



## ORTA KARADENİZ BÖLGESİNDE YAĞIŞLARIN PERİYODİK ANALİZİ

Turgay PARTAL\*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Yağış  
Periyodik analiz  
Dalgacık dönüşümü

### Öz

Bu çalışmada Orta Karadeniz bölgesinde yer alan iki istasyona (Sinop ve Amasya) ait yıllık ve mevsimsel toplam yağışların periyodik yapılarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bunun için global dalgacık dönüşümü ve sürekli dalgacık dönüşümü yöntemleri kullanılmıştır. Böylece, yıllık ve mevsimsel yağışlar içerisinde periyodik etkin bileşenler belirlenmiştir. Bunun yanında, bu periyodikliklerin zamansal olarak değişimi de ortaya konulmuştur. Sonuç olarak Sinop ve Amasya yıllık yağışları için önemli uzun dönem periyodikliklerin 8 ve 16 yıllık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sonuçlar göstermiştir ki mevsimsel yağışlarda güçlü kısa dönem (1-2 yıl arası) bazı periyodiklikler vardır. Bunların El-Nino La-Nina gibi küresel atmosferik olaylarla ilgili olduğu düşünülebilir.

## PERIODICAL ANALYSIS OF PRECIPITATIONS IN MIDDLE BLACK SEA REGION

### Keywords

Precipitation,  
Periodical analysis,  
Wavelet transform.

### Abstract

In this study, it is aimed to investigate periodical structures of annual and seasonal total precipitations belong to two stations (Sinop and Amasya) located in Middle Black Sea region. Continuous wavelet transform and global wavelet transform were used for this aim. So, the effective periodical components in annual and seasonal precipitations were determined. Besides, change with time of these periodicals were revealed. As result, the effective long term periodicals in annual precipitations were determined at 8 and 16 year scale level for Sinop and Amasya. The results show also that there are strong periodic events at 1-2 scale years in the seasonal precipitation data. These periodicities may be also considered as related to the strong El Nino and La Nina events.

### Alıntı / Cite

Partal T., (2018). Orta Karadeniz Bölgesinde Yağışların Periyodik Analizi, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 6(3), 495-503.

### Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

T. Partal, 0000-0002-3779-441X

### Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	22.12.2017
Revizyon Tarihi / Revision Date	31.07.2018
Kabul Tarihi / Accepted Date	12.09.2018
Yayın Tarihi / Published Date	27.09.2018

### 1. Giriş

Yağış hava olaylarının ve iklim özelliklerinin en önemli değişkenlerinin başında gelmektedir. Özellikle iklim değişimi, havza planlaması ve su kaynaklarının gelecekteki durumu konularında yağış miktarının analizi önemli hale gelmiştir. Bu yüzden yağışın değişimi ve analizi üzerine araştırmalar yapılmaya devam etmektedir. Yağış verilerinin döngüsel olarak

incelenmesi özellikle yağışın zamansal ve iklimsel değişiminin belirlenmesi açısından önemli bir konudur. Yağış verileri doğal olarak yıllık ve mevsimsel periyodikliğe sahiptir. Örneğin bazı bölgelerde kışın yağışlar daha çok yaz mevsiminde ise daha düşük olur. Ancak uzun yıllar boyunca gözlem yapıldığında yağışların bazı yıllar azalır bazen arttığı görülmüştür. Bu durumun doğal sebeplerden dolayı yoksa küresel atmosferik etkilerden dolayı olduğu

\* İlgili yazar / Corresponding author: [turgay.partal@omu.edu.tr](mailto:turgay.partal@omu.edu.tr)

araştırma konusu olmuştur. Türkes vd. (2000) Türkiye yağışlarında dönemsel ve periyodik değişimleri incelemek için dizisel ilişki katsayısı ve güç izgesi yöntemlerini uygulamışlardır. Onların çalışmasında Karadeniz bölgesindeki yağışlarda 2 ve 3 yıllık kısa dönem periyodikliklerin hakim olduğunu bulmuşlardır. Keser (2010) Ege Bölgesi yağış verilerini fonksiyonel veri analizi ve Fourier baz fonksiyonları ile incelemiştir. Onların çalışmasında Ege bölgesinde yer alan 22 yağış istasyonuna ait veriler kullanılarak periyodik baz fonksiyonlar elde edilmiştir. Fourier dönüşümleri periyodik bileşenleri belirlemek için kullanılabilir de, bileşenlerin zaman içerisindeki değişimleri hakkında bilgi sağlamaz. Yağış miktarlarındaki değişimler ve eğilim analizleri konusunda son yıllarda çok sayıda araştırma yapılmaktadır (Türkes vd., 2007; Bahadır, 2011; Saplıoğlu ve Çoban, 2013). Tian vd. (2016) Çin yağışlarındaki değişimleri ve periyodiklikleri araştırmış ve bu amaçla maksimum kovaryans analizini ve Mann-Kendall eğilim analizini kullanmıştır. Ayrıca Çin yağışları ile El nino olayları arasındaki ilişkiyi belirlemiştir. Benzer bir çalışmada Bhutiyani vd. (2010) Himalaya bölgesindeki yağışların periyodikliğini güç spektrum analizi kullanarak araştırmıştır. Onların çalışmasında 1991 den sonra kış yağışlarında azalma belirlenmiş ve atmosferik indekslerle önemli ilişkiler bulunmuştur.

Yağış gibi hidrometeorolojik zaman serilerinin incelenmesi oldukça zordur. Çünkü hidrolojik ve meteorolojik değişkenlerin parametreleri, bölgeye ait özellikler ve küresel etkilerden dolayı zamanla değişir. Bu yüzden dalgacık dönüşümü gibi yöntemler bu tür doğal değişkenlerin incelenmesinde çok faydalı bir yöntem olmaktadır (Drago ve Boxall, 2002). Dalgacık analizi yöntemi hidrolojik ve meteorolojik değişkenlerin trendlerini ve geçmiş izlerini belirlemek için çok sayıda çalışmada kullanılmıştır (Partal ve Kucuk, 2006; Nalley vd., 2012; Adarsh ve Reddy, 2014; Zang ve Liu, 2013). Bu çalışmalarda Yağış verileri ayrık dalgacık dönüşümü ile bileşenlerine ayrılmış ve her bileşene Mann-Kendall trend analizi uygulanmıştır. Böylece eğilimlerden hangi bileşenin sorumlu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dalgacık analizi yağış, akış ve sıcaklık gibi değişkenlerin periyodikliğinin belirlenmesi amacıyla da çok sayıda çalışmada kullanılmıştır (Ling vd., 2013; Szolgayova vd., 2014; Adamovski ve Prokoph, 2014; Bozoğlu ve Baran, 2011). Bu çalışmalarda sürekli dalgacık dönüşümü ve global dalgacık spektrumları ile yağış verilerindeki periyodiklik belirlenmiş ayrıca yağış, akış ve sıcaklıklar arasındaki ilişki için çapraz dalgacık spektrumları kullanılmıştır. Dalgacık analizi yağış, akış gibi değişkenlerin küresel atmosferik değişkenlerle olan ilişkisinin ortaya konması amacıyla da kullanılmıştır (Kulkarni, 2000; Jiang vd, 2014).

Bu çalışmada Sinop ve Amasya iline ait yıllık ve kış toplam yağış verileri sürekli dalgacık dönüşümü ve global dalgacık spektrumu yardımı ile incelenerek ve periyodik özellikleri ortaya konmuştur. Global

dalgacık spektrumu verinin önemli periyodik bileşenlerini göstermektedir. Sürekli dalgacık dönüşümü ise etkili periyodik bileşenlerin hangi zaman aralıklarında etkili olduğunu yani zamanla değişimini ortaya koymaktadır. Böylece yağış verileri hem zamansal hem de periyodik olarak incelenmiştir.

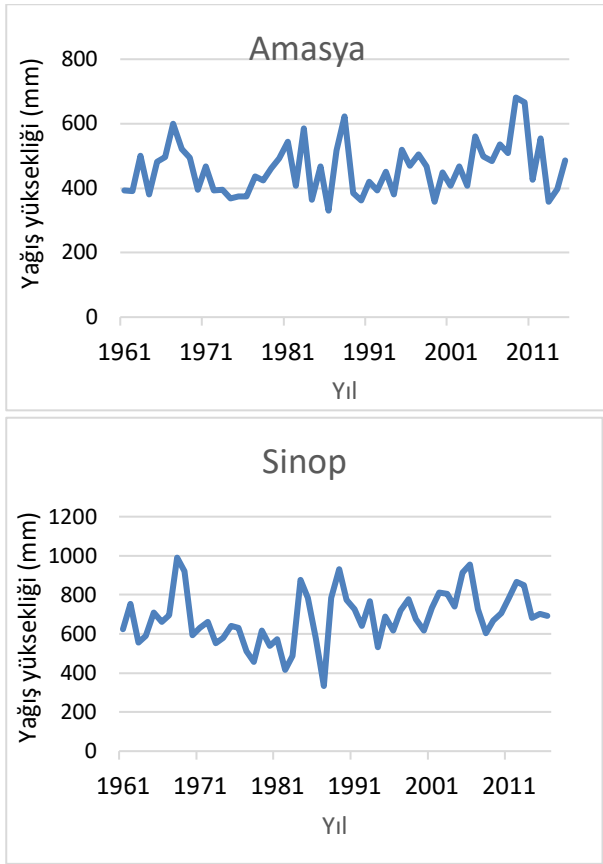
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma alanı ve veri

Bu çalışmada Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Sinop ve Amasya illerine ait mevsimsel ve yıllık toplam yağışlar kullanılmıştır. Yağış verileri 1961-2015 yılları arasında ait olup 55 yıl uzunluğuna sahiptir. Karadeniz bölgesi kıyıları yağışlı ve ılık bir iklime sahiptir. Ancak iç kesimlerde kış mevsimleri soğuk ve daha az yağışlı geçmektedir. Tablo 1 de kullanılan iki istasyona ait olan yağış verilerinin miktarları sunulmuştur. Buna göre Sinop ilinde yıllık toplam yağış 686 mm olup bu değer Türkiye ortalamasının (570 mm) üzerindedir. Ancak Amasya iline ait yıllık toplam yağış miktarı 459 mm olup Türkiye ortalamasının altındadır. Kış aylarında Sinop ilinde toplam yağış 212 mm iken, Amasya ilinde 142 mm'dir. Amasya ilinde ilkbahar yağış toplamı, kış yağış toplamından daha fazladır. Sinop ilinde en yağışlı mevsim sonbahar iken Amasya ilinde ilkbahardır. Şekil 1 de Sinop ve Amasya yıllık yağış değişimi görülmektedir.

**Tablo 1.** Orta Karadeniz bölgesinde yer alan istasyonlara ait istatistik bilgileri.

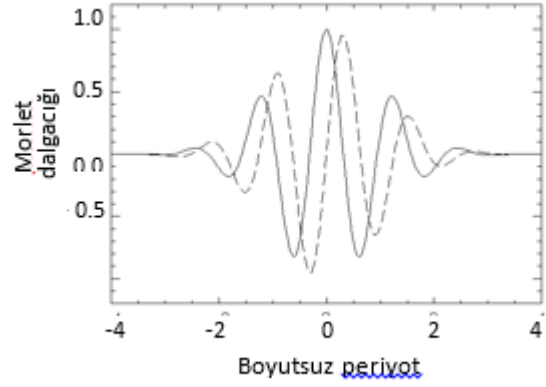
	Yıllık toplam yağış (mm)	Kış toplam yağış (mm)	İlkbahar toplam yağış (mm)	Yaz toplam yağış (mm)	Sonbahar toplam yağış (mm)	Ortalama Yükseklik (m)	Stand. Sapma (Yıllık toplam için) (mm)
Sinop	686	212	123	109	239	32	134
Amasya	459	142	155	62	101	392	79



Şekil 1. Sinop ve Amasya yıllık toplam yağış değişimi

## 2.2. Yöntem

Dalgacık dönüşümü hem zaman hem de frekans ortamında verilerin incelenmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem ile bir zaman serisinde zaman boyunca mevcut olan periyodik güçlü bileşenler ve bunların zaman değişkenliği belirlenebilmektedir (Küçük ve Ağralıoğlu, 2004). Bu yöntemde dalgacık adı verilen zamanda ötelenebilen, genişliği değiştirilebilen bir fonksiyon ile zaman serisi çarpılır. Analiz boyunca, adım adım öteleme sağlanarak her adımda o adımdaki dalgacık ve sinyalin çarpılmasıyla katsayılar elde edilmiş olur. Dalgacık dönüşümlerinde ana dalgacık olarak çok çeşitli dalgacıklar kullanılabilir. Bunlardan biri olan Morlet dalgacı Şekil 2 de görülmektedir.



Şekil 2. Morlet dalgacı (Drago ve Boxall, 2002)

Dalgacık dönüşümü, Kısa zamanlı Fourier Dönüşümüne (KZFD) bazı yönlerden benzerdir. Ancak, KZFD'de dönüşüm boyunca pencere fonksiyonu sabit kalmaktadır. Dalgacık dönüşümünde ise pencere fonksiyonu değiştiğinden, daha iyi bir zaman frekans analizi yapılabilmektedir (Öner vd., 2017)

Sürekli dalgacık dönüşümü işlemi (SDD) şu şekilde ifade edilir (Drago ve Boxall, 2002).

$$SDD_x^\psi(\tau, s) = \psi_x^\psi(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int x(t) \psi^* \left( \frac{t-\tau}{s} \right) dt \quad (1)$$

$$\psi_{\tau, s} = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi \left( \frac{t-\tau}{s} \right) \quad (2)$$

Bu eşitlikte SDD,  $\tau$  (öteleme) ve  $s$  (ölçek) parametrelerinin bir fonksiyonu olarak hesaplanır. Burada  $t$  zaman parametresini gösterirken,  $x(t)$  ise değişkeni göstermektedir. Bu çalışmada  $x(t)$  yıllık ya da mevsimsel yağış değerleridir.  $\psi(t)$ , dönüşüm fonksiyonudur ve ana dalgacık fonksiyonu olarak adlandırılır. Dönüşümde kullanılan farklı genişliğe sahip alt pencere fonksiyonları da ana dalgacıktan ölçekleme yoluyla türetilir. Pencere, işaret üzerinde gezdirilerek farklı dalgacık katsayıları elde edilir. Ölçek parametresi ( $s$ ), 1/frekans olarak tanımlanır. Dalgacık fonksiyonunun farklı pencerede zaman serisi ile ötelenerek çarpımı sayesinde dalgacık dönüşümü katsayıları elde edilir. Bu katsayılar zaman, ölçek ve katsayının değerini gösteren üç boyutlu sürekli dalgacık spektrumunda sunulurken zaman boyunca periyodikliklerin tespit edilmesi sağlanır.

Eğer her bir ölçek için tüm zaman eksenini boyunca elde edilen katsayıların spektrumlarının ortalamaları alınırsa sonuç itibarıyla global dalgacık spektrumu (GDS) elde edilmiş olur. Global spektrum aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Partal, 2012).

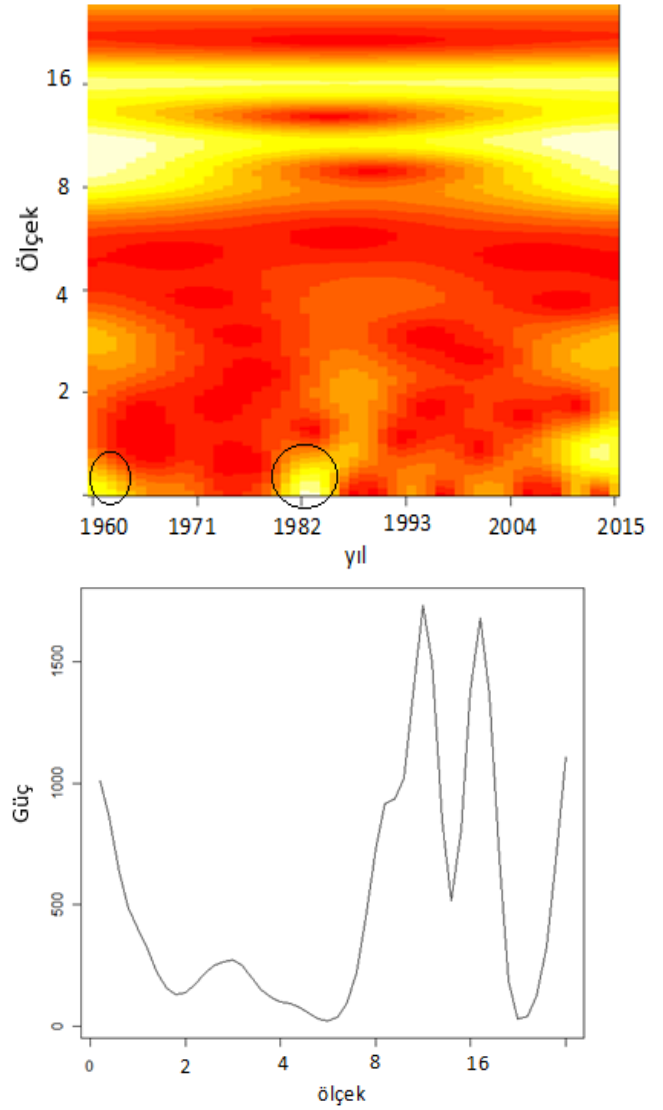
$$\overline{W^2}_{(s)} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |W_N(s)|^2 \quad (3)$$

Burada  $s$  ölçek parametresi,  $N$  ise zaman serisinin

uzunluğudur. GDS her bir ölçekteki dalgacıkların ortalamasını verir, Global dalgacık spektrumu bize iki boyutlu (ölçek ve güç) bir eksen takımı üzerinde, hangi periyodikliğin daha çok önemli olduğunu göstermektedir. Global spektrum periyodun bir fonksiyonu olarak dalgacık katsayılarının gücünü verir. (Öner vd., 2011)

### 3. Araştırma Bulguları

Bu çalışmada ilk olarak sürekli dalgacık dönüşümü ve global dalgacık spektrumu yıllık yağış verileri üzerine uygulanmıştır. Şekil 3 ve 4 de yatay ekseninde yıl olarak zaman düşey ekseninde ise ölçek periyodu olacak şekilde çizilen SDD spektrumları görülmektedir. Zaman serisinin genliği değişebilen ve zamanda ötelenebilen ana dalgacık ile çarpılması ile iki boyutlu dalgacık katsayıları elde edilir. Bu katsayıların büyüklüğü enerjinin yüksekliğine işaret eder. Bu spektrumlarda enerjinin yüksek olduğu bölgeler parlak beyaz olarak görülmektedir. Enerjinin yüksek olması o zaman süresince önemli periyodik hadiselerin meydana geldiğini göstermektedir. Enerjinin düşük olduğu yerler ise koyu renk olarak görülmektedir. Amasya yıllık yağış verileri üzerine elde edilen SDD spektrumu bize yaklaşık 8 ve 16 yıllık ölçek seviyelerinde güçlü iki periyodikliği göstermektedir. Bu periyodiklikler zaman boyunca sürekli dir. Şekil 3 de ayrıca 1-4 yıl arasındaki periyodikliklerde bazı enerji artışları görülmektedir. Bu periyodiklikler 1960'larda, 1980'lerde ve 2000 den sonra görülmektedir. Ayrıca 1-2 ölçek seviyesinde 1960'ların başında ve 1982-1983 arasında çok kuvvetli enerji artışları görülmektedir (Şekil 3 te daire içinde sunuluyor). Amasya yıllık yağışları için elde edilen GDS'de Şekil 3 de sunulmaktadır. Bu spektrum bize etkili periyodik bileşenlerin hangisi olduğunu göstermektedir. Buna göre yaklaşık 8 ve 16 yıllık periyodikliğin gücünün çok fazla olduğu ve dolayısıyla bu periyodikliklerin çok önemli olduğu görülmektedir. Şekil 4 te ise Sinop ili yıllık yağışları için SDD ve GDS sunulmaktadır. Bu grafikte de 8 ve 16 yıllık periyodikliklerin çok güçlü olduğu ve zaman boyunca da sürekli olduğu görülmektedir. Ayrıca 1982-1983 yılları arasında 1-4 yıl ölçek seviyesinde çok güçlü bir enerji artışı görülmektedir. Sinop ili yıllık yağışları için elde edilen GDS ise bize en güçlü periyodikliklerin 8 ve 16 yıllık seviyelerinde olduğunu göstermektedir.

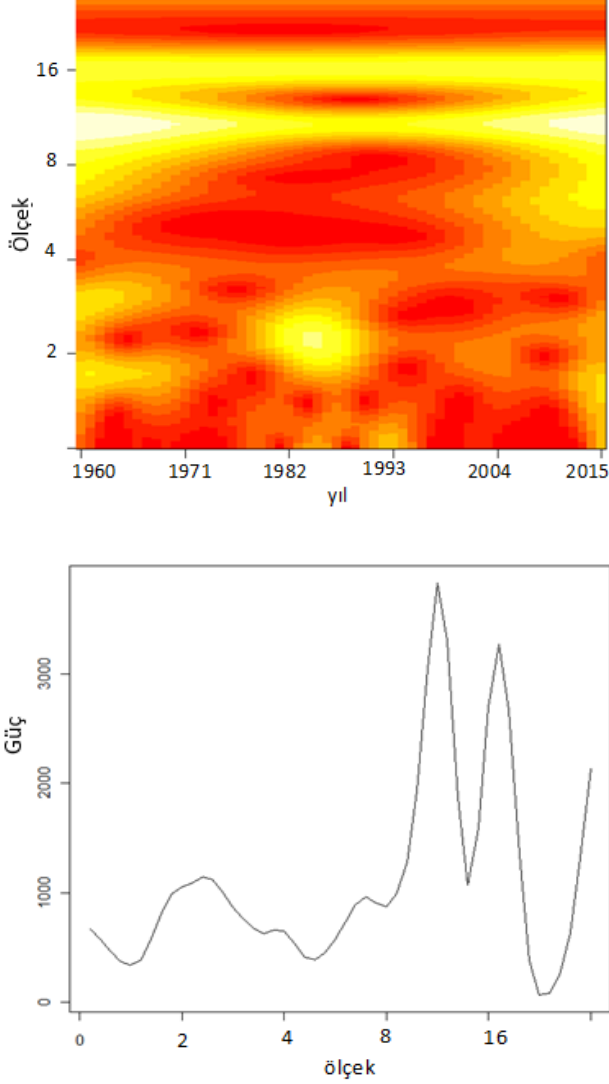


Şekil 3. Amasya yıllık yağışlarının SDD ve GDS

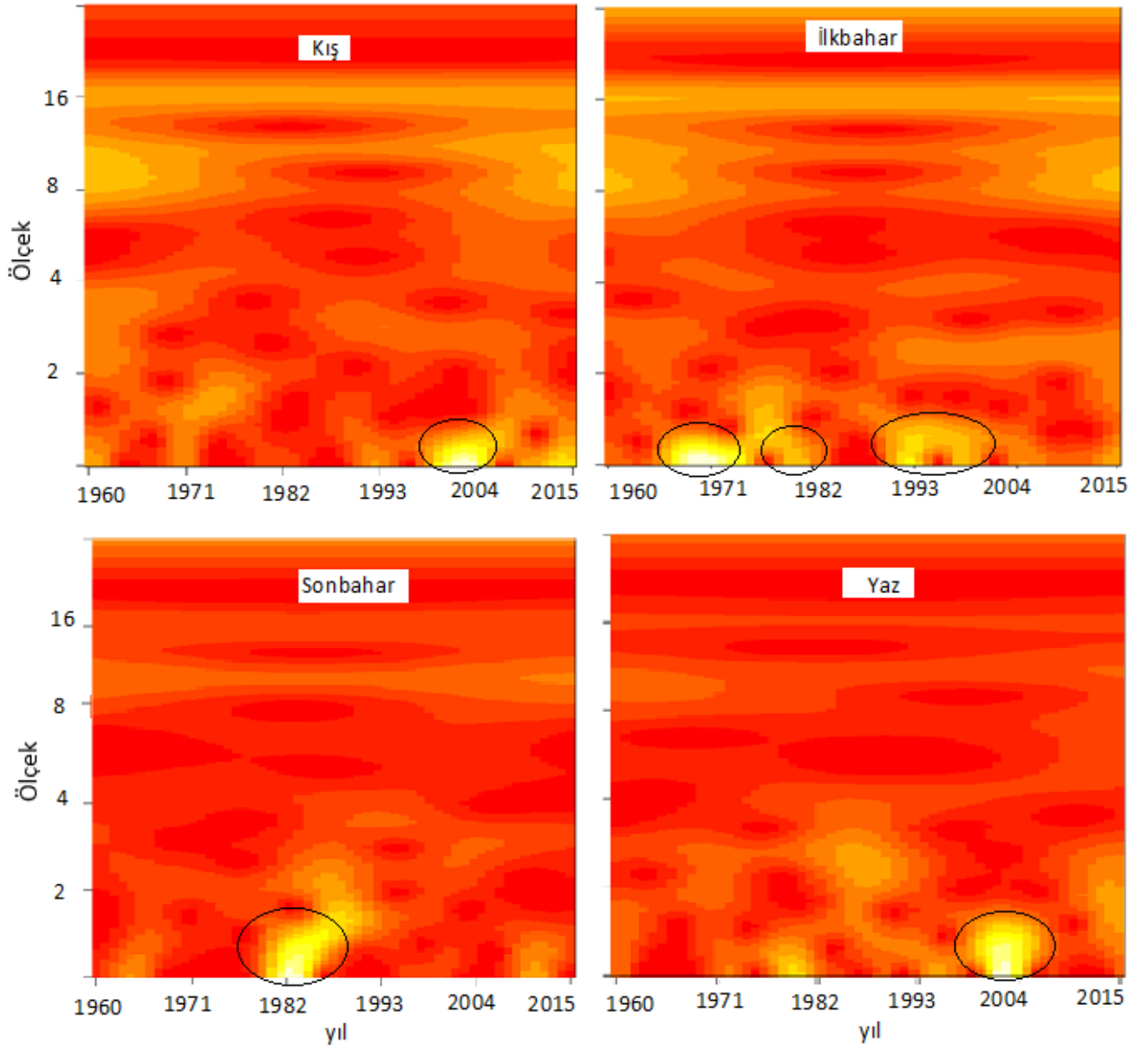
Yıllık yağışlar için bulunan önemli periyodikliklerin mevsimsel yağışlarda da görülüp görülmediğini belirlemek için Amasya ve Sinop mevsimsel yağışları üzerine de SDD uygulanmıştır. Şekil 5 bize dört mevsim için Amasya ili yağışlarının SDD spektrumunu sunmaktadır. Şekil 5 incelendiğinde Amasya yıllık yağışlarında görülen 8 ve 16 yıllık periyodikliklerin mevsimlerde çok daha zayıf olduğu görülmektedir. Kış ve İlkbahar mevsimlerinde bu periyodiklikler biraz daha belirgindir. Daha kısa dönem periyodik olaylar incelendiğinde ise yıllık yağışlarda 1-2 yıl ölçek seviyesinde 1982-1983 yıllarında görülen kuvvetli parlaklığın, sonbahar mevsimin SDD'sinde görüldüğü anlaşılmaktadır (Şekil 5'te daire içinde gösteriliyor). Yaz mevsiminde ise 2004 yılları civarında kuvvetli kısa dönem (1-2 yıllık) periyodik hadise görülmektedir. Yaz mevsiminde yağışların daha az olmasından dolayı periyodik hadiselerin çok daha zayıf olması anlaşılır olmaktadır. Öte yandan Kış mevsimi içinde 2003 yılları civarında çok kuvvetli bir kısa dönem (1-2 yıllık) periyodik olay görülmüştür. İlkbahar mevsiminde kuvvetli kısa

dönem periyodik hadiseler daha çok görülmüştür. Zaten mevsimsel yağışlara bakıldığında en yüksek yağışların bu mevsimde görüldüğü Tablo 1 den anlaşılmaktadır. İlkbahar mevsimi SDD spektrumu bize 1965 ve 1975 arasında, 1980 lerin başında ve 1993 ile 2000 arasında kuvvetli kısa dönem hadiselerin olduğunu göstermektedir.

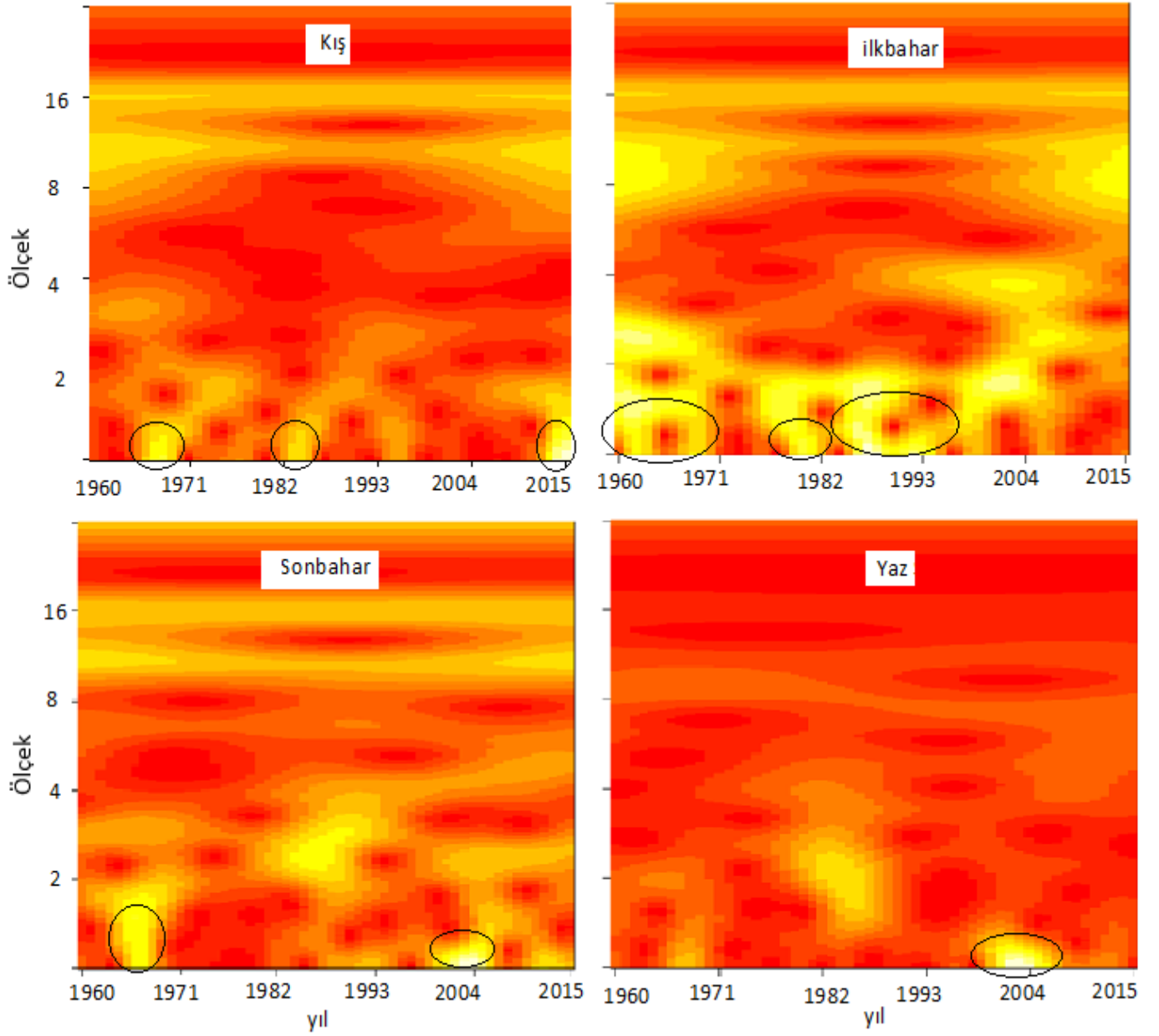
Sinop ili yağışları için dört mevsime ait SDD spektrumları ise Şekil 6'da sunulmuştur. Şekil 6 incelendiğinde uzun dönem periyodikliklerin (yaklaşık 8 ve 16 yıllık) Amasya ilinin mevsimsel yağış verilerinin SDD spektrumlarına göre çok daha belirgin olduğu görülmektedir. Ancak yaz mevsiminde yine daha zayıftır. Mevsimsel olarak en güçlü kısa dönem periyodiklikler ilkbahar mevsiminde görülmüştür. Özellikle 1-2 yıllık arası ölçek seviyesinde tekrar eden çok sayıda önemli hadise Şekil 6'da görülmektedir (Şekilde daire içerisinde gösteriliyor). Kış mevsimi içinde 1970, 1983 ve 2015'lerde güçlü kısa dönem periyodik hadiseler vardır. Yaz mevsimi için ise Amasya yağışlarının SDD spektrumundakine benzer şekilde tek bir güçlü kısa dönem periyodik hadise 2002-2004 yılları arasında görülmektedir. Bu sonuçlara göre yağışlarda etkili periyodik hadiselerin Sinop ili için Amasya iline göre daha çok olduğu belirlenmiştir.



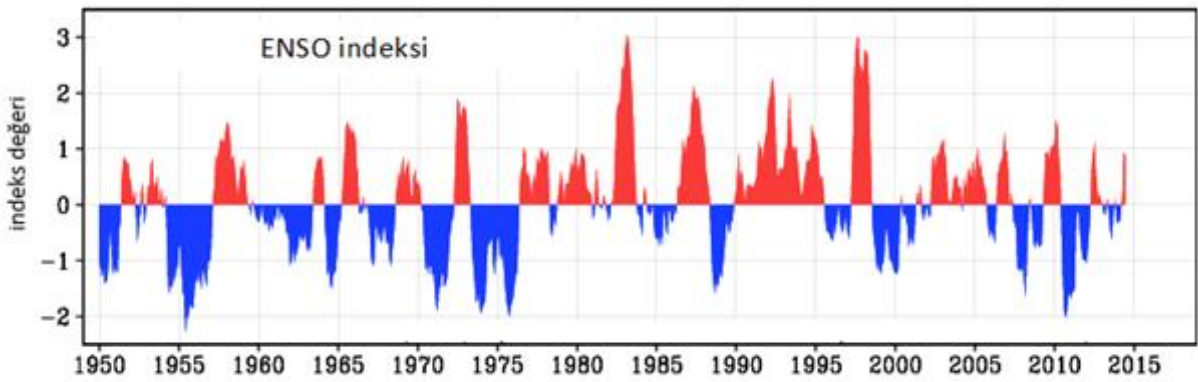
Şekil 4. Sinop yıllık yağışları için SDD ve GDS



Şekil 5. Amasya mevsimsel yağışları için SDD spektrumları



Şekil 6. Sinop mevsimsel yağışları için SDD spektrumları



Şekil 7. El-Nino güneyli salınım (ENSO) indeksi (NOAA, Climate Prediction Center)



Bu çalışmada bulunan kısa dönem periyodik hadiselerin küresel iklim indisleri ile bağlantılı olup olmadığı araştırılmıştır. Geçmiş çalışmalarda SDD spektrumundaki periyodik hadiselerin küresel iklim indisleri ile ilişkisi ortaya konulmuştur (Partal, 2012). Bu amaçla bu çalışmada kısa dönem periyodiklikleri ile El-Nino güneyli salınımı (ENSO) indeksinin aşırı değerlerine karşılık gelen El-Nino ve La-Nina yılları ile ilişkisi araştırılmıştır. Şekil 7'de Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) tarafından hesaplanan aylık ENSO indeksi grafiği verilmiştir. Bu indeksin +0,5 den büyük değerleri zayıf; +1 den büyük değerleri orta; +1.5 dan büyük değerleri ise güçlü El-Nino yılları olarak kabul edilmektedir. Tam tersi durum La-Nina yılları için söylenebilir. Amasya yıllık yağışlarında 1982-83 yılları civarında çok güçlü bir kısa dönem periyodiklik görülmüştü. Bu periyodiklik en güçlü El-nino yıllarından biri olan 1983 güçlü El-Nino yılına karşılık gelmektedir. Aynı periyodiklik Amasya ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde de görülmektedir. Diğer yandan kış mevsimi içinde görülen en güçlü kısa dönem periyodiklik 2002-2003 yılları civarındadır ve bu periyodiklikte 2003 yılında görülen orta güçlü El-nino yılına denk gelmektedir. Aynı periyodiklik Amasya yaz yağışlarında da görülmektedir. Sinop ili yıllık yağışlarında belirgin bir kısa dönem periyodiklik görülmemiştir. Ancak Kış mevsiminde 1983 kuvvetli El-Nino yılının, sonbahar ve yaz mevsimlerinde 2003 El-nino yılının izleri görülmektedir. İlkbahar mevsimi için ise çok sayıda güçlü kısa dönem periyodiklik mevcut olup bunlar genel olarak El-nino veya La-nina yılları ile ilişkili olarak düşünülebilir.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada dalgacık dönüşüm tekniği kullanılarak, Amasya ve Sinop illerine ait yıllık ve mevsimsel toplam yağışlar zamansal ve periyodik olarak incelenmiştir. Amasya ve Sinop illeri yıllık toplam yağışlarında yaklaşık 8 ve 16 yıllık ölçekliğe sahip ve zaman boyunca sürekli uzun dönem periyodiklikler bulunmuştur. Ancak bu periyodikliklerin mevsimsel yağışlarda daha az belirgin olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan kısa dönem periyodikliklerinde yıllık yağışların aksine mevsimsel yağışlarda daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Bu kısa dönem periyodiklikler her iki il içinde özellikle ilkbahar mevsiminde daha çok tekrar etmektedir. Bu çalışmada bu kısa dönem periyodikliklerin küresel iklim indisleri ile ilişkisi incelenmiştir. Buna göre Amasya yıllık yağışlarında, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde görülen kısa dönem (1-2 yıl ölçek seviyesi) güçlü periyodiklikler 1983 El-nino, Kış ve yaz mevsiminde görülenler ise 2003 El-nino yıllarına denk gelmektedir. Benzer bir durum Sinop ili içinde gözlenmiştir. Bu sonuçlar bize göstermiştir ki yağışlarda görülen kısa dönem güçlü

periyodik olayların küresel atmosferik indisler ile ilişkisi olduğu düşünülebilir. İklim değişiminin ve küresel atmosferik olayların ülkemiz yağışları üzerindeki etkisi konusunda araştırmalarda dalgacık analizinin çok yararlı bir yöntem olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda mevsimsel ve yıllık periyodiklikler arasındaki farklar da ortaya konulmuştur. Bunun yanında dalgacık analizleri ile bir bölgede etkin periyodik bileşenler belirlenebilir. Bu bileşenler eğilim analizi gibi amaçlar için kullanılabilir.

#### Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

#### Kaynaklar

- Adamovski, J., Prokoph, A. 2014. Determining the amplitude and timing of streamflow discontinuities: A cross wavelet analysis approach. *Hydrological Processes*. 28(5). 2782-2793.
- Adarsh, S., Reddy, M.J. 2014. Trend analysis of rainfall in four meteorological subdivisions of southern India using nonparametric methods and discrete wavelet transforms. *International journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.4042
- Bahadır, M. 2011. Güneydoğu Anadolu Proje alanında Sıcaklık ve Yağış trend analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. The Journal of International Social Research. 4 , 16, 46-59
- Bhutiyani, B.R., Kale, V.S., Pawar, N.J. 2009. Climate change and the precipitation variations in the northwestern Himalaya: 1866–2006. *International Journal of Climatology*. 30(4). 535-548
- Bozoğlu, Ö., Baran T. 2012. Yağış serilerinin (wavelet) dalgacık dönüşümü ile analizi. VII. Ulusal Hidroloji Kongresi 26 - 27 Eylül 2012, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
- Drago, A.F., Boxall, S.R. 2002. Use of the wavelet transform on hydro-meteorological data. *Physics and Chemistry of the Earth*, 27, 1387-1399.
- Öner, İ.V., Yeşilyurt, M.K., Yılmaz, E.Ç. 2017. Wavelet analiz tekniği ve uygulama alanları. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, 7, 1, 42-56
- Jiang, R., Gan, T.Y., Xie, J., Wang, N. 2014. Spatiotemporal variability of Alberta's seasonal precipitation, their teleconnection with large-scale climate anomalies and sea surface temperature. *International journal of climatology*. 34(9). 2899-2917.
- Keser, İ.K. 2010. Ege Bölgesinde yağış verilerinin fonksiyonel veri analizi ile incelenmesi. *Dokuz*



Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler  
Fakültesi Dergisi, Cilt:25, Sayı:1, 41-67

- Küçük, M., Ağralıoğlu, N. 2006. Wavelet regression techniques for streamflow predictions. *Journal of Applied Statistics*, 33, 9, 943-960
- Kulkarni, J.R. 2000. Wavelet Analysis of the Association between the Southern Oscillation and The Indian Summer Monsoon. *International Journal of Climatology*. 20: 89-104.
- Ling, H., Xu, H., Fu, J. 2013. Temporal and Spatial Variation in Regional Climate and its Impact on Runoff in Xinjiang, China. *Water Resources Management*. 27.2. 381-399
- Nalley, D., Adamovski, J., Khalil, B. 2012. Using discrete wavelet transforms to analyze trends in streamflow and precipitation in Quebec and Ontario. *Journal of Hydrology*. 475, 204-228
- Partal, T. 2012. Wavelet analysis and multi-scale characteristics of the runoff and precipitation series of the Aegean region (Turkey). *International Journal of Climatology*. 32: 108-120
- Saplıoğlu, K., Çoban, E. 2013. Karadeniz bölgesi yağış serilerinin trend analizi. VII. Ulusal Hidroloji Kongresi 26 - 27 Eylül 2013, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
- Szolgayova, E., Parajkab, J., Blöschla, G., Buchera, C. 2014. Long term variability of the Danube River flow and its relation to precipitation and air temperature. *Journal of Hydrology*. 519. Part A. 871-880.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Çetiner, G. 2000. "Türkiye Yağışlarında Israr ve Dönemsellik" (Persistence and periodicity in the precipitation series of Turkey). *İstatistik Araştırma Sempozyumu 2000 Bildiriler Kitabı*, 112-129. Devlet İstatistik Enstitüsü, Türk İstatistik Derneği ve İstatistik Mezunları Derneği, İstatistik Araştırma Sempozyumu 2000, 27-29 Kasım, 2000, Ankara.
- Tian, Q., Prange P., Merkel, U. 2016. "Precipitation and temperature changes in the major Chinese river basins during 1957-2013 and links to sea surface temperature. *Journal of Hydrology*. 536. 208-221.
- Türkeş, M., Koç, T., Sarış, F. 2007. Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi, *Coğrafi Bilimler dergisi* 5(1). 57-73.
- Zhang, C., Liu, J. 2013. Trend analysis for the flows of green and blue water in the Heihe River basin, northwestern China. *Journal of Hydrology*. 502:27-36