

# RADAR VE SKEW T-LOGP DİYAGRAMI YARDIMI İLE ADANA VE SAMSUN'DA BULUT TEPE YÜKSEKLİĞİNİN BELİRLENMESİ

**Erhan ARSLAN**

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Analiz ve Tahminler Şube Müdürlüğü, Ankara  
[erhana1985@gmail.com](mailto:erhana1985@gmail.com)

**Mehmet Uğur YILDIRIM**

Uşak Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 64200  
[ugur.yildirim@usak.edu.tr](mailto:ugur.yildirim@usak.edu.tr)

## ÖZET

*Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de kuvvetli hava olaylarının görülme sıklığı son yıllarda belirgin bir şekilde artmakta ve insan hayatını olumsuz şekilde etkilemektedir. Kuvvetli hava olaylarının tahmini veya riskli alanların belirlenmesi ve daha sonrasında radar ve uydu gibi ürünlerden bu alanların takibi ve anlık uyarıların hazırlanması önem arz etmektedir. Hava tahmininde kullanılan önemli parametrelerden bir tanesi atmosferin dikey analizinin yapıldığı Skew-T LogP diyagramlarıdır. Oluşan bulut kütlelerinin tespit ve takibinde de meteorolojik radarlar en önemli parametrelerden biridir. Skew-T LogP diyagramlarının doğru şekilde analizi riskli alanların belirlenmesinde önem arz etmekte, parsel hava ve çevre hava hakkında detaylı bilgiler sunabilmektedir. Bulutun tavanının hangi seviyeye kadar yükselebileceği Skew-T LogP diyagramları yardımı ile tahmin edilebilmektedir. Radarlar yardımı ile oluşan bulut kütlelerinin iç yapısı hakkında detaylı bilgi edinilebilmekte ve aynı zamanda bulut tepe yüksekliği de tespit edilebilmektedir. Türkiye'de Ravinsonde rasatları yapılan ve aynı zamanda radar olan illerin bazılarında Skew-T LogP diyagramından tahmin edilen bulut tepe yüksekliği ile radarlar yardımı ile tespit edilen bulut tepe yükseklikleri mukayese edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Skew-T LogP diyagramı ile tahmin edilen bulut tavan seviyeleri ile radar max ürünlerinden elde edilen gerçek bulut kütlelerinin tavan seviyelerinin birbirine uyumlu olduğu tespit edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Bulut tepe yüksekliği, Skew T-LogP, radar, uzaktan algılama

## **A CASE STUDY IN ADANA AND SAMSUN: DETERMINATION OF CLOUD TOP HEIGHT BY USING RADAR AND SKEW TLOGP DIAGRAMS**

### **ABSTRACT**

*In Turkey, the prevalence of severe weather events increases markedly in recent years. It affects people's lives in a negative way. Forecast of severe weather events and determination of risky areas of severe weather events, monitoring of these areas later in products, such as radar and satellite, it is important for the preparation of early warning. Skew-T LogP diagrams is one of the most important of parameters that are used in the analysis of the vertical structures of air of the atmosphere. Also Meteorological radars in the follow-up of cloud cause severe weather is one of the most important parameters. Proper analysis Skew-T LogP diagrams plays an important role in identifying risk areas of air parcels and can provide detailed information on the ambient air. Skew T Log P can help to estimate the Overshooting top. In this study, Overshooting Top which is obtained by Skew T logP diagram compared with top of cloud values which is obtained by Radar Max products. Finally, The results were found to be compatible with each other.*

## 1. GİRİŞ

1920 lerin başlarında Fransız bilim adamları BUREU ve İDRAC ile onlardan ayrı çalışan Rus bilim adamı MOLTCHANOV atmosferin çeşitli seviyelerindeki hava koşulları hakkındaki bilgileri, radyo dalgaları aracılığıyla toplamak ve yayınlamak için bir cihaz üzerinde çalışmaya başladılar. 1930 yılında Rus MOLTCHANOV bu günkü radiosonde cihazının atası denilebilecek ilk radiosonde cihazını geliştirmeyi başardı. Ravinsonde rasatları, basıncın, sıcaklığın, nemin, rüzgar yön ve şiddetinin, yerden uçuşun son bulunduğu yüksekliğe kadar yüksekliğin bir fonksiyonu olarak elde edildiği gözlemlerdir [1].

Bulut Tepe Yüksekliğinin belirlenmesinde Randrimamplania ve ark. [2] IR metodunu kullanılmışlar. CO2 absorpsiyon metodu, su buharı absorpsiyon metodu, Infrared (IR) metodu olarak birçok metod bulut tepe yüksekliğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Macaristan'da bulunan MLR-5 radarının düşey görüntüsü yardımıyla hesaplanan eko değeri ile Meteosat görüntülerinden türetilen Bulut Tepe Yüksekliği karşılaştırılmıştır. Buna göre, Bulut Tepe Yüksekliği, kızılötesi parlaklık değeri ve ECMWF sıcaklık profili öngörülerini kullanılarak operasyonel olarak hesaplanmıştır. Bulutun belirlenmesinde görünür eşik değeri yöntemi uygulanmıştır. Bulut tepe yüksekliği belirlenmesi kızılötesi bulut parlaklığı sıcaklığına dayanır ve ECMWF gözlemleri bütünüleyici rol oynamaktadır. 3 km<sup>2</sup>'lik bir alandaki bulutlar max ve ortalama pixel değerleri karşılaştırıldığında uydudan türetilen değerlerin bu değerlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumun nedeni, aktüel değerler yerine tahmini değerlerin kullanılması sonucu oluşan sistematik hataların mevcut olmasından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, MLR-5 radarından eko değerleri ve Meteosat görüntülerinden elde edilen bulut tepe yüksekliği arasında iyi bir ilişki saptanmıştır. Bu durum gökyüzünde tek seviye bulut tipinin gözlenmesinde iyi sonuçlar verebilir ve mantıksal sonuçlar doğurabilirken, farklı seviye bulutlarının olması halinde doğru sonuçlar elde edilemeyeceği saptanmıştır [2].

ARM 35 GHz radarı ile elde edilen görüntüler ile GMS-5 uydusundan elde edilen görüntülerin karşılaştırıldığı çalışmada, tek seviye bulutlarının gözlemlendiği durumlarda bulut tepe yüksekliği ikisi arasında 0,3 km iken, çok seviyeli bulut gözlemlerinde ise bu durumun 0,7 km ye kadar çıktığı

saptanmıştır. Yapılan çalışmada bulutlar kalınlıklarına göre sınıflara ayrılmıştır. Yoğun konvektif bulutların radar ve uydu geri kazanımlarının bulut tepe yüksekliği karşılaştırılmıştır. Bu bulutların diğer sınıflarda yer alan bulutlara oranla daha az farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. 35 GHz radarlar optik olarak kalın bulutlar ve yoğun yağış periyotları içerisinde geçerken ışın atenuasyonuna maruz kalmasına rağmen, genelde bulut tepe yüksekliği radar ve uydu geri kazanımlarında çoğu durumda tutarlıdır. Bu bulut türleri en yaygın şekilde bulut tepe yüksekliği uydu geri kazanımlarının tutarlı sonuçları ile ilişkilidir. Ancak, radar geri kazanımlarının düşük olması ışın atenuasyonundan kaynaklanır. Kalın örs bulutları gibi konvektif bulutlar için kıyaslamalarda ayrı bir parantez açılmıştır. Kalın bulutlar sınıfındaki örs bulutları, yağışlı veya zayıf yağışlı konvektif bulutları içeren bulut tepe yüksekliği radar geri kazanımları ile uydu geri kazanımları arasında iyi bir ilişki vardır. Ancak, yoğun yağış içeren konvektif bulutlar için bulut tepe yüksekliği radar geri kazanımları ışın atenuasyonundan dolayı önemli ölçüde düşer. Radar ile uydu geri kazanımları karşılaştırıldığında, bütün bulutlar sınıfındaki kıyaslamalarda bulut tepe yüksekliği ortalama farklılıkları uydu geri kazanımlarındaki belirsizliklerle sınırlıdır [3].

Bulut tepesinin siyah cisim gibi ışımasından dolayı emisyon sıcaklığı ile bulut tepesindeki atmosfer sıcaklığının aynı olması gereklidir. Bu durum kalın bulutlarda geçerliliğini korurken, ince tip bulutlarda farklı sonuçların olduğunu göstermiştir [4].

Bulut içerisindeki sıcaklık dağılımı, bulut tepe yüksekliği ve bulutun geometrik kalınlığını büyük oranda etkilemektedir [5]. Bulut Tepe Yüksekliğini belirlenmesinde bulut içerisindeki bütün noktalarda yer alan sıvı içeriğinin homojen olarak dağılıp dağılmadığı da önemli rol oynamaktadır. Bulut Tepe Yüksekliğini Oksijen A-bandıyla hesaplanması için seçilen algoritmada, eğer sıvı içeriği yükseklikle değişmiyorsa bulut tepe yüksekliği 20 m, sıvı içeriği yükseklikle değişiyorsa 600 m'ye kadar hatalar tespit edilmiştir [6].

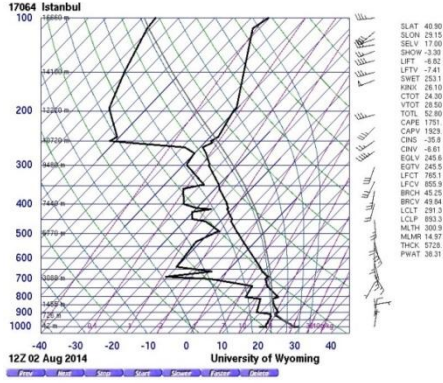
Atmosferin dikey analizi kuvvetli hava olaylarının takibinde en önemli parametrelerden bir tanesidir. Skew T-LogP diyagramlarının analizi ile anlık hava olaylarının takibinde kullanılan radar ürünlerinin aynı bölgede tutarlı olması gerekmektedir. Bu çalışmada, oluşabilecek olan bulut tepe yüksekliğinin



**2.1.1. Yoğunlaşma Seviyesi- LCL Yüksekliği:** Herhangi bir hava parselinin kuru adyabatik olarak yükseltildiği zaman doymuş hale geldiği seviyeye Lifting Condensation Level denir. LCL seviyesinin yere çok yakın olması ve 0-1 km dikey rüzgar shearinin fazla olması da oluşacak oraj hücrelerinin tornado (hortum) oluşturma potansiyelini artırmaktadır. Td den karışma oranlarına paralel, T den kuru adyabatlara paralel çizgi çizilir. İki çizginin kesişme noktasının bulunduğu basınç seviyesi LCL seviyesidir. LCL seviyesi sınır tabaka bulut yüksekliklerini tahmin etmek için kullanılmıştır [8].

Daha önce yer gözlemleri ve LCL seviyesi için tahmin edilen Bulut Tepe Yükseklikleri farklılıklar tespit edilmiştir. Lidar ile ölçülen yüksekliğin, yer gözlemleri ile LCL seviyesinden yaklaşık 500 metre daha alçakta olduğu saptanmıştır [9].

**2.1.2 Denge Seviyesi (Equilibrium Level) - EL:** Yükselen hava parselinin sıcaklığının çevre sıcaklığı ile eşit olduğu seviyenin yüksekliğidir (Şekil 2). Bu seviyeden sonra parsel yükselmeyi keser. Ancak çok kuvvetli konvektif sistemlerde hızla yükselen hava bir miktar bu seviyeyi geçebilir.

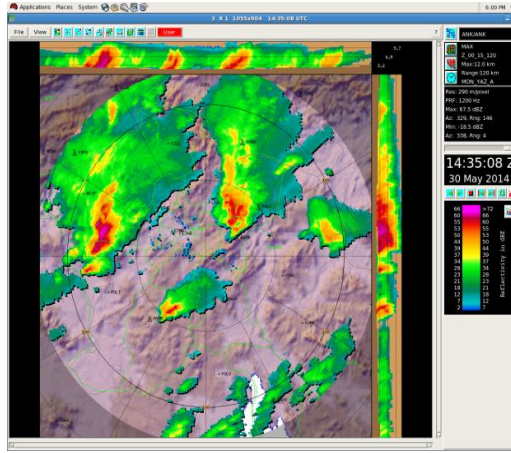


Şekil 2: Skew T-Log-P diyagramı ve Equilibrium Level (denge seviyesi)

## 2.2. RADAR ÜRÜNLERİ

### 2.2.1. MAX (Maximum Display)

Tek bir görüntü üzerinde eko yüksekliği ve yoğunluğunu görebilme imkânı sağlayan üründür. Her bir pikselin dikey kesitindeki maksimum ekolar elde edilir (Şekil 3). Özellikle şiddetli hava sahalarının görülmesinde faydalıdır.

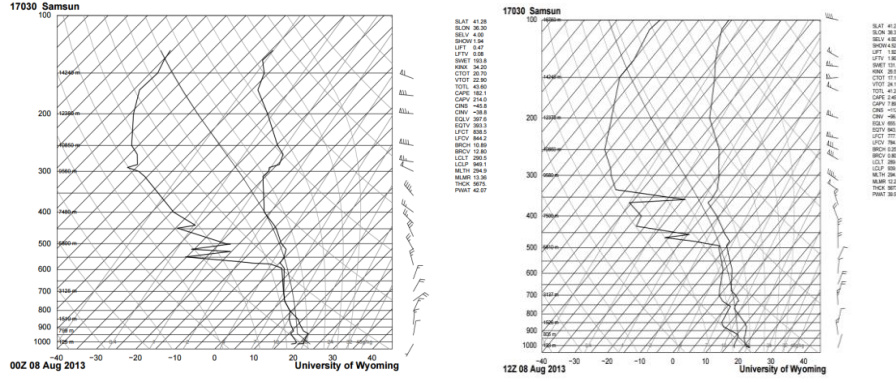


Şekil 3: Radar max ürünü

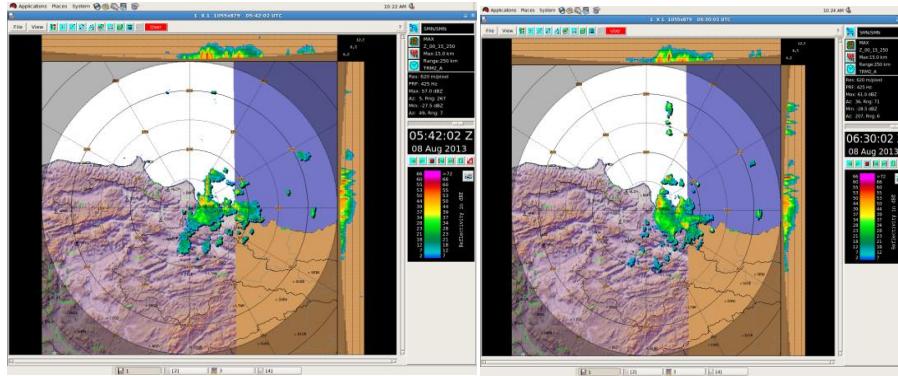
## 3. BULGULAR VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, bulut tepe yüksekliğinin belirlenmesinde yüksek atmosfer sondaj verileri kullanılarak radar görüntüleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Türkiye’de Ravinsonde rasatları yapılan ve aynı zamanda radar max görüntüsü alınabilen Samsun ve Adana illerinde bulut tavan seviyeleri Skew T-logP diyagramları ile tahmin edilmiş ve aynı güne ait Radar Max görüntüleri ile karşılaştırılmıştır.

**3.1. 8 AĞUSTOS 2013 SAMSUN:** Şekil 4 deki temp diagramları incelendiğinde bulut tepe yüksekliğinin 7.500 metreye kadar yükselebileceği tahmini yapılabilmektedir. Şekil 5 de aynı günün radar max görüntülerinde bulut tepe yüksekliğinin aynı seviyeye kadar yükseldiği görülmektedir. burada skew-t logp diagramı ile Samsun radarı max görüntülerinin uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 4: 8 Ağustos 2013 tarihine ait Samsun Skew-T logP diyagramları

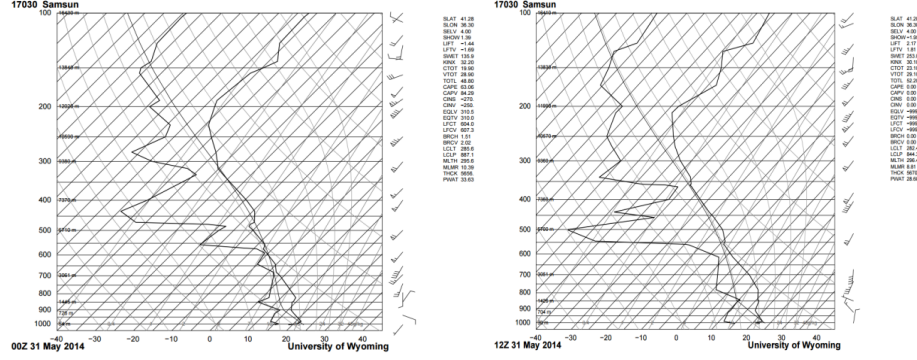


Şekil 5: 8 Ağustos 2013 tarihine ait Samsun radarı max görüntüsü

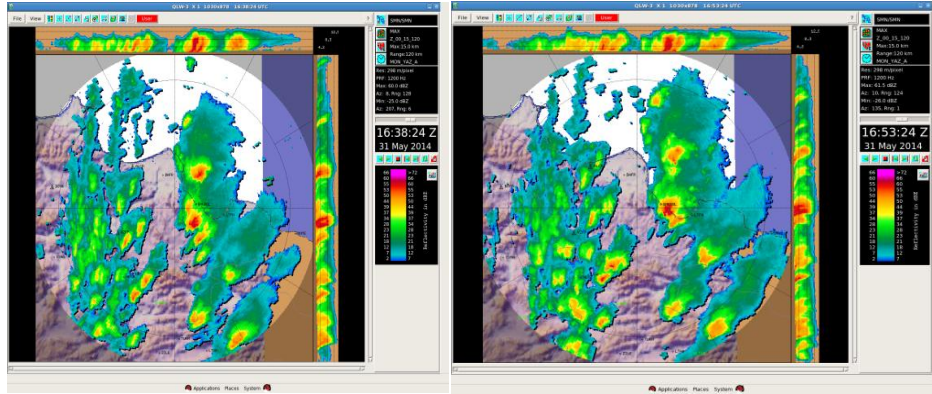
**3.2. 31 MAYIS 2014 SAMSUN:** Şekil 6 deki temp diagramları incelendiğinde bulut tepe yüksekliğinin 9.000 metreye kadar yükselebileceği tahmini yapılabilmektedir. Aynı zamanda tropopoz seviyesinin yaklaşık 12.000 metre civarında olduğu görülmektedir. Kuvvetli yapılarda bulut seviyesinin 12.000 metreye kadar çıkabileceği, ancak tek hücreli yapılarda 9.000 metreye kadar bulut tepe yüksekliğinin çıkabileceği tahmini yapılabilir. Şekil 7 de aynı günün radar max görüntülerinde bulut tepe yüksekliğinin tek hücreli yapılarda 9.000 metre, çok hücreli yapılarda ise 12.000 metreye kadar çıktığı görülmektedir. Kuvvetli yapılarda bulut tepesi EL (equilibrium level) da aşarak örsün üzerine kolaylıkla çıkabilmekte ve bu tür yapılar da overshooting top



olarak adlandırılmaktadır [10]. Burada Skew-T logP diagramı ile Samsun radarı max görüntülerinin uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.



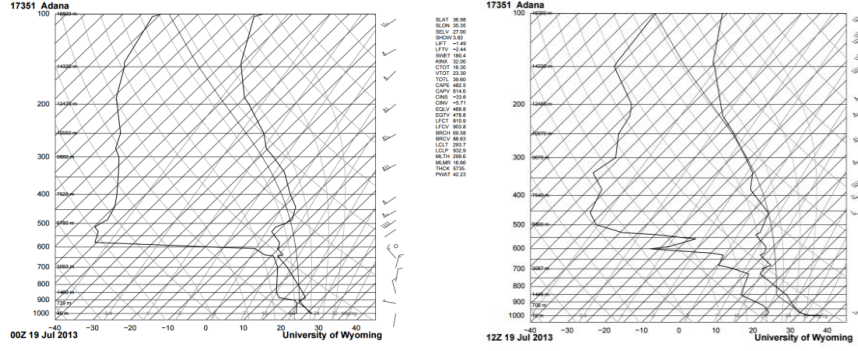
Şekil 6: 31 Mayıs 2014 tarihine ait Samsun Skew-T logP diyagramları



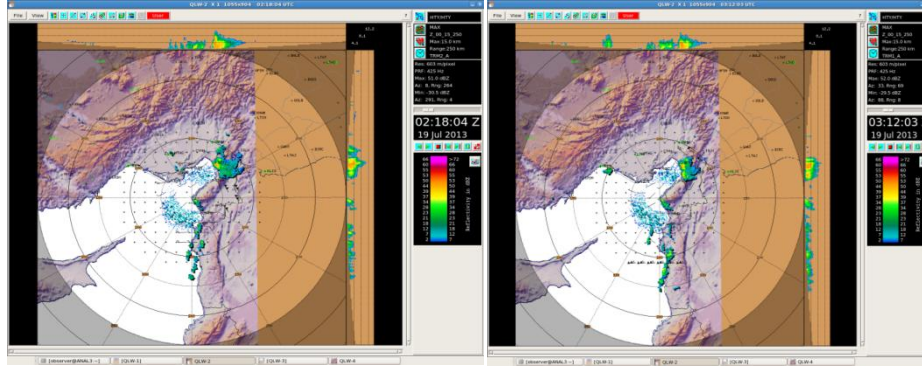
Şekil 7: 31 Mayıs 2014 tarihine ait Samsun radarı max görüntüsü

**3.3. 1 AĞUSTOS 2015 SAMSUN:** Şekil 8 deki temp diagramları incelendiğinde bulut tepe yüksekliğinin 9.500-10.500 metreye kadar yükselebileceği tahmini yapılabilmektedir. Şekil 9 de aynı günün radar max görüntülerinde bulut tepe yüksekliğinin aynı seviyeye kadar çıktığı ve kuvvetli yapılarda bu seviyeyi biraz geçtiği görülmektedir. Bu örnekte Skew-T logP diagramı ile Samsun radarı max görüntülerinin uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.



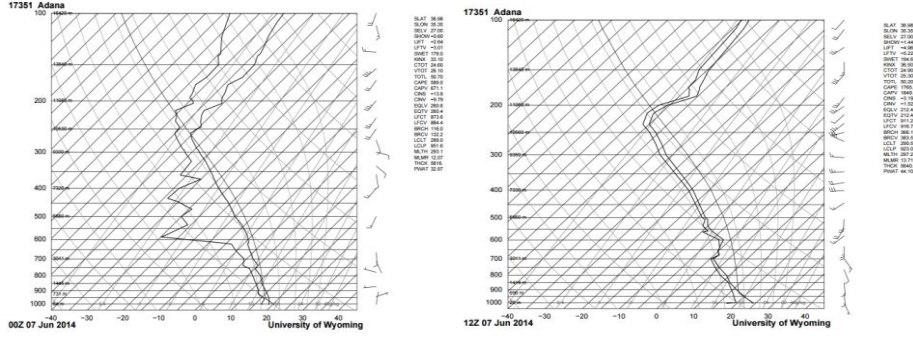


Şekil 10: 19 Temmuz 2013 tarihine ait Adana Skew-T logP diyagramları

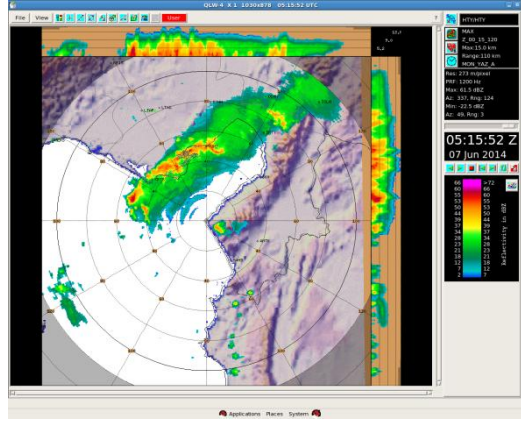


Şekil 11: 19 Temmuz 2013 tarihine ait Hatay radarı max görüntüsü

**3.5. 7 HAZİRAN 2014 ADANA:** Şekil 12 deki temp diagramları incelendiğinde bulut tepe yüksekliğinin 9.500-11.6000 metreye kadar yükselebileceği tahmini yapılabilmektedir. Şekil 13 de aynı günün radar max görüntülerinde bulut tepe yüksekliğinin aynı seviyeye kadar çıktığı ve üst sınıra fazla yaklaşmadığı görülmektedir. Bunun sebebi; temp diagramında rüzgar profilinin yönsel ve hızsız değişimi dikine faaliyetin gelişimine fazla bir katkı sağlamamaktadır. Bu örnekte Adana Skew-T logP diagramı iyi yorumlandığında Hatay radarı max görüntüleri ile uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.

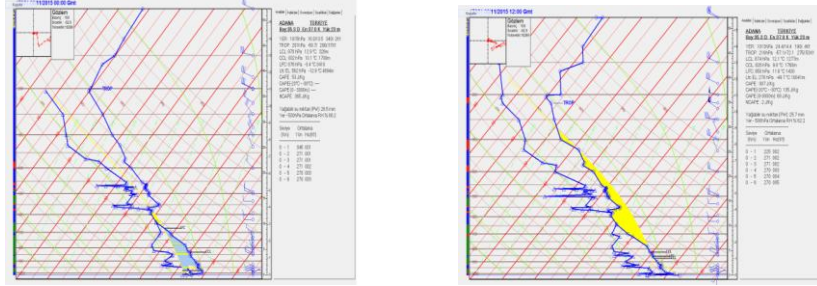


Şekil 12: 7 Haziran 2014 Adana tarihine ait Adana Skew-T logP diyagramları

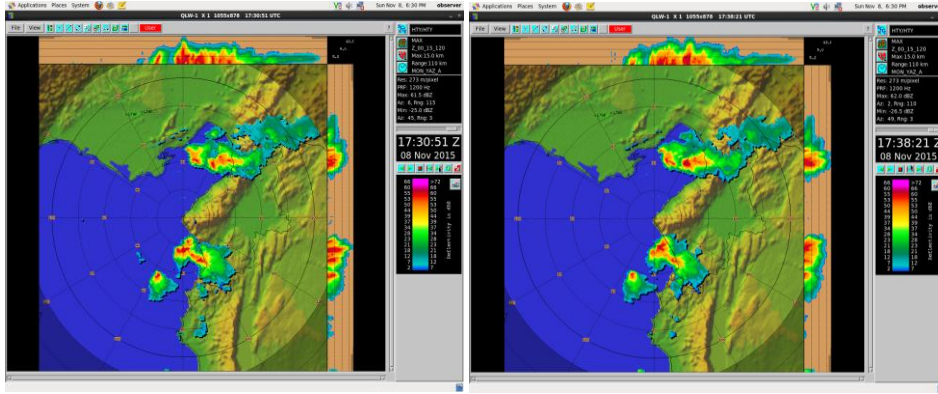


Şekil 13: 7 Haziran 2014 tarihine ait Hatay radarı max görüntüsü

**3.6. 8 KASIM 2015 ADANA:** Şekil 14 deki temp diagramları incelendiğinde bulut tepe yüksekliğinin 9.000 metreye kadar yükselebileceği tahmini yapılabilmektedir. Şekil 15 de aynı günün radar max görüntülerinde bulut tepe yüksekliğinin aynı seviyeye kadar çıktığı, hatta kuvvetli yapılarda bu seviyenin üzerine çıktığı görülmektedir. Bu örnekte Adana Skew-T logP diagramı ile Hatay radarı max görüntüleri ile uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 14: 8 Kasım 2015 tarihine ait Adana Skew-T logP diyagramları



Şekil 15: 8 Kasım 2015 tarihine ait Hatay radarı max görüntüsü

Elde edilen sonuçlara göre; Skew-T logP diyagramlarının doğru analizinin çok önemli olduğu, Samsun ve Adana illeri için Skew-T logP diagramı ile tahmin edilebilen bulut tepe yüksekliği ile gerçek zamanlı radar max görüntülerinden elde edilen bulut tepe yüksekliğinin uyumlu olduğu, kuvvetli yapılarda tahmin edilen seviyenin de üzerine çıkabileceği bu çalışmada tespit edilmiştir. Bu çalışmanın; bu konu ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacağı ve hız kazandıracığı kanaatindeyiz.

**KAYNAKLAR**

1. **Anonim.** <http://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=ravinsonde>
2. **Randriamampianna R., Nagy J., Balogh T., ve Kerenyi J.,** *Determination of Cloud Top Height Using Meteorological Sattelite and Radar Data*, Physics Chemistry (B) Vol:25, No:10-12 (1103-1106), 2000.
3. **Hollars S, Fu Q., Comstock J., Ackerman T.,** *Comparison of cloud-top height retrievals from ground-based 35 GHz MMCR and GMS-5 satellite observations at ARM TWP Manus site*, Atmospheric Research 72 (169–186), USA Washington, 2004.
4. **Minnis, P., Smith, W. L. Jr., Garber, D. P., Ayers, J. K. and Doelling, D. R.,** *Cloud Properties Derived From GOES-7 for the Spring 1994 ARM Intensive Observing Period Using Version 1.0.0 of the ARM Satellite Data Analysis Program*. NASA RP 1366, 59 pp, August, 1995.
5. **Titov G.,** *Radiative Horizontal transport and absorption in stratocumulus clouds*, Journal of Atmospheric Sciences, 55. 2549-2560, Newyork, 1998.
6. Yağan, Y. Skew T-LogP Diyagramı Ders Notları. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
7. **Rozanov V. V., Alexander A., Kokhanovsky A.A.,** *Semianalytical cloud retrieval algorithm as applied to the cloud top altitude and the cloud geometrical thickness determination from top-of-atmosphere reflectance measurements in the oxygen A band*, Journal Of Geophysical Research, Vol. 109, D05202, Germany, 2004.
8. **Stockpole J.D.,** *Numerical analysis os atmospheric soundings*, Journal of Applied Meteorology and Climatology, 6, (464-467), Washington D.C, 1967.
9. **Stull R., and Elronta E.,** *Models and measurements of the interaction between the mixed layer and fair-weather cumulus clouds, Part 2. Some preliminary measurements.* Transactions, Conf on Enviromental İmpact of Natural Emissions, Research Triangle Park, NC, Air Pollution Associations, (326-337), 1985.
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Overshooting\\_top](https://en.wikipedia.org/wiki/Overshooting_top), 22.10.2015.