

**GRIB TÜRÜ METEOROLOJİK DOSYALARDAN  
ELDE EDİLEN VERİLERİN İSTASYONEL  
VERİLERLE VERİFİKASYONU İÇİN  
BİR UZMAN SİSTEM  
GELİŞTİRİLMESİ**

**2010  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**Nesrin AYDIN**

**GRIB TÜRÜ METEOROLOJİK DOSYALARDAN ELDE EDİLEN  
VERİLERİN İSTASYONEL VERİLERLE VERİFİKASYONU İÇİN BİR  
UZMAN SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ**

**Nesrin AYDIN**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır.**

**KARABÜK**

**Eylül 2010**

Nesrin AYDIN tarafından hazırlanan “GRIB TÜRÜ METEOROLOJİK DOSYALARDAN ELDE EDİLEN VERİLERİN İSTASYONEL VERİLERLE VERİFİKASYONU İÇİN BİR UZMAN SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Baha ŞEN

Tez Danışmanı, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 30/ 09/ 2010

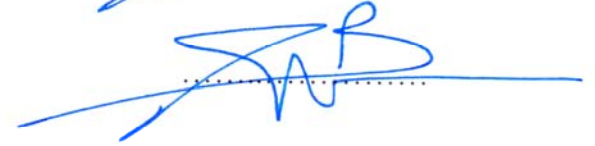
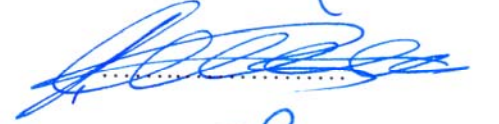
Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Abdullah ÇAVUŞOĞLU (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Fatih V. ÇELEBİ (AÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Baha ŞEN (KBÜ)



...../...../2010

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Süleyman GÜNDÜZ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Nesrin AYDIN

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **GRIB TÜRÜ METEOROLOJİK DOSYALARDAN ELDE EDİLEN VERİLERİN İSTASYONEL VERİLERLE VERİFİKASYONU İÇİN BİR UZMAN SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ**

**Nesrin AYDIN**

**Karabük Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Yrd. Doç. Dr. Baha ŞEN**

**Eylül 2010, 83 sayfa**

Sayısal hava tahmininde verifikasyon işlemi çok önemlidir. Nümerik modellerden elde edilen tahminlerin doğrulanması için verifikasyon yapılmaktadır. Bu tez çalışmasında, MM5 model, ALADIN model ve ECMWF'in geliştirdiği modelin yer ve daha yüksek düzey basınçtaki tahmin verileri kullanılarak verifikasyon yapılması anlatılmaktadır. Java programlama dili kullanılarak hazırlanmış uygulama ile tahmin verileri çözümlenmiştir. Daha sonra model sonuçları ve gözlem verileri MySQL veri tabanına aktarılmıştır. Model sonuçları mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ve doğal komşuluk yöntemi kullanılarak istasyonlara taşınmıştır. Meteorolojik literatürde bu işlem "grid to station" olarak adlandırılmaktadır. Java Server Pages ve Java Server Faces olarak hazırlanan web sayfalarından, kullanıcının istediği sorgulara göre model ve gözlem verileri için objektif ve subjektif verifikasyon yapılmıştır. Web sayfalarında Ajax teknolojisinden faydalanılmıştır.

Objektif verifikasyon yapılırken Ortalama Standart Hata, Ortalama Mutlak Hata ve Kök Hata Kareler Ortalaması değerleri ve Sınıflandırılmış verifikasyon değerleri hesaplanmıştır. Verifikasyon sonuçları tablo ve resim olarak görüntülenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Uzman sistem, verifikasyon yöntemleri, sayısal hava tahmini, Java Server Page, Java Server Faces, veritabanı

**Bilim Kodu** : 902.1.014

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **EXPERT SYSTEM DESIGN FOR DATA THAT GET FROM GRIB TYPE METEOROLOGIC FILE VERIFICATION WITH STATIONAL DATA**

**Nesrin AYDIN**

**Karabuk University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Computer Engineering**

**Thesis Advisor:**

**Assist. Prof. Dr. Baha ŞEN**

**September 2010, 83 pages**

Verification is very important in numerical weather prediction. Verification is validating forecast values of numeric models. This study describes the verification, using surface and upper air forecast data of MM5 model, ALADIN model and model that has been developed by ECMWF. Forecast data has been decoded with using an application that has been prepared by java programming language. After that forecast, observation data has been transferred to statistical database. Forecast fields have been interpolated to station locations using inverse distance weighting interpolation method and natural neighborhood method. This process in meteorological literature is called grid to station technique. Objective and subjective verification has been made according to user's query in web page that has been prepared as Java Server Page and Java Server Faces. Ajax technology has been used in web page. While the objective verification was making, Mean Absolute Error, Mean Error and Root Mean Square Error and Categorical verification value have

been calculated. Verification results have been seen as table and graphical picture in presentation tier of system.

**Key Words :** Expert system, verification methods, numerical weather prediction, Java Server Page, Java Server Faces, database system

**Science Code :** 902.1.014



## TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Baha ŞEN'e teőekkürlerimi sunarım.

Meteorolojik bilgiler konusunda yardımlarını esirgemeyen, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Sayısal Hava Tahmin Şube Müdürlüğü Personeli Tayfun DALKILIÇ, Emin Galip KANIT ve Dr. Burak ŞEN'e teőekkürü bir borç bilirim.

Manevi hiçbir yardımcı esirgemedен her zaman yanımda olan çok kıymetli aileme, fikirlerini ve manevi desteğini benimle paylaőan kıymetli arkadaşım Ferhat ATASOY'a tüm kalbimle sonuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.....	5
UZMAN SİSTEMLER.....	5
2.1. UZMAN SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	6
2.1.1. Bağımsız Uzman Sistemler.....	7
2.1.2. Ardışık Uzman Sistemler.....	7
2.1.2.1. Model Tabanlı Uzman Sistemler.....	7
2.1.2.2. Veri Uyarlayan Uzman Sistem.....	7
2.1.2.3. Model Uyarlayan Uzman Sistem.....	8
2.2. UZMAN SİSTEMLERİN KULLANIM ALANLARI.....	8
2.3. UZMAN SİSTEMİN GENEL YAPISI VE İŞLEYİŞİ.....	9
2.4. UZMAN SİSTEMLERİN ÖZELLİKLERİ VE FAYDALARI.....	10
BÖLÜM 3.....	13
SAYISAL HAVA TAHMİNİ VE MODELLERİ.....	13
3.1. GLOBAL MODELLER.....	16
3.2. SINIRLI ALAN MODELLERİ.....	17
3.3. TÜRKİYE’DE KULLANILAN MODELLER.....	17

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.3.1. Kısa Vadeli Hava Tahminine Yönelik Modeller .....	18
3.3.1.1. MM5 Hava Tahmin Modeli .....	18
3.3.1.2. ALADIN Model.....	19
3.3.2. Orta Vadeli Hava Tahminine Yönelik Modeller .....	20
3.3.2.1. ECMWF Deterministik Model .....	20
<b>BÖLÜM 4 .....</b>	<b>22</b>
<b>ENTERPOLASYON VE VERİFİKASYON YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1. ENTERPOLASYON YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>22</b>
4.1.1. Mesafenin Tersine Göre Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi .....	22
4.1.2. Doğal Komşuluk Enterpolasyon Metodu .....	24
4.1.3. Kriging Enterpolasyon Metodu .....	24
4.1.4. Ağırlıklı Ortalama Enterpolasyon Metodu .....	25
<b>4.2. VERİFİKASYON YÖNTEMLERİ .....</b>	<b>25</b>
4.2.1. Subjektif Verifikasyon.....	26
4.2.2. Objektif Verifikasyon .....	26
4.2.2.1. Kesiksiz Veri Verifikasyon Yöntemleri.....	26
4.2.2.2. Sınıflandırılmış Verilere Uygulanan Verifikasyon Yöntemleri.....	28
<b>BÖLÜM 5 .....</b>	<b>32</b>
<b>VERİFİKASYON SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI VE UYGULANMASI.....</b>	<b>32</b>
5.1. SİSTEM MİMARİSİ.....	33
5.2. SAYISAL HAVA TAHMİN MODEL VERİLERİNİN ÇÖZÜMLENMESİ .....	34
5.3. ÇALIŞMADA KULLANILAN GÖZLEM VERİLERİ .....	36
5.4. MODEL VE İSTASYONEL VERİLERİN VERİ TABANINA KAYDI.....	37
5.5. MODEL VE İSTASYONEL VERİLER ÜZERİNDE ANALİZ .....	43
5.6. UZMAN VERİFİKASYON SİSTEMİNİN UYGULANMASI .....	44
<b>BÖLÜM 6 .....</b>	<b>68</b>
<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>68</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>71</b>

	<b><u>Sayfa</u></b>
ÖZGEÇMİŞ .....	75
EK AÇIKLAMALAR A GRIB VERİNİN ÇÖZÜMLENMESİ İÇİN OLUŞTURULAN JAVA UYGULAMA KODU .....	76

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Uzman sistemlerin temel yapısı.....	10
Şekil 3.1. Küresel gözlem sistemi .....	14
Şekil 3.2. Tipik bir iklim modeli öğelerinin şematik gösterimi .....	16
Şekil 3.3. Üç boyutlu MM5'ın Türkiye domain görüntüsü . .....	19
Şekil 4.1. Her grid düğüm etrafında seçilen veri noktalarından hesaplamada kullanılmak üzere bir yarıçap üretilir .....	23
Şekil 4.2. Dört grid değerinin bir noktaya enterpolasyonu.....	23
Şekil 4.3. Ankara için 850 hPa yükseklik ME, MAE, RMSE değişim grafiği .....	27
Şekil 5.1. Sistemin mimarisi. ....	33
Şekil 5.2. Üç katmanlı mimari şeması .....	33
Şekil 5.3. Türkiye'de bulunan başlıca gözlem istasyonları .....	37
Şekil 5.4. GRIB veri tabanının tablo tasarımı.....	38
Şekil 5.5. Uygulama giriş ekranı.....	39
Şekil 5.6. Uygulama yetkisiz kullanıcı uyarı ekranı.....	39
Şekil 5.7. ECMWF model veri yükleme ekranı.....	39
Şekil 5.8. GRIB dosyasının çözümlenmesi ve veri tabanına kayıt akış diyagramı..	40
Şekil 5.9. GRIB dosyasının harita olarak Xconv1.91 programıyla görüntülenmesi. ....	41
Şekil 5.10. Yer seviyesine ait gözlem verisinin veri tabanına kayıt edilmesi.....	42
Şekil 5.11. Yukarı seviyeye ait gözlem verisinin veri tabanına kayıt edilmesi. ....	42
Şekil 5.12. JSP çalışma mimarisi .....	44
Şekil 5.13. Sisteme giriş yapabilmek için kullanılan sayfa.....	45
Şekil 5.14. Bartın iline ait verifikasyon parametrelerinin seçimi.....	46
Şekil 5.15. Bartın şehrinin Türkiye haritasında gösterimi. ....	46
Şekil 5.16. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük objektif verifikasyon. ....	47
Şekil 5.17. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.....	47
Şekil 5.18. Doğal komşuluk yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük objektif verifikasyon. ....	48

Şekil 5.19. Doğal komşuluk yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon. ....	48
Şekil 5.20. Kastamonu iline ait verifikasyon parametrelerinin seçimi. ....	49
Şekil 5.21. Kastamonu iline ait objektif verifikasyon parametre değerleri.....	49
Şekil 5.22. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Kastamonu iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon. ....	50
Şekil 5.23. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline ait 8 günlük objektif verifikasyon. ....	50
Şekil 5.24. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon. ....	51
Şekil 5.25. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük objektif verifikasyon. ....	52
Şekil 5.26. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon. ....	52
Şekil 5.27. Doğal komşuluk yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük objektif verifikasyon. ....	53
Şekil 5.28. Doğal komşuluk yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon. ....	53
Şekil 5.29. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile İzmir iline ait 8 günlük objektif verifikasyon. ....	54
Şekil 5.30. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile İzmir iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon. ....	55
Şekil 5.31. Doğal komşuluk yöntemi ile İzmir iline ait 8 günlük objektif verifikasyon. ....	55
Şekil 5.32. Samsun iline ait verifikasyon parametrelerinin seçimi.....	56
Şekil 5.33. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Samsun iline ait 850 mbar basınçta 4 günlük objektif verifikasyon. ....	56
Şekil 5.34. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Samsun iline ait 850 mbar basınçta 4 günlük subjektif verifikasyon.....	57
Şekil 5.35. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Samsun ilinin 500 mbar basınçta 4 günlük objektif verifikasyonu.....	57
Şekil 5.36. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Kastamonu iline 0 mbar basınçta 6 günlük objektif verifikasyonu.....	58
Şekil 5.37. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Kastamonu iline 0 mbar basınçta 6 günlük subjektif verifikasyon. ....	58

**Sayfa**

Şekil 5.38. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline ait 0 mbar basınçta 6 günlük objektif verifikasyon. ....	59
Şekil 5.39. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline 0 mbar basınçta 6 günlük subjektif verifikasyon. ....	59
Şekil 5.40. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait hata değeri. ....	60
Şekil 5.41. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait RMSE değeri. ....	61
Şekil 5.42. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait timestep 15 'in hata değeri. ....	62
Şekil 5.43. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait timestep 15'in RMSE grafiği. ....	63
Şekil 5.44. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Ankara ilinin yağış verifikasyonu parametre seçimi. ....	64
Şekil 5.45. Ankara ilinin yağış verifikasyonu için istatistiksel değerleri. ....	66
Şekil 5.46. Sistemden çıkış ekranı. ....	67

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 2.1. Uzman sistemin kullanım alanları . . . . .	9
Çizelge 4.1. Beklenmedik olaylar tablosu.....	28
Çizelge 4.2. Adana iline ait günlük beklenmedik olay tablosu.....	31
Çizelge 5.1. Seçilen verifikasyon parametreleri. ....	35
Çizelge 5.2. Gözlem istasyonlarına ait bilgiler. ....	36
Çizelge 5.3. Beklenmedik olay tablosu için durum alanının belirlenmesi.....	65
Çizelge 5.4. Ankara ilinin beklenmedik olay tablosu. ....	66



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AGCM	: Atmospheric Global Circulation Model
OGCM	: Ocean Global Circulation Model
ACM	: Atmospheric Chemistry Model
CCM	: Carbon Chemistry Model
GCM	: Global Climate Model
MM5	: 5th Generation Meso-scale Model
ALADIN	: Aire Limite Adaptation dynamique Developpement InterNational
ECMWF	: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
GRIB	: GRIdded Binary
SQL	: Yapılandırılmış Sorgu Dili
ME	: Mean Error
MAE	: Mean Absolute Error
RMSE	: Root Mean Square Error
NCEP	: National Centers for Environmental Prediction
JSP	: Java Server Pages
JSF	: Java Server Faces
MVC	: Model View Controller
Z	: Jeopotansiyel yükseklik
T	: Seviye sıcaklığı
T2	: 2 metre yer sıcaklığı
WS	: Düşey hız
RH	: Bağlı nem
MSLP	: Deniz seviyesine indirilmiş basınç
MX2T	: Maksimum sıcaklık
MN2T	: Minimum sıcaklık
TCC	: Toplam bulut miktarı
CP	: Kümülatif yağış
TP	: Toplam yağış
TS	: Threat Score

PC	: Proportion Correct
POD	: Probability of Detection
FAR	: False Alarm Ratio
KSS	: Hanssen-Kuipers Skill Score
ETS	: Equitable Threat Score
GSS	: Gilbert's Skill Score
B	: Bias

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Sayısal hava tahmini, atmosferin durumunu belirten değişkenlerin (basınç, sıcaklık, rüzgâr ve nem vb.) matematiksel ve fiziksel eşitliklerinin çözümlenmesiyle hava durumunu tahmin etme sürecidir. Tahmin yönteminin gelişme süreci 1850'lere dayanmaktadır. Şu anda dünyanın birçok yerinde yapılan gözlemler, uydu ve radar ölçümleri birçok sayısal hava tahmin modelinde kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan sayısal hava tahmin modelleri global ve sınırlı alan modelleri olarak iki gruba ayrılabilir. Model tahminlerinin doğrulanması için verifikasyon işlemi yapılmaktadır.

Uzman sistemler, insanlar tarafından yapılan işlemlerin bilgisayarlara daha iyi nasıl yaptırılacağına araştırmasını yapan yapay zekâ programlama tekniklerinin bir alt dalıdır.

Bu tez çalışmasında da uzman sistemlerin genel özelliği olan konusunda uzmanlaşmış meteorolojistlerin üstlendiği zor görevi gerçekleştirmek için uzman verifikasyon sistemi tasarlanmıştır.

Ülkemizde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde web tabanlı olmayan bir verifikasyon sistemi kullanılmaktadır. Fakat modellerinin geliştirildiği üniversite ve kurumlarda farklı veritabanı tasarımı ve programlarla gerçekleştirilen çalışmalar bulunmaktadır.

Demirtaş vd. "The Developmental Testbed Center Verification System" isimli çalışmalarında verifikasyon paketi hazırlamışlardır. Hazırlanan sistem Amerika'da bulunan NCEP'in verifikasyon paketine dayanmaktadır. Grid to point ve grid to grid tekniklerini kullanarak enterpolasyon yapmışlardır. NCEP'in verifikasyon paketinin

oluşturduğu veri tabanını kullanmışlardır. Verifikasyon sonuçlarını grafik üstünde gösterirken verifikasyon istatistik işlemlerinden Bias, Ortalama Standart Hata, Ortalama Mutlak Hata ve Kök Hata Kareler Ortalaması gibi hesaplamaları yapmışlardır [1].

Mahoney vd., “ The Real-Time Verification System (RTVS) And Its Application To Aviation Weather Forecasts” isimli çalışmalarında yağış verileri üzerinde grid to grid tekniği kullanarak yağışın olup olmaması gibi verifikasyon teknikleri kullanmışlardır. MySQL veri tabanı kullanmışlardır [2].

Kruger vd., “AHPSVER: A Web-Based System for Hydrologic Forecast Verification” isimli çalışmalarında grafik arayüzü olan, MySQL veri tabanı ve PHP dili kullanılarak hidrolojik veriler için verifikasyon sistemini geliştirmişlerdir [3].

Mahoney vd., “ Verification Of The Aviation Weather Center’s In-Flight Aviation Weather Advisories: The Methods, Complexities, And Limitations” isimli çalışmalarında hava olayları üzerine bir verifikasyon sistemi çalışması yapmışlardır [4].

Ebert ve Brown, “ RTFV: A Real Time Forecast Verification System” isimli çalışmalarında gerçek zamanlı olarak son radar analizleri üstünde verifikasyon yapan bir sistem geliştirmişlerdir [5].

Bu çalışma için tüm veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden alınmıştır. MM5 model, ALADIN model ve ECMWF tarafından oluşturulan modelin tahmin verileri kullanılmıştır. Ülkemizde bulunan meteoroloji istasyonlarının Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’ne gönderdiği istasyonel verilerde gözlem değerleri olarak kullanılmıştır.

MM5 model, ALADIN model ve ECMWF tarafından oluşturulan modelin tahmin verileri T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden GRIB Versiyon 1 formatta alınmıştır. GRIB alınan tahmin verilerinin ikili kodlanmış dosya formatına verilen isimdir. Java dili kullanılarak

hazırlanmış uygulama ile tahmin verileri GRIB dosyanın başlık bilgisine göre çözümlenmiştir. Daha sonra gözlem ve tahmin verileri MySQL veri tabanına aktarılmıştır. JSP ve JSF olarak hazırlanan arayüzden SQL sorgularıyla istasyon adı, parametre (maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık vb.), tarih, modelin çalışma saati (0-12), modelin çalışma aralığı (0-3-6-9 vb.) ve verifikasyon parametre değeri (ME, MAE vb.) seçilmektedir.

Çalışmada kullanılan model grid değeri (enlem-boylam değerleri) ile gözlem istasyonlarının grid değerleri farklıdır. Bunun için istasyonun enlem ve boylam değerlerine en yakın dört grid değerinin tahmin verisi ve uzaklıklarını kullanarak ters uzaklık ağırlıklı ortalama yöntemi ve doğal komşuluk yöntemi ile enterpolasyon yapılmıştır. Çünkü verifikasyon işlemi enlem ve boylamı aynı grid değeri olan tahmin ve gözlem parametre değerleri ile yapılır. Çalışmada objektif ve subjektif verifikasyon kullanılmıştır. Verifikasyon parametrelerinin zamanla değişimini izleyebilmek için Ortalama Standart Hata, Ortalama Mutlak Hata, Kök Hata Kareler Ortalaması değerleri ve Sınıflandırılmış verifikasyon değerleri hesaplanmıştır. İnterpole edilmiş tahmin verileri, gözlem verileri ve verifikasyon sonuçları JSP ve JSF arayüzde tablo ve resim olarak görüntülenmiştir. Ortalama Standart Hata, Ortalama Mutlak Hata, Kök Hata Kareler Ortalaması ve Sınıflandırılmış verifikasyon değerleri hesaplama sonuçlarına göre kullanıcı modelin doğrulu hakkındaki yoruma kolayca ulaşılmaktadır.

Hazırlanan bu tez çalışmasının birinci bölümü “Giriş” olup burada literatür taraması ve çalışmanın kısa özeti verilmiştir. İkinci bölümde, yapay zekâ tekniklerinin bir alt dalı olan “Uzman Sistemler” hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde “Sayısal Hava Tahmini ve Modelleri” tanımı ve tarihçesi anlatılmıştır. Dördüncü bölüm olan “Enterpolasyon ve Verifikasyon Yöntemleri” hakkında bilginin verildiği, tez çalışması için seçilen yöntemlerin anlatıldığı bölümdür. Beşinci bölüm “Verifikasyon sisteminin Gerçekleştirilmesi ve Uygulanması” dır. Bu bölüm tezin en önemli bölümüdür. Bu bölümünde GRIB verisinin özellikleri ve sayısal hava tahmini model sonuçlarından elde edilen GRIB uzantılı tahmin verilerinin çözümlenmesi işlemi için yazılan Java programı, gözlem ve tahmin verilerinin MySQL veri tabanına kaydedilmesi ve hazırlanan sistemin şeması bulunmaktadır. Ayrıca hazırlanan sistem

ile yapılan istatikseld işlemler de bu bölümdedir. Son bölüm olan altıncı bölüm“Sonuçlar” ‘dır. Bu bölümde çalışmanın alana katkısı anlatılmaktadır.

## BÖLÜM 2

### UZMAN SİSTEMLER

Bilgi teknolojilerinin belki de en popüler konusunu oluşturan yapay zekâ, insanoğlunun yeni bir yüzyılı yaşadığı günümüzde, geleceğin nasıl şekilleneceği ve teknolojik ilerlemenin ne şekilde olacağı sorularına yanıt verir gibi görünmektedir. Yapay zekânın, özellikle yönetim bilimi için en popüler konusunu ise, uzman sistemler oluşturmaktadır. Yapay zekânın en geniş dalı olan uzman sistemler alanında özellikle 1965'ten sonra dikkat çekici gelişmeler yaşanmıştır. Yapay zekânın bu alanı, uzmanlığın söz konusu olduğu bir konuda yüksek performans gösteren programlar oluşturmak üzerine odaklanmıştır [6]. Uzman sistemler için değişik kaynaklardan alınan tanımlar şöyledir:

Ancak bir uzman insanın çözebileceği karmaşık problemlerin bilgisayar ile çözümüne olanak sağlayan sistemler olarak tanımlanabilir [7].

İnsan bilgisi ve tecrübelerine dayalı olan davranışların bir bilgisayar ortamına aktarılarak tasarlanmış sistemlerde karşılaşılan problemlere uzman bir kişinin gereksinimi olmaksızın çözümler arayan bilgi tabanlı sistemlerdir [8].

Bir uzman sisteminin en belirleyici özelliği, oldukça büyük bir bilgi tabanına sahip olmasıdır. Bu konuda dikkat edilmesi gereken nokta ise; değişime ve gelişmeye açık olması gereken bilgi tabanı bölümü ile mümkün olduğunca statik olması gereken program bölümünün birbirinden ayrılmasıdır [9].

Uzman sistem programlarının büyük çoğunluğu ABD'de tasarlanmakta ve uygulanmaktadır. Gün geçtikçe diğer ülkelerde de uzman sistemlerin geliştirilmesi yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüzde dünyanın hemen hemen tüm gelişmiş

ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de uzman sistemler geliştirilerek kullanılmaktadır [10].

İlk uzman sistemler 1970’li yıllarda ortaya çıkmıştır. Bu dönemde üzerinde çalışma yapılan başlıca uzman sistemler şunlardır:

- DENDRAL : Kimyasal Analiz Uzmanı Sistemi
- HEARSAY I-II : Konuşma Tanıma
- MYCIN : Kan Enfeksiyonları Uzmanı
- XCON(R1) : Bilgisayar Konfigürasyon Uzman Sistemi

1970’li yıllardan günümüze kadar geliştirilen çok gelişmiş uzman sistem örnekleri şunlardır:

- GATES : Havaalanı Pist Tayini ve İzleme Uzman Sistemi
- HESS : Petrokimya Sanayisi İçin Uzman Sistem Planlama
- DustPro : Maden Ocağı Güvenliği Uzman Sistemi
- TOP SECRET: Güvenlik Sınıflandırma Uzman Sistemi
- Codecheck : Bilgisayar Programı Değerlendirme Uzman Sistemi

Bu zeki sistemler bir alana ilişkin problemi aynen bir uzman insan gibi düşünerek çözmeye ve çözdüğü problemi öğrenerek bilgi deposunda depolayıp daha önceden öğrendiklerinin bir sonucu olan bilgilerinde yapısal bir değişikliğe gitmeyerek, uzman sistemin yapısında bir değişime gereksinim ihtiyaç duyulmamasını sağlamaktadır [11].

## **2.1. UZMAN SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI**

Uzman sistemler Kusiak tarafından operasyonel kipine göre iki sınıfa ayrılmıştır [12].



### **2.1.1. Bağımsız Uzman Sistemler**

Bağımsız kipteki bir uzman sistem problemle alakalı verileri ve sabitleri kullanarak daha basit bir süreçle çözer. Eylem araştırması (Operational Research) yaklaşımını kullanmaz. Bu yaklaşım verilen problemi modelleme ve en uygun ya da iyi bir sezgisel algoritma ile problemi çözmeye üzerine kuruludur. Günümüzdeki birçok uzman sistem bu sınıfta yer almaktadır.

### **2.1.2. Ardışık Uzman Sistemler**

Bağımsız uzman sistemlerin aksine ardışık uzman sistemler problem çözmek için eylem araştırması yaklaşımını uzman sistem yaklaşımıyla birlikte kullanır. Uzman sistemin; algoritmalar ve modellerin bulunduğu bir veritabanına bağlı olduğu düşünülebilir. Ardışık uzman sistemlerin problem çözerken izledikleri yol şu şekildedir;

- Verilen problem için uygun bir model seçilir veya oluşturulur.
- Modeli çözmek için algoritmalar ve modellerin bulunduğu bilgi tabanından modele uygun bir sezgisel algoritma seçilir.
- Algoritmanın probleme uyarlanması ile problem çözülür.

Ardışık uzman sistemler de kendi içerisinde 3 gruba ayrılır.

#### **2.1.2.1. Model Tabanlı Uzman Sistemler**

Uygun bir model ve algoritma seçilerek problem çözülür.

#### **2.1.2.2. Veri Uyarlayan Uzman Sistem**

Uzman sistem tarafından bir model seçilir ve model tarafından istenen veriye göre bilgi tabanından alınan veri azaltılır veya çoğaltılır.

### 2.1.2.3. Model Uyarlayan Uzman Sistem

Seçilen modeli probleme göre uyarlayan uzman sistem türüdür. Problem türüne göre modele değişken eklenir, modelden değişken çıkartılır veya bu modelden probleme daha uygun bir model oluşturulur.

## 2.2. UZMAN SİSTEMLERİN KULLANIM ALANLARI

Günümüzde uzman sistemlerin en yaygın kullanım alanları şöyledir:

- **Yorumlama:** Çeşitli algılayıcılardan sisteme gelen veriler, önceden belirtilmiş bilgiler ile harmanlanarak çıkarım mekanizmasında bir sonuç üretmesidir.
- **Arıza Teşhisleri ve Tamir Önerileri:** Gözlem ve algılayıcılar sayesinde makine ve sistemlerdeki arıza tespiti ve çözüm yöntemleri hakkında önerilerde bulunmasıdır.
- **Tasarım:** Şartlar, kısıtlar belirtildikten sonra bunlara dayalı çizimler üretebilme ve sonucunu belirtme.
- **Planlama:** Gerçekleştirilecek olan bir projedeki kuralları, temel yapıları değerlendirerek verimli bir yapı geliştirilebilir.
- **Kontrol:** Çeşitli üretim işlemlerinde belirli parametreler girilerek üretim değerlerinin bu sınırlar içersinde tutulmasını sağlamak amaçlı ve bu değerlerin istatistiksel sonuçların değerlendirilmesidir [13].

Çizelge 2.1’de günümüzde kullanılan uzman sistemlerin kullanıldığı bazı problemler bulunmaktadır.

Çizelge 2.1. Uzman sistemin kullanım alanları [13].

<b>Fonksiyon</b>	<b>Problem</b>	<b>Kullanım Alanı</b>
<b>Yorumlama</b>	Sensör vericilerden gelen durumların tanımlanması	Ses tanıma, Görüntü analizi, Denetim
<b>Tahmin</b>	Verilmiş durumlara benzer sonuçların çıkarılması	Hava tahmini, Tahıl tahmini
<b>Teşhis</b>	Gözlem neticelerine göre sistem bozukluklarının tespiti	Tıp, Elektronik
<b>Tasarım</b>	Sınırlı şartlar altında nesne tasarımı	Devre çizimi
<b>Planlama</b>	İşlemlerin tasarımı	Otomatik programlama, Askeri planlama
<b>Görüntüleme</b>	Hassaslıkları planlamak için gözlemlerin karşılaştırılması	Nükleer güç santrallerinin düzenlenmesi ve Maliyet yönetimi
<b>Hata Ayıklama</b>	Hatalara sebep olan bozuklukların sunulması	Bilgisayar yazılımı
<b>Tamir</b>	Belirlenmiş yönetim planının yürütülmesi	Otomobil, bilgisayar
<b>Eğitim</b>	Öğrenci davranışlarının tespiti ve düzeltilmesi	Danışma, Islah, Tedavi
<b>Kontrol</b>	Sistem davranışının yorumu, tahmini, tamiri ve izlenmesi	Hava trafik kontrolü, Savaş kontrolü

### 2.3. UZMAN SİSTEMİN GENEL YAPISI VE İŞLEYİŞİ

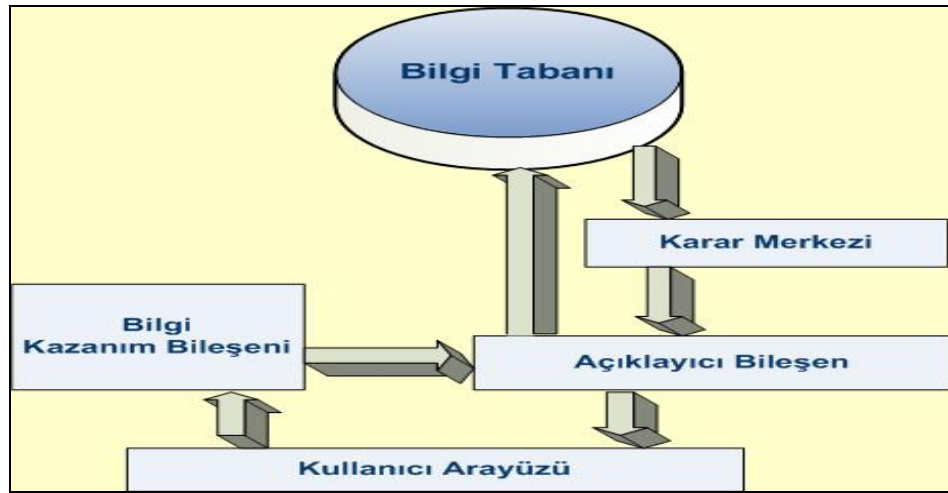
Bir uzman sistemin genel yapısında en önemli etken, karar verecek, geliştirilebilecek, bilgi toplayıp bunu işleyebilecek bir yapıda olması gerekir. Bu kurulan sistemin belli bir konuda yeterli bilgiden ziyade uzman bilgi seviyesine sahip olmalıdır. Bazı uzman sistemler yan sistemlerle ve karar kontrol sistemlerle desteklenebilir. Tek başına bir uzman sistemin yeterli gelmediği yetişemediği yerlerde desteklenmesi yapısının dinamikleştirilmesi açısından büyük bir unsurdur [13].

Bir uzman sistemde olması gereken bileşenler şöyledir:

- Bilgi Kazanma,
- Bilgi Tabanı,

- Çıkarım Mekanizması,
- Çalışma Alanı,
- Kullanıcı Arabirimi,
- Açıklama,
- Düşünme Kapasitesini İyileştirme [7].

Klasik programlamada bilgi yerine veri kavramı vardır. Veriler daha önceden hazırlanmış algoritmalara dayanmaktadır. Fakat tasarlanmış bir uzman sistemde algoritma yoktur ve birbirinden bağımsız ama etkileşimli 3 ana kısımdan oluştuğu için bilgiye dayalı işlem yapılır. Şekil 2.1’de uzman sistemin genel yapısı görülmektedir.



Şekil 2.1. Uzman sistemlerin temel yapısı [14].

#### 2.4. UZMAN SİSTEMLERİN ÖZELLİKLERİ VE FAYDALARI

Bir uzman sistem aşağıdaki özellikleri taşıyacak şekilde tasarlanır:

- Yüksek performans
- Hızlı cevap verme
- Güvenilirlik
- Anlaşılabilirlik
- Esneklik

Özellikle esneklik maddesi kural-tabanlı sistemlerin (Rule-Based Systems) popüler olmasına neden olmuştur. Çünkü sisteme büyük miktarlarda veri yüklemek, verileri değiştirmek ve silmek gibi etkin mekanizmaların eklenmesi gerekebilmektedir. Bu durum da kural-tabanlı sistemlere kuralların etkin ve modüler bir biçimde saklanabilme yeteneğini kazandırmıştır. Bu belirtilen özelliklere sahip bir uzman sistemin sağladığı faydalar ise şunlardır:

- Maliyet azalması,
- Hazır bilgi,
- Verimlilik artışı,
- Kalıcı bilgi,
- Açıklama,
- Kalite iyileştirmesi,
- İşleyiş hatalarını azaltma,
- Esneklik,
- Daha ucuz cihaz kullanımı,
- Tehlikeli ortamlardaki işlemlerin gerçekleştirilmesi,
- Güvenilirlik,
- Cevap verme süresi,
- Tam ve kesin olmayan bilgi ile çalışma,
- Eğitim,
- Problem çözme yeteneği,
- Sınırlı bir sahada karışık problemlerin çözümü,
- Duygusallıktan uzak sonuçlar,
- Akıllı veritabanları.

Uzman sistemden belirtilen faydaları elde edebilmenin bir takım sınırlılıkları vardır.

Bunlar;

- Veri, her zaman okunabilecek ve değerlendirilebilecek uygunlukta olmayabilir,
- İnsanlardan bilgi elde etmek zordur,

- Uzman sistemler ancak sınırlı sahalarda verimli olabilmektedir,
- Yardım için veri mühendislerine ihtiyaç vardır, bu da maliyeti arttırıcı bir etmendir.
- Tecrübeli uzmanlar bile zaman baskısı altında durum değerlendirmesi yaparken hata yapabilirler.

Bu sınırlandırmaları minimum seviyeye indirmek için çok değişik çalışmalar yapılmış ve yeni yöntemler geliştirmek için çalışmalara devam edilmektedir [15].

## BÖLÜM 3

### SAYISAL HAVA TAHMİNİ VE MODELLERİ

Meteoroloji, atmosferde meydana gelen hava olaylarının oluşumunu, gelişimini ve değişimini, nedenleri ile inceleyen ve bu hava olaylarının canlılar ve dünya açısından doğuracağı sonuçları araştıran, matematik, fizik, istatistik ve muhtelif mühendisliklerin uygulama alanıdır [16].

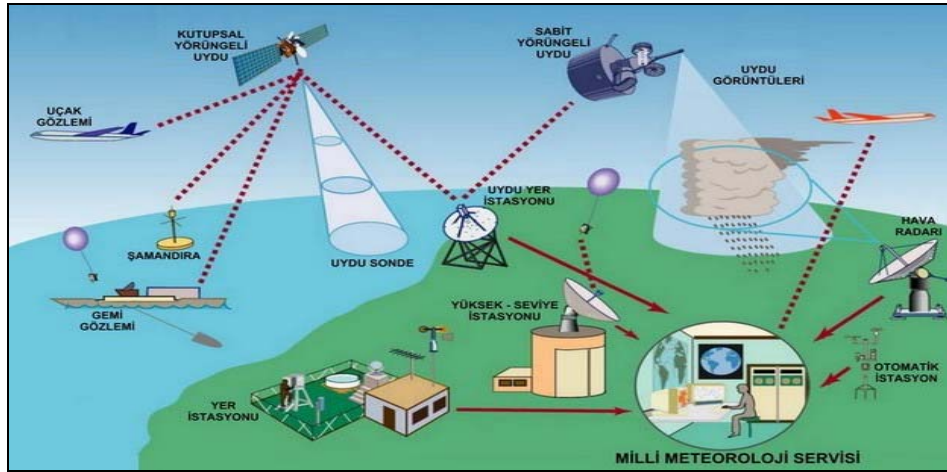
Günümüzde birçok ülke bu ihtiyaç nedeniyle bir araya gelerek ortak çalışma alanlarını belirlemekte, Dünya Meteoroloji Teşkilatının (WMO) belirlediği standartlara göre; kara, hava, deniz gözlemlerinden elde ettiği meteorolojik gözlem verilerini paylaşmakta, yoğun bilgi ve teknoloji transferi ile birbirlerinin meteorolojik çalışmalarına destek vermektedirler. Bu tür ortaklaşa çalışmaların en önemli amaçlarından biri de sayısal hava tahminine yönelik model geliştirme çalışmalarıdır (Atmosferin bilgisayar ortamında programlanarak modellenmesi ve aslına uygun bir şekilde atmosferin hareket ettirilmesi gibi). Gelişmiş ülkelerde (ABD, Kanada, Almanya, İngiltere, Fransa vb.) meteorolojik çalışmalar; atmosfer bilimlerinde yetkin olan üniversitelerde, ilgili kurumlarla beraber geliştirilmekte ve meteoroloji servislerinde uygulamaya alınmaktadır [17].

Atmosferin durumunu gösteren değişkenlerin (sıcaklık, rüzgâr, nem ve basınç) zamana ve yere bağlı değişimlerini ifade eden denklemlerin (hareket, termodinamik, süreklilik, hidrostatik eşitlik) matematik çözümleri yapılarak gelecekteki durumu tahmin etme işlemine "sayısal hava tahmini" denir [18].

Günümüzde oldukça karmaşık eşitliklerin ve güçlü bilgisayar donanımlarının kullanılarak yapıldığı bu tahmin yönteminin gelişme süreci 1850'lere dayanmaktadır. Ferrel'in rüzgâr ve genel hava dolaşımı üzerine çalışmaları dinamik meteorolojinin başlangıcı olarak gösterilmektedir. 1860'larda atmosfer termodinamiğinde kuru ve nem adyabatik (hava kütlelerinin hareketi sırasında, çevresinden ısı alışverişi

olmaksızın sıcaklığının değişmesi olayı) işlemlerin yer almasını takiben 1904'te V.Bjerknes hava tahmininde fizik ve matematiğin temelleri üzerine çalışmalar yapmıştır. 1920'li yıllarda radiosonde gözlemlerinin yapılmaya başlamasından sonra 1933'te ilk olarak yukarı seviye ve çeşitli basınç seviyelerinin haritaları çizilmeye başlanmıştır. 1940'ların sonunda meteorolojik radarların kullanılmaya başlanması kuvvetli hava olaylarının, fırtınaların gözlenmesi açısından bir devrim olmuştur [19].

İlk sayısal hava tahmini denemesi 1922 yılında L.F. Richardson tarafından yapılmış ancak olumlu sonuç alınmamıştır. 1940'lı yıllarda Richardson'un öncülüğünde Princeton'daki Institute for Advance Study'de Charney, Fjortfort ve Von Neumann, yakın geçmişte icat edilen bilgisayar üzerinde Richardson'un hava denemesinden daha basit bir modelde barotropik vorticity eşitliği kullanarak 500 hPa'nın dinamiksel olarak sayısal tahminini yapmayı başarmıştır. 1960'lı yıllarda meteorolojik uyduların da hava tahmininde kullanılması ile küresel olarak hava gözlemi yapabilmeye kapasitesine ulaşılmıştır. Şekil 3.1'de de görüldüğü gibi şu anda dünyanın birçok yerinde yapılan sinoptik, deniz, radiosonde, uçaklardan yapılan gözlemlerle uydu ve radar ölçümleri bu modellerde kullanılmaktadır [18].



Şekil 3.1. Küresel gözlem sistemi [20].

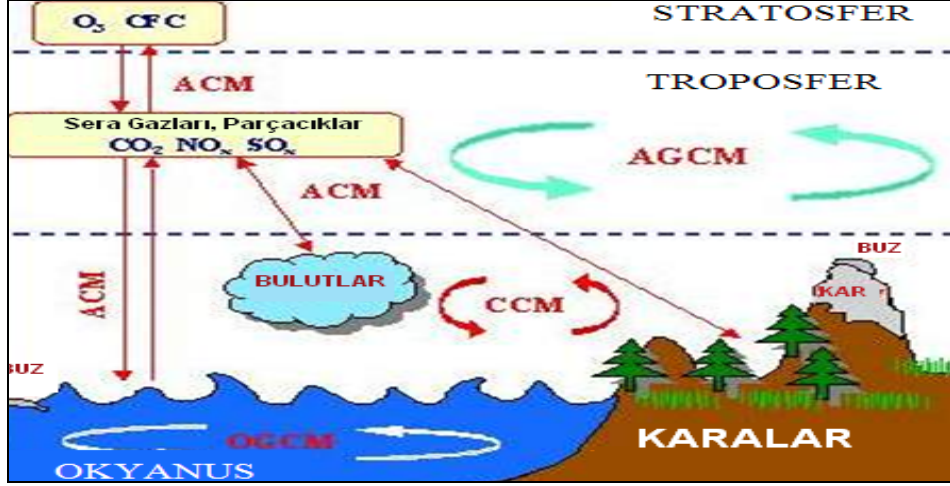
İklim, uzun bir zaman periyodu içinde her gün gerçekleşen hava olaylarının toplamını ve ortalamasını temsil eder [21].



İklim değişikliği günümüzün en önemli çevresel ve ekonomik sorunları arasında ön sıralarda yer almaktadır. Özellikle sanayi devriminden sonra fosil yakıtların tüketilmesi, ormansızlaştırma, enerji üretimi ve diğer artan insan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan sera gazlarındaki hızlı artışlar, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek küresel ortalama yüzey sıcaklıklarının artmasına yol açtı. Şehirleşme, nüfus artışı ve ekonomik gelişmeler de bu sürece katkıda bulunan etkenlerdir. Ortalama yüzey sıcaklıklarındaki bu artışların tüm insan ve doğal sistemlere çok ciddi ve büyük boyutlarda etkilerinin olacağı öngörülmektedir.

Ülkelerin iklim değişikliğinin sonuçlarına hazırlıklı olabilmesi için gelecekte iklimin nasıl olacağına ilişkin tahminlere ihtiyaçları vardır. İklim sisteminin bileşenlerinin, bunlar arasındaki etkileşimlerin ve geri beslemelerin matematiksel gösterimi olan ve iklim değişikliğini tahmin etmek için kullanılan yegâne araç küresel iklim modelleridir. Bilgisayarların hesaplama gücündeki artışlarla doğru orantılı olarak iklim modelleri de büyük ilerleme göstermiştir. Günümüzde sülfür ve karbon döngüleri ile atmosfer kimyası da modellere dahil edilerek oldukça kapsamlı iklim modelleri geliştirilmiş bulunmaktadır [22].

Günümüzde iklim sistemini anlamak ve geleceğe ilişkin öngörüler yapmak bilimin uğraştığı en büyük gelişmelerden biridir. Dünya üzerindeki iklim bilimciler son 40 yıl boyunca bu yenilikte ilerleme sağlamak için çok çeşitli karmaşık modeller geliştirmişler ve bu sayede iklim sistemi hakkında mantıklı görüşler sunmuşlardır. Bu modellerin çözünürlüğünde kullanılan araçlar geliştikçe model sonuçlarının doğruluğu da artmıştır. Bugün dünya üzerinde iklim sistemiyle ilgili birçok farklı model kullanılmaktadır [23]. Şekil 3.2’de herhangi bir iklim modelinin öğeleri gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Tipik bir iklim modeli öğelerinin şematik gösterimi [23].  
Günümüzde kullanılan kısa (24-72 saat) ve orta (72-240 saat) vadeli hava tahminleri için kullanılan modeller temel olarak “Global Modeller” ve “Sınırlı Alan Modelleri” olarak iki gruba ayrılabilir.

### 3.1. GLOBAL MODELLER

Yatay çözünürlüğün spektral (yatay çözünürlüğün dalga sayısı ile orantılı olduğu) veya grid (yatay çözünürlüğün iki grid noktası arasındaki mesafeyle orantılı olduğu) olarak çözümlendiği bu model türünde basit hidrostatik eşitlik kullanılmaktadır. Yani havanın ağırlığıyla düşey basınç gradyan kuvveti arasında bir denge olduğu kabul edilmektedir. Bu model türünde düşey ivme hesaplamalarda ihmal edilir. Global atmosferik modeller ve genel hava dolaşımı modelleri küresel modellere örnek olarak verilebilir [24].

Dünyada kullanılan belli başlı küresel modeller ve bu modelleri geliştiren ülkeler şunlardır:

- IFS (ECMWF)
- UM (İngiltere)
- GM (Almanya)
- ARPEGE (Fransa)
- AVN, MRF (ABD)
- GEM (Kanada)

- JMA (Japonya)

### 3.2. SINIRLI ALAN MODELLERİ

Bu tür modellerde küresel modellerin tersine yatay çözünürlük dalga sayısı ile değil grid noktaları arasındaki mesafe ile orantılıdır. Yani küresel modellerde dalga sayısı arttığında çözünürlük artarken sınırlı alan modellerinde grid sayısı artınca ki bu durumda grid noktaları arasındaki mesafe azalır, çözünürlük artar. Sınırlı alan modellerinin bazılarında hidrostatik denge kabul edilirken (Sinoptik/Meso-scale modeller) bazılarında ise hidrostatik denge eşitliği kabul edilmez (Cloud-scale/Cloud Resolving modeller). Bunlar genellikle çok yüksek çözünürlük gerektiren tahmin problemlerinde kullanılmaktadır [25].

Dünyada kullanılan belli başlı sınırlı alan modelleri ve bu modelleri geliştiren ülkeler şöyledir:

- ALADIN (Fransa, Çek Cum., Macaristan, Avusturya, Belçika, Slovenya, Slovakya, Romanya, Fas, Tunus, Cezayir, Portekiz, Bulgaristan, Hırvatistan, Polonya ve Türkiye)
- Eta (Yugoslavya-ABD)
- LM (Almanya, İtalya, İsviçre, Yunanistan, Romanya, Polonya, Rusya)
- HIRLAM (İrlanda, Danimarka, İspanya, Norveç, Hollanda, İzlanda, Estonya, Finlandiya, İsveç, Letonya, Litvanya)
- MM5, WRF (ABD)
- RegCM (the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics), İtalya

### 3.3. TÜRKİYE'DE KULLANILAN MODELLER

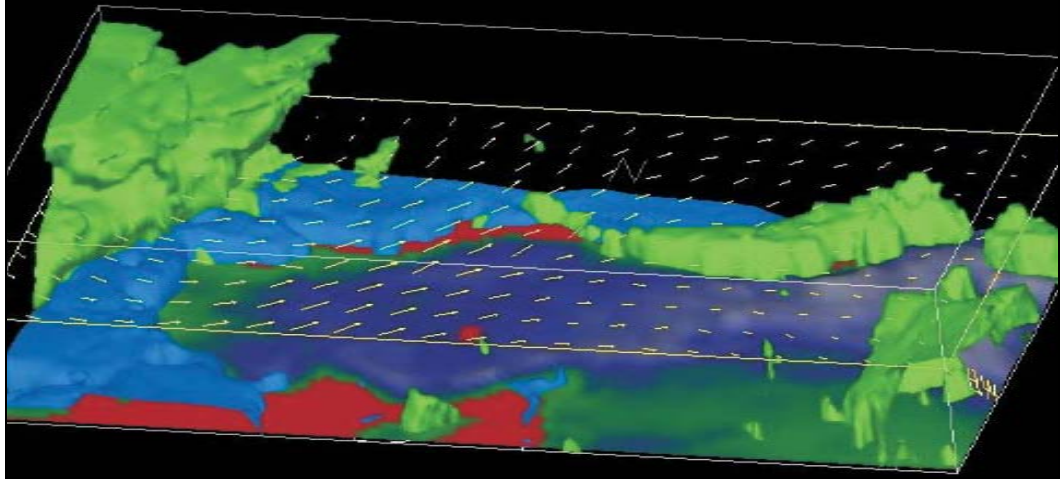
Bu tez çalışmasının uygulama kısmında MM5 model, ALADIN model ve ECMWF'in geliştirdiği model tahmin verileri kullanılmıştır. Kullanılan model verileri T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden GRIB Versiyon 1 formatında alınmıştır.

### 3.3.1. Kısa Vadeli Hava Tahminine Yönelik Modeller

#### 3.3.1.1. MM5 Hava Tahmin Modeli

MM5 [26] orta ölçekli tahmin modeli Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye Acil Sel ve Deprem Felaketi Acil Yardım projesi (TEFER) kapsamında alınan yüksek kapasite hesaplamalı (HPC) bilgisayar üzerinde operasyonel olarak çalıştırılmaktadır. MM5 modeli NCAR (National Center for Atmospheric Research-USA) tarafından geliştirilmiş ve tüm dünyada birçok meteoroloji örgütünde ve özellikle üniversitelerde kullanılan bir modeldir. Yüksek çözünürlükte kuvvetli fizik ve topografya seti ile oldukça iyi sonuçlar veren MM5 modeli çoklu içiçe geçmiş bölge yapısını desteklemesi, 10 km ve altındaki çalışma kabiliyetine (non-hydrostatic) sahip olması nedeniyle tercih edilmektedir. MM5, şu anda T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde günde 4 defa 00, 06, 12, 18 UTC'de, iki ayrı alanda iki farklı çözünürlükte eş-zamanlı olarak çalıştırılmaktadır. İç içe geçmiş bu alanların yatay çözünürlüğü birinci bölge için 21 km, Türkiye ve denizleri içinse 7 km'dir. Tahmin periyodu 48 saattir.

MM5 model sonuçları olarak şu anda yukarı seviyeler için tüm standart ve ara basınç seviyelerinde sıcaklık, rüzgâr, jeopotansiyel yükseklik, nem, düşey hız, akım çizgileri, diverjans ürünleri, yer seviyesi için ise denize indirilmiş basınç, 2 metre sıcaklığı, 10m rüzgâr, toplam yağış (istenilen aralıklarda), kar karışım oranı, yağışa geçebilir su miktarı, konvektivite, eğilim değerleri üretilmektedir [24]. Şekil 3.3'te MM5 modelin Türkiye için çalıştırıldığı alanın 3 boyutlu resmi görülmektedir.



Şekil 3.3. Üç boyutlu MM5'in Türkiye domain görüntüsü [27].

### 3.3.1.2. ALADIN Model

ALADIN [28] sınırlı alan modeli çalışmaları, ilk olarak Kasım 1990 yılında MeteoFrance'nin ARPEGE küresel modelinin sınırlı alan için geliştirilen versiyonunu Bulgaristan, Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Polonya, Romanya ve Slovakya ile birlikte araştırma ve geliştirmeye açmasıyla başlamıştır. Bundan sonraki süreçte Cezayir, Belçika, Fas, Tunus, Portekiz, Avusturya, Hırvatistan, Slovenya ve en son olarak Türkiye bu gruba katılmıştır.

ALADIN aslında, AROME, ALARO ve ALADIN modelleri ile bu modellerin başlangıç ve sonuç verilerini işlemek için gerekli araçları da içeren komple bir sistemdir. Bu araçlar arasında veri asimilasyonu, ODB (Observational Database), FAtoGRIB, klimatolojik verilerin hazırlanması ve diagnostik parametrelerin üretilmesi de yer almaktadır.

AROME ve ALARO ise ALADIN'in nonhidrostatik versiyonları olup yatay çözünürlükleri sırasıyla 2.5 km ve 57 km.'dir. Bu modellerin başlangıç ve sınır koşulları ARPEGE küresel modelinden elde edilmektedir. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü halen ALADIN modeli operasyonel olarak çalıştırılmakta olup daha sonraki süreçte ALARO ve AROME modelleri de operasyonel olarak kullanılması planlanmaktadır.

ALADIN yaklaşık olarak 10 km yatay çözünürlükte kartezyen gridlerde sınırlı bir alanda çalışan biperiyodik ve hidrostatik hava tahmin modelidir [24].

ALADIN'in ECMWF GRIB formatıyla benzerlik gösteren "FA" formatında girdi ve çıktı dosyaları vardır. Bunlar üzerinde metview benzeri grib encode/decode eden programları kullanabilmek için FA dosyalarını GRIB formatına çevirmek gerekmektedir.

### **3.3.2. Orta Vadeli Hava Tahminine Yönelik Modeller**

Orta vadeli hava tahminine yönelik kullanılan modeller aşağıdaki gibidir.

- ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) Deterministik Model [29] ,
- Meteogramlar,
- EPS (Ensemble Prediction System) Modeli,
- ECMWF'nin Operasyonel Demet Yöntemi (Clustering),
- Grup Ortalaması ve Farklar,
- Tüp Yöntemi,
- EPS Olasılık Haritaları,
- EPS Meteogramlar,
- Plume Diyagramları,
- Şiddetli Hava Olaylarına İlişkin Tahminler (Extreme Forecast Index - EFI),
- Uzun Vadeli Hava Tahminine Yönelik Kullanılan Modeller (Mevsimsel Tahmin Modeli).

#### **3.3.2.1. ECMWF Deterministik Model**

Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 17 Avrupa ülkesi tarafından 11 Kasım 1973'te kurulmuştur. Yapılan araştırma ve çalışmalar sonucu ECMWF Deterministik Modeli ortaya çıkarılmıştır ve 1 Ağustos 1979 tarihinden itibaren de operasyonel hale getirilmiştir. Halen Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından en çok kullanılan bu model 0.25x0.25 (Yaklaşık 27 km.)

çözünürlükte olup global olarak çalışan ve 10 günlük tahminler üreten bir modeldir. Yer seviyesinden itibaren 1000, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150 ve 100 hPa seviyelerine ait bilgiler ilk 3 güne kadar üçer saat aralıklarla, 3 günden 10 güne kadar ise 6'şar saat aralıklarla yapılan tahminler T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne gelmektedir.

Modelin ürettiği parametrelerden T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından alınanları şunlardır:

- Jeopotansiyel yükseklik (Z)
- Seviye sıcaklıkları (T)
- 2 metre yer sıcaklığı (2T)
- 10 metre yer rüzgârı (10U,10V)
- Seviye rüzgârları (U,V)
- Diverjans (D)
- Vortisiti (VO)
- Düşey hız (W)
- Bağıl Nem (R)
- Denize seviyesine indirilmiş basınç (MSLP)
- Toplam yağış (TP)
- Kümülatif yağış (CP)
- Büyük ölçekli yağış (LSP)
- Kar yoğunluğu (SF)
- Kar derinliği (SD)
- Toplam bulut miktarı (TCC)
- 2 metre işba sıcaklığı (2D)
- Maksimum sıcaklık (MX2T)
- Minimum sıcaklık (MN2T)
- Cape (CAPE)
- PV=2 yüzeyinin jeopotansiyel yüksekliği

Model sonuçları GRIB formatında, ECMWF'te depolanmaktadır [29].

## BÖLÜM 4

### ENTERPOLASYON VE VERİFİKASYON YÖNTEMLERİ

Bu tez çalışmasında verifikasyon işlemini gerçekleştirebilmek için iklim istasyonlarından elde edilen gözlemlerle model sonuçlarının karşılaştırılması gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle modelin istasyon noktalarına meteorolojik literatürde “grid to station (tahmin değerlerini istasyonlara taşıma)” tekniği olarak adlandırılan teknik kullanılarak kesiksiz veri (Jeopotensiyel yükseklik, Seviye sıcaklıkları, 2 metre yer sıcaklığı, Düşey hız, Bağıl nem, Denize indirilmiş basınç, Maksimum sıcaklık, Minimum sıcaklık) ve sınıflandırılmış veri (Toplam bulut miktarı, Kümülatif yağış, Toplam yağış) parametre değerlerine enterpolasyon yapılmıştır.

#### 4.1. ENTERPOLASYON YÖNTEMLERİ

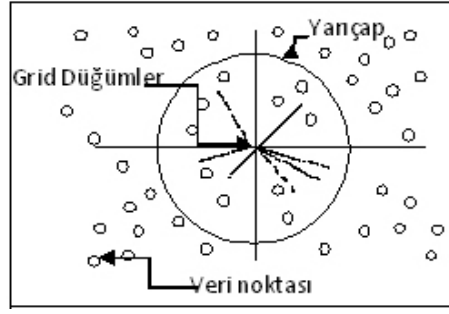
Enterpolasyon; referans noktalarındaki ölçme değerlerinden, ölçülmeyen noktalardaki ölçü büyüklüklerinin kestirimidir [23].

Aşağıda tez çalışması için incelenen enterpolasyon yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon ve doğal komşuluk enterpolasyon yöntemleri kullanılmıştır.

##### 4.1.1. Mesafenin Tersine Göre Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi

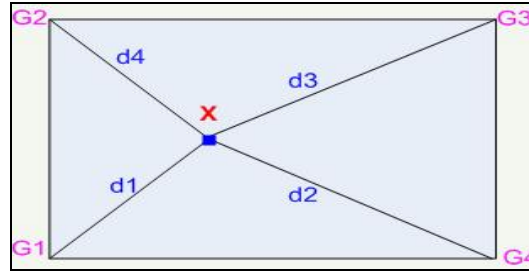
Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yönteminin oldukça hızlı ve nispeten basit bir matematiksel algoritması vardır. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi kullanıcının belirlediği arama yarıçapı içerisinde veri noktaları etrafında her bir grid noktası için bir değer hesaplar [30].





Şekil 4.1. Her grid düğüm etrafında seçilen veri noktalarından hesaplamada kullanılmak üzere bir yarıçap üretilir [30].

Kuvvet parametreleri, bir grid köşesinden uzaklık artarken ağırlık etkisinin nasıl azaldığını gösterir. Küçük bir kuvvet için ağırlıklar, referans noktaları arasında daha düzgün bir şekilde dağılır, daha büyük bir kuvvet için yakın referans noktaları ortalama ağırlığın daha büyük bir kesri olarak verilir. Belirli bir grid köşesi hesaplandığı zaman, bir referans noktasına verilen ağırlık, grid köşesinden gözlemlenen belirtilmiş kuvvete olan mesafenin tersiyle orantılıdır. Bir grid köşesi hesaplandığında, hesaplanan ağırlıklar kesirlidir ve toplamları 1'e eşittir. Eşitlik 4.1 ve 4.2'de fonksiyonun eşitlikleri verilmiştir. Şekil 4.2'de 4 grid değerinin tek bir noktaya enterpolasyonu gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Dört grid değerinin bir noktaya enterpolasyonu [31].

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n P_i G_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (4.1)$$

$X$  = Enterpolasyon yapılan noktanın değeri

$G_i$  =  $i$ 'inci referans noktasının değeri

$P_i$  =  $i$ 'inci referans noktasının ağırlığı

$$P_i = \frac{1}{d_i^n} \quad (4.2)$$

$d_i$  = referans noktası ile enterpolasyon yapılacak nokta arasında ki mesafedir.

$n$  = mesafenin kuvveti. 1, 2, 3 veya 4 olabilir. Genel olarak 2 seçilmektedir.

Mesafenin az olduğu "cone-like" durumlarında ise 1 olarak seçilir.

#### 4.1.2. Doğal Komşuluk Enterpolasyon Metodu

Doğal komşuluk enterpolasyon algoritması komşu noktaların ağırlıklı ortalamasını kullanır. Bu enterpolasyon yöntemindeki temel denklem Eşitlik 4.3'te gösterilmiştir.

$$G(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i f(x_i, y_i) \quad (4.3)$$

$G(x, y)$ ;  $(x, y)$  'deki tahmini doğal komşu nokta,

$n$  ; enterpolasyon için kullanılan en yakın komşu noktaların sayısı,

$f(x_i, y_i)$ ;  $(x_i, y_i)$  'de ölçülen değer,

$w_i$  ;  $f(x_i, y_i)$  ile ilişkili ağırlıktır.

#### 4.1.3. Kriging Enterpolasyon Metodu

Kriging, birçok alanda yaygın ve yararlı olduğu kanıtlanmış geoistatistiksel bir gridleme metodudur. Bu metod düzensiz arazi dayanak noktalarından görsel yüzey çizimi ve uygun eş yükseklik eğrileri oluşturur. Kriging çok esnek bir gridleme metodudur [32]. Kriging enterpolasyon metodunda kullanılan temel denklem Eşitlik 4.4.'te gösterildiği gibidir.

$$N_p = \sum_{i=1}^n P_i N_i \quad (4.4)$$

$n$  ; Model oluşturan nokta sayısı,

$N_i$ ;  $N_p$  'nin hesabında kullanılan noktaların değerleri

$N_p$ : Aranılan noktanın değeri

$P_i$ ;  $N$  'in hesabında kullanılan her  $N_i$  değerine karşılık ağırlık değerleridir.

#### 4.1.4. Ağırlıklı Ortalama Enterpolasyon Metodu

Bu yöntemde enterpolasyon noktasının yüksekliği, çevresinde bulunan dayanak noktalarının yüksekliklerinden ağırlıklı olarak hesaplanır. Her bir dayanak noktasının yüksekliğine verilecek olan ağırlık değeri o noktanın enterpolasyon noktasına olan uzaklığın bir fonksiyonudur. Bir enterpolasyon noktasının yüksekliği,

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^m P_i Z_i}{\sum_{i=1}^m P_i} \quad (4.5)$$

eşitliği ile bulunur. Ağırlık fonksiyonu olarak,  $(x_i, y_i)$  herhangi bir dayanak noktasının,  $(x_0, y_0)$  yüksekliği belirlenecek enterpolasyon noktasının koordinatları olduğuna göre;

$$p_i = [(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2]^{-k} = (s_i^2)^{-k}, \quad i = 1, 2, m \quad 2k = 1, 2, 3 \quad (4.6)$$

eşitliği kullanılabilmesi gibi, 1

$$p_i = e^{-\frac{s_i^2}{k}}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad k = 3, 4, 5 \quad (4.7)$$

şeklindeki Gauss fonksiyonu da kullanılabilir [32].

## 4.2. VERİFİKASYON YÖNTEMLERİ

Verifikasyon, yapılan tahminlerin gözlemlerle kıyaslanmak suretiyle doğruluk oranlarının tespitidir. Model sonuçlarının bölgeyi temsil edebilirliği diğer bir deyişle model doğrulaması için verifikasyon yapılır.

Verifikasyon değerlendirmeleri aşağıdaki gibi iki kategoride toplanabilir.

#### 4.2.1. Subjektif Verifikasyon

Yapılan tahminlerle gerçekleşen değerler rakamsal değerleri göze alınmaksızın sadece grafik olarak kıyaslanmasıdır.

#### 4.2.2. Objektif Verifikasyon

Tespit edilen herhangi bir parametre için, yapılan tahminlerle gözlem değerleri kıyaslayarak verifikasyon değerlerinin rakamsal olarak ifade edilmesidir. Tabii ki burada haritadaki tüm noktaların fark değerleri bulunabilir. Ancak belirli bir düzlemdeki fark değerleri tek başlarına çok fazla bir anlam ifade etmeyebilir. Bunun için objektif verifikasyon hesaplamalarında, sabit bir noktada aynı parametre için fark değerlerinin zamanla nasıl değişerek devam ettiğini görmek, o nokta için yapılan tahminlerin doğruluğunun tespitinde daha büyük bir rol oynar. Bunun için de objektif verifikasyonlarda genel bir alandan ziyade bir noktada verifikasyonların zamanla değişimleri göz önüne alınır.

Bu tez çalışmasında sınıflandırılmış veri (Bulut kapallığı-TCC, Toplam yağış- TP gibi) ve kesiksiz veri (Minimum 2 metre sıcaklık-MN2T, 2 metre sıcaklık-T2, Maksimum 2 metre sıcaklık-MX2T, Yükseklik-Z, Nisbi nem-RH, Deniz seviyesine indirilmiş basınç-MSLP gibi) parametre değerleri için farklı verifikasyon yöntemleri uygulanmıştır.

##### 4.2.2.1. Kesiksiz Veri Verifikasyon Yöntemleri

###### Ortalama Standart Hata (ME)

Belirlenen periyotta tahminlerle gözlemler arasındaki farkların toplamının ortalamasıdır.

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^N f_i - o_i}{N} \quad (4.8)$$

### Ortalama Mutlak Hata (MAE)

Belirlenen periyotta tahminlerle gözlemler arasındaki farkların mutlak değerlerinin toplamının ortalamasıdır.

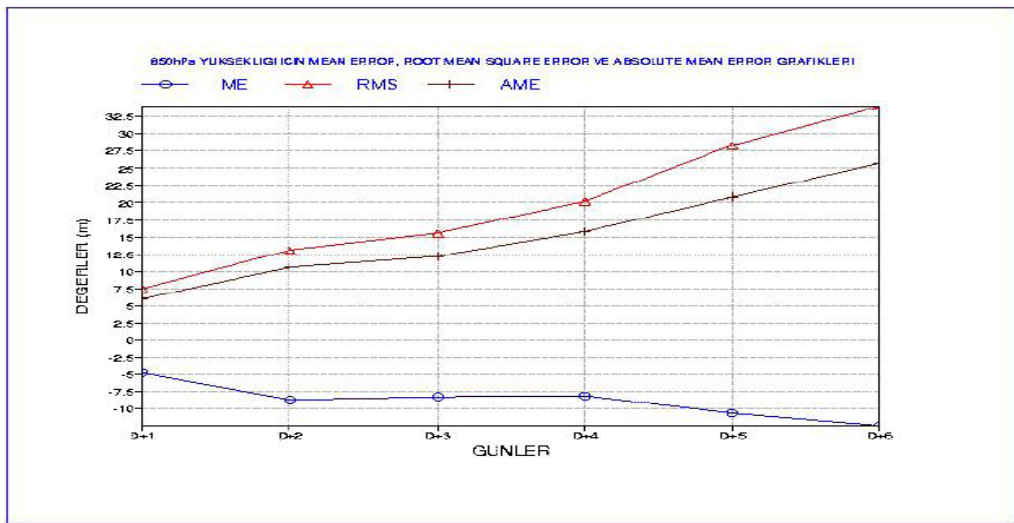
$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^N |(f_i - o_i)|}{N} \quad (4.9)$$

### Kök Hata Kareler Ortalaması (RMSE)

Belirlenen periyotta tahminlerle gözlemler arasındaki farkların karelerinin toplamının kareköküdür.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f_i - o_i)^2}{N}} \quad (4.10)$$

Şekil 4.3'te grafikte Ankara'nın 850 hPa yüksekliğinin verifikasyonunun 6 günlük ME, MAE ve RMSE değerleri görülmektedir. Bu değerlerin sıfıra yakınlığı ve uzaklığı o istasyon için model tahminlerinin doğruluğu ve hata oranı hakkında bilgi verir.



Şekil 4.3. Ankara için 850 hPa Yükseklik ME, MAE, RMSE değişim grafiği [24].

#### 4.2.2.2. Sınıflandırılmış Verilere Uygulanan Verifikasyon Yöntemleri

##### Kategorik Olaylar İkili Tahminler

Kategorik istatistiklere, gerçekleşecek ya da gerçekleşmeyecek olan ikili durumları değerlendirmek için ihtiyaç vardır. Tipik ikili tahminler yağmur, kar, güçlü rüzgar, donma ve sis gibi kötü hava durumlarına karşı uyarılar içindir.

İkili tahmin yapabilmek için ilk önce, ilgili gözlem ile “var” ve “yok” tahminlerinin frekansını gösteren 2\*2 beklenmedik olay tablosu oluşturulur. Daha sonra gözlem ve tahmin değerlerinin var veya yok olma durumları karşılaştırılarak tablo doldurulur.

Çizelge 4.1. Beklenmedik olaylar tablosu

Tahmin	Gözlem		
	Var	Yok	Marjinal Toplam
Var	İsabetli	Yanlış alarm	Tahmin sıklığı var
Yok	Eksik	Doğrulanmamış	Tahmin sıklığı yok
Marjinal Toplam	Doğru gözlem	Yanlış gözlem	Toplam sonucu

→

Tahmin	Gözlem		
	Var	Yok	Marjinal Toplam
Var	a	b	a + b
Yok	c	d	c + d
Marjinal Toplam	a + c	b + d	a + b + c + d = n

Tahmin doğru olarak yapıldığında iki durum vardır, ya “isabetli” tahmin yapılmıştır ya da “doğrulanmamış” tahmin vardır. Tahmin yanlış yapıldığında da yine iki durum vardır, ya “yanlış alarm” verilmiştir ya da “eksik” tahmin yapılmıştır. Tahmin ve gözlem verilerinin yapılma sıklığı sırasıyla marjinal dağılımlarının toplamı, beklenmedik olay tablosunun en alt sağ sütunda gösterilen toplamdır.

Görünüşte basit olan ikili durumların tanımı ve 2\*2 beklenmedik olay tablosu, oldukça şaşırtıcı karmaşıklıklar gizlemektedir. Bu karmaşık sorunu çözmek için onlarca ölçüm vardır ve bu tez çalışmasında onların bazılarını ait özellikler üzerinde durulmaktadır. Hepsisi değilse de büyük kısmı uzunca bir geçmişe sahiptir, ama hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Yalnız bir ölçüm değeri verifikasyonu hiçbir zaman tek başına yeterli değildir.

Tez çalışmasında Bulut kapallılığı (TCC), Kümülatif yağış (CP) ve Toplam yağış (TP) gibi tahmin ve gözlem parametre verilerine aşağıdaki yöntemler uygulanmıştır. Eşik (Bias-B) ikili tahminlerin farkı, tahminlerin frekansını gözlemlerin (doğru gözlem) frekansı ile karşılaştırmak ve oransal olarak temsilidir:

$$B = (a + b)/(a + c) \quad (4.11)$$

Aynı zamanda B, fark frekans indeksi (Frequency Bias Index) olarak bilinmektedir.

En basit ve sezgisel performans ölçümü, kategorik tahmin sisteminin doğruluğu hakkında bilgi sağlayan Oran Doğrulamasıdır (Proportion Correct - PC).

$$PC = (a + d)/n \quad (4.12)$$

Tahmini doğrulanan gözlemin oranı, varsayılan sıra dışı olayın incelenmesi ölçümüne Belirleme Olasılığı (Probability Of Detection) denmektedir.

$$POD = a/(a + c) \quad (4.13)$$

POD değeri 0'dan 1'e değişmektedir ve en iyi değer 1 olmaktadır. Bu aynı zamanda isabet oranı (Hit Rate-H) olarak adlandırılır ve PC ile karıştırılmamalıdır. Beklenmedik olay tablosundaki "isabetliler" değeri maksimize edilirken, "yanlış alarm" değerinin minimize edilmesi istenir. Bunun için POD değerinin yanlış alarm oranı (False Alarm Ratio - FAR) ile birlikte incelenmesi önerilmektedir.

$$FAR = b/(a + b) \quad (4.14)$$

FAR'ın birden sıfıra mükemmel skoru 0'dır. POD'un tersine FAR yanlış alarmlara duyarlıdır ama eksiklere tepki vermez. POD gibi yapay olarak geliştirilebilir ama şimdi yanlış alarmları azaltmak için aşırı hayır tahminleri üretilmelidir. Çünkü POD'un yükseltilmesi FAR'ın yükseltilmesiyle, FAR'ın düşürülmesi POD'un düşürülmesiyle başarılıdır. POD ve FAR birlikte incelenmelidir. FAR gibi birden sıfıra mükemmel skoru 0 olan negatif eğilimli ölçüm değeri F (POFD-Probability Of False Detection, POFD) şöyle hesaplanmaktadır:

$$F = b/(b + d) \quad (4.15)$$

Bir verifikasyon sistemi POD ve F hesaplamasını kapsıyorsa, Hanssen-Kuipers Beceri Puanı (Hanssen-Kuipers Skill Score-KSS) değeri hesaplanabilir.

$$KSS = POD - F \quad (4.16)$$

Nadir olaylar için, beklenmedik durum tablosunda doğrulanmamış hücrelerin (d) frekansı, diğer hücreler ile karşılaştırıldığında tipik olarak çok yüksektir ve çok düşük yanlış alarm oranı (FAR) nedeniyle sonuç olarak KSS POD'a yakındır.

Nadir olaylar için yaygınca kullanılan performans ölçümü, Tehdit Puanı (Threat Score-TS)'dir ve şöyle hesaplanır:

$$TS = a/(a + b + c) \quad (4.17)$$

TS'nin sıfırdan bire mükemmel skoru 1, geçersiz tahmin değeri sıfırdır. TS beklenmedik olay tablosundaki "isabetlilere" duyarlıdır, "yanlış alarmlar" ile "eksikleri" de hesaba katar ve dikkate alınan uygun (basit) "yok" tahminlerinin çıkartılmasından sonra tahmin olayı olduğu için bir ölçüm olarak görülebilir. TS olayların (nadir olaylar için yoksul skor üretimi) klimasal frekansına duyarlıdır, çünkü bazı isabetliler rastgele olasılıkla meydana gelebilir. Bu etkinin üstesinden gelmek için, rastgele olasılıkla birleştirilen birçok isabetli benzer puanlardan Gilbert's Skill Puan (Gilbert's Skill Score-GSS) olarak bilinen Equitable Threat Score (ETS) ile ayarlanır ve şu şekilde tanımlanır:

$$ETS = (a - ar)/(a + b + c - ar) \quad ar = (a + b)(a + c)/n \quad (4.18)$$

Çizelge 4.2'de Toplam Yağış (TP) parametresi için grid to station tekniği kullanarak enterpole edilmiş ECMWF model verileri ile gözlem verilerinin karşılaştırıldığı Adana ilinin örnek yağış verifikasyonu beklenmedik durum tablosu görülmektedir.



Çizelge 4.2. Adana iline ait günlük beklenmedik olay tablosu.

<b>Tahmin</b>	<b>Gözlem</b>		
	<b>Var</b>	<b>Yok</b>	<b>Marjinal Toplam</b>
<b>Var</b>	48	106	154
<b>Yok</b>	3	161	164
<b>Marjinal Toplam</b>	51	267	318 = n

Çizelge 4.2 model ve gözlemlerin istenen tarih aralığındaki seçilen parametrenin (TCC, CP, TP) var ya da yok olma durumlarının sayısına göre oluşturulmuştur. Bu sonuçlara göre elde edilen istatistik değerler aşağıdaki gibidir.

$$B = (a + b)/(a + c) = 3.02$$

$$PC = (a + d)/n = 0.66$$

$$POD = a/(a + c) = 0.94$$

$$FAR = b/(a + b) = 0.69$$

$$F = b/(b + d) = 0.4$$

$$KSS = POD - F = 0.54$$

$$TS = a/(a + b + c) = 0.15$$

$$ETS = (a - ar)/(a + b + c - ar) = 0.08$$

## BÖLÜM 5

### VERİFİKASYON SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI VE UYGULANMASI

Bu tez çalışmasında, uzman sistemler, sayısal hava tahmin modelleri, enterpolasyon ve verifikasyon yöntemlerinin incelenmesinden sonra sistemin mimarisi tasarlanmıştır.

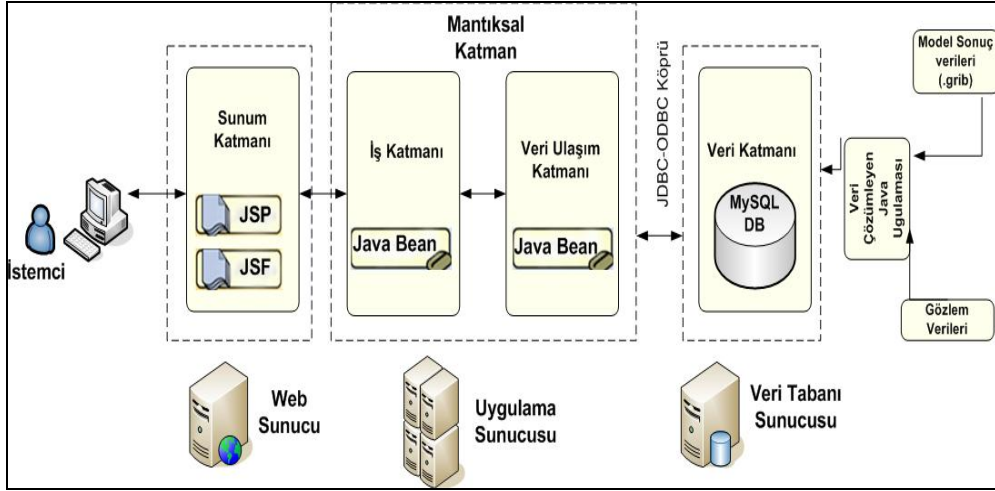
Bu tez çalışmasının amacı, MM5 model, ALADIN model ve ECMWF'in geliştirdiği modelin yer ve daha yüksek düzey basınçtaki tahmin verileri ile istasyonlarından elde edilen gözlem verileri kullanılarak verifikasyon işleminin gerçekleştirilmesidir. Hazırlanan web tabanlı uzman sistem; meteorolojist, iklim bilimci ve iklim modeli ile ilgilenen uzman kişilerin kesiksiz veri verifikasyon yöntemi ve sınıflandırılmış verilere uygulanan verifikasyon yöntemleri kullanarak verifikasyon işlemini kolayca yapmasını, model sonuçları hakkında kolayca yorum yapabilmesini sağlamaktadır.

Java programlama dili kullanılarak hazırlanmış uygulama ile tahmin verileri çözümlenmiştir. Daha sonra bu veriler MySQL veri tabanına aktarılmıştır. Model sonuçları mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon metodu ve doğal komşuluk enterpolasyon metodu kullanılarak istasyonlara taşınmıştır. Meteorolojik terim olarak bu işlem “grid to station” olarak anılmaktadır. Java Server Pages ve Java Server Faces olarak hazırlanan web sayfalarından, kullanıcının istediği sorgulara göre model ve gözlem verileri için objektif ve subjektif verifikasyon yapılmıştır. Web sayfalarında AJAX teknolojisinden faydalanılmıştır. Objektif verifikasyon yapılırken ortalama standart hata, ortalama mutlak hata ve kök hata kareler ortalaması ve sınıflandırılmış verilere uygulanmış verifikasyon değerleri hesaplanmıştır. Verifikasyon sonuçları tablo ve. png uzantılı resim olarak görüntülenmiştir.

Sistem openSUSE 11.3 [36] işletim sistemi üstünde NetBeans 6.7.1 [37] kod geliştirme ortamında hazırlanmıştır.

## 5.1. SİSTEM MİMARİSİ

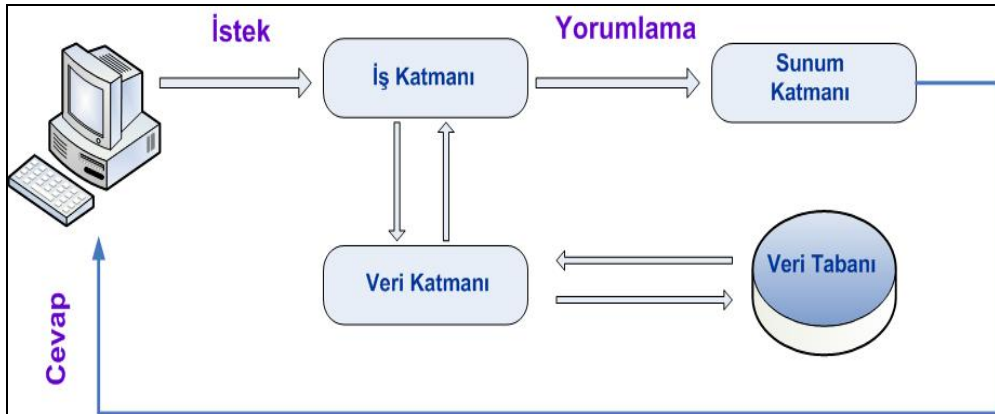
Tasarlanan sistemin mimari şekli Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Sistemin mimarisi.

Hazırlanan web tabanlı uzman sistem üç katmanlı mimariyi desteklemektedir. Bir üç katmanlı uygulama, her biri bir ağı farklı bir yerine dağılmış, 3 ana parçadan oluşur. Bu parçalar:

- İş istasyonu veya sunum arayüzü
- İş mantığı
- Veritabanı ve veritabanı yönetimi ile ilgili program



Şekil 5.2. Üç katmanlı mimari şeması [34].

Tipik bir üç katmanlı uygulamada, uygulama kullanıcısının iş istasyonu; kullanıcıya arayüz sağlayan (GUI) programı, uygulamaya özel giriş formlarını ve etkileşimli pencereleri içerir.

İş mantığı, bir yerel alan ağ sunucusu veya başka bir paylaşımlı bilgisayarda bulundurulur. İş mantığı, iş istasyonlarından gelen kullanıcı isteklerine sunucu olarak karşılık verir. Üçüncü katman, veritabanını ve bu veritabanına okuma ve yazma erişimini yöneten programı içerir. Üç katmanlı mimariye sahip bir uygulama istemci-sunucu modelini kullanır. Her üç katman, farklı programlama dilleri ile çalışan farklı takımlar tarafından paralel olarak geliştirilebilir. Bir katmanın programı, diğer katmanlar etkilenmeden değiştirilebilir veya taşınabilir. Böylece, bir kuruluş için yeni ihtiyaçlar doğduğunda değişiklik yapmak kolay olur. Var olan uygulamaların tamamı veya bazı kritik kısımları geçici veya sürekli olarak saklanabilir ve eklenen yeni bir katmanın içine katılabilir [34].

## **5.2. SAYISAL HAVA TAHMİN MODEL VERİLERİNİN ÇÖZÜMLENMESİ**

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden GRIB Versiyon 1 formatta MM5 model, ALADIN model ve ECMWF'in geliştirdiği modeli sonuç verileri temin edilmiştir. Bu verilerin çözümlenmesi için öncelikle GRIB verisinin özellikleri incelenmiştir.

GRIB, iklim modeli sonuç verilerinin değiştirilip işlenebilmesi için oluşturulan için ikili kodlanmış dosya format türüdür. GRIB verisi, içinde bulunan octet yapılarına göre çözümlenir. GRIB verisini oluşturan octet yapısı "A Guide to WMO GRIB [38]" de ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

GRIB verinin yapısı ve oluşturulması kavrandıktan sonra verifikasyon yapılacak parametre sembollerinin, birimlerinin, sıra numaralarının ve parametre isim kısaltmalarının bulunduğu parametre kod tablosu [38] incelenmiştir ve GRIB verisi içerisinde tez çalışmasında kullanılmak üzere seçilen parametreler Çizelge 5.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1. Seçilen verifikasyon parametreleri.

<b>Sıra No</b>	<b>Parametre Adı</b>	<b>Kullanılan Sembol</b>
129	Jeopotansiyel yükseklik	Z
130	Seviye sıcaklıkları	T
167	2 metre yer sıcaklığı	T2
131,132	Seviye rüzgârı	U, V
157	Bağıl Nem	RH
151	Deniz seviyesine indirilmiş basınç	MSLP
143	Kümülatif yağış	CP
164	Toplam bulut miktarı	TCC
201	Maksimum sıcaklık	MX2T
202	Minimum sıcaklık	MN2T
228	Toplam yağış	TP
010	Düşey hız	WS

GRIB verisinin çözümlenmesi ve veritabanına kaydedilmesi işleminde yukarıda seçilen parametrelerin kısaltma ve GRIB veri içerisindeki sıra numaralarından faydalanılmıştır.

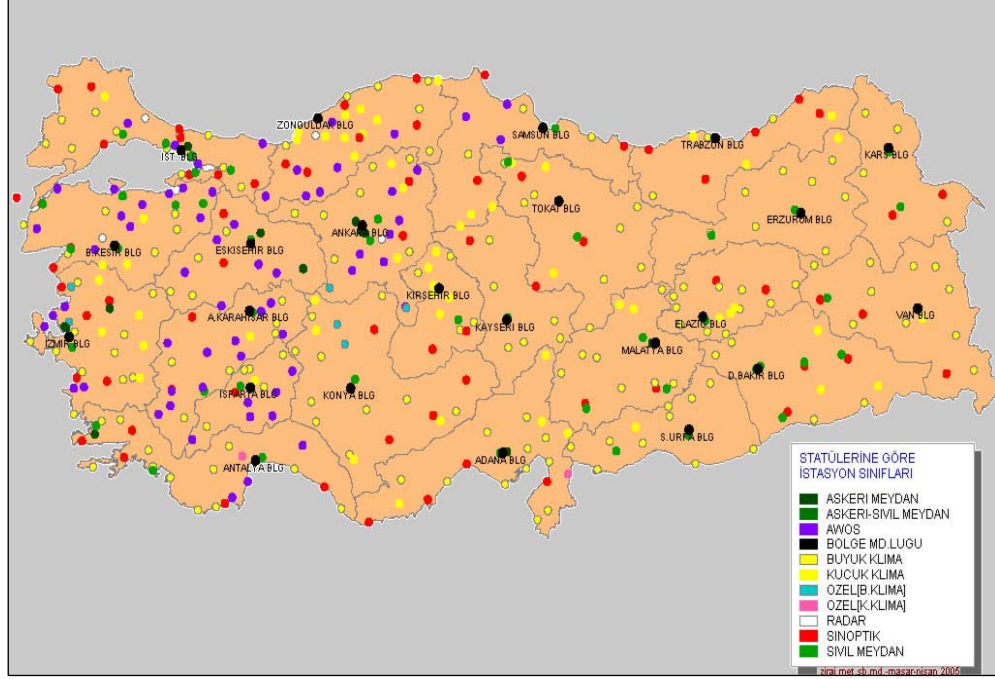
### 5.3. ÇALIŞMADA KULLANILAN GÖZLEM VERİLERİ

Çizelge 5.2’de veritabanına kayıt edilen örnek gözlem istasyonlarına ait bilgiler bulunmaktadır.

Çizelge 5.2. Gözlem istasyonlarına ait bilgiler.

İstasyon No	İstasyon Adı	Ülke	Bölge	Şehir	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam	İst.Çeşit
17351	Adana Bölge Md.	Türkiye	Adana Bölge Md.	Adana	27	37,03	35,21	Bölge Md.
17837	Kayseri Bölge Md.	Türkiye	Tomarza Met.İst. Md.	Tomarza	1397	38,27	35,48	Büyük Klima
17234	İzmir Bölge Md.	Türkiye	İzmir Bölge Md	İzmir	90.7	27,50	37,50	Sinoptik
17265	Adıyaman Met.İst.M d.	Türkiye	Malatya Bölge Md.	Adıyaman	672	37,45	38,17	Sinoptik
17130	Ankara Bölge Md.	Türkiye	Ankara Bölge Md.	Ankara	890,52	39,58	32,51	Bölge Md.

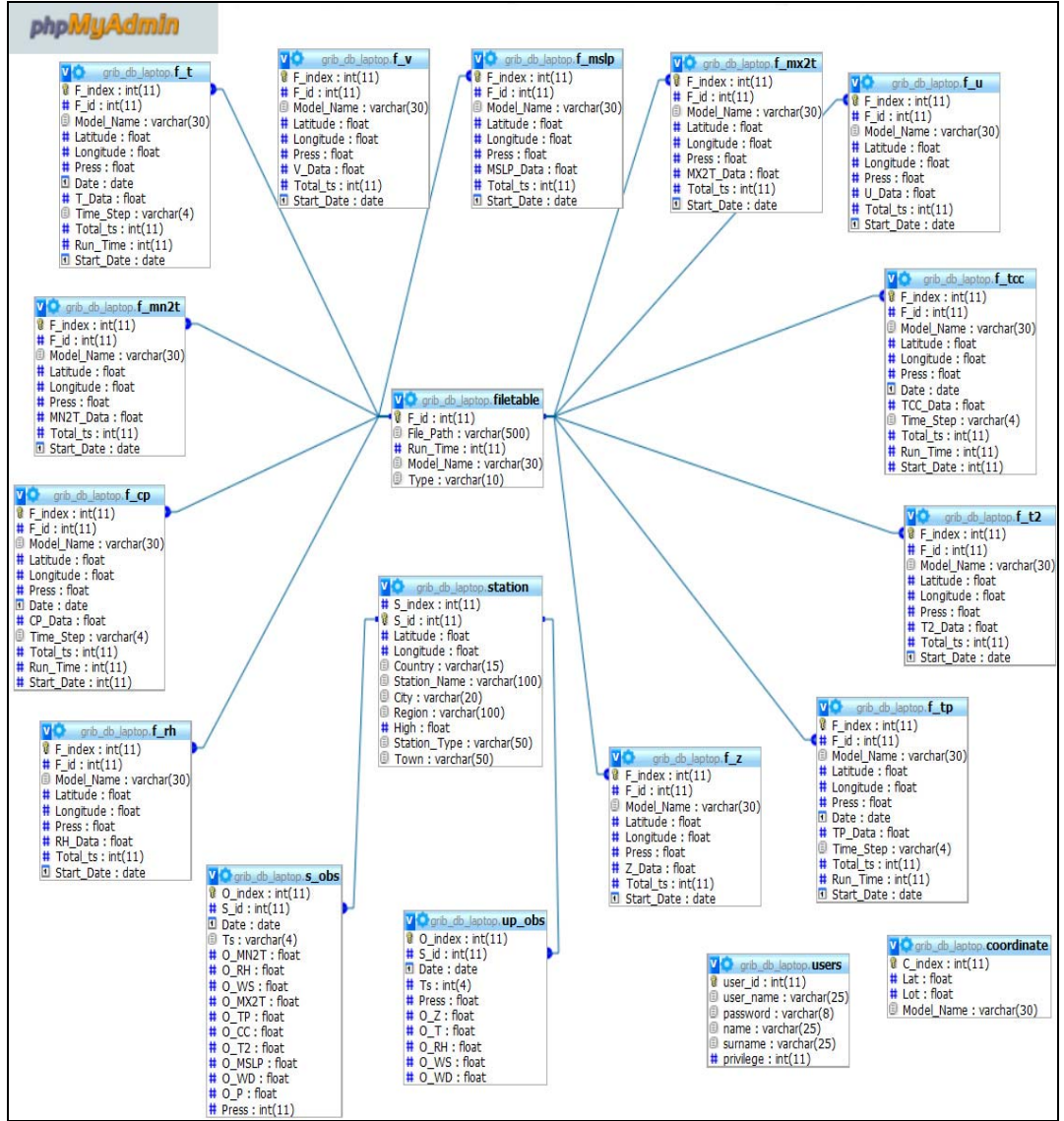
İklim modeli sonuçlarının doğrulaması için Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’ne ait meteorolojik gözlem istasyonlarının verileri kullanılmıştır. Şekil 5.3’te Türkiye genelinde dağılımı görülen 400’den fazla meteoroloji istasyonu bulunmaktadır.



Şekil 5.3. Türkiye’de bulunan başlıca gözlem istasyonları [23].

#### 5.4. MODEL VE İSTASYONEL VERİLERİN VERİ TABANINA KAYDI

Bu tez çalışmasında MySQL [39] veri tabanı kullanılmıştır. MySQL, altı milyondan fazla sistemde yüklü bulunan çoklu iş parçacıklı (multi-threaded), çok kullanıcı (multi-user), hızlı ve sağlam açık kaynak kodlu bir veritabanı yönetim sistemidir. UNIX, OS/2 ve Windows platformları için ücretsiz dağıtılmakla birlikte ticari lisans kullanmak isteyenler için de ücretli bir lisans seçeneği de mevcuttur. Linux altında daha yüksek performans sergilemektedir. Kaynak kodu açık olan MySQL’in pek çok platform için çalıştırılabilir ikilik kod halindeki indirilebilir sürümleri de mevcuttur. Ayrıca ODBC sürücülere de bulunduğu için birçok geliştirme platformunda rahatlıkla kullanılmaktadır.

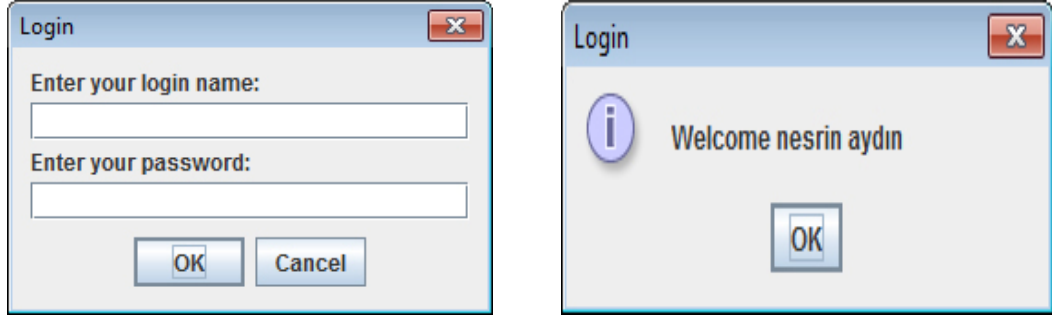


Şekil 5.4. GRIB veri tabanının tablo tasarımı.

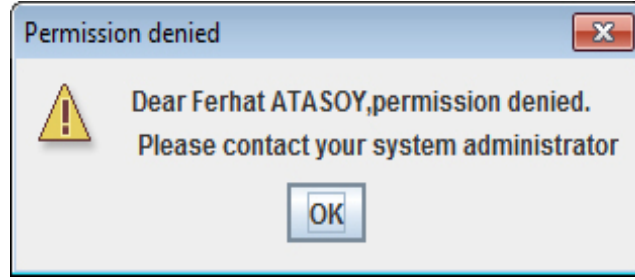
Şekil 5.4'te de görüldüğü gibi veri tabanında GRIB dosyası içinde bulunan parametrelerin değerleri, gözlem verileri ve istasyon bilgileri gibi tutulmaktadır. Gözlem ve tahmin verileri Java programlama dili ile oluşturulan “GRIB DATABASE APPLICATION” adlı uygulama ile veri tabanına yüklenmiştir.

Şekil 5.5'te de görüldüğü gibi “GRIB DATABASE APPLICATION” programına veri tabanına kayıt ekleme yetkisine sahip kullanıcı adı ve şifresi ile bağlanılmaktadır.



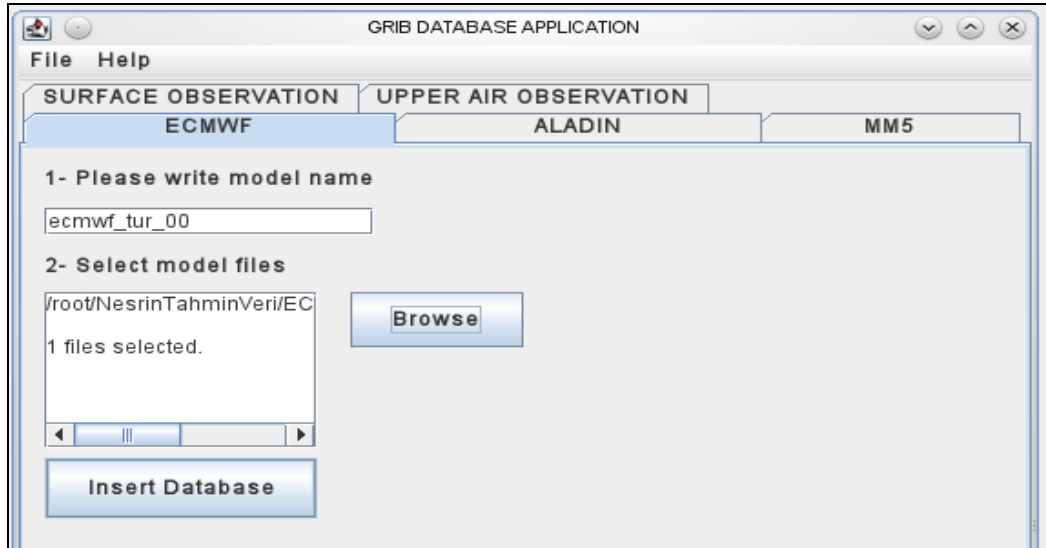


Şekil 5.5. Uygulama giriş ekranı.



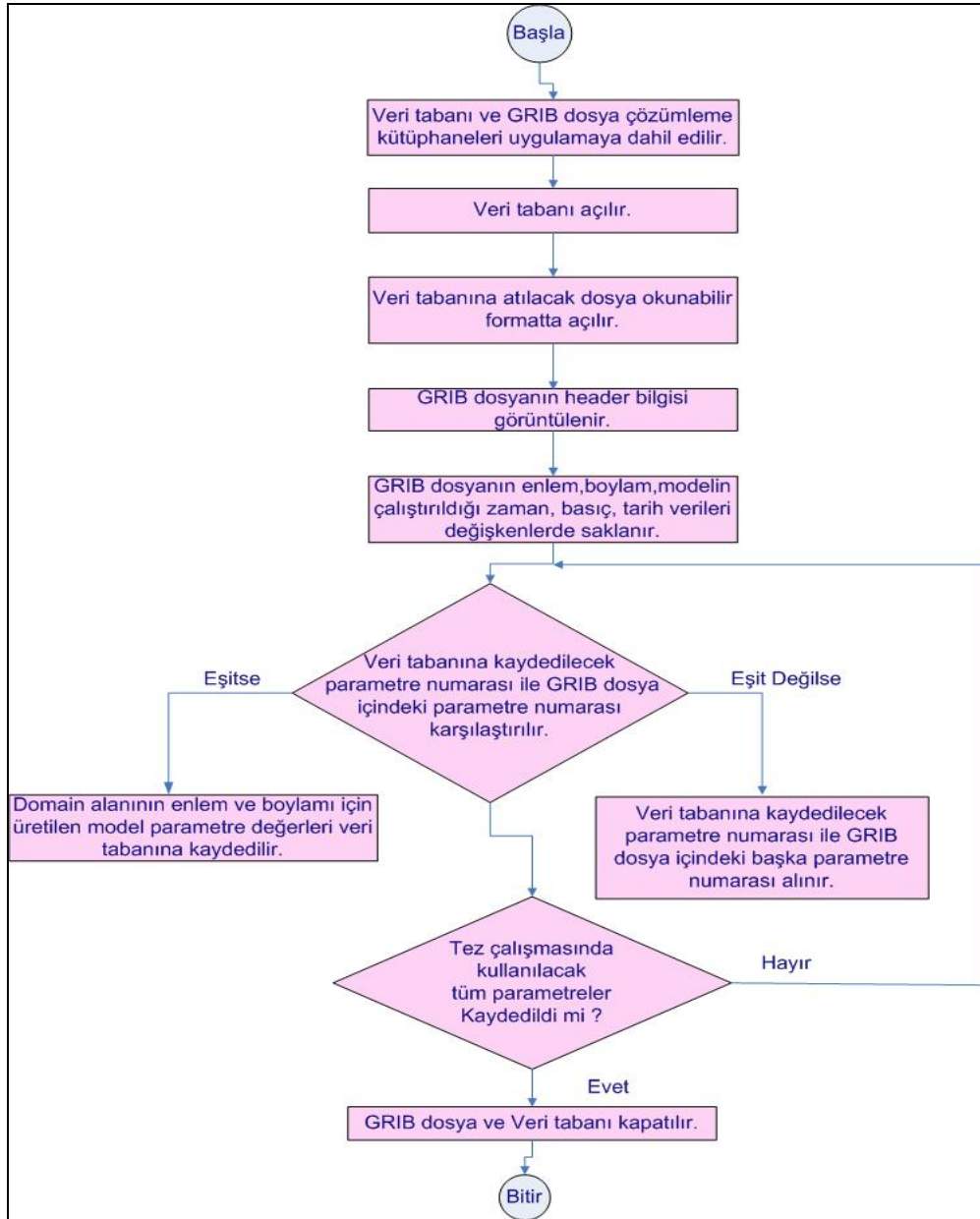
Şekil 5.6. Uygulama yetkisiz kullanıcı uyarı ekranı.

Uygulamaya giriş yapıldıktan sonra ECMWF, MM5 ve ALADIN model verileri ile yukarı seviye ve yer seviyesindeki gözlem verileri gözlem verileri yüklenebilmektedir.



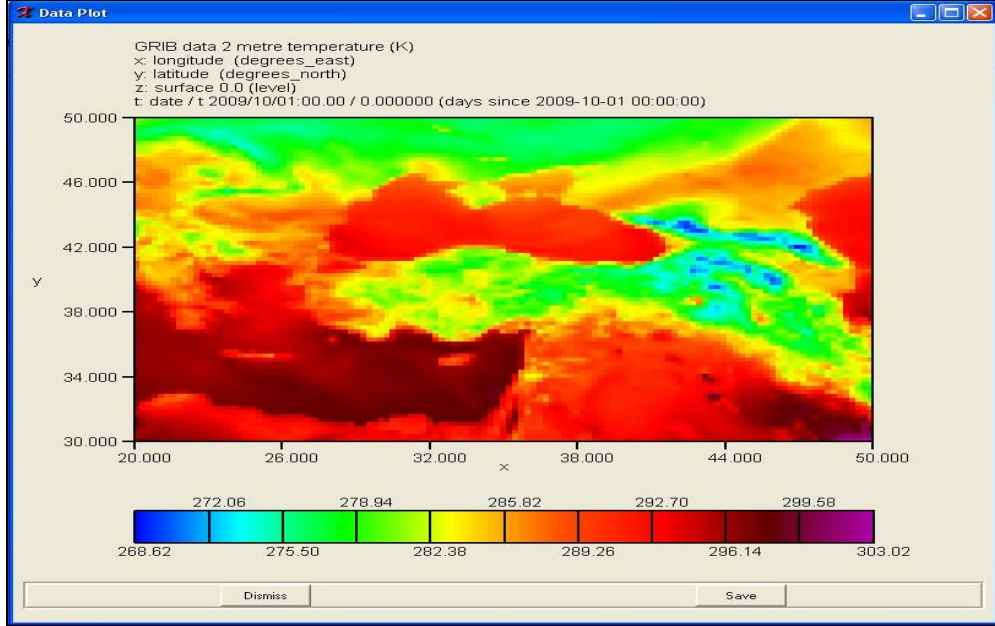
Şekil 5.7. ECMWF model veri yükleme ekranı.

Şekil 5.7’de görüldüğü gibi ECMWF model verisini veri tabanına yüklerken modelin, özelliklerine ait ismi (ecmwf\_tur\_00,ecmwf\_tur\_12) yazıldıktan sonra yüklenecek veri seçilerek “Insert Database” butonuna basılarak Şekil 5.4’te görülen tahmin tablolarına model verileri kayıt edilir. Bu işlem MM5 ve ALADIN verileri içinde aynıdır. Model verilerinin çözümlenmesine ilişkin akış diyagramını Şekil 5.8’de ki gibidir.



Şekil 5.8. GRIB dosyasının çözümlenmesi ve veri tabanına kayıt akış diyagramı.

Şekil 5.9’da 24° - 47° doğu boylamı ile 32.5° - 44.5° kuzey Türkiye domain alanı olan 2 metre sıcaklık parametresinin Xconv1.91 [41] programıyla görüntülenmiştir.



Şekil 5.9. GRIB dosyasının harita olarak Xconv1.91 programıyla görüntülenmesi.

Şekil 5.8’deki akış diyagramı mantığı kullanılarak GRIB dosyası çözümlenmiştir. Çözümleme işlemi için Unidata’nın hazırladığı “GRIB and Surface/Upperair Data Decoders [40]” kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

Gözlem verilerinin birimi Santigrat olduğu için model dosyası içinde bulunan MN2T, MX2T, T, T2 parametrelerin birimleri Kelvin’den Santigrat’a dönüştürülerek veri tabanına kaydedilmektedir. Ek Açıklamalar A’da seçilen seçilen parametrelerin çözümlenmesi ve veritabanına kayıt edilmesi görülmektedir.

Model verilerinin bulunduğu GRIB dosya içerisinde rüzgar hızı, gözlem verilerinin bulunduğu .txt, csv ve .xls dosyalarından farklı olarak tek sutunda hesaplanmış olarak bulunmamaktadır. Bu nedenle rüzgâr hızını (WS-010) hesaplamak için Çizelge 5.1.’de gösterilen seviye rüzgarı parametreleri U (131) ve V (132) parametreleri kullanılmaktadır.

$$WS = \sqrt{U^2 + V^2} \quad (5.1)$$

Rüzgâr hızı Eşitlik 5.1 kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu işlem verifikasyon parametrelerinin seçiminden sonra Şekil 5.1’de gösterilen sistemin mantıksal katmanında bulunan Java Bean dosyalar içerisinde Şekil 5.4’de gösterilen “f\_u” ve “f\_v” tablolarındaki verilere ulaşarak gerçekleştirilmektedir.

Model verilerinin kaydedilmesinden sonra yer ve yukarı seviye gözlem verileride Şekil 5.10 ve 5.11’deki uygulama arayüzü ile .txt,.csv,.xls formatındaki gözlem dosyaları, parametre tiplerine göre veri tabanındaki “S\_Obs” ve “Up\_Obs” tablolarına kayıt edilirler.

GRIB DATABASE APPLICATION

File Help

SURFACE OBSERVATION UPPER AIR OBSERVATION MM5

ECMWF ALADIN MM5

SURFACE OBSERVATION

15 1- Number of Parameters

/eri/bsen\_corrected\_surface\_data.csv 2- Browse

3- Start

1 Statio... 6 T2 11 WS

2 Year 7 MN2T 12 WD

3 Month 8 MX2T 13 TP

4 Day 9 MSLP 14 CP

5 Hour 10 RH 15 TCC

Şekil 5.10. Yer seviyesine ait gözlem verisinin veri tabanına kayıt edilmesi.

GRIB DATABASE APPLICATION

File Help

SURFACE OBSERVATION UPPER AIR OBSERVATION MM5

ECMWF ALADIN MM5

UPPER AIR OBSERVATION

8 1- Number of Parameters

2- Browse

3- Start

1 Statio... 6 Press 11 WD

2 Year 7 Z

3 Month 8 T

4 Day 9 RH

5 Hour 10 WS

Şekil 5.11. Yukarı seviyeye ait gözlem verisinin veri tabanına kayıt edilmesi.

Öncelikle veritabanına kaydedilecek verilerin sayısı belirlenir, çünkü her gözlem dosyasında verifikasyon için kullanılacak tüm parametreler (Sıcaklık-T, Yükseklik-Z) bulunmamaktadır. Daha sonra veritabanına kaydedilecek verinin bulunduğu dosya seçilir ve “Start” butonu ile kayıt başlatılır.

## **5.5. MODEL VE İSTASYONEL VERİLER ÜZERİNDE ANALİZ**

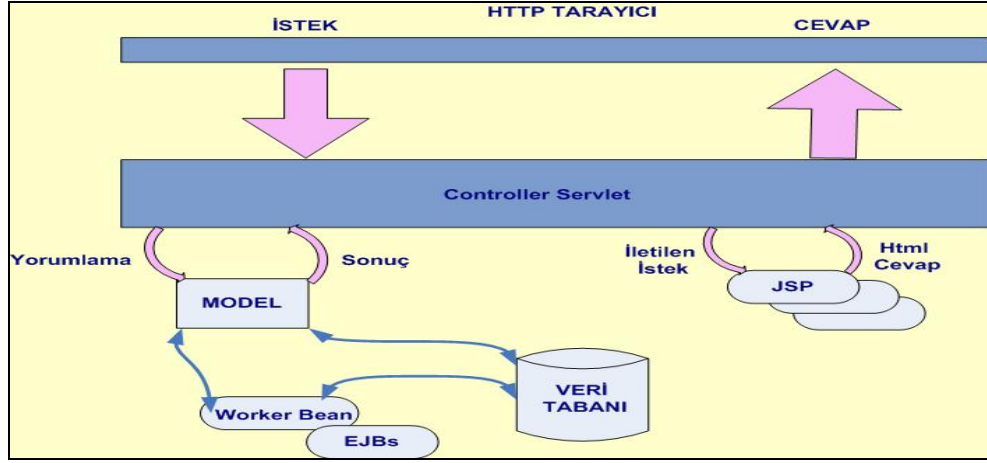
Şekil 5.1’de gösterildiği gibi tahmin ve gözlem GRIB verileri Java dili ile yazılmış uygulama ile çözümlenip MySQL veritabanına kaydedilmiştir.

Hazırlanan verifikasyon sistemi üzerinde kullanıcının kolayca analiz yapabilmesi için JSP ve JSF teknolojileri kullanılarak bir web ara yüz oluşturulmuştur.

JSP teknolojisi basit, hızlı bir şekilde dinamik olarak üretilen web sayfaları yapmak için kullanılan bir teknolojidir. JSP specification, Sun Microsystems in öncülüğünde gerçekleştirilmiş olup, hizmet birimi işe JSP sayfa arasındaki etkileşimi tanımlar, aynı zamanda JSP sayfanın formatını ve sözdizimini de (syntax) tanımlar.

JSP Java Servlet API'nin bir uzantısıdır. Servletler platform-bağımsız %100 saf Java modülleri olup, bir web sunucunun yeteneğini, yapabileceği işleri arttırlar. Diğer scripting dilleri gibi, servletler platforma özel durumlar ya da değişiklikler gerektirmez. İkisi birarada, JSP teknolojisi ve servletler ASP ve Perl gibi dinamik web script/programlama araçlarına Java temelli bir alternatif teşkil ederler.

JSP XML’e ve scriptletlere çok benzeyen taglar kullanır. Bu taglar Java programlama dilinde yazılıp sayfanın HTML içeriğini üretirler. Aynı zamanda uygulama mantığı sunucu tabanlı kaynaklarda örneğin JavaBean’ler de durabilir. Dokumanın içindeki bütün diğer HTML ya da XML tagları direkt olarak istemcinin önüne gelecek HTML sayfaya gönderilir. Sayfanın akışını ve mantığını tasarım ve görüntüsünden ayırmak ve tekrar kullanılabilen bileşen-tabanlı teknolojiyi kullanabilmek, JSP teknolojisini diğer teknolojilerden daha hızlı ve kolay web uygulamaları yapar hale getirmiştir.



Şekil 5.12. JSP çalışma mimarisi [42].

JSF, JEE uygulamalarının web arayüzünü inşa etmek için oluşturulan, Java'nın standart web framework'dür. JEE uygulamalarında web arayüzleri oluşturmak için Java servlet, JSP, Struts, Apache Wicket gibi çok sayıda framework bulunur. JSF de bunlardan bir tanesidir.

Verifikasyon ve enterpolasyon işlemleri Şekil 5.1'de gösterilen sistem mimarisinin iş ve sunum katmanlarında gerçekleştirilmiştir. Verifikasyon sonuçları web sayfasında gösterirken PrimeFaces kütüphanesinden yararlanılmıştır. PrimeFaces, JSF çatısı için geliştirilen açık kaynaklı bir kütüphanedir. PrimeFaces'in temel amacı, ajax tabanlı zengin bir bileşen kütüphanesi yaratmak ve çeşitli JSF eklentileri yardımıyla uygulama geliştirmeyi kolaylaştırmaktır.

## 5.6. UZMAN VERİFİKASYON SİSTEMİNİN UYGULANMASI

Sistem openSUSE 11.3 işletim sistemi üstünde NetBeans 6.7.1 kod geliştirme ortamında hazırlanmıştır. Hazırlanan sistem diğer işletim sistemlerinde de çalışabilir. Herhangi bir tarayıcı ile gözlem ve tahmin verileri üstünde kullanıcının belirlediği istatistiksel işlemleri gerçek zamanlı olarak gerçekleştirebilir.

Sisteme giriş yapabilmek için Şekil 5.13'te görülen "Login" sayfası kullanılmalıdır. Doğru şifre ve kullanıcı adıyla girildiğinde verifikasyon sistemine yönlendirmektedir.



Şekil 5.13. Sisteme giriş yapabilmek için kullanılan sayfa.

Sisteme giriş yapıldıktan sonra “Analysis” sekmesinin altında farklı interpolasyon metodlarına göre verifikasyon yapılabilecek sekmeler bulunmaktadır. “Model Analysis IDWI” sekmesine basılarak mesafenin tersine göre ağırlıklı interpolasyon ve “Model Analysis NNI” sekmesine basılarak doğal komşuluk yöntemiyle iterpolasyon yapılmaktadır. “Verification” sekmelerinin altındaysa hata hesaplaması ve yağış verifikasyonu ile ilgili sekmeler bulunmaktadır.

Şekil 5.14’ te görüldüğü gibi ilk olarak Türkiye’de bulunan hangi gözlem istasyonu için verifikasyon yapılacağı seçilmelidir. İkinci seçim ise verifikasyon işleminin hangi parametre için yapılacağını belirlemesidir. Buradaki parametreler Çizelge 5.1’de de gösterilen tez çalışması için kullanılacak modellerin ürettiği parametrelerin sembolleridir. Üçüncü olarak hangi zaman aralığı için işlem yapılacağı seçilir. Dördüncü olarak seçilen parametrenin hangi basınç değeri için olacağı belirlenir. Burada unutulmaması gereken her parametrenin belirli basınç değerlerinde ölçümü yapılacağıdır. Beşinci seçimde modelin çalıştırılmaya başlandığı saat (00, 06, 12 UTC vb.) ve o saatte başlayan model verileri ile işlem yapılır. Seçilen bu saat tez çalışması içerisinde meteorolojik literatüre uygun olarak “runtime” olarak ifade edilecektir. Son olarak modeller her 3 ya da 6 saatte bir (0-3-6-9-12-15 vb.) tahmin verisi ürettiği için, hangi zaman dilimindeki veri ile işlem yapılacağı seçilir ve bu değer çalışmada “timestep” değeri olarak kullanılacaktır.

**EXPERT VERIFICATION SYSTEM**  
every time  
every where  
easy forecast validation

Analysis Verification Documentation Logout

Tue Sep 28 21:48:55 EEST 2010

Welcome, Nesrin AYDIN

1) select station for verification analysis

17020,TURKEY,Bartın,Bartın met.ist.md.lüğü,SİNOPTİK

2) select variable for verification

MX2T  MSLP  WS  T2  MN2T  Z  T  RH

3) select time range

From : 02 December 2009

To : 09 December 2009

4) select pressure

925 mbar  850 mbar  700 mbar  500 mbar  
 300 mbar  250 mbar  surface

5) select at least one model

ecmwf\_tur\_00,0 none none

6) select from time step

6

Show Table

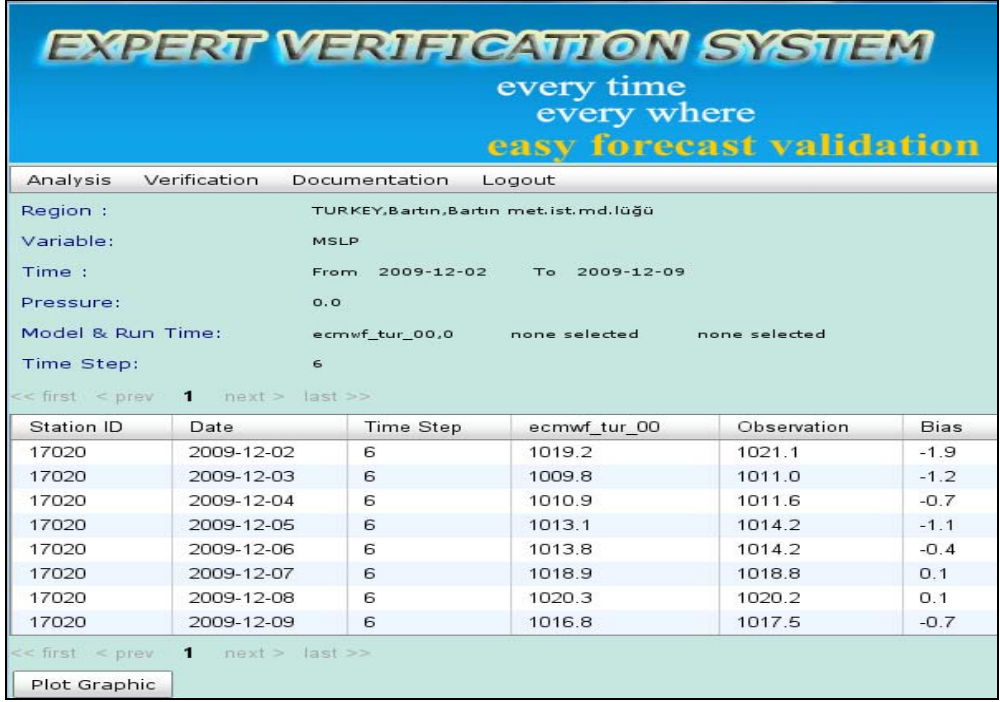
Şekil 5.14. Bartın iline ait verifikasyon parametrelerinin seçimi.

Şekil 5.16'da Bartın iline ait 02-12-2009 – 09-12-2009 tarih aralığında, 0 mbar basınç değerinde 00 UTC'de çalıştırılmış modelin 6 timestep değerindeki deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP) parametresi için 8 günlük enterpole edilmiş ECMWF model verisi ile gözlem verileri görülmektedir.



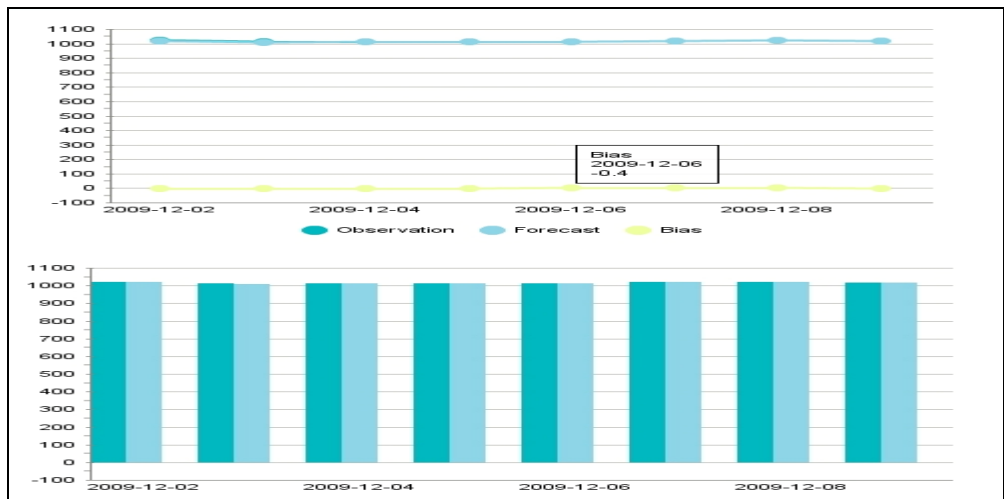
Şekil 5.15. Bartın ilinin Türkiye haritasında gösterimi.





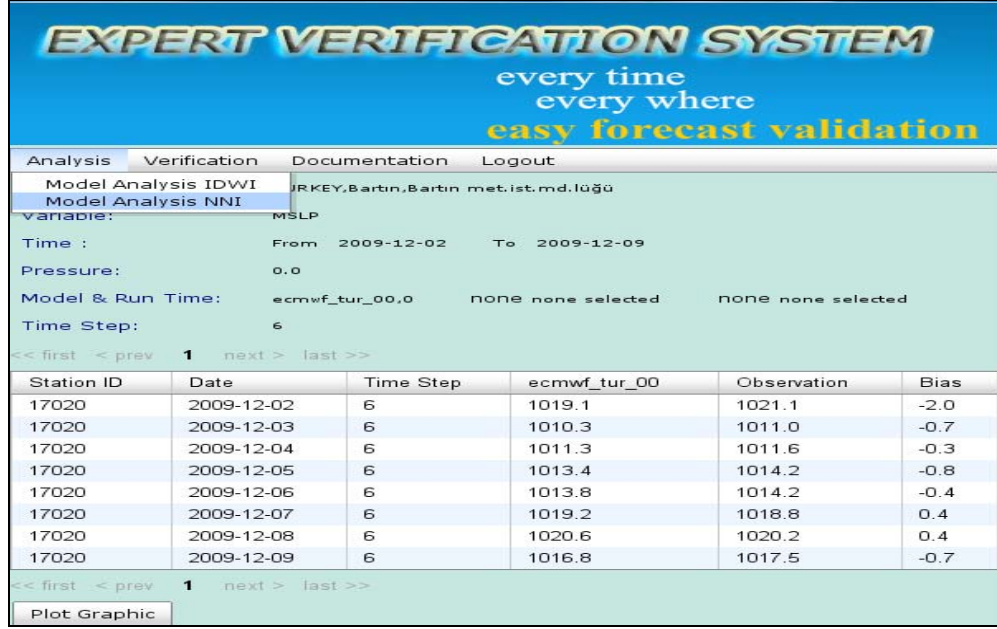
Şekil 5.16. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük objektif verifikasyon.

Şekil 5.17’de Bartın iline ait model tahmin verisi, gözlem verisi ve tahmin ve gözlem verileri arasındaki farkın grafiği gösterilmektedir. Verifikasyon sonuçlarının grafik olarak görüntülenmesi daha öncede bahsedildiği gibi subjektif verifikasyon olarak adlandırılmaktadır.

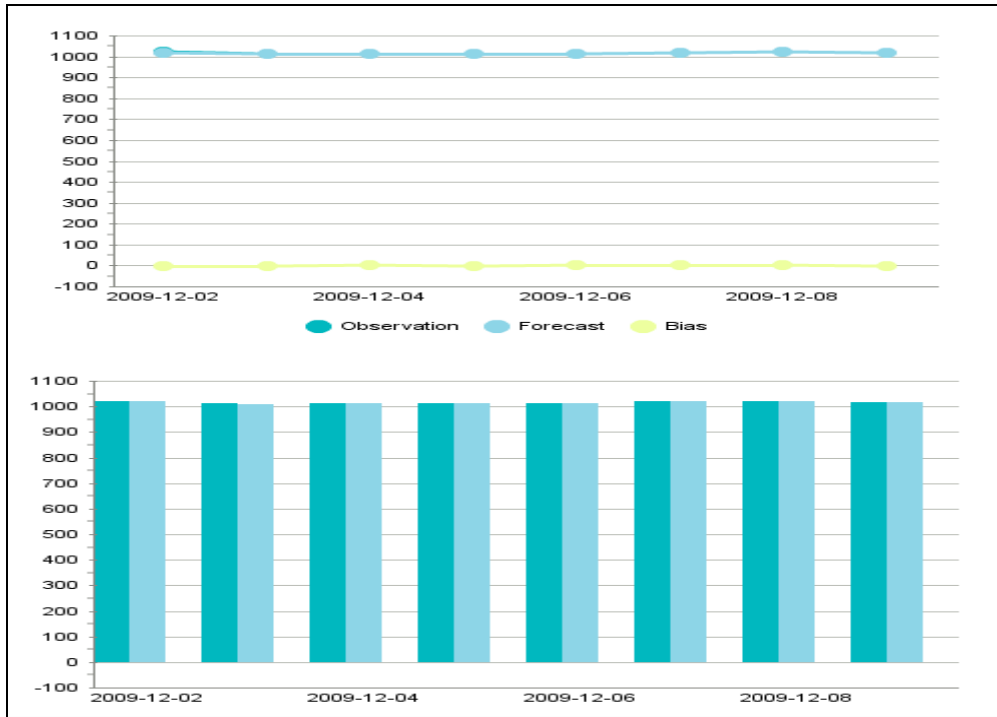


Şekil 5.17. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.

Bartın iline ait diğer bir objektif verifikasyonda doğal komşuluk yöntemi kullanılarak yapılmış ve Şekil 5.18’de gösterilmektedir.



Şekil 5.18. Doğal komşuluk yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük objektif verifikasyon.



Şekil 5.19. Doğal komşuluk yöntemi ile Bartın iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.

Batı Karadeniz bölgesinde bulunan diğer bir il Kastamonu için Şekil 5.20’de seçilen değerlere göre mesafenin tersine göre ve doğal komşuluk yöntemiyle yapılan enterpolasyon sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

1) select station for verification analysis  
 17024,TURKEY,Kastamonu,İnebolu met.ist.md.lüğü,SİNOPTİK

2) select variable for verification  
 MX2T  MSLP  WS  T2  MN2T  Z  T  RH

3) select time range  
 From : 02 December 2009  
 To: 09 December 2009

4) select pressure  
 925 mbar  850 mbar  700 mbar  500 mbar  
 300 mbar  250 mbar  surface

5) select at least one model  
 ecmwf\_tur\_00,0 none none

6) select from time step  
 6

Show Table

Şekil 5.20. Kastamonu iline ait verifikasyon parametrelerinin seçimi.

Region : TURKEY,Kastamonu,İnebolu met.ist.md.lüğü  
 Variable: MSLP  
 Time : From 2009-12-02 To 2009-12-09  
 Pressure: 0.0  
 Model & Run Time: ecmwf\_tur\_00,0 none selected none selected  
 Time Step: 6

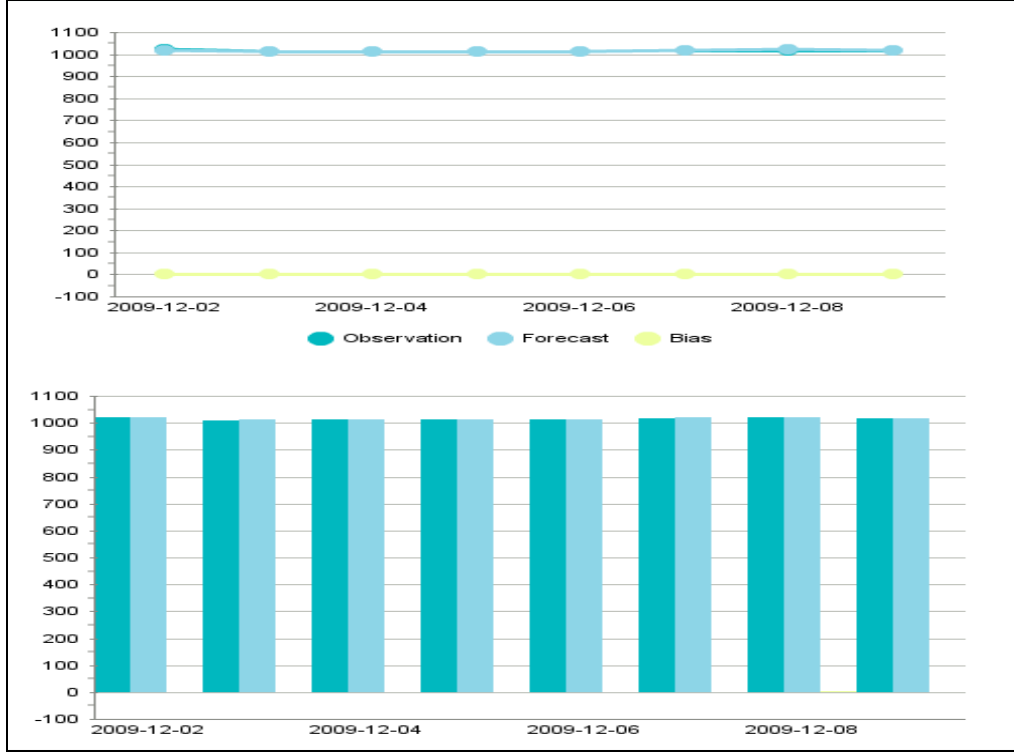
<< first < prev 1 next > last >>

Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_00	Observation	Bias
17024	2009-12-02	6	1019.8	1019.9	-0.1
17024	2009-12-03	6	1011.1	1010.5	0.6
17024	2009-12-04	6	1011.9	1011.0	0.9
17024	2009-12-05	6	1013.9	1013.8	0.1
17024	2009-12-06	6	1014.1	1013.5	0.6
17024	2009-12-07	6	1018.7	1017.7	1.0
17024	2009-12-08	6	1020.3	1018.8	1.5
17024	2009-12-09	6	1017.8	1017.4	0.4

<< first < prev 1 next > last >>

Plot Graphic

Şekil 5.21. Kastamonu iline ait objektif verifikasyon parametre değerleri.



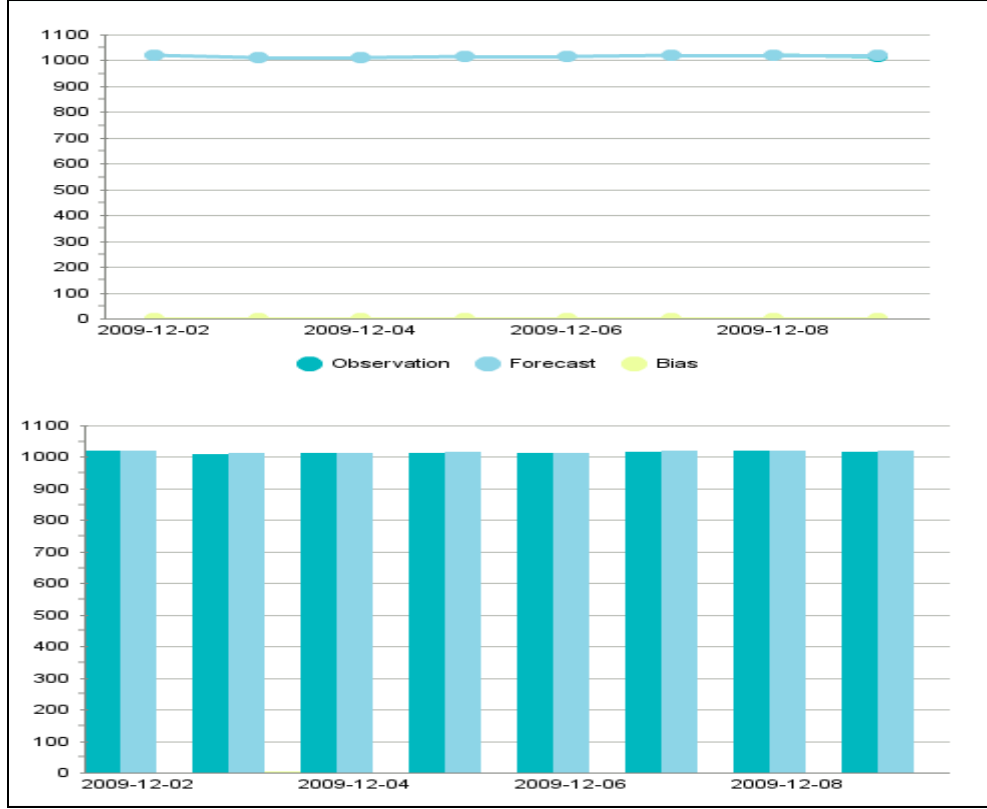
Şekil 5.22. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Kastamonu iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.

Region : TURKEY,Kastamonu,İnebolu met.ist.md.lüğü  
Variable: MSLP  
Time : From 2009-12-02 To 2009-12-09  
Pressure: 0.0  
Model & Run Time: ecmwf\_tur\_00,0 NONE none selected NONE none selected  
Time Step: 6  
<< first < prev 1 next > last >>

Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_00	Observation	Bias
17024	2009-12-02	6	1020.9	1019.9	1.0
17024	2009-12-03	6	1012.4	1010.5	1.9
17024	2009-12-04	6	1012.8	1011.0	1.8
17024	2009-12-05	6	1014.8	1013.8	1.0
17024	2009-12-06	6	1014.0	1013.5	0.5
17024	2009-12-07	6	1018.1	1017.7	0.4
17024	2009-12-08	6	1020.6	1018.8	1.8
17024	2009-12-09	6	1018.1	1017.4	0.7

<< first < prev 1 next > last >>  
Plot Graphic

Şekil 5.23. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline ait 8 günlük objektif verifikasyon.



Şekil 5.24. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.

Şekil 5.25'te İç Anadolu bölgesindeki Ankara ilinin 02-12-2009 – 09-12-2009 tarih aralığında, 0 mbar basınç değerinde 00 UTC'de çalıştırılmış modelin 6 timestep değerindeki minimum 2 metre sıcaklık (MN2T) parametresi için 8 günlük enterpole edilmiş ECMWF model verisi ile gözlem verileri görülmektedir.

MN2T parametresinin gözlem verisi gözlem istasyonlarında her gün için timestep 6 'da geldiği için verifikasyon parametresi seçiminde her zaman 6 seçilmelidir.

Region : TURKEY,Ankara,Ankara met.böl.md.lüğü  
Variable: MN2T  
Time : From 2009-12-02 To 2009-12-09  
Pressure: 0.0  
Model & Run Time: ecmwf\_tur\_00,0 none selected none selected  
Time Step: 6

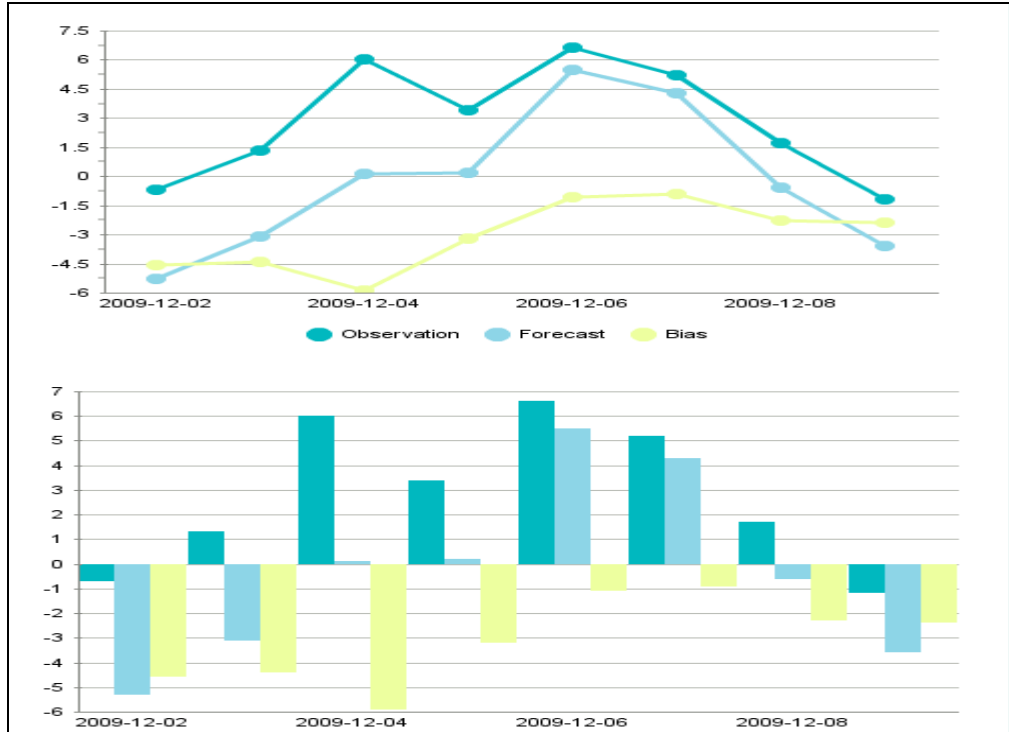
<< first < prev 1 next > last >>

Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_00	Observation	Bias
17130	2009-12-02	6	-5.3	-0.7	-4.6
17130	2009-12-03	6	-3.1	1.3	-4.4
17130	2009-12-04	6	0.1	6.0	-5.9
17130	2009-12-05	6	0.2	3.4	-3.2
17130	2009-12-06	6	5.5	6.6	-1.1
17130	2009-12-07	6	4.3	5.2	-0.9
17130	2009-12-08	6	-0.6	1.7	-2.3
17130	2009-12-09	6	-3.6	-1.2	-2.4

<< first < prev 1 next > last >>

Plot Graphic

Şekil 5.25. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük objektif verifikasyon.



Şekil 5.26. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.

Region : TURKEY,Ankara,Ankara met.böl.md.lüğü  
Variable: MN2T  
Time : From 2009-12-02 To 2009-12-09  
Pressure: 0.0  
Model & Run Time: ecmwf\_tur\_00,0 NONE none selected NONE none selected  
Time Step: 6  
<< first < prev 1 next > last >>

Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_00	Observation	Bias
17130	2009-12-02	6	-4.5	-0.7	-3.8
17130	2009-12-03	6	0.0	1.3	-1.3
17130	2009-12-04	6	1.3	6.0	-4.7
17130	2009-12-05	6	1.2	3.4	-2.2
17130	2009-12-06	6	4.3	6.6	-2.3
17130	2009-12-07	6	-1.4	5.2	-6.6
17130	2009-12-08	6	-0.9	1.7	-2.6
17130	2009-12-09	6	-3.6	-1.2	-2.4

<< first < prev 1 next > last >>  
Plot Graphic

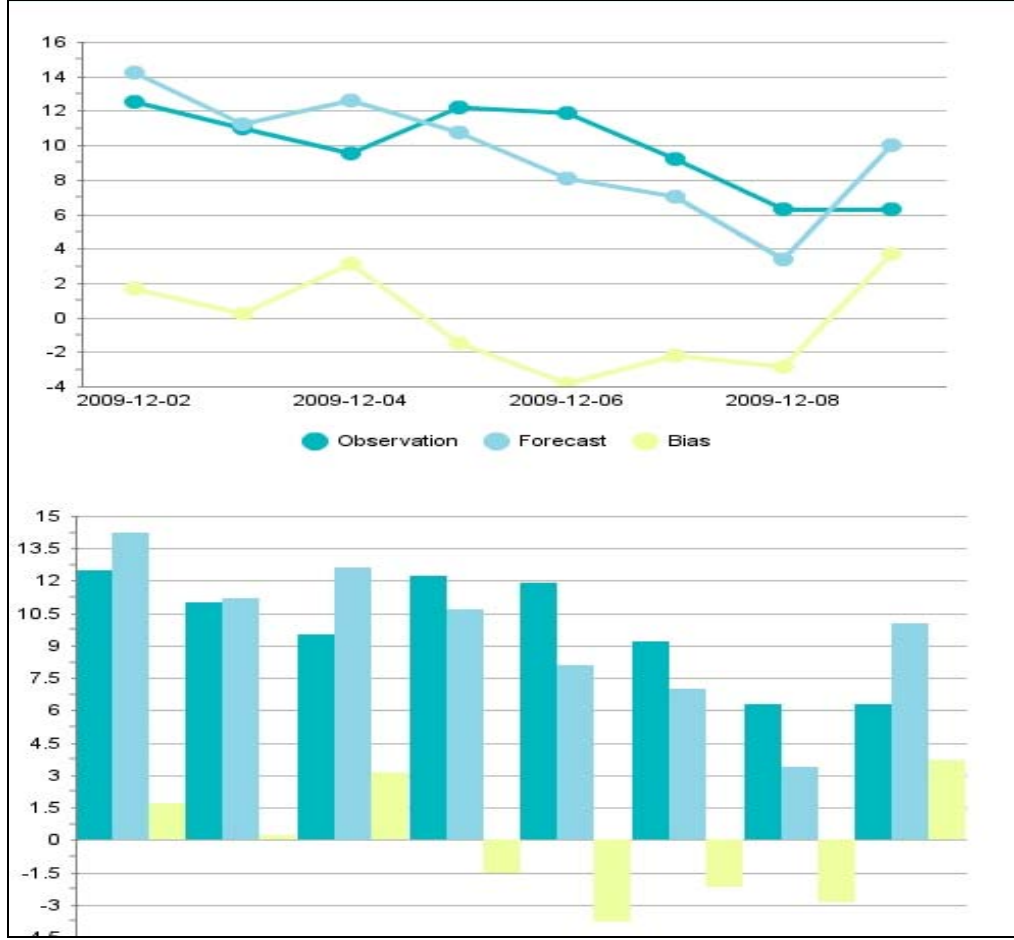
Şekil 5.27. Doğal komşuluk yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük objektif verifikasyon.



Şekil 5.28. Doğal komşuluk yöntemi ile Ankara iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.







Şekil 5.30. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile İzmir iline ait 8 günlük subjektif verifikasyon.

Region : TURKEY,İzmir,Dikili met.ist.md.lüğü  
Variable: MN2T  
Time : From 2009-12-02 To 2009-12-09  
Pressure: 0.0  
Model & Run Time: ecmwf\_tur\_00,0 NONE none selected NONE none selected  
Time Step: 6  
<< first < prev 1 next > last >>

Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_00	Observation	Bias
17180	2009-12-02	6	13.4	12.5	0.9
17180	2009-12-03	6	11.3	11.0	0.3
17180	2009-12-04	6	12.3	9.5	2.8
17180	2009-12-05	6	12.5	12.2	0.3
17180	2009-12-06	6	10.2	11.9	-1.7
17180	2009-12-07	6	8.3	9.2	-0.9
17180	2009-12-08	6	6.6	6.3	0.3
17180	2009-12-09	6	8.1	6.3	1.8

<< first < prev 1 next > last >>

Şekil 5.31. Doğal komşuluk yöntemi ile İzmir iline ait 8 günlük objektif verifikasyon.

Şekil 5.32’de Orta Karadeniz bölgesindeki Samsun ilinin 02-12-2009 – 05-12-2009 tarih aralığında, 850 mbar basınç değerinde 00 UTC’de çalıştırılmış modelin 0 timestep değerindeki yükseklik (Z) parametresi için 4 günlük enterpole edilmiş ECMWF model verisi ile gözlem verileri görülmektedir.

Welcome, Nesrin AYDIN

1) select station for verification analysis

17030,TURKEY,Samsun,Samsun met.böl.md.lüğü,BOLGE MD.LUGU

2) select variable for verification

MX2T  MSLP  WS  T2  MN2T  Z  T  RH

3) select time range

From : 02 December 2009

To: 05 December 2009

4) select pressure

925 mbar  850 mbar  700 mbar  500 mbar  
 300 mbar  250 mbar  surface

5) select at least one model

ecmwf\_tur\_00,0 none none

6) select from time step

0

Show Table

Şekil 5.32. Samsun iline ait verifikasyon parametrelerinin seçimi.

Region : TURKEY,Samsun,Samsun met.böl.md.lüğü

Variable: Z

Time : From 2009-12-02 To 2009-12-05

Pressure: 850.0

Model & Run Time: ecmwf\_tur\_00,0 none selected none selected

Time Step: 0

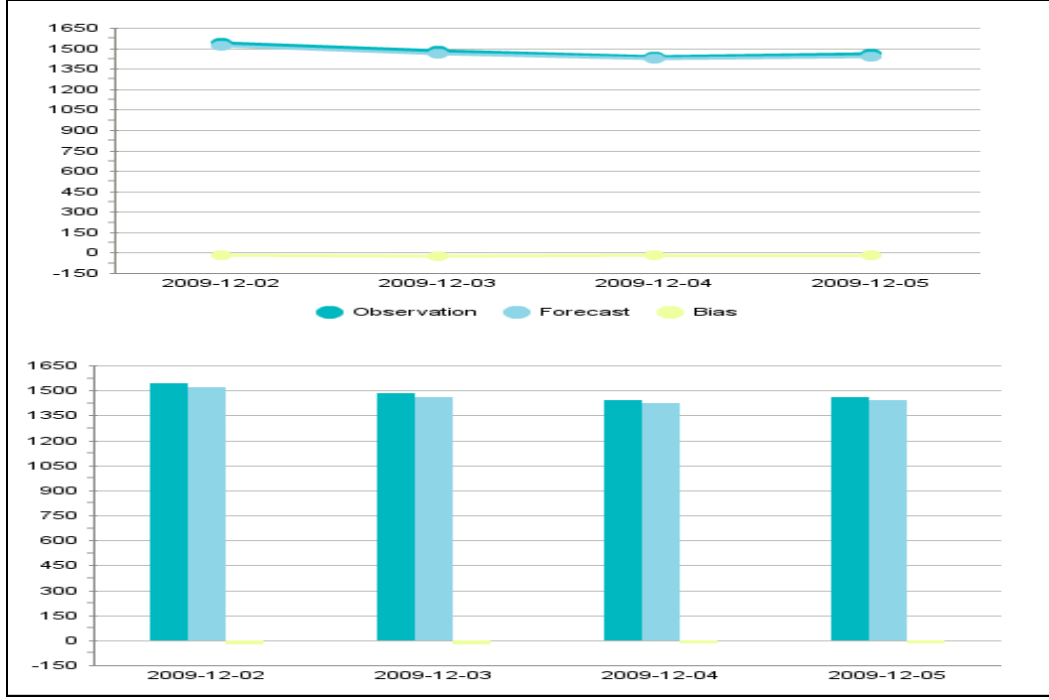
<< first < prev 1 next > last >>

Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_00	Observation	Bias
17030	2009-12-02	0	1518.7	1541.0	-22.3
17030	2009-12-03	0	1457.3	1483.0	-25.7
17030	2009-12-04	0	1422.6	1440.0	-17.4
17030	2009-12-05	0	1438.8	1460.0	-21.2

<< first < prev 1 next > last >>

Plot Graphic

Şekil 5.33. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Samsun iline ait 850 mbar basınçta 4 günlük objektif verifikasyon.



Şekil 5.34. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Samsun iline ait 850 mbar basınçta 4 günlük subjektif verifikasyon.

Şekil 5.35’de Orta Karadeniz bölgesindeki Samsun ilinin 02-12-2009 – 05-12-2009 tarih aralığında, 500 mbar basınç değerinde 00 UTC’de çalıştırılmış modelin 0 timestep değerindeki yükseklik (Z) parametresi için 4 günlük enterpole edilmiş ECMWF model verisi ile gözlem verileri görülmektedir.

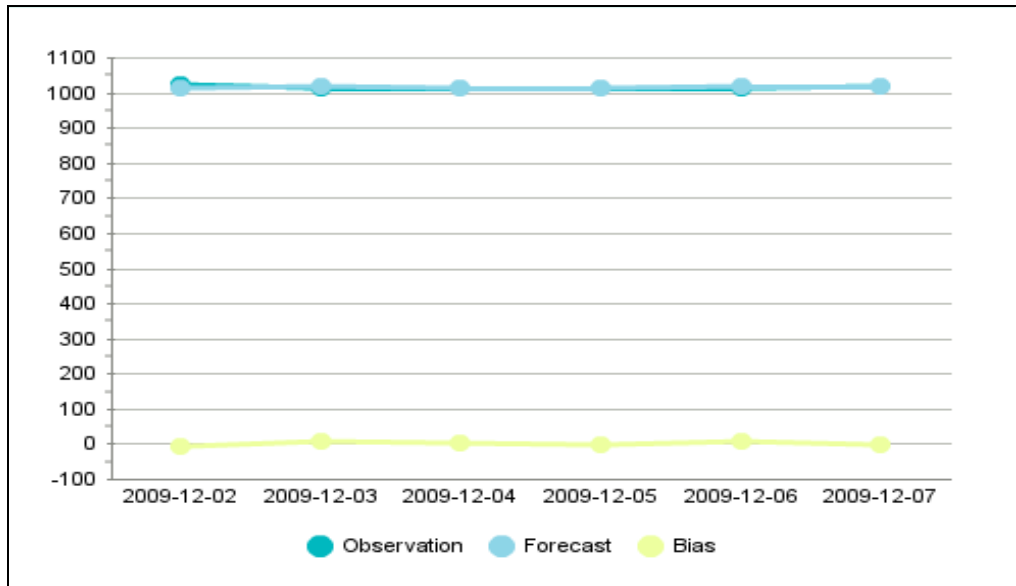
Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_00	Observation	Bias
17030	2009-12-02	0	5626.3	5734.0	-107.7
17030	2009-12-03	0	5588.5	5702.0	-113.5
17030	2009-12-04	0	5478.4	5574.0	-95.6
17030	2009-12-05	0	5469.8	5562.0	-92.2

Şekil 5.35. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Samsun ilinin 500 mbar basınçta 4 günlük objektif verifikasyonu.

Şekil 5.36'da Batı Karadeniz bölgesindeki Kastamonu ilinin 02-12-2009 – 09-12-2009 tarih aralığında, 0 mbar basınç değerinde 12 UTC'de çalıştırılmış modelin 6 timestep değerindeki deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP) parametresi için 6 günlük enterpole edilmiş ECMWF model verisi ile gözlem verileri görülmektedir. Seçilen tarih aralığı değeri 8 günlük olmasına rağmen sonucun 6 günlük olması veritabanında uygun tarih aralığı için gözlem verisi bulunmadığı içindir.

Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_12	Observation	Bias
17024	2009-12-02	6	1010.3	1019.9	-9.6
17024	2009-12-03	6	1015.4	1010.5	4.9
17024	2009-12-04	6	1013.2	1011.0	2.2
17024	2009-12-05	6	1012.1	1013.8	-1.7
17024	2009-12-06	6	1019.3	1013.5	5.8
17024	2009-12-07	6	1015.4	1017.7	-2.3

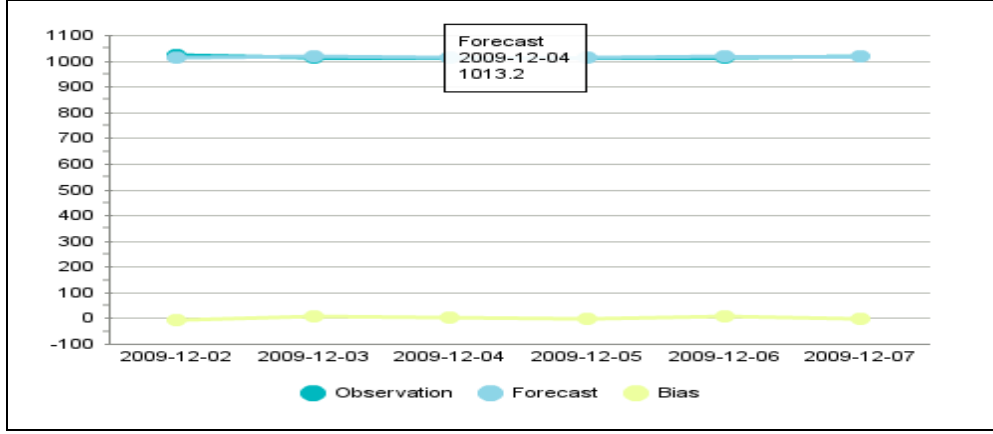
Şekil 5.36. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Kastamonu iline 0 mbar basınçta 6 günlük objektif verifikasyonu.



Şekil 5.37. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Kastamonu iline 0 mbar basınçta 6 günlük subjektif verifikasyon.

Region :	TURKEY,Kastamonu,İnebelu met.ist.md.lüğü				
Variable:	MSLP				
Time :	From	2009-12-02	To	2009-12-09	
Pressure:	0.0				
Model & Run Time:	ecmwf_tur_12,12	none selected	none selected		
Time Step:	6				
<< first < prev <b>1</b> next > last >>					
Station ID	Date	Time Step	ecmwf_tur_12	Observation	Bias
17024	2009-12-02	6	1010.5	1019.9	-9.4
17024	2009-12-03	6	1015.7	1010.5	5.2
17024	2009-12-04	6	1013.2	1011.0	2.2
17024	2009-12-05	6	1013.0	1013.8	-0.8
17024	2009-12-06	6	1019.3	1013.5	5.8
17024	2009-12-07	6	1015.5	1017.7	-2.2
<< first < prev <b>1</b> next > last >>					
Plot Graphic					

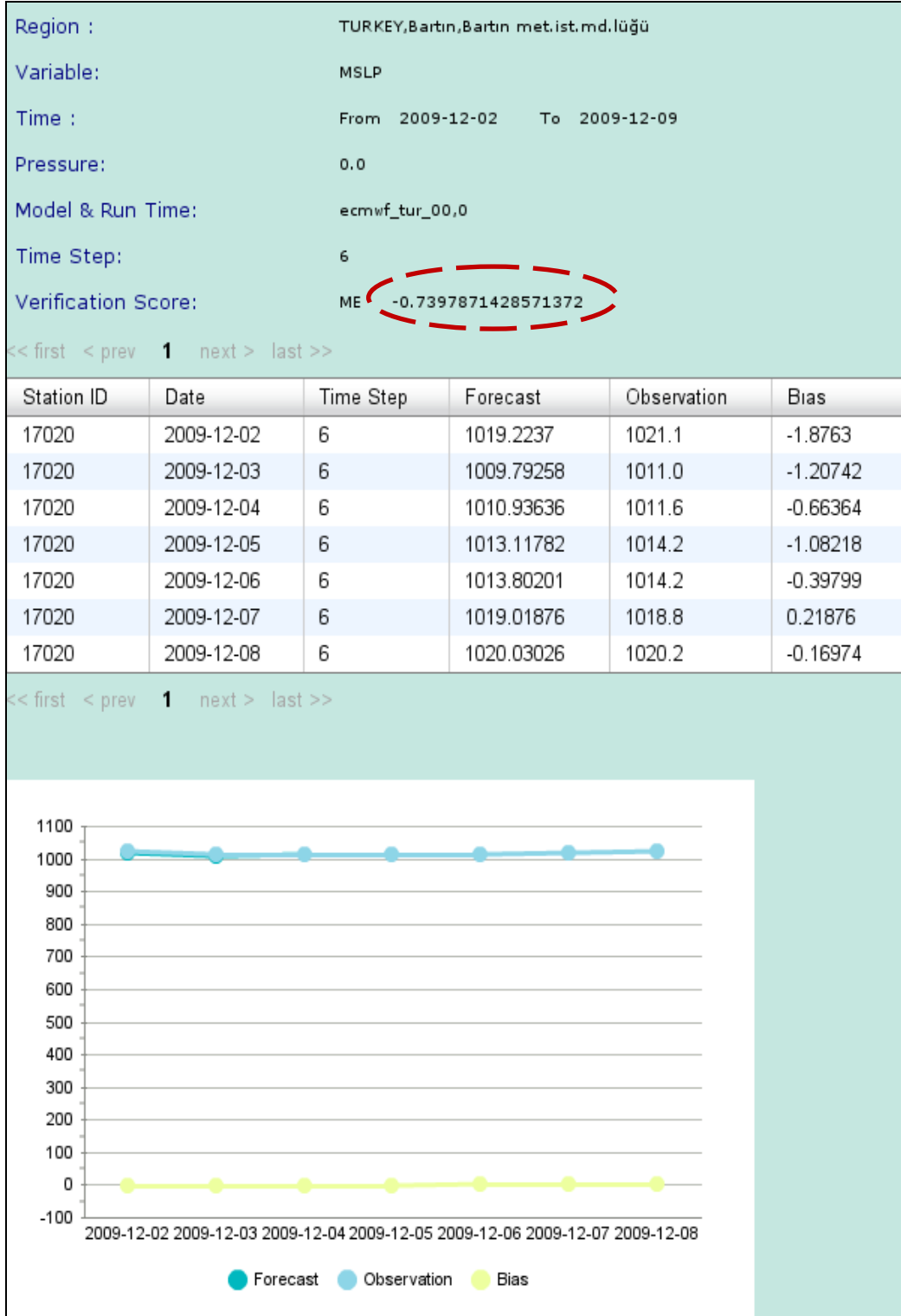
Şekil 5.38. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline ait 0 mbar basınçta 6 günlük objektif verifikasyon.



Şekil 5.39. Doğal komşuluk yöntemi ile Kastamonu iline 0 mbar basınçta 6 günlük subjektif verifikasyon.

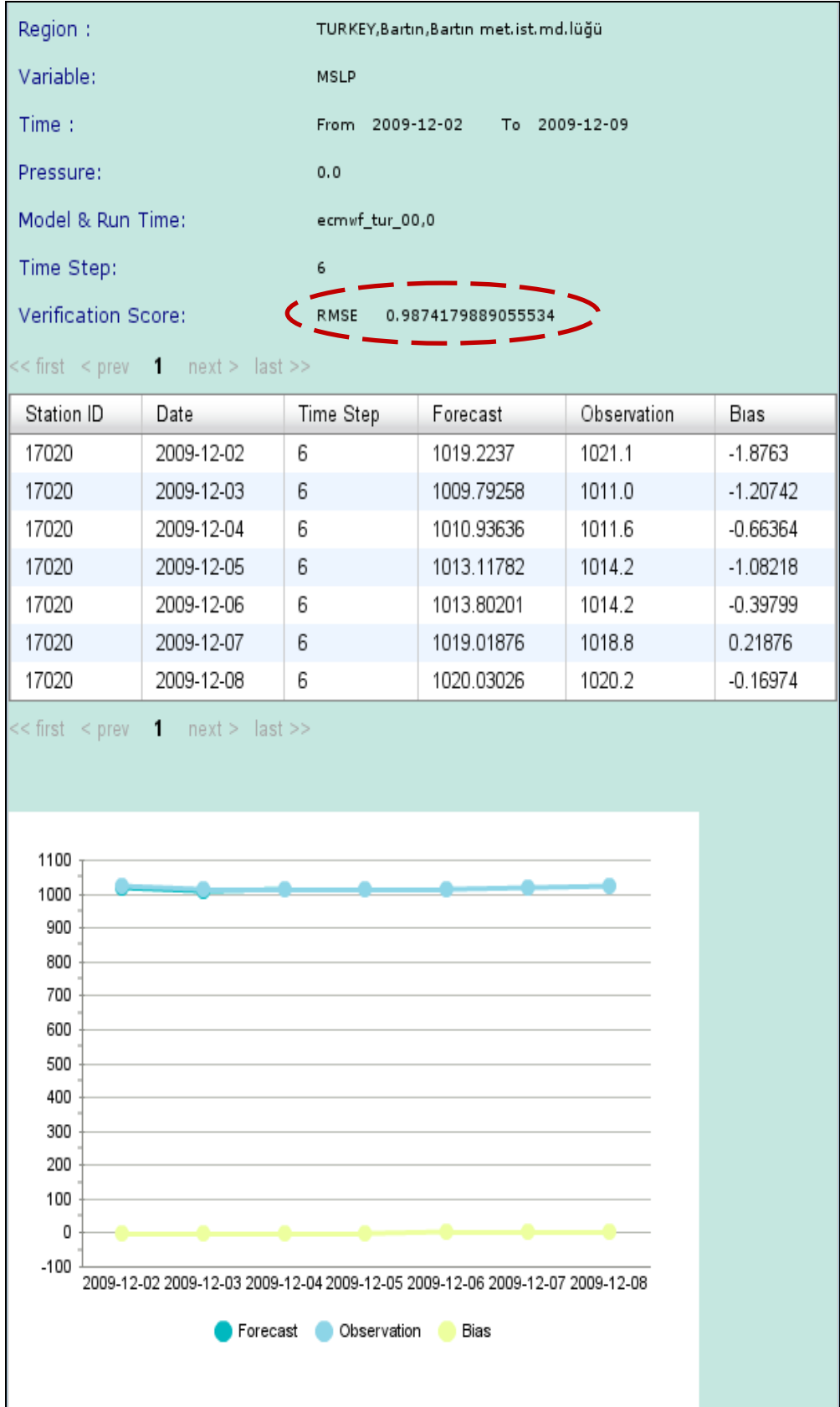
Batı Karadeniz, Orta Karadeniz, İç Anadolu ve Ege bölgesinden illerin 2 metre minimum sıcaklık (MN2T), yükseklik (Z) ve deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP) parametrelerinin objektif ve subjektif verifikasyonunu yaptıktan sonra bazı illerin hata değerleri aşağıdaki grafik ve tablolarda gösterilmektedir.

Şekil 5.40'da Batı Karadeniz bölgesindeki Bartın ilinin 02-12-2009 – 09-12-2009 tarih aralığında, 0 mbar basınç değerinde 00 UTC'de çalıştırılmış modelin 6 timestep değerindeki deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP) parametresi için 7 günlük enterpole edilmiş ECMWF model verisi, gözlem verileri ve Ortalama Standart Hata (ME) değeri görülmektedir.



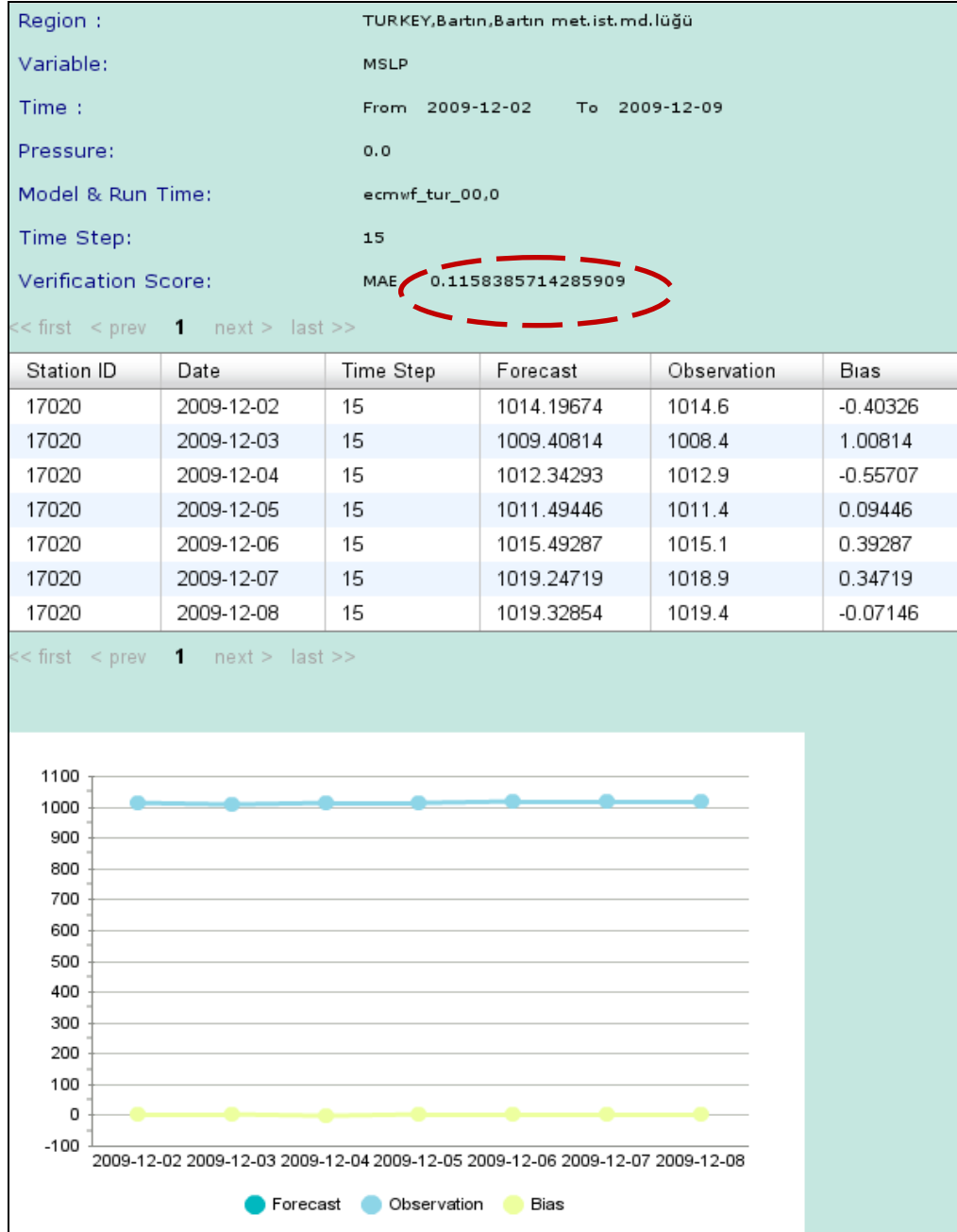
Şekil 5.40. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait hata değeri.

Seçilen tarih aralığı için MAE değeri, ME değerinin pozitif hali olacağı için değeri “0.7397871428571372” olmaktadır. Şekil 5.41’de de RMSE değeri görülmektedir.



Şekil 5.41. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait RMSE değeri.

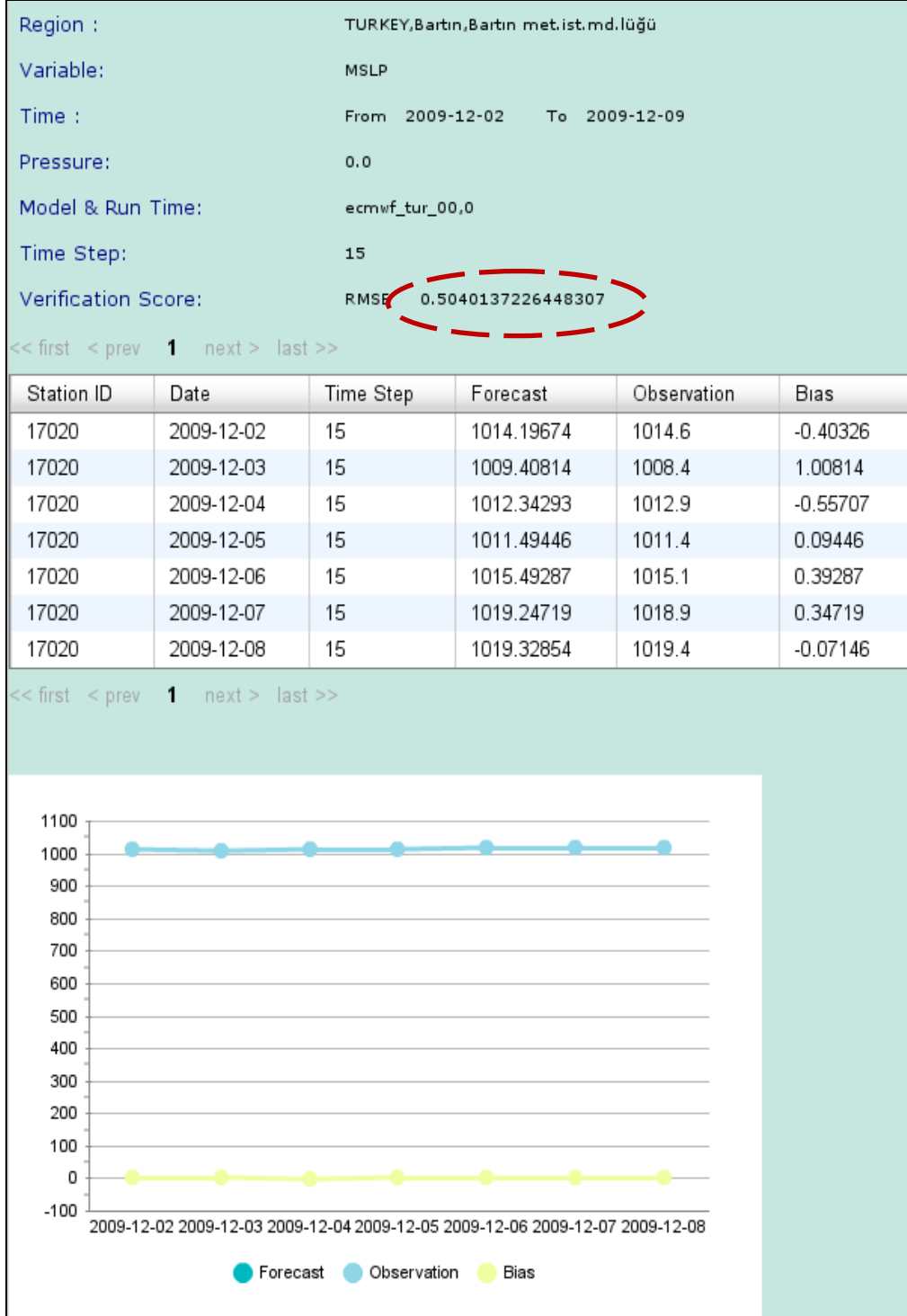
Şekil 5.42’de Batı Karadeniz bölgesindeki Bartın ilinin 02-12-2009 – 09-12-2009 tarih aralığında, 0 mbar basınç değerinde 00 UTC’de çalıştırılmış modelin 15 timestep değerindeki deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP) parametresi için 7 günlük enterpole edilmiş ECMWF model verisi, gözlem verileri ve MAE hata değeri görülmektedir.



Şekil 5.42. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait timestep 15 ‘in hata değeri.



Seçilen tarih aralığı için ME değeri, MAE değerinin negatif hali olacağı için değeri “-0.1158385714285909” olmaktadır.Şekil 5.43’de de RMSE değeri görülmektedir.



Şekil 5.43. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Bartın iline ait timestep 15’in RMSE grafiği.

“Verification” sekmesinin altındaki “Precipitation Verificitation Scores” sekmesine basılarak yağış verifikasyonunda kullanılan istatistiksel değerler hesaplanmaktadır.

The screenshot displays the 'EXPERT VERIFICATION SYSTEM' web interface. The header features the system name in a stylized font, followed by the tagline 'every time every where easy forecast validation'. A navigation menu includes 'Home', 'Analysis', 'Verification', 'Documentation', and 'Logout'. The main content area shows the current date and time: 'Sun Oct 24 19:19:23 EEST 2010' and a welcome message for 'Nesrin AYDIN'. The interface is divided into six numbered steps for parameter selection:

- 1) select station for verification analysis**: A dropdown menu is set to '17130,TURKEY,Ankara,Ankara met.böl.md.lüğü,BOLGE MD.LUGU'.
- 2) select variable for verification**: Radio buttons are present for 'TCC', 'TP' (selected), and 'CP'.
- 3) select time range**: 'From' is set to '01 January 2009' and 'To' is set to '31 January 2009'.
- 4) select pressure**: Radio buttons are present for '925 mbar', '850 mbar', '700 mbar', '500 mbar', '300 mbar', '250 mbar', and 'surface' (selected).
- 5) select at least one model**: A dropdown menu is set to 'ecmwf\_tur\_00,0'.
- 6) select from time step**: A dropdown menu is set to '6'.

A 'Show Table' button is located at the bottom of the form.

Şekil 5.44. Mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile Ankara ilinin yağış verifikasyonu parametre seçimi.

Şekil 5.44'te seçilen değerlere göre toplam yağış (TP) parametresi için Şekil 5.45'teki istatistiksel değerler oluşturulmuştur. Şekil 5.45'teki taboyu oluşturmak için öncelikle gözlem ve tahmin değerlerine göre Çizelge 5.3'te bulunan durum sütunu oluşturulur. Gözlem ve tahmin varsa "a", gözlem yok tahmin varsa "b", gözlem var tahmin yoksa "c" ve gözlem yok tahmin yoksa "d" ifadesi değerini alır ve bu değerlerin her birinin sayısı bir değişkende tutulur. Çizelge 5.4'te, Çizelge 5.3'te bulunan değerlere göre oluşturulan beklenmedik olay tablosu bulunmaktadır.

Çizelge 5.3. Beklenmedik olay tablosu için durum alanının belirlenmesi.

İST NO	YIL	AY	GÜN	SAAT	SICAKLIK	GÖZLEM	TAHMİN	DURUM
17130	2009	1	1	6	-7,3			d
17130	2009	1	2	6	-12,3	0	0	a
17130	2009	1	3	6	-4	1,7	3	a
17130	2009	1	4	6	0	3,8	4,2	a
17130	2009	1	5	6	4,9	9,2	11	a
17130	2009	1	6	6	2,7	9,7	10,5	a
17130	2009	1	7	6	2	3	4,2	a
17130	2009	1	8	6	-2,5			d
17130	2009	1	9	6	-0,9		0,5	b
17130	2009	1	10	6	-3,8		0,5	b
17130	2009	1	11	6	-2,4	0		c
17130	2009	1	12	6	-5,7	0,3	0,5	a
17130	2009	1	13	6	-6,6			d
17130	2009	1	14	6	-5,1			d
17130	2009	1	15	6	0,1	0,1		c
17130	2009	1	16	6	0,3			d
17130	2009	1	17	6	2,9	14,6	7,6	a
17130	2009	1	18	6	-2,5	0,9	2,4	a
17130	2009	1	19	6	-3,1			d
17130	2009	1	20	6	-1,7			d
17130	2009	1	21	6	-0,7			d
17130	2009	1	22	6	1,7			d
17130	2009	1	23	6	2,6		0,4	b
17130	2009	1	24	6	6,8	0	0,9	a
17130	2009	1	25	6	6,4	3	4,5	a
17130	2009	1	26	6	6,1	10,2	14	a
17130	2009	1	27	6	6,5	3,8	7	a
17130	2009	1	28	6	3,3		2	b
17130	2009	1	29	6	5	1,2		c
17130	2009	1	30	6	2,9			d
17130	2009	1	31	6	2,3		3	b

Çizelge 5.4. Ankara ilinin beklenmedik olay tablosu.

Tahmin	Gözlem			→	Tahmin	Gözlem		
	Var	Yok	Marjinal Toplam			Var	Yok	Marjinal Toplam
Var	İsabetli	Yanlış alarm	Tahmin sıklığı var	→	Var	a=13	b=5	a + b =18
Yok	Eksik	Doğrulanmamış	Tahmin sıklığı yok	→	Yok	c=3	d=10	c + d =13
Marjinal Toplam	Doğru gözlem	Yanlış gözlem	Toplam sonucu	→	Marjinal Toplam	a + c =16	b + d =15	a + b + c + d = n =31

Daha sonra hesaplanacak istatistiksel değerlerin formüllerine göre sonuçlar hesaplanır ve Şekil 5.45'te olduğu gibi tabloda gösterilir.

<b>EXPERT VERIFICATION SYSTEM</b> every time every where easy forecast validation							
Home	Analysis	Verification	Documentation	Logout			
Region :	TURKEY;Ankara,Ankara met.böl.md.lüğü						
Variable:	TP						
Time :	From 2009-01-01 To 2009-01-31						
Pressure:	0.0						
Model & Run Time:	ecmwf_tur_00,0						
Time Step:	6						
Forecast Yes - Observation Yes				Forecast Yes - Observation No			
13				5			
Forecast No - Observation Yes				Forecast No - Observation No			
3				10			
B	PC	POD	FAR	F	KSS	TS	ETS
1.13	0.74	0.81	0.28	0.33	0.48	0.62	0.32

Şekil 5.45. Ankara ilinin yağış verifikasyonu için istatistiksel değerleri.

Toplam bulut miktarı (TCC) ve kümülâtif yağış (CP) parametreleri içinde toplam yağış parametresine uygulanan istatistiksel yöntemler uygulanabilmektedir.

Yer ve yukarı seviye parametreler için verifikasyon işlemi yapıldıktan sonra sistemden çıkma için “Logout” sekmesi kullanılır ve Şekil 5.46’daki ekran görüldükten sonra sistemden çıkış yapılır.



Şekil 5.46. Sistemden çıkış ekranı.

Grafikler oluşturulurken PrimeFaces kütüphanesinden yararlanılmıştır. Daha öncede değinildiği gibi PrimeFaces, JSF çatısı için geliştirilen açık kaynaklı bir kütüphanedir. Temel amacı, ajax tabanlı zengin bir bileşen kütüphanesi yaratmak ve çeşitli JSF eklentileri yardımıyla uygulama geliştirmeyi kolaylaştırmaktır.

## BÖLÜM 6

### SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, MM5, ALADIN ve ECMWF modellerin yer ve yukarı seviye parametrelerin tahmin verileri kullanılarak uzman bir verifikasyon sistemi yapılmıştır.

Ülkemizin ve dünyadaki birçok meteoroloji genel müdürlüklerinde hava durumu tahminlerinin doğrulanması yapılmaktadır. Değişen iklim koşullarında model tahminlerin doğruluğu gün geçtikçe önemli olmaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde kullanılan hava tahmin modellerine göre verifikasyon paketleri kullanılmaktadır ya da kurumlarca oluşturulmaktadır.

Hazırlanan uzman verifikasyon sistemi Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ve meteorolojistler tarafından kullanılabilir alternatif bir sistemdir.

İçerisinde verifikasyon yapabilen web tabanlı sistemlerin mimarisi genelde PHP dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında ise Java ve Ajax teknolojileri kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında sadece belli bir bölgenin verifikasyonu değil, ülkemizde bulunan tüm istasyonlardan gelen gözlem verileri kullanıldığından alansal bir verifikasyon sistemi değil, istasyonel verifikasyondur. Çalışmada Türkiye'deki tüm iller için Jeopotansiyel yükseklik (Z),Seviye sıcaklığı (T), 2 metre yer sıcaklığı (T2), Düşey hız (WS), Bağıl nem (RH), Deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP), Maksimum sıcaklık (MX2T), Minimum sıcaklık (MN2T),Toplam bulut miktarı (TCC), Kümülatif yağış (CP), Toplam yağış (TP) parametreleri için verifikasyon yapılabilmektedir.

Hazırlanan web sitesi kullanıcının kolay kullanabilmesi düşünülerek tasarlanmıştır. Objektif verifikasyon yapılırken Ortalama Standart Hata (ME), Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve Kök Hata Kareler Ortalaması (RMSE) değerleri ve Sınıflandırılmış verifikasyon istatistik değerleri (TS, POD, FAR, KSS, ES, GSS, B) hesaplandıktan sonra sonuçların grafik olarak gösterilmesi analizlerin incelenmesini kolaylaştırmaktadır ve çalıştırılan modellerin doğruluğu belirlenebilmektedir.

İçerisinde 10 günlük Jeopotansiyel yükseklik (Z), Seviye sıcaklığı (T), 2 metre yer sıcaklığı (T2), Düşey hız (WS), Bağlı nem (RH), Deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP), Maksimum sıcaklık (MX2T), Minimum sıcaklık (MN2T), Toplam bulut miktarı (TCC), Kümülatif yağış (CP), Toplam yağış (TP) parametresi bulunan GRIB verinin veritabanına kaydedilmesi yaklaşık olarak 12 saat sürmektedir. Bu nedenle tez çalışmasında 4 çekirdekli sunucu kullanılmıştır.

Uygulamanın denemeleri için iller seçilirken farklı ya da aynı bölgeden olmasına, denize yakınlık uzaklık, basınç seviyesi, modelin çalıştırıldığı saat ve timestep gibi özellikler göz önüne alınmıştır.

Batı Karadeniz’de bulunan Bartın ili için deniz seviyesine indirilmiş basınç (MSLP) parametresi seçilerek yapılan verifikasyon sonucunda, Şekil 5.17’de görülen mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile oluşturulan grafik ile Şekil 5.19’da doğal komşuluk yöntemi ile oluşturulmuş grafik karşılaştırıldığında doğal komşuluk yöntemiyle oluşturulan model verilerinin gözlem verilerine daha yakın olduğu ve hata oranının daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 5.42’de timestep parametresi 15 olarak seçilen grafik ile Şekil 5.17’de timestep parametresi 6 olarak seçilen grafik karşılaştırıldığında Şekil 5.42’de bulunan grafiğin gözlem verilerine daha yakın sonuçlar ürettiği görülmektedir.

Batı Karadeniz’de bulunan Kastamonu ili için denize indirilmiş basınç (MSLP) parametresi seçilerek yapılan verifikasyon sonucunda, Şekil 5.21’de görülen mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile oluşturulan grafik ile Şekil 5.23’de doğal komşuluk yöntemi ile oluşturulmuş grafik karşılaştırıldığında mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemiyle oluşturulan model

verilerinin bölgeyi daha iyi temsil ettiği görülmektedir. Ayrıca modelin çalıştırılma zamanının 00 UTC olduğu Şekil 5.21’de mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemi, 12 UTC olduğu Şekil 5.36 doğal komşuluk yöntemi daha iyi sonuç vermektedir.

Ege bölgesinde bulunan İzmir ile İç Anadolu bölgesinde bulunan Ankara ilinin modelin çalıştırılma zamanının 00 UTC olduğu minimum 2 metre sıcaklık (MN2T) parametresi için verifikasyon yapılmıştır. Şekil 5.26’da Ankara ilinin mesafenin tersine göre, Şekil 5.31’de İzmir’in doğal komşu yöntemi ile daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Orta Karadeniz’de bulunan Samsun ili için yükseklik (Z) parametresi seçilerek mesafenin tersine göre ağırlıklı enterpolasyon yöntemiyle yapılan Şekil 5.33’de ki, 850 mbar basınçta ki verifikasyon sonucu ile 5.35’deki 500 mbar basınçdaki grafikler karşılaştırıldığında, Şekil 5.33’deki grafiğin gözlem sonuçlarına daha yakın sonuçlar ürettiği görülmektedir.



## KAYNAKLAR

1. Demirtas, M., Nance, L., Bernardet, L., Lin, Y., Chuang, H.Y., Loughe, A., Mahoney, J., Gall, R., Koch, S., "The developmental testbed center verification system", *WRF/MM5 Users' Workshop*, Boulder, CO, <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/workshops/WS2005/abstracts/Session3/23-DEMIRTAS.pdf>, (2005).
2. Mahoney, J.L., Henderson, J.K., Brown, B.G., Hart, J.E., Loughe, A., Fischer, C., Sigren, B., "The real-time verification system (rtvs) and its application to aviation weather forecasts", *10th Conference on Aviation, Range, and Aerospace Meteorology*, Portland, OR, 323-326 (2002).
3. Kruger, A., Khandelwal, S.G., Bradley, A., "AHPSVER: A web-based system for hydrologic forecast verification", *Computers & Geoscience*, 33: 739-748 (2006).
4. Mahoney, J.L., Henderson, J.K., Brown, B.G., Mathews, D. And Mosher, F., "Verification of the aviation weather center's in-flight aviation weather advisories : the methods, complexities, and limitations", *14th Conference on Probability and Statistics in the Atmospheric Sciences*, Phoenix, Arizona, 65-69 (1998).
5. Ebert, E., Brown, B., "RTFV: A real time forecast verification system", *33rd Conference on Radar Meteorology*, Cairns, Queensland, <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/122573.pdf>, (2007).
6. Öz, E., Baykoç, Ö.F., "Tedarikçi seçimi problemine karar teorisi destekli uzman sistem yaklaşımı", *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19(3): 275-286 (2004).
7. İnternet : "Uzman Sistemler"  
<http://th.informatik.uni-mannheim.de/people/tatli/resources/pdf/expertsystems.pdf> (2010).
8. Susuz, Z., "Analitik hiyerarşi prosesine dayalı optimum tedarikçi seçim modeli", Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 34-38 (2005).
9. Rich, E., "Artificial Intelligence 2<sup>nd</sup> ed.", *Mc Graw Hill*, New York, (1983).
10. Çoşgun, E., "Teknik personelin performans değerlendirilmesinde bir uzman sistem modeli", *Teknoloji*, 7 (4): 579-589 (2004).

11. İnternet: “Yapay Zeka, Uzman Sistemler”  
<http://inet-tr.org.tr/inetconf14/bildiri/74.pdf> (2010).
12. A. Kusiak, *Heragu, S.H.*, “Expert systems and optimization”, **IEEE Transactions on Software Engineering**, 15(8): 1017-1020 (1989).
13. İnternet: “Uzman sistemler - genel, yönlendirilmiş çalışma”  
[http://www.suatustkan.com/userfiles/Makalelerim/yapay\\_zeka.pdf](http://www.suatustkan.com/userfiles/Makalelerim/yapay_zeka.pdf)  
(2010).
14. İnternet:  
<http://www.arslanmehmet.com/Downloads/YZvUS.pdf> (2010).
15. Thalmann, D., Magnenat-Thalmann, N., Donikian, S., “Half day tutorial : automatic generation of animated population in virtual environments”, *In Eurographics'2004 25th Annual Conference of the European Association for Computer Graphics*, Grenoble, 1-5 (2004).
16. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “Meteoroloji”  
<http://www.dmi.gov.tr/files/kurumsal/ekitap/esintiler3/4meteoroloji.pdf>  
(2010).
17. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “Meteorolojik tahminler ve bilgi paylaşımı”  
<http://www.dmi.gov.tr/files/kurumsal/ekitap/esintiler1/esintiler1-Sayfa2.pdf> (2010).
18. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “Sayısal hava tahmini”  
<http://www.dmi.gov.tr/FILES/genel/sss/sayisalnedir.pdf> (2008).
19. Çöleri, M., Yayvan, M., Deniz, A., Turgut, Ü., Eryılmaz, A., Geçer, C., Güser, A., “Hava analiz ve tahmin tekniği 1.Baskı.”, *DMİ Yayınları*, Ankara, 131 (2007).
20. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “Küresel gözlem sistemi”  
<http://www.dmi.gov.tr/site/cocuklar-gozlemsebekesi.aspx> (2010).
21. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “ İklim nedir, nasıl oluşur ?”  
<http://www.dmi.gov.tr/FILES/genel/sss/iklimnedir.pdf> (2010).
22. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “Bölgesel iklim modelleri”  
<http://www.dmi.gov.tr/files/kurumsal/ekitap/4mevsim7/23iklimmodelleri.pdf> (2010).

23. Şen, B., “Bölgesel iklim modelleri kullanılarak Çukurova Yöresi’nde iklim değişikliğinin 1.ve 2. ürün mısır verimine olası etkilerinin belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 13-15, 62-77 (2009).
24. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “Sayısal hava tahmini”  
<http://www.dmi.gov.tr/FILES/genel/sss/sayisalneder.pdf> (2008).
25. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “MM5 hava tahmin modeli”  
<http://www.dmi.gov.tr/files/kurumsal/ekitap/esintiler4/9mm5.pdf> (2010).
26. İnternet: MM5 Community Model  
<http://www.mmm.ucar.edu/mm5/> (2010).
27. İnternet: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü “MM5 hava tahmin modeli”  
<http://www.dmi.gov.tr/files/kurumsal/ekitap/esintiler1/esintiler1-sayfa5.pdf> (2010).
28. İnternet: ALADIN Numerical Weather Prediction Project  
<http://www.cnrm.meteo.fr/aladin/> (2010).
29. İnternet: “European Centre for Medium-Range Weather Forecasts”  
<http://www.ecmwf.int/> (2010).
30. İnternet: “Inverse Distance Weighting Interpolation”  
<http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/havas/mellekl/vm25/vma04.pdf> (2010).
31. Taştan, F., “Grid bazındaki verilerin enterpolasyonu ve verifikasyonu”, *TC. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Araştırma Şube Müdürlüğü*, Ankara, 75 (1998).
32. Soycan, A., Soycan,M.,”Yol projelerinde sayısal arazi modellerinin kullanılması”, *Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu*, Konya, (2002).
33. İnternet: “Sayısal Arazi Modellerinde Yükseklik Enterpolasyonu”  
[http://www.hgk.mil.tr/dergi/makaleler/128\\_3.pdf](http://www.hgk.mil.tr/dergi/makaleler/128_3.pdf) (2010).
34. İnternet: “Three-Tier Mimari Nedir ?”  
[http://www.godoro.com/Divisions/Ehil/Mahzen/Programming/ThreeTierArchitectural/txt/html/document\\_Definition.html](http://www.godoro.com/Divisions/Ehil/Mahzen/Programming/ThreeTierArchitectural/txt/html/document_Definition.html) (2010).
35. İnternet  
[http://download.oracle.com/docs/cd/E14899\\_01/doc.9102/e14762/img/arc\\_h.gif](http://download.oracle.com/docs/cd/E14899_01/doc.9102/e14762/img/arc_h.gif) (2010).

36. Internet: “openSUSE Web Page”  
**<http://www.opensuse.org/en/>** (2010).
37. Internet: “Netbeans Web Page”  
**<http://netbeans.org/index.html>** (2010).
38. Internet: “A Guide to WMO GRIB”  
**<http://dss.ucar.edu/docs/formats/grib/gribdoc/>** (2010).
39. Internet: “MySQL Web Page”  
**<http://www.mysql.com/>** (2010).
40. Internet: “Unidata Web Page”  
**<http://www.unidata.ucar.edu/software/decoders/>** (2010).
41. **<http://badc.nerc.ac.uk/help/software/xconv/>**
42. Internet  
**<http://www.jcorporate.com/expresso/doc/images/edg/MVC-Applied-JSP-Model2.gif>** (2010).

## **ÖZGEÇMİŞ**

Nesrin AYDIN 1984 yılında Ankara’da doğdu, ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. 2004 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesinde Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği Programında lisans öğrenimine başladı. 2008 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilimdalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2008 yılında KBÜ Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği programında araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 2010 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Halen KBÜ Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği programında araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

### **ADRES BİLGİLERİ**

Adres : Karabük Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Balıklarkayası Mevkii / KARABÜK

Tel : (0370) 4332021–186  
E-posta : nesrinaydin@karabuk.edu.tr

**EK AÇIKLAMALAR A**  
**GRIB VERİNİN ÇÖZÜMLENMESİ İÇİN**  
**OLUŞTURULAN JAVA UYGULAMA KODU**

```

package database_user_interface;

import ucar.grib.grib1.*;
import ucar.grib.*;
import java.io.IOException;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;
import ucar.unidata.io.RandomAccessFile;
import java.sql.*;
import java.text.ParseException;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Calendar;

public class GRIB {

    static Calendar calendar;
    static Calendar now;
    static SimpleDateFormat dateFormat;
    static SimpleDateFormat dateFormat_1;
    static SimpleDateFormat dateFormat_2;
    static SimpleDateFormat dateFormat_3;
    static SimpleDateFormat dateFormat_4;

    static {
        dateFormat = new SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd");
        dateFormat_1 = new SimpleDateFormat("yyyy");
        dateFormat_2 = new SimpleDateFormat("MM");
        dateFormat_3 = new SimpleDateFormat("dd");
        dateFormat_4 = new SimpleDateFormat("HH");
        dateFormat.setTimeZone(java.util.TimeZone.getTimeZone("GMT")); // same
as UTC
        dateFormat_1.setTimeZone(java.util.TimeZone.getTimeZone("GMT")); //
same as UTC
        dateFormat_2.setTimeZone(java.util.TimeZone.getTimeZone("GMT")); //
same as UTC
        dateFormat_3.setTimeZone(java.util.TimeZone.getTimeZone("GMT")); //
same as UTC
        dateFormat_4.setTimeZone(java.util.TimeZone.getTimeZone("GMT"));
    }

    public static void GRIB_Forecast(String m_name, String f_path) {
        Connection con = null;
        String url = "jdbc:mysql://localhost:3306/";
        String db = "grib_db_laptop";
        String driver = "com.mysql.jdbc.Driver";
        String userName = "root";
        String password = "123456";
        float data[];

```

```

int kayit = 50000;
int index;
int nx, nx_inf;
int ny, ny_inf;
int saat;
int cikar = 24;
String ts;
String sql = null;
double la1, la1_inf;
double lo1, lo1_inf;
double dx, dx_inf;
double dy, dy_inf;
int f_id = 0;
try {
    Class.forName(driver);
    con = DriverManager.getConnection(url + db, userName, password);
    Statement st = con.createStatement();
    Statement st_1 = con.createStatement();
//Grib dosyasını açma
    try {
        RandomAccessFile raf = new RandomAccessFile(f_path, "r");
        raf.order(RandomAccessFile.BIG_ENDIAN);
        Grib1Input grb = new Grib1Input(raf);
        f_id++;
        try {
            grb.scan(false, false);
        } catch (NotSupportedException ex) {
            Logger.getLogger(ECMWF.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
ex);
        } catch (NoValidGribException ex) {
            Logger.getLogger(ECMWF.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
ex);
        }
    }
    try {
        ArrayList array = grb.getRecords();

        Grib1Record records_inf = (Grib1Record) array.get(0);
        Grib1GridDefinitionSection gds_inf = records_inf.getGDS();
        Grib1ProductDefinitionSection pds_inf = records_inf.getPDS();

        ///-----file tablosu oluşturuluyor-----
        String run_t = dateFormat_4.format(pds_inf.getBaseTime());
        int run = Integer.parseInt(run_t);
        String model_name = m_name;
        String file_path = f_path;
        String sql_file = "INSERT INTO grib_db_laptop.filetable
(File_Path,Run_Time,Model_Name,Type)" + " VALUES ('" + file_path + "','" + run
+ "','" + model_name + "','ecmwf)";
        System.out.println(sql_file);
    }
}

```



```

st_1.executeUpdate(sql_file);
////////////////////////////////////
///-----coordinate tablosu oluşturuluyor.
la1_inf = gds_inf.getLa1();
lo1_inf = gds_inf.getLo1();
nx_inf = gds_inf.getNx();
ny_inf = gds_inf.getNy();
dx_inf = gds_inf.getDx();
dy_inf = gds_inf.getDy();
index = 0;
for (int enlem = 0; enlem < ny_inf; enlem++) {
    for (int boylam = 0; boylam < nx_inf; boylam++) {
        sql = "INSERT INTO grib_db_laptop.coordinate
(Lat,Lot,Model_Name)" + " VALUES (" + la1_inf + "," + lo1_inf + "," +
model_name + ")";
        lo1_inf = lo1_inf + dx_inf;
        index++;
        System.out.println(sql);
        st_1.executeUpdate(sql);
    }
    la1_inf = la1_inf - dy_inf;
    lo1_inf = gds_inf.getLo1();
}
////////////////////////////////////
for (int j = 0; j < array.size(); j++) {
    Grib1Record records = (Grib1Record) array.get(j);
    Grib1GridDefinitionSection gds = records.getGDS();
    Grib1ProductDefinitionSection pds = records.getPDS();
    Grib1PDSVariables pdsv = pds.getPdsVars();
    int pn = pdsv.getParameterNumber();
    String s1 = dateFormat_1.format(pds.getBaseTime());
    String s2 = dateFormat_2.format(pds.getBaseTime());
    String s3 = dateFormat_3.format(pds.getBaseTime());
    String s4 = dateFormat_4.format(pds.getBaseTime());
    int yy = Integer.parseInt(s1);
    int mm = Integer.parseInt(s2);
    int dd = Integer.parseInt(s3);
    int hh = Integer.parseInt(s4); ///run ın başlangıç saati
    int run_time = pdsv.getP1();///P1 değerleri gelecek
    int db_counter1 = 0;
    now = Calendar.getInstance();
    now.set(yy, mm - 1, dd, hh, run_time);
    for (int i = 0; i <= (run_time / 3); i++) {
        now.add(Calendar.HOUR_OF_DAY, +3);
    }
    la1 = gds.getLa1();
    lo1 = gds.getLo1();
    dx = gds.getDx();
    dy = gds.getDy();
}

```

```

nx = gds.getNx();
ny = gds.getNy();
Grib1Data g1d = new Grib1Data(raf);
data = g1d.getData(records.getDataOffset(), pds.getDecimalScale(),
pds.bmsExists());
switch (pn) {
////////// 2 metre temperature 167 T2
case 167:
    index = 0;
    la1 = gds.getLa1();
    lo1 = gds.getLo1();
    for (int enlem = 0; enlem < ny; enlem++) {
        for (int boylam = 0; boylam < nx; boylam++) {
            if (pdsv.getP1() < 24) {
                saat = pdsv.getP1();
            } else {
                saat = pdsv.getP1() % cekar;
            }
            System.out.println("P1 :" + pdsv.getP1());
            ts = Integer.toString(saat);
            java.util.Date tarih = new java.util.Date();
            SimpleDateFormat formatter = new
SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd");
            String c1 = dateFormat_1.format(now.getTime());
            String c2 = dateFormat_2.format(now.getTime());
            String c3 = dateFormat_3.format(now.getTime());
            String date = c1 + "-" + c2 + "-" + c3;
            System.out.println("utilDate:" + tarih);
            try {
                tarih = formatter.parse(date);
            } catch (ParseException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            if (db_counter1 > kayit) {
                Thread.sleep(60000);
                db_counter1 = 0;
            }
            java.sql.Date sqlDate = new java.sql.Date(tarih.getTime());
            System.out.println("sqlDate:" + sqlDate);
            sql = "INSERT INTO grib_db_laptop.f_t2
(F_id,Model_Name,Latitude,Longitude,Press,T2_Data,Total_ts,Start_Date)" +
                " VALUES (" + f_id + "," + model_name + "," + la1
+ "," + lo1 + "," + pdsv.getValueFirstFixedSurface() + "," + data[index] + "," +
pdsv.getP1() + "," + dateFormat.format(pds.getBaseTime()) + ")";
            lo1 = lo1 + dx;
            index++;
            db_counter1++;
            System.out.println(sql);
            st_1.executeUpdate(sql);

```

```

    }
    la1 = la1 - dy;
    lo1 = gds.getLo1();
}
break;
////////// Maksimum sıcaklık 201 MX2T
case 201:
    index = 0;
    la1 = gds.getLa1();
    lo1 = gds.getLo1();
    for (int enlem = 0; enlem < ny; enlem++) {
        for (int boylam = 0; boylam < nx; boylam++) {
            if (pdsv.getP1() < 24) {
                saat = pdsv.getP1();
            } else {
                saat = pdsv.getP1() % cıkar;
            }
            System.out.println("P1 : " + pdsv.getP1());
            ts = Integer.toString(saat);
            java.util.Date tarih = new java.util.Date();
            SimpleDateFormat formatter = new
SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd");
            String c1 = dateFormat_1.format(now.getTime());
            String c2 = dateFormat_2.format(now.getTime());
            String c3 = dateFormat_3.format(now.getTime());
            String date = c1 + "-" + c2 + "-" + c3;
            System.out.println("utilDate:" + tarih);
            try {
                tarih = formatter.parse(date);
            } catch (ParseException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            if (db_counter1 > kayit) {
                Thread.sleep(60000);
                db_counter1=0;
            }
            java.sql.Date sqlDate = new java.sql.Date(tarih.getTime());
            System.out.println("sqlDate:" + sqlDate);
            sql = "INSERT INTO grib_db_laptop.f_mx2t
(F_id,Model_Name,Latitude,Longitude,Press,MX2T_Data,Total_ts,Start_Date)" +
                " VALUES (" + f_id + "," + model_name + "," + la1
+ "," + lo1 + "," + pdsv.getValueFirstFixedSurface() + "," + data[index] + "," +
pdsv.getP1() + "," + dateFormat.format(pds.getTime()) + ")";
            lo1 = lo1 + dx;
            index++;
            db_counter1++;
            System.out.println(sql);
            st_1.executeUpdate(sql);
        }
    }
}

```

```

        la1 = la1 - dy;
        lo1 = gds.getLo1();
    }
    break;
    //////////// Minumm sıcaklık sıcaklık 202 MN2T
    case 202:
// Kod bloğu
        break;
    //////////// Nisbi Nem 157 RH
    case 157:
        // Kod bloğu
        break;
    //////////// Deniz seviyesine indirilmiş basınç 151 MSLP
    case 151:
// Kod bloğu
        break;
    //////////// Rüzgarın U vektörü 131 U
    case 131:
// Kod bloğu
        break;
    //////////// Rüzgarın V vektörü 132 V
    case 132:
// Kod bloğu
        break;
    //////////// Geopotential 129 Z
    case 129:
// Kod bloğu
        break;
    //////////// Sıcaklık 130 T
    case 130:
        // Kod bloğu
        break;
    //////////// Toplam Yağış 228 TP
    case 228:
        // Kod bloğu
        break;
    //////////// Toplam Bulut Miktarı 164 TCC
    case 164:
        // Kod bloğu
        break;
    //////////// Kümülatif Yağış 143 CP
    case 143:
        // Kod bloğu
        break;
    }//switch
} //for en
} catch (SQLException s) {
    System.out.println("SQL statement is not executed!");
}

```

```
    } catch (IOException ex) {  
        } //grib catch kapa  
  
    } catch (Exception e) {  
        e.printStackTrace();  
    }  
  
    }  
}
```