

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİYARBAKIR İLİ İÇİN 2015 YILINDA ÇÖL TOZLARI TAŞINIMININ
BSC-DREAM8b MODELİ İLE ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aylin ÜNAL

Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Atmosfer Bilimleri Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİYARBAKIR İLİ İÇİN 2015 YILINDA ÇÖL TOZLARI TAŞINIMININ
BSC-DREAM8b MODELİ İLE ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Aylin ÜNAL
51121014**

Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Atmosfer Bilimleri Programı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Ali DENİZ

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 511121014 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Aylin ÜNAL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “DİYARBAKIR İLİ İÇİN 2015 YILINDA ÇÖL TOZLARI TAŞINIMININ BSC-DREAM8b MODELİ İLE ARAŞTIRILMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç.Dr. Ali DENİZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç.Dr. Hüseyin TOROS**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mete TAYANÇ
Marmara Üniversitesi

Teslim Tarihi : 25 Nisan 2016
Savunma Tarihi : 06 Haziran 2016





Aileme,



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez çalışmam boyunca katkılarından dolayı başta Doç. Dr. Ali DENİZ olmak üzere, meteorolojik verilerin temin edilmesini sağlayan ve model kullanımına erişimi sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne, model ile ilgili her türlü yardımlarını esirgemeyen Kahraman OĞUZ'a, beni her zaman destekleyen, her zaman yanımda olan aileme, tezimin yazılmasında beni motive eden, yardımlarını esirgemeyen Esra AYDINÖZ ve Müge KOCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Nisan 2016

Aylin Ünal
Meteoroloji Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	23
1.1 Tezin Amacı.....	24
1.2 Literatür Araştırması	24
1.3 Hipotez	27
2. ÇÖL TOZLARI.....	29
2.1 Toz Tanımı ve Boyutlarına Göre Çöl Tozları	30
2.2 Toz Döngüsü	31
3. DİYARBAKIR	33
3.1 Diyarbakır'ın İklimi	33
3.2 Diyarbakır'ın Hava Kalitesi	33
3.3 Diyarbakır'da Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler	37
3.3.1 Atmosferik kararlılık, enverziyon ve karışma yüksekliği.....	37
3.3.2 Rüzgarın etkisi	38
3.3.3 Topografik özellik	39
4. VERİ VE YÖNTEM	41
4.1 Çalışma Alanı ve Veri	41
4.2 BSC-DREAM8b Modeli	42
4.2.1 BSC-DREAM8b modeli temel özellikleri	43
5. DEĞERLENDİRME	47
5.1 11 Şubat 2015 Durum Araştırması.....	47
5.1.1 Meteorolojik durum değerlendirmesi.....	47
5.1.2 Uydu görüntüleri ve BSC-Dream8b model çıktıları	52
5.1.3 Model sonuçları ve gözlem verilerinin karşılaştırılması.....	54
5.2 29 Haziran 2015 Durum Araştırması	55
5.2.1 Meteorolojik durum değerlendirmesi.....	55
5.2.2 Uydu görüntüleri ve BSC-Dream8b model çıktıları	59
5.2.3 Model sonuçları ve gözlem verilerinin karşılaştırılması.....	62
5.3 7-10 Eylül 2015 Durum Araştırması.....	63
5.3.1 Meteorolojik durum değerlendirmesi.....	63
5.3.2 Uydu görüntüleri ve BSC-Dream8b model çıktıları	67
5.3.3 Model sonuçları ve gözlem verilerinin karşılaştırılması.....	69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ.....	79

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AERONET	: Aerosol Robotic Network
BSC	: Barselona Süperbilgisayar Merkezi Yerbilimleri Departmanı
EPA	: Amerika Çevre Koruma Ajansı
EUMETSAT	: European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MSG	: Meteosat Second Generation
NCEP	: National Centers for Environmental Prediction
NOAA	: Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi
THEP	: Temiz Hava Eylem Planı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	: Dünya Sağlık Organizasyonu



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Hava kalite indeksi karşılaştırma tablosu (Url-2).....	36
Çizelge 3.2 : Hava kalitesi indeksi renkler ve anlamları (Url-2).	36
Çizelge 3.3 : Kaynaklarına göre atmosferik tozlar (Diyarbakır THEP, 2015).	38
Çizelge 4.1 : BSC-DREAM8b parçacık boyutu sınıflandırılması (Basart vd., 2012).	43
Çizelge 4.2 : Zobler toprak sınıflandırılması (Nikovic vd., 2001).	45
Çizelge 4.3 : DREAM8b modeli özellikleri.	46



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : 2015 yılı 24 saatlik PM10 konsantrasyonları ve limit değerler.....	27
Şekil 1.2 : 2015 yılı saatlik PM10 konsantrasyonları ve limit değerler.....	28
Şekil 2.1 : Diyarbakır'ı etkileyen çöl bölgeleri (Şengün ve Kıranşan, 2012).....	29
Şekil 2.2 : Çöl tozlarının sınıflandırılması (Bağcı, 2013)......	30
Şekil 2.3 : Partikül madde boyutlarının (PM ₁₀ ve PM _{2.5}) karşılaştırılması (EPA, 2015).....	31
Şekil 2.4 : Toz taşınımı (Oğuz, 2014).	31
Şekil 3.1 : 2015 yılı 24 saatlik SO2 konsantrasyonları ve limit değerler.	34
Şekil 3.2 : Egzoz gazı emisyon ölçümü yaptıran araç sayıları (Diyarbakır THEP, 2015).	35
Şekil 3.3 : Karışım ve enverziyon tabakası (Çapraz, 2013).	37
Şekil 3.4 : Türkiye'ye toz taşınımını sağlayan yerel rüzgârlar (Bağcı, 2013).	39
Şekil 3.5 : Güneydoğu anadolu bölgesi topografya haritası (Url-3).....	40
Şekil 4.1 : Diyarbakır ili hava kalitesi ölçüm istasyonu (Diyarbakır THEP, 2015). .	41
Şekil 4.2 : Diyarbakır'da bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonu (Diyarbakır THEP, 2015).	42
Şekil 4.3 : (a) Olson Dünya ekosistem ve 1-km çözünürlüklü USGS kara kullanım haritası. (b) Toz emisyonu kaynakları (1) Bode'le' , (2) Mali, (3) Moritanya, (4) Batı Sahra-Fas, (5) Cezayir-Adrar, (6) Kuzey Cezayir- Tunus, (7) Libya çölü, (8) An-Nafud çölü (9) Rub' Al Khali çölü (Basart vd., 2012).	44
Şekil 4.4 : Modelin domain alanı.	45
Şekil 5.1 : 10-11 Şubat rüzgar gülü.	48
Şekil 5.2 : 10-11 Şubat 2015 12,00 ve 12 UTC yer kartları ve 500 hPa haritaları (Url-4).	49
Şekil 5.3 : 10 Şubat 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).....	50
Şekil 5.4 : 11 Şubat 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).....	50
Şekil 5.5 : 11 Şubat 2015 Diyarbakır NOAA HYSPLIT modeli geri yörünge haritası.	51
Şekil 5.6 : 10-11 Şubat 2015 uydu görüntüleri.....	52
Şekil 5.7 : 10 Şubat 12Z-11 Şubat 18Z 2015 arası BSC-DREAM8b model çıktıları.	53
Şekil 5.8 : 10-11 Şubat 2015 BSC-DREAM8b yüzey toz konsantrasyon değerleri ve istasyon PM10 değerleri.	55
Şekil 5.9 : 28-29 Haziran rüzgar gülü.....	55
Şekil 5.10 : 28-29 Haziran 2015 12,00 ve 12 UTC yer kartları ve 500 hPa haritaları (Url-4).	56
Şekil 5.11 : 28 Haziran 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).	57
Şekil 5.13 : 29 Haziran 2015 Diyarbakır NOAA HYSPLIT modeli geri yörünge haritası.	59
Şekil 5.14 : 28-29 Haziran 2015 uydu görüntüleri.	60

Şekil 5.15 : 28-29 Haziran 2015 BSC-DREAM8b Model çıktıları.	61
Şekil 5.16 : 28-29 Haziran 2015 BSC-DREAM8b yüzey toz konsantrasyon değerleri ve istasyon PM10 değerleri.	62
Şekil 5.17 : 7-10 Eylül rüzgar gülü.	63
Şekil 5.18 : 8-10 Eylül 2015 12 UTC yer kartları ve 500 hPa haritaları (Url-4).	64
Şekil 5.19 : 8 Eylül 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).	65
Şekil 5.20 : 9 Eylül 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).	66
Şekil 5.21 : 9 ve 10 Eylül 23 UTC’de sonlanan geri yörünge haritası.	67
Şekil 5.22 : 7-10 Eylül 2015 BSC-DREAM8b Model çıktıları ve uydu görüntüleri.	68
Şekil 5.23 : 7-10 Eylül 2015 BSC-DREAM8b yüzey toz konsantrasyon değerleri ve istasyon PM10 değerleri.	69



DİYARBAKIR İLİ İÇİN 2015 YILINDA ÇÖL TOZLARI TAŞINIMININ BSC-DREAM8b MODELİ İLE ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Hava kirliliği, insan sağlığı üzerinde ciddi sağlık problemlerine ve ölümlere neden olduğundan dünyada en önemli sorunlar arasında gelmektedir. Dünyada her yıl milyonlarca insan hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Türkiye’de hava kirliliği özellikle 1950’lerden sonra nüfusun artması, kırsal bölgelerden şehirlere göçün artması, kentlerin büyümesi ve endüstrinin gelişmesiyle sağlık sorunu olmaya başlamıştır. Türkiye genelinde yapılan ölçümler insanların soluduğu havanın sağlığa zararlı olduğunu göstermektedir. Yapılan pek çok çalışmada, havadaki kirletici konsantrasyonları ile hastaneye başvuruların arttığı gözlemlenmiş ve ölümler üzerinde etkisi olduğu ortaya konulmuştur. 1952 yılının Aralık ayında İngiltere’nin başkenti Londra’da meydana gelen hava kirliliğinin, 5.000 kişinin ölümüne neden olarak, insan sağlığı üzerinde ciddi sonuçlara sebep olduğu görülmüştür.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde hava kalitesi önemli bir endişe kaynağıdır. Bölgedeki PM10 konsantrasyonları, AB ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nın sağlığın korunması için belirlenen standart sınır değerlerin oldukça üzerindedir. Çalışma bölgesi olan Diyarbakır ilinde, nispeten artan sanayileşme, ısınma, artan araç sayısı ve doğal yollarla meydana gelen çöl tozlarının taşınımı hava kalitesini etkileyen en önemli unsurlardır. Diyarbakır coğrafi konumu ile çöl bölgelerine yakın olması, taşınımı engelleyecek bir orografik engelin olmaması, Orta enlem siklonlarının geçiş güzergâhında ve Batı rüzgârları kuşağında bulunması nedeniyle çöl tozu taşınımından önemli oranda etkilenmektedir. Buna bağlı olarak, Diyarbakır’da çöl tozlarının etkisinin bu kadar fazla olması insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yüzey alanı ve nüfusu ile Türkiye’nin en kalabalık 12. şehrini temsil eden Diyarbakır ili Güneydoğu Anadolu Projesinde yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Türkiye’de bugüne kadar hazırlanan bölgesel kalkınma projeleri arasında en dinamik olarak hayata geçirilen bir projedir. Diyarbakır ayrıca mutfak, kültürü ve tarihi yapıları ile Dünya kültüründe hızla önem kazanmıştır. UNESCO tarafından Hevsel bahçeleri ve kalesi ile Dünya miras listesine alınan Diyarbakır turizm açısından da önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle Diyarbakır’ın hava kalitesi oldukça önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Diyarbakır’da çöl tozları taşınımının detaylı bir şekilde araştırılması için 2015 yılında farklı mevsimlerdeki episod dönemleri incelenmiştir. Kış, yaz ve sonbahar olmak üzere üç farklı episod dönemi belirlenmiştir. Farklı mevsimler seçilmesindeki amaç episod dönemlerindeki kirlilik durumunun daha detaylı bir şekilde incelenmesidir. Çalışmanın temel amacı, üç farklı episod dönemi için BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modeli çıktılarının ve üç farklı mevsime ait toz taşınım olaylarının meteorolojik koşulları ile detaylı olarak incelenerek analiz edilmesidir. Episod günlerine ait atmosfer koşulları sinoptik ve yukarı atmosfer

haritaları ile ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Böylece, BSC-DREAM8b modelinin episod dönemlerindeki toz taşınımını yakalama performansı ortaya konmuştur. Üç farklı mevsime ait episod dönemleri olması modelin performansını değerlendirmede avantajlı olacaktır. Bunlara ek olarak, episod dönemleri için NOAA HySplit model çıktıları ile geri yörünge analizi yapılmış ve toz taşınımının etkisi ortaya konmuştur. Çalışmada ayrıca, model çıktıları EUMETSAT MSG toz ürünleri ile karşılaştırılıp detaylı olarak yorumlanmıştır.

Çalışmada, Diyarbakır hava kalitesi ölçüm istasyonundan alınmış, 2015 yılı boyunca ölçülen PM10 değerleri kullanılmıştır. Diyarbakır iline ait rüzgar hızı ve yön bilgileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır.

Hava kirliliği ile ilgili yapılan model çalışmaları ile, kirliliğin yoğun olmasının beklendiği günlerde, çevrede meydana getireceği etkiler göz önüne alınarak özellikle yaşlı, hasta ve çocukların dışarı çıkmaması için kamuoyunu bilgilendirilerek insanların ve çevrenin kirlilikten korunması amaçlanmıştır.



RESEARCH OF THE DESERT DUST TRANSPORT FOR DİYARBAKIR IN THE YEAR 2015 WITH BSC-DREAM8b MODEL

SUMMARY

Air pollution is a major concern throughout the world which is causing serious health problems on human health. Millions of people lose their life due to air pollution each year. Air pollution is also crucial for all livings including various animal and plant kinds. Many governments and institutions have made regulations towards restricting air pollution caused by unrestrained increase of population growth and industry. It is intended to defend entire living creatures and environment from effects of air pollution by the help of these regulations controlling air pollution emissions. Air quality standards are regulated by a number of organization and institutions like U.S. EPA, (United States Environmental Protection Agency), WHO (World Health Organization), EU (European Union) Air Quality Framework and additional directives. Air quality in Turkey is still a big concern by reason of population increase with demand on consumption of energy such as oil and coal for cars, houses and factories bring about mostly the air pollutants episode.

As Turkey's economy experienced high levels of growth and both industry and population increased, air pollution episodes in major cities such as Istanbul, Ankara and Izmir became the main topic of conversation in 1950s in Turkey. Air pollution measurements show that air pollution concentrations are at high levels in Turkey. Many studies revealed that there is a close link between pollutant concentrations in the air and hospital admissions and deaths. It is seen that air pollution can result in catastrophic consequences with London episode in December in 1952 approximately 5000 people got sick and died.

In Southeastern Anatolia Region, air pollution is a considerable source of concern. PM10 concentrations in the region are considerably higher than standard limit values according to EU and the WHO for protection of health. Southeastern Anatolia Project (GAP) which has been carried out most dynamically among regional development plans and programs prepared up to today in Turkey aims at improving the income level and life quality of people living in the region , reducing regional disparities and contributing to country's economic and social development by mobilizing and utilizing the resources of the region. Diyarbakır which is the most crowded twelfth city of Turkey represents one of the most important cities of GAP because of its overpopulation and surface area. Diyarbakır also has rapidly become significance in that historic buildings, culture and cuisine tourism in world culture. Since Hevsel Gardens and Diyarbakır Castle has registered as world heritage list by UNESCO, Diyarbakır gain attractiveness in tourism for both domestic and foreign tourists. Consequently, air quality has important in terms of living's health, tourism and agricultural activities in the city. Some factors contribute to air pollution in Diyarbakır such as relatively increased industry, heating, rising transport number and dust transportation which occurs naturally. Diyarbakır is considerably affected by

dust transportation because of closeness to the desert region, lack of a topographical barrier to prevent dust transportation, and being located in transition route of mid-latitude cyclones and West wind zone. Human health is influenced negatively due to the high desert dust impact in Diyarbakır.

Impacts of meteorological parameters are also significant in terms of distribution and transport of pollutants. Moreover, air pollution in a city depends on topographical factors except anthropogenic contaminants. The information of which pollutants reached to region and how do they reached can be obtained by examining meteorological parameters and topography together. In this way, it can be known which weather conditions affect air pollution in advance. Therefore, a control mechanism can be developed and precautions can be taken.

In this study, episode periods in different seasons are analyzed to investigate dust transportation in Diyarbakır city with a detailed study for 2015. Hence, three separate episode periods are determined as winter, summer and autumn season. The reason for choosing different seasons is to examine dust transportation effect both for common dust transportation season as summer and autumn and for the different atmospheric conditions in winter. Episode periods is choosed according to EU limit values. The intendment of showing regard to EU limit values is the plan of having same EU limit values in Turkey by 2019 year. The main purpose of the study is to analyze outputs of BSC-DREAM8b dust transport forecast model for three different episode periods with meteorological conditions in detail. Atmospheric conditions belonging to episode periods are examined with synoptic maps and upper atmosphere maps provided by Wyoming University. In this way, performance of BSC-DREAM8b dust transport forecast model is revealed by simulated pollution situation in episode periods for three different seasons. Also, having three different seasons is advantageous in evaluation of the model performance. In addition to that, dust transformation effect is proved with back trajectory analysis by using NOAA Hysplit model outputs for these periods. Furthermore, BSC-DREAM8b dust transport forecast model outputs are compared with EUMETSAT MSG dust outputs in detail.

Air pollution data for PM₁₀ throughout 2015 is obtained from Diyarbakır Air Quality Monitoring Station which is established by Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization. Meteorological parameters of wind speed and wind direction belonging to Diyarbakır city also are provided from Turkish State Meteorological Service connected to Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization.

Air is an important factor for the human health since people is directly affected by the air. PM (Particulate matter) is one of the most important pollutants reducing air quality. Desert dust particles which are mixed into the atmosphere are transported to far regions by winds. Due to the wet and dry deposition, the desert dust particles significantly influence the environment which we live in. Therefore, the analyzing of desert dust transport is very important.

In this study, three different episode periods belong three different seasons as winter, summer and autumn to investigate of the desert dust transport and sources in detail in Diyarbakır. The reason for choosing three different seasons is to examine dust transformation effect in air quality. Therefore, the study is focused on the dates of 11 February 2015, 29 June 2015 and 7-10 September 2015. For three different episode days, performance of BSC-DREAM8b dust transport forecast model is evaluated. Each episode days, Pearson correlation coefficient is accounted. Moreover, time

series are given in graphic. Our model was run episode days from one day before at 12Z.

In winter season, Pearson correlation coefficient is accounted as $r = 0.83$ between BSC-DREAM8b model outputs and observation data of 10-11 February 2015 for 3 hourly intervals for PM_{10} concentrations. Consequently it can be said that there is too strong positive correlation between observation data and model outputs. The model relatively underestimated pollutant observation concentrations. However, model captured high concentration values in Diyarbakır. Also, the model captured the increase and decrease of the dust concentrations in a good way for 10-11 February 2015.

In summer season, Pearson correlation coefficient is accounted as $r = 0.0072$ between BSC-DREAM8b model outputs and observation data of 28-29 June 2015 for 3 hourly intervals for PM_{10} concentrations. In this case, between station data and model forecasts for PM_{10} concentrations show that weak positive relationship. Also, the model results for 10-11 February are better than the 28-29 June model outputs data. But we can say that, 28- 29 June in the model relatively captures peak values. Despite having a lower Pearson correlation coefficient for the June episode day, it can be said that BSC-dream8b Model estimated the desert dust transport.

In autumn season, Pearson correlation coefficient is accounted as $r = -0.24488$ between BSC-DREAM8b model outputs and observation data of 7-10 September 2015 for 3 hourly intervals for PM_{10} concentrations. In this case, between station data and model forecasts for PM_{10} concentrations show that weak negative relationship. The model relatively underestimated pollutant observation concentrations. However, model captured general dust transportation risk in terms of dust shape and value. Dust transportation is also seen in satellite outputs and wind direction as meteorological parameter also supports dust transportation in autumn episode days because of having southern winds. Despite the fact that autumn episode days have a lower Pearson correlation coefficient for the day, it can be said that BSC-dream8b Model estimated the desert dust transport.

Consequently, when we compare the observations data with model results for the both episode days, we can say that the model outputs underestimated the data of the station. However, model detected the increase and decrease of the dust concentrations in a good way. It can be said that desert dust transport was estimated by BSC-DREAM8b Model.

This study aims to provide a guide for similar studies in the future. In addition, it can provide more consistent results for testing products for the other meteorological models. These kinds of studies which are about air pollution are also aimed to protect public (children, old, sick people) by providing information about pollutant concentrations for cities.



1. GİRİŞ

Hava kirliliği, katı, sıvı ve gaz şeklinde bulunan yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek miktar ve sürede atmosferde bulunmasıdır (İncecik, 1994). Hava kirliliği bütün dünyanın üzerinde durduğu en önemli sorunlardan birisidir ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyerek yaşam kalitesini düşürmektedir. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, özellikle solunum ve akciğer hastaları olmak üzere yapılan pek çok çalışmada gösterilmiştir.

Hava, insan sağlığını doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Sağlıklı bir insan günde 16 kg hava solumaktadır. Atmosferde bulunan kirleticiler havadaki oksijeni azaltarak hava kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. PM (Partikül Madde) ve SO₂ (Kükürt Dioksit) hava kalitesini düşüren en önemli kirleticilerdir. Bu maddeler özellikle ısınmada fosil yakıtların kullanılması, motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazları, sanayi faaliyetleri sonucunda çıkan gazlar ve rüzgârlar vasıtasıyla çöllerden taşınan tozlarının etkisiyle atmosferde birikmektedir (Şengün ve Kıranşan, 2013).

Yapılan çalışmalar çöllerin, doğal sistemler içerisinde önemli bir yere sahip olduğunu, bulunduğu bölgeleri ve atmosferik taşınım yoluyla çok uzak bölgeleri bile önemli oranda etkilediğini ortaya koymuştur. Her yıl ülkemize belirli periyotlarla ortalama 20 milyon toz taşınımı gerçekleşmektedir. Çöl tozları, havada asılı kalarak hava hareketlerinin etkisiyle taşınımına uğrayabilen ve çökebilen, boyutları mikronlarla ifade edilen partiküllerdir (Şengün ve Bağcı, 2012).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yazın ve diğer geçiş mevsimlerinde hava kalitesini etkileyen en önemli faktör Kuzey Afrika, Arabistan ve Suriye çölleri üzerinden taşınan çöl tozlarıdır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi coğrafi konumu itibarıyla çöl bölgelerine yakın olması, Batı rüzgârları kuşağında yer alması, gezici orta enlem siklonlarının geçiş güzergâhı üzerinde bulunması ve çöl tozlarının taşınımını engelleyecek derecede bölgenin güney sınırlarında ciddi bir orografik engelin

olmaması nedeniyle özellikle sonbahar, ilkbahar ve yaz ve aylarında son yıllarda bol miktarda çöl tozu taşınımına uğramaktadır (Şengün ve Kıranşan, 2013).

Bu çalışmada, Diyarbakır'da 2015 yılında ölçülen PM10 kirletici değerleri ile BSC-DREAM8b modelinin üç farklı mevsime ait episod dönemlerindeki toz taşınımını yakalama performansı araştırılmıştır. Üç farklı episod dönemi HySplit, BSC-DREAM8b modeli, sinoptik haritalar ve uydu görüntüleri ile incelenerek detaylı bilgiye varılmıştır. BSC-DREAM8b modelinin performansı ortaya konulmuştur.

1.1 Tezin Amacı

Rüzgarlar vasıtasıyla çöllerden kalkan toz partiküllerinin atmosfere karışıp, çok uzak bölgelere taşınarak yaş ve kuru olarak çökmesi sonucunda canlılar ve içinde yaşamış olduğumuz çevre önemli derecede etkilemektedir. Bu nedenle, çöl tozları taşınımının incelenmesi ve yoğun olması beklenen günlerde gerekli tedbirlerin alınması için halkın önceden bilgilendirilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, Diyarbakır ili için 2015 yılında farklı mevsimlere ait üç farklı episod dönemlerinde gerçekleşen toz taşınımı ve meteorolojik parametrelerin episod dönemlerindeki etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modelinin performansının üç farklı mevsimde gerçekleşmiş olan episod dönemleri için analiz edilmesidir. Çalışmanın ilerleyen yıllarda konu ile ilgili yapılacak araştırmalara yol göstermesi de amaçlanmaktadır.

1.2 Literatür Araştırması

Hava kirliliği dünyada en önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Gerek insan sağlığı gerekse içinde yaşamış olduğumuz çevre hava kirliliğinden önemli oranda etkilenmektedir. Dünyada her yıl milyonlarca insan hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Ulaşım, sanayi ve ısınma kaynaklı açığa çıkan kirleticiler ve doğal yollarla meydana gelen çöl tozlarının taşınımı hava kalitesini etkileyen en önemli unsurlardır. Bu nedenle Dünyada ve Türkiye'de hava kirliliği ile ilgili çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Çalışma konumuz olan çöl tozları bilim dünyasında ilk defa Charles Darwin tarafından 1830'lu yıllarda fark edilmiştir. Charles Darwin Akdeniz' de yapmış olduğu seyahati sırasında gemisini kaplayan toz tanelerini fark etmiştir. Yaptığı

araştırmalar sonucunda bu tozların rüzgârlar vasıtasıyla Kuzey Afrika'daki kurak bölgelerden taşındığını belirtmiştir (Darwin, 1846: 2). Dünyada   l tozlarıyla ilgili ilk kapsamlı çalışmalar 1970'li yıllara dayanmaktadır ve bu yıllardan günümüze kadar çöl tozları ile ilgili bir çok çalışma yapılmıştır. Aşağıda konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalara ve BSC-DREAM8b modeli kullanılarak yapılan bazı çalışmalara örnekler verilmiştir.

Goudie ve Middleton (2000) yaptıkları çalışmada Sahra   l  tozlarının kaynak alanlarını, uzun mesafelere taşınım yörüngelerini ve iklim değişikliği üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Ayrıc  Sahra   l  tozlarında bulunan başlıca elementleri, kil minerallerini ve tane boyutu özelliklerini de incelemişlerdir.

şengün ve Kırarşan (2013) "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde   l Tozlarının Hava Kalitesi  zerine Etkisi" adlı makalesinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde son yıllarda çok sık görülmeye başlayan çöl tozlarının zamansal ve mekansal dağılışında etkili olan faktörler ve çöl tozlarının hava kalitesine etkileri araştırılmıştır.

Bağcı (2013) "  l Tozlarının Elazığ, Diyarbakır, Adıyaman ve şanlıurfa İllerinde İnsan ve Bitki  zerindeki Etkileri" başlıklı yüksek lisans tezinde son yıllarda etkisi artan çöl tozlarının bitkiler ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini genel olarak ortaya koymuştur ve bu konuda ortaya çıkabilecek sorunlara çözüm  nerileri sunmuştur.

Bulut ve diğ. (2008) yaptıkları çalışmada, toz bulutlarının oluşum nedenlerini, bölgenin meteorolojik, jeomorfolojik, jeolojik ve pedolojik özellikleri açısından tartışarak, toz bulutlarının i  ve dış ortam hava kalitesine olan etkilerini şanlıurfa ili için araştırmışlardır. Toz bulutunun hakim olduğu günler ve normal günler için i  ve dış ortam havasındaki değişik çaplardaki partikül madde miktarları ölçülmüş ve sonuçları analiz edilmiştir. Toz bulutlarının olduğu zamanlarda i  ve dış ortam hava kalitesinin önemli oranda düştüğü saptanmış ve toz bulutlarına karşı alınacak önlemler ve öneriler sunulmuştur.

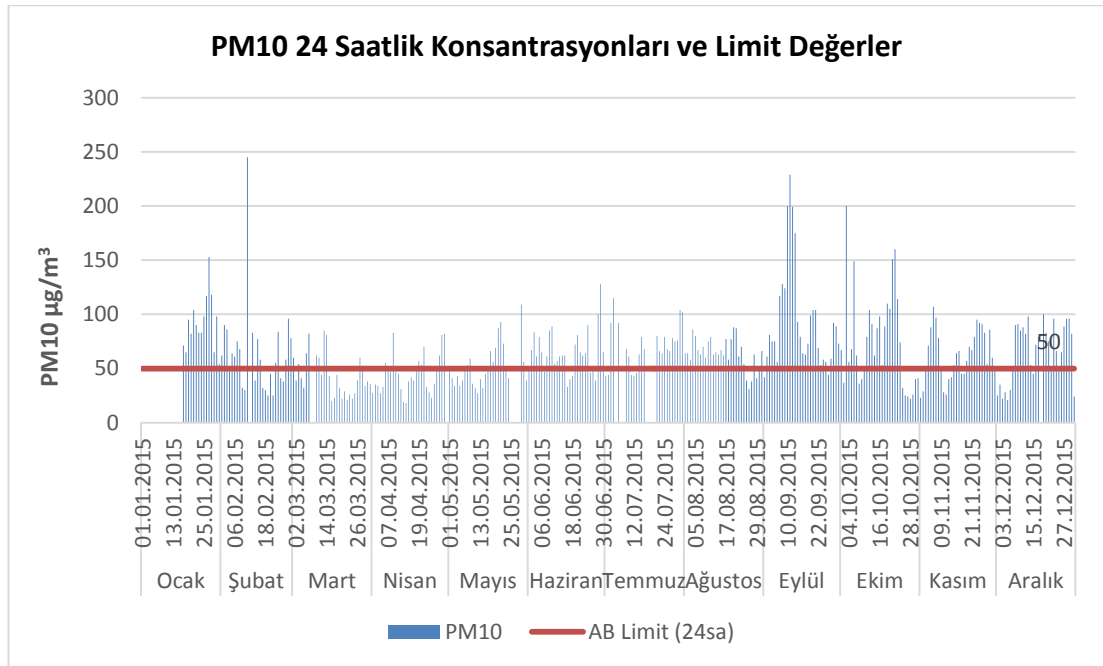
Aydınöz (2015) "şanlıurfa Hava Kirliliğinin Chimere Modeli İle İncelenmesi" adlı yüksek lisans çalışmasında şanlıurfa ili için CHIMERE modeli performansının iki farklı mevsimde farklı nedenlerle gerçekleşmiş olan episod dönemleri için analiz edilmesi amaçlanmış ve meteorolojik parametrelerin episod dönemlerindeki etkileri, toz taşınımındaki rolü ve kirliliğe neden olan kaynaklar detaylı bir şekilde incelenmiştir.

BSC-DREAM8b modeli kullanılarak yapılmış çalışmalara örnek olarak Oğuz (2014) çöl tozlarının Türkiye'ye taşınımını Bsc-Dream8b toz taşınımı tahmin modeli kullanarak değerlendiren yüksek lisans tezinde, toz taşınımının gerçekleştiği iki örnek güne ait BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modelinin çıktılarını, gözlem verilerini ve meteorolojik koşulları detaylı olarak analiz etmiştir. Ayrıca model değerlendirmesi yapılması ve modelin farklı versiyonlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda modelin BSC-DREAM8b v1.0 versiyonu toz konsantrasyonundaki gözlemlenen artış ve azalışı çok iyi yakalamıştır. Fakat modelin 2. versiyonu $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ topografyada hesaplanan (G katsayısı) maksimum ve minimum yükseklik farklarındaki fazlalık nedeniyle Türkiye içerisinde ve özellikle İç Anadolu'da toz üretimini (kalkışını) kısıtladığı için elde edilen çıktı değerleri ölçüm değerlerinin fazlasıyla altında kalmıştır ve bu değerleri yakalayamamıştır. Bir başka çalışmada Dünder ve diğ. (2015) Türkiye'nin Ege ve Marmara Bölgelerinde iki ay ara ile gerçekleşen iki önemli toz taşınımı olayını inceleyerek farklılıklarını ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışmada toz partiküllerinin optik derinliği ve çökelmelerini belirlemek amacıyla MGM/ BSC-DREAM8b ve NMMB/BSC-Dust toz taşınım modelleri kullanılmıştır. Ayrıca hava kalitesi istasyonlarının PM10 ölçümleri ve MODIS uydusunun Aerosol Optik Derinliği (AOD) ürünleri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda birinci örnek olayda tozun kuru olarak çökelediği gözlenmiş olup, model ürünlerinde bazı farklılıklar olmasına karşın her ikisinde uydu görüntüleri ile uyuma sağlayarak toz taşınımını tahmin ettiği görülmüştür. İkinci örnek olayda ise tozun yaş olarak çökelediği incelenmiş olup, MGM/BSC-DREAM8b modelinin diğer modele göre daha iyi tahmin yaptığı ve uydu görüntüleri ile iyi uyuma sağladığı görülmüştür. Başka bir çalışmada ise Basart ve diğerleri (2012) Kuzey Afrika, Akdeniz ve Ortadoğu üzerinde DREAM modelini (M4) ve onun geliştirilmiş olan son hali BSC-DREAM8b (M8) modelini aerosol optik derinlik yönüyle 2004 yılı için performanslarını ve yeni bileşenler ile nasıl bir gelişim gösterdiklerini analiz etmişlerdir. Modelin sonuçları, 44 AERONET (Aerosol Robotic Network) istasyonlarından alınan saatlik veriler ve uydu gözlemlerinin mevsimsel ortalamaları kullanılarak değerlendirilmiştir. Modelin versiyonları Kuzey Afrika'da AOD'ği verilerin çokca altında tahmin ederken ve Orta Doğu'da üzerinde tahmin etmişlerdir. Akdeniz'de ise düşük bir korelasyon (~ 0.35) ile tahmin etmişlerdir. Daha ayrıntılı bir boyut dağılımının kullanımı, düzeltilmiş yaş ve kuru

çökme şeması ile Akdeniz üzerinde taşınım yönü gelişirken diğer bölgelerdeki tahmin oranı aynı kalmaktadır.

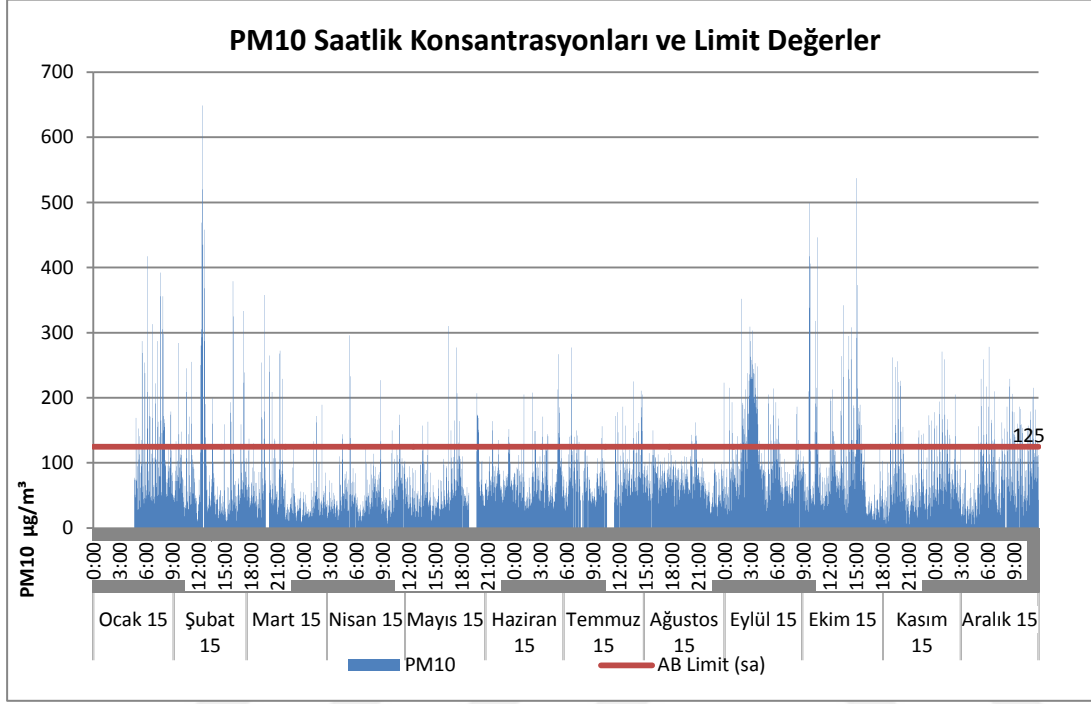
1.3 Hipotez

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde özellikle ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında çöl tozlarının taşınımı kış mevsimine oranla daha fazla görülmektedir. 2015 yılı içerisinde Diyarbakır ilinde 24 saatlik ortalama PM10 verilerini değerlendirdiğimizde en yüksek değer 11 Şubat 2015 tarihinde ölçülmüştür. Bu nedenle çalışma günlerinden biri olarak 11 Şubat 2015 tarihi seçilmiştir. Çalışmada BSC-DREAM8b modelinin, üç farklı mevsime ait toz taşınımından kaynaklanan episod günlerini yakalamış olması beklenmektedir. Diyarbakır'daki toz taşınımının olduğu günlerde meteorolojik parametrelerin etkilerini detaylı bir şekilde incelemek ve modelin tutarlılığının daha iyi test edilebilmesi için üç farklı mevsimden episod günleri seçilmiştir. Kış mevsiminden 11 Şubat 2015, yaz mevsiminden 29 Haziran 2015 ve sonbahar mevsiminden 7-10 Eylül tarihleri incelenmiştir. Episod günleri seçilirken AB limit değerleri dikkate alınmıştır. PM10'un AB için 24 saatlik limit değeri yılda $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü 35 defadan fazla aşmayacak şekilde belirlenmiştir (Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, 2008). Şekil 1.1'de PM10 konsantrasyonlarının 24 saatlik ortalama verileri 2015 yılı için grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 1.1 : 2015 yılı 24 saatlik PM10 konsantrasyonları ve limit değerler.

Şekil 1.2’de 2015 yılı için PM10 konsantrasyonlarının saatlik ortalama verileri grafik halinde gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi saatlik ortalama verilerin AB limit değerini sık sık aştığı gözlemlenmiştir.



Şekil 1.2 : 2015 yılı saatlik PM10 konsantrasyonları ve limit değerler.

2. ÇÖL TOZLARI

Rüzgarlar vasıtasıyla çöllerden kalkan, boyutları mikronlarla ifade edilen toz partikülleri atmosfere karışarak çok uzak bölgelere kadar taşınmaktadır. Çöl tozları, bu taşınım sonucunda tane büyüklüğüne göre havada bir süre asılı kalmakta ve sonrasında yeryüzüne ulaşmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi coğrafi konumu itibariyle çöl bölgelerine yakın olması, gezici orta enlem siklonlarının geçiş güzergâhı üzerinde bulunması ve Batı rüzgârları kuşağında yer alması nedeniyle son yıllarda bol miktarda çöl tozu taşınımına uğramaktadır. Taşınan çöl tozları hava kalitesini ve görüş mesafesini olumsuz yönde etkilemektedir (Şengün ve Kıranşan, 2013).

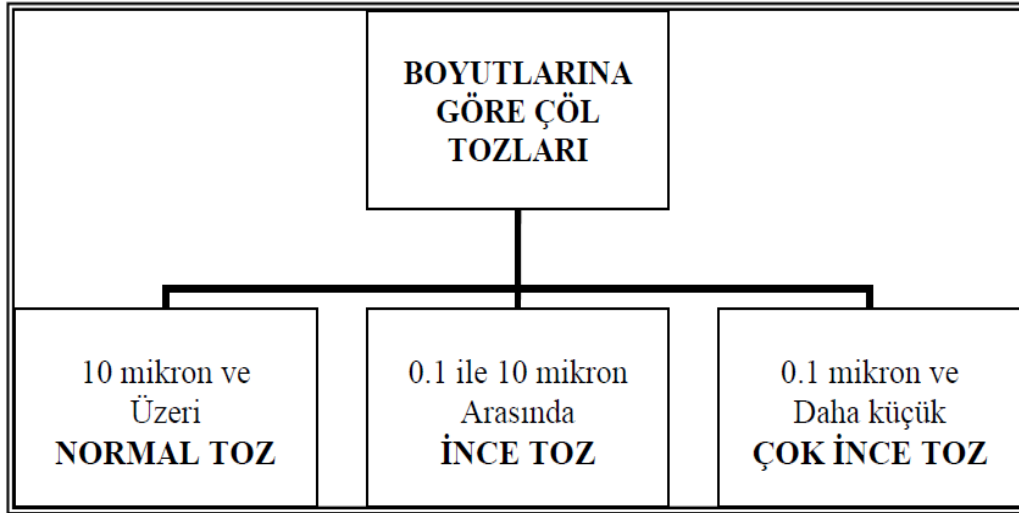
Diyarbakır, konum itibariyle Suriye ve Arabistan çöllerine yakın olması ve çöl bölgelerinin etkisini önleyecek ciddi topografik engellerin olmaması nedeniyle çöl kaynaklı tozlardan yılın belli dönemlerinde önemli oranda etkilenmektedir. Diyarbakır'ı etkileyen çöl bölgeleri Şekil 2.1'de verilmiştir. 1000-2000m yüksekliklerde havada asılı kalabilen ve taşınan çöl tozları Karacadağ ve Mardin Eşiği'ni geçerek Diyarbakır Havzası'na taşınmakta ve kuzeydeki Güneydoğu Toroslar yüksek engelinden dolayı burada havuzlanmaktadır (Şengün ve Kıranşan, 2013). Böylece taşınan çöl tozları havanın kirlilik seviyesini artırarak Diyarbakır'da önemli sağlık sorunlarına neden olmaktadır.



Şekil 2.1 : Diyarbakır'ı etkileyen çöl bölgeleri (Şengün ve Kıranşan, 2012).

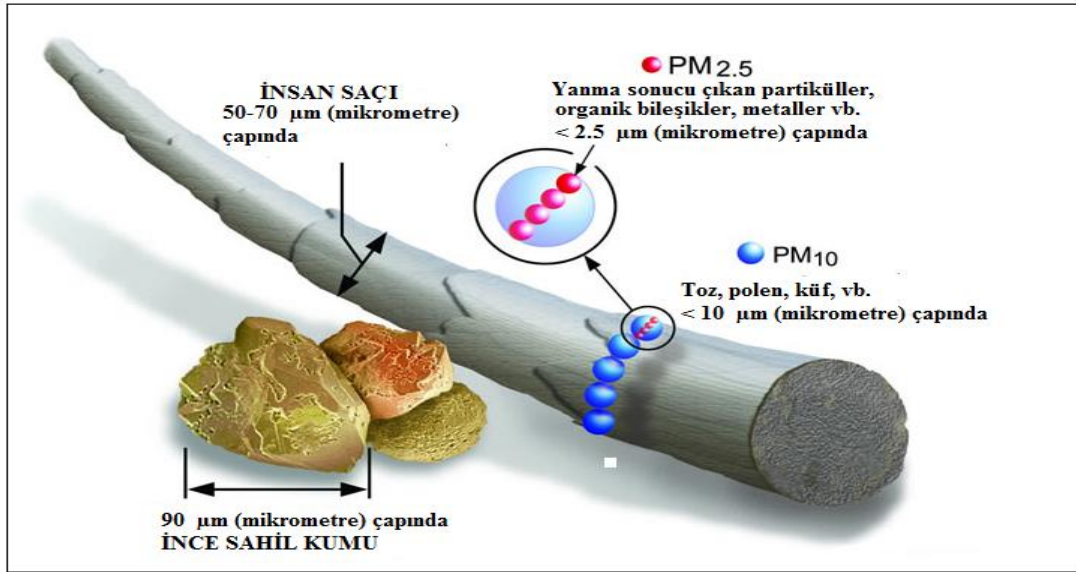
2.1 Toz Tanımı ve Boyutlarına Göre Çöl Tozları

Rüzgârlar vasıtasıyla taşınarak, havada asılı kalabilen veya zamanla çökelebilen çapı 1 mm'den daha küçük parçacıklara toz denir. Çöl tozları boyutlarına göre normal toz, ince toz, ve çok ince toz olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Bağcı, 2013). Şekil 2.2'de çöl tozlarının sınıflandırılması verilmiştir.



Şekil 2.2 : Çöl tozlarının sınıflandırılması (Bağcı, 2013).

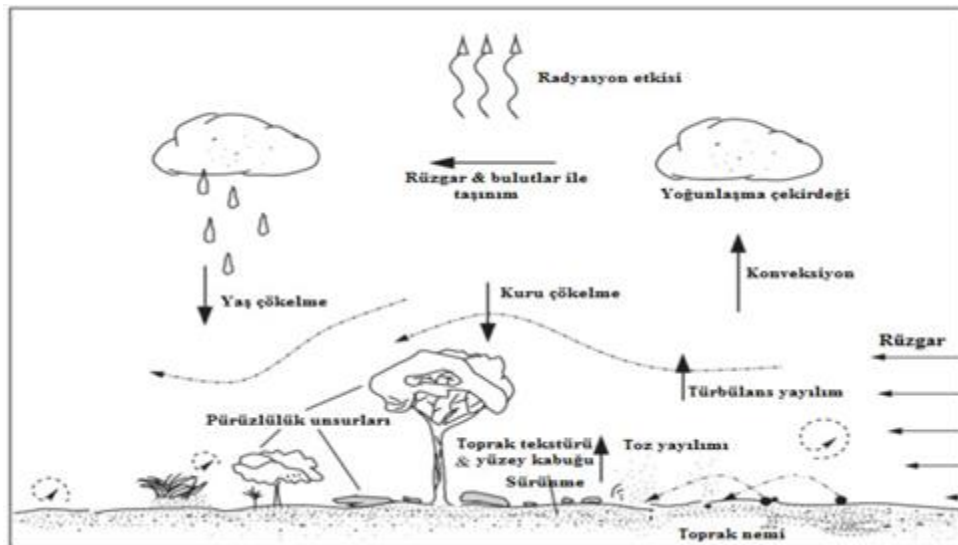
Partikül madde ,büyüklüklerine göre sırasıyla 10 (PM₁₀), 2.5 (PM_{2.5}) ve 1 (PM₁) µm çaplı olmak üzere üçe ayrılmaktadır. PM₁₀ havada dakikalar ve saatler süresince kalabilmektedir. PM_{2.5} ise havada günlerce, hatta haftalar boyunca kalabilmektedir. PM₁₀ boyutlarının büyük olması nedeniyle daha kısa mesafeler boyunca taşınabilmekte iken PM_{2.5} ise daha küçük boyutta olması nedeniyle çok uzun mesafeler boyunca taşınabilmektedir (Çapraz, 2013). Şekil 2.3'de partikül maddelerin (PM₁₀ ve PM_{2.5}) boyutlarının karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 2.3 : Partikül madde boyutlarının (PM_{10} ve $PM_{2.5}$) karşılaştırılması (EPA, 2015).

2.2 Toz Döngüsü

Toz partikülleri, atmosferde konvektif süreçlerin yanında dikey hareketler tarafından yüksek seviyelere kadar (6-8km) ulaşabilmekte ve rüzgarlar ile binlerce kilometrelere kadar taşınabilmektedir. Toz partikülleri büyüklüğü, yoğunluğu ve şekline bağlı olarak atmosferde süspansiyon, rüzgarla taşınım ve sürünme olarak üç şekilde taşınırlar (Şekil 2.4). Atmosferik tozlar, kuru ve yas çökme olarak yer yüzeyine çökerler. Yas çökme, toz partiküllerinin atmosferde su damlacıkları ile birleştikten sonra yağışla birlikte yer yüzüne ulaşmasıdır (Oğuz, 2014).



Şekil 2.4 : Toz taşınımı (Oğuz, 2014).



3. DİYARBAKIR

Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kısmında, 37° 30' ve 38° 43' kuzey enlemleri ile 40° 37' ve 41° 20' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüz ölçümü 15.272 km² olan Diyarbakır, batıda Şanlıurfa, Adıyaman ve Malatya, doğuda Batman, kuzeydoğuda Muş, kuzeyde Elazığ ve Bingöl, güneyde Mardin illeri ile çevrilidir. 17 ilçeye sahiptir. 2014 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Diyarbakır'ın nüfusu 1.654.196 olup, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük illerinden biridir (TÜİK, 2015).

3.1 Diyarbakır'ın İklimi

Diyarbakır'da sert bir kara iklimi egemendir. Yazları kurak ve çok sıcak geçer. Kışları Güneydoğu Toroslar yayının kuzeyden gelen soğuk rüzgarları kesmesinden dolayı Doğu Anadolu Bölgesi kadar soğuk geçmez. Gece ile gündüz arasında belirgin sıcaklık farkları yaşanır (Çevre ve Şehircilik, 2014). Diyarbakır'da 1960-2015 yılları arası ölçüm verisine göre; yıllık sıcaklık ortalaması 15,8 °C, maksimum sıcaklık 20 Temmuz 1962 de 45 °C, minimum sıcaklık ise 30 Aralık 2006 tarihinde -23,4 °C olarak kayıt edilmiştir.

1960-2015 yılları arası ölçülen verilere göre yıllık toplam yağış ortalaması 483,5 mm'dir. Yağışlar daha çok bahar ve kış aylarında görülmekte, yaz ayları ise kurak geçmektedir.

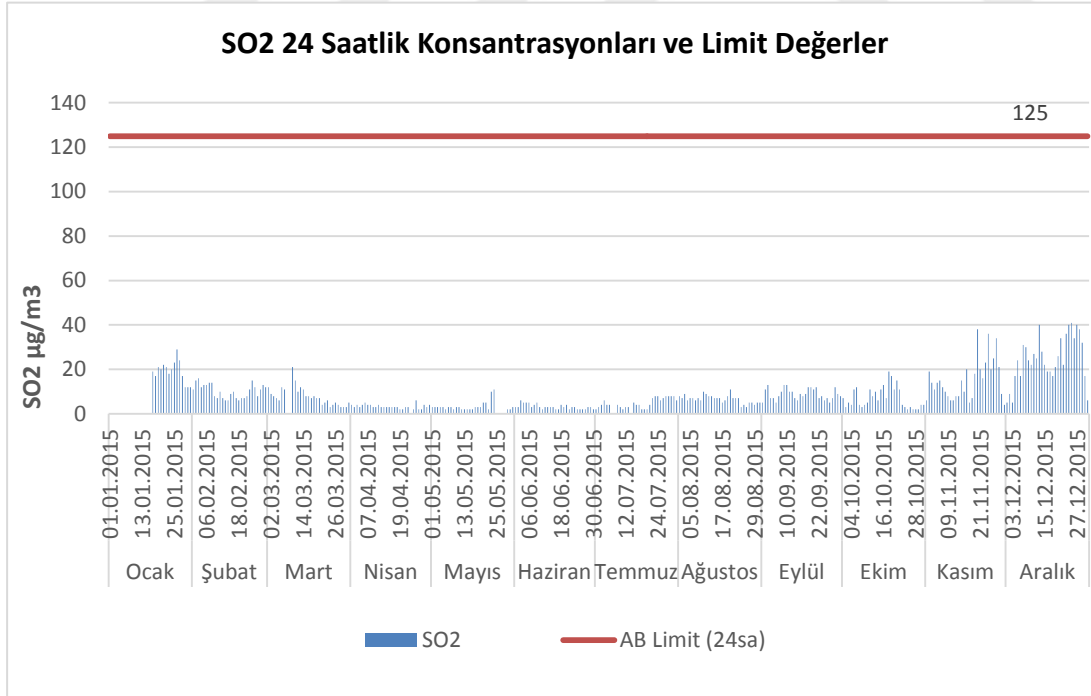
3.2 Diyarbakır'ın Hava Kalitesi

Doğa veya insan kaynaklı salınımlar sonucu, atmosferde bulunan kirleticilerin normalin üzerinde miktarlara ulaşması ve uygun meteorolojik koşullar altında cansız varlıklar ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yapması olayına hava kirliliği denilmektedir (Dündar ve Öz, 2009). Hava kirliliği Diyarbakır'da sağlık sorunlarına neden olan en önemli etkenlerden birisidir. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, atmosferde yüksek miktardaki zararlı maddelerin solunması sonucu ortaya

çıkarak. Atmosferdeki kirleticiler hava kalitesini düşürmektedir. Atmosferde bulunan kirleticiler gaz ve partikül maddelerden oluşmaktadır. Hava kalitesini düşüren en önemli maddeler SO₂ (Kükürt dioksit) ve PM (Partikül Madde)'dir. Bu maddeler ısınmada fosil yakıtların kullanılması ve sanayi faaliyetleri sonucunda çıkan gazlar, motorlu taşıtlardan çıkan eksoz gazları ve rüzgârlar vasıtasıyla taşınan çöl tozlarıdır (Şengün ve Kırarşan, 2013).

Diyarbakır ilinde hava kirliliğine sebep olan kaynaklar sanayi, ulaşım, ısınma, anız yakmaları ve doğal kaynaklar olmak üzere çeşitlilik göstermektedir. Özellikle geçiş dönemleri ve yaz aylarında tozlardan kaynaklı hava kirliliği ön plana çıkmaktadır. Ayrıca yaz aylarında anız ve kış aylarında ısınmadan kaynaklı hava kirliliği de etkili olmaktadır. Sanayi ve ulaşım kaynaklı hava kirlilikleri ise her mevsim görülmektedir (Diyarbakır THEP, 2015).

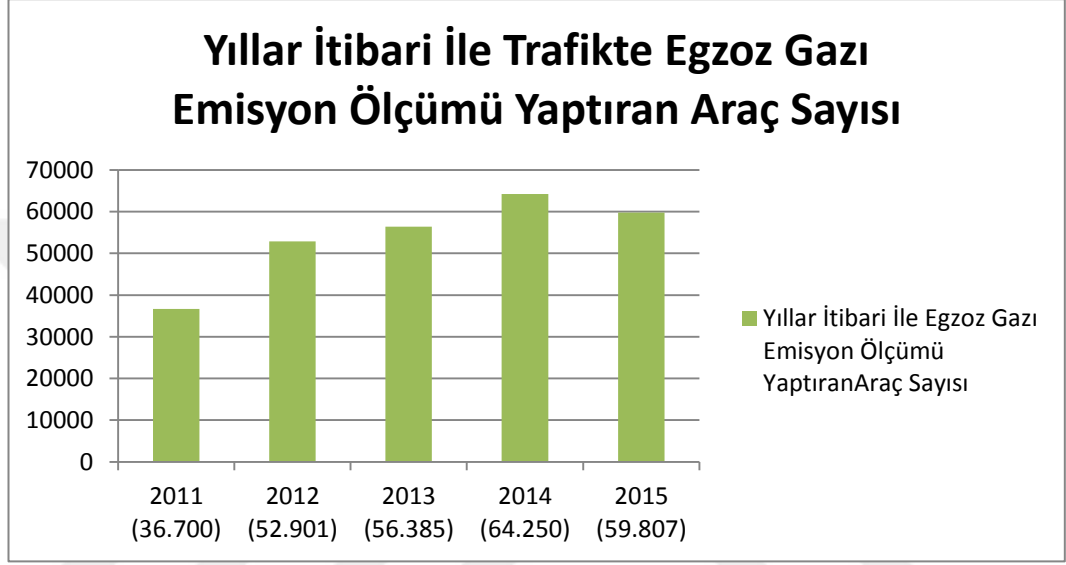
Diyarbakırda ısınma amacıyla doğalgaz, kömür, sıvı yakıt, odun ve elektrik kullanılmaktadır. Merkez ilçelerin büyük bir kısmında doğalgaz kullanılmaktadır. Şekil 3.1'de SO₂ konsantrasyonlarının 24 saatlik ortalama değerleri 2015 yılı için grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : 2015 yılı 24 saatlik SO₂ konsantrasyonları ve limit değerler.

Diyarbakır il sınırları dahilinde bir adet Organize Sanayi Bölgesi, 6 adet küçük sanayi sitesi bulunmaktadır (Çevre ve Şehircilik, 2014). Böylece sanayiden kaynaklanan hava

kirliliğinin Diyarbakır’da nispeten daha az sorun oluşturduğu anlaşılmaktadır. Artan motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz gazları da Diyarbakır’da yaşanan hava kirliliğine katkı sağlamaktadır. Diyarbakır’da 8 adet sabit, 1 adet mobil olmak üzere toplamda 9 adet egzoz gazı emisyon ölçüm istasyonu bulunmakta olup, 2014 yılı içerisinde yetkili istasyonlara 63250 adet emisyon ölçüm pulu, 17300 adet ruhsat verilmiştir (Çevre ve Şehircilik, 2014). Şekil 3.2’de Diyarbakır ilinde yıllara göre egzoz gazı emisyon ölçümü yaptıran araç sayıları verilmiştir.



Şekil 3.2 : Egzoz gazı emisyon ölçümü yaptıran araç sayıları
(Diyarbakır THEP, 2015).

Havayı kirleten bir diğer etkende hasat sonrası tarla üzerinde kalan anızların yakılmasıdır. Tarla üzerinde kalan anızlar bir değeri olmadığı için; böcek ve diğer zararlıları yok etmek, çeşitli hastalıkları önlemek ve toprak işlemede kolaylık sağlamak gibi gerekçelerle yakılmaktadır (Diyarbakır THEP, 2015).

Diyarbakır coğrafi konumu itibariyle çöl bölgelerine yakın olması, orta enlem siklonlarının geçiş güzergâhı üzerinde bulunması ve Batı rüzgârları kuşağında yer alması nedeniyle son yıllarda bol miktarda çöl tozu taşınımına uğramaktadır. Bölgede çöl tozları en fazla ilkbahar, sonbahar ve yaz mevsiminin bazı aylarında görülmektedir. Dolayısıyla yazın ve diğer geçiş mevsimlerinde hava kalitesini etkileyen en önemli faktör çöl tozlarıdır (Şengün ve Kıranşan, 2013).

Hava Kalite İndeksi 6 kategoriden oluşmaktadır. Bu ölçek değerleri havada ölçülen kirlетici konsantrasyonların etkileri bakımından sınıflandırmasını ifade etmektedir. Ülkemizde hava kalitesine ilişkin hava kalite indeksi karşılaştırması ve ilgili renkler

çizelge 3.1 ve çizelge 3.2’de verilmiştir. L limit değeri, B bilgi eşiği ve U uyarı eşiğini ifade etmektedir.

Çizelge 3.1 : Hava kalite indeksi karşılaştırma tablosu (Url-2).

İndeks	HKİ	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO[µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
		1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
İyi	0-50	0-100	0-100	0-5500	0-120 ^L	0-50
Orta	51-100	101-250	101-200	5501-10000	121-160	51-100 ^L
Hassas	101-150	251-500 ^L	201-500	10001-16000 ^L	161-180 ^B	101-260 ^U
Sağlıksız	151-200	501-850 ^U	501-1000	16001-24000	181-240 ^U	261-400 ^U
Kötü	201-300	851-1100 ^U	1001-2000	24001-32000	241-700	401-520 ^U
Tehlikeli	301-500	>1101	>2001	>32001	>701	>521

Çizelge 3.2 : Hava kalitesi indeksi renkler ve anlamları (Url-2).

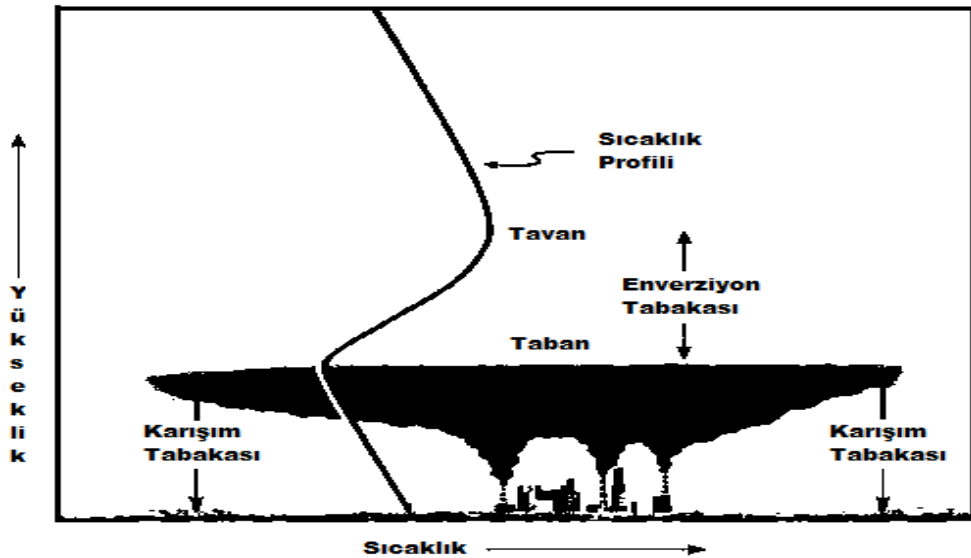
Hava Kalitesi İndeksi (AQI) Değerler	Sağlık Endişe Seviyeleri	Renkler	Anlamı
Hava kalitesi indeksi bu aralıkta olduğunda..	..hava kalitesi koşulları..	..bu renkler ile sembolize edilir..	..ve renkler bu anlama gelir.
0-50	İyi	Yeşil	Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiç risk teşkil etmiyor.
51-100	Orta	Sarı	Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıda insan için bazı kirlleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir.
101-150	Hassas	Turuncu	Hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabilir. Genel olarak kamunun etkilenmesi olası değildir.
151-200	Sağlıksız	Kırmızı	Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplar için ciddi sağlık etkileri söz konusu olabilir.
201-300	Kötü	Mor	Sağlık açısından acil durum oluşturabilir. Nüfusun tamamının etkilenme olasılığı yüksektir.
301-500	Tehlikeli	Kahverengi	Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir.

3.3 Diyarbakır’da Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler

3.3.1 Atmosferik kararlılık, enverziyon ve karışma yüksekliği

Bir hava parselinin düşey olarak yükselebileceği seviye atmosferik kararlılık ile belirlenir. Kararlı atmosfer düşey hava hareketlerinin oluşumunu engelleyici yapıdadır (Çapraz, 2013). Hava sıcaklığının atmosferin yukarı seviyelerine doğru çıkıldıkça artış göstermesi durumuna sıcaklık enverziyonu denilmektedir. Enverziyon oluşumunda yere yakın hava, yukarıdaki havadan daha soğuk olur. Böylece, enverziyon durumları atmosferin kararlı yapıda olmasını temsil eder. Yere yakın havanın kararlı tabakalaşması, yüksek seviyelerdeki havanın ısınmasıyla veya alçak seviyelerdeki havanın soğumasıyla meydana gelir. Tersine, hava sıcaklığı yükseklikle azalıyorsa kararsız koşullar meydana gelir (Eken ve diğ.,). Atmosferin kararsız bir yapıda olması durumunda kirleticiler düşey olarak karışabilir, fakat atmosfer kararlı bir yapıda ise kirleticiler yere yakın soğuk hava tabakasının içinde toplanır ve yatay bir şekilde dağılır (Çapraz, 2013).

Sıcaklık enverziyonunun görüldüğü durumlarda yükselen hava hareketlerinin son bulduğu sınıra enverziyon tabanı denilmektedir. Bu durumda dikey hareketler yok denecek kadar azdır. Böylece atmosferde bulunan kirleticiler yükselemeyecek ve hava kirliliği sorunu yaşanabilecektir (Dündar ve Öz, 2009). Şekil 3.3 karışım ve enverziyon tabakasını göstermektedir.



Şekil 3.3 : Karışım ve enverziyon tabakası (Çapraz, 2013).

Radyasyon enverziyonu, yüksek basınç şartları altında gökyüzünün açık ve rüzgar hızının düşük olduğu günlerde meydana gelir. Bulutsuz gecelerde yere yakın hava tabakası hızlı bir şekilde soğur. Bu durumda yer daha soğuk olduğu için radyasyon enverziyonu sis oluşumunu başlatır. Genellikle gece saatlerinde başlar. Güneş ışınları sabah soğuk yer tabakasına nüfuz ederek enverziyonu kırmaya çalışır. Güneşin yükselmesi ve yeryüzünün ısınmasıyla birlikte sis tabakası ortadan kalkar . Havanın aşırı nemli ve çok sakın olması durumunda birkaç saatten birkaç güne kadar sürebilir (Erdoğan, 2012). Derin bir yüksek basınç merkezinin (antisiklon) üzerinde bulunan havanın çökerek ısınması sonucu çökme enverziyonu oluşmaktadır. Çökme enverziyonu birkaç gün veya daha uzun süre bulundukları yerde kalabildiği için ciddi hava kirliliği episodları genel olarak çökme enverziyonları ile ilişkilidir (Çapraz, 2013).

Karışım yüksekliği Şekil 3.3’de görüldüğü gibi enverziyon tabanına kadar olan kısımdan oluşmaktadır. Enverziyon tabakasına bağlı olarak karışım yüksekliği değişmektedir. Enverziyon tabakası yükseldiğinde karışım yüksekliği artar. En geniş karışım yüksekliğine atmosferin en kararsız olduğu öğleden sonra rastlanmaktadır. En düşük karışım yüksekliğine ise atmosferin en kararlı olduğu sabah saatlerinde rastlanmaktadır. Böylece kirleticiler daha dar bir hacim içerisinde yoğunlaşarak sağlığa zararlı seviyelere ulaşabilecektir (Çapraz, 2013).

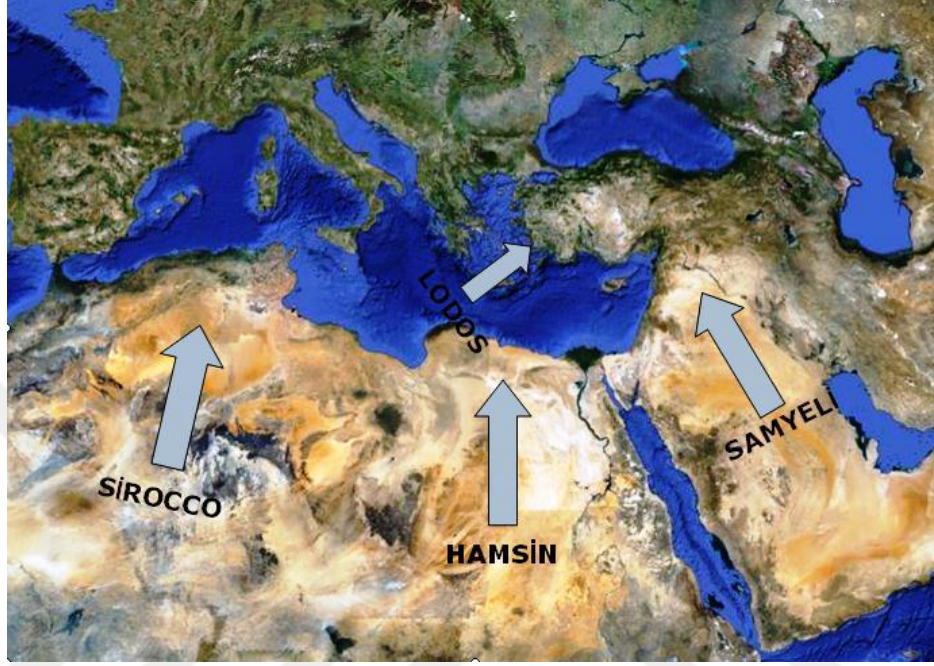
3.3.2 Rüzgarın etkisi

Rüzgar, havanın içerisinde bulunan kirleticilerin kaynaklarından yüzlerce hatta kilometrelerce uzaklıktaki ortamlara taşınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple kirleticiler taşındıkları bölgede kirliliğe neden olurlar. Çizelge 3.3’de toz kaynaklarını incelediğimizde rüzgârla taşınan tozların diğer kaynaklara göre çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Kaynaklarına göre atmosferik tozlar (Diyarbakır THEP, 2015).

Toz kaynakları	Miktarları (x1000 ton/yıl)
Rüzgarla taşınan toz	5000
Orman yangınları	36
Volkanik parçacıklar	10
Tarımsal faaliyetler	75
Deniz tuzu	1000
Endüstriyel aktiviteler	200

Türkiye'ye toz taşınımının gerçekleşmesinde etkili olan çöller; Kuzey Afrika'daki Büyük Sahra Çölü ,Arabistan, Suriye ve İran çölleri'dir. Şekil 3.4'de gösterilen yerel rüzgarlar ile bu çöl bölgelerinden Türkiye'ye toz taşınımı olmaktadır. Diyarbakır ili ise özellikle Samyeli rüzgarların etkisi ile Suriye ve Arabistan üzerinden taşınan çöl tozlarından önemli oranda etkilenmektedir.

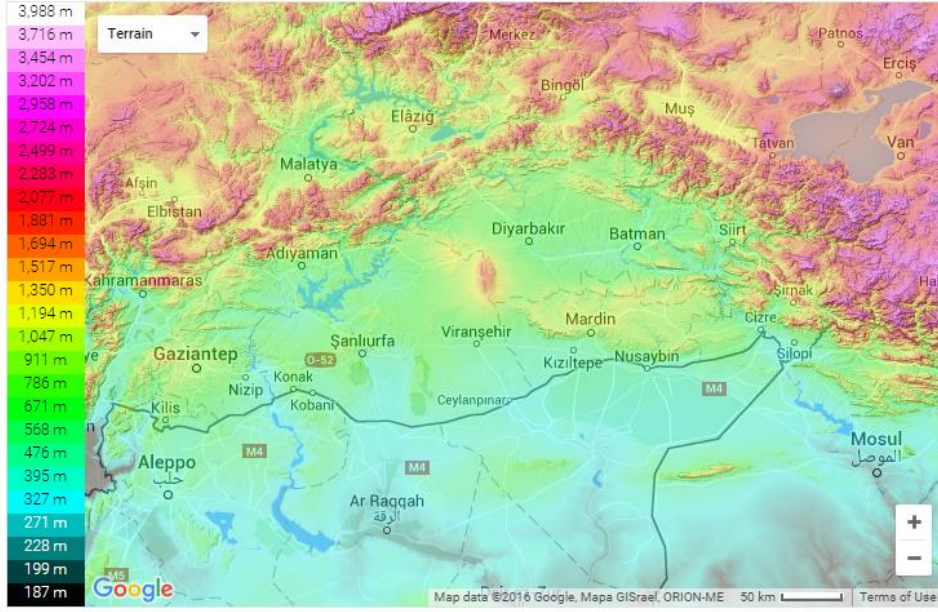


Şekil 3.4 : Türkiye'ye toz taşınımını sağlayan yerel rüzgârlar (Bağcı, 2013).

3.3.3 Topografik özellik

Topografik özellik hava kirliliğini doğurucu bir faktör olmayıp, hava kirliliğinin derecesini ve ortamın kirli kalma süresini etkilemektedir. Topografik olarak bir çanak özelliği gösteren veya hakim rüzgar yönüne dik doğrultuda uzanan yerleşim alanlarında kirlilik daha da etkili olmaktadır (Şahin, 1989). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, konum itibarıyla Suriye ve Arabistan çölleri'ne yakın olması ve topografik engellerin olmaması nedeniyle çöl kaynaklı tozlardan yılın belli dönemlerinde etkilenmektedir.

Kuzeyde Güneydoğu Torosların dış sıraları, doğuda Batman Çayı, güneyde Mardin eşiği, batıda ise Karacadağ ve Fırat ırmağı, Diyarbakır ilinin doğal sınırlarını oluşturur (Sessiz ve diğ., 2012). Bu özellikleriyle bir çanağı andıran Diyarbakır çöl tozlarının taşınarak çökeldiği ve tortulanmanın gerçekleştiği bir sübidans alanıdır (Bağcı, 2013). Şekil 3.5 'te Güneydoğu Anadolu Bölgesine ait topografya haritası verilmiştir.



Şekil 3.5 : Güneydoğu anadolu bölgesi topografya haritası (Url-3).

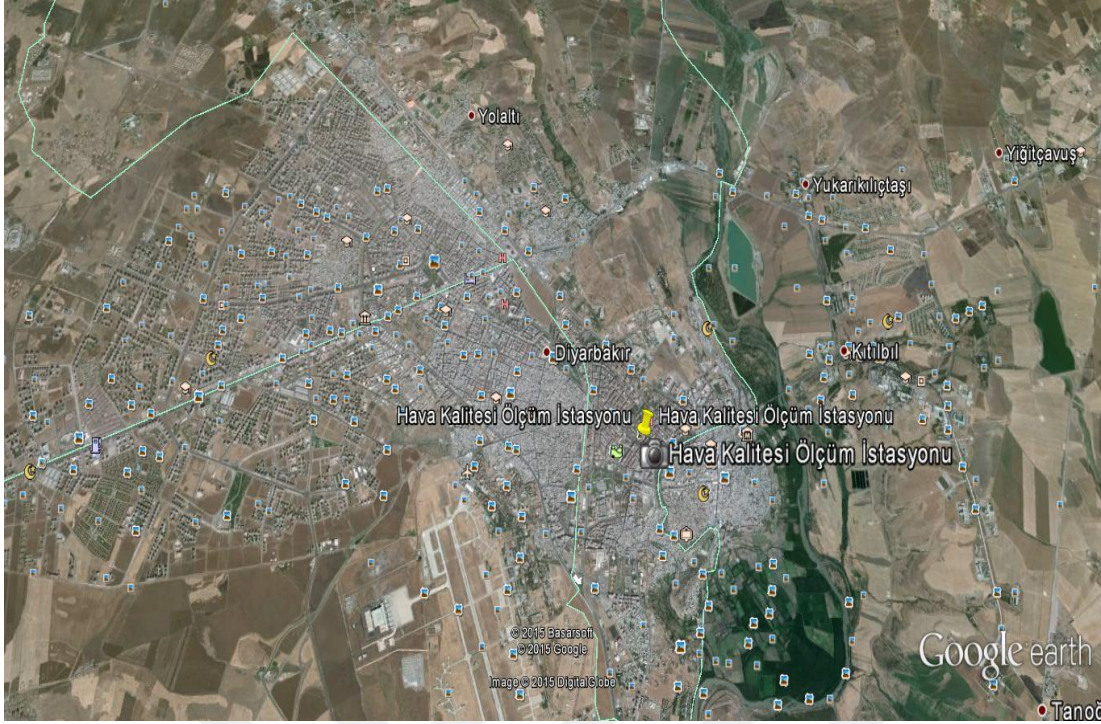
4. VERİ VE YÖNTEM

4.1 Çalışma Alanı ve Veri

Bu çalışmada, Diyarbakır hava kalitesi ölçüm istasyonu tarafından, 2015 yılında ölçülen hava kirliliği (PM10 ve SO₂) verileri kullanılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağına bağlı 1 (bir) adet Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu mevcuttur. İstasyon 2005 yılında kurulmuştur. İstasyon da PM10 (partikül madde) ve SO₂ (kükürt dioksit) olmak üzere iki temel hava kirletici parametresi ölçülmektedir ve şehir merkezinde (Yenişehir İlçesi) Valilik bahçesinde yer almaktadır (Diyarbakır THEP, 2015). Diyarbakır ilinde ölçülen hava kalitesi ölçüm istasyonunun fotoğrafı ve bulunduğu yer Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1 : Diyarbakır ili hava kalitesi ölçüm istasyonu (Diyarbakır THEP, 2015).



Şekil 4.2 : Diyarbakır’da bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonu (Diyarbakır THEP, 2015).

Diyarbakır’da 11 Şubat 2015, 29 Haziran 2015 ve 7-10 Eylül 2015 günlerinden oluşan üç farklı mevsime ait üç farklı episod dönemleri Diyarbakır Hava Kalitesi İzleme İstasyonuna ait hava kirliliği verileri ile belirlenmiştir. Bu episod günleri için BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modeli çalıştırılmıştır. Ayrıca NOAA HySplit modeli kullanılarak geri yörünge analizi yapılmış ve episod günlerine ait EUMETSAT MSG uydu aerosol ürünleri kullanılmıştır. Episod günlerindeki meteorolojik parametreler, sinoptik ve yukarı atmosfer haritaları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Meteorolojik parametreler (rüzgar hızı ve yönü) Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır.

4.2 BSC-DREAM8b Modeli

Hava kalitesi modelleri, hava kirleticilerinin atmosfer içerisinde dağılımının nasıl olduğunu, kimyasal ve fiziksel dönüşümlerini matematiksel olarak simüle eder (Demirarslan ve diğ., 2008). Lagrange yörünge modeli ve Euler grid modeli olmak üzere iki tip foto-kimyasal hava kalitesi modeli vardır. Lagrange yörünge modeli hareketli bir koordinat sistemi kullanırken, Euler grid modeli yeryüzü üzerinde sabit bir koordinat sistemi kullanır (Tayanç, 2013). Toz taşınım modelleri yüzeydeki tozun atmosfere karışımını çeşitli algoritmalar ile tahmin eder. Meteorolojik parametrelere

bağlı olarak taşınımın hangi vadede (uzun, orta ya da kısa vadeli) olacağını ve türünü (kuru veya yas) belirler. Taşınım sonunda ise tozun çökeceği yeri ve miktarını tahmin eder (Oğuz, 2014).

BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modeli, Nickovic vd. (2001) tarafından geliştirilen DREAM modelinin bir üst versiyonudur. Eta/NCEP (Çevre Tahmini Ulusal Merkezi) modelinin bir bileşeni olarak geliştirilmiştir ve aşınmış çöl tozlarının atmosferik yaşam döngüsünü tahmin etmektedir. Model, toz kütlesinin devamlılığını tahmin edebilmek için Euler tipi kısmi diferansiyel denklemini çözer ve geliştirilmiş tahmin denklemlerden biri olarak Eta/NCEP modelinde kullanılan atmosferik model denklemlerini kullanır. DREAM modeli Eylül 2006 ile Mayıs 2009 tarihleri arasında Barselona Süperbilgisayar Merkezi Yerbilimleri Departmanında faal olarak kullanılmıştır. Dream modelinin bir üst versiyonu olarak geliştirilen BSC-DREAM8b v1.0 toz taşınımı tahmin modeli (Pérez vd., 2006a,b), başlangıç ve sınır koşulları Türkiye'ye uyarlanmış olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü bilgisayarlarında operasyonel olarak çalıştırılmaktadır.

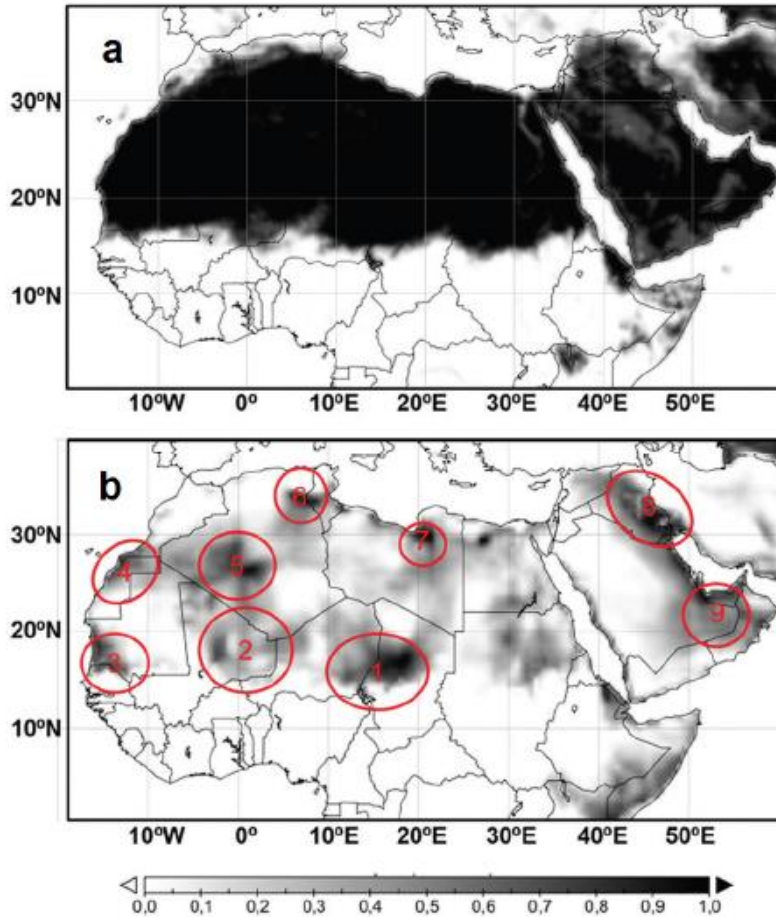
4.2.1 BSC-DREAM8b modeli temel özellikleri

BSC-DREAM8b v1.0 modeli kil ve küçük alüvyon olmak üzere başta gelen iki kategorinin daha detaylı bir şekilde incelendiği 0,1 ve 10 μm tane boyutu aralığında 8 sınıf içermektedir (Tegen ve Lacis, 1996). Parçacık boyutu sınıflandırılması çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Bu aralıkta, güneş radyasyonu üzerinde aerosol etkisi çok önemlidir. Tozlar atmosferin üst seviyesinde ve yüzeyde radyasyon akısını etkiler. Aynı zamanda tozlar modelin her zaman adımında sıcaklık profilini de etkiler. Bu nedenle modelde toz-radyasyon etkileşimi hesaba katılmıştır (Perez vd., 2006b).

Çizelge 4.1 : BSC-DREAM8b parçacık boyutu sınıflandırılması (Basart vd., 2012).

Sınıf	$r_{\min}$ - $r_{\max}$ (μm)	r_{eff} (μm)
1	0.1-0.18	0.15
2	0.18-0.3	0.25
3	0.3-0.6	0.45
4	0.6-1	0.78
5	1-1.8	1.3
6	1.8-3	2.2
7	3-6	3.8
8	6-10	7.1

Çöl tozu kaynaklarını temsil eden grid noktaları, 1 km çözünürlüklü Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS)'na ait küresel bitki örtüsü veri setinin kurak ve yarı kurak alanları kullanılarak belirtilmiştir. Şekil 4.3'te USGS kara kullanım haritası gösterilmiştir. Toz üretim hesaplamalarında kullanılan bir başka veri ise Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 'ne ait 4 km çözünürlüklü küresel toprak yapısıdır. FAO tarafından 133 olarak sınıflandırılan toprak tipini Zobler 9 sınıfı olarak belirlemiştir. Zobler toprak sınıflandırılması çizelge 4.2'de gösterilmiştir ve w' maksimum toprak nemini ifade etmektedir. Model toz tahmini hesabı için, öncelikli olarak nereden ne kadar miktarda toz kalacağını hesaplıyor. Bunun için model, toprağın çeşidini ve nem içeriğini, bitki örtüsü tipini, yüzey rüzgarları ve türbülansını ve yüzey pürüzlülüğü verilerini kullanmaktadır. Daha sonra model, tahmin verilerini kullanarak hangi mesafede nereye ne kadar tozun taşınacağını ve ne kadar miktarda tozun çökeceğini hesaplamaktadır.



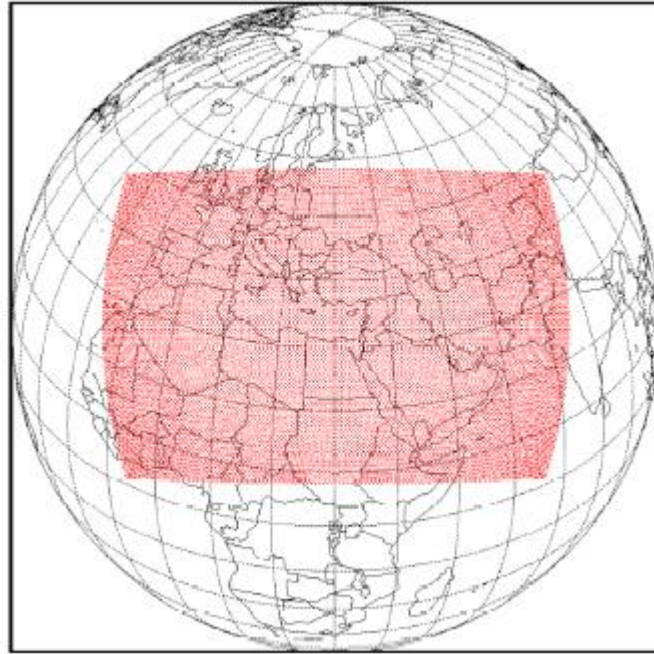
Şekil 4.3 : (a) Olson Dünya ekosistem ve 1-km çözünürlüklü USGS kara kullanım haritası. (b) Toz emisyonu kaynakları (1) Bode'le' , (2) Mali, (3) Moritanya, (4) Batı Sahra-Fas, (5) Cezayir-Adrar, (6) Kuzey Cezayir-Tunus, (7) Libya çölü, (8) An-Nafud çölü (9) Rub' Al Khali çölü (Basart vd., 2012).

Çizelge 4.2 : Zobler toprak sınıflandırılması (Nikovic vd., 2001).

Sınıf	Zobler	Cosby vd.	Kil	Alüvyon	Kum	w' (%)
1	İri taneli	Killi kum	0.12	0.08	0.80	2.5
2	Orta	Alüvyonlu killi balçık	0.34	0.56	0.10	6.8
3	İnce	Hafif kil	0.45	0.30	0.25	11.5
4	İri-orta	Kumlu balçık	0.12	0.18	0.70	2.5
5	İri-ince	Kumlu kil	0.40	0.10	0.50	10.0
6	Orta-ince	Killi balçık	0.34	0.36	0.30	6.8
7	İri-orta-ince	Kumlu killi balçık	0.22	0.18	0.60	3.5
8	Organik	Balçık	0	0	0	0
9	Land ice	Killi kum	0	0	0	0

Model günde 1 defa ECMWF meteorolojik küresel verileri ile çalıştırılarak 72 saatlik tahmin yapmaktadır. Bu modellerden jeopotansiyel yükseklik, nemlilik, sıcaklık ve rüzgar verileri girdi olarak kullanılarak yüzey toz konsantrasyonu, aerosol optik derinliği, toz yükleme, kuru ve yas çökme haritaları elde edilmektedir. Model her 24 saatte bir önceki günün model çıktı ürünlerini tekrar değerlendirerek tahmin yapmaktadır. Çizelge 4.3’de DREAM8b modelinin genel özellikleri verilmiştir.

DREAM8b modelinin çalışmada uygulanan domain alanı Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Çalışmada ,Kuzey Afrika ve Ortadoğu simülasyonu (8°-58°K and 10°-70°D) değerlendirilmiştir.



Şekil 4.4 : Modelin domain alanı.

Çizelge 4.3 : DREAM8b modeli özellikleri.

Konu	DREAM8b
Parça Büyüklüğü	0.15, 0.25, 0.45, 0.78, 1.3, 2.2, 3.8, ve 7.1 μm
Tahmin Alanı	Avrupa-Afrika -Asya- Ortadoğu-Akdeniz
Tahmin Ürünleri	Yüzey Toz Konsantrasyonu Haritası Toz Yükleme Haritası Kuru Çökelme Haritası Yaş Çökelme Haritası Aerosol Optik Derinliği Haritası
Tahmin Aralığı	72 saate kadar 3'er saat
Yatay çözünürlük	1/3°x 1/3°
Dikey çözünürlük	15 km

5. DEĞERLENDİRME

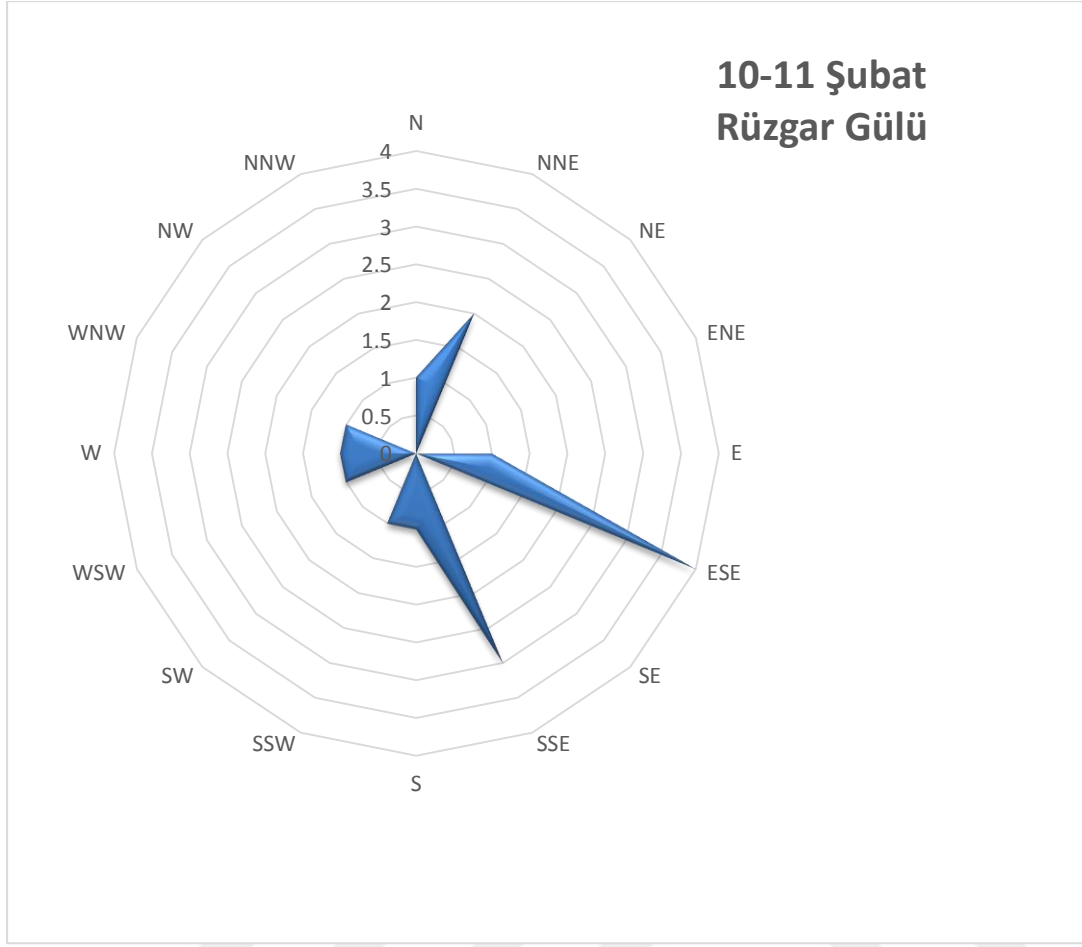
Diyarbakır ilinde 2015 yılı içerisinde farklı mevsimlerde toz taşınımının olduğu günlerde ölçülen PM10 değerlerinin episod günleri belirlenmiştir. Kış mevsiminden 11 Şubat 2015, yaz mevsiminden 29 Haziran 2015 ve sonbahar mevsiminden 7-10 Eylül 2015 tarihleri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Episod günleri için sinoptik ve yukarı atmosfer haritaları detaylı bir şekilde incelenmiş ve toz taşınımında önemli bir faktör olan rüzgar gülü çizdirilmiştir. Ayrıca NOAA HySplit modeli kullanılarak geri yörünge analizi yapılmış ve episod günlerine ait uydu aerosol ürünleri kullanılmıştır. Belirlenen episod günleri için BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modeli çalıştırılarak analiz edilmiştir.

5.1 11 Şubat 2015 Durum Araştırması

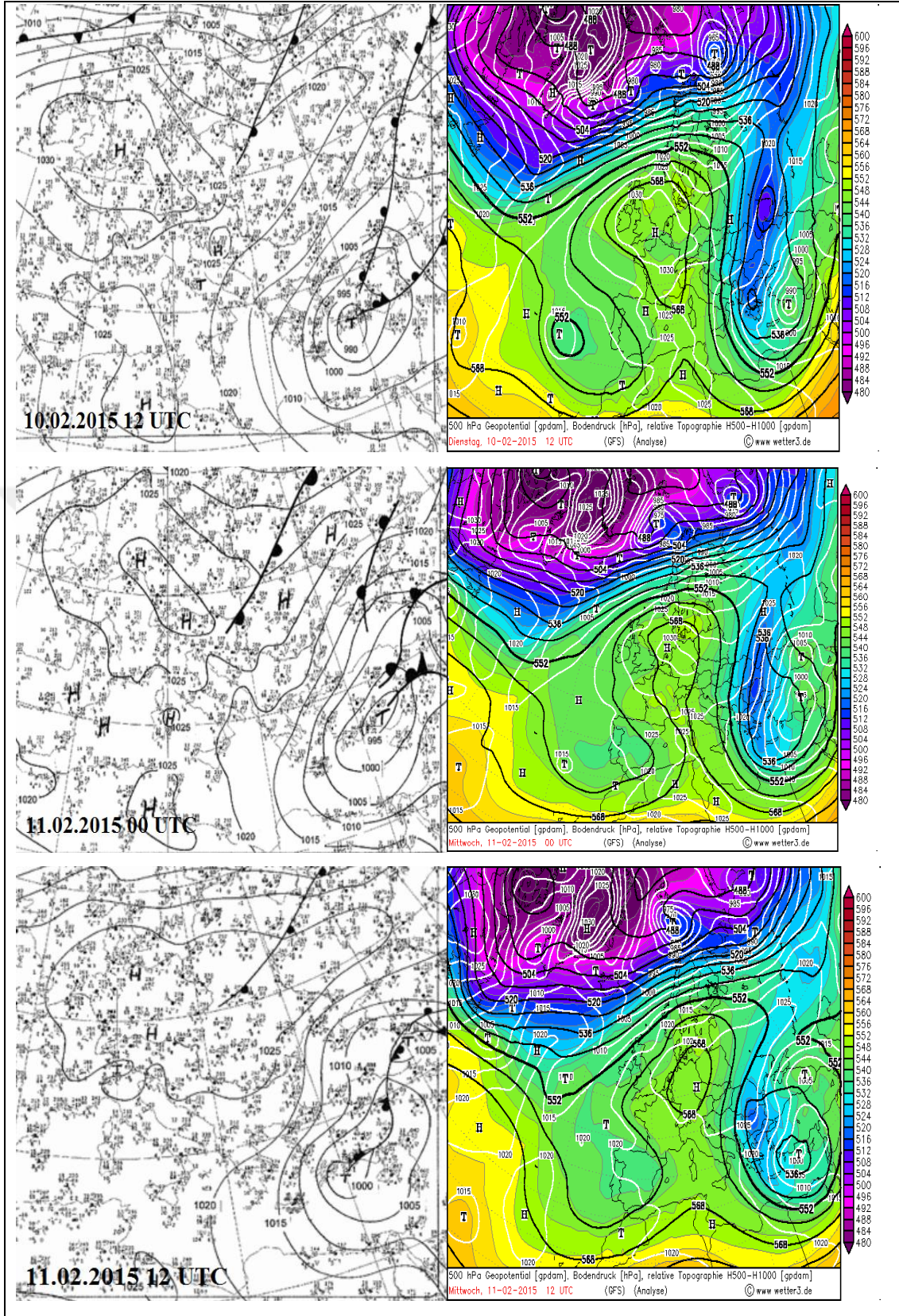
5.1.1 Meteorolojik durum değerlendirmesi

11 Şubat 2015 gününe ait 24 saatlik ortalama PM10 değeri $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Kış mevsiminde ve yıl boyu ölçülen PM10 değerlerinden en yüksek episod gününe sahip olduğu için çalışmada örnek günlerden bir tanesi olarak belirlenmiştir. Öncelikle toz taşınımına neden olabilecek meteorolojik parametreler (rüzgâr hızı ve yönü) incelenmiş ve o günkü atmosfer koşulları sinoptik ve yukarı atmosfer verileri ile analiz edilmiştir. Şekil 5.1’de 10 metrede ölçülmüş rüzgar verilerinden oluşan 10-11 Şubat 2015 tarihine ait rüzgar gülü verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi 1. hakim rüzgar yönü ESE ve 2. hakim rüzgar yönü de SSE’dir. 2 güne ait ortalama rüzgar hızı ise 10.7 km/saat ’tir. Rüzgar yönü Güneydoğu’dan olduğu için toz taşınımı için uygun koşulları sağlamaktadır.



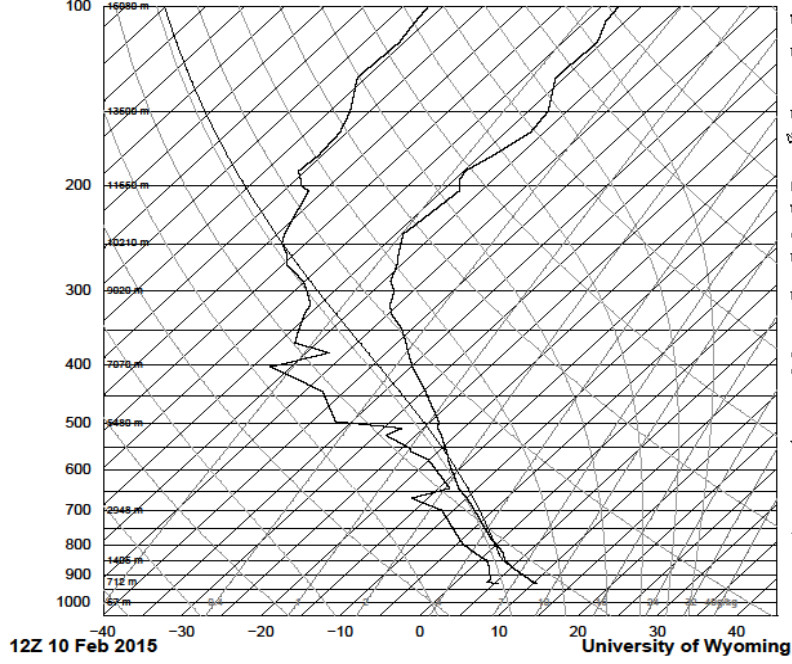
Şekil 5.1: 10-11 Şubat rüzgar gülü.

Şekil 5.2’de 10 Şubat 2015 12 UTC zaman aralığından başlayarak 12 saat aralıklı yer kartları ve 500 hPa haritaları verilmiştir. Yer kartları ve 500hPa haritaları incelendiğinde, alçak basınç merkezinin Türkiye’nin güneyinde etkili olduğunu görmekteyiz. Alçak basınç merkezinin siklonik (saat yönünün tersi) dönüşü dikkate alındığında güneyli rüzgarlarla birlikte Suriye üzerinden Diyarbakır’a toz taşınması için uygun koşullar sağlanmaktadır. Ayrıca yukarı seviye atmosfer bilgilerinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi için Şekil 5.3’de 10 Şubat 2015 12Z ve Şekil 5.4’de 11 Şubat 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramları verilmiştir.



Şekil 5.2 : 10-11 Şubat 2015 12,00 ve 12 UTC yer kartları ve 500 hPa haritaları (Url-4).

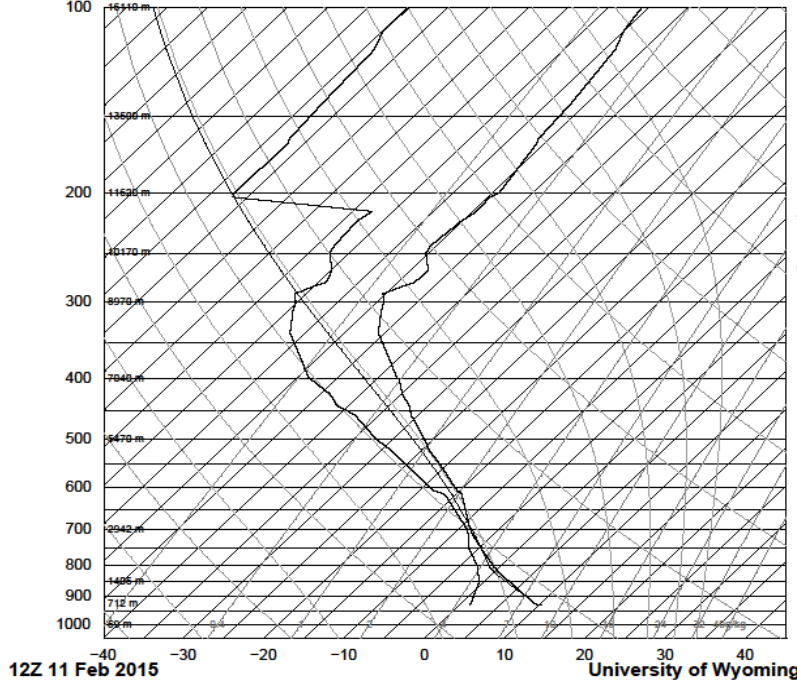
17281 Diyarbakir



SLAT 37.54
SLON 40.12
SELV 675.0
SHOW 2.65
LIFT 1.70
LFTV 1.62
SWET 246.5
KINX 23.90
CTOT 24.80
VTOT 27.10
TOTL 51.90
CAPE 65.69
CAPV 79.48
CINS -7.82
CINV -4.32
EQLV 564.2
EQTV 561.9
LFCT 792.2
LFCV 801.8
BRCH 2.42
BRCV 2.93
LCLT 275.5
LCLP 843.2
MLTH 289.3
MLMR 5.42
THCK 5423
PWAT 12.50

Şekil 5.3 : 10 Şubat 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).

17281 Diyarbakir

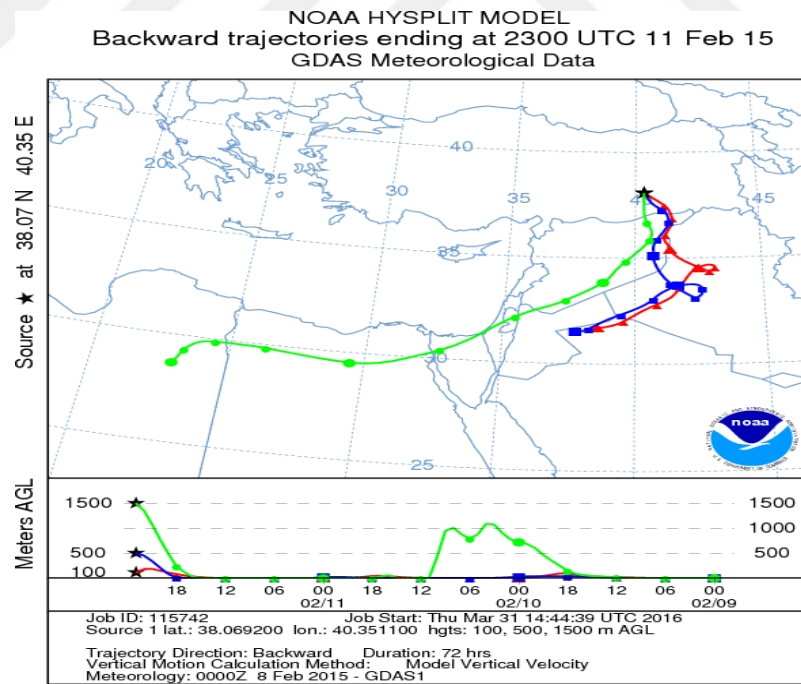


SLAT 37.54
SLON 40.12
SELV 675.0
SHOW 1.40
LIFT 1.36
LFTV 1.31
SWET 160.0
KINX 28.20
CTOT 25.60
VTOT 29.30
TOTL 54.90
CAPE 4.96
CAPV 6.27
CINS -13.7
CINV -11.4
EQLV 692.8
EQTV 681.8
LFCT 758.5
LFCV 764.3
BRCH 0.15
BRCV 0.18
LCLT 272.3
LCLP 813.2
MLTH 288.9
MLMR 4.46
THCK 5411
PWAT 12.45

Şekil 5.4 : 11 Şubat 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).

Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'te verilen 10 -11 Şubat 12Z yukarı atmosfer verilerini incelediğimizde, atmosferin üst katmanlarında hakim rüzgar yönünün güney batılı olduğu görülmektedir. 11 Şubat 12Z tarihine ait Skew T-Log P diyagramında yer seviyesinden 850 mb'a kadar rüzgar yönünün güneydoğu-güneybatılı olduğu, yukarı seviyelerde ise güney-güneybatılı yönlerden esmekte olduğu görülmektedir. Rüzgarın güneyli yönlerinden esmesi toz taşınımının gerçekleşmesini sağlamaktadır.

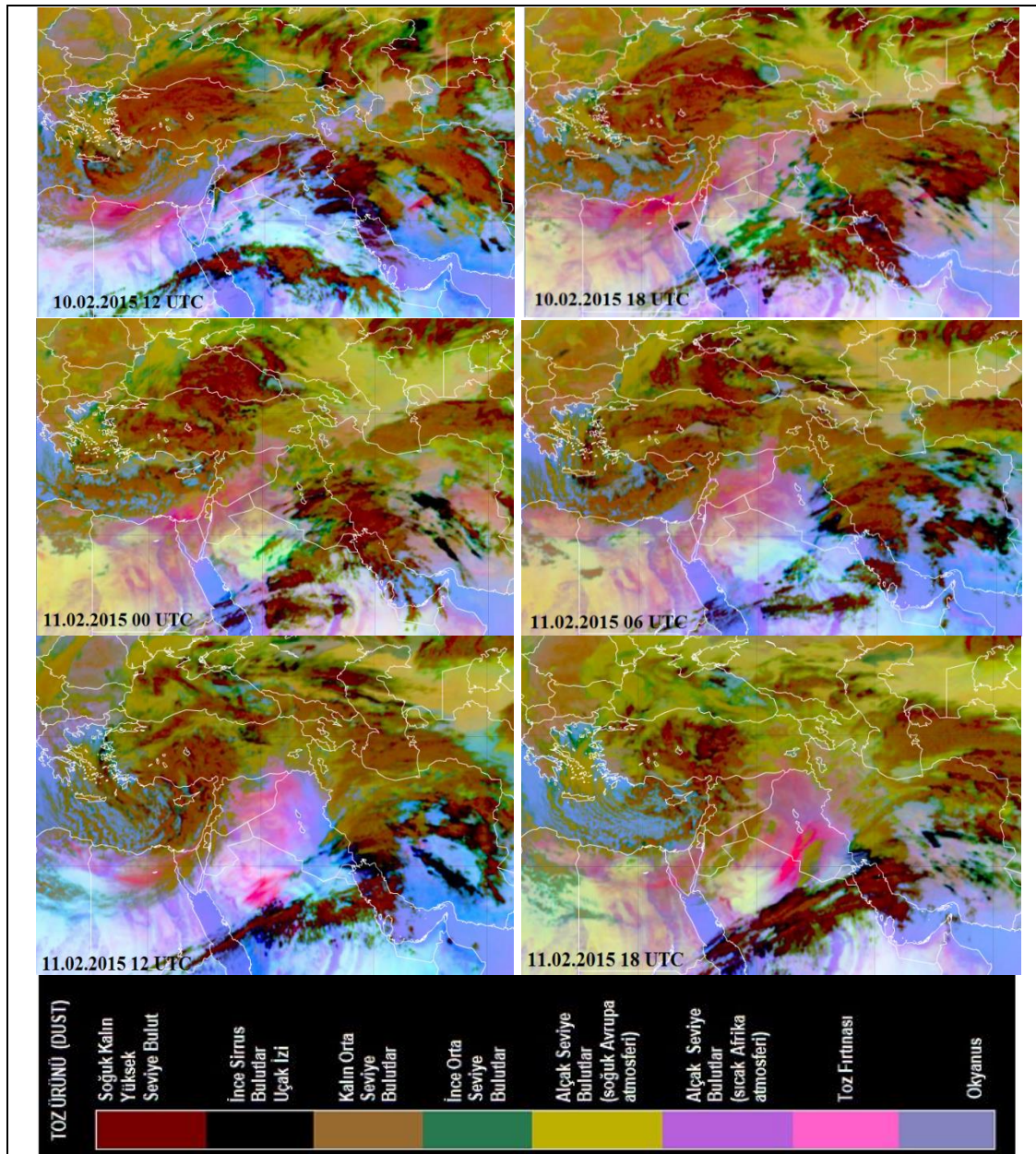
Ayrıca toz taşınımının olduğunu desteklemek için NOAA HYSPLIT Modeli çalıştırılarak geri yörünge analizi yapılmıştır. Diyarbakır ili için 11 Şubat 2015 tarihine ait 23.00 UTC'den 72 saatlik geri yörünge haritası Şekil 5.5'te verilmiştir. Modelde başlangıç yükseklikleri 100, 500 ve 1500 metre olarak belirlenmiştir. 1500 metreye ait geri yörünge analizi incelendiğinde Afrika ve Suriye çölleri üzerinden toz taşınımının olabileceği görülmektedir. 500 ve 100 metre geri yörünge analizi incelendiğinde ise Suriye ve Irak çölleri üzerinden hava kütlelerinin geldiği görülmektedir.



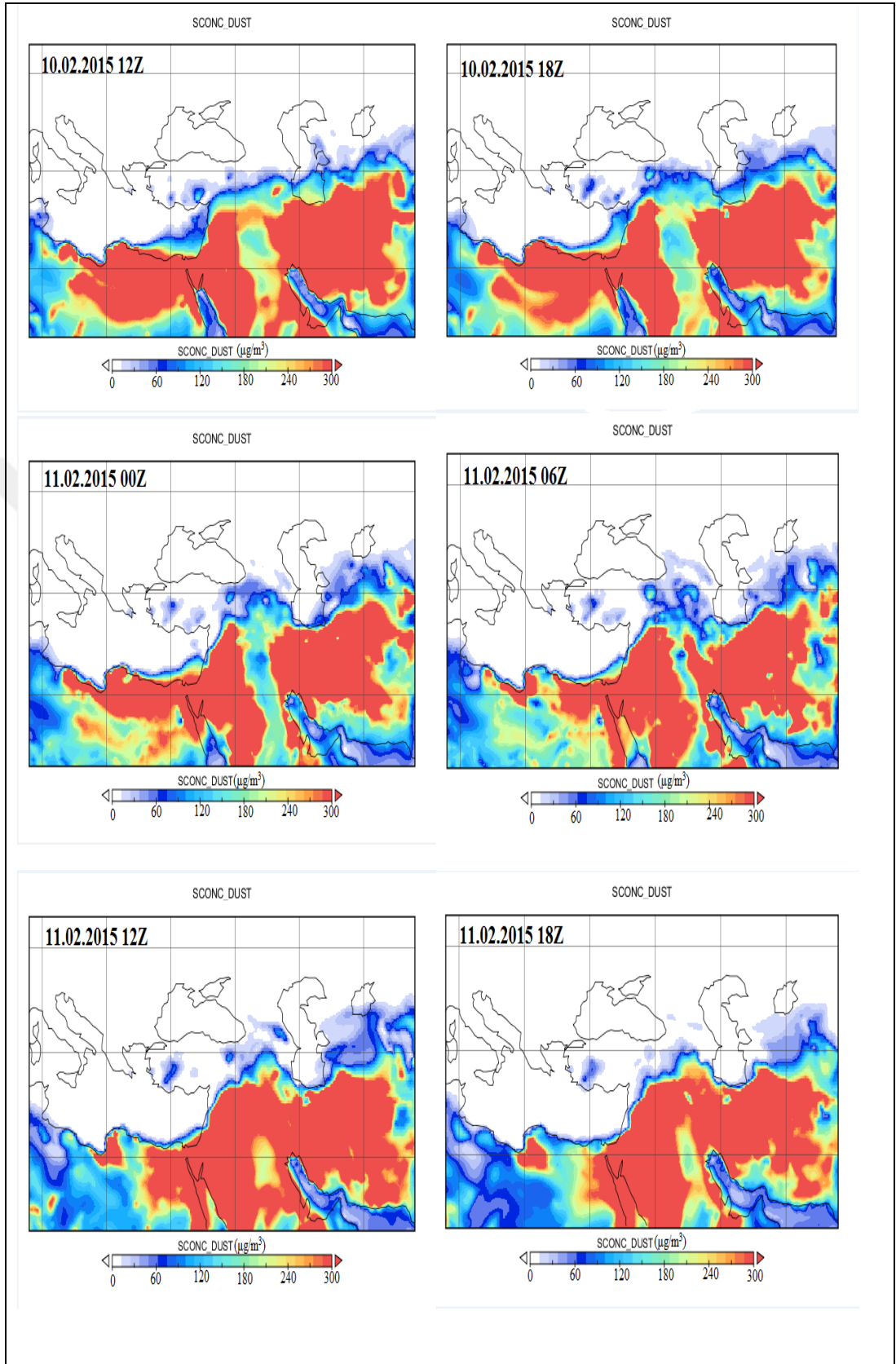
Şekil 5.5 : 11 Şubat 2015 Diyarbakır NOAA HYSPLIT modeli geri yörünge haritası.

5.1.2 Uydu görüntüleri ve BSC-Dream8b model çıktıları

Meteorolojik parametrelerin incelenmesi sonucunda toz taşınımı için gerekli koşulların sağlandığı görülmektedir. Şekil 5.6'da 10-11 Şubat 2015 tarihlerine ait EUMETSAT uydu görüntüleri verilmiştir. Uydu görüntülerini incelediğimizde Afrika,Suriye ve Irak Çölleri üzerinden toz taşınımının olduğunu görebilmekteyiz. Ayrıca Güneydoğu Anadolu Bölgesi üzerinde orta seviye bulutlarının da hakim olduğunu görmekteyiz.



Şekil 5.6 : 10-11 Şubat 2015 uydu görüntüleri.



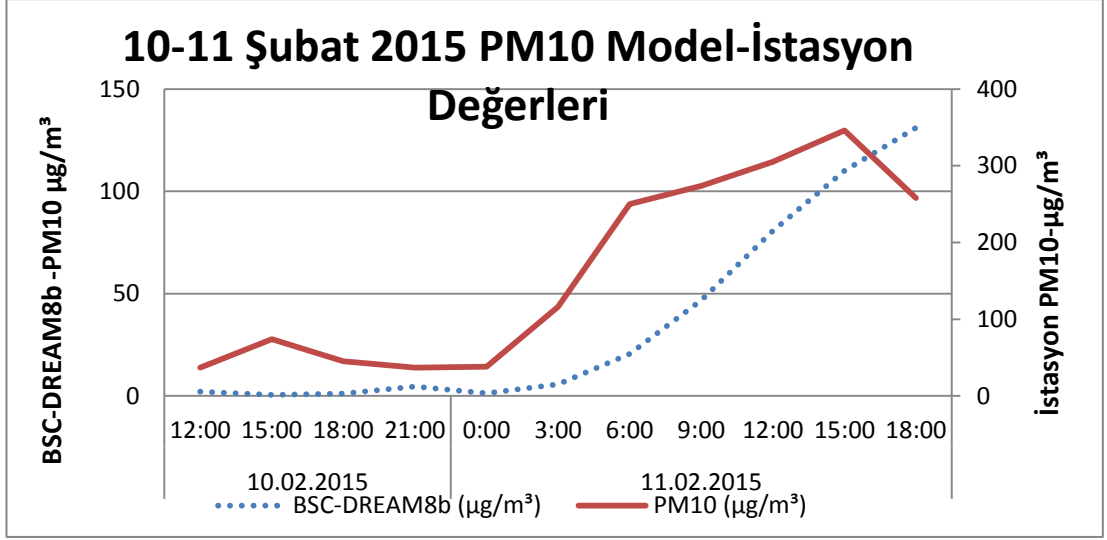
Şekil 5.7 : 10 Şubat 12Z-11 Şubat 18Z 2015 arası BSC-DREAM8b model çıktıları.

Şekil 5.7’de 10-11 Şubat 2015 tarihi için BSC-DREAM8b Modelinin yüzey toz konsantrasyon çıktıları verilmiştir. Episod günü olarak seçilen 11 Şubat 2015 günü toz taşınımı tahmini için model çalıştırılmıştır. Episod günü tahmini için model 10 Şubat 12 Z’den itibaren çalıştırılarak 3’er saatlik tahminler yapmaktadır. Şekil 5.7’de 10 Şubat 12Z’den 11 Şubat 18Z’e kadar 6 ‘şar saatlik model çıktıları verilmiştir. Model sonuçları incelendiğinde Afrika, Suriye ve Irak çölleri üzerinden Güneydoğu Anadolu Bölgesine güneyli yönlerden bir taşınım olacağı tahmin edilmiştir. Uydu görüntüleri, HYSPLIT geri yörünge analizi ve meteorolojik koşullar incelendiğinde, BSC-DREAM8b modelinin Diyarbakır için seçilen 11 Şubat 2015 episod günü için toz taşınımını iyi yakaladığı görülmektedir.

5.1.3 Model sonuçları ve gözlem verilerinin karşılaştırılması

Model, episod gününden bir gün önce 12Z’den itibaren çalıştırılarak 3’er saatlik episod günü tahmini değerlendirilmiştir. 10-11 Şubat 2015 günlerine ait BSC-DREAM8b modelinin yüzey toz konsantrasyon değerleri ile ölçülen PM10 değerleri karşılaştırılarak Şekil 5.8’de verilmiştir.

Şekil 5.8’de 10 Şubat 12Z’den itibaren 3’er saat aralıklarla 11 Şubat 18Z’e kadar BSC-DREAM8b model çıktıları ve gözlem verileri arasında pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış ve zaman serisinde grafikleri çizdirilmiştir. 10-11 Şubat için pearson korelasyon katsayısı $r=0.83$ olarak bulunmuştur. Böylece model çıktıları ve gözlem verileri arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. Episod günü için de modelin genel olarak istasyon değerlerinin altında tahmin ettiğini söyleyebiliriz. Model sonuçları ile gözlem verilerini karşılaştırdığımızda 12Z’den 15Z’e kadar istasyon PM10 değerleri artarken model verileri sabit bir değerde ilerlemektedir. Bu durum yerel kaynaklarında etkisi olduğunu göstermektedir.

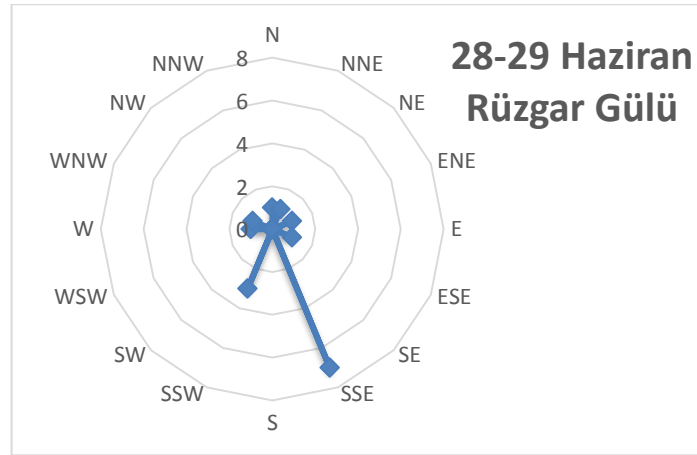


Şekil 5.8 : 10-11 Şubat 2015 BSC-DREAM8b yüzey toz konsantrasyon değerleri ve istasyon PM10 değerleri.

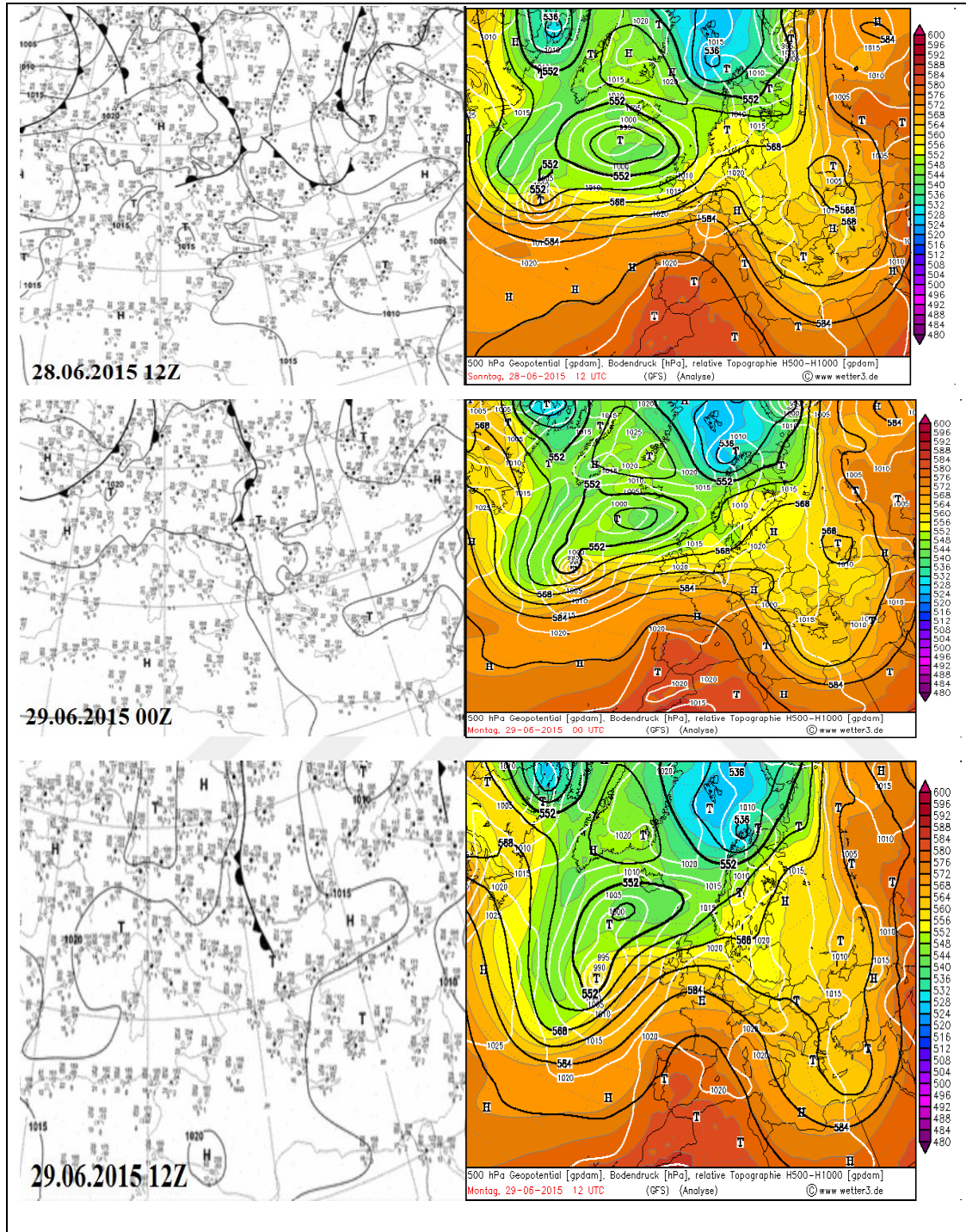
5.2 29 Haziran 2015 Durum Araştırması

5.2.1 Meteorolojik durum değerlendirmesi

29 Haziran 2015 gününe ait 24 saatlik ortalama PM10 değeri $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Yaz mevsiminde ölçülen 24 saatlik ortalama PM10 değerlerinden en yüksek değere sahip olduğu için 29 Haziran 2015 günü analiz edilmiştir. Çalışmada incelenen günün bir gün öncesi dahil edilerek analiz yapılmıştır. İlk olarak 28-29 Haziran 2015 tarihlerine ait 2 günlük rüzgar gülü çizdirilerek Şekil 5.9’da verilmiştir. 10 metrede ölçülmüş rüzgar verilerinden oluşan 28-29 Haziran 2015 tarihlerine ait hakim rüzgar yönü SSE’dir ve ortalama rüzgar hızı ise 11.7 km/saat ’tir. Rüzgar yönü Güneydoğulu olduğu için toz taşınımı için uygun koşulları sağlamaktadır.



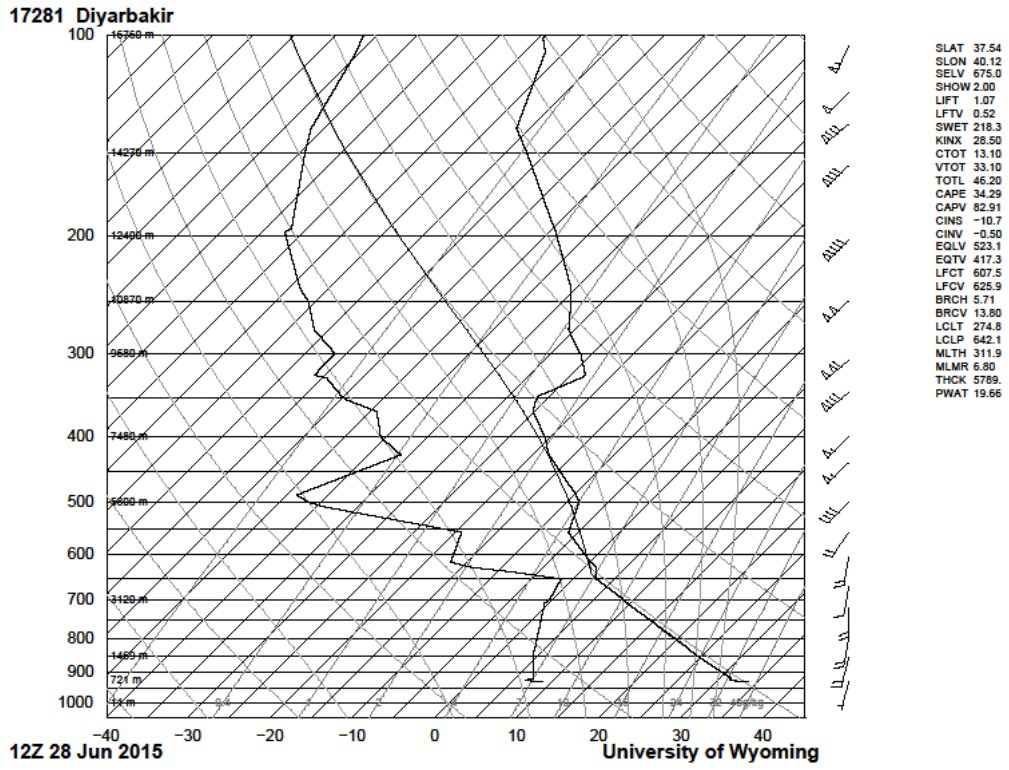
Şekil 5.9 : 28-29 Haziran rüzgar gülü.



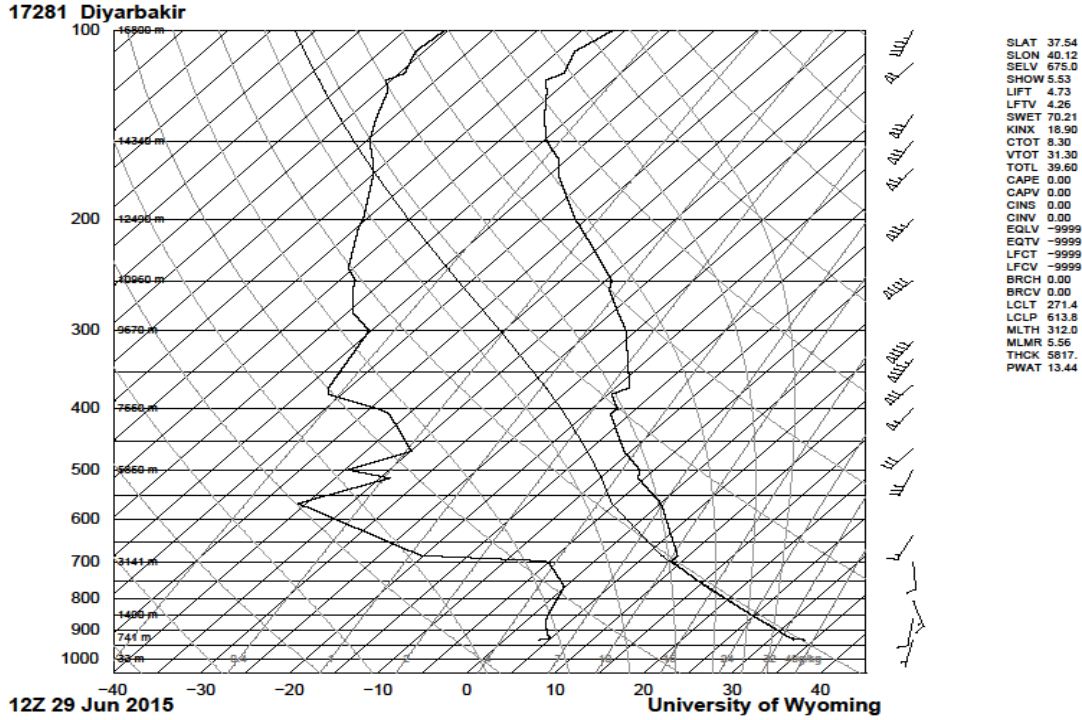
Şekil 5.10 : 28-29 Haziran 2015 12,00 ve 12 UTC yer kartları ve 500 hPa haritaları (Url-4).

Şekil 5.10’da 28 Haziran 2015 12 UTC zaman aralığından başlayarak 12 saat aralıklı yer kartları ve 500 hPa haritaları verilmiştir. Sinoptik kartları incelediğimizde 28 Haziran 2015 tarihinde Türkiye üzerinde alçak basınç sistemi görülmektedir. Bu alçak basınç sistemi ilerleyen zamanlarda Türkiyenin güneyine doğru ilerlemektedir.

Bu alçak basınç sistemi siklonik dönüşüyle birlikte Güneydoğu Anadolu Bölgesine güneyli rüzgarlarla birlikte hava akımlarının taşınmasına neden olmaktadır. Şekil 5.11’de 28 Haziran 2015 12Z için ve Şekil 5.12’de 29 Haziran 2015 12Z için Skew T-Log P diyagramları verilmiştir. Her iki şekilde de rüzgar bilgilerine baktığımız zaman yer seviyesinden atmosferin üst seviyelerine kadar rüzgarın güney-güneybatılı yönlerden estiğini görebilmekteyiz. Rüzgarın güney-güneybatılı olması toz taşınımı için uygun koşulları sağlamaktadır. Aynı zamanda Şekil 5.12’ye baktığımız da enverziyon olmadığını görmekteyiz. Bu koşullar ile kirliliğin şehir üzerinde uzun süre etkili olması beklenmemektedir.

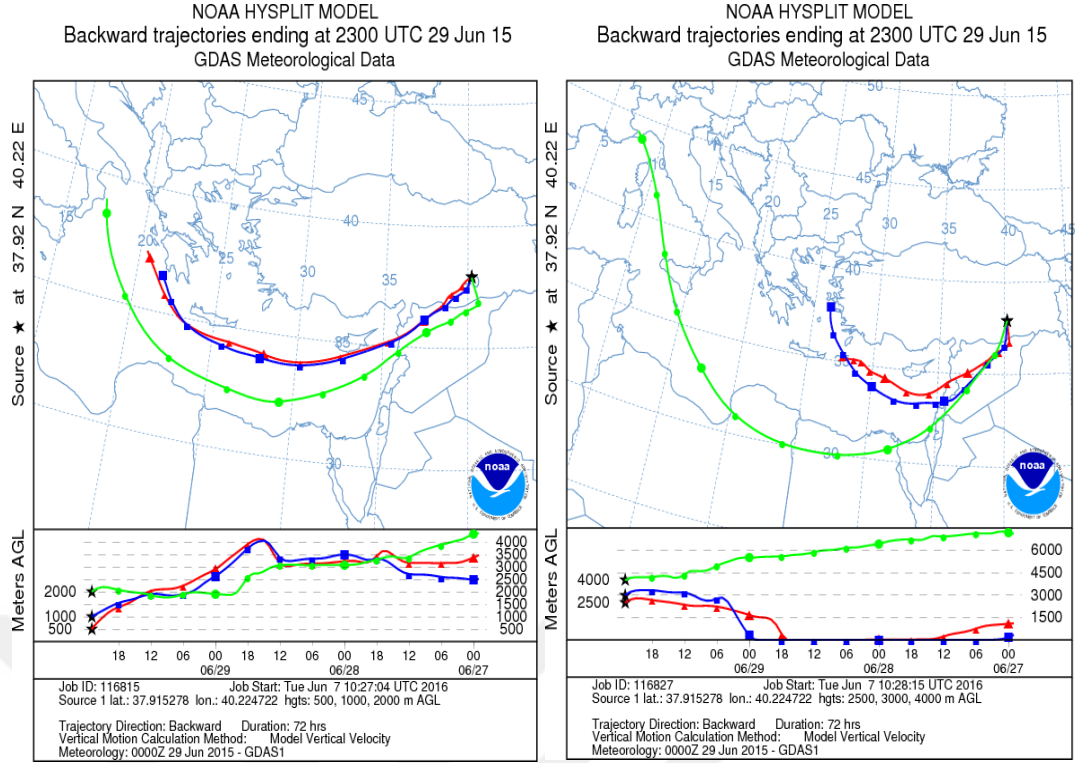


Şekil 5.11 : 28 Haziran 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).



Şekil 5.12 : 29 Haziran 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).

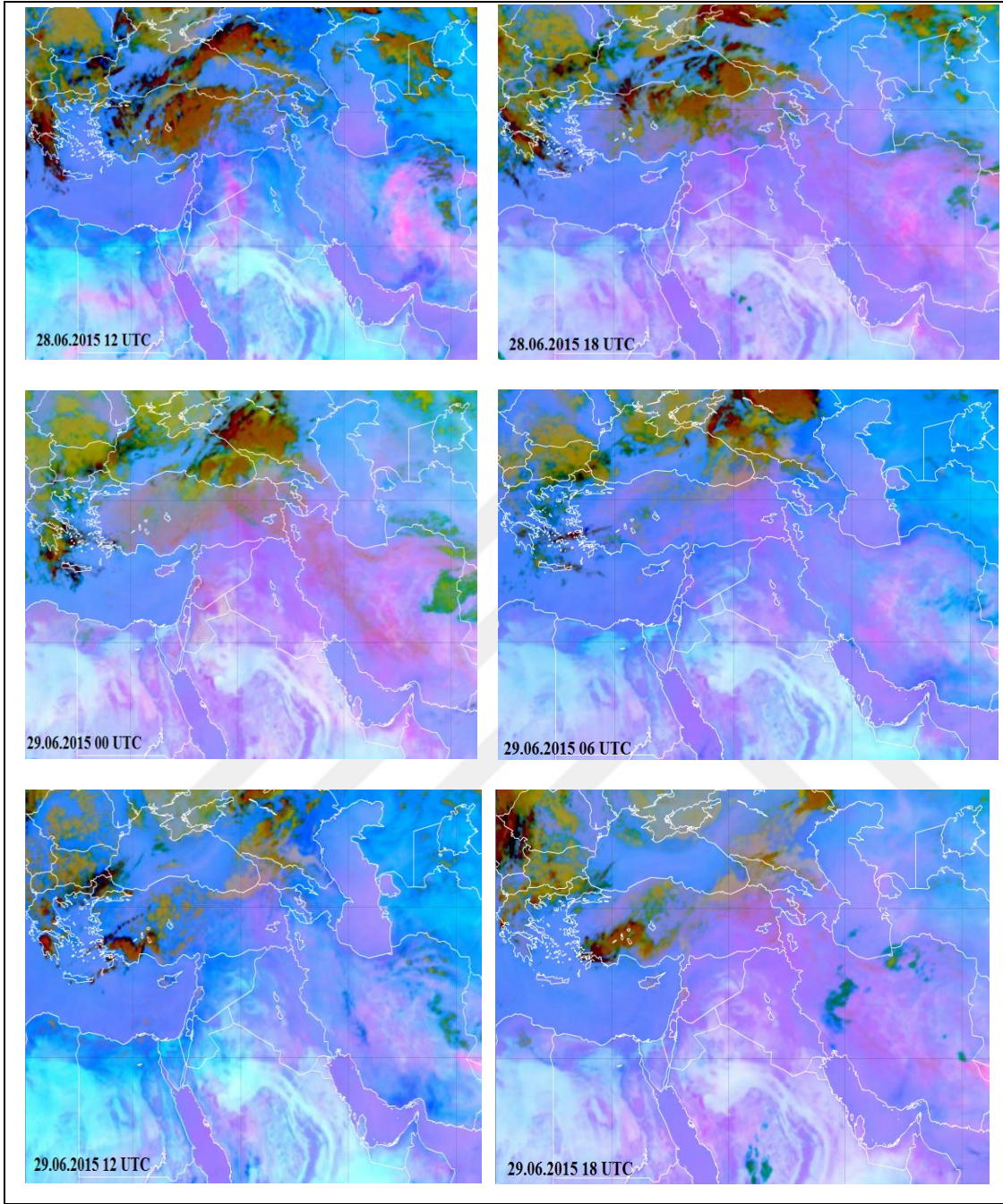
29 Haziran 2015 tarihinde 23.00 UTC’de bitecek şekilde 3 günlük geriye yönelik çalıştırılan HySplit model çıktıları Şekil 5.13’de verilmiştir. Model 500 metre 1000 metre, 2000 metre , ayrıca yukarı seviyeyi daha iyi gözlemleyebilmemiz için 2500 metre, 3000 metre ve 4000 metre başlangıç yükseklikleri için çalıştırılmıştır. 500 metre,100 metre ve 2000 metre model çıktısına baktığımızda Avrupa ve sonrasında Suriye üzerinden gelebilecek bir hava akımının Diyarbakır’ı etkileyebileceği görülmektedir. 2500 metre,3000 metre ve 4000 metre başlangıç yüksekliklerini incelediğimiz zaman ise 2500 ve 3000 metre için Avrupa üzerinden gelen hava hareketlerinin Lüban dağlarına kadar alçak seviyelerde hareket ettiğini sonrasında yükseldiğini söyleyebiliriz. Bu durum çöl tozları taşınımının yanı sıra Avrupa üzerinden de kirletici kaynaklarının taşınarak Diyarbakır’ı etkileyebileceğini göstermektedir.



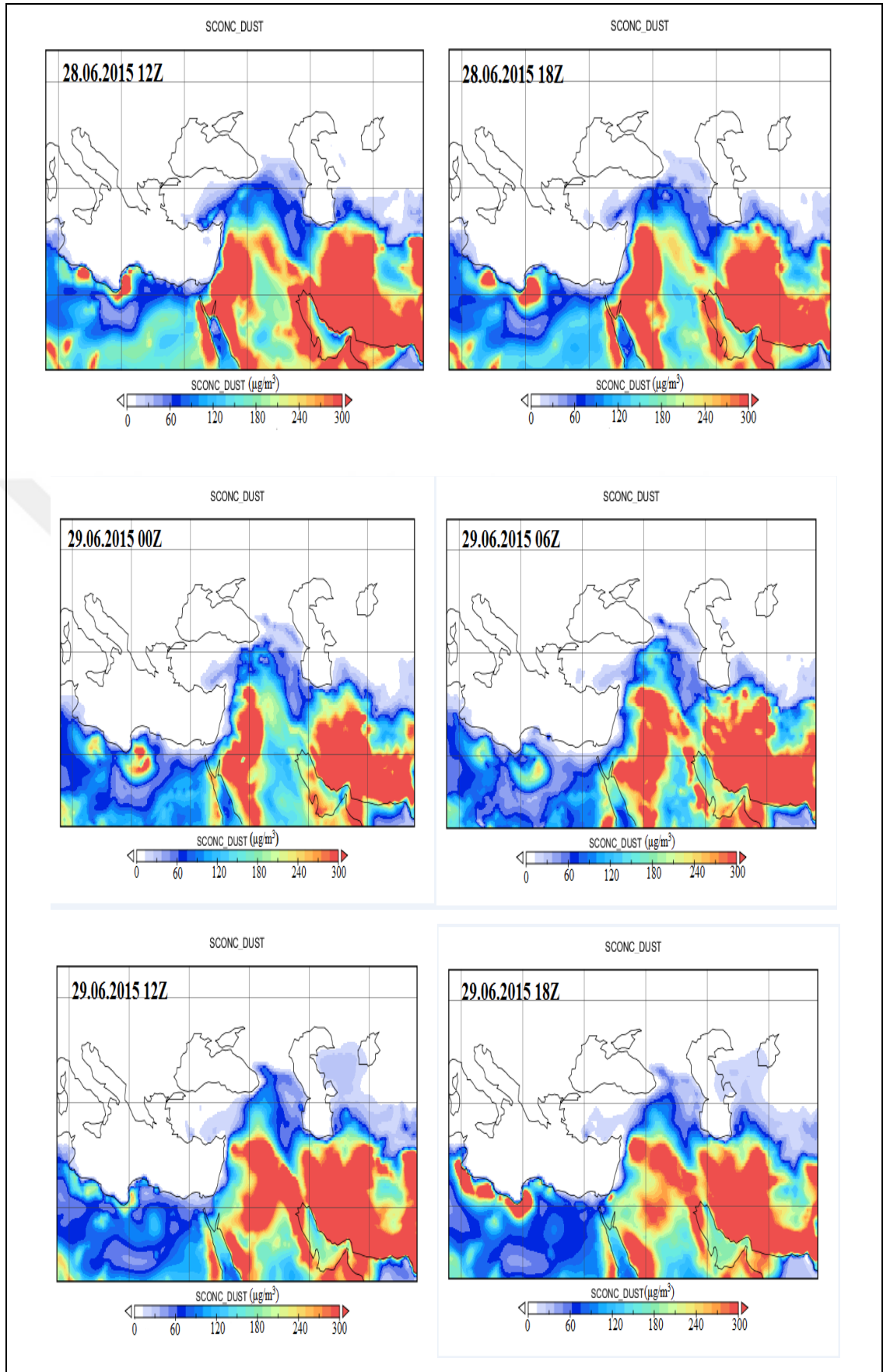
Şekil 5.13 : 29 Haziran 2015 Diyarbakır NOAA HYSPLIT modeli geri yörünge haritası.

5.2.2 Uydu görüntüleri ve BSC-Dream8b model çıktıları

Şekil 5.14’de 28-29 Haziran 2015 tarihlerine ait EUMETSAT uydu görüntüleri verilmiştir. 28.06.2015 uydu görüntüsünü incelediğimizde Suriye üzerinde toz oluşumu görmekteyiz. 28.06.2015 18 UTC ve 29.06.2015 00 UTC çıktılarına bakıldığında Suriye üzerindeki tozun Güneydoğu Anadolu Bölgesine taşındığı gözlemlenmektedir. 29.06.2015 18 UTC ‘ye kadar 6 ‘şaar saatlik uydu görüntülerini değerlendirdiğimizde Diyarbakır ilinin toz taşınımından etkilendiği görülmektedir. Aynı zamanda Şekil 5.15’deki 28-29 Haziran 2015 tarihleri için BSC-DREAM8b model çıktıları verilmiştir. Model çıktıları incelediğimizde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin güneyinde yüksek PM10 konsantrasyonlarının olduğu görülmektedir. BSC-DREAM8b model sonuçlarını değerlendirdiğimizde, bazı farklılıklara rağmen uydu görüntüleri ile uyuşma sağlayarak güneyli yönlerden toz taşınımını tahmin ettiği görülmektedir.



Şekil 5.14 : 28-29 Haziran 2015 uydu görüntüleri.

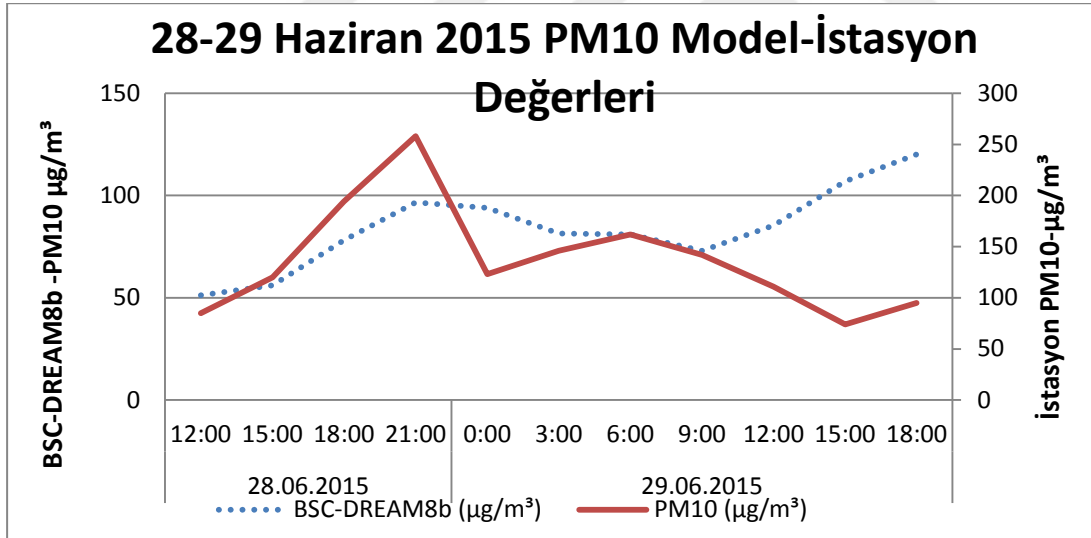


Şekil 5.15 : 28-29 Haziran 2015 BSC-DREAM8b Model çıktıları.

5.2.3 Model sonuçları ve gözlem verilerinin karşılaştırılması

Model 29 Haziran episod gününden bir gün önce 12Z'den itibaren çalıştırılarak 3'er saatlik episod günü tahmini değerlendirilmiştir. 28-29 Haziran 2015 günlerine ait BSC-DREAM8b modelinin yüzey toz konsantrasyon değerleri ile ölçülen PM10 değerleri karşılaştırılarak Şekil 5.16'da verilmiştir.

Şekil 5.16'da 28 Haziran 12Z'den itibaren 3'er saat aralıklarla 29 Haziran 18Z'e kadar BSC-DREAM8b model çıktıları ve gözlem verileri arasında pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış ve zaman serisinde grafikleri çizdirilmiştir. 28-29 Haziran için pearson korelasyon katsayısı $r=0.0072$ olarak hesaplanmıştır. Bu durum model çıktıları ile istasyon verileri arasında zayıf pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Genel olarak baktığımızda model verileri gözlem verilerinin altında tahmin etmiştir. 28-29 Haziran 2015 tarihlerinde ölçülen yüksek konsantrasyon değerlerinin çöl tozlarının yanı sıra yerel kaynakların da etkilediğini söyleyebiliriz.

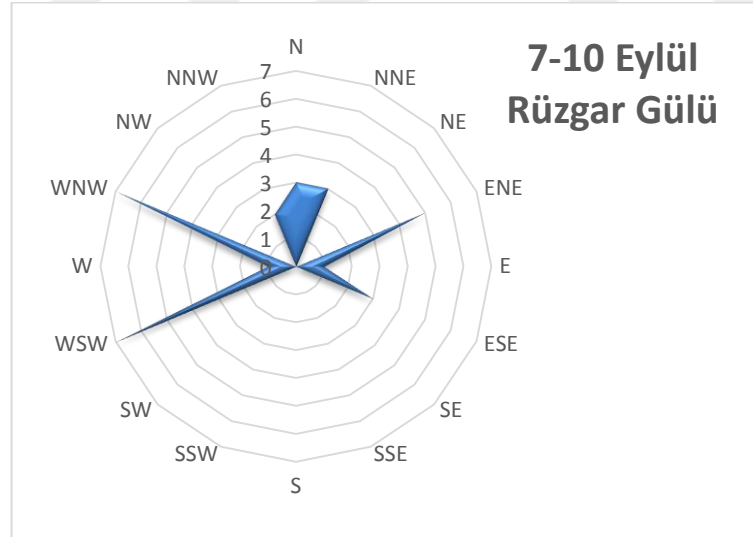


Şekil 5.16 : 28-29 Haziran 2015 BSC-DREAM8b yüzey toz konsantrasyon değerleri ve istasyon PM10 değerleri.

5.3 7-10 Eylül 2015 Durum Araştırması

5.3.1 Meteorolojik durum değerlendirmesi

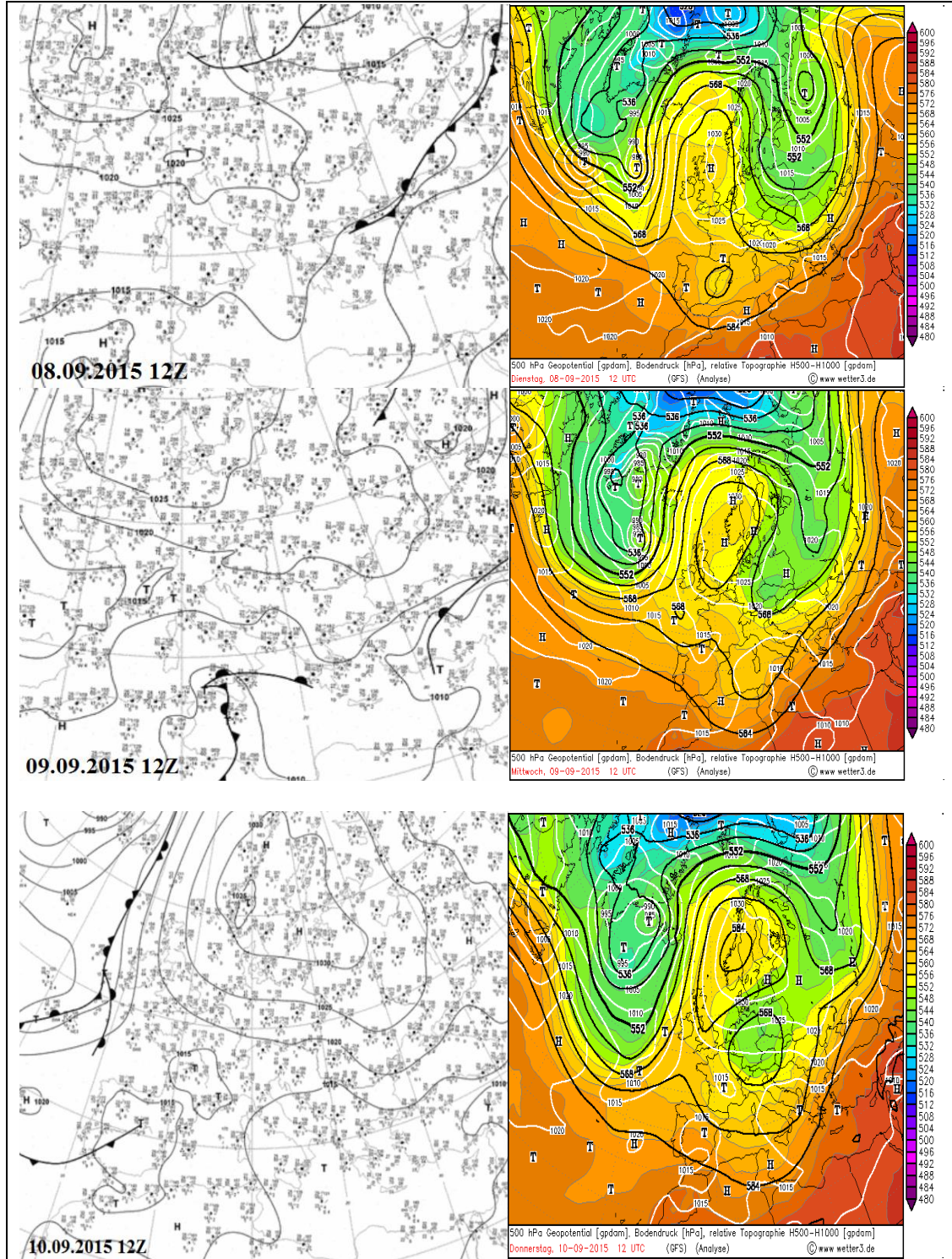
Sonbahar mevsiminde ölçülen 24 saatlik ortalama PM10 değerlerinden en yüksek değerler Eylül ayında gözlenmiştir. Bu nedenle çalışma günlerinden biri olarak Eylül ayı analiz edilmiştir. Episod günleri yüksek konsantrasyon değerlerine sahip olduğu için 7-10 Eylül olarak belirlenmiştir. 7 Eylül 24 saatlik ortalama PM10 değeri $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 Eylül 24 saatlik ortalama PM10 değeri $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 9 Eylül 24 saatlik ortalama PM10 değeri $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve 10 Eylül 2015 24 saatlik ortalama PM10 değeri $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. İlk olarak 7-10 Eylül 2015 tarihlerine ait 4 günlük rüzgar gülü çizdirilerek şekil 5.17’de verilmiştir. 10 metrede ölçülmüş rüzgar verilerinden oluşan 7-10 Eylül 2016 tarihlerine ait rüzgar gülünü incelediğimizde rüzgarın değişik yönlerden estiğini söyleyebiliriz. 7-10 Eylül günlerine ait ortalama rüzgar hızı ise 4 km/saat’tir. Rüzgar güneydoğu ve güneybatılı yönlerden de estiği için toz taşınımı ihtimalinin olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 5.17 : 7-10 Eylül rüzgar gülü.

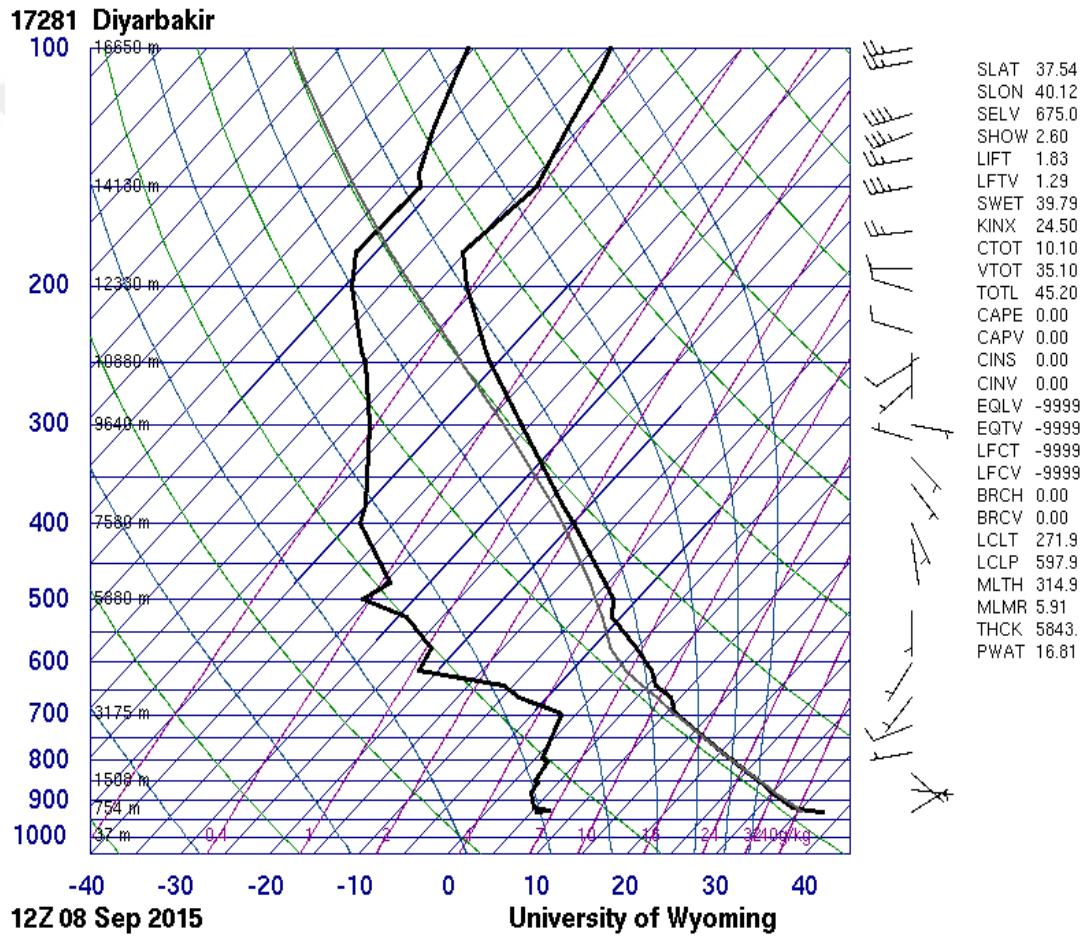
Şekil 5.18’de 8 Eylül 2015 12 UTC zaman aralığından başlayarak 10 Eylül 2015 tarihine kadar 24 saat aralıklı yer kartları ve 500 hPa haritaları verilmiştir. Yer kartları ve 500hPa haritaları incelendiğinde, üç gün içinde alçak basınç merkezinin Türkiye’nin güneyinde etkili olduğunu görmekteyiz. Alçak basınç merkezinin siklonik (saat yönünün tersi) dönüşü dikkate alındığında güneyli rüzgarlarla birlikte

Suriye üzerinden Diyarbakır'a toz taşınması için uygun koşullar sağlanmaktadır. 500hPa haritalarına baktığımızda 8-10 Eylül tarihlerinde yüksek merkezin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde etkili olduğunu görmekteyiz.

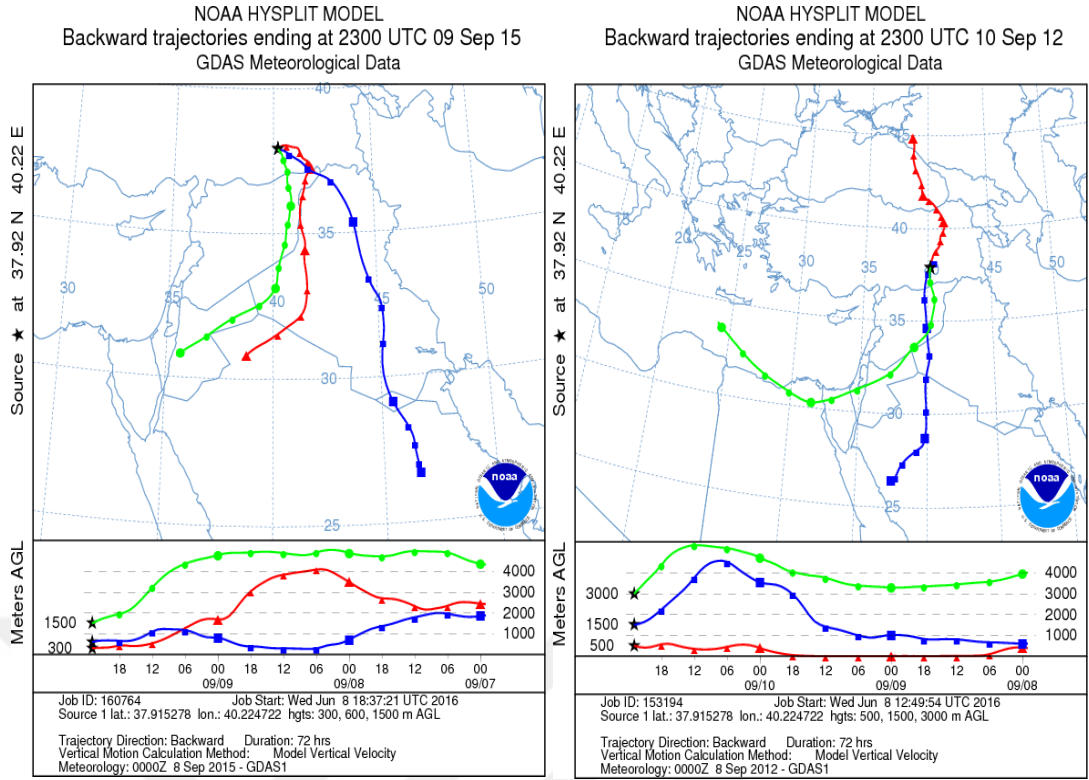


Şekil 5.18 : 8-10 Eylül 2015 12 UTC yer kartları ve 500 hPa haritaları (Url-4).

Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de verilen 8-9 Eylül 12Z Skew T-Log P diyagramını incelediğimizde, yaklaşık 350mb’a kadar hakim rüzgar yönünün güneydoğu ve güneybatı yönünde olduğu, 350mb sonrasında ise batı-kuzeybatı yönünde esmekte olduğu görülmektedir. Rüzgarın güneyli yönlerinden esmesi toz taşınımı kaynaklı bir kirliliğin olduğunu da göstermektedir. Ayrıca yer seviyesinde rüzgar şiddetinin sakin olduğu gözlemlenmektedir. Rüzgar hızının yer seviyesinde düşük olması ve Diyarbakır’ın topografik olarak bir çanak özelliği göstermesinden dolayı kirleticilerin dağılmasını engelleyerek bölge üzerinde uzun süre etkili olmasına neden olmaktadır.



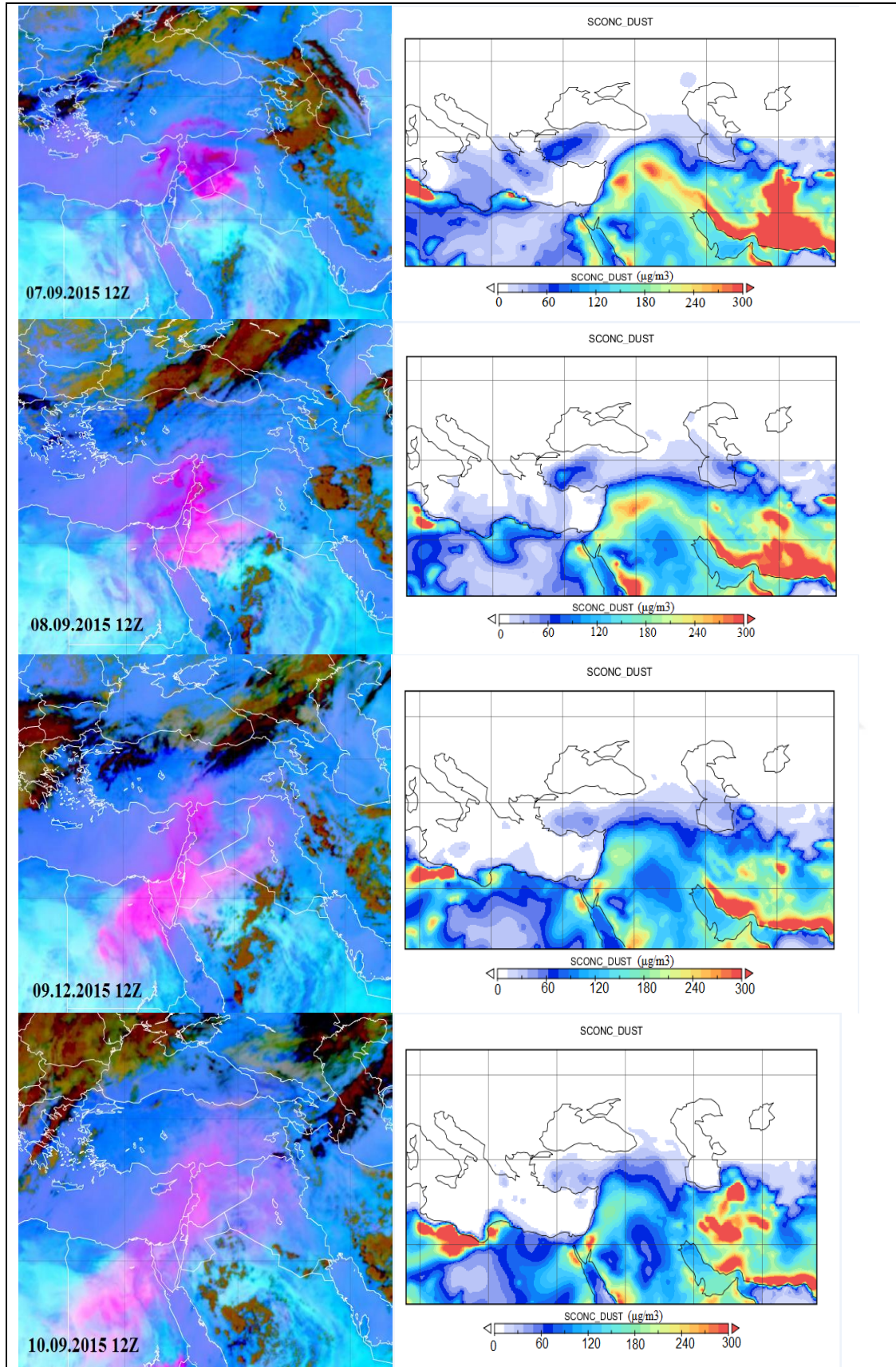
Şekil 5.19 : 8 Eylül 2015 12 Z Skew T-Log P diyagramı (Url-6).



Şekil 5.21 : 9 ve 10 Eylül 23 UTC’de sonlanan geri yörünge haritası.

5.3.2 Uydu görüntüleri ve BSC-Dream8b model çıktıları

Şekil 5.22’de 7-10 Eylül 2015 tarihlerinde 12Z’e ait EUMETSAT uydu görüntüleri ve BSC-DREAM8b model çıktıları verilmiştir. 7-10 Eylül tarihlerine ait 12Z uydu görüntülerini incelediğimizde Suriye, Kuzey Afrika ve Arabistan üzerinde toz oluşumunu görmekteyiz. Bu bölgeler üzerinden kalkan çöl tozlarının Şekil 5.20’de 9 ve 10 Eylül’e ait Hysplit model çıktılarında gördüğümüz gibi hava akımının güneyli yönlerden olması nedeniyle Diyarbakır ilinin çöl tozu taşınımından dört gün boyunca etkilendiğini söyleyebiliriz. Aynı zamanda, 7-8 Eylül 12Z model çıktılarını incelediğimizde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yüksek PM10 konsantrasyonlarının olduğu görülmektedir. 9-10 Eylül 12Z model çıktılarını incelediğimizde ise modelin ilk günlere nazaran toz tahminini daha düşük gösterdiğini söyleyebiliriz. BSC-DREAM8b model sonuçlarını değerlendirdiğimizde, bazı farklılıklara rağmen uydu görüntüleri ile uyuşma sağlayarak güneyli yönlerden toz taşınımını tahmin ettiği görülmektedir.

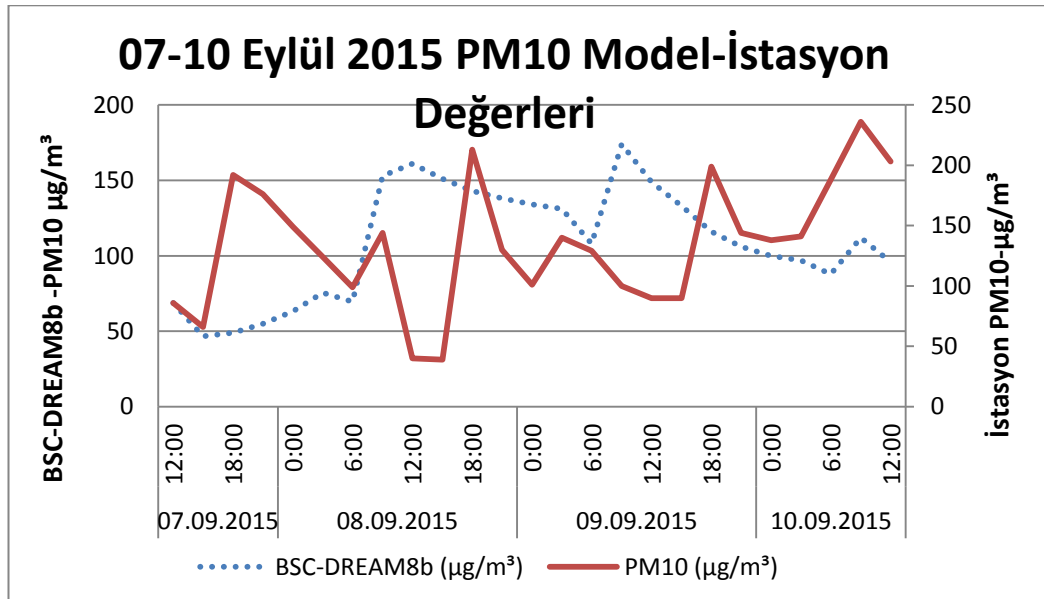


Şekil 5.22 : 7-10 Eylül 2015 BSC-DREAM8b Model çıktıları ve uydu görüntüleri.

5.3.3 Model sonuçları ve gözlem verilerinin karşılaştırılması

Model 7-10 Eylül 2015 episod dönemi için çalıştırılmıştır. 7 Eylül 2015 12Z'den 10 Eylül 12Z'e kadar 3'er saatlik çalıştırılarak 72 saatlik tahmini değerlendirilmiştir. 7-10 Eylül 2015 günlerine ait BSC-DREAM8b modelinin yüzey toz konsantrasyon değerleri ile ölçülen PM10 değerleri karşılaştırılarak Şekil 5.23'de verilmiştir.

Şekil 5.23'de 7 Eylül 12Z'den itibaren 3'er saat aralıklarla 10 Eylül 12Z'e kadar BSC-DREAM8b model çıktıları ve gözlem verileri arasında pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış ve zaman serisinde grafikleri çizdirilmiştir. 7-10 Eylül için pearson korelasyon katsayısı $r=-0.24488$ olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısının rakam değeri model çıktıları ve gözlem verileri arasındaki ilişkinin gücünü gösterirken, işareti ilişkinin yönünü gösterir. Bu durum model çıktıları ile istasyon verileri arasında zayıf negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Genel olarak baktığımızda model verileri gözlem verilerinin altında tahmin etmiş olsada bazı saatlerde gözlem verilerinin üstünde de tahminde bulunmuştur. Çizelge 3.2'de PM değerlerinin 100'ün üzerinde olması hassas olarak sınıflandırıldığından model sonuçları gerçek verileri yakalayamamış olmasına rağmen genel olarak 100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerinde tahminde bulunduğu için toz taşınımı riskini şekil ve değer olarak yakalayabilmiştir.



Şekil 5.23 : 7-10 Eylül 2015 BSC-DREAM8b yüzey toz konsantrasyon değerleri ve istasyon PM10 değerleri.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada BSC-DREAM8b modelinin, kış, yaz ve sonbahar olmak üzere üç farklı mevsime ait üç farklı episod günü için toz taşınımından kaynaklanan episod günlerini yakalamış olması beklenmektedir. Aynı zamanda meteorolojik parametrelerin episod dönemlerindeki etkileri de detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. 10-11 Şubat günlerine ait meteorolojik koşulları incelediğimizde 10 metrede ölçülmüş hakim rüzgar yönünün güneydoğudan ve rüzgarın atmosferin düşey profili boyunca güneyli yönlerden olduğu gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak Hysplit geri yörünge analizi model sonuçları ile çalışmada incelenen Diyarbakır'a yönelik hava kütlelerinin güneyli yönlerden olduğu desteklenmiştir. Bu durum toz taşınımının gerçekleştiğini göstermiştir. 28-29 Haziran günlerine ait meteorolojik koşulları incelediğimizde 10 metrede ölçülmüş hakim rüzgar yönünün güneydoğudan ve rüzgarın atmosferin düşey profili boyunca güneyli yönlerden olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Hysplit geri yörünge analizi model sonuçları ile çalışmada incelenen Diyarbakır'a yönelik Avrupa ve sonrasında Suriye üzerinden gelen hava kütlelerinin Diyarbakır'ı etkileyebileceği gözlemlenmiştir. Bu durum çöl tozları taşınımının yanı sıra Avrupa üzerinden de kirletici kaynaklarının taşınarak Diyarbakır'ı etkileyebileceğini göstermektedir. 7-10 Eylül episod dönemine ait meteorolojik koşulları incelediğimizde 10 metrede ölçülmüş hakim rüzgarın güneydoğu ve güneybatılı yönlerden de olduğu ve Skew T-Log P diyagramını incelediğimizde, yaklaşık 350mb'a kadar hakim rüzgar yönünün güneydoğu ve güneybatı yönünde olduğu görülmektedir. Ayrıca Hysplit geri yörünge analizi model sonuçlarına baktığımızda Diyarbakır'ı etkileyebilecek hava akımının Kuzey Afrika, Suriye, Arabistan ve Irak üzerinden olduğu gözlemlenmiştir. Böylece episod günlerine ait incelenen meteorolojik koşullar ile Diyarbakır'ın toz taşınımından etkilendiğini söyleyebiliriz.

Model kış ve yaz mevsimlerinde episod günlerinden bir gün önce 12Z'den itibaren çalıştırılarak 3'er saatlik episod günü tahmini değerlendirilmiştir. Sonbahar

mevsiminde ise Eylül ayı için dört günlük episod dönemi tahmini değerlendirilmiştir. Genel olarak uydu görüntüleri ile modelin şekil çıktılarına baktığımızda her üç episod dönemleri için toz taşınımı tahminini yakaladığını söyleyebiliriz.

Ayrıca model sonuçları ile PM10 gözlem verileri karşılaştırılmıştır. Modelin sonuçları ile gözlem verilerinin arasındaki uyumu test etmek için pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış ve zaman serisinde grafikleri verilmiştir. Böylece modelin performansı değerlendirilmiştir. 10-11 Şubat için pearson korelasyon katsayısı $r=0.83$ olarak bulunmuştur. Böylece model çıktıları ve gözlem verileri arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. 28-29 Haziran için pearson korelasyon katsayısı $r=0.0072$ olarak hesaplanmıştır. Bu durum model çıktıları ile istasyon verileri arasında zayıf pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. 7-10 Eylül için pearson korelasyon katsayısı $r=-0.24488$ olarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısının rakam değeri model çıktıları ve gözlem verileri arasındaki ilişkinin gücünü gösterirken, işareti ilişkinin yönünü gösterir. Buna göre, 7-10 Eylül için model çıktıları ile istasyon verileri arasında zayıf negatif bir ilişki olduğu söylenebilir.

Model her üç episod dönemi içinde genel olarak toz taşınımı tahmini olan günler için 100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) üzerinde tahminde bulunduğu için gerçek verilerin altında olmasına rağmen Çizelge 3.2’de de gösterildiği gibi PM10 değerlerinin 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ün üzerinde olması hassas olarak sınıflandırıldığından toz taşınımı riskini şekil ve değer olarak yakalayabilmiştir.

Sterna ve arkadaşları 2008 yılında yaptıkları çalışmada uzun dönemli modellerin PM10 konsantrasyonlarının tahmini üzerinde çalışmışlardır. Bir çok modelin gözlem değerlerinin altında tahmin ettiği sonucuna varmışlardır. Modellerin gözlem değerlerinin altında tahmin etmesini eksik kalan işlenmemiş emisyon verileri gibi nedenlerden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışma sonucunda da episod günleri için modelin sonuçları ile gözlem verilerini karşılaştırdığımızda her üç episod dönemleri için de modelin genel olarak istasyon değerlerinin altında tahmin ettiğini söyleyebiliriz. Bu durumda gözlemlenen yüksek PM10 değerlerinin sadece çöl tozu kaynaklı olmayıp yerel kaynaklarında etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

BSC-DREAM8b modeli Diyarbakır ili için yüzey toz konsantrasyonlarındaki artış ve azalışı Şubat ayında Haziran ve Eylül aylarına göre daha iyi bir şekilde yakalamıştır.

Fakat 28-29 Haziran da modelin nispeten pik değerleri yakaladığını söyleyebiliriz. Haziran ve Eylöl ayı episod günleri için düşük pearson korelasyon katsayısına sahip olmasına rağmen BSC-DREAM8b modelin şekil çıktılarına baktığımızda yoğunluk olarak toz taşınımı tahminini yakaladığını söyleyebiliriz.

Oğuz 2014 yılında yapmış olduğu çalışmada BSC-DREAM8b modelinin (v1.0) versiyonu ve (v2.0) versiyonunu karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda modelin (v1.0) versiyonunun toz konsantrasyonundaki gözlemlenen artış ve azalışı çok iyi yakaladığının sonucuna varılmıştır. Tercihli topografik toz bölgelerini içeren modelin 2. versiyonu'nun özellikle Kuzey Afrika'dan kalkan tozlar için iyi sonuçlar verdiği ve Türkiye'de özellikle İç Anadolu Bölgesinde toz emisyonu kısıtlamalarının olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca ölçüm değerleri ile modelin 2. versiyonunun sonuçları karşılaştırıldığında, model ölçüm değerlerini yakalayamamıştır.

Bir başka çalışmada Güllü ve diğ., 2015 yılında toz taşınımının gerçekteştiği iki örnek olayı incelemiş olup, BSC-DREAM8b model çıktılarının uydu görüntüleri ile uyuşma sağlayarak toz taşınımını tahmin ettiği sonucuna varmışlardır.

Modelin 2. versiyonu geliştirilmiş olmasına rağmen yapılan test çalışmaları sonucunda 1. versiyonunun Türkiye'yi daha iyi temsil ettiği sonucuna varılmıştır.

Yapılacak benzer çalışmalar için kullanmış olduğumuz model çözünürlüğünün yükseltilmesi tahmin için daha iyi sonuçlar sağlayabilir. Kullanılan meteorolojik başlangıç ve sınır koşullarının WRF, NOAA vb. gibi diğer model ürünlerinin de denenmesi daha tutarlı sonuçlar sağlayabilir. Ayrıca modelde bölgeye yönelik emisyon verilerinin de kullanılması ile daha doğru sonuçlar elde edilebilir.



KAYNAKLAR

- Aydınöz, E.** (2015). *Şanlıurfa Hava Kirliliğinin Chimere Modeli İle İncelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bağcı, H.R.** (2013). *Çöl Tozlarının Elazığ, Diyarbakır, Adıyaman Ve Şanlıurfa İllerinde İnsan Ve Bitki Üzerindeki Etkileri*. (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Basart, S. Et al.** (2012). Development and evaluation of the BSC-DREAM8b dust regional model over Northern Africa, the Mediterranean and the Middle East, *Tellus B*, 64, 18539, <http://dx.doi.org/10.3402/tellusb.v64i0.18539>.
- BULUT, H., YEŞİLNACAR, M.İ., RASTGELDİ, T., ASLAN, M., UÇAR, D.** (2008). “Toz Bulutlarının İç ve Dış Ortam Hava Kalitesine Etkileri: Şanlıurfa Örneği”, *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu*, (30-31 Mayıs 2008-Konya), s.369-377.
- Çapraz, Ö.** (2013). *İstanbul'da 2007-2012 yılları arasında hava kirliliğinin ölümler üzerindeki etkilerinin modellenmesi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Darwin, C.** (1846) . An account of the fine dust which often falls on vessels in the Atlantic Ocean. *Q. J. Geol. Soc., London*, S. 26–30.
- Demirarslan, O., Çetin, Ş., Ayberk, S.** (2008). “Hava Kirliliği Belirlemelerinde Modelleme Yaklaşımı Ve Modelleme Aşamasında Karşılaşılabilecek Sorunlar”, *Çevre Sorunları Sempozyumu*, (14-17 Mayıs 2008-Kocaeli).
- Diyarbakır ÇDR.** (2014). Diyarbakır İl Çevre Durum Raporu, T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Diyarbakır Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- Diyarbakır THEP.** (2015). Diyarbakır İli Temiz Hava Eylem Planı, T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Diyarbakır Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- Dündar, C., Oğuz, K., Güllü, G.** (2015). “Toz Taşınımı Mekanizmasındaki Farklılıklar:İki Farklı Toz Taşınımı Olayı”, 6. *Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu*, (7-9 Ekim 2015-İzmir).
- Dündar, C., Öz, N.** (2009). Kentsel Hava Kirliliği Riski için Enverziyon Tahmini, 2008-2009 Değerlendirme Raporu, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara

- Eken, M., Ceylan, M., Taştekin, A., T., Şahin, H., Şensoy, S. (t.y.). Klimatoloji II. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji2.pdf>. Erişim : 20.12.2015.
- Erdoğan, E. (2012). Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinde Modellerin Kullanımının Karar Verme Sürecindeki Rolü. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Goudie, A.S., Middleton, N.J. (2000). “Saharan Dust Storms: Nature and Consequences”, *Earth Science Reviews*, 56, , 179–204.
- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği. (2008). T. C. Resmi Gazete, 26898, 06 Haziran 2008.
- İncecik, S. (1994). *Hava Kirliliği*, Teknik Üniversite Matbaası, Sf. 26-41.
- Oğuz, K. (2014). *Çöl tozlarının Türkiye’ye taşınımını Bsc-Dream8b toz taşınımı tahmin modeli kullanılarak değerlendirilmesi*. (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Sessiz, A., Gürsoy, S., Eliçin, A., K., Akın, S., E, R. (2012). Diyarbakır İli Tarımsal Mekanizasyon Durum Analizi Ve Planlaması Projesi (Sözleşme No: TRC2-11-DFD-54). Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarım Makinaları Bölümü
- Sterna, R., Builtjesa, P., Schaapb, M., Timmermansb, R., Vautardc, R., Hodzicd, A., Memmesheimere, M., Feldmannf, H., Rennerg, E., Wolkeg, R., ve Kerschbaumer A. (2008). A model inter-comparison study focussing on episodes with elevated PM10 concentrations, *Atmospheric Environment*, Volume 42, Issue 19, June 2008, Pages 4567–4588.
- Şahin., C. (1989). Hava Kirliliği ve Hava Kirliliğini Etkileyen Doğal Çevre Faktörleri, Coğrafya Araştırmaları (Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu Yayını) Cilt 1, Sayı 1, Ankara.
- Şengün, M.T., ve Bağcı, H.R. (2012). Çöl Tozlarının Beşeri Çevre ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri, ISSN 1303-2429, Sayı 24: 409-433, İstanbul.
- Şengün, M.T., ve Kırışan, K. (2012). Çöl Tozlarının Türkiye’de Doğal Ve Beşeri Ortam Üzerine Etkisi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt: 22, Sayı: 2, Sayfa: 1-15, ELAZIĞ-2012.
- Şengün, M.T., ve Kırışan, K. (2013). Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Çöl Tozlarının Hava Kalitesi Üzerine Etkisi, Elektronik ISSN 1308-9773, Sayı 59: 59-68, İstanbul.
- TAŞ, F. (2006) *Hava Kirliliği Ve Kastamonu Şehir Merkezi İçin Değerlendirme*. (Yüksek lisans tezi), Çevre Bilimleri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TUİK,(2015). <http://tuikapp.tuik.gov.tr/Bolgesel/tabloOlustur.do>, Erişim Tarihi: 17.02.2016
- Url-1 <<http://www.epa.gov/pm/basic.html>>, alındığı tarih: 17.02.2016.

Url-2< <http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html>>, alındığı tarih: 10.01.2016.

Url-3<<http://en-au.topographic-map.com/places/Turkey-893824/>>,
alındığı tarih: 20.02.2016

Url-4<<http://www1.wetter3.de/Archiv/>

Url-5<http://eumetrain.org/eport/archive_tsms.html?width=1366&height=768

Url-6<<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>





ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Aylin ÜNAL
Doğum Tarihi ve Yeri : KARABÜK – 14.05.1987
E-Posta : uuaylinn@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : Meteoroloji Mühendisi

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2012 yılında Laterna Alternatif Enerji Kaynakları Ltd. şirketinde Meteoroloji Mühendisi olarak çalıştı.
- 2013 yılından itibaren Diyarbakır Meteoroloji 15.Bölge Müdürlüğü'nde Meteoroloji Mühendisi olarak çalışmaya halen devam etmektedir.