

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EKSİK METEOROLOJİK VERİLERİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE  
TESPİTİ**

**Emrah YAKA**

**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2013**

Doç. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR danışmanlığında, Emrah YAKA'nın hazırladığı “**Eksik Meteorolojik Verilerin Yapay Sinir Ağları İle Tespiti**” konulu bu çalışma 02/07/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR .....

Üye : Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA .....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif NACAR .....

**Bu Tezin Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. Seyit TEMİR**  
**Enstitü Müdürü**

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

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. YSA İle İlgili Genel Çalışmalar.....	4
2.2. Meteorolojik Verilerin Tahmini İle İlgili Yapılan YSA Çalışmaları.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Yapay sinir ağları.....	10
3.2.1.1. Yapay sinir ağlarının literatürdeki tanımı.....	10
3.2.1.2. Biyolojik sinir hücresi.....	11
3.2.1.3. Yapay sinir hücresi.....	13
3.2.1.4. Yapay sinir ağlarının temel elemanları.....	13
3.2.1.4.1. Girdiler.....	14
3.2.1.4.2. Ağırlıklar.....	14
3.2.1.4.3. Toplam işlemi.....	14
3.2.1.4.4. Aktivasyon fonksiyonu.....	14
3.2.1.4.4.1. Doğrusal fonksiyon.....	14
3.2.1.4.4.2. Adım fonksiyon.....	15
3.2.1.4.4.3. Eşik değer fonksiyonu.....	16
3.2.1.4.4.4. Sigmoid fonksiyon.....	16
3.2.1.4.4.5. Tanjant hiperbolik fonksiyon.....	17
3.2.1.4.5. Bias değeri.....	17
3.2.1.4.6. Çıktılar.....	17
3.2.1.5. Yapay sinir ağlarının avantajları ve dezavantajlar.....	18
3.2.1.5.1. Yapay sinir ağlarının avantajları.....	18
3.2.1.5.2. Yapay sinir ağlarının dezavantajları.....	18
3.2.1.6. Yapay sinir ağlarının uygulama alanları.....	18
3.2.1.7. Yapay sinir ağlarının katmanları.....	19
3.2.1.7.1. Girdi katmanı.....	20
3.2.1.7.2. Gizli katman.....	20
3.2.1.7.3. Çıktı katmanı.....	20
3.2.1.8. Yapay sinir ağlarının sınıflandırılması.....	21
3.2.1.8.1. İleri beslemeli yapay sinir ağı.....	21
3.2.1.8.2. Geri beslemeli yapay sinir ağı.....	21
3.2.1.8.3. Geri yayılma yapay sinir ağı.....	22
3.2.1.9. Yapay sinir ağları mimarileri.....	22
3.2.1.9.1. Tek katmanlı yapay sinir ağı.....	22
3.2.1.9.2. Çok katmanlı yapay sinir ağı.....	23
3.2.1.10. Yapay sinir ağlarında öğrenme.....	23
3.2.1.10.1. Öğreticili öğrenme.....	23
3.2.1.10.2. Öğreticisiz öğrenme.....	23
3.2.1.10.3. Takviyeli öğrenme.....	23
3.2.2. Eksik meteorolojik verilerin yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	32

4.1. Meteorolojik İstasyonlara Ait Eksik Sıcaklık Verileri ve Bu Verilerin Yıllara Göre Dağılımı .....	32
4.2. Eksik Sıcaklık Verilerinin Tahmin Edilmesi .....	36
4.2.1. Model 1: Yozgat meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin tek sınır komşusu ile tahmin edilmesi .....	36
4.2.2. Model 2: Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin iki sınır komşusu ile tahmin edilmesi .....	46
4.2.3. Model 3: Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin sınır komşusu olmayan meteorolojik istasyonlar kullanılarak tahmin edilmesi .....	55
4.2.4. Model 4: Tunceli meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin sınır komşusu ve sınır olmayan komşusu meteorolojik istasyonlar ile tahmin edilmesi .....	64
4.3. Eksik Sıcaklık Verisi Bulunan Meteorolojik İstasyonların Eksik Sıcaklık Tahminlerindeki YSA Modelindeki Eğitim ve Test Verilerinin Başarısı .....	73
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	77
KAYNAKLAR .....	80
ÖZGEÇMİŞ .....	83
EK 1 .....	84
EK 2 .....	85
EK 3 .....	87
EK 4 .....	88
ÖZET .....	89
SUMMARY .....	90

**ÖZ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**EKSİK METEOROLOJİK VERİLERİN YAPAY SINIR AĞLARI İLE TESPİTİ**

**Emrah YAKA**

**Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR  
Yıl: 2013, Sayfa: 90**

Meteorolojik veriler çok değişik alanlarda kullanılmaktadır. Bina enerji analizi, zirai ürünlerin ekim zamanının tayin edilmesinde, iklimlendirme sistemlerinin seçimi gibi hesaplamalarda en önemli parametrelerin başında iklim verileri gelmektedir. Kullanılan bu verilerin anlamlı olabilmesi için iklim verilerinin uzun yıl aralığına sahip ve eksiksiz olması gerekmektedir. İklim verilerinin ölçümü yapılırken değişik sebeplerden dolayı veri kayıpları olmaktadır. Bu veri kayıpları birkaç saatlik olabildiği gibi günlük ve hatta aylık da olabilmektedir. Bu durum ise analizlerin gerçekçiliği açısından istenmeyen bir durumdur. Bu çalışmada Devlet Meteoroloji İşlerinden (DMI) alınan ve 2000-2010 yıllarına ait olan kuru termometre sıcaklık verilerindeki eksik değerlerin yapay sinir ağı (YSA) ile tahmini sağlanmıştır. Elde edilen sıcaklık tahmin değerlerinde %90 üzerinde başarı elde edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Yapay Sinir Ağları, Sıcaklık Tahmini, Eksik Veri Tahmini

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **DETERMINATION OF METEOROLOGICAL DATA MISSING WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

**Emrah YAKA**

**Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Mechanical Engineering**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR  
Year: 2013, Page: 90**

Meteorological data are used in different areas. Climate data is an important parameter for calculated of the building energy analysis, showing time of agricultural products and air-conditioning systems. Climate data should be long-term and complete for be meaningful. When measuring climate data is data loss due to various reasons. This loss of data can also be several hours or days or months. This situation is undesirable in terms of realistic analysis. In this study the dry-bulb temperature data for the years 2000-2010 was from State Meteorological Service (DMI) and aimed to estimate the missing data with artificial neural networks (ANN). Success was achieved in predicted temperature value over %90.

**KEY WORDS:** Artificial Neural Network, Temperature Prediction, Missing Data Prediction,

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının baŐından sonuna kadar her aşamasında bana yardımcı olan ve deneyimlerini titizlikle aktaran danıŐmanım Doç. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR'e, Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA'ya, Prof. Dr. Hüsаметtin BULUT'a, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif NACAR'a Yrd. Doç. Dr. Nurettin BEŐLİ'ye, ArŐ. Gör. Mehmet Emin TENEKECİ'ye ve Makine Mühendisliği bölümü çalıŐanlarına, ayrıca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 3.1. Biyolojik sinir sisteminin blok gösterimi .....	12
Şekil 3.2. Biyolojik sinir hücresi .....	12
Şekil 3.3. Yapay sinir ağlarının temel elemanları .....	13
Şekil 3.4. Doğrusal Fonksiyon grafiği .....	15
Şekil 3.5. Adım Fonksiyon grafiği .....	15
Şekil 3.6. Sigmoid Fonksiyon grafiği .....	16
Şekil 3.7. Tanjant Hiperbolik Fonksiyon grafiği .....	17
Şekil 3.8. Yapay sinir ağlarının katmanları .....	20
Şekil 3.9. İleri beslemeli YSA .....	21
Şekil 3.10. Geri beslemeli YSA .....	22
Şekil 3.11. Eksik veri satırlarının bulunmasının akış diyagramı .....	25
Şekil 3.12. YSA modelinin yapısı .....	26
Şekil 3.13. YSA modelinin akış diyagramı .....	30
Şekil 3.13. (devam) YSA modelinin akış diyagramı .....	31
Şekil 4.1. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	37
Şekil 4.2. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	38
Şekil 4.3. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması .....	38
Şekil 4.4. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	39
Şekil 4.5. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	39
Şekil 4.6. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	40
Şekil 4.7. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması .....	40
Şekil 4.8. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	41
Şekil 4.9. Yozgat meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	41
Şekil 4.10. Yozgat meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	42
Şekil 4.11. Yozgat meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	42
Şekil 4.12. Yozgat meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	43
Şekil 4.13. Yozgat meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	43
Şekil 4.14. Yozgat meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	44
Şekil 4.15. Yozgat meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	45
Şekil 4.16. Yozgat meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	45
Şekil 4.17. Yozgat meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	46
Şekil 4.18. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	47
Şekil 4.19. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	47





Şekil 4.49. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	63
Şekil 4.50. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	63
Şekil 4.51. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	64
Şekil 4.52. Tunceli meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	65
Şekil 4.53. Tunceli meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	65
Şekil 4.54. Tunceli meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması .....	66
Şekil 4.55. Tunceli meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	66
Şekil 4.56. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	67
Şekil 4.57. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	67
Şekil 4.58. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması .....	68
Şekil 4.59. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	68
Şekil 4.60. Tunceli meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	69
Şekil 4.61. Tunceli meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	69
Şekil 4.62. Tunceli meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	70
Şekil 4.63. Tunceli meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	70
Şekil 4.64. Tunceli meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	71
Şekil 4.65. Tunceli meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	71
Şekil 4.66. Tunceli meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	72
Şekil 4.67. Tunceli meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği .....	72
Şekil 4.68. Tunceli meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği .....	73

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1 Biyolojik sinir ağı ile yapay sinir ağının benzerlikleri .....	13
Çizelge 3.2. Eğitim verisi için örnek giriş ve çıkış verileri .....	27
Çizelge 3.3. Test verisi için örnek giriş ve çıkış verileri .....	27
Çizelge 3.4. Simülasyon verisi için örnek giriş ve çıkış verileri .....	28
Çizelge 4.1. İllerdeki eksik sıcaklık verisinin sayısı .....	32
Çizelge 4.1. (devam) İllerdeki eksik sıcaklık verisinin sayısı .....	33
Çizelge 4.1. (devam) İllerdeki eksik sıcaklık verisinin sayısı .....	34
Çizelge 4.2. İllerdeki eksik verilerin yıllara göre dağılımı .....	34
Çizelge 4.2. (devam) İllerdeki eksik verilerin yıllara göre dağılımı .....	35
Çizelge 4.2. (devam) İllerdeki eksik verilerin yıllara göre dağılımı .....	36
Çizelge 4.3. Eksik verileri tamamlanmış meteorolojik istasyonlar .....	74
Çizelge 4.3. (devam) Eksik verileri tamamlanmış meteorolojik istasyonlar .....	75
Çizelge 4.3. (devam) Eksik verileri tamamlanmış meteorolojik istasyonlar .....	76

## SİMGELER DİZİNİ

$X_i$	Girdi değeri
$W_i$	Ağırlık değeri
$B_i$	Bias değeri
$C^\circ$	Hava sıcaklığı
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
YSA	Yapay sinir ağları
R	Korelasyon Katsayısı
$R^2$	Belirlilik Katsayısı

## 1. GİRİŞ

Veri madenciliği günümüzde istatistiksel amaçlı kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Veri madenciliği sayesinde mevcut veriler kullanılarak önceden bilinmeyen, gizli, anlamlı ve yararlı bilgiler elde edilir. Bu sayede gelecekle ilgili tahminde bulunmayı sağlar (Tapkan, 2011). Veri madenciliği mühendislik, tıp, istatistik, meteoroloji alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Meteorolojik veriler tarım bitkilerinin ekim zamanının belirlenmesi, iklimlendirme sistemlerinin belirlenmesi, bina ısıtma ve soğutma yüklerinin analizinin gerçekleştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının bölgeye göre uygunluğunun belirlenmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Sıcaklık verileri, meteorolojik istasyonlar tarafından ölçülürken bazı nedenlerden dolayı eksik veriler oluşmaktadır. Eksik veri satırları ölçüm istasyonunun ölçüm zaman aralığına ve ölçüm istasyonunun çalışmadığı zaman aralığına bağlı olarak saniyelik, dakikalık, saatlik, günlük, aylık ve yıllık olabilmektedir. Veri madenciliğinde eksik veriler çok karşılaşılan bir durumdur. Eksik veriler istatistiksel değerlendirmelerde istenmeyen durumlara sebep olmaktadır. Eksik veri sayısı arttıkça, bu veriler üzerinden yapılan istatistiksel işlemlerde sapmalar oluşmakta ve yapılan istatistiksel analizler gerçeklikten uzaklaşmaktadır. Yapılan istatistiksel çalışmaların gerçeklikten uzaklaşması, bu verilerin kullanıldığı yöntem ve uygulamaların da sonuçlarını etkilemektedir. Eksik veri satırlarının tamamlanması için değişik istatistiksel metotlar kullanılmaktadır.

Veri setinde bulunan eksik veri sayısı toplam veri sayısından oldukça az ise eksik veriler, veri setinden çıkarılabilir. Fakat eksik veri sayısı çok ise yapılan analizin gerçekçiliği açısından bu eksik verilerin tamamlanması gerekmektedir. Regresyon, bayesyen sınıflandırma, karar ağaçları, yerine ortalama koyma, Hot/Cold Deck, son gözlemi ileri taşıma ve yapay sinir ağları gibi yöntemler eksik verileri tahmininde kullanılabilir. (Baygül, 2007; Tapkan,2011)

Regresyon yöntemi ise arasında ilişki bulunan iki veya daha fazla değişkenin arasındaki ilişkiyi belirleyip, bu ilişkinin kullanarak eksik verinin tahmin edilmesi amaçlanır. Tahmin edilen veriler ile bağımlı değişkenler arasındaki bağlantı oranı ne kadar yüksekse tahmin edilen verinin doğruluğu da o kadar yüksektir.

Bayesyen sınıflandırması, temelde sınıflandırmaya dayalı bir yöntemdir. Mevcut sınıflandırılmış veriler sayesinde verinin hangi sınıfa uyduğu bulunarak tahmin işlemi gerçekleştirilir.

Karar ağaçları algoritması ile de eksik verilerin tahmini yapılabilmektedir. Eksik veri içeren satırlar için yapılan işlemlerde bir tablo oluşturulur ve oluşturulan tablo sayesinde her nitelik için geçerli sayı ve kazançlar bulunur (Sezgin, 2013).

Yerine ortalama koyma metodunda diğer verilerin ortalaması alınarak eksik veriler doldurulmaya çalışılır. Eksik veri aralığı düşük ise bu yöntem başarılı bir sonuç verebilir. Arka arkaya oluşmuş eksik veri satırlarının çok olması bu yöntemde hata oranını arttırır (Sezgin, 2013).

Hot/Cold Deck yöntemi ile eksik veriler daha önceki gözlem ve dış kaynaklardan türetilen sabit bir sayı ile doldurulur. Yerine ortalama koyma yöntemiyle benzer yapıdadır fakat gözlem yerine koyulacak değer alındığı kaynak açısından farklılık gösterir (Baygül, 2007).

Son gözlemi ileri taşıma metodunda eksik veriden önceki son gözlenen değer eksik verinin yerine konulur. Fakat bu yöntem arka arkaya sıralı eksik veri satırlarının sayısı arttığında tahmin doğruluğunu tamamen kaybetmektedir.

Yapay sinir ağları (YSA) yapay zekâ sistemlerinin alt dalıdır. Gelişen teknoloji ile birlikte yapay zekâ uygulamalarının kabiliyetleri de artmaktadır. YSA insan beyninin matematiksel olarak modellendiği yapılardır. İlişkili giriş değerleri girilmesi sayesinde eksik verileri yüksek oranda tahmin etme yeteneğine sahiptir. Kendi kendine öğrenebilme özelliği sayesinde ise tahmin başarı artmaktadır.

Bu tezde Devlet Meteoroloji İşleri'nden (DMİ) alınan 2000-2010 yılları arasında kapsayan sıcaklık verilerinde bazı meteorolojik istasyonlarda eksik veri bulunmazken bazı meteorolojik istasyonlar değişik sayılarda eksik veriler bulunmaktadır. Eksik veri bulunan meteorolojik istasyonlardaki eksik veriler satırları arka arkaya olabildiği gibi rastgele dağılımda göstermektedir. Eksik veri sayıları meteorolojik istasyonlar arasında değiştiği gibi aynı meteorolojik istasyonunun yılları arasında da değişmektedir. Bu sebeplerden dolayı eksik verilerin tahmin edilmesinde klasik modellerin kullanılması eksik verilerin tahminindeki başarı oranını düşürmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmada eksik verilerinin tahmin edilmesinde yüksek başarı oranına sahip Yapay Sinir Ağları (YSA) metodu kullanılmıştır. Geliştirilen YSA modelleri ile eksik verisi bulunan meteorolojik istasyonların, eksik verisi bulunmayan komşu meteorolojik istasyonlar kullanılarak eksik veri satırlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

## **2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

YSA günümüzde çok farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır. YSA'nın çalışma başarısının yüksek olması da bu uygulama alanlarını giderek arttırmıştır. Bu çalışma alanlarının başında tahminleme, sınıflandırma, veri ilişkilendirme ve veri yorumlama gelmektedir. Bu kabiliyetleri sayesinde YSA mühendislik ve bilgisayar alanlarında önemli bir yer tutmaktadır. YSA ile çözülmesi ve uygulaması zor olan problemler kolaylıkla çözülebilmektedir.

### **2.1. YSA İle İlgili Genel Çalışmalar**

Özsoy ve Fırat (2004), çalışmalarında kirişsiz döşemeli betonarme bir binada çeşitli parametrelere bağlı olarak meydana gelen yatay ötelenme değerinin YSA ile tahmin edilmesini amaçlamışlardır. Tahminleme yaparken YSA'da yapı ağırlığı, yapıyı yüksekliği, kat yüksekliği, döşeme kalınlığı ve kolon kalınlığı verilerini giriş verisi, deplasman verisini çıkış verisi olarak kullanmışlardır. YSA ile tahmin edilen veriler ile SAP2000 yazılımında elde edilen verileri karşılaştırmış ve bu verilerin birbirleriyle çok benzer olduğu görülmüştür.

Civalek ve Calayır (2007), çalışmalarında 21 farklı mesnet koşuluna sahip dikdörtgen plakaların titreşim hesabı için YSA'ı kullanmışlardır. Geri yayılım algoritması kullanmışlardır. YSA'dan elde edilen sonuçlar ile sayısal yöntemlerle elde edilen sonuçlara çok yakın çıkmıştır.

Subaşı ve ark. (2008), araştırmalarında taze beton özelliklerinden yararlanılarak beton basınç ve yarmada çekme dayanımı değerlerini YSA ile tahmin edebilecek bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen model ile veriler basınç dayanımı için %96, yarmada çekme dayanımı için %97 başarı ile eğitilmişler test aşamasında ise hem basınç dayanımı hem de yarmada çekme dayanımı için % 76 başarı ile bulunmuştur. Elde edilen sonuçların kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür.



Neşeli ve ark. (2009), çalışmalarında tornada takım geometrisinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemişlerdir. Torna takımının uç radyüsünü, yaklaşma açısını ve talaş açısını giriş parametresi olarak kullanıp çıkış parametresinde yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmişlerdir. YSA işleminde MATLAB 7 yazılımı kullanılmıştır. Deneysel verilerin sonuçları ile YSA sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür.

Doğan (2009), çalışmasında YSA ile elde edilen sonucu bazı katı madde taşınım denklemleriyle elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda, YSA'nın diğerlerine göre daha iyi tahminler verdiğini gözlemlenmiştir.

Tuna (2011), çalışmasında çok markalı araç servis istasyonları için görüntü tabanlı araç marka ve model tanıma uygulaması geliştirmiştir. Test sonuçlarında elde edilen verilere göre %99'un üstünde başarı elde etmiştir.

## 2.2. Meteorolojik Verilerin Tahmini İle İlgili Yapılan YSA Çalışmaları

Terzi (2006), Günlük hava sıcaklığı, güneş ışınımı ve nisbi nem parametreleri kullanarak Eğirdir Gölü'nün günlük su sıcaklığını tahmin etmeyi amaçlamıştır. Bunun için değişik girdi sayılarına sahip YSA modelleri kullanılmış ve sonuç olarak YSA'nın kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Hayati ve Mohebi (2007), İran'ın batısındaki Kermanshah kentinin sıcaklığını tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmalarında çok katmanlı YSA modelini ve oluşturulan bu model için 10 yıllık (1996-2006) iklim verilerini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda hata oranı çok az çıkmış ve YSA'nın bu uygulamada başarılı olduğu görülmüştür.

Doğan ve ark.(2007), çalışmalarında Sapanca Gölü için günlük buharlaşma miktarını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. İleri beslemeli geri yayımlı ve radyal

temelli YSA modelleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda başarı değeri yüksek çıkmıştır.

Atik ve ark. (2007), çalışmalarında meteorolojik verilerin YSA ile modellenmesi üzerine çalışmışlardır. Uygulamada Zonguldak ili için 10 yıllık (1995-2004) meteorolojik verilerin aylık ortalamaları kullanılarak YSA modellemesi yapılmıştır. Giriş katmanında, atmosfer dışındaki ışınım şiddeti, güneşlenme süresi ve deklinasyon açısı kullanılarak çıkış katmanındaki ışınım şiddeti, rüzgar hızı ve hava sıcaklığının tahmini amaçlanmıştır. Sonuç olarak bu YSA modelinin ışınım şiddeti ve hava sıcaklığı verilerinin tahmininde kullanılabileceği ancak rüzgâr hızı tahmininde yanıltıcı sonuçlar verebileceğini göstermişlerdir.

Bilgili ve ark. (2010), Ege Bölgesindeki İzmir, Muğla, Aydın, Uşak, Manisa, Kütahya ve Afyonkarahisar illerinin topografik bilgilerini kullanarak aylık ortalama toprak sıcaklığını tahmin etmek için YSA modeli geliştirmişlerdir. YSA modelinde enlem, boylam, yükseklik, derinlik ve ay bilgileri giriş katmanı olarak kullanılmış ve çıkış katmanında aylık ortalama sıcaklığı tahmin edilmiştir. Kullanılan veriler Devlet Meteoroloji İşlerinden alınan 2000-2006 yıllarına ait yer seviyesinden 5,10,20,50 ve 100 cm derinliklerinden ölçülmüş toprak sıcaklık verileridir. Sonuçlar incelendiğinde tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki hatanın kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu görülmüştür.

Uslu ve İçağa (2010), çalışmalarında DSİ'nin akım verilerini ve DMİ'nin meteoroloji verilerini kullanarak Akarçay'ın akımının tahmin edilmesini ve YSA özelliklerinin incelenmesini amaçlanmıştır. Tahmin yapılırken 6 akım gözlem verisi ile ay ve yıl değerleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar YSA'nın bu çalışmada uygun bir yöntem olabileceğini göstermiştir.

Gümüş ve ark. (2010), bu çalışmada Orta Fırat Havasında bulunan 2122 nolu akım gözlem istasyonunun aylık ortalama akım verileri ile 17099 nolu yağış gözlem istasyonuna ait aylık toplam yağış verileri arasındaki ilişki İleri Beslemeli Geri Yayınımlı YSA modeli ile tahmin edilmiş ve bu tahmin edilen değerler Çoklu

Doğrusal Regresyon (ÇDR) yöntemi ile elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada YSA modelinin ÇDR yönteminden daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Saplıoğlu ve Çimen (2010), çalışmalarında yeni kurulmuş veya herhangi bir sebeple yağış verisi alınamamış ölçüm istasyonlarının, aynı havza içerisinde bulunan diğer ölçüm istasyonları yardımıyla eksik verilerinin giderilmesi amaçlanmıştır. Uygulama Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan Portland bölgesindeki ölçüm istasyonları için gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarında YSA, ağırlıklı ortalama ve harmonik ortalama metotlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Eksik yağış verilenin tahmininde YSA modelinin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Abdalkader ve Al-Allaf (2011), çalışmalarında önceki günlerin meteorolojik değerlerini kullanarak toprak sıcaklığını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Bunun için Irak'ın Nineveh şehrine ait 1980 ve 1984 yılları arasındaki ortalama hava sıcaklığı, güneş ışınımı, güneşlenme ve toprak sıcaklığı değerleri kullanılmıştır. Geri yayılım ve zaman serisi YSA algoritmaları kullanılmış ve zaman serisi metodu daha iyi sonuç vermiştir.

Kaur ve Singh (2011), çalışmalarında Chandigarh şehri için minimum sıcaklığın tahmin edilmesini amaçlamışlardır. Çok katmanlı geri yayımlı YSA modeli kullanmışlardır. Eğitim ve test verileri için geçmiş 10 yıllık veriler kullanılmış ve minimum sıcaklığın tahmininde YSA'nın makul olabileceğini belirtmişlerdir.

Günoğlu ve ark. (2011), yapılan çalışmada giriş değeri olarak aylık ortalama sıcaklık, ortalama nem, basınç, güneşlenme süresi ve aylar giriş verileri olarak kullanılıp 2008 ve 2009 yıllarına ait İzmir'deki deniz suyu sıcaklığı tahmin edilmiştir. Tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki uyumluluğu gösteren korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) 0.9893 elde edilmiştir.

Erkaymaz ve Yaşar (2011), çalışmalarında Karabük ili için su buharı basıncı, bağıl nem, rüzgar şiddeti ve hava basıncını giriş parametresi olarak kullanıp hava sıcaklığını tahmin etmeyi amaçlanmıştır. Çalışmada ileri beslemeli YSA modeli kullanılmıştır. Sistem için girişten çıkışa doğru YSA'nın simulink modellemesi yapılmıştır. En az hata ile sıcaklık tahmini gerçekleştirilmiştir.

Sattari ve ark. (2011), çalışmalarında YSA ile standartlaştırılmış yağış indeksinin modellemesi ve geleceğe yönelik kuraklık tahmini yapmayı amaçlamışlardır. İleri beslemeli geri yayımlı YSA modelini kullanmışlardır. Geliştirilen model uzak dönemler için SPI değerlerini tahmin etmede zorluk çekmiştir. Bunun dışında başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Işık ve İnallı (2011), iklimlendirme sistemlerinin tasarımında önemli olan nispi nem, güneş radyasyonu ve sıcaklık parametrelerinin tahmininde YSA kullanmışlardır. Bu parametreleri tahmin ederken ay, açık gün sayısı, bulutluluk, ort. hava basıncı, toprak üstü minimum sıcaklık, ort. güneşlenme süresi ve buharlaşma miktarı giriş parametresi olarak kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde YSA modeli ile başarılı bir tahmin işlemi yapıldığı görülmüştür.

Kadu ve ark. (2012), çalışmalarında hava sıcaklığını tahmin etmek için geri yayımlı YSA modeli kullanmışlardır. Sıcaklık tahmininde rüzgâr, yağış, nem gibi değişik parametreler kullanılmıştır. Geliştirilen YSA modeli yüksek öğrenme ve tahmin yeteneğine sahip olduğu görülmüştür.

Devi ve ark. (2012), hava tahmini için YSA geri yayımlı modelini ve sıcaklık, çiğ noktası, atmosferik basınç, görüş mesafesi, denizden yükseklik, rüzgar hızı, rüzgar yönü gibi değişkenlerin bulunduğu veri setini kullanmışlardır. Yapılan YSA çalışmalarında başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Terzi ve Köse (2012), Göksu Nehrinin akımını bulmak için YSA kullanmışlardır. Göksu Nehri üzerinde akım tahmininde ve ölçüm yapılamayan

durumlarda veya eksik verilerin tamamlanmasında YSA metodunun kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Sezgin ve Çelik (2013), kayıp verilerin belirlenmesinde Regresyon, Hot/Cold Deck, Beklenti Maksimizasyonu, Son Gözlemi İleri Taşıma, Çoklu Atama, Karar Ağacı ve Navie Bayes gibi yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışmalarında YSA ve genetik algoritmalar gibi yapay zeka algoritmalarının da kayıp verilerin tahmininde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

### 3.MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışma; Şırnak ve Bitlis meteorolojik istasyonları hariç bütün illeri kapsamaktadır. İstanbul ve Eskişehir’de 2 meteorolojik istasyon olmak üzere toplamda 81 meteorolojik istasyonunun Devlet Meteoroloji İşleri’nden (DMİ) temin edilen ve 2000-2010 yılları arasını kapsayan saatlik dış hava sıcaklık değerleri kullanılmıştır. DMİ’den alınan değerlerde herhangi bir sebeple oluşan eksik verilere ait satırlar bulunmuştur (Ek 1). Daha sonra da bu eksik veri satırlarındaki sıcaklık değerlerinin Matlab yazılımının Neural Network Toolbox’ı yardımıyla meteorolojik istasyona ait sıcaklık tahmini gerçekleştirilmiştir (Ek 2) .

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağlarını (YSA), insanın beyin özelliklerinin matematiksel olarak modellenmiş hali gibi düşünebiliriz. YSA bir bilgiyi öğrenip daha sonra öğrendiği bu bilgiler sayesinde yeni sonuçlar üretebilen sistemlerdir. Bu özelliği sayesinde hiç görmediği örnekler için yorum yapabilme kabiliyetine sahiptir. YSA’nın daha fazla veri ile eğitilmesi başarı oranını arttıran büyük bir etkidir.

##### 3.2.1.1. Yapay sinir ağlarının literatürdeki tanımı

YSA’nın uygulama alanının geniş olması, YSA metodunu kullananların sayısını da arttırmıştır. Kullanıcı sayısının artışı YSA’na tanım çeşitliliği de kazandırmıştır. Aşağıda YSA’nın literatürde bulunan çeşitli tanımları verilmiştir.

Genel anlamıyla YSA, insan beynindeki nöronlara benzer olarak meydana getirilen yapay nöronların farklı bağlantı şekilleri ile birbirlerine bağlanmasıyla

oluşan karmaşık sistemlerdir. YSA modellerinde problemler programlama ile çözülmesi yerine verilerin örnekleri üzerinden eğitilmesi ile öğrenirler. YSA'da bilgiler ağırlık değerleri ile saklanırlar (Baylar ve ark., 1999).

YSA beynin bazı özellik ve fonksiyonlarını öğrenim yöntemlerini benzetim yolu ile gerçekleştirmek için tasarlanır. Sınıflandırma, kümeleme, duyu-veri işleme gibi alanlarda başarılı sonuçlar verir. YSA tahmin problemlerinde kullanılırken daha fazla veri ile eğitilmesi gereklidir. (Kurt, 2003).

YSA, giriş ve çıkış verileri kullanarak sistem davranışını öğrenebilen matematiksel bir modelleme yöntemidir. YSA, girdiler ve çıktılar arası bağlantı doğrusal olsun veya olmasın bunlar arasında bağlantı kurarak daha önce hiç görülmemiş örneklere karşı sonuç üretebilir (Budak ve ark., 2004).

YSA, insan beynini özelliklerinden yararlanarak bilgileri öğrenip ve yeni bilgiler oluşturabilen ayrıca keşfedebilme gibi yetenekleri bulunan ve bu işlemleri otomatik olarak yapabilen bilgi işleme modelidir. (Batar, 2005)

YSA, çeşitli görevleri yerine getirmek için tasarlanmış matematiksel modellerdir. YSA ile veri madenciliği, sınıflandırma ve tahmin işlemlerinde çeşitli düzenlemeler yapılabilir. YSA modelleri doğrusal ve doğrusal olmayan uygulamalarda mükemmel çözümlere sahiptirler (Azadeh ve ark., 2007).

### **3.2.1.2. Biyolojik sinir hücresi**

Biyolojik sinir hücresinde üç katmandan bahsedilir. Bu katmanlar; bilgilerin alınması, alınan bilgilerin yorumlanması ve yorumlanan bu bilgilere karar üretilmesi olarak açıklanabilir. Alıcı sinirler organizma içerisinden ya da dış ortamlardan aldıkları uyarıları merkezi sinir ağına bilgi ileten elektriksel sinyallere dönüştürür. Tepki sinirleri ise merkezi sinir ağının ürettiği elektriksel darbeleri organizma çıktısı olarak uygun tepkilere dönüştürür. Merkezi sinir ağında üretilen tepkiler alıcı ve

tepki sinirleri arasında ileri ve geri besleme yönünde değerlendirerek bunlara uygun tepkiler üretilir. Şekil 3.1.'de sinir sisteminin blok gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.1. Biyolojik sinir sisteminin blok gösterimi (Subaşı, 2010)

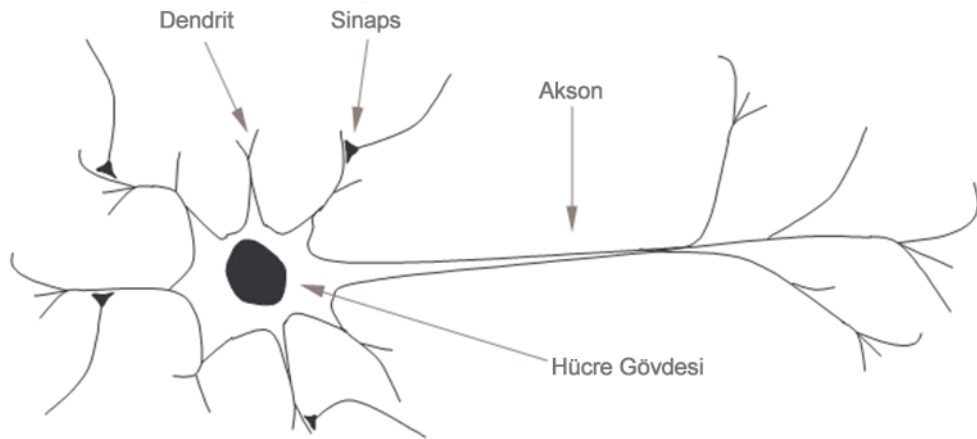
**Dendrit:** Dışardan ve diğer hücrelerden gelen bilgileri hücre gövdesine aktaran uzantılardır.

**Hücre Gövdesi:** Dendritlerden gelen sinyalleri toplayarak aksone iletir.

**Akson:** Hücre gövdesindeki çıktıları aktaran kısımdır. Her hücrede bir adet bulunur. Fakat bu akson uzantıdan çıkan çok sayıda uzantı vardır.

**Sinaps:** Yeni üretilen sinyalleri diğer hücreye aktarmaya yarar.

Şekil 3.2'de biyolojik sinir hücresinin oluşturan dendrit, hücre gövdesi, akson ve sinaps gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Biyolojik sinir hücresi (Öztemel, 2003; Kayser, 2009)



Yapay sinir ağı ve biyolojik sinir ağı arasındaki benzerlik Çizelge 3.1.'de ki gibi gösterilebilir (Elmas, 2003; Sofu, 2006).

Çizelge 3.1 Biyolojik sinir ağı ile yapay sinir ağının benzerlikleri

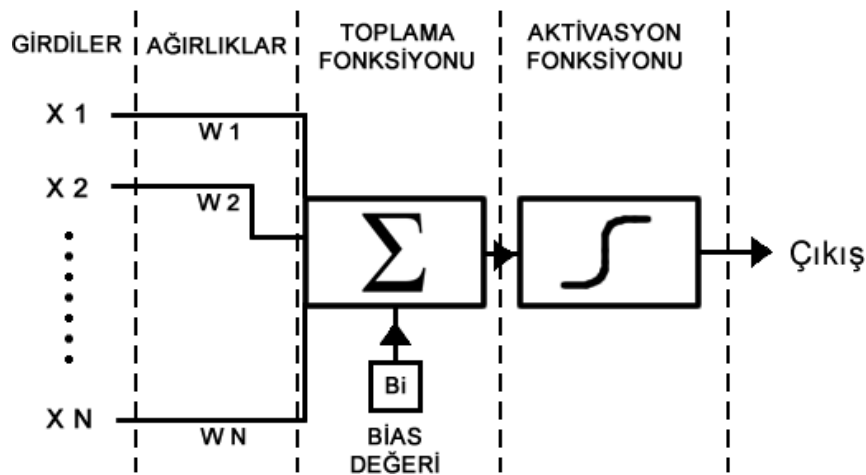
Biyolojik Sinir Ağı	Yapay Sinir Ağı
Sinir sistemi	Sinirsel Hesaplama Sistemi
Sinir	İşlem Elemanı
Sinaps	Sinirler arası bağlantı ağırlıkları
Dendrit	Toplam fonksiyonu
Hücre Gövdesi	Aktivasyon işlemi
Akson	Sinir hücresinin çıkışı

### 3.2.1.3. Yapay sinir hücresi

Biyolojik sinir ağlarının temel bileşenlerini sinir hücreleri oluşturmaktadır. Yapay sinir ağlarının temel bileşenlerini de yapay sinir hücreleri oluşturur. Yapay sinir hücreleri düğüm, birim ve işlem elemanı olarak da adlandırılabilir. Yapay sinir hücreleri biyolojik sinir hücrelerinin matematiksel olarak modellenmiş halidir (Baş, 2006).

### 3.2.1.4. Yapay sinir ağlarının temel elemanları

Yapay sinir hücreleri bir araya gelerek yapay sinir ağlarını oluştururlar. Yapay sinir ağını oluşturan temel elemanlar Şekil 3.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Yapay sinir ağlarının temel elemanları

### 3.2.1.4.1. Girdiler

Girdi katmanı dışardan gelen bilgilerin ağa alınmasını sağlar. Bu alınan bilgiler ağın eğitimde kullanılır.

### 3.2.1.4.2. Ağırlıklar

Ağırlıklar girdi katmanından gelen bilgilerin hücre üzerindeki etkisini ve önemini gösterirler. Ağırlık katmanındaki değerler değişkendir. Ağın öğrenmesi sırasında en optimum halini alırlar.

### 3.2.1.4.3. Toplam işlemi

Bu kısımda girdi katmanı değeri ( $X_i$ ) ile ağırlık katmanı ( $W_i$ ) değeri çarpılıp toplama işlemi yapılarak ağdaki net girdi bulunur (Eşitlik 3.1.).

$$NET = \sum_{i=1}^N X_i * W_i \quad 3.1.$$

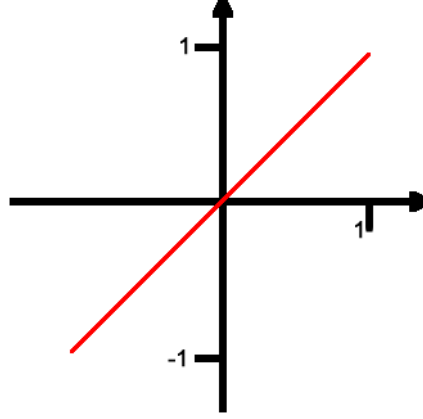
### 3.2.1.4.4. Aktivasyon fonksiyonu

Aktivasyon fonksiyonları YSA hücresine gelen NET girdi yani toplam fonksiyonundan gelen veri üzerinde işlem yaparak çıktı değeri oluşturur. Aktivasyon fonksiyonu seçilirken türevinin kolay alınabilen bir fonksiyon seçilmesi önemlidir.

#### 3.2.1.4.4.1. Doğrusal fonksiyon

Doğrusal işlemlerin çözümünde aktivasyon fonksiyonu olarak doğrusal fonksiyon kullanılabilir. Giriş verilerini olduğu gibi çıkışa aktarır. Eşitlik 3.2.'de doğrusal fonksiyona ait denklem gösterilmiştir. Şekil 3.4.'de Doğrusal fonksiyona ait grafik bulunmaktadır.

$$F(NET) = NET \quad 3.2.$$

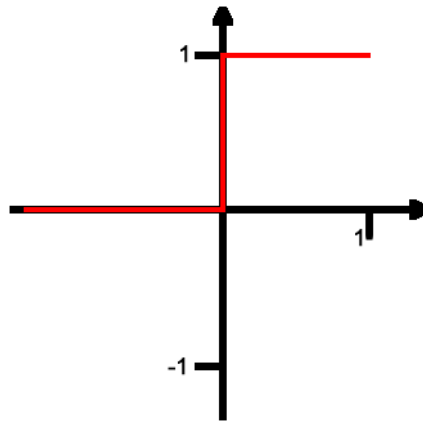


Şekil 3.4. Doğrusal Fonksiyon grafiği

### 3.2.1.4.4.2. Adım fonksiyon

NET girdi değerinin belirlenen bir eşik değer altında veya üstünde olduğu duruma bakar. Bu duruma göre hücre çıktısı 0 veya 1 değerini alır. Adım fonksiyona ait eşitlik 3.3.'de gösterilmiştir. Şekil 3.5.'de Adım fonksiyona ait grafik gösterilmiştir.

$$F(NET) = \begin{cases} 1, & NET > \text{Eşik Değer} \\ 0, & NET \leq \text{Eşik Değer} \end{cases} \quad 3.3.$$



Şekil 3.5. Adım Fonksiyon grafiği

### 3.2.1.4.4.3. Eşik değer fonksiyonu

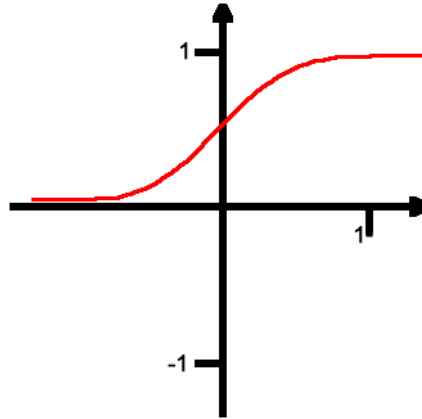
Eşik değer fonksiyonda, NET girdinin değeri 0'a eşit ve küçükse 0 değerini, NET girdi değeri 0 ile 1 arasında ise kendi değerini, NET girdi değeri 1'den büyük ise 1 değerini çıkış değeri olarak alır. Eşik Değer Fonksiyonuna ait eşitlik 3.4.'de gösterilmiştir.

$$F(NET) = \begin{cases} 0, & NET \leq 0 \\ NET, & 0 < NET < 1 \\ 1, & NET > 1 \end{cases} \quad 3.4.$$

### 3.2.1.4.4.4. Sigmoid fonksiyon

Tek kutuplu fonksiyon olarak da adlandırılır. Doğrusal yapısı olmadığından dolayı YSA modellerinde çok kullanılan bir fonksiyondur. Sigmoid fonksiyonda çıkış değerleri 0 ile 1 değeri arasında değişir. Sigmoid fonksiyona ait eşitlik 3.5.'de gösterilmiştir. Şekil 3.6.' de Sigmoid fonksiyona ait grafik gösterilmiştir.

$$F(NET) = \frac{1}{1 + e^{-NET}} \quad 3.5.$$

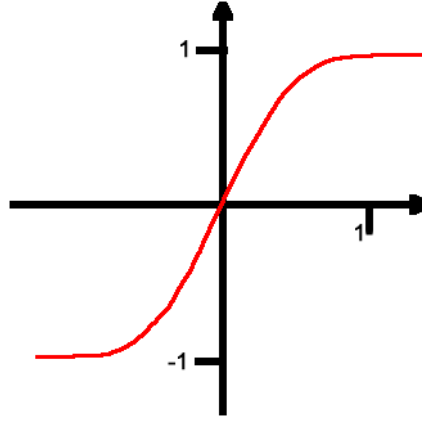


Şekil 3.6. Sigmoid Fonksiyon grafiği

### 3.2.1.4.4.5. Tanjant hiperbolik fonksiyon

Çift kutuplu fonksiyon olarak da adlandırılır. Doğrusal yapıya sahip olmamasında kaynaklı olarak YSA modellerinde çok kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından biri de Tanjant Hiperbolik Fonksiyondur. Tanjant Hiperbolik Fonksiyonda çıkış değerleri -1 ile 1 arasında değişmektedir. Fonksiyona ait eşitlik 3.6.'da tanımlanmıştır. Şekil 3.7.' de Tanjant Hiperbolik Fonksiyona ait grafik gösterilmiştir.

$$F(NET) = \frac{e^{NET} + e^{-NET}}{e^{NET} - e^{-NET}} \quad 3.6.$$



Şekil 3.7. Tanjant Hiperbolik Fonksiyon grafiği

### 3.2.1.4.5. Bias değeri

Giriş değerinin bütün elemanları 0 olduğunda öğrenme işlemi gerçekleşmemektedir. Bu amaçla Bias değeri yerine 1 sabit değeri ya da farklı sabit bir değer verilir. Bu sayede giriş değeri 0'dan kurtularak öğrenme işlemi gerçekleştirilir.

### 3.2.1.4.6 Çıktılar

Ağdaki net girdisi aktivasyon fonksiyonundan geçirildikten sonra çıktı değeri bulunur. Bu değer ya başka bir ağa girdi değeri olarak kullanılır ya da direk çıkış değeri olarak verilir.

### 3.2.1.5. Yapay sinir ağlarının avantajları ve dezavantajlar

#### 3.2.1.5.1. Yapay sinir ağlarının avantajları

- Genelde matematiksel modele ihtiyaç duymazlar.
- Giriş ve çıkış parametreleri arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan problemler için çözüm kabiliyetleri yüksektir.
- Zor ve karmaşık problemler YSA ile kolay şekilde modellenenir.
- Bir sinir ağı öğrendikten sonra tekrar programlanması gerekmez.
- Karmaşık problemler için işlem zamanı yüksektir.
- Kullanım alanı geniştir.
- Yüksek doğruluk derecesine sahiptir.
- Eğitim yapılırken verilerin istatistiksel olup olmaması önemli değildir.
- Uygulaması kolaydır.
- Eksik veri ile çalışabilme kabiliyeti vardır.

#### 3.2.1.5.2. Yapay sinir ağlarının dezavantajları

- Belirli bir ağ yapısı belirleme prosedürü yoktur. Gizli katman sayısı ve işlem elemanı genelde deneme yanılma yoluyla belirlenir.
- Eğitim zamanının ne zaman biteceği belli değildir.
- YSA'dan sonuç alabilmek için ağın eğitilmesi şarttır.
- Kapalı bir kutu gibi davranır ve içeriği çok belli değildir.
- Ağ özellikleri arttıkça hesaplama süresinde artar.
- Tahmin işlemlerinde veri çeşitliliğinin çok olması gerekir.

#### 3.2.1.6. Yapay sinir ağlarının uygulama alanları

Günümüzde bilgisayarlar yaşamımızın vazgeçilmez bir donanımı haline gelmiştir. Gelişen yapay zekâ çalışmalarıyla birlikte bilgisayarlar bilgiyi öğrenebilme ve öğrendiği bilgiyi ise kullanabilme aşamasına gelmişlerdir. Yapay zekâ

teknolojisinin bir alt tabakasını da YSA modelleri oluşturmaktadır. YSA çok farklı alanlarda çeşitli problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Bunlar:

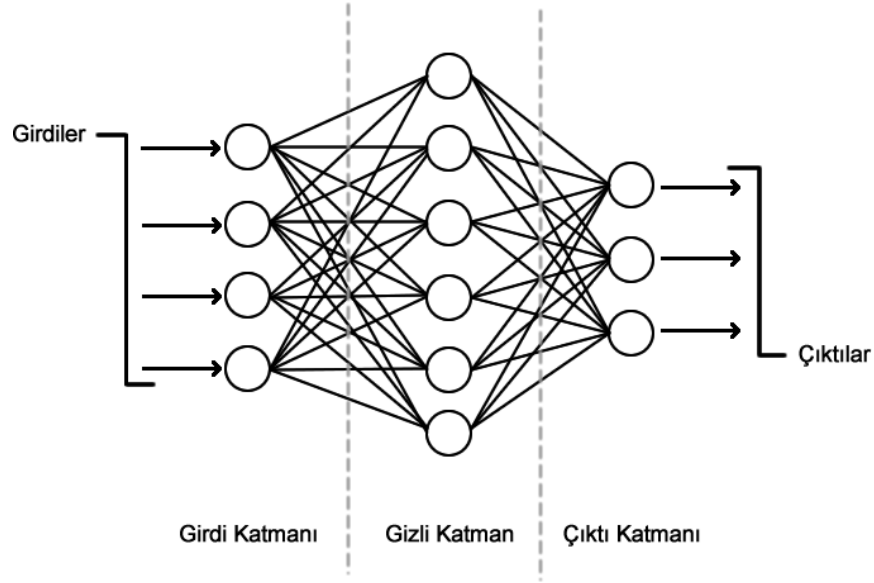
- Sistem modelleme
- Tahmin
- Sinyal filtreleme
- Veri sıkıştırma
- Optimizasyon işlemleri
- Zaman serileri yorum ve analizi
- Örüntü tanıma
- Sınıflandırma
- Top bilimi
- Finans bilimi
- Kontrol sistemleri

olarak özetlenebilir.

Başlıca uygulama alanları özetle tahmin, sınıflandırma ve modelleme başlıkları altında toplanabilir. (Öztemel, 2003; Baş, 2006)

### **3.2.1.7. Yapay sinir ağlarının katmanları**

Yapay sinir hücreleri birbirleri ile bağlantılıdır. Daha sonra bu hücreler bir araya gelerek YSA yapısını oluştururlar. YSA'da üç çeşit katman bulunmaktadır. Bunlar; girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanıdır. YSA yapısında bulunan bütün nöronlar birbirleriyle bağlantılıdır. YSA ait katman yapısı Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Yapay sinir ağlarının katmanları

### 3.2.1.7.1. Girdi katmanı

Dış dünyadan gelen verilerin ağına alındığı katmandır. Girdi katmanındaki bilgiler doğrudan gizli katmana aktarılır. Girdi katmanındaki işlem elemanı sayısı girdi değişkeni sayısı kadardır.

### 3.2.1.7.2. Gizli katman

Girdi katmanından gelen verileri işleyerek çıktı katmanına aktaran yapı gizli katmanı oluşturur. Gizli katmanındaki işlem elemanı sayısı ile girdi katmanı ve çıktı katmanındaki işlem elemanı sayısı arasında bir bağlantı yoktur. Problemin zorluğuna göre gizli katmandaki işlem elemanı sayısı ve gizli katman sayısı değişebilir.

### 3.2.1.7.3. Çıktı katmanı

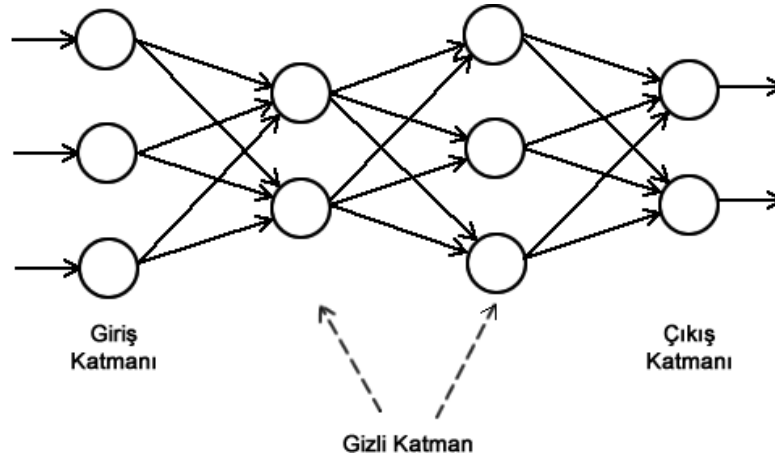
Çıktı katmanı, gizli katmandan gönderilen verileri dış dünyaya aktaran katmandır.



### 3.2.1.8. Yapay sinir ağlarının sınıflandırılması

#### 3.2.1.8.1. İleri beslemeli yapay sinir ağı

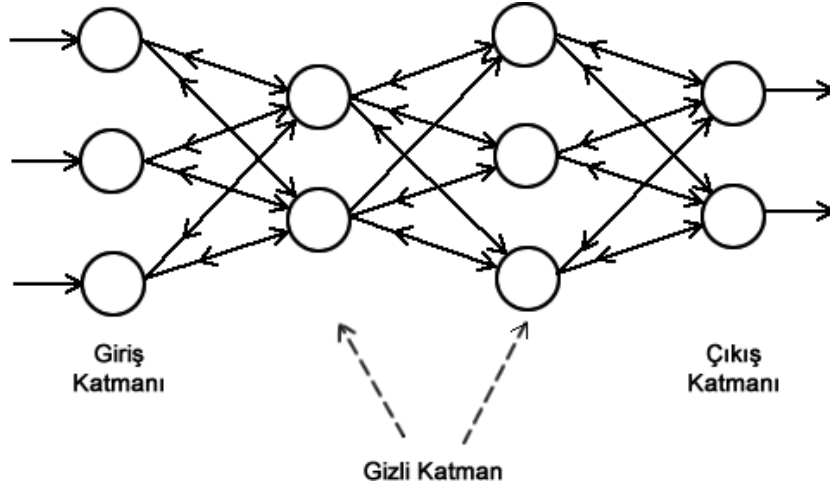
İleri beslemeli ağlarda her giriş katmanındaki hücre gizli katmandaki hücelere bağlanır. Gizli katmandaki her hücre ise çıkış katmanındaki hücelere bağlanır. Bu bağlantı tek yönlüdür ve yönü giriş katmanından çıkış katmanına doğrudur. Her katmandaki hücre kendinden bir önceki hücreler tarafından beslenir. Bir katmandaki hücreden çıkan değer aynı katmandan çıkan sinirleri etkilemez. İleri beslemeli YSA'na örnek Şekil 3.9.'da gösterilmiştir (Kaya, 2005; Tolon, 2008).



Şekil 3.9. İleri beslemeli YSA

#### 3.2.1.8.2. Geri beslemeli yapay sinir ağı

Geri beslemeli bir YSA'nın çıkış ve ara katman çıkışlarının giriş katmanına veya önceki katmanların giriş değerinin beslendiği bir ağ yapısıdır. Kısaca bu ağ modelinde her ağ birbirine bağlı olmasının yanı sıra her hücrede birbirine bağlıdır. Daha çok optimizasyon problemlerinde kullanılırlar. Geri beslemeli YSA'na ait model Şekil 3.10.'de gösterilmiştir (Baylar, 1999; Kaya, 2005).



Şekil 3.10. Geri beslemeli YSA

### 3.2.1.8.3. Geri yayılma yapay sinir ağı

Geri yayılma kavramı gerçekte YSA için özel bir öğrenme kuralıdır. Ama genellikle kullanılan sinir ağının mimarisi olarak adlandırılır. Geri yayımlı öğrenme kuralında ağ çıkışındaki mevcut hata düzeyine göre her tabadaki ağırlık değerleri yeniden hesaplamalarda kullanılabilir. Bu tür YSA modelleri öğreticili öğrenme metodu kullanırlar. Bu yüzden YSA'ya ait giriş ve çıkış değerlerinin kesinlikle bilinmesi gereklidir (Baylar, 1999). Geri yayılım algoritması özellikle mühendislik alanında çok kullanılan bir algoritmadır. Bunun en büyük nedeni öğrenme kapasitesinin yüksek ve algoritmasının basit olmasıdır (Özdemir, 2013).

### 3.2.1.9. Yapay sinir ağları mimarileri

#### 3.2.1.9.1. Tek katmanlı yapay sinir ağı

Tek katmanlı YSA modelleri sadece giriş ve çıkış katmanından oluşur. En basit YSA modelidir. Tek katmanlı YSA, çıkışının sıfır olmasını engelleyen eşik değerine sahiptir. Bu YSA modelinde bilgi girişten çıkışa ilerler ve çıktı katmanı doğrusal bir fonksiyondur. Çıkış değeri 1 ve -1'dir. (Vural, 2007).

### 3.2.1.9.2. Çok katmanlı yapay sinir ağı

Çok katmanlı YSA modelleri bir veya birden fazla gizli katman içerir. Gizli katmanların sayısı ve gizli katmanlardaki hücre sayısı problemin yapısına ve çözüm zorluğuna göre belirlenmektedir. (Yıldız, 2006; Güngör, 2007)

### 3.2.1.10. Yapay sinir ağlarında öğrenme

#### 3.2.1.10.1. Öğreticili öğrenme

Bu öğrenme metodunda YSA'daki giriş değerleri için çıkış değeri bellidir. Gerçek çıkış değeri ile YSA'dan elde edilen değer sürekli karşılaştırılarak aralarındaki hata oranının minimum olması sağlanır. Bunun için ağırlık değerleri minimum hata oranını yakalamak için sürekli güncellenir.

#### 3.2.1.10.2. Öğreticisiz öğrenme

Öğreticisiz öğrenme metodunda ağa sadece girdi değerleri gönderilir. Daha çok sınıflandırma problemlerinde kullanılır. Buradaki girdi değerlerine göre her örneği kendi arasında sınıflandırarak kurallar oluşturur.

#### 3.2.1.10.3. Takviyeli öğrenme

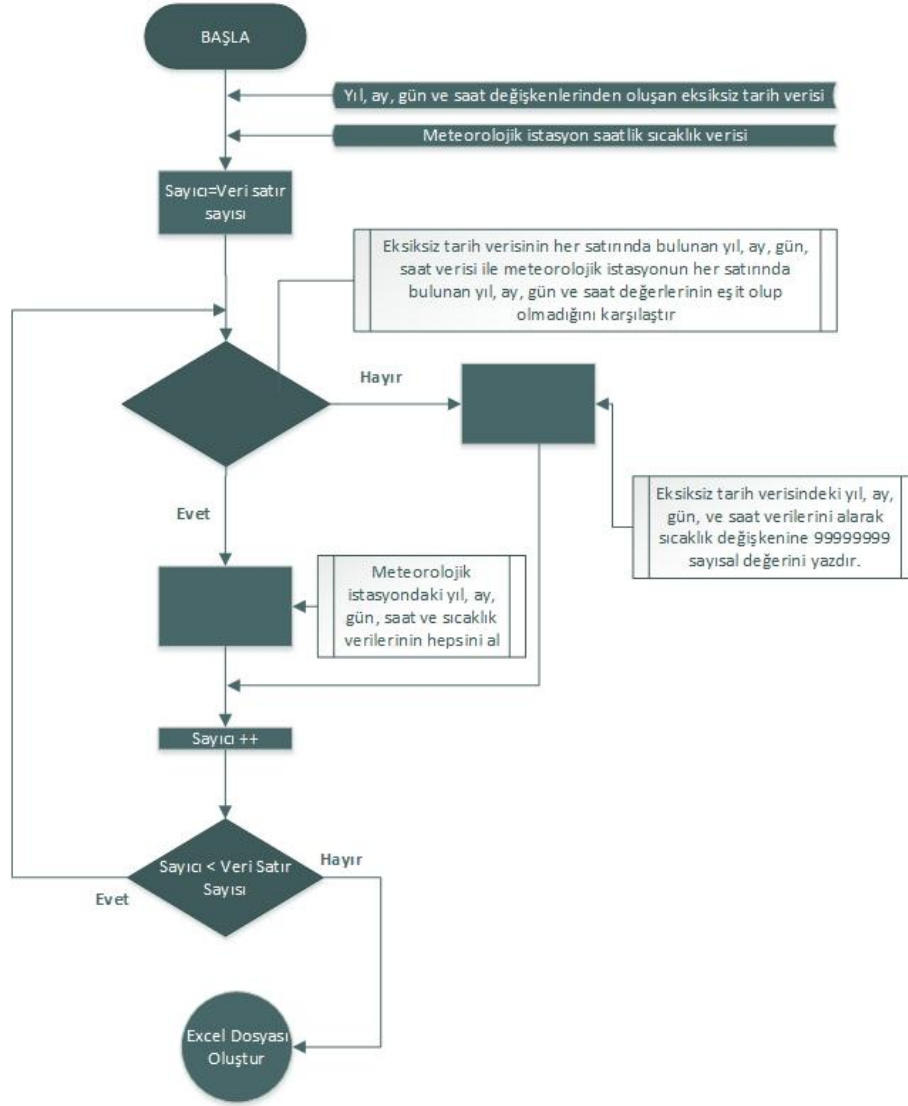
Öğreticili öğrenmeye benzer yapıdadır. Bu öğrenme metodunda her itarasyon için elde edilen değer iyi olup olmadığı karşılaştırılır. Daha sonra çıkan sonuca göre kendini tekrar günceller.

### 3.2.2. Eksik meteorolojik verilerin yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi

Yapay sinir ağları insan beyninin çalışmasının bilgisayarlar tarafından taklit edilmesi üzerine oluşturulmuş bir yapıdır. Günümüzde çok farklı uygulamalarda kullanılmaktadır. Tahmin etme işlemi de bu uygulamalar arasında yer almaktadır.

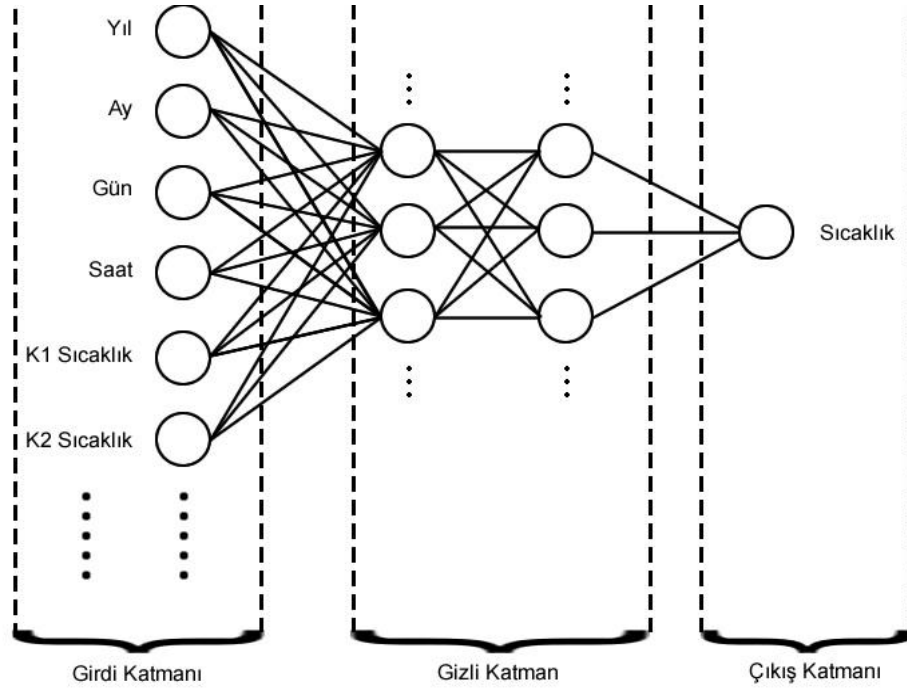
Bu çalışmada meteorolojik istasyonlara ait eksik saatlik sıcaklık verilerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. DMİ alınan 2000-2010 yıllarını kapsayan saatlik sıcaklık verilerinde bazı meteorolojik istasyonlara ait eksik veri bulunurken bazı meteorolojik istasyonlarda ise eksik veri bulunmamaktadır. Meteorolojik istasyonlara ait eksik veriler her istasyon için farklılık göstermekte olup saatlik olabildiği gibi günlük, aylık ve hatta yıllık olabilmektedir. DMİ den alınan meteorolojik istasyonlara ait verilerde, eksik verilerin hangi saate ait olduğu bilinmemektedir. Bu nedenden dolayı meteorolojik istasyonlara ait veriler MATLAB programı ile analiz edilerek eksik olan sıcaklık verilerinin hangi saatlere ait olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda eksik olan saatin sıcaklık değerine 99999999 sayısal değeri yazdırılmıştır.

Eksik verinin bulunması için analiz yapılırken 2000-2010 yıllarını kapsayan eksiksiz saatlik tarih verisi oluşturulmuştur. Bu tarih verisi yıl, ay, gün, saat değişkenlerine sahiptir. Meteorolojik istasyonlara ait veri tablosunda ise yıl, ay, gün ve saat değişkenlerinin yanı sıra sıcaklık değişkeninde bulunmaktadır. Oluşturulan saatlik veri tablosunun her satırı ile meteorolojik istasyonlara ait sıcaklık veri tablosunun her satırı karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma esnasında eksiksiz saatlik verilerdeki yıl, ay, gün ve saat verisi, meteorolojik istasyona ait saatlik veri tablosundaki yıl, ay, gün ve saat verisine eşit ise bu satırdaki sıcaklık verisinin eksik olmadığı anlaşılmış ve meteorolojik istasyona ait sıcaklık değeri olduğu gibi alınmıştır. Eşit olmadığı durumda ise sıcaklık değeri olmadığı belirlenip sıcaklık değişkenine 99999999 sayısal değeri yazdırılmıştır. Daha sonra elde edilen bu değerler her meteorolojik istasyon için Excel dosyası şeklinde kaydedilmiştir. Bu amaçla MATLAB'ta yazılan programın akış diyagramı Şekil 3.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Eksik veri satırlarının bulunmasının akış diyagramı

YSA ile eksik verilerin tahmin işlemi yapılması için kullanılan komşu meteorolojik istasyonların verilerinin bulunduğu Excel dosyası el ile hazırlanmıştır. Daha sonra bu Excel dosyası MATLAB yazılımına aktarılmıştır. Kullanılan YSA yapısı Şekil 3.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. YSA modelinin yapısı

Veriler YSA ile analiz edilirken MATLAB yazılımının Neural Network Toolbox bileşeni kullanılmıştır. Neural Network Toolbox işleminden önce verilerin düzenlenmesi gerekmektedir. Veriler eğitim verileri, test verileri ve simülasyon verileri olmak üzere 3 bölüme ayrılmıştır. Simülasyon verileri tahmin edilecek eksik verilerden oluşmaktadır. Bu amaçla MATLAB'a aktarılmış verilerdeki sıcaklık değeri 99999999 sayısal değerine sahip veriler yeni bir değişkene aktarılarak simülasyon değişkeni elde edilmiştir. Simülasyon verileri ayrıldıktan sonra kalan veriler ise rastgele olarak %70 ve %30'luk kısımlara ayrılmıştır. %70'lik olan kısım eğitim verileri değişkenine, %30'luk olan kısım ise test verileri değişkenine aktarılmıştır. Bu işlemden sonra eğitim ve test değişkenleri içinde YSA için giriş ve çıkış değerleri belirlenmiştir. Giriş değerleri yıl, ay, gün, saat ve kaç tane komşu meteorolojik istasyon kullanılmışsa onların sıcaklık verilerinden oluşmaktadır. Çıkış verisi ise eksik verisi bulunan meteorolojik istasyona ait bilinen sıcaklık değerlerinden oluşmaktadır. Simülasyon değişkeni için ise, sadece giriş değeri belirlenmiştir. Bunun sebebi simülasyon verisinin meteorolojik istasyondaki eksik verileri göstermesi ve sıcaklık verisine sahip olunmamasından kaynaklıdır. Çıkış değerinde bulunan 99999999 sayısal değeri sanal bir değer olup bu verinin tahmin

edileceğini göstermektedir. Eğitim verileri için örnek giriş ve çıkış verileri Çizelge 3.2.'de, test verileri için örnek giriş ve çıkış verileri Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Eğitim verisi için örnek giriş ve çıkış verileri

Giriş Verisi						Çıkış Verisi
Yıl	Ay	Gün	Saat	Komşu İstasyon Sıcaklık (C°)	Komşu İstasyon Sıcaklık (C°)	Tahmin İstasyonu Sıcaklık (C°)
2002	7	6	1	25	27.5	27.8
2002	7	6	2	24.7	27	26.8
2002	7	6	3	23.3	26.9	26.1
2002	7	6	4	22.8	25.2	25.4
2002	7	6	5	22.9	24	25.7
2002	7	6	6	25	27.2	28.3
2002	7	6	7	27.1	28	30
2002	7	6	8	30	30.9	32.6
2002	7	6	9	32	32.4	34.6
2002	7	6	10	32.5	34.2	35.3
2002	7	6	11	34	35	35.9

Çizelge 3.3. Test verisi için örnek giriş ve çıkış verileri

Giriş Verisi						Çıkış Verisi
Yıl	Ay	Gün	Saat	Komşu İstasyon Sıcaklık (C°)	Komşu İstasyon Sıcaklık (C°)	Tahmin İstasyonu Sıcaklık (C°)
2000	2	4	0	-0.6	0	2
2000	2	4	1	-1	-0.5	2
2000	2	4	2	-1.2	-1.2	1.7
2000	2	4	3	-1.4	-1.6	1.2
2000	2	4	4	-1.8	-1.8	1
2000	2	4	5	-1.9	-2	0.9
2000	2	4	6	-2	-2	0.8
2000	2	4	7	-1.5	-1	2
2000	2	4	8	0	3	6
2000	2	4	9	4.3	5	8.8
2000	2	4	10	6.1	7	10.8

Çizelge 3.4.'de simülasyon verileri için örnek giriş ve çıkış verileri gösterilmiştir. Buradaki amaç YSA modelinin eğitildikten sonra, giriş verisi sütunundaki değerleri YSA modelinde yerine koyarak eksik sıcaklık verisi olan meteoroloji istasyonun çıkış verisindeki eksik sıcaklığının tahmin edilmesidir.

Çizelge 3.4. Simülasyon verisi için örnek giriş ve çıkış verileri

Giriş Verisi						Çıkış Verisi
Yıl	Ay	Gün	Saat	Komşu İstasyon Sıcaklık (C°)	Komşu İstasyon Sıcaklık (C°)	Tahmin İstasyonu Sıcaklık (C°)
2000	1	31	13	5.2	7	99999999
2000	1	31	14	5.1	5.5	99999999
2000	1	31	15	5	5	99999999
2000	1	31	16	4.9	4.5	99999999
2000	1	31	17	5.4	4	99999999
2000	1	31	18	5.5	4	99999999
2000	1	31	19	6	3.8	99999999
2000	1	31	20	4.8	3.8	99999999
2000	1	31	21	4	3.1	99999999
2000	1	31	22	4	3	99999999
2000	1	31	23	3.9	2.9	99999999

Gerekli veriler belirlendikten sonra Neural Network Toolbox'taki `premnmx` komutu yardımıyla eğitim verileri değişkenindeki giriş ve çıkış verileri -1 ve 1 arasına normalize edilmişlerdir. Veri normalizasyonu, işlemci elemanlarında verilerin birikmiş toplamların oluşturacağı olumsuzlukların engellenmesini sağlamaktadır. Daha sonra normalize edilmiş veriler `newff` (ileri beslemeli geri yayılım algoritması) komutu yardımıyla eğitilmişlerdir. Bu işlemden sonra test ve simülasyon verileri normalize edilmişleridir. Bu veriler normalize edilirken eğitim verileriyle aynı oranda normalize edilmesi sağlanmıştır. Bu sayede birebir özellikte olan veri tablosu elde edilmiştir. Daha sonra ise tahmin işlemi gerçekleştirilmiştir. Tahmin edilen bu değerlerde -1 ile 1 değeri arasında olduğu için `postmnmx` komutu yardımıyla ters normalizasyon işlemi yapılarak elde edilen verilerin gerçek değerleri elde edilmiştir.

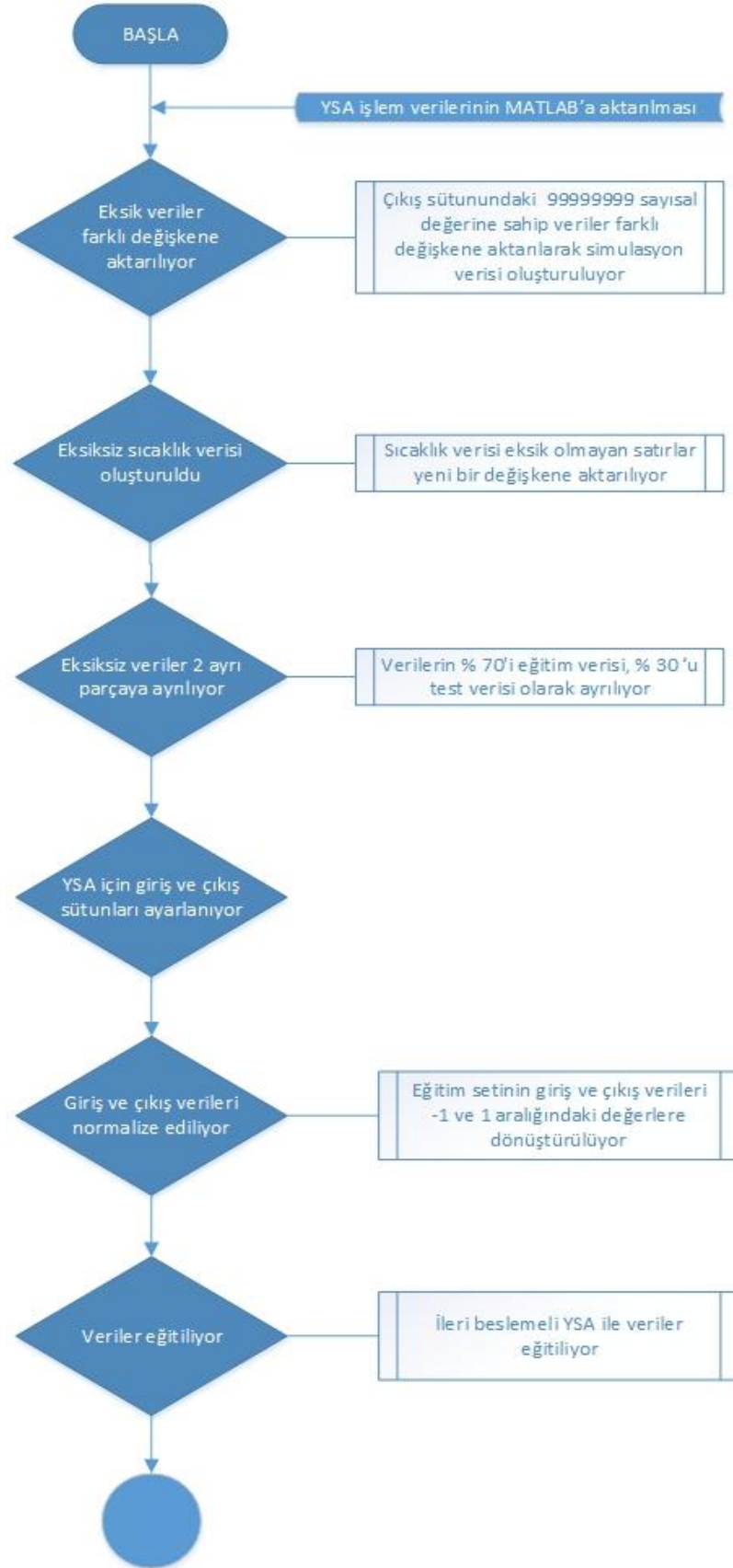
Genel olarak yapılan çalışmada eksik sıcaklık verisi tahmin edilen meteorolojik istasyon için dört farklı uygulama modeli çalışılmıştır. İlk modelde eksik sıcaklık verisi bulunan meteorolojik istasyonun eksik sıcaklık verilerinin tahmini için sınır komşusu olan ve eksik sıcaklık verisi bulunmayan meteorolojik istasyon ele alınmıştır. İkinci modelde eksik sıcaklık verisi tahmin edilen meteorolojik istasyon için sıcaklık verilerinde eksiklik olmayan iki sınır komşu istasyon ele alınmış, üçüncü uygulamada eksik sıcaklık verisi tahmin edilen meteorolojik istasyon ile eksik verisi bulunmayan ve eksik sıcaklığı tahmin edilen meteorolojik istasyona sınır



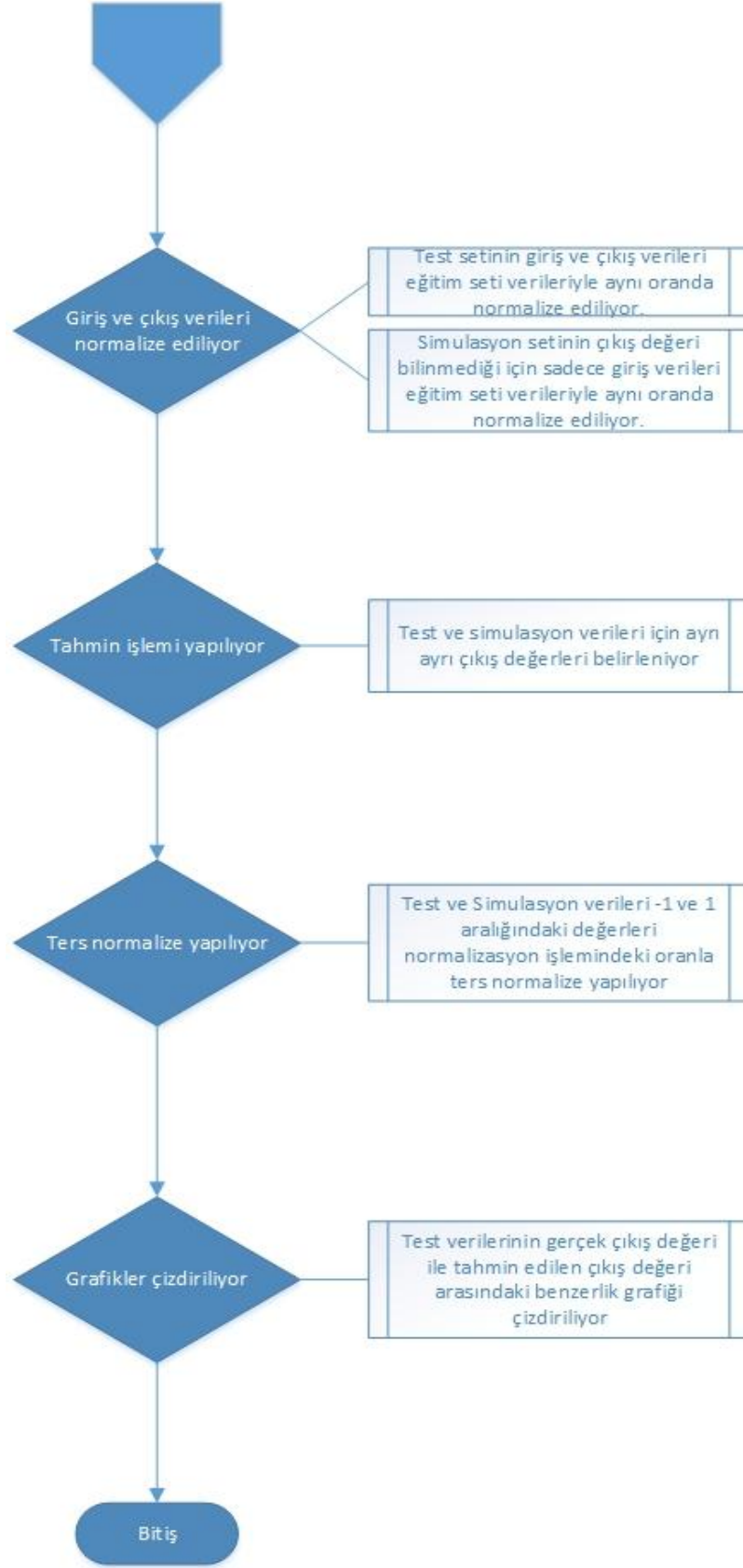
komşusu olmayan üç tane meteorolojik istasyon kullanılmıştır. Dördüncü uygulamada ise eksik sıcaklık verisi bulunan meteorolojik istasyon için biri, eksik sıcaklığı bulunan meteorolojik istasyona sınır komşusu olan meteorolojik istasyon ve diğeri eksik sıcaklık verisi tahmin edilen meteorolojik istasyona sınır komşusu olmayan meteorolojik istasyon kullanılmıştır.

Eksik verisi bulunan meteorolojik istasyonların eksik verileri tahmin edilirken meteorolojik istasyonların genelde sınır komşuları kullanılmıştır. Bu sayede tahmin edilen eksik verilerin başarı oranının artırılması sağlanmıştır. Bu yöntem uygulanırken eksik verisi bulunan istasyonun sınır komşusunda da eksik veri bulunduğu için bir zincir kuralı uygulanmıştır. Bu sayede eksik verileri tahmin edilen meteorolojik istasyon diğeri eksik verisi bulunan meteorolojik istasyonun eksik verisinin tahmin edilmesinde de kullanılmıştır. Fakat bu işlem yapılırken eksik veri oranı az olan ve tahmin başarısı yüksek istasyonlar kullanılmıştır.

Meteorolojik istasyonların eksik verilerinin tahmin başarısı korelasyon katsayısı ( $R$ ) ve belirlilik katsayısı ( $R^2$ ) ile belirlenmiştir. Bu iki değer 1 değerine yaklaşması yapılan tahmin işleminin başarısını arttığını göstermektedir. Korelasyon katsayısı, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin ölçüsünü gösterir (Pırlak, 1997). Korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değişmektedir. Korelasyon katsayısı olan  $R$  değeri -1'e yaklaştıkça ters ilişkinin arttığını, 1'e yaklaştığında ise aynı yönlü ilişkinin arttığını gösterir. Eğer  $R$  değeri 0 (sıfır) ise iki değişken arasında hiçbir bağlantı yoktur. Belirlilik katsayısı ise 0 (sıfır) ile 1 arasında değişmektedir. Belirlilik katsayısı, bağımlı değişkendeki değişkenliğin bağımsız değişkenler tarafından açıklanan kısmını gösterir (Göksu, 2010).



Şekil 3.13. YSA modelinin akış diyagramı



Şekil 3.13. (devam) YSA modelinin akış diyagramı

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

## 4.1. Meteorolojik İstasyonlara Ait Eksik Sıcaklık Verileri ve Bu Verilerin Yıllara Göre Dağılımı

Çalışmada istasyonlara ait eksik veriler ve hangi meteorolojik istasyonda kaç tane eksik veri olduğu bulunmuştur. Eksik veriler bulununken MATLAB yazılımında eksik verilerin bulunması için program kodlanmıştır (EK 1). İstasyonlara ait eksik veri sayısı Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği gibi meteorolojik istasyonlara ait eksik veri olduğu gibi eksik veri bulunmayan meteorolojik istasyonlarda bulunmaktadır. Eksik veri sayıları incelendiğinde ise meteorolojik istasyonlara göre farklılık gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.1. İllerdeki eksik sıcaklık verisinin sayısı

İSTASYON ADI	Ölçüm Aralığı	Eksik Veri Sayısı	Toplam Yıl
ADANA	2000-2010	Tam	11
ADİYAMAN	2000-2010	Tam	11
AFYON	2000-2010	1737	11
AĞRI	2000-2010	745	11
AKSARAY	2000-2010	1373	11
AMASYA	2000-2010	Tam	11
ANKARA	2000-2010	1205	11
ANTALYA	2000-2006	33614	7
ARDAHAN	2000-2010	2	11
ARTVİN	2000-2010	6	11
AYDIN	2000-2010	363	11
BALIKESİR	2003-2005	76534	3
BARTIN	2000-2010	354	11
BATMAN	2000-2010	3251	11
BAYBURT	2000-2010	1039	11
BİLECİK	2000-2010	600	11
BİNGÖL	2000-2010	672	11
BOLU	2000-2010	1065	11
BURDUR	2000-2010	426	11
BURSA	2000-2010	679	11
ÇANAKKALE	2000-2010	1202	11
ÇANKIRI	2000-2010	389	11
ÇORUM	2000-2010	1538	11
DENİZLİ	2000-2010	343	11
DİYARBAKIR	2000-2008	16056	9

Çizelge 4.1. (devam) İllerdeki eksik sıcaklık verisinin sayısı

İSTASYON ADI	Ölçüm Aralığı	Eksik Veri Sayısı	Toplam Yıl
DÜZCE	2000-2010	804	11
EDİRNE	2000-2010	331	11
ELAZIĞ	2000-2010	31	11
ERZİNCAN	2000-2010	Tam	11
ERZURUM	2000-2008	16085	9
ESKİŞEHİR	2000-2010	761	11
ESKİŞEHİR BÖLGE	2007-2010	61719	4
GAZİANTEP	2000-2010	Tam	11
GİRESUN	2000-2010	Tam	11
GÜMÜŞHANE	2000-2010	4	11
HAKKARİ	2000-2010	8	11
HATAY	2000-2010	Tam	11
İĞDIR	2000-2010	3	11
ISPARTA	2000-2010	771	11
İSTANBUL GÖZTEPE	2000-2010	3521	11
İSTANBUL KARTAL	2000-2004--2007-2010	22710	9
İZMİR	2000-2010	719	11
KAHRAMANMARAŞ	2000-2010	453	11
KARABÜK	2000-2010	410	11
KARAMAN	2000-2010	Tam	11
KARS	2000-2010	1465	11
KASTAMONU	2000-2010	1293	11
KAYSERİ	2000-2010	2	11
KİLİS	2000-2010	1	11
KIRIKKALE	2000-2010	1569	11
KIRKLARELİ	2000-2010	1060	11
KIRŞEHİR	2000-2010	340	11
KOCAELİ	2000-2010	558	11
KONYA	2000-2006	33600	7
KÜTAHYA	2000-2010	318	11
MALATYA	2000-2010	337	11
MANİSA	2000-2010	3259	11
MARDİN	2000-2010	744	11
MERSİN	2000-2010	Tam	11
MUĞLA	2000-2010	462	11
MUŞ	2000-2010	762	11
NEVŞEHİR	2000-2010	2	11
NİĞDE	2000-2010	Tam	11
ORDU	2000-2010	Tam	11
OSMANIYE	2000-2010	119	11
RİZE	2000-2010	Tam	11
SAKARYA	2000-2010	3957	11
SAMSUN	2000-2010	Tam	11
SİİRT	2000-2010	5	11
SİNOP	2000-2010	1711	11
SİVAS	2000-2010	174	11
ŞANLIURFA	2000-2010	Tam	11
TEKİRDAĞ	2000-2010	1947	11
TOKAT	2000-2010	Tam	11

Çizelge 4.1. (devam) İllerdeki eksik sıcaklık verisinin sayısı

İSTASYON ADI	Ölçüm Aralığı	Eksik Veri Sayısı	Toplam Yıl
TRABZON	2000-2005	42464	6
TUNCELİ	2000-2010	Tam	11
UŞAK	2000-2010	1255	11
VAN	2000-2010	59	11
YALOVA	2000-2010	490	11
YOZGAT	2000-2010	Tam	11
ZONGULDAK	2000-2010	3169	11

Çizelge 4.2.'de meteorolojik istasyonlara ait eksik verilerin yıllara göre dağılımı gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre meteorolojik istasyonlardaki eksik veriler belli bir düzende değil rastgele dağılım göstermiştir. Eksik veri bulunan meteorolojik istasyonlardaki eksik veri dağılımı ve sayısı da yıllara göre farklılık göstermektedir. Meteorolojik istasyonlara ait bazı yıllarda eksik veri bulunurken bazı yıllarda ise eksik veri bulunmamaktadır.

Çizelge 4.2. İllerdeki eksik verilerin yıllara göre dağılımı

İSTASYON ADI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ADANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADİYAMAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AFYON	0	0	0	0	0	46	11	950	203	71	456
AĞRI	0	0	0	0	0	1	0	0	0	744	0
AKSARAY	0	0	0	0	0	246	0	13	370	0	744
AMASYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANKARA	0	0	0	0	0	0	0	1137	21	44	3
ANTALYA	0	0	0	0	0	0	14	8760	8784	8760	7296
ARDAHAN	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
ARTVİN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
AYDIN	0	0	0	0	0	0	0	311	19	25	8
BALIKESİR	8784	8760	8760	4703	1266	1901	8760	8760	8784	8760	7296
BARTIN	24	0	0	0	24	0	0	228	48	21	9
BATMAN	0	0	0	1475	1776	0	0	0	0	0	0
BAYBURT	292	0	0	0	0	3	0	0	0	0	744
BİLECİK	0	0	0	0	0	0	0	481	52	26	41
BİNGÖL	0	192	192	288	0	0	0	0	0	0	0
BOLU	0	0	0	0	0	0	0	287	59	708	11
BURDUR	0	0	0	0	0	0	0	316	23	12	75
BURSA	0	0	0	0	1	2	0	298	11	306	61
ÇANAKKALE	0	0	0	0	0	0	0	1147	20	19	16
ÇANKIRI	0	0	0	0	0	1	0	302	39	16	31

Çizelge 4.2. (devam) İllerdeki eksik verilerin yıllara göre dağılımı

İSTASYON ADI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ÇORUM	0	0	0	0	0	0	0	1485	20	16	17
DENİZLİ	0	0	0	0	0	0	0	265	25	21	32
DİYARBAKIR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8760	7296
DÜZCE	0	0	0	0	0	0	0	761	17	17	9
EDİRNE	0	0	0	0	0	1	0	212	21	83	14
ELAZIĞ	0	0	0	0	0	16	0	0	15	0	0
ERZİNCAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ERZURUM	18	0	0	0	0	0	8	0	3	8760	7296
ESKİŞEHİR AND.	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	744
ESKİŞEHİR BÖLGE	8784	8760	8760	8760	8784	8760	8760	207	68	30	46
GAZİANTEP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GİRESUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GÜMÜŞHANE	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
HAKKARİ	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0
HATAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İĞDIR	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
ISPARTA	0	0	0	0	0	0	0	692	38	6	35
İSTANBUL GÖZTEPE	0	0	0	0	0	0	2010	609	542	8	352
İSTANBUL KARTAL	0	0	0	0	3672	8760	8760	529	861	22	106
İZMİR	0	0	0	0	17	0	0	592	50	16	44
KAHRAMANMARAŞ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204	249
KARABÜK	0	0	0	0	0	0	0	187	48	159	16
KARAMAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KARS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1464
KASTAMONU	0	0	0	0	0	0	3	1194	34	36	26
KAYSERİ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
KİLİS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
KIRIKKALE	0	0	0	0	0	0	0	1415	92	38	24
KIRKLARELİ	0	0	0	0	0	0	0	652	20	25	363
KIRŞEHİR	0	0	0	1	0	0	0	279	11	13	36
KOCAELİ	0	0	0	0	9	18	0	429	25	77	0
KONYA	0	0	0	0	0	0	0	8760	8784	8760	7296
KÜTAHYA	0	0	0	0	0	0	0	175	52	53	38
MALATYA	0	0	0	0	0	337	0	0	0	0	0
MANİSA	0	0	0	0	0	0	0	3157	25	34	43
MARDİN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	744
MERSİN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUĞLA	0	0	0	0	0	0	0	235	71	55	101
MUŞ	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	744
NEVŞEHİR	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
NİĞDE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORDU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSMANIYE	0	0	0	0	96	0	0	0	23	0	0
RİZE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAKARYA	1	0	0	0	0	0	0	3776	32	117	31
SAMSUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 4.2. (devam) İllerdeki eksik verilerin yıllara göre dağılımı

İSTASYON ADI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SIİRT	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0
SİNOP	0	0	0	0	1072	0	215	285	55	67	17
SİVAS	0	0	0	0	0	0	0	137	0	37	0
ŞANLIURFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TEKİRDAĞ	0	0	0	0	0	0	0	1892	20	12	23
TOKAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRABZON	8	0	0	0	0	96	8760	8760	8784	8760	7269
TUNCELİ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UŞAK	0	744	0	0	0	0	0	319	85	44	63
VAN	0	10	0	0	9	1	20	9	0	10	0
YALOVA	0	0	0	0	0	0	0	172	278	27	13
YOZGAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZONGULDAK	0	0	0	0	0	0	0	2076	983	65	45

YSA metodu ile eksik sıcaklık verilerinin tahmininde YSA'nın performansını belirlemek için bazı meteorolojik istasyonlar pilot olarak seçilmiştir. Seçilen meteorolojik istasyonlar da özellikle eksik veri bulunmamasına dikkat edilmiştir. Daha sonra eksik sıcaklık tahmini yapılacak meteorolojik istasyona ait veriler kontrollü olarak eksiltilmiştir. Bu sayede eksiltelen gerçek sıcaklık verileri ile YSA tarafından tahmin edilen sıcaklık verileri karşılaştırılmış ve bunun sonucunda YSA'nın tahmin performansı belirlenmiştir. Bu amaçla değişik denemeler yapılmıştır. Eksik sıcaklık verilerinin tahmin edilmesi denemelerinde eksik sıcaklık verisi bulunan meteorolojik istasyona ait sınır komşusu olan meteorolojik istasyonlar ve sınır komşusu olmayan meteorolojik istasyonlar kullanılmıştır.

#### 4.2. Eksik Sıcaklık Verilerinin Tahmin Edilmesi

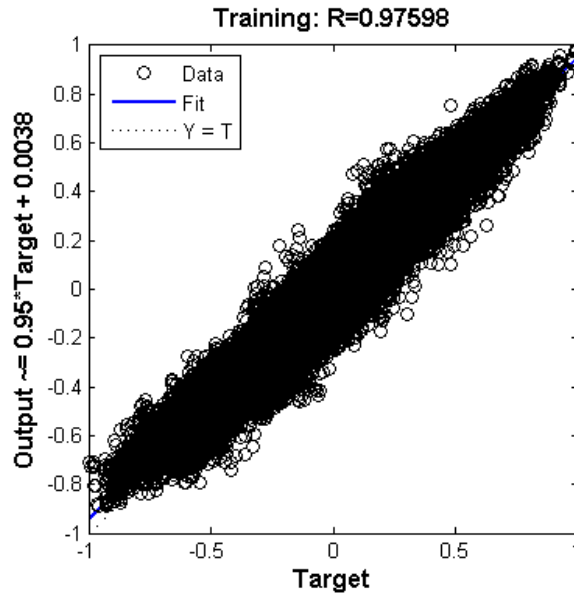
##### 4.2.1. Model 1: Yozgat meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin tek sınır komşusu ile tahmin edilmesi

Yapılan denemelerin birinde Tokat meteorolojik istasyonu kullanılarak Yozgat meteorolojik istasyonuna ait eksik verilerin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu meteorolojik istasyonlar birbirlerine sınır komşusudur. Kurulan YSA modelinde verisi bilerek eksiltilmiş Yozgat meteorolojik istasyonu için sınır komşusu olan Tokat meteorolojik istasyonunun sıcaklık verileri kullanılarak Yozgat meteorolojik

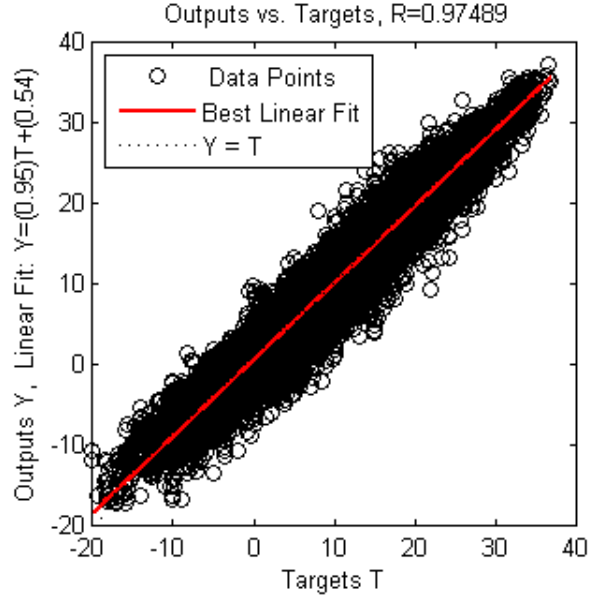


istasyonun eksik verilerinin bulunması amaçlanmıştır. Daha sonra tahmin edilen sıcaklık değeri ile kontrollü eksiltelen sıcaklık verileri karşılaştırılarak YSA'nın tahmin performansı belirlenmiştir. Sıcaklık tahmininde bulunmak için Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saat (1 gün) , 360 saat (15 gün) , 744 saat (1 ay) , 1488 saat (2 ay) ve 2976 (4 ay) saatlik sıcaklık verileri el ile eksiltilerek her grup için ayrı ayrı tahminleme işlemi yapılmıştır.

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi 24 saat eksik sıcaklık verisi bulunan Yozgat meteorolojik istasyonunun eğitim setinin R değeri 0.97598, Şekil 4.2'de gösterilen test setinin R değeri ise 0.97489'dur. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi eğitim ve test setinin başarı oranı oldukça yüksektir.

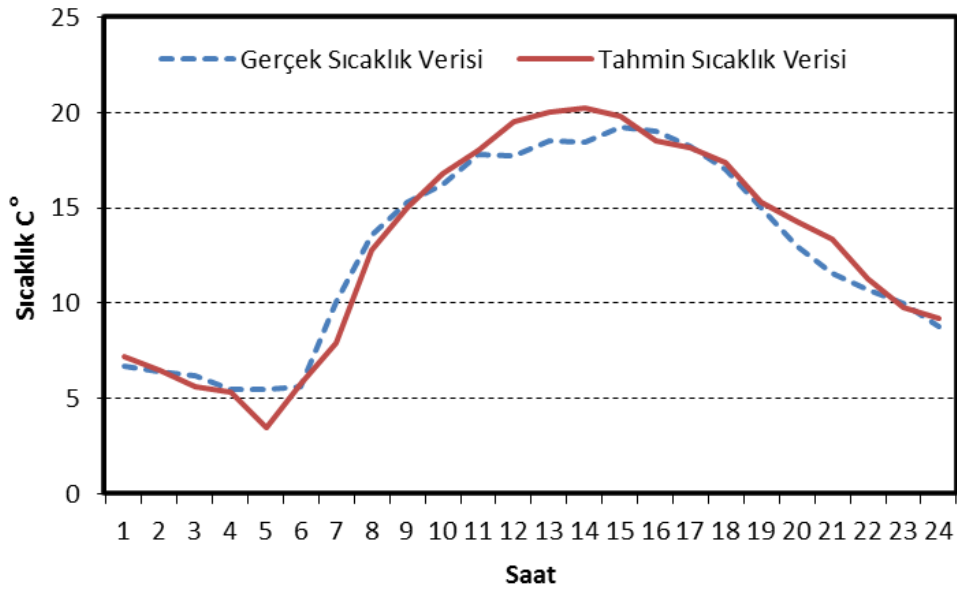


Şekil 4.1. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

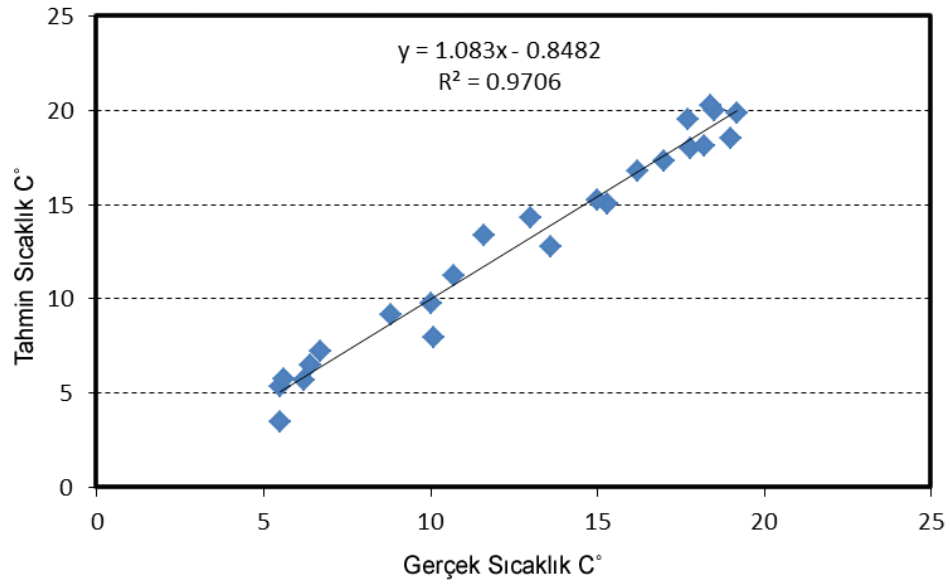


Şekil 4.2. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.3.'de 24 saatlik eksik sıcaklık verisi tahmin edilen Yozgat meteorolojik istasyonunun gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması bulunmaktadır. Şekil'4.4'de görülen  $R^2=0.9706$  değerine göre gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değeri arasında büyük bir benzerlik olduğu görülmektedir.

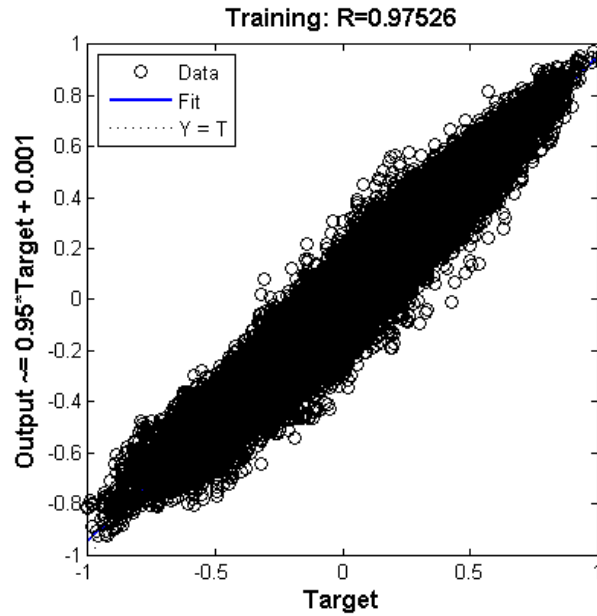


Şekil 4.3. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

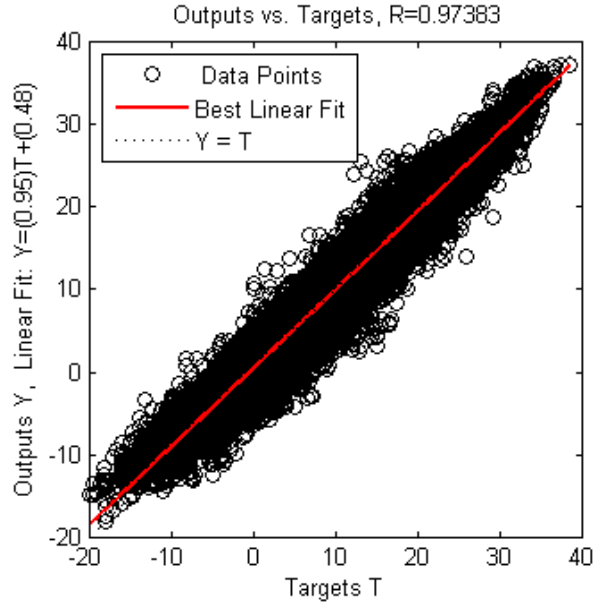


Şekil 4.4. Yozgat meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Yozgat meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin tahmin edilmesine yönelik diğer bir denemede ise 360 saatlik sıcaklık verisi eksiltiştir. YSA metodunda Yozgat meteorolojik istasyonun eğitim setinin R değeri 0.97526 (Şekil 4.5.), Şekil 4.6.'da gösterilen test setinin R değeri ise 0.97383'dur.

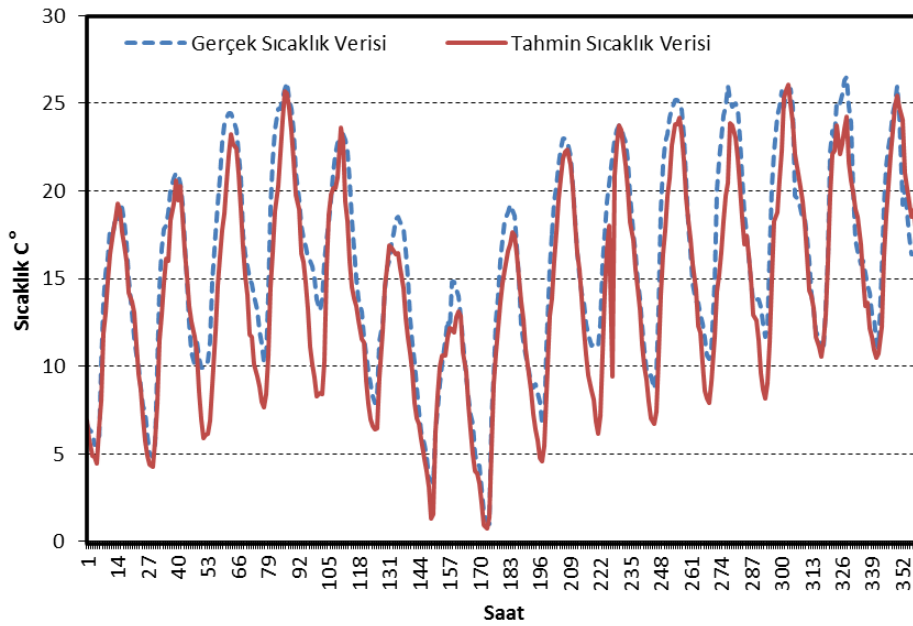


Şekil 4.5. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

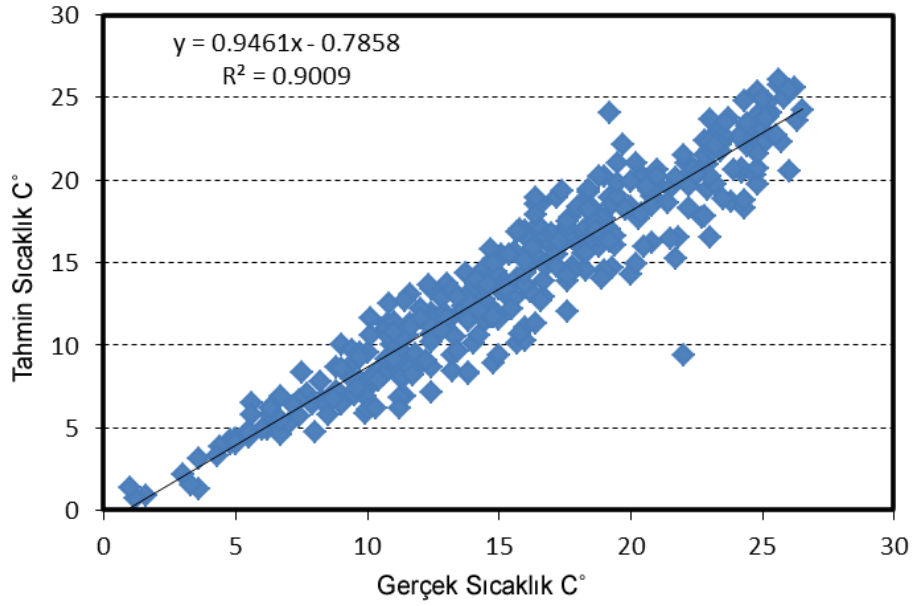


Şekil 4.6. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Yozgat meteorolojik istasyonuna ait tahmin edilen 360 saatlik verilerin karşılaştırılması Şekil 4.7.'de görülmektedir. Gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin Şekil 4.8.'de gösterildiği gibi  $R^2=0.9009$  değerine sahip olduğu görülmektedir.

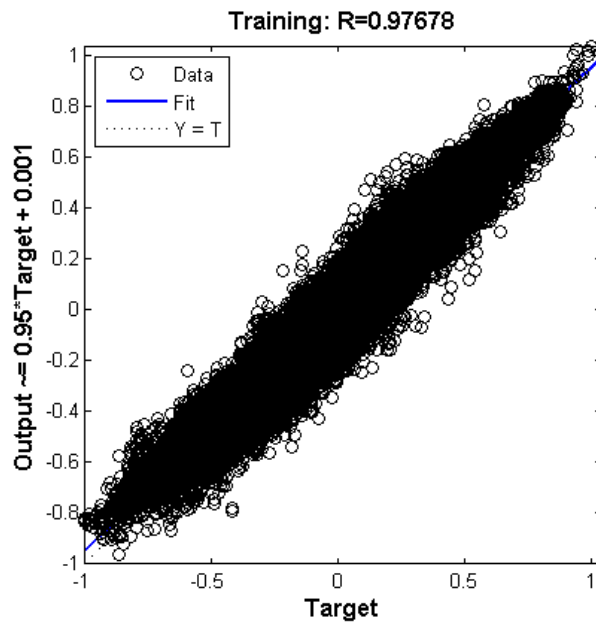


Şekil 4.7. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

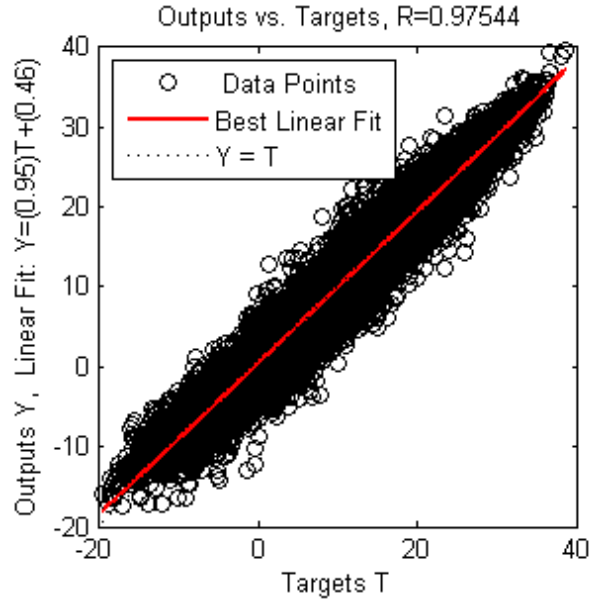


Şekil 4.8. Yozgat meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Yozgat meteorolojik istasyonuna ait 744 eksik sıcaklık verisinin tahmininde kullanılan YSA modelinde eğitim seti saçılım grafiği Şekil 4.9. da gösterilmiştir. Eğitim seti grafiğine göre R değeri 0.97678'dir. Aynı YSA modelinin test setine ait R değeri ise 0.97544'dür (Şekil 4.10).

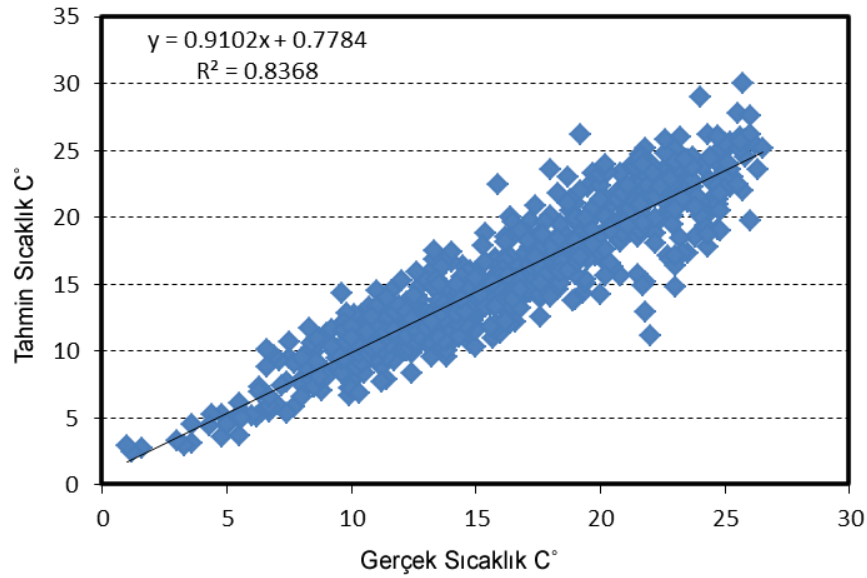


Şekil 4.9. Yozgat meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



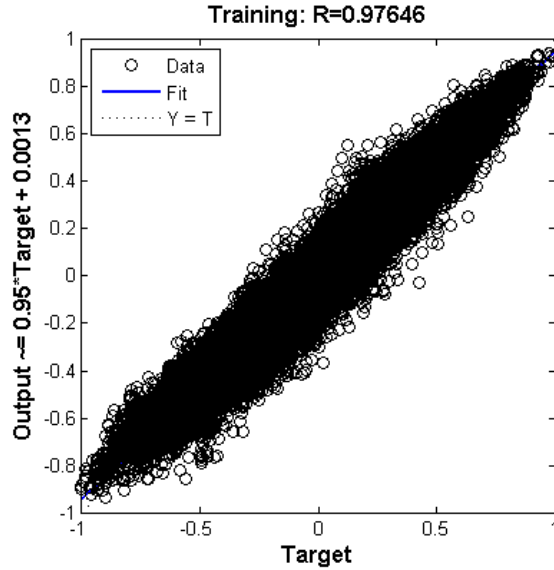
Şekil 4.10. Yozgat meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Yozgat meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik veri için tahmin edilen sıcaklık değeri ve gerçek sıcaklık değerine ait saçılım grafiği Şekil 4.11.'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre  $R^2$  değeri 0.8368'dir.

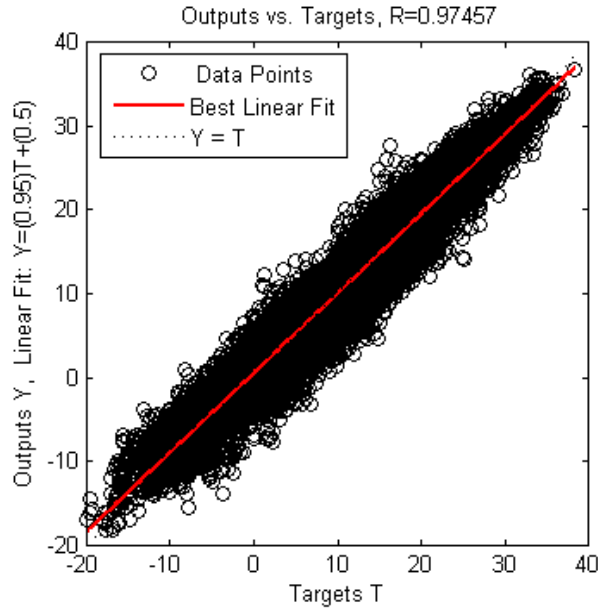


Şekil 4.11. Yozgat meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Yozgat meteorolojik istasyonunun da 1488 adet eksik veri bulunduğunda eğitim setine ait saçılım grafiği Şekil 4.12.'de, test setine ait saçılım grafiği Şekil 4.13.'de gösterilmiştir. Eğitim setine göre R değeri 0.97646, test setine göre R değeri ise 0.97457 olarak bulunmuştur.

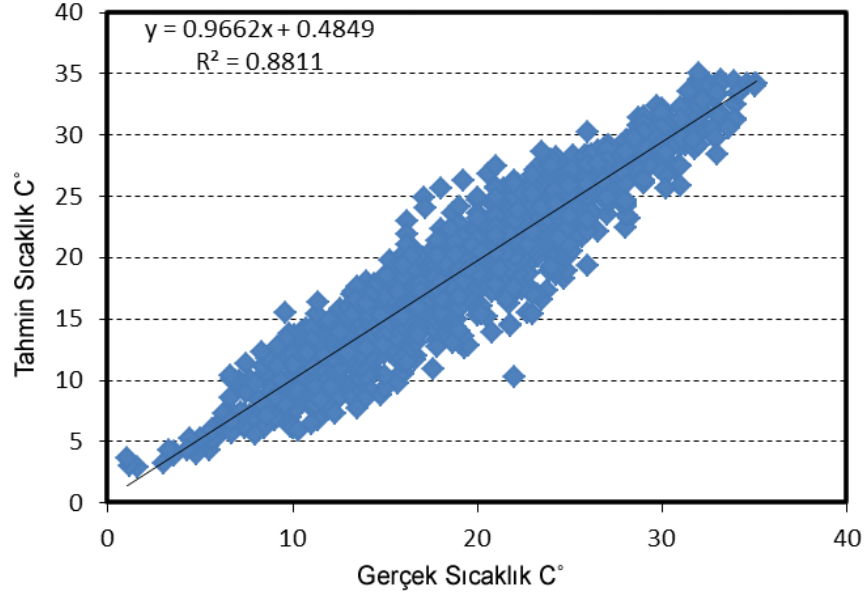


Şekil 4.12. Yozgat meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



Şekil 4.13. Yozgat meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

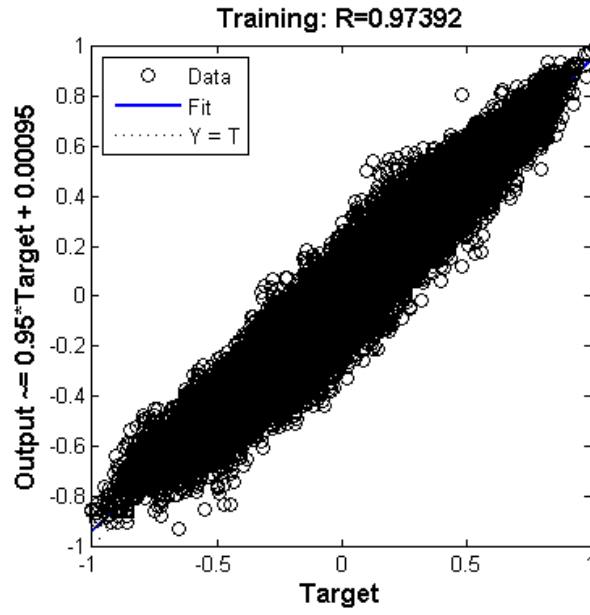
Şekil 4.14.'de Yozgat meteorolojik istasyonu için tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki saçılmayı gösteren grafik bulunmaktadır. Bu saçılma grafiğine göre  $R^2$  değeri 0.8811'dir.



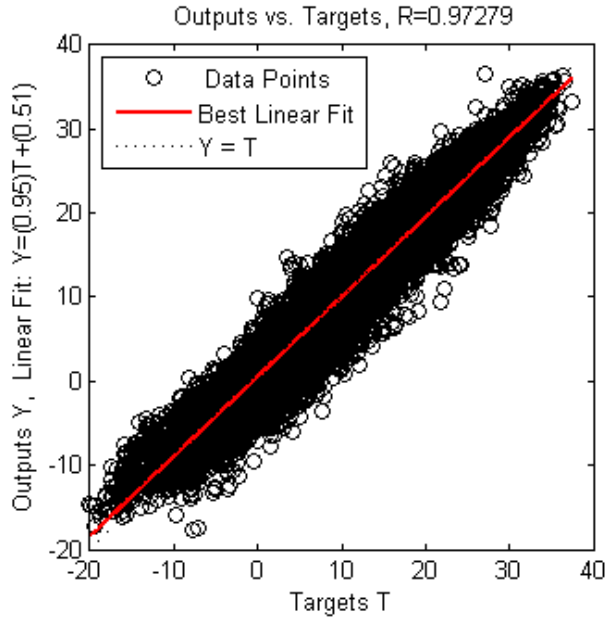
Şekil 4.14. Yozgat meteorolojik istasyonununun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

2976 saatlik eksik verisi bulunan Yozgat meteorolojik istasyonu için eğitim setine ait saçılım grafiği Şekil 4.15.'de gösterilmiştir. Eğitim setine göre R değeri 0.97392'dir. Test setine ait saçılım grafiği Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Test setinin R değeri ise 0.97279'dur.



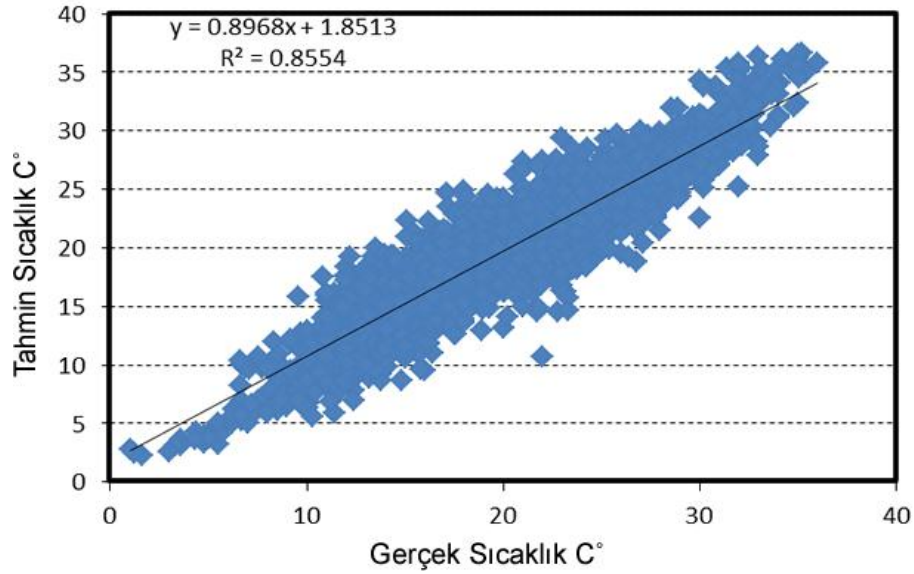


Şekil 4.15. Yozgat meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



Şekil 4.16. Yozgat meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

2976 saatlik eksik verisi bulunan Yozgat meteorolojik istasyonu için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değeri arasındaki saçılım grafiği Şekil 4.17.'de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre  $R^2$  değeri 0.8554'dür.

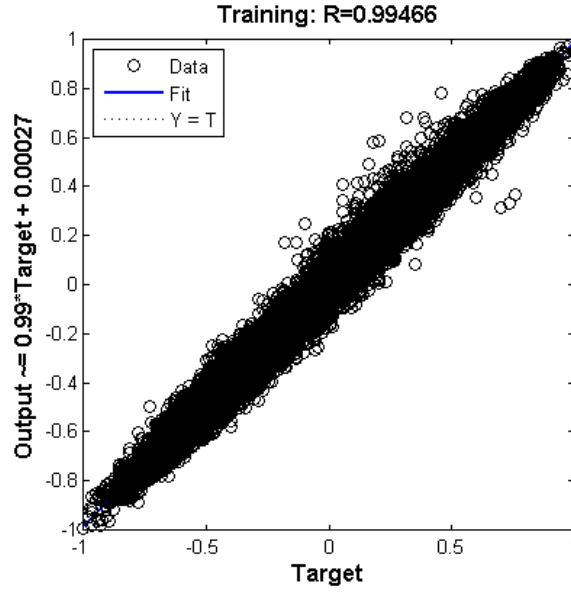


Şekil 4.17. Yozgat meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

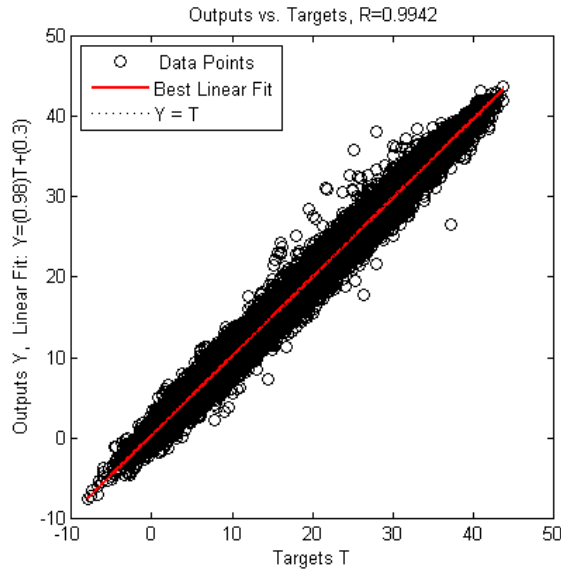
#### 4.2.2. Model 2: Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin iki sınır komşusu ile tahmin edilmesi

Gaziantep ve Şanlıurfa meteorolojik istasyonları yardımıyla Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik veriler tahmin edilmeye çalışılmıştır. Gaziantep, Şanlıurfa ve Adıyaman meteorolojik istasyonları birbirlerine sınır komşusudur. Buradaki tahmin denemelerinde de sıcaklık verilerinde eksiltme yapılmıştır. 24 saat, 360 saat, 720 saat, 1464 saat ve 2928 saatlik gruplar halinde veriler eksiltmiştir. Daha sonra eksiltelen her grup için tahmin yapılmıştır.

Adıyaman meteorolojik istasyonu için ilk olarak 24 saatlik eksik veri tahmin edilmiştir. Tahmin işlemine ait eğitim seti Şekil 4.18.'de, test seti Şekil 4.19.'da gösterilmiştir. Bu şekillerde de görüldüğü gibi eğitim setinin R değeri 0.99466, test setinin değeri 0.9942'dir.

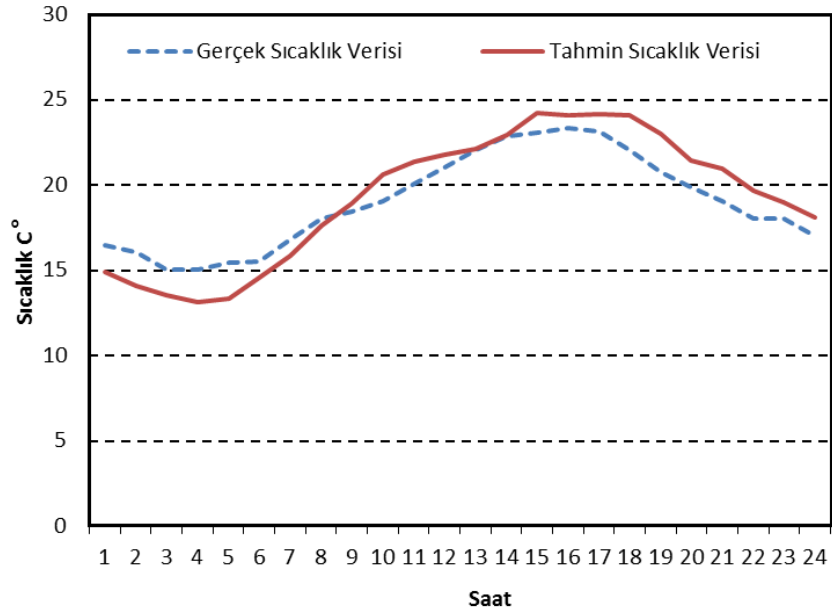


Şekil 4.18. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

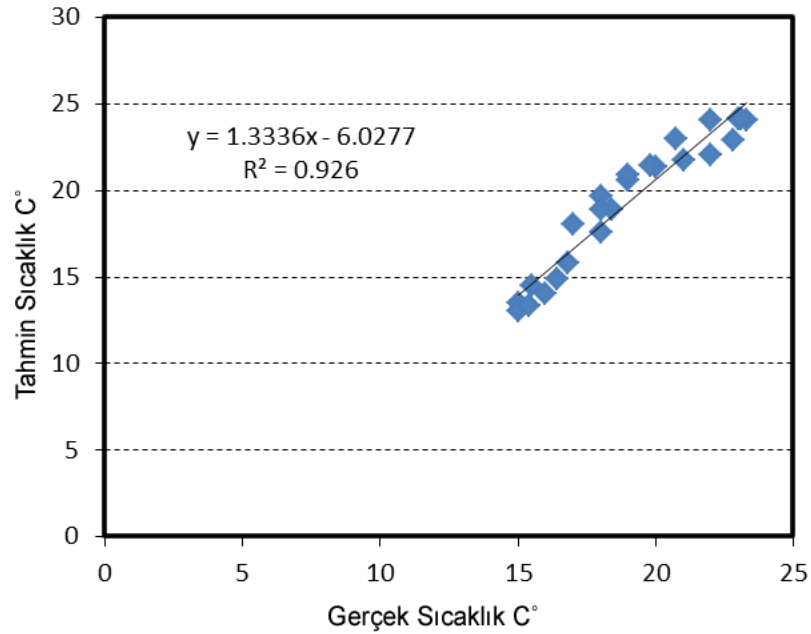


Şekil 4.19. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.20.'de 24 saatlik eksik sıcaklık verisi tahmin edilen Adıyaman meteorolojik istasyonunun gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması bulunmaktadır. Şekil 4.21.'de görülen  $R^2=0.926$  değerine göre gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değeri arasında büyük bir benzerlik olduğu görülmektedir.

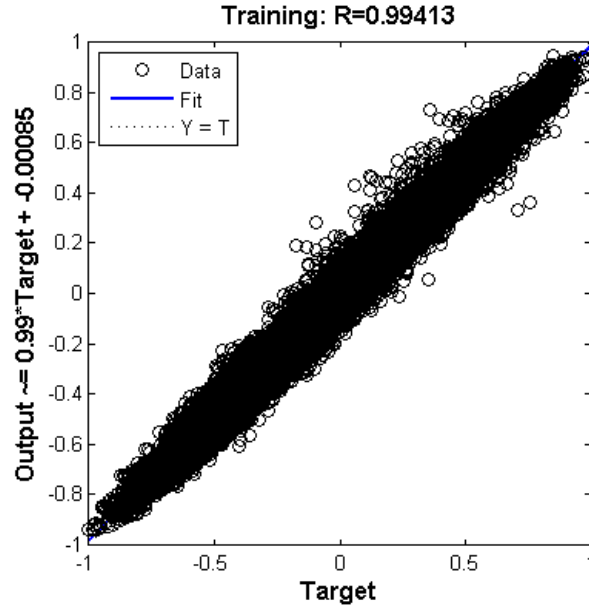


Şekil 4.20. Adıyaman meteorolojik istasyonununun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

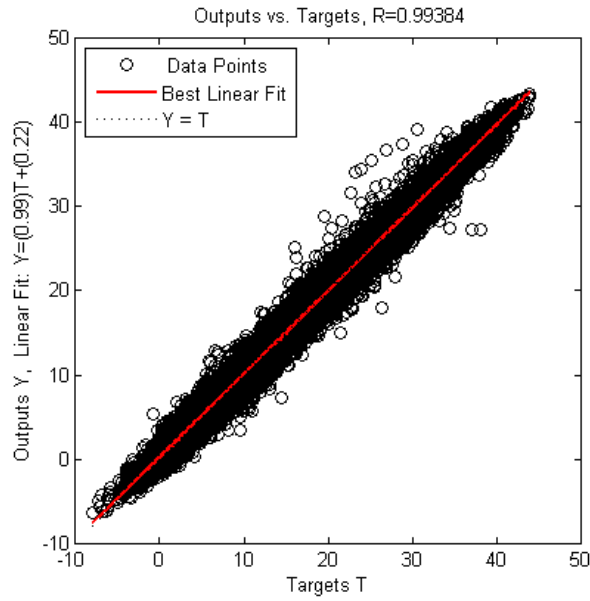


Şekil 4.21. Adıyaman meteorolojik istasyonununun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

24 saatlik eksik sıcaklık verisinin tahmininden sonra Adıyaman meteorolojik istasyonu için 360 saatlik eksik veri tahmin edilmiştir. Tahmin işlemine ait eğitim seti Şekil 4.22.'de test seti Şekil 4.23.'de gösterilmiştir. Tahmin setine göre R değerinin 0.99413, test setine göre R değerinin 0.99384 olduğu görülmüştür.

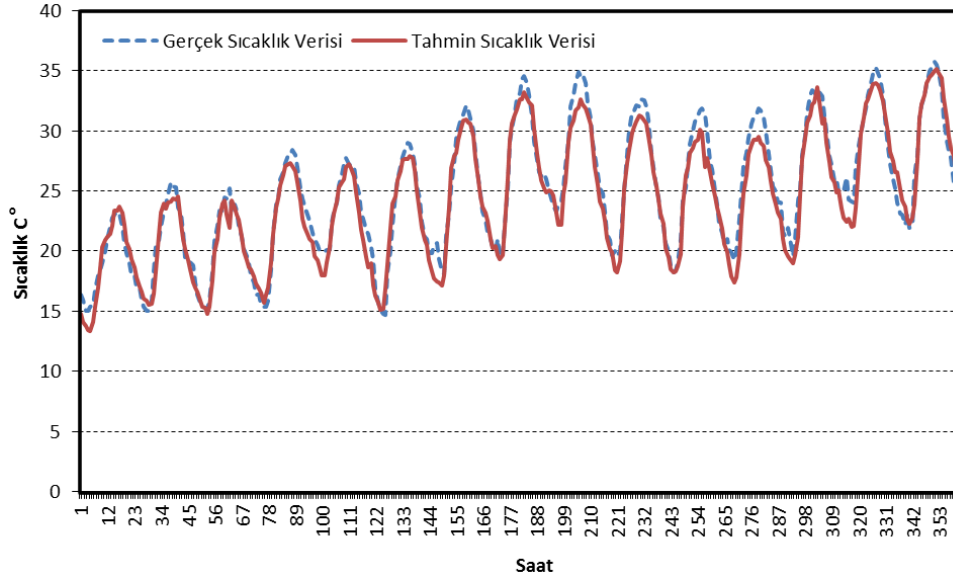


Şekil 4.22. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

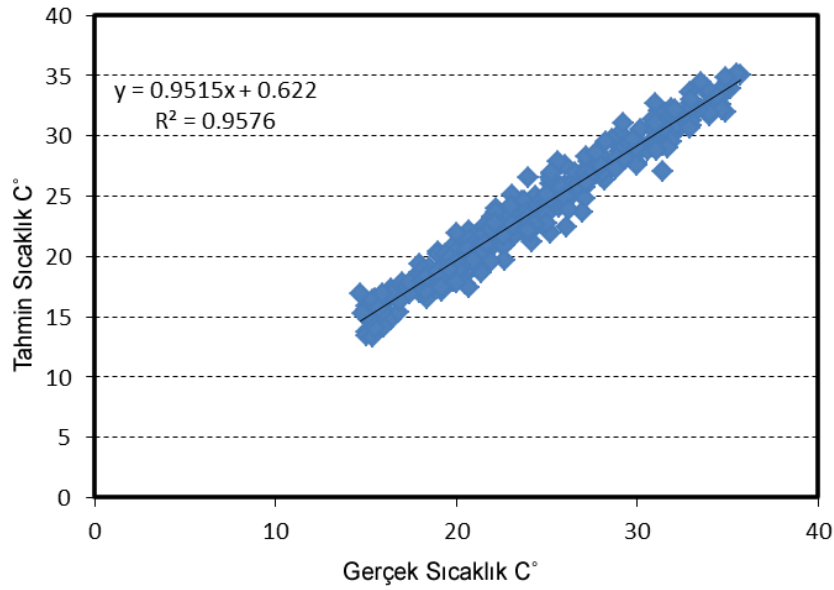


Şekil 4.23. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Adıyaman meteorolojik istasyonu için gerçek ve tahmin sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.24.'de ve tahmin edilen değer ile gerçek sıcaklık değerlerinin saçılma grafiği Şekil 4.25.'de gösterilmiştir. Saçılma grafiğine göre  $R^2$  değeri 0.9576'dır.

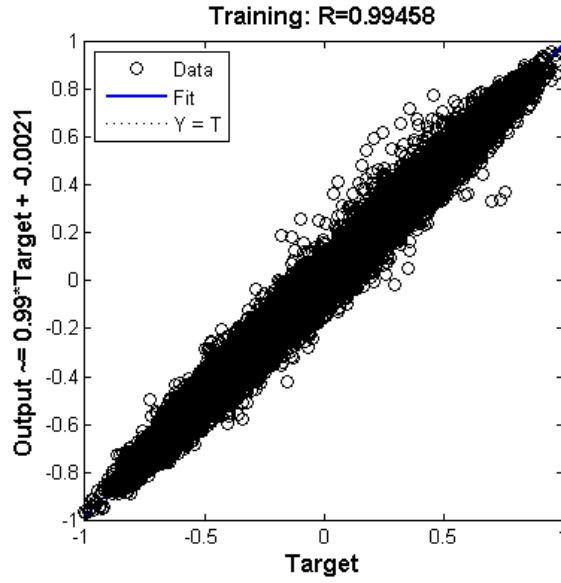


Şekil 4.24. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

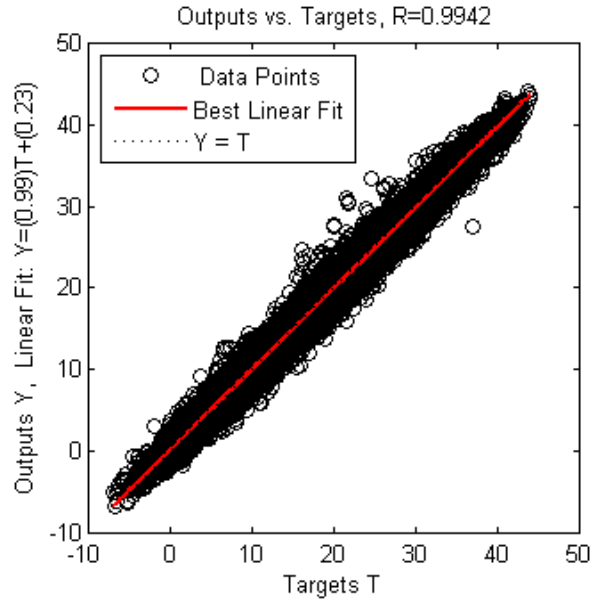


Şekil 4.25. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait 744 saatlik eksik sıcaklık verisinin YSA ile tahmininde YSA modelin eğitim setine ait saçılım grafiği Şekil 4.26.'da gösterilmiştir. Bu grafikteki R değeri 0.99458'dir. Şekil 4.27.'de ise aynı YSA modeline ait test setinin saçılım grafiği ulunmaktadır. Test setinin R değeri ise 0.9942'dir.

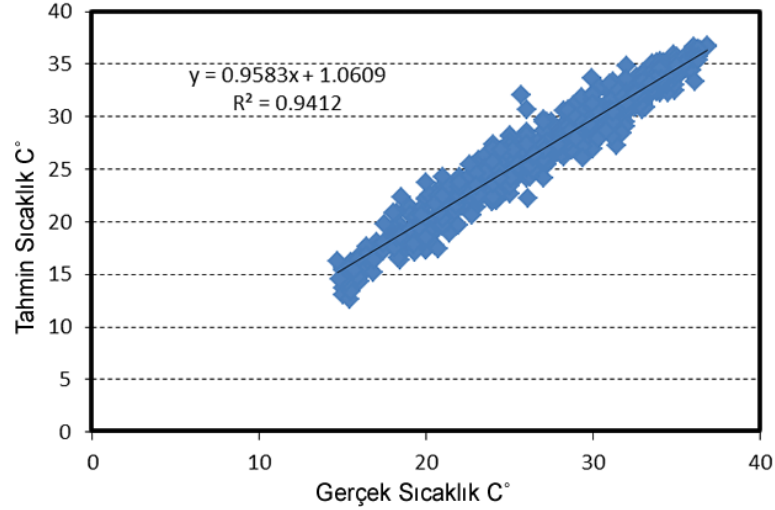


Şekil 4.26. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



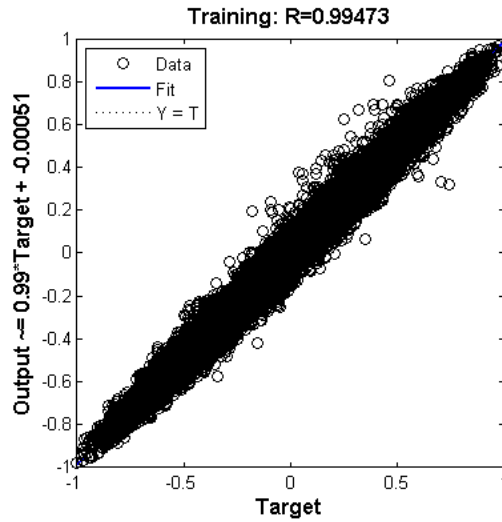
Şekil 4.27. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.28.'de Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait tahmin edilen eksik sıcaklık verileri ile bu eksik sıcaklık değerlerine ait gerçek sıcaklık değerlerinin saçılım grafiği görülmektedir. Bu saçılım grafiğine göre  $R^2$  değeri 0.9412'dir.



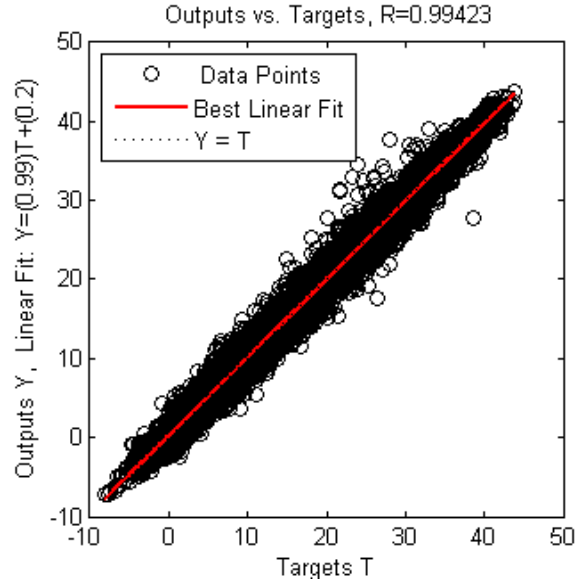
Şekil 4.28. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Şekil 4.29.'da Adıyaman meteorolojik istasyonuna için 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi bulunduğu eğitim setine ait saçılım grafiği bulunmaktadır. Bu grafiğe göre R değeri 0.99473'dür. Şekil 4.30.'da ise test setine ait saçılım grafiği bulunmaktadır. Test setinin R değeri ise 0.99423'dür.



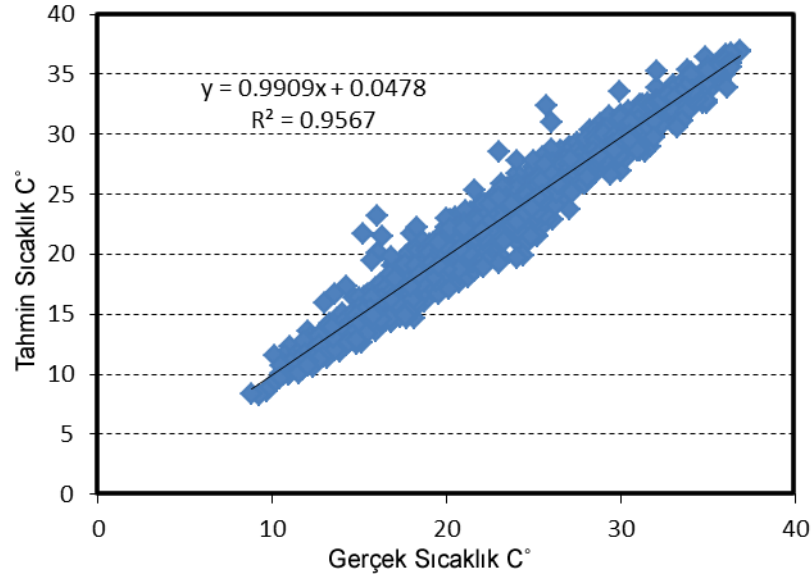
Şekil 4.29. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği





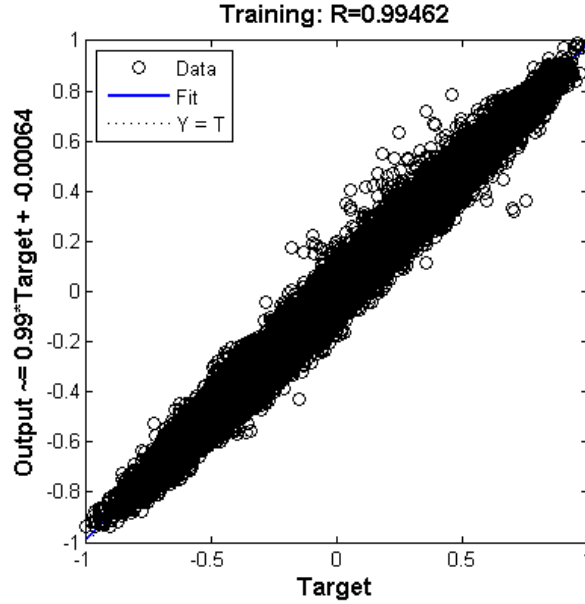
Şekil 4.30. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.31.'de 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi bulunan Adıyaman meteorolojik istasyonu için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değeri arasındaki saçılım grafiği bulunmaktadır. Bu saçılım grafiğine göre  $R^2$  değeri 0.9567'dir.

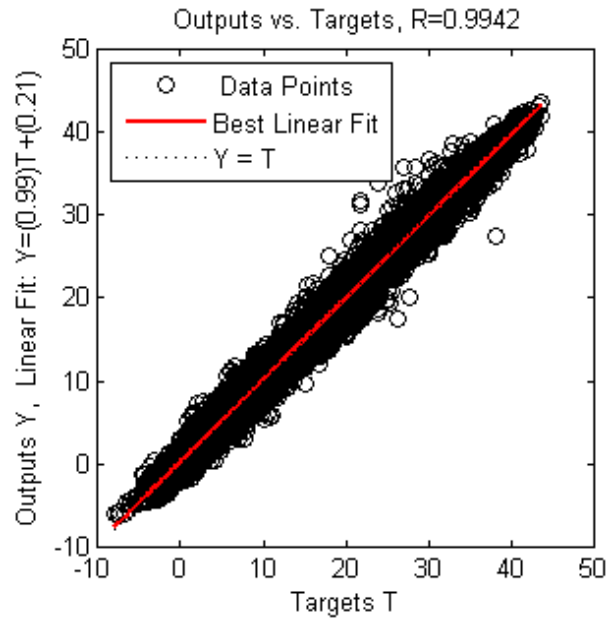


Şekil 4.31. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Adıyaman meteorolojik istasyonunda 2976 adet eksik sıcaklık verisi bulunduğunda YSA modelinin eğitim setine ait saçılım grafiği Şekil 4.32.'de, test setine ait saçılım grafiği Şekil 4.33.'da gösterilmiştir. Bu grafiklere göre eğitim setinin R değeri 0.99462, test setinin R değeri ise 0.9942'dir.

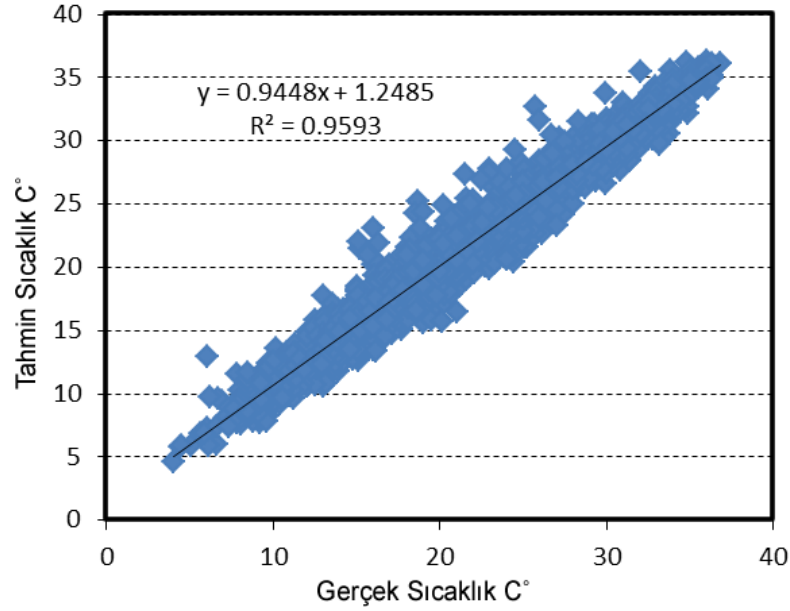


Şekil 4.32. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



Şekil 4.33. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

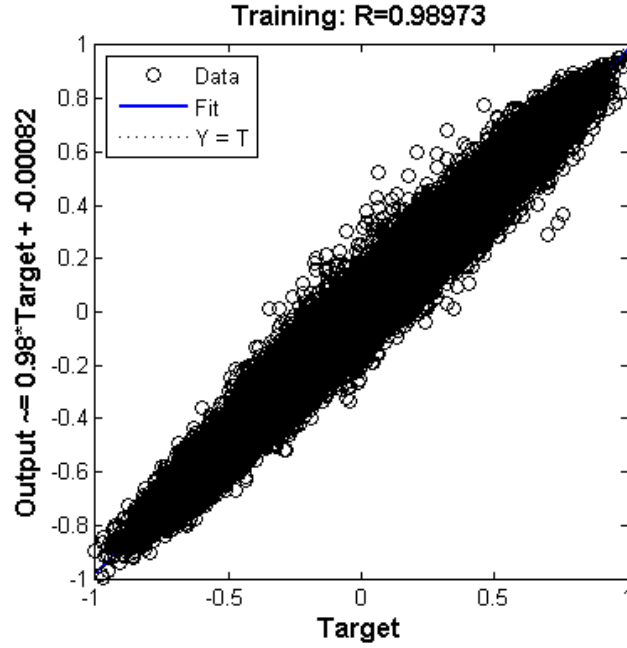
Şekil 4.34.'de Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değeri arasındaki saçılım grafiği görülmektedir. Bu saçılım grafiğine göre  $R^2$  değeri 0.9593'dür.



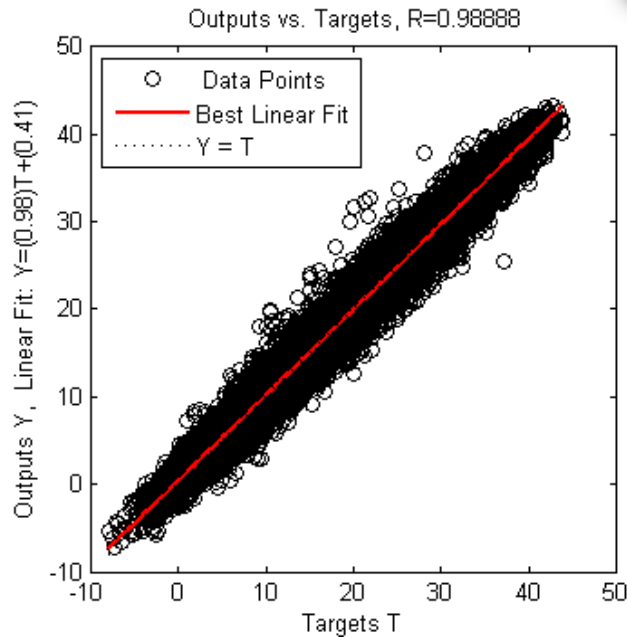
Şekil 4.34. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

#### 4.2.3. Model 3: Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin sınır komşusu olmayan meteorolojik istasyonlar kullanılarak tahmin edilmesi

Adana meteorolojik istasyonu, Erzincan meteorolojik istasyonu ve Giresun meteorolojik istasyonu kullanılarak Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik saatlik sıcaklık verilerinin bulunması amaçlanmıştır. Bu meteorolojik istasyonların birbirleriyle sınır komşuluğu bulunmamaktadır. İlk aşamada Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait 24 saatlik sıcaklık verisi eksiltiştir. Daha sonra eksiltelen bu verilerin YSA ile tahmin edilmesi gerçekleştirilmiştir. YSA modelinde alınan sonuçlarda eğitim seti saçılma grafiğindeki R değeri 0.98973 (Şekil 4.35.) test setindeki saçılma grafiği ise  $R = 0.98888$  değerine sahiptir (Şekil 4.36.).



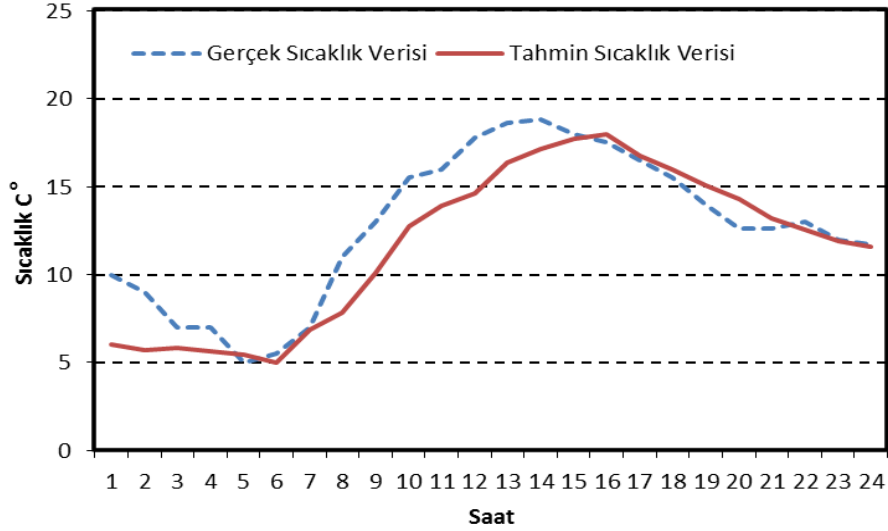
Şekil 4.35. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



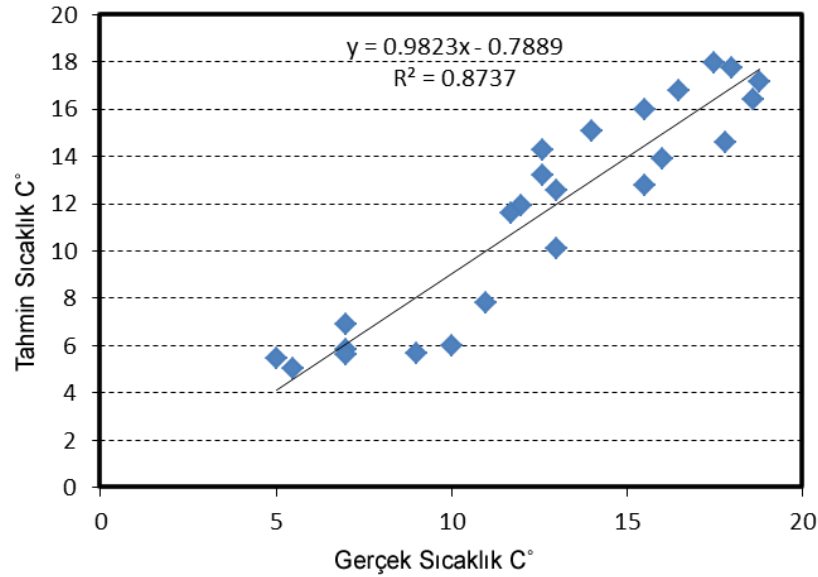
Şekil 4.36. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.37.'de YSA ile tahmin edilen sıcaklık değerleri alındıktan sonra bu değerler ile eksilttiğimiz 24 saatlik gerçek sıcaklık verileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda saçılma grafiğinde de (Şekil 4.38.) görüldüğü gibi

$R^2=0.8737$ 'dir.  $R^2$  değerinin 1'e yaklaşması benzerlik oranının arttığını göstermektedir.



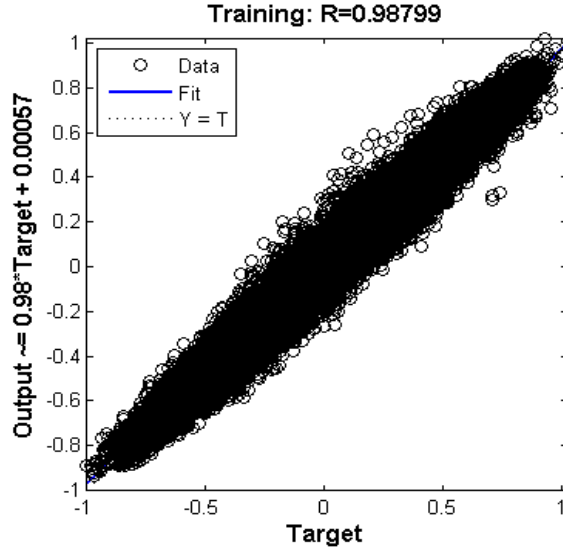
Şekil 4.37. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması



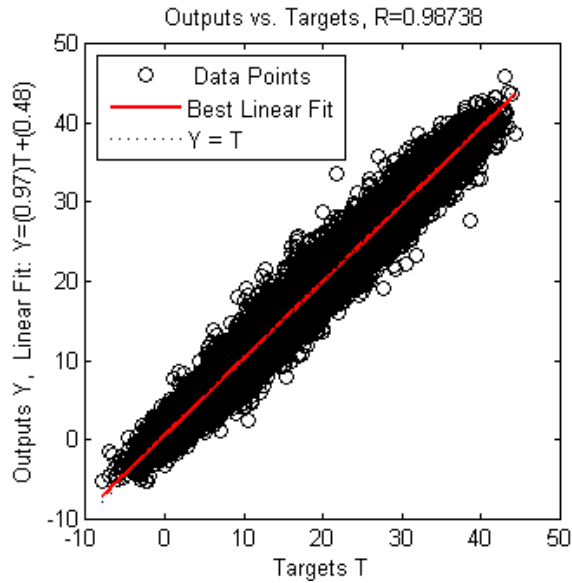
Şekil 4.38. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Adıyaman meteorolojik istasyonu için diğer bir denemede 360 saatlik sıcaklık verisi kontrollü olarak eksiltilmiştir. Aynı özelliklere sahip YSA metodu bu uygulama içinde kullanılmıştır. Şekil 4.39.'da görüldüğü gibi eğitim setinin R değeri

0.98799 ve Şekil 4.40.'da bulunan test seti için R değeri ise 0.98738 olduğu görülmektedir.



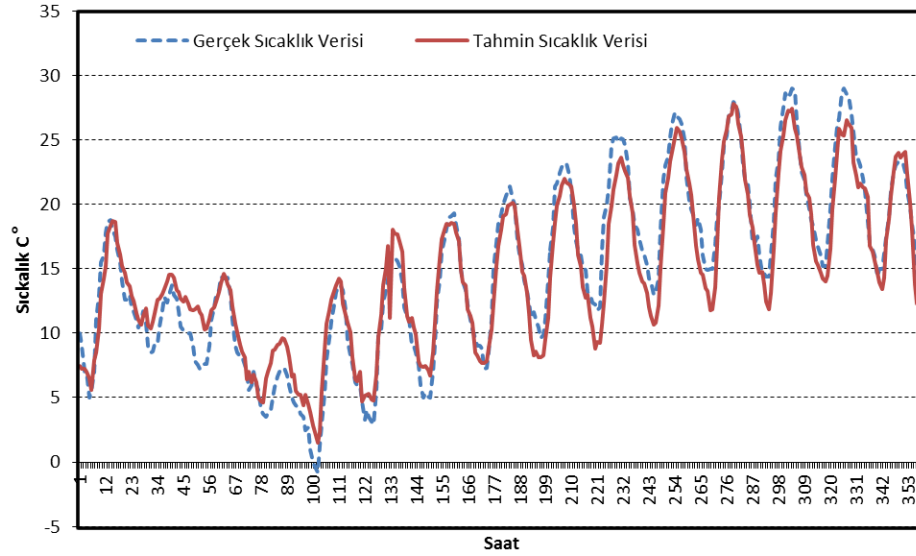
Şekil 4.39. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



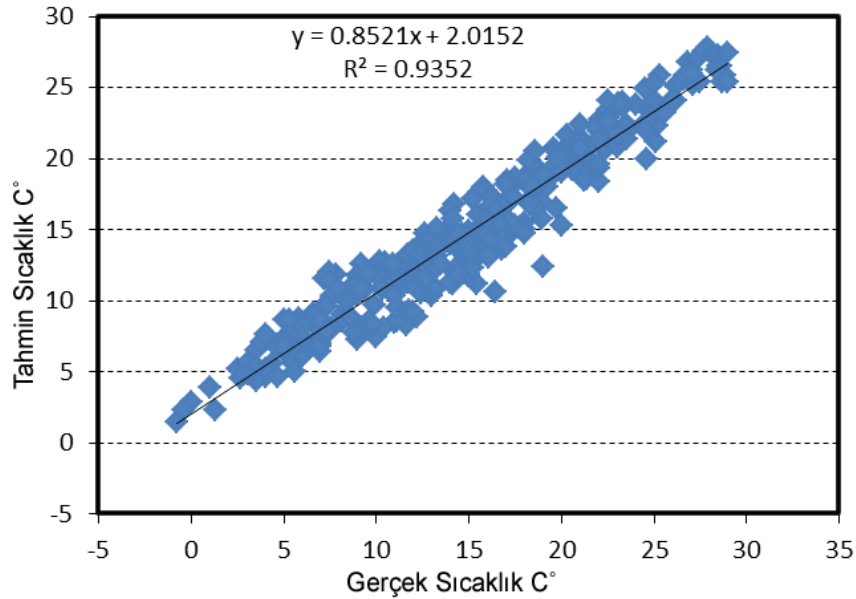
Şekil 4.40. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Adıyaman meteorolojik istasyonu için tahmin edilen değerler ile gerçek değerler karşılaştırıldığında değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür

(Şekil 4.41.). Şekil 4.42.'deki saçılma grafiğinde de benzerlik oranı  $R^2$ 'nin 0.9352 olduğu görülmektedir.



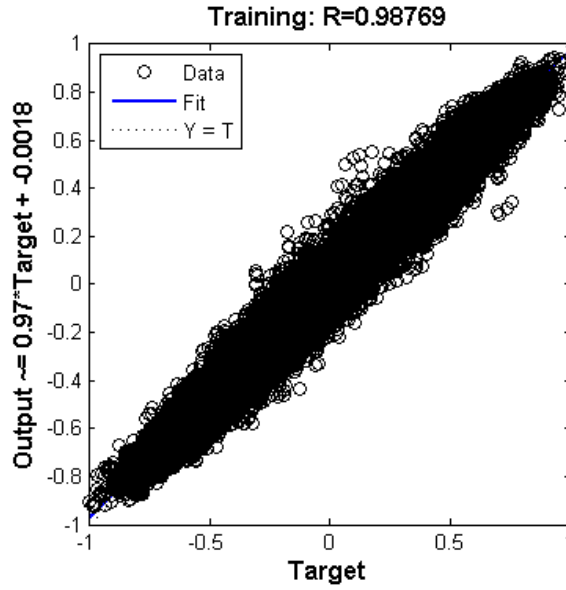
Şekil 4.41. Adıyaman meteorolojik istasyonununun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması



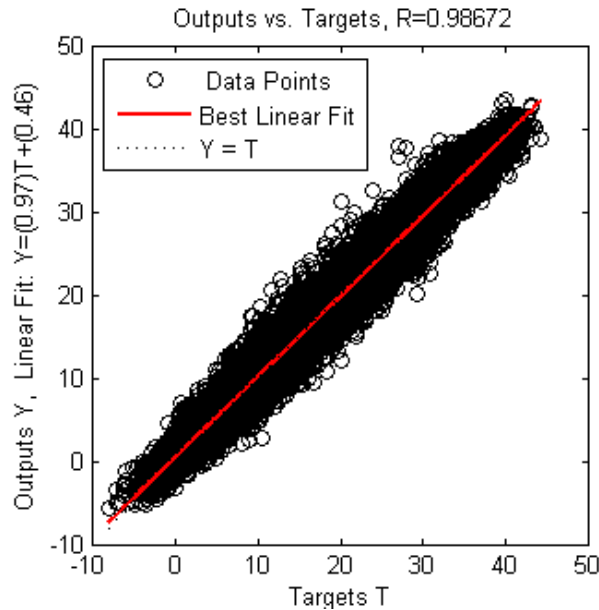
Şekil 4.42. Adıyaman meteorolojik istasyonununun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Eksik veri sayısı arttığında tahmin edilen sıcaklık değerleri ile gerçek sıcaklık değerlerinin arasında nasıl bir benzerlik olduğunu göstermek amacıyla Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait 744 saatlik sıcaklık verisi eksiltilecek YSA ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Eksik olan sıcaklık değerlerinin normalde gerçek değerleri

bilinmektedir. Buradaki amaç gerçek sıcaklık değerlerini, eksik bir sıcaklık değeri gibi YSA modeline tanıtılıp daha sonra da YSA ile tahmin edilen değerler ile bu değerlere ait gerçek sıcaklık değerlerinin karşılaştırmaktır. YSA modeli ile yapılan tahmin işleminde Şekil 4.43.'de görüldüğü gibi eğitim setinin R değerinin 0.98769 ve Şekil 4.44.'da görüldüğü gibi test setinin R değerinin 0.98672'dir.



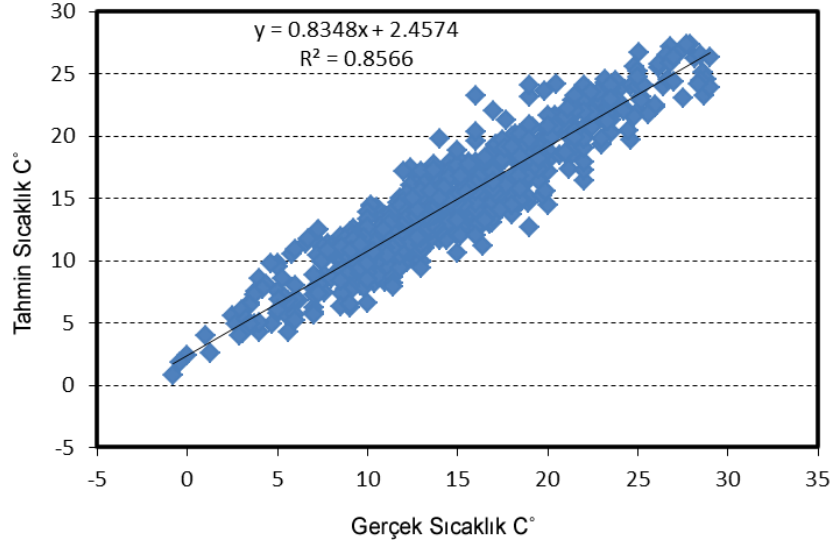
Şekil 4.43. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



Şekil 4.44. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

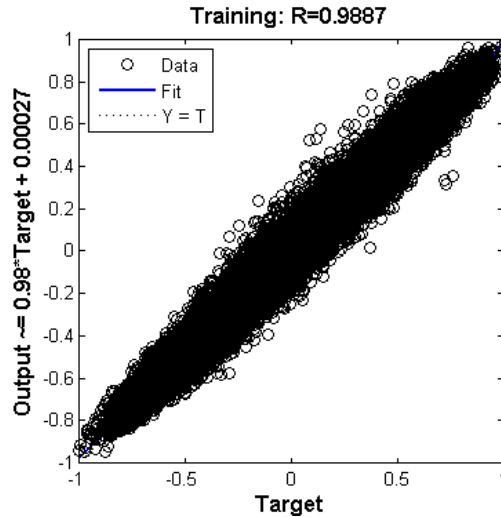


YSA kullanılarak tahmin edilen veriler ile gerçek verilerin saçılma grafiği (Şekil 4.45.) incelendiğinde  $R^2=0.8566$  olduğu görülmektedir.

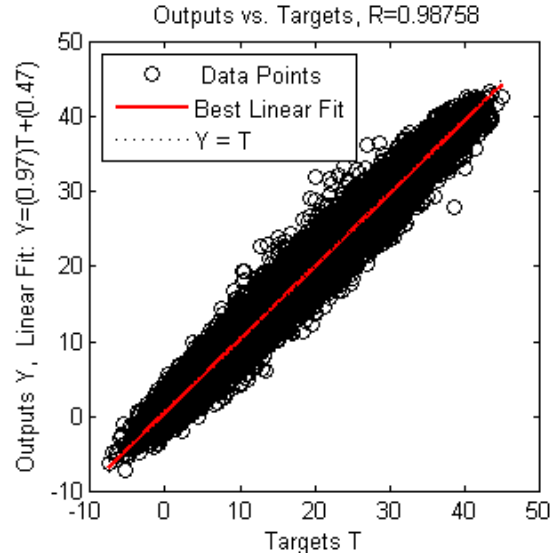


Şekil 4.45. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Adıyaman meteorolojik istasyonunda 1488 saatlik eksik veri olduğunda yapılan YSA tahmin işleminde Şekil 4.46.'da görüldüğü gibi eğitim setinin R değeri 0.9887, Şekil 4.47.'deki test setinin R değeri 0.98758 olduğu görülmektedir.

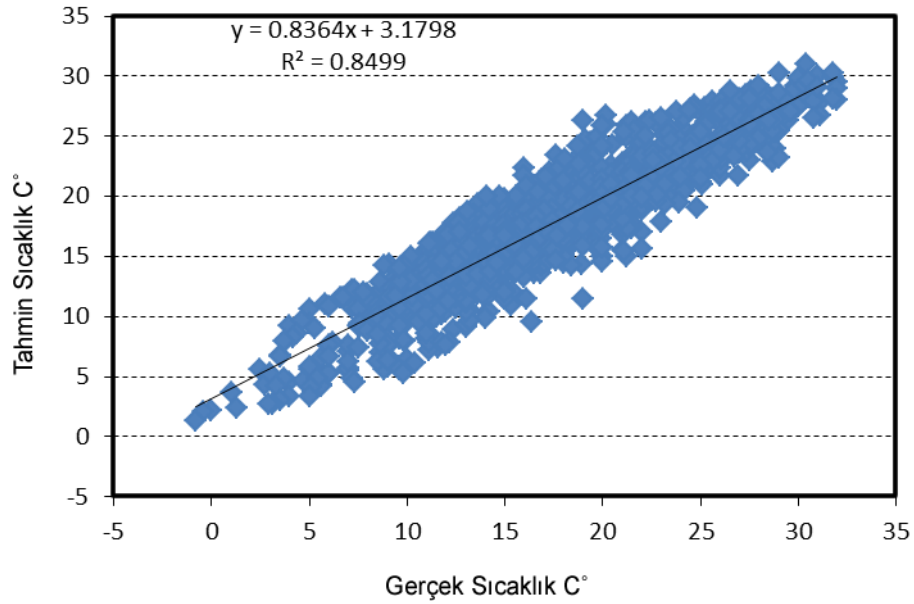


Şekil 4.46. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



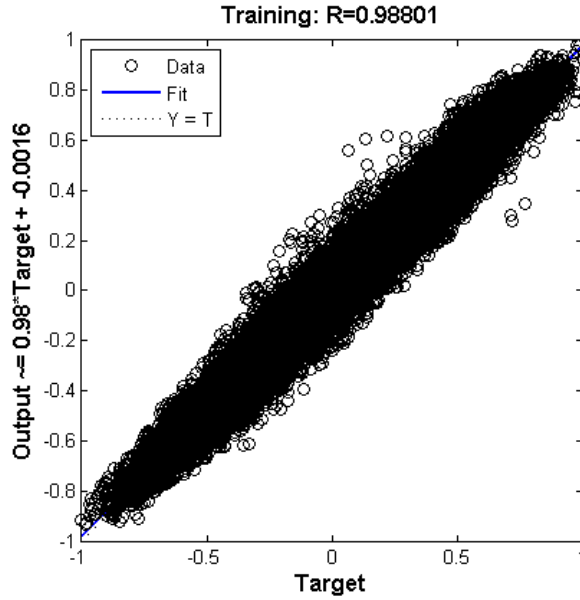
Şekil 4.47. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.48. 'de görülen gerçek sıcaklık ve tahmin edilen sıcaklık için saçılma grafiğinde  $R^2 = 0.8499$  oranında benzerlik sağlamıştır.

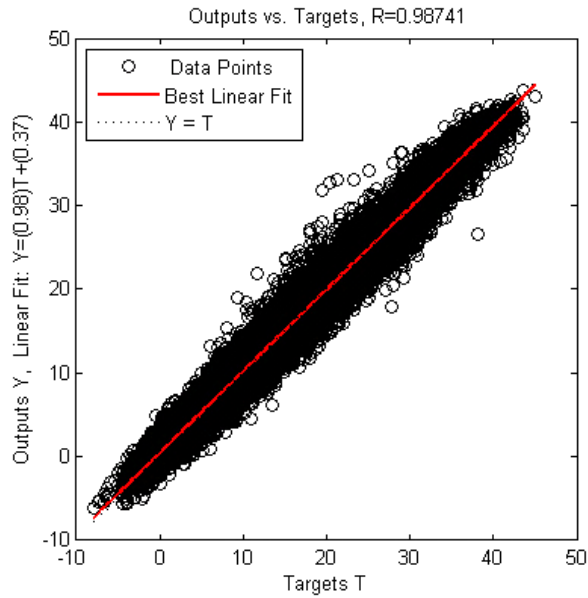


Şekil 4.48. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Adıyaman meteorolojik istasyonu için son olarak 2976 saatlik eksik verinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Şekil 4.49.'da eğitim seti ve Şekil 4.50.'de test setinin R değerleri gösterilmiştir.

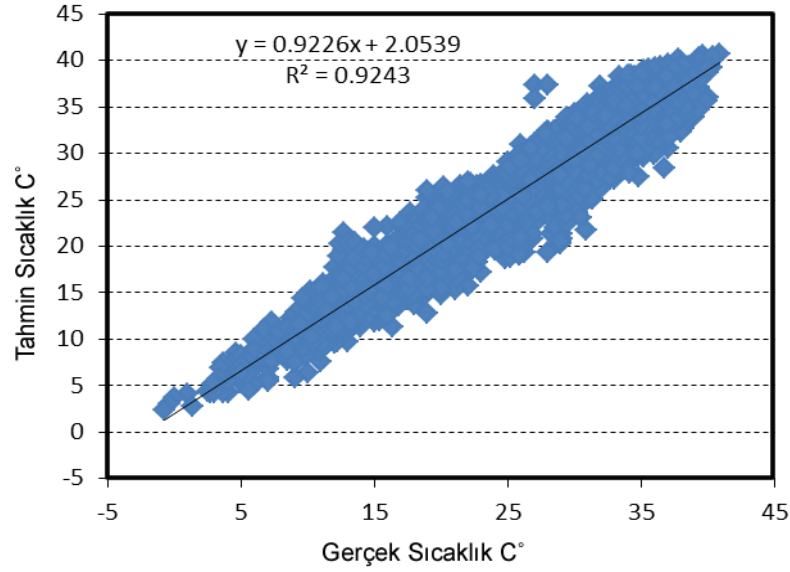


Şekil 4.49. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



Şekil 4.50. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.51. incelendiğinde gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin  $R^2 = 0.9243$  oranında benzediği görülmektedir.

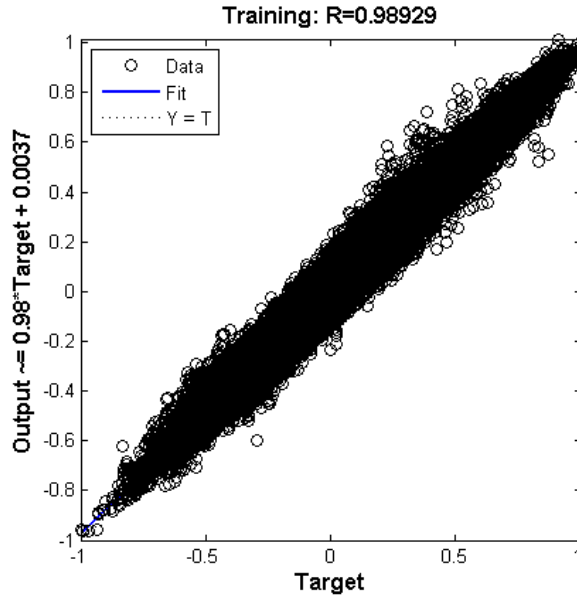


Şekil 4.51. Adıyaman meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

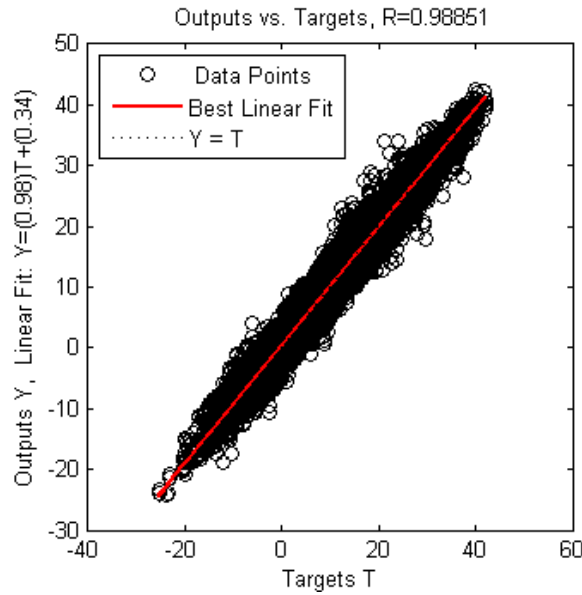
#### 4.2.4. Model 4: Tunceli meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin sınır komşusu ve sınır olmayan komşusu meteorolojik istasyonlar ile tahmin edilmesi

Yozgat Meteorolojik istasyonu ve Erzincan meteorolojik istasyonu kullanılarak Tunceli meteorolojik istasyonunun eksik verilerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu meteorolojik istasyonlardan Tunceli ve Erzincan sınır komşusu Yozgat meteorolojik istasyonu ise sınır olmayan komşudur. Kullanılan meteorolojik istasyonlarda eksik veri bulunmamaktadır. Buradaki amaç verilerin yine kontrollü olarak eksilterek daha sonra bu eksiltelen verilen gerçek değeriyle tahmin edilen değerleri arasındaki karşılaştırmanın gösterilmesidir.

YSA modelinin tahmin performansını belirlemek için ilk denemede Tunceli meteorolojik istasyonunun 24 saatlik verisi rastgele eksiltiştir. Daha sonra bu eksik verilerin oluşturulan YSA modeli ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen tahmin işleminde YSA modeli için eğitim seti için saçılım grafiği Şekil 4.52.'de, test seti için saçılım grafiği Şekil 4.53.'de gösterilmiştir. Bu şekillerden de görülebileceği gibi eğitim setinin R değeri 0.98929, test setinin R değeri ise 0.98851 olduğu görülmektedir.

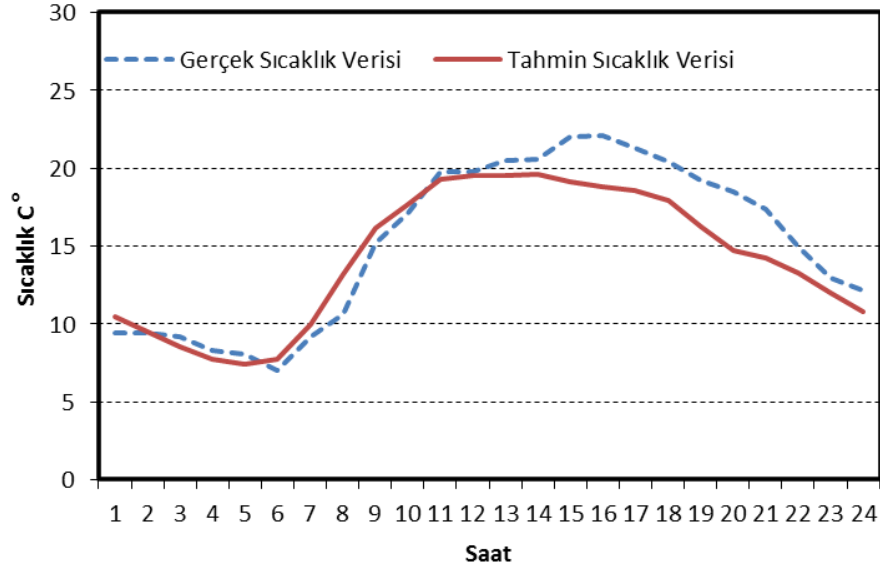


Şekil 4.52. Tunceli meteorolojik istasyonununun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

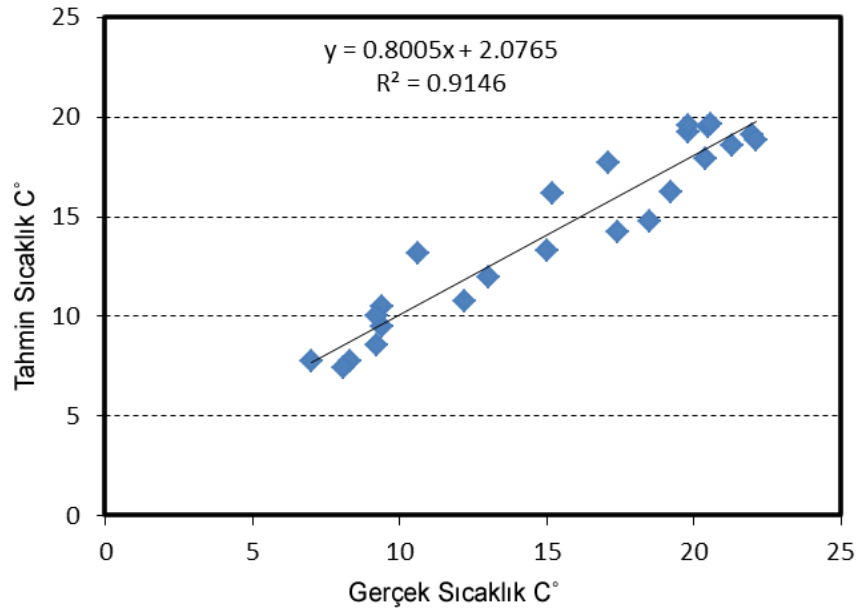


Şekil 4.53. Tunceli meteorolojik istasyonununun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.54.'de Tunceli meteorolojik istasyonuna ait eksik verilerin tahmin değeri ve gerçek değerini gösteren karşılaştırma grafiği görülmektedir. Şekil 4.55.'de ise tahmin edilen sıcaklık değeri ile gerçek değer arasındaki saçılım grafiği görülmektedir. Bu saçılım grafiğine göre gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değeri arasındaki  $R^2$  değeri 0.91462'dir.

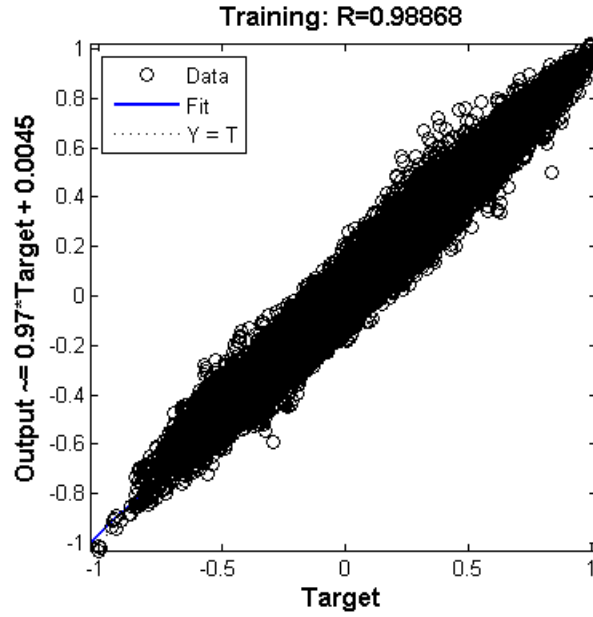


Şekil 4.54. Tunceli meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

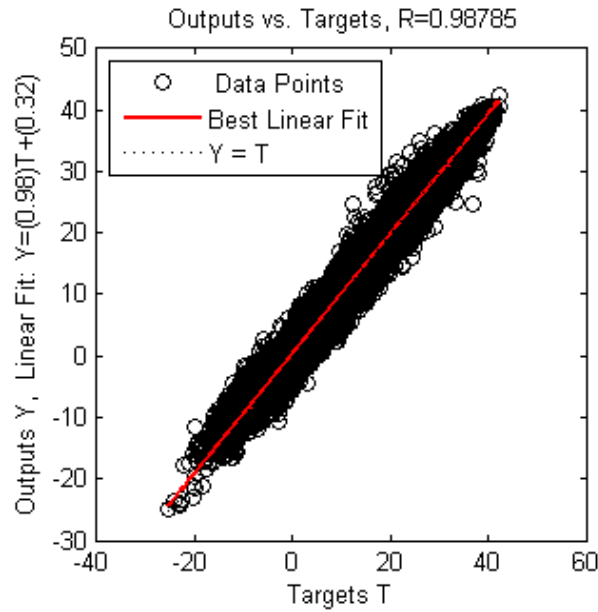


Şekil 4.55. Tunceli meteorolojik istasyonunun 24 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Tunceli meteorolojik istasyonu için 24 saatlik eksik sıcaklık verisinin tahmin edilmesinden sonra 360 saatlik eksik sıcaklık verisinin YSA ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan tahmin işleminde eğitim setine ait saçılım grafiği Şekil 4.56.'da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre R değeri 0.98868'dir. Şekil 4.57.'de gösterilen test setinin saçılım grafiğine göre R değeri ise 0.98785'dir



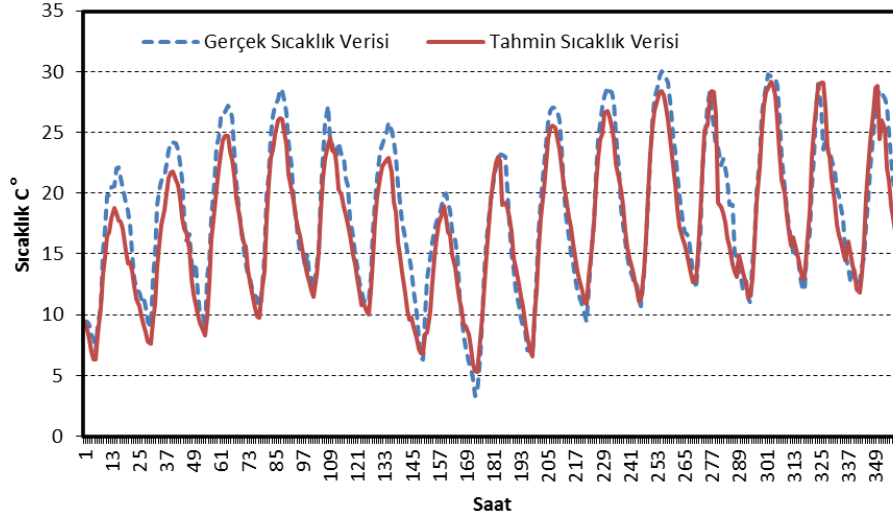
Şekil 4.56. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



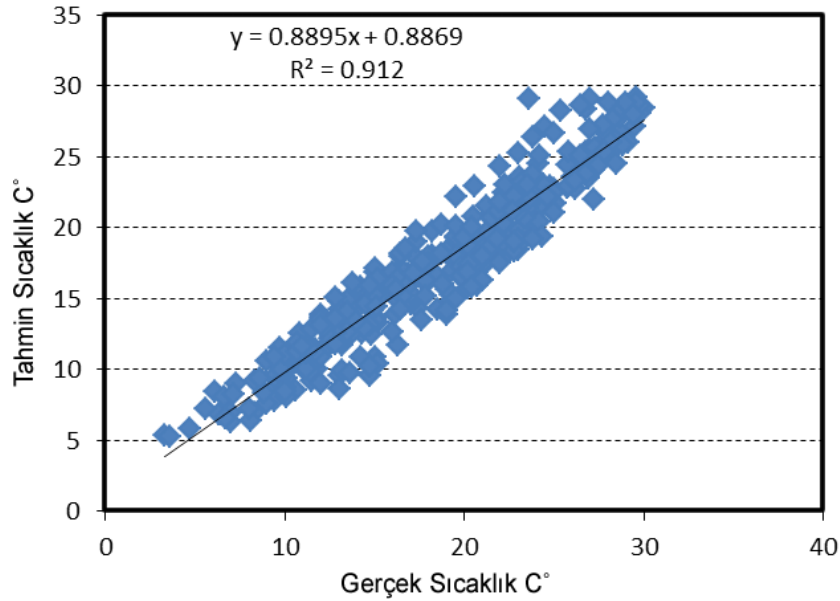
Şekil 4.57. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.58.' de Tunceli meteorolojik istasyonu için YSA ile tahmin edilen 360 saatlik eksik sıcaklık verisi ile gerçek sıcaklık değerlerine ait verilerin karşılaştırma grafiği gösterilmiştir. Şekil 4.59.' da ise gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen

sıcaklık değeri arasındaki saçılım grafiği bulunmaktadır. Saçılım grafiğine göre  $R^2$  değeri 0.912'dir.



Şekil 4.58. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değerleri ile tahmin edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

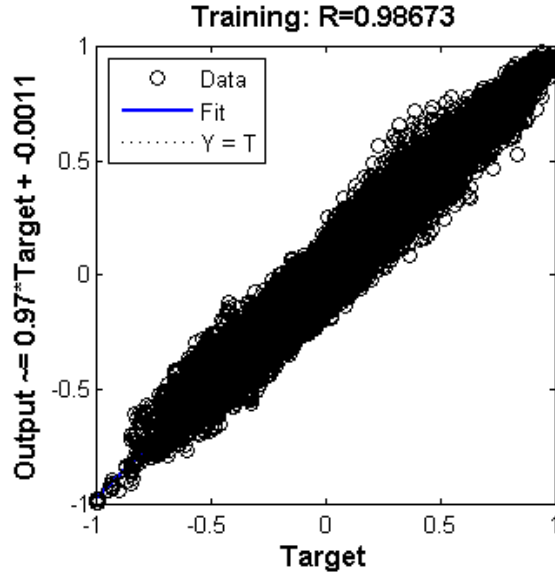


Şekil 4.59. Tunceli meteorolojik istasyonunun 360 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

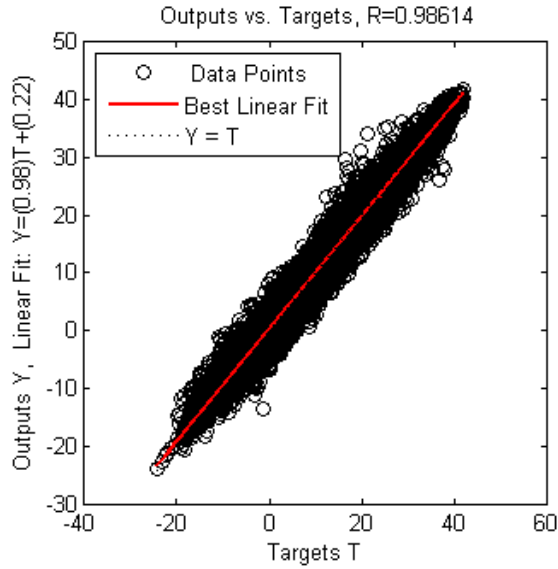
Tunceli meteorolojik istasyonuna ait 744 saatlik eksik sıcaklık verisinin tahminindeki YSA modeline ait eğitim setinin saçılım grafiği Şekil 4.60.'da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre R değeri 0.986732'dir. Şekil 4.61.'de ise YSA



modeline ait test setinin saçılım grafiği gösterilmiştir. Bu grafiğe göre de test setinin R değeri 0.98614'dür.

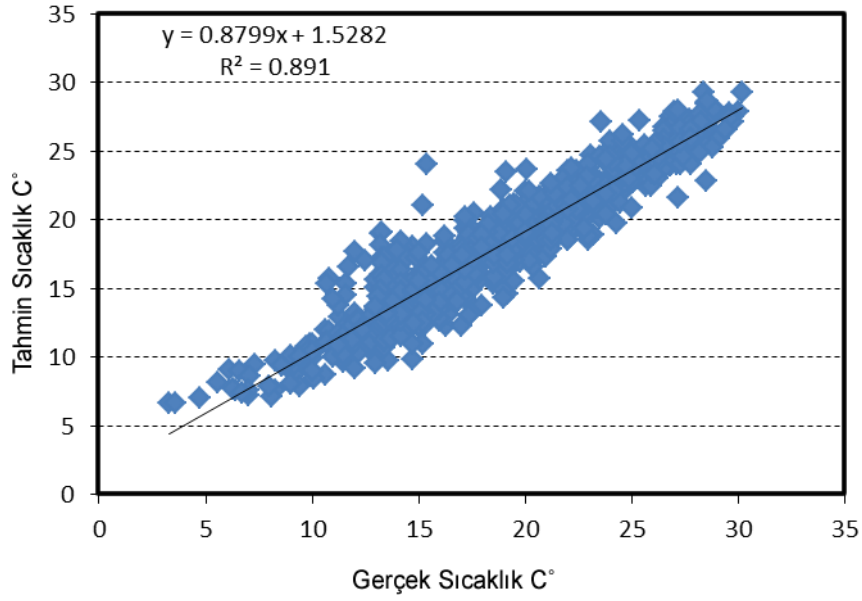


Şekil 4.60. Tunceli meteorolojik istasyonununun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



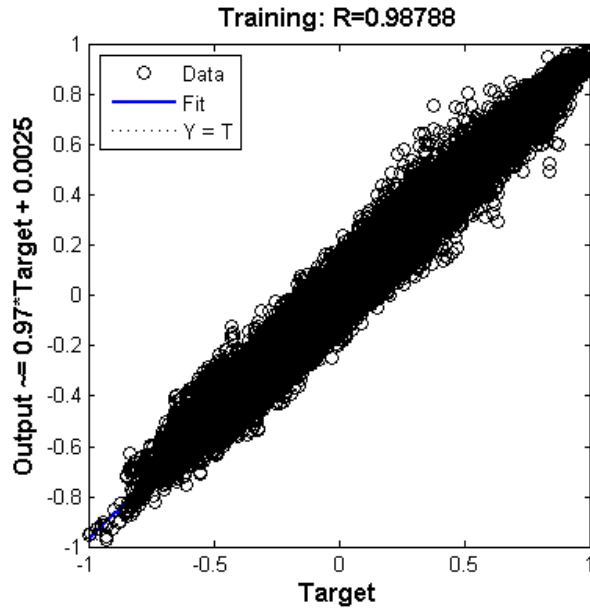
Şekil 4.61. Tunceli meteorolojik istasyonununun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

Şekil 4.62.'de ise 744 saatlik eksik sıcaklık tahmini için gerçek değer ile tahmin edilen değer arasındaki saçılım grafiği görülmektedir. Saçılım grafiğindeki  $R^2$  değeri is 0.891'dir.

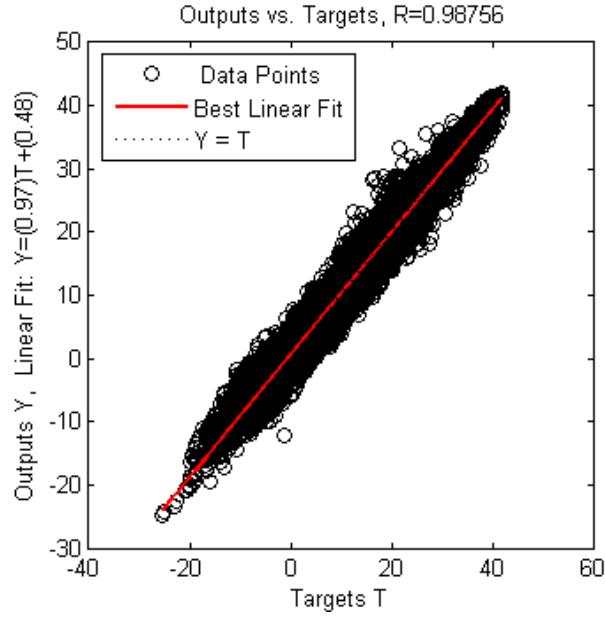


Şekil 4.62. Tunceli meteorolojik istasyonunun 744 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Tunceli meteorolojik istasyonu için Şekil 4.63.'de YSA modeline ait eğitim setinin saçılım grafiği görülmektedir. Eğitim setinin saçılım grafiğine göre R değeri 0.98788'dir. Şekil 4.64.'de ise test setinin saçılım grafiği görülmektedir. Bu saçılım grafiğine göre de R değeri 0.98756'dır.

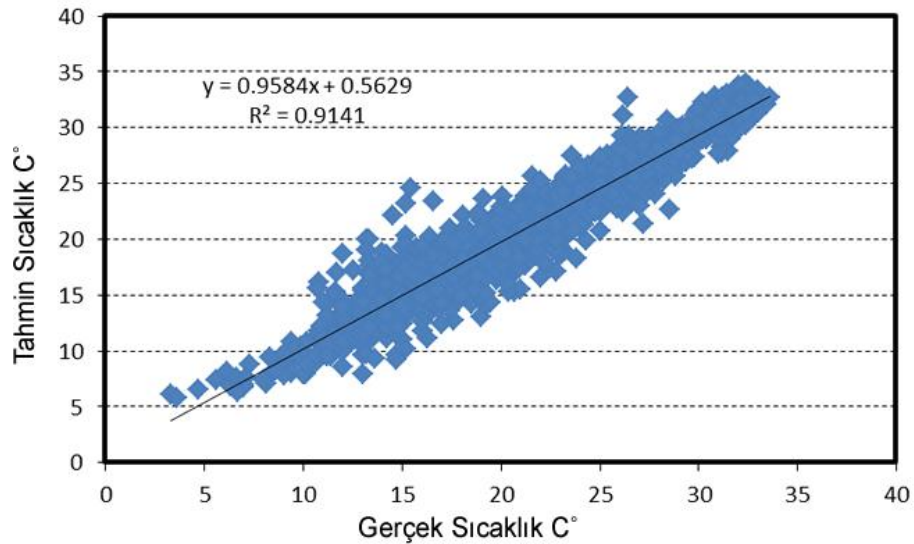


Şekil 4.63. Tunceli meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



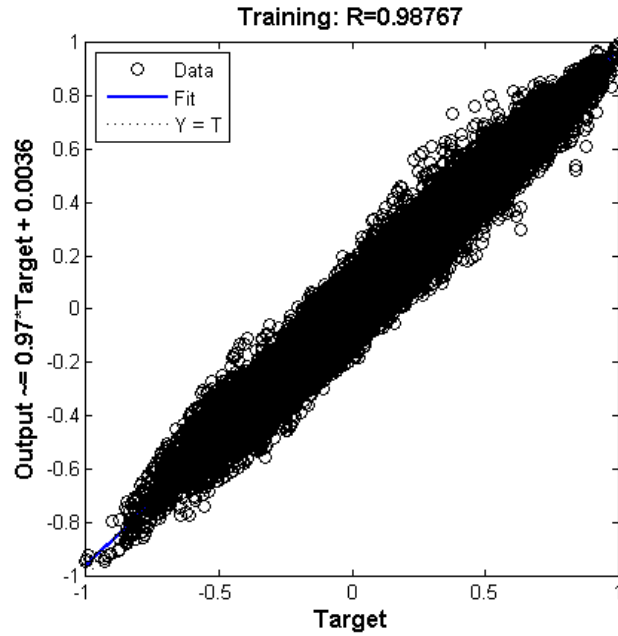
Şekil 4.64. Tunceli meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

1488 saatlik eksik sıcaklık verisi bulunan Tunceli meteorolojik istasyonuna ait eksik verilere ait tahmin edilen sıcaklık verileri ile bu eksiltilmiş verilere ait gerçek sıcaklık verilerine ait saçılım grafiği Şekil 4.65.'de gösterilmiştir. Bu saçılım grafiğine göre  $R^2$  değeri 0.9141'dir.

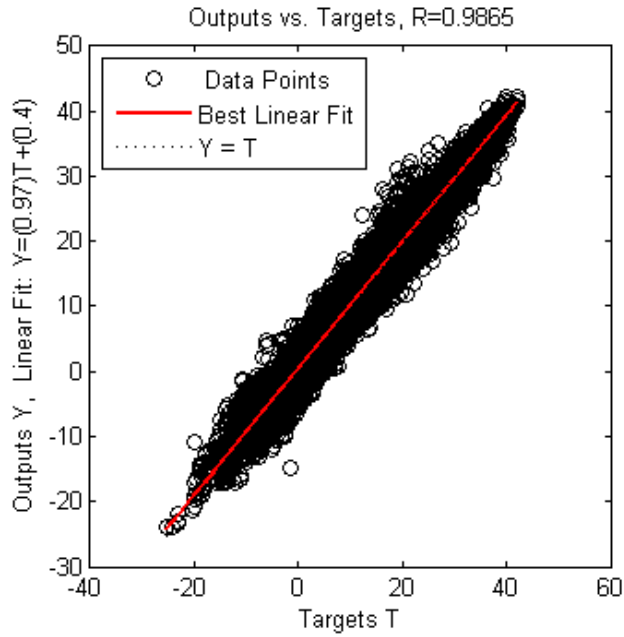


Şekil 4.65. Tunceli meteorolojik istasyonunun 1488 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

Tunceli meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisinin tahmin edilmesinin ardından eğitim seti ve test setinin sırasıyla değerleri 0.98767 ve 0.9865'dir. (Şekil 4.66, Şekil 4.67)

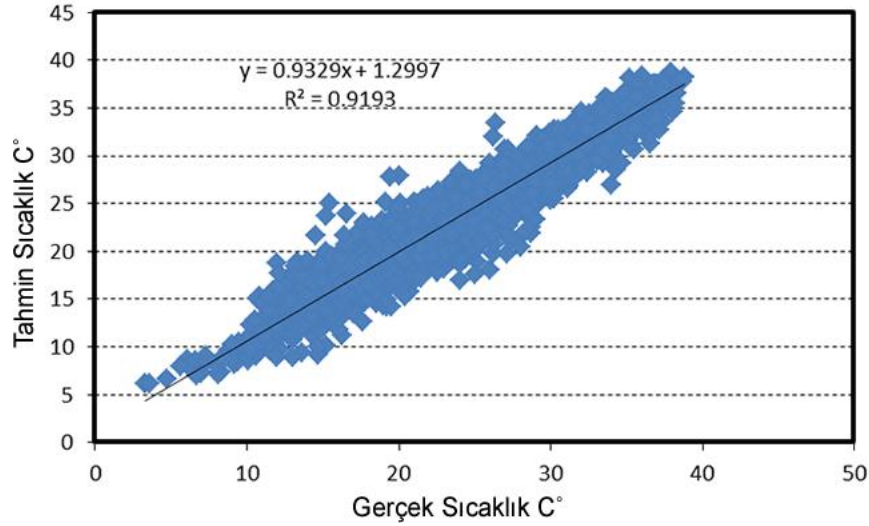


Şekil 4.66. Tunceli meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için eğitim setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği



Şekil 4.67. Tunceli meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için test setinin YSA modeli ile gerçek değeri arasındaki saçılma grafiği

2976 saatlik eksik verinin YSA ile tahmininde, tahmin edilen sıcaklık değeri ile gerçek sıcaklık değeri arasındaki saçılma grafiğine göre  $R^2$ 'nin 0.9193 olduğu görülmektedir (Şekil 4.68.) .



Şekil 4.68. Tunceli meteorolojik istasyonunun 2976 saatlik eksik sıcaklık verisi için gerçek sıcaklık değeri ile tahmin edilen sıcaklık değerinin saçılma grafiği

### 4.3. Eksik Sıcaklık Verisi Bulunan Meteorolojik İstasyonların Eksik Sıcaklık Tahminlerindeki YSA Modelindeki Eğitim ve Test Verilerinin Başarısı

Meteorolojik istasyonların eksik verileri bulunurken kullanılan YSA modelinin eğitim ve test setlerinin  $R$  ve  $R^2$  değerlerinin 1'e yaklaşması, tahmin edilen eksik sıcaklık verilerinin doğruluk başarısını arttırmaktadır. Eksik verisi bulunan meteorolojik istasyonların eksik verilerinin tamamlanmasında kullanılan meteorolojik istasyonlar, ayrıca eğitim seti ve test setinin  $R$  ile  $R^2$  değerleri Çizelge 4.3.'de gösterilmiştir. Bunun yanında Çizelge 4.3.'de meteorolojik istasyonun eksik veri sayısının toplam veri sayısına oranı da gösterilmektedir.

Çizelge 4.3. Eksik verileri tamamlanmış meteorolojik istasyonlar

Tahmin Edilen Meteorolojik İstasyon	Tahminde Kullanılan Meteorolojik İstasyonlar	Kullanılan Model	Eksik Veri Oranı (%)	Eğitim Verisi		Test Verisi	
				R	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>
Afyon	Eskişehir And., Kütahya	Model 2	1.83	0.9883	0.9767	0.9876	0.9754
Ağrı	Kars, Muş	Model 2	0.78	0.9867	0.9736	0.9860	0.9722
Aksaray	Nevşehir, Niğde	Model 2	1.45	0.9902	0.9805	0.9896	0.9793
Ankara	Çankırı, Kırşehir	Model 2	1.27	0.9885	0.9771	0.9879	0.9760
Antalya	Burdur, Isparta	Model 2	35.40	0.9794	0.9592	0.9763	0.9532
Ardahan	Erzurum, Artvin	Model 2	0.002	0.9725	0.9458	0.9714	0.9436
Artvin	Rize, Giresun, Bayburt	Üç Sınır Komşu	0.01	0.9767	0.9539	0.9751	0.9508
Aydın	Denizli, Muğla	Model 2	0.38	0.9902	0.9805	0.9895	0.9791
Balıkesir	Kütahya, Bursa,	İki Sınır Bir Uzak Komşu	80.59	0.9926	0.9853	0.9886	0.9773
Bartın	Zonguldak, Kastamonu	Model 2	0.37	0.9822	0.9647	0.9809	0.9622
Batman	Şanlıurfa, Mardin	Model 4	3.42	0.9811	0.9626	0.9797	0.9598
Bayburt	Erzincan, Rize	Model 2	1.09	0.9864	0.9730	0.9860	0.9722
Bilecik	Sakarya, Bolu	Model 2	0.63	0.9878	0.9757	0.9866	0.9734
Bingöl	Erzincan, Tunceli	Model 2	0.71	0.9922	0.9845	0.9916	0.9833
Bolu	Ankara, Çankırı,	Üç Sınır Komşu	1.12	0.9810	0.9624	0.9807	0.9618
Burdur	Denizli, Afyon	Model 2	0.45	0.9877	0.9756	0.9875	0.9752
Bursa	Bilecik, Kütahya	Model 2	0.71	0.9815	0.9633	0.9801	0.9606
Çanakkale	Bursa, Tekirdağ	İki Uzak Komşu	1.27	0.9859	0.9720	0.9846	0.9694
Çankırı	Kastamonu, Çorum	Model 2	0.41	0.9884	0.9769	0.9879	0.9760
Çorum	Amasya, Yozgat	Model 2	1.62	0.9891	0.9783	0.9885	0.9771
Denizli	Uşak, Afyon	Model 2	0.36	0.9903	0.9807	0.9897	0.9795
Diyarbakır	Şanlıurfa, Adıy aman, Elazığ	Üç Sınır Komşu	16.91	0.9906	0.9813	0.9896	0.9793
Düzce	Zonguldak, Bolu	Model 2	0.85	0.9885	0.9771	0.9874	0.9750

Çizelge 4.3. (devam) Eksik verileri tamamlanmış meteorolojik istasyonlar

Tahmin Edilen Meteorolojik İstasyon	Tahminde Kullanılan Meteorolojik İstasyonlar	Kullanılan Model	Eksik Veri Oranı (%)	Eğitim Verisi		Test Verisi	
				R	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>
Edirne	Kırklareli, Tekirdağ	Model 2	0.35	0.9891	0.9783	0.9887	0.9775
Elazığ	Bingöl, Tunceli	Model 2	0.03	0.9913	0.9827	0.9907	0.9815
Erzurum	Erzincan, Bayburt, Bingöl	Üç Sınır Komşu	16.94	0.9814	0.9631	0.9803	0.9610
Eskişehir And.	Bilecik, Ankara	Model 2	0.80	0.9890	0.9781	0.9877	0.9756
Eskişehir Bölge	Eskişehir And., Ankara	Model 2	64.99	0.9955	0.9910	0.9944	0.9888
Gümüşhane	Giresun, Erzincan	Model 2	0.004	0.9752	0.9510	0.9733	0.9473
Hakkâri	Van, Siirt	Model 4	0.01	0.9849	0.9700	0.9840	0.9683
Iğdır	Kars, Ağrı	Model 2	0.003	0.9854	0.9710	0.9849	0.9700
İsparta	Afyon, Burdur	Model 2	0.81	0.9916	0.9833	0.9910	0.9821
İstanbul Göztepe	Kocaeli, Yalova	Model 4	3.71	0.9903	0.9807	0.9895	0.9791
İstanbul Kartal	İstanbul Göztepe,	Model 2	23.91	0.9944	0.9888	0.9942	0.9884
İzmir	Manisa, Aydın	Model 2	0.76	0.9901	0.9803	0.9891	0.9783
Kahramanmaraş	Adıyaman, Gaziantep	Model 2	0.48	0.9901	0.9803	0.9898	0.9797
Karabük	Çankırı, Kastamonu	Model 2	0.43	0.9860	0.9722	0.9848	0.9698
Kars	Erzurum, Ardahan	Model 2	1.54	0.9881	0.9763	0.9872	0.9746
Kastamonu	Sinop, Çorum	Model 2	1.36	0.9811	0.9626	0.9800	0.9604
Kayseri	Niğde, Yozgat	Model 2	0.002	0.9863	0.9728	0.9853	0.9708
Kilis	Gaziantep, Hatay	Model 4	0.001	0.9900	0.9801	0.9895	0.9791
Kırıkkale	Yozgat, Kırşehir	Model 2	1.65	0.9895	0.9791	0.9886	0.9773
Kırklareli	Kocaeli, Tekirdağ	Model 4	1.12	0.9851	0.9704	0.9836	0.9675
Kırşehir	Yozgat, Nevşehir	Model 2	0.36	0.9891	0.9783	0.9887	0.9775
Kocaeli	Sakarya, Düzce	Model 4	0.59	0.9890	0.9781	0.9888	0.9777
Konya	Karaman, Niğde, Aksaray	Üç Sınır Komşu	35.38	0.9900	0.9801	0.9888	0.9777
Kütahya	Eskişehir And., Bilecik	Model 2	0.33	0.9903	0.9807	0.9895	0.9791

Çizelge 4.3. (devam) Eksik verileri tamamlanmış meteorolojik istasyonlar

Tahmin Edilen Meteorolojik İstasyon	Tahminde Kullanılan Meteorolojik İstasyonlar	Kullanılan Model	Eksik Veri Oranı (%)	Eğitim Verisi		Test Verisi	
				R	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>
Malatya	Adıyaman, Elazığ	Model 2	0.35	0.9916	0.9833	0.9912	0.9825
Manisa	Kütahya, Uşak	Model 2	3.43	0.9843	0.9688	0.9830	0.9663
Mardin	Adıyaman, Şanlıurfa	Model 4	0.78	0.9871	0.9744	0.9861	0.9724
Muğla	Burdur, Denizli	Model 2	0.49	0.9847	0.9696	0.9832	0.9667
Muş	Batman, Bingöl	Model 2	0.80	0.9874	0.9750	0.9868	0.9738
Nevşehir	Niğde, Yozgat	Model 2	0.002	0.9884	0.9769	0.9877	0.9755
Osmaniye	Adana, Hatay	Model 2	0.13	0.9886	0.9773	0.9871	0.9744
Sakarya	Bolu, Düzce	Model 2	4.17	0.9826	0.9655	0.9810	0.9624
Siirt	Batman, Mardin	Model 2	0.01	0.9930	0.9860	0.9928	0.9857
Sinop	Samsun, Çorum	Model 2	1.8	0.9805	0.9614	0.9787	0.9579
Sivas	Yozgat, Erzincan, Tokat	Üç Sınır Komşu	0.18	0.9882	0.9765	0.9877	0.9755
Tekirdağ	Kocaeli, Yalova	İki Uzak Komşu	2.05	0.9807	0.9618	0.9788	0.9580
Trabzon	Giresun, Rize, Gümüşhane	Üç Sınır Komşu	44.71	0.9894	0.9789	0.9879	0.9760
Uşak	Kütahya, Afyon	Model 2	1.32	0.9857	0.9716	0.9851	0.9704
Van	Siirt, Ağrı	Model 2	0.06	0.9865	0.9732	0.9855	0.9712
Yalova	Kocaeli, Bursa	Model 2	0.52	0.9887	0.9775	0.9878	0.9757
Zonguldak	Bolu	Model 1	3.34	0.9622	0.9258	0.9590	0.9197



## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Günümüzde YSA çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Gelişen bilgisayar ve yazılım teknolojisi ise YSA modellerinin kullanım alanlarını artırmıştır. Günümüzde YSA, veri tahminlerinde, veri sınıflandırmada, zaman seri analizlerinde ve optimizasyon gibi işlemlerde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşlerinden (DMİ) alınan ve 2000-2010 tarihleri arasını kapsayan sıcaklık verilerinde herhangi bir sebeple oluşmuş eksik sıcaklık verilerinin YSA ile tahmini amaçlanmıştır.

YSA ile tahmin işlemi gerçekleştirilmeden önce meteorolojik istasyonlara ait eksik veriler analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda 81 meteorolojik istasyonun 17'sinde eksik veri bulunmazken 64'ünde farklı sayılarda eksik veri bulunmuştur. En az eksik veri 1 saat ile Kilis meteorolojik istasyonunda bulunurken, en fazla eksik verinin 76534 saat ile Balıkesir meteorolojik istasyonunda olduğu görülmüştür.

YSA'nın tahmin performansını belirlemek için veri sayısında eksiklik bulunmayan meteorolojik istasyonlar seçilmiştir. Daha sonra eksik sıcaklık tahmini yapılacak istasyonun sıcaklık verileri kontrollü olarak eksiltirilmiştir. Bu verilerin eksiltilmesi 24 saat, 360 saat, 744 saat, 1488 saat ve 2976 saat gruplar halinde yapılmıştır. Daha sonra eksiltelen her saat grubu için YSA ile ayrı ayrı eksik veri tahmin işlemi yapılmıştır. Her saat grubu için yapılan tahminden sonra meteorolojik istasyona ait gerçek sıcaklık verileri ile tahmin edilen sıcaklık verileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar grafiksel olarak gösterilmiştir. YSA modelinde eğitim ve test setindeki R değerlerinin 1'e yaklaşması YSA modelinin tahmin başarısını arttırmaktadır. Elde edilen sonuçlardan da görüldüğü gibi R değerleri 1'e çok yakınsamışlardır.

Yapılan uygulamalarda 4 farklı model yaklaşımında bulunulmuştur. Bunlar sırasıyla;

**Model 1: Bir sınır komşu meteorolojik istasyon kullanılarak eksik sıcaklık verilerinin tahmini**

Bu modelde Yozgat meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin, sınır komşusu olan Tokat meteorolojik istasyonunun sıcaklık verilerinin kullanılarak tahmin edilmiştir. Kullanılan bu modelde Yozgat meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin tahmininin başarısı %83 - %97 arasında olduğu görülmüştür.

**Model 2: İki sınır komşu meteorolojik istasyon kullanılarak eksik sıcaklık verilerinin tahmini**

Bu modelde Adıyaman meteorolojik eksik sıcaklık verilerinin, sınır komşusu olan Gaziantep ve Şanlıurfa meteorolojik istasyonları kullanılarak tahmin edilmiştir. Kullanılan bu modelde Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin tahmin edilmesindeki başarı oranının %92 - %95 arasında olduğu görülmüştür.

**Model 3: Sınır komşusu olmayan üç meteorolojik istasyon kullanılarak eksik sıcaklık verilerinin tahmini**

Bu modelde Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin kendisine sınır komşusu olmayan Adana, Erzincan ve Giresun meteorolojik istasyonlarının sıcaklık verileri kullanılarak tahmin edilmiştir. Kullanılan bu modelde Adıyaman meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verileri tahminindeki başarısının %84 - %93 arasında olduğu görülmüştür.

**Model 4: Bir sınır komşusu olan meteorolojik istasyon ve bir sınır komşusu olan meteorolojik istasyon kullanılarak eksik sıcaklık verilerinin tahmini**

Bu modelde Tunceli meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin sınır komşusu olan Erzincan meteoroloji istasyonu ve sınır komşusu olmayan Yozgat

meteorolojik istasyonunun sıcaklık verileri kullanılarak tahmin edilmiştir. Kullanılan bu modelde Tunceli meteorolojik istasyonuna ait eksik sıcaklık verilerinin tahmin edilmesindeki başarı %89 - %91 arasında olduğu görülmüştür.

Yapılan uygulamalardaki sonuçlardan da görüleceği gibi YSA ile eksik sıcaklık verilerinin tahmin başarısı oldukça yüksektir. Eksik sıcaklık verilerinin tahmin edilmesi sırasında komşu olan meteorolojik istasyonların sıcaklık verilerinin kullanılması tahmin işleminin başarı oranını arttırmıştır.

Bu çalışmada eksik sıcaklık verisi bulunan meteorolojik istasyonların eksik sıcaklık değerlerinin, eksik sıcaklık verisi bulunmayan farklı meteorolojik istasyonlar sayesinde yüksek başarıyla tahmin edilebileceği gösterilmiştir.

Bu çalışmada sadece eksik saatlik sıcaklık verilerinin tahmini yapılmıştır. Elde edilen yüksek tahmin başarısı, meteorolojik istasyonlara ait farklı ölçüm parametrelerinde de herhangi bir sebeple oluşan eksik verilerin tahmininde YSA modelinin kullanılabilirliğini göstermektedir. Özellikle günümüzde Güneş Enerji Santrallerinin (GES) kurulumunda hazırlanacak iklim dosyaları için eksik verilerinin tahmini için YSA modeli başarı ile kullanılacaktır.

## KAYNAKLAR

- ABDALKADER S.A. and AL-ALLAF O.N.A., 2011. Backpropagation Neural Network Algorithm for Forecasting Soil Temperatures Considering Many Aspects: A Comparison of Different Approaches. The 5th International Conference on Information Technology (ICIT 2011), 11-13 May, Amman Jordan.
- ATİK K., Deniz E. ve YILDIZ E., 2007. Meteorolojik Verilerin Yapay Sinir Ağları İle Modellenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 10 (1): 148-152.
- AZADEH A., MAGHSOUDİ A. and SOHRAB KHANİ S., 2007. Using an Integrated Artificial Neural Networks Model for Predicting Global Radiation: The Case Study of Iran. International Conference On Renewable Energies And Power Quality (Icrepq'07), Sevilla
- BAŞ N., 2006. Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ve Bir Uygulama. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 114s.
- BATAR, H., 2005. EEG İşaretlerinin Dalgacık Analiz Yöntemleri Kullanılarak Yapay Sinir Ağları ile Sınıflandırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 89s.
- BAYGÜL A., 2007. Kayıp Veri Analizinde Sıklıkla Kullanılan Etkin Yöntemlerin Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 35s.
- BAYLAR, A., EMİROĞLU, M.E. ve ARSLAN, A., 1999. Geriye Yayılma Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Yanal Su Alma Yapısına Yönelecek Olan Sürüntü Maddesi Oranının Bulunması. D.E.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi, 1 (2): 1-12.
- BİLGİLİ M., ŞİMŞEK E. ve ŞAHİN B., 2010. Ege Bölgesindeki Toprak Sıcaklıklarının Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Belirlenmesi. Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 30 (1): 121-132.
- BUDAK A. ve CAN İ., 2004. Betonarme Kolon Kesitlerinin Hesabı İçin Yapay Sinir Ağları İle Geliştirilen Yeni Formüller. P.Ü. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11 (2): 183-191.
- CİVALEK Ö. ve CALAYIR Y., 2007. İnce Dikdörtgen Plakların Titreşim Frekanslarının Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ile Tahmini. İMO Teknik Dergi, 275: 4161-4176.
- DEVI C. J., REDDY B. S. P., KUMAR K. V., REDDY B.M. and NAYAK N. R., 2012. ANN Approach for Weather Prediction using Back Propagation. International Journal of Engineering Trends and Technology, 3 (1): 19-23.
- DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ (DMİ) Saatlik Kuru Termometre Sıcaklık Verileri 2000-2010.
- DOĞAN E., IŞIK S. ve SANDALCI M., 2007. Günlük Buharlaşmanın Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Tahmin Edilmesi. İMO Teknik Dergi, 271: 4119-4131.
- DOĞAN E., 2009. Katı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Tahmin Edilmesi. İMO Teknik Dergi, 302: 4567-4582.
- ELMAS, Ç., 2003. Yapay Sinir Ağları. Seçkin Yayıncılık, No:1, Ankara.

- ERKAYMAZ H. ve YAŞAR Ö., 2011. Yapay Siniri Ağı İle Hava Sıcaklık Tahmini. 5<sup>th</sup> International Computer & Instructional Technologies Symposium, 22-24 September, Elazığ, s.1144-1150.
- GÖKSU N., 2010. İleri İmalat Teknolojilerinin Tasarım-İmalat Entegrasyonu Kapsamında Rekabet Önceliklerine Etkisi: Türkiye Metal Mutfak Eşyaları İmalatı Sektöründe Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 13 (19): 553-576.
- GÜMÜŞ V., KAVŞUT M. E. ve YENİGÜN K., 2010. Yağış-Akış İlişkisinin Modellenmesinde YSA Kullanımının Değerlendirilmesi: Orta Fırat Havzası Uygulaması. Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu (BMYS 2010), 14-16 Ekim, Diyarbakır, s. 1290-1301.
- GÜNGÖR E., 2007. Yapay Sinir Ağları Yardımı İle Makine Arızalarının Önceden Tahmin Edilmesi. Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 74s.
- GÜNOĞLU K., AKKURT İ. ve MAVİ B., 2011. Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Deniz Suyu Sıcaklığının Tahmini. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ, s. 149-152.
- HAYATI M. ve MOHEBI Z., 2007. Temperature Forecasting Beased on Neural Network Approach. World Applied Sciences Journal 2, s.613-620.  
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2584344?uid=3739192&uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21101749440157>.
- KADU P. P., WAGH K. P. ve CHATUR P. N., 2012. Temperature Prediction System Usuing Bac propagation Neural Network: An Approach. International Journal of Computer Science & Communication Networks, 2 (1): 61-64.
- KAUR A., SINGH H., 2011. Artificial Neural Networks in Forecasting Minimum Temperature. International Journal on Electronics & Communication Technology (IJECT), 2(3): 101-105.
- KAYA İ., OKTAY S. ve ENGİN O., 2005. Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(1-2): 92-107.
- KAYSER M., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Buharlaşma Haritası Oluşturulması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 212s.
- KURT, A., 2003. Simülasyon-Yapay Sinir Ağı İle Esnek Üretim Sistemi Tasarımı, Gazi Üniversitesi Mühendislik –Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18 (2): 31–38.
- İŞİK E. ve İNALLI M., 2011. İklim Sistemlerinin Projelendirmesini Etkileyen Meteorolojik Verilerin Akıllı Sistemlerle Tahmini ve Örnek Uygulama. Ulusal İklimlendirme Kongresi ve Fuarı (İKLİM 2011), 18-20 Kasım, Antalya, s.87-94 .
- NEŞELİ S., TAŞDEMİR Ş. ve YALDIZ S., 2009. Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı İle Tornalamada Yüzey Pürüzlülüğünün Tahmin Edilmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 12: 65-75.
- ÖZSOY İ. ve FIRAT M., 2004. Kirişsiz Döşemeli Betonarme Bir Binada Oluşan Yatay Deplasmanın Yapay Sinir Ağı İle Tahmini. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 6 (1): 51-63.
- ÖZDEMİR H., 2013. Yapay Sinir Ağları ve Dokuma Teknolojisinde Kullanımı. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7 (1): 51-68.
- ÖZTEMEL, E., 2003. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul

- PIRLAK L. ve GÜLERYÜZ M., 1997. Seleksiyon Yoluyla Seçilen Kızılcık (Cornus Mas L.) Tiplerinin Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Path Analizi İle Saptanması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (1): 74-82.
- SAPLIOĞLU K. ve ÇİMEN M., 2010. Yapay Sinir Ağları Kullanarak Günlük Yağış Miktarının Tahmini. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 1 (1): 14-21.
- SATTARI M. T., YÜREKLİ K. ve ÜNLÜKARA A., 2011. Karaman İlinde Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı Kullanılarak Kuraklığın Tahmini. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4 (1): 7-13.
- SEZGİN E. ve ÇELİK Y., 2013. Veri Madenciliğinde Kayıp Veriler İçin Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması. Akademik Bilişim 2013, 23-25 Ocak, Antalya.
- SOFU A. B. 2006. Yoğurtların Depolama Esnasında Mikrobiyal Ve Kimyasal Değişimlerinin Bilgisayarlı Görüntüleme Sistemiyle Belirlenmesi ve Elde Edilen Verilerin Yapay Sinir Ağlarıyla Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 87s.
- SUBAŞI S., BEYÇİOĞLU A. ve EMİROĞLU M., 2008. Beton Mekanik Özelliklerinin Taze Beton Özelliklerinden Yararlanılarak Yapay Sinir Ağları İle Tahmini. Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu (BMYS'2008), 14-16 Ekim, Diyarbakır, s. 1001-1007.
- SUBAŞI H., 2010. Yapay Sinir Ağı İle Atıksu Arıtma Performansının Modellenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 102s.
- TAPKAN P., ÖZBAKIR L. ve BAYKASOĞLU A., 2011. Weka İle Veri Madenciliği Süreci ve Örnek Uygulama. Endüstri Mühendisliği Yazılımları ve Uygulamaları Kongresi, 30 Eylül- 2 Ekim, İzmir, s.247-262
- TERZİ Ö., 2006. Yapay Sinir Ağları Metodu ile Eğirdir Gölü Su Sıcaklığının Tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (2): 297-302
- TERZİ Ö. ve KÖSE M., 2012. Yapay Sinir Ağları Yöntemiile Göksu Nehri'nin Akım Tahmini. SDU International Technologic Science, 4 (3): 1-7.
- TOLON M. ve TOSUNOĞLU N. G., 2008. Tüketici Tatmini Verilerinin Analizi: Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi Karşılaştırması. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10 (2): 247-259.
- TUNA G., 2011. Çok Markalı Servis İstasyonları için Yapay Sinir Ağları ile Görüntü Tabanlı Araç Marka ve Modeli Tanıma Yazılımı. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13 (1): 88-101.
- USLU H. ve İÇAĞA Y., 2010. Yapay Sinir Ağları İle Akarçay Akımının Modellenmesi. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6 (2): 31-41.
- VURAL B. B., 2007. Yapay Sinir Ağları İle Finansal Tahmin. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 161s.
- YILDIZ Ö., 2006. Döviz Kuru Tahmininde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 198s.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı:** Emrah YAKA

**Uyruğu:** T.C.

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Ilgın/Konya - 11.08.1986

**Telefon:** 0 506 470 01 11

**Faks:**

**e-mail :** [emrahyaka@hotmail.com](mailto:emrahyaka@hotmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Adı,	İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise:	Ilgın Anadolu Lisesi	Ilgın/Konya	2005
Üniversite:	Harran Üniversitesi	Şanlıurfa	2011
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi	Şanlıurfa	2013
Doktora:			

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012	Harran Üniversitesi GAP-YENEV Merkezi	Araştırma Mühendisi
2011	Harran Üniversitesi Tübitak Projesi (Burslu)	Makine Mühendisi

### UZMANLIK ALANI

İklim Verileri, Yapay Sinir Ağları, Fotovoltaik Sistemler ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları

### YABANCI DİLLER

İngilizce

## EK 1

### Meteorolojik İstasyonlara Ait Eksik Verilerin Bulunması

```
close all;
clear all;
clc;
A = xlsread('saatlistekesin.xlsx');
B = xlsread('iller/il.xlsx');
max1=max(size(A));
max2=max(size(B));
C=zeros(size(A));
for i=1:max1
    for j=1:max2
        if A(i,1)==B(j,1)&& A(i,2)==B(j,2)&& A(i,3)==B(j,3)&& A(i,4)== B(j,4)
            C(i,1)=B(j,1);
            C(i,2)=B(j,2);
            C(i,3)=B(j,3);

            ....

            ....

            ....

            C(i,2)=A(i,2);
            C(i,3)=A(i,3);
            C(i,4)=A(i,4);
            C(i,5)=999999999;
        end
    end
end

SUCCESS = XLSWRITE('biten/il.xlsx',C)
```



## EK 2

### YSA Modeli ve MATLAB Neural Network Toolbox Uygulaması

```
close all;
clear all;
clc;
a=xlsread('ysamodel.xlsx');
amax=max(size(a));

deg=0;
degg=0;
deggg=0;

    for j=1:amax
        if a(j,7)==99999999;
            deg=deg+1;
            simdata(deg,:)=a(j,:);
        end
        if a(j,7)~=99999999;
            degg=degg+1;
            ham(degg,:)=a(j,:);
        end
    end

hammax=max(size(ham));
hamsize=round(hammax*0.3);
list=sort(randperm(hammax,hamsize))';

    for i=1:hamsize
        testdata(i,:)=ham(list(i,:));
        ham(list(i),2)=33333;
    end

....

....

testin = testdata(:,1:6);
testout = testdata(:,7);
simin = simdata(:,1:6);

p='trin';
t='trout';

testP=testin';
testT=testout';
```

```

ss=simin';

[PN, minp, maxp, TN, mint, maxt] = prenmnx(p,t);

net = newff(minmax(PN), [45 30 1], {'tansig','tansig','purelin'}, 'trainlm');

....

....

TN_Test = sim(net, PN_Test);
tnss = sim(net, pnss);

[queryInputs predictOutputs] = postmnmnx(PN_Test, minp, maxp, TN_Test, mint,
maxt);
[simininput simpredict] = postmnmnx(pnss, minp, maxp, tnss, mint, maxt);

....

....

errors = gsubtract(predictedData,actualData);

set(grf,'units','pixel');
set(grf,'position',[0,0,800,600]);
set(grf,'papersize',[800,600]);

grf1=figure(2);
[m,b,r]=postreg(predictOutputs,actualData)
rr=r*r;

figure(3);
ploterrhist(errors)

ssss=simpredict';

```

### EK 3

#### Meteorolojik İstasyonların Eksik Veri Sayısının Yıllara Göre Analizi

```
close all;
clear all;
clc;
a=xlsread('il.xlsx');
amax=max(size(a));
yil2000=0;
yil2001=0;
yil2002=0;
yil2003=0;
yil2004=0;
yil2005=0;
yil2006=0;
yil2007=0;
yil2008=0;
yil2009=0;
yil2010=0;

for j=1:amax
    if a(j,5)==99999999;
        .....
        .....
        .....
        .....

        if a(j,1)==2006;
            yil2006=yil2006+1;
        end
        if a(j,1)==2007;
            yil2007=yil2007+1;
        end
        if a(j,1)==2008;
            yil2008=yil2008+1;
        end
        if a(j,1)==2009;
            yil2009=yil2009+1;
        end
        if a(j,1)==2010;
            yil2010=yil2010+1;
        end
    end
end
end
```

#### **EK 4**

Meteorolojik istasyonların verilerinin tamamlanmış halinin ve eksik verisi bulunmayan meteorolojik istasyonlarının CD'si

## ÖZET

Meteorolojik veriler günümüzde çok değişik alanlarda kullanılmaktadır. Kullanılan verilerin biride sıcaklık değeridir. Bu verilerin analiz edilebilmesi için uzun yılların verileri gereklidir. Sıcaklık değerlerinin ölçümü yapılırken değişik sebeplerden dolayı veri kayıpları oluşmaktadır. Bu veri kayıpları birkaç saatlik olabildiği gibi günlük, aylık ve hatta yıllık da olabilmektedir. Bu durum ise analizlerin gerçekçiliği açısından istenmeyen bir durumdur. Yapılan çalışmada eksik sıcaklık verilerinin yapay sinir ağı (YSA) ile tahmini amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşlerinden (DMİ) alınan ve 2000-2010 tarihleri arasındaki saatlik sıcaklık verileri kullanılmıştır. Tahmin işlemi gerçekleştirilmeden önce eksik veri satırları tespit edilmiştir. Daha sonra eksik saatin sıcaklık değerine 99999999 sayısal değeri yazdırılmıştır. Toplam 81 meteorolojik istasyon analiz edilmiştir. Analiz sonucunda 17 meteorolojik istasyonda eksik veri bulunmamıştır. 64 meteorolojik istasyonda ise eksik veri bulunmaktadır. YSA'nın performansını belirlemek için eksik veri bulunmayan meteorolojik istasyonlar kullanılmıştır. YSA tahmin performansını belirlemek için 4 uygulama yapıldı. İlk uygulamada, Yozgat meteorolojik istasyonunun eksik veri tahmini için sınır komşusu Tokat meteorolojik istasyonu kullanıldı. Adıyaman meteorolojik istasyonunun eksik veri tahmini için sınır komşusu olan Gaziantep ve Şanlıurfa meteorolojik istasyonları kullanıldı. Üçüncü uygulamada Adıyaman meteorolojik istasyonunun eksik sıcaklığını tahmin etmek için sınır komşusu olmayan Adana, Erzincan ve Giresun meteorolojik istasyonları kullanılmıştır. Dördüncü uygulamada, Tunceli meteorolojik istasyonunun eksik verileri sınır komşusu olan Erzincan meteorolojik istasyonu ve sınır komşusu olmayan Yozgat meteorolojik istasyonu kullanılarak bulunmuştur.

## **SUMMARY**

Meteorological data are used nowadays in different areas. One of the inputs used in the value of the temperature. For many years the data required to analyze this data. Climatic data consist of data loss due to some reasons when measuring temperature values. This loss of data can also be several hours or days or months. This situation is undesirable in terms of realism analysis.

In this study, hourly temperature data were used between 2000-2010 from State Meteorological Service (DMI). Missing data lines was determined before performing forecast. Then the temperature is printed 99999999 numerical value of the hourly is missing. 81 meteorological station were analyzed. Was found missing data from the analysis of 17 meteorological stations. 64 meteorological stations have missing data. Meteorological stations with no missing data were used to determine the performance of ANN. Made four applications to determine the performance of the ANN predicted. First application, Tokat boundary meteorological station was used for the estimation of missing data for Yozgat meteorological station. Second application, Gaziantep and Sanliurfa boundary meteorological station was used for the estimation of missing data for Adiyaman meteorological station. Third application Adana, Erzincan and Giresun without boundary meteorological station was used for the estimation of missing data for Adiyaman meteorological station. Fourth application, Erzincan boundary meteorological station and Yozgat without boundary meteorological station was used for the estimation of missing data for Tunceli meteorological station.