

Ankara'da Yağışın Dağılımının Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Analizi

Analysing of rainfall distribution in Ankara by Remote Sensing and Geographic Information Systems

Mesut DEMİRCAN¹, İhsan ÇİÇEK², Necla TÜRKÖĞLU², Murat ARSLAN¹, Volkan C. DARENDE¹

¹Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara

²A.Ü. DTCF Fakültesi Coğrafya Bölümü, Ankara

Öz: Bu çalışma ile yağışın, şehir içerisindeki dağılımını etkileyen etmenlerin araştırılmasında günümüz teknolojisinde sıklıkla kullanılan izleme araçlarından Uzaktan Algılama Yöntemi (UAY) araçlarından uydu ve RADAR görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araçları yardımıyla sayısal altlıklar haline getirilmesi amaçlanmıştır. İkincil olarak; yersel yağış ölçümleri ile uydu ve Radar'dan elde edilen ölçümler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Son olarak; bu ilişkilerin şehir altlığı üzerinde incelenerek, şehirleşmenin yağışın şehir üzerindeki dağılımını nasıl etkilediğini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu çalışma sonuçları; başta şehir plancıları tarafından şehirlerin doğru geliştirilmesinde ve planlanması için, ayrıca günümüzde iklim ilişkili ve özellikle yağışa bağlı doğasal afetleri azaltma – önleme çalışmalarında bir girdi olacağı ön görülmektedir. Ayrıca yüz yolumuzun sorunu haline gelen iklim değişikliği ile mücadele kapsamında; önleme – azaltma – uyum üçlemesi ile yapılan çalışmalarda da etkin analiz yöntemleri için de bir altlık oluşturacaktır. Çalışma için 2010 yılı içindeki 18 Şubat, 6 Haziran, 7 Haziran, 28 Ekim ve 16 Aralık tarihlerinde meydana gelen yağış hadisesi Ankara için incelenmiştir. 6 Haziran 2010 tarihi için sinoptik durum, sayısal tahmin modelleri çıktıları, yersel gözlemler ve Radar PPI verileri elde edilmiş olup, ECMWF modeli çıktısı, Radar PPI verileri ve yersel gözlemler CBS ortamında haritalanmış ve analiz edilmiştir. 18 Şubat, 7 Haziran, 28 Ekim ve 16 Aralık tarihleri ise sayısal model çıktıları ve Radar PPI volüme çıktı haritaları ile analiz edilmiştir. Yapılan örnekleme analizlerde yağış bölgelerinin cephe sisteminin hareketine göre ilerlediği özellikle Ankara'nın doğusunda yoğunlaşmadığı görülmüştür. Örnekleme tarihlerindeki yağışı getiren sistemlerle birlikte Atmosferik Toz Tahmin Sistemi çıktılarındaki görülen toz taşınımı dikkat çekicidir. Yağışların oluşumunda yağışa neden olan sistemlerin, şehrin topografik yapısının ve Sahra Çölünden taşınan tozların daha etkin olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Uzaktan Algılama Yöntemi, Radar, Sayısal Model, Coğrafi Bilgi Sistemleri

Abstract: In this study, it is intended to investigate factors that is affecting distribution of rainfall within the city and Geographic Information Systems (GIS) tools are used to make digital layer from products of satellite and Radar which are today's commonly used monitoring tools in Remote Sensing Method (RSM). Secondly; it is intended to determine the relationship between surface rainfall measurements and remote sensing measurements which are obtained from satellite and radar. Finally; it is aimed to determine how urbanization is affected the distribution of rainfall over the city by examining these relationships on city base. It is proposed that results of this study can be primarily an input for city planners for correctly improving and planning of cities and also for reduction - prevention studies against to natural disasters which are related to the climate and especially depending on rainfall. Furthermore, it can be provided a base within the scope of coping studies which are made with the trilogy of prevention, mitigation and adaptation against to climate change that has

* İletişim yazarı: M.Demircan , mdemircan@mgm.gov.tr

become a problem in our century. For the study, precipitation events which are occurred in Ankara are examined on February 18, June 6, June 7, October 28 and December 16 in the year 2010. For the date of June 6 in 2010, synoptic situation, output of numerical prediction models, surface observations and Radar PPI data have been obtained and ECMWF model outputs, Radar PPI data and surface observations have been mapped in the GIS and analyzed. For February 18, June 7, October 28 and December 16, numerical model and Radar PPI volume output maps have been analyzed. In the sample analysis it is observed that rainfall zones have moved according to the movement of the frontal system and they are not concentrated especially in the east parts of Ankara. In sampling dates, it is interesting to consider that the dust transportation along with frontal systems which are brings rainfall is observed in Atmospheric Dust Forecasting System maps. It is thought that the systems which are cause precipitation, topographical structure of the city and dust transportation from the Saharan Desert have been more effective in the formation of precipitation. It is thought that this study can be a base and roadmap for these and similar types of studies in respect of revealed by the methodology in data sources, data access and arranging data.

Keywords: Remote Sensing Method, Radar, Numerical Model, Geographical Information Systems

1. GİRİŞ

Nüfus artışına bağlı olarak giderek artan şehirleşme, şehir ve yakın çevresindeki meteorolojik koşullar ile iklim üzerinde önemli değişikliklere sebep olmaktadır. Şehirlerde ısıtma, trafik, sanayi sebebiyle artan enerji tüketimi, asfalt, beton gibi yapay örtüler, yüksek binaların ve bunlar arasında kalan caddelerin oluşturduğu şehir kanyonları, azalan yeşil alanlar, iklim farklılaşmalarına neden olmaktadır (Çiçek,İ., 2004).

Chadler (1965) şehirlerin yağış üzerindeki olası etkisini artan yüzey engebeliliği nedeniyle oluşan mekanik türbülans, şehir ısı adasından kaynaklanan ek hissedilebilir ısı ve şehir havasındaki yoğunlaşma çekirdeklerinin fazlalığı olmak üzere üç ana başlık altında toplamıştır. Benzer bulgular Büyükşehir Meteoroloji Deneyi (Metropolitan Meteorological Experiment, METROMEX) projesi kapsamında yapılan çalışmalarda da saptanmıştır (Changnon vd., 1976). Şehir klimatolojisi üzerine yapılan en ayrıntılı araştırmalardan biri olan METROMEX projesi kapsamında yapılan çalışmalarda, St. Louis’de, şehir etkisinin yaz yağışlarında, şiddetli sağanak yağışlarda (>25 mm), oraj ve dolu yağışlarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar gösterdiği saptanmıştır (Changnon vd.,1976). METROMEX verilerinin analizi sonucunda sağanak yağışların şehir merkezinde özellikle rüzgâr altı alanlarda yoğunlaştığı ortaya çıkmıştır. Londra’da 1950 yıllarda kurulan 200 civarındaki yağışölçer ve Radar gözlemleri ile şehirlerin konveksiyonel bulutların gelişimi üzerindeki etkisi ve bu bulutların izlediği yol Atkinson (1971) tarafından da tespit edilmiştir. Bu çalışmada da konveksiyonel bulutların şehir merkezinde hızla geliştiği ancak konveksiyonel yağışların Londra’nın daha çok doğu kesimlerinde düştüğü belirlenmiştir.

İklim değişimi birçok atmosfer bileşeninin karşılıklı etkileşimi sonucunda meydana gelmektedir (KARAKUYU, M., 2002). Bileşenlerden birinde meydana gelen bir değişiklik zamanla diğerine sıçramakta ve bu etki, bir zincirin halkaları gibi, bir süre sonra ekosistemin tüm bileşenlerine yayılmaktadır. İnsanoğlu bu zincirin halkaları ile daha yakından ilişkili olduğu için çok daha önceleri başlayan bu iklim değişimini fark edememiştir. Ancak özellikle son 50 yılda, iklimin diğer yıllara göre anormal olarak değiştiğini gösteren pek çok göstere ortaya çıkmıştır. Küresel boyutta ortalama hava sıcaklığındaki artışlar, kutuplar ve kara içlerinde yüksek alanlardaki daimi buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, kuraklık, taşkınların ve aşırı yağışların sıklıklarında ve büyüklüklerinde artışların görülmesi bu göstergelerin en önemlileridir.

Son yıllardaki ülkemize ait yağış verileri incelendiğinde, düzensiz bir dağılım görülmektedir. Diğer taraftan yıllar itibariyle günümüze yaklaştıkça taşkınlardan dolayı meydana gelen can ve mal kayıplarında da artışlar gözlenmektedir. Bunun temel sebepleri ise yıllara göre artan nüfus yoğunluğu, yanlış yerleşim ve çarpık yapılaşma olarak gösterilebilir.

Birçok şehir plancısı ve şehir coğrafyacısı yağmur sularının ve yüzey sularının şehir hayatına ve şehir alt yapısına verdiği zararları ve bunlardan korunma yollarını araştırmaktadırlar. Bunun yanında şehir içindeki suyun hareketliliği ve akarsulara nasıl karıştığı şehrin kurulması sırasında

dikkat edilecek en önemli faktörlerdir. Şehir çevresindeki akarsu havzası ve kanalizasyon sistemi planlanırken, sağanak yağışların, su baskınlarının ve sellerin olabileceği ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Şehir alanında sağanak yağışlardan sonra akım 2,5 kat artarken, buna kanalizasyon sularının da eklenmesiyle akarsuyun akımındaki artış yaklaşık 8 kata ulaşmaktadır.

Birincil amaç; yağışın, şehir içerisindeki dağılımını etkileyen etmenlerin araştırılmasında günümüz teknolojisinde sıklıkla kullanılan izleme araçlarından Uzaktan Algılama Yöntemi (UAY) araçlarından uydu ve Radar görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araçları yardımıyla sayısal altlıklar haline getirilmesidir. İkincil olarak; bu altlıkların şehir imar planı, şehir topografyası, yersel yağış ölçümleri ile uydu ve Radar'dan elde edilen ölçümler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Son olarak; bu ilişkilerin şehir altlığı üzerinde incelenerek, şehirleşmenin yağışın şehir üzerindeki dağılımını nasıl etkilediğini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu çalışma sonuçları; başta şehir plancıları tarafından şehirlerin doğru geliştirilmesinde ve planlanması için, ayrıca günümüzde iklim ilişkili ve özellikle yağışa bağlı doğasal afetleri azaltma – önleme çalışmalarında bir girdi olacağı ön görülmektedir. Ayrıca yüz yılımızın sorunu haline gelen iklim değişikliği ile mücadele kapsamında; önleme – azaltma – uyum üçlemesi ile yapılan çalışmalarda da etkin analiz yöntemleri için de bir altlık oluşturacaktır. Bu çalışma ile birbirinden farklı ölçüm, izleme ve değerlendirme sistemlerinin birlikte kullanılabilmesi için bir örnek çalışma da geliştirilmiş olacaktır.

2. METODOLOJİ

Çalışma bölgesi olarak Ankara ili ve örnek olay için 6 Haziran 2010 tarihi seçilmiştir. Ankara il sınırları içerisindeki ve yapılacak yersel ölçümlerin (YÖ) alansal enterpolasyon haritalarının daha sağlıklı olması için Ankara'yı çevreleyen illerdeki gözlem istasyonlarına ait meteorolojik parametrelerden yağış, sıcaklık, nem verileri saatlik ve aylık olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sistemi (TÜMAS)'nden elde edilmiştir.

Çalışma bölgesi içerisinde yer alan MGM'nin Elmadağ Radarına ait PPI verileri TÜMAS'dan elde edilmiştir. Bu veriler ham formatta olduğu için bu verilerin alfa-sayısal veri (.txt) formatındaki dosyalara dönüştürülmesi için MGM Tahminler Dairesi Başkanlığı Uzaktan Algılama Şube Müdürlüğü personeli Yük. Bilgisayar Müh. Murat Arslan tarafından yazılan bir program kullanılmıştır. Ayrıca text formatındaki dosyaların MS Ofis Excel formatındaki dosyalara dönüştürülmesi için MGM Gözlem Sistemleri Dairesi Başkanlığı Etüd Planlama Şube Müdürlüğü personeli Yük. Ziraat Müh. Volkan C. Darende tarafından bir program yazılmıştır.

Çalışmada kullanılan sinoptik kartlar linkteki siteden elde edilmiştir "<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>".

Çalışma alanında meydana gelen yağışın sınırlarını ve tahmin modeli sonuçlarının gerçekleşen gözlemler ile ilişkisini incelemek için Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF)'nin tahmin ürünü indirilmiştir. Bu ürünler veri boyutlarının çok büyük olması sebebiyle sayısal grip yada netcdf formatında elde edilebilmektedir. Bu verinin kullanılabilmesi için grip veri formatı Integrated Data Viewer (IDV) programı (<http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/>) kullanılarak MS Ofis Excel formatına dönüştürülmüştür.

Çalışma alanında meydana gelen yağışın oluşumuna etki edecek toz etkileşimini incelemek için Atmosferik Toz Tahmin Sistemi BSC-DREAM8b iki versiyonu (BSC-DREAM8bv2.0 Atmospheric Dust Forecast System) modelinin çıktılarını resim olarak indirilerek kullanılmıştır.

Çalışma alanında meydana gelen yağışın kaynağını irdeleyebilmek için Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)'nin Hava Kaynakları Laboratuvarı tarafından geliştirilmiş Hibrid Tek Parçacık Lagrange Entegre Yörünge Modeli (HYSPLIT - Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model) kullanılmıştır. HYSPLIT modeli, "http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php" internet adresinde istasyon koordinatı verilerek geçmiş yörünge (backtrajectory) koşturulmuş ve sonuçlar indirilmiştir.

Çalışma alanı ve seçilen örnek olay için YÖ'den alınan meteorolojik parametreler, Uzaktan Algılama (UA) radar ürünlerinden PPI ürünü, ECMWF'den alınan tahmin, HYSPLIT modelinden eski yörünge sonuçları ArcGIS9.3 ile haritalandırılmıştır.

3. ANALİZLER

3.1 Örnek Çalışma Tarihine Ait Sinoptik Durum ve Tahminler

2010 yılı ekstrem hava olayları incelenmiş ve 18 Şubat 2010'da Beypazarı'nda dolu, 6 Haziran 2010'da Güvercinlik, Esenboğa ve Ankara Bölge Müdürlüğü'nde dolu, 7 Haziran 2010'da Polatlı'da yağış ve sel, 28 Ekim 2010'da Ankara Bölge Müdürlüğü'nde yağış ve sel ile 16 Aralık 2010'da Kızılcahamam'da yağış ve sel hadiseleri gözlemlendiği görülmüştür. Çalışma alanı içerisinde üç merkezde birden dolu kayıdı olması ile haziran ayının daha çok kararsızlık yağışların görüldüğü bir ay olması ve kararsızlık yağışların bölgesel etkileri daha iyi göstermesi nedeni 6 Haziran 2010 çalışma tarihi olarak seçilmiştir.

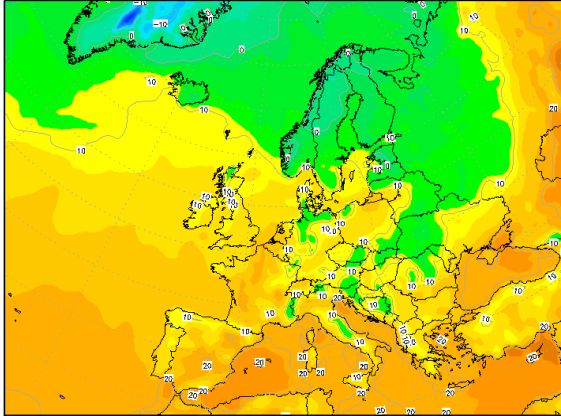
Örnek çalışma tarihi 6 Haziran 2010 tarihindeki atmosferin sinoptik durumu ortaya koymak için "http://www.wetterzentrale.de/topkarten/" internet adresinden indirilen yer 2m sıcaklığı, yağış, 850mb ile yer basıncı ve 500mb bütünlük kartları incelenmiştir.

Yer 2m Sıcaklık kartları incelendiğinde;

04:00 (01Z) saatinde Ankara-Konya üzerinde merkezlenen 15-18°C sıcak hava girişi, Ankara'nın batısında Eskişehir-Afyon'a doğru Karadeniz'den 10°C soğuk hava akışı görülmektedir (Şekil 1). 10:00 (07Z) saatinde Ankara-Konya üzerinde merkezlenen sıcak hava girişi 24-27°C aralığına, Ankara'nın batısında Eskişehir-Afyon'daki soğuk hava ise 18-21°C aralığına yükselmiştir. 16:00 (13Z) saatinde Ankara-Konya üzerinde merkezlenen sıcak hava girişi 30°C'ye yükselmişken, Ankara'nın batısında Eskişehir-Afyon'daki soğuk hava ise 20°C' de kalmıştır (Şekil 3). 22:00 (19Z) saatinde Ankara-Konya üzerinde merkezlenen sıcak hava Konya üzerine doğru geri çekilerek merkezlenmiş ve Konya'da 18-21, Ankara'da 18-21°C aralığına ve Ankara'nın batısında Eskişehir-Afyon'daki soğuk hava ise 9-12°C aralığına gerilemiştir (Şekil 2).

06JUN2010 01Z

2m Temperatur (Grad C)

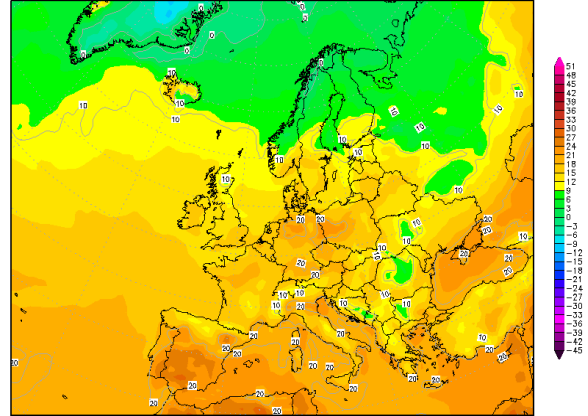


Daten: GFS Reanalysis
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Şekil 1. 04:00 (01Z) 2m sıcaklık dağılımı.

06JUN2010 19Z

2m Temperatur (Grad C)

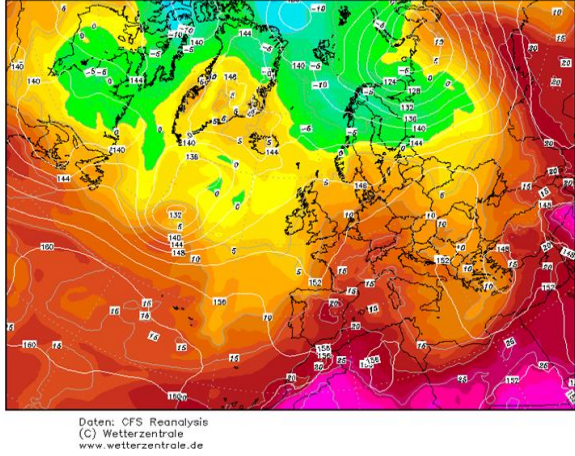


Daten: GFS Reanalysis
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Şekil 2. 22:00 (19Z) 2m sıcaklık dağılımı.

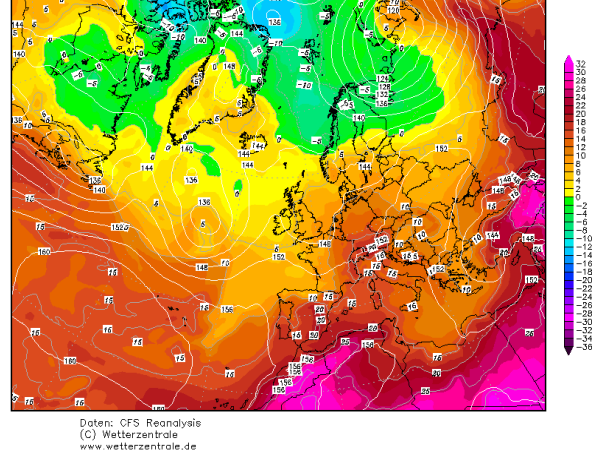
850mb seviyesi yüksekliği ve sıcaklığı incelendiğinde; 03:00 (00Z) 850mb kartında Ege bölgesi üzerinde 1480m yüksekliğinde ve 10°C sıcaklığında bir alçak merkez yer almakta, Kıbrıs, Anamur üzerinden Ankara'ya kadar bir sırt girişi 20°C sıcaklık ile yer almakta ve Ankara'nın doğusunda 12°C Karadeniz'den bir soğuk hava akışı ile alçak merkez uzanmakta ayrıca Güneydoğu Anadolu Bölgesi üzerinden 26°C sıcaklık girişi mevcuttur (Şekil 5). 09:00 (06Z) 850mb kartında 03:00 (00Z)'e göre hava kütlelerinin konuşlanmasında bir değişiklik olmazken sıcaklıklarda 1-2°C artış söz konusudur (Şekil 3). 00Z'te Türkiye'nin doğusundan giren sıcak hava ve alçak basınç Anadolu'nun şeklini alarak Ege'ye kadar uzanmıştır (Şekil 2).

06JUN2010 00Z
850 hPa Geopot. (gpdam) und Temperatur (Grad C)



Şekil 3. 03:00 (00Z) 850mb seviyesi yüksekliği ve sıcaklığı.

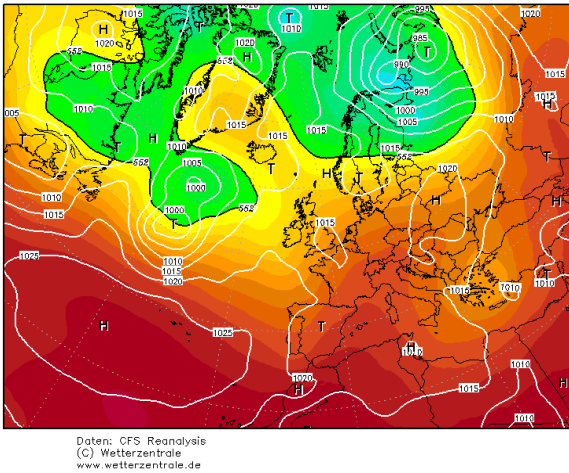
06JUN2010 12Z
850 hPa Geopot. (gpdam) und Temperatur (Grad C)



Şekil 4. 15:00 (12Z) 850mb seviyesi yüksekliği ve sıcaklığı.

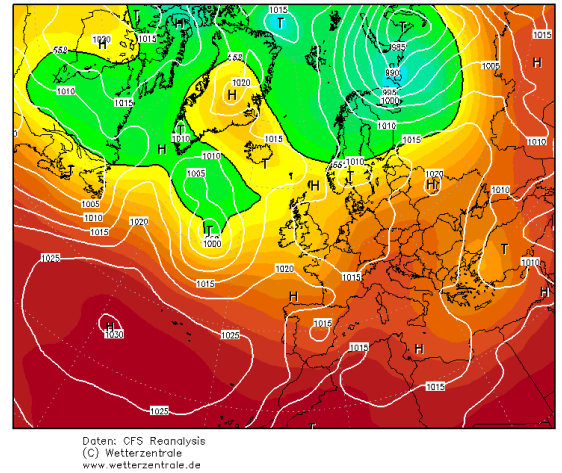
500mb seviyesi yüksekliği ve birleştirilmiş yer seviyesi basınç haritası incelendiğinde; 03:00 (00Z) Yer basınç eğrilerinde Karadeniz'in batısında Balkanlar üzerinde bir yüksek basınç merkezi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden alçak basınç kuşağı girişi görülmektedir. 500mb'da Ege Denizi üzerinde Baltık Denizi'nden sarkarak merkezlenen alçak basınç, İtalya üzerinden Orta Avrupa'ya ve Doğu Anadolu üzerinden Kafkaslara uzanan bir yüksek basınç girişi mevcuttur (Şekil 5). 15:00 (12Z) Yer basınç eğrilerinde yukarıda bahsedilen yüksek basınç merkezi zayıflamış ve alçak basınç kuşağı Marmara Bölgesi hariç Türkiye'yi kaplamış ama 500mb'da önemli bir değişiklik görülmemektedir (Şekil 6).

06JUN2010 00Z
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



Şekil 5. 03:00(00Z) 500mb seviye yüksekliği ve yer seviyesi basıncı.

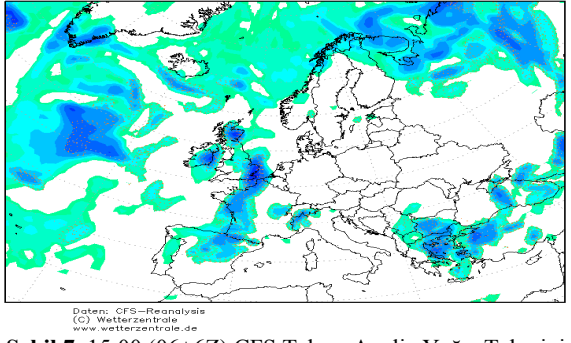
06JUN2010 12Z
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



Şekil 6. 15:00(12Z) 500mb seviye yüksekliği ve yer seviyesi basıncı.

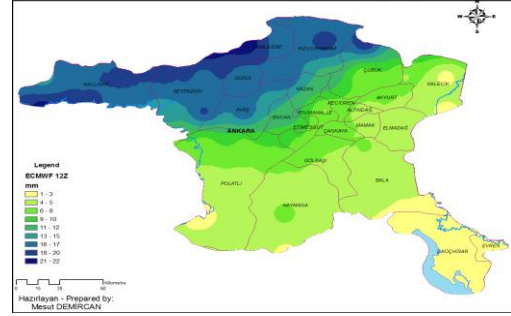
CFS Tekrar Analiz Yağış Tahmini incelendiğinde; 09:00 (00+6Z) tahmininde Ege Denizi'nde yağışın merkezlendiği ve Selanik ve Çanakkale arasında ise etkili olacağı görülmektedir. Çalışma bölgesinin ise kuzey ve kuzey batısında yağış beklentisi görülmektedir. 15:00 (06+6Z) tahmininde Bursa ve çevresinde yağışın etkisinin arttığı ve çalışma bölgesi üzerinde yağış beklentisi görülmektedir (Şekil 7). 06.06.2010 tarihi 15:00 (12Z) ve 21:00 (18Z) için ECMWF tarafından üretilen tahmin Türkiye için indirilerek Birleştirilmiş Veri Görüntüleyici (IDW) aracılığıyla grip formatından MS Ofis Excel formatına dönüştürülüp ArcGIS 9.3 programı ile Ankara için üretilmiştir. Yağış tahminine göre; Ankara'nın kuzey yarısında etkili olacak yağış beklenilmektedir (Şekil 8).

06JUN2010 06Z
T+6h-Niederschlag in mm (rot = Konvektion)



Şekil 7. 15:00 (06+6Z) CFS Tekrar Analiz Yağış Tahmini.

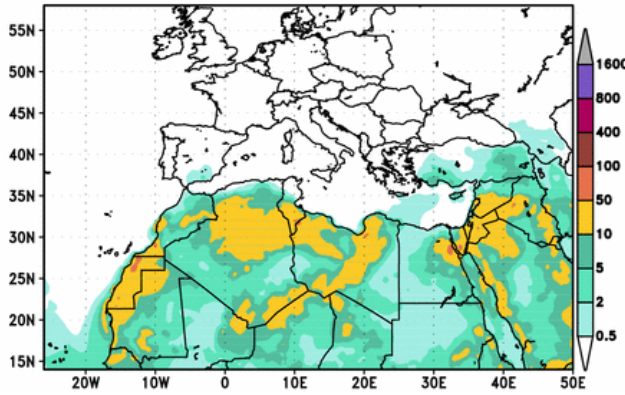
ECMWF TOPLAM YAĞIŞ TAHMİNİ (12Z)



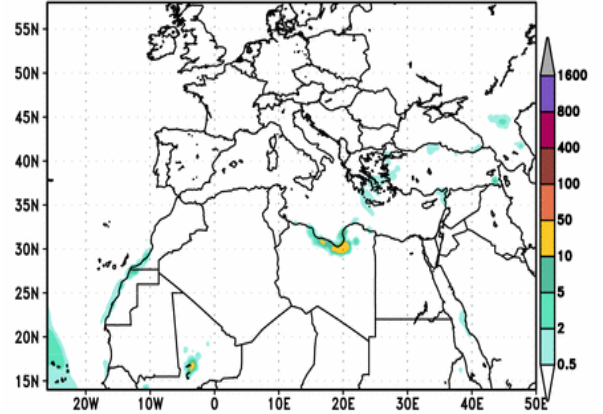
Şekil 8. 15:00 (12Z) için ECMWF tarafından üretilen yağış tahmininden Ankara için üretilen yağış tahmin haritası.

15:00 (12Z) Atmosferik Toz Tahmin Sistemi BSC-DREAM8b2v modelinin kuru toz birikimi çıktısında, Sahra çölünden gelen toz taşınımının Türkiye'nin güneyinden Antalya ve Diyarbakır üzerinden Türkiye girdiği ve yağışla birlikte Ankara üzerine yöneldiği görülmektedir. Islak toz birikimi çıktısında; İzmir, Sinop, Hatay ve Hakkari çevresinde birikim gözükmemektedir (Şekil 16).

http://www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM
BSC-DREAM8b Dry Dust Deposition (mg/m²)
24h forecast for 12z 06 JUN 10



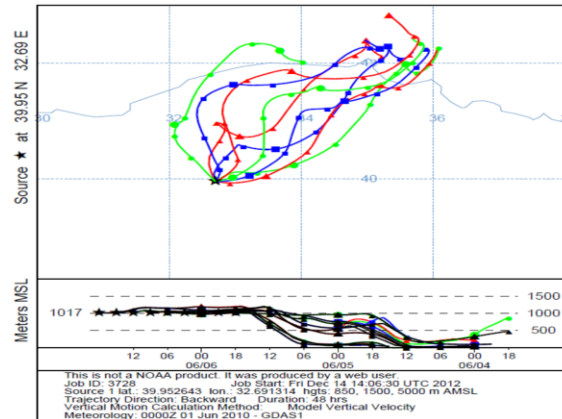
BSC-DREAM8b Wet Dust Deposition (mg/m²)
24h forecast for 12z 06 JUN 10



Şekil 9. 15:00 (12Z) için kuru ve ıslak toz birikimi.

06.06.2010 tarihli için üretilen 21:00 (18Z)'den geriye doğru çalıştırılan HYSPLIT Modeli geçmiş yörünge analizinde belirtilen tarihte Ankara'da yağışa neden olan nem ve aerosollerin Ankara'ya Karadeniz'den geldiği görülmektedir (Şekil 10).

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1800 UTC 06 Jun 10
GDAS Meteorological Data

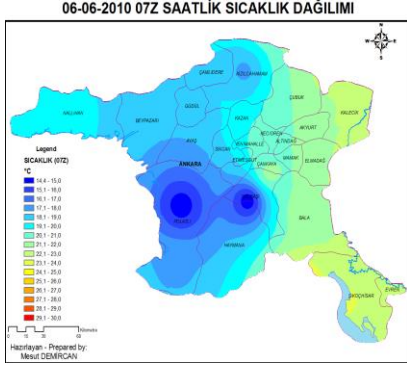


Şekil 10. 15:00 (12Z) için kuru ve ıslak toz birikimi.

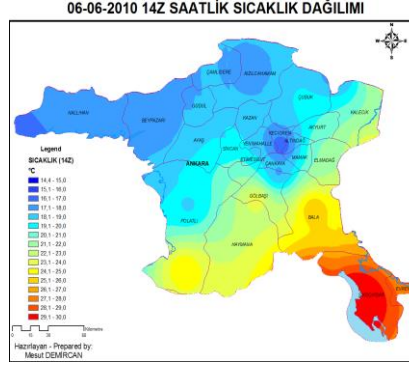
3.2 Örnek Çalışma Tarihinin Ait Yersel ve Uzaktan Algılama Gözlemleri

Bu ön analizlerden sonra ilgili tarih çalışma için seçilmiş ve veriler elde edilerek sıcaklık, yağış, nem ve radar PPI ürünleri ArcGIS 9.3 ile üretilerek analiz edilmiştir.

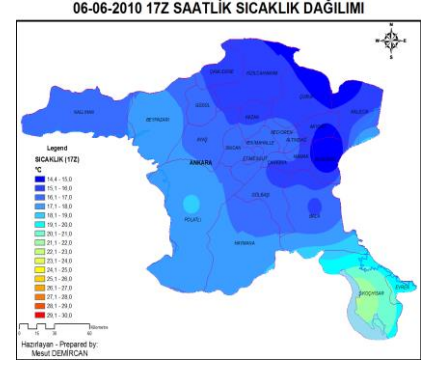
Saatlik sıcaklık analizinde saat 10:00 sıcaklıklarında Ankara'nın batısının daha soğuk olduğu özellikle Polatlı ve Gölbaşı'nın bu saat itibarı ile en soğuk bölgesi olduğu görülmektedir (Şekil 11). Saat 17:00 sıcaklıklarında Ankara'nın kuzey doğu – güney batı çizgisinin üzerinin soğuk olduğu özellikle Nallıhan, Beypazarı, Kızılcahamam ve Keçiören'in bu saat itibarı ile en soğuk bölgesi olduğu görülmektedir (Şekil 12). Saat 20:00 sıcaklıklarında soğumanın Ankara'nın kuzey doğusuna kaydığı görülmektedir (Şekil 13).



Şekil 11. 10:00 (07Z) sıcaklık haritası.

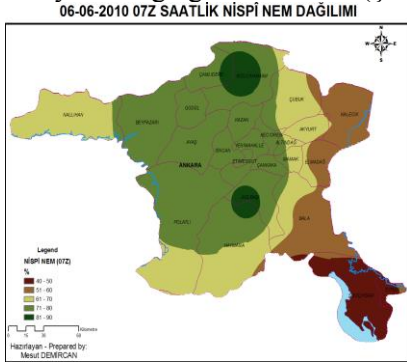


Şekil 12. 17:00 (14Z) sıcaklık haritası.



Şekil 13. 20:00 (17Z) sıcaklık haritası.

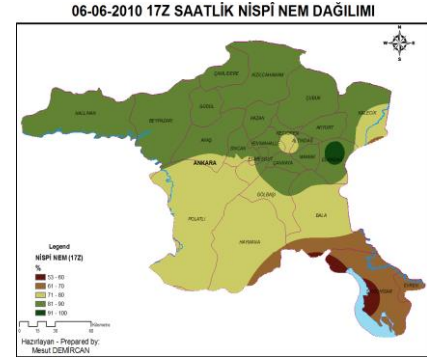
Saatlik nispi nem analizinde saat 10:00 nispi nem durumunda Ankara'nın doğu kesimi hariç nem dağılımının %60 ve üzeri olduğu, özellikle Gölbaşı ve Kızılcahamam'da %80'in üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 14). Saat 10:00 nispi nem durumunda Ankara'nın Şereflikoçhisar ve çevresi hariç nem dağılımının %60 ve üzeri olduğu, özellikle kuzey yarısında %80'in ve Elmadağ'da %90'ın üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 15). Saat 20:00 nispi nem durumunun saat 17 durumu ile aynı olduğu görülmektedir (Şekil 16).



Şekil 14. 10:00 (07Z) nispi nem haritası.



Şekil 15. 17:00 (14Z) nispi nem haritası.



Şekil 16. 20:00 (17Z) nispi nem haritası.

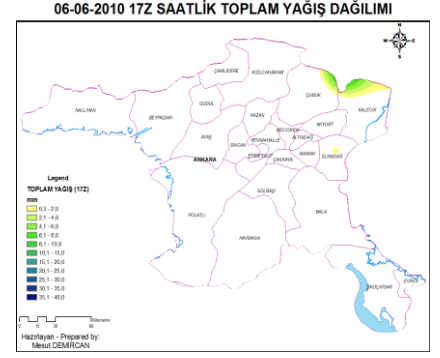
Saatlik yağış analizinde saat 10:00 yağışlarında Polatlı ve Gölbaşı'nda yağış olduğu görülmektedir (Şekil 15). Saat 17:00 yağışlarında Nallıhan, Beypazarı, Keçiören ve Kızılcahamam'da yağış olduğu görülmektedir (Şekil 16). Saat 20:00 yağışlarında Elmadağ ve Ankara'nın kuzeydoğu sınırında yağış olduğu görülmektedir (Şekil 17).



Şekil 15. 10:00 (07Z) toplam yağış haritası.

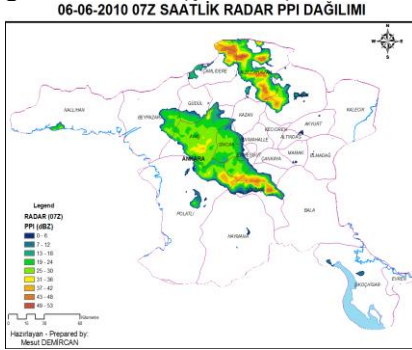


Şekil 16. 17:00 (14Z) toplam yağış haritası.

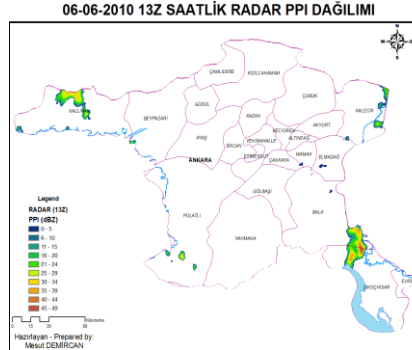


Şekil 17. 20:00 (17Z) toplam yağış haritası.

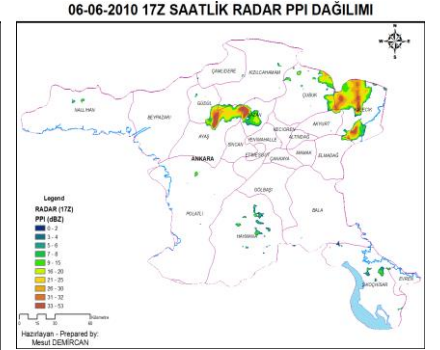
Örnek olay tarihli radar PPI ürünlerinin hazırlanan haritaları incelendiğinde; 10:00 (07Z) PPI dağılımında Kızılcahamam'dan Çubuk'a kuzey batı (KB) – güney doğu (GD) doğrultusunda ve Beypazarı'ndan Bala'ya KB-GD doğrultusunda uzanan bir koridor ile PPI değerleri görülmektedir. Etkinliğin Ayaş'ın güneyinde, Gölbaşı'nın kuzeyinde, Çamlıdere'nin kuzeydoğusunda, Çubuk'un kuzeybatısında ve Kızılcahamam ile kuzeydoğusunda olduğu görülmektedir (Şekil 18). 16:00 (13Z) PPI dağılımında etkinliğin Nallıhan'ın ve Şereflikoçhisar'ın kuzeyinde, Kalecik'in doğusunda ve Polatlı'nın güneyinde mevzi olarak olduğu görülmektedir (Şekil 19). 20:00 (17Z) etkinliğin Gündül, Kazan ve Ayaş'ın arasında, Çubuk'un doğusunda ve Kalecik'in kuzey ile güneyinde olduğu görülmektedir (Şekil 20).



Şekil 18. 10:00 (07Z) Radar PPI haritası.

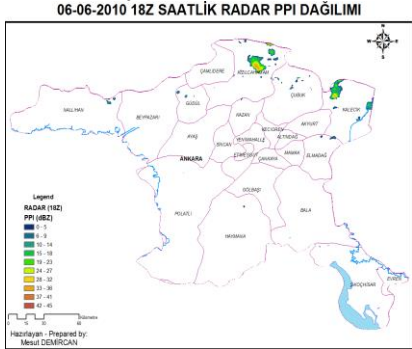


Şekil 19. 16:00 (13Z) Radar PPI haritası.

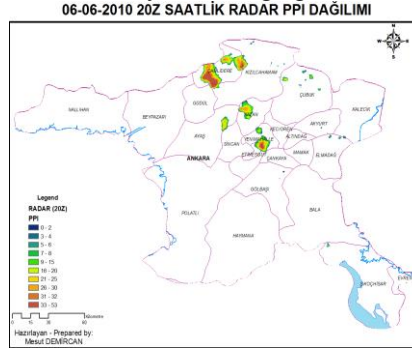


Şekil 20. 20:00 (17Z) Radar PPI haritası.

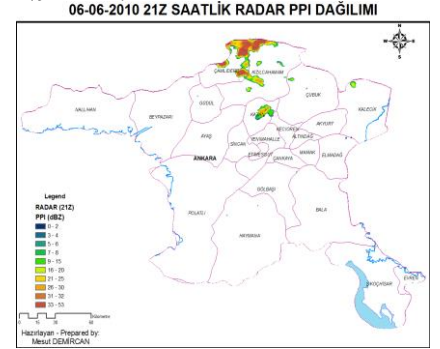
21:00 (18Z) PPI dağılımında etkinliğin Kızılcahamam'da ve Kalecik'in kuzeybatısında olduğu görülmektedir (Şekil 21). 22:00 (19Z) PPI dağılımında etkinliğin Elmadağ'da, Kalecik ile Akyurt arasında ve Kalecik'in kuzeyinde olduğu görülmektedir. 23:00 (20Z) PPI dağılımında etkinliğin Etimesgut, Yenimahalle, Kazan ve Çamlıdere ile çevresinde olduğu görülmektedir (Şekil 22). 24:00 (21Z) PPI dağılımında etkinliğin Kazan'da, Çamlıdere ve Kızılcahamam arası ile kuzeyinde olduğu görülmektedir (Şekil 23).



Şekil 21. 21:00 (18Z) Radar PPI haritası.

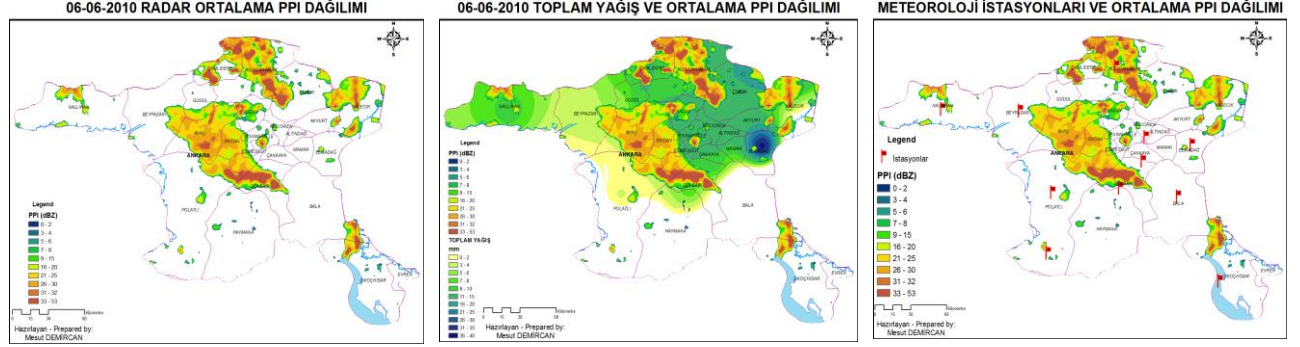


Şekil 22. 23:00 (20Z) Radar PPI haritası.



Şekil 23. 24:00 (21Z) Radar PPI haritası.

06.06.2010 tarihine ait ortalama PPI dağılımı, günlük toplam yağış ile ortalama PPI ve Meteoroloji istasyonları ile ortalama PPI haritaları (Şekil 24, 25 ve 26).



Şekil 24. Radar ortalama PPI haritası.

Şekil 25. Toplam yağış ve ortalama PPI haritası.

Şekil 26. Meteoroloji istasyonları ve tarihli ortalama PPI haritası.

3.3 Diğer Tarihler için Radar ve Model Çıktıları

18 Şubat 2010 tarihine ait Atmosferik Toz Tahmin Sistemi BSC-DREAM8bv2 çıktısı incelendiğinde Türkiye'nin batısında ve üzerinde batılı rüzgârlar ile Sahra çölünden kaynaklanan toz taşınımı olduğu görülmektedir. HYSPLIT Modeli geçmiş yörünge analizinde ise yağış neminin bölgeye Akdeniz'den Ankara'ya güneybatılı bir akışla taşındığı görülmektedir. Radar PPI ürünleri incelendiğinde Ankara üzerine gelen yağış sistemi ve bulutlar batılı akışlar doğrultusunda hareket etmektedir.

7 Haziran 2010 tarihine ait Atmosferik Toz Tahmin Sistemi BSC-DREAM8bv2 çıktısı incelendiğinde Türkiye'nin batısında kuzeydoğulu, doğusunda ise güneybatılı rüzgâr akışı mevcuttur ve Türkiye'nin güneyinde toz taşınımı görülmektedir. HYSPLIT Modeli geçmiş yörünge analizinde ise yağış neminin bölgeye Karadeniz'den taşındığı görülmektedir. Radar PPI ürünleri incelendiğinde Ankara üzerine gelen yağış sistemi ve bulutlar güneydoğu ve kuzeybatı doğrultusunda hareket etmektedir.

28 Ekim 2010 tarihine ait Atmosferik Toz Tahmin Sistemi BSC-DREAM8bv2 çıktısı incelendiğinde Türkiye'nin batısında Ege Denizi üzerinde bir siklon dönüş ve Akdeniz Bölgesi üzerinden İç Anadolu'ya doğru güneybatılı rüzgâr akışı mevcuttur ve Türkiye'nin batı ve güneyinden Anadolu içlerine doğru toz taşınımı görülmektedir. HYSPLIT Modeli geçmiş yörünge analizinde ise yağış neminin bölgeye Akdeniz'den taşındığı görülmektedir. Radar PPI ürünleri incelendiğinde Ankara üzerine gelen yağış sistemi ve bulutlar güneybatı ve kuzeydoğu doğrultusunda hareket etmektedir.

16 Aralık 2010 tarihine ait Atmosferik Toz Tahmin Sistemi BSC-DREAM8bv2 çıktısı incelendiğinde Türkiye'ye Akdeniz Bölgesi üzerinden İç Anadolu'ya doğru güneybatılı rüzgâr akışı mevcuttur ve Türkiye'nin batı ve güneyinden Anadolu içlerine doğru, özellikle Libya üzerinde aşırı miktarda toz yükü ile toz taşınımı görülmektedir. HYSPLIT Modeli geçmiş yörünge analizinde ise yağış neminin bölgeye Mısır'a kadar uzanan bir yörünge ile Akdeniz üzerinden taşındığı görülmektedir. Radar PPI ürünleri incelendiğinde Ankara üzerine gelen yağış sistemi ve bulutlar güneybatı ve kuzeydoğu doğrultusunda hareket etmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ:

Çalışma için 2010 yılı içindeki 18 Şubat, 6 Haziran, 7 Haziran, 28 Ekim ve 16 Aralık tarihlerinde meydana gelen yağış hadisesi Ankara için incelenmiştir. 6 Haziran 2010 tarihi için sinoptik durum, sayısal tahmin modelleri çıktıları, yersel gözlemler ve Radar PPI verileri elde edilmiş olup, ECMWF modeli çıktısı, Radar PPI verileri ve yersel gözlemler CBS ortamında haritalanmış ve analiz edilmiştir. 18 Şubat, 7 Haziran, 28 Ekim ve 16 Aralık tarihleri ise sayısal model çıktıları ve Radar PPI volüme çıktı haritaları ile analiz edilmiştir.

Yapılan örnekleme analizlerde yağış bölgelerinin cephe sisteminin hareketine göre ilerlediği özellikle Ankara'nın doğusunda yoğunlaşmadığı görülmüştür. Örnekleme tarihlerindeki yağışı getiren sistemlerle birlikte Atmosferik Toz Tahmin Sistemi çıktılarındaki görülen toz taşınımı dikkat çekicidir. Yağışların oluşumunda yağışa neden olan sistemlerin, şehrin topografik yapısının ve Sahra Çölünden taşınan tozların daha etkin olduğu düşünülmektedir.

Bu tür çalışmalarda olan ve olabilecek zorluklar;

- A) Yersel gözlem ağının yetersizliği sebebiyle Ankara'nın ilçeleri ile topografyasına ait meteorolojik gözlemlere ve ekstrem hava olayları ile zararlarının etki alanı ve noktasına ulaşamaması analizleri zayıflatmıştır. Bu durum CBS ile yapılan interpolasyon haritalarının topografyayı temsilini zayıflatmıştır.
- B) Radar verilerindeki zamansal eksiklikler yağış bölge ve şiddetinin gözden kaçırılmasına neden olabilmektedir.
- C) Model çıktılarının gridlenmiş ikilik kod sistemi (Gridded Binary "GRIB") veya ağ ortak veri formatı NetCDF ("NetCDF" network Common Data Form) şeklinde elde edilebilmesi ve radar verilerinin de ham olarak ya da GRIB2, hdf5 formatında sunulması MS Windows ortamında ve CBS tabanlı programlarda kullanımını zorlaştırmaktadır.

Çalışmanın daha iyi sonuç vermesi ve geliştirilmesi için birkaç günlük uzun süreli yağış dönemlerinin incelenmesinin, yağışla ilgili yersel ölçüm, radar verisi ve model çıktılarının yağış sonrası hemen derlenmesinin, şehre ait aerosol, toz ve kirletici kaynaklarının incelenmesinin ve bu verilere ait gözlemlerin de toplanmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın veri kaynakları, verilere erişim ve verilerin düzenlenmesi konusunda ortaya koyduğu metodolojinin, yapılacak bu ve benzeri türde çalışmalar için bir yol haritası, bir kaynak oluşturabileceği düşünülmektedir.

5. REFERANSLAR:

1. ÇİÇEK, İ., Ankara'da Şehirleşmenin Yağış Üzerine Etkisi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 14, Sayı: 1, Sayfa: 1-17, Elazığ-2004
2. Kadioğlu, M., Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki Yağışlara Etkisi, Su ve Çevre Sempozyumu, İstanbul, Haziran 1997
3. Cicek, I., and Turkoglu N., Urban effects on Precipitation in Ankara, Atmosfera, 18(3), 173-187, 2005
4. KARAKUYU, M., Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları Ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi, Marmara Coğrafya Dergisi Sayı:6, Temmuz-2002, İstanbul
5. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) Kurs Notu, Uydu ve Radar Ürünleri, 2009, Ankara
6. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) Kurs Notu, Sayısal Hava Tahmini, 2008, Ankara
7. Stensrud, David J., Parameterization schemes: keys to understanding numerical weather prediction models. Cambridge University Press. p. 56. ISBN 978-0-521-86540-1. Retrieved 2011-02-15.
8. Pielke, Roger A., *Mesoscale Meteorological Modeling*. Academic Press. pp. 48-49. ISBN 0-12-554766-8, 2002