

TÜRKİYE İKLİM UÇ DEĞERLERİNE UZAKETKİLEŞİM PATERNLERİNİN ETKİSİ

Hakkı BALTACI^{1(*)}, Bülent O. AKKOYUNLU², Mete TAYANÇ³

¹Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Bölgesel Hava Tahmin Merkezi, İstanbul, Türkiye

²Marmara Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul, Türkiye

³Marmara Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada Türkiye genelinde gözlenmiş 10 iklim uç indisi ve 5 uzaketkileşim paterni (Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), Arktik Salınım (AS), Doğu Atlantik-Batı Rusya (DA/BR), Doğu Atlantik (DA) ve İskandinav Paterni (İP)) arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Kış mevsiminde, sıcak ekstremler ile Arktik Salınım arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyon görülürken, Doğu Atlantik - Batı Rusya paterni ile de soğuk ekstremler arasında anlamlı pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. Negatif AS ve pozitif DA/BR olduğunda, genellikle daha sıcak ($r=-0.63$) ve soğuk ($r=0.61$) günlerin Karadeniz bölgesinde, daha sıcak ($r=-0.72$) ve soğuk ($r=0.66$) gecelerin ise Ege bölgesinde gerçekleştiği görülmüştür. Yağış ekstremleri incelendiğinde, AS (-) sırasında Anadolu yarımadasının batı kesimlerinde normalden daha yüksek yağış oranlarının olduğu, DA/BR (+) süresince ise Doğu Karadeniz'in sahil istasyonlarında pozitif yağış anomalilerinin olduğu bulunmuştur. AS (-)'yi güdümlleyen fiziksel mekanizmaların İtalya üzerindeki derin Cenova siklonu ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bu durum, güçlü batılı rüzgarları ile Akdeniz'den sıcak ve nemli hava kütlelerinin taşınımı ile karakterize edilmekte ve Türkiye'de yüksek sıcaklık ve yağış değerlerine sebep olmaktadır. DA/BR (+) süresince, Azor yüksek basınç merkezinin Avrupa kıtasına genişlediği ve bunun sonucu olarak da ülkemizde güçlü kuzeybatılı rüzgarların gözlemlendiği tesbit edilmiştir. Bu durum, soğuk kuzey havası akışı ve nispeten sıcak Karadeniz kaynaklı nem ile karakterize edilmekte ve düşük sıcaklık sayılarındaki ve yağış miktarlarındaki artışın başlıca nedeni olarak gösterilmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

İklim uç değerleri, uzaketkileşim paternleri.

ABSTRACT

This study investigates the relationships between five teleconnection patterns, North Atlantic Oscillation (NAO), Arctic Oscillation (AO), East Atlantic-Western Russia (EAWR), East Atlantic (EA) and Scandinavian (SCA) patterns, and 10 climate extremes indices over Turkey. Winter analysis of patterns with warm and cold temperature extremes showed that the AO and EAWR patterns are more remarkable than the other circulation patterns, by generating the highest statistically significant negative and positive correlation values with $p<0.05$. During the negative AO and positive EAWR, it has been shown that generally more warm ($r=-0.63$) and cold days ($r=0.61$) over Black Sea and more warm ($r=-0.72$) and cold nights ($r=0.66$) over Aegean region

(*) baltacihakki@gmail.com

form, respectively. For the precipitation extremes, while above-normal precipitation rates were detected in the western parts of Anatolian Peninsula during AO (-), it is also found that positive precipitation anomalies exist at the seaside stations of the eastern Black Sea during the EAWR (+). Physical mechanisms behind AO (-) indicate a deepened Genoa cyclone over Italy, causing warm and moist air mass transport from Mediterranean Sea by strong westerly winds also enabling heat advection, which well correlates with the high temperature and precipitation records over Turkey. During EAWR (+), Azores high pressure center expansion to continental Europe can be seen, and as a consequence, the drainage of cold polar air by strong northwesterly winds together with moisture transport from relatively warm Black Sea is shown as the main factor of the increment in the numbers of cold temperatures and precipitation amounts.

KEYWORDS

Turkey, teleconnection patterns, North Atlantic Oscillation, climate extremes.

1. GİRİŞ

Geniş ölçekli salınımlar, çok geniş alanlarda ve sürekli olmayan atmosfer hareketlerinin bir sonucudur. Bunlar dönemsel karaktere sahip iklim anomalileridir. Dünya'nın birbirinden uzak bölgelerinde meydana gelen iklimdeki eş zamanlı ve zıt karakterli değişimler, literatürde "Uzak etkileşim" (teleconnection) olarak adlandırılmaktadır [1].

Sel, Kuraklık, sıcak ve soğuk hava dalgaları dahil olmak üzere hava ve iklim ekstremleri ciddi bir sosyoekonomik ve çevresel etkiye sahiptir [2, 3]. Güçlü ekstrem olayların Avrupa kıtasını önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Örneğin 2003, 2005 yıllarında Avrupa'da görülen sıcak hava dalgaları, bundan başka 2009, 2010 senelerinde soğuk ve sert geçen, bol yağmurlu/karlı kış mevsimleri birçok sektörde hasar bırakmış, ölüm oranlarında artış görülmüştür [4-12]. Bu nedenle, ekstremlerin zamansal ve mekânsal desenlerini anlamak, bu olayları önceden tahmin etmek ve biçimlendirmek için oldukça önemlidir. 21.yüzyılın başlarında, ince ölçekte ve daha sık yapılan meteorolojik gözlemler sonucunda, indisler ile tanımlanan iklim ekstremleri araştırılmaya başlanılmıştır. Örneğin, Avrupa ülkelerinde yapılan birçok çalışmada ulusal ve bölgesel ölçekte bu iklim ekstremlerinin sıklığı, süresi ve şiddeti incelenmiştir [13-19]. Sonraki çalışmalarda ise, başlıca olarak uzak etkileşim paternleri ile ekstremlerin uzun dönem zarfında gösterdiği eğilimler arasında ilişkiler incelenmeye başlanmıştır [20-22].

Avrupa'da yapılan çalışmalara paralel olarak, Türkiye ve çevre bölgelerde de yapılan çalışmalarda yağış ve/veya sıcaklığın mekânsal ve zamansal değişimi incelenmiştir [23-26]. Önceki çalışmaların birçoğu, temel meteorolojik parametreleri açıklamak amacıyla, atmosferik dolaşım türlerinin [27] veya uzak etkileşim paternlerinin belirli bölge veya ülke genelindeki mevsimsel yağış veya sıcaklıklara etkilerinin araştırılmasına yönelik olan çalışmalardır. Bu çalışmaların bazıları, Türkiye'nin iç ve batı (kuzey) bölgelerindeki kış yağış rejimlerinin KAS (KHP) den önemli ölçüde etkilendiğini vurgulanmaktadır [28-30]. Yani, negatif KAS (pozitif KHP) evrelerinde batıda (Türkiye'nin kuzeyi) ve Türkiye'nin iç kısımlarında yağış miktarlarının normalin üstüne çıktığı görülmektedir. Sıcaklıkla ilgili olarak ise belirgin pozitif sıcaklık anomalileri KHP (-) evresinin etkin olduğu dönemlerde iç Anadolu'da görülmüştür [30]. Bunlardan başka, Zang ve ark.(2005),

ekstrem iklim indikatörlerini kullanarak Türkiye ve diğer ülkelerde (Azerbaycan, Kıbrıs, Gürcistan, Ermenistan, İran, Irak, İsrail, Ürdün, Umman, Suudi Arabistan ve Suriye) yağış ve sıcaklık ekstremlerindeki eğilimleri incelemişlerdir [31].

Beşinci İklim değişikliği panelinde (IPCC AR5 2014) de vurgulandığı üzere Doğu Avrupa ülkelerinde, şehirleşmenin ekonomik gelişme, nüfus artışı ve toprak yüzeyinin kullanımı gibi etkenlerden hızlıca artacağı belirtilmektedir. Buna paralel olarak, tatlı su talebine ihtiyacın tarımsal [32], bitki dinamiği [33] ve enerji üretimi [34] açısından artacağı tahmin edilmektedir. Aynı zamanda sıcak hava dalgalarının sayısındaki ve şiddetindeki artışta bu bölgeler için öngörülmüştür. Bu etkenler ışığında ülkemizin belli bölgelerinde sel, kuraklık, sıcak veya soğuk hücrelerin sıklığındaki ve şiddetindeki değişimde son yıllarda kendini göstermektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin ülkemizdeki ekstrem değerlere yansımalarını anlayabilmek açısından büyük ölçekli sirkülasyonların etkilerini bilmemiz gerekmektedir.

Yapılacak bu çalışma sonucunda 7 coğrafi bölgemizin sıcaklık ve yağış açısından en çok hangi uzak etkileşim paterninin etkisi altında olduğu ortaya konulacaktır. Daha sonra paternlerin uzun yıllar sonucundaki eğilimlerinden de yola çıkılarak hangi bölgelerin kuraklık, sel, sıcak veya soğuk hava dalgaları etkisinde uzun yıllar kalabileceği öngörüsünde bulunulabilecektir. Bu durum da bize özellikle sağlık açısından, tarımsal aktiviteler, enerji üretimi, yerleşim yerlerini belirlememiz gibi faktörler de göz önüne alındığında önemli bilgiler verecektir.

2. MATERYAL VE METOD

Uzak etkileşim paternlerinin bölgesel ve istasyon bazlı ekstrem değerlere etkileri Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak bulunacaktır. Belirtilen paternlerin ülkemizin hangi bölgesinde ve hangi iklim indisine belirgin etkisi ortaya konulduktan sonra bu durumun altında yatan temel sebepler araştırılmıştır. Bölgesel olarak ekstrem değerlerin hangi paternin etkisi altında olduğunu tespit edebilmek, su ve afet yönetimi gibi sektörler açısından oldukça önemlidir. Sıcaklık ve yağış ekstremlerinin analizi için yüksek kalitede verilere sahip ve homojenliği sağlanmış 94 meteoroloji istasyonunun 1965-2014 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır (Şekil 1)



Şekil 1. Türkiye'deki yedi coğrafi bölgenin sınırları ve 94 meteoroloji istasyonunun (kırmızı noktalar) dağılımı.

Ekstrem değerlerinin istasyon bazında değişimini inceleyebilmek için iklim uç indislerinden (climate ekstrem indices) yararlanılmıştır. Toplam 27 adet olarak tanımlanmış olan bu indislerden 10 tanesi (8 sıcaklık ve 2 yağış) paternlerle ilişkileri inceleyebilmek açısından ele alınmıştır (Tablo 1).

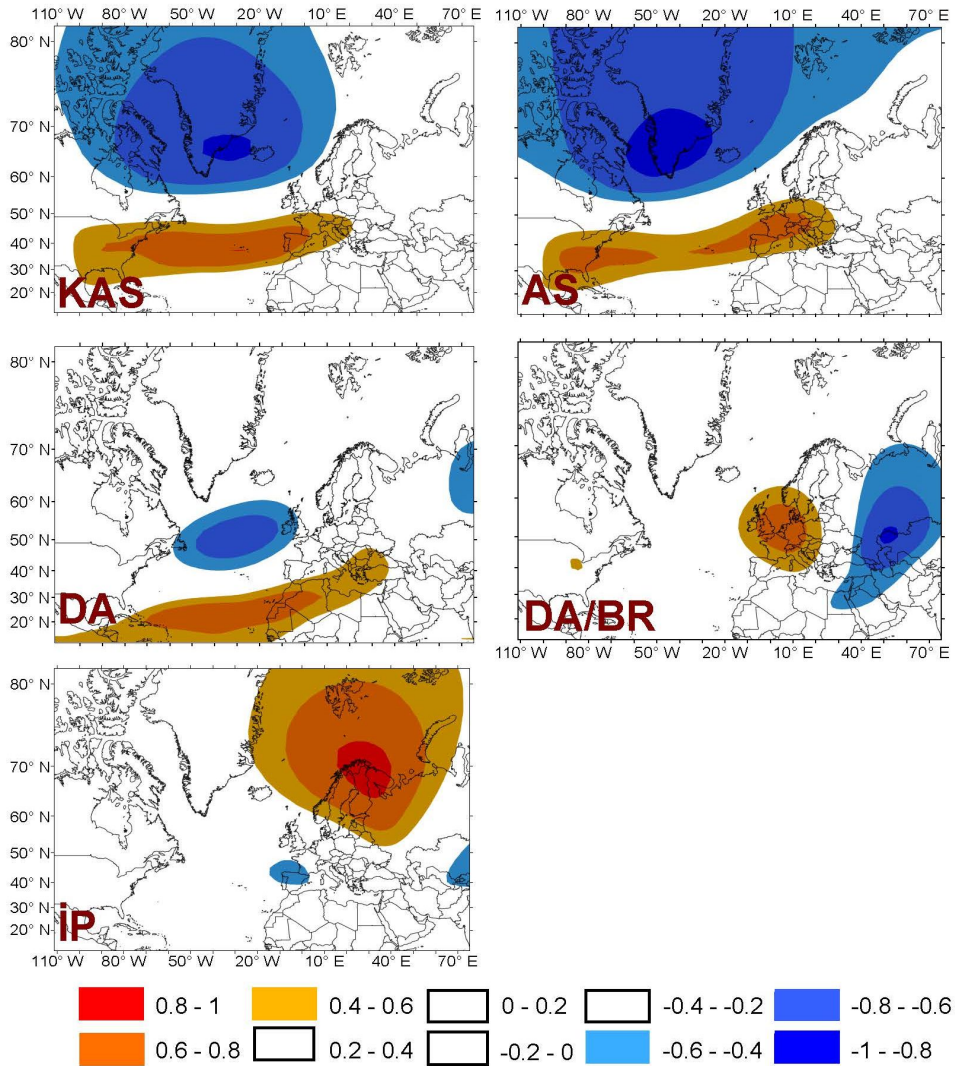
Tablo 1. Sıcaklık ve Yağış indekslerinin tanımı. (TX: Günlük maksimum sıcaklık, TN: Günlük minimum sıcaklık, RR: Günlük toplam yağış miktarı)

	İndeks	Açıklama	Tanım	Birim	
Sıcaklık	Sıcak ekstremler	TX90P	Sıcak günler	1965-2014 arası TX>90 th olduğu günlerin mevsimsel yüzdesi	%
		TN90P	Sıcak geceler	1964-2014 arası TX>90 th olduğu günlerin mevsimsel yüzdesi	%
		TNx	En sıcak gece	Mevsimsel en yüksek TN	°C
		TXx	En sıcak gün	Mevsimsel en yüksek TX	°C
	Soğuk ekstremler	TX10P	Soğuk günler	1965-2014 arası TX<10 th olduğu günlerin mevsimsel yüzdesi	%
		TN10P	Soğuk geceler	1965-2014 arası TN<10 th olduğu günlerin mevsimsel yüzdesi	%
		TNn	En soğuk gece	Mevsimsel en düşük TN	°C
		TXn	En soğuk gün	Mevsimsel en düşük TX	°C
Yağış	PRCPTOT	Nemli günlerdeki yağış	Nemli günlerin mevsimsel toplam yağış miktarı	mm	
	R10	10 mm'nin üzerinde olduğu günler	Yıllık RR>10 mm olduğu günler	gün	

Sekiz sıcaklık indisinden 4'ü sıcak ekstremler (TX90P, TN90P, TNx ve TXx) ile, diğer dördü ise soğuk ekstremler (TX10P, TN10P, TNn ve TXn) ile ilişkilidir. Sıcak ve soğuk ekstremlerin bazıları (TX90P, TN90P, TX10P ve TN10P) sıcaklık oranlarına göre, bazıları (TNx, TXx, TNn ve TXn) ise mevsimlik en yüksek veya en düşük derecenin bir ölçüsü olarak belirlenmiştir. Yağış indikatörleri olarak ise mevsimsel toplam yağış miktarı (PRCPTOT) ve 10 mm'den büyük günlük yağış miktarı (R10) kullanılmıştır. Bu çalışmada, bu ekstremlerin bölgesel değerlerini kış mevsimi için elde etmek amacıyla, her bölge içerisindeki istasyonların ekstrem değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınmıştır.

2.1 Uzaketkileşim paternleri ve analiz edilen veriler

İncelediğimiz 5 temel uzaketkileşim paternlerinin indis değerleri İklim Tahmin Merkezi (Climate Prediction Center (CPC)) ve NCEP NOAA (www.cpc/noaa.gov/tr) adresinden temin edilmiştir. İncelediğimiz bu paternlerin konumlarını ve merkezlerini göstermek amacıyla, Kuzey yarımküresinde 1965-2014 yılları arasında olan 500hPa'daki aylık standartlaştırılmış yükseklik anomalileri (kış) ile uzaketkileşim paternlerinin kış indeks değerleri arasındaki bağlantılar çıkarılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Beş uzaketkileşim paterninin konumu ve merkezleri.

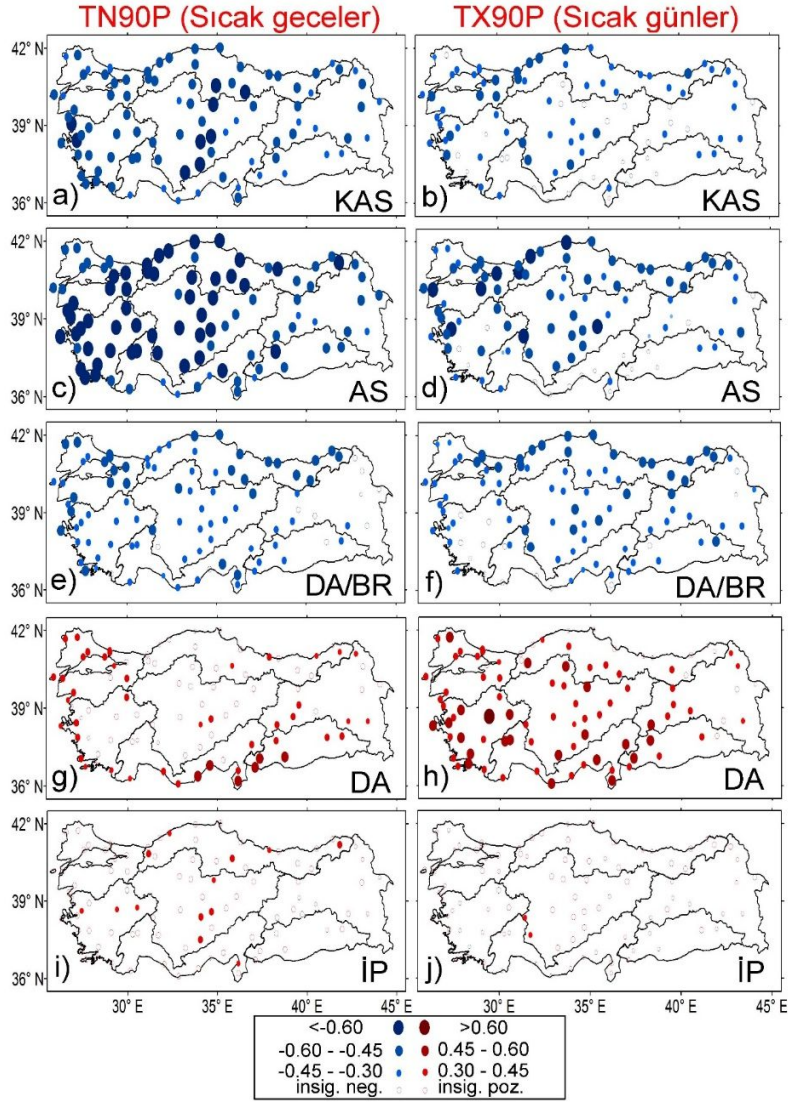
3. SONUÇLAR

3.1 Uzaketkileşim paternleri ile iklim ekstremeleri arasındaki ilişkiler

Bu bölümde, başlıca olarak Türkiye'de 1965-2014 yılları arasında belirlenen büyük ölçekli iklim değişkenliği ile 10 ekstrem iklim indisleri arasındaki doğrusal korelasyonlar hesaplandı. Bu hesaplamalar için, Kuzey yarımküresindeki ülkelerin literatüründe yaygın olarak kullanılan KAS, AS, DA/BR, DA ve İP paternlerinin indeks değerleri kullanıldı. Kullanılan 8 sıcaklık ve 2 yağış indeksinin tanımları Tablo 1'de verilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere TX günlük maksimum sıcaklığa, TN ise günlük minimum sıcaklık değerlerine karşılık gelir. Bundan başka sıcak günler indeksi (TX90P), 1965-2014 arası TX>90th olduğu günlerin mevsimsel yüzdesini, sıcak geceler indeksi (TN90P) ise 1965-2014 arası TN>90th olduğu günlerin mevsimsel yüzdesini göstermektedir. Benzer şekilde, soğuk günler indeksi (TX10P), 1965-2014 arası TX<10th olduğu

günlerin mevsimsel yüzdesini, soğuk geceler indeksi (TN10P) ise 1965-2014 arası $TN < 10^{\text{th}}$ olduğu günlerin mevsimsel yüzdesini temsil etmektedir.

Kış. İncelediğimiz 5 uzaketkileşim paterni ile istasyon bazlı sıcak geceler (TN90P) ve sıcak günler (TX90P) arasındaki korelasyon değerleri çıkarılmış ve Şekil 3 ile Tablo 2’de gösterilmiştir. Sıcak geceler bakımından, KAS indeksinin ülke genelinde önemli (student’s t dağılımına göre %95 seviyelerinde) bir negatif korelasyona sahip olduğu görülmüştür (Şekil 3a). Bölgesel açıdan bakıldığında, KAS’nın TN90P üzerindeki etkisinin ülkenin batı kısımlarında (Ege, $r=-0,62$) daha belirgin olduğu görülmüştür. Bu bölgedeki yüksek korelasyonu İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerindeki yüksek negatif korelasyon takip etmektedir (Tablo 2). Yani, Negatif KAS’nın görüldüğü kış mevsimleri boyunca bu bölgelerde genellikle daha sıcak gecelerin yaşandığını, pozitif KAS görüldüğü yıllarda ise tam tersi bir durumun ortaya çıktığını söyleyebiliriz. AS indeksi ile ilgili sonuçlara göre, çoğu istasyonda $-0,60$ ’dan düşük, anlamlı en yüksek negatif korelasyonlar görülmüştür (Şekil 3c). KAS ve diğer paternlerle kıyaslandığında, Arktik salınımın sıcak geceler sayısına etkisinin bütün ülke genelinde daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, en güçlü negatif ilişkilerin sırasıyla Ege, Karadeniz, İç Anadolu ve Marmara bölgelerinde olduğu görülmektedir (Tablo 2). Sıcak geceler ile DA/BR indeks değerleri arasında da negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Fakat bu ilişkilerin AS ve KAS indisleri ile karşılaştırılması zamanı o kadar da güçlü olmadığı belirlenmiştir (Şekil 3e). DA ve İP paternleri ise, homojen olarak dağılmayan ve düşük önem arz eden bir pozitif korelasyon göstermiştir (Şekil 3g,i). Sıcak günler baz alındığında ise, DA/BR ve KAS paternlerine nazaran AS’ın daha anlamlı negatif korelasyonlara sahip olduğu daha net bir şekilde görülmektedir (Şekil 3d). AS süresince $-0,55$ ’dan düşük en yüksek negatif korelasyonlar başlıca olarak Karadeniz, Marmara ve İç Anadolu’nun kuzey kısımlarında tespit edilmiştir (Tablo 2). Öte yandan DA paterni sıcak günlerle, özellikle ülkenin batı ve güney kısımlarında (Ege ve Akdeniz) anlamlı pozitif korelasyonlar (sırasıyla 0,55 ve 0,53) göstermiştir (Şekil 3h ve Tablo 2). Bu durumu özetlersek, Negatif AS indeks değerleri Karadeniz, Marmara ve İç Anadolu bölgelerindeki sıcak günlerin sayısını genellikle artırırken, pozitif DA indeks değerleri ise Ege ve Akdeniz bölgelerinde kış sıcak günlerinin sıklığını belirgin bir şekilde artırmaktadır. İP ve TX90P arasında ise uzaysal olarak uyumlu, istatistiksel olarak ise anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Şekil 3j). İstasyonların soğuk gece/günleri ile uzaketkileşim paternlerinin indeks değerleri arasındaki korelasyonlar, AS ve KAS desenlerine kıyasla DA/BR paterninin daha belirgin ve anlamlı pozitif bağlantılara sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 4a-f).



Şekil 3. Kış mevsimindeki sıcak gece ve gün sayıları ile uzaketkileşim paternlerinin indeks değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

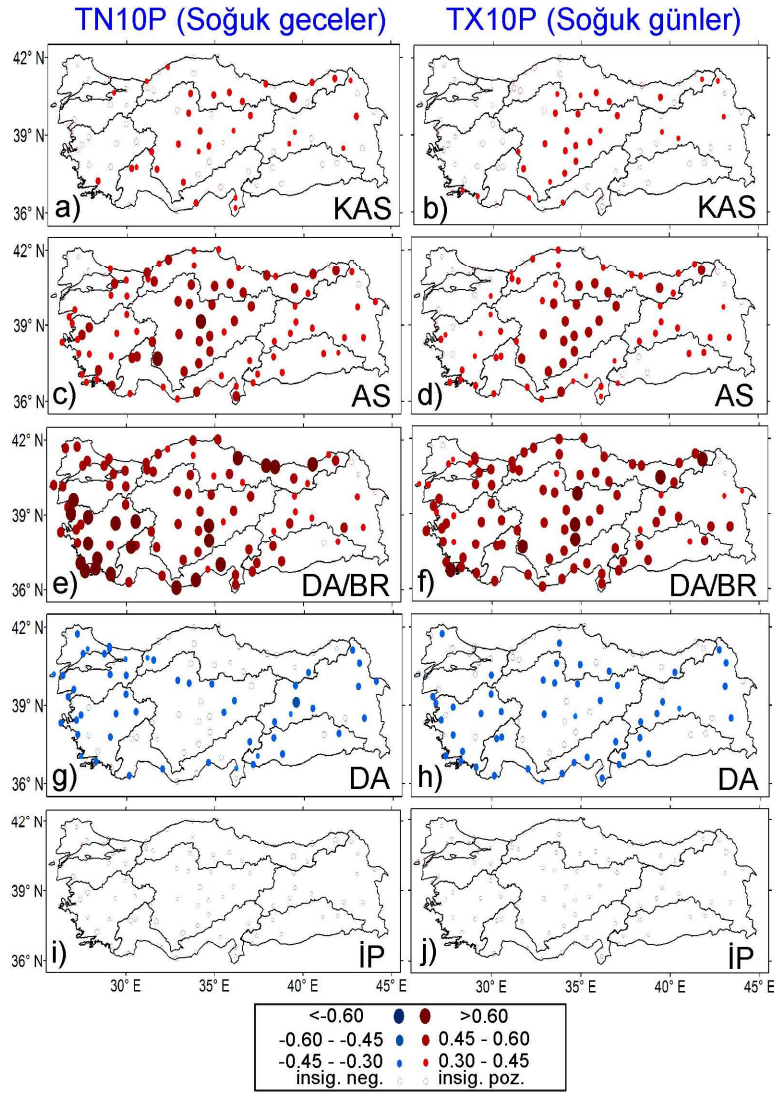
Bölgesel açıdan baktığımızda, Ege, Karadeniz, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde, DA/BR paterninin pozitif fazının görüldüğü kış mevsimlerinde soğuk gecelerin anlamlı pozitif korelasyonları 0.60`ın üzerine çıkmaktadır. Dolayısıyla, soğuk gecelerin en yüksek frekansları da bu bölgelerdeki istasyonlarda görülmüştür. Türkiye genelinde soğuk günlerin sayıları ile KAS, AS ve DA/BR paternleri arasındaki korelasyonlar benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte, soğuk geceler ile karşılaştığımız zaman, KAS/AS paternleri ile soğuk gün sayıları arasındaki korelasyonların her bir bölgemiz için belirgin olarak daha zayıf olduğu görülmüştür. DA/BR paternini incelediğimizde ise, TX10P ile en yüksek pozitif korelasyonların ($r= 0.53$ `ü aşan) sırasıyla Karadeniz, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde hesaplandığını söyleyebiliriz. İP ve DA paternlerini önceki üç desenle kıyasladığımız zaman ise, genellikle daha düşük bir etkiye sahip oldukları görülmüştür. DA`nın soğuk gece/günler ile -0.29 `dan -0.42 `ye

kadar değişen anlamlı negatif korelasyonları homojen olmayan uzamsal dağılıma işaret etmektedir. İskandinav paterni için ise genellikle anlamlı olmayan negatif korelasyonlar bulunmuştur (Şekil 4g-j ve Tablo 2).

Kış aylarındaki en sıcak gece/günler ile uzaketkileşim paternlerinin kış indeks değerleri arasındaki ilişkilerin bir sonucu olarak KAS, AS ve DA/BR paternlerinin ülkenin her bir bölgesinde anlamlı negatif korelasyonlara sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5a-f ve Tablo 2). Bu üç uzaketkileşim paterni arasında daha anlamlı negatif korelasyonlara sahip olan desenin ise AS olduğu görülmüştür.

Tablo 2. Uzaketkileşim paternleri ile 10 iklim ekstrem indisi arasındaki bölgesel korelasyonların kış mevsimine ait sonuçları.

KİŞ (AOŞ)										
KAS										
Bölgeler/İndisler	TN10P	TX10P	TN90P	TX90P	TNn	TXn	TNx	TXx	PRCPTOT	R10
Marmara	0.09	0.00	-0.51	-0.44	0.05	0.03	-0.52	-0.46	-0.37	-0.36
Ege	0.25	0.22	-0.62	-0.37	-0.08	-0.13	-0.51	-0.40	-0.39	-0.37
Akdeniz	0.26	0.24	-0.48	-0.20	-0.20	-0.19	-0.47	-0.31	-0.33	-0.32
İç Anadolu	0.34	0.34	-0.59	-0.40	-0.27	-0.25	-0.43	-0.37	-0.44	-0.29
Karadeniz	0.32	0.25	-0.59	-0.49	-0.23	-0.17	-0.55	-0.49	-0.14	-0.14
Doğu Anadolu	0.29	0.25	-0.51	-0.34	-0.28	-0.27	-0.43	-0.33	-0.37	-0.3
Güneydoğu Anadolu	0.20	0.16	-0.45	-0.22	-0.22	-0.20	-0.40	-0.15	-0.32	-0.28
AS										
Bölgeler/İndisler	TN10P	TX10P	TN90P	TX90P	TNn	TXn	TNx	TXx	PRCPTOT	R10
Marmara	0.28	0.12	-0.63	-0.56	-0.17	-0.09	-0.67	-0.59	-0.53	-0.49
Ege	0.46	0.33	-0.72	-0.43	-0.25	-0.25	-0.67	-0.51	-0.5	-0.49
Akdeniz	0.49	0.36	-0.59	-0.27	-0.43	-0.36	-0.61	-0.39	-0.38	-0.38
İç Anadolu	0.57	0.52	-0.68	-0.55	-0.47	-0.45	-0.60	-0.55	-0.44	-0.3
Karadeniz	0.53	0.42	-0.69	-0.63	-0.41	-0.35	-0.69	-0.62	-0.05	0
Doğu Anadolu	0.41	0.37	-0.55	-0.40	-0.40	-0.35	-0.50	-0.42	-0.39	-0.35
Güneydoğu Anadolu	0.39	0.29	-0.55	-0.26	-0.41	-0.37	-0.48	-0.24	-0.38	-0.33
DA/BR										
Bölgeler/İndisler	TN10P	TX10P	TN90P	TX90P	TNn	TXn	TNx	TXx	PRCPTOT	R10
Marmara	0.60	0.43	-0.49	-0.44	-0.51	-0.43	-0.49	-0.47	-0.28	-0.28
Ege	0.66	0.53	-0.43	-0.30	-0.60	-0.49	-0.48	-0.44	-0.39	-0.42
Akdeniz	0.61	0.60	-0.42	-0.30	-0.58	-0.56	-0.46	-0.42	-0.15	-0.22
İç Anadolu	0.59	0.60	-0.41	-0.47	-0.56	-0.54	-0.44	-0.52	-0.15	-0.15
Karadeniz	0.62	0.61	-0.53	-0.57	-0.58	-0.58	-0.54	-0.55	0.36	0.39
Doğu Anadolu	0.41	0.45	-0.31	-0.38	-0.45	-0.41	-0.39	-0.48	0.01	-0.02
Güneydoğu Anadolu	0.49	0.54	-0.35	-0.39	-0.45	-0.53	-0.43	-0.45	0.03	0.08
DA										
Bölgeler/İndisler	TN10P	TX10P	TN90P	TX90P	TNn	TXn	TNx	TXx	PRCPTOT	R10
Marmara	-0.36	-0.26	0.35	0.43	0.51	0.55	0.18	0.36	-0.17	-0.2
Ege	-0.34	-0.34	0.28	0.55	0.49	0.51	0.16	0.46	-0.22	-0.25
Akdeniz	-0.32	-0.36	0.42	0.53	0.44	0.47	0.35	0.49	-0.2	-0.21
İç Anadolu	-0.29	-0.31	0.26	0.45	0.41	0.41	0.20	0.42	-0.17	-0.09
Karadeniz	-0.23	-0.27	0.24	0.28	0.33	0.37	0.12	0.33	-0.33	-0.34
Doğu Anadolu	-0.42	-0.40	0.33	0.36	0.35	0.30	0.24	0.32	-0.06	-0.06
Güneydoğu Anadolu	-0.34	-0.32	0.49	0.46	0.29	0.29	0.40	0.49	-0.17	-0.1
İP										
Bölgeler/İndisler	TN10P	TX10P	TN90P	TX90P	TNn	TXn	TNx	TXx	PRCPTOT	R10
Marmara	-0.07	0.06	0.21	0.14	0.04	-0.02	0.21	0.17	0.15	0.14
Ege	-0.14	-0.04	0.25	0.11	0.12	0.12	0.14	0.18	0.13	0.13
Akdeniz	-0.09	-0.05	0.26	0.09	0.12	0.02	0.21	0.15	0.07	0.05
İç Anadolu	-0.09	-0.07	0.26	0.23	0.05	0.07	0.07	0.19	0.11	0.05
Karadeniz	-0.09	-0.01	0.28	0.19	0.05	0.02	0.19	0.15	-0.06	-0.09
Doğu Anadolu	0.00	0.03	0.16	0.09	-0.08	-0.13	0.03	0.09	0.15	0.1
Güneydoğu Anadolu	0.03	0.06	0.23	0.09	-0.05	0.01	0.10	0.04	0.17	0.13

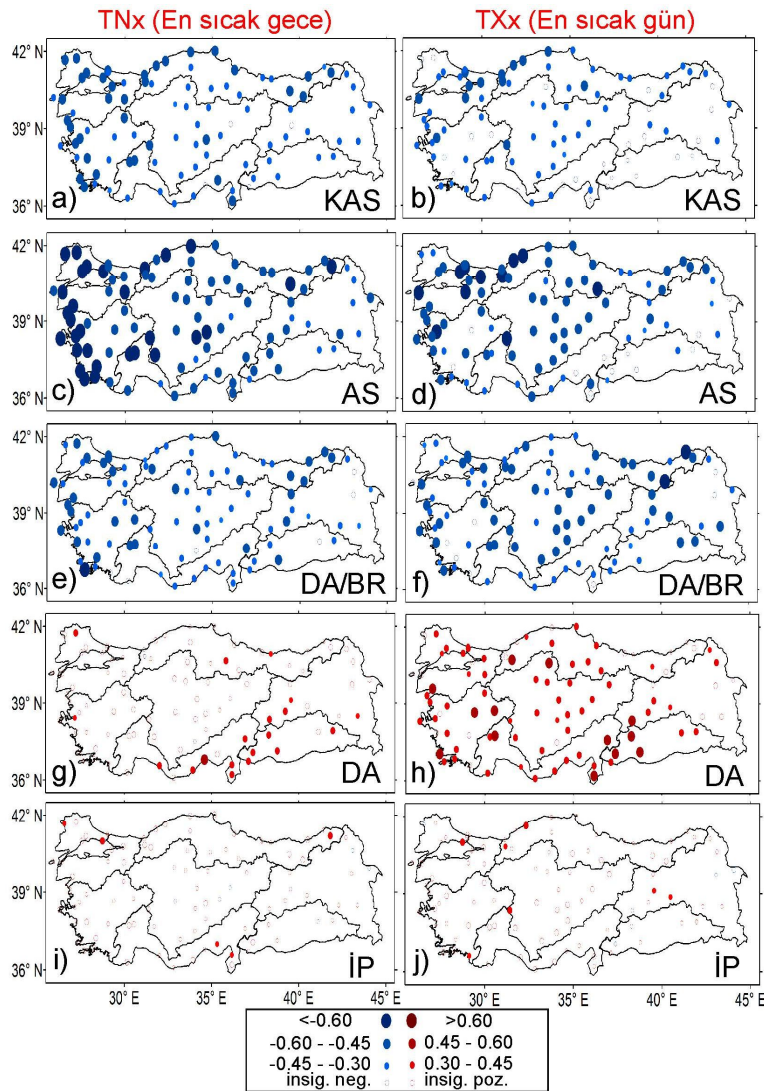


Şekil 4. Kış mevsimindeki sıcak gece ve gün sayıları ile uzaketkileşim paternlerinin indeks değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Bölgesel açıdan baktığımızda, Ege, Karadeniz, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde, DA/BR paterninin pozitif fazının görüldüğü kış mevsimlerinde soğuk gecelerin anlamlı pozitif korelasyonları 0.60'ın üzerine çıkmaktadır. Dolayısıyla, soğuk gecelerin en yüksek frekansları da bu bölgelerdeki istasyonlarda görülmüştür. Türkiye genelinde soğuk günlerin sayıları ile KAS, AS ve DA/BR paternleri arasındaki korelasyonlar benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte, soğuk geceler ile karşılaştığımız zaman, KAS/AS paternleri ile soğuk gün sayıları arasındaki korelasyonların her bir bölgemiz için belirgin olarak daha zayıf olduğu görülmüştür. DA/BR paternini incelediğimizde ise, TX10P ile en yüksek pozitif korelasyonların ($r= 0.53$ 'ü aşan) sırasıyla Karadeniz, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde hesaplandığını söyleyebiliriz. İP ve DA paternlerini önceki üç desenle kıyasladığımız zaman ise, genellikle daha düşük bir etkiye sahip oldukları görülmüştür. DA'nın soğuk gece/günler ile -0.29'dan -0.42'ye

kadar değişen anlamlı negatif korelasyonları homojen olmayan uzamsal dağılıma işaret etmektedir. İskandinav paterni için ise genellikle anlamlı olmayan negatif korelasyonlar bulunmuştur (Şekil 4g-j ve Tablo 2).

Kış aylarındaki en sıcak gece/günler ile uzaketkileşim paternlerinin kış indeks değerleri arasındaki ilişkilerin bir sonucu olarak KAS, AS ve DA/BR paternlerinin ülkenin her bir bölgesinde anlamlı negatif korelasyonlara sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5a-f ve Tablo 2). Bu üç uzaketkileşim paterni arasında daha anlamlı negatif korelasyonlara sahip olan desenin ise AS olduğu görülmüştür.

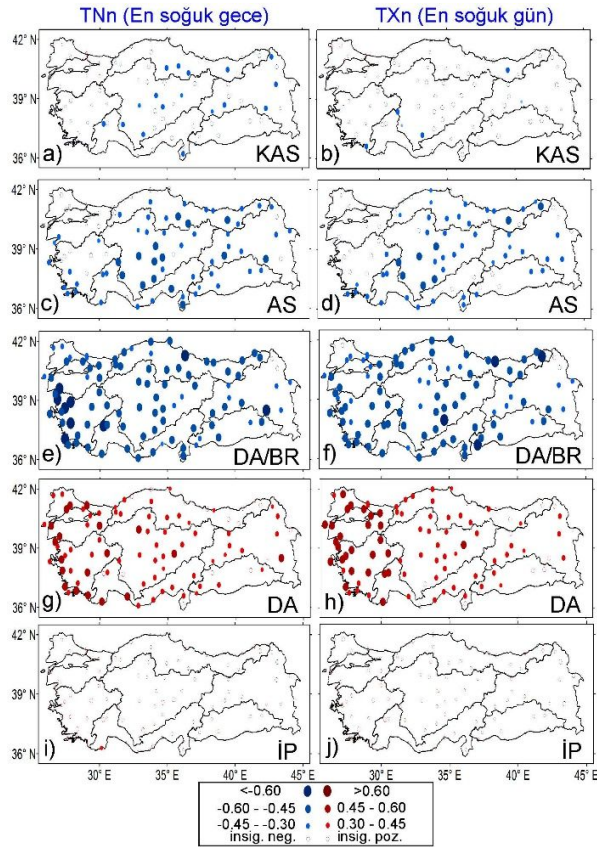


Şekil 5. Kış mevsimindeki en sıcak gece ve en sıcak gün sayıları ile uzaketkileşim paternlerinin indeks değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Bölgesel açıdan baktığımızda ise Arktik Salınım ile en sıcak gece/gün arasındaki negatif korelasyonların, diğer bölgelerle karşılaştırıldığında Karadeniz ve Marmara istasyonlarında daha

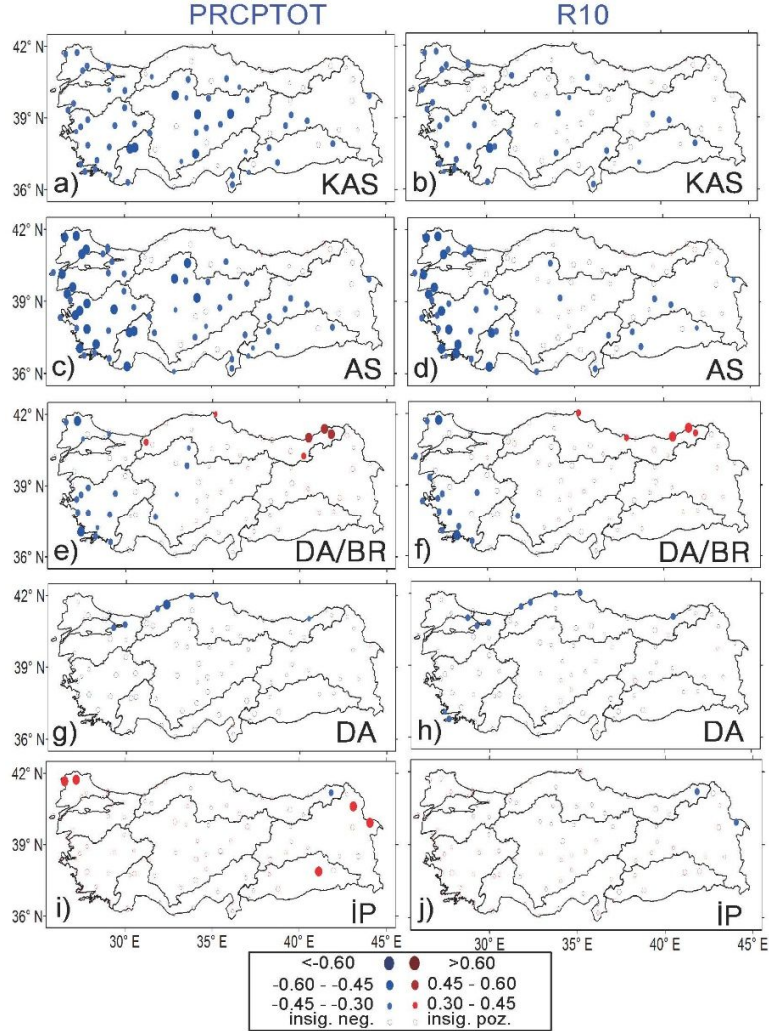
anlamli olduğu hesaplanmıştır. Bu, en sıcak gece veya günün en düşük derecesinin AS'nin pozitif fazı süresince ülkemizin kuzey kısımlarında meydana gelebileceğini veya tam tersi bir durumun oluşabileceğini göstermektedir. Öte yandan İP ve DA paternleri, kiş mevsiminin en sıcak geceleriyle anlamli olmayan pozitif korelasyonlara sahipken, en sıcak günler ile anlamli pozitif korelasyonlar sadece DA paterninde görülmüştür (şekil 5g-j).

Kışın en soğuk gecesi/günü açısından incelendiğinde, KAS, genel olarak anlamli olmayan negatif korelasyonlar gösterirken, AS ve DA/BR paternleri için anlamli negatif korelasyonlar tespit edilmiştir (şekil 6a-f). AS ile karşılaştırıldığında DA/BR paterninin Türkiye genelinde daha belirgin ve anlamli negatif korelasyonlar gösterdiğini söyleyebiliriz. Bölgesel açıdan baktığımızda DA/BR paterni ile TNn arasındaki daha yüksek negatif korelasyonlar Ege (zellikle sahil istasyonlarına yakın), Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde görülmüştür. DA/BR-TXn ilişkileri ise sırasıyla Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerindeki istasyonlar için anlamli negatif korelasyonlar göstermektedir. DA ile ilgili olarak ise, ülkenin batı kısımları (Ege ve Marmara bölgeleri) kiş mevsiminin en soğuk gece ve günü ile anlamli negatif korelasyonlar göstermiştir (şekil 6g,h). İP'nin TNn/TXn üzerinde genel olarak belirgin bir etkisi görülmemiştir (şekil 6i,j).



şekil 6. Kış mevsimindeki en soğuk gece ve en soğuk gün sayıları ile uzaketkileşim paternlerinin indeks değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Yağış indeksleri için hesaplanan korelasyonların sıcaklık korelasyonları kadar yüksek olmadığı Şekil 7 ve Tablo 2`de de görülmektedir.



Şekil 7. Kış mevsimindeki PRCPTOT ve R10 ile uzaketkileşim paternlerinin indeks değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

KAS ile ilgili bulgulara göre, günlük yağış miktarlarıyla anlamlı negatif korelasyonlar İç Anadolu, Ege ve Marmara bölgelerinde hesaplanmıştır (Şekil 7a). Öte yandan AS ile PRCPTOT arasındaki negatif korelasyonların diğer paternlere göre daha kuvvetli olduğunu söyleyebiliriz. Bulgulara göre, özellikle -0.50 ' den düşük olan daha anlamlı negatif korelasyonlar, ülkenin batı bölgelerinde (Marmara ($r=-0.53$) ve Ege ($r=-0.50$)) görülmüştür. Elde ettiğimiz sonuçlar, Batı istasyonları ile ilgili kış yağış toplamalarına AS'nın negatif etkisinin KAS'nın etkisinden daha belirgin olduğunu göstermektedir. DA/BR için ise Marmara ve Ege bölgelerinde daha zayıf olan anlamlı negatif korelasyonlar hesaplanmıştır. Öte yandan, Kuzeydoğu Karadeniz bölgemizdeki bazı istasyonlarda DA/BR deseni ile günlük yağış miktarları arasında pozitif korelasyonlar bulunmuştur (Şekil 7c).

Bu pozitif korelasyonların Karadeniz'den taşınan nem ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Genel olarak Türkiye'nin birçok istasyonlarında, yağış verileri ile DA arasında anlamlı olmayan negatif korelasyonlar, İP için ise pozitif korelasyonlar bulunmuştur (Şekil 7g,i).

Anadolu yarımadasının batı istasyonlarında PRCPTOT korelasyonlarına benzer şekilde R10 değerlerinin de KAS ile daha zayıf, AS ile ise daha anlamlı negatif korelasyonlar gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 7b,d). DA/BR-R10 bağlantısı ile ilgili olarak ise, kuzeydoğu istasyonları için daha düşük anlamlı pozitif korelasyonların, Türkiye'nin batı istasyonları için ise negatif korelasyonların elde edildiğini söyleyebiliriz (Şekil 7f). Şekil 7h ve j'de de görüldüğü üzere R10, İP ve DA paternlerine karşı hassas değildir.

4. SONUÇ DEĞERLENDİRME

Sıcaklık ve yağıştan kaynaklanan ekstrem hava olayları bölgesel hidroloji, enerji kullanımı ve ekosistemlerin yanı sıra günlük yaşamı da etkileyebilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada Türkiye'de meydana gelen ekstremlere neden olan büyük ölçekli atmosferik dolaşım mekanizmaları araştırılmıştır. 1965-2014 dönemi boyunca Türkiye genelinde homojenliği sağlanmış 94 meteoroloji istasyon verileri için doğrusal Pearson korelasyonu kullanılarak, 5 temel uzak etkileşim paterni (Kuzey Atlantik Salınımı, Arktik Salınım, Doğu Atlantik-Batı Rusya, Doğu Atlantik ve İskandinav Paterni) ile 10 iklim ekstremi arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Kış boyunca, KAS, AS VE DA/BR paternleri Türkiye genelindeki istasyonların çoğunda sıcak ekstremler ile istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyonlar gösterdi. Bununla birlikte, en yüksek negatif korelasyonların AS ile sıcak ekstremler arasında olduğu görülmüştür. Bu, negatif-AS'ın yaşandığı kış mevsimleri boyunca genelde daha sıcak gece ve günlerin yaşandığını, pozitif-AS yılları boyunca zıt koşulların yaşandığını göstermektedir. Soğuk ekstremler ile KAS, AS ve DA/BR paternleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar elde edildi ve DA/BR paterninin en yüksek pozitif korelasyon değerlerini ürettiği belirlenmiştir. Bu nedenle, DA/BR paterninin pozitif fazının görüldüğü dönemlerde daha soğuk gece ve günler görmek mümkündür.

Ekstrem yağışlar sıcaklığa göre daha karmaşık bir davranış oluşturmak suretiyle bölgenin topografyası ve arazi özelliklerinden oldukça etkilenebilir. Bu nedenle, negatif veya pozitif korelasyonlar sıcaklık ekstremleri kadar yüksek değildir. Diğer taraftan, paternlerin indisleri ile nemli günlerin mevsimsel toplam yağış miktarı (PRCPTOT) ve 10 mm'den büyük günlük yağış miktarı (R10) arasındaki ilişkiler, Türkiye'nin batı kesimlerinde KAS, AS VE DA/BR paternlerinin anlamlı negatif korelasyonlara sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu üç uzak etkileşim paternleri arasında ise en yüksek negatif korelasyonlar ($-0.60 < r < -0.45$) AS paterni için bulunmuştur. Bu sonuç, AS'nin negatif evresi boyunca günlük yağışların (R10) Anadolu Yarımadası'nın batı istasyonlarında (Ege ve Marmara) normalden daha fazla ve oldukça şiddetli olabileceğini göstermektedir. Buna ek olarak, Türkiye'nin kuzeydoğu istasyonlarında (Doğu Karadeniz) yağış ekstremleri (PRCPTOT ve R10) ile DA/BR paterni arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Diğer bölgelerle karşılaştırıldığında, Doğu Karadeniz bölgesinde cephe, konveksiyonel ve orografik yağış türlerine bağlı olarak en yüksek ortalama yıllık yağış miktarının 2200 mm'ye ulaştığı söylenebilir. Böylece, DA/BR uzak etkileşim paterninin pozitif fazı boyunca Doğu Karadeniz bölgesinin, yüksek günlük yağış miktarlarına ulaştığı sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

1. Hurrell, J.W., Kushnir, Y., Ottersen, G., Visbeck, M., *An Overview Of The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance And Environmental Impact*. American Geophysical Union, Washington, D. C, 2003.
2. Kunkel, K.E., K. Andsager, and D.R. Easterling, *Long-term trends in extreme precipitation events over the conterminous United States and Canada*. Journal of climate, 1999. **12**(8): p. 2515-2527.
3. Meehl, G.A., et al., *An introduction to trends in extreme weather and climate events: observations, socioeconomic impacts, terrestrial ecological impacts, and model projections*. Bulletin of the American Meteorological Society, 2000. **81**(3): p. 413.
4. Schär, C., et al., *The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves*. Nature, 2004. **427**(6972): p. 332-336.
5. Trigo, R.M., et al., *How exceptional was the early August 2003 heatwave in France?* Geophysical Research Letters, 2005. **32**(10).
6. Chase, T.N., et al., *Was the 2003 European summer heat wave unusual in a global context?* Geophysical Research Letters, 2006. **33**(23).
7. Della-Marta, P.M., et al., *Doubled length of western European summer heat waves since 1880*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2007. **112**(D15).
8. Wang, C., H. Liu, and S.K. Lee, *The record-breaking cold temperatures during the winter of 2009/2010 in the Northern Hemisphere*. Atmospheric Science Letters, 2010. **11**(3): p. 161-168.
9. Andrade, C., et al., *Large-scale atmospheric dynamics of the wet winter 2009–2010 and its impact on hydrology in Portugal*. Climate Research, 2011. **46**(1): p. 29-41.
10. Guirguis, K., et al., *Recent warm and cold daily winter temperature extremes in the Northern Hemisphere*. Geophysical Research Letters, 2011. **38**(17).
11. Poumadere, M., et al., *The 2003 heat wave in France: dangerous climate change here and now*. Risk analysis, 2005. **25**(6): p. 1483-1494.
12. Robine, J.-M., et al., *Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003*. Comptes rendus biologiques, 2008. **331**(2): p. 171-178.
13. Kioutsioukis, I., D. Melas, and C. Zerefos, *Statistical assessment of changes in climate extremes over Greece (1955–2002)*. International Journal of Climatology, 2010. **30**(11): p. 1723-1737.
14. El Kenawy, A.M., J.I. López-Moreno, and S.M. Vicente Serrano, *Recent trends in daily temperature extremes over northeastern Spain (1960–2006)*. 2011.

15. Gallego, M., et al., *Trends in frequency indices of daily precipitation over the Iberian Peninsula during the last century*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2011. **116**(D2).
16. Croitoru, A.-E., et al., *Changes in precipitation extremes on the Black Sea Western Coast*. Global and planetary change, 2013. **102**: p. 10-19.
17. Santos, M. and M. Frago, *Precipitation variability in Northern Portugal: data homogeneity assessment and trends in extreme precipitation indices*. Atmospheric Research, 2013. **131**: p. 34-45.
18. de Lima, M.I.P., et al., *Recent changes in daily precipitation and surface air temperature extremes in mainland Portugal, in the period 1941–2007*. Atmospheric Research, 2013. **127**: p. 195-209.
19. Bocolari, M. and S. Malmusi, *Changes in temperature and precipitation extremes observed in Modena, Italy*. Atmospheric Research, 2013. **122**: p. 16-31.
20. Efthymiadis, D., C. Goodess, and P. Jones, *Trends in Mediterranean gridded temperature extremes and large-scale circulation influences*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2011. **11**(8): p. 2199-2214.
21. Andrade, C., S. Leite, and J. Santos, *Temperature extremes in Europe: overview of their driving atmospheric patterns*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2012. **12**(5): p. 1671-1691.
22. Krichak, S.O., et al., *Teleconnection–extreme precipitation relationships over the Mediterranean region*. Theoretical and applied climatology, 2014. **117**(3-4): p. 679-692.
23. Unal, Y., T. Kindap, and M. Karaca, *Redefining the climate zones of Turkey using cluster analysis*. International journal of climatology, 2003. **23**(9): p. 1045-1055.
24. Türkeş, M. and H. Tatlı, *Use of the spectral clustering to determine coherent precipitation regions in Turkey for the period 1929–2007*. International Journal of Climatology, 2011. **31**(14): p. 2055-2067.
25. Toros, H., *Spatio-temporal precipitation change assessments over Turkey*. International Journal of Climatology, 2012. **32**(9): p. 1310-1325.
26. Unal, Y.S., et al., *Temporal and spatial patterns of precipitation variability for annual, wet, and dry seasons in Turkey*. International Journal of Climatology, 2012. **32**(3): p. 392-405.
27. Baltacı, H., et al., *Atmospheric circulation types in Marmara Region (NW Turkey) and their influence on precipitation*. International Journal of Climatology, 2015. **35**(8): p. 1810-1820.
28. Turkes, M. and E. Erlat, *Precipitation changes and variability in turkey linked to the North Atlantic oscillation during the period 1930-2000*. International Journal of Climatology,

2003. **23**(14): p. 1771-1796.
29. Turkes, M. and E. Erlat, *Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2001*. Theoretical and Applied Climatology, 2005. **81**(1-2): p. 45-69.
30. Kutiel, H., et al., *North Sea Caspian Pattern (NCP) - an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean - implications on the regional climate*. Theoretical and Applied Climatology, 2002. **72**(3-4): p. 173-192.
31. Zhang, X., et al., *Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2005. **110**(D22).
32. Iglesias, A. and S. Quiroga, *Measuring the risk of climate variability to cereal production at five sites in Spain*. Climate Research, 2007. **34**(1): p. 47-57.
33. Gouveia, C., et al., *The North Atlantic Oscillation and European vegetation dynamics*. International Journal of Climatology, 2008. **28**(14): p. 1835-1847.
34. Trigo, R.M., et al., *Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses*. Climate Dynamics, 2004. **23**(1).