

# Borçka'da Meydana Gelen Sel Afetinin Meteorolojik Analizi 11-13 Kasım 2015\*

Seyfullah Çelik<sup>1</sup>, Ertan Turgu<sup>2</sup>, Alaattin Uğurlu<sup>3</sup>

**Anahtar Kelimeler :** Sel, Taşkın, Doğu Karadeniz, Ani Taşkın, Jet rüzgarı

**Özet:** Artvin ili Borçka ilçesinde 11, 12, 13 ve 14 Kasım'da düzenli olarak gerçekleşen yağışlar sonucunda toplam 300 mm'ye yakın yağış düşmüş, meydana gelen aşırı yağış nedeniyle 3 vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve altyapıda büyük hasarlar meydana gelmiştir.

Üç ay öncesinde, aynı ile bağlı sahilde yer alan Hopa'da meydana gelen yağışta 8 vatandaşımız hayatını kaybetmişti. Bu defa sahilde değil de iç kesimlerde yağış görülmesi hem sinoptik açıdan hem de Ani Taşkın Erken Uyarı Sisteminde görülmesi açısından önemli hale gelmiştir.

Özellikle kuzeybatı kesimlerden jet akışları ile bölge üzerine gelen nemli hava kütlesi, 1500 metreye ulaşan orografik yükselti desteğiyle yoğun ve sürekli yağışlara neden olmuştur. Yağış yoğunluğu sahiller yerine, rakımı daha yüksek olan alanların gerisine yükselti desteği ile taşınmıştır. Yer ve yüksek seviye haritaları, uzaktan algılama, yıldırım tespit ve takip ürünleri, kararsızlık indeksleri, yağış analizleri ve Ani Taşkın Erken Uyarı Modeli ürünleri (MergedMAP, FMAP, FFFT, FFG, ASM) incelenerek, yağışın oluş yeri, nedenleri ile açıklanmaya çalışılmıştır.

**1.Giriş:** Borçka Türkiye'nin kuzeydoğu ucunda sahile 36 km. uzaklıkta, 125 metre rakımda, Artvin- Hopa yolu arasında, Çoruh nehri kıyısında yer almaktadır. En yağışlı bölgenin sahilinde değil, iç kesimlerinde yer alan ilçenin, doğusunda 3400 metreyi aşan yükseltiler (Karçal dağı) bulunmaktadır. Orografik yağışların en iyi özelliklerinin görüldüğü bir konumda yer almaktadır. Yıllık yağış miktarı 1175 mm civarındadır. En yağışlı aylar Ocak ayından sonra Kasım, (171mm) en az yağış alan Temmuz ve Ağustos aylarıdır.

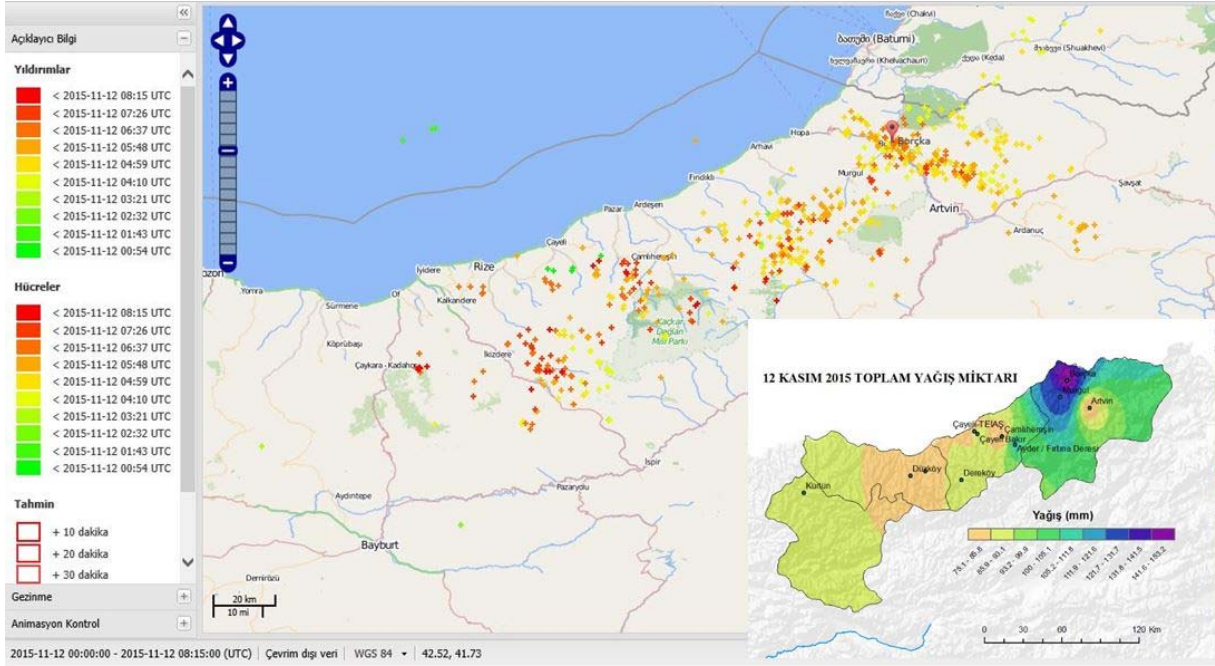
11 Kasım 2015 tarihinde başlayan yağış 14 Kasım 2016 gününe kadar devam etmiştir. Yağış bölge üzerine son derece düzenli olarak ve uzun süreli devam etmiş ve bu afetin oluşmasına neden olmuştur. Yağış miktarı en yoğun olarak 11 Kasım 2015 günü 0900-1700 ile 12 Kasım 0000-0600 UTC saatleri arasında görülmüştür. Bu iki zaman diliminde sırasıyla 88 ve 72 mm yağış düşmüştür. Dört gün devam eden yağışın en etkili olduğu saatlerde rüzgâr hızının da en yüksek olması dikkat çekici ve yağışın nedenini göstermesi açısından da son derece önemlidir. İlave olarak Cb bulut oluşumlarının da sahil yerine iç kesimlerde olması şiddetli yağış oluşumuna destek sağlamıştır. 11 Kasım 2015 0940 ile 12 Kasım 2015 0939 UTC saatleri arasında 24 saatte 174,3 mm yağış kaydedilmiştir. (Tablo 1)

\* "IV. Ulusal Taşkın Sempozyumu 21-24 Kasım 2016 Rize"de sunulmuş ve sempozyum kitabında yer almıştır.

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

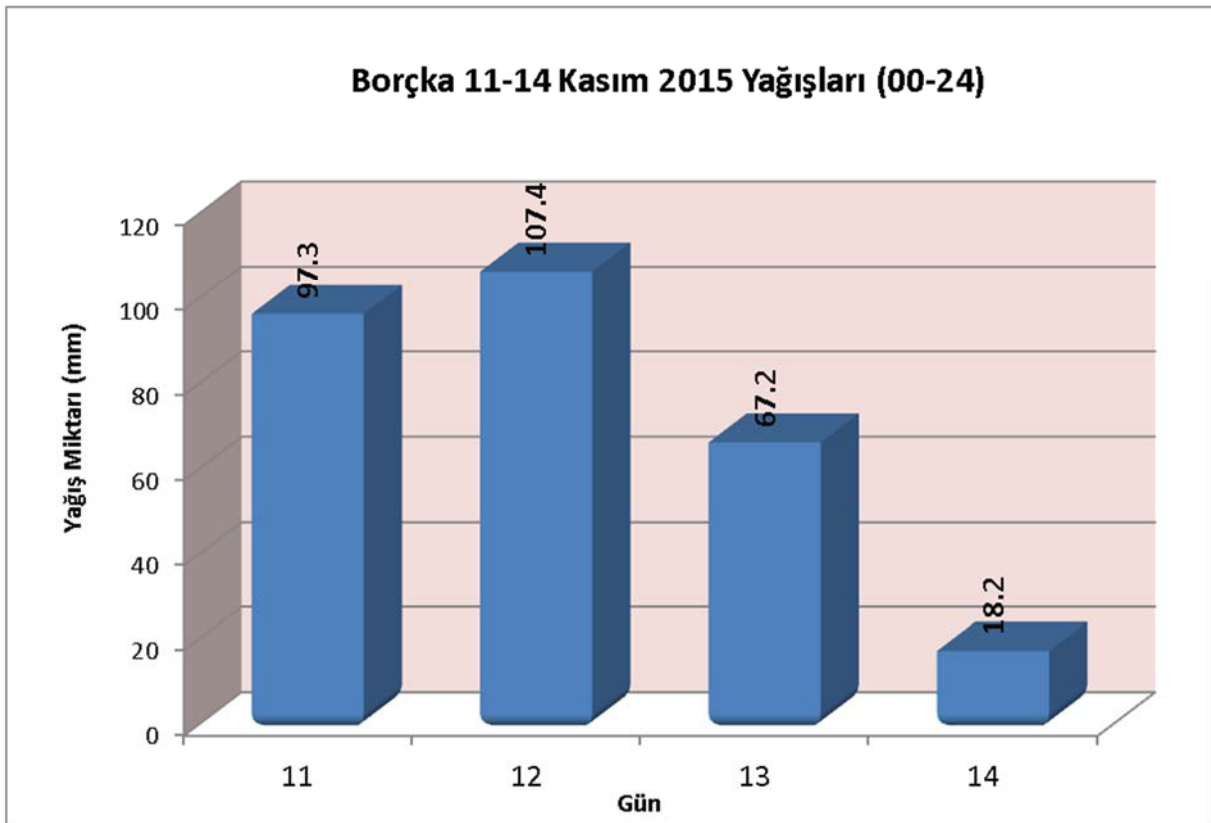
<sup>2</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Mühendis, eturgu@mgm.gov.tr

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

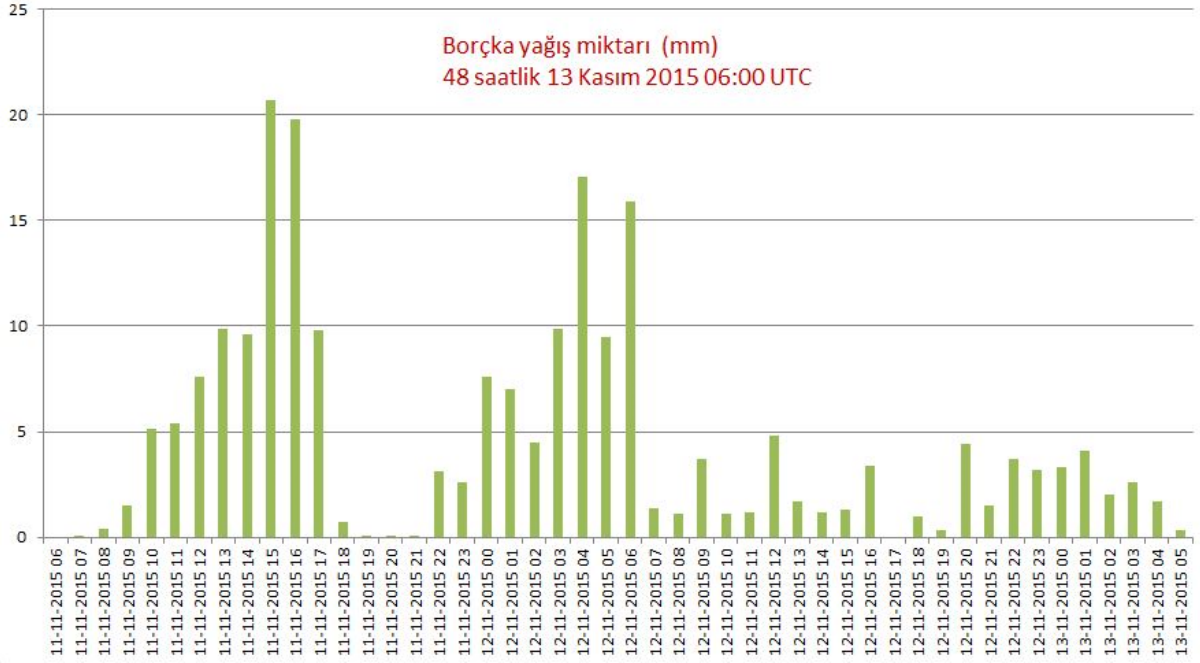


## 2. Yağış

Bölge üzerinde 4 gün devam eden yağışların sahil istasyonlarında az, iç kesimlerdeki istasyonlarda daha yoğun miktarlarda görülmesi, hem cephesel hem de orografik yağışların birlikte olduğunu göstermektedir, zira yükselti arttıkça hem rüzgâr hızı hem de yağış miktarı artmıştır. Yağış miktarı en fazla 11 Kasım ve 12 Kasım günleri görülmüştür. ( Şekil 2)



Yağışların saatlik analizine bakıldığında 11 Kasım gündüz saatleri (0900-1700 arasında 88mm) ve 12 Kasım gece ve sabah saatlerinde (0000-0600 UTC arasında 72mm) kuvvetli rüzgârlarla birlikte ve cephe geçişleriyle maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. (Şekil-3)



Şekil 3. Saatlik yağış değişimi

Dakikalık yağışlar incelendiğinde ise en şiddetli yağışların 12 Kasım 2015 sabah saatlerinde olduğu görülmektedir. Afet olayının da bu yağışlarla birlikte gerçekleştiği görülmektedir. Bu saatten sonraki yağışlar genellikle hafif olarak devam etmiştir. Yağışın yaklaşık 100 mm'si bir gün önceki (07-19 UTC) 12 saatlik sürede meydana gelmiş, sabah saatlerindeki ilave 72 mm'lik etkili yağış bu afetin en önemli sebeplerinden birisi olarak görülmektedir.

Tablo 1. Borçka Yağış Şiddet Analizi (11-12 Kasım 2015)

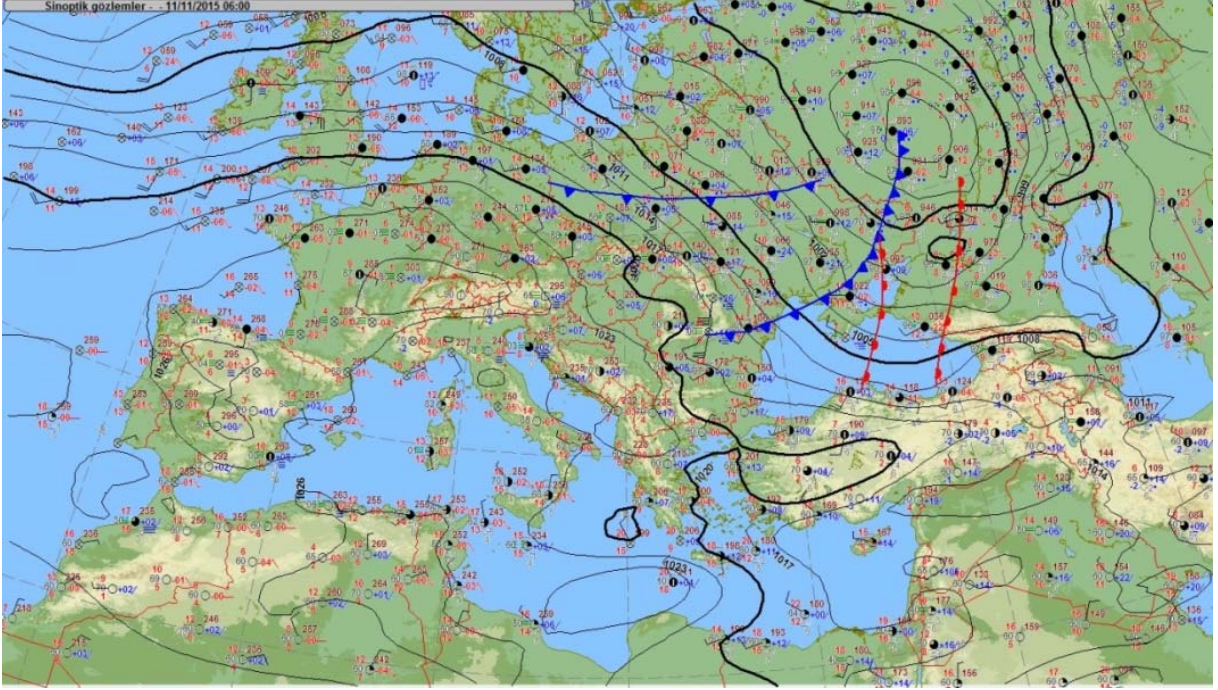
Başlama Tarihi	Başlama Saati	Bitiş Tarihi	Bitiş Saati	Süre (dak)	Miktar (mm)	Şiddet (mm/sa)
12.11.2015	06:29	12.11.2015	06:33	5	7.7	92.40
12.11.2015	06:25	12.11.2015	06:34	10	11.3	67.50
12.11.2015	06:25	12.11.2015	06:39	15	13.9	55.52
12.11.2015	06:16	12.11.2015	06:45	30	15.8	31.52
11.11.2015	15:07	11.11.2015	16:06	60	22.4	22.35
11.11.2015	15:07	11.11.2015	17:06	120	41.2	20.62
11.11.2015	14:32	11.11.2015	17:31	180	54.2	18.07
11.11.2015	13:32	11.11.2015	17:31	240	63.3	15.82
11.11.2015	12:32	11.11.2015	17:31	300	72.6	14.53
11.11.2015	11:40	11.11.2015	17:39	360	79.7	13.28
11.11.2015	09:45	11.11.2015	17:44	480	88.8	11.10
11.11.2015	07:18	11.11.2015	19:17	720	91.2	7.60
11.11.2015	12:41	12.11.2015	06:40	1080	151.2	8.40
11.11.2015	09:40	12.11.2015	09:39	1440	174.3	7.26



### 3. Yer seviyesi analizi

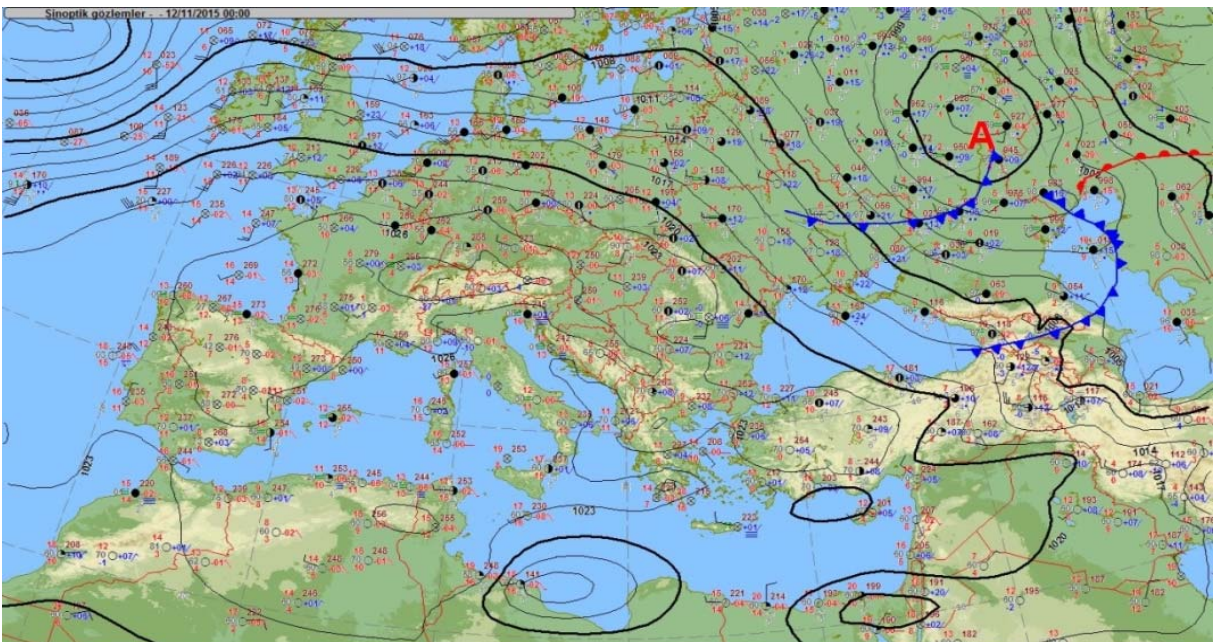
Yağışın görüldüğü dönemdeki yer sıcaklığı 8-15 derece arasında değişmektedir. Basınç ise 1012 hPa ile 1020 hPa arasında, rüzgarın yönü ise kuzey-batılı olarak görülmektedir. Yer rüzgarları sıcak cephe öncesi güneyli, soğuk cephe geçişi ile birlikte sürekli kuzey-batılı yönlerden esmektedir. (Tablo 2)

Yağış şiddeti ile rüzgar hızının yükseltiye bağlı olarak uyum gösterdiği görülmektedir. (Şekil 6)



Şekil 4. Yer basınç haritası 11 Kasım 2015 0600 UTC

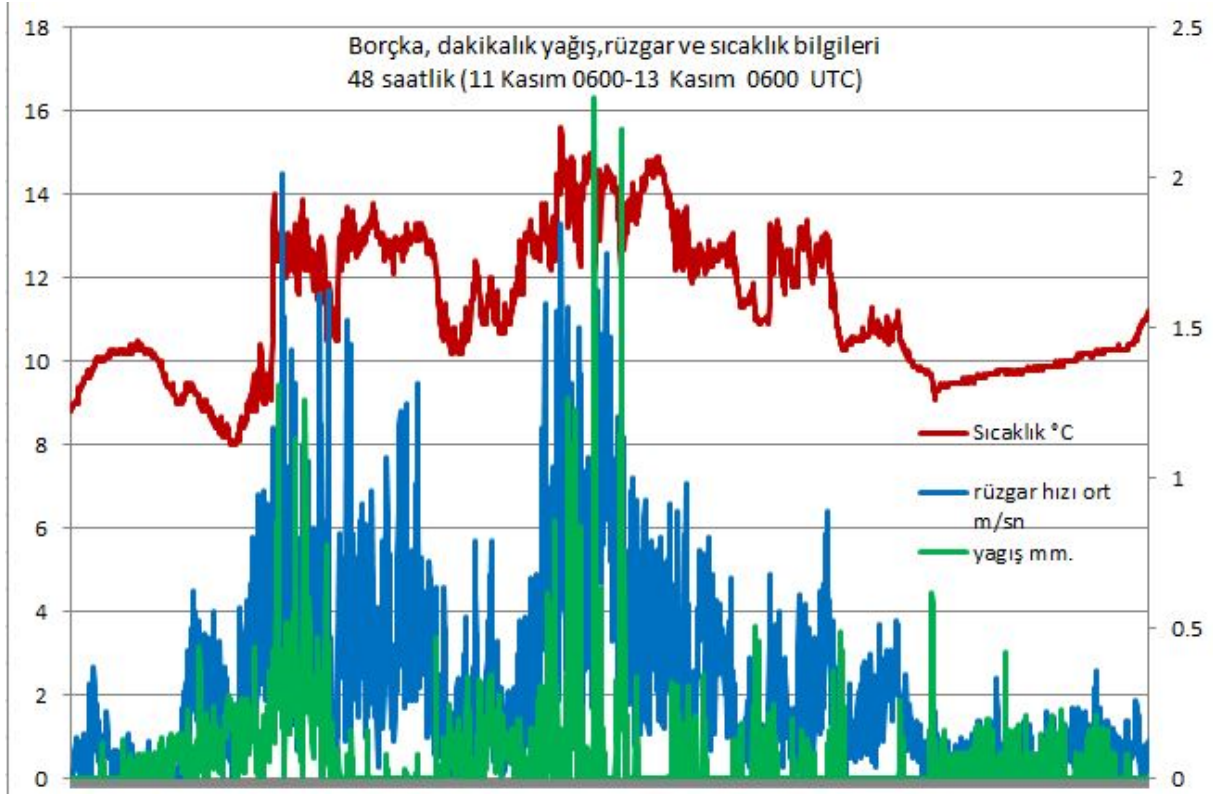
Yer haritasından görüldüğü gibi Kırım'ın kuzeydoğusunda bulunan alçak basınç merkezi ve buna bağlı cephe sistemleri bölge üzerinde etkili olmaktadır, 11 Kasım günü genellikle sıcak, 12 Kasım günü ise bölge üzerinde soğuk cephe geçişleri görülmektedir.



Şekil 5. Yer basınç haritası 12 Kasım 2015 0000 UTC



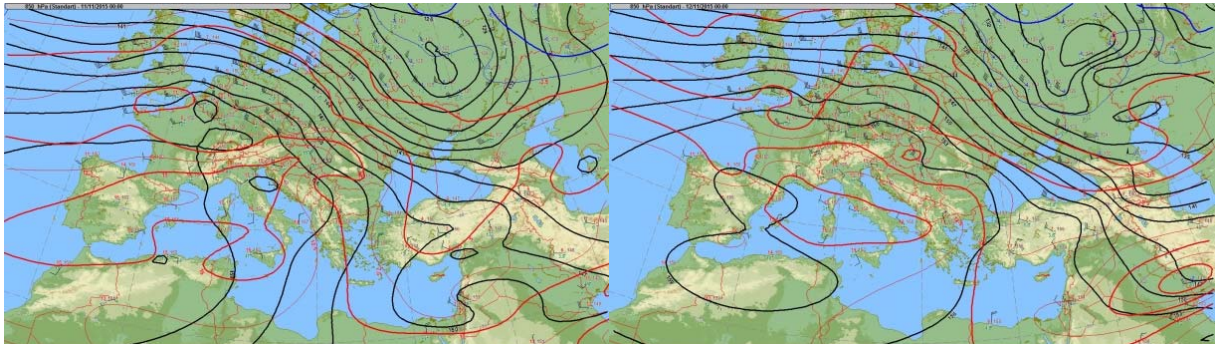
Dakikalık yağış, sıcaklık ve rüzgar bilgileri birlikte analiz edildiğinde ise sistemin etkili olduğu saatlerdeki parametrelerin değişiklikleri ayrıntılı olarak cephe geçişleri hakkında bilgiler vermektedir. (Şekil 6)



Şekil 6. 11-13 Kasım 2015(0600 UTC) dakikalık yağış, sıcaklık ve rüzgar değerleri

#### 4. Yüksek seviye haritaları

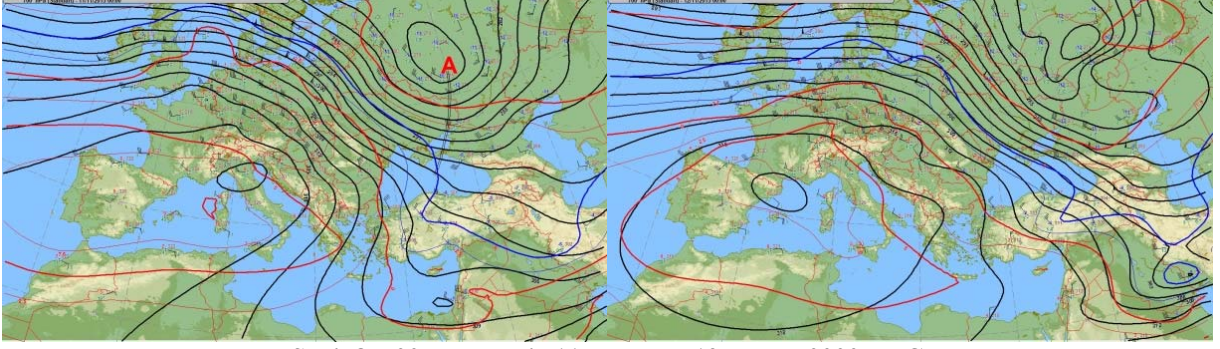
850, 700 ve 500 hPa seviye haritalarında bölge genellikle kuzey-batılı akışların etkisinde bulunmaktadır. Üzerinde derin alçak merkez bulunmamaktadır, ancak kuzeydoğu kesimlerde bulunan alçak merkezin etkilerinde yer almaktadır.



Şekil 7. 850 hPa analiz 11 Kasım ve 12 Kasım 0000 UTC

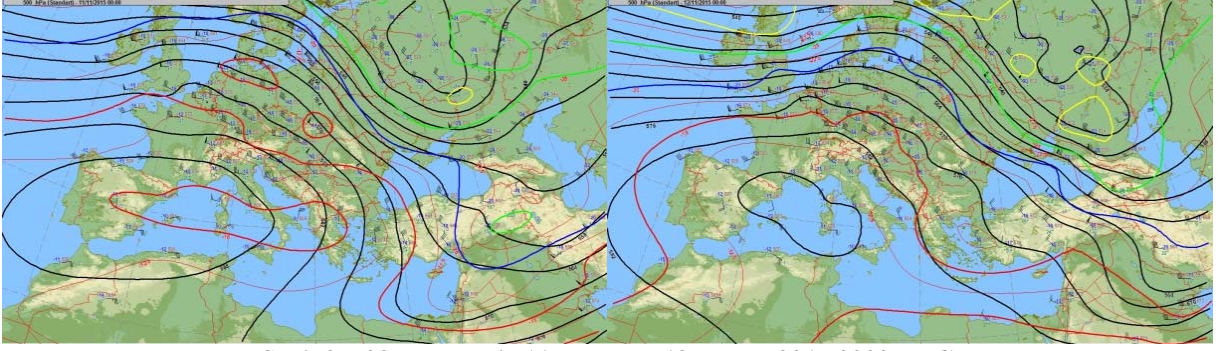
Yüksek seviye haritalarının ortak özelliği, 11-12 Kasım 2015 tarihlerinde Orta Avrupa üzerinde sırt ve sıcak hava etkisi, İskandinav ülkelerinden Doğu Karadeniz Bölgesi üzerine kuvvetli rüzgarlara uzanan nemli hava akımıdır. Kırım'ın kuzeyinde bulunan alçak merkez ve soğuk hava ise buradaki gradient oluşumunu arttırmaktadır. (Şekil 7, 8, 9)





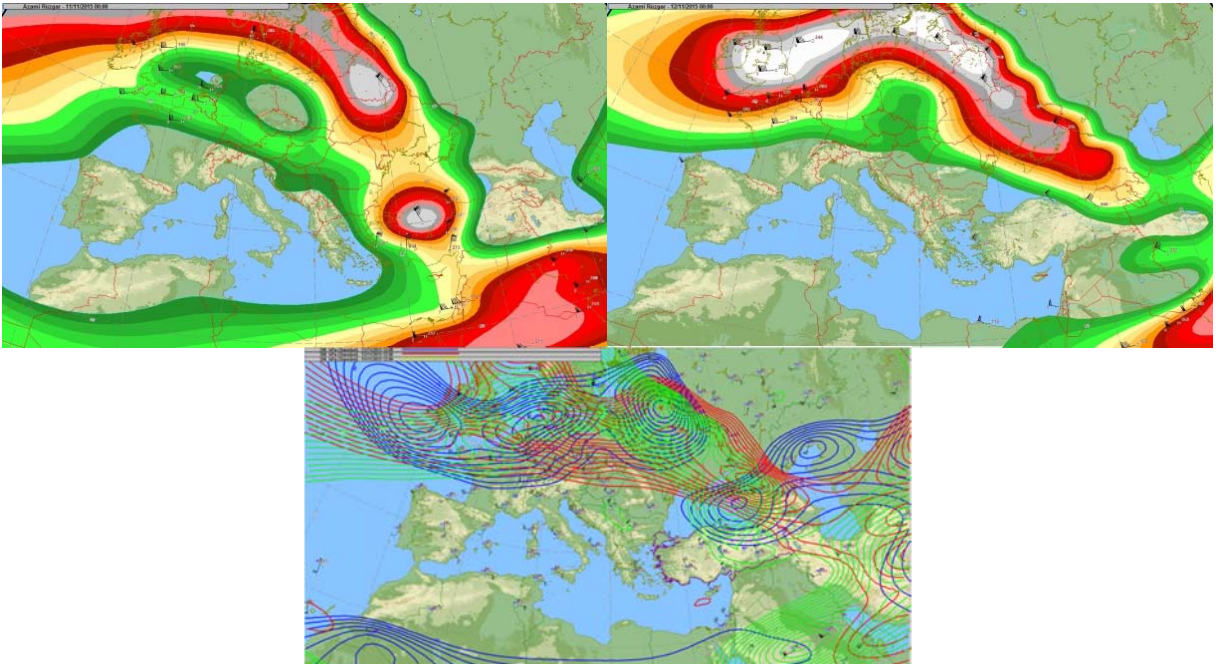
Şekil 8. 700 hPa analiz 11Kasım ve 12 Kasım 0000 UTC

700 Hpa haritası nem ve rüzgar değerleri ile yağış etkisini belirleyen önemli önemli bir haritadır. Yağış anında buradaki rüzgar yönü trof geçişi ile birlikte güneybatı yönlerden kuzeydoğu yöne dönmüştür. Rüzgar hızı ise 35-45 knot civarındadır.



Şekil 9. 500 hPa analiz 11Kasım ve 12 Kasım 2015 0000 UTC

Batı Avrupa üzerinde bulunan yüksek merkez, daha kuzey elemlere yükselmesi Kuzeydoğusunda bulunan trof ve soğuk havanın İskandinav ülkeleri üzerinden hızla Hazar Deniz'i yönünde çöküşünü sağlamıştır. Doğu Karadeniz bölgesi üzerinde görülen izoterm gradyeni de jet alanlarını göstermektedir. (Şekil 9)



Şekil 10. Jet rüzgarları, maksimum jet (üstte), 300 hpa jet akışı (altta)

Bir alan üzerindeki yağışın şiddetini ve süresini başka alanlar üzerindeki sistem ve hareketler de doğrudan etkiler. İskandinav ülkeleri, Doğu Avrupa'dan Ülkemizin iç ve doğu kesimlerine uzanan jet rüzgârları yağışın konumunu ve alanını belirlemiştir. Orta Avrupa üzerinde bulunan her seviyedeki yüksek merkez alanları (antisiklonik akışlar) bu jet akışlarını hızlandırmıştır. (Şekil 10)

Yağış oluş mekanizmasını oluşturan iki temel etken vardır, bunlardan birincisi su buharı diğeri ise bunu yoğunlaşma seviyesine yükseltecek, yağışı oluşturacak sistemlerdir. Bunların aynı alan üzerinde tekrarlanması ise bölge üzerinde afetler boyutunda kuvveti yağışların oluşmasını sağlamaktadır.(Maddox et all., 1979 ; Doswell et all.,1996 ; Kelsch, 2001 ; Line et all., 2001) [9] [13]

Bölge üzerinde yağışın oluşumu etkileyen, şiddetli yağış mekanizmasını tetikleyen en önemli faktör kuzeybatı akışların bu topoğrafya üzerinde uygun yoğunlaşma şartlarını bulması ve bunu uzun süre devam ettirmesidir.(J.A. Smith et all., 1996, 2000)

Bölgeye en yakın, benzer temsil özellikleri taşıyan Rusya'ya ait Dzugba (37011) istasyonudur. Bu istasyonun temp diyagramı analizlerinden özellikle rüzgar yön ve hızları alınmıştır, yükseklikle rüzgar hızlarının artışı, yön değişikliği ile birlikte yağışın oluşumunu ve yerini belirlemiştir. (Tablo 2).

**Tablo 2. Dzugba (37011) istasyonuna ait, yüksek atmosfer bilgileri**

Yükseklik (feet)	Dzugba 37011 temp analizi							
	11.Kas.00. UTC		11.Kas.12		12.Kas.00		12.Kas.12	
Yer	220/14	11°C	300/9	12,2°C	090/09	8,4°C	210/04	14°C
1000	216/21	8,3	314/26	10	033/05	8,7	290/25	12,5
2000	219/26	6,4	306/33	8,1	306/17	7,6	290/22	9,1
3000	227/31	4,5	301/34	6,2	299/32	5,3	292/20	5,9
4000	235/36	2,3	304/34	3,7	296/33	3,3	296/19	3,3
5000	229/36	0,4	306/35	1,6	293/34	1,8	301/19	0,9
10000	232/38	-6,9	308/35	-6,4	292/41	-8,0	315/46	-11,8

## 5. Erken uyarı sistemi

10 Kasım 2015 tarihinde (saat 1000 TSİ ) Analiz ve Tahmin Merkezi tarafından bölge için, can ve mal kaybına neden olabileceği belirtilen “meteorolojik uyarı” verilmiştir. 11 Kasım 2015 tarihinde 1200 UTC de ise bölgede taşkın ihtimali olacağına ait Ani Taşkın Erken Uyarı Bülteni hazırlanmıştır.



## Meteorolojik Uyan

Tarih: 10 Kasım 2015 Sal Saat: 10:30 Uyarı No: 326 Uyarı Kodu: Normal

### DOĞU KARADENİZ'DE AŞIRI YAĞIŞLARA DİKKAT!!!

Beklenen Hadise	Gökçüdürtülü Sağanak Yağış
Beklendiği Yer	Yarım (Çarşamba) yurdumuzun Karadeniz üzerinden gelen yeni bir yağış sisteminin daha etkisine girmesi tahmin ediliyor. Yağmur ve sağanak şeklindeki yağışların, Doğu Karadeniz'de yarın öğle saatlerinde itibaren kuvvetlenerek Perşembe günü öğle saatlerine kadar Giresun ve Trabzon da çok kuvvetli (50-75 kg/metreka) Rize ve Artvin'de şiddetli ve ağır (metrekareye 100 kg ve üzeri) olması beklenildiğinden meydana gelebilecek ani sel, su basımı, heyelan ve ulaşımda aksamalar gibi olumsuzluklara karşı dikkatli ve tedbirli olunmalıdır.
Başlama-Bitiş Zamanı	11.11.2015 12:00 -12.11.2015 18:00 TSi
Hadisenin Şiddeti	Ağır Yağış
Oluşması Muhtemel Riskler	Ulaşımda Aksamalar - Sel - Su Basını - Heyelan
Alınabilir Önlemler	Sellerden Korunma Yöntemleri   Yabancıdan Korunma Yöntemleri
Uyarı Yapan Merkez	Analiz ve Tahminler Şube Müdürlüğü

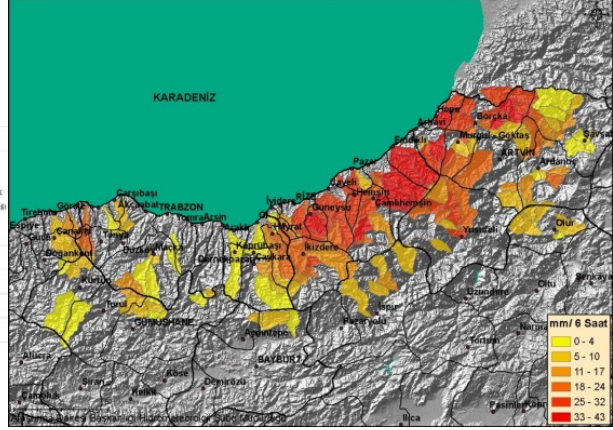


Ahmet Uçar @ahmetucar16 16 Kas

Çok dikkatli olunmak için ve mal kayıplarına neden olabilir sel, heyelan riski yüksek



### 6 Saatlik Tahmini Taşkın Tehlike Haritası (FFFT 11.11.2015 12:00 UTC + 6 Saat)



Şekil 11. Erken uyarı bültenleri

## 6. Afet zararları

11-13 Kasım 2015 tarihinde meydana gelen sel felaketinde 3 kişi hayatını kaybetti, 15 vatandaşımız yaralandı. 50 köy evi boşatıldı, 100 aile başka yere taşındı, ilçeler ve köyler arası yollar ve altyapı büyük oranda zarar gördü.



Şekil 12. Afet sonrası medya haberleri

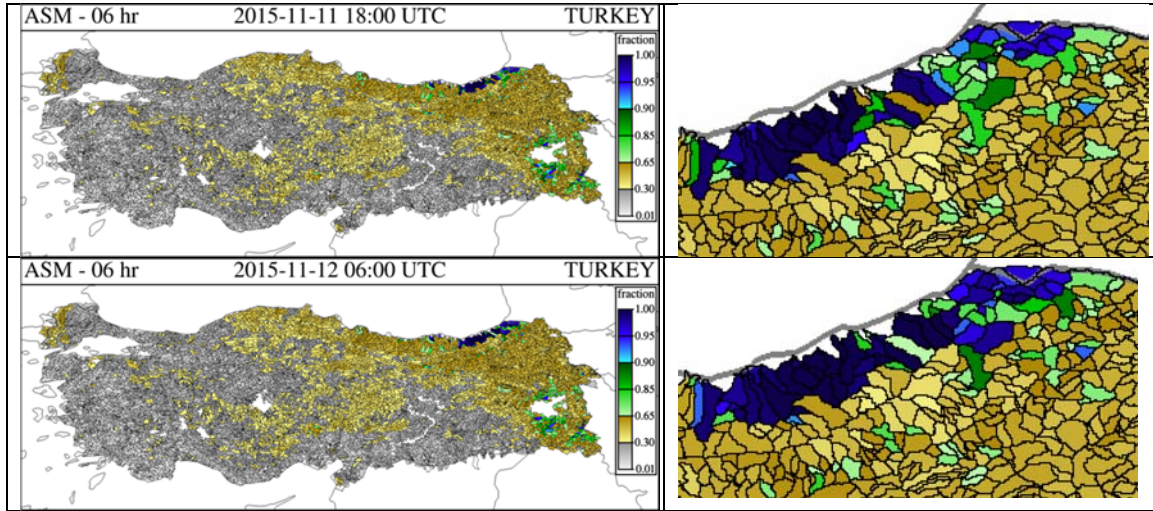
## 7. FFGS Analiz ürünleri

### 7.1. Toprak Nemi Haritası

Sacramento Soil Moisture Accounting (SAC-SMA) modeli her 6 saatte bir model koşma zamanlarında (00, 06, 12 ve 18 UTC) güncellenmektedir. Bu model her bir alt havza için yüzey akışını hesaplar. SAC-SMA modeline yağış girdisi (input) olarak Birleştirilmiş Ortalama Alansal Yağış (Merged MAP) ürünü değerleri girmektedir.



Eğer bir bölgede toprak nemi zaman içinde artıyorsa ve doyma noktasına yaklaşıyorsa bu bölgenin bir sonraki yağışta sel veya su baskınına maruz kalma ihtimali yüksek demektir. Şekil-13'de Borçka'da 11 Kasım 2015 18:00 UTC ve 12 Kasım 06:00 itibarıyla son 6 saatte toprak nemi açısından doymun olduğu gözükmektedir. Yağış 18:00'dan sonra devam ettiği için toprağa yağın yağmurun fazlası yüzey akışına geçeceğinden muhtemel ani taşkınlara neden olmuştur. Yüzey akışı hesaplanırken bitki örtüsü, toprak tipi ve tekstürü, topoğrafya ve jeomorfolojik parametreler modele girdi olarak verilmiştir. Ani taşkınlara için toprağın üst tabakasının doymuş olması önemlidir. Toprak nem haritası (ASM), toprağın üst katmanındaki (20-30 cm) toprağın nem oranını vermektedir.

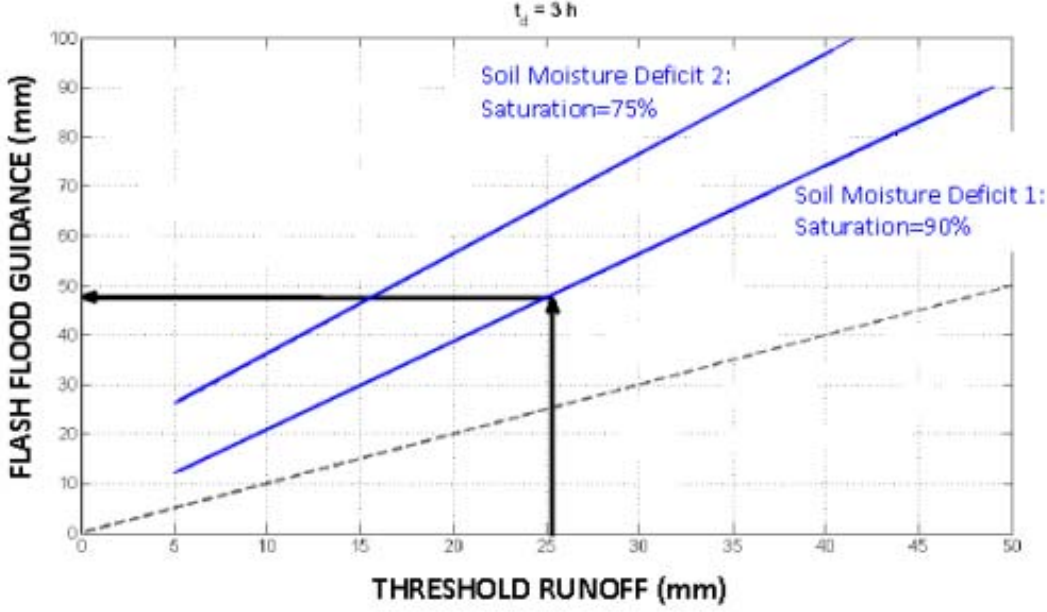


Şekil 13. Toprak Nemi Haritası, ASM-6hr, Tüm alt havzalar için (a) ve çalışma alanı büyütülmüş (b)

## 8.2. Ani Taşkın Kılavuz Değeri (FFG)

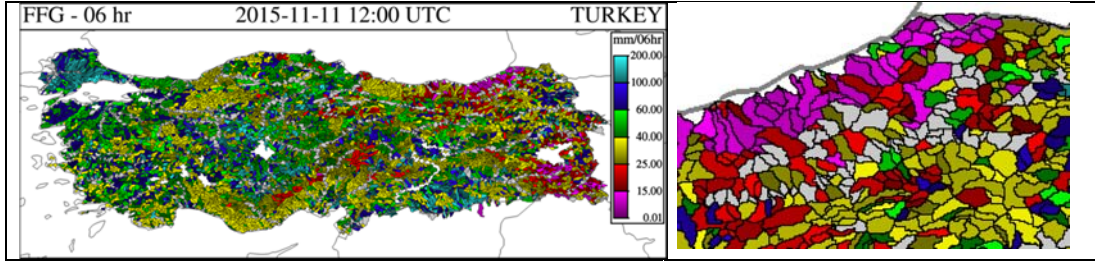
FFG değeri, belirli bir süre içinde (1, 3, 6 saat) herhangi bir alt havza çıkışında drenaj kanalının banket seviyesine kadar dolması için gerekli aktüel yağış miktarıdır (mm). Toprağı doymuş bir alt havzada yağış devam etme eğiliminde ise yağın yağmur suyu yüzey akışına geçeceğinden, FFG değerine ulaşması da yağmurun şiddetine bağlı olarak o kadar hızlı olacaktır.

FFG değeri FFG modelinden elde edilmektedir. FFG modeline iki veri girmektedir. Bunlardan birincisi yüzey akış eşik değeri ve diğeri ise toprak nemi modeli çıktılarıdır. Bunlardan yüzey akış eşik değerleri sadece bir kez hesaplanmaktadır. Toprak nemi ise her altı saatte bir model koşullurken hesaplanmaktadır. Şekil-14'de havza çıkışında havzada taşkın meydana getirecek (bankfull flow) miktardaki yüzey akış eşik değerinden (TR), SAC-SMA modelinde hesaplanan toprak nem açığına göre aynı süre içinde (1,3,6 saatlik toplam) ne kadarlık bir yağışa tekabül ettiği (FFG) bulunmaktadır.



Şekil 14. Yüzeş Akış Eşik değeri 'nden(TR) FFG'ye transformasyon.

Şekil 13'de Borçka'da 11 Kasım 2015 18:00 UTC ve 12 Kasım 2015 06:00 UTC itibarıyla son 6 saatteki toprak nemine doymuş gözükmekteydi, Şekil-15'de aynı yerde FFG-06 hr haritasında mor renkli kodlanmıştır. Bunun anlamı mor renkte kodlanan bu alt havzaların çıkışında drenaj kanalının banket seviyesine kadar dolması için gerekli olan aktüel yağıştır; yani artık dere dolduğundan yağışın devam etmesi taşkına neden olmaktadır.



Şekil 15. FFG-06hr Haritası, Tüm alt havzalar için (a) ve çalışma alanı büyütülmüş (b)

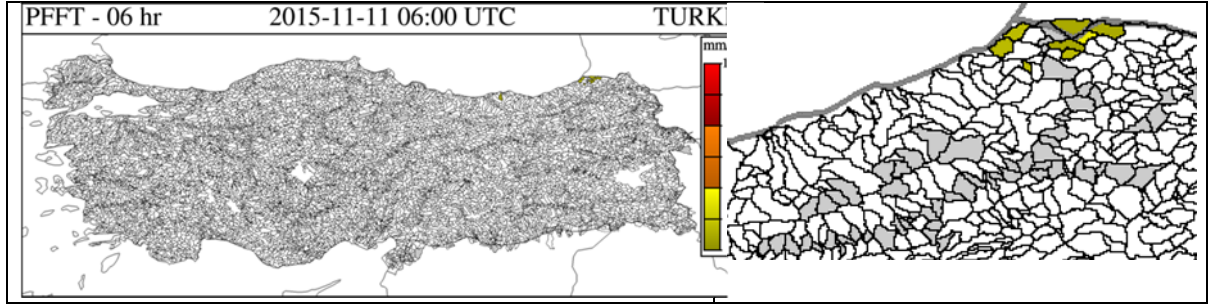
### 8.3. Ani Taşkın Erken Uyarısı Veren Tehlike Haritaları

Ani taşkın tehlikesi (FFT) tanım olarak, su banket seviyesini aştıktan sonra taşkına neden olan yağış miktarıdır (mm). BSMEFFG arayüzü konsolunda 3 farklı tehlike haritası vardır. Bunlar olası (imminent) taşkın tehlike haritası (IFFT), mevcut (persistence) taşkın tehlike haritası (PFFT) ve tahmini (forecast) taşkın tehlike haritasıdır (FFFT). Bu ürünlerin renklendirme skalası sarı, turuncu ve kırmızıdır. Sarı renk ani taşkın olma ihtimalinin düşük; turuncu renk orta; kırmızı renk ise yüksek olduğunu göstermektedir. Taşkın erken uyarısı vermeden önce FMAP ile 1,3,6 ve 24 saatlik haritaları dikkatle incelenmelidir.

#### 8.3.1.Mevcut Taşkın Tehlike Haritası (PFFT)

11 Kasım 2015 06:00 UTC tarihinde PFFT 06 hr, her bir alt havza için 06:00UTC'deki 6 saatlik Birleştirilmiş Ortalama Alansal Yağış (Merged MAP 06 hr) miktarı ile 06:00UTC'deki 6 saatlik FFG-06hr) arasındaki farktır. Altı saatlik PFFT ürünleri 00, 06, 12 ve 18 UTC saatlerinde hesaplanarak güncellenmektedir. [11]



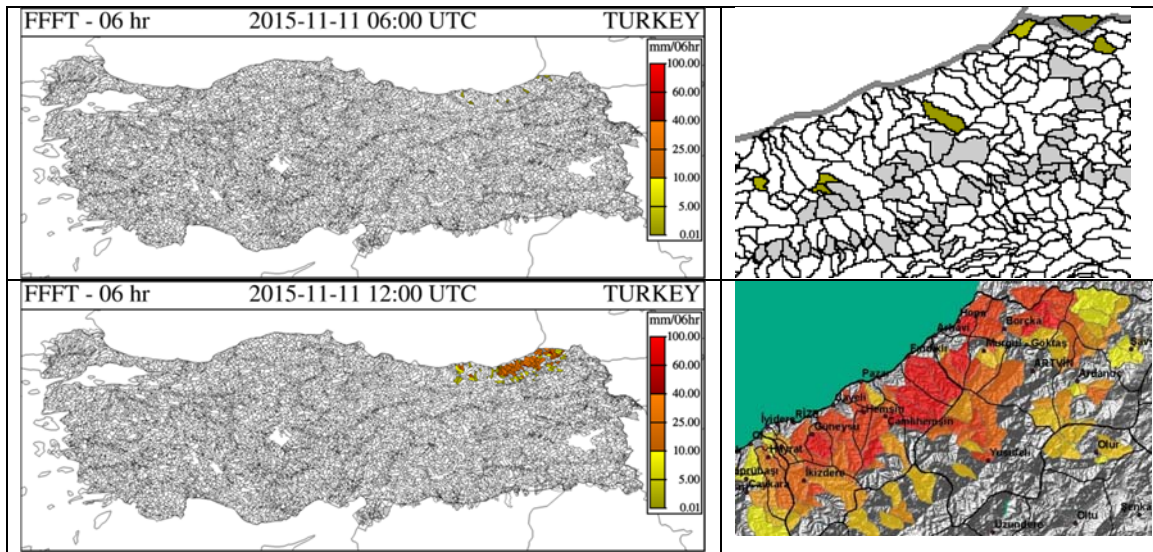


Şekil 16. PFFT-06hr Haritası, Türkiye'deki tüm alt havzalar için (a) ve büyütülmüş(b)

Şekil 16-b'de Borçka'da PFFT-06 hr haritasında sarı renkli (10 mm/6saat civarında) kodlanmıştır.

### 8.3.2. Tahmini Taşkın Tehlike Haritası (FFFT)

11 Kasım 2015 06:00 UTC tarihindeki FFFT 06 hr, her bir alt havza için 06:00UTC'deki 6 saatlik Birleştirilmiş Ortalama Alansal Yağış (Merged MAP 06 hr) miktarı ile 06:00UTC'deki 6 saatlik FMAP-06hr arasındaki farktır. Altı saatlik FFFT ürünleri 00, 06, 12 ve 18 UTC saatlerinde hesaplanarak güncellenmektedir. [11]

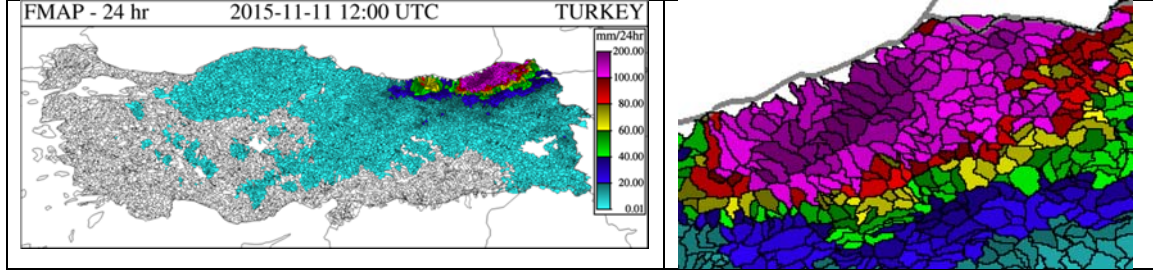


Şekil 17. FFFT-06hr Haritası, Türkiye'deki tüm alt havzalar için (a) ve çalışma alanı büyütülmüş(b)

Şekil 17'de Borçka'da maksimum saatlik yağışların meydana geldiği saatlere ait FFFT-06 hr haritasında sarı (10 mm/saat civarında) ve turuncu (40 mm/6saat civarında) ve kırmızı renkli (60 mm/6saat civarında) kodlanmıştır.

### 8.4. Tahmini Alansal Yağış Değeri (FMAP)

FMAP ürünü, ALADIN-ALARO nümerik hava tahmin modeli kullanılarak her bir alt havza için 1,3,6 ve 24 saatlik tahmini alansal ortalama yağışa çevrilerek elde edildiğinden havza bazında tahmini gelebilecek yağışı göstermektedir. Yağışın tahmini olarak ne kadar uzun sürebileceği ve büyüklüğü hakkında bilgiler vermektedir.



Şekil 18. FMAP-24hr Haritası, Türkiye'deki tüm alt havzalar için (a) ve çalışma alanı büyütülmüş(b)

Şekil 18'da Borçka'da FMAP-24 hr haritasında 11 Kasım 2015 12:00UTC'den itibaren mor renkte (100 mm/24 saatlik) tahmini yağışlar gözükmemektedir. Bu sonuçlar ALADIN-Alaro nümerik hava tahmin modeli verilerine göre yağışın devam edeceği anlamına gelmektedir.

## 7. SONUÇLAR

11-13 Kasım 2015 tarihleri arasında yurdun kuzeydoğu kesimlerinde görülen sel ve taşkın afeti nedeniyle 3 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, büyük oranda maddi zarar oluşmuştur. Bölge en yüksek yağış ortalamalarına sahip olmasına rağmen bu orografik yağışlardan çok fazla etkilenmiştir. İlçe Merkezi'nin dışındaki yağışların yer yer daha fazla miktarda olma ihtimali, yağışın zararının fazla olması ile birlikte değerlendirilebilir.

Cephesel yağışlar orografik yükseltinin etkisi ile çok daha fazla etkili olmaktadır, Onun için Doğu Karadeniz'in sahil kesimleri Türkiye'nin en yağışlı alanlarıdır. Bölge orografik yapısı itibarıyla bu yağışlar için son derece uygundur, çünkü kuzeyinde nemli ve açık olmayan bir deniz, en önemli yağış kaynağıdır.

Bölgede meydana gelen yağışlar, her zaman olabilecek yağışların tipik bir örneğidir. Hopa istasyonunda 5 dakikada (7 Temmuz 1988) 50, 24 saatte (23 Eylül 2012) 340 mm.'lik yağış bölgedeki yağış ekstremlerini açısından dikkate alınması gereken en önemli değerlerdir.

Türkiye'nin 24 saatlik yağış ekstremi 466 mm. ile Marmaris'e (1992) aittir, ancak 5 dakikadan yarım saate (90,9 mm) kadar yağış rekorları Hopa'ya aittir.

Bölge genelindeki yağışların tahmininde ve erken uyarı sisteminde bir sorun görünmemektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verdiği meteorolojik ihbarın açıklamasında, ilk defa "can kaybı" olabileceğinden bahsetmektedir.

Afetin temel gerekçesi; daha önce Hopa, Rize ve Ordu'da meydana gelen durumlarla aynıdır. Dere yataklarındaki yapılar ile bunların su ve sel geçişlerine uygun planlanmamaları en büyük sorun olarak görülmektedir. Her türlü yapı ve planlamalarda bölgenin yağış potansiyeli ve ekstrem değerleri, bölge topografyası ile birlikte bölgedeki herkes için dikkate alınacak birinci öncelik olmalıdır.



## KAYNAKLAR

- [1] Seyfried, M. S., and B. P. Wilcox, Scale and the Nature of Spatial Variability: Field Examples Having Implications for Hydrologic Modeling, *Water Resour. Res.*, 31(1), 173–184, doi:10.1029/94WR02025, 1995.
- [2] American Meteorological Society (AMS), Prediction and mitigation of flash floods (adopted by AMS Council on 14 Feb2000). *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 81, 1338–1340, 2000b.
- [3] Georgakakos Konstantine P., Realtime Flash Flood Predictions, *Journal of Geophysical Research*, 1987.
- [4] Georgakakos Konstantine P., Hydrometeorological Models for Realtime Rainfall and Flow Forecasting, *Water Resources Publications*, 2002.
- [5] T.M.Carpenter, J.A.Sperflage, K.P.Georgekakos, T.Sweeney, D.L.Fread, National Threshold Estimation Utilizing GIS in Support of Operational Flash Flood Warning Systems, *Journal of Hydrology*, 1999.
- [6] BSMEFFG Real-Time Product Console v.1.0, HRC, Release Date: June 2013: BSMEFFG Real-Time Product Console Operational Output Product Descriptions. [https://212.175.180.79/CONSOLE/page\\_reference\\_product\\_definitions.php](https://212.175.180.79/CONSOLE/page_reference_product_definitions.php)
- [7] Meteoroloji Genel Müdürlüğü Uygulama haritaları (Metcap Plus)  
<http://www.mgm.gov.tr>
- [8] Kömüştü, A. Umran, Erkan, Ayhan, Çelik, Seyfullah., Analysis of Meteorological and Terrain Features Leading to the İzmir Flash Flood. *Natural Hazards* 18: 1–25, 1988.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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
- [12] Bacanlı, H., Çelik, S., Görgeç, H., Deniz A. “7–9 eylül 2009 tarihleri arasında Marmara bölgesinin batısında ve Trakya’da meydana gelen sel felaketinin meteorolojik analizi” V. Atmosfer bilimleri sempozyumu, ITU, İstanbul 27-29 Nisan 2011
- [13] Çelik, S., Özalp, Y. “Sıcak yıllar meteorolojik kaynaklı afetler ve 2010 yılı” V. Atmosfer bilimleri sempozyumu, ITU, İstanbul 27-29 Nisan 2011
- [14] Kömüştü, A. Umran, Çelik S. “Analysis of the Marmara flood in Turkey, 7–10 September 2009: an assessment from hydrometeorological perspective” Natural Hazards March 2013, Volume 66,

[15] Çelik,S., Şahin, H., Aydın, B.,Öz Ö. “15 ve 21 Ağustos 2015 Tarihlerinde Çubuk ve Etimesgut'ta Meydana Gelen Fırtına ve Şiddetli Yağışın Analizi”II. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, Antalya 3-5 Kasım 2015

[16] Ulupınar Y., Çelik, S., Gülsoy, E., Akbaş A. İhsan., Köse S. “24 Ağustos 2015 Tarihinde Hopa'da Meydana Gelen Şiddetli Yağışın Meteorolojik ve Hidrometeorolojik Analizi " II. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, Antalya 3-5 Kasım 2015

[17] Turgu, E., Çelik, S., Özcan, H. “23 Şubat 2015 Tarihinde Çeşme'de Meydana Gelen Sel Felaketinin Lokal Bilgiler ve FFGS Ürünleriyle Taşkın Tahmini ve Analizi” II. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, Antalya 3-5 Kasım 2015