



Türkiye’de Hâkim Rüzgâr Yönü Değişimleri (1931-2020)

Changes of prevailing wind direction in Türkiye (1931-2020)

Erkan Yılmaz^{*a}, İhsan Çiçek^b, Sedat Avcı^c

Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1583736

Makale Geçmişi:

Geliş: 19.11.2024

Kabul: 30.03.2025

Anahtar Kelimeler:

Hâkim rüzgâr yönü

Çoklu Rubinstein

Türkiye

İklim değişikliği

Öz

İklim öğelerinden basınç sistemlerinin konumundaki değişim, rüzgâr yönlerini de değiştirebilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne ait istasyonlarda, 1931-2020 yılları arasında ölçülen rüzgâr yön frekansları değerlendirilmiştir. 90 yıllık süreç, 10’ar yıllık 9 döneme ve ardışık iki dönem arasındaki değişimin incelendiği 8 periyoda ayrılmıştır. Bu dönem ve periyotlardaki hâkim yön değişimleri incelenmiş, çoklu Rubinstein hâkim rüzgâr yönü metodu geliştirilmiş, 167 istasyona uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Türkiye’de hâkim yönler hem saat hem de saatin tersi yönde sürekli değişmektedir. Van Gölü, Marmara Denizi, Tuz Gölü ve İstanbul Boğazı çevresindeki istasyonlarda, hâkim yönler ters yönde değişebilmekte, bunda kara-deniz termal ısınma farklılıkları etkili olmaktadır. Türkiye’de son 30 yıllık süreçte, bazı istasyonlarda düşük açılı hâkim yön değişimleri ortaya çıkmış, bunun yapılaşma ile ilişkili olabileceği anlaşılmıştır. Ayrıca Türkiye’de sürekli düşük, sürekli yüksek, sonradan sabitlenen, sürekli büyüyen, sürekli küçülen hâkim yön değişim karakterleri belirlenmiş, bazı istasyonlarda tek, bazılarında çift bazılarında ise üç döngülü hâkim yön değişimleri olduğu görülmüştür.

Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1583736

Article History:

Received: 19.11.2024

Accepted: 30.03.2025

Keywords:

Prevailing wind direction

Multiple Rubinstein

Türkiye

Climate change

Abstract

The change in the position of the pressure system, which is one of the climatic elements, can also change the wind direction. In this study, the wind direction frequencies measured at stations of the General Directorate of Meteorology in Türkiye between 1931 and 2020 were evaluated. The 90-year period was divided into 9 sub-periods of 10 years each and 8 periods in which the change between two consecutive periods was examined. The prevailing direction changes in these periods and periods were examined, and the multiple Rubinstein prevailing wind direction method was developed and applied to 167 stations. According to the results obtained, the prevailing directions in Türkiye are constantly changing, both clockwise and counterclockwise. In the stations around Lake Van, the Marmara Sea, the Salt Lake, and the Bosphorus, the prevailing direction can change in the opposite direction, and land-sea thermal heating differences are effective in this. In the last 30 years in Türkiye, changes in the low-angle prevailing direction have occurred at some stations, and it is understood that this may be related to construction. In addition, the prevailing direction change characteristics of continuously low, continuously high, subsequently fixed, continuously growing, and continuously decreasing were determined in Türkiye, and it was observed that there were single, double, and triple cycle dominant direction changes in some stations.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: erylilmaz@ankara.edu.tr

^a Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-3821-3648>

^b Ankara Üniversitesi, Ankara/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-9000-2805>

^c İstanbul Üniversitesi, İstanbul/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0003-4371-5578>

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

In Turkey, although there are studies on wind speed, studies on its direction and direction change remain limited. For example, in a study examining the wind speeds of 206 meteorological stations in Turkey for the period 1975-2006, it was determined that the proportion of winds with a speed of 1.6-3.3 m s⁻¹ was 72%, wind speeds decreased in more than half of the meteorological stations, and the decrease in wind speeds became more pronounced in the winter season (Dadaser-Çelik and Cengiz, 2014). Again, in a study examining the data of 111 meteorological stations between 1959 and 2018, it was determined that there were breaks in all of the data, and in the trends formed by homogeneity corrections of the data, it was determined that winter wind speeds decreased, summer speeds tended to increase, and there was a severe downward trend in wind speed amplitudes (Yılmaz, 2021). The study also revealed that different types can be distinguished in terms of wind speed regime and trends. Similar results were obtained in another study based on a literature review (Gumus et al., 2023). In another study conducted for Turkey, it was determined that wind speeds weaken in spring and fall and that topographic conditions affect wind speeds (Şahin and Türkeş, 2013). Şahin and Türkeş (2020), by analyzing 1207 station data between 2012 and 2018, determined the dominant wind directions in Turkey in summer and winter, and revealed that the winds are strong in summer and weak in autumn. Software for the Rubinstein prevailing wind method used to determine the prevailing direction has also been developed (Avcı, 2020; Düşmez et al., 2022). Although a few researchers have tried to determine the long-term average prevailing wind directions in Turkey (Atalay, 2010: 426-432; Koçman, 1993: 15), this information is generally based on limited station studies and climate sections of theses, articles and books on different subjects.

In literature, pressure systems are constantly shifting, and the Intertropical Approach Zone is also affected by this. These displacements, which cause a change in a line in the tropical region, similarly affect the prevailing wind directions. Again, the prevailing wind directions in different parts of the world change both within the year and over a long annual period. In Turkey, there is no study on the change in the prevailing wind direction. In this study,

a) Is there a change in the prevailing wind directions in Turkey in the ten-year periods between 1931 and 2020?

b) If there is a change, are there regional similarities?

c) Do the changes in prevailing wind directions involve certain cycles?

d) Which factors are effective in the changes?

Analyses have been carried out to answer the questions in whole or in part, and some general conclusions have been reached by mapping and discussing the results of the analysis.

2. Methodology

The data obtained from the stations of the General Directorate of Meteorology (MGM) were used in the study. Firstly, bulletins of 546 stations were obtained from MGM between 1931-2020, 1931-1940, 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010 and 2011-

2020 (9 periods), with a time interval of 10 years each. It was observed that some of these stations had measurements for the first, some for the last and some for the intermediate periods, and a total of 25 stations had data covering all periods.

Although the stations had data within a period, it was observed that this data sometimes covered several years, had missing years, and some of them had all data; since the number of stations with all data was small, it was seen that a standard data length should be determined to use the data in a period. For this purpose, stations with at least 8 years of data in each 10-year period were identified. In this way, the number of stations with data in 9 periods was 20, and it was seen that the wind directions in the records kept in the early periods of some stations were collected in 8 directions. Between 1931 and 2020, it was observed that some stations had data in the early periods, some in the middle and some in the last period, and the principle of data continuity and availability was adopted. In this way, it was decided to select stations with continuously available data for at least 3 periods.

3. Result and Discussion

The number of stations surveyed for January was low in the 1930s-40s but increased over time. This is related to the expansion in the station network. Similarly, the second dominant wind direction determined at the stations also increased in parallel with the number of stations. However, there were differences in the rates of change in direction in the periods over time. In the first period, there was a high change in wind direction at the stations, which was caused by the low number of stations, and it was understood that the stations examined in this period did not have the frequency to characterize the whole of Turkey. However, after the 2nd period, the changes in the CW and CCW directions were more evenly distributed and no significant change in both directions occurred until the last period.

In all periods, for the stations where the 2nd dominant direction was detected, the similarities of directional change were analyzed. In the first period, a significant distribution could not be obtained due to the scarcity of stations, but in the other periods, the proportion of stations with both the 1st and 2nd dominant direction CW was determined to be around 35% and this value decreased in the 5th period, showing a general decreasing trend. The proportion of stations with both 1st and 2nd dominant direction CCW variation was determined around 30% and no significant trend was observed.

In July, a similar number of stations were used as in January, the number of stations with 2nd dominant direction was lower than in January, while the number of stations with 3rd dominant direction was higher than in January. In the periods, the rates of change in the CW and CCW directions in the 1st dominant direction are like the January values but show a more variable characteristic. The change in the CCW direction was determined at a very high rate in the first period due to the lack of stations and was generally calculated below 50% in the other periods. The changes in the CW direction did not show a clear trend in July.

In July, at the stations where the 2nd dominant direction was detected, the similarities in the 1st and 2nd dominant directions were slightly different compared to January. Except for the first period, the number of stations where both the 1st and 2nd dominant directions were in the CW direction was low in the 5th period, like January, but it showed a more variable feature compared to January. The number

of stations where both the 1st and 2nd dominant directions were in the CCW direction was low compared to January but has increased in recent years. The number of stations with 1st dominant direction CW and 2nd dominant direction CW was low compared to January, while the number of stations with 1st dominant direction CCW and 2nd dominant direction CW was high compared to January.

4. Conclusions

In this study, the prevailing wind directions between 1931 and 2020 were determined, analyzed and regional changes were evaluated. The results obtained are summarized below.

i. During the period 1931-2020, it was determined that the prevailing wind directions in Turkey are not constant and change over time. These changes are largely shaped by the general air circulation and the water-land surface relationship. However, the relationship with long-distance interactions such as Southern Oscillation, North Atlantic Oscillation, North Sea-Caspian Sea should be investigated.

ii. Changes in the dominant direction are not only in one direction, but in general in the form of both CW and CCW, and large water surfaces can be effective in this direction change.

iii. Around large bodies of water such as Lake Van, Marmara Sea, Lakes Region and Salt Lake, changes in opposite directions have emerged, and it has been observed that these surfaces also affect the direction of the breezes formed due to thermal warming and cooling.

iv. The stations in the Bosphorus, the Black Sea coast and the Marmara coast also showed opposite changes, and it was understood that the thermal effect can occur not only with the water surface but also with the land area.

v. In some stations in Turkey, single, double and triple cycles of dominant directional changes were determined. In addition, there are also dominant directional change characters with continuously growing and continuously shrinking angles in Turkey.

vi. In Turkey, especially in some of the coastal stations, the dominant changes occur with very small angles and almost constant directions are formed.

vii. In the last 30 years (1991-2020), that is, in the last two periods, the number of stations with low values of dominant direction change is quite high. The dominant directions at these stations change very little and are fixed. This is thought to be the effect of construction.

viii. Changes in the prevailing wind directions may present similar characteristics in January (winter) and July (summer), but there are also differences. For example, on the Mediterranean coast, the dominant direction is from the sea in summer and from the Anatolian land in winter, and warming differences come to the fore. Similarly, especially in the water surface environments within the land, the dominant direction changes in summer and winter can be different, and this feature can also be seen in the inland seas. This is since Turkey is in the mid-latitudes, on the transition route of mid-latitude depressions in the winter period, and in the summer period, high pressure conditions prevail, and thermal warming differences can be seen more prominently.

ix. Although the prevailing wind directions in Turkey can generally be associated with pressure centers, the Rubinstein prevailing, and Lambert mean directions for both January and July do not reflect

this situation. Especially on the coasts, it is seen that the breeze winds caused by the land-sea temperature difference meet the prevailing direction, and this situation is more pronounced in July than in January. The main factor in determining the prevailing wind directions is the pressure centers and the air mass movements and topographical factors that occur due to them. However, changes in the prevailing wind directions can also be observed due to thermal reasons. The analysis of wind data of meteorological stations in Turkey reflects this change.

1. Giriş

Genel olarak atmosfer değişkenlerinin uzun yıllık ortalaması olarak kabul edilen iklim, belli bir dönem için ortalama durumu ifade etmektedir. Atmosfer değişkenleri zaman içinde farklılaşırken, bu farklılaşma da belli kalıplar göstermektedir. İklim salınımı/değişikliği olarak tanımlanan bu durum, değişkenlerde ve değişkenler arasındaki ilişkilerdeki eğilimlerin araştırılması ile ortaya koyulmaktadır. Küresel ölçekte eğilimi en fazla incelenen değişkenler hem insan yaşamını direkt etkilemesi hem de veri serisinin uzunluğu ve güvenilirliği nedeniyle sıcaklık ve yağış olmuştur. Rüzgâr hızı, yönü, basınç değerleri ve nem oranları gibi değişkenler için daha sınırlı çalışmalar yapılmaktadır.

İklim elemanlarından rüzgârın hem hızında hem de yönünde meydana gelen değişimler mekânsal ve zamansal olarak izlenmektedir. Basınç farkı nedeniyle, havanın yatay yönde yer değiştirmesi olarak tanımlanan rüzgârdaki değişimlerin izlenmesi yanında, olası değişikliklerinin tahmin edilmesi de büyük önem taşımaktadır. Bu konuda oluşturulan modeller, atmosfer bilimlerinin temelini oluşturmakta (Balling vd., 2005), özellikle yüksek atmosferdeki sirkülasyonların işleyişini anlamada oldukça önemli bilgiler sunmaktadır.

Bir noktanın hâkim rüzgâr yönü, belirli bir dönemde en sık gözlenmiş rüzgâr esme istikameti olarak tanımlanabilmektedir (Ahrens, 2007: 233). Belli aralıklarla ölçülen rüzgâr verisi, hız, yön ve sıklık bilgilerini içermektedir. Rüzgâr hızı, hava kütlelerinin hızı tanımlanmaktadır (Erol, 1999: 126). Rüzgâr yönü, rüzgârın geldiği coğrafi yönü gösterirken, kuzeyden, güneyden, batıdan veya doğudan olan açı farkı şeklinde de tanımlanabilmektedir. Rüzgâr sıklığı ise rüzgâr hızındaki 18,5 km/saat’tan daha şiddetli, ani ve 20 saniyeden daha kısa süreli olmayan artış olarak tanımlanan rüzgâr hamlesinin belirli bir dönemdeki sayısını ifade etmektedir (TÜBA, 2024). Farklı dönemlerde toplanan bu verilerin genelleştirilmesiyle günlük, aylık, mevsimlik veya yıllık ortalama ve hâkim rüzgâr yönü elde edilmektedir. Bu yönler sayesinde, ana basınç merkezleri ve rüzgâr sistemleri incelenebilmektedir. Hâkim rüzgâr yönü, basınç gradyanı, dünyanın dönüşü ve koryolis, ısınma farklılıkları (arazi örtüsü, kara-deniz farklılıkları), topografya, enlem, küresel rüzgâr sistemleri-mevsim, okyanus akıntılarından etkilenmektedir (Erinç, 1984; Erol, 1999; Türkeş, 2010).

Hâkim rüzgâr yönünün etkileri üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Hâkim rüzgâr yönü, deniz seviyesine etki edebilmekte, yükselme-alçalmalara neden olmakta (Timmermann vd., 2010) ve deniz-atmosfer ısı değişimini de kontrol etmektedir (Ogawa ve Spengler, 2019). Rüzgâr yönü ve hızındaki değişimlere bağlı olarak ortalama deniz seviyesinde artış veya azalış görülebilmektedir. Örnek olarak; İstanbul ve İzmir’de yerel rüzgârlara bağlı olarak meydana gelen fırtına kabarmalarında 60-70 cm dolayında seviye değişikliği ortaya çıktığı belirlenmiştir (Dalfes ve Avcı, 2023). ABD’de özellikle Florida kıyılarında tropikal fırtınalar deniz kabarmasına yol açarak su basmalarına neden olmaktadır. 29 Ağustos 2005’te, Louisiana’da etkili olan Katrina Tropikal Siklonu denizin yaklaşık 10 m yükselmesine neden olmuştur (Haddow, 2017). Bu olaylar, kıyılarda ve deltalarda hâkim rüzgâr yönüne bağlı olarak dalga kabarması ve su baskınlarının yaşanabileceğini, etkilenecek alanların rüzgâr yönüne göre değişebileceğini ve uzun vadeli rüzgâr yönü değişimlerinin, planlama ve önleme süreçlerinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Hâkim rüzgâr yönünde yıl içindeki değişimler, rüzgâr erozyonu şiddetinde değişiklikler oluşturmaktadır (Chepil vd., 1964). Bunun yanında, hâkim rüzgârların düşük hızlarda estiği dönemlerde göl tabanlardaki türbidit sedimantasyon süreçleri etkilenirken (Lövestedt ve Bengtsson, 2008), uzun yıllık değişimlerin de benzer etki yapacağı anlaşılmaktadır. Yine kurak bölgelerdeki kumul morfolojisi de hâkim rüzgâr yönüne bağlı olarak şekillenmektedir (Erinç, 2001: 35-41). Görüldüğü gibi, jeomorfolojik süreçler de hâkim rüzgâr yönünden etkilenmekte, yöndeki değişimin şekillerin uzanışında ve dağılışına etki edeceği anlaşılmaktadır. Özellikle kurak-yarı kurak bölgelerdeki hâkim yön değişiminin kumul oluşum-gelişim süreçlerini (Konya ve Iğdır'da) ve kum fırtınası şiddeti ve etki alanını (özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi) değiştirebilecektir. Türkiye kıyılarında geniş kumul alanları da bulunmakta (Ertek, 2011), bu kumullar kıyı gelişim süreçleri ve rüzgâr yönüne göre şekillenmektedir. Yine hâkim rüzgâr yönündeki değişiklikler, bu süreçleri de etkileyecektir.

Rüzgârlardaki yön değişimleri, göçmen kuşların geçiş güzergâhlarını değiştirmelerine de yol açabilir (La Sorte ve Fink, 2017). Hâkim rüzgâr yönü polen dağılımında da etkili olduğu, değişiminin polen dağılışında farklılığa yol açtığı (Cecchi vd., 2006; Markgraf, 1980), ağaçların kanopilerinin uzanış ve şekillerinde etkili olduğu (Tarara vd., 2005), bitkilerde görülen salgın hastalıkların yayılma süreçlerinde ana belirleyicileri arasında yer aldığı (Xu ve Ridout, 2001) ortaya konulmuştur. Biyocoğrafik süreçlerde de önemli bir yer kaplayan rüzgâr yönü ve hızındaki değişimlerin bilinmesi, öngörülmesi, ekosistemde oluşabilecek değişimler ve alınabilecek önlemler için oldukça önemlidir.

Hâkim rüzgâr yönü şehir ve sanayi planlaması için de oldukça kritik bir yere sahiptir. Özellikle yüksek kütlelerle çevrilmiş şehirlerin planlaması ve/veya hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla sanayi tesislerinin yer seçimi hâkim rüzgâr yönüne göre yapılmaktadır. Hâkim yöndeki değişimi, özellikle oluk-vadi dışındaki morfolojik ünitelerde daha fazla olsa da bu değişkenliğin bilinerek tesis yer seçimleri gerçekleştirilmeli, değişimin hangi yönde olduğu bilinmelidir.

Birleşik Krallık'ta hâkim rüzgâr yönlerinin mekânsal ve zamansal olarak değiştiği, mekânsal değişkenliğin oluşmasında en önemli faktörün rölyef olduğu belirlenmiştir (Lapworth ve McGregor, 2008). Tropiklerarası Yaklaşım Kuşağı (Intertropical Convergence Zones) hem uzun yıllık süreçte, hem de yıllar ve mevsimler arasında farklılık göstermekte (Lashkari vd., 2017), bu durum basınç merkezlerindeki değişimlerden (kuvvetlenme-zayıflama, yer değiştirme) kaynaklanırken bu rüzgâr yönlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Shokurova (2019) tarafından Karadeniz çevresindeki rüzgâr yönü değişimleri incelenmiş, 1960'lı yılların sonunda görülen saatin tersi yönündeki değişimin 1970'lerin başına kadar arttığı, 1990'lara doğru zayıfladığı görülmüştür. Yine Hawaii'de çalışma yapan Garza vd. (1988), 1973-2009 yılları arasında, başlangıçta kuzeydoğulu rüzgârların 293 gün boyunca hâkim durumdayken, dönemin sonuna doğru bu değerin 210 güne kadar düştüğünü ve doğulu rüzgârların daha fazla hâkim olduğunu belirlemiştir. Bu değişimler de bize, hâkim yönlerin hem yıl hem de uzun yıllık süreçte değiştiği, bu değişimin küresel iklim değişikliği ile ilişkili olabileceğini, iklim değişikliğinin hâkim yönlerde de farklılıklar yaratabileceğini göstermektedir. Diğer iklim parametrelerinde gördüğümüz eğilimlerin, hâkim rüzgâr yönlerinde de olabileceği ve bu değişimlerin bilinmesi gerekmektedir.

Orman yangınlarının ortaya çıkışında daha çok insan etkili olsa da büyümesi ve kontrol altına alınmasında meteorolojik koşullar etkili olmakta (Türkeş ve Tolunay, 2023; Türkeş ve Altan, 2012; Yetmen, 2014), fön rüzgârının estiği dönemlerde yangın riski artmaktadır. Akdeniz ve Karadeniz kıyılarını etkileyen fön esnasındaki, hâkim rüzgâr yönü değişiklikleri, yangın risk alanlarında da değişiklik oluşturabilecektir. Yine, hâkim yönün, rüzgârın hızlı estiği yöne doğru değişmesi, yangın söndürme faaliyetlerinde göz önüne alınması gereken bir olaydır.

Türkiye şehirlerinin bir kısmı çanak ve vadi içerisinde kalmakta, bu nedenle hava kirliliği problemi ortaya çıkmaktadır. (Çiçek vd., 2004; İskan ve Koç, 2021; Keser, 2002; Kunt ve Dursun, 2018; Menteşe ve Tağıl, 2012). Daha evvel, hâkim rüzgâr yönüne göre kurulmuş sanayi tesisleri kirliliğin şiddetlenmesinde olumlu bir etki yapsa da hâkim rüzgâr yönündeki değişiklikler, bu olumlu durumu değiştirebilir.

Son yıllarda temiz enerji kaynağı olarak görülen rüzgâr enerjisi ve rüzgâr enerji santralleri, genel olarak rüzgâr hızının yüksek olduğu yerlere kurulmaktadır. Bir yerde ölçülen rüzgârların belli yönden esenleri daha hızlı olabilmekte, bu durum da zamanla değişmektedir. Hâkim rüzgâr yönündeki değişim, rüzgâr enerji potansiyeli üzerinde de etkili olabilecek, bazı sahalardaki potansiyeli artırırken, bazı sahalarda azaltıcı etki yapacak, bu da öngörülmesi gereken bir durum olarak karşımıza çıkacaktır.

Türkiye’de, rüzgârın hızına yönelik çalışmalar olmasına rağmen, yönü ve yön değişikliğine ilişkin çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Örneğin, Türkiye’deki 206 meteoroloji istasyonunun 1975-2006 dönemine ait rüzgâr hızlarının incelendiği çalışmada, 1,6-3,3 m sn⁻¹ hızındaki rüzgârların oranının %72 olduğu, meteoroloji istasyonlarının yarısından fazlasında rüzgâr hızlarının düştüğü, kış mevsimi rüzgâr hızlarındaki düşüşün belirginleştiği belirlenmiştir (Dadaser-Çelik ve Cengiz, 2014). Yine 1959-2018 yılları arasında 111 meteoroloji istasyonunun verilerinin incelendiği bir çalışmada, verilerin tamamında kırılmalar olduğu, verilerin homojenlik düzeltmeleri yapılarak oluşturulan eğilimlerde ise, kış dönemi rüzgâr hızlarının azaldığı, yaz dönemindeki hızların yükselme eğilimi gösterdiği, rüzgâr hızı genliklerinde de şiddetli bir azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz, 2021). Ayrıca çalışmada rüzgâr hızı rejimi ve eğilimleri açısından farklı tiplerin ayrılabilceği de ortaya konulmuştur. Literatür incelemesi ile yapılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Gumus vd., 2023). Türkiye geneli için yapılan başka bir çalışmada, rüzgâr hızlarının ilkbahar ve günde zayıfladığı, topografik koşulların rüzgâr hızlarına etki ettiği belirlenmiştir (Şahin ve Türkeş, 2013). Yine Şahin ve Türkeş (2020), 2012-20218 yılları arasında, 1207 istasyon verisini analiz ederek, yaz ve kış döneminde Türkiye’de hâkim rüzgâr yönlerini belirlemiş, yaz dönemi rüzgârların güçlüyken, sonbaharda zayıfladıklarını ortaya koymuştur. Hâkim yönün belirlenmesi için kullanılan Rubinstein hâkim rüzgâr yöntemine ilişkin yazılım da geliştirilmiştir (Avcı, 2020; Düşmez vd., 2022). Türkiye’de uzun yıllık ortalama hâkim rüzgâr yönleri birkaç araştırmacı tarafından ortaya koyulmaya çalışılmışsa da (Atalay, 2010: 426-432; Koçman, 1993: 15) genel olarak bu bilgiler, farklı konularda hazırlanan tez, makale ve kitapların iklim bölümlerinde ve sınırlı istasyon çalışmasına dayanmaktadır.

Yukarıdaki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere basınç sistemleri sürekli yer değiştirmekte, Tropiklerarası Yaklaşım Kuşağı da bundan etkilenmektedir. Tropikal bölgedeki bir hattın değişime yol açan bu yer değiştirmeler, benzer şekilde hâkim rüzgâr yönlerine de etki etmektedir. Yine, dünyanın

farklı bölgelerindeki hâkim rüzgâr yönleri hem yıl içinde hem de uzun yıllık süreçte değişmektedir. Türkiye’de ise, hâkim rüzgâr yönü değişimine ilişki çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada,

- a) Türkiye’de 1931-2020 yılları arasında onar yıllık dönemlerde hâkim rüzgâr yönlerinde bir değişim var mıdır?
- b) Değişim varsa, bölgesel benzerlikler bulunmakta mıdır?
- c) Hâkim rüzgâr yönlerindeki değişimler belli döngüler içermekte midir?
- d) Değişimlerde hangi faktörler etkilidir?

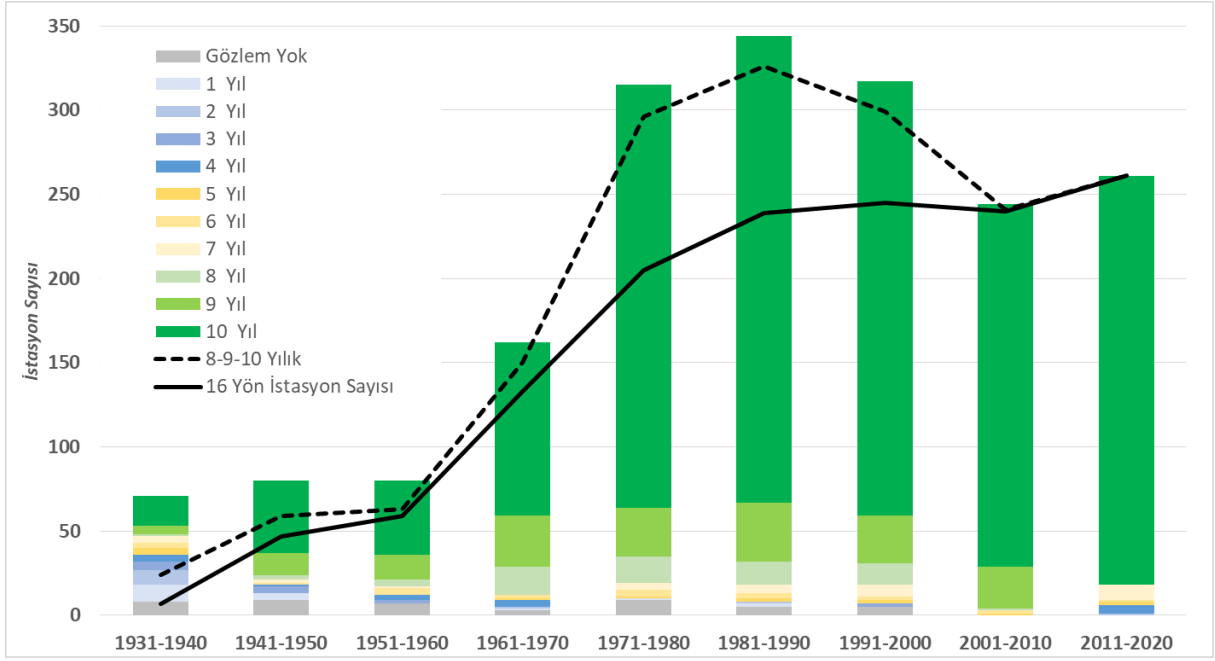
sorularını tamamen ya da kısmen cevaplamak üzere analizler gerçekleştirilmiş, analiz sonuçları haritalanmış ve tartışılarak bazı genel sonuçlara ulaşılmıştır.

2. Veri ve Yöntem

2.1. Veri ve Uzunlukları

Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’ne ait istasyonlardan elde edilen veriler kullanılmıştır. İlk olarak MGM’den 1931-2020 yılları arasında, 1931-1940, 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010 ve 2011-2020 şeklinde (9 dönem), 10’ar yıllık zaman aralığında, 546 istasyona ait bültenler elde edilmiştir. Bunların bir kısmının ilk, bir kısmının son, bir kısmının ise ara dönemlere ait ölçümleri olduğu, toplam 25 istasyonun tüm dönemleri kapsayacak şekilde verisi bulunduğu görülmüştür.

İstasyonların, bir dönem içerisinde verisi bulunmasına rağmen, bu verinin bazen birkaç yılı kapsadığı, eksik yıllarının olduğu, bir kısmında ise tüm verisinin bulunduğu görülmüş; tüm verisi bulunan istasyon sayısı az olduğundan, bir dönemdeki verileri kullanmak için standart bir veri uzunluğunun belirlenmesi gerektiği görülmüştür (Şekil 1). Bu amaçla her bir 10 yıllık dönemde en az 8 yıllık verisi olan istasyonlar belirlenmiştir. Bu şekilde 9 dönemde de verisi olan istasyon sayısı 20 olarak ortaya çıkmış, bazı istasyonların ilk dönemlerinde tutulan kayıtlarındaki rüzgâr yönlerinin 8 yönde toplandığı görülmüştür. 1931-2020 yılları arasında, bazı istasyonların başlangıç dönemlerinde, bazılarının ortada bazılarının da son dönemde verisi bulunduğu görülmüş, veri devamlılığı ve kullanılabilirliği ilkesi benimsenmiştir. Bu şekilde, en az 3 dönem sürekli kullanılabilir verisi bulunan istasyonların seçilmesine karar verilmiştir.



Şekil 1. Kullanılan istasyonların sayıları, dönemlere göre gözlem süreleri ve rüzgâr yönü ölçüm özellikleri.

Veri analizi neticesinde, sadece ardışık 3 dönemde verisi bulunan 248, ardışık 4 dönemde verisi bulunan 198 istasyon belirlenmiş, bu istasyonlar içerisinde, özellikle verisi ara dönemlere ait (ör:1961-1990) olanlardaki ölçümlerin sürekli 8 yönde yapıldığı görülmüş ve bu türde olan istasyonlar değerlendirme dışında bırakılmıştır (Şekil 2). Bu şekilde yapılan eleme sonucunda, 167 istasyonun en az 3 dönemde verisinin devam ettiği ve bu dönemlerde kullanılabilir veriye sahip olduğu anlaşılmış, bu istasyonların kullanılmasına karar verilmiştir.

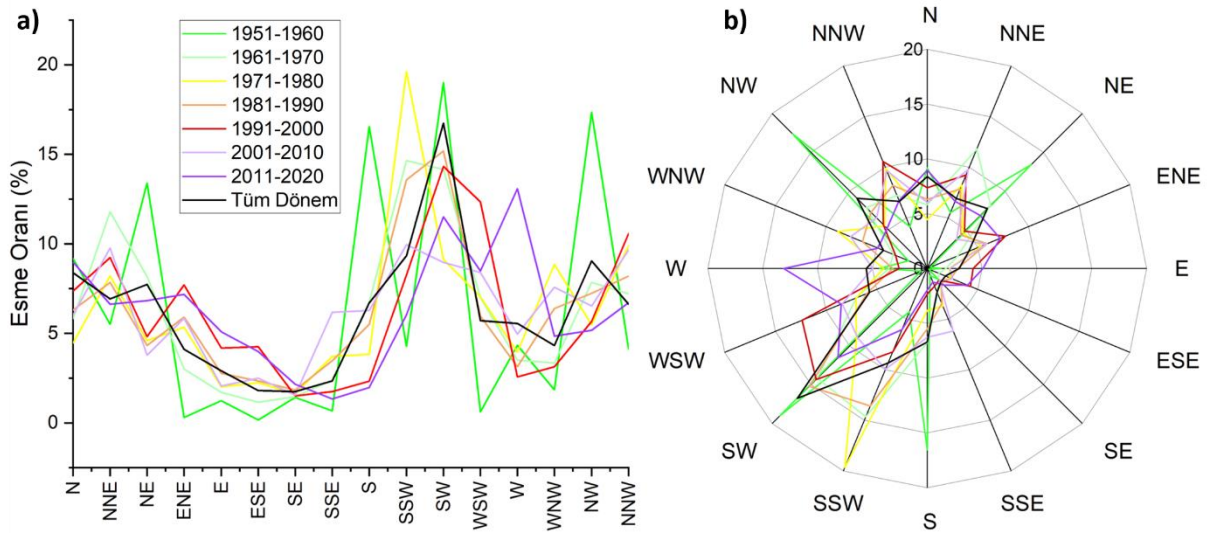


Şekil 2. MGM’de verisi bulunan istasyonlar ile bu çalışmada kullanılan istasyonların konumları.

Kullanılan istasyonlar, Türkiye geneline homojen dağılmamakta, özellikle kıyılarda ve büyükşehirler çevrelerinde yoğunlaşmaktadır. Kullanılan istasyonlardan, 20’sinin 9 dönem, 26’sının 8 dönem, 17’sinin 7 dönem, 55’inin 6 dönem, geriye kalan 49’unun ise 3-5 dönem verisi bulunmaktadır.

2.2.Yöntem

Hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesi ve gösterilmesinde farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Bunlar arasında rüzgâr gülü, grafiksel gösterim, geometrik hesaplama yöntemi, Lambert ve Rubinstein yöntemleri yer almaktadır. Her on yıllık dönem için grafik (Şekil 3a) ve rüzgârgülü (Şekil 3b) oluşturularak yapılan incelemelerde bu yöntemlerin uygun fakat çok karmaşık, yorum yapılmasının zor olduğu görülmüş, diğer yöntemlere odaklanılmıştır.



Şekil 3. Ankara meteoroloji istasyonunun farklı dönemlerdeki rüzgâr esme oranları (a) ve rüzgâr gülleri (b).

2.2.1.Lambert’e göre Ortalama Rüzgâr Yönü

Ortalama rüzgâr yönü belirlemede sıklıkla kullanılan Lambert yöntemi, belirlenen yönlerden esen rüzgâr frekansına (esme sayısı) göre oluşturulmaktadır. Lambert ortalama rüzgâr yönü, payın C_N , paydanın C_W olarak tanımlanması durumunda, 8 yöne göre eşitlik [1], 16 yöne göre eşitlik [2] kullanılarak hesap edilmektedir (Ardel vd., 1969:142-144; Conrad, 1946: 101-104).

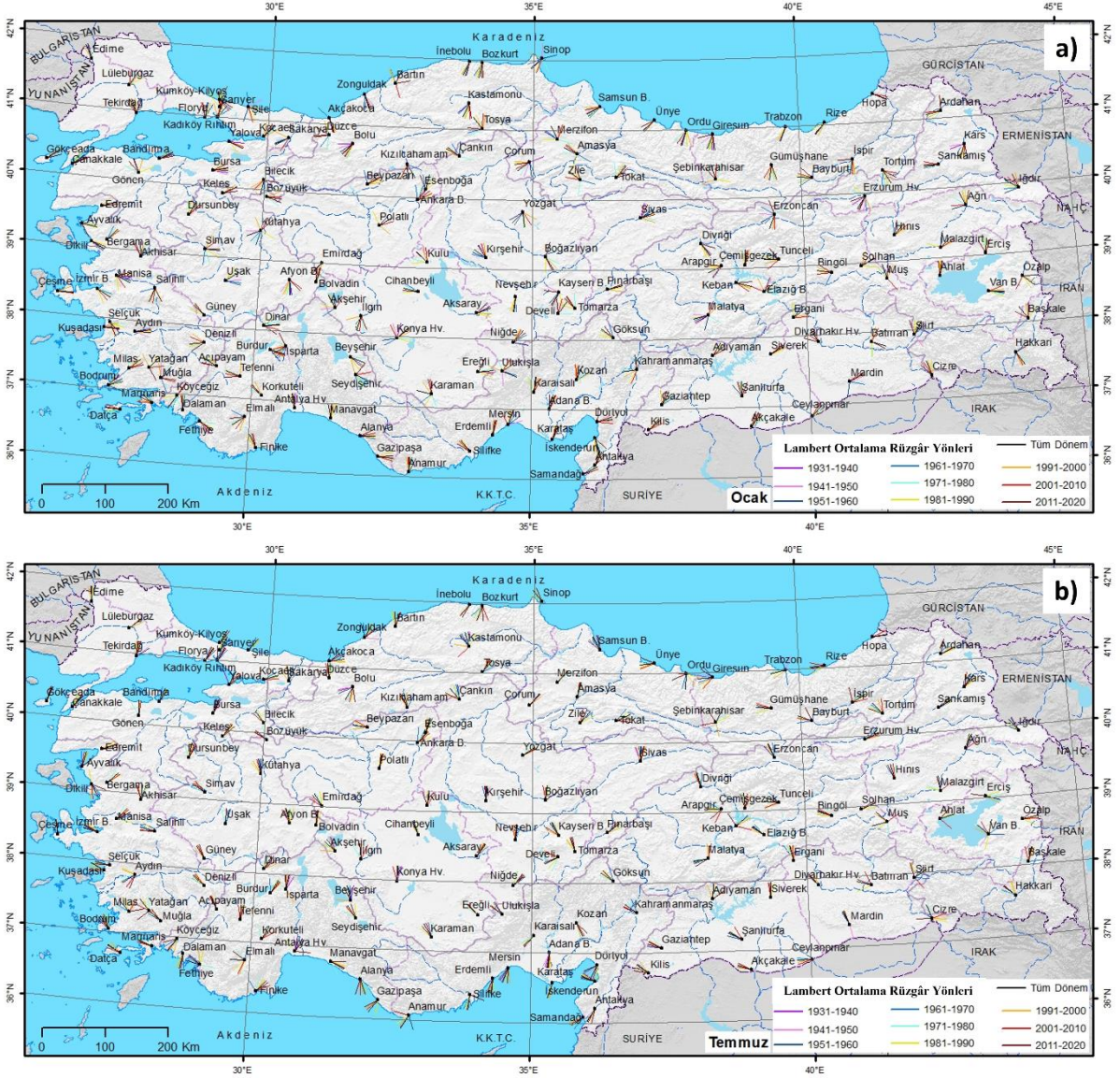
$$\tan\alpha' = \frac{N - S + \cos45(NW + NE - SW - SE)}{W - E + \cos45(NW + SW - NE - SE)} \quad [1]$$

$$\tan\alpha' = \frac{N - S + \cos22,5(NNE + NNW - SSE - SSW) + \dots}{W - E + \cos22,5(WNW + WSW - ENE - ESE) + \dots} \quad [2]$$
$$\frac{\dots + \cos45(NE + NW - SE - SW) + \cos67,5(ENE + WNW - ESE - WSW)}{\dots + \cos45(NW + SW - NE - SE) + \cos67,5(NNW + SSW - NNE - SSE)}$$

Elde edilen $\tan\alpha'$ değerinin mutlak değeri, trigonometrik cetvelden açı değerine çevrilmekte, $C_N=+$ ve $C_W=-$ ise $90^\circ-|\alpha|$, $C_N=-$ ve $C_W=-$ ise $90^\circ+|\alpha|$, $C_N=-$ ve $C_W=+$ ise $270^\circ+|\alpha|$, $C_N=+$ ve $C_W=+$ ise $270^\circ-|\alpha|$ kuralı uygulanarak, hâkim yön belirlenmektedir (Conrad ve Pollak, 1950:181).

1931-2020 yılları arasında, Türkiye için belirlenen Lambert ortalama rüzgâr yönleri Şekil 4’te görülmektedir. Lambert yöntemi kullanıldığında, veri ister 8 ister 16 yönde ölçülmüş olsun, hâkim yön hesabı sonucunda aynı değer elde edilmekte, farklı verilerin karşılaştırılmasına imkan sağlamaktadır.

Lambert ortalama rüzgâr yönlerine göre Türkiye’de, hem ocak ayında kıyılarda genel olarak karadan denize doğru, temmuz ayında ise hem karadan denize, hem de kıyıya paralel ve denizden kıyıya doğru rüzgâr yönleri ortaya çıkmıştır (Şekil 4). Bu durum, kıyılardaki ana rüzgâr yönü belirleyici faktörün, termik kökenli olduğunu göstermektedir (Yılmaz ve Çiçek, 2021). Bununla beraber, Çanakkale ve İstanbul Boğazları’nda ortalama rüzgâr yönleri, boğaz uzanışına uygundur. Bu da, boğazların, atmosferik kanal özelliği göstermesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Lambert yöntemine göre son 90 yıldaki ortalama rüzgâr yönleri. İstasyonlar siyah nokta ile gösterilmiş, çizgiler, rüzgârın istasyona geldiği yönü ifade etmektedir.

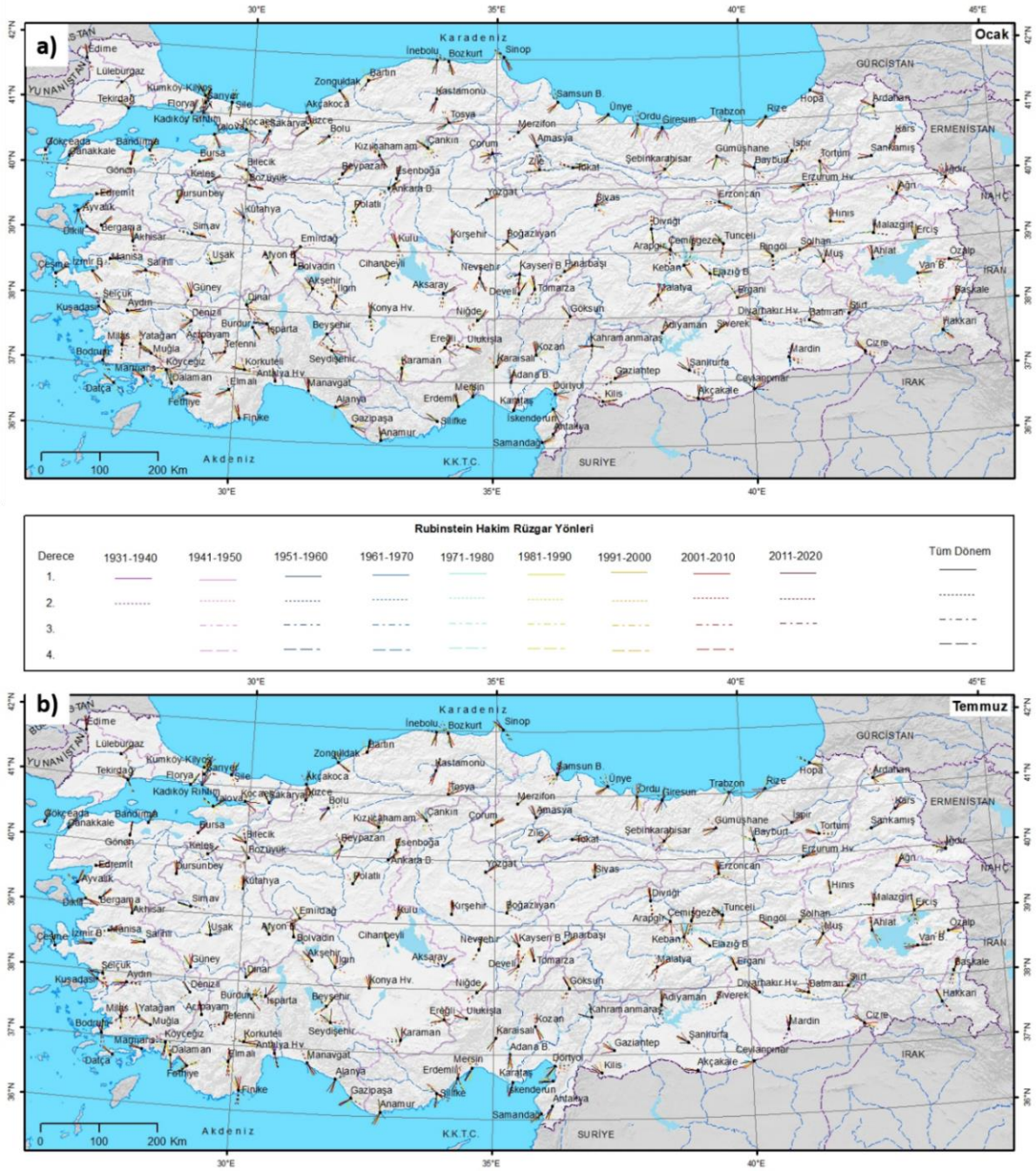
Hâkim rüzgâr yönü Lambert formülü ile hesaplandığında, sadece bir yön elde edilmekte, özellikle birden fazla hâkim rüzgâr yönü olan istasyonlarda Lambert formülü ile elde edilen hâkim yön, bileşke yön olması nedeniyle diğer hâkim yönleri vermemektedir. İstasyonda, birden fazla hâkim yönün söz konusu olduğu durumlarda Lambert formülüyle, tek hâkim yön gösterilirken, eğer hâkim yön dönemler arasında değişiyorsa (Şekil 4a, Ör: Sinop, Amasya, Zile, Hakkâri, Cizre, Şekil 4b Ör: Anamur, Cizre, Trabzon, Erciş) bunu göstermek imkânsız hale gelmekte ve hâkim yönde, dönemler arasında 180°'lik bir değişim ortaya çıkmaktadır. Ancak bu yazının konusu olan dönemler arası hâkim rüzgâr yönü değişiminin belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çalışmada, Rubinstein yöntemi esas alınmış, formül bazı değişikliklerle kullanılmıştır.

2.2.2. Rubinstein’e göre Hâkim Rüzgâr Yönü ve Çalışmadaki Kullanımı

Rubinstein hâkim rüzgâr yönünde, her bir yön bir önceki ve sonraki hâkim yönlerden esme sayıları ile karşılaştırılmakta, ardışık iki yönde esen rüzgârlar komşu rüzgârlardan yüksek frekansta esiyor ise, o yönde bir hâkim yön olduğu kabul edilmektedir (Ardel vd., 1969b: 126-130; Avcı, 2020). Ardışık yönlerin toplam frekans oranı da 8 yönde işlem yapılıyorsa % 25’ten büyük olmalıdır. Bu çalışmada Rubinstein’in orijinal formülünden farklı olarak hâkim rüzgâr yönündeki değişimin daha açık olarak görülebilmesi için 16 yön kullanılmış, oran ise % 12,5 olarak alınmıştır. Rubinstein yönteminde olduğu gibi arka arkaya gelen 4 terim arasında ilişki aranmıştır. Terimlerden ilki y olarak adlandırıldığında ikinci terim y_{+1} , üçüncü terim y_{+2} , dördüncü terim y_{+3} olacaktır. Toplam 16 rüzgâr yönü, kuzeyden başlanarak 1’den 16’ya kadar sayılarla ifade edildiğinde ve bir sonraki yön (y_{+1}), o yönden sonra saat yönünde gelen yön olarak düşünüldüğünde, herhangi bir yönün hâkim rüzgâr yönü olup olmadığının ortaya konulması için $y < y_{+2}$ ve $y_1 > y_{+3}$ ve $y_{+1} + y_2 > \%12,5$ koşullarının sağlanması gerekir. Bu şartların tüm yönler ile sınanması ile hâkim yönün açısı belirlenir. Bunu için, eşitlik [3] kullanılarak Y_a elde edilir. Bu Y_a değeri, 22,5 derece ile çarpılarak, referans istikametteki hâkim yön açısı belirlenir ve referans yönle toplanarak, kuzeyden olan açı değeri ortaya koyulur.

$$Y_a = 1 + \frac{y_2 + y}{(y_2 - y) + (y_1 + y_3)} \quad [3]$$

Rubinstein hâkim rüzgâr yönü her istasyon için birden fazla olabilmektedir. 1., 2., 3., dereceden ifade edilen bu yönler, dönemler arasında farklılık gösterebilmekte, ana hâkim yön değişebilmektedir. Bu nedenle, ana hâkim yöndeki ya da farklı derecedeki hâkim yönlerdeki değişim incelendiğinde sorunlar çıksa da, belirli bir yöndeki hâkim rüzgâr yönündeki değişimin incelenmesine olanak tanımaktadır. Bu şekilde incelendiğinde, örneğin ocak ayında Sinop istasyonunda (Şekil 5), güneydoğudan gelen rüzgâr bir dönem 1., başka bir dönem 2. olabilmekte, derece değişse de ana veya ara rüzgâr yönü değişmediğinden, hâkim yöndeki değişim, rüzgârın geliş açısındaki değişim ile incelenebilmektedir. Bu nedenle çalışmada Rubinstein hâkim rüzgâr yönü kullanılmıştır. Buna rağmen, Şekil 5’te olduğu gibi farklı dönemlerdeki hâkim yönlerin farklı renklerle gösterilmesi durumunda da Türkiye ölçeğinde, hâkim rüzgâr yönü değişimini incelemek zorlaşmaktadır.

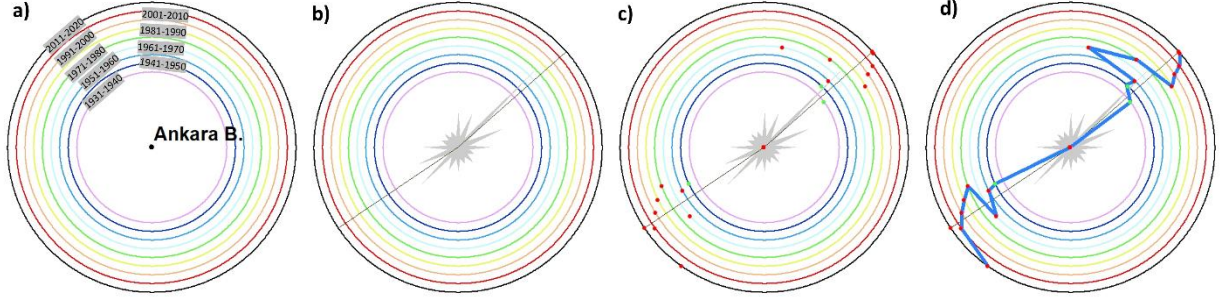


Şekil 5. Rubinstein yöntemine göre son 90 yıldaki hâkim rüzgâr yönleri ve dereceleri. İstasyonlar siyah nokta ile gösterilmiş, çizgiler, rüzgârın istasyona geldiği yönü ifade etmektedir.

2.2.3. Çoklu Rubinstein Hâkim Rüzgâr Yönü Oluşturulması

Lambert ve Rubinstein hâkim yönlerinin, çok sayıda istasyonun bulunduğu tek bir haritada gösterilmesinin, yorumlamayı ve çıkarsama yapmayı zorlaştırması, bu yönlerin farklı bir yöntemle gösterilmesini zorunlu kılmıştır. Bu nedenle çalışmada, Rubinstein çok dönemli hâkim rüzgâr yönlerini ifade etmek için geliştirilen farklı yöntemle başvurulmuştur. Bu yöntemde, farklı dönemlere ait rüzgâr

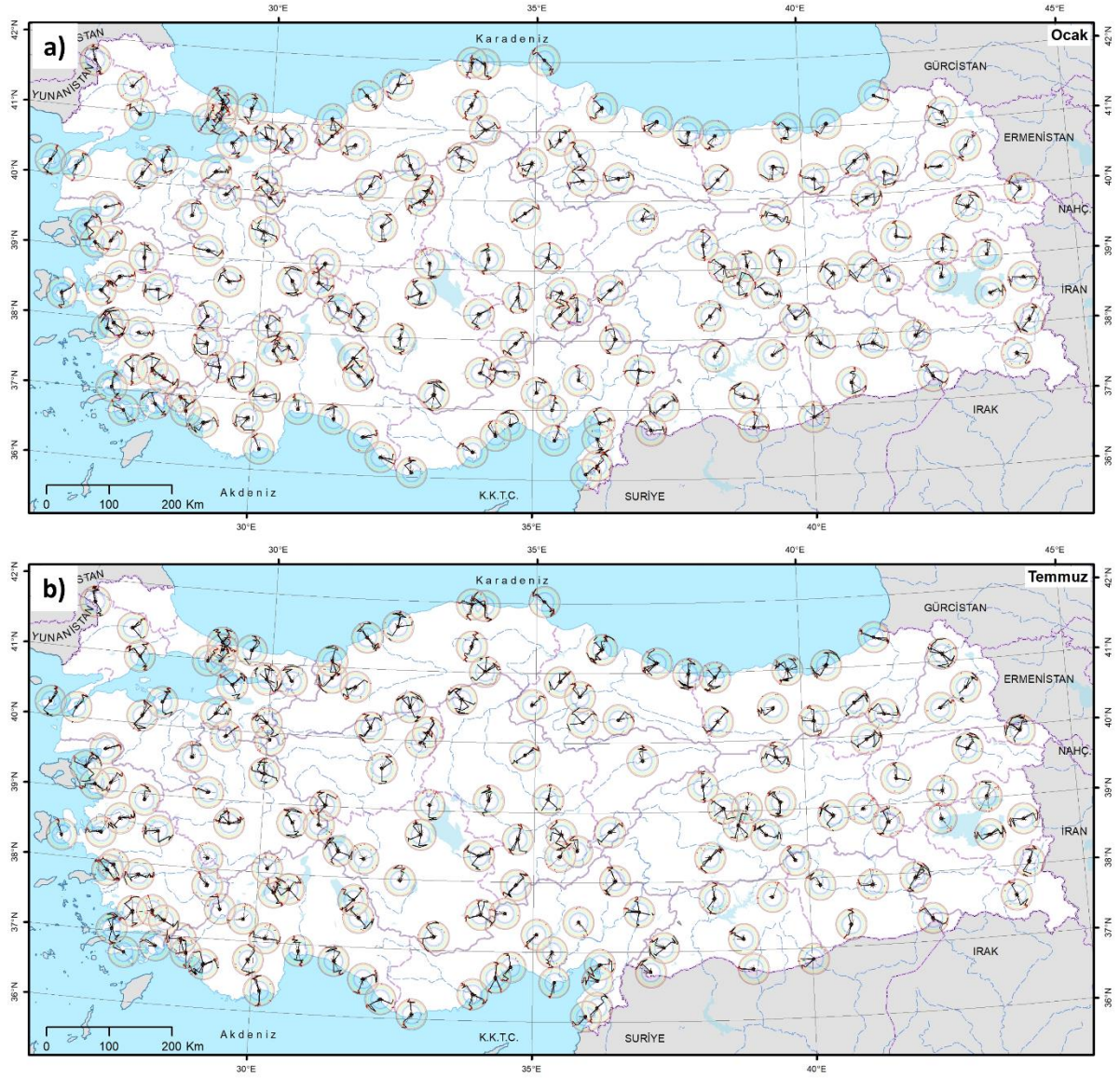
yönlerindeki değişimin takibi 9 farklı döneme ait, farklı derecedeki hâkim yönlerin tek bir şekilde gösterilmesini sağlayan bir grafik ile sağlanmıştır. Bu yöntemde hâkim rüzgâr yönü birbirini takip eden dönemlerde farklı bir yarıçapa sahip daire üzerine işaretlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Ankara Bölge Meteoroloji İstasyonu, ocak ayı, çoklu Rubinstein hâkim rüzgâr yönleri.

Çoklu Rubinstein yönteminde, istasyon çevresine, her bir dönemi farklı ifade edecek şekilde, farklı yarıçaplara ait daireler çizilmekte, en içteki daire en erken, en dıştaki daire ise en geç dönemi göstermektedir. Yukarıda, Ankara bölge meteoroloji istasyonu için en içteki daire 1931-1940, en dıştaki daire ise 2011-2020 yılları arasını ifade etmektedir (Şekil 6a). Şekil üzerinde 3 farklı unsuru göstermek mümkündür. Şeklin ortasında istasyon merkezli, uzun yıllık ortalamalara göre belirlenmiş rüzgârgülü (gri renkte) ve Rubinstein hâkim rüzgâr yönleri (koyu gri çizgi) yer almaktadır (Şekil 6b). Her dönem için belirlenen hâkim rüzgâr yönleri ise o döneme ait daire üzerine gelecek şekilde noktalarla işaretlenir (Şekil 6c) ve bu noktalar birleştirilerek, uzun dönemli hâkim rüzgâr yönündeki zamansal değişim hareketi ortaya konulmaktadır (Şekil 6d). Bu grafiklere <https://geography.humanity.ankara.edu.tr/turkiye-iklim-arastirmalari> adresinden erişilebilmektedir.

Çoklu Rubinstein yöntemiyle de Türkiye’de, 1931-2020 yılları arası dönemde, ocak ve temmuz ayları için haritalar oluşturulmuştur (Şekil 7). Haritalardan, hâkim yönlerin tespit etmek, benzerlikleri izlemek mümkün olmuş, değişkenliği fazla olan hâkim yönler ortaya çıkmıştır. Söz konusu grafiklerin çizimi ve değerlendirilmesi, az sayıda meteoroloji istasyonu kullanıldığında kolaylıkla yapılabilirken, istasyon sayısının arttığı durumlarda değerlendirme imkansızlaşmaktadır. Bununla beraber, dönemler arası değişimlerdeki benzerlik-farklılıkların belirlenmesi yine zor olmuştur. Bu nedenle, hâkim yön değişimini incelemek için, ardışık iki dönem için yeni bir veri tabanı oluşturulmuş ve değişimin daha kolay anlaşılabilmesi için dönemler arasında, ardışık iki dönemi kapsayan periyotlarda analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7. Türkiye’de 1931-2020 yılları arasında Rubinstein yöntemine göre çoklu hâkim rüzgâr yönleri

Ardışık dönemlerin veri tabanına dönüştürüldüğünde, toplam 8 periyot ortaya çıkmış, birinci periyot 1931-1940 ve 1941-1950 dönemini, ikinci periyot 1941-1950 ve 1951-1960 dönemini kapsayacak şekilde isimlendirme yapılmıştır. İki dönem arasında, öncekinden sonraki açı değeri çıkarılarak değişim açısı belirlenmiş, eğer pozitif değer elde ediliyorsa saat yönlü (SY), negatif değer elde ediliyorsa saatin tersi yönlü (STY) değişim olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Yukarıda da anlatıldığı gibi, veri tabanı oluşturulurken, hâkim yön derecelerinde problemler yaşanmış, bir yön diğer dönemde farklı derecelerde ortaya çıkabilmiştir. Bu nedenle çalışmada, hâkim yönün belirlendiği ilk dönemdeki yön dereceleri referans alınmış, diğer yönler, sonraki dönemlerde dereceleri değişse de aynı yön olarak kabul edilmiştir.

Çalışmada, bazı istasyonlarda tek yön çıkmış, bu yön, istasyona ait (A-iyeh ve Peters, 2015) voronoi çokgeni renklendirilerek verilmiştir (Örnek: Şekil 8). 2. ve 3. hâkim yönlerdeki değişim ise,

istasyon üzerine, sayılar yazılarak gösterilmiş, sadece ikinci yön varsa 1 sayı, 3. yön de varsa 2 sayı ile etiket oluşturulmuş, yön değişim açısı harita lejantlarında belirtilmiştir. İstasyon üzerine yazılan değerler -5 ile 5 arasında değişmiş, bu değerler, hâkim yön değişim açısını belirtir şekilde lejantta gösterilmiştir. Örneğin istasyon voronoi çokgeni SY renk ile boyandığında, 1. hâkim yönün SY yönlü değişim gösterdiği, voronoi çokgeni üzerine [1; -4] değeri yazılıysa da 2. hâkim yön 0-5° STY, 3. Hâkim yön ise 15-30° SY değişim göstermiş şeklinde yorumlanmaktadır.

Çizelge 1. Ankara bölge meteoroloji istasyonunda, ocak ayındaki hâkim rüzgâr yönleri ve dönemler arası değişimleri.

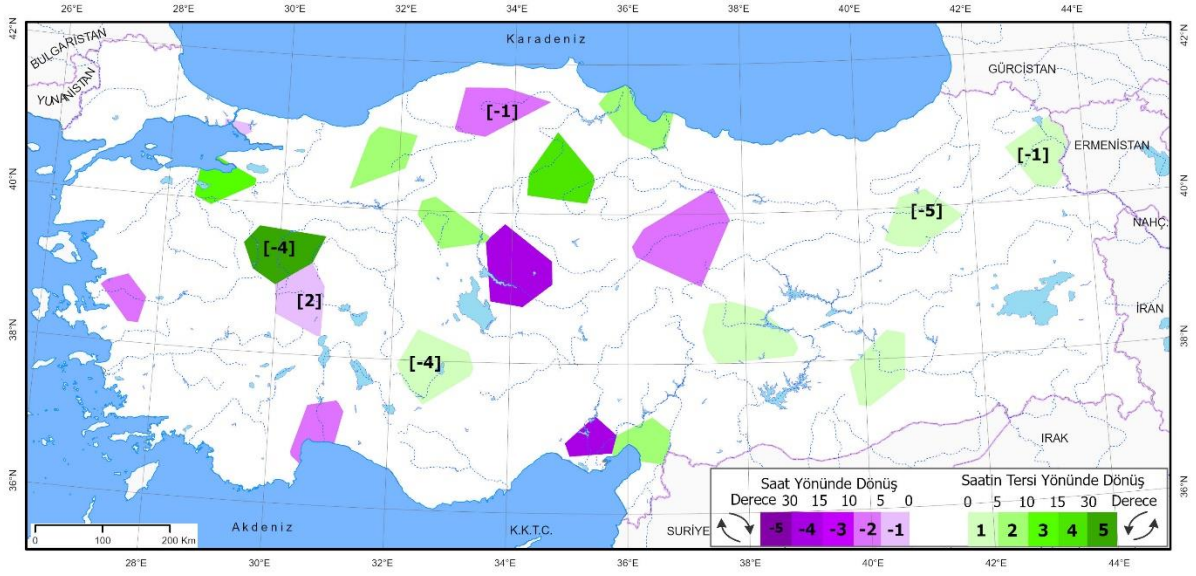
	1931-1940	Değişim 1-1	1941-1950_1	1941-1950_2	Değişim 2-1	Değişim 2-2	1951-1960_1	1951-1960_2	Değişim 3-1	Değişim 3-2	1961-1970_1	1961-1970_2	Değişim 4-1	Değişim 4-2	1971-1980_1	1971-1980_2
Açı	52,9	9,4	43,5	244,5	-0,6	2,4	44,2	242,1	33,8	14,7	10,4	227,4	-26,8	-22,0	37,2	249,4
	P1		P2		P2	P3		P3	P4		P4	P4				
	Değişim 5-1	Değişim 5-2	1981-1990_1	1981-1990_2	Değişim 6-1	Değişim 6-2	1991-2000_1	1991-2000_2	Değişim 7-1	Değişim 7-2	2001-2010_1	2001-2010_2	Değişim 8-1	Değişim 8-2	2011-2020_1	2011-2020_2
Açı	-21,9	5,4	59,1	243,9	4,0	4,7	55,0	239,2	1,8	5,5	53,2	233,7	3,9	18,8	49,3	214,9
	P5	P5	P6		P6	P6	P7		P7	P7	P8		P8	P8		

3.Bulgular

3.1. Ocak Ayı

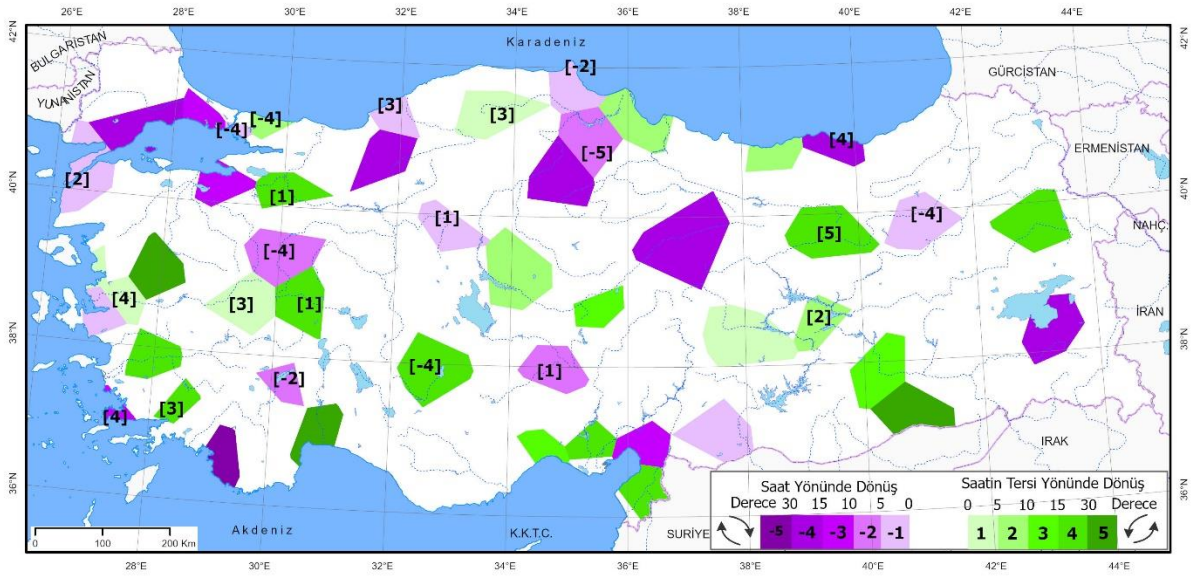
Ocak ayında Türkiye, sık sık orta enlem depresyonları ve buna bağlı polar cephenin geçiş güzergâhında bulunmakta ve genelde siklonik (saatin tersi yönlü -STY) bir hava hareketi ortaya çıkmaktadır. Bu hava durumu öncesinde Türkiye’de lodos hâkim olmaktadır (Çöleri vd., 2007). Kışın, Orta-kuzey Asya kaynaklı Sibiryâ termik yüksek basıncı (*cP*) da etkili olmakta, daha çok Türkiye’nin kuzey doğusuna sokulan bu hava yapısı, antisiklonik (saat yönlü – SY) bir hava hareketine yol açmaktadır. Azor yüksek basıncının (*mT*) etkili olduğu dönemde de antisiklonik bir hava hareketi olmaktadır.

1931-1940 ile 1941-1950 dönemi arasında, ocak ayında, toplam 20 meteoroloji istasyonunda hâkim rüzgâr yönü değişimi belirlenebilmiş, bu değişimlerin 8’i SY, 12’si STY olmuştur (Şekil 8). 6 istasyonda 2. hâkim yön değişimi de görülürken, bunların 5’inde değişim STY şeklindedir. Bu dönemde Sakarya Havzası çevresinde, Ankara, Bursa gibi istasyonlar ile Doğu Anadolu Bölgesi istasyonlarında STY, İç Anadolu ile Ege ve Akdeniz kıyılarında, birbirlerinden uzak istasyonlarda SY dönüş ortaya çıkmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi istasyonlarının tamamında STY değişimin gerçekleşmesi, değişimi meydana getiren olayın, tüm bölgede etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. Birinci periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

İkinci periyot olan, 1941-1950 ve 1951-1960 dönemleri arasında 49 meteoroloji istasyonunda hâkim yön değişimi belirlenmiş, bunların 23'ünde SY, 26'sında STY değişim gerçekleşmiştir (Şekil 9). Aynı dönemde 22 istasyonda 2. hâkim rüzgâr yönü değişimi de belirlenmiş, bunların 8'inde hem 1. hem de 2. hâkim yön STY, 6'sında ise SY değişim olmuştur.

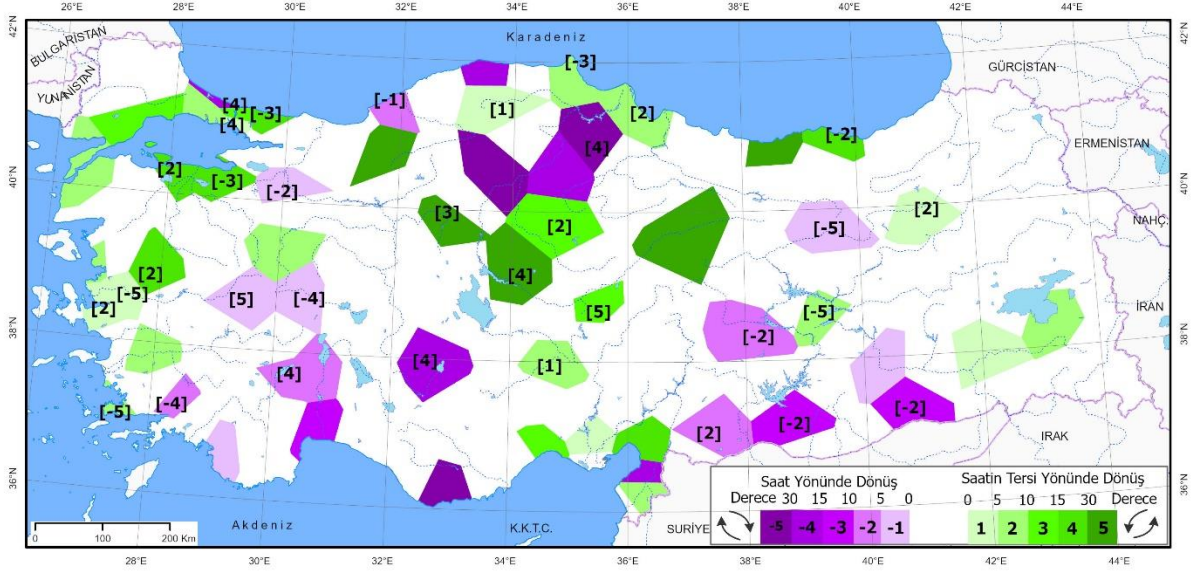


Şekil 9. İkinci periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

İkinci periyotta, Marmara Denizi çevresinde, değişim hesap edilen tüm istasyonlarda SY değişim görülmüştür (Şekil 9). Ege Bölgesi sınırlarında ve kıyılarında da SY belirlenen değişim, bölgenin ortasındaki istasyonlarda STY olmuştur. Doğu Akdeniz kıyılarında, Dörtyol haricinde, Doğu Anadolu Bölgesine benzer şekilde STY değişim vardır. Birinci periyotta, Doğu Anadolu Bölgesi'nde var olan STY değişim, bu dönem de devam etmiş ve dönüş açısı artmıştır. İç Anadolu Bölgesi ve

çevresinde ise Konya ve Sivas istasyonları haricinde, birinci periyodun tersi yönde bir değişim meydana gelmiştir.

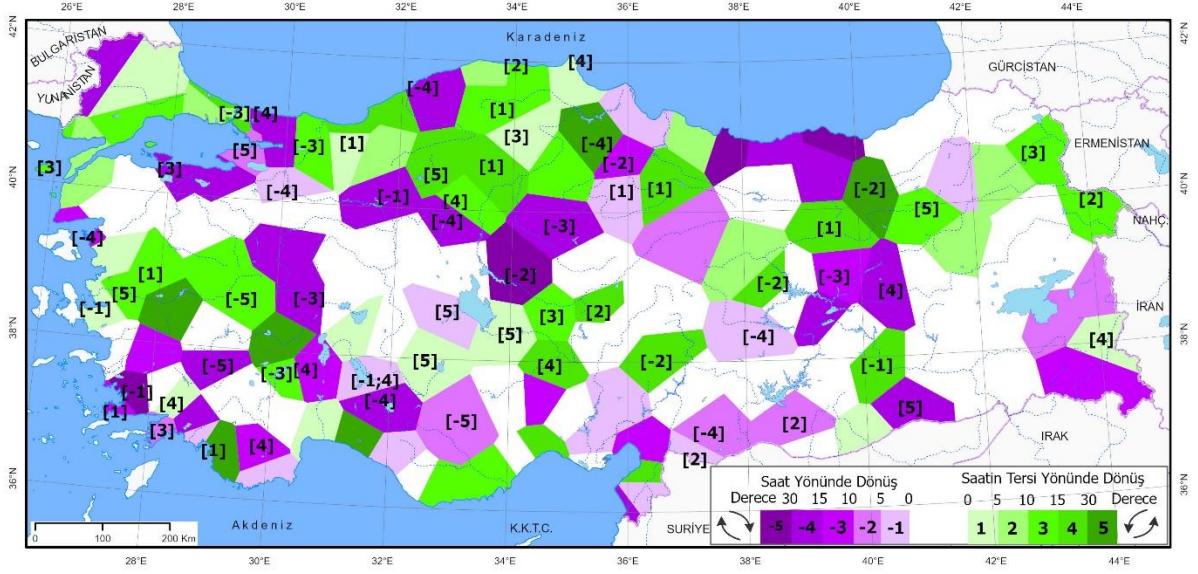
Üçüncü periyot olan 1951-1960 ve 1961-1970 dönemleri arasında, ocak ayında, 22’si STY, 36’sı SY olmak üzere toplam 58 istasyonda hâkim yön değişimi belirlenmiştir (Şekil 10). Bu dönemde 33 istasyonda 2., 1 istasyonda ise 3. hâkim yön değişimi de ortaya çıkmıştır. 2. yön değişimi olan istasyonlarda hem 1. hem de 2 hâkim yönü STY değişen 13, hem 1. hem de 2. hâkim yön değişimi SY olan istasyon sayısı 8 olarak belirlenmiştir.



Şekil 10. Üçüncü periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Üçüncü periyotta, Marmara Denizi çevresindeki tüm istasyonlarda, bir önceki değişim döneminin tersine STY değişim belirlenmiştir. Akdeniz ve Karadeniz kıyıları ile İç Anadolu Bölgesinde bir önceki döneme göre bazı istasyonlarda aynı, bazı istasyonlarda ise tersi yönde değişim ortaya çıkmıştır. İkinci periyotta Göller Yöresi çevresinde STY olan değişimler, bu dönemde SY olmuştur. Yine Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bir önceki periyotta STY olan değişimler ise 3. periyotta SY olarak gerçekleşmiştir.

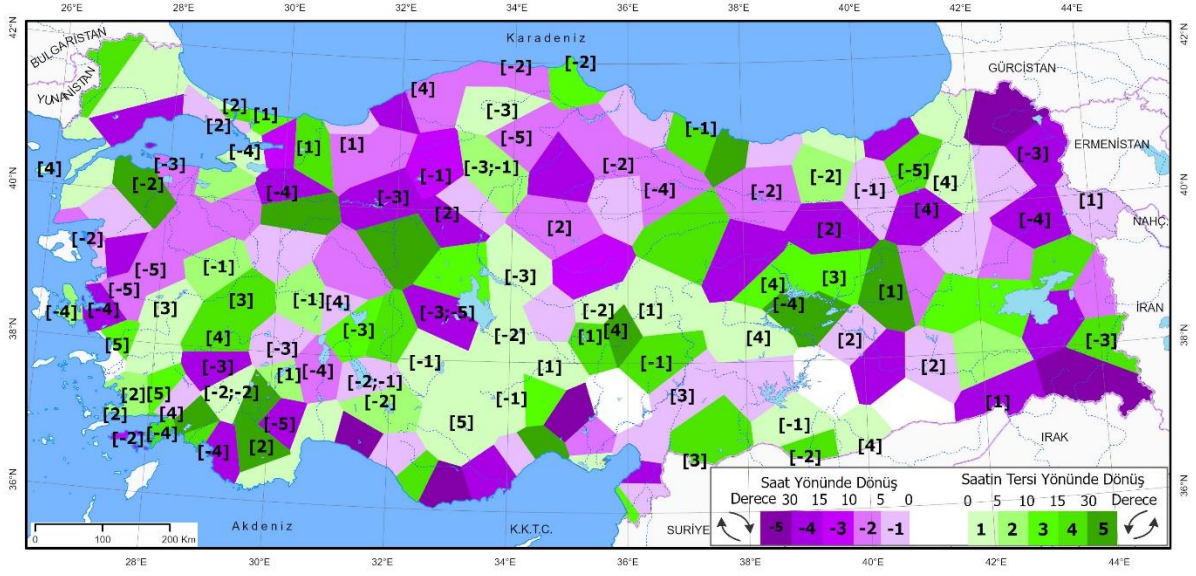
İncelenen dördüncü periyotta (1961-70 ve 1971-80 dönemleri arasında), toplam 118 meteoroloji istasyonda değişim belirlenmiş, bu değişimlerin 62’si STY, 56’sı ise SY gerçekleşmiştir (Şekil 11). Aynı dönemde, 65 istasyonda 2., 2 istasyonda ise 3. hâkim yönler de belirlenmiş ve bunlardaki değişimler hesap edilmiştir. Bu istasyonların 24’ünde hem 1. hem de 2. hâkim yön değişimi STY, 19’unda ise SY olmuştur. Buradan, 2. hâkim yönü belirlenen istasyonların, 2. hâkim yön değişimlerinin üçte ikisinin 1. hâkim yön ile yönde olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 11. Dördüncü periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Dördüncü Periyotta, tüm Karadeniz kıyılarında bir önceki döneme göre tersi yönde hâkim yön değişimleri belirlenmiştir. Bu dönemde, Marmara Denizinin güney ve doğu kısmında SY, kuzey ve batı kısmında ise STY değişim görülmüş, bu istasyonların güneydoğuda olanlarının bir önceki döneme göre tersi yönde hareket ettiği anlaşılmıştır. Benzer şekilde, Ege Bölgesi'nin kuzey yarısında STY değişim ile güney yarısındaki SY değişimler bu dönemde de devam etmiştir. Akdeniz kıyılarında ise, bir önceki dönemde değişim belirlenen istasyonlarda tersi yönde hâkim yön değişimleri ortaya çıkmıştır. Bu periyotta, İç Anadolu Bölgesi ile Van Gölü çevresinde, bir önceki döneme göre ters yönde hareket eden hâkim rüzgâr yönleri, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde genel olarak önceki dönemle aynı yön değişimi devam etmiş, Göller Yöresi çevresinde ise hem önceki dönemdeki değişimin devam ettiği, hem de tersi yönde değişen hâkim yönlerin olduğu görülmüştür.

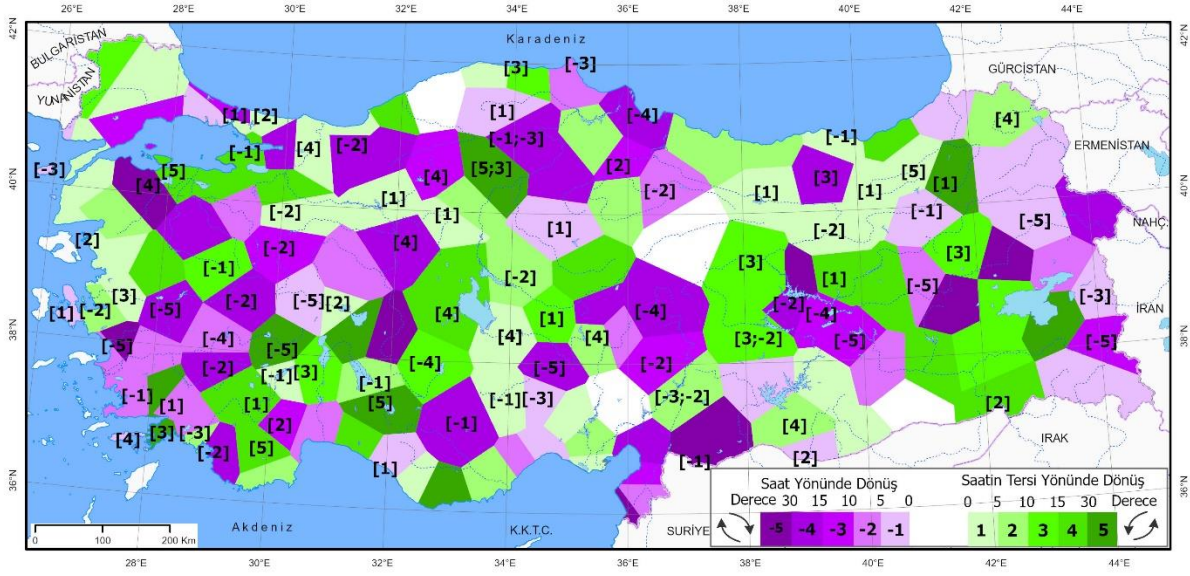
1971-1980 ve 1981-1990 dönemleri arasında Türkiye'de toplam 163 meteoroloji istasyonunda hâkim yön değişimi hesap edilmiş, bunların 81'inde STY değişim belirlenmiştir (Şekil 12). Periyotta, istasyonların 88'inde 2., 5'inde ise 3. hâkim rüzgâr yönü de belirlenmiş, 2. hâkim yön belirlenen istasyonlardan hem 1., hem de 2. hâkim yönü SY olan 27, STY olan 26 istasyon belirlenmiştir. Bu değerlere göre, hâkim yön sayısı fazla istasyonlardaki yönlerin, genel olarak benzer şekilde yön değiştirdiği anlaşılmıştır.



Şekil 12. Beşinci periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Beşinci periyotta, Marmara Denizi çevresindeki istasyonlardaki değişim, bir önceki değişim dönemine göre ters yönde olmuştur. Benzer durum, Ege ve Akdeniz kıyılarında da gözlemlenmiştir. Doğu Akdeniz kıyılarında ise bir önceki dönemle aynı yönde değişimler de görülebilmektedir. Karadeniz Bölgesi’nin batı yarısında, STY değişimler bir önceki değişim döneminin tersi yönde ortaya çıkarken, doğu yarısında aynı yönlü değişimler belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi’nde, bir önceki dönemle benzer değişim yönü çoğunluktadır. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki yön değişimleri genellikle bir önceki dönemin tersi yönünde olmuş, Van Gölü çevresinde aynı yön değişimleri devam etmiştir.

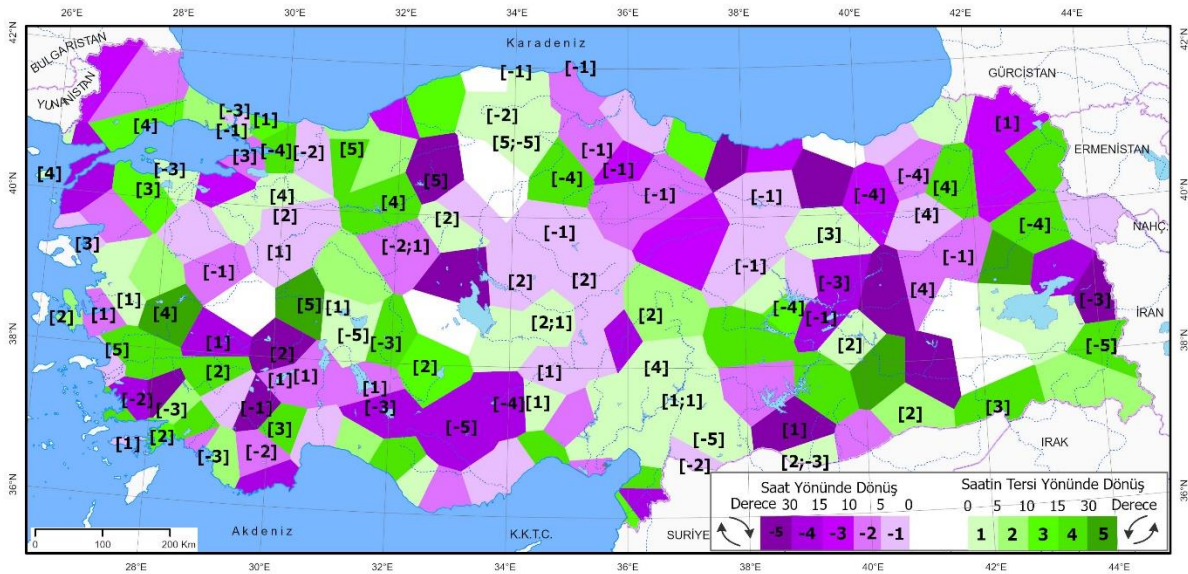
1981-1990 ile 1991-2000 periyotları arasında belirlenen altıncı periyotta, ocak ayında toplam 163 istasyonda hâkim rüzgâr yönü değişimi belirlenmiş, bunların 85’i STY, 78’i ise SY şeklinde değişim göstermiştir (Şekil 13). Bu dönemde 93 istasyonda 2., 5 istasyonda ise 2 ve 3. hâkim yön değişimleri de belirlenmiştir. 2. hâkim yön belirlenen istasyonlar arasında, hem 1., hem de 2. hâkim yönü STY değişen 31, SY değişen 31 istasyon tespit edilmiş, bu değerle toplam değişimin üçte ikisini 1. hâkim yönlerle aynı yönde olduğu görülmüştür.



Şekil 13. Altıncı periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Altıncı periyotta, Marmara Denizi ve çevresindeki yön değişimleri, bir önceki değişim ile benzerlik göstermiş, beşinci periyotta hâkim yön değişimleri bu dönem de devam etmiştir. Karadeniz kıyılarındaki ise, batı kısımdaki değişimler bir önceki dönemin tersi, doğu kısımdakilerin bir kısmı bir önceki yöne uymuş, bir kısmı ise tersi yönde değişimler göstermiştir. Ege ve Akdeniz kıyıları ile Göller Yöresi'nde bir önceki döneme göre belirgin bir tersi yönde değişim söz konusuyken, bazı istasyonlarda aynı yön değişim devam etmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nde, Tuz Gölü çevresinde genel olarak önceki dönemle aynı yön değişimi devam etmiş, bölgenin sınırlarına doğru önceki dönemle ters yönde hâkim yön değişimi olan istasyonlara rastlanmıştır. Kuzeydoğu Anadolu'da bir önceki dönemdeki hâkim yön değişim devam etse de esiş yönünde azalış söz konusudur. Doğu Anadolu Bölgesi genelinde aynı yön değişimi devam ederken, Van Gölü'nün tam kuzeyi ve güneyindeki istasyonlarda ise tersi yönde değişimler görülmektedir. Diğer istasyonlarda önceki dönemle aynı yön değişimi devam etmiştir. Aynı yön değişimi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde de gözlenmiştir.

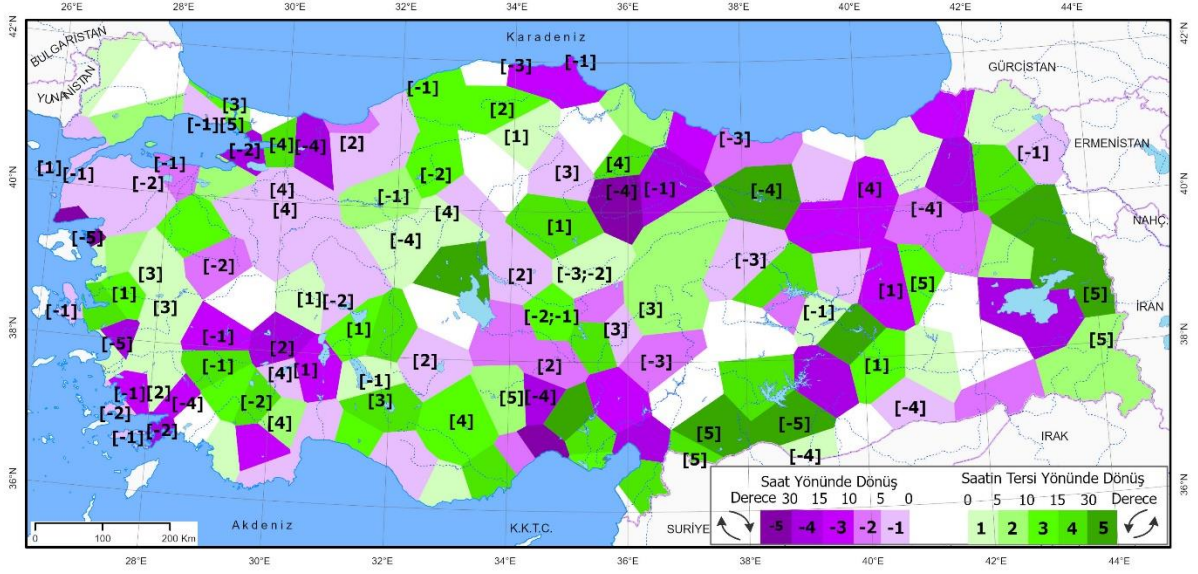
Türkiye'de 1991-2000 ile 2001-2010 yılları dönemleri arasında, ocak ayında 160 meteoroloji istasyonunda hâkim rüzgâr yönü değişimi belirlenmiş, bu değişimlerin 78'i STY, 82'si ise SY olmuştur (Şekil 14). Aynı dönemde, 85 istasyonda 2., 5 istasyonda ise hem 2, hem de 3. hâkim rüzgâr yönü değişimi hesap edilmiştir. İki hâkim rüzgâr yön değişimi belirlenen istasyonlar incelendiğinde, hem 1., hem de 2. hâkim rüzgâr yönü STY hareket eden 30, SY hareket eden 24 istasyon belirlenmiş, bu dönemde iki hâkim yönün benzerlik oranı üçte ikinin altına inmiştir.



Şekil 14. Yedinci periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Yedinci periyotta Karadeniz kıyılarının batı yarısında bir önceki dönemin tersi yönde değişimler belirlenirken, doğu yarısında, bir önceki dönemdeki değişimin devam ettiği istasyonlar da görülmüştür. Marmara Denizi çevresindeki istasyonlarda, bir önceki değişim döneminin tersi yönde hâkim yön değişimleri bulunmaktadır. Ege ve Akdeniz kıyılarında genel olarak bir önceki dönemin tersi yönde değişim belirlense de aynı yönde değişimin devam ettiği istasyonlar da vardır. Göller Yöresi doğusunda bir önceki dönemki yön değişimi devam ederken, yörenin batısında bir önceki dönem ile ters yönde hareket eden istasyonlar söz konusudur. İç Anadolu Bölgesi'nde genel olarak bir önceki dönemin tersi yön değişimleri varken, aynı yön değişiminin devam ettiği istasyonlar da belirlenmiştir. Benzer durum Doğu Anadolu Bölgesi için de gözlenmiş, özellikle Van Gölü çevresindeki istasyonlar bir önceki dönem ile aynı yönde değişim göstermiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise bir önceki dönemin tersi önde hâkim yön değişimleri bulunmaktadır.

Sekizinci periyotta (2001-2010 ve 2011-2020) Türkiye’de toplam 150 istasyonda hâkim yön değişimi belirlenmiştir. Bunların 76’sında STY, 74’ünde ise SY değişim ortaya çıkarılmıştır (Şekil 15). Bu dönemler arasında, 82 istasyonda 2., 2 istasyonda ise 3. hâkim rüzgâr yönü vardır. 2 hâkim rüzgâr yönü olan istasyonlarda hem 1., hem de 2. hâkim yönü STY hareket eden 27, SY hareket eden 29 istasyon belirlenmiş, bu dönemde birinci hâkim yöne uyum oranı üçte ikinin üzerine çıkmıştır.



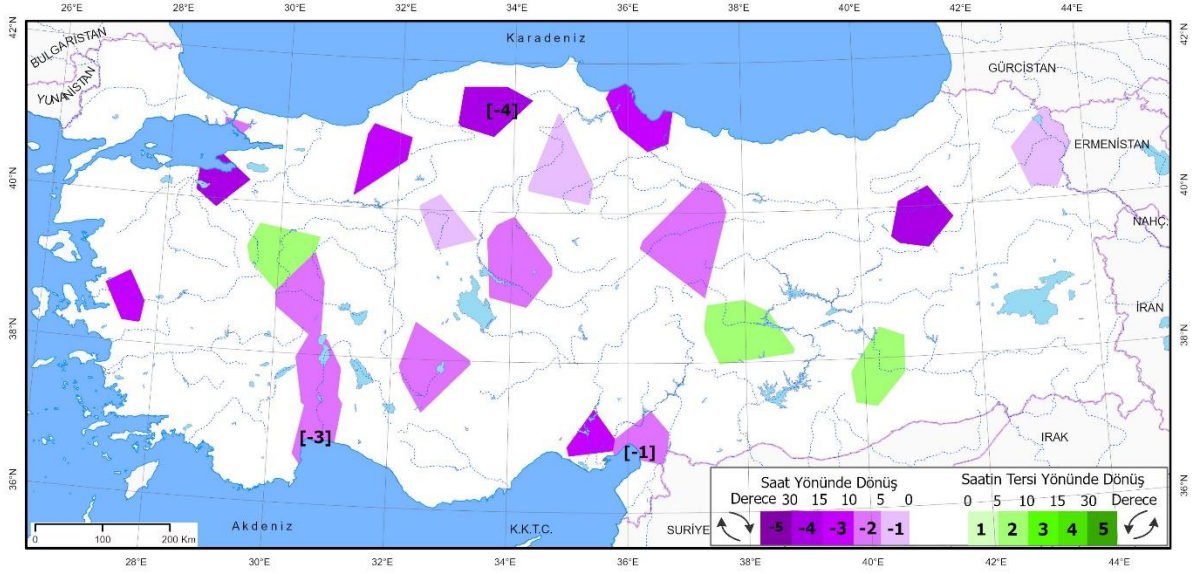
Şekil 15. Sekizinci periyotta ocak ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Son periyotta, Doğu Karadeniz kıyılarında bir önceki döneme göre tersi yönde hâkim yön değişimleri, Orta ve Batı Karadeniz’de genel olarak önceki dönemle aynı yön değişimi belirlenmiş, benzer durum İstanbul çevresindeki istasyonlarda da gözlemlenmiştir. Marmara Denizi’nin İstanbul ve Çanakkale Boğazı çevresi ile kuzey kıyılarındaki istasyonlarda bir önceki dönem ile aynı yönde devam eden değişimler, güney kıyılarda tersi yönde olmuştur. Ege kıyılarında da bir önceki dönemle aynı hâkim yön değişimleri devam etmiş, bazı istasyonlarda (İzmir, Bodrum, Kuşadası) tersi yönler de belirlenmiştir. Doğu Akdeniz kıyılarında, bir önceki dönemin tersi yönde olan hâkim yön değişimleri, Antalya çevresindeki istasyonlarda genel olarak önceki döneme uygun şekilde devam etmiştir. Önceki dönemle aynı hâkim yön değişimi Göller Yöresi ve İç Ege Bölümü’nde de gözlemlenmiş, İç Anadolu Bölgesi’nde durum değişmiştir. Bölge genelinde tersi yönde değişimler gözlemlense de bazı istasyonlarda (Esenboğa, Kırşehir) önceki dönemki değişim devam etmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi’nde de bir önceki dönemdeki hâkim yön değişimi devam etmiş, Van Gölü çevresinde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde ise önceki dönemin tersi yönde hâkim yön değişimleri belirlenmiştir.

3.2. Temmuz Ayı

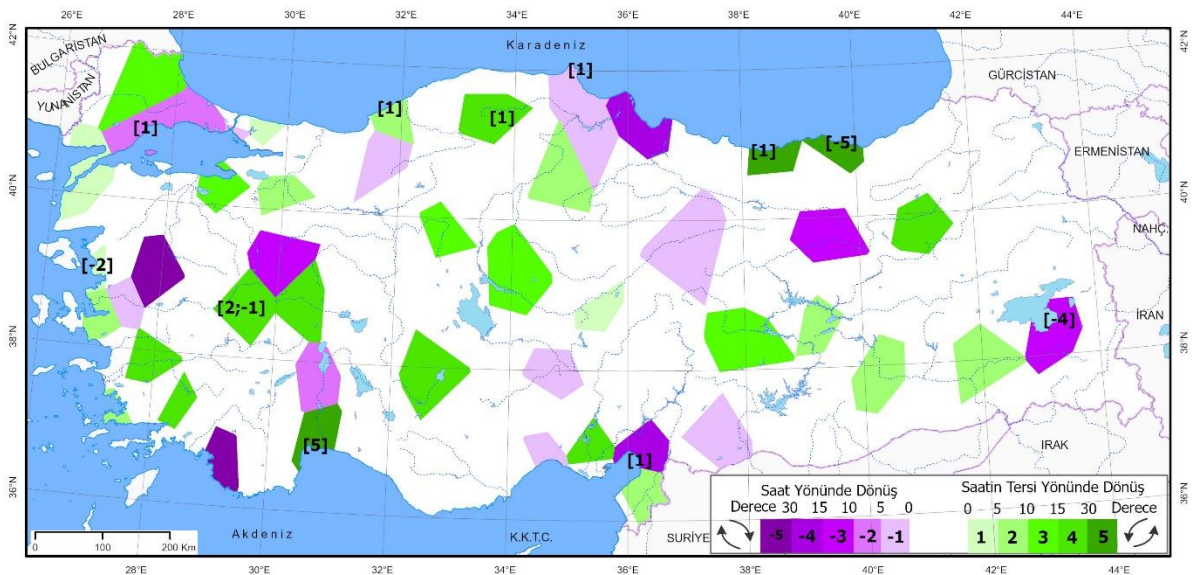
Temmuz ayında Türkiye, genel olarak tropikal hava kütlelerinin etkisi altındadır. Bu dönemde Güney Asya alçak basıncı (cT) genişlemekte ve Basra Körfezi üzerinden Türkiye’ye sokularak siklonik bir hava akımı oluşturmaktadır, Azor yüksek basıncının kuzeye doğru genişlemesi Türkiye’yi etkilemekte ve alt hava katmanlarında kuzeybatıdan güneydoğuya doğru antisiklonik bir hava sirkülasyonu oluşmaktadır (Erinç, 1969). Yaz aylarında polar cepheyi oluşturan hava kütleleri kuzeye çekilmektedir. Söz konusu hava kütlelerinin Orta Avrupa’dan doğuya doğru hareketi ile Anadolu’nun Karadeniz kıyıları boyunca orografının de etkisiyle yağışlar gerçekleşmektedir (Koçman, 1993). Yaz döneminde KD yönünden esen eteziyen rüzgârları, Ege kıyılarında serinletici etki yapsa da frekansının düştüğü belirlenmiştir (Poupkou vd., 2011).

Çalışma döneminin başlangıcında, 1931-1940 ile 1941-1950 dönemleri arasında, temmuz ayı için 21 meteoroloji istasyonunda yön değişimi hesap edilmiş, istasyonların 3’ü hariç tamamında SY değişim belirlenmiş, ikinci hâkim yönü olan 3 istasyonda da saat yönlü değişim olduğu görülmüştür (Şekil 16). Değişimin miktarı kıyılara yaklaştıkça yükselmekte iç kesimlerde doğru azalmaktadır. STY olan değişim, Kütahya, Malatya ve Diyarbakır Havaalanı istasyonlarında belirlenmiştir. Bu periyotta, 3 istasyonda 2. hâkim yön ve değişimleri de belirlenmiş, bu değişimlerin tümü de STY olmuştur.



Şekil 16. Birinci periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

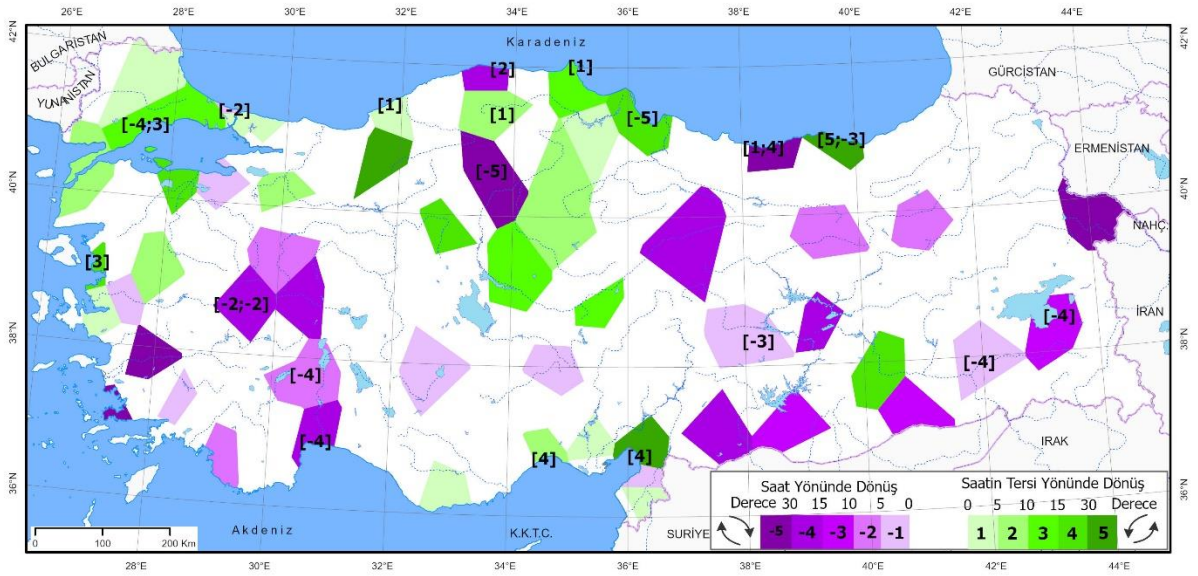
İkinci periyotta, 49 istasyonda hâkim yön değişimi ortaya çıkarılmıştır. Bunların 30’unda STY, 19’unda ise SY değişimler belirlenmiştir (Şekil 17). Bu dönemde, 10 istasyonda 2., 1 istasyonda ise 3. hâkim yön görülürken, bunlardaki değişimler de Karadeniz çevresinde STY, Ege Bölgesi’ndekilerde ise SY şeklinde olmuştur.



Şekil 17. İkinci periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

İkinci periyottaki yön değişimi, İç Anadolu Bölgesi'nde birinci periyodun tersi yönde gerçekleşirken, diğer bölge ve sahalarda hem aynı yönde değişimin devam ettiği, hem de tersi yönde değişimin olduğu istasyonlar belirlenmiştir. Örneğin, Malatya ve Diyarbakır Havaalanı istasyonlarında aynı yönde değişim, Erzurum ve Antalya istasyonlarında ise tersi yönde değişim görülmüştür.

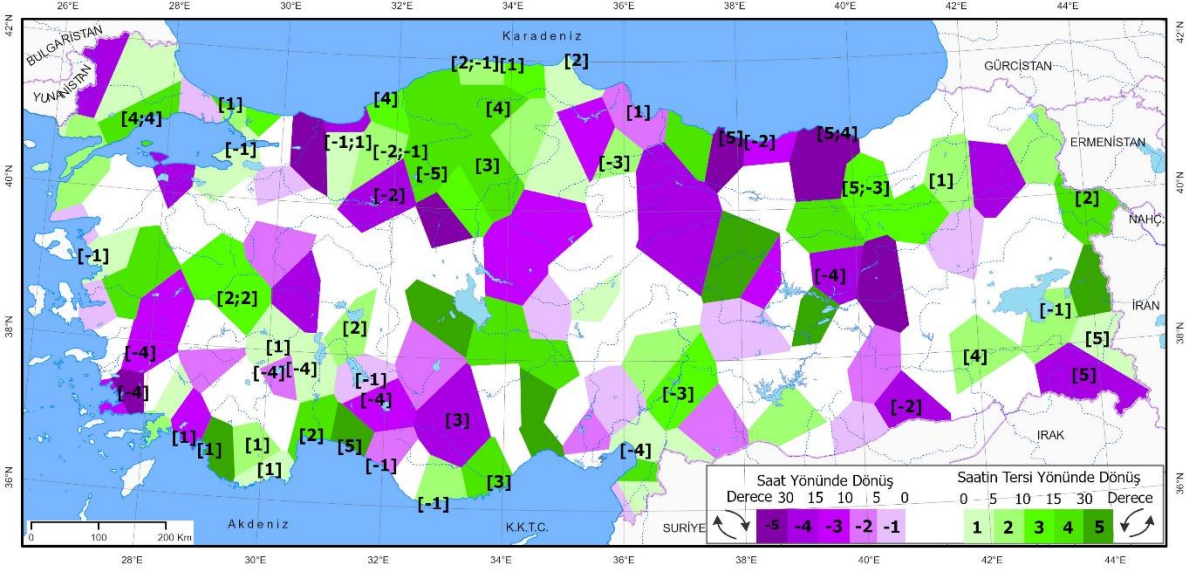
Üçüncü periyotta, Türkiye'de toplam 60 istasyonda hâkim yön değişimi belirlenmiş, bunların yarısında SY, yarısında STY değişim görülmüştür (Şekil 18). Bu dönemde istasyonların 15'inde 2., 4'ünde ise 3. hâkimdir ve bu değişimlerin büyük bölümü ise SY şeklinde olmuştur. Değişimin mekânsal dağılışı incelendiğinde, Marmara Denizi ve Karadeniz çevresinde STY, Doğu Akdeniz kıyıları hariç, Türkiye'nin güney yarısında ise SY değişim ortaya çıkmıştır.



Şekil 18. Üçüncü periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Üçüncü periyotta, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarında genel olarak bir önceki değişim döneminin tersi yönde değişimler gerçekleşmiş, buna rağmen, Ege Denizi kuzey kıyılarında aynı yönde değişimin devam ettiği istasyonlar da olmuştur (İzmir, Çanakkale). Hâkim yönün aynı yönde değişme eğilimi Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde (Uşak ve Afyon istasyonları hariç) ve İç Anadolu Bölgesi'nde de (Konya hariç) devam etmiş, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ise önceki dönemin tersi yönde değişimler belirlenmiştir. Bu bölgelerde, Van ve Gaziantep istasyonlarındaki değişimler Türkiye'nin diğer bölgelerine benzer şekilde, önceki dönemle aynı yöndedir.

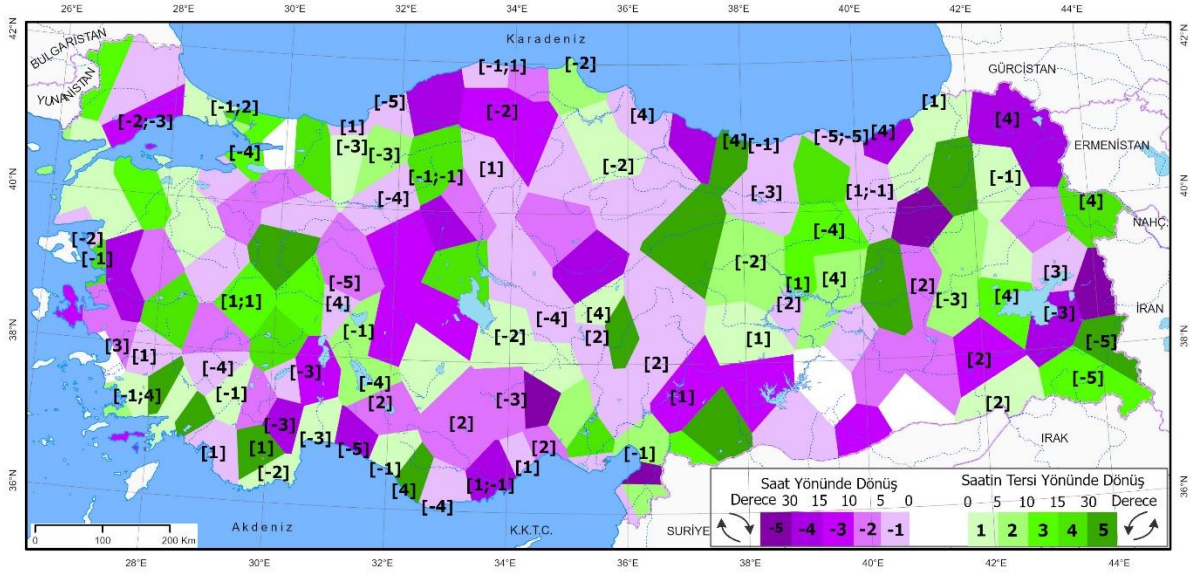
1961-1970 ve 1971-1980 dönemleri arasında, dördüncü periyotta, temmuz ayında Türkiye'de toplam 118 istasyonda hâkim yön değişimi belirlenmiştir (Şekil 19). Hâkim yön değişimlerinin 68'i STY, 50'si ise SY olmuştur. Bu dönemde, 42 istasyonda 2., 7 istasyonda ise 3. hâkim yönler de belirlenmiş, 2. hâkim yön belirlenen istasyonların 10'unda hem 1. hem de 2. hâkim yön SY, 22'sinde ise STY hareket tespit edilmiştir. 1. hâkim yönlerde olduğu gibi, ikinci hâkim yönlerde de STY değişim ağırlıktadır.



Şekil 19. Dördüncü periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Dördüncü periyotta, Zonguldak ve Sinop istasyonları haricinde, Karadeniz kıyılarında bir önceki döneme göre tersi yönde değişim gerçekleşmiş, Marmara Denizi’nin kuzey ve batı kısımlarda bir önceki dönemle aynı, güneydoğu kesiminde ise tersi yönde değişim olmuştur. Ege ve batı Akdeniz kıyılarında, hem önceki dönemle aynı dönüşün devam ettiği, hem de farklılaştığı istasyonlar bulunmaktadır. Buna karşılık, doğu Akdeniz kıyılarında genel olarak aynı dönüş devam etmiştir. Göller Yöresinde, Eğirdir ve Burdur gölleri çevreleri, yörenin kuzeyinde Kütahya ve Afyon istasyonları ile İç Anadolu Bölgesi’nin, Konya ve Sivas hariç tüm istasyonlarda bir önceki dönemin tersi yönünde hâkim yön değişimi belirlenmiştir. Bu dönemde, Batı Karadeniz Bölümü’nde belirgin bir STY şeklinde değişim bulunmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi’nde bir önceki döneme göre tersi yönde gerçekleşen hâkim yön değişimi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi bazı istasyonlarda da gözlenmiş, bir kısmında ise önceki dönem ile aynı yönde değişim sürmüştür.

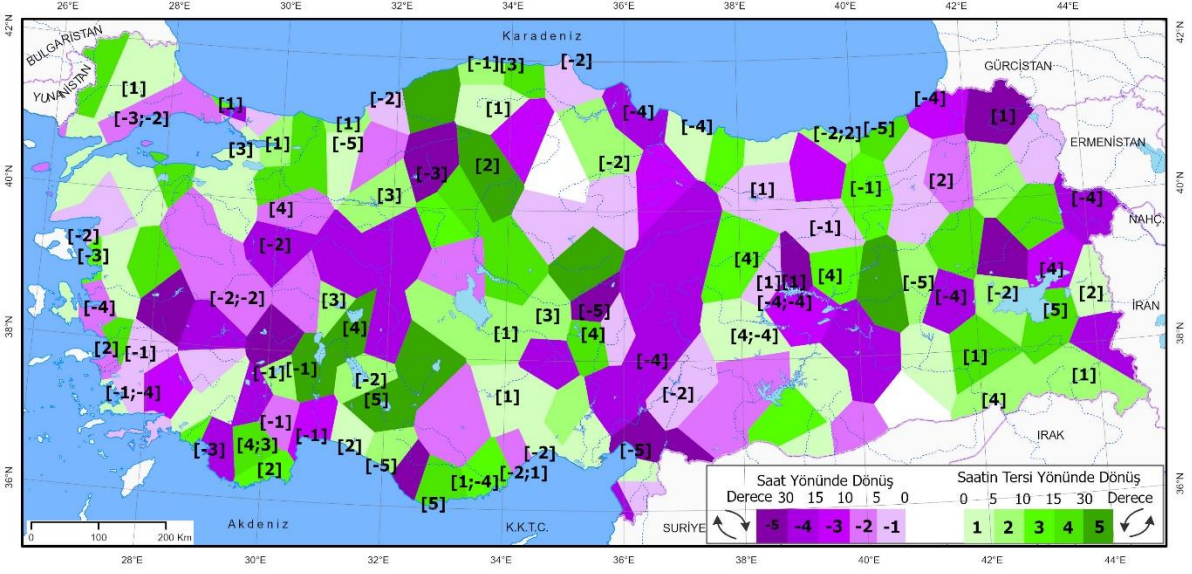
Beşinci periyotta, toplam 163 istasyonda hâkim rüzgâr yönü değişimi hesap edilmiş, bu değişimlerin 75’i STY, 88’i ise SY şeklinde gelmiştir (Şekil 20). Bu periyotta, 66 istasyonda 2., 11 istasyonda ise 3. hâkim yönlerdeki değişimler de belirlenirken, 2 hâkim yön belirlenen istasyonların 12’sinde hem 1., hem de 2. hâkim yön STY, 20 istasyon ise SY değişim göstermiştir.



Şekil 20. Beşinci periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Beşinci periyotta, Orta ve Doğu Karadeniz kıyılarında, bir önceki dönemle benzer hâkim yön değişimi, batı kıyılarında ise tersi yönde değişimler belirlenmiştir. Marmara Denizi'nin kuzey ve güneyinde bir önceki dönemin tersi yönünde olan hâkim yön değişimi, batıda farklılık göstermekte, bir önceki dönemdeki değişim devam etmektedir. Ege Denizi ile Doğu Akdeniz kıyılarında genel olarak bir önceki dönemin tersi yönünde olan hâkim yön değişimleri, batı Akdeniz kıyılarında farklılık göstermekte, Manavgat ve Alanya istasyonları haricinde aynı değişim devam etmekteyken değişim açısı düşmektedir. Hem Göller Yöresi, hem İç Ege Bölümü, hem de İç Anadolu Bölgesi istasyonlarında genel olarak bir önceki dönem ile aynı yönlü değişim devam etmekte, bazı istasyonlarda (Konya, Sivas, Cihanbeyli) ise tersi yönde değişim görülmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde genel olarak bir önceki dönemin tersi yönünde görülen hâkim yön değişim özelliği, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bazı istasyonlarda görülse de bölgede genel olarak bir önceki dönemle aynı hâkim yön değişimi devam etmektedir.

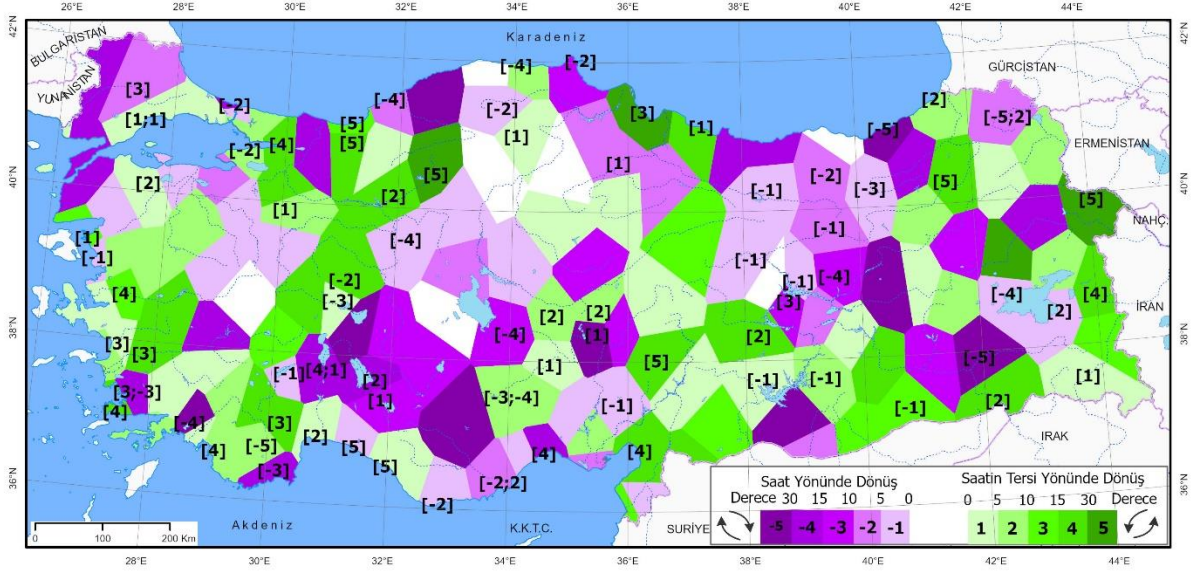
En fazla istasyon verisinin kullanıldığı ve hâkim yön değişiminin hesap edildiği 1981-1990 ile 1991-2000 dönemleri arasındaki altıncı periyotta, Türkiye'de temmuz ayı için toplam 165 meteoroloji istasyonunda hâkim rüzgâr yönü değişimi belirlenmiş, bu değişimlerin 84'ü STY, 81'i ise SY şeklinde olmuştur (Şekil 21). Aynı dönemde 67 istasyonda 2, 9 istasyonda ise 3 hâkim rüzgâr yönü değişimi de hesap edilmiş, 2. hâkim yön değişimi belirlenen istasyonların 29'unda hem 1., hem de 2. hâkim yön STY, 24 istasyon ise SY şeklinde değişim göstermiştir.



Şekil 21. Altıncı periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Altıncı periyotta, tüm Karadeniz kıyılarında bir önceki dönemin tersi yönde değişimler gözlemlenmiş, sadece Samsun ve Sakarya istasyonlarında aynı hâkim yön değişimi devam etmiştir. Marmara Denizi’nde İstanbul ilindeki istasyonlar ile Bursa istasyonu haricinde, bir önceki döneme göre aynı yön değişimi devam etmiştir. Aynı yön değişimi, Ege Denizi kıyılarında da devam ederken, Akdeniz kıyılarında ise genel olarak bir önceki dönem ile ters yönde değişimler görülmüştür. Göller Yöresinde önceki dönemle aynı yönde değişim hesap edilmiş, değişim açısı artmış, İç Ege’de ise, önceki dönemin tersi yönde değişimler yaşanmıştır. İç Anadolu Bölgesi’nde, Tuz Gölü güneyinde önceki döneme göre aynı hâkim yön değişimi devam ederken, gölün kuzeyinde ve bölge genelinde tersi yönde değişimler gözlenmiştir. Kuzeydoğu Anadolu’da önceki dönem ile aynı yön değişimi bulunmakta, Doğu Anadolu Bölgesi, Barajlar çevresinde (Keban-Karakaya-Atatürk) ise tersi yönde değişimler bulunmaktadır. Yine Van Gölü batısı ve kuzeyinde bir önceki dönem ile benzer hâkim yön değişimi, gölün güney ve doğusunda ise tersi yönde değişim görülmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde, Dicle Bölümü’nde önceki dönem ile aynı, Fırat Bölümü doğusunda ise tersi yönde değişimler söz konusudur.

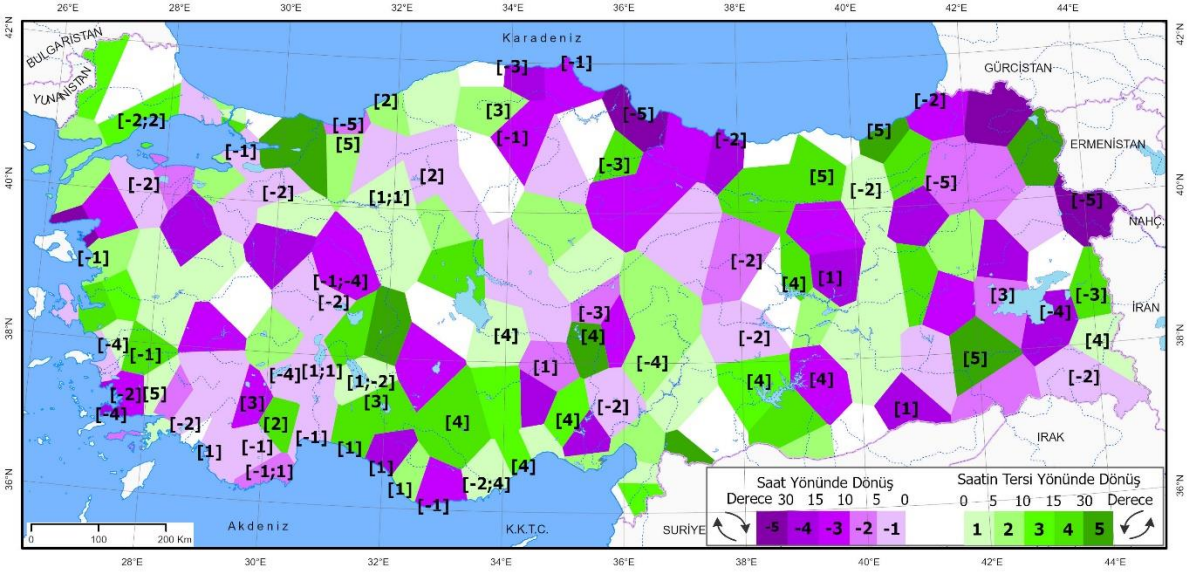
Yedinci periyotta, Türkiye’de temmuz ayı için, 160 meteoroloji istasyonunda hâkim rüzgâr yönü değişimi belirlenmiş, bu değişimlerin 87’si STY, 73’ü ise SY şeklinde olmuştur (Şekil 22). Bu dönemde, 71 istasyonda 2., 7 istasyonda ise 3. hâkim yön değişimi belirlenmiş, 2. hâkim yön değişimi belirlenen istasyonların 33’ünde hem 1., hem de 2. hâkim yön STY, 25’inde ise SY değişim göstermiştir.



Şekil 22. Yedinci periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Yedinci periyotta, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarında genel olarak önceki döneme göre tersi yönde hâkim yön değişimleri görülmüş, aynı değişimin devam ettiği istasyonlar da (İskenderun, Çeşme, Edremit, Gönen, Akçakoca, İnebolu, Sinop, Ünye) belirlenmiştir. Göller Yöresi, İç Ege Bölümü, İç Anadolu Bölgesi'nde de önceki döneme göre tersi yönde değişimler görülmüş, İç Anadolu Bölgesi sınırlarında ise aynı yön değişiminin devam ettiği istasyonlar da belirlenmiştir. Önceki dönemin tersi yönündeki hâkim yön değişimleri, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde de karşımıza çıkmakta, yine bu bölgelerde de aynı yön değişiminin devam ettiği istasyonlar bulunmaktadır. Bu dönemde, Eber Gölü haricinde, Göller Yöresinde, Tuz Gölü çevresi ve Van Gölü güneybatısındaki istasyonlarda SY, gölün kuzeydoğusunda yer alan istasyonlarda ise STY bir değişim belirlenmiş, bu değişimler bölgesel benzerlikler olarak karşımıza çıkmıştır.

Son periyotta, temmuz ayında Türkiye'de 151 istasyonda hâkim yön değişimi hesap edilmiş, bunların 76'sında STY, 75'inde ise SY değişim belirlenmiştir (Şekil 23). Aynı dönemde 62 istasyonda ikinci, 7 istasyonda ise üçüncü hâkim rüzgâr yönü değişimi olduğu görülmüştür. Bu dönemde, 2. hâkim yön değişimi belirlenen istasyonlarda, hem 1., hem de 2. hâkim yönü SY olan 29, STY olan 21 istasyon bulunmaktadır.



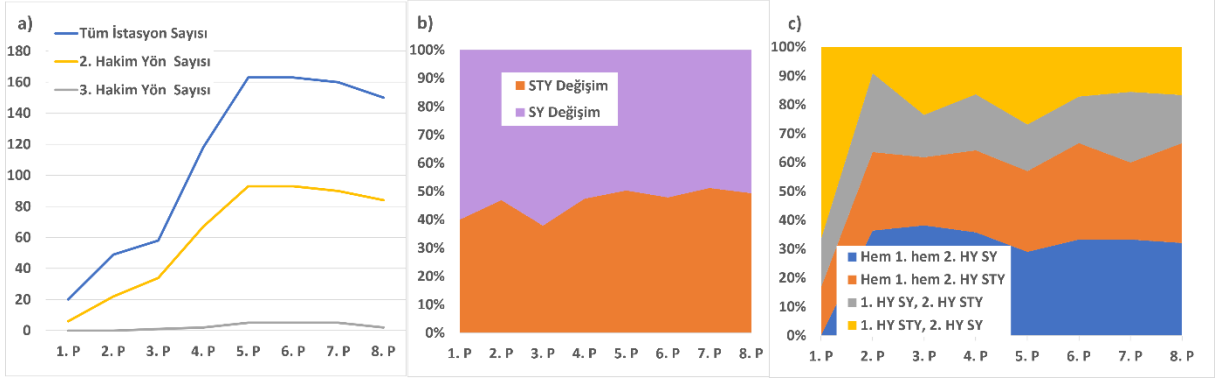
Şekil 23. Sekizinci periyotta temmuz ayı hâkim rüzgâr yönü değişimleri.

Sekizinci periyotta, Karadeniz kıyılarında önceki dönemin tersi yönde değişimler görülmüş, Marmara Denizi güneyi ve batısında tersi, kuzeyinde aynı yönde değişim gözlenmiştir. Bu periyotta Ege kıyılarında bir önceki dönemle aynı hâkim yön değişimi devam etmiş, Akdeniz kıyılarında, Göller Yöresinde ve İç Ege Bölümü’nde ise tersi yönde değişimler olmuştur. İç Anadolu Bölgesi’nde de genel olarak önceki dönemin tersi yönde değişimler gözlemlenmiş, Doğu Anadolu Bölgesi’nde ise hem tersi hem de aynı yön değişimleri görülmüştür. Örneğin, Van Gölü çevresinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ne benzer şekilde bir önceki döneme göre aynı yön değişimleri ortaya çıkmıştır.

4. Tartışma

4.1. Analitik İnceleme

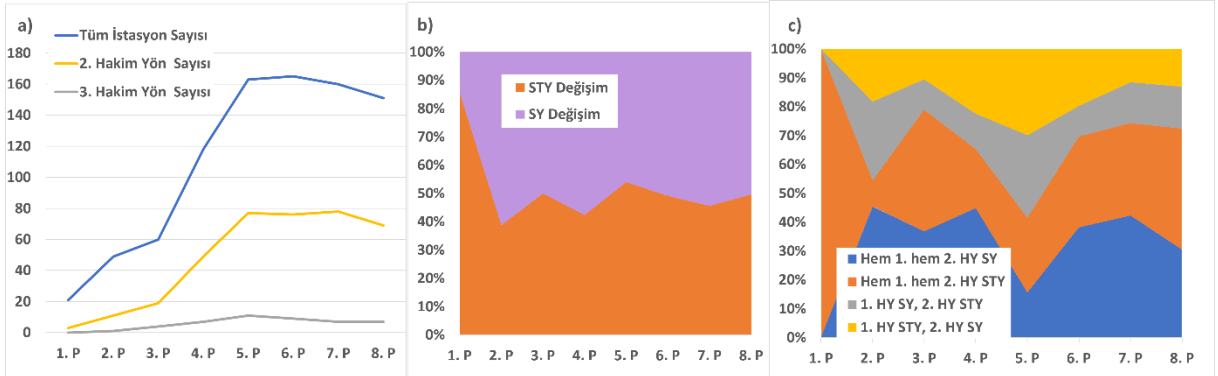
Ocak ayı için incelen istasyon sayısı, 1930-40’lı yıllarda düşükken, zaman içerisinde artmıştır (Şekil 24a). Bu durum istasyon ağındaki genişleme ile ilişkilidir. Benzer şekilde, istasyonlarda belirlenen 2. hâkim rüzgâr yönü de istasyon sayısına paralel bir şekilde artış göstermiştir. Bununla beraber, periyotlardaki yön değişim oranlarında zaman içerisinde farklılıklar görülmüştür. İlk periyotta istasyonlarda yüksek SY yön değişimi belirlenmiş (Şekil 24b), bu durumun oluşmasında istasyon sayısının düşük olması etkili olmuş, bu periyotta incelenen istasyonların tüm Türkiye’yi karakterize etme sıklığına sahip olmadığı anlaşılmıştır. Bununla beraber, 2. periyottan sonra, SY ve STY yönde değişimler daha dengeli dağılmış, son periyota kadar her iki yönde de belirgin bir değişim ortaya çıkmamıştır.



Şekil 24. a) Ocak ayında incelen istasyon sayılarındaki hâkim yön sayıları, b) 1. hâkim yöndeki değişim oranları ve c) periyotlardaki 1. ve 2. hâkim yön (HY) değişim oranları.

Tüm periyotlarda, 2. hâkim yön tespit edilen istasyonlar için, yön değişim benzerlikleri incelenmiştir (Şekil 24c). İlk periyotta istasyon azlığı nedeniyle anlamlı bir dağılış elde edilememiş, diğer periyotlarda, hem 1. hem 2. hâkim yönü SY değişim gösteren istasyon oranı % 35 civarında belirlenmiş ve bu değer 5. periyotta düşüş göstermiş, genel olarak azalma eğilimi göstermiştir. Hem 1., hem 2. hâkim yönü STY değişim gösteren istasyon oranı % 30 civarında belirlenmiş, belirgin bir eğilim ortaya çıkmamıştır.

Temmuz ayında da ocak ayına benzer sayıda istasyon kullanılmış, 2. hâkim yön belirlenen istasyon sayısı ocak ayına göre düşük (Şekil 25a), 3. hâkim yön sayısı ocak ayına göre yüksek çıkmıştır. Periyotlarda, 1. hâkim yöndeki SY ve STY yöndeki değişim oranları ocak ayı değerlerine benzemekle beraber daha değişken bir özellik göstermektedir (Şekil 25b). STY yönündeki değişim ilk periyotta istasyon azlığından çok yüksek oranda belirlenmiş, diğer periyotlarda genel olarak % 50'nin altında hesap edilmiştir. SY yönündeki değişimler, temmuz ayında belirgin bir eğilim göstermemiştir.

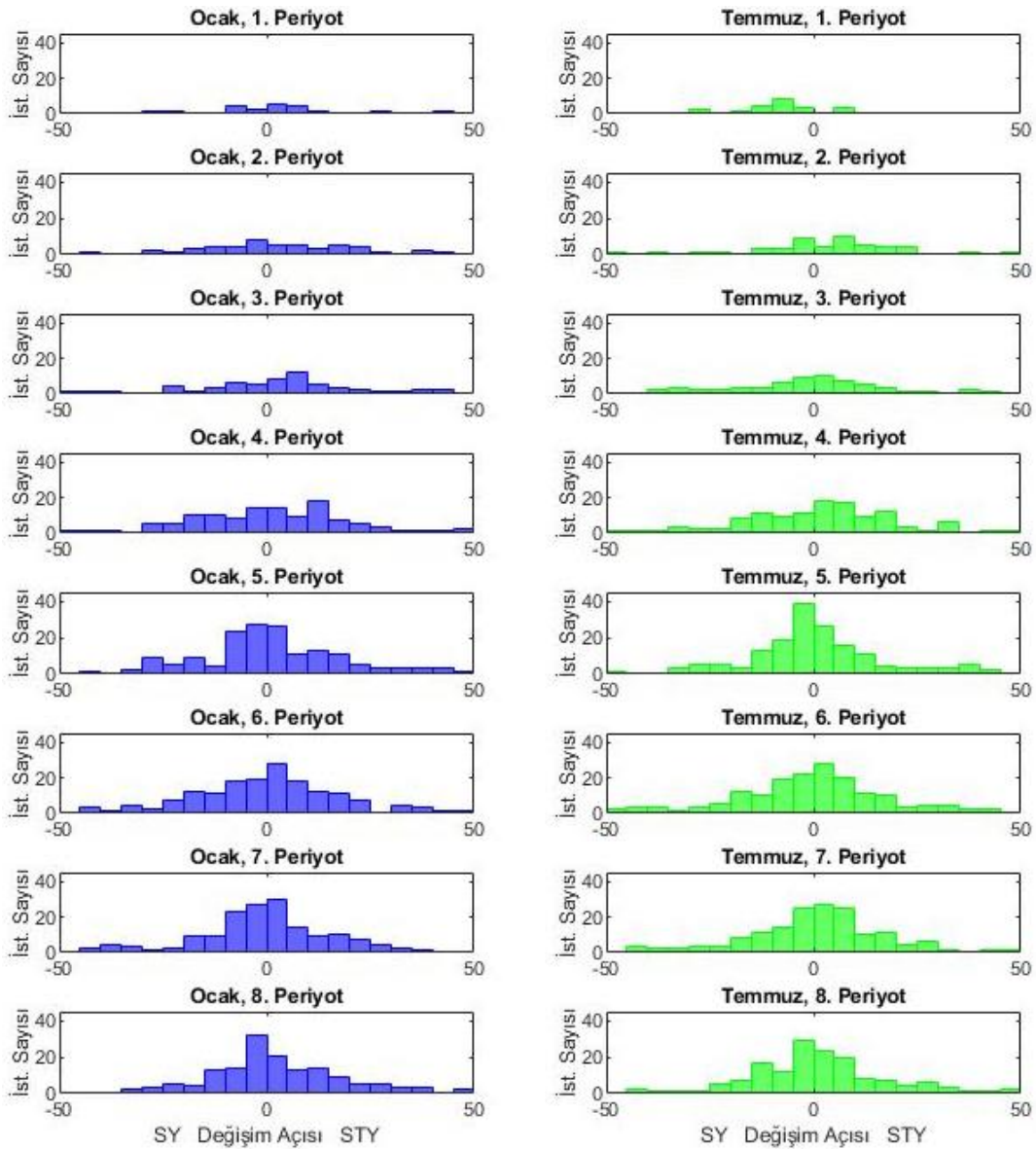


Şekil 25. a) Temmuz ayında incelen istasyon sayılarındaki hâkim yön sayıları, b) 1. hâkim yöndeki değişim oranları ve c) periyotlardaki 1. ve 2. hâkim yön (HY) değişim oranları.

Temmuz ayında, 2. hâkim yön tespit edilen istasyonlardaki, 1. ve 2. hâkim yöndeki benzerlikler ocak ayına göre biraz farklılık göstermiştir. Birinci periyot haricinde, hem 1., hem 2. hâkim yönün SY yönünde olduğu istasyon sayısı ocak ayına benzer şekilde 5. periyotta düşük çıkmış, buna rağmen ocak ayına göre daha değişken bir özellik göstermiştir. Hem 1., hem 2. hâkim yönün STY değişim gösteren istasyon sayısı ocak ayına göre düşük çıkmış, son yıllarda artış göstermiştir. 1. hâkim yönü SY, 2. hâkim

yönü STY yönünde değişim gösteren istasyon sayısı ocak ayına göre düşük, 1. hâkim yönü STY, 2. hâkim yönü SY yönünde değişen istasyon ise ocak ayına göre yüksek çıkmıştır.

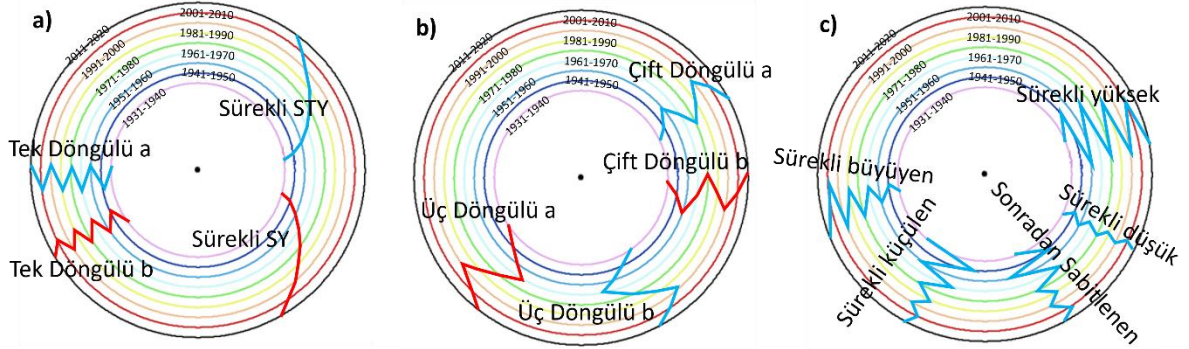
Çalışma sonucunda, 1. hâkim rüzgâr yönlerindeki değişim açılarına ait sıklık grafikleri oluşturulmuş, bu işlem her periyot ve ay için tekrarlanmıştır (Şekil 26). Ocak ayında, 1, 2 ve 3. Periyotlarda istasyon azlığı nedeniyle belirgin bir dağılım gözlenememiş, bununla birlikte 3. periyottaki değişimlerin normal dağılıma benzediği, 4. periyodun ise basık bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür. 5. periyotta, düşük açılı değişimlerin yoğunluk kazandığı ortaya çıkmış, 6., 7., ve 8. periyotlardaki hâkim yön değişimleri normal dağılıma yaklaşımaya başlasa da bunda istasyon sayısındaki artış etkili olmuş, her 3 periyotta da STY yönündeki değişim sıklığı artmıştır. 5. ve 7. periyotlarda, STY değişim yönünde ikinci bir mod da oluşmuş fakat belirginleşmemiştir. Bu da bu moddaki değişimlerin de sıklaştığını ortaya koymaktadır.



Şekil 26. İncelenen periyotlarda 1. hâkim rüzgâr yönü değişim açısı sıklık grafikleri

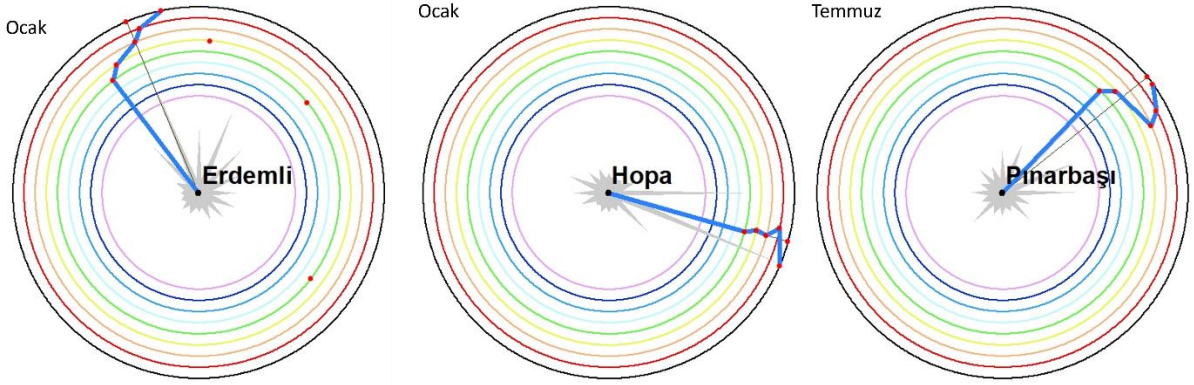
Temmuz ayı ilk 3 periyottaki sıklık grafiklerinde, istasyon azlığı dezavantajı kendini göstermektedir (Şekil 26). Bu ayda da 3. periyot normal dağılıma yaklaşmakta, 4. periyot basık bir dağılım göstermektedir. Beşinci periyottaki dağılım dikleşmekte, STY yönünde yeni bir mod ortaya çıkmakta, bu mod altıncı ve sekizinci periyotlarda da hissedilmektedir. İstasyon sayısının fazla olduğu altıncı ve yedinci periyotlar normal dağılıma yaklaşmaktadır.

Çalışmada, istasyonların teker teker analizi esnasında, bazı istasyonlardaki hâkim rüzgâr yönlerinin sürekli aynı yönde değişim gösterdiği (Şekil 27a) belirlenmiştir. Ocak ayında Datça (17297) ve Erdemli (17958-Şekil 28) sürekli SY, Siirt (17210) ile Arapkir (17764) sürekli STY değişim gösterirken, temmuz ayında Keban (17804), Ardahan (17046), Güney (17824), Tokat (17086) ve Kozan (17908) istasyonları sürekli STY, Kocaeli (17066) istasyonunun ise SY değişim gösterdiği ortaya çıkmış, fakat bu istasyon veri uzunluklarının sabit olmadıkları görülmüştür. Sürekli aynı yönde değişim gösteren istasyonlarda bölgesel benzerlikler görülmemiştir.



Şekil 27. İstasyonlarda belirlenen bazı benzer hâkim yön karakterleri.

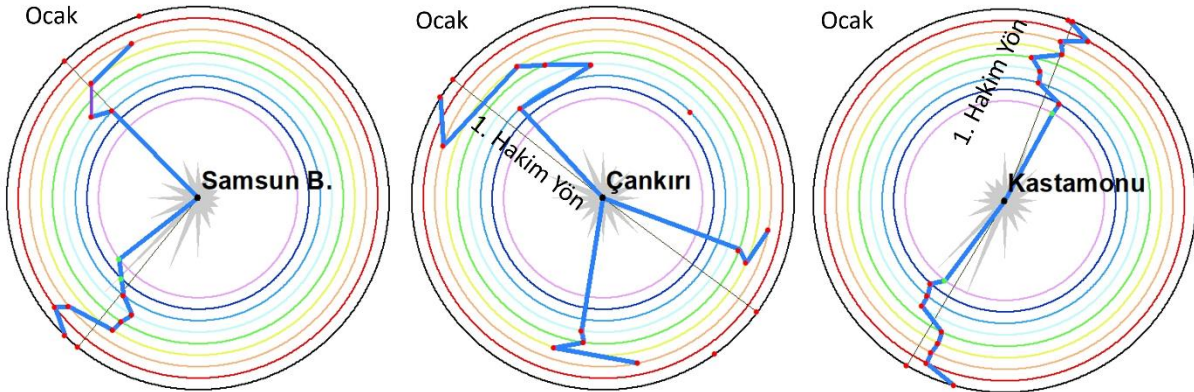
İncelemeler esnasında, bazı istasyonlar her periyottaki yön değişiminin birbirinden farklı olduğu, tek döngülü (Şekil 27a, 10'ar yıllık) bir hâkim yön değişimi sergilediği ortaya çıkmıştır. Ocak ayında, Muş (17204), Kozan (17908), Hopa (17042-Şekil 28), Çeşme (17221), Gönen (17674), Keban (17804), Selçuk (17854), İnebolu (17024), Rize (17040), Ardahan (17046), Batman (17282), Şebinkarahisar (17682), Boğazlıyan (17760), Köyceğiz (17924), Karaisali (17936), Samandağ (17986), Ulukışla (17906), Anamur (17320), Bodrum (17290); temmuz ayında ise Kuşadası (17232), Arapgir (17764), Cihanbeyli (17191), Hopa (17042), Muş (17204), Dursunbey (17700), Malazgirt (17780), İnebolu (17024), Rize (17040), Çankırı (17080), Boğazlıyan (17760), Develi (17836), Akçakale (17980), Karataş (17981), Silifke (17330), Manavgat (17954), Siirt (17210), Bursa (17116) istasyonlarında bu özellik tespit edilmiştir. Bu istasyonlar incelendiğinde, bölgesel benzerliklerin kıyılarda ve özellikle Akdeniz kıyılarında daha çok yoğunlaştığı tespit edilmiştir.



Şekil 28. Soldan sağa doğru, sürekli SY değişim, tek döngülü ve çift döngülü HY değişimlerine örnekler.

Yine bazı istasyonlarda çift döngülü (Şekil 27b, 20 yıllık) bir değişim olduğu görülmüştür. Ocak ayında Bozhöyük (17702), Bartın (17020), Malazgirt (17780), Ergani (17847), Korkuteli (17926); temmuz ayında Adıyaman (17265), Dalaman (17294), Bozhöyük, Pınarbaşı (17802-Şekil 28), Ergani (17847), Korkuteli istasyonlarında bu özellik belirlenmiştir. Bu istasyonların bazılarında hem ocak hem de temmuz ayında çift döngü tespit edilirken, diğerleri sadece bir ayda bu özelliği göstermiş, bölgesel benzerlikler belirlenememiştir.

Bazı istasyonlarda, 3 periyotluk bir hâkim yön değişimi belirlenmiştir (Şekil 27b, 30 yıllık). Ocak ayında Sinop (17026) ve Niğde (17250), Samsun (17030-Şekil 29) istasyonlarında belirlenen bu özellik, temmuz ayında hiçbir istasyonda gözlenememiştir. Bu durum, üç döngülü değişimin sadece bir mevsimde (kış) görülebildiğini göstermektedir.



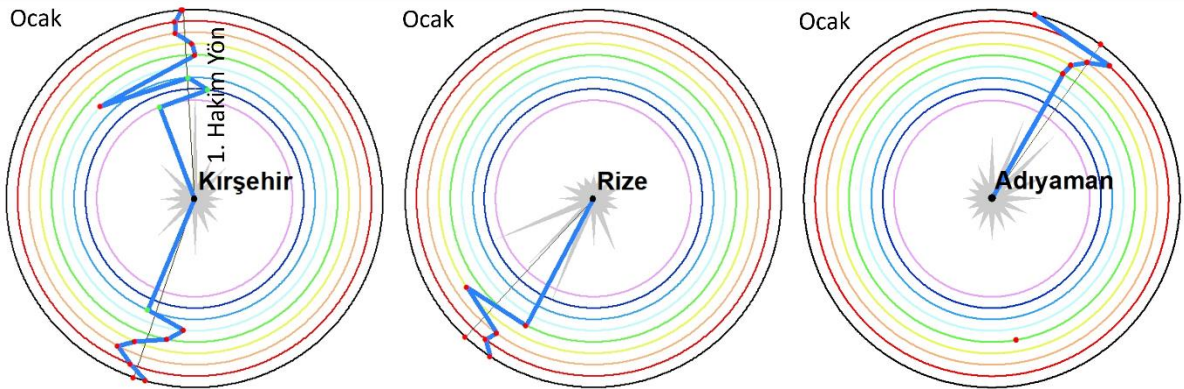
Şekil 29. Soldan sağa doğru, üç döngülü, sürekli-genelde yüksek, sürekli-genelde düşük HY değişimlerine örnekler. Tanımlamalar 1. hâkim yöne göre yapılmıştır.

Türkiye’de meteoroloji istasyonları, 2003 yılından sonra otomatik meteoroloji gözlem istasyonu (OMGİ) şeklinde kurulmaya başlanmış, genel olarak internet ve elektrik altyapısı olan yerler ile, devlet kurumlarına yerleştirilmişlerdir. 2003 yılından önce de genelde şehirsiz alanlara yakın yerlere kurulan istasyonlar, şehirsiz alandaki genişleme, yapılaşma ve dikey yükselmeden etkilenmiş, hâkim rüzgâr yönlerinin de bu değişimden etkilendiği düşünülmektedir (Yılmaz, 2021a; Yılmaz ve Acar, 2024; Yılmaz ve Darande, 2021). Bu durumda, istasyon çevresindeki her yapı, hâkim yönde bir değişime, yapılaşma olmaması, doğal yön değişiminin devamına, yapılaşmanın belli bir süre sonra sona ermesi ise, hâkim yönün sabitlenmesine ya da çok küçük değişimlerle devam etmesine neden olacaktır. Bu

açıdan istasyonlardaki hâkim yön değişimleri gruplandırılarak incelenmiş ve “sürekli-genelde yüksek” ($> \pm 15^\circ$; $\geq \% 75$ oranında) hâkim yön değişimi olanlar (Şekil 27c) ile “sürekli-genelde düşük” değişim gösterenler ($< \pm 8^\circ$; $\geq \% 75$ oranında), günümüze doğru “sürekli küçülen” değişim gösteren, “sürekli büyüyen” ve belli bir süre sonra küçük gösteren (“sonradan sabitlenen”) istasyonlar (son periyotlarında $< 7^\circ$ değişim gösteren) belirlenmeye çalışılmıştır.

Ocak ayında “sürekli-genelde yüksek” değişim gösteren istasyonlar içerisinde Çankırı (Şekil 29), Çorum, Kulu, Erciş, Selçuk, Köyceğiz, Cizre, Kocaeli, Ağrı, Bingöl, Dinar, Seydişehir, İskenderun, Denizli, Iğın ve Tefenni temmuzda ise Ardahan, Çankırı, Malazgirt, Develi, Korkuteli, Bartın, Ordu, Bingöl, Kızılcahamam, Özalp, Rize, Sakarya ve Iğdır belirlenmiştir. Bu istasyonlar incelendiğinde, denizel ya da düzlük istasyonu olmadıkları, değişimi belirleyen etmenin yerel şartlar olduğu düşünülmüştür.

Düşük değerli değişim gösteren “sürekli-genelde düşük” karakterli istasyonlar içinde ocak ayında Hopa, Kastamonu (Şekil 29), Manisa, Datça, Keles, Erdemli, Ceylanpınar, Antalya Havaalanı, Kadıköy (Rıhtım), Adıyaman, Şebinkarahisar, Bozhöyük, Gazipaşa, Akçakale, Gökçeada, Aksaray, Akçakoca, Alanya, Finike, Tosya, Zile, Dikili, Çeşme, Kuşadası, Beyşehir, Kahramanmaraş, Lüleburgaz, Emirdağ ve Bolvadin, temmuz ayında ise Edremit, Çeşme, Ereğli (Konya), Gönen, Zile, Bozhöyük, Karaisalı, Erdemli, Akçakale, Kadıköy (Rıhtım), Malatya, Şebinkarahisar, Ergani, Selçuk, Gökçeada, Yalova, Nevşehir, Denizli, Marmaris, Simav, Alanya, Sarıkamış, Bergama, Kozan, Merzifon, Zonguldak, Antakya, Çanakkale, Çorum, Kuşadası, Keles, Bolvadin, Acıpayam ve Karataş istasyonu belirlenmiştir. İstasyonlar incelendiğinde, ocak ayında düşük değişim gösterenlerin genelde temmuzda da düşük açılı değişimler sergilediği, temmuzdaki düşük açılı değişim istasyonlarının daha fazla olduğu, istasyonların büyük bölümünün deniz-göl kıyısında ya da vadi içinde yer aldıkları görülmüş, bu şartların hâkim yön değişimi açısını etkilediği anlaşılmıştır. Buna rağmen, bazı istasyonlar düzlükte bulunmasına rağmen düşük açılı değişimler göstermiş, bu duruma yerel şartların (bina, dar vadi vb.) etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 30. Soldan sağa doğru, sonradan sabitlenen, sürekli küçülen, sürekli büyüyen HY değişimlerine örnekler. Tanımlamalar 1. hâkim yöne göre yapılmıştır.

Yukarıda, “sürekli-genelde küçük” hâkim yönü değişimi olan istasyonların yanında “sonradan sabitlenen” istasyonlar (Şekil 27c) da bulunmaktadır. Ocak ayında Dikili istasyonunda son 5, Kırşehir (Şekil 30), Burdur ve Akçakoca istasyonunda son 4, Ankara, Datça, Çeşme, Kuşadası, Gökçeada,

Gazipaşa ve Akçakale’de son 3, Esenboğa, Antalya (Havaalanı), Kütahya, Kayseri, Tosya, Keles, Bozhöyük, Polatlı, Divriği, Mardin, Emirdağ, Boğazlıyan, Niğde, İnebolu, Trabzon, Göksun, Sarıyer, Bolu, Bilecik, Akhisar ve Rize’de ise son 2 periyotta 7°’nin altında hâkim yön değişimi ortaya çıkmıştır. Temmuzda ise Keles, Bolu, Denizli, Marmaris, Simav’da son 4, Bergama, Çeşme, Gönen, Kastamonu, Yalova, Kahramanmaraş’ta son 3, Selçuk, Zonguldak, Bozhöyük, Bayburt, Kırşehir, Fethiye, Burdur, Polatlı, Florya, Niğde, Kayseri, Nevşehir, Bolvadin, Kozan, Yatağan, Esenboğa, Sarıyer, Antalya (Havaalanı), Ergani, Hakkari’de son 2 periyottaki yön değişimi 7°’nin altındadır. Yön değişiminin özellikle son 2 periyotta çok sayıda istasyonda görülmesi, genel hava sirkülasyonundaki bir durumla ilişkili olabileceği gibi, yapılaşmaya bağlı olarak, rüzgâr yönünün kısıtlanması-sabitlenmesi olayı ile de ilişkili olabileceği ortaya çıkmıştır. Özellikle, son 25-30 yıldaki yapılaşma-şehirleşme faaliyetinin buna neden olabileceği, istasyonların özel olarak incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu durum, bazı istasyonlarda 3 periyottan fazla gözlemlenmiş, bu istasyonlarda ya yapılaşma ve genel hava dolaşımı etkisi ya da istasyon genel karakterinin belirleyici olabildiği görülmüştür. Bu çalışmada, 10’ar yıllık süreçler içinde incelen hâkim yön değişiklikleri, yıllık analizler yapıldığında daha da anlamlı sonuçlar elde edilebilecek, kentleşmenin hâkim rüzgâr yönlerine etkisi daha iyi ortaya koyulabilmektedir. Hâkim yön değişikliği, özellikle hava kirliliğinin sık yaşandığı şehirlerde (Yozgat, Konya, Ankara), sanayi tesislerinin yer seçimi gibi süreçlerde dikkate alınması gerekmektedir. Yine, çanak-oluk şehirlerinde, özellikle çanak-oluk sınırına yapılacak yüksek katlı bina ve yapıların, hâkim yön değişikliğine neden olabileceği, planlamaların bu olumsuzlukları giderecek şekilde esnek koşullara göre yapılması gerekmektedir.

Çalışmada, hâkim rüzgâr yönü değişimindeki eğilimin belirlenmesi amacıyla, her periyottaki değişim açılarının mutlak değerleri alınarak korelasyon analizine tabi tutulmuş ve değişim durumu “sürekli büyüyen” ve “sürekli küçülen” şeklinde (Şekil 27c) sınıflandırılmıştır. Büyüme ve küçülme $\pm 0,8$ korelasyon değerine göre yapılmıştır. Yapılan analize göre, ocak ayında Balıkesir, Edirne, Polatlı, Keles, Keban, Rize (Şekil 30), Göksun, İnebolu, Kuşadası, Emirdağ, Ardahan, Manavgat ve Tekirdağ istasyonlarında “sürekli küçülen”, Özalp, Zile, Hopa, Adıyaman (Şekil 30), Karataş, Kulu, Uşak, Siirt ve Muş istasyonlarında ise “sürekli büyüyen” karakterli değişim belirlenmiştir. Temmuzda ise, Silifke, Arapkir, Cihanbeyli, Hakkâri, Kuşadası, Simav, Yatağan, Uşak, Kahramanmaraş ve Gazipaşa’da “sürekli küçülme”, Iğın, Zile, Siirt, Ayvalık, Edremit, Dursunbey, İspir, Siverek, Develi ve Kocaeli istasyonlarında ise “sürekli büyüyen” değişim karakteri ortaya çıkmıştır.

4.2. Bölgesel Benzerlik-Karşıtlıklar

Analiz ve haritalar sonucunda Türkiye’nin bazı sahalarında hâkim rüzgâr yönlerinde benzer ya da birbiri ile ilişkili değişimler olduğu görülmüştür. Bu değişimler genel olarak geniş su yüzeyleri çevrelerinde ortaya çıkmıştır. Bu su yüzeyleri içerisinde Van Gölü, Marmara Denizi, Göller Yöresi ve Tuz Gölü bulunmaktadır.

Van Gölü çevresindeki istasyon verileri 5. periyottan sonra tamamlanmış, bu zamandan sonra, göl çevresinde sürekli-asimetrik bir değişim olduğu gözlemlenmiştir. Ocak ayına 5. periyotta, KB-GD yönlü bir değişkenlik durumu olsa da daha sonraki periyotlarda KD-GB yönlü bir değişkenlik bulunmakta, göl kuzeydoğusunda SY değişim oluştuğunda güneybatısında STY, STY değişim

olduğunda ise SY değişim ortaya çıkmıştır. Bu özelliğin temmuz ayında da devam ettiği, bu asimetrisinin yıl boyunca süreklilik arz ettiği anlaşılmıştır.

Marmara Denizi çevresinde yer alan istasyonlar ocak ayında 2. ve 3. periyotlarda hep aynı yönlü değişim gösterip homojenleşirken, 4. periyotta denizin kuzeyi ile güneyi farklı yönde hâkim yön değişimi göstermiş, 5-8 arası periyotlarda ise boğazlar kısmı haricinde kalan istasyonlarda ters yönlü değişim ortaya çıkmıştır. Bu periyotlarda, denizin kuzeyinde SY var ise güneyinde STY, STY var ise güneyinde SY değişim gözlenmiştir. Temmuz ayında ise ters hareket etme durumu tüm periyotlarda (2-8) gözlemlenmiş, bazı istasyonlardaki değişimin bu gidişe uymadığı da belirlenmiştir. Bu ters yönlü hareket, Van Gölü'ne benzemekte, buradaki su yüzeyinin, termik nedenlerle rüzgâr yönünü belirlediği, bu nedenle yön değişiminin kuzey güney yönde ters istikamette olduğu anlaşılmıştır.

Marmara Denizi'nin diğer denizler arasındaki geçiş noktası olan boğazlarda, denizden farklı yön değişimleri ortaya çıkmıştır. Çanakkale Boğazı'ndaki değişimler genel olarak denizden farklı olmuş, istasyon azlığı nedeniyle tam durum tespit edilememiştir. İstanbul Boğazı'ndaki değişim Marmara Denizi'nden farklı gerçekleşmiş, boğazın kuzeyi ile güneyindeki yön değişimleri hem ocak hem de temmuz aylarında birbiri ile zıt yönde olmuştur. Bu durum, boğazın bulunduğu sahadaki kara alanının (İstanbul ili) deniz ile benzer termal etkiyi yaptığı, boğazın kuzeyi ile güneyindeki yön değişimlerinde belirleyici olduğunu göstermiştir.

Göller Yöresi çevresi hâkim yön değişimleri çevresinden farklılaşmakta, daha genişletildiğinde Güneybatı Anadolu (Teke Platosu çevresi) ile Göller Yöresi çevresinde bazı periyotlarda aynı, bazı periyotlarda ise ters yönü hâkim yön değişimlerinin olduğu belirlenmiştir. Bu alandaki göl yüzeylerinin, hâkim yön değişimlerini etkilediği, fakat bu durumun bazı periyotlarda ortadan kalktığı, göl çevrelerinde zıt yönlü değişimlerin görüldüğü ortaya çıkmıştır. Bu değişimler, bu alanda, bazı periyotlarda aynı hava kütlelerinden etkilenmeye bağlı olarak aynı yönlü değişimler ortaya çıkarken, bazı periyotlarda göllerin termal etkilerinin belirleyici olduğu ve zıt yönlü değişimlerin ortaya çıktığını göstermektedir.

Bir diğer geniş su yüzeyi olan Tuz Gölü çevresinde de diğerlerinden farklı bir durum ortaya çıkmıştır. Temmuz ayında, gölün kuzeyinde ve güneyindeki istasyondaki yön değişimi hep aynı yönde, gölün doğusunda ve batısındaki istasyonlardaki yön değişimi sürekli ters yönde oluşmuştur. Bu durumun göl çevresindeki topografya ile ilişkilidir. Tuz Gölü doğusundaki dağlık alan rüzgârın kanalize olması nedeniyle yazın kuzey-güney yönlü bir homojenlik oluşturmaktadır. Bu aynı zamanda doğu-batı yönlü değişimlerin ters yönde gerçekleşmesine yol açmakta ve göl yüzeyinin termal etkisi görülmektedir. Ocak ayında ise bu değişkenlikten ziyade, göl çevresinde hep aynı yönlü ya da sadece bir yöndeki hâkim yönün diğerlerine göre farklı yönde hareket ettiği kalıp ortaya çıkmış, termal etkinin kışın kendini gösteremediği anlaşılmıştır. Bununla beraber Tuz Gölünün sığ olup, yaz aylarında kuruduğu, bu termal etkiyi yapmaması gerektiği düşünülmüş, kurumayla birlikte yüzeydeki tuz birikiminin çevreye göre farklı bir ısınma-soğuma karakteri ortaya koyduğu, termal etkinin bu göl çevresinde belki de tuzdan dolayı olduğu anlaşılmıştır.

5. Sonuç

Türkiye’de 10’ar yıllık dönemlerde, hâkim rüzgâr yönlerindeki değişimin araştırıldığı bu çalışmada, MGM’den sağlanan 10’ar yıllık dönemlere ait bültenler kullanılmıştır. Hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden bir olan Rubinstein yönteminde bazı değişiklikler yapılarak veri ile yöntem arasında uyum sağlanmıştır. Her türlü karşılaştırma, değişimin izlenmesi ifadesi ve gösterimi için “çoklu hâkim rüzgâr yönü analizi” yöntemi geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu yöntemle 1931-2020 yılları arasındaki hâkim rüzgâr yönleri belirlenmiş, analizler ve bölgesel değişimler değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- i. Türkiye’de 1931-2020 döneminde, hâkim rüzgâr yönlerinin sabit olmadığı ve zaman içinde değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu değişimler büyük ölçüde genel hava sirkülasyonu ile su-kara yüzeyi ilişkine göre şekillenmektedir. Bununla birlikte Güneyli Salınım, Kuzey Atlantik Salınımı, Kuzey Denizi-Hazar Denizi gibi uzak mesafeli etkileşimlerle ilişkinin araştırılması gerektiği görülmüştür.
- ii. Hâkim yön değişimleri sadece bir yönde değil, genel olarak hem SY hem de STY şeklinde olabilmekte, geniş su yüzeyleri bu yön değişiminde etkili olabilmektedir.
- iii. Van Gölü, Marmara Denizi, Göller Yöresi ve Tuz Gölü gibi geniş su kütleleri çevresinde, birbirinin zıttı yönünde değişimler ortaya çıkmış, bu yüzeylerin termal ısınma ve soğuma bağlı olarak oluşan meltemlerin yönünü de etkilediği görülmüştür.
- iv. İstanbul Boğazı, Karadeniz kıyıları ile Marmara kıyılarındaki istasyonlarda da ters yönlü değişimin görüldüğü, termal etkinin sadece su yüzeyiyle değil, karasal alanla da oluşabildiği anlaşılmıştır.
- v. Türkiye’de bazı istasyonlarda tek, bazı istasyonlarda çift, bazı istasyonlarda ise üç döngülü hâkim yön değişimleri belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye’de sürekli büyüyen, sürekli küçülen açılara sahip hâkim yön değişim karakterleri de bulunmaktadır.
- vi. Türkiye’de, özellikle kıyılardaki istasyonların bir kısmında, hâkim değişimleri oldukça küçük açılarla meydana gelmekte, neredeyse sabit yönler oluşmaktadır.
- vii. Son 30 yıllık süreçte (1991-2020), yani son iki periyotta hâkim yön değişimi düşük değerde olan istasyon sayısı oldukça fazladır. Bu istasyonlardaki hâkim yönler çok az değişmekte, sabitlenmektedir. Bu duruma yapılaşmanın etkisi olduğu düşünülmektedir.
- viii. Hâkim rüzgâr yönlerindeki değişimler ocak (kış) ve temmuz (yaz) aylarında birbirine benzer özellikler sunabilmekte, farklılıklar da barındırmaktadır. Örneğin Akdeniz kıyılarında yazın hâkim yön denizden, kışın ise Anadolu karası içinden olmakta, ısınma farklılıkları ön plana çıkmaktadır. Benzer şekilde, özellikle kara içindeki su yüzeyi çevrelerinde yaz ve kış dönemi hâkim yön değişimleri farklılaşabilmekte, iç denizlerde de bu özellik görülebilmektedir. Bu durum, Türkiye’nin orta enlemlerde yer alması, kış döneminde enlem depresyonlarının geçiş rotasında, yazın ise daha çok yüksek basınç koşullarının hüküm olmasından kaynaklanmakta, termal ısınma farklılıkları daha belirgin görülebilmektedir.

- ix. Türkiye'deki hâkim rüzgâr yönleri, genel olarak basınç merkezleri ile ilişkilendirilebilse de hem ocak hem de temmuz ayı için üretilen Rubinstein hâkim ve Lambert ortalama yönleri, bu durumu tam yansıtmamaktadır. Özellikle kıyılarda, karadeniz ısınma farkından kaynaklanan meltem rüzgârlarının hâkim yönü karşıladığı, bu durumun, ocak ayından ziyade temmuz ayında daha belirgin olduğu görülmektedir. Hâkim rüzgâr yönlerinin belirlenmesinde ana etmen basınç merkezleri ve onlara bağlı olarak meydana gelen hava kütlesi hareketleri ile topografik unsurlardır. Bununla beraber termik nedenlerle de hâkim rüzgâr yönlerinde değişim görülebilmektedir. Türkiye'deki meteoroloji istasyonlarının rüzgâr verisinin incelenmesi bu değişimi yansıtmaktadır.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Bu çalışmanın geliştirilme aşamasındaki versiyonu, 2. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresinde, "Son 90 yılda, Türkiye'de hâkim rüzgâr yönü değişimleri" adıyla bildiri olarak sunulmuştur.

Referanslar

- Ahrens, C. D. (2007). *Meteorology Today* (9. bs.). Belmont: Brooks/Cole.
- A-iyeh, E., Peters, J. F. (2015). Measure of Tessellation Quality of Voronoï Meshes. 5(2), 28.
- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul: Baha Matbaası.
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Avcı, S. (2020). Hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesi için bir yazılım önerisi: PrevailingWindRUB 1.0. *Coğrafya Dergisi*, 41, 209-219. doi:10.26650/JGEOG2020-806385
- Balling, R. C., Cervený, J., Cervený, R. S. (2005). Winds and wind systems. *Encyclopedia of World Climatology*.
- Cecchi, L., Morabito, M., Domeneghetti, M. P., Crisci, A., Onorari, M., Orlandini, S. (2006). Long distance transport of ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 96(1), 86-91. doi:10.1016/S1081-1206(10)61045-9
- Chepil, W. S., Siddoway, F. H., Armbrust, D. V. (1964). In the Great Plains prevailing wind erosion direction. *J. Soil Water Cons.*, 19(2), 67-70.
- Conrad, V., Pollak, L. W. (1950). *Methods in Climatology*. Cambridge: Harvard University Press.
- Conrad, Victor. (1946). *Methods in Climatology*. Oxford University Press (C. 1). Oxford University Press. doi:10.1002/j.1477-8696.1946.tb00041.x
- Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Gürgen, G. (2004). Ankara'da hava kirliliğinin istatistiksel analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 1-18.
- Çöleri, M., Mehmet, Y., Deniz, A., Turgut, Ü., Eryılmaz, A., Geçer, C., Güser, A. (2007). *Hava Analiz ve Tahmin Tekniği*. Ankara: DMİ Yayınları No:2006-1.
- Dadaser-Çelik, F., Cengiz, E. (2014). Wind speed trends over Turkey from 1975 to 2006. *International Journal of Climatology*, 34(6), 1913-1927. doi:10.1002/joc.3810
- Dalfes, H. N., Avcı, S. (2023). *İstanbul ve İzmir'de Kayıp Kıyılar-Deniz Seviyesi Yükselmesi ve Olası Etkileri Karar Vericiler İçin Özet*. Ankara.
- Düşmez, İ., Çukur, H., Çevik, S., Şimşek, F. C. (2022). Rubinstain yöntemiyle hâkim rüzgâr yönü Hesaplamaları için bir yazılım denemesi. İçinde *IV. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi (UCEK-2022)*, Karabük, Türkiye. 148-149.
- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metotları*.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II*. İstanbul: Der Yayınları.

- Erol, O. (1999). *Genel Klimatoloji*. Ankara: Çantay Kitabevi.
- Ertek, T. A. (2011). Kıyı kumulları oluşumları, gelişimleri, yayılışları ve Türkiye’den bazı problemli kumul sahaları. İçinde 7. *Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*. Trabzon.
- Garza, J. A., Chu, P.-S., Norton, C. W., Schroeder, T. A. (1988). Changes of the prevailing trade winds over the islands of Hawaii and the North Pacific. *J. Geophys. Res.*, 117, 11109. doi:10.1029/2011JD016888
- Gumus, V., Simsek, O., Seaid, M. (2023). Investigating recent changes in the wind speed trends over Turkey. *Acta Geophysica*, 71(3), 1305-1319. doi:10.1007/S11600-022-01011-2/FIGURES/10.
- İskan, S., Koç, T. (2021). İnegöl (Bursa) havzasında hava kalitesinin fiziki ortam ile ilişkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 7-18. doi:10.17211/tcd.871839.
- Keser, N. (2002). Kütahya’da hava kirliliğine etki eden topografik ve iklimik faktörler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (5), 69-100.
- Koçman, A. (1993). *Türkiye İklimi (Climate of Turkey)*. İzmir: Aegean University Press.
- Kunt, F., Dursun, Ş. (2018). *Konya Merkezinde Hava Kirliliğine Bazı Meteorolojik Faktörlerin Etkisi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı (C. 1).
- La Sorte, F. A., Fink, D. (2017). Projected changes in prevailing winds for transatlantic migratory birds under global warming. *Journal of Animal Ecology*, 86(2), 273-284. doi:10.1111/1365-2656.12624
- Lapworth, A., McGregor, J. (2008). Seasonal variation of the prevailing wind direction in Britain. *Weather*, 63(12), 361-364. doi:10.1002/wea.242
- Lashkari, H., Mohammadi, Z., Keikhosravi, G. (2017). Annual Fluctuations and displacements of Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ) within the range of Atlantic Ocean-India. *Open Journal of Ecology*, 07(01), 12-33. doi:10.4236/oje.2017.71002
- Lövstedt, C. B., Bengtsson, L. (2008). The role of non-prevailing wind direction on resuspension and redistribution of sediments in a shallow lake. *Aquatic Sciences*, 70(3), 304-313. doi:10.1007/S00027-008-8047-8/METRICS
- Markgraf, V. (1980). Pollen dispersal in a mountain area. *Grana*, 19(2), 127-146. doi:10.1080/00173138009424995
- Ogawa, F., Spengler, T. (2019). Prevailing Surface Wind Direction during air-sea heat exchange. *Journal of Climate*, 32(17), 5601-5617. doi:10.1175/JCLI-D-18-0752.1
- Poupkou, A., Zanis, P., Nastos, P., Papanastasiou, D., Melas, D., Tourpali, K., Zerefos, C. (2011). Present climate trend analysis of the Etesian winds in the Aegean Sea. *Theoretical and Applied Climatology*, 106(3-4), 459-472. doi:10.1007/s00704-011-0443-7
- Şahin, S., Türkeş, M. (2013). Contemporary surface wind climatology of Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 113(1-2), 337-349. doi:10.1007/s00704-012-0789-5
- Şahin, S., Türkeş, M. (2020). Assessing wind energy potential of Turkey via vectoral map of prevailing wind and mean wind of Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 141(3-4), 1351-1366. doi:10.1007/s00704-020-03276-3
- Menteşe, S., Tağıl, Ş., (2012). Bilecik’te iklim elemanlarının hava kirliliği üzerine etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 15(28), 3-16.
- Shokurova, I. G. (2019). Interannual variability of wind stress curl in the Black Sea and its response to changes in prevailing wind frequency Interannual variability of wind stress curl in the Black Sea and its response to c. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 386, 1-8. doi:10.1088/1755-1315/386/1/012014
- Tarara, J. M., Ferguson, J. C., Hoheisel, G. A., Perez Peña, J. E. (2005). Asymmetrical canopy architecture due to prevailing wind direction and row orientation creates an imbalance in irradiance at the fruiting zone of grapevines. *Agricultural and Forest Meteorology*, 135(1-4), 144-155. doi:10.1016/J.AGRFORMET.2005.11.011
- Timmermann, A., McGregor, S., Jin, F.-F. (2010). Wind effects on past and future regional sea level trends in the Southern Indo-Pacific. *Journal of Climate*, 23(16), 4429-4437. doi:10.1175/2010JCLI3519.1
- Türkeş, M. (2010). *Genel Klimatoloji*. Ankara: Ertem Büro.
- Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(1).
- Türkeş, M., Tolunay, D., (2023). İklim değişikliği ve orman yangınları. İçinde Kavgacı, A., Başaran, M.A., (Ed.), *Orman Yangınları*, Ankara.
- Xu, X. M., Ridout, M. S. (2001). Effects of prevailing wind direction on spatial statistics of plant disease Epidemics. *Journal*

- of *Phytopathology*, 149(3-4), 155-166. doi:10.1046/J.1439-0434.2001.00591.X
- Yetmen, H. (2014). Ardeşen (Rize)'de Mart 2014'te meydana gelen orman yangınının meteorolojik hazırlayıcıları *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 133-148. doi: 10.1501/Cogbil_0000000157
- Yılmaz, E. (2021). Türkiye'de rüzgâr hizi verilerinin homojenleştirilmesi ve eğilimleri. *DTCF Dergisi*, 1, 185-233.
- Yılmaz, E., Çiçek, İ. (2021). Son 90 yılda, Türkiye'de hâkim rüzgâr yönü değişimleri. İçinde 2. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi 17-18 Haziran 2021*, İstanbul, 127-130.
- Yılmaz, E., Acar, Z. (2024). Variations in Türkiye s sea surface temperatures. *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography ISSN*: doi: 10.1080/00167223.2024.2388525
- Yılmaz, E., Darende, V. (2021). Türkiye'de yağış ölçümü yapılan manuel-otomatik meteoroloji gözlem istasyonu verilerinin karşılaştırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 77, 53-66. doi:10.17211/tcd.834500