T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
HİDROLİK BİLİM DALI

KÜÇÜK MENDERES HAVZASI KURAKLIK KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Alperen DOĞAN

Danışman
Doç. Dr. Ahmet Ali KUMANLIOĞLU

MANİSA–2024

Alperen DOĞAN	**KÜÇÜK MENDERES HAVZASI KURAKLIK KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ**	**2024**

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Alperen DOĞAN

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ II
ŞEKİLLER DİZİNİ III
TABLO DİZİNİ IV
TEŞEKKÜR V
ÖZET VI
ABSTRACT VII
1.GİRİŞ 1
1.1 Giriş 1
1.2 Literatür Çalışması 5
1.3 Kapsam 9
2.GENEL BİLGİLER 10
2.1 Küçük Menderes Havzası 10
2.2 Yerleşim Yerleri 12
2.3 Coğrafi ve Topoğrafik Durumu 15
3.YÖNTEMLER 17
3.1 Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) 17
3.2 Standardize Akım İndeksi (SRI) 19
3.3 Genelleştirilmiş Ekstrem Değer Dağılımı (GEV) 20
3.4 Run Teorisi 21
4. UYGULAMA 22
4.1 Ödemiş İlçe Meteorolojik Kuraklık Analizi 22
4.2 Kuşadası İlçe Meteorolojik Kuraklık Analizi 31
4.3 Selçuk İlçe Meteorolojik Kuraklık Analizi 39
4.4 Selçuk İlçe Hidrolojik Kuraklık Analizi 48
5. SONUÇLAR 57
KAYNAKLAR 60
ÖZGEÇMİŞ 62

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SPI	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi
SRI	Standartlaştırılmış Akım İndeksi
GEV	Genelleştirilmiş Ekstrem Değer Dağılımı
D	Süre
M	Şiddet
I	Yoğunluk

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1 Türkiye'nin Havzaları ve Konumları 11
Şekil 2 Küçük Menderes Havzası ve İller 14
Şekil 3 Küçük Menderes Havzası Fiziki Haritası 15
Şekil 4 Run Teoremi 21
Şekil 5 Ödemiş İstasyonu 1 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 23
Şekil 6 Ödemiş İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 24
Şekil 7 Ödemiş İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 25
Şekil 8 Ödemiş İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 26
Şekil 9 Ödemiş İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 27
Şekil 10 Kuşadası İstasyonu 1 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 31
Şekil 11 Kuşadası İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 32
Şekil 12 Kuşadası İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 33
Şekil 13 Kuşadası İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 34
Şekil 14 Kuşadası İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 35
Şekil 15 Selçuk İstasyonu 1 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 39
Şekil 16 Selçuk İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 40
Şekil 17 Selçuk İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 41
Şekil 18 Selçuk İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 42
Şekil 19 Selçuk İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 43
Şekil 20 Selçuk İstasyonu 1 aylık SRI Değerleri ve Trend Analizi 49
Şekil 21 Selçuk İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 50
Şekil 22 Selçuk İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 51
Şekil 23 Selçuk İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 52
Şekil 24 Selçuk İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi 53

TABLO DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1 Havzada Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları 12
Tablo 2 Havzada Yer Alan İlçeler ve Havza İçindeki Alanları 13
Tablo 3 SPI, SRI ve SPEI Kuraklık Sınıf Aralıkları 19
Tablo 4 Ödemiş 24 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 30
Tablo 5 Ödemiş 12 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 30
Tablo 6 Kuşadası 24 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 38
Tablo 7 Kuşadası 12 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 38
Tablo 8 Selçuk 24 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 46
Tablo 9 Selçuk 12 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 47
Tablo 10 Selçuk 24 aylık SRI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 56
Tablo 11 Selçuk 12 aylık SRI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu 56

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca tecrübesi, sabrı, titizliği ve bilgisiyle her an yanımda olan kıymetli danışmanım ve tez yöneticim Doç. Dr. Ahmet Ali KUMANLIOĞLU'na sonsuz teşekkür ediyorum.

Hayatımın her anında yanımda olan, bütün çalışmalarımda olduğu gibi maddi ve manevi hiçbir yardımdan kaçınmayan, desteklerini her an arkamda hissettiğim çok kıymetli aileme teşekkür ediyorum.

Alperen DOĞAN
Manisa, 2024

ÖZET

Yüksek Lisans

Alperen DOĞAN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Ahmet Ali KUMANLIOĞLU

Bu tezde Küçük Menderes Havzası için bölgesel olarak meteorolojik ve hidrolojik kuraklıklar incelenmiştir. Meteorolojik kuraklık için Ödemiş, Kuşadası ve Selçuk için aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman periyotlarında Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) kullanılarak indisler hesaplanmıştır. Bu hesaplanan indisler ile Run Teorisi kullanılarak kurak ve sulak dönemlerin süresi, şiddeti ve yoğunluğu bulunmuştur. Son olarak grafikler üzerinde hepsinin trend analizlerine bakılıp ilerisi için tahminlerde bulunulmuştur. Hidrolojik kuraklık için ise Selçuk'a ait akım verileri alınarak 3 aylık zaman periyodun da standartlaştırılmış akım indeksi (SRI) kullanılarak indisler hesaplanıp aynı şekilde trend analizine bakılıp kuraklık açısından tahmin yapılmıştır.

Analizler sonucunda Meteorolojik olarak Ödemiş ve Kuşadası için pozitif yönde eğilim sonucuna varılmıştır. Selçuk için ise meteorolojik olarak kurak ve sulak dönemlerin dengeli bir şekilde devam edeceğini söylerken hidrolojik açıdan kuraklık için risk olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Standartlaştırılmış yağış indeksi, standartlaştırılmış akım indeksi, run teorisi, meteorolojik ve hidrolojik kuraklık

2024, 62 sayfa

ABSTRACT

M.Sc.

Alperen DOĞAN

Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Civil ENGINEERING

Supervisor: Ahmet Ali KUMANLIOĞLU

In this thesis, regional memorological and hydrological droughts were examined for the Küçük Menderes Basin. For meteorological drought, indices were calculated using the Standardized Precipitation Index (SPI) for monthly, 3 month, 6 month, 12 month and 24 month time periods for Ödemiş, Kuşadası and Selçuk. Using these calculated indices and Run Theory, the duration, intensity and intensity of dry and wet periods were found. Finally, the trend analyzes of all of them were examined on the graphs and predictions were mad efor the future. For hydrological drought, indices were calculated using the standardized flow index (SRI) for a 3 month period by taking the flow data of Selçuk, and a forecast was made in terms of drought by looking at the trend analysis in the same way.

As a result of the analysis, a positive meterological trend was concluded for Ödemiş and Kuşadası. While meteorologically dry and wet periods will continue in a balanced manner for Selçuk, it has been concluded that there is a risk of drought in hydrological terms.

Keywords: Standardized precipitaiton index, standardized runoff index, run theory, meteorological and hydrological drought

2024, 62 pages

1.GİRİŞ

1.1 Giriş

Kuraklık bir bölge üzerinde su miktarında bir süre boyunca normal düzeye göre belli bir miktarı aşan bir eksiklik görülmesidir (Da Cunha ark.,1983). Kuraklık için böyle genel bir tanım verilmekle birlikte, neredeki suyun göz önüne alınacağına (yağış, akış, zemin nemi, yeraltı suyu, baraj haznelerindeki su), hangi sürenin seçileceğine, eksikliğin aşması gereken değer için yapılan kabule ve kuraklığın kaplaması gereken bölge için seçilen büyüklüğe göre farklı tanımlara varılabilir. [1]

Öncelikle kuraklıkla bir bölgedeki iklimin kurak karakterde olması arasında bir fark olduğuna dikkat edilmelidir. Kurak bir bölgede normal zamanlarda bile su eksikliği vardır. Kuraklık ise bölgenin iklimine bağlı olmaksızın, su miktarının normalin altına düşmesi halinde görülen ekstrem bir zaman-alan sürecidir. Yarı kurak bölgelerde kuraklığın etkileri daha da önemli olabilir. Çünkü su miktarının zaten az olduğu bu bölgelerde insanlar kuraklığın etkilerinin fazla farkında olmadıklarından kuraklığın ekonomik zararları daha da büyük olur. [1]

Bir bölgeye düşen yağış ve bir akarsudaki akış zaman içinde rastgele çalkantılar gösterir. Bazı yıllarda yağış (akış) ortalamanın üstünde iken bazı yıllarda altında kalır. Aynı şey mevsimlik (aylık) değerler için de söz konusudur. Bu durum akarsu havzasının nem oranını etkilediği gibi akarsudan elde edilebilecek su miktarının da zaman içinde değişmesine yol açar. Bu nedenle yağış ve akış serilerindeki kurak dönemlerin incelenmesi hidrolojik açıdan büyük önem taşır. [1]

Kuraklıkların ekonomi üzerinde önemli etkileri vardır. Tarımsal üretim, hayvan yetiştirme, hidroelektrik üretimi kuraklıktan olumsuz etkilenir. Kurak dönemlerde şehirlere ve endüstriye sağlanan su azalır, akarsulardaki balık ve diğer canlılar olumsuz etkilenir, akarsularda ulaşım ve akarsuların dinlence amacıyla kullanışı zorlaşır. [1]

Bitkilerin suya gereksinimi olan birkaç hafta ya da birkaç aylık dönemde su eksikliği görülmesi, haznelerden gerekli su sağlanamazsa, çiftçiler için çok zararlı olabilir. Uzun süreli kuraklıklarda akarsular tamamen kuruyabilir. [1]

Nüfus artışı ve yaşam standartlarının yükselmesiyle su kaynaklarının kullanılış oranları da arttığından kurak dönemlerde su eksikleri de artar. Bu özellikle yarı kurak bölgelerde sulama gerektiren ürünlerin yetiştirilmesini büyük ölçüde etkiler. [1]

Kuraklıkların ülke ekonomisi ve yaşam standartları üzerinde çok büyük etkileri olması bu konudaki hidrolojik çalışmalara önem kazandırmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kuraklığın etkileri çok hissedilir ve bunların zararlarını azaltıcı önlemler almak zor olur. Kuraklıkla ilgili hidrolojik çalışmaların sağlayacağı verilerle kuraklıkların etkilerini azaltacak su kaynakları çalışmaları planlanabilir. Biriktirme haznelerinin tasarımı ve işletilmesi, suyun en iyi şekilde kullanılması ve bölgeler arasında su transferi ile ilgili optimal kararlar bu çalışmaların sonuçlarına dayanarak verilebilir. [1]

Son yıllarda dünya ikliminde görülen sera etkisi ile ya da güneşten gelen ısının değişimiyle açıklanmaya çalışılan ısınmanın kuraklıklar üzerinde önemli etkileri olacağı tahmin edilmekle birlikte bu etkinin dünyanın çeşitli bölgelerinde ne şekilde olacağı açıklığa kavuşturulamamıştır. Isınmanın bazı bölgelerde hidrolojik ekstremlerin (taşkınlar, kuraklıklar) sıklığını artıracağı düşünülmektedir. Sıcak geçen yazların bazı bölgelerde (Akdeniz çevresi gibi orta enlemlerde) kuraklıkların süresini ve şiddetini artırması beklenebilir. [1]

Kuraklığın literatürde tanımlanan birçok çeşidi olmakla birlikte dört belirgin kuraklık tipi bulunmaktadır. Bunlar; meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik kuraklıktır. (Wilhite and Glantz, 1987) Meteorolojik kuraklık; uzun bir zaman içinde yağışın belirgin şekilde normal değerlerinin altına düşmesi olarak tanımlanır. Nem azlığının derecesi ve uzunluğu meteorolojik kuraklığı belirler ve bölgeden bölgeye gelişiminde farklılıklar gözlenir. Diğer bir tespit sekli ise yağışın; aylık, mevsimlik veya yıllık toplamlarının ortalamadan olan farkları ile kurak periyotların belirlenmesidir. Tarımsal kuraklık, meteorolojik kuraklığın çeşitli özellikleri ile çok yakın ilişkilidir. Toprakta bitkinin ihtiyacı karşılayacak miktarda suyun bulunmaması olarak tanımlanan tarımsal kuraklık, nem kaybı ve su kaynaklarında kıtlık oluştuğu zaman oluşmaktadır. Hidrolojik kuraklık; yeraltı su kaynakları, yüzey suları veya yağış periyotlarının etkisi ile ilişkilidir. Meteorolojik kuraklığın uzaması durumunda hidrolojik kuraklıktan söz edilir. Uzun süreli yağış azlığının kaynak seviyeleri, yüzey akışı ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemin bileşenlerinde kendisini göstermesidir. Yeraltı suları, nehirler ve göller in seviyesinde keskin bir düşüşe sebep olur. Bir dönemde yaşanan yağış miktarındaki azalma, toprak neminde hızlı azalmaya neden olacağı için tarımla uğraşanlarca hemen hissedileceği halde hidroelektrik santrallerinde bir süre etkili olmamaktadır. Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımı; meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıkla bağlantılı bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleriyle ilgilidir. Sosyo-ekonomik kuraklık, yukarıda bahsedilen kuraklık tiplerinden farklı bir durum arz etmektedir. Çünkü bu kuraklık, yer ve zamana bağlı olarak çıkmaktadır. Sosyo-ekonomik kuraklık yağışlardaki azalmanın sonucu olarak gelişen ve üretimin, ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda da görülmektedir. [2]

Kuraklığın belirlenmesi ve doğru yönetimi için yapılan izleme ve değerlendirmeler için farklı indis yöntemleri geliştirilmiştir. Özellikle kuraklıktan etkilenebilecek sektörlerin sayısı ve çeşitliliği göz önüne alındığında kuraklık değerlendirmeleri ile kuraklık eylem planlarının hazırlanmasında birden fazla kuraklık indisi kullanılarak daha doğru sonuçlar elde edilebilir. Meteorolojik Kuraklık Analizlerinde kullanılan çok farklı indisler olmakla birlikte bu indislerin birçoğu girdi parametresi olarak yağış ve sıcaklık verilerini kullanmakta, bazı indisler ise evapotranspirasyon, potansiyel evapotranspirasyon, rüzgâr hızı ve güneş radyasyonu vb. benzeri verileri kullanmaktadır. Ayrıca söz konusu meteorolojik kuraklık indislerinin değerlendirmesinde kullanılan en önemli kriterlerden bir tanesi de kullanım zorluğu ölçeğidir. Bu kapsamda kullanım zorluğu ölçeğinde kolay, orta ve zor şeklinde bir ölçeklendirme geliştirilmiştir. Buna göre Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYI), Aridity Anomali İndisi (AAI), Ondalık Kuraklık İndisi (DI) ve Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (PNI) nispeten kullanımı kolay indisler arasında yer alırken Keşif Kuraklık İndisi (RDI), Efektif Kuraklık İndisi (EDI, Yağış Anomali İndisi (RAI), Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi (PDSI), Standartlaştırılmış Yağış-Evapotranspirasyon İndisi (SPEI ve Çin Z İndisi (CZI) gibi indisler kullanımı nispeten orta zorlukta olan indisler olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte özellikle Tarımsal Kuraklık Referans İndisi (ARID), Ürüne Özgü Kuraklık İndisi (CSDI) ve Kuraklık İyileştirme İndisleri (RDI) ise kullanımı zor olan indisler olarak sınıflandırılmaktadır (Svoboda ve Fuchs, 2016). [3]

1.2 Literatür Çalışması

Kuraklık ile ilgili ülkemizde ve dünya da birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar da farklı farklı kuraklık analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu bölümde yurtdışında ve yurtiçinde yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Emre Ablak'ın 2023 yılında yapmış olduğu çalışma da Batı Karadeniz Havzası için 1970-2020 yılları arasındaki meteorolojik kuraklıkları yağışlara (SPI), evapotranspirasyona (SPEI) ve sıcaklığa (SPT) bağlı olarak 1,3,6 ve 12 aylık dönemlerdeki meteorolojik kuraklıkların karakteristik özelliklerini yorumlamıştır. [4]

Gülay Pamuk ve ark. (2004) yılında Ege bölgesinde yaptıkları kuraklık analizinde standart yağış indisi (SPI) bölgedeki 30 yıl kesintisiz veri bulunan istasyonlara ait aylık ortalama yağış verilerine uygulanmıştır. 1971-2001 yılları arasındaki ege bölgesi için meteorolojik kuraklık analizi yapılmıştır. [5]

Gülnaziye Özgün ve ark. (2020) tarafından standart yağış indeksi kullanılarak Bursa Doğancı Barajı ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma 1982- 2013 yılları arasındaki yağış verilerini aylık, 6 aylık, 12 aylık, 24 aylık ve 48 aylık olarak analiz sonucu maksimum ve minimum değerler elde edilmiştir. 12 aylık analizin maksimum değeri en büyük ve minimum değeri en küçük değer olduğu için 12 aylık analiz seçilerek çalışmaya devam edilmiştir. Görülen kuraklıklarda SPI maksimum değerleri de git gide artış göstermiştir. Yani oluşan her kuraklıkta, bir önceki ciddi kuraklığa göre daha şiddetli kuraklık yaşandığı denilebilir. Yüksek miktarda yağışların 10 yıl gibi sürede tekrar ettiği ve bu periyotlarda görülen maksimum yağışın da bir önceki nemli döneme göre arttığı gözlemlenmiştir. [6]

Mosaad Khadr ve ark. (2009) Ruhr Havzası üzerinde bulunan 7 istasyon üzerinde gerçekleştirdikleri kuraklık çalışmasında standart yağış indeksini (SPI) 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık yağış verilerinde kullanarak çalışma yapmışlardır. Çok sayıda şiddetli ve aşırı kuraklık olayının meydana geldiği Ruhr Havzası ve kışın kuraklık olayı 1995- 1996 hidrolojik yılı en aşırı olay olduğu görülmüştür. 1 aylık analiz sonucunda Nisan 2007'de kuraklık tespit edilmişken 3 aylık veri sonucunda kuraklık tespit bile edilemediği sonucuna ulaşmışlardır. Sonuçlar şunu da gösteriyor ki olumlu bir eğilim olsa da kuraklık çoğunlukla Ruhr Havzasına kış aylarında denk gelmiştir. [7]

Zaidon T. Abdulrazzaq ve ark. (2019) Batı Irak'ta yaptıkları çalışmada standart yağış indeksi kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda tespit edilen meteorolojik kuraklıklar yıllık ortalama yağışın %75'ten az olması durumunda yağış miktarına göre sınıflandırılmıştır. Buna göre Kuzey Doğu kısmında ova bölgesinde daha az kuraklık yaşandığı görülmüştür. [8]

Okan Mert Katipoğlu ve Reşat Acar'ın Evaluation of hydrologic droughts by using standardized runoff ındex (SRI) adlı çalışmasında hidrolojik kuraklık için SRI ve Run teoremini kullandıklarını görüyoruz. SRI hesaplama yöntemleri SPI hesaplama yöntemiyle aynı adımları içeriyor. SRI yönteminde akış verileri kullanılıyor. Bu yaptıkları çalışma SRI ve Run teoremi hesap yöntemlerini gösterir niteliktedir. [9]

Katarzyna Kubiak- Wojcicka ve ark. (2019) Gwda ve Laborac havzaları üzerinde yaptıkları bu çalışma SRI kullanılmıştır. Çalışma 1980- 2010 arasındaki yağış verileri ile yapılmıştır. 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 9 aylık ve 12 aylık zaman serisinde analizler yapılmıştır. Trend analizi için en yaygın olan MannKendall (MN) testi kullanılmıştır. Trend analizleri sonucunda Laborac Havzası için alınan sonuçlar ile örtüşüyor Gwda nehri havzası için de yağışlar da artış eğilimi akışlarda düşüş eğilimi gözlenmiştir. [10]

Bülent Çetin ve Ahmet Ali Kumanlıoğlu'nun Gediz havzasında yaptıkları kuraklık analizinde SPI, SRI, SPEI ve Run teoremini kullanmışlardır. 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman periyotları için en dağılım fonksiyonu olarak genel ekstrem değer (GEV) belirlenmiştir. GEV dağılımına ait parametreler kullanılarak SPI ve SPEI indislerine dönüştürülmüştür. Aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık SPI gidişleri incelendiğinde, periyotların hepsinde sulak ve kurak dönemlerin bulunduğu, tüm dönemlerde ortak olarak kurak dönemin 1987- 1993; 2001-2002; 2006-2008 yılları arasında olduğu görülmektedir. 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık SPEI gidişleri incelendiğinde, SPI gidişlerinde olduğu gibi tüm periyotlarda kurak ve sulak dönemlerin yaşandığı, aylık gidişlere bakıldığında 1995 yılında en şiddetli kurak dönemin yaşandığı, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık gidişlerde belirgin bir şekilde 1988-19994; 1999-2002; 2007-2009 yılları arasında kalan dönemlerin kurak dönem olarak göze çarpmaktadır. 1, 3, 6 ve 12 aylık SRI gidişleri incelendiğinde, periyotların hepsinde sulak ve kurak dönemlerin bulunduğu, tüm periyotlarda ortak olarak hafif şiddetli kurak ve sulak dönemlerin ağırlıkta olduğu görülmektedir. [11]

Bogdan Bak ve Katarzyna Kubiak- Wojcicka (2014) tarafından Polonya'nın orta kesiminde yer alan Torun'da 1971-2010 yılları arasındaki yağış verileri ile kuraklık çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışma da standart akım indeksi (SRI), standart yağış indeksi (SPI) ve standartlaştırılmış su seviyesi indeksi (SWI) ile hesaplamalar yapılmıştır. Uygulanan yöntemler sonucunda Torun için 1971-2010 arası hidrolojik ve meteorolojik kuraklık dönemleri belirlenmiştir. [12]

Evren Turhan ve Serin Değerli'nin (2021) Fırtına Deresi için yapmış oldukları hidrolojik kuraklık analizinde standart akım indeksini kullandıklarını görmekteyiz. Müteferrik Doğu Karadeniz Suları Havzası'nda yer alan Fırtına Deresi-Topluca ve Hodigor Çayı-Sütlüce istasyonlarında 3, 6, 9 ve 12 aylık çeşitli zaman ölçekleri için SRI değerlerinin zamansal dağılımı belirlenmiştir. Hesaplanan SRI-3 değerlerine bakıldığında 1968, 1987, 1990, 1993, 2006 ve 2011 yıllarında Aşırı Nemli durum gözlemlenirken; 1967, 1969, 1983, 1985 ve 1997 yıllarında ise Aşırı Kurak dönemlerin meydana geldiği dikkat çekmektedir. SRI-6 Aşırı Kurak dönem sadece 1965-1979 yılları arasında oluşurken, tüm yıllar göz önüne alındığında Şiddetli Kuraklığın olduğu zamanlar da ayrıca göze çarpmaktadır, buna ek olarak SRI-6'da 1968, 1990 ve 1993 yıllarında Aşırı Nemli dönem tespit edilmiştir. [13]

Ahmet İrvem ve ark. (2018) tarafından Seyhan Göksu- Himmetli Alt Havzasının Akım Verileri ile Kuraklık Analizi adlı çalışmasında incelemeler SRI ve Run Teorimi ile yapılmıştır. 3 ve 12 aylık zaman periyotlarına göre yapılan hesaplamalar sonucunda 3 aylık dönemler için yapılan SRI analizi sonucu, 1936-2011 yılları arasında 35 kez kurak dönem görülmüştür. Bu 35 kurak dönemde, toplam 153 ay kuraklık görülmüştür. 12 aylık dönemler için yapılan SRI yönteminde ise 1936-2011 yılları arasında 12 kez kurak dönem görülmüştür. Görülen 12 kurak dönemde, toplam 149 ayda kuraklık görülmüştür. Göksu-Himmetli alt havzası Run yöntemi sonuçlarına göre en uzun kurak dönem 2003- 2008 yılları arasında 6 yıllık dönemde görülmüştür. En fazla kuraklık şiddeti 1994 yılında 10859 m3 /yıl iken en az kuraklık şiddeti 1951 yılında 236 m3 /yıl olarak hesaplanmıştır. [14]

1.3 Kapsam

Tez çalışması kapsamında birinci bölümde kuraklık, kuraklık çeşitleri, kuraklık belirleme ve ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde üzerinde çalışmış olduğum Küçük Menderes Havzası hakkında detaylı bilgiler yer alıyor. Üçüncü bölümde çalışmam da kullandığım yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde ise Küçük Menderes Havzasına ait olan Ödemiş, Kuşadası ve Selçuk istasyonlarına ait yağış verilerini kullanarak standart yağış indeksi (SPI) kullanarak meteorolojik kuraklık analizi yapılmıştır. Hidrolojik kuraklık için ise Selçuk istasyonuna ait akım verileriyle standart akım indeksi (SRI) ile yapılan analizler yer almaktadır. Bu analizler kuraklık sınıflandırması, kuraklıkların eğilimleri ve Run Teoremi kullanarak kuraklık karakteristikleri belirlenmesidir. Son bölümde sonuçlar kısmında ise 1 aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık zaman periyotlarında ortaya çıkan analizler sonucu meteorolojik ve hidrolojik kuraklıklar Küçük Menderes Havzası için yorumlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

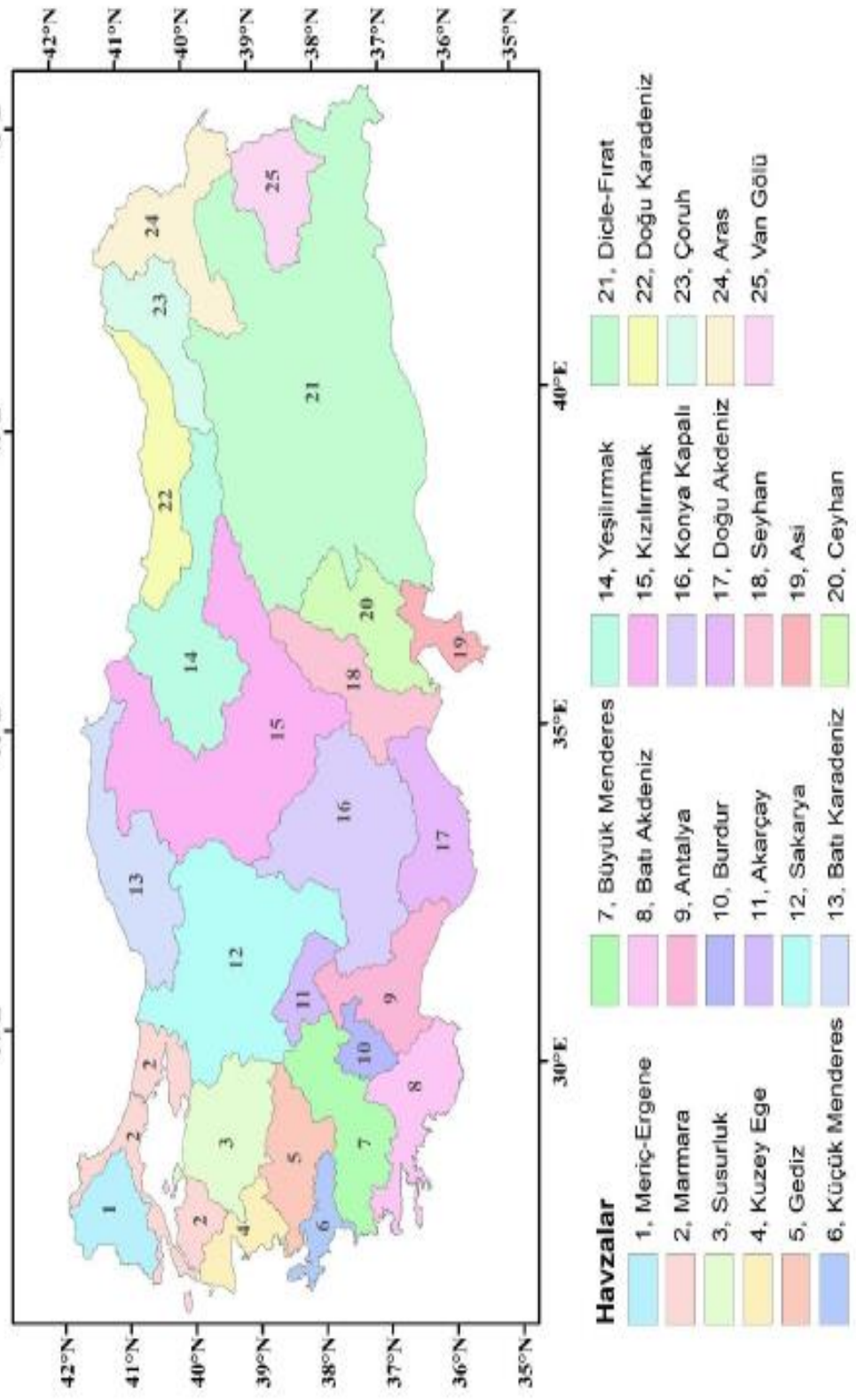
2.1 Küçük Menderes Havzası

38º41’05” ve 37º24’08” kuzey eklemleri ile 28º24’36” ve 26º11’48” doğu boylamları arasında yer alan Küçük Menderes Havzası, yaklaşık 702,931 ha yer kaplamaktadır. Türkiye’nin yüzölçümünün %0,897’lik bir kısmını kapsamaktadır. [16]

Küçük Menderes Havzası, İzmir ilinin büyük bir kısmından ve Aydın iline bağlı olan Kuşadası ilçesinden oluşmaktadır. Manisa’nın da küçük bir kısmı sisteme dahil olmaktadır. Havzanın içerisindeki çaylar ve akarsular Uluçay, Çamlı, Aktaş, Kocahavra ve Keleş çayları tarafından oluşturulmaktadır. [16]

2015 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) adrese dayalı nüfus sayımı verilerine göre Küçük Menderes Havzası civarındaki toplam nüfus 3,800,000 kişidir. Bu nüfusun büyük bi kısmını İzmir ili oluşturmaktadır. [16]

Çevresi 129 km olan havza toplamda 3,225 km^2’lik bir yağış alanı içermektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 622 mm, yıllık ortalama akış 11,45 m^3/s’dir. [16]



Şekil 1 Türkiye'nin Havzaları ve Konumları

2.2 Yerleşim Yerleri

Küçük Menderes Havza sınırları Aydın, İzmir ve Manisa illerinin bazı kısımlarını kapsamaktadır. Havza sınırları içerisinde yer alan illere ait bilgiler Tablo. ‘da verilmiştir. Küçük Menderes Havzası sınırları içerisinde İzmir ilinin yaklaşık %55’lik bölümü, Aydın ilinin %3’ü ve Manisa ilinin yalnızca %0,45’lik kısmı yer almaktadır. [16]

Tablo 1 Havzada Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları

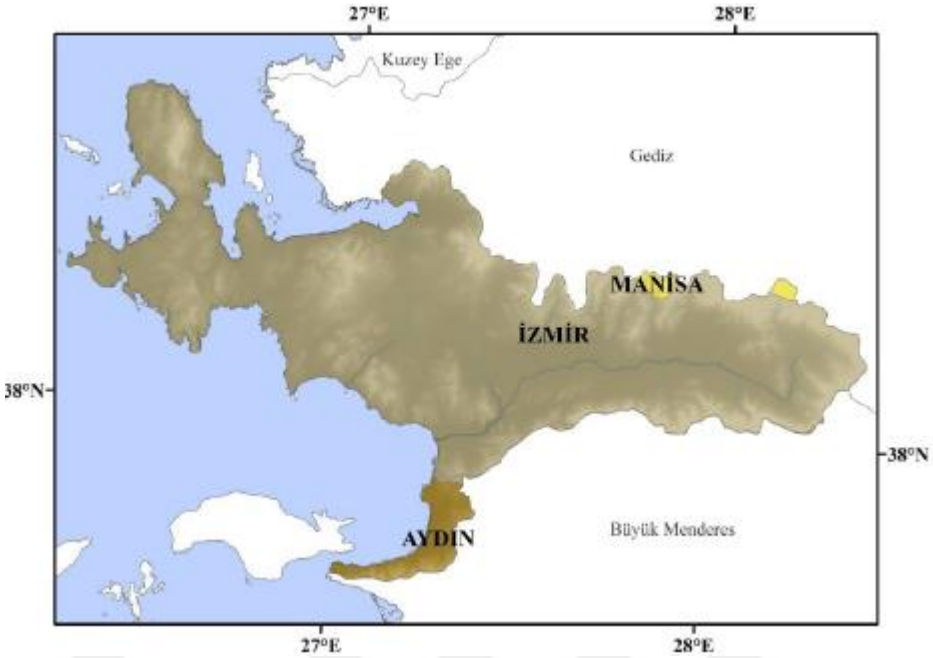
İller	Toplam Alan (ha)	İlin Havza İçindeki Alanı(ha)	İl Alanının Havzaya Giren Kısmı (%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı(%)
AYDIN	795.077	25.380	3,19	3,62
İZMİR	1.214.709	669.253	55,10	95,51
MANİSA	1.330.247	6.109	0,46	0,87

İzmir ili havzanın en büyük kısmını oluşturmakta, bunun yanı sıra Aydın ve Manisa illerinin küçük bir kısmı da havzada yer almaktadır. Havza içerisinde yer alan ilçeler incelendiğinde; Aydın’ın Nazilli ve Söke, İzmir’in Menemen, Manisa’nın Ahmetli ve Salihli ilçelerinin yalnızca %5’ ten daha küçük alanı havza içerisinde yer almaktadır. Havzanın tamamını veya büyük bir kısmını kapsadığı yerleşim yerleri ise İzmir’in büyük bir kısmı ile Aydın’ın Kuşadası ilçesidir. [16]

Küçük Menderes Havzası’nın iller bazında dağılımı Şekil.2 ‘de gösterilmektedir. Havza içinde yer alan ilçelere ait detaylı bilgi ise Tablo 2‘da verilmiştir. [16]

Tablo 2 Havzada Yer Alan İlçeler ve Havza İçindeki Alanları

İl	İlçe	Toplam Alanı(ha)	İçine Giren Alanı(ha)	İçine Giren Alanı(%)	Alanının İlçelere Göre Dağılımı(%)
AYDIN	Kuşadası	24.619	21.140	85,9	3,02
	Nazilli	58.282	257	0,4	0,04
	Söke	90.872	3.983	4,4	0,57
İZMİR	Balçova	3.047	3.011	98,8	0,43
	Bayındır	51.884	47.305	91,2	6,75
	Beydağ	20.322	16.718	82,3	2,39
	Bornova	24.539	17.793	72,5	2,54
	Buca	13.412	13.412	100,0	1,91
	Çeşme	25.631	24.533	95,7	3,50
	Çiğli	11.378	1.177	10,3	0,17
	Gaziemir	6.524	6.524	100,0	0,93
	Güzelbahçe	10.593	10.593	100,0	1,51
	Karaburun	43.367	42.579	98,2	6,08
	Karşıyaka	7.488	6.643	88,7	0,95
	Kemalpaşa	64.832	13.811	21,3	1,97
	Kiraz	54.163	37.598	69,4	5,37
	Konak	12.751	12.674	99,4	1,81
	Menderes	74.941	73.889	98,6	10,54
	Menemen	63.850	266	0,4	0,04
	Narlıdere	2.906	2.894	99,6	0,41
	Ödemiş	109.279	82.870	75,8	11,83
	Seferihisar	36.905	36.495	98,9	5,21
	Selçuk	31.598	27.253	86,2	3,89
	Tire	84.295	58.303	69,2	8,32
	Torbalı	66.129	66.023	99,8	9,42
	Urla	67.962	66.891	98,4	9,55
MANİSA	Ahmetli	30.648	72	0,2	0,01
	Salihli	136.088	2.197	1,6	0,31
	Turgutlu	50.128	3.841	7,7	0,55

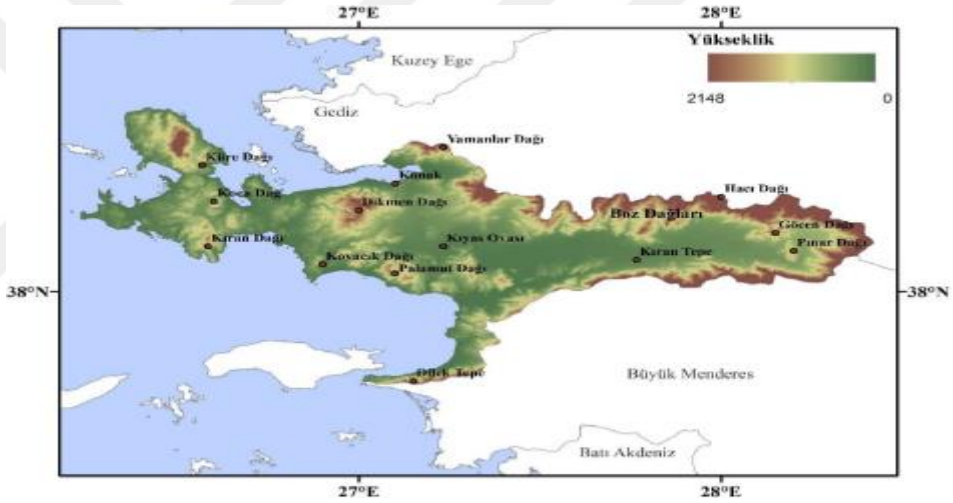


Şekil 2 Küçük Menderes Havzası ve İller

2.3 Coğrafi ve Topoğrafik Durumu

Türkiye'nin en batı kıyısında, Ege Bölgesi'nde yer alan Küçük Menderes Havzası 702.931 ha'lık yüzölçümüyle Türkiye yüzölçümünün %0,897'lik alanını kapsamaktadır. Havzanın su yüzeyi 34.073 ha; su yüzeyleri çıkarıldığı zaman ise 668.858 ha'dır. [16]

Havza, güney ve doğu kanadından Büyük Menderes Havzası'na, kuzey kanadından Gediz Havzası ve Kuzey Ege Havzası'na komşudur. Batısı ise Ege Denizi ile çevrilidir. Bozdağları, Aydın Dağları ve Batımenteşe Dağları ise havzayı çevreleyen dağlardır. [16]



Şekil 3 Küçük Menderes Havzası Fiziki Haritası

Küçük Menderes Havzası'nın doğusu Çulha, Karadağ ve Ayrık Dağları ile güneyden batıya doğru olan kısmı Beydağ, Kümeli Dağı, kuzeyden batı yönüne doğru uzanan sınırı Bozdağ, Çallıba Dağı, Mahmut Dağı ve Kesme Dağları ile çevrilidir. [16]

Küçük Menderes Havzası içerisinde önemli sayılabilecek 4 adet ova bulunmaktadır. Komşu Gediz ve Büyük Menderes ovalarından küçük olan Küçük Menderes Ovası, havzanın kuzeybatı kanadında bulunan ve İzmir'in 45 km güneydoğusunda yer alan Torbalı ilçesine bağlı olan Torbalı Ovası, kuzeydoğu ucunda bulunan Kiraz Ovası ve son olarak Ege kıyısında bulunan Selçuk Ovası havzada yer alan ovalardır. [16]

3.YÖNTEMLER

3.1 Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)

McKee ark. (1993) tarafından geliştirilen SPI, meteorolojik kuraklığın niceliksel hale dönüştürülmesinde uluslararası kabul görmüş boyutsuz bir göstergedir [1, 19]. Kuraklık değerlerinin belirlenmesi için en az 30 yıllık veriye ihtiyaç duyan SPI yöntemi meteorolojik kuraklıkların belirlenmesinde sadece yağış değerlerini kullanmaktadır. Söz konusu bu yöntemde gözlemlenen yağış verilerine ait en uygun olasılık dağılım fonksiyonu belirlenir. Belirlenen olasılık dağılım fonksiyonu ile Denklem 1'de verilen t değerinin hesaplanmasında kullanılan H(x) kümülatife olasılık değerleri hesaplanır. t değerini H(x) olasılığın 0 ile 0.5 ve 0.5 ile 1 değerleri arasında kalmasına göre Denklem 2 yardımıyla SPI indis değerleri hesaplanır. [11]

$$t = \sqrt{ln\frac{1}{H(x)^2}} \quad 0.0 < H(x) \leq 0.5$$

$$t = \sqrt{\ln\frac{1}{1 - H(x)^2}} \quad 0.5 < H(x) \leq 1.0 \tag{1}$$

$$0.0 < H(x) \leq 0.5$$

$$SPI = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right)$$

$$0.5 < H(x) \leq 1.0 \tag{2}$$

$$SPI = +\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right)$$

Denklem 1 ve 2'de yer alan $H(x)$, yağış verilerinin kümülatif olasılık değerlerini; c0, c1, c2, d1, d2, d3 katsayıları ise eşdeğer normal dağılımlı standardize değişken dönüşümünü gerçekleştiren katsayıları göstermektedir. Bu katsayılar sırasıyla, 2.515517, 0.802853, 0.010328, 1.432788, 0.189269 ve 0.001308 sabit değerlerini almaktadır [16] SPI yöntemi ile hesaplanan kuraklıklara karşı gelen sınıf aralıkları Tablo 3'te verilmektedir. [11]

3.2 Standardize Akım İndeksi (SRI)

Shuckla ve Wood (2008) tarafından geliştirilen SRI yöntemi hidrolojik kuraklıkların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Uygulama adımları SPI yöntemi ile aynı olan SRI yönteminde SPI yönteminde kullanılan yağış değerleri yerine akım değerleri kullanılmaktadır. SPI yönteminde uygulanan prosedür ve denklemler SRI yönteminde de aynıdır. SRI yöntemi ile hesaplanan kuraklıklara karşı gelen sınıf aralıkları Tablo 3'te verilmektedir. [11]

Tablo 3 SPI ve SRI Kuraklık Sınıf Aralıkları

Aşırı Islak	SPI > 2	SRI > 2
Şiddetli Islak	1,5 < SPI ≤ 2	1,5 < SRI ≤ 2
Orta Derece Islak	1,0 < SPI ≤ 1,5	1,0 < SRI ≤ 1,5
Hafif Islak	0 < SPI ≤ 1,0	0 < SRI ≤ 1,0
Hafif Kurak	-1 < SPI ≤ 0	-1 < SRI ≤ 0
Orta Derece Kurak	-1,5 < SPI ≤ -1	-1,5 < SRI ≤ -1
Şiddetli Kurak	-2 < SPI ≤ -1,5	-2 < SRI ≤ -1,5
Aşırı Kuraklık	SPI < -2	SRI < -2

3.3 Genelleştirilmiş Ekstrem Değer Dağılımı (GEV)

GEV dağılımı Gumbel dağılımının birinci ikinci ve üçüncü hallerini kapsayan genelleştirilmiş bir matematiksel ifade şeklidir (Maidment, 1993a; Maidment, 1993b).

GEV dağılımının olasılık dağılım fonksiyonu aşağıda görüldüğü gibidir.

$$f(x) = \frac{1}{a} exp[-(1+kz)^{-1/k}](1+kz)^{-1-1/k}$$

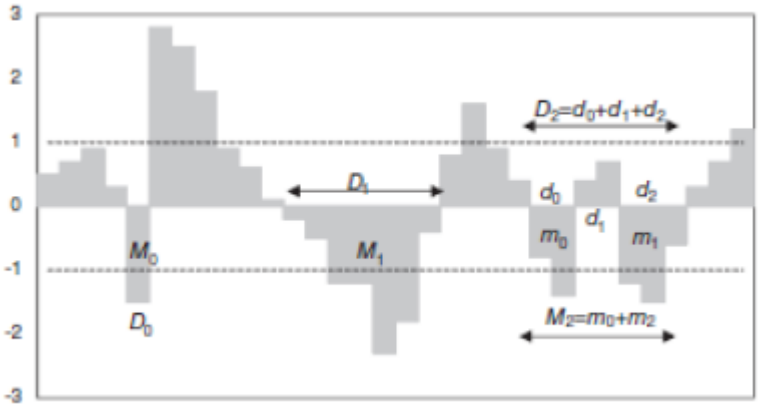
$$z = \frac{x-\xi}{\alpha}$$

Denklemde verilen olasılık dağılım fonksiyonunda ξ yer parametresi, α ölçek parametresi (α >0) ve k de dağılımın şeklini belirleyen parametredir. k=0 değerini alınca GEV dağılımı Gumbel dağılımına dönüşür. |k|<0.3 olduğunda ise GEV dağılımının genel şekli Gumbel dağılımına benzerlik gösterir.

K>0 olduğunda dağılım ξ +α / k ile ifade edilebilen üst sınıra sahiptir ve Ekstrem Değer Tip 3 (weibull) dağılımına uygunluk gösterir (Abdollahzadehmoradı 2012). [15]

3.4 Run Teorisi

Yevjevich (1967) tarafından geliştirilen Run teorisi ile meydana gelen kuraklıkların süre, şiddet ve yoğunlukları tanımlanmaktadır. Run teorisi ile kuraklık indislerinin sınıflarına göre eşik seviyeleri belirlenir. Sunulan çalışmada eşik seviyeleri olarak (-1,0,1) olarak belirlenmiştir. Kuraklık süresi (D) SPI, SPEI ve SRI indislerinde negatif değer görülen periyottur. Kuraklık şiddetleri (M) D süreleri boyunca hesaplanan indis değerlerinin toplamına eşittir. Kuraklık yoğunluğu (I) ise kuraklık şiddetinin kuraklık süresine (M/D) oranı olarak tanımlanmaktadır. Kuraklık olayları Şekil 2'de verildiği gibi farklı gidişlerde meydana gelebilmektedir. Kuraklık olayı (-1) değerinin altında tek bir ay boyunca (D0) ve M0 şiddetinde devam edebilir veya bir kaç boyunca (D1) ve M1 şiddetinde meydana gelirse bunlar tek bir kuraklık olayı olarak tanımlanır. Eğer iki kuraklık arasındaki süre 6 ay veya daha az bir süreyi içeriyorsa bu kuraklık olayı da tek kuraklık olarak tanımlanır. Burada D2 süresi do, d1 ve d2 sürelerinin toplamı ile M2 şiddeti ise mo ve m1 şiddetlerinin toplamı ile hesaplanır. [11]



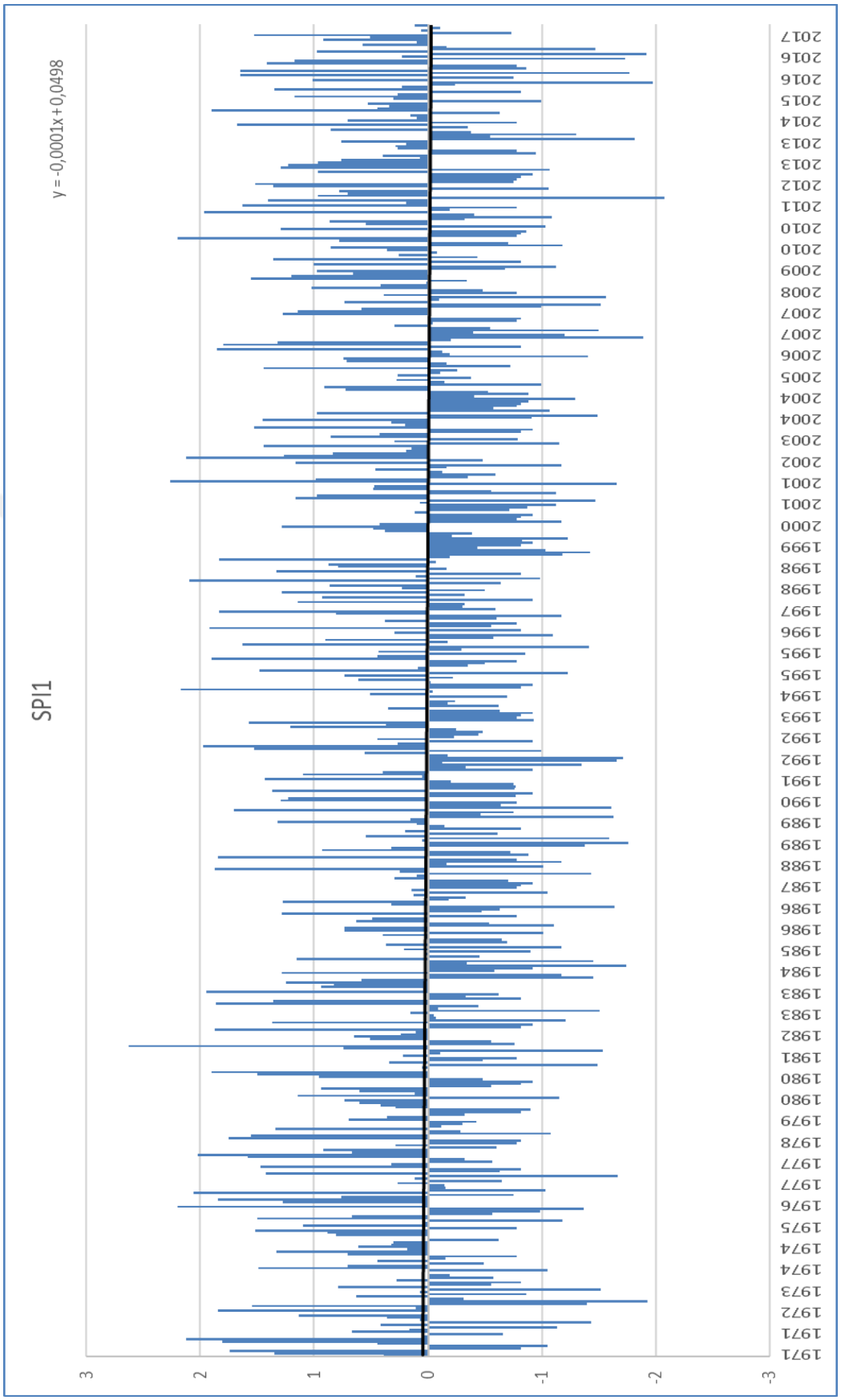
Şekil 4 Run Teoremi

4. UYGULAMA

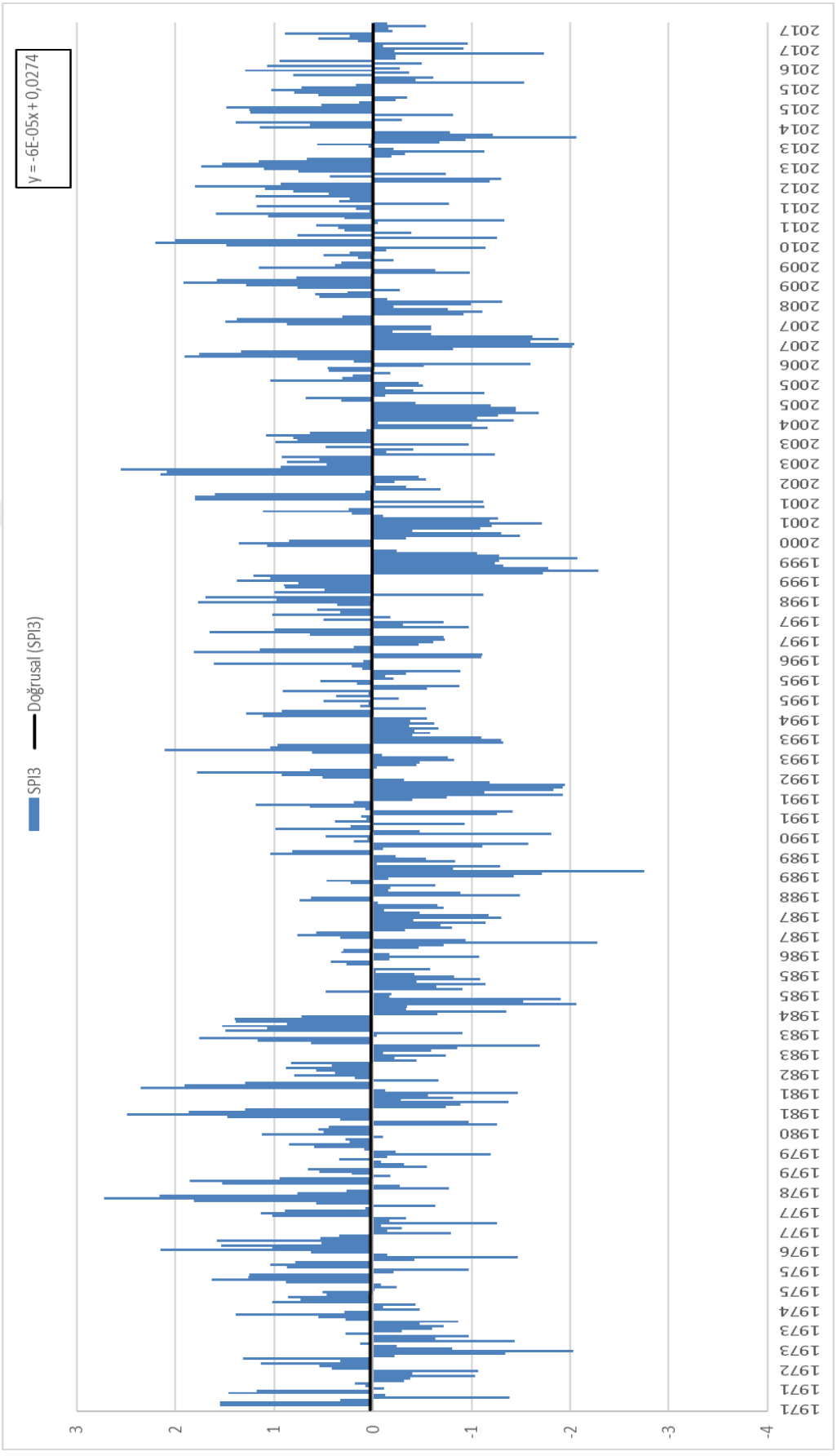
4.1 Ödemiş İlçe Meteorolojik Kuraklık Analizi

Ödemiş ilçesine ait yağış verileri aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık periyotlar şeklinde kullanılarak meteorolojik kuraklık araştırılmıştır. Meteorolojik kuraklık için standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) kullanılmıştır. Yağış gözlem istasyonlarına ait verilere ilişkin uygun dağılımın tespitine yönelik yapılan Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Chi-Squared testleri neticesinde, söz konusu verilere en uygun dağılımın GEV dağılımı olduğu tespit edilmiştir.

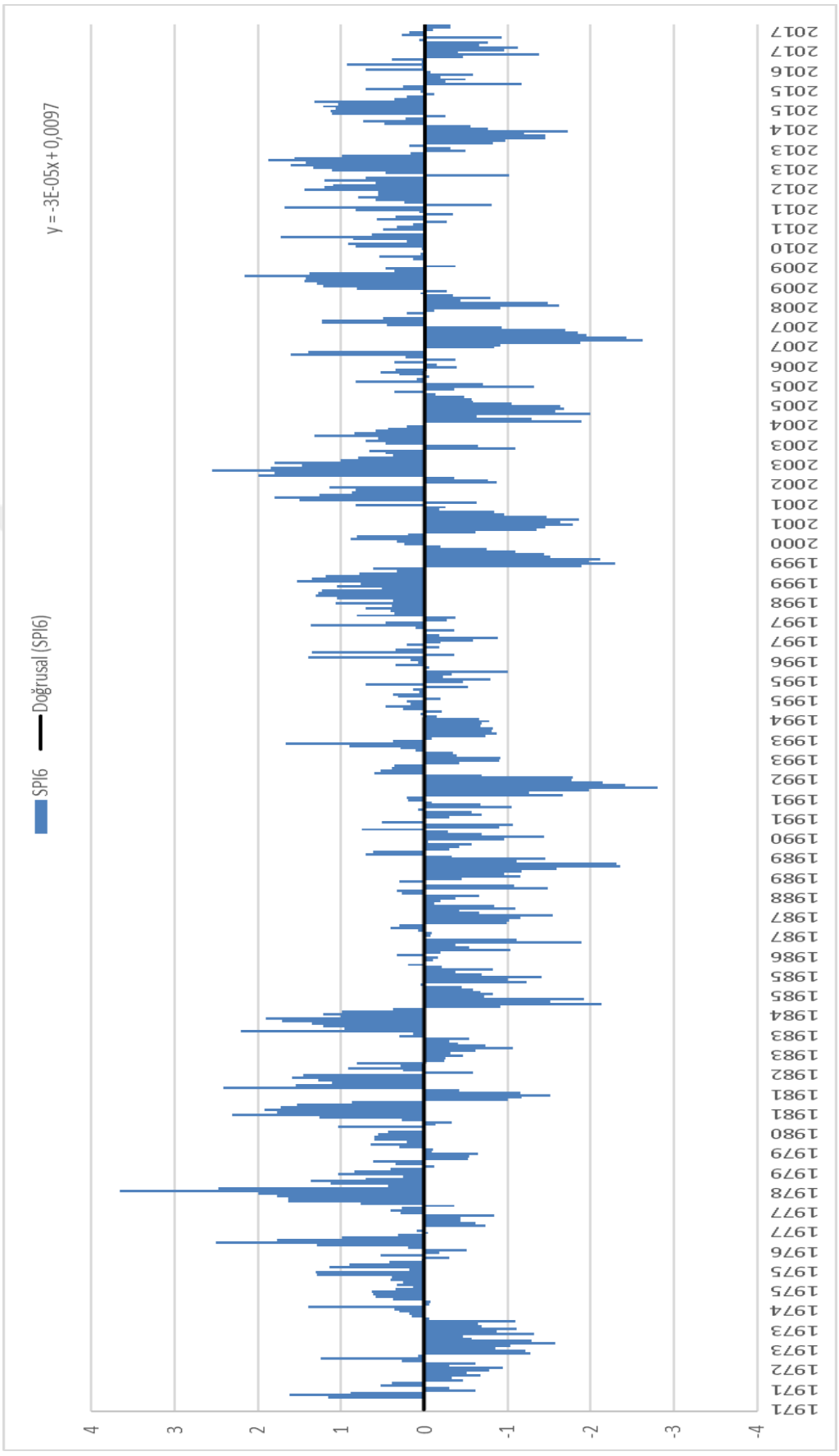
Ödemiş için hesaplanan indis değerlerinin aylık, üç aylık, altı aylık, on iki aylık ve yirmi dört aylık periyotlara göre 1971-2017 arası gidişleri Şekil 5‘te verilmiştir.



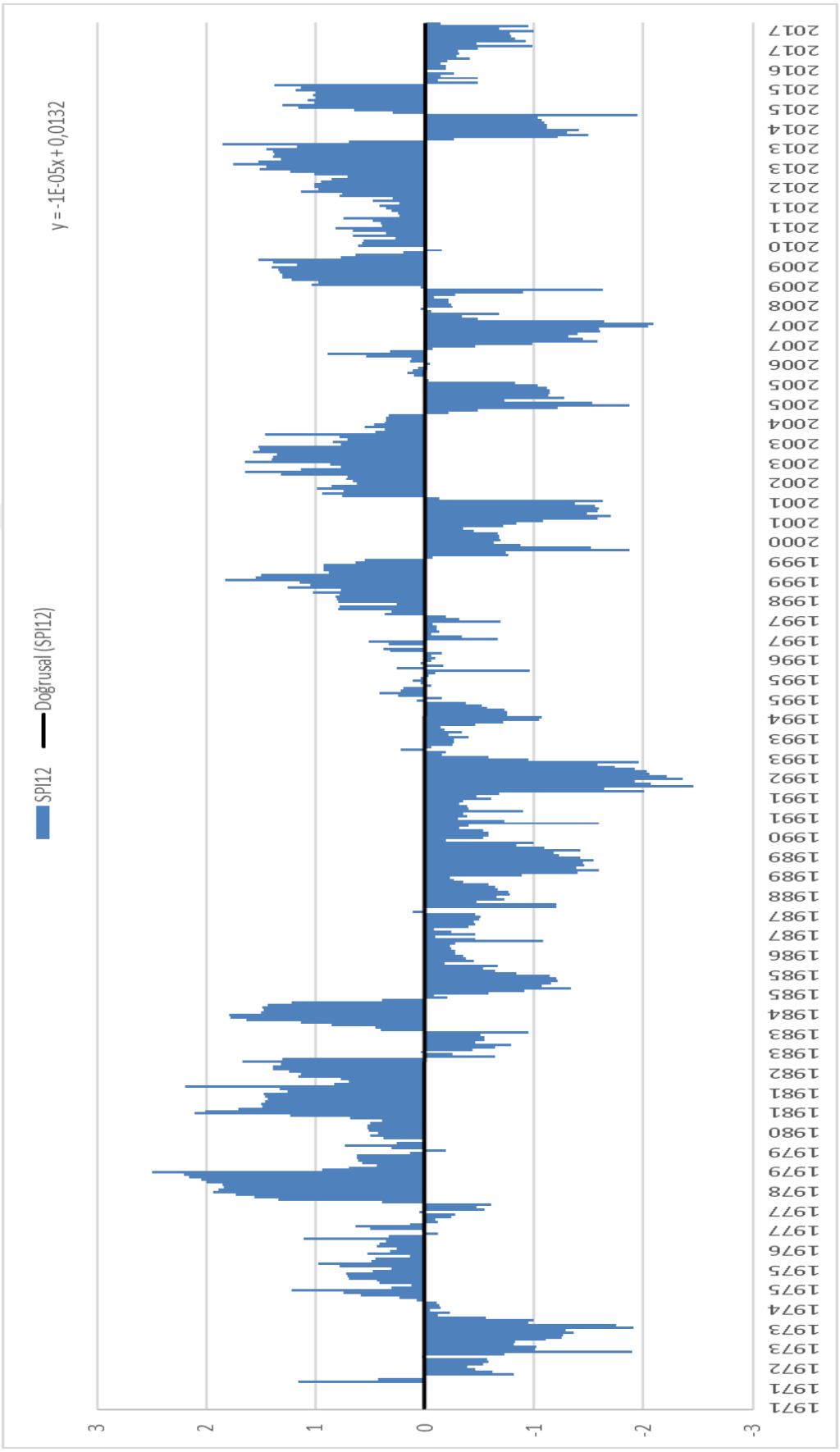
Şekil 5 Ödemiş İstasyonu 1 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



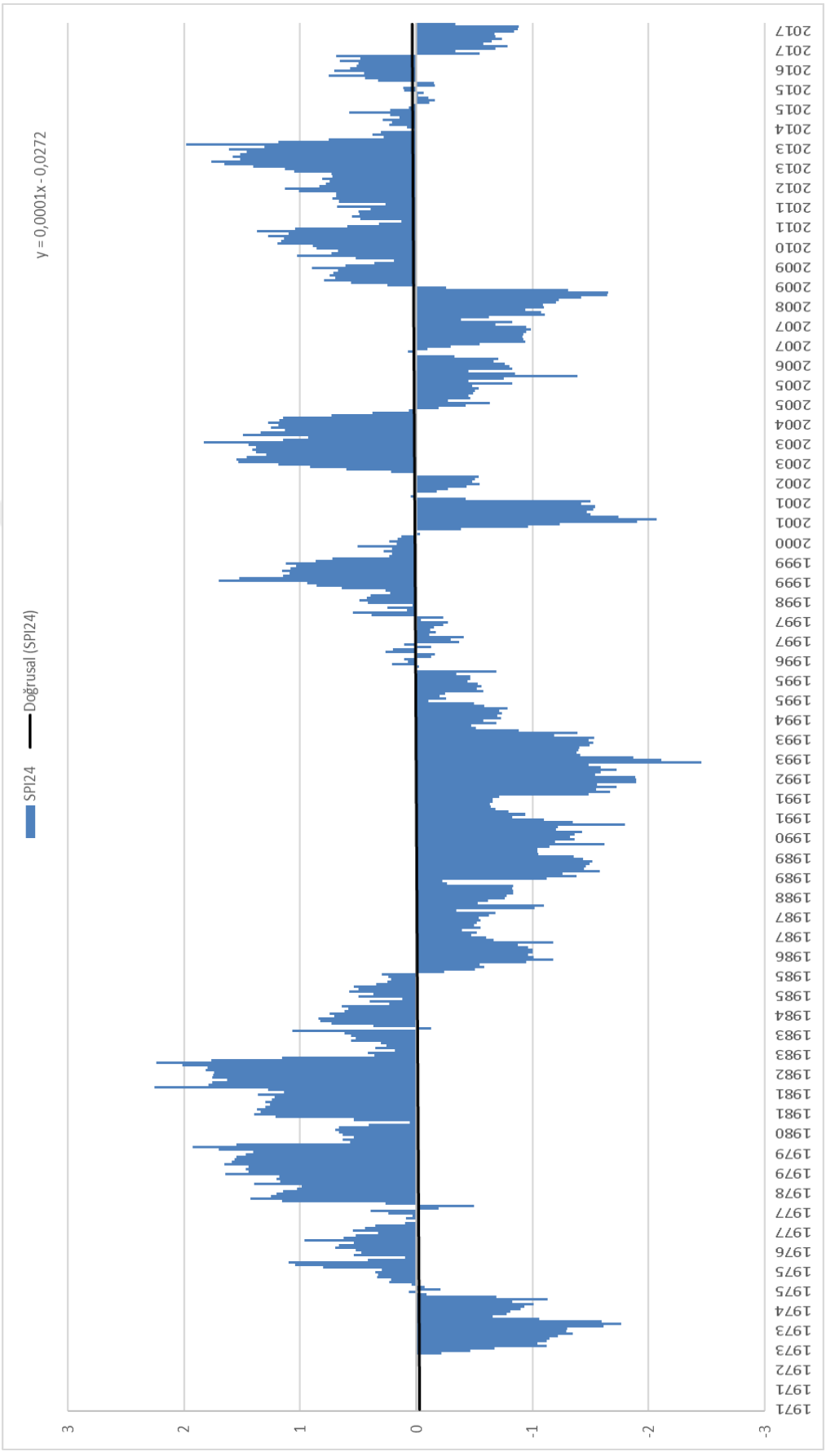
Şekil 6 Ödemiş İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 7 Ödemiş İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 8 Ödemiş İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 9 Ödemiş İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi

SPI gidişleri incelendiğinde aylık SPI'da kurak ve sulak dönemlerin genel olarak dengeli olduğu görülüyor. 1999 yılı ve 2004 yıllarında kuraklık dönemi diğer zaman dilimlerine nazaran daha belirgin olduğunu görüyoruz.

Üç aylık SPI incelendiğinde kuraklık ve sulak dönemlerin aylık verilere artık biraz daha belirgin olduğu anlaşılıyor. 1972-1973, 1984-1986, 1987-1989, 1993-1994, 1999-2000, 2004-2005, 2007-2008, 2014 yıllarında kuraklığın yaşandığı görülüyor. 1983, 1998 ve 2003 yıllarında ise sulak dönemlerin olduğu görülüyor.

Altı aylık SPI indislerinde 1974-1984 yılları arasında sulak dönemin daha ağır olduğu dönem, 1985-1996 yılları arasında ise kurak dönemlerin daha fazla olduğu grafik üzerinden anlaşılıyor. Diğer yıllarda kısa süreli kurak ve sulak dönemler yaşanmasına rağmen yukarıdaki aralıklara nazaran biraz daha dengeli olduğu görülüyor.

On iki aylık SPI'da artık indisler diğer zaman periyotlarına nazaran dönemlerin daha belirgin olduğu görülmüştür. 1972-1974, 1985-1995, 1999-2001, 2007-2008 yılları arası ve 2005, 2014 yıllarında net bir şekilde kuraklık yaşandığı anlaşılmıştır. 1975-1983, 1998-1999, 2002-2005 ve 2009-2013 yılları arasında ise sulak dönemler yaşanmıştır.

Yirmi dört aylık SPI incelendiğinde 1973-1975, 1986-1996, 2001-2002, 2005-2009 yılları arasında kuraklık, 1975-1985, 1998-2000, 2003-2004, 2010-2016 yılları arasında sulak dönem yaşandığı görülmüştür.

Tablo 4 ve tablo 5 incelendiğinde yirmi dört aylık SPI için Nisan 1975-Mayıs 1977 arasında 26 aylık bir süreçte sulak dönem olduğu görülmüştür. Sulak dönemin şiddeti 12,5969 ve yoğunluğu 0,484496'dır. Ocak 1978-Kasım 1983 arasında, Aralık 1997-Ağustos 2000 arasında, Eylül 2002-Kasım 2004 arasında ve Şubat 2009-Mart 2015 arasında da sulak dönemlerin yaşandığı tespit edilmiştir. Bu dönemlerin süreleri, şiddetleri ve yoğunlukları tablo da gösterildiği gibidir. Aralık 1972-Aralık 1974 arasında yaşanan kurak dönemin süresi 25 ay iken şiddeti 24,7689 ve yoğunluğu 0,99076'dır. Kasım 1985-Ocak 1996 arasında, Kasım 2000-Kasım 2001 arasında ve Aralık 2004-Ocak 2009 arasında da kurak dönemlerin yaşandığı görülmüştür.

On iki aylık SPI için bakıldığında Aralık 1971-Şubat 1972 arasında 3 aylık gibi bir sürede sulak dönem olduğu görülmüştür. Bu sulak dönem için şiddet 1,59109 iken yoğunluğu 0,53036'dır. Diğer sulak dönemler ise Eylül 1974-Kasım 1976, Ocak 1978-Kasım 1982, Kasım 1983-Kasım 1984, Aralık 1997-Ekim 1999, Aralık 2001-Eylül 2004, Ocak 2009-Aralık 2013 ve Aralık 2014-Kasım 2015 arasında yaşanmıştır. Yaşanan bu sulak dönemlerin şiddetleri ve yoğunlukları tabloda gösterilmiştir. Kasım 1972-Ağustos 1974 arasındaki dönemde kuraklık olduğu görülmüştür. 22 ay süren bu dönem de kuraklık şiddeti 19,5141 ve yoğunluğu 0,887'dir. Aralık 1984-Aralık 1994, Kasım 1999-Kasım 2001, Ekim 2004-Aralık 2005, Aralık 2006-Aralık 2008 ve Ocak 2014-Aralık 2014 arasındaki dönemlerde kurak dönem yaşanmıştır.

Tablo 4 Ödemiş 24 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Nis.75	May.77	26	12,5969	0,484496
Oca.78	Kas.83	71	83,41591	1,174872
Ara.97	Ağu.00	33	19,55601	0,592606
Eyl.02	Kas.04	27	29,49469	1,092396
Şub.09	Mar.15	74	56,50831	0,763626

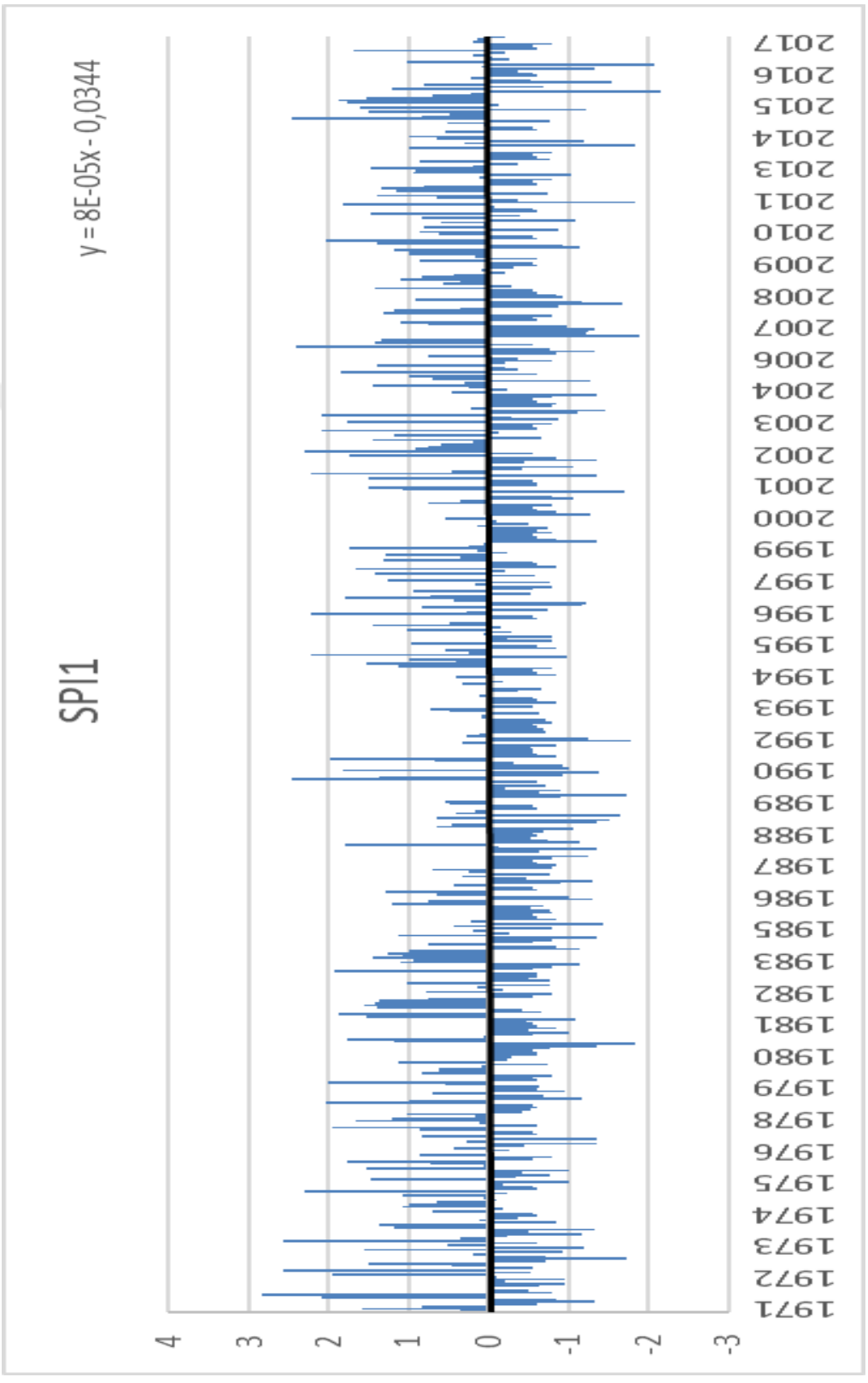
Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.72	Ara.74	25	-24,7689	-0,99076
Kas.85	Oca.96	123	-121,827	-0,99046
Kas.00	Kas.01	13	-17,6664	-1,35895
Ara.04	Oca.09	50	-37,3063	-0,74613

Tablo 5 Ödemiş 12 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

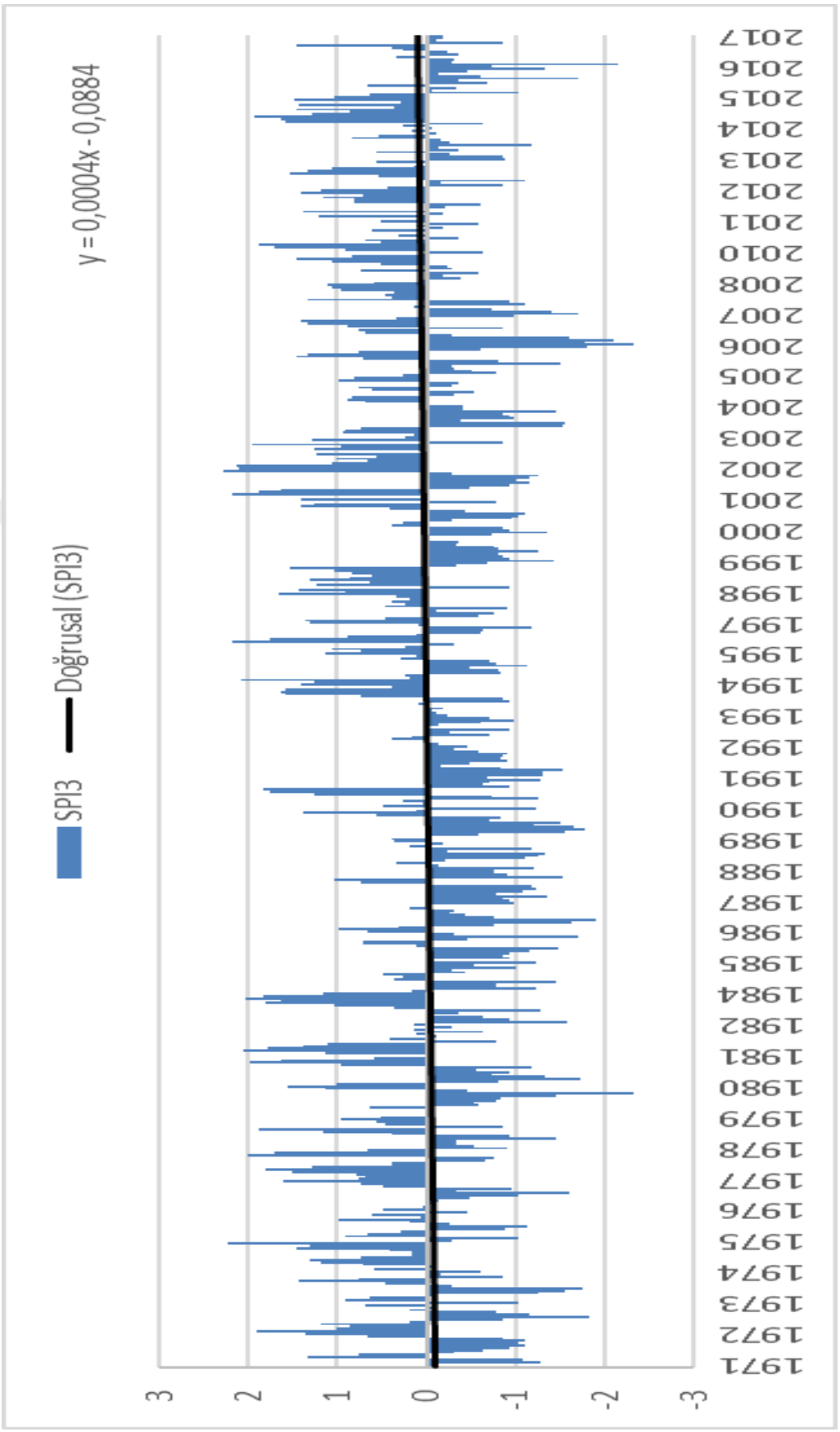
Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.71	Şub.72	3	1,591079	0,53036
Eyl.74	Kas.76	27	13,60287	0,50381
Oca.78	Kas.82	59	67,31321	1,140902
Kas.83	Kas.84	13	15,52353	1,194118
Ara.97	Eki.99	23	20,63772	0,897292
Ara.01	Eyl.04	34	30,83203	0,906824
Oca.09	Ara.13	60	51,96068	0,866011
Ara.14	Kas.15	12	12,19262	1,016052

Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Kas.72	Ağu.74	22	-19,5141	-0,887
Ara.84	Ara.94	121	-93,4729	-0,7725
Kas.99	Kas.01	25	-25,2455	-1,00982
Eki.04	Ara.05	15	-13,7863	-0,91909
Ara.06	Ara.08	25	-21,6221	-0,86488
Oca.14	Kas.14	11	-13,0564	-1,18695

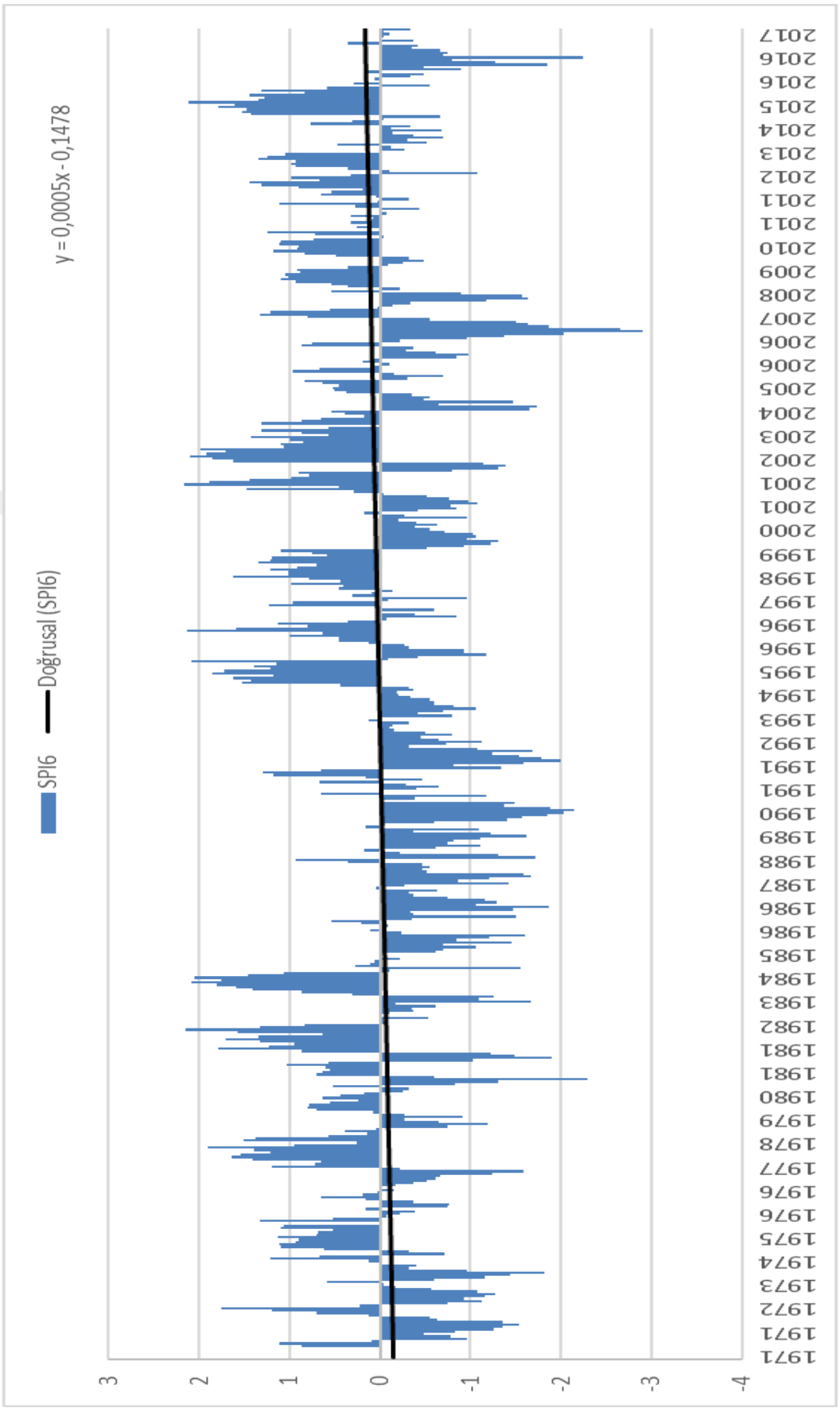
4.2 Kuşadası İlçe Meteorolojik Kuraklık Analizi



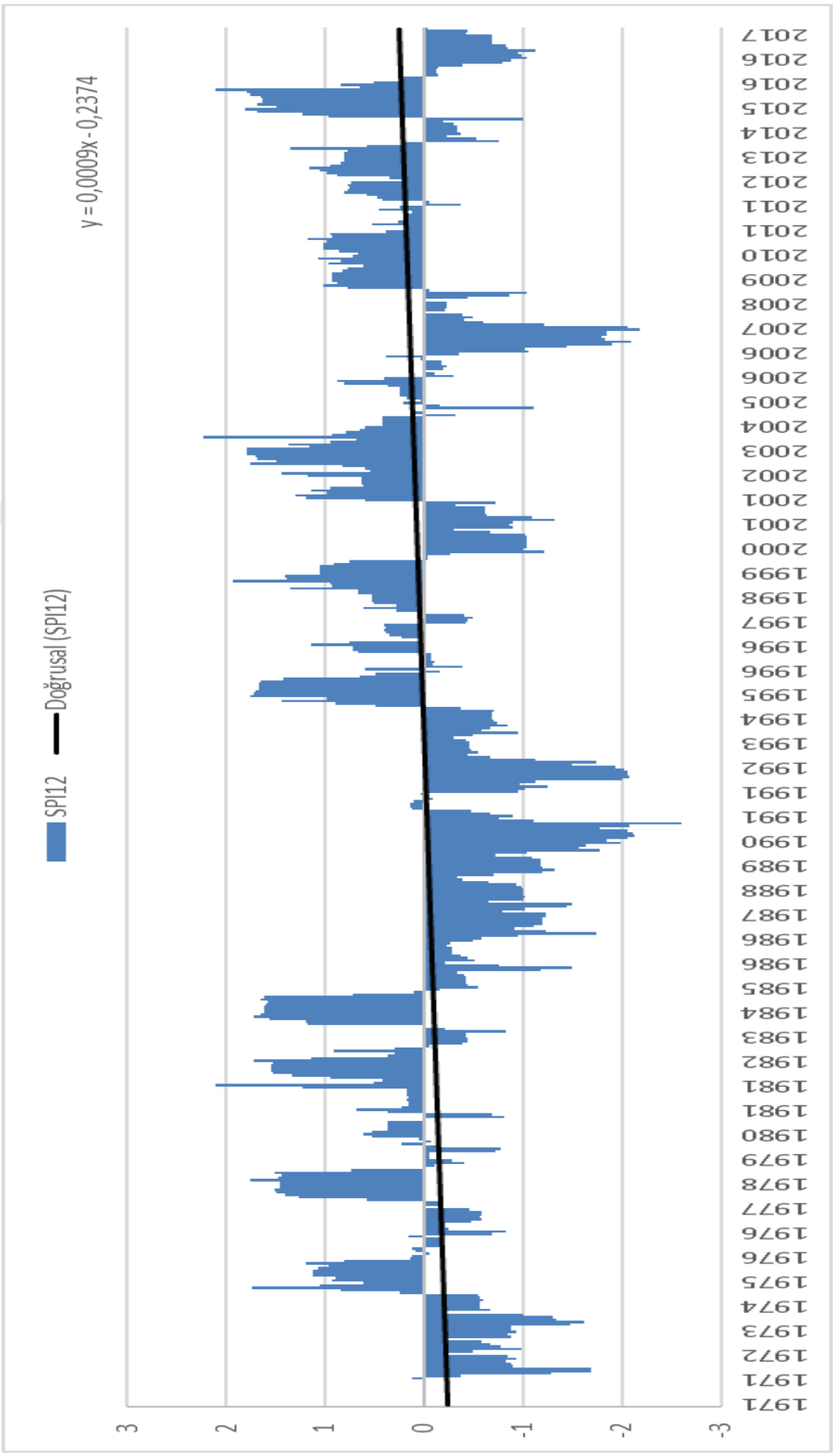
Şekil 10 Kuşadası İstasyonu 1 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



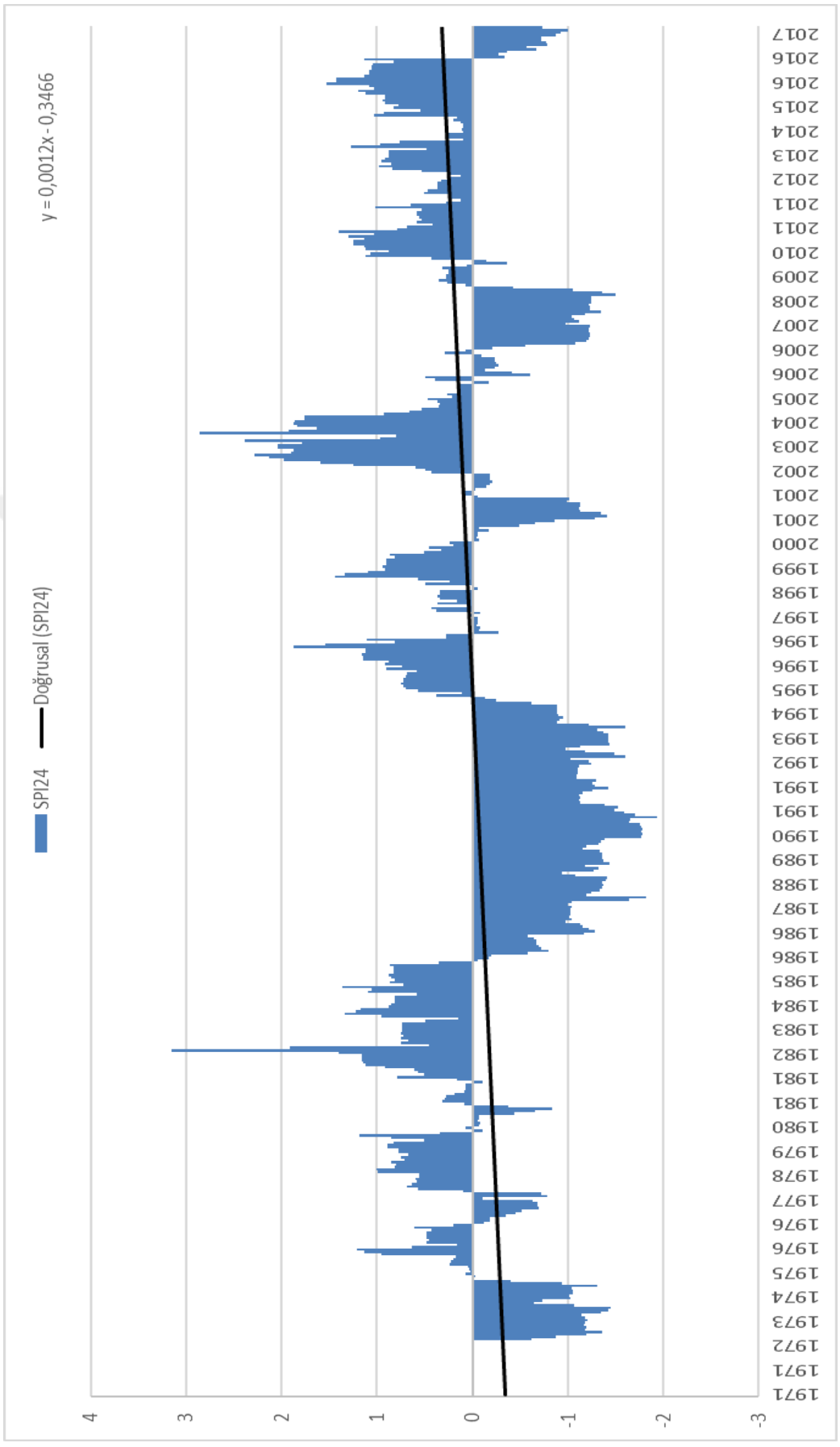
Şekil 11 Kuşadası İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 12 Kuşadası İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 13 Kuşadası İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 14 Kuşadası İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi

SPI gidişleri incelendiğinde aylık SPI'da kurak ve sulak dönemlere bakıldığında kurak dönemlerin biraz daha ağır bastığı görülüyor. Özellikle 1991-1994 yılları arasındaki dönemde kuraklık ağır olarak yaşandığı ve sulak dönemin neredeyse yok denebilecek kadar az olduğu görülmüştür.

Üç aylık SPI incelendiğinde kurak ve sulak dönemlerin aylık SPI'a göre daha belirgin ve belli dönemler dışında hem kurak hem sulak dönemlerin peş peşe yaşandığı görülüyor. 1984-1993 yılları arası ve 1999-2000 yıllarında yoğun olarak kurak dönem yaşandığı görülmüştür.1980,2006 ve 2016 yıllarında noktasal olarak aşırı kurak dönemler olduğu ve 1975, 1997, 2001 ve 2002 yıllarında ise aşırı sulak dönemler görülmektedir.

Altı aylık SPI indislerinde üç aylık değerlerle hemen hemen aynı zaman periyotları ile aynı dönemde olan 1984-1994 ve 1999-2001 yıllarında yoğun bir kuraklık dönemi görülmektedir.1974, 1975, 1978, 1981, 1984, 1995, 1996, 1998, 2003, 2009, 2012, 2013 ve 2015 yıllarında sulak dönemlerin yaşandığı, 2006-2007 yıllarında ise aşırı kurak dönem olduğu görülmüştür.

On iki aylık SPI'da artık indisler diğer zaman periyotlarına nazaran dönemlerin daha belirgin olduğu görülmüştür. 1972-1974, 1985-1994, 2000-2001, 2007-2008 ve 2016-2017 yılları arasındaki dönemlerde kurak dönemlerdir. 1975, 1978, 1980-1982, 1984, 1995, 1998-1999, 2001-2006, 2009-2013 ve 2015-2016 yıllarında sulak dönemler olduğu tespit edilmiştir.

Yirmi dört aylık SPI incelendiğinde 1973-1974, 1986-1994, 2001, 2006-2009, 2017 yıllarında kurak dönemler, 1975-1976, 1977-1979, 1981-1985,1995-2000, 2003-2005 ve 2010-2016 yıllarında sulak dönemler yaşandığı görülmüştür.

Tablo 6 ve tablo 7 incelendiğinde yirmi dört aylık SPI için Mart 1975- Kasım 1976 arasında 21 aylık bir süreçte sulak dönem olduğu görülmüştür. Sulak dönemin şiddeti 8,71999 ve yoğunluğu 0,415238'dır. Ocak 1978-Ocak 1980 arasında, Kasım 1981-Kasım 1985 arasında, Ocak 1995-Şubat 1997 arasında ve Kasım 1998-Nisan 2000 arasında, Eylül 2002-Eylül 2005 arasında, Ocak 2010-Kasım 2016 arasında da sulak dönemlerin yaşandığı tespit edilmiştir. Bu dönemlerin süreleri, şiddetleri ve yoğunlukları tablo da gösterildiği gibidir. Aralık 1972-Şubat 1975 arasında yaşanan kurak dönemin süresi 27 ay iken şiddeti 26,8028 ve yoğunluğu 0,9927'dır. Aralık 1985-Aralık 1994 arasında, Mayıs 2000-Kasım 2001 arasında Aralık 2006-Ocak 2009 arasında ve Aralık 2016-Aralık 2017 arasında da kurak dönemlerin yaşandığı görülmüştür.

On iki aylık SPI için bakıldığında Kasım 1974-Şubat 1976 arasında 16 aylık gibi bir sürede sulak dönem olduğu görülmüştür. Bu sulak dönem için şiddet 13,98708 iken yoğunluğu 0,874193'tür. Diğer sulak dönemler ise Ocak 1978-Şubat 1979, Ocak 1981-Mart 1983, Aralık 1983-Şubat 1985, Kasım 1994-Aralık 1995, Eylül 1996-Ekim 1999, Kasım 2001-Eylül 2004, Şubat 2009-Ocak 2014 ve Aralık 2014-Nisan 2016 arasında yaşanmıştır. Yaşanan bu sulak dönemlerin şiddetleri ve yoğunlukları tabloda gösterilmiştir. Ocak 1972-Ekim 1974 arasındaki dönemde kuraklık olduğu görülmüştür. 34 ay süren bu dönem de kuraklık şiddeti 28,7879 ve yoğunluğu 0,8467'dir. Mart 1985-Nisan 1991, Aralık 1991-Ekim 1994, Kasım 1999-Ekim 2001, Aralık 2004-Şubat 2005, Kasım 2006-Ocak 2009 ve Mayıs 2016-Aralık 2017 arasındaki dönemlerde kurak dönem yaşanmıştır.

Tablo 6 Kuşadası 24 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Mar.75	Kas.76	21	8,71999	0,415238
Oca.78	Oca.80	25	17,90049	0,71602
Kas.81	Kas.85	49	44,22819	0,902616
Oca.95	Şub.97	26	21,70069	0,834642
Kas.98	Nis.00	18	13,17057	0,731698
Eyl.02	Eyl.05	37	44,80765	1,211018
Oca.10	Kas.16	83	61,70981	0,743492

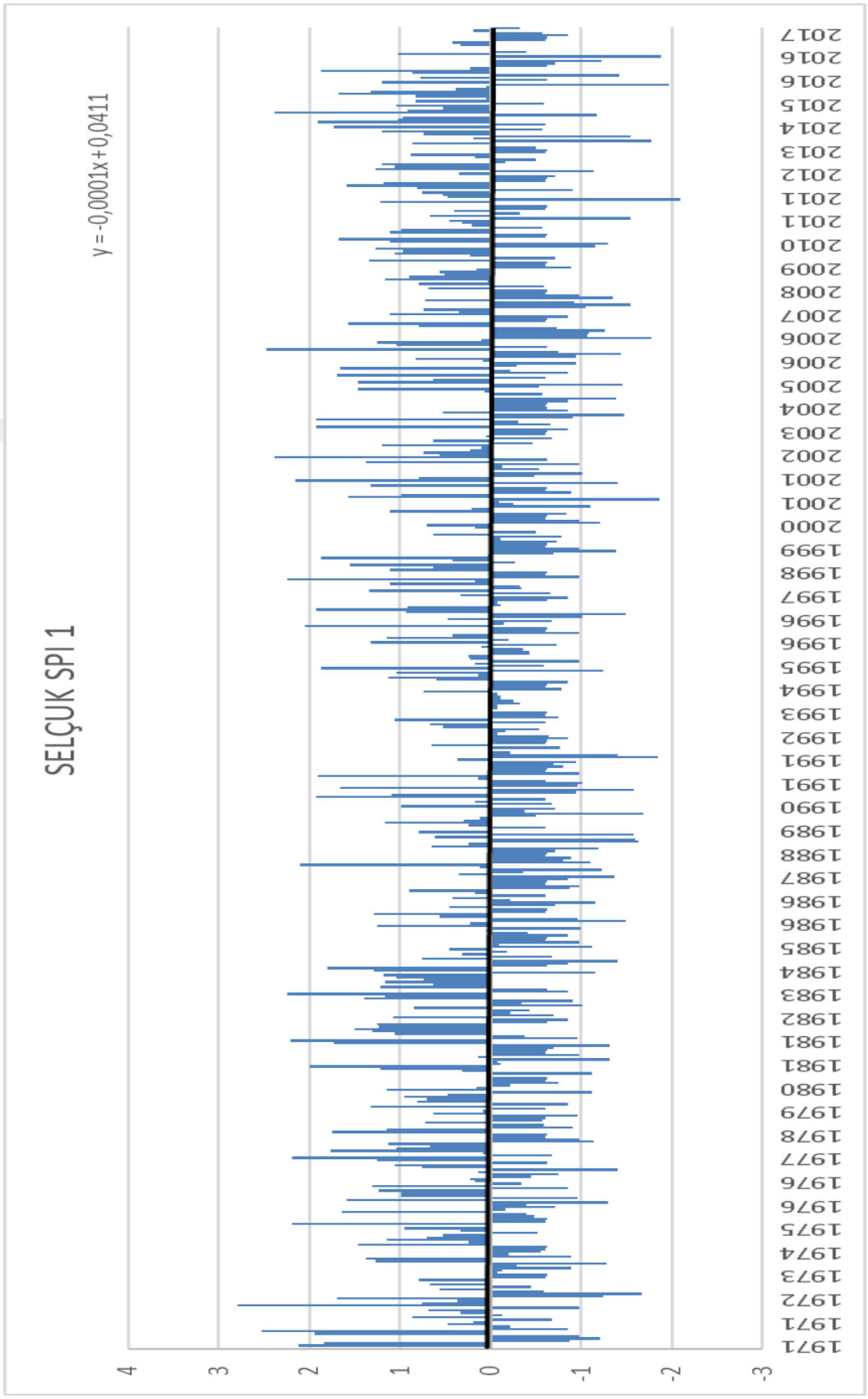
Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.72	Şub.75	27	-26,8028	-0,9927
Ara.85	Ara.94	109	-128,377	-1,17777
May.00	Kas.01	19	-13,0515	-0,68692
Ara.06	Oca.09	26	-28,7952	-1,10751
Ara.16	Ara.17	13	-8,71339	-0,67026

Tablo 7 Kuşadası 12 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

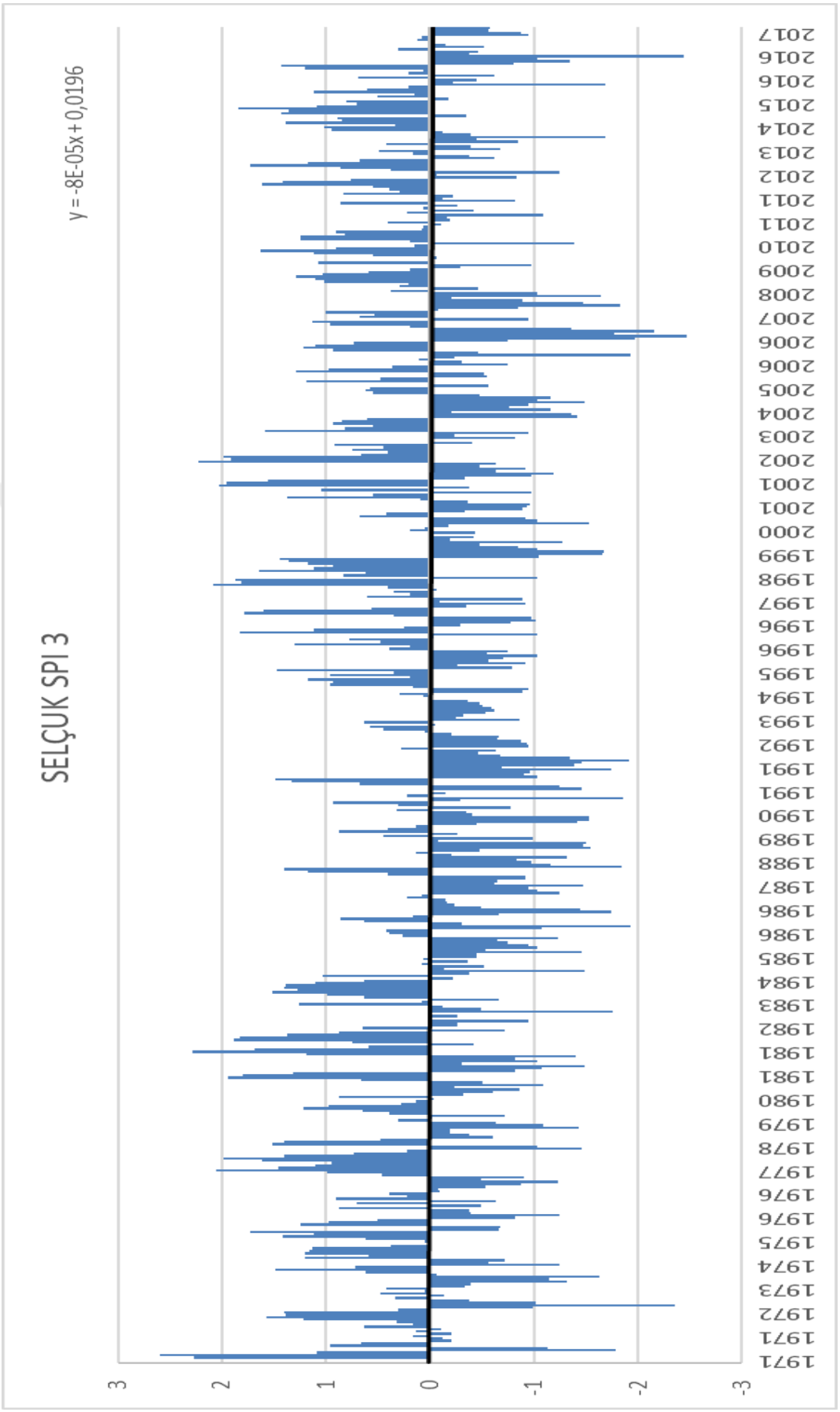
Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Kas.74	Şub.76	16	13,98708	0,874193
Oca.78	Şub.79	14	17,52382	1,251701
Oca.81	Mar.83	27	21,52382	0,797179
Ara.83	Şub.85	15	19,41098	1,294065
Kas.94	Ara.95	14	18,16605	1,297575
Eyl.96	Eki.99	38	24,653	0,648763
Kas.01	Eyl.04	35	36,20433	1,034409
Şub.09	Oca.14	60	41,50734	0,691789
Ara.14	Nis.16	17	21,84914	1,285244

Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Oca.72	Eki.74	34	-28,7879	-0,8467
Mar.85	Nis.91	74	-74,5976	-1,00808
Ara.91	Eki.94	35	-34,191	-0,97689
Kas.99	Eki.01	24	-18,3168	-0,7632
Ara.04	Şub.05	3	-1,27993	-0,42664
Kas.06	Oca.09	27	-25,8101	-0,95593
May.16	Ara.17	20	-12,0171	-0,60086

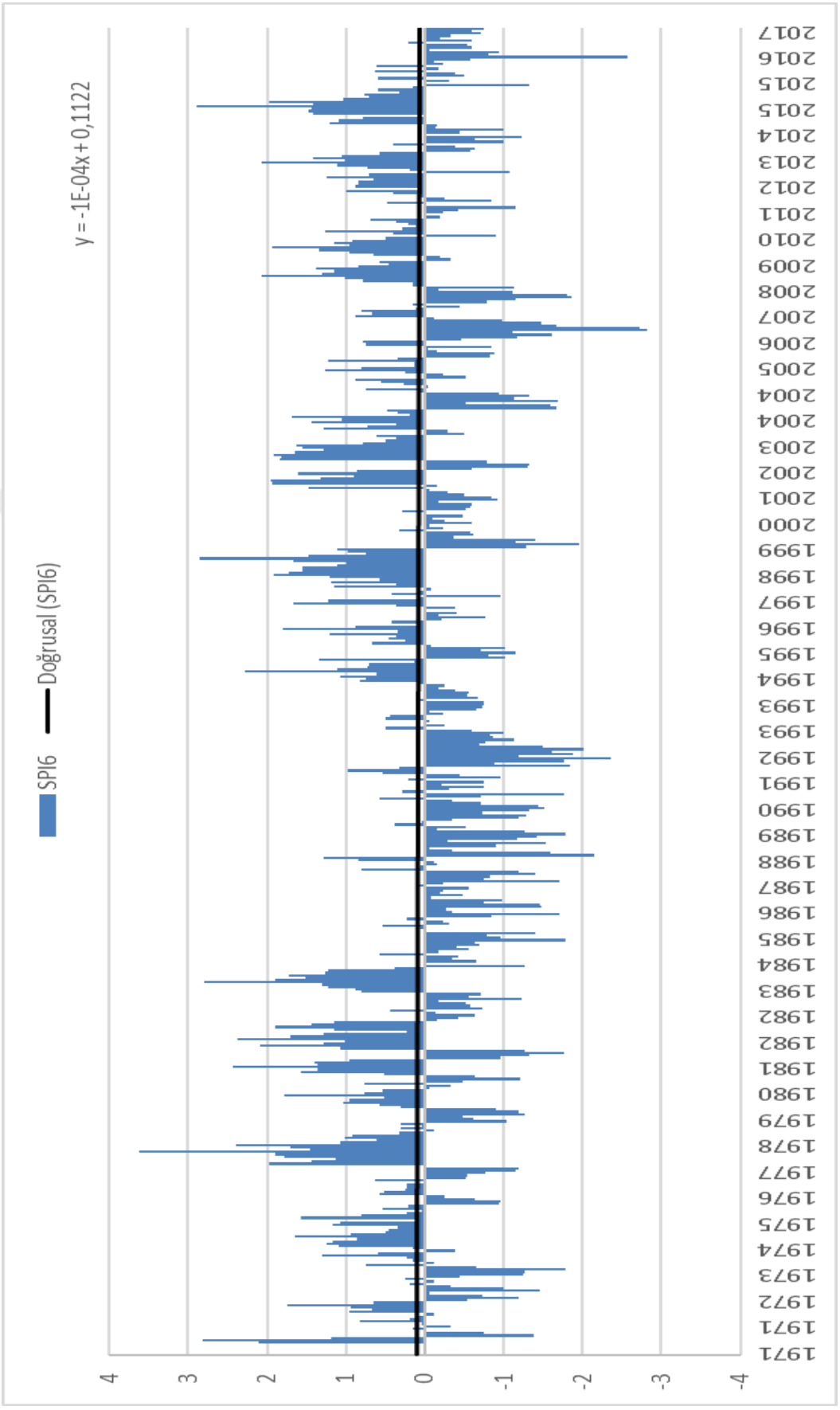
4.3 Selçuk İlçe Meteorolojik Kuraklık Analizi



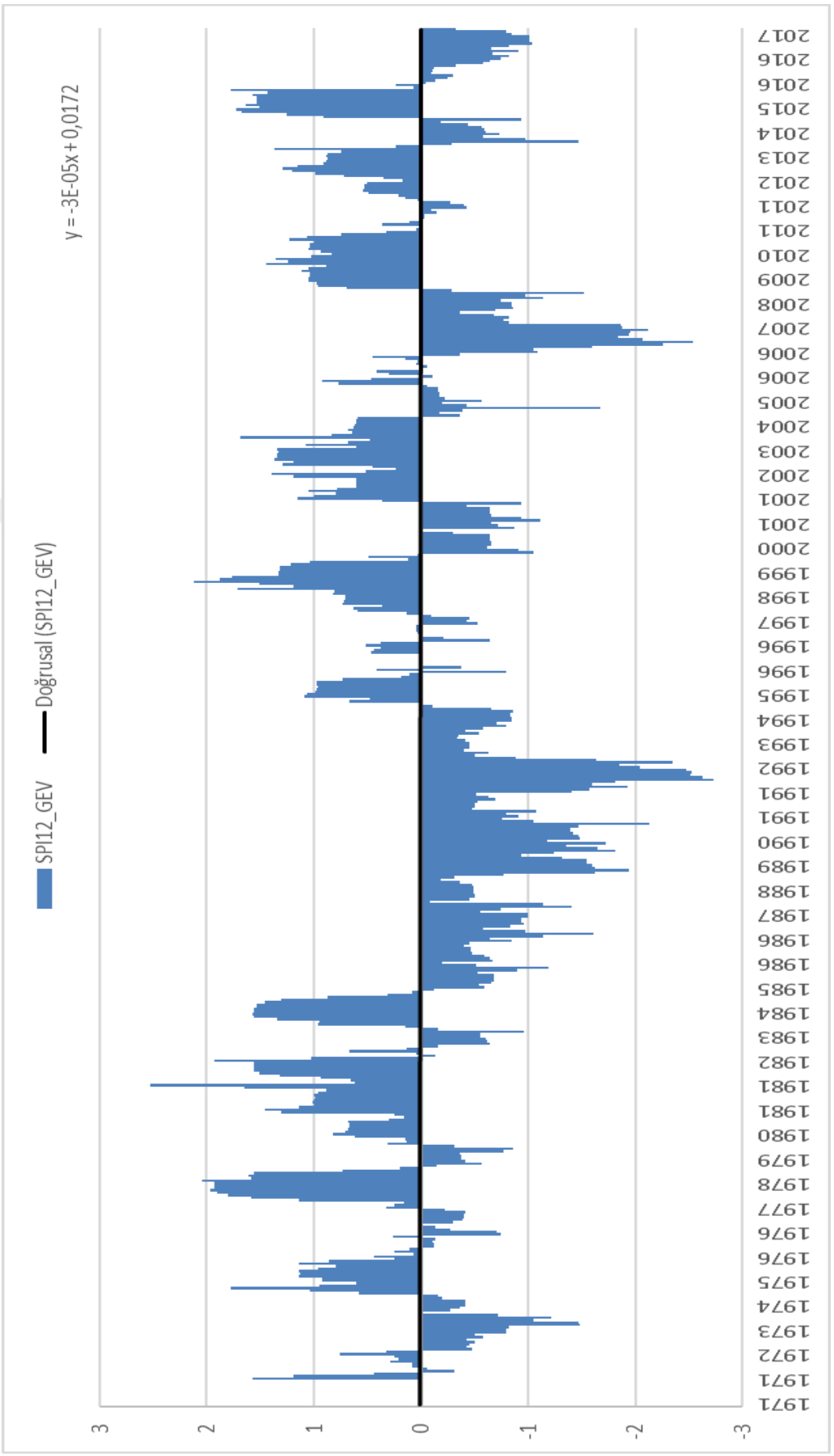
Şekil 15 Selçuk İstasyonu 1 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



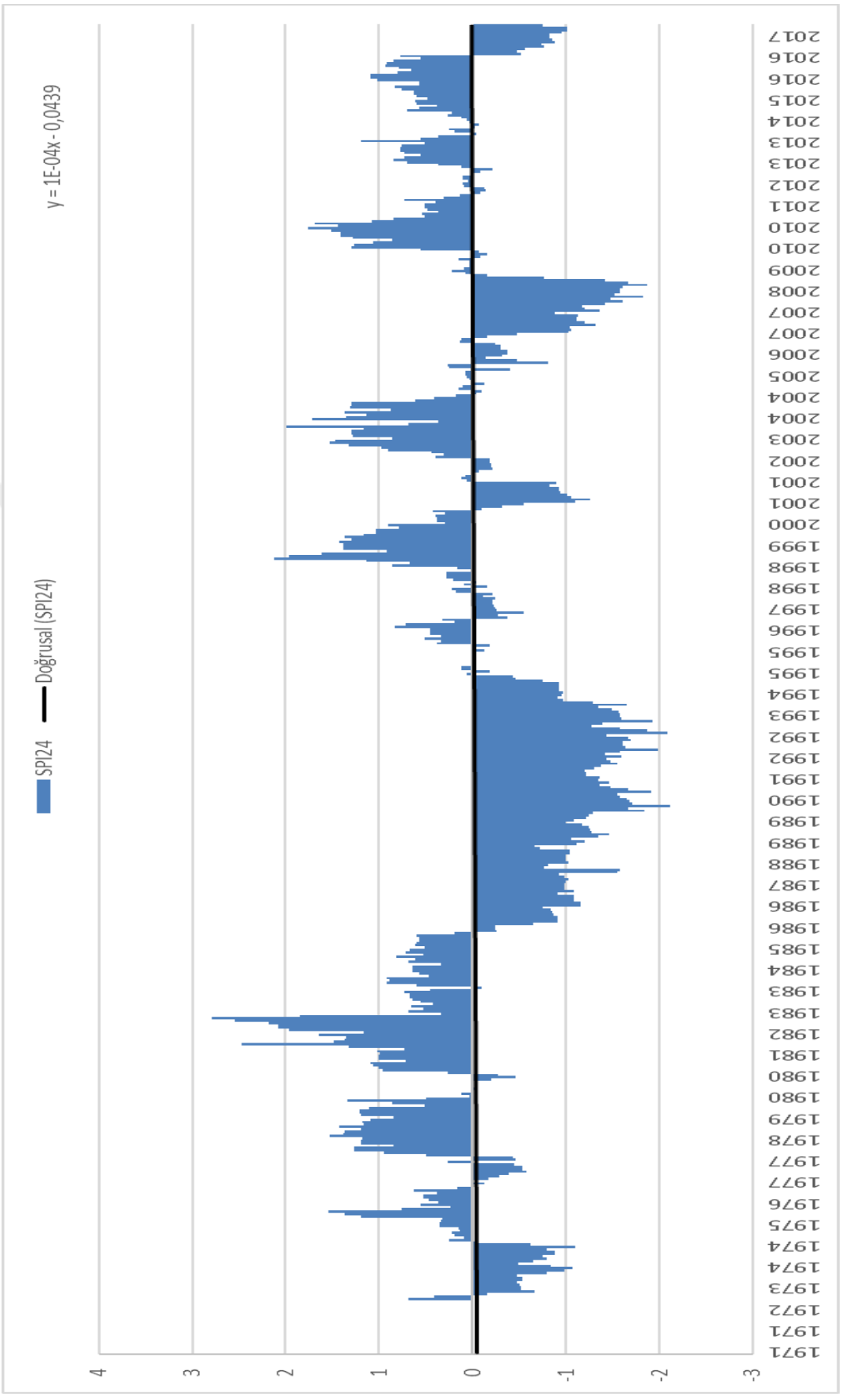
Şekil 16 Selçuk İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 17 Selçuk İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 18 Selçuk İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 19 Selçuk İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi

SPI gidişleri incelendiğinde aylık SPI'da kurak ve sulak dönemlerin genel olarak dengeli olduğu görülüyor.

Üç aylık SPI incelendiğinde kuraklık ve sulak dönemlerin aylık verilere artık biraz daha belirgin olduğu anlaşılıyor. 1985-1994 yılları arasında belli dönemler sulak olmasına rağmen ağırlık olarak kurak bir dönem bir yaşandığı görülmüştür. 1999-2000, 2002 ve 2005 yıllarında da kuraklıklar gözlemlenmiştir. 1977, 1984, 1997-1998 ve 2003 yıllarında ise sulak dönemlerin olduğu görülmüştür.

Altı aylık SPI indislerinde üç aylık verilerdeki olduğu gibi 1984-1994, 1999-2000 yılları arasında kurak dönemler tespit edilmiştir. 2007-2008 yıllarında kuraklık olduğu gözlemlenmiştir. 1977-1978, 1981, 1982, 1983, 1998-1999, 2003-2004, 2009-2010 ve 2014,2015 yıllarında ise sulak dönemlerin yoğunlukta olduğu görülmüştür.

On iki aylık SPI'da artık indisler diğer zaman periyotlarına nazaran dönemlerin daha belirgin olduğu görülmüştür. 1972-1974, 1985-1994, 2000-2001, 2007-2009 ve 2016-2017 yıllarında yoğun olarak kurak dönemlerin yaşanmıştır. 1975-1976, 1978, 1980-1982, 1984, 1995, 1997-1999, 2002-2004 ve 2010-2014 yıllarında ise sulak dönemlerin yaşandığı görülmüştür.

Yirmi dört aylık SPI incelendiğinde 1972-1974, 1986-1995, 2001, 2007-2009 ve 2017 yıllarında kuraklıkların olduğu görülmüştür. 1974-1985, 1996, 1998-2000, 2002-2004 ve 2010-2016 yıllarında ise sulak dönemleri olduğu görülmüştür.

Tablo 8 ve tablo 9 incelendiğinde yirmi dört aylık SPI için Ocak 1975- Aralık 1976 arasında 24 aylık bir süreçte sulak dönem olduğu görülmüştür. Sulak dönemin şiddeti 11,12128 ve yoğunluğu 0,463387'dır. Ocak 1978-Mart 1980 arasında, Aralık 1980-Kasım 1983 arasında, Mayıs 1998-Ekim 2000 arasında Eylül 2002-Kasım 2004 arasında Ocak 2010-Aralık 2011 ve Temmuz 2014-Kasım 2016 arasında da sulak dönemlerin yaşandığı tespit edilmiştir. Bu dönemlerin süreleri, şiddetleri ve yoğunlukları tablo da gösterildiği gibidir. Şubat 1973-Aralık 1974 arasında yaşanan kurak dönemin süresi 23 ay iken şiddeti 15,1244 ve yoğunluğu 0,65758'dır. Aralık 1985-Aralık 1994 arasında, Kasım 2000-Ekim 2001 arasında, Aralık 2006-Şubat 2009 arasında ve Aralık 2016-Aralık 2017 arasında da kurak dönemlerin yaşandığı görülmüştür.

On iki aylık SPI için bakıldığında Aralık 1971-Şubat 1972 arasında 3 aylık gibi bir sürede sulak dönem olduğu görülmüştür. Bu sulak dönem için şiddet 3,212954 iken yoğunluğu 1,070985'tir. Diğer sulak dönemler ise Kasım 1974-Mayıs 1976, Ekim 1977-Şubat 1979, Aralık 1979-Kasım 1982, Aralık 1983-Şubat 1985, Aralık 1984-Aralık 1995, Ocak 1998-Ocak 2000 arasında, Kasım 2001-Eylül 2004 arasında, Şubat 2009-Şubat 2011 arasında, Şubat 2012-Aralık 2013 ve Aralık 2014-Ocak 2016 arasında yaşanmıştır. Yaşanan bu sulak dönemlerin şiddetleri ve yoğunlukları tabloda gösterilmiştir. Aralık 1972-Ekim 1974 arasındaki dönemde kuraklık olduğu görülmüştür. 23 ay süren bu dönem de kuraklık şiddeti 13,9405 ve yoğunluğu 0,60611'dir. Mart 1985-Kasım 1994, Şubat 2000-Ekim 2001, Ekim 2004-Ekim 2005, Kasım 2006-Ocak 2009, Ocak 2014-Kasım 2014 arasında ve Şubat 2016-Aralık 2017 arasındaki dönemlerde kurak dönem yaşanmıştır.

Tablo 8 Selçuk 24 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Oca.75	Ara.76	24	11,12128	0,463387
Oca.78	Mar.80	27	27,60767	1,022506
Ara.80	Kas.83	36	42,48324	1,18009
May.98	Eki.00	30	25,79913	0,859971
Eyl.02	Kas.04	27	27,8169	1,030256
Oca.10	Ara.11	24	21,93671	0,91403
Ara.12	Oca.14	14	8,957841	0,639846
Tem.14	Kas.16	29	18,06834	0,623046
Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Şub.73	Ara.74	23	-15,1244	-0,65758
Ara.85	Ara.94	109	-133,779	-1,22733
Kas.00	Eki.01	12	-9,91857	-0,82655
Ara.06	Şub.09	27	-32,7581	-1,21326
Ara.16	Ara.17	13	-10,1942	-0,78417

Tablo 9 Selçuk 12 aylık SPI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

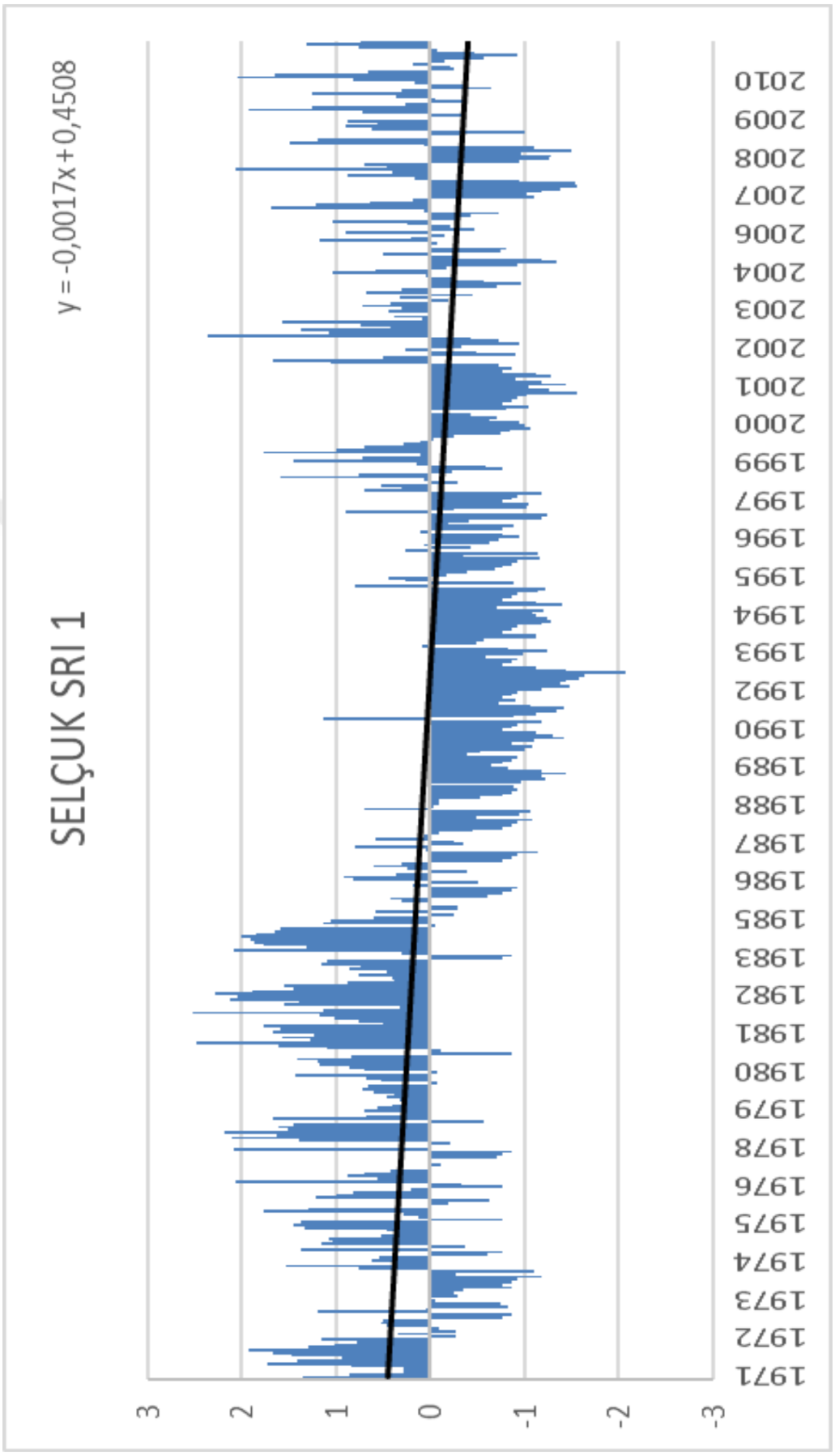
Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.71	Şub.72	3	3,212954	1,070985
Kas.74	May.76	19	15,10394	0,794944
Eki.77	Şub.79	17	22,66833	1,333431
Ara.79	Kas.82	36	35,34215	0,981726
Ara.83	Şub.85	15	16,76397	1,117598
Ara.94	Ara.95	13	9,243289	0,711022
Oca.98	Oca.00	25	24,6	0,984
Kas.01	Eyl.04	35	30,32627	0,866465
Şub.09	Şub.11	25	24,23775	0,96951
Şub.12	Ara.13	23	15,6307	0,679596
Ara.14	Oca.16	14	18,38131	1,312951

Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Ara.72	Eki.74	23	-13,9405	-0,60611
Mar.85	Kas.94	117	-113,944	-0,97388
Şub.00	Eki.01	21	-14,3298	-0,68237
Eki.04	Eki.05	13	-4,71699	-0,36285
Kas.06	Oca.09	27	-33,9161	-1,25615
Oca.14	Kas.14	11	-7,35258	-0,66842
Şub.16	Ara.17	23	-13,23	-0,57522

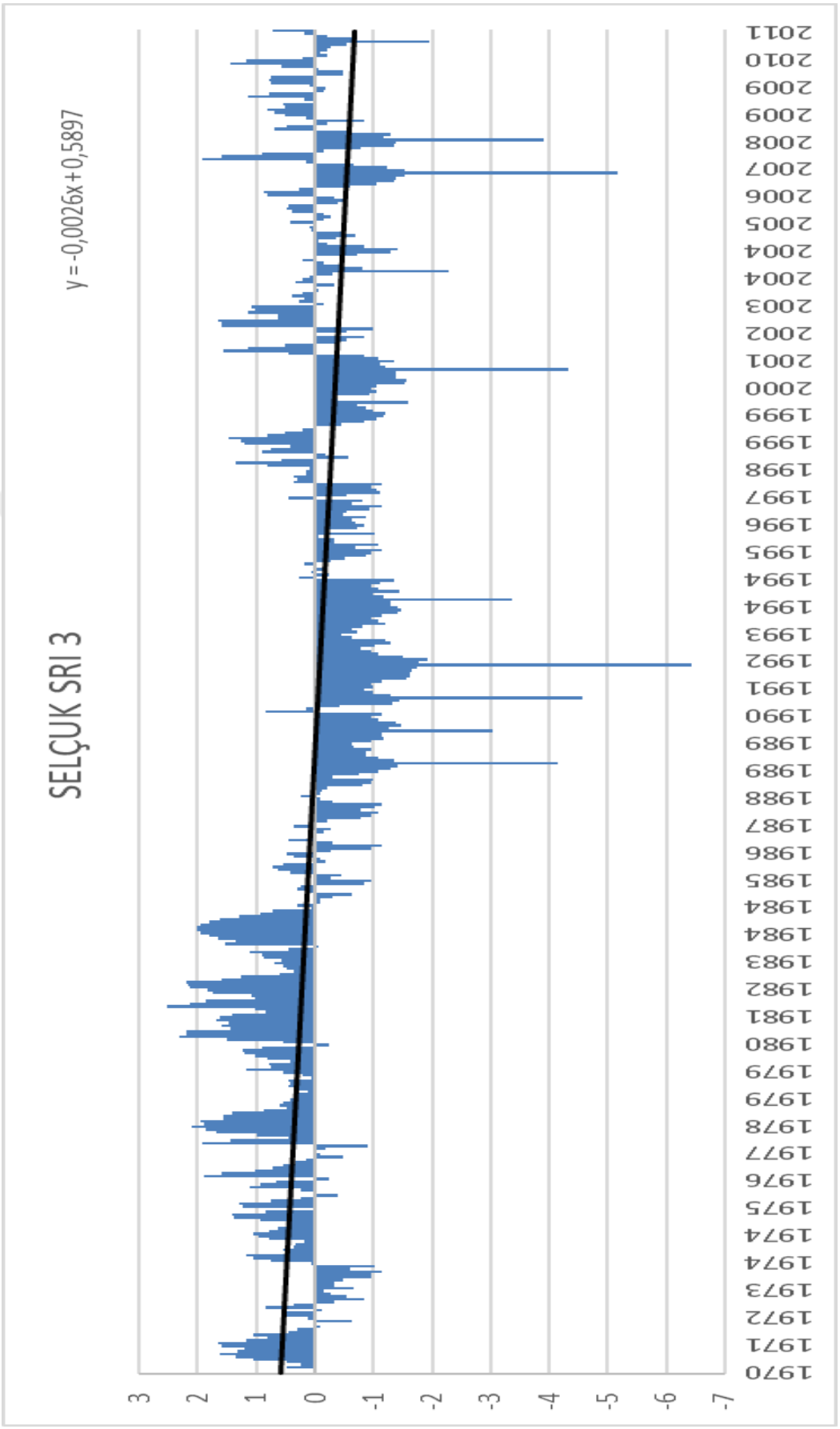
4.4 Selçuk İlçe Hidrolojik Kuraklık Analizi

Selçuk ilçesine ait yağış verileri 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık periyot şeklinde kullanılarak hidrolojik kuraklık araştırılmıştır. Hidrolojik kuraklık için standartlaştırılmış akış indeksi (SRI) kullanılmıştır. Yağış gözlem istasyonlarına ait verilere ilişkin uygun dağılımın tespitine yönelik yapılan Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Chi-Squared testleri neticesinde, söz konusu verilere en uygun dağılımın GEV dağılımı olduğu tespit edilmiştir.

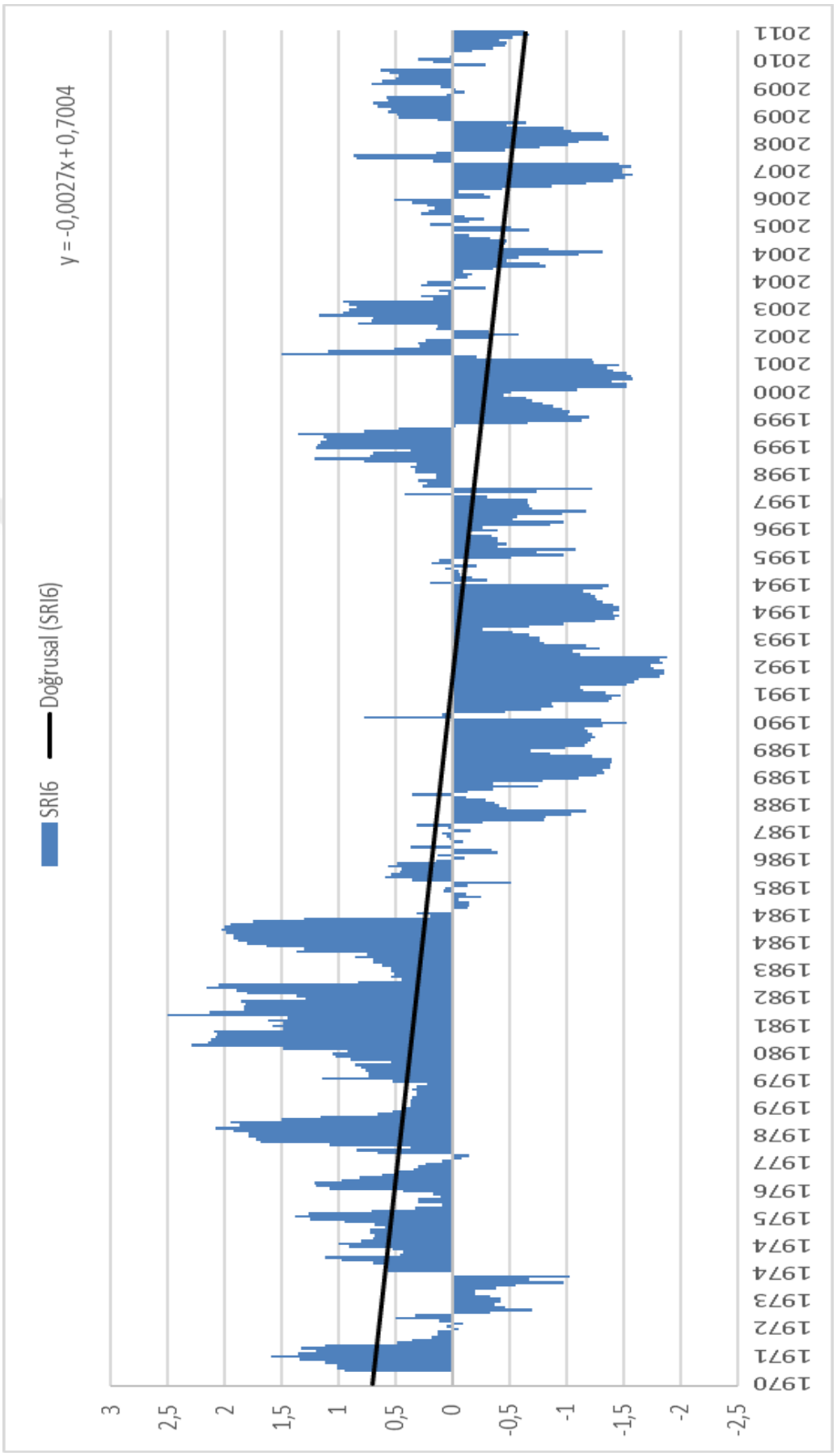
Selçuk için hesaplanan indis değerlerinin aylık, üç aylık, altı aylık, on iki aylık ve yirmi dört aylık periyoda göre 1970-2010 arası gidişleri Şekil 8'te verilmiştir.



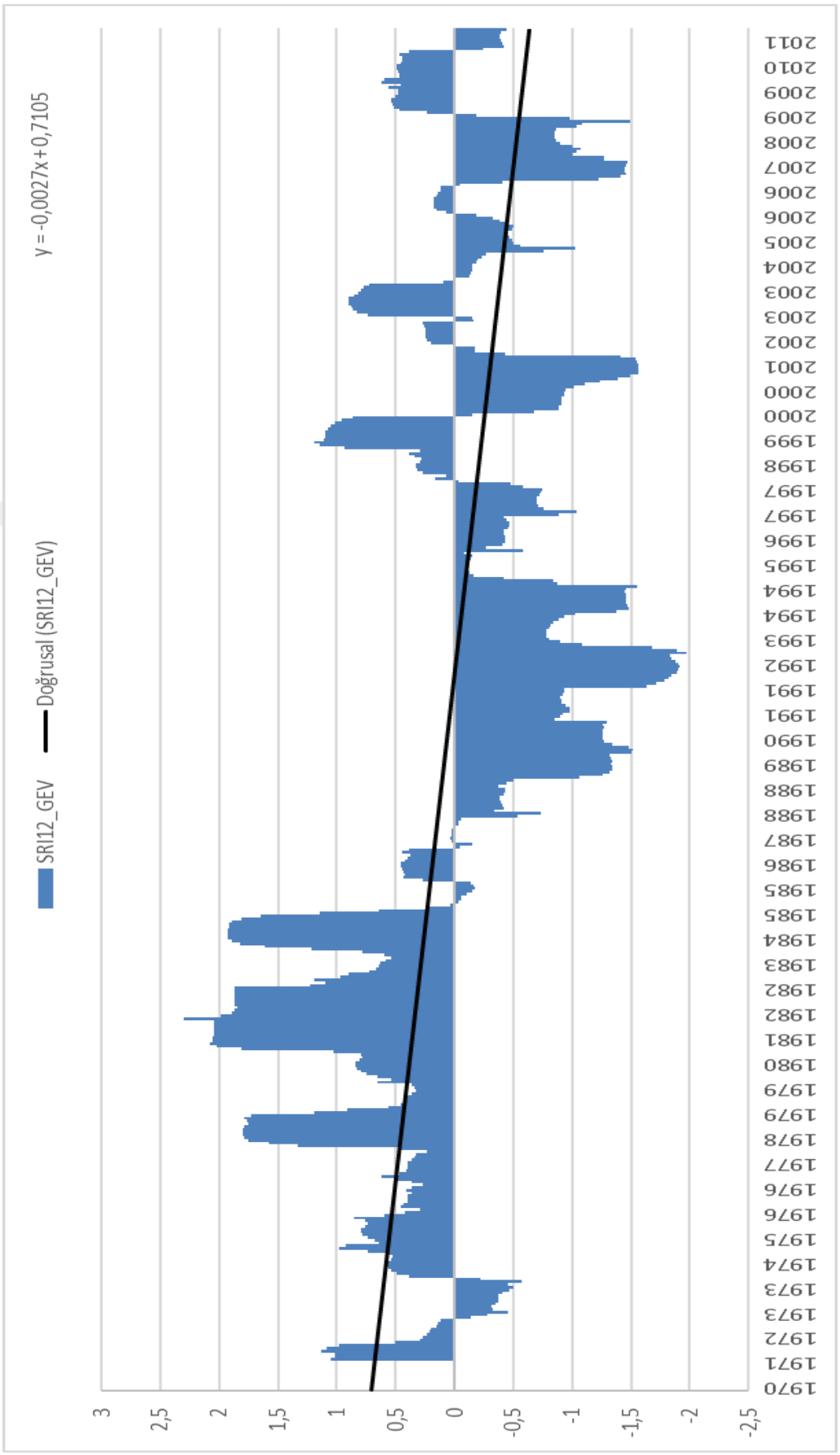
Şekil 20 Selçuk İstasyonu 1 aylık SRI Değerleri ve Trend Analizi



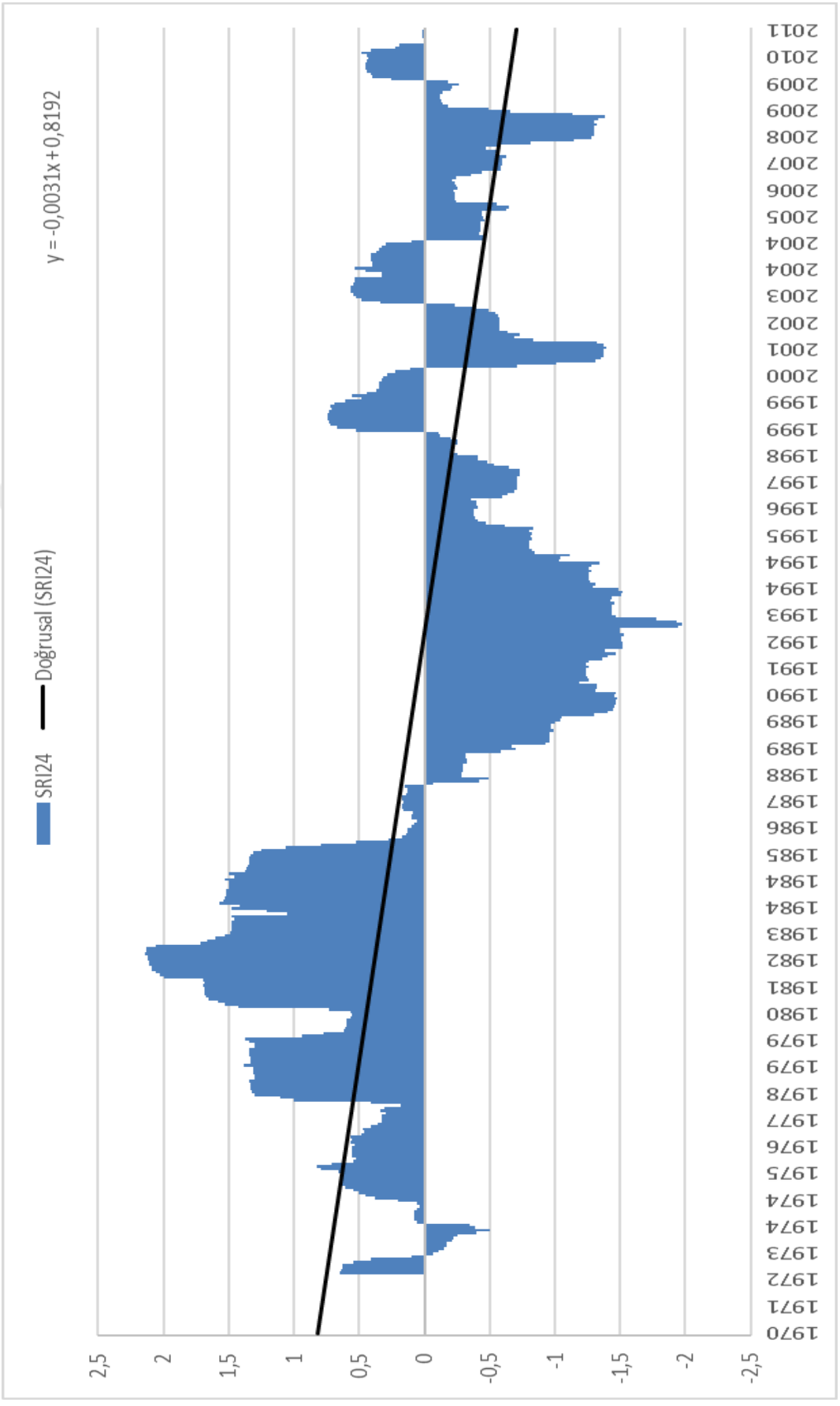
Şekil 21 Selçuk İstasyonu 3 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 22 Selçuk İstasyonu 6 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 23 Selçuk İstasyonu 12 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi



Şekil 24 Selçuk İstasyonu 24 aylık SPI Değerleri ve Trend Analizi

Selçuk için aylık SRI değerleri incelendiğinde 1971-1985 yılları arasında sulak dönemlerin ağırlıkta yaşandığı 1985-1998 yılları arasında ise kurak dönemlerin yaşandığı 1998 sonrasında ise parça parça kurak ve sulak dönemler olmakla birlikte kurak dönemlerin ağırlıkta olduğu görülmüştür.

Selçuk için üç aylık SRI değerleri incelendiğinde 1973, 1985-1998, 1999-2001, 2007 ve 2008 yıllarında kurak dönemlerin yaşandığı 1970-1972, 1974-1984 ve 1998 yıllarında ise sulak dönemlerin yaşandığı görülmüştür.

Selçuk için altı aylık SRI değerleri incelendiğinde 1970-1972 ve 1974-1984 yıllar arasında sulak dönemlerin yaşandığı 1973, 1985-1998 yılları arasında kurak dönemlerin yaşandığı 1998 sonrasında ise kurak ve sulak dönemler ile kurak dönemlerin yoğunlukta yaşandığı görülmüştür.

Selçuk için on iki aylık SRI değerleri incelendiğinde 1971-1972 ve 1974-1987 yılları arasında sulak dönemlerin yaşandığı 1973, 1988-1998 yılları arasında ise kurak dönemlerin yaşandığı 1998 sonrası ağırlıklı olarak kurak dönem olmakla birlikte sulak dönemlerinde olduğu görülmüştür.

Selçuk için yirmi dört aylık SRI değerleri incelendiğinde 1974-1988 yılları arasında sulak dönemlerin yaşandığı 1989-1999 yılları arasında ise kurak dönemlerin yaşandığı 1999 sonrası ağırlıklı olarak kurak dönem olmakla birlikte sulak dönemlerinde olduğu görülmüştür.

Tablo 10 ve tablo 11 incelendiğinde yirmi dört aylık SPI için Temmuz 1974- Mart 1988 arasında 165 aylık bir süreçte sulak dönem olduğu görülmüştür. Sulak dönemin şiddeti 160,8535 ve yoğunluğu 0,97487'dır. Nisan 1988 – Nisan 1999 arasında yaşanan kuraklığın süresi 133 aylık, şiddeti 126,59 ve yoğunluğu 0,9518'dir. Mayıs 2001 – Nisan 2003 ve Mayıs 2005 – Nisan 2010 yılları arası diğer kurak dönemlerdir.

On iki aylık SPI için Eylül 1971- Kasım 1972 arasında 15 aylık bir süreçte sulak dönem olduğu görülmüştür. Sulak dönemin şiddeti -8,419064 ve yoğunluğu -0,561271'dır. Mart 1974 – Mayıs 1985 ve Mart 1998 – Nisan 2000 yılları arası diğer sulak dönemlerdir. Eylül 1987 – Şubat 1998 yılları arasında 126 aylık kurak dönemin şiddeti -115,163 ve yoğunluğu -0,91399'dur. Şubat 2000 – Şubat 2002, Mart 2004 – Şubat 2006 ve Ocak 2007 – Şubat 2009 dönemlerde diğer kurak dönemlerdir.

Tablo 10 Selçuk 24 aylık SRI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Tem.74	Mar.88	165	160,8535	0,97487
Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Nis.88	Nis.99	133	-126,59	-0,9518
May.01	Nis.03	24	-20,5973	-0,85822
May.05	Nis.10	60	-33,2207	-0,55368

Tablo 11 Selçuk 12 aylık SRI için Kuraklık Şiddeti, Zamanı ve Yoğunluğu

Sulak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Eyl.71	Kas.72	15	8,419064	0,561271
Mar.74	May.85	135	141,953	1,051504
Mar.98	Oca.00	23	15,70208	0,682699
Kurak için				
Başlangıç	Bitiş	D	M	I
Eyl.87	Şub.98	126	-115,163	-0,91399
Şub.00	Şub.02	25	-25,9131	-1,03652
Mar.04	Şub.06	24	-8,64315	-0,36013
Oca.07	Şub.09	26	-26,9775	-1,0376

5. SONUÇLAR

Küçük Menderes Havzası üzerinde bulunan Ödemiş, Kuşadası ve Selçuk'a ait yağış ve akım verileri kullanılmış olup, bu veriler doğrultusunda hesaplanan standartlaştırılmış yağış ve akım indisleri hesaplanarak analizler yapılmaya çalışılmıştır. Söz konusu Ödemiş, Kuşadası ve Selçuk üzerinde bulunan yağış gözlem istasyonlarından elde edilmiş gözlenmiş yağış verileri, Selçuk akım gözlem istasyonundan elde edilen, gözlenmiş akım verilerinin aylık, üç aylık, altı aylık, on iki aylık ve yirmi dört aylık zaman dilimleri içerisindeki dağılımları dikkate alınarak uygun istatistik dağılımı tespit edildikten sonra yukarıdaki sözünü ettiğimiz indisler hesaplanmıştır.

Hesaplanan indislerin gidişleri değerlendirilerek ayrıca yine indisler kullanılarak yapılan gidişler (Run Teorisi) analizleri neticesinde sulak ve kurak dönemlere ilişkin analizler yapılmıştır. İndis girişleriyle aylık, 3 aylık, 6 aylık, 12 aylık ve 24 aylık dönemleri için; gidişler analizi ile yıllık ve iki yıllık dönemleri için analizleri yapılmıştır. Gözlenen veriler doğrultusunda kurak dönemlerin süresi şiddeti ve yoğunluğu tespit edilerek kuraklık açısından karakterleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Ödemiş için SPI indisi incelendiğinde 1971-2017 yılları arasında yaşanan en yoğun meteorolojik kuraklık 1985 yılında başlayıp 1996 yılının ocak ayına kadar sürmüştür. 1996 yılından ileriye doğru gidildikçe yaşanan iki kuraklık daha olduğu fakat süreleri 1985-1996 yılları arasındaki kadar uzun süreli bir kuraklık değildir. İnceleme yaptığım zaman aralığına bakıldığında yaşanan kuraklık ve sulak dönemlerin zaman ilerledikçe sürelerinin kısa ama sık yaşandığı sonuca varılabilir. Geçmişte yaşanan kurak ve sulak dönemlerin sürelerinin çok daha uzun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kuşadası'nı meteorolojik kuraklık açısından incelediğimizde 1971-2017 yılları arasında sulak dönemlerin kurak dönemlere göre fazla olduğu görülüyor. 1986-1995 yılları arasında yoğun bir kurak dönemi yaşandığı tespit edilmiştir. İleriye doğru gittiğimizde sonrasında yaşanılan kurakların şiddetleri 1986-1995 yılları arasına göre daha düşük seviyelerdedir.1986-1995, 2001 yılı ve 2006-2008 yılları arası haricinde Kuşadası'na sulak dönem hâkim diyebiliriz.

Selçuk için bir sonuca ulaşmak istediğimizde meteorolojik olarak 1975-1985 arasında sulak bir dönemin ağırlıkta olduğunu ve ileriye dönük baktığımızda bir daha bu sürede ve şiddette sulak bir dönem yaşanmadığını görüyoruz. Yaşanılan sulak dönemler daha kısa olmaya başlamıştır. Kurak dönem için ise 1986-1994 arasında kuraklık sonrası ileri dönemlerde bir daha böyle bir sürede kurak dönem olmadığı yaşanılan kurak dönemlerin de aynı sulak dönem gibi 1986-1994 arasında yıllara nazaran daha kısa süreli olduğu görülüyor.

Meteorolojik olarak bu üç noktaya baktığımızda yaklaşık olarak 1971-1996 yılları arasında ağırlıklı olarak 2 dönem yaşandığı bir kurak dönem bir sulak dönem olarak karşımıza çıkıyor. Bu dönemden sonra yaşanılan kurak dönemler daha kısa süreli fakat yoğunluk olarak aynı veya daha yoğun devam ediyor. Trend analizlerine baktığımızda ise Ödemiş için yirmi dört aylık zaman periyodunda pozitif yönde bir eğilim olduğu diğer zaman dilimlerinde ise negatif yönde bir eğilim görülüyor. Kuşadası için ise bütün zaman periyotlarında pozitif yönde bir eğilim olduğu sonucuna varılmış olup 2017 yılı sonrası içinde sulak dönemlere doğru bir eğilim olduğu tahmininde bulunabiliriz. Selçuk için ise trend analize bakıldığında Ödemiş istasyonu gibi burada da yirmi dört aylık zaman periyodunda pozitif bir eğilim olduğu fakat diğer zaman periyodunda negatif eğilimlerin olduğu sonucuna varılmıştır.

Selçuk istasyonu için akım verileri incelendiğinde 1987 yılına kadar hidrolojik kuraklık açısından herhangi bir tehlike arz etmezken 1987 sonrası 1998 yılı ortalarına kadar akımlardaki azalmalar aylık, üç aylık, altı aylık, on iki aylık ve yirmi dört aylık periyotlarda gözle görülür şekilde belli olmaktadır. Ciddi bir hidrolojik kuraklık yaşandığı sonucuna varılmıştır. 1999 sonrasında ise kısa süreli fakat daha yoğun kuraklıkların yaşandığı görülmüştür. Trend analizi incelendiğinde ise tüm zaman periyotlarında negatif yönde bir eğilim söz konusu olduğundan hidrolojik olarak tehlike arz etmektedir.

KAYNAKLAR

[1]BAYAZIT M., ÖNÖZ B., 2008,Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi

[2]AYLAR F., Kuraklık ve Türkiye'nin Kurak Bölgeleri Ders Notu

[3]ŞENER E., DAVRAZ A., 2021,Yağış Tabanlı Farklı İndisler Kullanılarak Meteorolojik Kuraklık Analizi: Isparta Örneği, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

[4]ABLAK E., 2023,Meteorolojik Kuraklık Karakterizasyonu: Batı Karadeniz Havzası, Yüksek Lisans Tezi

[5]PAMUK G., ÖZGÜREL M., TOPÇUOĞLU K., 2004,Standart Yağış İndisi (SPI) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi, Ege Üni. Ziraat Fak. Derg., 41(1): 99-106 ISSN 1018-8851

[6]ÖZGÜN G., VAHEDDOST B., ARAS E.,2020, Standart Yağış İndeksi Kullanılarak Kuraklık Analizi ve Bursa Doğancı Barajı ile İlişkilendirilmesi, Department of Civil Engineering, Bursa Techinal University, Bursa-Turkey, Academic Platform

[7]KHADR M., MORGENSCHWEİS G., SCHLENKHOFF A.,2009, Analysis of Meteorological Drought in the Ruhr Basin by Using the Standardized Precipitation Index, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering Vol:3, No:9

[8]ABDULRAZZAQ Z., HASAN R., AZİZ N.,2019, Integrated TRMM Data and Standardized Precipitation Index to Monitor the Meteorological Drought, Civil Engineering Journal Vol. 5, No. 7,

[9]MERT KATİPOĞLU O., ACAR R.,2019, Evaluation of Hydrologic Droughts by Using Standardized Runoff Index (SRI), International Conference on Advanced Engineering Technologies

[10]KUBİAK-WOJCİCKA K., ZELENAKOVA M., PURCZ P., SİMOVOVA D., 2019, The Use of a Standardized Runoff Indicator for Hydrological Characterization of Selected Rivers of Poland and Slovakia, Rocznik Ochrona Środowiska

[11]ÇETİN B., KUMANLIOĞLU A. A., 2023, Gediz Nehri Medar Havzası Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklık Analizleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi,

[12]BAK B., KUBİAK-WOJCİCKA K., 2016, Assesment of Meteorological and Hydrological Drought In Torun (Central Poland Town) In 1971-2010 Based On Standardized Indicators , Water resources and wetlands

[13]TURHAN E., DEĞERLİ S., 2021, Fırtına Deresi Alt Havzası Akım Verilerine Dayalı 1965-2015 Yılları Arası Nemli ve Kurak Dönemlerin Analizi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi

[14]İRVEM A., ÖZBULDU M., ÇIPLAK C., 2018, Seyhan Göksu – Himetli Alt Havzasının Akım Verileri ile Kuraklık Analizi , Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

[15]BAYAZIT M., 1981, Hidrolojide İstatistik Yöntemler, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 233, İstanbul

[16] Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı , 2018, Küçük Menderes Havzası Kuraklık Yönetim Planı