

## MEGA ŞEHİR İSTANBUL'UN FIRTINALARININ ARAŞTIRILMASI

<sup>1</sup>Emrah Tuncay ÖZDEMİR

<sup>1</sup>Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149, Yeşilköy, İSTANBUL  
<sup>1</sup>etozdemir@mgm.gov.tr

(Geliş/Received: 05.08.2017; Kabul/Accepted in Revised Form: 08.11.2017)

**ÖZ:** Bu çalışmada İstanbul'da bulunan 10 meteoroloji istasyonunun 1970 ile 2016 yılları arasında meydana gelen fırtınaları araştırılmıştır. 47 yıllık periyotta 301 gün, fırtınalı gün olarak tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak değerlendirdiğimizde fırtınaların % 60.1 Kış, % 12.6 İlkbahar, % 4.0 Yaz ve % 23.3 Sonbahar mevsimlerinde meydana gelmiştir. 47 yıllık periyotta yıllık ortalama fırtınalı gün sayısı 6.4 ve hamle değeri en yüksek 32.9 m/s rüzgar şiddetiyle Şile Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülmüştür. Fırtına sayısı ve şiddetinde azalan yönde lineer trend bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Atatürk Uluslararası Havalimanı, Fırtına, Hamle, Rüzgâr

### Investigation of the Storms of Mega City Istanbul

**ABSTRACT:** In this study, the storms between 1970 and 2016 the 10 meteorological stations in Istanbul were investigated. It has been determined 301 days in 47 years period as stormy days. When we evaluated seasonally, 60.1% of the storms occurred in winter, 12.6% in spring, 4.0% in summer and 23.3% in autumn. The average number of stormy days is 6.4 per year for a 47 year period. The value of the gust wind measured with a maximum wind speed of 32.9 m/s was at the Şile Meteorology Station. There is a linear decreasing trend in the number of stormy days and intensity of the storms within the study period.

**Key Words:** Atatürk International Airport, Storm, Gust, Wind

### GİRİŞ (INTRODUCTION)

Fırtınalar canlıların günlük yaşantılarını olumsuz yönde etkileyen meteorolojik hadiselerden biridir. Özellikle İstanbul gibi nüfusu yaklaşık 15.000.000 kişiye ulaşan mega şehirlerde meydana gelen fırtınalar hava, deniz ve kara ulaşımını olumsuz yönde etkilediği gibi, fırtınalar sonucu meydana gelen çatı uçmaları, ağaç ve reklam tabelaları devrilmeleri gibi olaylar nedeniyle yaralanmalara hatta ölümlere neden olmaktadır.

Rüzgârlar hava hareketleri sonucu meydana gelir. Rüzgar şiddetinin artarak belirli bir eşik değerlerine ulaşması, doğa üzerinde farklı etkiler oluşturmaktadır. Gözlemlediğimiz alandaki rüzgarın doğa üzerinde yaptığı etki göz önünde bulundurularak elde edilen eşik değerleri, fırtına olarak tabir ettiğimiz meteorolojik hadisenin başlangıç değeri olmaktadır. Fujita, rüzgarın doğa üzerindeki etkilerine ek olarak insan yapımı ev, araba gibi... nesnelere üzerine yaptığı etkiyi de incelemiştir (Fujita, 1981). Bulduğu sonuçları değerlendirerek kendi adını verdiği Fujita Skalası'nı bilim dünyasına kazandırmıştır. Ertüre (1974-1977) makalesinde 1930 yıllarında Fransız ve Alman meteorologlarının kabul ettiği 13.0 m/s değerinin fırtına başlangıç değeri olduğundan bahsetmektedir. Saaroni ve diğ. 1998' de İsrail için yaptıkları çalışmalarında saatlik ortalama rüzgar şiddetinin 15.5 m/s 'den büyük olması koşulunu fırtına

başlangıç değeri olarak kabul etmişlerdir. Benzer şekilde Deniz ve ark. 2013'de Marmara Bölgesi için yaptıkları çalışmada bu değeri kullanmışlardır.

Türkiye'de yapılan bilimsel çalışmalarda çoğunlukla saatlik ortalama rüzgar şiddeti değerinin 17.2 m/s değerine karşılık gelen rüzgar şiddeti fırtına başlangıç değeri olarak kabul edilmektedir. Bu değer "Bofor Skalası"nda 8 kuvvetine karşı gelir ve fırtınanın başlangıç değeridir. Bu değer ve Bofor Skalası'ndaki diğer değerler kullanılarak yapılan farklı araştırma çalışmaları mevcuttur (Ertüre 1974-1977; Engin, 2004; Öztürk, 2010).

Bu çalışmada saatlik ortalama rüzgar değerleri yerine rüzgar hamle değerleri 25.8 m/s'in üzerindeki değer fırtına başlangıç değeri olarak kullanılmıştır. Bu değer 50 knot'ın üzerindeki rüzgar değerlerine de karşılık gelmektedir. Sirdas ve diğ. 2017 de yaptıkları çalışmada 18 Nisan 2012 tarihinde Türkiye'yi etkileyen siklon geçişini incelemişler ve soğuk cephe geçişi sırasında meydana gelen hamleli rüzgarların 50 knot'ın üzerinde olduğunu saptamışlardır. Bu ani rüzgar şiddeti artışı Türkiye genelinde ölümlere, yangınlara, yaralanmalara, hava, kara ve deniz ulaşımında aksaklıklara neden olmuştur. Saatlik ortalama rüzgarın 17.2 m/s 'den daha az olduğu bu hamleli rüzgar, meteorolojik kayıtlarında fırtınalı gün olarak geçmemektedir. Hasarın maksimum olduğu bir gün olan 18 Nisan 2012 tarihinin de değerlendirilmesi için bu çalışmada hamle değerleri kullanılmıştır. Özdemir ve Deniz (2016)'da Esenboğa Uluslararası Havalimanı için yaptıkları çalışmada bu değeri kullanmışlardır.

Bu makalenin amacı iklim değişikliğine paralel olarak fırtınalarda meydana gelen azalmaya veya artmaya dikkat çekmektir. Burada Türkiye'nin en büyük şehri olan mega kent İstanbul'un fırtınaları incelenmektedir. Çalışma kapsamında İstanbul'daki bütün sinoptik, klima istasyonları ve havalimanlarının rüzgar hamle değerleri 1970-2016 yılları arasındaki 47 yıllık periyot için incelenmiştir. Bu yayın, rüzgar hamlesinin 25.8 m/s'in üzerindeki değerlerinin fırtına olarak kabul edilmesi ile Türkiye'de klimatolojik olarak yapılan çalışmaların ilkinin oluşturmaktadır.

#### **METOD, VERİ VE ÇALIŞMA ALANI (METHOD, DATA AND WORKING AREA)**

Saaroni ve ark. (1998)'de fırtına tanımını yapabilmek için gerekli olan aşağıdaki üç şartı göz önüne almışlardır:

- I ) 10 dakikalık ortalama rüzgar şiddetinin 17.5 m/s (34 kt)'den büyük olması
- II ) Rüzgar hamlesinin 25.8 m/s (50 kt)'dan büyük olması
- III ) Saatlik ortalama rüzgar şiddetinin 15.5 m/s (30 kt)'den büyük olması

Bu şartlardan birisi olan "Rüzgar hamlesinin 25.8 m/s (50 knots)'dan büyük olması" koşulu bu makalede kullanılmıştır (Deniz ve diğ., 2013; Özdemir ve Deniz, 2016; Sirdas ve diğ., 2017).

Benzer şekilde bu eşik değeri, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA-National Oceanic and Atmospheric Administration) tarafından da tanımlanmış olan yüksek şiddetli rüzgar hadisesinin (high wind event) değerine karşılık gelmektedir (NWS, 2017). Bu konuda yapılmış farklı bilimsel çalışmalar da bulunmaktadır (Lacke ve diğ., 2007; Ashley ve Black, 2008; Knox ve diğ., 2011).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden İstanbul için elde edilen 1970-2016 yılları arasındaki 47 yıllık kuvvetli rüzgar ve fırtına devam saatleri ile maksimum rüzgar değerleri bu çalışmada göz önüne alınmıştır. Herhangi bir gün içinde maksimum rüzgar şiddeti 25.8 m/s'in üzerinde ise o güne ait en yüksek hamle değeri olarak kabul edilmiş ve o gün fırtınalı gün olarak belirlenmiştir. Fırtınaya neden olan atmosferik olay konvektif olabileceği gibi, konvektif olmayan sistemlerle birlikte de gelişebilir. Bu çalışma içinde bu sınıflandırma yapılmamıştır. Bu sınıflandırmanın yapılamayışının sebebi fırtınalarla birlikte bazı istasyonlarda hadise kayıtlarının hiç olmayışı veya fırtına olan istasyonlarda da bu hadiselere ulaşmanın zorluğu ve de imkansızlığıdır.

Her bir istasyona ait fırtınalı günler saptanmış, zaman serileri oluşturulmuş, analizleri yapılmıştır. Analizlerde meteoroloji istasyonlarının yıllara ve aylara göre grafikleri çizilerek trend analizi yapılmıştır. Fırtınalı günlerin yön grafikleri de ayrıca analiz edilmiştir. Yön bilgileri N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, ve NNW olmak üzere 16 yön üzerinden

değerlendirilmiştir. Zaman serisi oluşturmayacak ve yetersiz bilgilere sahip olan meteoroloji istasyonları için grafik verilmeden değerlendirme ve analiz yapılmıştır.

Analiz bölümünün son kısmında meteoroloji istasyonlarının fırtınalı günlerinin birleştirilmesi sonucu elde edilen yeni değerler kullanılarak Mega Şehir İstanbul'daki 47 yıllık fırtınaların tek bir grafikte gösterimi sağlanmış olup yıllara ve aylara göre analizleri yapılmıştır. Fırtınalı günlerin birleştirilmesinde; her hangi bir istasyonda bir gün fırtına meydana gelmişse o gün İstanbul'da fırtınalı gün olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı günde birden fazla meteoroloji istasyonunda fırtına meydana gelmişse, en yüksek rüzgar hamle değerine sahip olan istasyonun rüzgar şiddeti o güne ait en yüksek hamle değeri olarak kabul edilmiştir.

Çalışma alanında bulunan sinoptik, klima istasyonlarından ve havalimanlarındaki gözlemlerden, elde edilen verilerin periyodu ve istasyon bilgileri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Ayrıca bu meteoroloji istasyonlarının konumları da Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** İstanbul Mega Şehri'nde bulunan meteoroloji istasyonları bilgileri ve veri aralığı

*Table 1. The information and data range of the meteorological stations in Mega City Istanbul*

İstasyon No	İstasyon Adı	İlçe	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Veri Aralığı
17059	KUMKÖY - KİLYOS	Sarıyer	41.2505	29.0384	38	1970 - 2016
17061	SARIYER	Sarıyer	41.1464	29.0502	59	1970 - 2016
17062	KADIKÖY - RIHTIM	Kadıköy	40.9883	29.019	5	1970 - 2016
17610	ŞİLE	Şile	41.1688	29.6007	83	1970 - 2016
17636	FLORYA	Bakırköy	40.9758	28.7865	37	1970 - 2016
17065	SAMANDIRA HAVALİMANI	Sancaktepe	40.9866	29.2135	123	2007 - 2016
17603	FATİH - İST. DEN. BİL. ENS.	Fatih	41.0155	28.9601	10	2007 - 2016
17060	ATATÜRK HAVALİMANI	Bakırköy	40.9819	28.8208	33	2008 - 2016
17063	SABIHA GÖKÇEN HAVALİMANI	Pendik	40.8977	29.3033	99	2008 - 2016
17064	İSTANBUL BÖLGE	Kartal	40.9113	29.1558	18	2008 - 2016

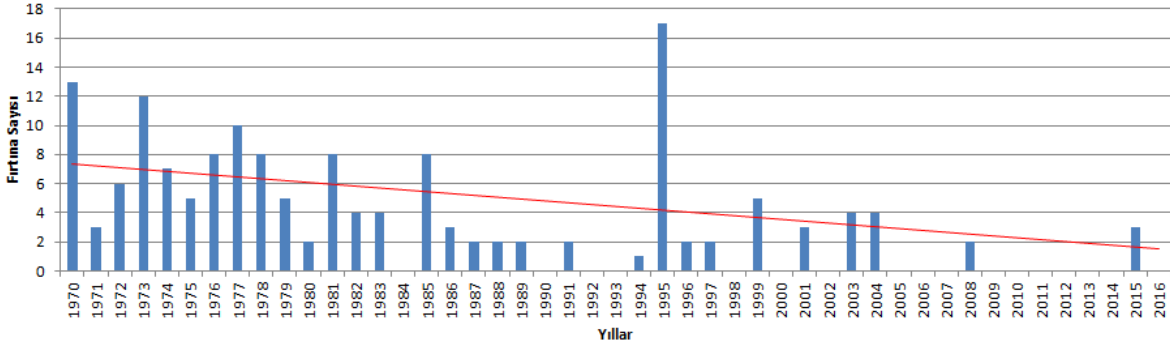


**Şekil 1.** İstanbul Mega Şehri'nde bulunan meteoroloji istasyonlarının konumları

*Figure 1. Locations of meteorological stations in Mega City Istanbul*

## ANALİZ (ANALYSIS)

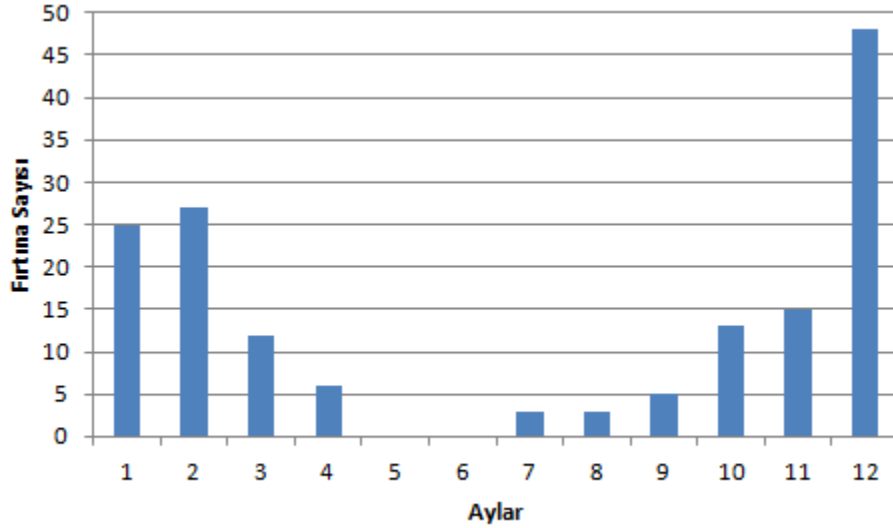
Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki 47 yıllık verilerini incelediğimizde toplam 157 gün fırtına meydana gelmiştir (Şekil 2). 1995 yılında 17 gün fırtınalı gün olarak kaydedilmiş, 1995 yılı en fırtınalı yıl olmuştur. 13 günle 1970 yılı ikinci en fazla sayıda fırtınanın görüldüğü yıl olmuştur. 2005 ile 2014 yılları arasında 6 yıl boyunca hiç fırtına meydana gelmemiştir. Şekil 2' de kırmızı çizgiyle gösterildiği gibi azalan yönde trend vardır.



Şekil 2. Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günler sayısı

Figure 2. Number of stormy days in Kumköy Meteorology Station between 1970 and 2016

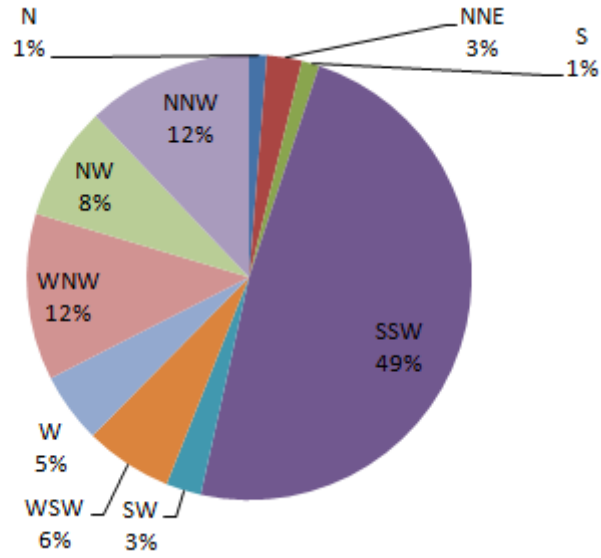
Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nda en fazla fırtına 48 günle Aralık ayında görülmüştür (Şekil 3). Mayıs ve Haziran aylarında fırtına görülmemiştir.



Şekil 3. Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki aylara göre fırtınalı günler sayısı

Figure 3. Number of stormy days per month in Kumköy Meteorology Station between 1970 and 2016

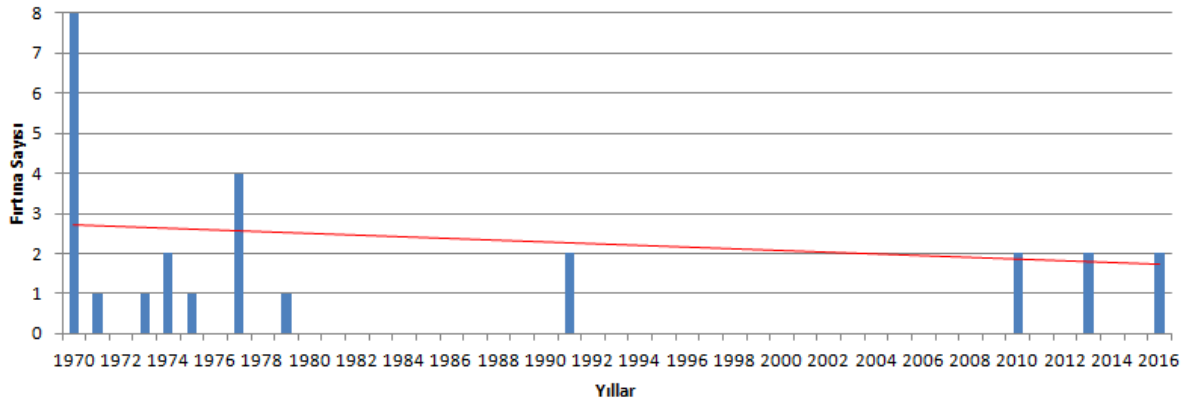
Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nda % 49'lük oranla en fazla fırtına SSW yönünde meydana gelmiştir (Şekil 4). 18 ve 19 Nisan 1981 tarihleri en büyük hamle değerine sahip olan günler olmuştur. Bu iki günde de rüzgar SSW yönünden 32.7 m/s değerine ulaşmıştır.



**Şekil 4.** Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günlerdeki rüzgarın yönlere göre esme yüzdesi

*Figure 4.* Percentage of wind direction on stormy days in Kumköy Meteorology Station between 1970 and 2016

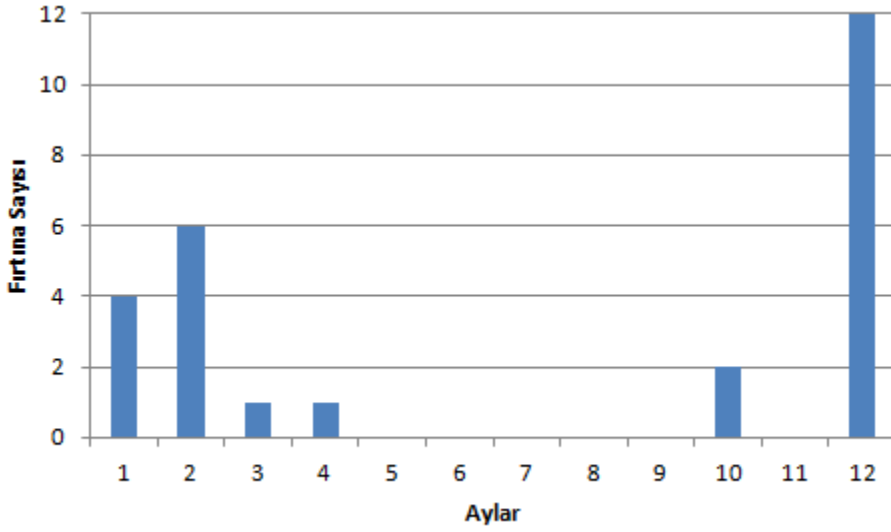
Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda toplam da 26 gün fırtına meydana gelmiştir (Şekil 5). En fazla fırtına 8 gün ile 1970 yılında oluşmuştur. 1992 ile 2009 yılları arasındaki 18 yıl boyunca hiç fırtınaya rastlanılmamıştır. Şekil 5' de kırmızı çizgiyle gösterildiği gibi azalan yönde trend vardır.



**Şekil 5.** Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günler sayısı

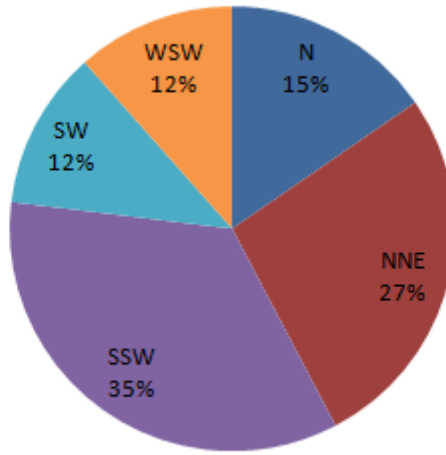
*Figure 5.* Number of stormy days in Sarıyer Meteorology Station between 1970 and 2016

Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda en fazla fırtına 12 günle Aralık ayında görülmüştür (Şekil 6). Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında hiç fırtına görülmemiştir.



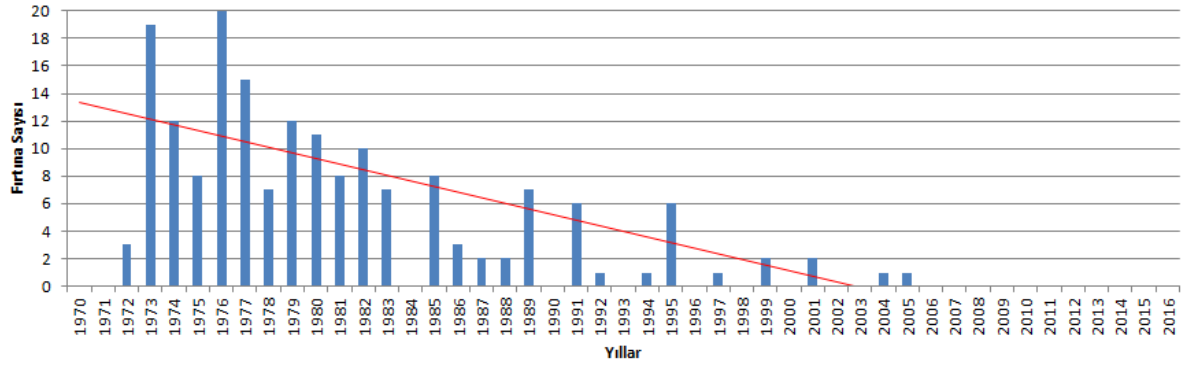
**Şekil 6.** Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki aylara göre fırtınalı günler sayısı  
*Figure 6.* Number of stormy days per month in Sarıyer Meteorology Station between 1970 and 2016

Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda % 35'lük oranla en fazla fırtına SSW yönünde meydana gelmiştir (Şekil 7). 17 Ocak 1970 tarihi en yüksek hamle değerine sahip olan gün olmuştur. Bu günde rüzgar SSW yönünden 31.5 m/s rüzgar şiddetine ulaşmıştır.



**Şekil 7.** Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günlerdeki rüzgarın yönlere göre esme yüzdesi  
*Figure 7.* Percentage of wind direction on stormy days in Sarıyer Meteorology Station between 1970 and 2016

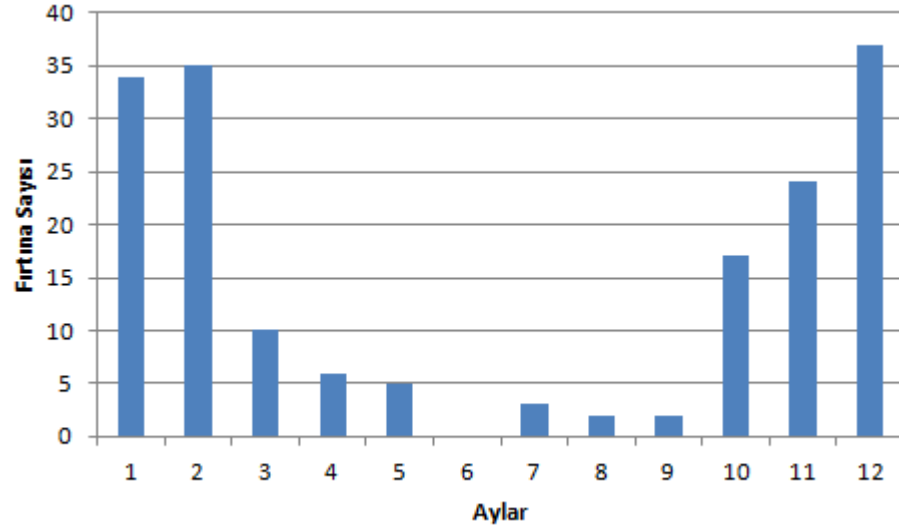
Şile Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki 47 yıllık verilerini incelediğimizde toplam 175 gün fırtına meydana gelmiştir (Şekil 8). 1976 yılında 20 gün fırtınalı gün meydana gelerek 1976 yılı en fırtınalı yıl olmuştur. 19 günle 1973 yılı ikinci en fazla fırtınanın görüldüğü yıl olmuştur. 2006 ile 2016 yılları arasında 11 yıl boyunca hiç fırtına meydana gelmemiştir. Şekil 8'de kırmızı çizgiyle gösterildiği gibi azalan yönde trend vardır.



Şekil 8. Şile Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günler sayısı

Figure 8. Number of stormy days in Şile Meteorology Station between 1970 and 2016

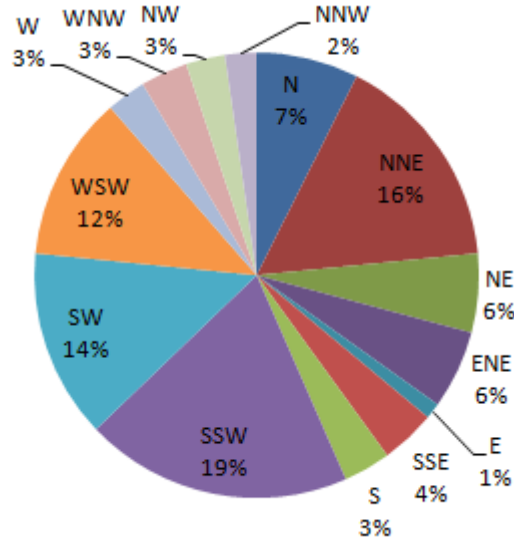
Şile Meteoroloji İstasyonu'nda en fazla fırtına 37 günle Aralık ayında görülmüştür (Şekil 9). Sadece Haziran ayında hiç fırtına görülmemiştir.



Şekil 9. Şile Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki aylara göre fırtınalı günler sayısı

Figure 9. Number of stormy days per month in Şile Meteorology Station between 1970 and 2016

Şile Meteoroloji İstasyonu'nda % 19'lük oranla en fazla fırtına SSW yönünde meydana gelmiştir (Şekil 10). 21 Ekim 1974 tarihinde SSW yönünden, 27 ve 28 Ocak 1976 tarihlerinde WSW yönünden olmak üzere en yüksek hamle değerine sahip olan gün olmuştur. Bu 3 günde rüzgar 32.9 m/s rüzgar şiddetine ulaşmıştır.



**Şekil 10.** Şile Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günlerdeki rüzgarın yönlere göre esme yüzdesi

*Figure 10.* Percentage of wind direction on stormy days in Şile Meteorology Station between 1970 and 2016

İstanbul'da bulunan diğer meteoroloji istasyonlarında zaman serisi oluşturacak kadar fırtına olmadığı için çizelge halinde gösterilmiştir (Çizelge 2). Atatürk Havalimanında 2008 ile 2016 yılları arasındaki 9 yıllık dönemde sadece 6 gün fırtına meydana gelmiştir. Atatürk Havalimanında en yüksek hamle değeri 18 Nisan 2012 yılında meydana gelmiştir. Fırtına SW yönünden 29.3 m/s olarak ölçülmüştür. İstanbul Bölge (Kartal)'da 2008 ile 2016 yılları arasında hiç fırtına meydana gelmemiştir.

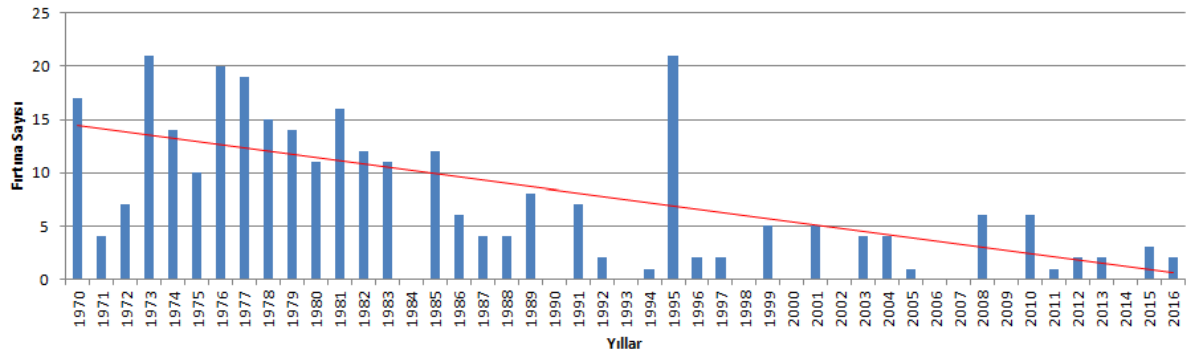
**Çizelge 2.** Atatürk Havalimanı, Kadıköy, Sabiha Gökçen Havalimanı, İstanbul Bölge, Samandıra Havalimanı, Fatih ve Florya Meteoroloji İstasyonlarının fırtına bilgileri

*Table 2.* Storm information of Atatürk Airport, Kadıkoy, Sabiha Gökçen Airport, Istanbul Region, Samandıra Airport, Fatih and Florya Meteorology Stations

İstasyon Adı	Fırtınalı Gün Sayısı	En Yüksek Rüzgar Hızı	Tarihi
ATATÜRK HAVALİMANI	6	SW yönünden 29.3 m/s	18 Nisan 2012
KADIKÖY - RIHTIM	6	NW yönünden 27.7 m/s	20 Temmuz 1973
SABİHA GÖKÇEN HAVALİMANI	3	WSW yönünden 30.3 m/s	18 Nisan 2012
İSTANBUL BÖLGE	-	-	-
SAMANDIRA HAVALİMANI	2	SSE yönünden 29.3 m/s	18 Nisan 2012
FATİH - İST. DEN. BİL. ENS.	4	NNE yönünden 30.7 m/s	17 Temmuz 2008
FLORYA	3	SSW yönünden 28.1 m/s	9 Kasım 1981

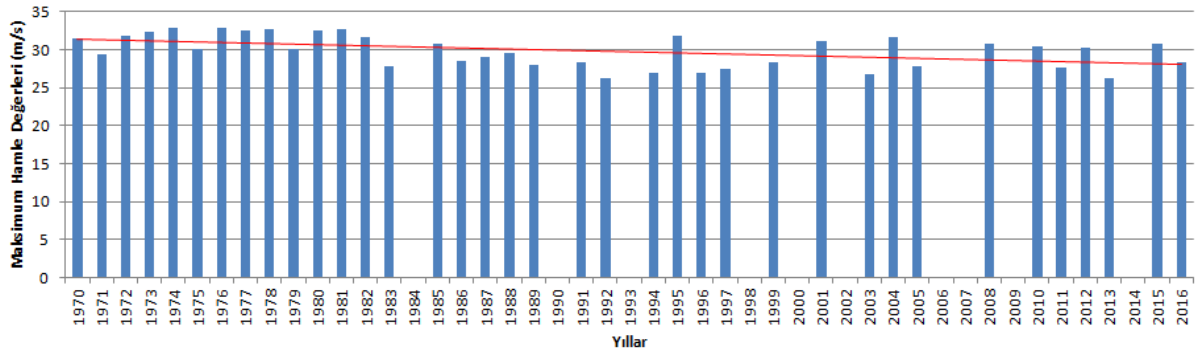
Çalışmanın bu bölümünde, Mega Şehir İstanbul'daki meteoroloji istasyonlarının fırtınalı günlerinin birleşimi alınarak tek bir grafikte gösterimi sağlanmış olup yıllara ve aylara göre analizleri yapılmıştır. Mega Şehir İstanbul'un 10 Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günlerinin birleştirilmesinden oluşan fırtınalı gün sayısı 301 gündür (Şekil 11). İstanbul'da en fırtınalı yıl 21 günle 1973 ve 1995 yıllarıdır. Bu yılları 20 fırtınalı yıllar 1976 yılı takip etmektedir. Birleştirilmiş fırtınalı yıllar şekli olan Şekil 11'de yine kırmızı çizgiyle gösterildiği gibi azalan yönde trend vardır. Fırtınalı günlerdeki maksimum hamle değerlerinin oluşturduğu zaman serisi grafiğinde de azalan yönde lineer trend bulunmaktadır (Şekil 12).





Şekil 11. Mega Şehir İstanbul'un 10 Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günlerinin birleştirilmesinden oluşan fırtınalı gün sayısı

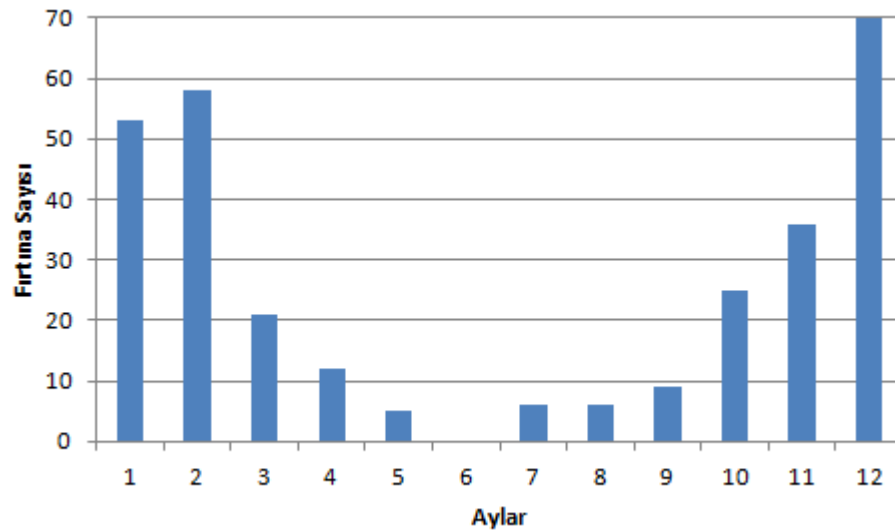
Figure 11. The number of stormy days consisting of the combining of the stormy days of Mega City Istanbul about 10 Meteorological Stations between 1970 and 2016



Şekil 12. Mega Şehir İstanbul'un 10 Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki fırtınalı günlerinin birleştirilmesinden oluşan fırtınalı günlerdeki en yüksek hamle değeri

Figure 12. The highest gust values concerning of stormy days consisting of the combining of the stormy days of Mega City Istanbul about 10 Meteorological Stations between 1970 and 2016

Birleştirilmiş 10 Meteoroloji İstasyonu'nda en fazla fırtına 70 güne Aralık ayında meydana gelmiştir (Şekil 13). Haziran ayında hiç fırtına meydana gelmemiştir.



Şekil 13. Mega Şehir İstanbul'un 10 Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2016 yılları arasındaki aylara göre fırtınalı günler sayısı

Figure 13. Number of stormy days per month of Mega City Istanbul about 10 Meteorological Stations between 1970 and 2016

## SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER (RESULTS, DISCUSSIONS AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada Mega Şehir İstanbul'da bulunan 10 meteoroloji istasyonunun 1970 ile 2016 yılları arasındaki 47 yıllık rüzgar hamle değeri 25,8 m/s 'yi geçen rüzgar değerlerinin fırtına eşik değeri kabulü yapılarak verilerin analizi yapılmıştır. Bu çalışma , bu metot kullanılarak Türkiye'de yapılan ilk klimatolojik çalışmadır. En fazla fırtına Şile Meteoroloji İstasyonu'nda görülmüş olup, fırtına sayısı 175 gündür. Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nunda 157 gün ve Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda toplam da 26 gün fırtına meydana gelmiştir. İstanbul Bölge Meteoroloji İstasyonu'nda hiç fırtına görülmemiştir. Fırtınaların en fazla görüldüğü 3 meteoroloji istasyonunda en fazla fırtına Aralık ayında meydana gelmiştir. Bu istasyonların fırtınalı günlerdeki rüzgarın en fazla estiği yöne göre esme yüzdeleri SSW yönünden Kumköy Meteoroloji İstasyonu'nda % 49, Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda % 35 ve Şile Meteoroloji İstasyonu'nda % 19 'dur. Hamle değeri en yüksek 32.9 m/s rüzgar şiddetiyle Şile Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülmüştür.

10 meteoroloji istasyonunun fırtınalı tarihlerinin birleştirilmesi sonucu oluşan İstanbul'un tüm fırtınaları 47 yıllık periyotta fırtınalı gün sayısı 301 gündür. En fazla fırtınanın görüldüğü ay 70 günle Aralık ayıdır. Haziran ayında hiç fırtına görülmemiştir. Mevsimsel olarak değerlendirdiğimizde; fırtınaların % 60.1'i Kış, % 12.6'sı İlkbahar, % 4.0'ı Yaz ve % 23.3'ü Sonbahar mevsimlerinde kaydedilmiştir. 47 yıllık periyotta yıllık ortalama fırtınalı gün sayısı 6.4 'dür.

Ertüre (1974-1977)'de İstanbul Kandilli Rasathanesi'nin verilerini kullanarak 1961-1970 yıllarını kapsayan çalışmasında bulduğu sonuçlarla bu çalışma da bulunan sonuçlar arasında benzerlikler mevcuttur. Ertüre, makalesinde fırtınaları kış ayları, ilkbaharın ilk ve sonbaharın son ayında daha fazla bulmuştur. Ayrıca Ertüre'nin çalışmasında da Haziran ayların da hiç fırtına gözlenmemiştir. Farklılık olarak 10 yıllık ortalama fırtınalı gün sayısı 13.5 gün şeklinde saptanmıştır. Ertüre'nin çalışmasında fazla değer bulmasının nedeni, çalışmasında saatlik ortalama rüzgar şiddetinin 17.2 m/s ve üzerinde olması koşulunun yanı sıra, bir saatten daha az süren ve bu değere eşit ve üzerinde olan rüzgar şiddetlerini de hesaplamalarına katması şeklinde açıklanabilir. 1 saat ve daha kısa süre devam eden fırtınalar, bütün fırtına gözlemlerinin % 62 'sini meydana getirmektedir.

Bu çalışmada kullanılan 3 havalimanı verilerinde değerlendirilmesi, açık alan olan havalimanlarının ve en az 2 rüzgar yön ve şiddetini ölçen anemometreye sahip olmaları verilerin analizine artı değer katmıştır. Bu alanlarda rüzgar yön ve şiddetini etkileyecek hiç bir engel bulunmamaktadır.

1970 ile 2016 yılları arasında Mega Şehir İstanbul'da meydana gelen fırtına sayılarında hem istasyon bazında hemde birleştirilmiş olarak azalan yönde lineer trend vardır. Aynı şekilde fırtınalı gündeki maksimum rüzgar hamle şiddetlerinde de azalan yönde lineer trend bulunmaktadır.

İklim değişikliğine paralel olarak Türkiye'de artması tahmin edilen doğal afetler arasında fırtınalar da bulunmaktadır. Kadioğlu'nun 2012'de yaptığı çalışmaya göre Türkiye'de kuvvetli rüzgar ve fırtına değerleri kullanılarak hazırlanan 1940-2010 yıllarını kapsayan çalışmada kuvvetli rüzgar ve fırtına değerlerinin 1998 yılından itibaren bariz bir şekilde artarak 2010 yılında pik değere ulaştığı görülmektedir. Fakat bütün bu değerlendirmelere rağmen 2001 yılında somut verilere dayanarak hazırlanan İklim Değişikliği Üçüncü Değerlendirme Raporu'nda "*Tropik ve tropikler dışındaki fırtınaların şiddeti ve sıklığında istatistiksel ve küresel anlamda önemli bir değişim yok*" ibaresi yer almaktadır (Kadioğlu, 2012). Genel kabul gören fırtınaların artması, değerlendirme raporunda da bahsedildiği gibi de olmayıp, İstanbul fırtınalarının sıklığında ve şiddetinde azalma görülmektedir.

Türkiye'de yapılan bu çalışmayla sinoptik, klima ve havalimanları rüzgar değerleri ilk defa bir arada bu çalışmadaki metot yardımıyla birlikte kullanılmıştır. Bazı meteoroloji istasyonlarından hadise değerlerinin elde edilememiş olması fırtınaların hangilerinin konvektif hangilerinin de konvektif olmayan fırtınalar olduğu konusunda sınıflandırma yapmayı zorlaştırmaktadır. Bütün meteoroloji istasyonlarında ölçülen rüzgar değerlerinin birbiriyle uyumlu hale getirilmesi, gelecekte yapılacak çalışmalara büyük yarar sağlayacaktır. Standart olarak dakikalık rüzgar maksimum değerlerinin ölçülmesi, saatlik ortalama rüzgar şiddeti değerlerinin ölçülmesi ve günlük ortalama ve maksimum

değerlerinin ölçülerek bu değerlerin arşivlenmesi ve eksik olan değerlerin yerine boşluk bırakılması veri analizinde büyük kolaylık sağlayacaktır. Örnek olarak verecek olursak, havalimanlarında dakikalık maksimum hamle değerlerini ölçme olanağı varken, aynı şekilde saatlik ortalama rüzgar değerleri ölçülebilecekken bu olanak kullanılmamaktadır. Benzer şekilde klima ve sinoptik istasyonlarında ölçülen saatlik değerlerin ortalama mı yoksa, saat başında ölçülen değer mi olduğu konusunda da açıklık bulunmamaktadır. Ayrıca kayıt saatleri konusunda da tutarsızlıklar bulunmaktadır. 18 Nisan 2012 tarihi bu tutarsızlığın görülebileceği iyi bir örnektir. Birbirine uzaklığı 5 km olan Atatürk Havalimanı'nda cephe geçişi sırasında ölçülen maksimum rüzgar 10:11 UTC'de SW yönünden 29.5 m/s olarak ölçülmüşken, Florya Meteoroloji İstasyonu'nda 08:13 lokal ile 08:29 lokal saatleri arasında NW yönünden 18 m/s ölçülmüştür.

Bütün bu bilgiler (yukarıdaki paragraf) ışığında yazar, fırtına çalışmalarında hamle değerlerinin kullanılarak yapılacak çalışmaların daha az hatadan arındırılmış olacağı tezini ortaya koymaktadır. İleride yapılacak fırtına çalışmalarında fırtına tanımına uygun olan farklı eşik değerlerinin kullanılacağı farklı metodlarla karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilir.

### BİLGİ (INFORMATION)

Bu makalenin sonuçları IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi (TİKDEK) 2017 'de tartışılarak, bir bölümü kongre kitabında yayınlanmıştır (Özdemir, 2017).

### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Yazar verilerin temininden dolayı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkür eder. Ayrıca yazar, hakemlerin yapmış oldukları katkılardan dolayı da hakemlere teşekkür eder.

### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Ashley, W. S., Black, A. W., 2008, Fatalities Associated with Nonconvective High-Wind Events in the United States, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Vol. 47(2), pp. 717-725.
- Deniz, A., Özdemir, E. T., Sezen, İ., Çoşkun, M., 2013, "Investigations of Storms in the Region of Marmara in Turkey", *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 112, pp. 61-71.
- Engin, İ., 2004, "Trabzon'da Fırtınalar", *Doğu Coğrafya Dergisi*, Vol. (12), pp. 119-142.
- Ertüre, S., 1974-1977, "İstanbul'da Fırtınalar", *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, Vol.(20-21), pp. 253-262.
- Fujita, T. T., 1981, "Tornadoes and Downbursts in the Context of Generalized Planetary Scales", *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 38(8), pp. 1511-1534.
- Kadıoğlu, M., 2012, "Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi", *Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını*.
- Knox, J. A., Frye, J. D., Durkee, J. D., Fuhrmann, C. M., 2011, "Non-Convective High Winds Associated with Extratropical Cyclones", *Geography Compass*, Vol. 5(2), pp. 63-89.
- Lacke, M. C., Knox, J. A., Frye, J. D., Stewart, A. E., Durkee, J. D., Fuhrmann, C. M., Dillingham, S. M., 2007, "A Climatology of Cold-season Nonconvective Wind Events in the Great Lakes Region", *Journal of Climate*, Vol. 20(24), pp. 6012-6022.
- NWS (National Weather Service), 2017, < <http://www.weather.gov/lwx/WarningsDefined>>, ziyaret tarihi: 29.04.2017.
- Özdemir, E. T., Deniz, A., 2016, "Severe Thunderstorm over Esenboğa International Airport in Turkey on 15 July 2013", *Weather*, Vol. 71(7), pp. 157-161.
- Özdemir, E. T., 2017, "İstanbul'un Fırtınalarının Araştırılması", *IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, Tikdek 2017*, İstanbul, 5-7 Temmuz 2017.

- Öztürk, M. Z., 2010, "Uludağ (Zirve) ve Bursa Meteoroloji İstasyonlarının Karşılaştırmalı İklimi", *Türk Coğrafya Dergisi*, Vol. (55), pp. 13-24.
- Saaroni, H., Ziv, B., Bitan, A., Alpert, P., 1998, "Easterly Wind Storms over Israel", *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 59(1), pp. 61-77.
- Sirdas, S. A., Özdemir, E. T., Sezen, İ., Efe, B., Kumar, V., 2017, "Devastating Extreme Mediterranean Cyclone's Impacts in Turkey", *Natural Hazards*, Vol. 87(1), pp. 255-286.