

# 7–9 Eylül 2009 Tarihleri Arasında Marmara Bölgesinin Batısında ve Trakya’da Meydana Gelen Sel Felaketinin Meteorolojik Analizi<sup>(\*)</sup>

Hayreddin BACANLI<sup>1</sup>, Seyfullah ÇELİK<sup>2</sup>, Hüsnü GÖRGEÇ<sup>3</sup>, Aziz DENİZ<sup>4</sup>

**Anahtar Kelimeler:** Sel, konvektif faaliyet, rüzgar, sıcaklık, trof.

**Özet:** 7-9 Eylül 2009 tarihinde İstanbul’un batısında yer alan Silivri ve Çatalca ilçelerinin bulunduğu bölge ile Tekirdağ ve Bandırma arasında kalan alanda büyük bir sel afeti meydana geldi. Şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelen seller nedeniyle bu üç gün içerisinde Tekirdağ’da 5, Silivri ve Çatalca’da 26 olmak üzere bölgede toplam 31 vatandaşımız hayatını kaybetti ve milyonlarca liralık hasar oluştu. En fazla can ve mal kaybı, şiddetli yağışların kaydedildiği Çatalca ve Silivri ilçelerinde görüldü.

8 ve 9 Eylül günlerinde bölgedeki yoğun yağışlı dönemde, hava sıcaklığı 15-28 derece arasında değişmektedir. Bölgenin batısı ile doğusu arasındaki sıcaklık farkı ve rüzgar yönlerindeki farklılık konvektif oluşumun etkisini arttıran ve yağış merkezini belirleyen en önemli mekanizma olarak ortaya çıkmaktadır. Yüksek seviyelerdeki trof ve soğuk hava da şiddetli yağış sistemini destekleyen faktör olmuştur.

## 1. Giriş:

Türkiye gibi Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkeler için, ani seller insan yaşamını, çevreyi ve altyapıyı harap eden en önemli felaketlerden birisidir (Gruntfest and Handmer, 1999). Fırtına sonucu oluşan ani seller 25 km<sup>2</sup>’den 200 km<sup>2</sup> doğal bir havza alanında 6 saatten az bir sürede 200 mm.den daha fazla yağış düşmesi sonucu meydana gelir. Aynı şekilde şehirlerde 1 km<sup>2</sup>’den 100km<sup>2</sup> ye kadar alanda ise 1 saatte 50 mm.den fazla yağış düşmesi sonucunda ani seller meydana gelmektedir (Creutin and Borga, 2003; Collier, 2007).

Ani su baskınlarına yol açan meteorolojik koşullar, çoğunlukla, çok yerel tetik mekanizmalarının serbest bırakılmasıyla, tipik olarak, potansiyel kararsız şartlar altında gelişen kuvvetli konvektif sistemlerdir. Orografik yükselmeyle konvektif fırtına oluşumunu tetikleyen en önemli etken, dağ eğimi boyunca olan (uygun) akışlardır (Maddox et al.1988). Ancak burada dağın ölçüleri temel etken değildir, hava

---

(\*) Bu çalışma 22–24 Mart 2010 tarihinde Afyonkarahisar’da yapılan II. Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebliğler kitabında yayımlanan “7–9 Eylül 2009 Tarihleri Arasında Marmara Bölgesinin Batısında ve Trakya’da Meydana Gelen Sel Felaketinin Meteorolojik Analizi” adlı bildiri yenilenerek hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Mühendis, hbacanli@mgm.gov.tr

<sup>2</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Mühendis, scelik@mgm.gov.tr

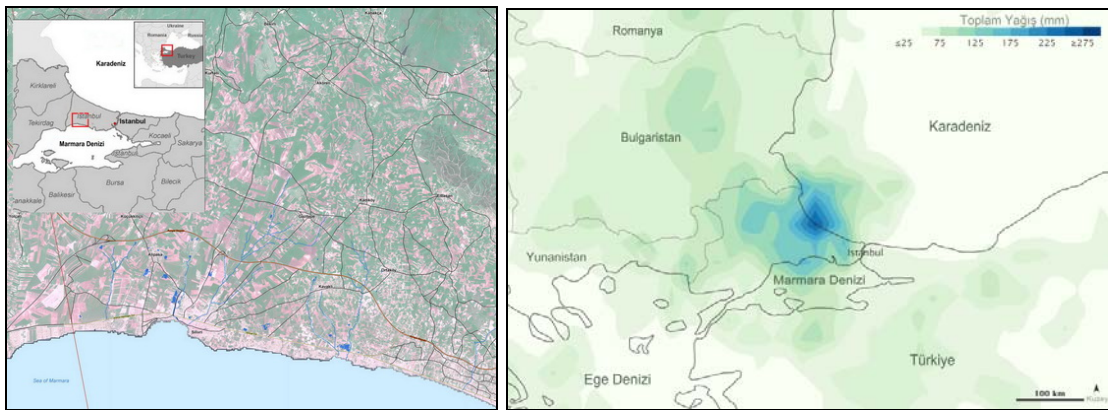
<sup>3</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Mühendis, hgorgec@mgm.gov.tr

<sup>4</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Programcı, azizdeniz@mgm.gov.tr

içerisindeki bol nem ile seli oluşturabilecek diğer meteorolojik işlemlerin aktif olması daha önemlidir (Schroeder and others, 1987) . ABD’de yapılan benzer birçok örnek çalışmalarda, yüksek seviye haritalarında soğuk hava ve trof uzantısı ile sıcak hava ve sırt arasında kalan alanlarda şiddetli hava olaylarının meydana geldiği görülmüştür (Pontrelli et al (1999).

Marmara bölgesinde 8 Eylül 2009 günü 500 hPa haritasında benzer bir akış sistemi görülmektedir. Trof bölgenin batısında güneydoğu kuzeybatı istikametinde yer almakta, bölgenin daha doğusunda ise benzer istikamette sırt yer almaktadır. Ayrıca Karadeniz üzerinde gelen nemli hava akışı da bu bölgedeki kuvvetli konvektif oluşumlara destek sağlamıştır.

7–9 Eylül 2009 tarihinde İstanbul’un batısında yer alan Silivri ve Çatalca ilçelerinin bulunduğu bölge ile Tekirdağ ve Bandırma arasında kalan bölgede büyük bir afet meydana geldi. Şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelen seller nedeniyle bu üç gün içerisinde Tekirdağ’da 5, Silivri ve Çatalca’da 26 olmak üzere bölgede toplam 31 vatandaşımız hayatını kaybetti ve milyonlarca liralık hasar oluştu. En fazla can ve mal kaybı Çatalca ve Silivri ilçelerinde meydana geldi (Şekil 1).

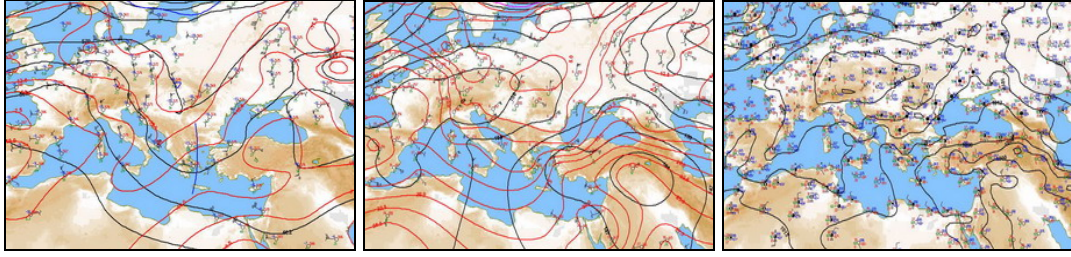


**Şekil 1. Afet bölgesi haritası (DLR) ve TRMM ( Tropical Rainfall Measuring Mission) Uydularından elde edilen 2–9 Eylül 2009 günlerine ait toplam yağış miktarı (SSAI/NASA GSFC)**

Yağışlar 7 Eylül 2009 Tarihinde Trakya bölgesinde başlamış ve 8 Eylül 2009 Tarihinde ise afet bölgesini de içine alacak şekilde yağış sahasını genişletmiştir. 8 Eylül 2009 Tarihinde öğle saatlerinden itibaren etkisini arttırmaya başlayan yağışlar, 9 Eylül 2009 tarihinde sabah saatlerine kadar devam etmiş ve bölgede büyük bir afete neden olmuştur. Bu alanda kaydedilen 24 saatlik yağış miktarları 100–250 mm arasında olmak üzere büyük değerlere ulaşmıştır. En yüksek yağış miktarı Bandırma’da 253, Çatalca’da 205, Erdek’te 170, Silivri’de 128, Sarıyer’de 107, Tekirdağ’da 103 mm ye ulaşmıştır.

## **2. 07 Eylül 2009**

500 ve 700 hpa haritasında Ege Denizi üzerinde kuzey güney istikametinde uzanan trof ve soğuk hava Marmara bölgesine doğru yaklaşmaktadır (Şekil 2).

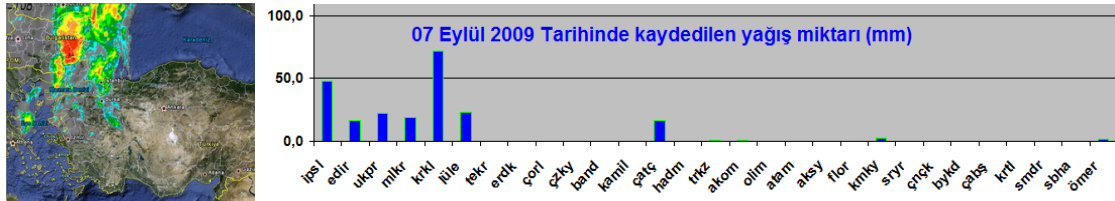


Şekil 2. 7 Eylül 2009 00 UTC Tarihlerine ait 500 hPa(solda), 850 hPa (ortada) ve yer haritası (sağda)

850 hPa seviyesinde ise Trakya üzerinde 10 derecelik soğuk, İzmir ve Ankara üzerinde 18 derecelik sıcak hava girişi uzanmaktadır. Bu seviyede akışlar yer haritasına paralel olarak kuzeydoğulu yönlerden orta kuvvette esmektedir, Türkiye'nin güneydoğusunda 144 dam'lık alçak merkez, Orta Avrupa üzerinde ise kuzeydoğu –güneybatı istikametinde uzanan 156 dam'lık yüksek merkez bulunmaktadır (Şekil.2).

Yer haritasında ise Türkiye'nin iç kesimlerinde 1004 hPa'lık alçak basınç merkezi, Orta Avrupa üzerine ise 1026 hPa'lık yüksek basınç merkezi yer almaktadır. Marmara bölgesi üzerinde 1010–1013 hPa'lık izobar değerleri hâkim durundadır. Bölgenin batısında yer sıcaklığı kuzey ve kuzeybatılı rüzgârlarla 15–17 derece, doğusunda ise güneydoğu ve doğulu rüzgârlarla 20–22 derece dolayında seyretmektedir (Şekil.2).

Uydu görüntülerinde ise Marmara'nın batı kesimlerinde bir yoğunluk, Ege denizi üzerinden Rusya'nın batı kesimlerine kadar uzanmaktadır (Şekil.3).

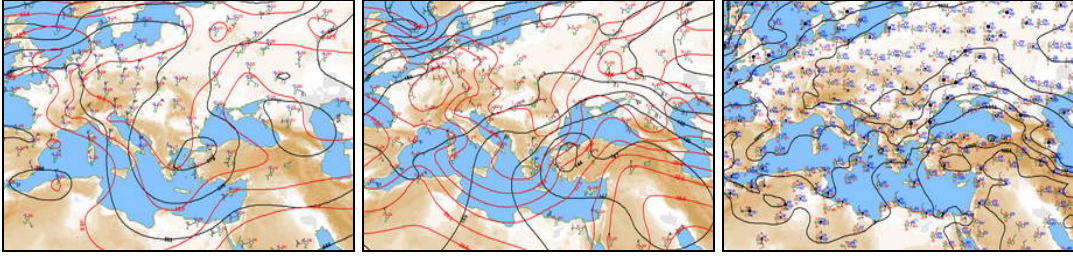


Şekil 3. Renklendirilmiş IR\_10,8 Kanal 9 MSG görüntüsü (07/09/2009 0700 UTC solda), 7 Eylül 06:00 da bölgedeki yağış miktarı (sağda)

7 Eylül 2009 günü sabahı son 24 saat içerisinde kaydedilen yağış miktarı, Tekirdağ'ın batısında kalan bölgede 20–40 mm arasında değişmektedir, en yüksek yağış miktarı Kırklareli'nde 71,4 İpsala'da 48,2 mm olarak ölçülmüştür. (Şekil 3)

### 3. 08 Eylül 2009

500 hPa harita analizinde, trof Trakya bölgesine iyice yaklaşmış, soğuk hava ise -15 derece olarak bölge üzerinde etkili olmaya başlamıştır. Soğuk damla olarak balkanlar üzerine oturan sistemin trof eksenini güneydoğu-kuzeybatı istikametinde kütleli olarak Marmara bölgesi üzerine hareket etmektedir. Bölge üzerinde güneydoğu kuzeybatı istikametinde 570 dam'lık bir katof merkezi oluşmuştur (Şekil.4).



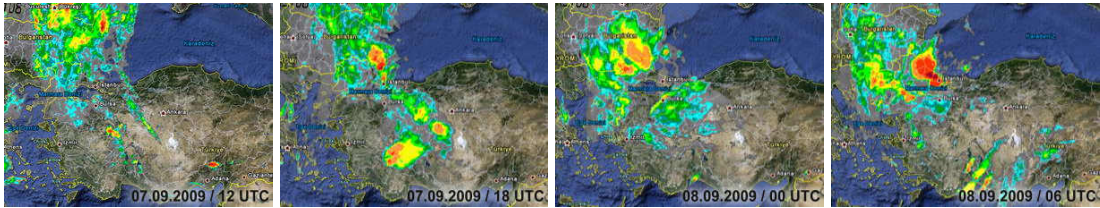
**Şekil 4. 8 Eylül 2009 00 UTC Tarihlerine ait 500 hPa (solda), 850 hPa (ortada) ve yer haritası (sağda)**

850 hPa haritasında ise kuzey Ege denizi üzerinde 144 dam'lık siklonik bir dönüşü olan katof bulunmaktadır. İzmir'in sıcaklığı 14, İstanbul'unki ise 12 derece, rüzgâr yönleri güneyli ve doğuludur, Selanik ve Atina'nın rüzgâr değerleri ise kuzeyli ve sıcaklık değerleri ise 8–9 derece dolayındadır. Benzer sistem Kırım ile Karadeniz'in batı sahilleri arasında da bulunmaktadır. Bu bölgedeki kuvvetli yer rüzgârlarının birleştiği alan, Marmara bölgesinin batısı olarak görülmektedir.

Yer haritasında ise İç Anadolu'nun Batı kesimleri ile İç Ege üzerinde bulunan 1004 hPa'lık alçak basınç merkezi ile Doğu Avrupa üzerinde bulunan 1028 hPa yüksek basınç merkezi etkili olmaktadır. Ancak yüksek basıncın doğu Avrupa'ya doğru genişlemesiyle Balkanlar üzerindeki basınç gradyeni artmış Marmara bölgesindeki kuzey yönlerden olan rüzgâr hızı artmıştır. Marmara bölgesi üzerindeki basınç 1008 ila 1013 hPa arasında değişmektedir (Şekil 4).

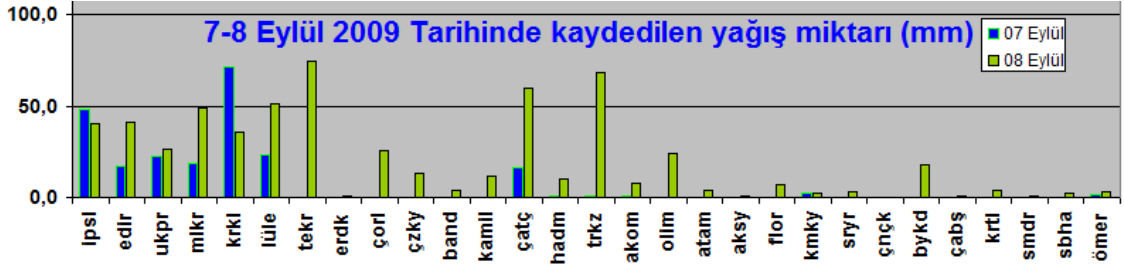
Marmara bölgesinin batısında yer sıcaklık değerleri 14–15 derece iken doğu kesimlerinde ise 20–22 derece dolayında bulunmaktadır. Havanın soğuduğu alanlarda rüzgâr kuzey yönlerden hafif, sıcak olan alanlarda ise kuzeydoğu yönlerden kuvvetli olarak şeklinde esmektedir.

Uydu görüntülerinde ise Marmara'nın güneydoğusunda bulunan sıcak hava desteğiyle bulut yoğunluğunun Trakya'nın kuzey ve batı kesimlerinde olduğu görülüyor.



**Şekil 5. Renklendirilmiş IR\_10,8 Kanal 9 MSG görüntüsü (07/09/2009 1200 ve 1800 UTC, 08/09/2009 0000 ve 0600 UTC)**

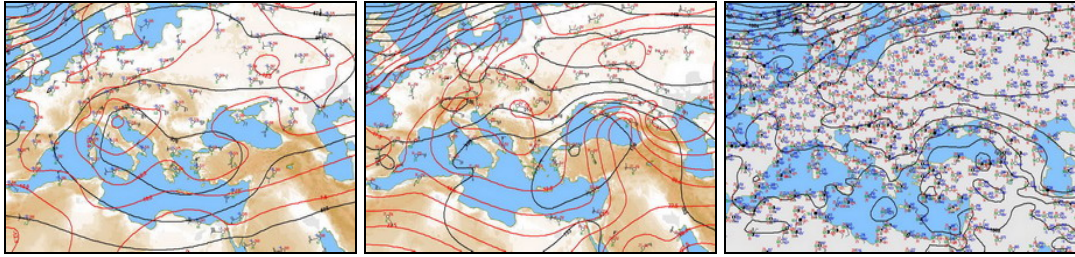
08 Eylül 2009 sabah saatlerinde kaydedilen yirmi dört saatlik yağış miktarı; Tekirdağ'da 74,6, Terkoz'da 68,6, Çatalca'da 61,2, Lüleburgaz'da 50,9, Malkara'da 48,5 mm. dir (Şekil.6).



Şekil 6. 7 ve 8 Eylül 2009 0600 lokalde kaydedilen yağış miktarı

#### 4. 09 Eylül 2009

Yağışlı hava Trakya'nın batı kesimlerinden çok yavaş bir hızla kuzeyli ve doğulu istikamette hareket etmektedir. Afet bölgesinin batı kesimlerine 8 Eylül 2009 öğle saatlerine kadar 60–70 kg yağış düşmesine rağmen öğle saatlerinden itibaren (Çatalca istasyonunda saat 10:00 UTC'de en yüksek saatlik yağış 70,6 mm olarak ölçüldü) konvektif faaliyetlerin hızlanmasıyla, yağış bölge geneline öğle saatlerinden sonra yayılmış ve yaklaşık 20 saat aralıksız devam etmiştir.

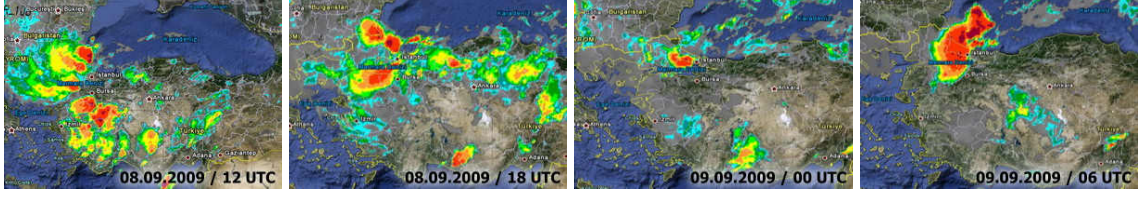


Şekil 7. 9 Eylül 2009 00 UTC Tarihlerine ait 500 hPa(solda), 850 hPa (ortada) ve yer haritası (sağda)

Yüksek seviye haritaları incelendiğinde, 500 hPa haritasında soğuk damla ve katofun Marmara'nın güneyi merkez olmak üzere Batı Anadolu bölgesi üzerine yerleştiği görülüyor. Bu seviyedeki sıcaklık -13 derece, rüzgâr ise orta kuvvettedir (Şekil.7).

850 hPa seviyesinde ise katof merkezi Marmara'nın güneyinde olmasına rağmen sıcak hava sırtı Kırım üzerinde bulunmaktadır. Buradaki kuzeydoğulu rüzgârlar, Bulgaristan ve Romanya'nın doğu sahillerinden gelen daha serin kuzeyli akışlarla Marmara'nın batısında birleşerek yoğunlaşmayı arttırmaktadır.

Yer haritasında Türkiye üzerinde 1008 hPa değerinde alçak basınç merkezi orta Anadolu üzerinde yer alırken, yüksek basınç merkezi ise daha da kuvvetlenerek 1032 hPa olarak Rusya'nın batı kesimlerine yerleşmiştir. Marmara'nın batısında görülen basınç gradyeni daha da kuzeye hareket ederek Kırım üzerine çekilmiştir. Bölgenin batı kesimlerinde hava sıcaklığı 15–17,doğu kesimlerinde ise 19–20 derce dolayında seyretmektedir. Rüzgâr kuzeyli yönlerden kuvvetli olarak esmeye devam etmektedir (Şekil 7).

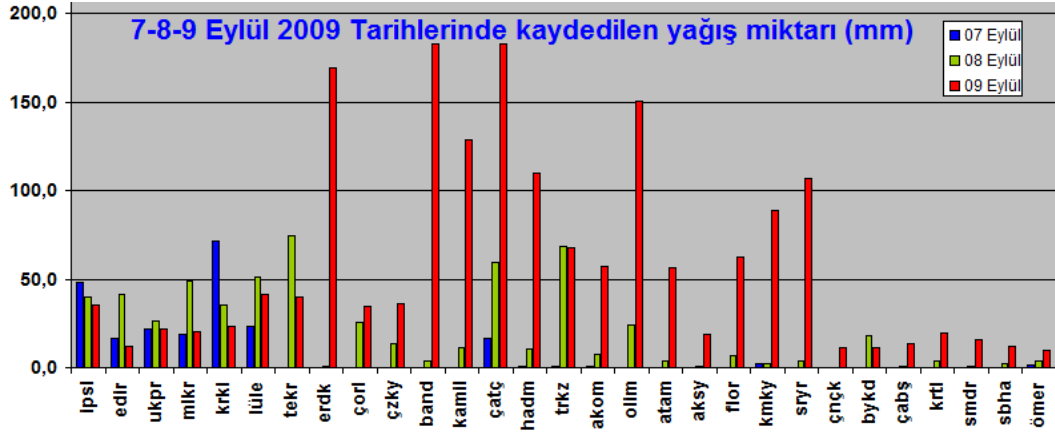


Şekil 8. Renklendirilmiş IR\_10.8 Kanal 9 MSG görüntüsü (08/09/2009 1200 ila 1800 , 09/09/2009 0000 ila 0600 UTC )

Uydu ve Radar görüntüleri incelendiğinde 8 Eylül 2009 1200 UTC’de Marmara’nın batısı ile Bursa’nın güney kesimlerinde iki yoğun bulut kütle görülmektedir (Şekil.8–9). Bu iki kütle atmosferin yukarı seviyelerindeki akışa bağlı olarak 9 Eylül 2009 00 UTC’de Afet bölgesi üzerinde birleşmiştir. Bölge üzerinde birleşen yoğun kütle afet bölgesi üzerinde etkili olduktan sonra kuzey yönlerde hareket ederek bölgeyi terk etmiştir.



Şekil 9. 7–9 Eylül 2009 Tarihlerine ait İstanbul Çatalca’da bulunan radardan alınan SRI\_R görüntüleri

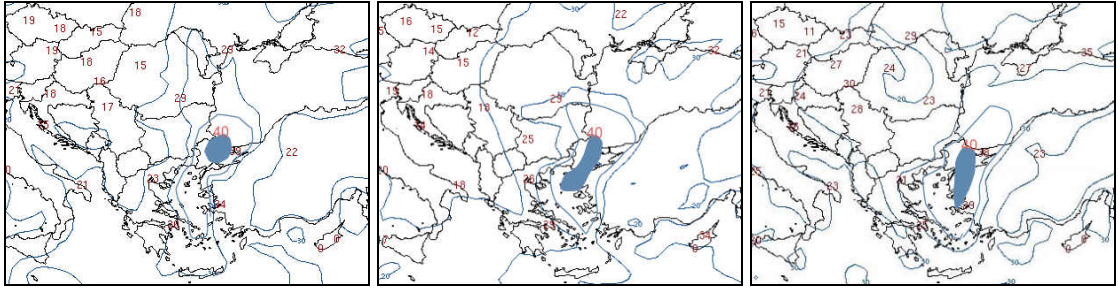


Şekil 10. 7-8-9 Eylül 2009 tarihlerinde boylam dizilişine göre kaydedilen yağış miktarları.

## 5. Kararsızlık Analizi

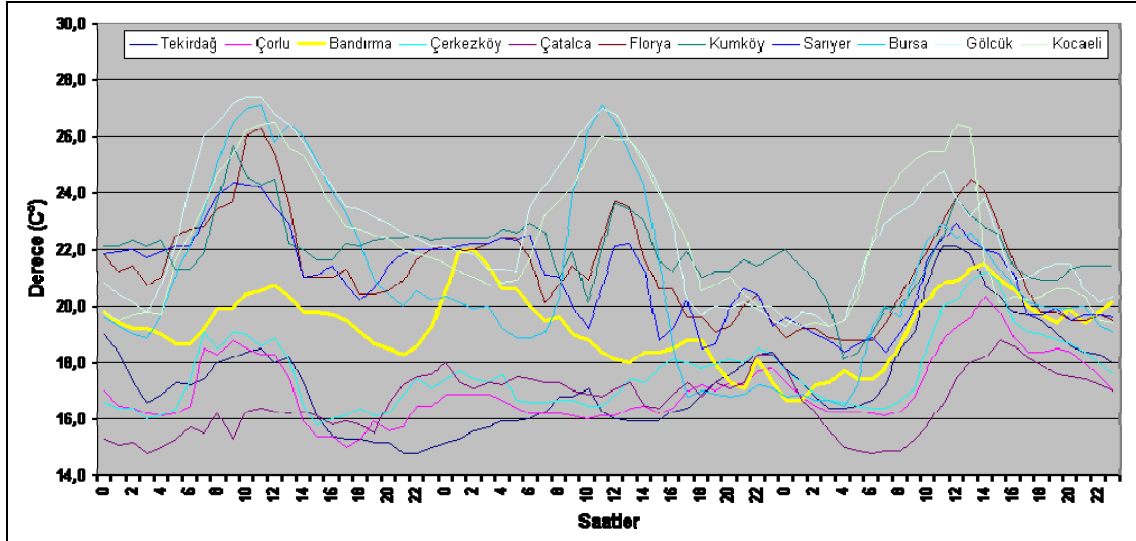
Sinoptik ölçekte şiddetli yağışların oluşumunu sağlayan en önemli etkenler; nem, kararsızlık, rüzgâr shaeri ve diğer parametrelerdir. Diğer parametreler içinde K indeksi, PW (Precipitable Water), bulutsuz alandaki nispi nem, yer–500 hPa seviyesi arasında nispi nem ve theta-e (Equivalent Potential Temperature) en önemli olanlardır. Bu parametrelerdeki değerlerinin yükselmesi yağış miktarının da artmasını sağlamaktadır (Paddock 2008).

7–9 Eylül 2009 tarihinde Marmara bölgesinde kuvvetli yağış oluşumunu destekleyen kararsızlık parametreleri arasında sıcaklık ve rüzgârın öne çıktığı görülmektedir. Kararsızlık indekslerinin çoğunda temel değişkenler sıcaklık ve nemdir. Marmara bölgesi yağış öncesi günlerde 30 dereceye varan sıcaklık ve 20–22 dereceye yükselen işba sıcaklığı ile bölgedeki nemliliği artırmıştır. Yağış periyodunda 35–40 değerleri arasında değişen PW (Şekil.11) ve 23 derecelik deniz suyu sıcaklığı şiddetli yağışlar için gerekli nemliliğin varlığını göstermektedir.



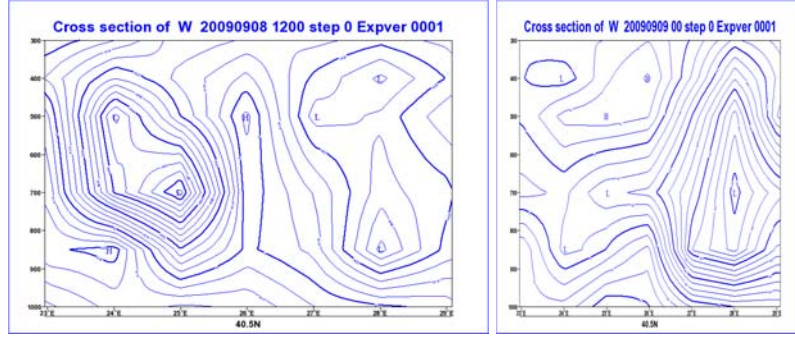
Şekil 11. 08 Eylül 2009 00(sol) ve 12(orta) ile 09 Eylül 2009 00(sağ) UTC de PW değerlerinin afet bölgesi üzerinde en yüksek değerlerde olduğu görülmektedir.

İki günlük yoğun yağışlı dönemde hava sıcaklığı 15–28 derece arasında değişmektedir. Şekil.12 Bölgenin batısı ile doğusu arasındaki sıcaklık farkı ve rüzgâr yönlerindeki farklılık konvektif oluşumun etkisini arttıran ve yağış merkezini belirleyen en önemli mekanizma olarak ortaya çıkmaktadır. Şiddetli yağışlar trof sırt arasında kalan (sıcak yüzey) olan Bandırma istasyonunun batısında kalan alanlarda görülmüştür.



Şekil 12. 7–9 Eylül 2009 tarihleri arasında Marmara bölgesinin batısında ve doğusunda bulunan istasyonların, yağış dönemine ait saatlik sıcaklık değişimleri. Bandırma istasyon sıcaklık değerlerinin (sarı) ise orta kesimde kaldığı görülmektedir.

Avrupa Orta Vadeli Tahmin Merkezi, ECMWF'den (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) alınan sayısal hava tahmin ürünlerinin analiz çıktılarında ise Marmara bölgesi ve yağış alanındaki konvektif faaliyetlerin gelişimi görülmektedir (Şekil 13).



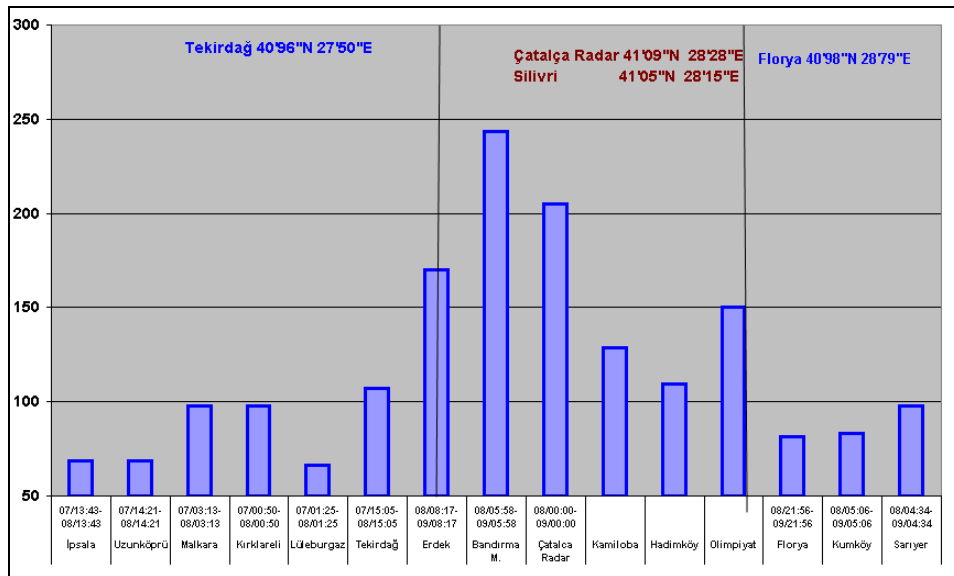
Şekil 13. 08 Eylül 2009 12:00UTC ve 9 Eylül 2009 00:00UTC tarihlerine ait ECMWF den alınan(Selanik-İstanbul) dikey yükselme hızını (vertical velocity Pa/sn) gösteren analizler

## 6. Yağış Analizi

7 Eylül 2009 Tarihinde Trakya'nın batı kesimlerinde sağanak ve gök gürültülü sağanak şeklinde görülen yağışlar, çok yavaş bir hareketle doğuya hareket ederek 8 Eylül 2009 günü etki alanını daha genişleterek Marmara bölgesinin batı kesimlerinde etkili olmaya başlamıştır. 5–13 Eylül 2009 tarihlerine ait otomatik gözlem sistemlerinden alınan yağış verilerinde, yağışların kademeli olarak yükseldiğini ve 9 Eylül 2009 günü çoğu merkezde en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. 13 Eylül 2009 tarihinde bu yağışlı havadan farklı olarak Karadeniz üzerinden gelen sistem sonucu Kumköy'de 166,8, Malkara'da 114 mm. yağış kaydedildi.

Gerek otomatik istasyonlardaki saat dilimi gerekse klima saatlerine göre yapılan ölçümler sonucu Bandırma ve Çatalca istasyonlarında kaydedilen iki günlük yağış miktarı 250 mm'nin üzerindedir. Erdek ve Olimpiyat istasyonlarında 150 mm.nin üzerinde, Kamiloba, Hadımköy ve Terkoz civarında ise 150 mm'ye yakın yağış kaydedildi.

24 saatlik yağışlar incelendiğinde İpsala'dan Sarıyer istasyonu kadar olan en yüksek miktarda yağış alan merkezler boylam sırasına göre dizildiğinde, Tekirdağ Florya arasında kalan alanın belirgin bir üstünlük sağladığı görülüyor (Şekil 14). Çatalca ve Silivri ilçeleri kapsayan bu alan sel afetinden en fazla etkilenen bölge olmuştur.



Şekil 14. Marmara bölgesinde boylamlara göre 7–8–9 Eylül 2009 tarihinde 24 saatte en fazla yağış alan merkezlerin dizilişi



Saatlik en yüksek yağış miktarı Çatalca'da 84,2, Bandırma'da 59,6, Erdek'te ise 55,8 mm olduğu görülmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1. 8-9 Eylül 2009 tarihine ait şiddetli yağış analizi Türkiye ekstremleriyle birlikte verilmiştir. Dakikalık analizler AWOS dataları kullanılarak hazırlanmıştır.**

Süre Dakika	Türkiye	Bandırma			Çatalca			Erdek	Tekirdağ	Sarıyer	Florya	Kumköy
		Başlama	Bitiş		Başlama	Bitiş						
5	50,5	81150	81155	9,4	81037	81042	13,0	11,2	5,0	9,6	9,0	5,6
10	60,6	81150	81200	16,6	81032	81042	25,0	20,2	8,8	16,8	17,2	10,8
15	70,7	81145	81200	23,0	81030	81045	33,2	27,8	12,2	19,6	21,0	14,6
30	90,9	81135	81205	41,8	81019	81049	57,0	38,6	19,6	21,0	24,0	18,0
60	131	81126	81226	59,6	81014	81114	84,2	55,8	28,4	22,8	24,6	26,8
120	180,5	81102	81302	83,0	80944	81144	112,0	81,0	32,4		27,4	45,8
180	230,9	81036	81336	87,8	80936	81236	135,4	109,2	34,2	36,6	29,4	52,4
240	332,3	80941	81341	89,8	80903	81303	142,0	129,2	37,2	44,0	38,8	57,6
300	374,3	82359	90459	123,8	80749	81249	146,0	130,4	41,6	48,2	42,8	57,6
360	390,3	82358	90558	133,8	80703	81303	154,4	130,6	55,8	52,0	42,8	
480	410,4	82351	90751	140,4	80437	81237	168,8	131,2	66,2	52,8		57,6
720	428,1	81805	90605	142,4	80147	81347	191,0	131,2	73,0	72,6		57,8
1080	464,8	81100	90500	219,2	80157	81957	199,8	132,0	76,6	94,8	66,2	66,2
1440	466,3	80558	90558	243,4	80000	90000	205,0	154,0	107,0	97,6	77,8	66,6

Yağış şiddet analizlerinde ise, bölgedeki yağışın 10 yıldan başlayan ve 100 yıla kadar uzanan farklı sıklıkta tekrarlama süreleri olduğu görülmüştür. Afet bölgesine düşen yağış ekstrem bir yağıştır ve daha önce bu kadar büyüklükte bir yağış kaydedilmemiştir. Bir saate düşen yağış miktarının 50 mm'nin üzerinde olduğu (Bandırma, Çatalca ve Erdek istasyonları) alanlar aynı zamanda sel ve afet bölgesini de belirlemektedir. İstanbul'un uzun yıllar 24 saatlik ekstrem yağışı, istasyonlara göre değişmekle birlikte 130–184 mm arasında değişmektedir, ancak bu iki günlük periyotta bazı merkezlerdeki yağış miktarı 200 mm'nin üzerine çıkmıştır

## 7. Sonuç

7–9 Eylül 2009 tarihinde bölgede ekstrem yağışlar kaydedilmiştir. Bandırma ilçesinde geçmişte, 24 saatlik en yüksek yağış miktarı 1991 yılında 178,8 mm olarak ölçülmüştür. 9 Eylül 2009 sabahı ise 253,3 mm ( ekstrem yağışın oldukça üzerinde) yağış kaydedilmiştir. Çatalca (205 mm) ve Silivri'de meydana gelen şiddetli yağışlarda diğer merkezlerle mukayese edildiğinde ekstrem olarak görülmektedir. 8 Eylül 2009 sabahı kaydedilen yağış miktarı, Kırklareli'nde ekstrem değere (97,8 mm) ulaşırken Tekirdağ'da ise 25–50 yılda bir görülebilecek büyüklükte (103,2 mm) ölçülmüştür. Yağış miktarının büyüklüğü ve şehirleşmenin olumsuz etkisi, bölgede hem can hem de büyük miktarda maddi hasar (sigortalı hasar 70 milyon TL) meydana getirmiştir.

Bandırma, Erdek, Çatalca ve Silivri istasyonları arasında kalan alanda bu kadar büyüklükte yağış bırakan sistemin oluşumu ve gelişimi iki ayrı nokta üzerinde ve farklı zamanlarda meydana gelmiştir. Yağış analizleri, uydu ve radar görüntülerinin verdikleri sonuçlara göre hem 8 Eylül 2009 10:00 UTC, hem de 9 Eylül 2009 03:00 UTC'de sel oluşturabilecek (saatte 50 mm) büyüklüğün üzerinde yağış kaydedilmiştir.

Taşkın ve sellerin oluşumunu sağlayan birinci neden şiddetli yağışlardır. Can ve mal kaybının en aza indirilebilmesi için şiddetli yağışların önceden tahmin edilebilmesi çok önemlidir. Bunun için erken uyarı sistemlerinin, (her sel ve taşkında, çok lokal alanlar

da ekstrem yağışlar görülmektedir) lokal ekstrem yağışları tespit edecek ölçüde geliştirilmesi gerekmektedir. Ülkemize ait şiddetli yağışlara neden olabilecek hava paternlerinin iyi bilinmesi ve takibi çok önemlidir. Yer ve yüksek seviye harita analizlerinin periyodik ve alansal olarak, uydu ve radar destekli yapılması gerekmektedir. Ayrıca kesit analizleri (cross-section) meteogramlarda olduğu gibi rutin hale getirilmeli ve hassas alanlar takibe alınmalıdır.

## **Kaynaklar**

- [1] The benefit of high-resolution operational weather forecasts for flash flood warning  
J. Younis, S. Anquetin, and J. Thielen, Papers published in *Hydrology and Earth System 2008*
- [2] Examining preconvective heavy rainfall environments utilizing observational and model analysis proximity soundings, Michael J. Paddock and Charles E. Graves Saint Louis University, St. Louis, Missouri -Jason T. Martinelli Creighton University, Omaha, Nebraska, 2008.
- [3] Kömüşçü, A. Umran, Erkan, Ayhan, Çelik, Seyfullah., Analysis of Meteorological and Terrain Features Leading to the İzmir Flash Flood. *Natural Hazards* 18: 1–25, 1988.
- [4] Çelik, S., Bacanlı, H., Görgeç, H., Yayvan M., Deniz A. “1–2 Kasım 2006 tarihlerinde Güneydoğu Anadolu’da meydana gelen taşkın ve sel afetinin meteorolojik açıdan incelenmesi”. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 25-28 mart 2008, İstanbul.
- [5] Çelik, S., Bacanlı, H., Görgeç, H., Yayvan M., Deniz, A. “16–18 Kasım 2007 tarihlerinde Tekirdağ ve Marmaris’de meydana gelen şiddetli yağışların sinoptik analizi”. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 25-28 mart 2008, İstanbul.
- [6] Bacanlı, H., Çelik, S., Görgeç, H., Deniz A. “21-22 İle 27-28 Temmuz 2009 Tarihleri arasında Giresun ilinde meydana gelen sel felaketinin sinoptik açıdan incelenmesi”. II. Ulusal Taşkın Sempozyumu Afyonkarahisar, 22-24 Mart 2010
- [7] <http://www.meted.ucar.edu>
- [8] <http://www.hpc.ncep.noaa.gov>
- [9] <http://weather.uwyo.edu>
- [10] <http://www.arl.noaa.gov>
- [11] <http://www.ecmwf.int>
- [12] <http://www.eumetsat.int>
- [13] <http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/floods/>