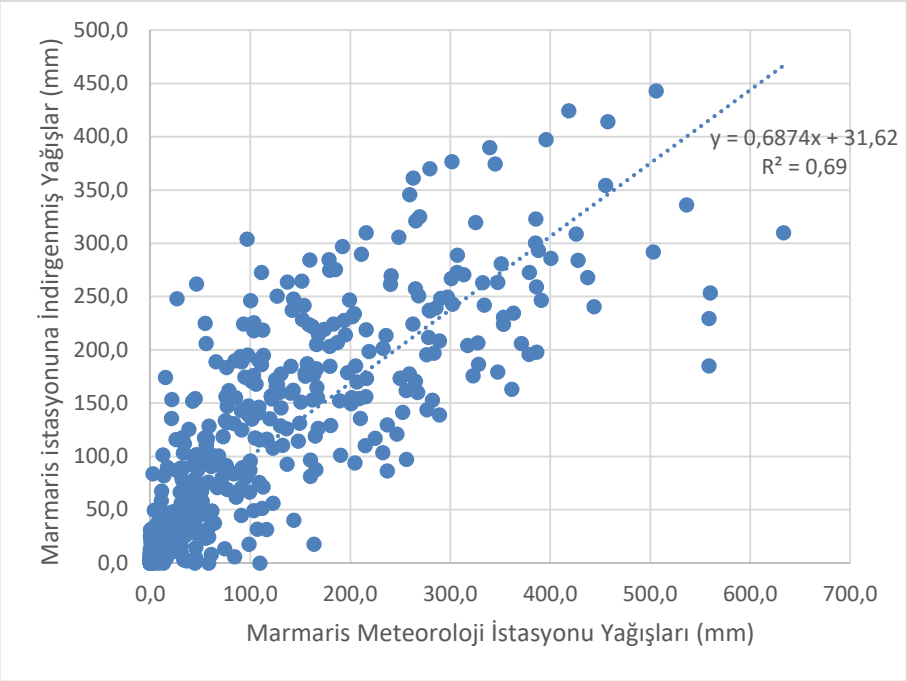
Şekil 4.9 Muğla meteoroloji istasyon yağışları ile Muğla istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



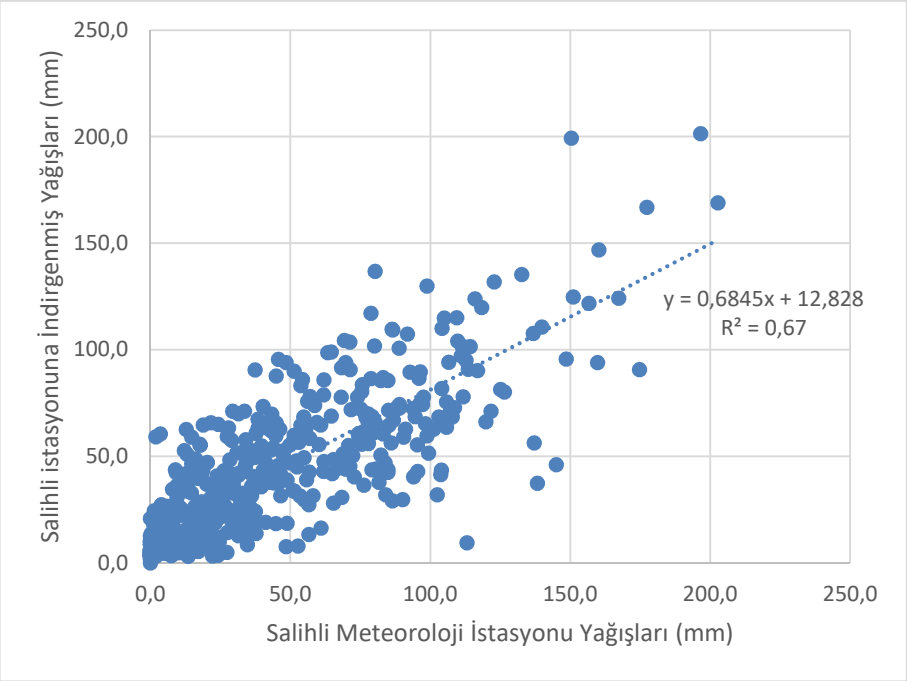
Şekil 4.10 Fethiye meteoroloji istasyon yağışları ile Fethiye istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



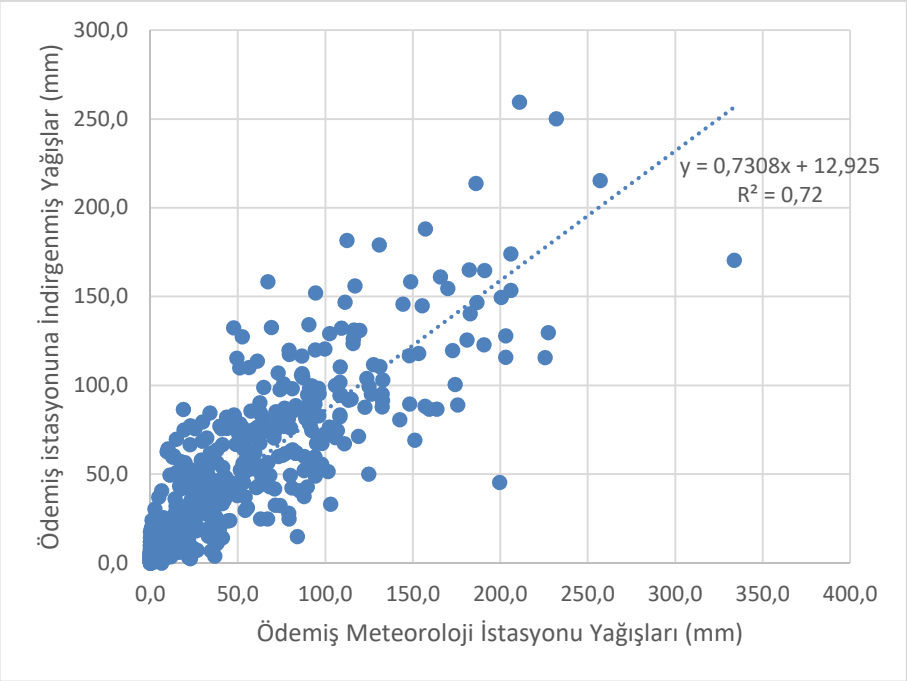
Şekil 4.11 Datça meteoroloji istasyon yağışları ile Datça istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



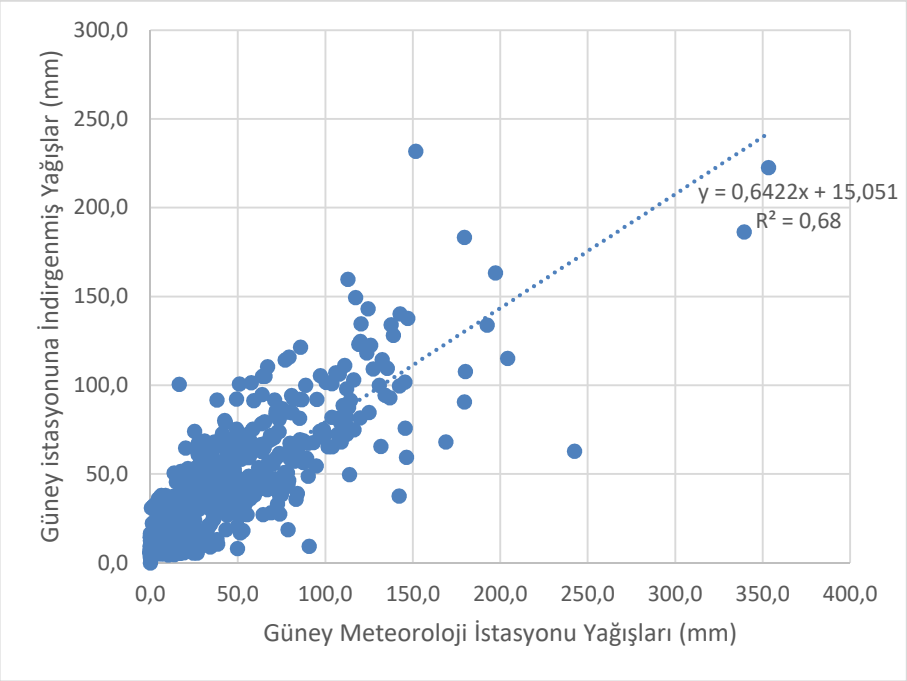
Şekil 4.12 Marmaris meteoroloji istasyon yağışları ile Marmaris istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



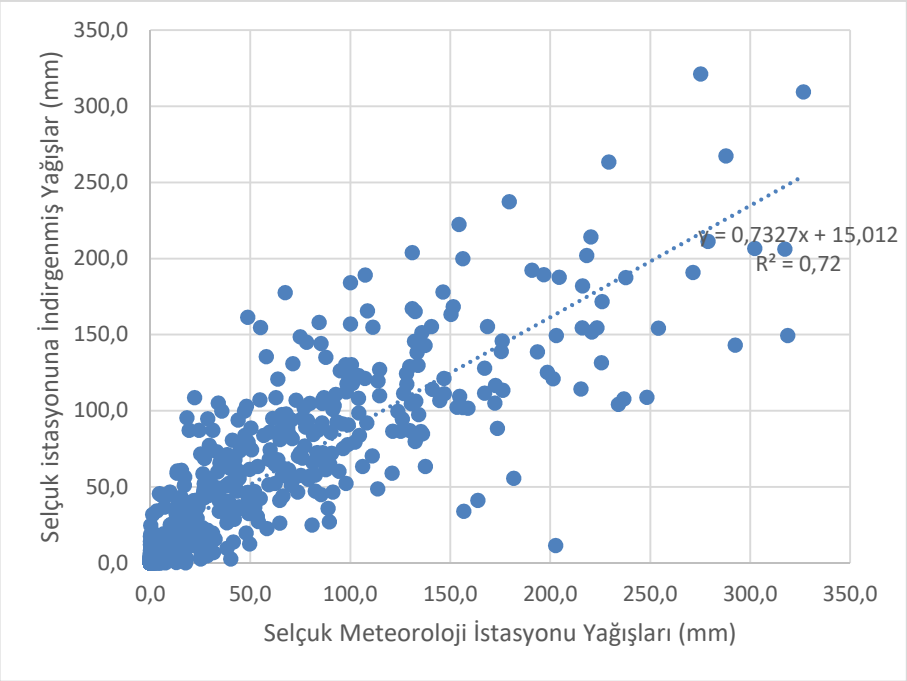
Şekil 4.13Salihli meteoroloji istasyon yağışları ile Salihli istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



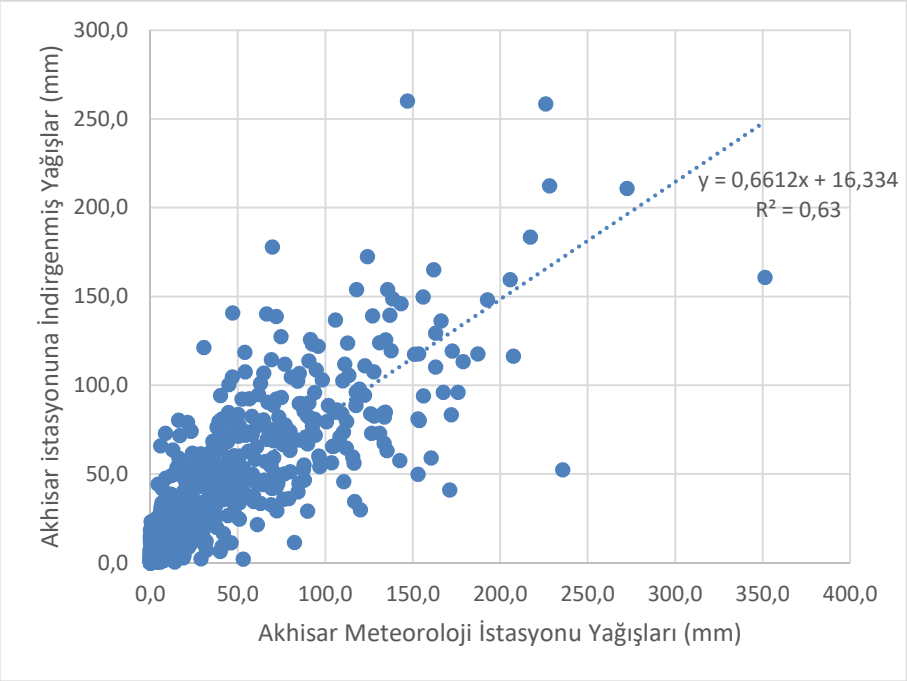
Şekil 4.14 Ödemiş meteoroloji istasyon yağışları ile Ödemiş istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



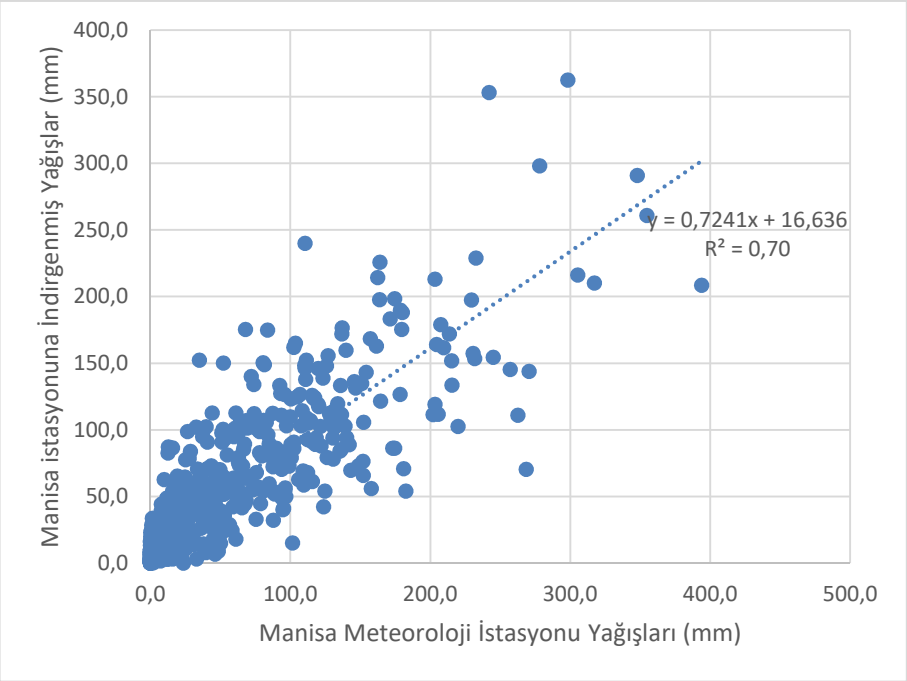
Şekil 4.15 Güney meteoroloji istasyon yağışları ile Güney istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



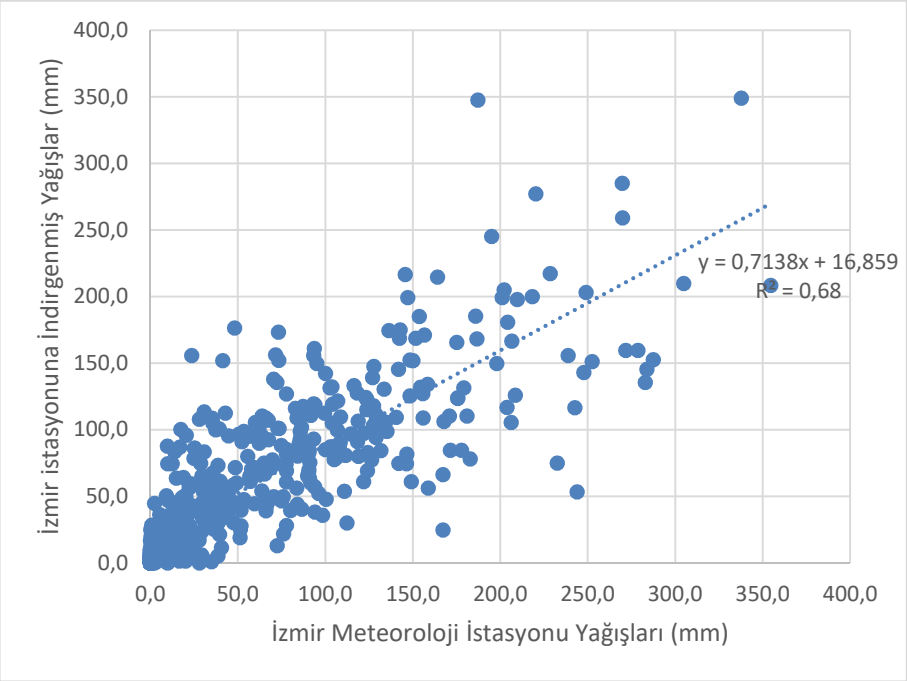
Şekil 4.16 Selçuk meteoroloji istasyon yağışları ile Selçuk istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



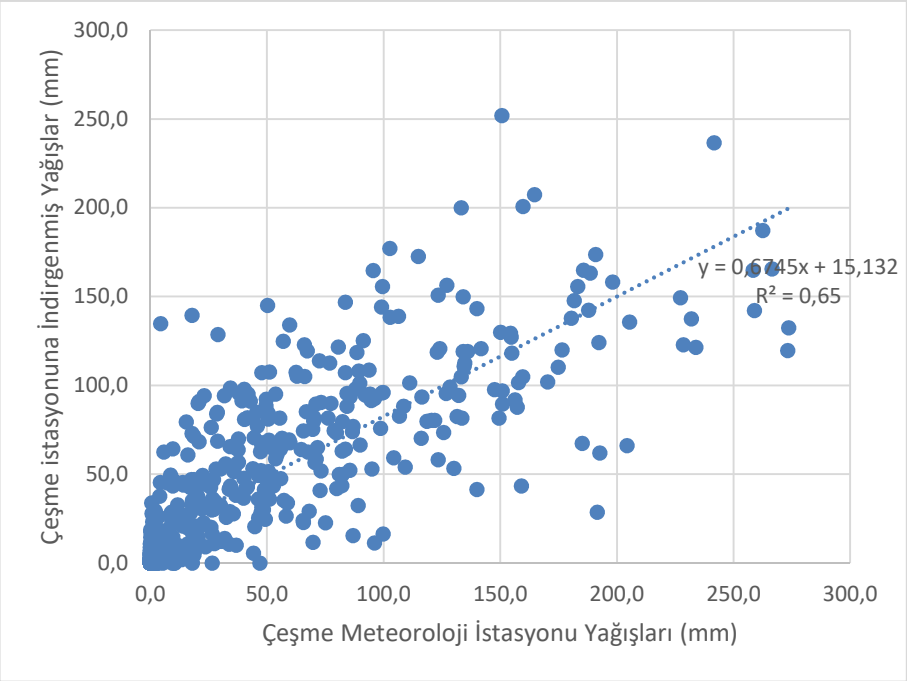
Şekil 4.17 Akhisar meteoroloji istasyon yağışları ile Akhisar istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



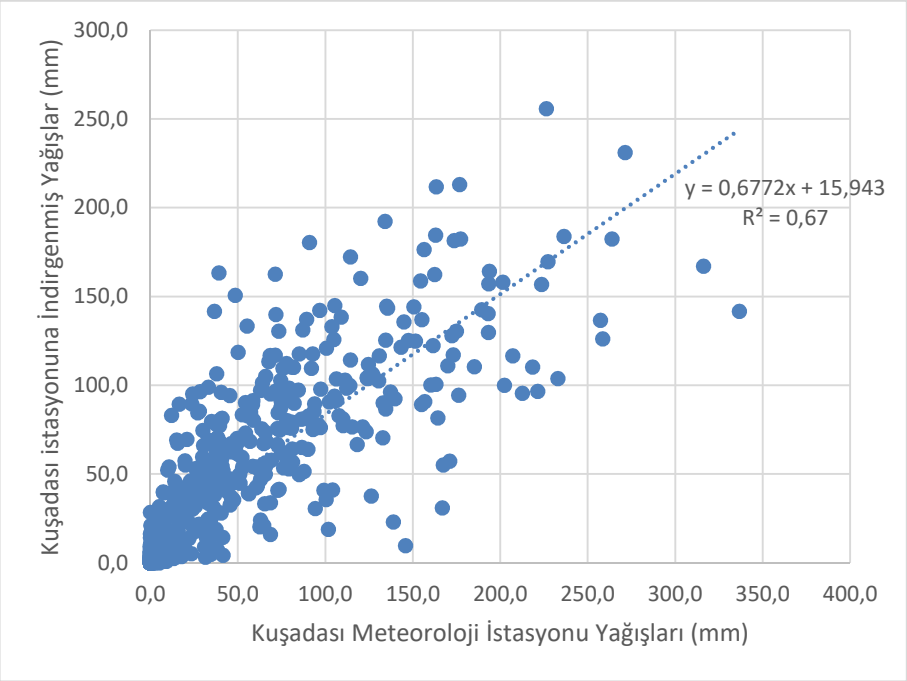
Şekil 4.18 Manisa meteoroloji istasyon yağışları ile Manisa istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



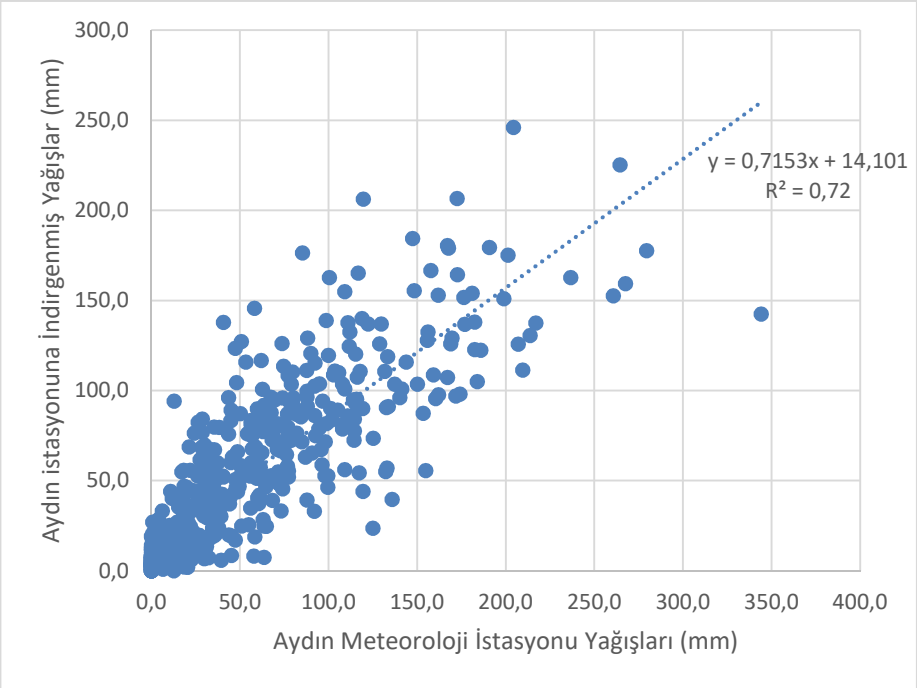
Şekil 4.19 İzmir meteoroloji istasyon yağışları ile İzmir istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



Şekil 4.20 Çeşme meteoroloji istasyon yağışları ile Çeşme istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



Şekil 4.21 Kuşadası meteoroloji istasyon yağışları ile Kuşadası istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki



Şekil 4.22 Aydın meteoroloji istasyon yağışları ile Aydın istasyonuna indirgenmiş noktasal yağışlar arasındaki ilişki

Çalışmada gözlenmiş yağışlar ile indirgenmiş yağışların medyan değer ve dağılım özellikleri açısından aynı topluma ait olup olmadıkları parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile sınanmıştır. Tablo 4.9'da sunulan test sonuçlarına göre, gözlenmiş ve indirgenmiş yağışlar Ekim-Şubat döneminde aynı toplumdan gelmekteyken, nispeten sıcak ve kurak olan Mart-Eylül döneminde ise ise gözlenmiş ve indirgenmiş yağışların dağılımlarının farklılaştığı görülmektedir. Bunun nedeni sıcak aylarda gerçekleşen yağışların, göz önüne alınan atmosferik parametreler dışındaki başka parametrelerden de (topoğrafya gibi) etkilenmesi olarak açıklanabilir. Örneğin, sıcak dönemlerdeki konvektif yağışların topoğrafyadan önemli ölçüde etkilendiği bilinmektedir. Bu sonuçlar aynı zamanda, bölgedeki yağışların Ekim-Şubat ve Mart-Eylül şeklinde iki farklı periyotta değişim gösterdiğini de ortaya koymaktadır.

Dağılım özellikleri açısından farklılaşan indirgenmiş yağışların, yanlılık düzeltmesi yöntemi ile gözlenmiş serilerin olasılık dağılımına uydurulması mümkündür. Sonraki bölümlerde, detaylarına yöntem bölümünde değinilen yanlılık düzeltmesi işlemleri yer almaktadır.

Tablo 4.9 Gözlenmiş ve indirgenmiş yağış verileri arasındaki Mann- Whitney U homojenlik testi sonuçları

İSTASYON	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
NAZİLLİ	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
MİLAS	Kabul	Kabul	Red	Red	Kabul	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
KÖYCEĞİZ	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
DENİZLİ	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
BODRUM	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
MUĞLA	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
FETHİYE	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
DATÇA	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
MARMARİS	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Red
SALİHLİ	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
ÖDEMİŞ	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
GÜNEY	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
SELÇUK	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Kabul	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
AKHİSAR	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Kabul	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul
MANİSA	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
İZMİR	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
ÇEŞME	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
KUŞADASI	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
AYDIN	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Red	Red	Red	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

H0 Kabul : Medyan değer ve dağılım özellikleri açısından aynı toplumdan geldiği hipotezi (H0) kabul edilmektedir.
H0 Red : Medyan değer ve dağılım özellikleri açısından aynı toplumdan geldiği hipotezi (H0) red edilmektedir. Anlamlılık seviyesi: %5

4.3.2 Noktasal Sıcaklık Tahmini

Kanonik korelasyon analizinde, bölgedeki 19 istasyonun aylık ortalama sıcaklıklarının, sadece Air (Yüzey sıcaklığı) NCEP-NCAR parametresi ile yeter derecede açıklanabileceği belirlenmişti. Yapay Sinir Ağları kullanılarak 19 noktada sıcaklık tahmini yapabilmek için kurulan yapay sinir ağında kanonik korelasyon analizi ile belirlenen 1 adet atmosferik parametre (Air (^{0}C) ağın girdisi olarak kullanılmış ve 19 adet meteoroloji istasyonun (Nazilli, Milas, Köyceğiz, Denizli, Bodrum, Muğla, Fethiye, Datça, Marmaris, Salihli, Ödemiş, Güney, Selçuk, Akhisar, Manisa, İzmir, Çeşme, Kuşadası ve Aydın) aylık ortalama sıcaklıkları tahmin edilmiştir.

Sıcaklık ağında da, yine yağış ağında olduğu gibi sıcaklık verilerinin %70'i ağın eğitiminde, %15'i ağın sınanmasında, %15'i de ağın test aşamasında kullanılmak üzere, rastgele seçilmiş 3 gruna ayrılmıştır. Gizli tabakadaki nöron sayısı yine deneme yanılma yöntemi ile bulunmuş ve 2 nöronlu gizli tabaka en iyi sonuçları vermiştir. Ağın eğitilmesinde, sınanmasında ve test edilmesinde gözlenmiş değerlerle indirgenmiş değerler arasında elde edilen korelasyon katsayıları ve ortalama karesel hataları Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.10 Ölçek indirgeme yapay sinir ağının eğitim, sınama ve test aşamalarında gözlenmiş ve indirgenmiş sıcaklıklar arasında elde edilen korelasyon katsayıları ve ortalama karesel hatalar.

	r	MSE
Eğitim	0,992	0,83
Validasyon	0,990	1,00
Test	0,993	0,78

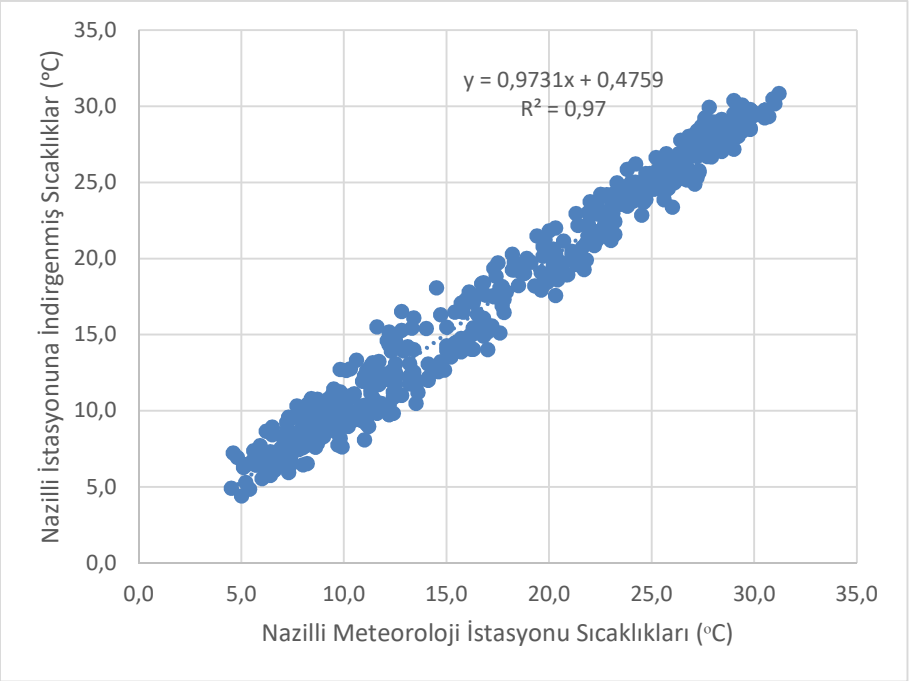
Eğitilen sıcaklık ağı ile, 19 istasyonun her biri için noktasal sıcaklıklar tahmin edilmiş ve istasyon bazında gözlenmiş sıcaklıklar ile aralarındaki determinasyon katsayısı (R^2) değerleri ve ortalama karesel hataların karekökü değerleri hesaplanmıştır. Tablo 4.11'de verilen bu değerle incelendiğinde, sıcaklık ölçek

indirgeme ağının bölgedeki 19 istasyonun aylık ortalama sıcaklıklarını başarıyla tahmin edebildiği görülmektedir.

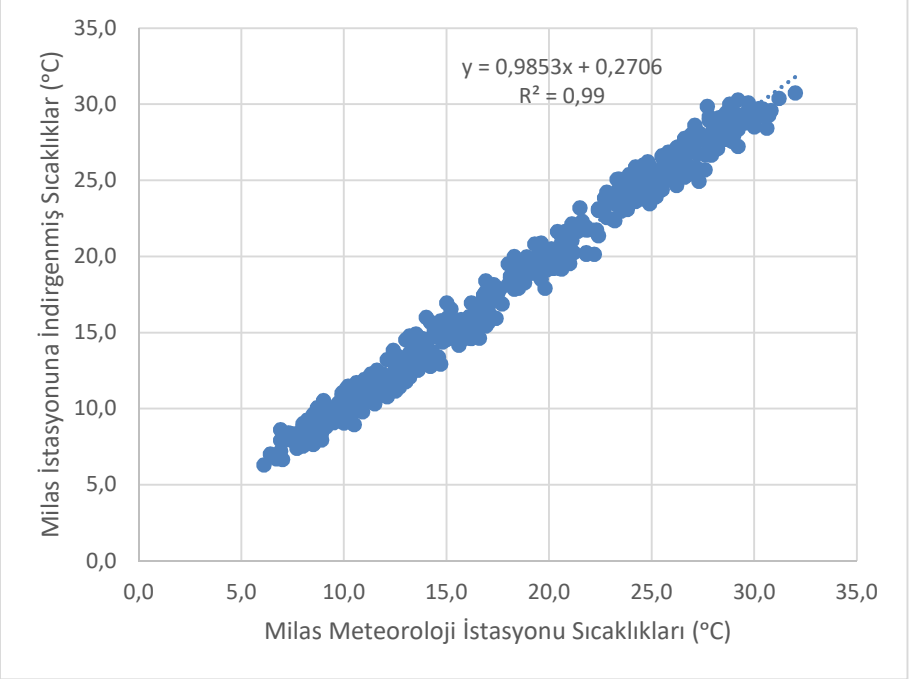
Tablo 4.11 Yapay sinir ağı sonucu elde edilen noktasal sıcaklık verileri ile gözlenmiş sıcaklıklararasındaki korelasyon ve ortalama karesel hataların karekökü değerleri

İstasyon	**R^2**	**RMSE (^{0}C/month)**
Nazilli	0,97	1,25
Milas	0,99	0,81
Köyceğiz	0,99	0,84
Denizli	0,98	1,13
Bodrum	0,99	0,57
Muğla	0,99	0,76
Fethiye	0,98	0,90
Datça	0,99	0,65
Marmaris	0,99	0,63
Salihli	0,97	1,28
Ödemiş	0,98	1,03
Güney	0,99	0,83
Selçuk	0,98	1,01
Akhisar	0,98	1,08
Manisa	0,98	1,07
İzmir	0,99	0,73
Çeşme	0,99	0,61
Kuşadası	0,98	0,87
Aydın	0,98	0,95

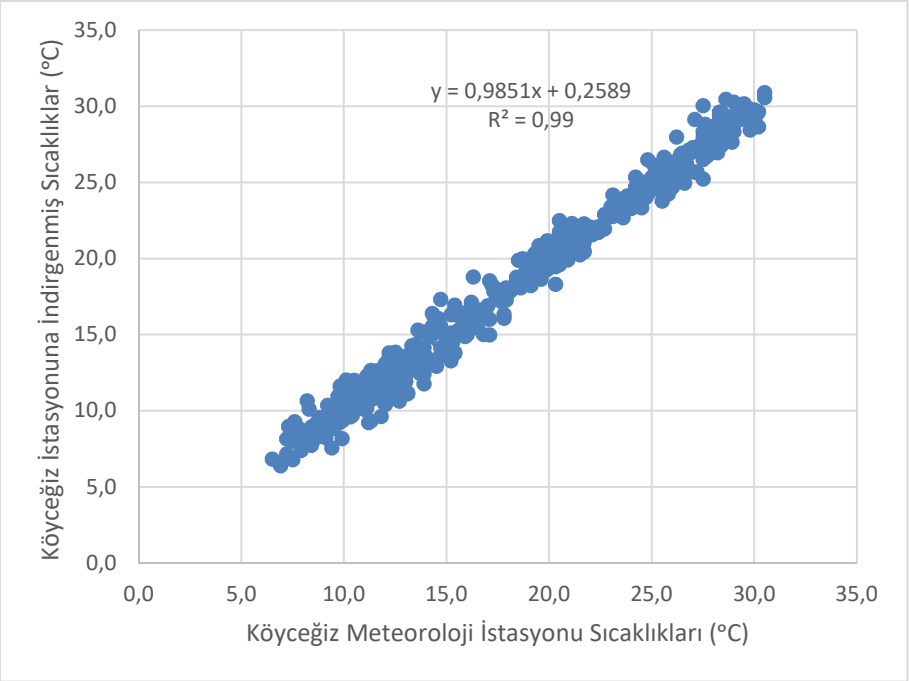
Kurulan sıcaklık ölçek indirgeme ağı ile tamin edilen 19 istasyona ait sıcaklıkların gözlenmiş değerlerle uyumu istasyon bazında hazırlanmış olan Şekil 4.23'den 4.41'e kadar olan grafiklerle sunulmaktadır.



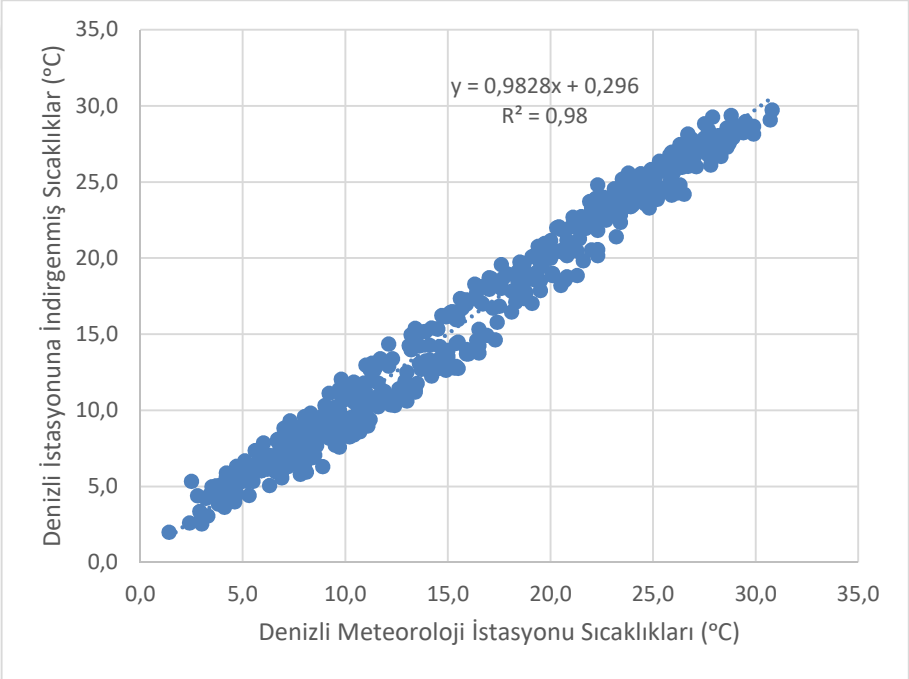
Şekil 4.23 Nazilli meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Nazilli istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



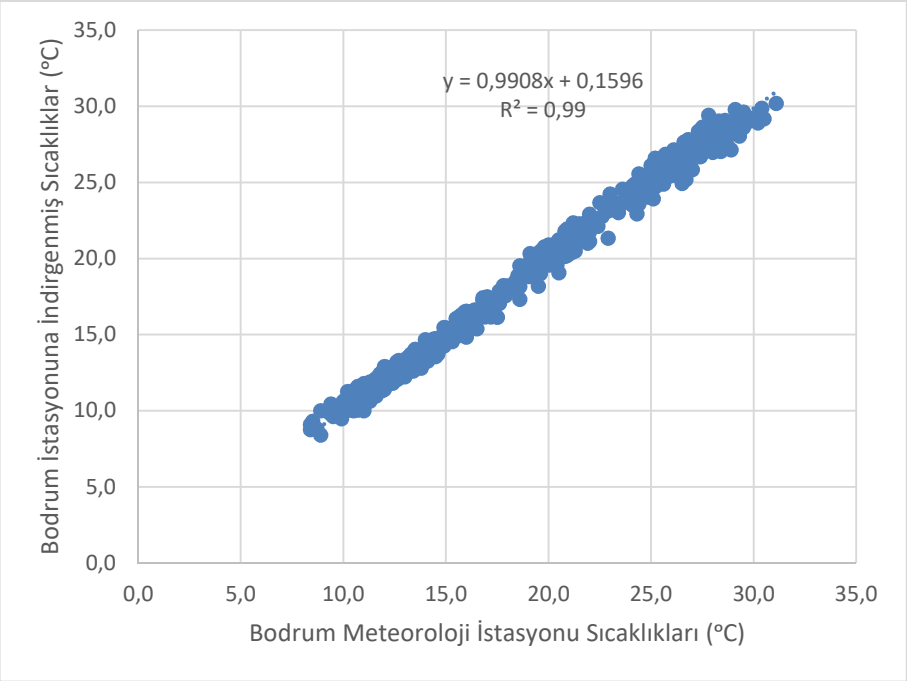
Şekil 4.24 Milas meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Milas istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



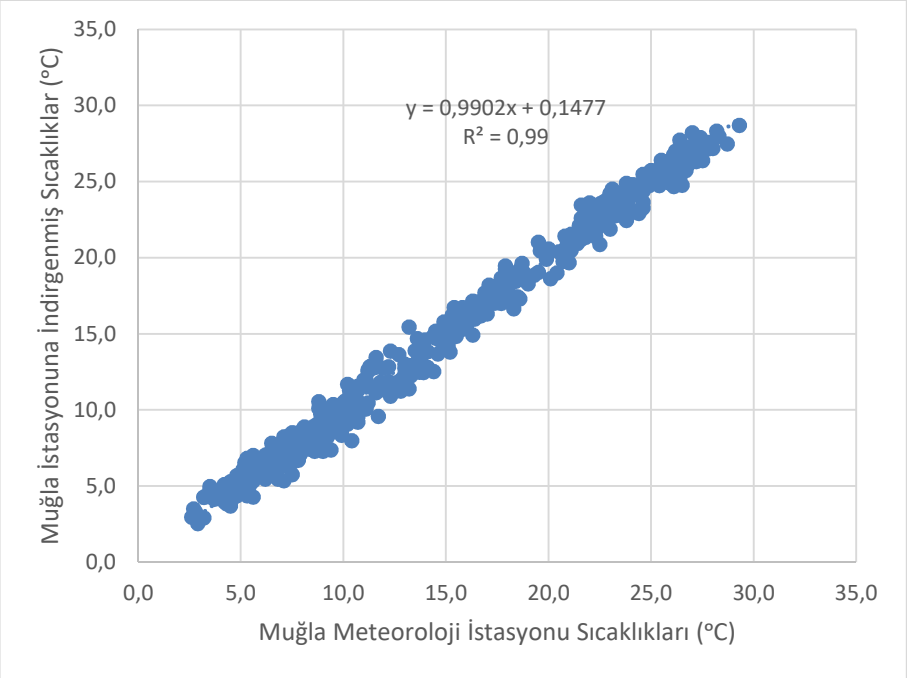
Şekil 4.25 Köyceğiz meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Köyceğiz istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



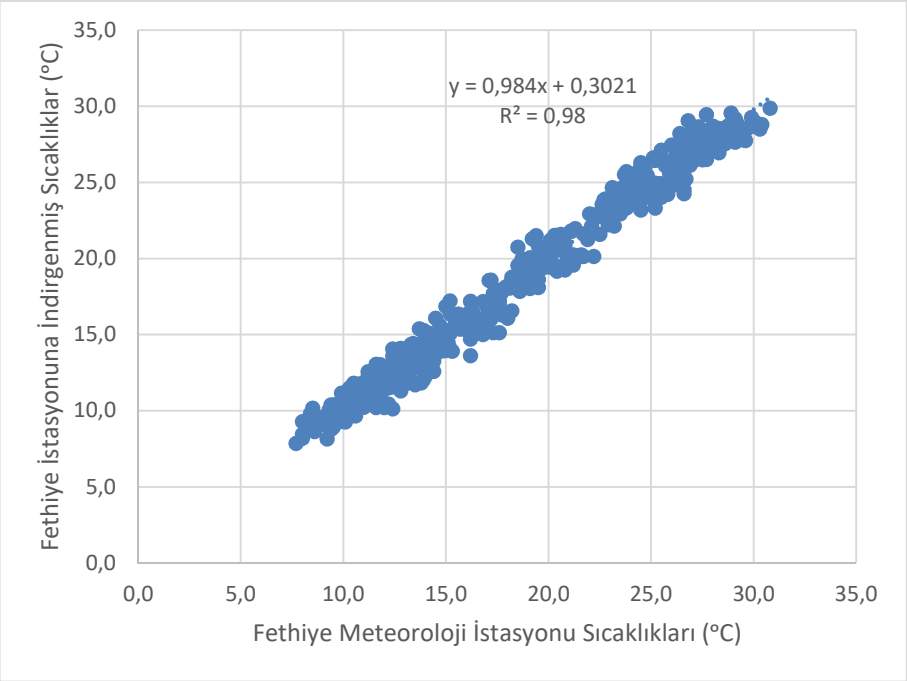
Şekil 4.26 Denizli meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Denizli istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



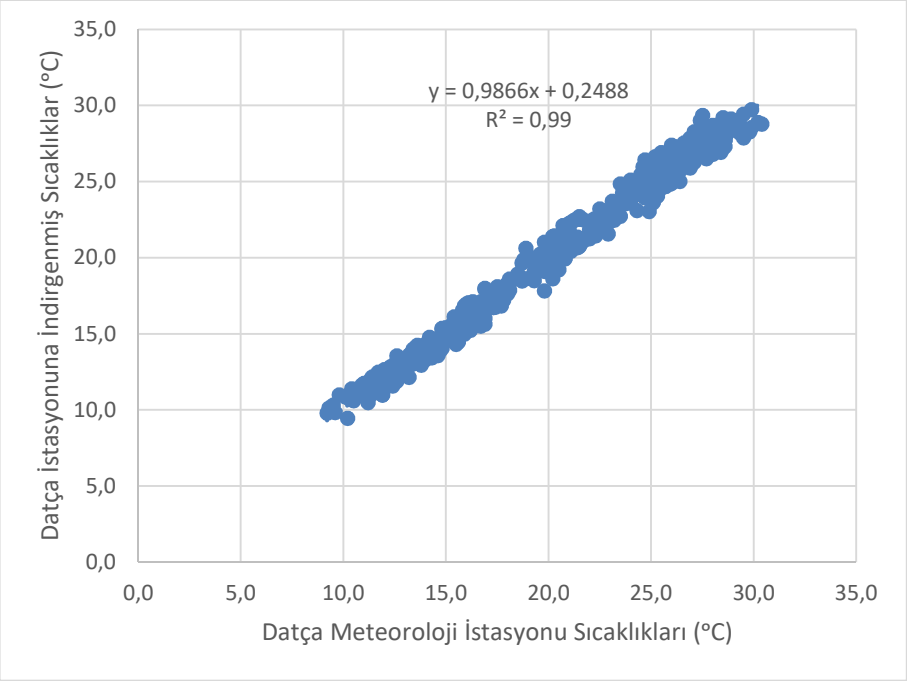
Şekil 4.27 Bodrum meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Bodrum istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



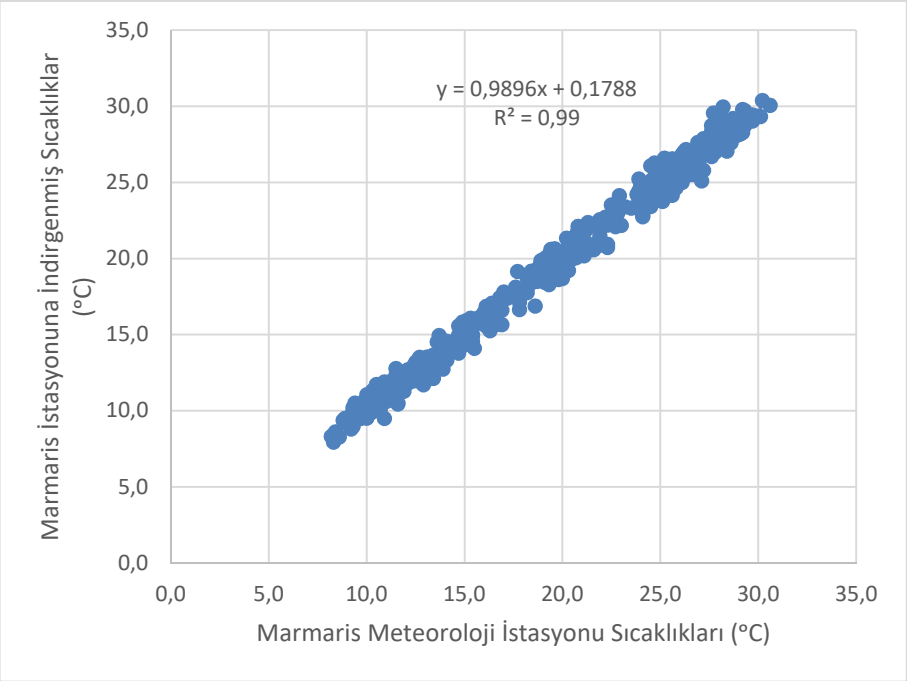
Şekil 4.28 Muğla meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Muğla istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



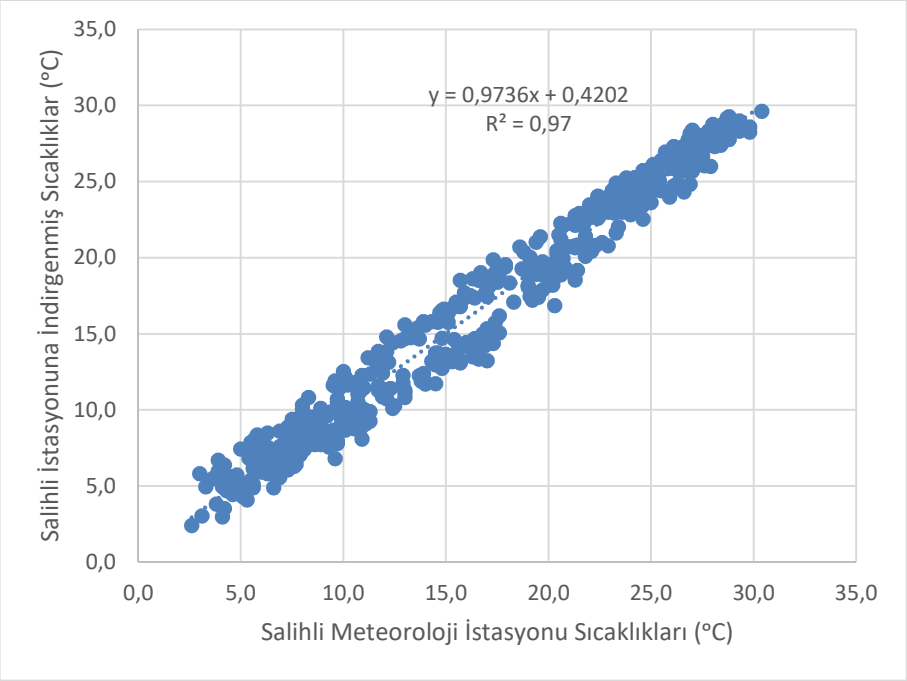
Şekil 4.29 Fethiye meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Fethiye istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



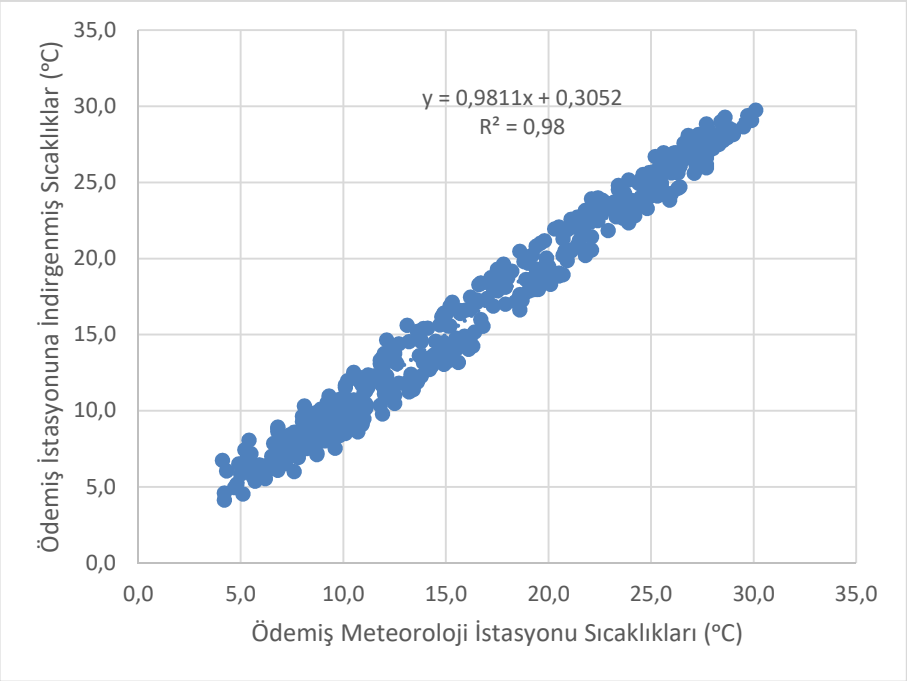
Şekil 4.30 Datça meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Datça istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



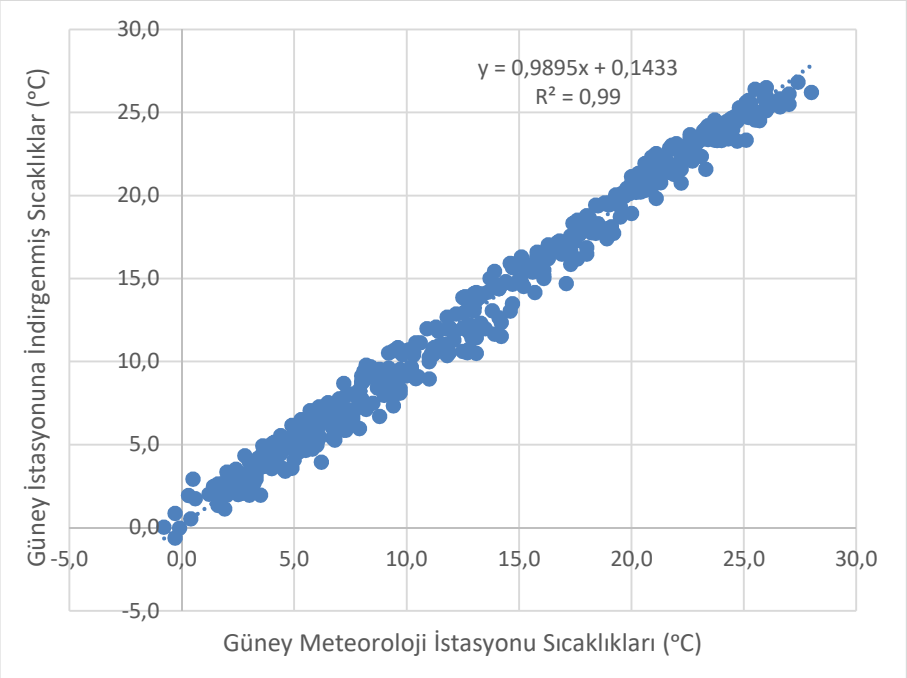
Şekil 4.31 Marmaris meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Marmaris istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



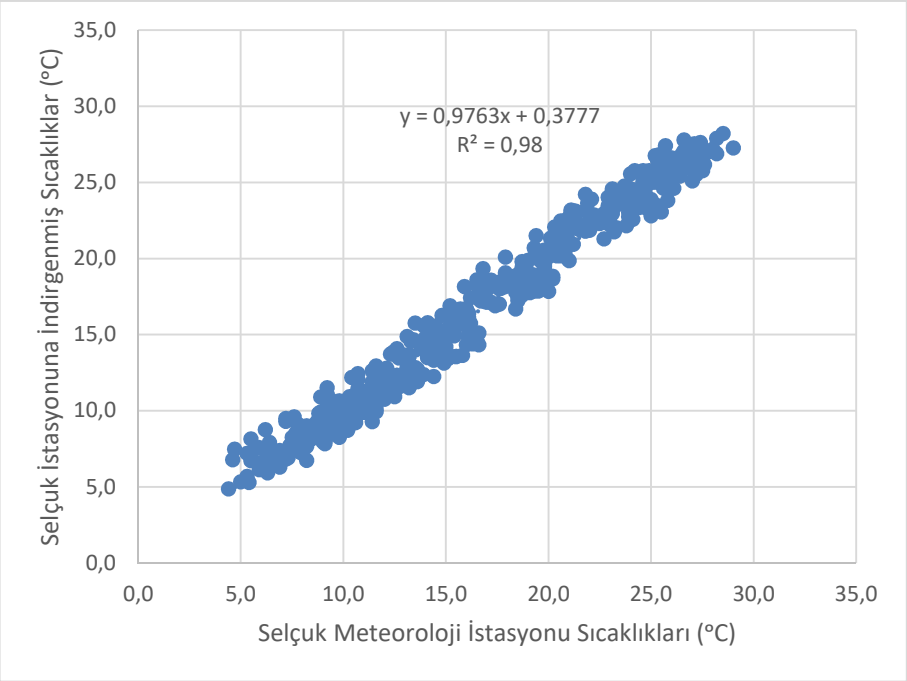
Şekil 4.32 Salihli meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Salihli istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



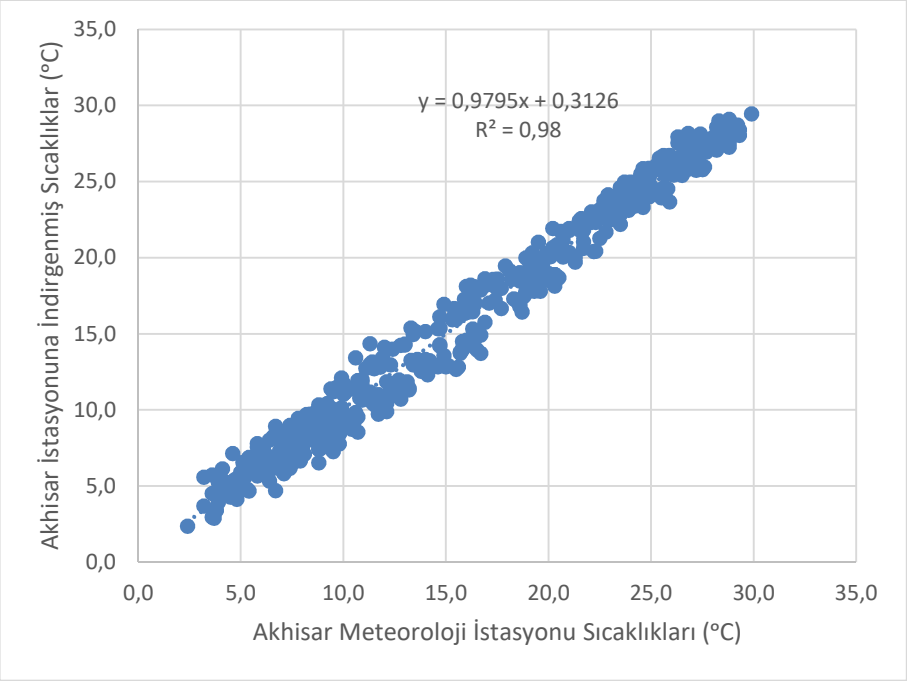
Şekil 4.33 Ödemiş meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Ödemiş istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



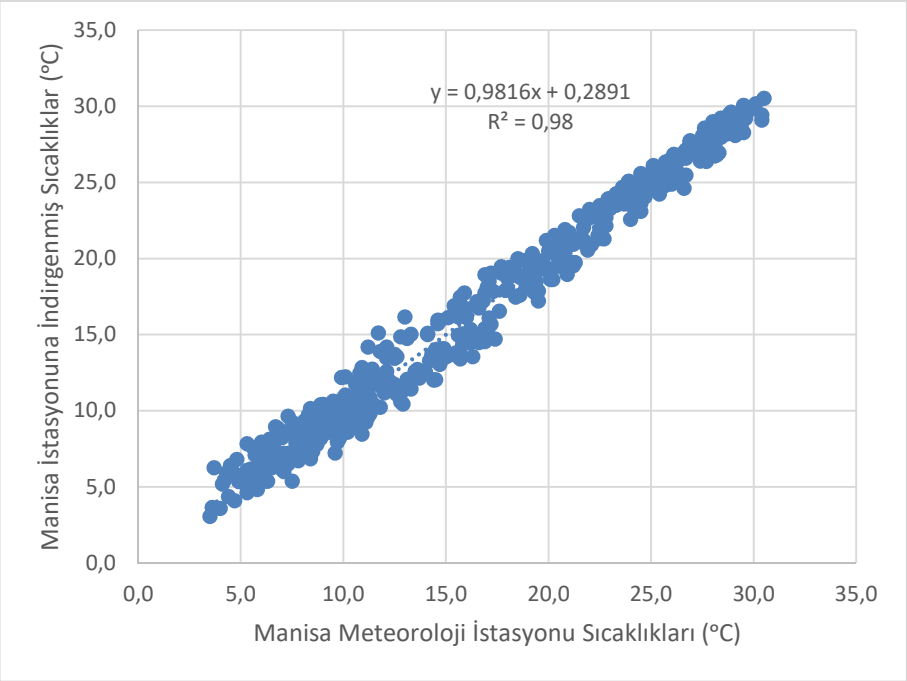
Şekil 4.34 Güney meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Güney istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



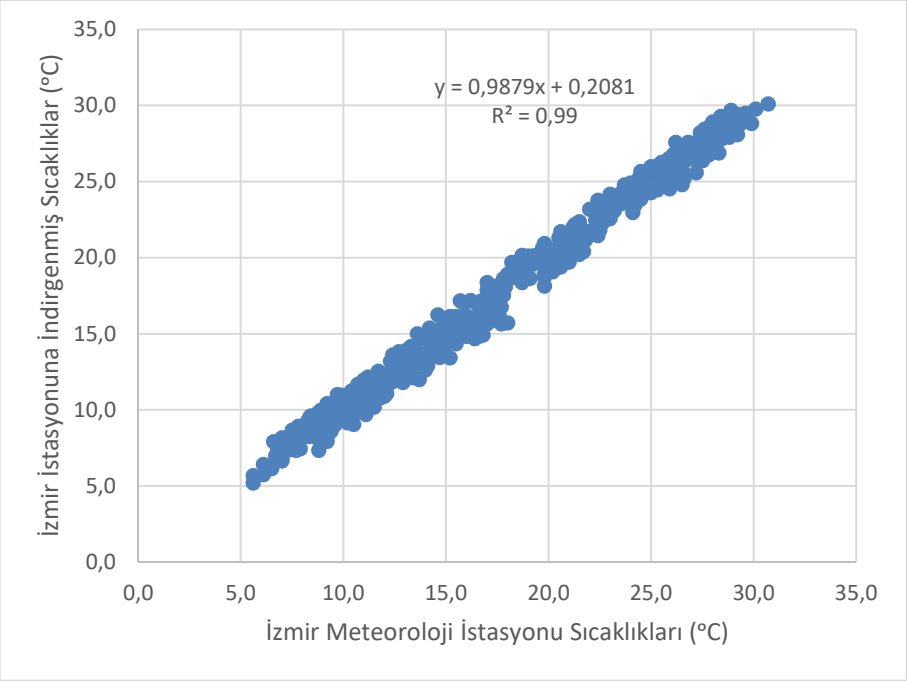
Şekil 4.35 Selçuk meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Selçuk istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



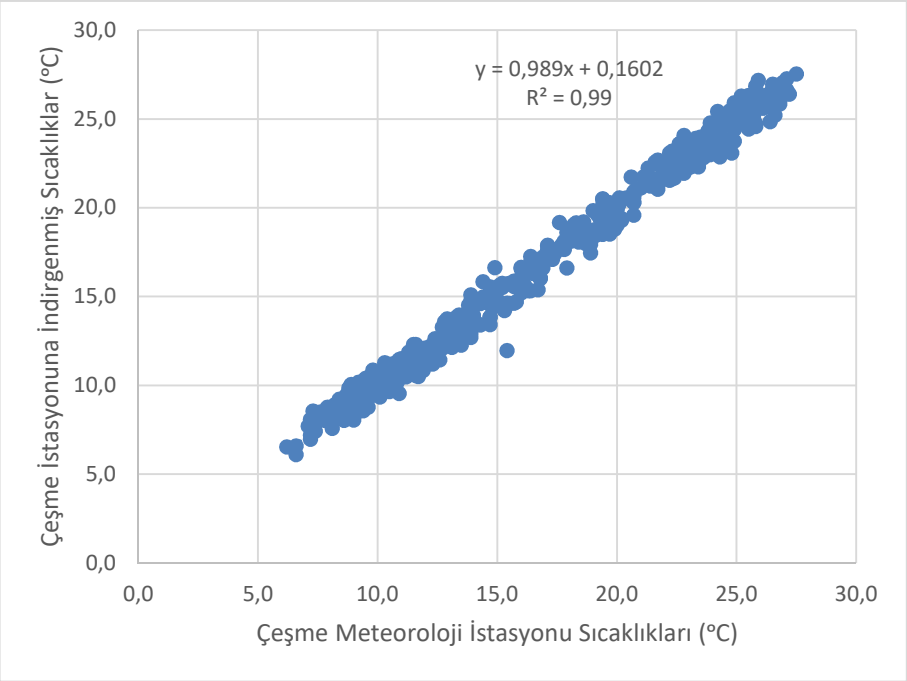
Şekil 4.36 Akhisar meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Akhisar istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



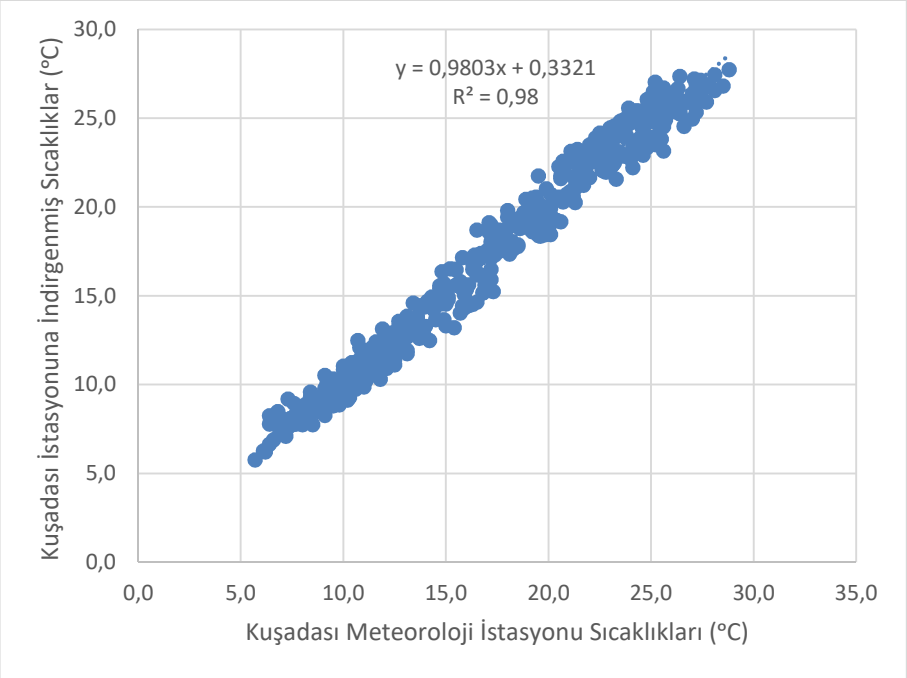
Şekil 4.37 Manisa meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Manisa istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



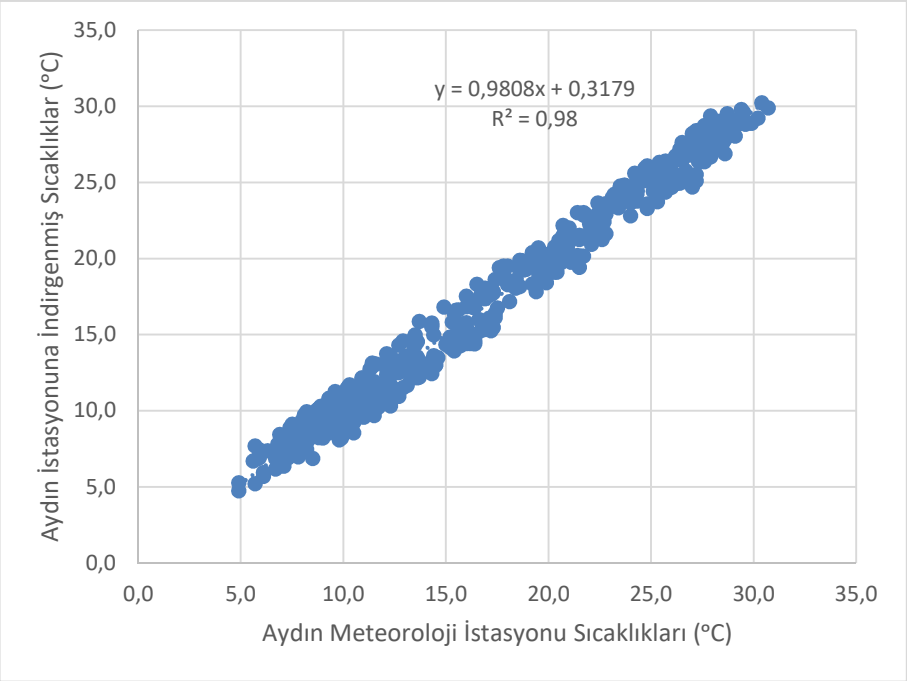
Şekil 4.38 İzmir meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile İzmir istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



Şekil 4.39 Çeşme meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Çeşme istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



Şekil 4.40 Kuşadası meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Kuşadası istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki



Şekil 4.41 Aydın meteoroloji istasyon sıcaklıkları ile Aydın istasyonuna indirgenmiş noktasal sıcaklıklar arasındaki ilişki

Gözlenmiş sıcaklıklar ile indirgenmiş sıcaklıkların aynı topluma ait olup olmadıkları, sıcaklık verilerinin değişim aralığı son derece küçük olduğu için Mann-Whitney-U testi ile test etmek uygun değildir. Parametrik olmayan bu yöntem ile düşük varyanslı örneklerin sınanması önerilmemektedir. (Kasuya, 2001, Nachar, 2008). Bu nedenle, indirgenmiş değerlerin gözlenmiş değerlerle aynı toplumdan gelip gelmedikleri, parametrik "t testi" ile sınanmıştır. Sıcaklıklara ait t testi sonuçları Tablo 4.12'de verilmektedir. Tablo 4.12'de verilen t testi sonuçları gözlenmiş ve indirgenmiş sıcaklıkların varyanslarının büyük ölçüde aynı toplumdan geldikleri, ortalamalarının ise farklı toplumlara ait olduklarını ifade etmektedir. Bir başka ifade ile t testi sonuçları, indirgenmiş değerle ile gözlenmiş değerler arasında öteleme şeklinde bir yanlılık bulunduğunu göstermektedir. Söz konusu bu yanlılığın ortadan kaldırılması ise Bölüm 4.4' de verilmektedir.

Tablo 4.12 Gözlenmiş ve indirgenmiş sıcaklık verileri arasındaki t testi sonuçları

İSTASYON	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKIM	KASIM	ARALIK
NAZİLLİ	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Kabul
	μ: Red	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Red
MİLAS	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul
KÖYCEĞİZ	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Kabul	σ: Red	σ: Red	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red
DENİZLİ	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Red	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Red
BODRUM	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul
MUĞLA	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red
FETHİYE	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red
DATÇA	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul
MARMARİS	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul
SALİHLİ	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Red
ÖDEMİŞ	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Red

σ: Kabul/Red : Varyanslar açısından aynı toplumdan geldiği hipotesi (Ho) Kabul/Red edilmektedir.
μ: Kabul/Red : Ortalamalar açısından aynı toplumdan geldiği hipotezi (Ho) Kabul/Red edilmektedir.

Tablo 4.12 Gözlenmiş ve indirgenmiş sıcaklık verileri arasındaki t testi sonuçları (devam)

İSTASYON	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKIM	KASIM	ARALIK
GÜNEY	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red
SELÇUK	σ: Red	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul
AKHİSAR	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red
MANİSA	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Red
İZMİR	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul
ÇEŞME	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul
KUŞADASI	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red	σ: Red	σ: Red	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Red
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul
AYDIN	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul	σ: Kabul
	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Kabul	μ: Red	μ: Red	μ: Red	μ: Red

σ: Kabul/Red : Varyanslar açısından aynı toplumdan geldiği hipotesi (Ho) Kabul/Red edilmektedir.
μ: Kabul/Red : Ortalamalar açısından aynı toplumdan geldiği hipotezi (Ho) Kabul/Red edilmektedir. Anlamlılık seviyesi: %5

4.4 Yanlılık Düzeltmesi

Gözlenmiş yağış ve sıcaklık değerleri ile istasyon ölçeğine indirgenmiş yağış ve sıcaklık verileri arasında ortaya çıkan medyan değer, ortalama ya da dağılım farklılıkları; açıklayıcı parametrelerdeki belirsizliklerden, analiz dışında tutulan atmosferik parametrelerden ya da ölçek indirgeme ağının yapısından kaynaklanabilmektedir (Piani, Haerter ve Coppola, 2010)

İstatistiksel olarak bu farkların (yanlılıkların) ortadan kaldırılması için gözlenmiş ve indirgenmiş değerlerin olasılık dağılımlarından yararlanılmaktadır (Haerter, Hagemann, Moseley ve Piani, 2011; Bordoy ve Burlando, 2012).

4.4.1 Yağış Tahminlerinin Düzeltilmesi

İndirgenmiş yağış serilerinin yanlılık düzeltmesini yapmak amacıyla, meteoroloji istasyonlarında gözlenmiş aylık yağışlar ile indirgenmiş yağışların aylık olasılık dağılımları belirlenmiştir. Gözlenmiş ve indirgenmiş aylık yağışların olasılık dağılımlarının büyük bir çoğunlukla iki parametreli gama dağılımı gösterdiği, bazı istasyonların bazı aylarında ise aylık yağışların lognormal dağılıma uyduğu belirlenmiştir. Gözlenmiş ve indirgenmiş aylık yağışların olasılık dağılımlarına ait dağılım parametreleri Tablo 4.13 ve 4.14 de verilmiştir.

Yanlılık düzeltmesinin sonraki aşamasında indirgenmiş yağış verilerinin kendi olasılık dağılım parametreleri kullanılarak görülme olasılıklar hesaplanmış, bu olasılıklar, gözlenmiş verilerin olasılık parametreleri kullanılarak gözlenmiş dizilere karşılık gelen yansız indirgenmiş yağışlar haline dönüştürülmüştür. Tablo 4.15 ve 4.16'da yansız hale dönüştürülmüş aylık ortalama yağışlar, gözlenmiş ve indirgenmiş yağışlarla birlikte sunulmaktadır.

Tablo 4.13 Gözlenmiş aylık yağışların olasılık dağılım parametreleri

İstasyonlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	α: 1,71	α: 1,86	α: 2,79	α: 2,57	α: 0,84	α: 0,74	α: 0,36	α: 0,28	α: 0,44	α: 1,11	α: 2,24	α: 2,38
	β: 52,90	β: 41,34	β: 22,19	β: 20,91	β: 43,25	β: 15,46	β: 11,14	β: 16,20	β: 39,24	β: 37,22	β: 33,62	β: 43,13
Aydın	α: 1,91	α: 2,58	α: 3,62	α: 3,14	α: 1,13	α: 0,43	α: 0,19	α: 0,22	α: 0,54	α: 1,04	α: 1,93	α: 3,22
	β: 56,52	β: 33,72	β: 19,35	β: 18,94	β: 33,13	β: 30,47	β: 19,01	β: 10,40	β: 23,64	β: 42,40	β: 41,57	β: 35,82
Bodrum	α: 2,97	μ: 4,49	α: 2,41	α: 2,25	α: 0,83	α: 0,32	α: 0,03	α: 0,05	α: 0,26	α: 0,98	α: 2,79	α: 5,06
	β: 48,34	σ: 0,59	β: 30,69	β: 19,49	β: 18,90	β: 14,84	β: 2,12	β: 11,44	β: 39,66	β: 45,46	β: 36,77	β: 29,89
Çeşme	α: 2,50	α: 1,85	α: 1,93	α: 2,11	α: 0,74	α: 0,11	α: 0,10	α: 0,08	α: 0,15	α: 0,72	α: 1,74	α: 2,47
	β: 43,17	β: 42,48	β: 33,40	β: 17,19	β: 26,92	β: 34,00	β: 10,47	β: 9,84	β: 86,82	β: 57,73	β: 44,30	β: 47,55
Datça	α: 2,88	α: 3,65	α: 2,30	α: 1,44	α: 0,67	α: 0,08	α: 0,06	α: 0,07	α: 0,19	α: 1,33	α: 1,74	α: 3,02
	β: 49,78	β: 27,63	β: 31,15	β: 27,62	β: 25,33	β: 49,13	β: 3,43	β: 5,38	β: 35,29	β: 40,83	β: 59,98	β: 50,20
Denizli	α: 1,56	α: 2,33	α: 3,99	α: 3,83	α: 1,81	α: 1,03	α: 0,28	α: 0,31	α: 0,47	α: 1,51	α: 2,30	α: 2,79
	β: 57,26	β: 32,01	β: 16,07	β: 15,37	β: 21,79	β: 18,94	β: 56,83	β: 25,69	β: 28,37	β: 25,02	β: 25,33	β: 32,11
Fethiye	α: 2,33	α: 2,86	α: 2,54	α: 2,12	α: 0,74	α: 0,34	α: 0,08	α: 0,08	α: 0,39	α: 1,05	α: 2,06	α: 3,15
	β: 77,03	β: 43,16	β: 29,80	β: 25,37	β: 34,40	β: 11,11	β: 9,71	β: 21,82	β: 38,55	β: 67,89	β: 60,11	β: 58,76
Güney	α: 1,20	α: 2,52	α: 2,82	α: 4,60	α: 1,94	α: 0,85	α: 0,48	α: 0,49	α: 0,61	α: 1,73	α: 2,50	α: 2,92
	β: 69,23	β: 27,44	β: 21,85	β: 12,59	β: 21,29	β: 26,64	β: 27,03	β: 14,79	β: 26,72	β: 21,75	β: 24,72	β: 29,95
İzmir	α: 1,80	α: 2,00	α: 2,37	α: 2,56	α: 1,04	α: 0,46	α: 0,11	α: 0,12	α: 0,29	α: 0,79	α: 2,50	α: 3,33
	β: 72,06	β: 48,97	β: 32,12	β: 18,83	β: 27,44	β: 16,44	β: 18,56	β: 18,69	β: 60,73	β: 60,09	β: 39,22	β: 41,29

Gama dağılım parametreleri (α, β)
Lognormal dağılım parametreleri (μ, σ)

Tablo 4.13 Gözlenmiş aylık yağışların olasılık dağılım parametreleri (devam)

İstasyonlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Köyceğiz	α: 2,44	α: 2,60	α: 3,06	α: 2,66	α: 1,63	α: 0,62	α: 0,29	α: 0,10	α: 0,66	α: 1,43	α: 3,37	α: 3,73
	β: 90,24	β: 59,79	β: 33,72	β: 25,40	β: 19,29	β: 22,94	β: 9,45	β: 32,11	β: 24,93	β: 64,92	β: 47,48	β: 62,37
Kuşadası	α: 1,95	μ: 4,26	α: 2,32	α: 2,28	α: 0,72	α: 0,21	α: 0,08	α: 0,09	α: 0,21	α: 1,16	α: 1,68	α: 3,90
	β: 54,02	σ: 0,69	β: 29,66	β: 19,91	β: 34,61	β: 25,02	β: 6,56	β: 4,14	β: 78,38	β: 34,95	β: 55,91	β: 30,34
Manisa	α: 2,04	α: 1,89	α: 3,04	α: 3,21	α: 1,80	α: 0,77	α: 0,25	α: 0,27	α: 0,54	α: 0,93	α: 2,53	α: 2,84
	β: 60,29	β: 55,84	β: 26,41	β: 18,34	β: 20,80	β: 20,17	β: 19,17	β: 19,56	β: 32,31	β: 54,55	β: 36,67	β: 48,27
Marmaris	α: 3,20	α: 3,18	α: 2,39	α: 2,37	α: 0,81	α: 0,28	α: 0,04	α: 0,09	α: 0,29	α: 1,16	α: 2,41	α: 4,76
	β: 77,29	β: 54,50	β: 50,66	β: 27,35	β: 37,14	β: 39,93	β: 87,39	β: 25,49	β: 64,80	β: 75,89	β: 75,05	β: 59,70
Milas	α: 2,28	μ: 4,41	α: 2,78	α: 2,76	α: 1,12	α: 0,28	α: 0,07	α: 0,11	α: 0,35	α: 1,13	α: 2,80	α: 3,89
	β: 62,40	σ: 0,67	β: 27,06	β: 19,91	β: 29,57	β: 42,85	β: 34,43	β: 21,75	β: 30,76	β: 43,50	β: 34,89	β: 35,10
Muğla	α: 2,43	μ: 4,95	α: 2,80	α: 3,17	α: 1,13	α: 0,75	α: 0,36	α: 0,33	α: 0,47	α: 1,50	α: 3,08	α: 3,63
	β: 95,08	σ: 0,67	β: 42,42	β: 24,98	β: 43,11	β: 30,82	β: 18,01	β: 24,12	β: 36,77	β: 45,83	β: 46,60	β: 69,03
Nazilli	α: 1,95	α: 2,66	α: 3,37	α: 3,40	α: 1,12	α: 0,54	α: 0,30	α: 0,23	α: 0,43	α: 1,31	α: 2,23	α: 3,22
	β: 54,02	β: 30,70	β: 19,14	β: 16,13	β: 29,57	β: 25,03	β: 20,91	β: 19,16	β: 25,06	β: 31,17	β: 33,79	β: 33,49
Ödemiş	α: 1,53	α: 2,13	α: 3,87	α: 3,24	α: 1,24	α: 0,71	α: 0,25	α: 0,37	α: 0,45	α: 1,32	α: 2,39	α: 2,89
	β: 63,66	β: 39,03	β: 16,40	β: 17,98	β: 26,49	β: 15,02	β: 17,00	β: 5,88	β: 37,19	β: 27,65	β: 32,85	β: 36,67
Salihli	α: 1,78	α: 2,53	α: 3,38	α: 2,15	α: 1,21	α: 0,78	α: 0,40	α: 0,48	α: 0,46	α: 1,37	α: 2,68	α: 4,45
	β: 41,46	β: 26,43	β: 17,50	β: 21,07	β: 27,15	β: 23,89	β: 17,13	β: 10,06	β: 35,99	β: 25,20	β: 22,25	β: 18,04
Selçuk	α: 1,95	α: 2,41	α: 2,67	α: 2,39	α: 0,80	α: 0,44	α: 0,06	α: 0,10	α: 0,27	α: 0,96	α: 1,94	α: 4,16
	β: 62,79	β: 41,93	β: 28,70	β: 21,05	β: 34,62	β: 13,89	β: 27,90	β: 11,07	β: 55,78	β: 48,84	β: 51,45	β: 32,29

Gama dağılım parametreleri (α, β)
Lognormal dağılım parametreleri (μ, σ)

Tablo 4.14 İndirgenmiş yağışların aylık olasılık dağılım parametreleri

İstasyonlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	α: 2,73	α: 3,69	α: 5,64	α: 3,54	α: 2,99	α: 2,50	α: 0,56	μ: 1,16	μ: 2,39	α: 4,92	α: 5,69	α: 5,37
	β: 33,39	β: 21,40	β: 13,47	β: 17,76	β: 12,50	β: 5,91	β: 6,45	σ: 0,94	σ: 0,74	β: 7,59	β: 10,63	β: 16,99
Aydın	α: 3,53	α: 4,55	α: 4,96	μ: 4,01	α: 2,67	μ: 2,49	α: 1,64	α: 2,86	α: 1,51	α: 1,98	α: 3,12	α: 5,41
	β: 28,23	β: 19,42	β: 16,98	σ: 0,58	β: 14,88	σ: 0,51	β: 2,35	β: 1,58	β: 7,41	β: 19,27	β: 21,71	β: 18,87
Bodrum	α: 4,37	α: 5,19	α: 6,26	μ: 4,10	μ: 3,27	α: 2,92	α: 0,35	α: 0,84	μ: 2,01	α: 3,61	α: 6,34	α: 7,51
	β: 29,93	β: 21,68	β: 15,17	σ: 0,59	σ: 0,60	β: 2,74	β: 2,21	β: 1,72	σ: 0,71	β: 12,62	β: 13,10	β: 17,58
Çeşme	α: 2,97	α: 3,81	α: 3,93	α: 2,60	μ: 3,06	α: 3,13	α: 0,58	α: 0,77	α: 0,65	α: 1,60	α: 2,26	α: 3,87
	β: 35,73	β: 22,53	β: 19,92	β: 23,15	σ: 0,69	β: 1,87	β: 2,13	β: 1,86	β: 8,66	β: 19,30	β: 28,40	β: 27,32
Datça	α: 4,68	α: 5,62	α: 5,50	α: 2,87	α: 2,09	α: 1,91	α: 0,21	α: 0,27	α: 0,54	α: 1,62	α: 3,20	α: 6,73
	β: 26,79	β: 19,41	β: 16,56	β: 24,30	β: 14,59	β: 3,11	β: 3,16	β: 2,80	β: 13,02	β: 27,34	β: 25,40	β: 19,09
Denizli	α: 2,83	α: 4,49	α: 5,71	α: 4,80	α: 3,49	α: 2,39	μ: 2,00	μ: 2,03	μ: 2,56	α: 2,59	α: 4,10	α: 4,71
	β: 28,98	β: 16,76	β: 12,40	β: 12,57	β: 12,76	β: 9,65	σ: 0,69	σ: 0,69	σ: 0,94	β: 13,61	β: 12,40	β: 16,43
Fethiye	α: 2,90	α: 3,57	α: 5,61	α: 2,85	α: 2,06	μ: 2,23	α: 0,29	α: 0,56	α: 1,23	α: 2,65	α: 4,82	α: 5,38
	β: 54,79	β: 36,80	β: 20,19	β: 30,69	β: 20,26	σ: 0,68	β: 6,24	β: 5,10	β: 11,74	β: 21,01	β: 19,96	β: 29,55
Güney	α: 2,64	α: 4,03	α: 5,79	α: 4,30	α: 3,09	μ: 2,90	μ: 2,14	μ: 2,19	μ: 2,68	α: 3,94	α: 4,77	α: 4,68
	β: 29,89	β: 17,46	β: 11,46	β: 13,38	β: 13,72	σ: 0,63	σ: 0,56	σ: 0,52	σ: 0,68	β: 9,01	β: 10,55	β: 16,29
İzmir	α: 2,67	α: 3,32	α: 5,10	μ: 4,11	α: 2,05	μ: 2,13	α: 0,38	α: 0,85	μ: 2,10	α: 3,29	α: 4,75	α: 5,10
	β: 46,06	β: 31,05	β: 18,32	σ: 0,65	β: 18,40	σ: 0,63	β: 3,46	β: 2,65	σ: 0,82	β: 12,78	β: 15,97	β: 24,16

Gama dağılım parametreleri (α, β)
Lognormal dağılım parametreleri (μ, σ)

Tablo 4.14 İndirgenmiş yağışların aylık olasılık dağılım parametreleri (devam)

İstasyonlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Köyceğiz	α: 3,49	α: 4,22	α: 5,88	α: 3,01	μ: 3,73	α: 3,43	α: 0,70	α: 1,24	α: 1,23	α: 2,20	α: 4,56	α: 5,99
	β: 55,20	β: 38,19	β: 23,81	β: 36,33	σ: 0,67	β: 4,27	β: 4,72	β: 3,83	β: 14,55	β: 32,19	β: 26,86	β: 32,94
Kuşadası	α: 3,46	α: 4,23	α: 4,73	μ: 4,03	α: 2,26	α: 1,68	α: 0,39	α: 0,59	α: 0,86	α: 1,95	α: 2,79	α: 5,41
	β: 29,76	β: 21,28	β: 17,92	σ: 0,65	β: 15,11	β: 4,87	β: 2,58	β: 2,23	β: 8,40	β: 19,04	β: 24,80	β: 19,71
Manisa	α: 2,58	α: 3,45	α: 5,37	μ: 4,20	α: 2,91	α: 3,47	α: 0,74	μ: 1,36	μ: 2,55	α: 4,72	α: 5,24	α: 4,94
	β: 47,98	β: 30,95	β: 18,13	σ: 0,58	β: 14,72	β: 4,36	β: 4,68	σ: 0,76	σ: 0,62	β: 9,16	β: 14,20	β: 24,32
Marmaris	α: 5,08	α: 5,80	α: 5,86	μ: 4,57	μ: 3,67	α: 1,87	α: 0,34	α: 0,40	α: 0,68	α: 2,10	α: 5,16	α: 7,56
	β: 43,92	β: 32,95	β: 26,80	σ: 0,65	σ: 0,70	β: 4,94	β: 3,47	β: 3,91	β: 19,91	β: 39,04	β: 28,42	β: 30,67
Milas	α: 3,50	α: 4,42	α: 5,30	μ: 4,13	α: 2,60	μ: 2,31	α: 1,12	α: 2,03	α: 1,35	α: 2,00	α: 3,92	α: 5,59
	β: 34,87	β: 24,01	β: 17,71	σ: 0,63	β: 14,61	σ: 0,46	β: 2,39	β: 1,69	β: 7,87	β: 20,90	β: 19,15	β: 21,93
Muğla	α: 2,78	α: 3,63	α: 5,18	α: 3,21	α: 2,96	μ: 2,81	α: 0,83	α: 1,62	α: 1,69	α: 2,27	α: 3,78	α: 4,71
	β: 73,60	β: 48,40	β: 29,50	β: 37,74	β: 20,96	σ: 0,49	β: 5,36	β: 3,76	β: 11,46	β: 28,35	β: 30,44	β: 41,99
Nazilli	α: 3,54	α: 4,57	α: 5,53	μ: 4,01	α: 2,91	μ: 2,56	α: 3,05	μ: 1,70	μ: 2,34	α: 3,01	α: 4,45	α: 5,86
	β: 26,30	β: 17,86	β: 14,05	σ: 0,58	β: 12,98	σ: 0,45	β: 1,68	σ: 0,43	σ: 0,65	β: 12,61	β: 14,17	β: 16,32
Ödemiş	α: 2,93	α: 3,81	α: 5,00	μ: 4,00	α: 2,61	μ: 2,41	α: 1,07	α: 2,07	μ: 2,19	α: 3,18	α: 4,37	α: 5,12
	β: 32,53	β: 21,74	β: 15,77	σ: 0,61	β: 14,06	σ: 0,55	β: 2,96	β: 1,99	σ: 0,75	β: 11,43	β: 14,11	β: 18,72
Salihli	α: 3,14	α: 4,58	α: 6,44	α: 4,70	α: 4,48	α: 3,92	μ: 1,66	μ: 1,85	μ: 2,50	α: 4,34	α: 5,38	α: 5,59
	β: 24,08	β: 14,79	β: 9,89	β: 11,51	β: 7,68	β: 4,14	σ: 0,60	σ: 0,53	σ: 0,64	β: 7,41	β: 9,01	β: 13,17
Selçuk	α: 2,90	α: 3,61	α: 4,81	μ: 4,13	α: 2,29	μ: 1,98	α: 0,22	α: 0,40	α: 1,07	α: 2,34	α: 3,99	α: 5,06
	β: 40,96	β: 28,27	β: 19,69	σ: 0,64	β: 16,38	σ: 0,60	β: 3,23	β: 2,89	β: 8,21	β: 17,07	β: 18,51	β: 23,63

Gama dağılım parametreleri (α, β)
Lognormal dağılım parametreleri (μ, σ)

Tablo 4.15 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların ortalamaları

İstasyonlar	Yağışlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Nazilli	Gözlenmiş	102,9	81,8	64,4	54,8	32,4	13,5	6,3	4,4	10,9	39,8	75,2	107,7
	İndirgenmiş	93,1	81,7	77,7	64,3	37,8	14,3	5,1	6,0	12,8	37,0	63,1	95,6
	Yansız İndirgenmiş	105,5	81,8	64,5	54,7	33,3	14,3	6,2	4,5	10,9	39,5	75,8	109,9
Milas	Gözlenmiş	139,0	101,0	75,2	54,9	32,1	11,8	2,5	2,4	10,8	49,1	97,6	136,6
	İndirgenmiş	122,1	106,1	93,8	74,5	38,0	11,2	2,7	3,4	10,6	40,8	75,0	122,6
	Yansız İndirgenmiş	142,8	102,2	75,5	54,7	33,1	12,6	2,2	2,3	10,8	47,5	98,1	139,2
Köyceğiz	Gözlenmiş	220,2	155,5	100,8	67,5	31,5	14,1	2,7	3,4	16,4	90,5	160,1	232,9
	İndirgenmiş	192,9	161,1	140,0	109,4	51,4	14,7	3,3	4,7	17,9	69,2	122,5	197,4
	Yansız İndirgenmiş	220,7	155,6	103,6	67,5	31,5	13,9	2,8	3,4	16,4	90,1	160,7	237,3
Denizli	Gözlenmiş	89,2	74,5	64,0	58,9	40,4	19,4	16,1	8,1	13,4	37,0	57,0	87,5
	İndirgenmiş	81,9	75,2	69,2	60,4	44,5	23,1	9,8	9,9	18,3	34,4	49,7	77,4
	Yansız İndirgenmiş	89,3	74,5	62,5	58,9	39,7	19,6	20,5	9,0	12,2	36,4	56,9	91,1
Bodrum	Gözlenmiş	143,6	106,0	73,9	43,9	15,7	4,7	0,1	0,6	10,2	44,8	102,5	151,1
	İndirgenmiş	130,9	112,6	95,0	71,4	31,8	6,3	0,8	1,5	9,7	45,6	83,1	132,0
	Yansız İndirgenmiş	143,7	106,5	74,1	43,9	15,9	2,6	0,0	0,4	10,9	45,1	103,1	153,6
Muğla	Gözlenmiş	231,1	171,7	118,8	79,2	48,7	23,2	6,4	7,8	17,4	68,7	143,6	250,7
	İndirgenmiş	204,7	175,8	152,9	121,2	62,0	18,7	4,4	6,1	19,4	62,8	115,1	197,9
	Yansız İndirgenmiş	231,2	175,7	119,3	79,2	48,7	23,1	6,6	7,9	17,5	66,8	144,0	255,1
Fethiye	Gözlenmiş	175,2	123,6	75,5	53,9	24,9	3,8	0,8	1,8	14,9	69,7	123,5	185,1
	İndirgenmiş	158,9	131,5	113,2	87,6	41,8	11,4	1,8	2,9	14,4	54,4	96,3	159,0
	Yansız İndirgenmiş	179,2	123,6	75,8	53,9	25,5	3,5	0,8	1,8	15,0	68,8	124,5	188,5

Tablo 4.15 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların ortalamaları (devam)

İstasyonlar	Yağışlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Datça	**Gözlenmiş**	139,9	100,8	69,9	39,9	17,1	4,1	0,2	0,4	6,6	52,9	104,1	151,7
	İndirgenmiş	125,2	109,0	91,1	69,8	30,6	6,0	0,7	0,8	7,1	42,3	79,3	128,6
	Yansız İndirgenmiş	144,3	101,0	72,2	40,0	17,0	3,8	0,2	0,4	6,9	51,4	100,9	155,6
Marmaris	**Gözlenmiş**	247,1	173,2	121,1	64,9	29,3	11,1	3,6	2,3	18,8	86,3	180,7	284,1
	İndirgenmiş	223,2	190,9	157,0	117,2	50,4	9,2	1,2	1,6	13,5	80,1	146,5	231,9
	Yansız İndirgenmiş	248,4	173,5	121,6	64,7	30,4	10,7	3,3	2,4	18,5	85,7	182,4	289,3
Salihli	**Gözlenmiş**	72,0	66,7	59,2	45,3	32,8	18,2	6,9	4,8	16,5	34,6	58,3	80,2
	İndirgenmiş	75,6	67,7	63,7	54,1	34,4	16,2	6,5	7,4	14,8	31,4	48,5	73,6
	Yansız İndirgenmiş	73,6	66,7	59,4	45,4	33,1	18,8	7,6	5,2	16,4	33,2	60,1	81,3
Ödemiş	**Gözlenmiş**	95,2	83,0	63,5	58,2	32,0	10,6	4,3	2,2	16,8	35,6	78,5	106,0
	İndirgenmiş	95,2	82,9	78,9	64,7	36,7	13,1	3,2	4,1	11,6	35,5	61,7	95,9
	Yansız İndirgenmiş	97,5	83,0	63,5	58,0	32,8	10,9	4,3	2,2	16,8	35,3	78,9	108,0
Güney	**Gözlenmiş**	83,3	69,3	61,7	56,6	41,2	22,2	12,9	7,3	16,4	36,8	60,3	87,5
	İndirgenmiş	78,8	70,3	66,3	57,6	42,4	22,1	10,3	10,4	18,1	34,7	50,3	76,3
	Yansız İndirgenmiş	82,9	69,2	61,8	57,9	41,3	22,8	14,9	8,0	16,3	36,4	62,0	88,9
Selçuk	**Gözlenmiş**	122,5	101,1	76,5	50,3	27,8	6,1	1,5	1,1	15,1	44,6	99,8	134,5
	İndirgenmiş	118,9	102,2	94,8	75,4	37,6	8,5	0,7	1,2	8,8	39,0	73,9	119,6
	Yansız İndirgenmiş	122,7	101,2	76,7	50,1	27,9	6,2	1,6	1,3	15,4	45,0	100,7	136,6

Tablo 4.15 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların ortalamaları (devam)

İstasyonlar	Yağışlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	**Gözlenmiş**	88,2	76,9	61,8	53,8	36,4	11,4	4,0	4,5	17,2	41,1	73,7	100,4
	İndirgenmiş	91,3	79,1	75,9	62,9	37,3	14,8	3,6	4,8	14,1	37,4	60,5	91,3
	Yansız İndirgenmiş	90,1	76,9	61,8	53,8	36,7	11,4	4,0	4,4	17,1	41,7	75,8	104,5
Manisa	**Gözlenmiş**	122,8	105,6	80,2	58,9	37,4	14,5	4,8	5,2	17,5	50,6	90,5	136,9
	İndirgenmiş	123,9	106,7	97,4	78,3	42,9	15,2	3,5	5,1	15,5	43,2	74,4	120,2
	Yansız İndirgenmiş	247,4	173,2	121,1	64,6	30,1	11,1	3,5	1,9	19,4	89,2	181,4	287,7
İzmir	**Gözlenmiş**	126,5	98,1	76,2	48,3	28,5	7,6	2,0	2,3	17,7	47,5	97,9	137,3
	İndirgenmiş	122,9	103,1	93,5	73,5	37,7	10,1	1,3	2,2	11,2	42,0	75,9	123,1
	Yansız İndirgenmiş	129,3	98,1	76,2	48,2	28,5	7,6	2,1	2,4	17,5	48,0	98,4	139,6
Çeşme	**Gözlenmiş**	107,9	78,6	64,5	36,2	20,0	3,9	1,1	0,8	13,2	40,4	75,2	117,7
	İndirgenmiş	101,2	85,9	76,4	60,3	26,8	5,9	1,2	1,4	5,7	30,9	61,1	103,4
	Yansız İndirgenmiş	102,8	78,9	62,4	36,2	19,8	3,0	1,1	0,7	13,6	42,7	73,1	116,6
Kuşadası	**Gözlenmiş**	109,9	87,9	68,8	45,4	24,9	5,2	0,6	0,4	16,6	40,6	93,9	118,2
	İndirgenmiş	103,1	89,9	84,7	68,2	34,1	8,2	1,0	1,3	7,2	35,3	67,6	106,7
	Yansız İndirgenmiş	105,9	89,3	69,1	45,2	24,9	5,3	0,6	0,4	16,9	38,5	91,1	120,5
Aydın	**Gözlenmiş**	105,7	87,0	70,0	59,5	37,5	13,1	3,7	2,3	12,8	42,9	80,4	115,3
	İndirgenmiş	99,6	88,3	84,1	69,5	39,8	13,9	3,8	4,5	11,2	37,3	66,2	102,1
	Yansız İndirgenmiş	108,8	87,1	70,1	63,6	37,6	14,0	3,6	2,3	12,8	42,3	78,3	117,8

Tablo 4.16 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların standart sapmaları

İstasyonlar	Yağışlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Nazilli	Gözlenmiş	70,7	49,5	34,7	29,4	29,2	18,2	11,4	9,1	16,3	32,6	49,8	59,4
	İndirgenmiş	48,9	37,7	32,7	34,7	21,9	7,4	2,9	2,6	8,4	20,2	29,5	39,1
	Yansız İndirgenmiş	73,2	49,0	34,2	27,4	30,4	21,3	11,7	8,5	14,9	30,4	46,9	56,7
Milas	Gözlenmiş	84,8	61,2	44,6	32,7	29,4	22,3	9,2	7,2	18,0	45,7	57,7	68,5
	İndirgenmiş	64,5	49,8	40,3	42,4	23,3	5,7	2,5	2,4	9,0	25,6	37,5	51,3
	Yansız İndirgenmiş	91,1	70,8	43,0	29,6	30,9	24,1	6,9	5,0	17,5	37,5	55,6	65,7
Köyceğiz	Gözlenmiş	139,4	95,2	57,5	40,9	24,4	17,8	5,0	10,3	20,0	70,5	86,2	119,2
	İndirgenmiş	102,0	77,4	57,1	62,3	33,4	7,8	3,9	4,2	15,9	42,5	56,7	79,7
	Yansız İndirgenmiş	137,4	94,0	56,1	40,8	23,0	15,3	4,7	8,5	19,8	66,3	83,6	114,2
Denizli	Gözlenmiş	70,7	48,2	31,7	29,7	29,3	19,0	29,9	14,2	19,2	27,9	34,4	48,2
	İndirgenmiş	48,2	35,1	28,4	27,2	23,5	14,7	9,3	7,8	12,9	16,5	24,0	35,2
	Yansız İndirgenmiş	70,4	48,2	29,7	29,4	27,7	18,0	42,6	15,2	12,2	21,0	34,7	51,4
Bodrum	Gözlenmiş	82,4	60,6	47,1	28,9	17,0	8,2	0,3	2,5	19,9	44,6	60,7	66,5
	İndirgenmiş	61,9	48,8	37,5	41,0	21,0	4,1	1,3	1,6	7,9	23,7	32,6	47,6
	Yansız İndirgenmiş	81,3	65,4	45,8	27,9	17,6	5,4	0,1	1,1	21,0	41,6	57,0	64,5
Muğla	Gözlenmiş	146,5	98,0	70,2	44,0	45,3	26,4	10,6	13,6	25,0	55,5	80,8	130,1
	İndirgenmiş	121,3	91,0	66,4	66,8	35,6	8,7	4,8	4,7	14,7	37,4	58,5	90,1
	Yansız İndirgenmiş	146,1	123,8	67,7	44,0	44,6	22,6	10,1	12,6	23,8	47,0	79,3	126,5
Fethiye	Gözlenmiş	111,2	72,1	46,9	36,5	22,5	6,4	2,7	6,2	23,7	59,7	85,2	103,1
	İndirgenmiş	92,2	68,7	47,3	51,2	28,8	7,0	3,3	3,8	12,8	31,4	43,3	67,8
	Yansız İndirgenmiş	116,0	71,9	45,4	36,3	28,8	4,6	2,2	4,6	22,5	59,0	79,7	100,0

Tablo 4.16 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların standart sapmaları (devam)

İstasyonlar	Yağışlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Datça	**Gözlenmiş**	79,5	52,1	41,3	32,8	20,6	14,1	0,8	1,4	15,1	44,4	78,1	86,3
	İndirgenmiş	57,3	45,4	38,4	40,7	20,9	4,3	1,4	1,4	9,5	29,3	38,6	49,0
	Yansız İndirgenmiş	78,7	51,1	43,5	32,0	20,4	10,0	0,7	1,1	13,9	38,5	61,2	78,8
Marmaris	**Gözlenmiş**	136,6	95,9	77,4	41,6	28,1	20,8	17,5	7,6	34,5	77,7	115,1	128,8
	İndirgenmiş	97,9	78,3	64,1	70,2	37,4	6,7	2,0	2,4	16,2	51,1	63,8	83,4
	Yansız İndirgenmiş	131,0	93,7	73,8	38,6	33,0	21,9	10,3	6,7	34,4	70,0	106,0	123,0
Salihli	**Gözlenmiş**	49,6	41,5	31,8	30,5	29,5	19,0	10,7	6,9	24,1	29,2	34,8	37,6
	İndirgenmiş	42,2	31,2	24,8	24,7	16,1	8,1	4,9	4,5	8,9	13,8	20,6	30,8
	Yansız İndirgenmiş	54,6	41,4	30,9	29,9	27,2	19,1	13,8	7,8	19,0	22,7	34,2	37,0
Ödemiş	**Gözlenmiş**	68,6	56,2	31,9	32,0	26,0	12,5	8,4	3,5	24,7	29,8	50,2	61,7
	İndirgenmiş	55,0	41,9	34,8	36,4	22,5	8,2	3,0	2,8	8,4	18,9	29,2	41,9
	Yansız İndirgenmiş	77,4	55,8	31,7	29,7	28,7	13,5	8,0	3,4	23,6	27,1	48,1	59,6
Güney	**Gözlenmiş**	75,1	43,0	36,3	26,1	29,3	22,6	18,5	10,3	20,7	24,4	37,1	50,6
	İndirgenmiş	48,0	34,6	27,3	27,4	23,8	13,4	8,2	6,6	11,4	15,7	22,8	34,9
	Yansız İndirgenmiş	76,0	43,1	35,3	26,7	28,8	21,9	28,3	12,6	17,1	22,5	37,2	49,6
Selçuk	**Gözlenmiş**	86,7	64,3	46,3	32,2	30,6	9,1	6,5	3,5	28,7	44,1	70,8	65,2
	İndirgenmiş	69,0	53,1	42,7	44,8	24,5	6,1	1,5	1,8	8,4	23,4	36,5	52,6
	Yansız İndirgenmiş	86,0	63,9	45,5	29,4	29,9	9,9	5,5	2,7	26,5	39,1	66,4	63,8

Tablo 4.16 Gözlenmiş yağışlar, indirgenmiş yağışlar ve yansız indirgenmiş yağışların standart sapmaları (devam)

İstasyonlar	Yağışlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	**Gözlenmiş**	62,1	55,7	36,6	33,1	39,2	13,1	6,6	8,4	25,7	38,7	48,0	61,4
	İndirgenmiş	54,6	40,6	31,6	33,0	21,4	9,2	4,8	4,5	9,8	16,6	25,1	38,9
	Yansız İndirgenmiş	68,8	55,3	36,3	33,0	36,9	12,5	6,5	6,9	20,7	34,0	47,2	64,2
Manisa	**Gözlenmiş**	85,1	75,8	45,5	32,5	27,6	15,9	9,5	10,0	23,5	51,9	53,4	80,4
	İndirgenmiş	76,2	56,7	41,5	42,7	24,8	8,0	4,0	3,8	9,7	19,7	32,1	53,5
	Yansız İndirgenmiş	136,2	95,9	76,7	38,3	32,1	19,7	11,4	4,3	28,8	74,2	110,8	127,8
İzmir	**Gözlenmiş**	86,2	68,4	48,9	29,8	27,7	11,0	6,0	6,5	32,4	52,8	61,3	74,4
	İndirgenmiş	74,4	55,9	40,9	44,2	26,0	6,3	2,1	2,4	9,1	22,9	34,4	53,9
	Yansız İndirgenmiş	95,7	68,1	48,3	27,6	27,4	10,9	5,2	5,1	27,0	48,5	58,9	72,8
Çeşme	**Gözlenmiş**	67,5	57,0	45,9	24,6	22,9	11,4	3,3	2,8	33,4	43,0	49,5	74,0
	İndirgenmiş	56,0	43,4	35,1	36,9	18,2	3,3	1,6	1,6	6,9	24,1	35,3	46,4
	Yansız İndirgenmiş	60,8	55,1	38,6	24,5	21,0	5,2	2,4	1,7	29,4	44,0	46,0	60,0
Kuşadası	**Gözlenmiş**	75,9	55,7	44,7	29,7	29,0	11,3	1,9	1,2	35,6	37,2	71,6	59,2
	İndirgenmiş	54,8	43,2	38,5	40,8	22,4	6,2	1,6	1,7	7,7	23,7	35,5	45,3
	Yansız İndirgenmiş	72,0	63,1	43,5	27,1	28,4	13,4	1,5	0,8	32,9	31,4	57,9	56,9
Aydın	**Gözlenmiş**	71,0	53,5	36,4	33,2	34,8	19,7	8,3	4,8	17,2	36,3	57,1	63,6
	İndirgenmiş	52,4	40,9	37,4	39,0	24,0	8,7	3,0	2,6	9,0	22,8	34,1	43,4
	Yansız İndirgenmiş	74,8	52,7	35,9	33,6	34,1	24,5	7,4	4,3	16,7	33,3	48,4	60,4

4.4.2 Sıcaklık Tahminlerinin Düzeltilmesi

Yağışlara benzer şekilde, indirgenmiş sıcaklık verilerindeki yanlılıkların düzeltilmesi amacıyla, gözlenmiş ve indigenmiş aylık ortalama sıcaklık verilerinin olasılık dağılımları incelenmiş ve her iki veri setinin olasılık dağılımının normal dağılım fonksiyonu ile temsil edilebileceği belirlenmiştir. Gözlenmiş ve indirgenmiş aylık ortalama sıcaklıkların normal dağılım için belirlenen olasılık dağılım parametreleri Tablo 4.17 ve 4.18'de sunulmaktadır.

İndirgenmiş sıcaklık verilerinin kendi olasılık dağılım parametreleri kullanılarak görülme olasılıkları hesaplanmış, bu olasılıklar, gözlenmiş verilerin olasılık dağılım parametreleri kullanılarak, gözlenmiş dizilere karşılık gelen yansız indirgenmiş sıcaklıklara dönüştürülmüştür. Tablo 4.19 ve 4.20'de yansız hale dönüştürülmüş aylık ortalama sıcaklıklar, gözlenmiş ve indirgenmiş sıcaklıklarla birlikte sunulmaktadır.

Tablo 4.17 Gözlenmiş sıcaklıkların aylık olasılık dağılım parametreleri

İstasyon		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	**μ:**	5,88	6,92	9,97	14,66	19,84	24,33	27,21	26,67	22,49	16,99	11,10	7,49
	σ:	1,68	1,83	1,48	1,56	1,23	2,36	1,21	1,47	1,24	1,67	1,65	1,60
Aydın	**μ:**	7,94	8,95	11,89	15,82	20,93	25,60	28,43	27,33	23,30	18,33	13,02	9,34
	σ:	1,56	1,60	1,37	1,37	1,22	2,27	0,94	1,18	1,04	1,55	1,62	1,41
Bodrum	**μ:**	11,11	11,24	13,27	16,46	20,97	25,33	28,36	27,93	24,51	20,29	15,90	12,70
	σ:	1,28	1,45	1,17	1,18	1,02	1,93	1,04	1,23	0,96	1,33	1,44	1,19
Çeşme	**μ:**	9,24	9,61	11,77	15,25	19,56	23,54	25,82	25,45	22,44	18,33	14,00	10,90
	σ:	1,40	1,59	1,17	1,00	0,92	1,86	0,77	0,97	0,85	1,30	1,44	1,41
Datça	**μ:**	12,07	12,06	13,82	16,63	20,87	24,97	27,79	27,82	25,00	21,01	16,78	13,70
	σ:	1,13	1,37	1,02	1,04	1,01	1,84	0,98	1,20	0,90	1,19	1,26	1,07
Denizli	**μ:**	5,61	6,63	10,11	14,70	19,80	24,41	27,55	26,87	22,34	16,76	11,16	7,31
	σ:	1,92	1,87	1,58	1,70	1,46	2,40	1,44	1,69	1,24	1,66	1,78	1,62
Fethiye	**μ:**	9,95	10,57	12,89	16,09	20,46	24,66	27,74	27,52	23,78	19,07	14,24	11,18
	σ:	1,21	1,07	1,12	1,08	1,13	1,94	1,24	1,30	1,07	1,11	1,19	0,87
Güney	**μ:**	3,33	4,08	7,45	11,98	16,96	21,31	24,66	24,35	20,27	14,97	9,48	5,25
	σ:	1,83	2,06	1,75	1,80	1,44	2,27	1,25	1,55	1,29	1,80	2,03	1,48
İzmir	**μ:**	8,61	9,19	11,85	16,02	20,90	25,41	28,14	27,55	23,65	18,82	13,78	10,27
	σ:	1,49	1,71	1,44	1,42	1,10	2,15	1,02	1,27	0,98	1,55	1,62	1,50

Tablo 4.17 Gözlenmiş sıcaklıkların aylık olasılık dağılım parametreleri (devam)

İstasyon		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Köyceğiz	**μ:**	9,11	9,88	12,44	15,97	20,98	25,82	28,82	28,12	24,53	19,21	13,89	10,36
	σ:	1,25	1,25	1,15	1,16	1,05	2,15	0,85	0,79	0,79	1,17	1,29	1,16
Kuşadası	**μ:**	8,96	9,36	11,74	15,29	19,37	23,63	26,21	25,53	22,10	18,01	13,72	10,60
	σ:	1,67	1,66	1,46	1,29	1,09	1,95	1,09	1,39	1,12	1,56	1,77	1,64
Manisa	**μ:**	6,50	7,67	10,77	15,37	20,55	25,30	28,29	27,67	23,35	17,84	11,92	8,12
	σ:	1,71	1,80	1,53	1,54	1,22	2,33	1,08	1,38	1,17	1,67	1,66	1,69
Marmaris	**μ:**	10,50	10,82	12,84	16,07	20,67	25,22	28,31	28,07	24,70	20,01	15,23	11,99
	σ:	1,12	1,29	1,16	1,10	1,12	1,97	0,84	1,05	1,01	1,31	1,29	1,08
Milas	**μ:**	8,88	9,46	11,89	15,62	20,64	25,46	28,78	27,90	23,75	18,77	13,57	10,40
	σ:	1,40	1,41	1,29	1,30	1,18	2,25	1,19	1,33	1,00	1,41	1,43	1,26
Muğla	**μ:**	5,29	5,89	8,66	12,51	17,72	22,61	26,36	25,88	21,61	15,94	10,33	6,76
	σ:	1,33	1,53	1,42	1,48	1,43	2,25	1,15	1,27	1,14	1,42	1,43	1,21
Nazilli	**μ:**	7,30	8,51	11,67	15,84	21,23	25,83	28,74	27,72	23,33	17,98	12,15	8,60
	σ:	1,53	1,54	1,32	1,34	1,24	2,32	1,14	1,34	1,04	1,47	1,41	1,31
Ödemiş	**μ:**	6,99	7,88	10,72	14,78	20,00	24,69	27,72	26,83	22,25	16,90	11,63	8,42
	σ:	1,58	1,58	1,29	1,34	1,24	2,32	1,07	1,30	1,08	1,49	1,59	1,58
Salihli	**μ:**	6,14	7,24	10,55	15,40	20,55	24,88	27,48	26,80	22,49	16,87	11,32	7,72
	σ:	1,83	1,83	1,63	1,61	1,28	2,33	1,21	1,43	1,20	1,77	1,84	1,84
Selçuk	**μ:**	7,83	8,59	11,00	14,86	19,45	23,90	26,62	25,67	21,55	16,87	12,37	9,30
	σ:	1,81	1,66	1,36	1,21	0,96	2,05	0,95	1,27	1,04	1,50	1,79	1,78

Tablo 4.18 İndirgenmiş sıcaklıkların aylık olasılık dağılım parametreleri

İstasyon		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	**μ:**	6,42	6,53	8,90	13,12	18,91	23,83	27,18	26,81	22,97	17,78	12,35	8,39
	σ:	1,65	1,75	1,49	1,51	1,31	2,43	0,97	1,18	1,10	1,60	1,86	1,46
Aydın	**μ:**	8,45	8,56	10,75	14,69	20,16	24,85	28,05	27,70	24,03	19,08	13,97	10,27
	σ:	1,52	1,62	1,39	1,42	1,24	2,30	0,93	1,13	1,05	1,52	1,75	1,36
Bodrum	**μ:**	11,26	11,34	13,10	16,39	21,14	25,33	28,20	27,89	24,58	20,19	15,78	12,71
	σ:	1,20	1,27	1,13	1,21	1,10	2,01	0,84	1,02	0,94	1,33	1,48	1,10
Çeşme	**μ:**	9,45	9,54	11,47	14,84	19,39	23,20	25,78	25,50	22,54	18,50	14,23	11,05
	σ:	1,35	1,44	1,20	1,20	1,02	1,90	0,75	0,90	0,85	1,25	1,48	1,18
Datça	**μ:**	12,17	12,25	13,90	16,97	21,37	25,25	27,90	27,61	24,56	20,50	16,40	13,53
	σ:	1,13	1,20	1,06	1,12	1,02	1,87	0,78	0,94	0,87	1,23	1,38	1,03
Denizli	**μ:**	6,19	6,31	8,76	13,09	19,01	24,02	27,43	27,06	23,15	17,84	12,30	8,23
	σ:	1,70	1,81	1,53	1,55	1,34	2,48	0,99	1,20	1,12	1,63	1,91	1,50
Fethiye	**μ:**	10,40	10,49	12,14	15,38	20,26	24,69	27,76	27,42	23,89	19,27	14,78	11,77
	σ:	1,10	1,18	1,09	1,21	1,15	2,09	0,90	1,09	1,00	1,38	1,48	1,05
Güney	**μ:**	3,82	3,94	6,46	10,82	16,61	21,41	24,65	24,30	20,58	15,48	10,03	5,92
	σ:	1,77	1,88	1,56	1,54	1,29	2,41	0,93	1,13	1,07	1,58	1,90	1,54
İzmir	**μ:**	8,94	9,05	11,23	15,10	20,42	24,94	28,01	27,68	24,15	19,38	14,40	10,76
	σ:	1,51	1,61	1,37	1,39	1,20	2,23	0,89	1,08	1,01	1,47	1,71	1,34

Tablo 4.18 İndirgenmiş sıcaklıkların aylık olasılık dağılım parametreleri (devam)

İstasyon		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Köyceğiz	**μ:**	9,54	9,64	11,59	15,28	20,64	25,39	28,66	28,30	24,54	19,56	14,60	11,16
	σ:	1,33	1,41	1,27	1,36	1,25	2,28	0,96	1,16	1,07	1,51	1,66	1,22
Kuşadası	**μ:**	9,17	9,27	11,24	14,68	19,35	23,27	25,93	25,64	22,59	18,44	14,06	10,81
	σ:	1,37	1,46	1,23	1,23	1,05	1,95	0,77	0,93	0,87	1,28	1,51	1,21
Manisa	**μ:**	7,10	7,22	9,60	13,86	19,75	24,77	28,19	27,82	23,89	18,59	13,08	9,08
	σ:	1,65	1,76	1,50	1,53	1,33	2,47	0,99	1,20	1,12	1,63	1,88	1,47
Marmaris	**μ:**	10,73	10,82	12,58	15,92	20,85	25,26	28,29	27,96	24,46	19,86	15,30	12,18
	σ:	1,18	1,26	1,14	1,24	1,15	2,10	0,89	1,08	0,99	1,39	1,52	1,10
Milas	**μ:**	9,27	9,37	11,26	14,89	20,27	25,11	28,44	28,08	24,24	19,19	14,22	10,84
	σ:	1,27	1,36	1,24	1,35	1,26	2,30	0,98	1,19	1,09	1,52	1,65	1,19
Muğla	**μ:**	5,70	5,80	7,81	11,69	17,46	22,65	26,23	25,84	21,71	16,29	10,97	7,36
	σ:	1,35	1,44	1,32	1,44	1,35	2,46	1,05	1,27	1,17	1,63	1,76	1,27
Nazilli	**μ:**	8,00	8,10	10,29	14,31	20,05	25,06	28,49	28,12	24,17	18,91	13,57	9,81
	σ:	1,49	1,59	1,40	1,47	1,32	2,43	1,00	1,21	1,13	1,60	1,80	1,36
Ödemiş	**μ:**	7,46	7,56	9,62	13,48	19,07	24,01	27,41	27,04	23,13	17,95	12,76	9,16
	σ:	1,40	1,49	1,33	1,42	1,30	2,37	1,00	1,20	1,11	1,57	1,74	1,29
Salihli	**μ:**	6,68	6,80	9,25	13,54	19,31	24,13	27,40	27,05	23,30	18,18	12,76	8,73
	σ:	1,71	1,82	1,53	1,53	1,29	2,41	0,95	1,15	1,08	1,58	1,88	1,50
Selçuk	**μ:**	8,16	8,26	10,23	13,82	18,85	23,20	26,17	25,85	22,44	17,85	13,16	9,80
	σ:	1,36	1,45	1,25	1,30	1,15	2,12	0,87	1,05	0,98	1,40	1,60	1,22

Tablo 4.19 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların ortalamaları

İstasyon	Sıcaklıklar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Nazilli	Gözlenmiş	7,3	8,5	11,7	15,8	21,2	25,8	28,7	27,7	23,3	18,0	12,2	8,6
	İndirgenmiş	8,0	8,1	10,3	14,3	20,0	25,1	28,5	28,1	24,2	18,9	13,6	9,8
	Yansız İndirgenmiş	7,3	8,5	11,7	15,8	21,2	25,8	28,7	27,7	23,3	18,0	12,2	8,6
Milas	Gözlenmiş	8,9	9,5	11,9	15,6	20,6	25,5	28,8	27,9	23,8	18,8	13,6	10,4
	İndirgenmiş	9,3	9,4	11,3	14,9	20,3	25,1	28,4	28,1	24,2	19,2	14,2	10,8
	Yansız İndirgenmiş	8,9	9,5	11,9	15,6	20,6	25,5	28,8	27,9	23,8	18,8	13,6	10,4
Köyceğiz	Gözlenmiş	9,1	9,9	12,4	16,0	21,0	25,8	28,8	28,1	24,5	19,2	13,9	10,4
	İndirgenmiş	9,5	9,6	11,6	15,3	20,6	25,4	28,7	28,3	24,5	19,6	14,6	11,2
	Yansız İndirgenmiş	9,1	9,9	12,4	16,0	21,0	25,8	28,8	28,1	24,5	19,2	13,9	10,4
Denizli	Gözlenmiş	5,6	6,6	10,1	14,7	19,8	24,4	27,6	26,9	22,3	16,8	11,2	7,3
	İndirgenmiş	6,2	6,3	8,8	13,1	19,0	24,0	27,4	27,1	23,1	17,8	12,3	8,2
	Yansız İndirgenmiş	5,6	6,6	10,1	14,7	19,8	24,4	27,6	26,9	22,3	16,8	11,2	7,3
Bodrum	Gözlenmiş	11,1	11,2	13,3	16,5	21,0	25,3	28,4	27,9	24,5	20,3	15,9	12,7
	İndirgenmiş	11,3	11,3	13,1	16,4	21,1	25,3	28,2	27,9	24,6	20,2	15,8	12,7
	Yansız İndirgenmiş	11,1	11,2	13,3	16,5	21,0	25,3	28,4	27,9	24,5	20,3	15,9	12,7
Muğla	Gözlenmiş	5,3	5,9	8,7	12,5	17,7	22,6	26,4	25,9	21,6	15,9	10,3	6,8
	İndirgenmiş	5,7	5,8	7,8	11,7	17,5	22,6	26,2	25,8	21,7	16,3	11,0	7,4
	Yansız İndirgenmiş	5,3	5,9	8,7	12,5	17,7	22,6	26,4	25,9	21,6	15,9	10,3	6,8
Fethiye	Gözlenmiş	9,9	10,6	12,9	16,1	20,5	24,7	27,7	27,5	23,8	19,1	14,2	11,2
	İndirgenmiş	10,4	10,5	12,1	15,4	20,3	24,7	27,8	27,4	23,9	19,3	14,8	11,8
	Yansız İndirgenmiş	9,9	10,6	12,9	16,1	20,5	24,7	27,7	27,5	23,8	19,1	14,2	11,2

Tablo 4.19 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların ortalamaları (devam)

İstasyon	Sıcaklıklar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Datça	Gözlenmiş	12,1	12,1	13,8	16,6	20,9	25,0	27,8	27,8	25,0	21,0	16,8	13,7
	İndirgenmiş	12,2	12,2	13,9	17,0	21,4	25,2	27,9	27,6	24,6	20,5	16,4	13,5
	Yansız İndirgenmiş	12,1	12,1	13,8	16,6	20,9	25,0	27,8	27,8	25,0	21,0	16,8	13,7
Marmaris	Gözlenmiş	10,5	10,8	12,8	16,1	20,7	25,2	28,3	28,1	24,7	20,0	15,2	12,0
	İndirgenmiş	10,7	10,8	12,6	15,9	20,9	25,3	28,3	28,0	24,5	19,9	15,3	12,2
	Yansız İndirgenmiş	10,5	10,8	12,8	16,1	20,7	25,2	28,3	28,1	24,7	20,0	15,2	12,0
Salihli	Gözlenmiş	6,1	7,2	10,5	15,4	20,6	24,9	27,5	26,8	22,5	16,9	11,3	7,7
	İndirgenmiş	6,7	6,8	9,3	13,5	19,3	24,1	27,4	27,1	23,3	18,2	12,8	8,7
	Yansız İndirgenmiş	6,1	7,2	10,5	15,4	20,6	24,9	27,5	26,8	22,5	16,9	11,3	7,8
Ödemiş	Gözlenmiş	7,0	7,9	10,7	14,8	20,0	24,7	27,7	26,8	22,3	16,9	11,6	8,4
	İndirgenmiş	7,5	7,6	9,6	13,5	19,1	24,0	27,4	27,0	23,1	17,9	12,8	9,2
	Yansız İndirgenmiş	7,0	7,9	10,7	14,8	20,0	24,7	27,7	26,8	22,3	16,9	11,6	8,5
Güney	Gözlenmiş	3,3	4,1	7,4	12,0	17,0	21,3	24,7	24,4	20,3	15,0	9,5	5,3
	İndirgenmiş	3,8	3,9	6,5	10,8	16,6	21,4	24,6	24,3	20,6	15,5	10,0	5,9
	Yansız İndirgenmiş	3,3	4,1	7,4	12,0	17,0	21,3	24,7	24,4	20,3	15,0	9,5	5,3
Selçuk	Gözlenmiş	7,8	8,6	11,0	14,9	19,5	23,9	26,6	25,7	21,5	16,9	12,4	9,3
	İndirgenmiş	8,2	8,3	10,2	13,8	18,9	23,2	26,2	25,9	22,4	17,9	13,2	9,8
	Yansız İndirgenmiş	7,8	8,6	11,0	14,9	19,5	23,9	26,6	25,7	21,5	16,9	12,4	9,3

Tablo 4.19 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların ortalamaları (devam)

İstasyon	Sıcaklıklar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	Gözlenmiş	5,9	6,9	10,0	14,7	19,8	24,3	27,2	26,7	22,5	17,0	11,1	7,5
	İndirgenmiş	6,4	6,5	8,9	13,1	18,9	23,8	27,2	26,8	23,0	17,8	12,4	8,4
	Yansız İndirgenmiş	5,9	6,9	10,0	14,7	19,8	24,3	27,2	26,7	22,5	17,0	11,1	7,5
Manisa	Gözlenmiş	6,5	7,7	10,8	15,4	20,6	25,3	28,3	27,7	23,4	17,8	11,9	8,1
	İndirgenmiş	7,1	7,2	9,6	13,9	19,7	24,8	28,2	27,8	23,9	18,6	13,1	9,1
	Yansız İndirgenmiş	6,5	7,7	10,8	15,4	20,6	25,3	28,3	27,7	23,4	17,8	11,9	8,2
İzmir	Gözlenmiş	8,6	9,2	11,9	16,0	20,9	25,4	28,1	27,6	23,6	18,8	13,8	10,3
	İndirgenmiş	8,9	9,0	11,2	15,1	20,4	24,9	28,0	27,7	24,2	19,4	14,4	10,8
	Yansız İndirgenmiş	8,6	9,2	11,9	16,0	20,9	25,4	28,1	27,6	23,6	18,8	13,8	10,3
Çeşme	Gözlenmiş	9,2	9,6	11,8	15,3	19,6	23,5	25,8	25,5	22,4	18,3	14,0	10,9
	İndirgenmiş	9,4	9,5	11,5	14,8	19,4	23,2	25,8	25,5	22,5	18,5	14,2	11,1
	Yansız İndirgenmiş	9,2	9,6	11,8	15,3	19,6	23,5	25,8	25,5	22,4	18,3	14,0	10,9
Kuşadası	Gözlenmiş	9,0	9,4	11,7	15,3	19,4	23,6	26,2	25,5	22,1	18,0	13,7	10,6
	İndirgenmiş	9,2	9,3	11,2	14,7	19,4	23,3	25,9	25,6	22,6	18,4	14,1	10,8
	Yansız İndirgenmiş	9,0	9,4	11,7	15,3	19,4	23,6	26,2	25,5	22,1	18,0	13,7	10,6
Aydın	Gözlenmiş	7,9	9,0	11,9	15,8	20,9	25,6	28,4	27,3	23,3	18,3	13,0	9,3
	İndirgenmiş	8,4	8,6	10,7	14,7	20,2	24,9	28,0	27,7	24,0	19,1	14,0	10,3
	Yansız İndirgenmiş	7,9	9,0	11,9	15,8	20,9	25,6	28,4	27,3	23,3	18,3	13,0	9,4

Tablo 4.20 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların standart sapmaları

İstasyon	Sıcaklıklar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Nazilli	Gözlenmiş	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	2,3	1,1	1,3	1,0	1,5	1,4	1,3
	İndirgenmiş	1,5	1,6	1,4	1,5	1,3	2,4	1,0	1,2	1,1	1,6	1,8	1,4
	Yansız İndirgenmiş	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	2,3	1,1	1,3	1,0	1,5	1,4	1,3
Milas	Gözlenmiş	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	2,3	1,2	1,3	1,0	1,4	1,4	1,3
	İndirgenmiş	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3	2,3	1,0	1,2	1,1	1,5	1,6	1,2
	Yansız İndirgenmiş	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	2,3	1,2	1,3	1,0	1,4	1,4	1,3
Köyceğiz	Gözlenmiş	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	2,2	0,9	0,8	0,8	1,2	1,3	1,2
	İndirgenmiş	1,3	1,4	1,3	1,4	1,2	2,3	1,0	1,2	1,1	1,5	1,7	1,2
	Yansız İndirgenmiş	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	2,2	0,9	0,8	0,8	1,2	1,3	1,2
Denizli	Gözlenmiş	1,9	1,9	1,6	1,7	1,5	2,4	1,4	1,7	1,2	1,7	1,8	1,6
	İndirgenmiş	1,7	1,8	1,5	1,6	1,3	2,5	1,0	1,2	1,1	1,6	1,9	1,5
	Yansız İndirgenmiş	1,9	1,9	1,6	1,7	1,5	2,4	1,4	1,7	1,2	1,7	1,8	1,6
Bodrum	Gözlenmiş	1,3	1,5	1,2	1,2	1,0	1,9	1,0	1,2	1,0	1,3	1,4	1,2
	İndirgenmiş	1,2	1,3	1,1	1,2	1,1	2,0	0,8	1,0	0,9	1,3	1,5	1,1
	Yansız İndirgenmiş	1,3	1,5	1,2	1,2	1,0	1,9	1,0	1,2	1,0	1,3	1,4	1,2
Muğla	Gözlenmiş	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	2,2	1,2	1,3	1,1	1,4	1,4	1,2
	İndirgenmiş	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	2,5	1,1	1,3	1,2	1,6	1,8	1,3
	Yansız İndirgenmiş	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	2,2	1,2	1,3	1,1	1,4	1,4	1,2
Fethiye	Gözlenmiş	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,9	1,2	1,3	1,1	1,1	1,2	0,9
	İndirgenmiş	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	2,1	0,9	1,1	1,0	1,4	1,5	1,0
	Yansız İndirgenmiş	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,9	1,2	1,3	1,1	1,1	1,2	0,9

Tablo 4.20 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların standart sapmaları (devam)

İstasyon	Sıcaklıklar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Datça	Gözlenmiş	1,1	1,4	1,0	1,0	1,0	1,8	1,0	1,2	0,9	1,2	1,3	1,1
	İndirgenmiş	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,9	0,8	0,9	0,9	1,2	1,4	1,0
	Yansız İndirgenmiş	1,1	1,4	1,0	1,0	1,0	1,8	1,0	1,2	0,9	1,2	1,3	1,1
Marmaris	Gözlenmiş	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	2,0	0,8	1,1	1,0	1,3	1,3	1,1
	İndirgenmiş	1,2	1,3	1,1	1,2	1,2	2,1	0,9	1,1	1,0	1,4	1,5	1,1
	Yansız İndirgenmiş	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	2,0	0,8	1,1	1,0	1,3	1,3	1,1
Salihli	Gözlenmiş	1,8	1,8	1,6	1,6	1,3	2,3	1,2	1,4	1,2	1,8	1,8	1,8
	İndirgenmiş	1,7	1,8	1,5	1,5	1,3	2,4	0,9	1,1	1,1	1,6	1,9	1,5
	Yansız İndirgenmiş	1,8	1,8	1,6	1,6	1,3	2,3	1,2	1,4	1,2	1,8	1,8	1,8
Ödemiş	Gözlenmiş	1,6	1,6	1,3	1,3	1,2	2,3	1,1	1,3	1,1	1,5	1,6	1,6
	İndirgenmiş	1,4	1,5	1,3	1,4	1,3	2,4	1,0	1,2	1,1	1,6	1,7	1,3
	Yansız İndirgenmiş	1,6	1,6	1,3	1,3	1,2	2,3	1,1	1,3	1,1	1,5	1,6	1,6
Güney	Gözlenmiş	1,8	2,1	1,8	1,8	1,4	2,3	1,2	1,5	1,3	1,8	2,0	1,5
	İndirgenmiş	1,8	1,9	1,6	1,5	1,3	2,4	0,9	1,1	1,1	1,6	1,9	1,5
	Yansız İndirgenmiş	1,8	2,1	1,8	1,8	1,4	2,3	1,2	1,5	1,3	1,8	2,0	1,5
Selçuk	Gözlenmiş	1,8	1,7	1,4	1,2	1,0	2,0	0,9	1,3	1,0	1,5	1,8	1,8
	İndirgenmiş	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	2,1	0,9	1,0	1,0	1,4	1,6	1,2
	Yansız İndirgenmiş	1,8	1,7	1,4	1,2	1,0	2,0	0,9	1,3	1,0	1,5	1,8	1,8

Tablo 4.20 Gözlenmiş sıcaklıklar, indirgenmiş sıcaklıklar ve yansız indirgenmiş sıcaklıkların standart sapmaları (devam)

İstasyon	Sıcaklıklar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Akhisar	**Gözlenmiş**	1,7	1,8	1,5	1,6	1,2	2,4	1,2	1,5	1,2	1,7	1,7	1,6
	İndirgenmiş	1,6	1,8	1,5	1,5	1,3	2,4	1,0	1,2	1,1	1,6	1,9	1,5
	Yansız İndirgenmiş	1,7	1,8	1,5	1,6	1,2	2,4	1,2	1,5	1,2	1,7	1,7	1,6
Manisa	**Gözlenmiş**	1,7	1,8	1,5	1,5	1,2	2,3	1,1	1,4	1,2	1,7	1,7	1,7
	İndirgenmiş	1,7	1,8	1,5	1,5	1,3	2,5	1,0	1,2	1,1	1,6	1,9	1,5
	Yansız İndirgenmiş	1,7	1,8	1,5	1,5	1,2	2,3	1,1	1,4	1,2	1,7	1,7	1,7
İzmir	**Gözlenmiş**	1,5	1,7	1,4	1,4	1,1	2,2	1,0	1,3	1,0	1,5	1,6	1,5
	İndirgenmiş	1,5	1,6	1,4	1,4	1,2	2,2	0,9	1,1	1,0	1,5	1,7	1,3
	Yansız İndirgenmiş	1,5	1,7	1,4	1,4	1,1	2,2	1,0	1,3	1,0	1,5	1,6	1,5
Çeşme	**Gözlenmiş**	1,4	1,6	1,2	1,0	0,9	1,9	0,8	1,0	0,9	1,3	1,4	1,4
	İndirgenmiş	1,3	1,4	1,2	1,2	1,0	1,9	0,7	0,9	0,8	1,2	1,5	1,2
	Yansız İndirgenmiş	1,4	1,6	1,2	1,0	0,9	1,9	0,8	1,0	0,9	1,3	1,4	1,4
Kuşadası	**Gözlenmiş**	1,7	1,7	1,5	1,3	1,1	1,9	1,1	1,4	1,1	1,6	1,8	1,6
	İndirgenmiş	1,4	1,5	1,2	1,2	1,0	2,0	0,8	0,9	0,9	1,3	1,5	1,2
	Yansız İndirgenmiş	1,7	1,7	1,5	1,3	1,1	1,9	1,1	1,4	1,1	1,6	1,8	1,6
Aydın	**Gözlenmiş**	1,6	1,6	1,4	1,4	1,2	2,3	0,9	1,2	1,0	1,5	1,6	1,4
	İndirgenmiş	1,5	1,6	1,4	1,4	1,2	2,3	0,9	1,1	1,0	1,5	1,7	1,4
	Yansız İndirgenmiş	1,6	1,6	1,4	1,4	1,2	2,3	0,9	1,2	1,0	1,5	1,6	1,4

4.5 Gözlenmiş Yağış ve Sıcaklıklar ile Yansız İndirgenmiş Yağış ve Sıcaklık Tahminlerinin Karşılaştırılması

Gözlenmiş yağış ve sıcaklık verileri ile YSA ile elde edilen indirgenmiş yağış ve sıcaklık tahminleri arasındaki korelasyonlar tezin 4.3 bölümünde verilmişti. Sözkonusu bu korelasyonların, yansız hale dönüştürülen yağış ve sıcaklık tahminleri dikkate alındığında bir miktar daha arttığı görülmektedir (Tablo 4.21 ve 4.22). Bir başka ifade ile, yansız hale dönüştürme sürecinin yağış ve sıcaklık tahminlerini olumlu yönde iyileştirdiği, YSA ile tahmin edilen indirgenmiş değerlerin sıra değerlerinin (rank) gözlenmiş değerlerin sıra değerleri ile büyük ölçüde benzeştiği görülmektedir.

Tablo 4.21 Gözlenmiş yağışlar ile indirgenmiş ve yansız indirgenmiş yağışlar arasındaki korelasyon değerleri

İstasyon	**Gözlenmiş Yağışlar-YSA Tahminleri (R^2)**	**Gözlenmiş Yağışlar-Yansız YSA Tahminleri (R^2)**
Nazilli	0,72	0,73
Milas	0,74	0,76
Köyceğiz	0,70	0,75
Denizli	0,69	0,69
Bodrum	0,73	0,75
Muğla	0,75	0,79
Fethiye	0,70	0,75
Datça	0,66	0,69
Marmaris	0,69	0,73
Salihli	0,67	0,66
Ödemiş	0,72	0,74
Güney	0,68	0,67
Selçuk	0,72	0,76
Akhisar	0,63	0,63
Manisa	0,70	0,72
İzmir	0,68	0,71
Çeşme	0,65	0,68
Kuşadası	0,67	0,71
Aydın	0,72	0,73

Tablo 4.22 Gözlenmiş sıcaklıklar ile indirgenmiş ve yansız indirgenmiş sıcaklıklar arasındaki korelasyon değerleri

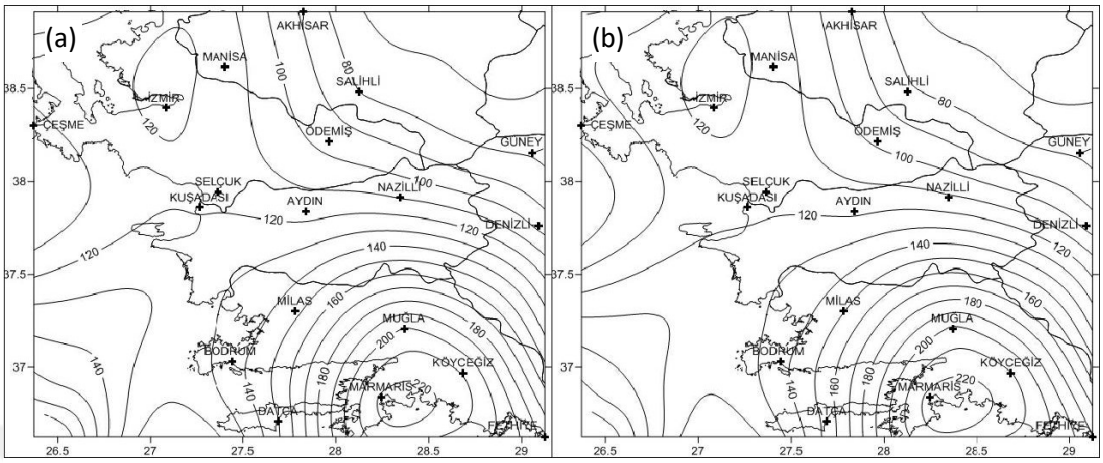
İstasyon	Gözlenmiş Sıcaklıklar-YSA Tahminleri (R^2)	Gözlenmiş Sıcaklıklar-Yansız YSA Tahminleri (R^2)
Nazilli	0,97	0,99
Milas	0,99	0,99
Köyceğiz	0,99	0,99
Denizli	0,98	0,99
Bodrum	0,99	0,99
Muğla	0,99	0,99
Fethiye	0,98	0,99
Datça	0,99	0,99
Marmaris	0,99	0,99
Salihli	0,97	0,99
Ödemiş	0,98	0,99
Güney	0,99	0,99
Selçuk	0,98	0,99
Akhisar	0,98	0,99
Manisa	0,98	0,99
İzmir	0,99	0,99
Çeşme	0,99	0,99
Kuşadası	0,98	0,98
Aydın	0,98	0,99

4.5.1 Yağış Tahminlerinin Alansal Dağılımlarının Karşılaştırılması

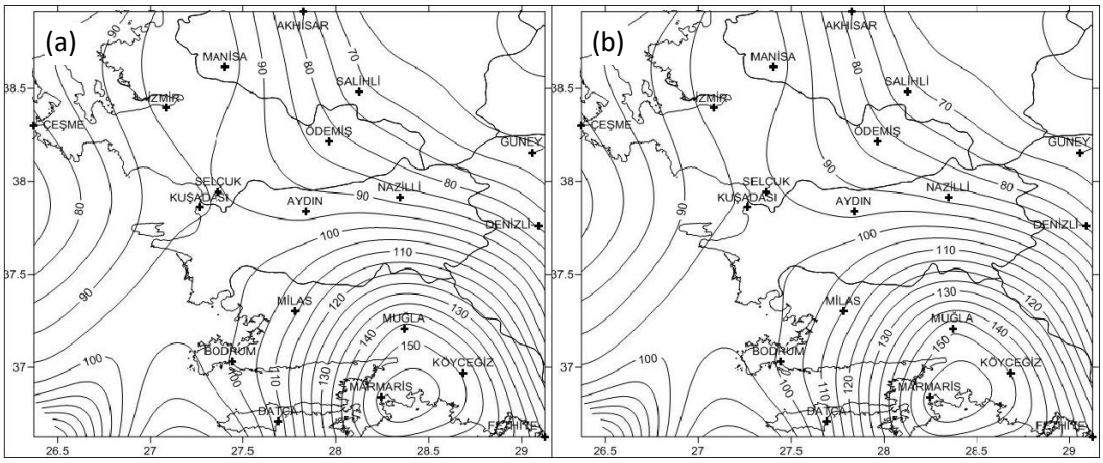
19 istasyonda gözlenmiş aylık yağışlar ile istasyon ölçeğine indirgenip yansız hale dönüştürülen yağış tahminlerinin çalışma alanındaki alansal dağılımlarını incelemek amacıyla gözlenmiş ve yansız tahminlerin uzun dönem ortalamaları haritalanmıştır.Şekil 4.42'den 4.54'e kadar ay bazında sunulan haritalarda gözlenmiş yağışlar ile yansız tahminlerin alansal dağılımlarının büyük ölçüde benzer ve tutarlı olduğu görülmektedir.

Hem gözlenmiş hem de yansız yağış tahminleri sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında çalışma alanının güney ve güney doğu kesimlerinde yüksek değerler gösterirken, yaz aylarında yüksek yağışların çalışma alanının kuzey doğu kesimlerinde gözlendiği görülmektedir. Yaz yağışlarının genellikle konvektif özellik gösterdiği dikkate alınacak olursa, bu dönemde kıyı kesimlerden iç bölgelere geçen

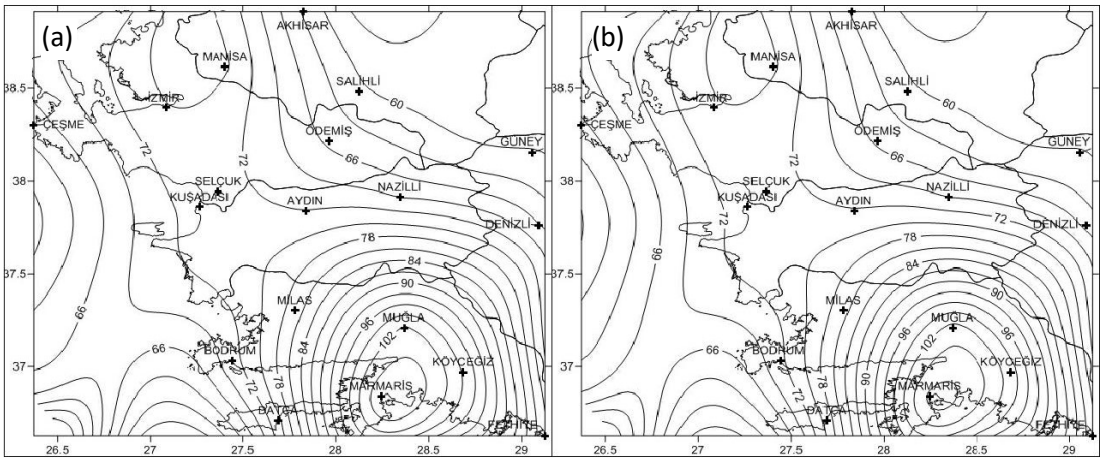
sıcak nemli havanın, karalar üzerinde sıcaklık etkisiyle yükselerek yağışa dönüştüğü söylenebilir.



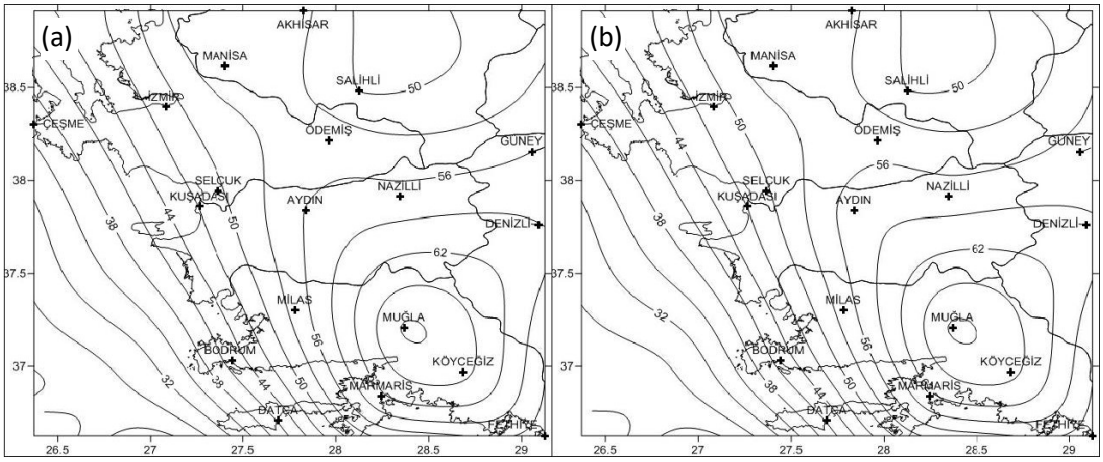
Şekil 4.42 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) ocak ayı için karşılaştırılması



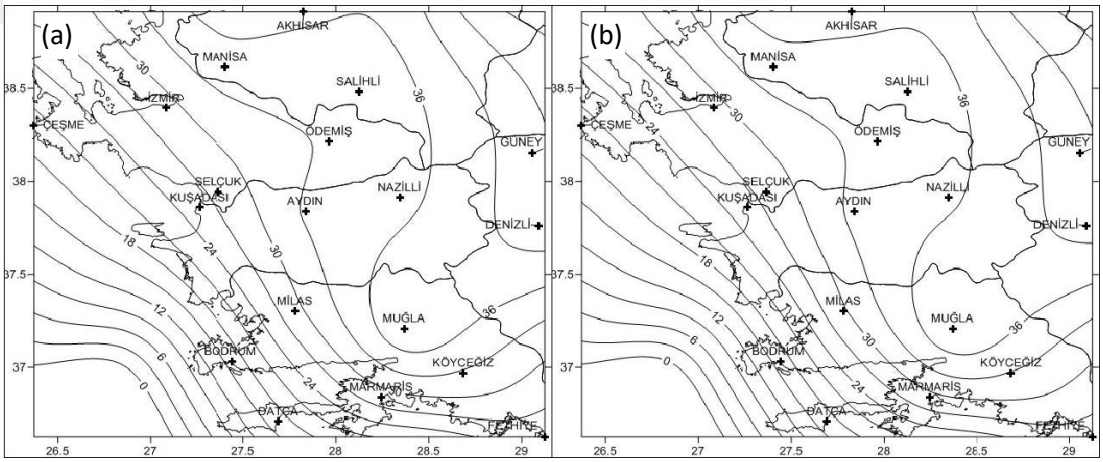
Şekil 4.43 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) şubat ayı için karşılaştırılması



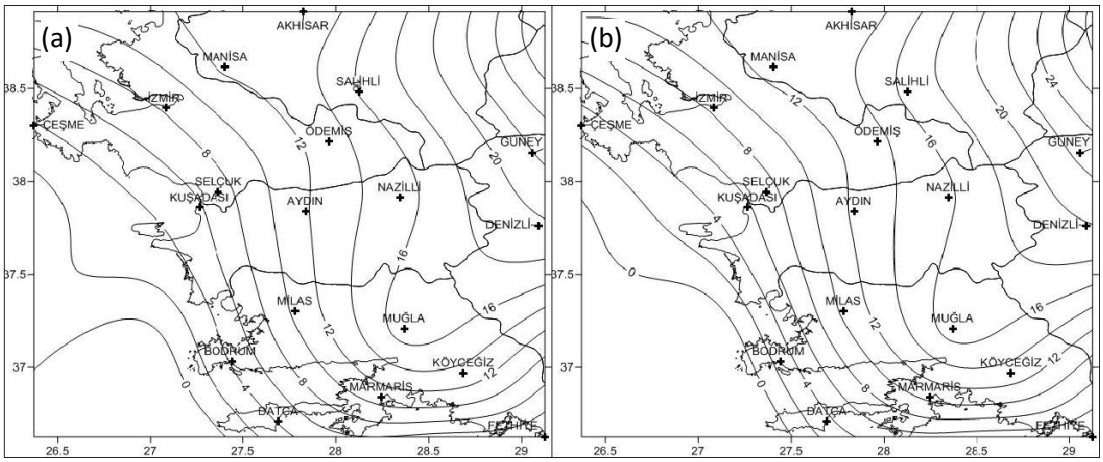
Şekil 4.44 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) mart ayı için karşılaştırılması



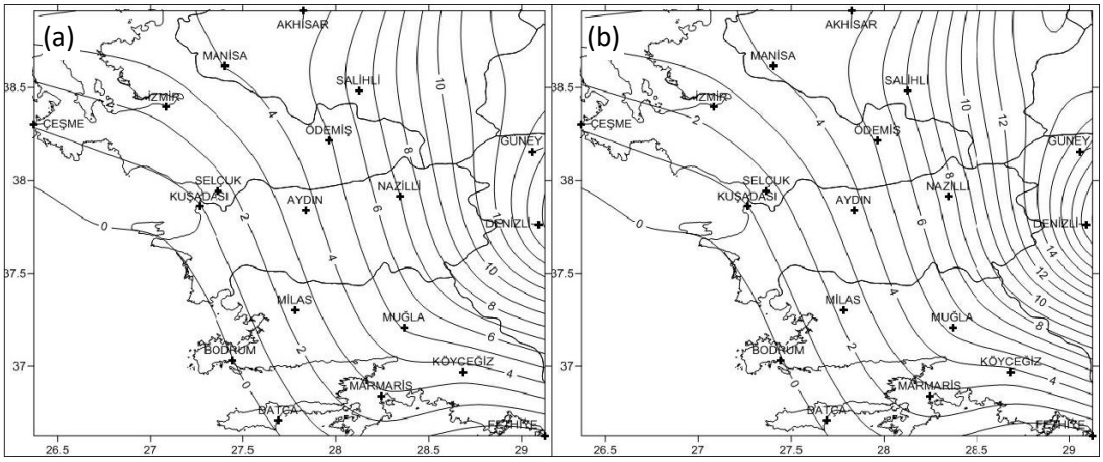
Şekil 4.45 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) nisan ayı için karşılaştırılması



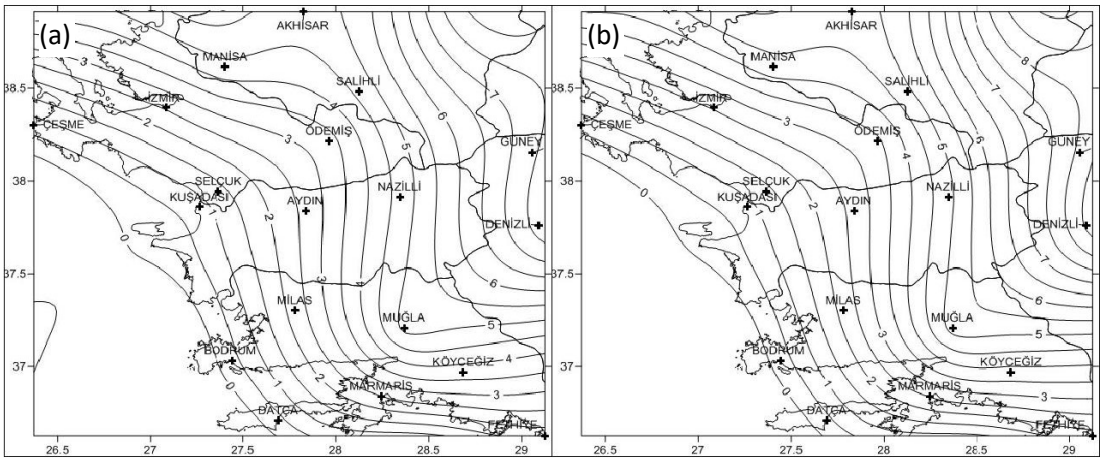
Şekil 4.46 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) mayıs ayı için karşılaştırılması



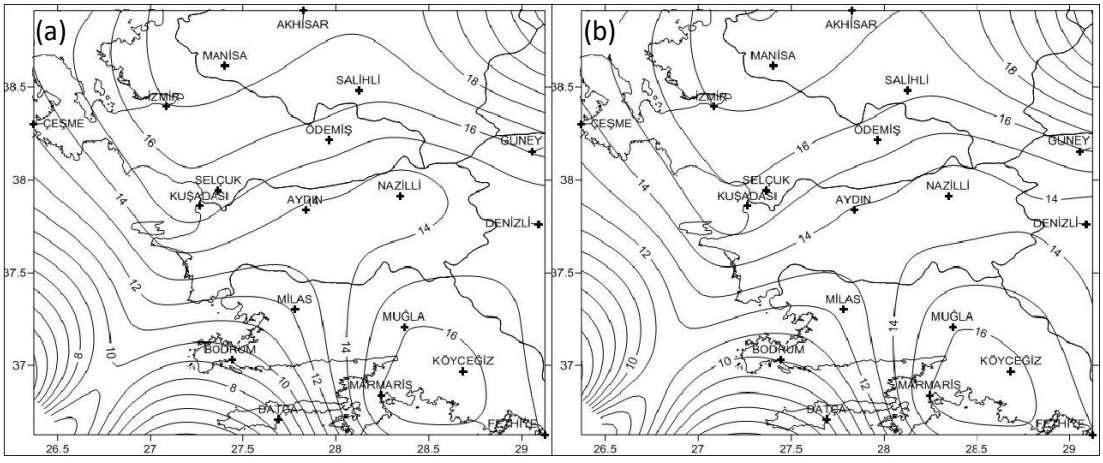
Şekil 4.47 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) haziran ayı için karşılaştırılması



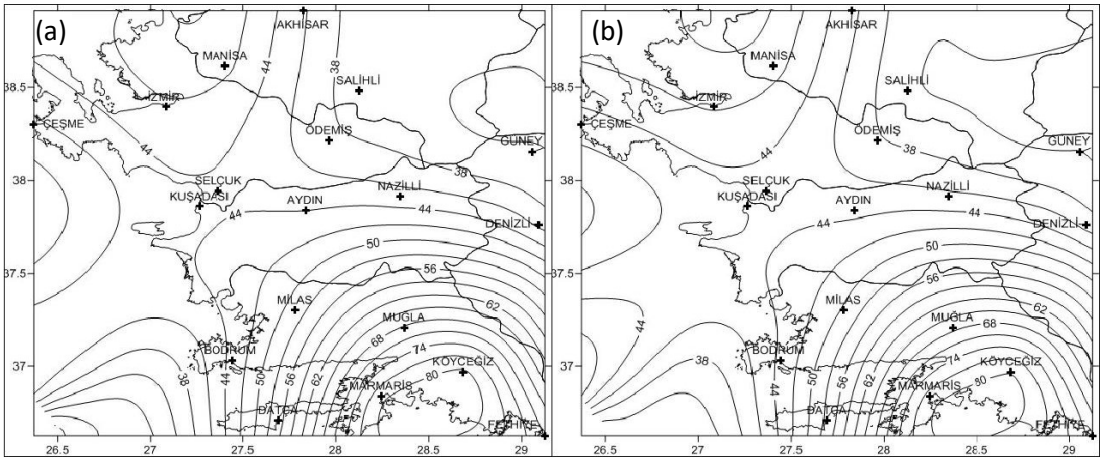
Şekil 4.48 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) temmuz ayı için karşılaştırılması



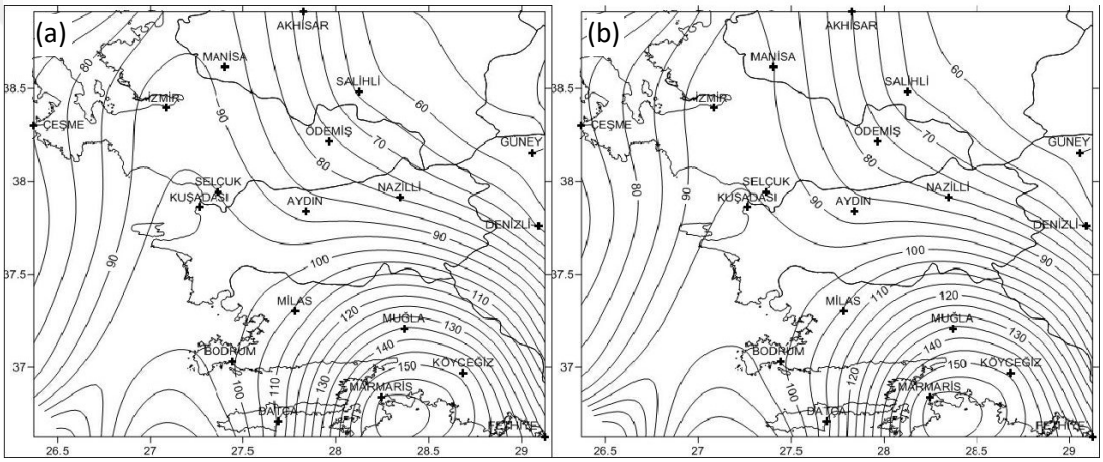
Şekil 4.49 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) ağustos ayı için karşılaştırılması



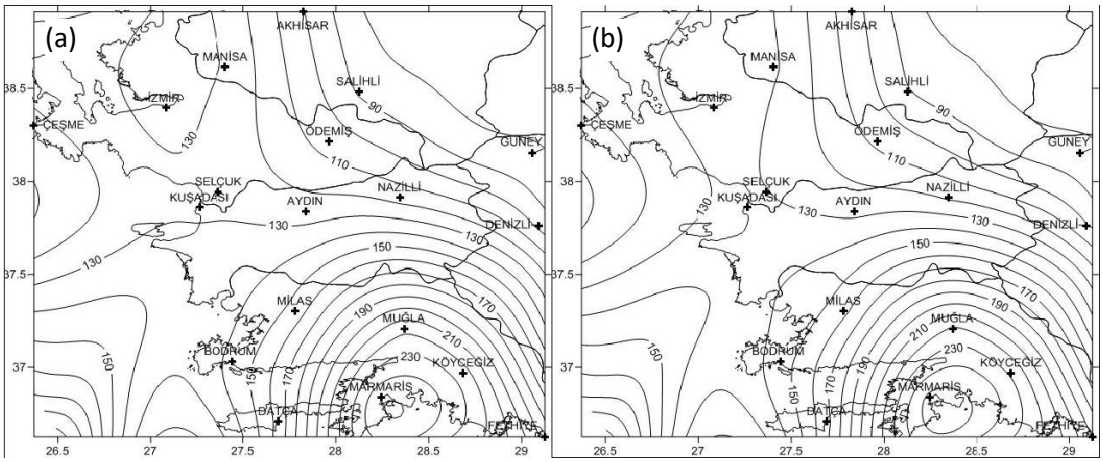
Şekil 4.50 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) eylül ayı için karşılaştırılması



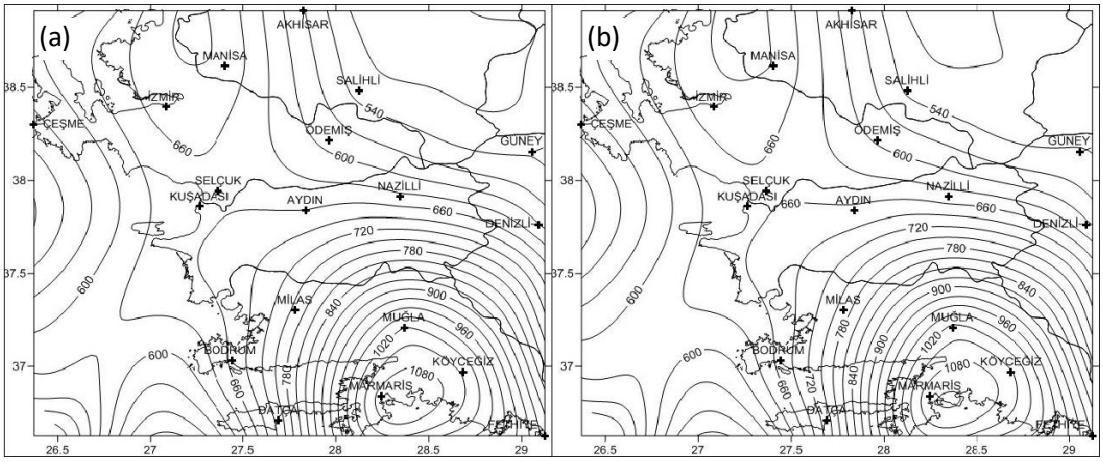
Şekil 4.51Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) ekim ayı için karşılaştırılması



Şekil 4.52 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) kasım ayı için karşılaştırılması



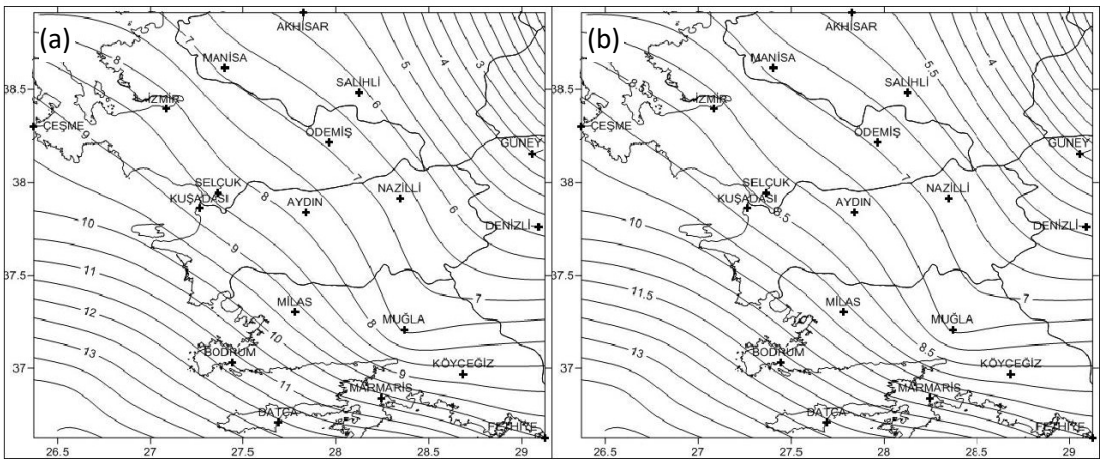
Şekil 4.53 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) aralık ayı için karşılaştırılması



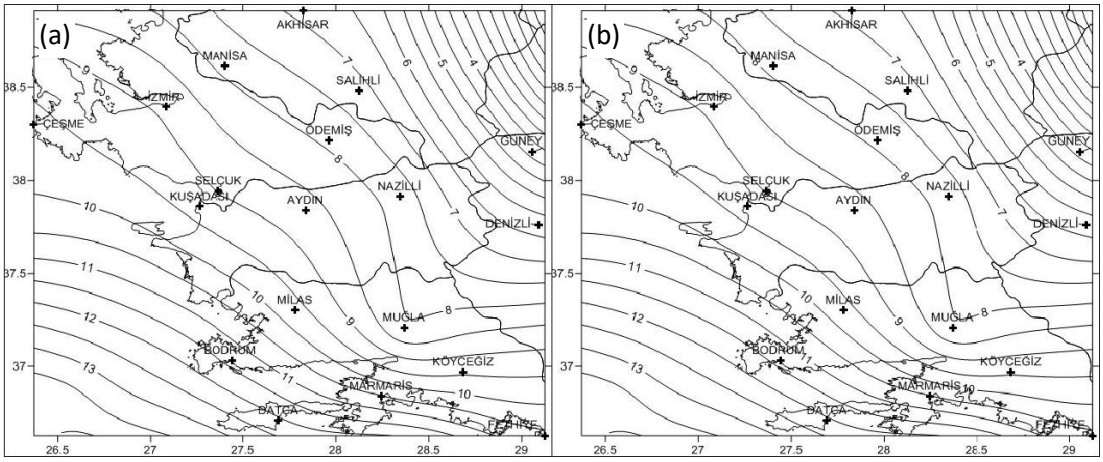
Şekil 4.54 Gözlenmiş yağışlar (a) ile yansız indirgenmiş yağışların (b) yıllık toplamlarının karşılaştırılması

4.5.2 Sıcaklık Tahminlerinin Alansal Dağılımlarının Karşılaştırılması

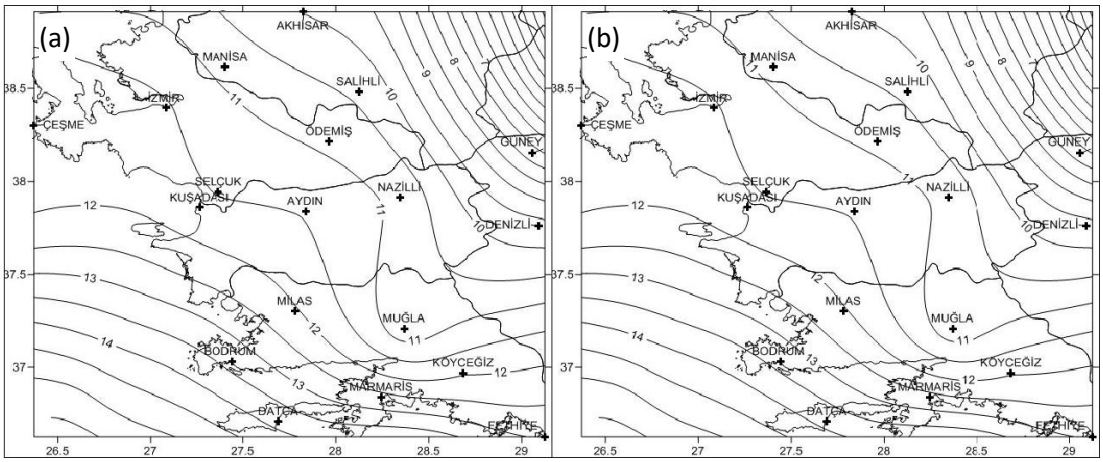
Yağışlara benzer şekilde gözlenmiş sıcaklıklar ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların uzun dönem aylık ortalamalarının alansal dağılımları (Şekil 4.55-4.67) incelendiğinde gözlenmiş değerler ile tahmin edilen değerlerin zaman ve konum dağılımlarının son derece uyumlu görülmektedir. Sıcaklıklar tüm dönemlerde güney batı kesiminden kuzey doğu kesimine doğru azalmakta, söz konusu bu azalma istasyonların kot ve enlem derecelerindeki artış ile uyumlu görülmektedir.



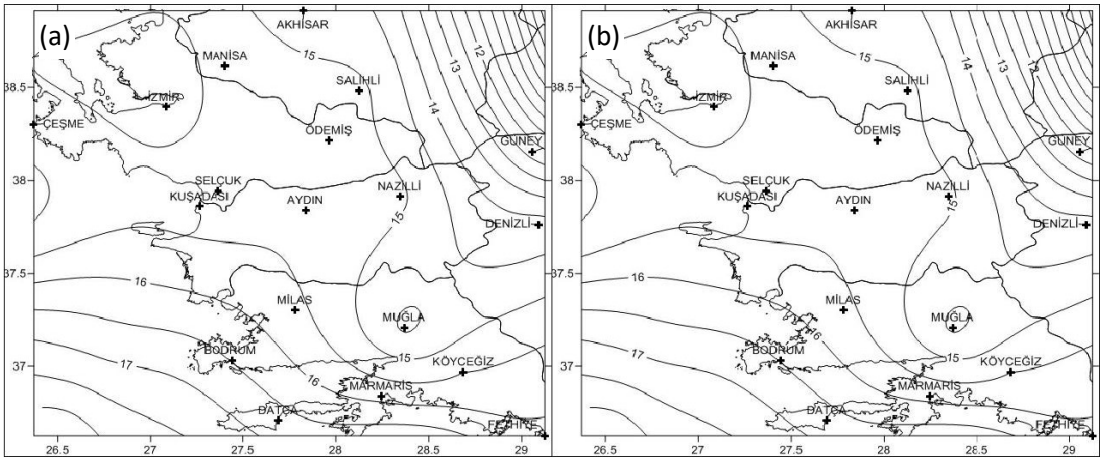
Şekil 4.55 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) ocak ayı için karşılaştırılması



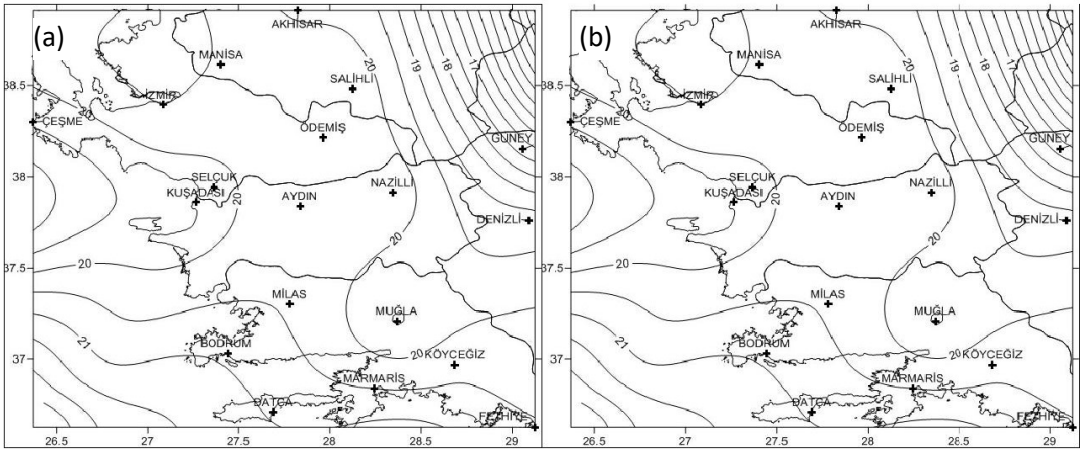
Şekil 4.56 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) şubat ayı için karşılaştırılması



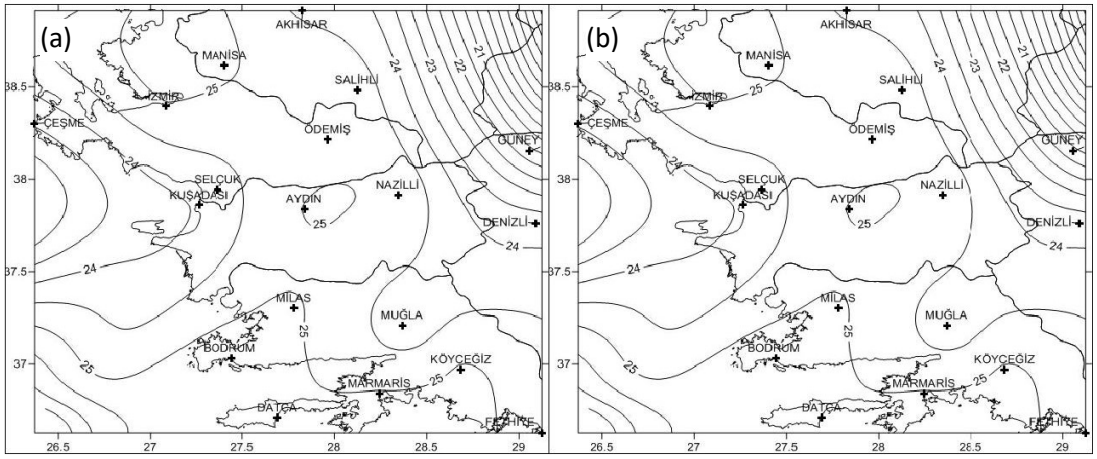
Şekil 4.57 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) mart ayı için karşılaştırılması



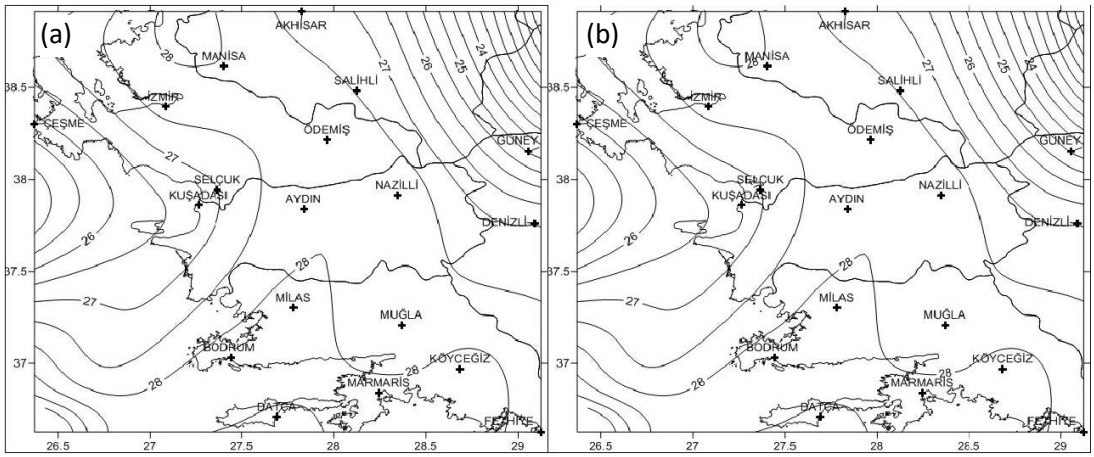
Şekil 4.58 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) nisan ayı için karşılaştırılması



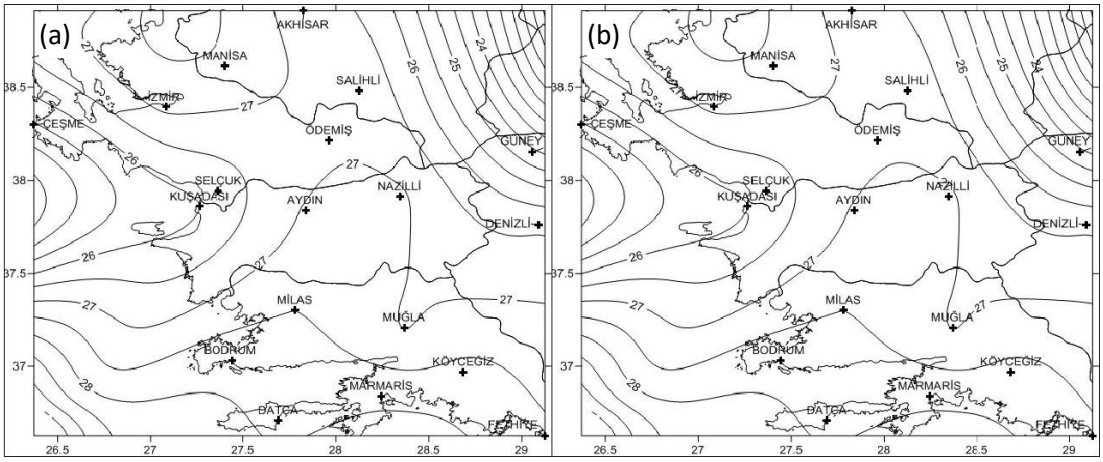
Şekil 4.59 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) mayıs ayı için karşılaştırılması



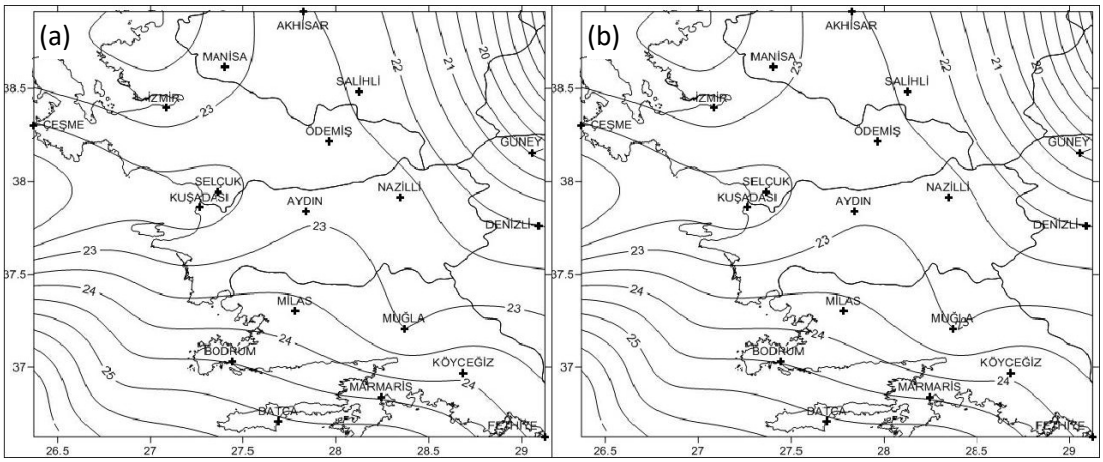
Şekil 4.60 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) haziran ayı için karşılaştırılması



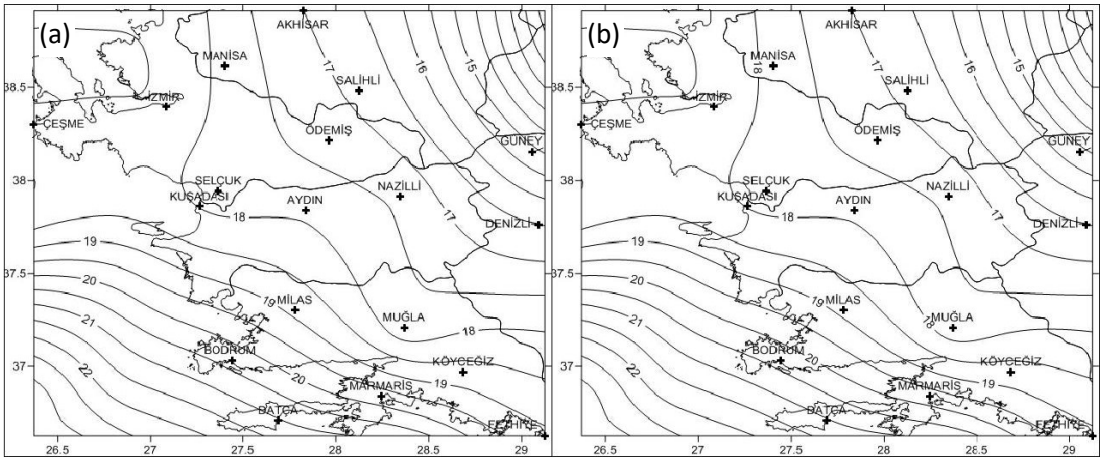
Şekil 4.61 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) temmuz ayı için karşılaştırılması



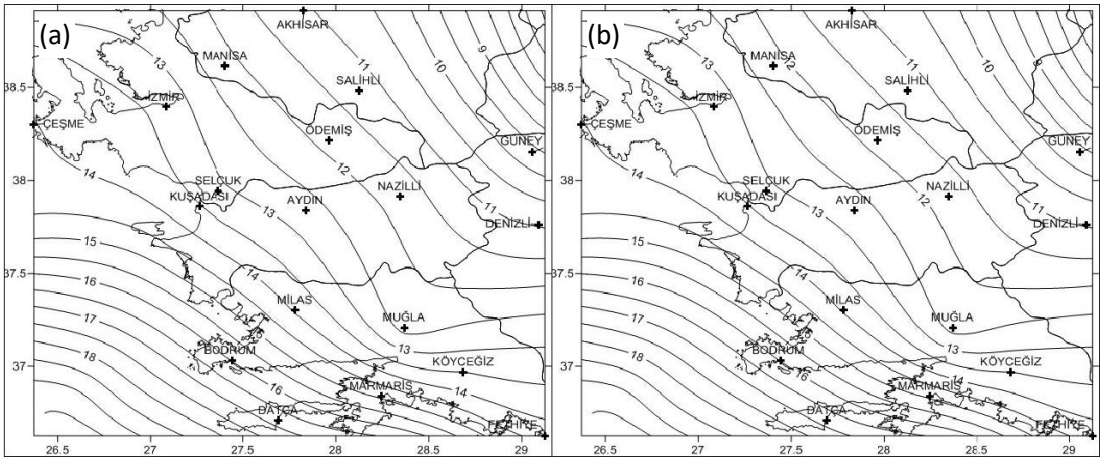
Şekil 4.62 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) ağustos ayı için karşılaştırılması



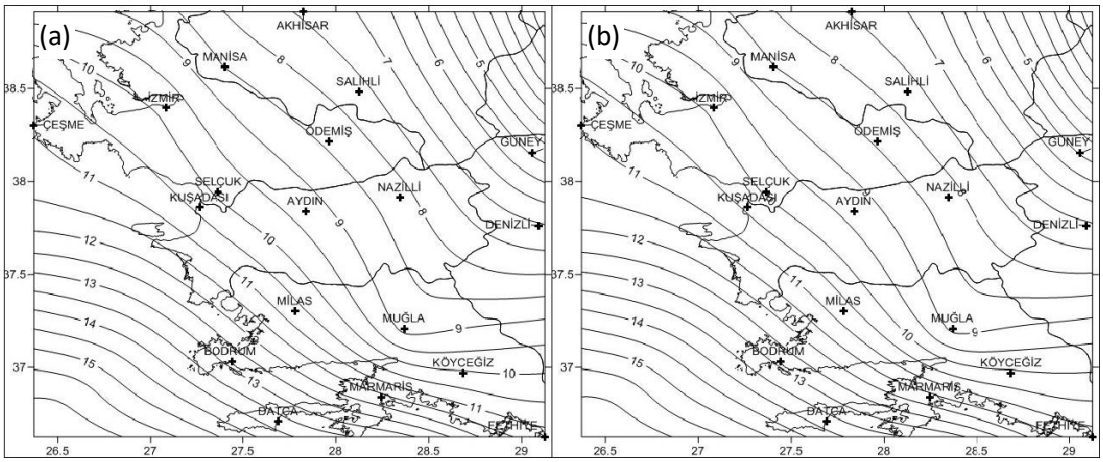
Şekil 4.63 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) eylül ayı için karşılaştırılması



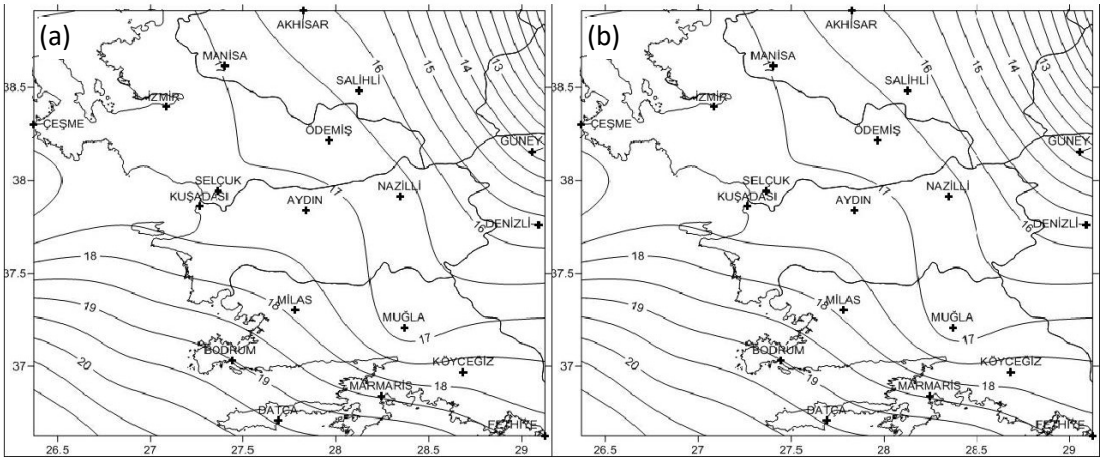
Şekil 4.64 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) ekim ayı için karşılaştırılması



Şekil 4.65 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) kasım ayı için karşılaştırılması



Şekil 4.66 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) aralık ayı için karşılaştırılması



Şekil 4.67 Gözlenmiş sıcaklıklar (a) ile yansız indirgenmiş sıcaklıkların (b) yıllık ortalamalarının karşılaştırılması

BÖLÜM BEŞ
SONUÇLAR

"Küresel İklim Modellerinin Yağış ve Sıcaklık Tahminlerinin İstatistiksel Ölçek İndirgemesi" başlıklı bu çalışma kapsamında, küresel iklim modellerinin çıktıları olan büyük ölçekli atmosferik parametrelerin istasyon ölçeğindeki yağış ve sıcaklıklara dönüştürülmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada öncelikle, "Kanonik Korelasyon Analizi" ile Güney Ege bölgesinde yer alan ve yeterli veriye sahip 19 (Nazilli, Milas, Köyceğiz, Denizli, Bodrum, Muğla, Fethiye, Datça, Marmaris, Salihli, Ödemiş, Güney, Selçuk, Akhisar, Manisa, İzmir, Çeşme, Kuşadası ve Aydın) meteoroloji istasyonunun gözlenmiş yağış ve sıcaklıklarının, aynı bölgeyi temsil eden 37.5; 27.5 enlem/boylam merkezli ve 2.5^0x2.5^0 çözünürlüklü (büyük ölçekli) 23 adet NCEP-NCAR atmosferik parametresi ile ilişkileri incelenmiş ve bölgedeki tüm istasyonlara ait noktasal yağış ve sıcaklıkları açıklayan tahminleyici atmosferik parametreler Prate (hücresel ortalama yağış), Rhum850 (850 mb seviyesindeki nispi nem), Hgt500 (500mb geopotansiyel yüksekliği), Rhum (yüzeydeki nispi nem) ve Air (yüzeydeki hava sıcaklığı) olarak belirlenmiştir.

Veri-yoğun analizlere dayanan ölçek indirgeme çalışmalarında açıklayıcı parametrelerin seçimi son derece uzun ve zahmetli bir bir hususdur. Uygulama alanı için belirlenen bu parametreler, aynı bölgede gerçekleştirilecek farklı bir atmosferik modelin geleceğe dönük yağış ve sıcaklıklarının bölge ölçeğine indirgenmesinde araştırmacılara yol gösterici olacak; açıklayıcı parametrelerin seçimi sürecinde önemli bir zaman kazandıracaktır. Ayrıca, bu çalışma sonucunda elde edilen indirgenmiş yağış ve sıcaklıkların gözlenmiş değerlerle gösterdiği uyum, uygulanan Kanonik Korelasyon Analizi'nin parametre seçimde tutarlı bir istatistiksel yöntem olduğunu da göstermektedir.

Çalışma kapsamında ayrıca, bölge için belirlenen beş açıklayıcı atmosferik parametre, bölgenin yağış ve sıcaklıkları için kurulan yapay sinir ağı esaslı ölçek

indirgeme ağları ile 19 farklı istasyon ölçeğindeki noktasal yağış ve sıcaklık tahminlerine dönüştürülmüş ve tahminlerin gözlenmiş değerlerle istatistiksel olarak büyük ölçüde örtüştüğü gösterilmiştir.Uygulama alanı için kurulan bu ağ ile farklı küresel atmosferik modellerin yağış ve sıcaklık tahminlerinin bölge ölçeğine indirgenmesi mümkün olacaktır.

İndirgenmiş yağış ve sıcaklık serileri üzerinde gerçekleştirilen homojenlik testleri göstermiştir ki doğrudan indirgeme yoluyla elde edilen yağış ve sıcaklıklar bazı aylarda önemli yanlılıklar içerebilmektedir. Bu yanlılıklar, analize dahil edilmeyen diğer atmosferik parametrelerden yada indirgeme ağlarının ağ yapıları yüzünden ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, sunulan çalışmada da gösterilmiştir ki, ölçek indirgeme çalışmaları neticesinde elde edilen meteorolojik tahminlerin mutlaka, gözlenmiş serilerin olasılık dağılımları yardımıyla yanlılık düzeltmesi sürecinden geçirilmesi gerekmektedir.

Çalışmada ayrıca, küresel atmosferik parametrelerden yararlanarak, istasyon ölçeğinde elde edilen noktasal yağış ve sıcaklık tahminlerinin çalışma bölgesi içindeki alansal dağılımları da incelenmiş; tüm aylarda ve dolayısıyla yıllık değerler bazında tahmin edilen yağış ve sıcaklık serilerinin gözlenmiş değerlerle alansal dağılımlarının da uyumlu olduğu gösterilmiştir.Elde edilen bu haritalar, yağış ve sıcaklık gözlemi olmayan noktalarda da ortalama değerlerin tahmini için bir imkan tanımaktadır.

Sonuç olarak, çalışmada sunulan yöntemler ile küresel atmosferik parametrelerin, ortak bir transfer fonksiyonu sayesinde bölge ölçeğindeki noktasal yağış ve sıcaklıklara, herhangi bir bölgesel atmosferik model kullanmadan başarıyla dönüştürülebileceği gösterilmiş; bölge ölçeğindeki aylık yağış ve sıcaklıkların küresel parametrelerle ilişkileri istatistiksel olarak ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Anandhi, A., Srinivas V.V., Nanjundiah R.S. ve Kumar, D.N.(2008).Downscaling precipitation to river basin in India for IPCC Sres Scenarios using support vector machine. *Internatıonal Journal of Climatology*, 28, 401-420,

Bao X.ve Zhang F.(2013). Evaluation of NCEP–CFSR, NCEP–NCAR, ERA-Interim, and ERA-40 Reanalysis Datasets against Independent Sounding Observations over the Tibetan Plateau. *Journal of Climate*, 26, 206–214

Barnett, T.P. ve Preisendorfer, R. (1987). Origins and levels of monthly and seasonal forecast skill for united states surface air temperatures determined by Cannonical Correlation analysis. *American Meteorolojical Society*, 115, 1825-1850

Barnston, A.G. ve Ropolewski, C. F. (1991). Prediction of ENSO episodes using Cannonical Correlation analysis. *Journal of Climate, 5* ,1316-1345

Bardossy, A. ve Caspary, H. J. (1990). Detection of climate change in Europe by analyzing European atmospheric circulation patterns from 1881-1989. *Therotical and Applied Climatology*, 42, 155-167

Boer, G. J., Covey, C. Latif, M. ve Stouffer, R. J. (1997). Intercomparison makes for a better climate model. *Eos, Transactions Ameican Geophysical Union*, 78, 445–446, 451.

Bordoy, R.ve Burlando, P. (2012). Bias correction of regional climate model simulations in a region of complex orography. *Journal of Applied Meteorology and Climatology,* 52, 82-101

Bromwich, D. H., Fogt, R. L., Hodges, K. I. ve Walsh, J. E. (2007). A tropospheric assessment of the ERA-40, NCEP, and JRA-25 global reanalyses in the polar regions. *Journal of Geophysical Research, 112, 1-21*

Bromwich, D. H. ve Fogt, R. L. (2004). Strong trends in the skill of the ERA-40 and NCEP–NCAR reanalyses in the Highand Midlatitudes of the Southern Hemisphere, 1958–2001. *Coğrafya Bölümü, Ohio Üniversitesi, 17, 4603-4619*

Busuioc, A., Tomozeiu, R. ve Cacciamani, C. (2008). Statistical downscaling model based on Canonical Correlation analysis for winter extreme precipitation events in the Emelia- Romagna Region. *International Journal of Climatology,* 28, 449-464

Bürger, G. (2002). Selected precipitation scenarios across Europe. *Journal of Hydrology*, 262, 99-110

Charles, S.P., Bates, B.C. ve Hughes, J.P. (1999). A spatio-temporal model for downscaling precipitation occurrence and amounts. *Journal of Geophysical Research*, 104, 31657-31669

Christensen, J. H., Boberg, F., Christensen, O. B. ve Lucas-Picher, P. (2008). On the need for bias correction of regional climate change projections of temperature and precipitation. *Geophysical Research Letters*, 35, 1-6

Coulibaly, P., Anctil, F ve Bobee, B. (2000). Daily reservoir inflow forecasting using temporal neural networks. *Journal of Hydrology,* 230, 244–257

Crane, R. G. ve Hewitson, B.C. (1998). Doubled CO_2 precipitation changes for the Susquehanna basin: downscaling from the GENESIS general circulation model. *International Journal of Climatology*, 18, 65-76

Dibike, Y. B. ve Solomatine, D. P. (1999). River flow forecasting using Artificial Neural Networks. *EGS Journal of Physics and Chemistry of the Earth,* 1,1-22

Dibike, Y.B. ve Coulibaly, P. (2005). Hydrologic impact of climate changein the Saguenay watershed: comparison of downscaling methods and hydrologic models. *Journal of Hydrology,* 307, 145–163

Ehret, U., Zehe, E., Wulfmeyer, V., Warrach-Sagi, K. ve Liebert, J. (2012). HESS opinions "Should we apply bias correction to global and regional climate model data?". *Hydrology and Earth System Science,* 16, 3391- 3404

Fıstıkoğlu, O., Özkul, S., Elçi, A. ve Erlat E. (2011). İklim değişikliğinin baraj haznelerinin arz güvenilirliklerine olan etkilerinin belirlenmesi, *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu (ÇAYDAG)*, *Proje No: 108Y301*, 12-13, 18-21

Gregory, J.M., Wigley, T.M.L. ve Jones P.D.(1993). Application of Markov models to area-average daily precipitation series and interannual variability in seasonal totals. *Climate Dynamics*, 8, 299-310

Govindaraju, R.S. ve Rao, A.R. (2000).*Artificial Neural Networks in Hydrology* (1st ed). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers

Haerter, J. O., Hagemann, S., Moseley, C. ve Piani, C. (2011). Climate model bias correction and the role of timescales. *Hydrology and Earth System Sciences,* 15, 1065-1079

Hagan, M.T. ve Menhaj, M.B. (1994). Training feed forward network with the Marquardt algorithm. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transaction on Neural Network*, 5, 989-993

Hair, J.F, Anderson, R., Ronald, L.T. ve Black, W.C. (1998). *Multivariate data analysis* (7th ed). New Jersey: Prentice Hall Int. Inc.

Haykın, S. (1994). *Neural networks: A comprehensive foundation* (2nd ed). New York: MacMillan.

Hertig, E., Seubert, S., Paxian, A., Vogt, G., Paeth, H. ve Jacobeit, J. (2014). Statistical modelling of extreme precipitation indices for the Mediterranean area under future climate change. *International Journal of Climatology,* 34, 1132-1156

Hewitson, B. C. ve Crane R. G. (1996). Climate downscaling: techniques and application. *Climate Research* 7, 85-95

Hewitson, B. C. ve Crane, R. G. (2002). Self-organizing maps: applications to synoptic climatology. *Climate Research* 22, 13-26

HSU, K.L., Gupta, H.V. ve Sorooshian, S. (1995). Artificial neural network modeling of the rainfall-rainoff process. *Water Resources Research,* 31, 10, 2517–2530

Hughes, J. P. ve Guttorp, P. (1994). A class of stochastic models for relating synoptic atmospheric patterns to regional hydrologic phenomena. *Water Resources Research*, 30, 1535-1546

Hughes, J. P., Guttorp, P. ve Charles, S. P. (1999). A non homogenous hidden Markov model for precipitation occurrence. *Applies Statistics*, 48, 15-30

Huth, R. (1999). Statistical downscaling in central Europe: evaluation of methods and potential predictors. *Climate Research*, 13, 91-101

Huth, R. (2000). A circulation classification scheme applicable in GCM studies. *Theoretical and Applied Climatology*, 67, 1-18

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013): Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Organization*, (b.t). 8 Ekim 2015, http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/gcm_guide.html

Jacobeit, J., Hertig E., Seubert, S. ve Lutz, K. (2014). Statistical downscaling for climate change projectionsin the Mediterranean region: methods and results. *Regional Environmental Change,* 14, 1891-1906

Jeong, D. ve Kim, Y. (2005). Rainfall-runoff models using artificial neural networks for ensemble streamflow prediction. *Hydrological Processes* 19, 3819-3835

Jones, P.D., Hulme, M. ve Briffa, K.R. (1993). A comparison of lamb circulation types with an objective classification scheme. *International Journal of Climatology*, 13, 655-663

Kachigian, S. K. (1991). *Multivariate statistical analysis* (2nd ed). New York: Radius Press.

Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., ve diğer; (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, 437–471

Kasuya, E. (2001). Mann–Whitney U test when variances are unequal. *Animal Behaviour*, *61*(6), 1247-1249

Katz, R.W. (1996). Use of conditional stochastic models to generate climate change scenarios. *Climatic Change*, 32, 237-255

Katz, R.W. ve Parlange, M.B.(1998). Overdispersion phenomenon in stochastic modeling ofprecipitation. *Journal of Climate*, 11, 591-601

Katz, R. W., Parlange, M.B. ve Naveau, P. (2000). Statistics of extremes in hydrology. *Advances in Water Resources*, 25, 1287-1304

Kidson, J. W. (2000). An analysis of New Zealand synoptic types and their use in defining weather regimes. *International Journal of Climatology*, 20, 299-316

Kim, K.B., Michaela, B. ve Dawei, H. (2014). An improved bias correction scheme based on comperative precipitation characteristics. *Hydrological Process*, 29, 2258-2262

Li, H., Sheffield, J. ve Wood, E. F. (2010). Bias correction of monthly precipitation and temperature fields from Intergovernmental Panel on Climate Change AR4 models using equidistant quantile matching. *Journal of Geophysical Research,* 115, 1-20

Liu, X., Coulibaly, P., N. ve Evora, N. (2007). Comparison of data-driven methods for downscaling ensemble weather forecasts. *Hydrology Earth System Science Discuss*, 4, 189–210

Lizumi, T., Nishimori, M., Dairaku, K. Adachi, S. A. ve Yokozawa, M. (2011). Evaluation and intercomparison of downscaled daily precipitation indices over Japan in present-day climate: Strengths and weaknesses of dynamical and bias correction-type statistical downscaling methods. *Journal of Geophysıcal Research,* 116, 1-20

Maheras, P., Tolika, K., Anagnostopoulou, C., Vafiadis, M., Patrikas, I. ve Flocas, H. (2004). On the relationships between circulation types andchanges in rainfall variability in Greece. *International Journal of Climatology*, 24, 1695–1712

Manly, B. F. J. (2005). *Multivariate statistical methods* (3th ed.). A Primer, London: Chapman&Hall/CRC.

Martin, E., Timbal, B. ve Brun, E. (1997). Downscaling of general circulation model outputs: simulation of the snow climatology of the French Alps and sensitivity to climate change. *Climate Dynamics*,13, 45-56

Mearns, L.O., Rosenzweig, C. ve Goldberg, R. (1996). The effect of changes in daily and interannual climatic variability on CERES-Wheat: a sensitivity study. *Climatic Change*, 32, 257-292

Mendes, D. ve Marengo, J. A. (2010). Temporal Downscaling: a comparison between artificial neural network and autocorrelation techniques over the Amazon Basin in present and future climate change scenarios. *Theoretical and Applied Climatology* 100, 413-421

Merryfield, W. (2006) Changes to ENSO under CO2 doubling in the IPCC AR4 coupled climate models. *Journal of Climate,* 19, 4009–4027

Murphy, J.M.(1999). An evaluation of statistical and dynamical techniques for downscaling local climate. *Journal of Climate*, 12, 2256-2284

Nachar, N. (2008). The Mann‐Whitney U: A Test for Assessing whether two independent samples come from the same distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4(1), 13-20

Önal, B. ve Ünal, Y. S. (2014). Assessment of climate change simulations over climate zones of Turkey. *Regional Environmental Change,* 14, 1921-1935

Pfizenmayer, A. ve Von Storch, H. (2001). Anthropogenic climate change shown by local wave conditions in the North Sea. *Climate Research*, 19,15-21

Piani, C., Haerter, J.O. ve Coppola, E. (2010). Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe. *Theortical and Applied Climatology*, 99, 187-192

Rajurkar, M. P., Kothyari, U. C. ve Chaube, U. C. (2002). Artificial neural networks for daily rainfall-runoff modelling. *Hydrological Sciences-Journal des Sciences Hydrologiques,* 47(6), 865-877

Research Data Archive (2016). 05 Haziran 2016. http//rda.ucar.edu

Rencher, A. C. (2001). *Methods of multivariate analysis* (3rd ed). New Jersey: Wiley-Interscience.

Rockel, B., Will, A. ve Hense, A. (2008). The regional climate model COSMO-CLM (CCLM). *Meteorologische Zeitschrift,*17, 347-348

Rudeva, I. ve Gulev, S. K. (2011). Composite analysis of North Atlantic extratropical cyclones in NCEP–NCAR reanalysis data. *Monthly Weather Review*, 139, 1419–1446.

Screen, J. A. ve Simmonds, I. (2011). Erroneous arctic temperature trends in the ERA-40 reanalysis: A closer look. *Journal of Climate*, 24, 2620–2627.

Semenov, M.A. ve Barrow, E. M.(1997). Use of stochastic weather generator in the development of climate change scenarios. *Climate Change*, 35, 397-414

Shabbar, A. ve Barnston, A. G. (1996). Skill of seasonal climate forecasts in Canada using Canonical Correlation analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society,* 124, 2370-2385

Simmons, A. J., Jones, P. D., da Costa Bechtold, V., Beljaars, A. C. M., Kallberg, P. W. ve Saarinen, S. (2004). Comparison of trends and low-frequency variability in CRU, ERA-40 and NCEP//NCAR analyses of surface air temperature. *Journal of Geophysical Research, 109, 1-18*

Sterl, A. ve Caires, S. (2005). Climatology, variability Aand extrema of ocean waves: The Web-Based Knmi/Era-40 Wave Atlas. *Internatıonal Journal of Climatology, 25, 963-977*

Tatlı, H., Dalfes, H.N. ve Menteş, S.S. (2004). A statistical downscaling method for monthly total precipitation over Turkey. *International Journal of Climatology,* 24, 161–180

Tayfur, G. (2012). *Soft computing in water resources engineering* (1. Baskı). Southampton, Boston: WIT Press

Timbal, B., Dufour, A. ve McAvaney, B. (2003). An estimate of future climate change for western France using a statistical downscaling technique. *Climate Dynamics*, 20, 807-823

Trzaska, S. ve Schnarr, E. (2014). A review of downscaling methods for climate change projections. *United States Agency for International Development by Tetra Tech AR, 1-42*

Trigo, I. F. (2006). Climatology and interannual variability of storm-tracksin the Euro-Atlantic sector: a comparison between ERA-40 and NCEP/NCAR reanalyses. *Climate Dynamics, 26, 127-143*

Turco, M., Marcos, R., Quintana-Segui, P. ve Llasat, M.C. (2014). Testinginstrumental and downscaled reanalysis time series for temperaturetrends in NE of Spain in the lastcentury. *Regional Environmental Change,* 14, 1811-1823

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 (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası),* 7-24

Ülker, M. ve Civalek, Ö. (2002). Yapay Sinir Ağları ile eksenel yüklü kolonların burkulma analizi. *Tübitak Dergisi, 26, 117-119.*

Ünlükaplan, İ. (2009). Avrupa Birliği üyesi ülkelerde iktisadi kalkınma, rekabetçilik ve inovasyon ilişkilerinin Kanonik Korelasyona ile belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Dergisi, 157, 235-248.*

Viner, D. (2012). *Spatial downscaling*. 15 Kasım 2015 http://www.cccsn.ec.gc.ca/?page=downscaling.

Von Storch, H., Zorita E. ve Cubasch, U. (1993). Downscaling of global climate estimates to regional scales: An application to Iberian rainfall in wintertime. *Journal of Climate*, 6, 1161-1171

Vos, N. J. ve Rientjes, T. H. M. (2005). Constraints of artificial neural networks for rainfall-runoffmodelling: trade-offs in hydrological state representation and modelevaluation. *Hydrology and Earth System Sciences,*9,111-126

Weenink, D. (2003). Canonical Correlation analysis. *Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam, Proceedings,* 25, 81-99

Wilby, R.L., Tomlinson, O.J. ve Dawson, C.W. (2003). Multi-site simulation of precipitation by conditional resampling. *Climate Research*, 23, 183-194

Wilby, R.L., Charles, S.P., Zorita, E., Timbal, B., Whetton, P. ve Mearns, L.O. (2004). Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods. *Review of Intergovernmental Panel on Climate Change Reports,* 27, 3-6

Wilks, D.S. (1990). Maximum likelihood estimation for the gamma distributionusing datacontaining zeros. *Journal of Climate*, 3, 1495–1501

Wilks, D.S. ve Wilby, R.L. (1999). The weather generation name: A review of stochastic weather models. *Progress in Physical Geography*, 23, 329-357