

[953]

GAZİANTEP SELLERİNİN TESBİTİ İÇİN UYDU TABANLI YAĞIŞ TAŞKIN İNDEKSİNİN ELDE EDİLMESİ

Ahmet Emre TEKELİ¹, Senayi DÖNMEZ²

¹Doç. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 18100, Çankırı, ahmetemretekeli@karatekin.edu.tr

²Doç. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 18100, Çankırı, sdonmez@karatekin.edu.tr

ÖZET

Taşkınlar insanlığı en çok tehdit eden doğal afetlerdir. Kısıtlı kurtarma zamanından dolayı da ani taşkınlar en tehlikelileridir. Ani taşkın olaylarının görülmesinde kurak/yarı-kurak ile nemli bölgeler aynı ihtimale sahiptirler. Türkiye'nin güney doğusunda bulunan ve yarı kurak iklime sahip olan Gaziantep ili ani taşkınlara maruz kalmaktadır. Ani olan bu olaylar can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. 24 Mayıs 2014 deki sel hadisesinde suya kapılan bir kişi vefat etmiştir. Sayısal hava tahmin modellerindeki gelişmelere rağmen, ani taşkınları tahmin etmek kolay değildir. Uydulardan elde edilen yağış verileri taşkınların öngörülmesinde yeni imkanlar sunmakta ve bir süredir sel tahminlerinde kullanılmaktadır. Tropikal Yağış Ölçüm Görev uydusu (Tropical Rainfall Measuring Mission -TRMM) 3B42RT verisi 3 saatlik zamansal ve 0.25°x0.25° yersel çözünürlükte yakın gerçek zamanda yağış şiddetini sağlamıştır. 3B42RT verilerinin Gaziantep sel hadiseleri sırasında yüksek yağış şiddet değerleri verdiği görülmüştür. Bu çalışmada, 2000-2014 aralığını kapsayan süre içerisindeki 3 saatlik 3B42RT verileri kullanılarak Gaziantep yağış taşkın indeksi (GATİ) elde edilmiş, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) dan elde edilen Gaziantep taşkınlarının zamansal ve mekânsal bilgileri ile uydu verilerinden elde edilen GATİ'nin karşılaştırılması yapılmıştır. Selin meydana geldiği yere bağlı olarak değişen GATİ'nin 0.99 ile 2.9 arasındaki değerleri ile Gaziantep selli 3B42RT verileri ile tespit edilebilmiştir. AFAD'dan elde edilen 6 sel hadisesinden 5 tanesi, 15 yılı kapsayan 3'er saatlik 3B42RT verileri ile, 0 ile 13 arasında değişen yanlış alarm sayıları ile gözlemlenebilmiştir. Kaçırılan 1 tane sel hadisesi sırasında 3B42RT verisi herhangi bir yağış göstermemiştir. GATİ'nin kolay hesap edilmesi, bu yaklaşımın halihazırda sonlandırılmış TRMM'i takip edecek görevlerde kullanımına imkan sağlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ani taşkın, Gaziantep, Uydu tabanlı yağış, TRMM

ABSTRACT

DERIVING SATELLITE BASED FLOOD PRECIPITATION INDEX FOR DETECTING GAZİANTEP FLOODS

Floods have been the most common natural disasters threatening the humanity. Due to the limited response time, flash floods are regarded as the most dangerous. Both arid/semi-arid and wet regions have the same probability of having flash floods. Gaziantep, a semi-arid city located in South Eastern of Turkey, is affected by flash floods. Such events cause loss of life and property. A person trapped in flood water died on the event of 24 May 2014. Despite the improvements in numerical weather forecasts, it is not easy to predict flash flood events. Satellite based rainfall estimations enabled new approaches and have been used in flood estimations. Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) provided 3B42RT near real time data that enabled 3 hourly rainfall rates over 0.25°x0.25° spatial resolution. It is seen that 3B42RT data indicated high rainfall intensities during Gaziantep floods. In this study, Gaziantep flood precipitation index (GFPI) is derived using the 3 hourly 3B42RT data covering the period from 2000-2014 and using the spatial and temporal flood information obtained from Prime Ministry Disaster and Emergency Management Authority (AFAD) comparisons of satellite based GFPI and ground truth is performed. 3B42RT data detected floods based on different GFPI values varying from 0.99 to 2.9 changing as a function of flood location. Out of 6 flood events obtained from AFAD 5 could be detected with different false alarm events varying from zero to 13 during the 15 year of 3 hourly 3B42RT data coverage. No rainfall was recorded in 3B42RT data during the missed flood event. GFPI is easy to implement to follow on missions of TRMM which is already terminated.

Keywords: Flash flood, Gaziantep, Satellite rainfall, TRMM

1.GİRİŞ

Afet; en geniş kapsamda, insan yaralanmalarına ve/ya hayatlarını yitirmelerine ve/ya çevreye zarar veren yada mal kaybına neden olan tehlikeli durum ve hadiseler olarak tanımlanmaktadır (EMA, 2002). Dolayısı ile afetler, insan faaliyetlerini kesintiye uğratmakta ve toplumu madden ve manen etkilemektedir (Ergünay, 1999).

Doğal ve insan kaynaklı olmak üzere iki kısma ayrılabilen (AFAD, 2016) afetlerden 31 tip doğal afetin 28 adedi meteorolojik hadiselerden kaynaklanmaktadır. Şiddetli konvektif yağışların yetersiz altyapı ve/ya yanlış şehirleşme gibi etkenlerle bir araya gelmesi sonucu sel, taşkın ve heyelanlar meydana gelebilmekte ve çok sayıda can ve mal kaybına neden olmaktadır. Taşkınlar, özellikle de kısıtlı kurtarma zamanından dolayı ani taşkınlar, insanlığın

büyük kesimini etkileyen ve küresel olarak en çok karşılaşılan afetlerin başında gelmektedir (World Disasters Report, 2003). Taşkın uyarı sistemlerinin bu tür afetlerin tahmin edilerek hayat kurtarma ve mal zayıatlarını en aza indirmede en iyi yöntemler olduğu vurgulanmaktadır (Negri ve diğ., 2005). Hapuarachchi ve diğ. (2011) ve Alfieri ile Thielen (2012) çok kullanılmakta olan ani taşkın yöntemlerini özetlemişler ve yağış karşılaştırma metodunun istediği yağış miktar tahmini (YMT) ile basit olmasına rağmen güzel sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Her ne kadar klasik yer-gözlem yağış ölçerleri YMT'nin elde edilmesinde temel teşkil etse de (Negri ve diğ., 2005), Asante ve diğ., (2007) klasik yer-gözlem yağış ölçerlerinin, gerek taşkın sırasında veri iletiminde yaşanan olumsuzluklar gerekse taşkın sonrası ekipman ve tesis tamirlerinden dolayı bir takım dezavantajlar içerdiklerini belirtmiştir. Dolayısı ile gerek yer tabanlı gerekse uydu tabanlı uzaktan algılama sistemlerinin yağış tahminlerinde kullanımı, hem araştırma hem de operasyonel çalışmalarda artmaktadır (Wardah ve diğ. 2008). Gerçek zamanda alınan ve işlenen uydu görüntülerinden uygun zamansal (30 dakika- 3 saat) ve mekânsal (kilometre-birkaç kilometre) çözünürlükte yakın gerçek zamanlı yağış şiddetleri elde edilebilmektedir (Hong ve diğ. 2007).

Çalışmada, Gaziantep ilinde gözlemlenmiş sel olayları; Tropikal Yağış Ölçüm Görevi Uydusunun (Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM) Çok Uydulu Yağış Analizi (Multi Satellite Precipitation Analysis – TMPA) gerçek zamanlı (Real Time –RT) 3B42RT verileri kullanılarak incelenmiştir.

2.ÇALIŞMA ALANI

Güneydoğu Anadolu Bölgemiz’de yer alan Gaziantep ili çalışma alanını oluşturmaktadır. Gaziantep’te karasal ve Akdeniz ikliminin karışımı görülmekte, yaz ayları ile Eylül ayı çok sıcak olmaktadır. Bu süre zarfında yağış olayları çok az gözlemlenmekte, en çok yağış ise Aralık-Şubat zaman diliminde kayıt edilmektedir. AFAD (2016) dan elde edilen bilgilere göre 2000 yılından sonra meydana gelen sel olayları Çizelge 1’de belirtilmiş, internet taraması sonucu bulunan 2014 sel hadisesi de Çizelge 1’e eklemiştir.

Çizelge 1. 2000 yılından sonra Gaziantep ilimizde gözlenmemiş sel hadiseleri

Tarih	İl	İlçe	Köy
4/8/2002	Gaziantep		
3/8/2005	Gaziantep	Şahinbey	Şahinbey
2/6/2007	Gaziantep	ŞehitKamil	ŞehitKamil
3/10/2010	Gaziantep	Yavuzeli	Yavuzeli
11/12/2010	Gaziantep		
24/05/2014	Gaziantep		

3.VERİ SETİ

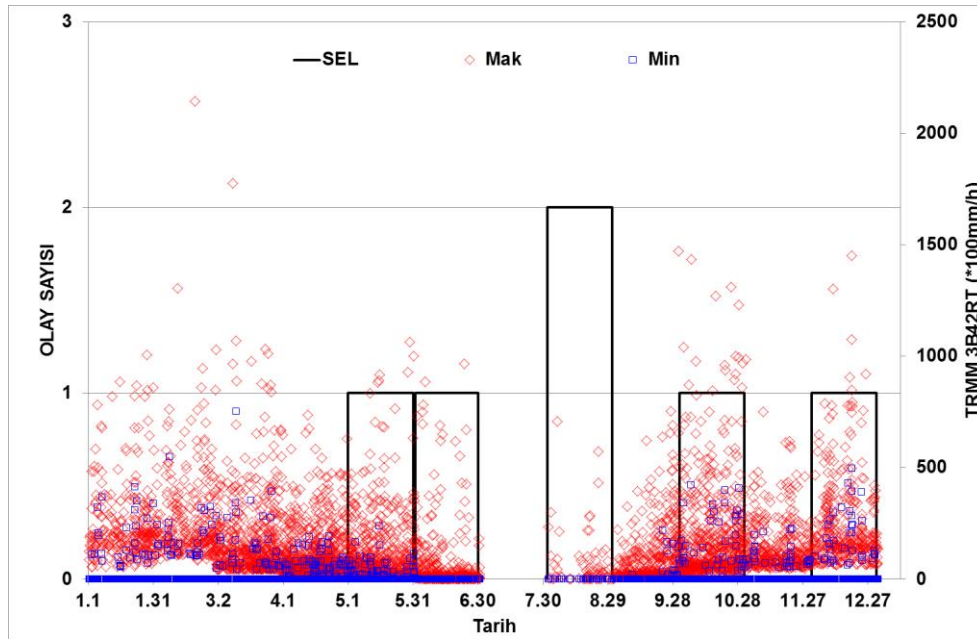
TRMM 3B42RT, 3 saatlik zamansal ve 0.25° mekansal çözünürlükte, 50° Kuzey ve 50° Güney enlemleri arasında mikrodalga ve infrared kanallardaki uydu verilerini kullanarak yağış tahmini yapmaktadır (Wanders ve diğ. 2015). En son güncellemeleri içeren sürüm 7 (v7) (Duan ve Bastiaanssen, 2013) bu çalışmada kullanılmıştır. TRMM ve ürünleri hakkındaki detaylı bilgi TRMM internet sayfasından elde edilebilir (TRMM, 2016). Şekil 1’de, 2000-2014 yılları arasındaki 3B42RT verilerindeki maksimum ve minimum yağış şiddetleri ile Gaziantep ilinde 2000 yılından sonra gözlemlenmiş taşkınların aylık dağılımları verilmiştir.

4.METODOLOJİ

Uzun yıllar (2000-2014) 3 saatlik TRMM 3B42RT verileri kullanılarak, Gaziantep Taşkın İndeksi (GATİ) elde edilmiştir. Formülü Eşitlik 1 de verilen GATİ, Alfieri ve diğ. (2011)’de tanımlanan Avrupa Yağış Klimatoloji İndeksi (EPIC)’ne benzese de, hesaplamada temel farklılıklar bulunmaktadır.

$$GATİ = \frac{P_i}{\sum_{j=1}^N (MaxP_j)} \quad (1)$$

P_i , TRMM 3B42RT verilerinden elde edilen 3 saatlik yağış şiddet değerlerini içermektedir. Payda, P_i lerin maksimum değerlerinin ortalamasını, N ise yıllık veri seti sayısını göstermektedir. EPIC’de kullanılan yıllık maksimumlar yerine GATİ’de aylık maksimumlar kullanılmıştır. Çizelge 2 de maksimum P_i ler ve ortalamaları gösterilmiştir.



Şekil 1. 2000 yılından sonra Gaziantep'te gözlemlenmiş sel hadiseleri ve 3B42RT dan elde edilen maksimum (Mak) ve minimum (Min) yağış şiddet değerleri.

Çizelge 2. GATİ hesaplanmasında kullanılan maksimum P_i ler ve ortalamaları

Mak 3 saatlik yağış şiddeti (mm/s)	Mayıs	Haziran	Ağustos	Ekim	Aralık
2000	1.45	0.44	0.42	5.34	1.62
2001	1.83	0.14	0.01	2.93	0.87
2002	3.33	1.06	0.72	4.20	3.95
2003	7.65	0.73	0.01	8.91	4.20
2004	1.35	0.26	0.01	3.37	6.26
2005	0.36	1.81	3.00	3.57	1.93
2006	1.90	1.50	0.52	3.31	1.70
2007	7.04	6.95	2.79	1.99	1.95
2008	5.99	0.28	0.79	3.43	4.85
2009	2.21	3.50	0.00	3.99	1.91
2010	6.99	1.70	0.00	7.51	3.35
2011	4.20	8.86	2.86	2.46	2.93
2012	3.24	2.76	2.34	11.97	5.44
2013	5.60	4.28	0.19	3.42	3.49
2014	5.42	0.77	0.00	3.98	5.83
Ortalama	3.90	2.34	1.10	4.69	3.35

GATİ'lerin hesaplanmasında sel olaylarının olduğu düşünülen TRMM 3B42RT piksel lokasyonları dikkate alınmıştır. Dikkate alınan piksel yerleri Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Gaziantep ilimiz üzerindeki TRMM 3B42RT pikselleri ve sel olaylarının oluştuğu düşünülen yerler.

5.BULGULAR

Şekil 1’de TRMM 3B42RT verilerinin Ekim ve Aralık aylarında yüksek değerler verdiği görülmektedir.

Sellerin gözlemlendiği aylar ve olayların meydana geldiği pikseller (Şekil 2) için GATİ’ler 3’er saatlik zaman dilimlerini içeren ve 2000-2014 yılları arasında kapsayan TRMM 3B42RT verileri için Eşitlik 1 ve Çizelge 2 deki değerler kullanılarak hesaplanmıştır. Alfieri ve diğ. (2011) çalışmalarında EPIC değerlerini akım verileri ile ilişkilendirerek EPIC için 1 ve 1.5 değerlerini kullanmışlardır. Bu çalışmada akım verileri mevcut olmadığı için, analizler hesaplanan GATİ değerleri üzerinden yapılmıştır. Mayıs ayı için hesaplanmış ve 1 den büyük olan GATİ’ler Çizelge 3 de sunulmuştur.

Çizelge 3. Mayıs ayı için hesaplanmış ve 1 den büyük GATİ değerleri

Tarih	Saat	GATİ
16/05/2003	15:00	1.75
22/05/2003	15:00	1.96
13/05/2007	12:00	1.80
17/05/2007	15:00	1.52
15/05/2008	09:00	1.53
17/05/2008	18:00	1.11
28/05/2010	15:00	1.79
12/05/2011	15:00	1.08
11/05/2013	00:00	1.43
22/05/2014	15:00	1.39

GATİ’nin 1’e eşit ve büyük olma durumunda 10 sel hadisesi öngörülmüştür. 2014 mayıs ayında gözlemlenmiş sel hadisesinden yola çıkarak Mayıs ayı için eşik GATİ değerini 1.39 olarak tespit edersek, bu durumda öngörülen sel hadise sayısı 8 olacaktır. Haziran ayına ait GATİ hesaplama sonuçları Çizelge 4 de özetlenmiştir.

Çizelge 4. Haziran ayı için hesaplanmış ve 1 den büyük GATİ değerleri

Tarih	Saat	GATİ
01/06/2007	15:00	1.17
04/06/2007	12:00	2.98

24/06/2009	15:00	1.50
01/06/2011	06:00	1.02
05/06/2011	15:00	3.79
24/06/2012	15:00	1.05
25/06/2012	15:00	1.18
09/06/2013	15:00	1.83

Haziran ayı için GATİ'nin 1'e eşit ve büyük olma durumunda 8 sel hadisesi öngörülmüştür. Çizelge 5 de Ağustos ayına ait 1 den büyük GATİ'ler sunulmuştur.

Çizelge 5. Ağustos ayı için hesaplanmış ve 1 den büyük GATİ değerleri

Tarih	Saat	GATİ
02/08/2005	15:00	2.64
20/08/2007	12:00	2.45
20/08/2011	15:00	1.92
20/08/2011	15:00	2.51
01/08/2012	15:00	2.06

GATİ'nin 1'den büyük olması durumunda 5 taşkın hadise beklenmektedir. 2005 yılında gözlemlenmiş 2.6 değeri eşik GATİ olarak alınırsa, yanlış uyarı verilmeden sel öngörüsü yapılabilmektedir. Ekim ayları için hesaplanmış ve 1 den büyük olan GATİ'ler Çizelge 6 da verilmiştir.

Çizelge 6. Ekim ayı için hesaplanmış ve 1 den büyük GATİ değerleri

Tarih	Saat	GATİ
08/10/2000	15:00	1.14
28/10/2003	12:00	1.90
03/10/2010	03:00	1.13
14/10/2010	18:00	1.60
15/10/2010	09:00	1.04
06/10/2012	06:00	1.15
24/10/2012	21:00	2.55

Çizelge 6'da görüldüğü gibi GATİ'nin 1 den büyük 7 değeri 7 sel hadisesini öngörmektedir. 2010 Ekim ayında gözlemlenmiş sel kullanılarak eşik GATİ 1.13 alınır ise, 6 sel hadisesi öngörülmüş olacaktır. Çizelge 7'de Aralık ayına ait 1'den büyük GATİ değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 7. Aralık ayı için hesaplanmış ve 1 den büyük GATİ değerleri

Tarih	Saat	GATİ	Tarih	Saat	GATİ	Tarih	Saat	GATİ
19/12/2002	15:00	1.18	07/12/2008	06:00	1.45	19/12/2012	18:00	1.62
19/12/2002	18:00	1.12	11/12/2010	03:00	1.00	20/12/2012	00:00	1.10
14/12/2003	21:00	1.25	17/12/2012	21:00	1.29	21/12/2013	12:00	1.04
24/12/2004	03:00	1.87	18/12/2012	21:00	1.07	09/12/2014	09:00	1.74
24/12/2004	06:00	1.56	19/12/2012	15:00	1.48			

6.SONUÇLAR

Gaziantep ilimizdeki sel olayları TRMM 3B42RT verileri ile incelenmiştir. 3B42RT verilerin sel hadiselerinin gözlemlendiği aylarda daha yüksek değerler verdiği bulunmuştur.

3B42RT verileri kullanılarak Gaziantep Taşkın İndeksi (GATİ) değerleri hesaplanmıştır. Literatürdeki çalışmalarda GATİ'ye benzer olanlar incelenmiş ve 1 den büyük durumların taşkın tahmini için kullanılabilceği görülmüştür. Mayıs ayı için 10, Haziran için 8, Ağustos için 5, Ekim için 7 ve Aralık için 14 ayrı durum için GATİ 1 den büyük değerler göstermiştir.

GATİ değerleri Gaziantep'te yaşanmış sel hadiseleri ilişkilendirilip, eşik GATİ değerleri, Mayıs ayı için 1.39 seçilir ise sel uyarı durumları 8 olaya inecek ve 2 yanlış sel uyarısı kaldırılmış olacaktır. Benzer şekilde Ağustos ayı GATİ değeri 2.6 alınır ise 4 yanlış uyarı engellenip 1 uyarı verilecektir. Ekim ayında GATİ'nin 1.13 alınması 1

yanlış uyarıyı kaldıracaktır. Haziran ve Aralık ayları için bir iyileştirme sağlanamamıştır. Çalışmada sadece yağış şiddeti incelenmiş olup taşkınları doğuran diğer etkiler dikkate alınmamıştır. Sonraki çalışmalarda dikkate alınacak bu parametreler ile yanlış sel öngörülerinin kaldırılacağı beklenmektedir. Ayrıca, benzer yapılan/yapılacak çalışmaların daha başarılı olabilmesi için sel vakaları hakkında gerek yersel gerek zamansal bilgilerin en doğru şekilde elde edilebilmesi büyük önem arz etmektedir. Olaydan etkilenen yerlerin tespiti konusunda GPS kullanımı ve bu verilerin araştırmacılar ile paylaşımı bu tarz çalışmalara katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

AFAD, 2016, <https://www.afad.gov.tr/tr/IcerikListele.aspx?ID=153> (13.07.2016).

Alfieri, L., Thielen, J., 2012, A European precipitation index for extreme rain-storm and flash flood early warning. *Meteorological Applications* 22:3-13 doi:10.1002/met.1328

Alfieri, L., Velasco, D., Thielen, J., 2011, Flash flood detection through a multi-stage probabilistic warning system for heavy precipitation events. *Adv. Geosci.* 20:69-75

Asante, K.O., Dezanove, R.M., Artan, G., Lietzow, R., Verdin, J., 2007, Developing a flood monitoring system from remotely sensed data for the Limpopo Basin, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45(6), 1709–1714.

Duan, Z., Bastiaanssen, W.G.M., 2013, First results from Version 7 TRMM 3B43 precipitation product in combination with a new downscaling-calibration procedure, *Remote Sensing of Environment*, 131 (1-13).

EMA, 2002, *Hazards, Disasters and Survival* (Emergency Management Australia, Dickson-Australia)

Ergünay, O., 1999, Acil yardım planlaması ve Afet yönetimi, *Uzman Dergisi*,6(7)

Hapuarachchi, H.A.P., Wang Q.J., Pagano, T.C., 2011, A review of advances in flash flood forecasting. *Hydrological Processes*, 25(18): 2771-2784.

Hong, Y., Adler, R., Negri, A., & Huffman, G., 2007, Flood and landslide applications of near real-time satellite rainfall products, *Natural Hazards* 43(2): 285-294.

Negri, A.J., Burkardt, N., Golden, J. H., Halverson, J.B., Huffman, G.J., Larsen, M.C., McGinley, J.A., Updike, R.G., Verdin, J.P., Wiczorek G.F., 2005, The hurricane-flood-landslide continuum, *Bulletin of the American Meteorological Society* 86(9): 1241-1247.

TRMM, 2016, <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> ,(13.07.2016)

Wanders, N., Pan, M., Wood, E.F., 2015, Correction of real time satellite precipitation with multi sensor satellite observations of land surface variables, *Remote Sensing of Environment*, 160 (206-221).

Wardah, T., Abu Bakar, S.H., Bardossy, A. & Maznorizan, M., 2008, Use of geostationary meteorological satellite images in convective rain estimation for flash-flood forecasting, *Journal of Hydrology* 356(3–4): 283-298.

World Disasters Report, 2003, *Focus on ethics in aid*, (Geneva-Switzerland)