

### Öne Çıkan Sonuçlar:

- İncelenen bölgede, yıllık engelleme sayısının ortalama 12 adet; engelleme olaylarının ortalama süresinin 9.6 gün; ortalama engellemeli gün sayısının 111 gün ve ortalama engelleme şiddetinin 2.28 olduğu tespit edilmiştir.
- Yıllık engelleme sayısında, engelleme olaylarının ortalama süresinde, yıllık engellemeli gün sayısı ve engelleme şiddetinde anlamlı bir değişim yoktur.

### Yazışma yazarı:

Bahtiyar EFE,  
bahtiyar.efe@samsun.edu.tr

### Referans:

Efe, B., Lupo, A., Sezen, İ., Deniz, A., (2020), Atmosferik Engelleme Olayı ve Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi, İklim Değişikliği ve Çevre, 5, (2) 24-29

Makale Gönderimi : 16 EYLÜL 2020  
Online Kabul : 24 EYLÜL 2020  
Online Basım : 25 EYLÜL 2020

Bahtiyar EFE<sup>1</sup>, Anthony LUPO<sup>2</sup>, İsmail SEZEN<sup>3</sup>, Ali DENİZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Samsun Üniversitesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 19 Mayıs, Samsun, Türkiye. ORCID:0000-0001-5604-7068

<sup>2</sup>University of Missouri, Department of Atmospheric Sciences, Columbia, Missouri, USA. ORCID:0000-0002-5810-5652

<sup>3</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, Türkiye. ORCID:0000-0003-2260-1846

<sup>4</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, Türkiye. ORCID:0000-0003-1068-4277

**Özet** Meteorolojik koşulların bir bölgede belirli bir süreden daha fazla gözlemlenmesine sebep olan olaya engelleme denir. Atmosferik engelleme eğer kış aylarında meydana gelirse, çok düşük sıcaklıklara, kuvvetli kar yağışına sebep olurken ilkbahar ya da sonbahar aylarında görülürse yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa sebep olabilir. Bu çalışmada engelleme olayının tespiti için National Center for Environmental Prediction – National Center for Atmospheric Research (NCEP – NCAR) reanaliz veri setinin 500 hPa bileşeni, 01.01.1987 – 31.12.2016 zaman aralığı için kullanılmıştır. İncelenen bölge ise 340° Batı – 90° Doğu boylamları ile 30° Kuzey – 90° Kuzey enlemleri arasındadır. Mann – Kendall Rank korelasyonu kullanılarak yapılan eğilim analizi sonucuna göre belirtilen bölgede, yıllık engelleme sayısı, ortalama engelleme süresi, engellemeli gün sayısı ve ortalama engelleme şiddeti değerlerinde %95 anlamlılık seviyesinde artış veya azalış yoktur.

**Anahtar Kelimeler:** Atmosferik engelleme, Türkiye, değişim

## Investigation of Trends in Atmospheric Blocking

**Abstract** The atmospheric phenomenon that stagnates air in a certain region more than significant period is called atmospheric blocking. If blocking occurs during winter time it can cause low temperatures and strong snowfall. On the other hand, if it occurs during summer, it causes high temperatures and drought. The 500 hPa data of National Center for Environmental Prediction – National Center for Atmospheric Research (NCEP – NCAR) Reanalysis data set is used to detect blocking. The data covers the period between 01.01.1987 and 31.12.2016. The region for blocking detection is between 340° W – 90° E and 30° N – 90° N. According Mann – Kendall rank correlation statistics there isn't any change in annual blocking counts, mean blocking duration, number of blocked days and mean blocking intensity.

**Keywords:** Atmospheric Blocking, Turkey, trend

### 1. Giriş

Atmosferik herhangi bir seviyesindeki 60 knots veya daha fazla şiddete sahip rüzgârlara jet denir. Atmosferik engelleme olayına bu ismin verilmesinin sebebi, 300 hPa. ve daha yukarı seviyede oluşan jeti engellemesidir. Orta enlemlerde jetler kuzey yarımkürede ve güney yarımkürede batıdan doğuya doğru eserler; kısaca yukarı seviye rüzgârları batıdır. Fakat orta enlemlerde, herhangi bir bölgede, yer seviyesinde bir yüksek basınç merkezinin bulunması durumunda yukarı seviyedeki rüzgârlar yüksek basınç merkezinin bulunduğu bu bölgeye girememekte, zonal (batı - doğu doğrultusunda) olan yukarı seviye rüzgarları meridyonel (güney – kuzey doğrultusunda) hale gelmekte bazen de doğudan batıya doğru (retrograt hareket) esmektedirler (Pelly ve Hoskins, 2003). Yüksek basınç sisteminin belirli bir yerde uzun süre (5 gün ve daha fazla) kalması durumuna engelleme olayı denilmektedir. Engelleme olayını önemli kılan durum, insanlar, canlılar, çevre üzerine etkilerinin kuvvetli olması ve engellenmenin hava şartlarına etkisinin büyük olmasıdır. Örnek vermek gerekirse 2010 yılı haziran ve ağustos ayları arasında Rusya'yı etkileyen engelleme olayında orman yangınları artmış, hava kalitesinin düşmesinden ve yüksek sıcaklıklardan dolayı Moskova'da ölüm oranları 700 kişi/gün ile ortalama değerinin iki katına çıkmıştır. Yine aynı dönemde, Moskova'da son 130 yılın en yüksek sıcaklık değeri (37.8

°C) ölçülmüştür (Lupo ve diğ., 2014). Sirdas ve diğ. (2017) ve Özdemir ve diğ. (2019) tarafından da incelenen 80 knot ve üzeri rüzgarların gözlemlendiği, ölümcül olayların, orman yangınlarının gerçekleştiği 18 – 22 Nisan 2012 tarihleri arasında da engelleme olayı gerçekleşmiştir.

Dünya literatüründe engelleme ile ilgili ilk çalışma, Garriott tarafından 1904 yılında yapılmıştır. Daha sonra ise engellemenin lokal iklim üzerine etkileriyle ilgili çalışmalar yapılmış olup (Berggren ve diğ., 1949; Elliott ve Smith, 1949), çalışmalar II. Dünya savaşı sonrası yukarı seviye bilgilerinin elde edilmesiyle daha da çeşitlilik kazanmıştır.

Lejenas ve Okland (1983) tarafından yapılan çalışmada, Kuzey Yarımküredeki engelleme olaylarının karakteristik özelliklerini belirlemek için 30 yıllık 500 hPa. jeopotansiyel yükseklik verisi kullanılmıştır. Kuzey yarımkürede engellemenin olduğu iki temel bölge tespit ettiler: Atlantik ve Pasifik Bölgeleri. Wiedenmann ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada ise bu iki bölgeye ilave olarak karasal bölge olarak adlandırdıkları üçüncü bir bölge tespit ettiler. Bu bölge 40 ° ila 140 ° Doğu boylamlarını kapsamaktadır. Türkiye, Atlantik veya Euro – Atlantik olarak adlandırılan bölge ile karasal bölgede oluşan engellemelerden etkilenebilecek bir konumdadır. Bu nedenle, bu bölgeleri içeren bir aralıkta engelleme özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'yi etkileyecek bölge için, engelleme özelliklerindeki değişimin incelenmesidir. İkinci bölümde veri, üçüncü bölümde yöntemden bahsedilecek, dördüncü bölümde analizler değerlendirilecektir. Beşinci bölümde ise sonuçlardan bahsedilecektir.

## 2. Veri ve Çalışma Alanı

Engelleme olayının tespitinde kullanılan 500 hPa verisi, NCEP – NCAR reanaliz veri setinden elde edilmiştir (Kalnay ve diğ., 1996) . Bu veri setinin çözünürlüğü 2.5 ° x 2.5 ° olup engelleme gibi küresel ölçekteki bir olay için yeterli çözünürlüğe sahiptir. Veri setindeki parametrelerin hepsine 01.01.1948 'ten günümüze kadar ulaşılabilir. Veri seti her gün güncellenmektedir. Engelleme ile ilgili birden fazla makalede NCEP NCAR reanaliz veri seti ya da aynı çözünürlüğe sahip veri setleri kullanılmıştır (Efe ve diğ. 2019, 2020a,b). Bu çalışmada kullanılan verinin periyodu 01.01.1987 – 31.12.2016 tarihleri arasında kapsamaktadır. İnceleyeceğimiz bölge ise 340° Batı – 90° Doğu boylamları ile 30° Kuzey – 90° Kuzey enlemleri arasındadır (Şekil-1).



Şekil-1. Engelleme tespitinde kullanılan bölge

## 3. Yöntem

### 3.1 Engelleme ve özelliklerinin belirlenmesi

#### 3.1.1 Engelleme tespiti

Engelleme tespitinde kullanılan yöntemler, temelde ikiye ayrılmaktadır: 500 hPa jeopotansiyel yükseklik verisi kullananlar ve potansiyel vortisiti ile potansiyel sıcaklığı kullananlar. Bu çalışmada 500 hPa jeopotansiyel yüksekliklerini kullanan ve ilk olarak Tibaldi ve Molteni (1990) tarafından kullanılan indekste herhangi bir boylam için jeopotansiyel yükseklik gradyanları

$$GG = \frac{Z_{\phi_0} - Z_{\phi_S}}{\phi_0 - \phi_S} \quad (1)$$

$$KG = \frac{Z_{\phi_N} - Z_{\phi_0}}{\phi_N - \phi_0} \quad (2)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada GG, güneydeki jeopotansiyel yükseklik gradyanı demektir. KG ise, kuzeydeki jeopotansiyel yükseklik gradyanı demektir. Burada  $\phi_S$  güneydeki enlem,  $\phi_0$  merkezdeki enlem ve  $\phi_N$  kuzeydeki enlem,  $Z_{\phi_S}$ ,  $Z_{\phi_0}$  ve  $Z_{\phi_N}$  ise sırasıyla güneydeki, merkezdeki

ve kuzeydeki enlemlere ait jeopotansiyel yükseklik değerleridir.  $\Delta = -5, -2.5, 0, 2.5, 5^{\circ}$  adımları için GG ve KG değerleri 5er defa hesaplanır.  $\phi_N, \phi_0, \phi_S$  aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\phi_N = 77.5^{\circ} N + \Delta \quad (3)$$

$$\phi_0 = 60^{\circ} N + \Delta \quad (4)$$

$$\phi_S = 40^{\circ} N + \Delta \quad (5)$$

Burada N kuzey enlemi anlamına gelmektedir. Ve eğer herhangi bir enlem adımı için,

- 1) GHGS > 0 ve
- 2) GHGN < -10 m/derece enlem
- 3)  $Z(\lambda, \phi_0) - \overline{Z(\lambda, \phi_0)} > 0$

şartları aynı anda sağlanırsa, belirtilen boylamda anlık engelleme vardır. 3 numaralı şartta,  $\lambda$  boylam demektir. Yani bir boylamın yukarıdaki 3 şartı sağlaması durumunda **indeks** değeri 1 olacak aksi takdirde indeks değeri 0 olacaktır.

### 3.1.2 Tekil engelleme olaylarının tespiti

Aynı tarihte 5 veya daha fazla boylamsal grid noktasında anlık engelleme olayı tespit edilirse, bu patern engelleme olarak kabul edilmiştir. Fakat anlık engelleme olan iki grid noktası arasında engellenmenin olmadığı bir grid noktası tespit edilirse bu noktada da anlık engelleme olduğu kabul edilmiştir (Barriopedro vd., 2006).

### 3.1.3 Engelleme merkezinin tespiti

Engelleme merkezini tespit etmeden önce engelleme olayının olduğu bölgenin tanımlanması gerekir. Engelleme olan bölgenin enlemsel sınırları güneyde en büyük  $\phi_S$  değeri, kuzeyde ise en küçük  $\phi_N$  değeridir. Bölgenin boylamsal sınırları ise ilk engellenmiş gridin  $5^{\circ}$  doğusu ve son engellenmiş gridin  $5^{\circ}$  batısıdır (Barriopedro vd., 2006).

Engelleme merkezinin enlem değeri bulunurken, engelleme olayının olduğu bölge içinde yer alan her bir enlem için jeopotansiyel yüksekliklerin boylamsal ortalaması alınır. Jeopotansiyel yüksekliğin boylamsal ortalamasının en büyük olduğu enlem engelleme merkezinin enlemi olarak alınır. Engelleme merkezinin boylam değeri bulunurken, engelleme olayının olduğu bölge içinde yer alan her bir boylam için jeopotansiyel yüksekliklerin enlemsel ortalaması alınır. Jeopotansiyel yüksekliğin enlemsel ortalamasının en büyük olduğu boylam engelleme merkezinin enlemi olarak alınır (Barriopedro vd., 2006).

### 3.1.4 Engelleme Şiddeti

Lupo ve Smith (1995) yaptıkları çalışmada engelleme şiddetini(e.ş.) aşağıdaki gibi tanımlamışlardır:

$$E. \text{Ş.} = 100 \times \left[ \frac{Z(\lambda, \phi)}{RK} - 1.0 \right] \quad (6)$$

Bu eşitlikte,  $Z(\lambda, \phi)$  en yüksek jeopotansiyel yükseklik olarak tanımlanmıştır. Fakat burada engelleme merkezinin jeopotansiyel yüksekliği kullanılmıştır. Çünkü engelleme merkezi en yüksek jeopotansiyel yükseklik değerine sahiptir. Bu eşitlikte

$$RK = \left[ \frac{Z(\lambda_u, \phi) + Z(\lambda_d, \phi)}{2} \right] \quad (7)$$

eşitliğiyle verilir. RK, oluk eksen boyunca yukarı yönlü akımdaki en düşük jeopotansiyel yükseklik ile aşağı yönlü akımdaki en düşük jeopotansiyel yükseklik değerinin ortalaması alınarak elde edilir.  $\lambda_u$  ve  $\lambda_d$ , en düşük değerleri elde edebilmek için sırasıyla engelleme bölgesinin sınırlarının  $10^{\circ}$  batısı ve doğusundaki boylamlar seçilmiştir.

### 3.1.5 İzleme yöntemi

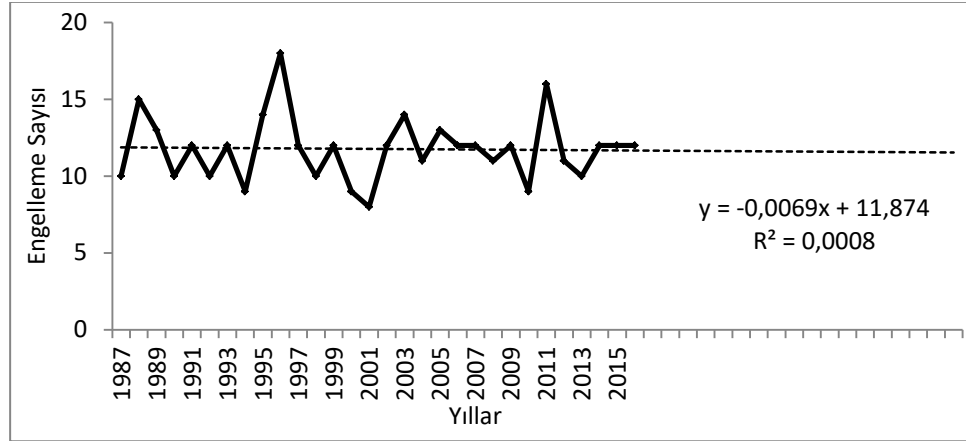
Zamanda devamlılık kavramı, engellenmenin en önemli özelliklerinden biri olmasına rağmen bu devamlılığın en az ne kadar olduğu ile ilgili kabul görmüş genel bir görüş yoktur. Kimisi bu sürenin 3 gün olabileceğini söylerken (Elliot ve Smith, 1949), 30 gün olması gerektiğini belirtenler (Treidl ve diğ., 1981) de vardır. Yine de yazarların çoğunluğu minimum sürenin 5 gün (Tibaldi ve Molteni, 1990) ya da 10 gün (Rex, 1950) olması gerektiğini belirtmektedirler. İzleme yöntemi hem zamansal algoritmayı hem de mekansal algoritmayı içermektedir. Bu çalışmada bir olayın engelleme olabilmesi için minimum süre 5 gün olarak uygulanmıştır.

## 3.2 Değişimin incelenmesi

Mann- Kendall testi parametrik olmayan bir test olup, Kendall'ın Tau olarak bilinen testinin özel bir uygulamasıdır. Bu yöntem verilerin büyüklüğünden çok sıraları üzerine esastır (Kalaycı ve Kahya, 1998). Bu testte zamana göre sıralanmış ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) serileri,  $H_0$  hipotezine göre zamandan bağımsız ve benzer dağılmış rasgele değişkenlerdir.  $H_1$  alternatif hipotezine göre ise ( $k \neq j$ ) ve  $n \geq k, j$  ( $n$ , data kayıt uzunluğu) olmak üzere seride  $X_k$  ve  $X_j$  ardışık data değerlerinin dağılımı benzer değildir. Yani seride doğrusal bir trend vardır (Kalaycı ve Kahya, 1998).

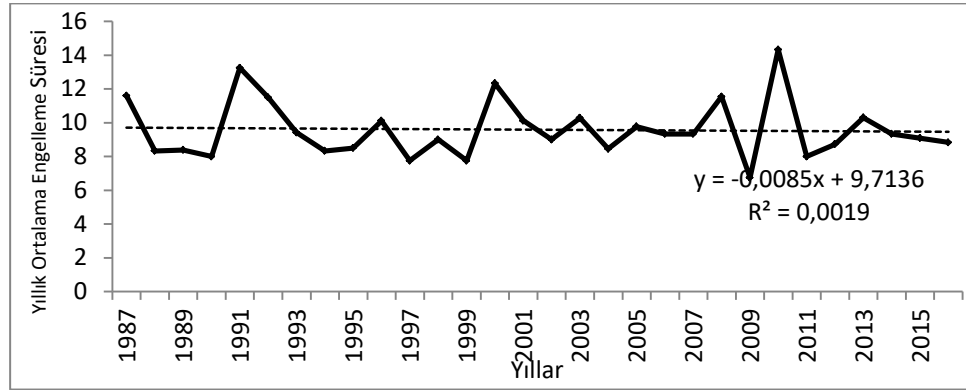
## 4. Analiz

İncelenilen bölgede, 1987 – 2016 dönemi için, yıllık engelleme sayısının ortalama 12 adet olduğu tespit edilmiştir. 1996 yılı 18 adet engelleme olayı ile engellemenin en çok görüldüğü yıl olurken 2001 yılında ise sadece 8 engelleme olayı tespit edilmiştir. Yapılan eğilim analizine göre %95 güven aralığında engelleme sayısında artış veya azalış yoktur (Şekil-2).



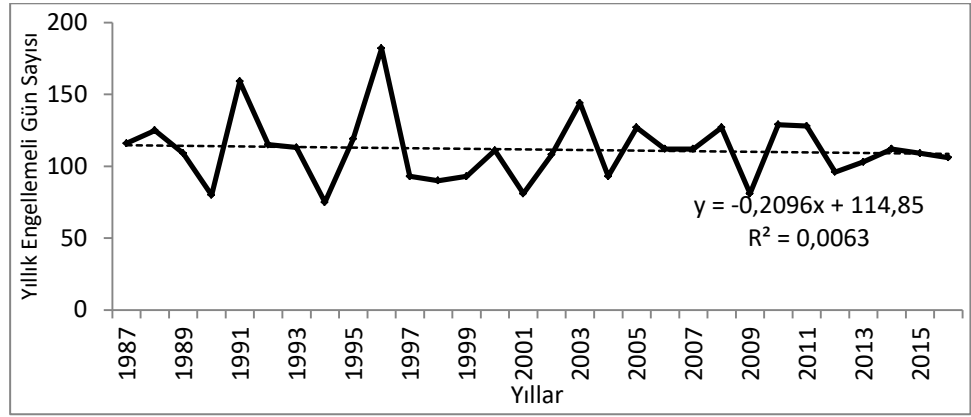
Şekil-2 Engelleme sayısının eğilim analizi.

İncelenen bölgede, engelleme olaylarının ortalama süresinin 9.6 gün olduğu tespit edilmiştir. 2010 yılı 14.3 gün ile ortalama engelleme süresinin en uzun olduğu yıl olurken 2009 yılı 6.75 gün ile ortalama engelleme süresinin en kısa olduğu yıl olmuştur. Yapılan eğilim analizine göre %95 güven aralığında ortalama engelleme süresinde artış veya azalış yoktur (Şekil -3).



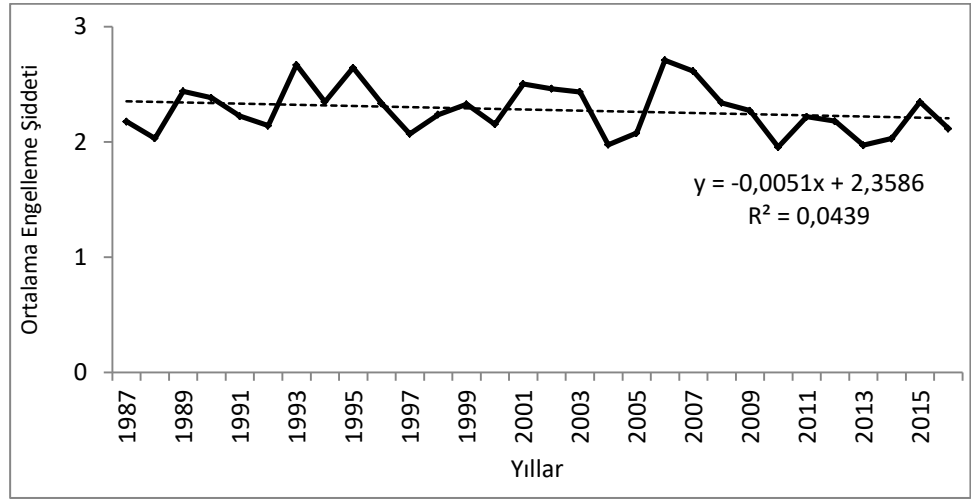
Şekil-3 Ortalama engelleme süresinin eğilim analizi.

Yıllık engellemeli gün sayısının belirtilen bölgede, 111 gün ortalama değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu değer bize bu bölgede senenin üçte birinde engelleme olayının varlığını göstermektedir. 2010 yılı 129 gün ile engellemeli gün sayısının en fazla olduğu yıl olurken 2009 yılı 81 gün ile engellemeli gün sayısının en az olduğu yıl olmuştur. Yapılan eğilim analizine göre %95 güven aralığında engellemeli gün sayısında artış veya azalış yoktur (Şekil-4).



Şekil-4 Engellemeli gün sayısı eğilim analizi.

Ortalama engelleme şiddeti incelenen bölgede 2.28 ortalama değerine sahiptir. 2010 yılı 1.95 değeri ile en düşük ortalama şiddet değerine sahip yıl olurken, 2006 yılı 2.71 değeri ile en yüksek ortalama şiddet değerine sahip yıl olmuştur. Yapılan eğilim analizine göre %95 güven aralığında ortalama engellemeli gün sayısında artış veya azalış yoktur (Şekil-5).



Şekil-5 Ortalama engelleme şiddeti eğilim analizi.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada, görüldüğü döneme bağlı olarak, kuraklık, aşırı yağış vb. olaylara sebep olan engelleme olayının özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Engelleme olayının tespiti için NCEP – NCAR reanaliz veri setinin 500 hPa bileşeni, 01.01.1987 – 31.12.2016 zaman aralığı için kullanılmıştır. İncelenen bölge ise 340° Batı – 90° Doğu boylamları ile 30° Kuzey – 90° Kuzey enlemleri arasındadır. Değişim ise Mann – Kendall Rank korelasyonu kullanılarak incelenmiştir. Belirtilen durumlar için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

İncelenen bölgede, yıllık engelleme sayısının ortalama 12 adet; engelleme olaylarının ortalama süresinin 9.6 gün; ortalama engellemeli gün sayısının 111 gün ve ortalama engelleme şiddetinin 2.28 olduğu tespit edilmiştir.

1996 yılı en çok engelleme olayı görülen yıl olurken 2001 yılında en az engelleme olayı görülmüştür. Yapılan eğilim analizine göre %95 güven aralığında engelleme sayısında artış veya azalış yoktur.

2010 yılı, en yüksek ortalama engelleme süresi ve en fazla engellemeli gün sayısının görüldüğü yıl olmuştur. 2010 yılı engelleme süresinin bu kadar uzun olmasının sebebi, 2010 yılı haziran ayının ortalarından başlayıp Ağustos ayının ortalarına kadar süren engelleme olaylarıdır. Bu aralıkta olan engelleme olayları iki tane olup bir tanesi 38 gün sürmüştür. 2010 yılı yazı Erlat ve Türkeş (2013)'e göre o tarihe kadar kaydedilmiş en sıcak yaz olmuştur. 2009 yılı ortalama engelleme süresinin ve engellemeli gün sayısının en düşük olduğu yıl olmuştur. Yapılan eğilim analizine göre %95 güven aralığında ortalama engelleme süresinde ve yıllık engellemeli gün sayısında artış veya azalış yoktur.

2006 yılında ortalama engelleme şiddetinin en yüksek olduğu tespit edilirken, 2010 yılında en düşük olmuştur. Yapılan eğilim analizine göre %95 güven aralığında yıllık ortalama engelleme şiddetinde artış veya azalış yoktur.

## 6. Kaynaklar

- Barriopedro, D., García-Herrera, R., Lupo, A. R., and Hernández, E. (2006). A Climatology of Northern Hemisphere Blocking. *Journal of Climate* 19(6): 1042-63. <https://doi.org/10.1175/JCLI3678.1>
- Berggren, R., Bolin, B. ve Rossby, C. G. (1949) An Aerological study of zonal motion, its perturbations and break-down. *Tellus*, 1(2), 14–37.
- Efe, B., Lupo, A. R. ve Deniz. A. (2019). The relationship between atmospheric blocking and precipitation changes in Turkey between 1977 – 2016. *Theoretical and Applied Climatology*, 138(3), 1573 – 1590.
- Efe, B., Lupo, A. R., Sezen, I. ve Deniz. A. (2020a). The relationship between atmospheric blocking and temperature anomalies in Turkey between 1977 – 2016. *International Journal of Climatology*, 40(2), 1022 - 1037.
- Efe, B., Lupo, A. R. ve Deniz. A. (2020b). Extreme temperatures linked to the atmospheric blocking events in Turkey between 1977 – 2016. *Natural Hazards*. doi: <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04252-w>
- Elliott R. D. ve Smith, T. B. (1949) A study of the effects of large blocking highs on the general circulation in the Northern-Hemisphere westerlies. *J. Meteorol.*, 6(2), 68–85.
- Erlat, E. ve Türkeş, M. (2013). Observed changes and trends in numbers of summer and tropical days, and the 2010 hot summer in Turkey. *International Journal of Climatology*, 33(8), 1898-2008.
- Garriott, E. B. (1904) Long range forecasts. *U. S. Weather Bur. Bull.*, 35.
- Kalayci, S. ve Kahya, E. (1998) Susurluk havzası nehirlerinde su kalitesi trendlerinin belirlenmesi," *Turkish J. Eng. Environ. Sci.*, 22, 503 - 514.
- Kalnay E. ve diğ. (1996) The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 77(3), 437-472.
- Lejenas H. ve Okland, H. (1983) Characteristics of northern hemisphere blocking as determined from a long time series of observational data. *Tellus A*, 35(5), 350–362.
- Lupo, A. R. ve Smith, P. J. (1995). Planetary and synoptic-scale interactions during the life cycle of a mid-latitude blocking anticyclone over the North Atlantic. *Tellus*, 47, 575–596.
- Lupo, A. R., Mokhov, I. I., Chendev, Y. G., Lebedeva, M. G., Akperov, M ve Hubbart, J. A. (2014) Studying summer season drought in Western Russia. *Advances in Meteorology*, Article ID 942027.
- Özdemir, E. T. (2019). Investigations of a Southerly Non-Convective High Wind Event in Turkey and Effects on PM10 Values: A Case Study on April 18, 2012. *Pure and Applied Geophysics*, 176(10), 4599-4622. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02240-1>
- Pelly, J. L. ve Hoskins, B. J. (2003) A New perspective on blocking. *J. Atmos. Sci.*, 60(5), 743–755.
- Rex, D. F. (1950) Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate: I. an aerological study of blocking action. *Tellus*, 2(3), 196–211.
- Sirdas, S. A., Özdemir, E. T., Sezen, İ., Efe, B., & Kumar, V. (2017). Devastating extreme Mediterranean cyclone's impacts in Turkey. *Natural Hazards*, 87(1), 255-286.
- Tibaldi, S. ve Molteni, F. (1990) On the operational predictability of blocking. *Tellus A*, 42(3), 343–365.
- Treidl, R., Birch, E. C. ve Sajecki, P. (1981) Blocking action in the Northern Hemisphere: A climatological study. *Atmosphere-ocean*, 19(1), 1-23.
- Wiedenmann, J. M., Lupo, A. R., Mokhov, I. I. ve Tikhonova, E. A. (2002) The climatology of blocking anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: lock intensity as a diagnostic," *J. Clim.*, vol. 15, no. 23, pp. 3459–3473, 2002.