

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ VE
MEVSİMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilan ÜNLÜ SÖNMEZ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

Ocak 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ VE
MEVSİMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Dilan ÜNLÜ SÖNMEZ
(501181503)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ

Ocak 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 501181503 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Dilan ÜNLÜ SÖNMEZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ VE MEVSİMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Kasım KOÇAK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr.Üye. Dilek Eren AKYÜZ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Teslim Tarihi : 26 Aralık 2022
Savunma Tarihi : 26 Ocak 2023





Aileme,



ÖNSÖZ

Düşük akımların mevsimselliği üzerine yapılan çalışmaların azlığı sebebiyle bu konu tercih edilmiş ve çalışma sonuçlarının düşük akımlar konusu üzerine yapılan çalışmalara yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Bu çalışmayı yaparken bilgi ve tecrübesinden yararlandığım, her konuda desteğini hissettiğim değerli danışmanım Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ'e teşekkür ederim.

Bu çalışmada kullandığımız, Elektrik İşleri Etüd İdaresi'ne (EİE'ye) ait akım gözlem verilerini sitesinde paylaştığı için Devlet Su İşlerine teşekkür ederim.

Yardımlarını benden eksik etmeyen arkadaşlarıma, her konuda fedakarlık eden anneme ve her zaman yanımda olan eşime teşekkür ederim.

Aralık, 2022

Dilan Ünlü Sönmez
(İnşaat Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Konusu, Önemi ve Adımları.....	2
1.2 Literatür Araştırması.....	3
2 DÜŞÜK AKIMLAR	7
2.1 Düşük Akımların Oluşumu	7
2.2 Düşük Akımları Belirleyen Etkenler	8
2.2.1 Klimatolojik etkenler:	8
2.2.2 Hidrojeolojik etkenler:.....	10
2.2.3 Morfolojik etkenler:	10
2.2.4 Morfometrik etkenler:.....	12
2.2.5 İnsan etkileri:	14
2.3 Düşük Akımları İncelemenin Önemi	15
3 KULLANILAN YÖNTEMLER.....	17
3.1 Regresyon Analizi.....	17
3.2 Düşük Akım İndisleri.....	20
3.3 Debi-Süreklilik Çizgisi	21
3.4 Mevsimsellik Oranı (SR)	23
3.5 Mevsimsellik İndeksi (SI).....	23
3.6 Mevsimsellik Histogramı (SH)	25
3.7 Trend Analizi	26
3.7.1 Mann-Kendall testi	26
3.7.1.1 İç bağımlılığın etkisinin giderilmesi	28
3.7.2 Bölgesel trend analizi.....	28
4 EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ.....	31
4.1 Çalışma Alanı	31
4.2 İstasyon Akım Verileri.....	33
4.3 Çalışılan İstasyonlar.....	36
4.4 Eksik Verilerin Doğrusal Regresyon ile Tamamlanması	38
4.5 İstasyonların Akımları	40
4.5.1 Gediz Havzası akımları.....	40
4.5.2 Küçük Menderes Havzası akımı	41
4.5.3 Büyük Menderes Havzası akımları.....	42

4.5.4	Batı Akdeniz Havzası akımları	43
4.6	İstasyonların Debi-Süreklilik Çizgileri	44
4.6.1	Gediz Havzası debi-süreklilik çizgileri.....	44
4.6.2	Küçük Menderes Havzası debi-süreklilik çizgileri	45
4.6.3	Büyük Menderes Havzası debi-süreklilik çizgileri	46
4.6.4	Batı Akdeniz Havzası debi-süreklilik çizgileri	48
4.7	Düşük Akım İndislerinin Bulunması	49
5	EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIM MEVSİMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ.....	53
5.1	Mevsimsellik Oranının (SR'nin) Bulunması	53
5.2	Mevsimsellik İndeksinin (SI'nın) Bulunması	54
5.3	Yıllık Mevsimsellik Histogramlarının (SH'nin) Bulunması.....	61
5.4	Düşük Akımların Aylara Dağılımı.....	63
5.4.1	Gediz Havzası istasyonlarının düşük akım dağılımı.....	63
5.4.2	Küçük Menderes Havzası istasyonunun düşük akım dağılımı	64
5.4.3	Büyük Menderes Havzası istasyonlarının düşük akım dağılımı.....	65
5.4.4	Batı Akdeniz Havzası istasyonlarının düşük akım dağılımı	66
6	TREND ANALİZİ.....	69
6.1	İstasyonların Yıllık q_{95} Değerlerinin Trend Analizi.....	69
6.2	İstasyonların Yaz, Kış q_{95} Değerlerinin Trend Analizi	72
6.3	Yıllık q_{95} Değerlerinin Bölgesel Trend Analizi	74
7	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	77
	KAYNAKLAR.....	81
	EKLER.....	83
	EK A:.....	84
	EK B:.....	91
	EK C:.....	98
	EK D:.....	118
	EK E:	134
	ÖZGEÇMİŞ.....	141

KISALTMALAR

BFI	: Baseflow Index
DAGSY	: Düşük Akım Günü Sayısı Yüzdesi
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
ODAG	: Ortalama düşük akım günü
SH	: Seasonality Histogram
SI	: Seasonality Index
SPEI	: Standardized Precipitation Evapotranspiration Index
SPI	: Standardized Precipitation Index
SR	: Seasonality Ratio



SEMBOLLER

Q_{95}	: Zamanın %95'inde akarsuda aşılan debi
q_{95}	: Zamanın %95'inde akarsuda aşılan birim debi
q_{95y}	: Yaz debi serisinin q_{95} 'i
q_{95k}	: Kış debi serisinin q_{95} 'i
$Q_{7,10}$	: 10 yıllık dönüş aralığında 7-günlük ortalama akım
y	: Bağımlı değişken
x	: Bağımsız değişken
α	: Doğrunun y eksenini kestiği nokta
β	: Doğrunun eğimi
a	: α 'nın tahmin değeri
b	: β 'nin tahmin değeri
y'	: y 'nin tahmin değeri
r	: Korelasyon katsayısı
S_e	: Standart tahmin hatası
θ	: Düşük akımın açısal ifadesi
θ_i	: i 'nci düşük akım gününün radyan açısı
r	: Mevsimsellik parametresi
x_i	: i 'nci düşük akım gününün x koordinatı
y_i	: i 'nci düşük akım gününün y koordinatı
D_i	: i 'nci düşük akım gününün sırası
N	: Gün sayısı
x_0	: Düşük akım günlerinin ortalama x koordinatı
y_0	: Düşük akım günlerinin ortalama y koordinatı
H_0	: Trend yok hipotezi
P	: $i < j$ için $x_i < x_j$ olan (x_i, x_j) çiftlerinin sayısı
M	: $i < j$ için $x_i > x_j$ olan (x_i, x_j) çiftlerinin sayısı
S	: Mann Kendall Test İstatistiği
τ	: Mann Kendall Korelasyon Katsayısı

α : Anlamlılık Düzeyi
Z : Önem Seviyesinde Standart Normal Dağılım



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1: Gediz Havzası istasyonların veri listesi.....	34
Çizelge 4.2: Küçük Menderes Havzası istasyonların veri listesi.....	35
Çizelge 4.3: Büyük Menderes Havzası istasyonlarının veri listesi.....	35
Çizelge 4.4: Batı Akdeniz Havzası istasyonların veri listesi.....	36
Çizelge 4.5: Gediz Havzası seçilen istasyon bilgileri.....	37
Çizelge 4.6: Küçük Menderes Havzası seçilen istasyon bilgileri.....	37
Çizelge 4.7: Büyük Menderes Havzası seçilen istasyon bilgileri.....	38
Çizelge 4.8: Batı Akdeniz Havzası seçilen istasyon bilgileri.....	38
Çizelge 4.9: 510 istasyonunun diğer istasyonlarla olan korelasyon katsayıları.....	39
Çizelge 4.10: 510 istasyonunun 509 istasyonu ile olan regresyon denklemi katsayıları.....	39
Çizelge 4.11: 734 istasyonunun diğer istasyonlarla olan korelasyon katsayıları.....	39
Çizelge 4.12: 734 istasyonunun 701 istasyonu ile olan regresyon denklemi katsayıları.....	40
Çizelge 4.13: istasyonların Q_{95} ve q_{95} değerleri.....	50
Çizelge 5.1: 601 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	56
Çizelge 5.2 İstasyonlara Ait SI Bilgileri.....	57
Çizelge 5.3: Gediz Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.....	62
Çizelge 5.4: Küçük Menderes Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.....	62
Çizelge 5.5: Büyük Menderes Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.....	62
Çizelge 5.6: Batı Akdeniz Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.....	63
Çizelge 5.7: Gediz Havzası istasyonlarının düşük akım günleri tablosu.....	64
Çizelge 5.8: Küçük Menderes Havzası istasyonunun düşük akım günleri tablosu.....	65
Çizelge 5.9: Büyük Menderes Havzası istasyonunun düşük akım günleri tablosu.....	66
Çizelge 5.10: Batı Akdeniz Havzası istasyonunun düşük akım günleri tablosu.....	67
Çizelge 5.11: Havzaların düşük akım günleri ortalaması.....	68
Çizelge 6.1: İstasyonların Yıllık q_{95} Değerlerinin Trend Tablosu.....	69
Çizelge 6.2: 1981-2011 yılları arasındaki q_{95} 'lerin otokorelasyon değerleri.....	70
Çizelge 6.3: İç Bağımlılığın Giderildiği İstasyondaki Trendler.....	71
Çizelge 6.4: İstasyonların yaz\kış q_{95} değerlerinin trend tablosu.....	73
Çizelge 6.5: İç bağımlılığın giderildiği yaz\kış q_{95} değerlerinin trend tablosu.....	74
Çizelge 6.6: istasyonların S değerleri.....	75
Çizelge 6.7: bölgesel trend parametreleri.....	76
Çizelge C. 1: 509 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	98
Çizelge C. 2: 510 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	99
Çizelge C. 3: 518 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	100
Çizelge C. 4: 522 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	101
Çizelge C. 5: 523 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	102
Çizelge C. 6: 524 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	103

Çizelge C. 7: 525 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	104
Çizelge C. 8: 527 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	105
Çizelge C. 9: 701 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	106
Çizelge C. 10: 706 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	107
Çizelge C. 11: 712 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	108
Çizelge C. 12: 713 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	109
Çizelge C. 13: 732 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	110
Çizelge C. 14: 733 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	111
Çizelge C. 15: 734 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	112
Çizelge C. 16: 808 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	113
Çizelge C. 17: 809 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	114
Çizelge C. 18: 811 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	115
Çizelge C. 19: 815 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	116
Çizelge C. 20: 818 istasyonun yıllık SI parametreleri.....	117



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Düşük akımla yıllık yağış arasındaki ilişkiye bir örnek (Doğu Avrupa akarsuları; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).	8
Şekil 2.2: Düşük akımla yıllık buharlaşma arasındaki ilişkiye bir örnek (Doğu Avrupa akarsuları; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).	9
Şekil 2.3: Minimum akımla yıllık yeraltı suyu akımı arasındaki ilişkiye örnek (Nemon nehri; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).	11
Şekil 2.4: Yeraltı su yüzeyi ile akarsudaki su yüzeyinin karşılıklı durumlarının akarsuyun beslenmesini belirlemesine bir örnek (Volga nehri; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).	11
Şekil 2.5: Havza alanı ile düşük akımlar arasındaki ilişkiye bir örnek (Severnaya Dvina nehri; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).	13
Şekil 2.6: Havzanın ortalama kotu ile düşük akımlar arasındaki ilişkiye örnekler (Orta Asya’da dağlık havzalar; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).	13
Şekil 3.1: Regresyon Doğrusu (Nurünnisa Usul, 2008).	17
Şekil 3.2: Debi süreklilik çizgisi (Bayazıt ve Önöz, 2008).	22
Şekil 3.3: Birim Çember	25
Şekil 3.4: 510 istasyonun 1981 yılı SH’ı.	26
Şekil 3.5: Mann Kendall Hipotezleri.	27
Şekil 4.1: Çalışılan akarsu havzaları.	31
Şekil 4.2: Gediz Havzası.	32
Şekil 4.3: Küçük Menderes Havzası.	32
Şekil 4.4: Büyük Menderes Havzası.	33
Şekil 4.5: Batı Akdeniz Havzası.	33
Şekil 4.6: Çalışılan istasyonlar.	37
Şekil 4.7: 509 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.	40
Şekil 4.8: 510 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.	41
Şekil 4.9: 601 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.	41
Şekil 4.10: 701 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.	42
Şekil 4.11: 706 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.	42
Şekil 4.12: 808 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.	43
Şekil 4.13: 809 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.	43
Şekil 4.14: 509 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.	44
Şekil 4.15: 510 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.	44
Şekil 4.16: Gediz Havzası Debi-Süreklilik Çizgileri.	45
Şekil 4.17: 601 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.	45
Şekil 4.18: Küçük Menderes Havzası Debi-Süreklilik Çizgisi.	46
Şekil 4.19: 701 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.	46

Şekil 4.20: 706 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	47
Şekil 4.21: Büyük Menderes Havzası Debi-Süreklilik Çizgileri.....	47
Şekil 4.22: 808 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	48
Şekil 4.23: 809 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	48
Şekil 4.24: Batı Akdeniz Havzası Debi-Süreklilik Çizgileri.....	49
Şekil 4.25: İstasyonların 1981-2011 yılları arası q_{95} değerleri.....	51
Şekil 5.1: İstasyonların 1981-2011 yılları arası SR haritası.....	53
Şekil 5.2: İstasyonların 1981-2011 yılları arası SR değerleri.....	54
Şekil 5.3: Gediz Havzası istasyonlarının mevsimsellik gösterimi.....	58
Şekil 5.4: Küçük Menderes Havzası istasyonunun mevsimsellik gösterimi.....	58
Şekil 5.5: Büyük Menderes Havzası istasyonlarının mevsimsellik gösterimi.....	59
Şekil 5.6: Batı Akdeniz Havzası istasyonlarının mevsimsellik gösterimi.....	60
Şekil 5.7: İstasyonların r Parametresi.....	61
Şekil 5.8: 510 istasyonun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.....	61
Şekil 5.9: 510 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.....	64
Şekil 5.10: 601 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.....	65
Şekil 5.11: 734 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.....	66
Şekil 5.12: 818 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.....	67
Şekil 6.1: İstasyonların Yıllık q_{95} Trend Haritası.....	71
Şekil 6.2: İstasyonlarda iç bağımlılığın etkisi giderildikten sonraki yıllık q_{95} trend haritası.....	72
Şekil A. 1: 518 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	84
Şekil A. 2: 522 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	84
Şekil A. 3: 523 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	85
Şekil A. 4: 524 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	85
Şekil A. 5: 525 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	86
Şekil A. 6: 527 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	86
Şekil A. 7: 712 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	87
Şekil A. 8: 713 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	87
Şekil A. 9: 732 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	88
Şekil A. 10: 733 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	88
Şekil A. 11: 734 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	89
Şekil A. 12: 811 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	89
Şekil A. 13: 815 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	90
Şekil A. 14: 818 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.....	90
Şekil B. 1: 518 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	91
Şekil B. 2: 522 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	91
Şekil B. 3: 523 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	92
Şekil B. 4: 524 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	92
Şekil B. 5: 525 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	93
Şekil B. 6: 527 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	93
Şekil B. 7: 712 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	94
Şekil B. 8: 713 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	94
Şekil B. 9: 732 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	95
Şekil B. 10: 733 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	95
Şekil B. 11: 734 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	96
Şekil B. 12: 811 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	96
Şekil B. 13: 815 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	97

Şekil B. 14: 818 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.....	97
--	----

Şekil D. 1: 510 istasyonun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.....	118
Şekil D. 2: 510 istasyonun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.....	118
Şekil D. 3: 510 istasyonun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.....	118
Şekil D. 4: 510 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.....	119
Şekil D. 5: 510 istasyonun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.....	119
Şekil D. 6: 510 istasyonun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.....	119
Şekil D. 7: 510 istasyonun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.....	119
Şekil D. 8: 510 istasyonun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.....	120
Şekil D. 9: 510 istasyonun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.....	120
Şekil D. 10: 510 istasyonun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.....	120
Şekil D. 11: 510 istasyonun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.....	120
Şekil D. 12: 510 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.....	121
Şekil D. 13: 510 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.....	121
Şekil D. 14: 510 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.....	121
Şekil D. 15: 601 istasyonun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.....	121
Şekil D. 16: 601 istasyonun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.....	122
Şekil D. 17: 601 istasyonun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.....	122
Şekil D. 18: 601 istasyonun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.....	122
Şekil D. 19: 601 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.....	122
Şekil D. 20: 601 istasyonun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.....	123
Şekil D. 21: 601 istasyonun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.....	123
Şekil D. 22: 601 istasyonun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.....	123
Şekil D. 23: 601 istasyonun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.....	123
Şekil D. 24: 601 istasyonun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.....	124
Şekil D. 25: 601 istasyonun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.....	124
Şekil D. 26: 601 istasyonun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.....	124
Şekil D. 27: 601 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.....	124
Şekil D. 28: 601 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.....	125
Şekil D. 29: 601 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.....	125
Şekil D. 30: 601 istasyonun 2011 yılındaki SH'ı.....	125
Şekil D. 31: 734 istasyonun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.....	125
Şekil D. 32: 734 istasyonun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.....	126
Şekil D. 33: 734 istasyonun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.....	126
Şekil D. 34: 734 istasyonun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.....	126
Şekil D. 35: 734 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.....	126
Şekil D. 36: 734 istasyonun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.....	127
Şekil D. 37: 734 istasyonun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.....	127
Şekil D. 38: 734 istasyonun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.....	127
Şekil D. 39: 734 istasyonun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.....	127
Şekil D. 40: 734 istasyonun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.....	128
Şekil D. 41: 734 istasyonun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.....	128
Şekil D. 42: 734 istasyonun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.....	128
Şekil D. 43: 734 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.....	128
Şekil D. 44: 734 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.....	129
Şekil D. 45: 734 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.....	129
Şekil D. 46: 734 istasyonun 2011 yılındaki SH'ı.....	129
Şekil D. 47: 818 istasyonun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.....	129
Şekil D. 48: 818 istasyonun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.....	130

Şekil D. 49: 818 istasyonun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.	130
Şekil D. 50: 818 istasyonun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.	130
Şekil D. 51: 818 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.	130
Şekil D. 52: 818 istasyonun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.	131
Şekil D. 53: 818 istasyonun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.	131
Şekil D. 54: 818 istasyonun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.	131
Şekil D. 55: 818 istasyonun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.	131
Şekil D. 56: 818 istasyonun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.	132
Şekil D. 57: 818 istasyonun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.	132
Şekil D. 58: 818 istasyonun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.	132
Şekil D. 59: 818 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.	132
Şekil D. 60: 818 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.	133
Şekil D. 61: 818 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.	133
Şekil D. 62: 818 istasyonun 2011 yılındaki SH'ı.	133
Şekil E. 1: 509 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	134
Şekil E. 2: 518 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	134
Şekil E. 3: 522 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	135
Şekil E. 4: 523 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	135
Şekil E. 5: 524 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	135
Şekil E. 6: 525 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	136
Şekil E. 7: 527 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	136
Şekil E. 8: 701 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	136
Şekil E. 9: 706 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	137
Şekil E. 10: 712 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	137
Şekil E. 11: 713 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	137
Şekil E. 12: 732 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	138
Şekil E. 13: 733 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	138
Şekil E. 14: 808 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	138
Şekil E. 15: 809 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	139
Şekil E. 16: 811 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	139
Şekil E. 17: 815 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.	139

EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ VE MEVSİMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Akarsuların rejimleri üzerinde klimatolojik, hidrojeolojik, morfolojik, morfometrik ve insan unsuruna bağlı etkenler vardır. Bu etkenler sonucunda akarsuda çeşitli bilimsel tanımları olan düşük akımlar meydana gelebilir. Düşük akımlar; hidroelektrik tesislerini, atıkların arıtılmasını, şehirlere su sağlanmasını, sulama sistemlerini, akarsu ulaşımını ve su kaynakları sistemlerinin işletilmesini etkiler. Düşük akım dönemlerinde akarsudaki debi, hız, derinliğin azalması ve bu dönemde suyun ne şekilde kullanılacağına karar verilmesinin güçleşmesi düşük akımlar hakkında bilgi edinilmesini oldukça önemli kılar.

Bu çalışmada Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzaları'nda düşük akımlar incelenerek düşük akımların mevsimselliği araştırılmıştır.

Öncelikle Gediz Havzası'na ait 8, Küçük Menderes Havzası'na ait 1, Büyük Menderes Havzası'na ait 7 ve Batı Akdeniz Havzası'na ait 5 istasyon olmak üzere toplamda 21 adet istasyona ait veriler DSİ'nin internet sayfasından elde edilmiştir. Veriler 1981-2011 yılları arasındaki günlük debi verileridir. Bu veriler su yılı dikkate alınarak işlenmiştir. Karışıklığı önlemek adına 1 Ekim'de başlayan su yılında yılın değiştiği kabul edilmiştir. Örneğin 1981 yılının verileri 1 Ekim 1980'den başlamaktadır. 1982 yılının verileri 1 Ekim 1981'den devam etmektedir. Eksik olan birkaç yılın verisi regresyon analizi ile tamamlanmıştır.

Çalışılan 21 istasyon için 1981'den 2011 yılına kadar olan günlük debi değerleri ile akım grafikleri oluşturulmuş ve bazı yıllarda akımlardaki düşüşün diğer istasyonlarla paralellik gösterdiği görülmüştür.

Çalışılan her istasyon için, düşük akım karakteristiklerini iyi ifade eden ve genellikle düşey ekseninde debi yatay ekseninde aşılma yüzdesi olacak şekilde debi-süreklilik çizgileri çizildi. Ayrıca istasyonların debi-süreklilik çizgilerinin karşılaştırılabilmesi için istasyon akım debilerinin alana bölünmesi ile elde edilen birim debi kullanılarak her havza için bir grafik üzerinde debi-süreklilik çizgileri çizilmiştir.

Düşük akımların daha iyi tanımlanması için yapılan bu çalışmada, düşük akımları karakterize edebilmemizi sağlayan indeksler içinde, debi süreklilik çizgisinden de okunabilen zamanın %95'inde akarsuda aşılma debi olan Q_{95} ve bu değerin havza alanına bölünmesi ile elde edilen q_{95} debi değerleri seçilmiştir.

Bu çalışmada kış debi serisi 1 Ekim-29 Şubat aralığını kapsarken, yaz debi serisi 1 Mart-30 Eylül aralığını kapsamaktadır.

Her istasyon için yaz veya kış düşük akım baskınlığını gösteren mevsimsellik oranı (SR) sayısı bulunmuş ve istasyonların büyük bir kısmının yaz düşük akım etkisinde bulunduğu görülmüştür

Q_{95} debi değerine eşit veya altında olduğu gözlemlerle hesaplanan θ ve r parametrelerine dayanan mevsimsellik indeksi (SI) ile her istasyon için her yılın ortalama düşük akım günü (ODAG) ve mevsimselliğin derecesini anlamak adına her yılın ortalama r parametresi hesaplanmıştır. Her istasyonun 31 yıllık ortalama düşük akım günleri ve istasyonların ortalama r parametrelerinin de ortalaması hesaplanarak havzalara ait birim çember üzerinde gösterilmiştir.

Çalışılan 4 havzadan herbiri için, 1981-2011 yılları boyunca Q_{95} 'den küçük debiye sahip günlerin sayısı en fazla olan 4 istasyon seçilmiştir. Bu istasyonlarda çalışılan her yıl için Q_{95} 'den küçük günlerin hangi ayda olduğu sayılmış ve bu günlerin aylık yüzdeleri bulunarak mevsimsellik histogramları (SH'ları) çizilmiştir. Böylelikle düşük akım olarak varsaydığımız, Q_{95} 'den küçük debiye sahip günlerin herhangi bir yılda hangi aylarda yoğunlaştığı görülebilmektedir.

Çalışılan 21 istasyonda 1981-2011 yılları boyunca Q_{95} 'den küçük günler her ay için sayılarak toplanmış ve istasyonların 31 yıllık düşük akım günleri tablosu oluşturulmuştur. Aylara göre sayılmış bu günlerin aylara göre yüzdeleri bulunarak düşük akım günlerinin dağılımı pasta grafiği şeklinde gösterilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde çoğu istasyonda düşük akım günlerinin Ağustos ve Eylül aylarında daha büyük yüzdelerle sahip olduğu görülse de Ekim, Kasım ve Aralık aylarında da görülen büyük yüzdeler, önemli bir kış düşük akım bilgisine ulaşıldığının göstergesidir.

Bütün istasyonlarda çalışılan her yıl için bulunan q_{95} değerlerine, her yılın yaz serisinin q_{95} 'i ile kış serisinin q_{95} 'i ve bütün istasyonların yıllık q_{95} 'lerine bölgesel olacak şekilde trend analizi yapılarak Mann Kendall testiyle trend olup olmadığı araştırılmıştır. Trend bulunanlarda azalan trend bulunmuş ve iç bağımlılığın etkisinin giderilmesi sonucu var olan trendler kaybolmuştur. Mann Kendall testinde iç bağımlılığın etkisinin önemi anlaşılmıştır.

Bu çalışma ile Ege Bölgesi'ndeki 4 havzada düşük akımlar, düşük akımların mevsimselliği incelenmiş ve önemli bir düşük akım indeksi olan q_{95} değerlerinde trend araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgede bilinen yaz kuraklığını yanı sıra kış kuraklığının görülme oranının yüksekliği oldukça dikkat çekicidir. Ülke genelindeki havzalarda, son yılların da verileri elde edilerek düşük akımların araştırılması ve özellikle kış kuraklığının incelenmesi faydalı olacaktır.

ANALYSIS AND DETERMINATION OF SEASONALITY OF LOW FLOW IN THE AEGEAN REGION

SUMMARY

There are climatological, hydrogeological, morphological, morphometric and human-influenced factors that affect the regime of rivers. As a result of these factors, low flow can occur in a river, for which there are different scientific definitions. Low flows impact hydropower plants, waste treatment, urban water supply, irrigation systems, river transport and water management system operations. During low flow periods, the flow rate, velocity and depth of the river decrease and it is difficult to decide how to use the water during this time. For this reason, any information about low flow is very important.

In this study, the seasonality of low flows was investigated by examining the low flow in Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes and Batı Akdeniz basins.

First, the data from total of 21 stations, 8 of which belong to Gediz Basin, 1 to Küçük Menderes Basin, 7 to Büyük Menderes Basin, and 5 to Batı Akdeniz Basin, were obtained from the DSI website and compiled. The data are daily flow data between 1981-2011 and these data were processed considering the water year. In order to avoid confusion, it is accepted that the year changes in the water year, that starts on October 1. For example, the 1981 data begin on October 1, 1980. The 1982 data begin on October 1, 1981. Regression analysis was used to fill in the missing data for some years. Regression analysis is the method used to find the linear relationship between the dependent variable y and the independent variable x , and then estimate the value of the dependent variable using the observed values of the independent variables.

Daily flow values and flow graphs from 1981 to 2011 were prepared for the 21 stations studied, as flows were observed during those years and it was found that the decline in flows paralleled other stations in some years.

For each station studied, flow duration curve was created that expressed well the characteristics of low flow generally on the vertical axis as a percentage that exceeds the flow on the horizontal axis. Once the flow duration curve has been determined, the discharge available in the stream for a given percentage of time can be read from this line. To compare station flow duration curves, the flow duration curves for each watershed were plotted on a graph using the unit discharge determined by dividing the station discharge by the area.

In this study, conducted to better define low flows, Q_{95} the flow rate exceeded in the river 95% of the time, which can also be read from the flow duration curve, and the q_{95} flow rate obtained by dividing this value by the area of the basin were selected as indices that allow us to characterize low flows.

The seasonality ratio (SR), which indicates the dominance of low flow in summer or winter, was determined for each station. To determine this number, the data were divided into the winter flow series from October 1 to February 29, and the summer flow series from March 1 to September 30. The dominance of low flows in summer or

low flows in winter was determined by whether the SR number was less than or greater than 1. Since the SR number is generally less than 1 in the region studied, a dominance of summer low flow was determined. The difference of SR value from 1 is the criterion of low flow dominance in summer or winter.

The average low flow day (ODAG) was determined for each year between 1981 and 2011 at 21 sampled stations using the seasonality index (SI) based on the parameters θ and r for days equal to or less than flow Q_{95} and which day in the calendar it coincided with. Using the average of the SI parameters, a day with average low flow was determined for each station and these days were displayed on the unit circle of each basin. By taking the average of the average r parameters of the stations belonging to the basin, an average r parameter was found for each basin, showing the strength of the seasonality of the low flow when it approaches 1. The Gediz Basin with a parameter of $r = 0.897$ in August, July and April, the Küçük Menderes Basin in August with a parameter of $r = 0.840$, the Büyük Menderes Basin in March, April, June, July and August with a parameter of $r = 0.872$, the Batı Akdeniz Basin $r = 0.938$, having stations with average low flow days in February, April, July and August. Considering that the r parameter in the studied basins, especially in the Batı Akdeniz Basin is closed to the value of 1, we can see that there is a strong seasonality in low flows. It is an unusual and important result of the study that the average low flow day (ODAG) is observed in February, March and April.

For each of the 4 basins studied, the 4 stations with the highest number of days with flow rates below Q_{95} during 1981-2011 were selected. For each year, the days when the flow was less than Q_{95} were counted at these stations and seasonality histograms (SH's) were created by determining the monthly percentages of these days. This allows us to see in which months of the year the days with a flow rate below Q_{95} which we assume to be low flow, are concentrated. Examination of the histograms shows that although the low flow days have varied over the years, they are generally in July, August, September and October.

During 1981-2011, days with less than Q_{95} were counted at 21 stations for each month and the 31-year table of low flow days at the stations was constructed. The distribution of low flow days is presented in the form of a pie chart by determining the percentage of days counted by month. When these graphs are examined, it can be seen that the low flow days have higher percentages in August and September at most stations. However the high percentage in October, November and December indicate that an important winter low flow information has been reached. For example, at station 510 of the Gediz Basin, there are 3239 days, that are considered low flow and have been for 31 years. Of these days, 26% fall in August, 21% in September, 19% in July and 14% in October. In another example, at station 808 of Batı Akdeniz Basin, these percentages fall 17% in August, 35% in September, 17% in October, 12% in November and 7% in December. In this way, it is possible to obtain information about how much low flow is concentrated in which month at the stations.

Trend analysis was applied to the q_{95} values of each year, the q_{95} values of the summer series and the q_{95} values of the winter series obtained at all stations during 1981-2011. A Trend is the increase or decrease in the value of a random variable over time in a time series. The purpose of studying this variation in random variables over time is to determine the order or irregularity in the hydrologic process and to make forward predictions. In this study, trend analysis was performed using the non-parametric Mann Kendall test. As a result of the test, the hypothesis “ H_0 no trend” is

accepted for 9 of 21 stations, while this hypothesis is rejected for the remaining 12 stations, showing a decreasing trend. However, with the Mann-Kendall test applied due to the internal dependence removal measures, it was concluded that the trend disappeared at stations other than station 701. According to the results of the Mann Kendall test applied to the q_{95} values of the summer and winter series of station data, some stations show a decreasing trend in summer and winter q_{95} values, while others do not. It is suspected that internal dependence has an effect on these downward trends and the proposed methods to remove the effect of internal dependence were applied. The Mann Kendall test was applied to the series, believed to have eliminated the effect of internal dependence and decreasing trends were found to have disappeared. A decreasing trend was also observed in the regional trend analysis which was performed for all stations. It was concluded that interdependence may be a criterion that cannot be ignored in the non-parametric Mann Kendall test, which is often used to determine whether a statistically significant trend exists in hydrologic data.

In this study, low flows and the seasonality of low flows in 4 catchments in the Aegean region were investigated and the trend of q_{95} values, which are an important low flow index, was examined. According to the results, in addition to the well-known summer drought in the Mediterranean climate region, the high rate of winter drought is quite remarkable. In the basins all over the country, it will be useful to study the low flows by obtaining the data of last years and especially studying the winter drought.



1. GİRİŞ

Su yaşıamdır. Ekosistemlerin ve tüm insanların yaşamının idamesi suya bağımlıdır. Su canlılar tarafından en çok kullanılan doğal kaynak olup, insanlığın nerede yaşayacağı, ne yiyeceği, sağlıklı olup olmayacağı gibi yaşamsal faaliyetleri belirleyen temel ögedir. İlk çağlardan bu yana su kutsal bir değer olup, korunması ve kullanılması ile ilgili birçok kural geliştirilmiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2017).

Yeryüzünde canlılar için en önemli unsur olan suyun miktarı doğada denge halindedir. Su yenilenebilir bir kaynak olduğu için yerküredeki toplam su miktarı zamanla değişmez. Fakat insanlar başta su olmak üzere bütün dünyayı kirletmekte olduğu için kullanılabilen suyun miktarı ve kalitesi gün geçtikçe azalmaktadır. Su kalitesi ihtiyacın türüne göre değişmektedir. İçme suyu, sulama suyu veya enerji elde etmek için kullanılan suyun aynı kalitede olması gerekmez. Farklı tip kullanımlar için standartların belirlenmesi ve devlet kurumları tarafından suların belli aralıklarla kimyasal ve bakteriyolojik testlerden geçirilmesi gerekir.

Dünyadaki toplam su miktarı $1.385.984.610 \text{ km}^3$ 'tür. Bu suların %97.43 'ü okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak %2.57'si buzullarda, yeraltı sularında, akarsu ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır (Chin, 2000).

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak su tüketimi artmakta olup, kişi başına düşen su miktarı ise büyük ölçüde azalmaktadır. Yaşam tarzımız, su kaynakları üzerinde muazzam bir baskı yaratmaktadır. Bir yandan üretim telaşı nedeniyle var olan kaynakları hızla tüketiyor, bir yandan da değiştirdiğimiz iklimle suyun yer küredeki doğal döngüsüne büyük zarar vermekteyiz. Değişen iklim koşulları, su kaynaklarının tehlikeli bir biçimde kirletilmesi, doğal yaşamın tahribi neticesinde, 2000'li yıllarda dünyadaki meteorolojik afetlerin sayısı 1960'lı yıllara göre üç kat artmış durumdadır (Nat.Geo., Mart 2018).

Hayatı devam ettirmek için su vazgeçilmez olduğundan yerleşim yerlerine içme ve sulama suyu sağlamak gerekir. Bu sebeple belli bir yerde varolan su ihtiyaca zamansal dağılım olarak uygun değilse problem depolama yapılarıyla çözülür, ama miktar olarak yeterli değilse başka yerlerden iletim yapılarıyla su getirilir. Genelde ise her iki

problem beraberce vardır. Bunların yanında kuraklık ve seller gibi uç değerlerin yarattığı problemleri çözmek gerekir. Dolayısıyla bir yerde var olan su miktarını, hem kullanım açısından ortalama değerler olarak hem de problem yarattıkları için en küçük ve en büyük değerler olarak bilmek gerekir (Usul, N., 2008).

1.1 Çalışmanın Konusu, Önemi ve Adımları

Bu tezde Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Batı Akdeniz Havzaları'nda düşük akımlar incelenmiş, düşük akımların mevsimselliği ve önemli bir düşük akım indeksi olarak kabul edilen q_{95} değerlerinin trendi üzerine çalışılmıştır. Bu çalışma, Türkiye'de yapılmış bilinen bir örneğinin bulunmaması ve düşük akımların mevsimselliğinde çeşitli yöntemlerin bir arada uygulanması ve bu anlamda yapılacak çalışmalara yol gösterici olabileceği düşünüldüğünde oldukça önemlidir. Tezin 2. Bölümünde düşük akımların çeşitli tanımları, nasıl oluştuğu ve düşük akımları belirleyen etkenler ile düşük akımları incelemenin önemi hakkında bilgiler verilmiştir. 3. bölümde eksik verileri tamamlamak için kullanılan regresyon analizi, düşük akım analiz yöntemleri olan düşük akım indeksleri ve debi süreklilik çizgileri, düşük akım mevsimselliğini ifade eden mevsimsellik oranı (SR), dairesel mevsimsellik indeksi (SI) ve düşük akımların aylara göre oluşumunu belirten mevsimsellik histogramı (SH) yöntemleri incelenmiştir. Tezin 4. Bölümünde çalışma alanı ve çalışılan istasyonlar tanıtılmış, çalışma için elde edilmiş günlük akım verileriyle istasyonların akım grafikleri, debi süreklilik çizgileri elde edilmiş ve düşük akım indeksi olarak seçilen Q_{95} 'ler her yıl için ve de her yılın yaz Q_{95} 'i, kış Q_{95} 'i olmak üzere istasyonlar için 3'er kez hesaplanmıştır. 5. bölümde ise 3. bölümde içeriği verilmiş olan mevsimselliği incelemeyi sağlayan mevsimsellik oranı (SR), dairesel mevsimsellik indeksi (SI) ve mevsimsellik histogramları (SH) istasyonlar için bulunmuş ve bunların harita, tablo, grafik şeklinde gösterimleri verilmiştir. Ayrıca bu bölümde 1981-2011 arasındaki toplam 31 yıl boyuncaki düşük akımların aylara dağılımı pasta grafiğinde gösterilmiştir. Tezin 6. bölümünde daha önceki bölümlerde bulunmuş olan yıllık q_{95} , yaz q_{95} 'i ve kış q_{95} 'in nasıl bir trend izlediğine dair çalışma yapılmıştır. İstasyonların 3 adet olan q_{95} değerlerine Mann Kendall trend testi uygulanmıştır. Bulunan trendler için iç bağımlılığın etkisi çıkartılmaya çalışılmış ve iki türlü bulunan trend sonuçları karşılaştırılmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Düşük akımların incelenmesi, mevsimsellik analizi ve düşük akım indislerinde trend araştırması gibi konularda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıdaki gibi özetlenebilir.

E. Köken tarafından yapılan “Dicle Havzası Düşük Akım Karakteristiklerinin Bölgeselleştirilmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Dicle Havzası istasyonlarında içinde debi süreklilik eğrisi analizinin de bulunduğu analizler kullanılarak Q_{95} gibi önemli düşük akım karakteristikleri belirlenmiştir. Çeşitli düşük akım karakteristikleri arasındaki ilişkiler yorumlanmıştır (Köken, 2009).

S. Ediş tarafından hazırlanan “Yarı Kurak Havzalarda Düşük Akışların Analizi” adlı yüksek lisans tezinde Çankırı ili Söğütözü Deresi ve Terme Çayı Havzalarında ana dere üzerinde bulunan akım gözlem istasyonlarının verileri alınarak 1967-2010 yılları arasında oluşan yıllık düşük akışlar Q_{95} , Q_{90} , Q_{75} , Q_{50} ve $7Q_1$ yöntemlerine göre değerlendirilmiştir. Bölgesel Mann Kendal Testi ile her indis için elde edilen yıllık değerlere göre trend sonuçları karşılaştırılmıştır. Her iki havzanında yıllık ortalama debilerinin yıllara göre azalan bir eğilimde olduğu tespit edilmiştir. Bölgesel Mann Kendal Testi sonucu yarı kurak bölge olan araştırma alanında, günlük ortalama akımlar için 1967-2010 yılları arasında azalan yönde önemli bir trendin olduğu belirlenmiştir. Q_{95} , Q_{90} , Q_{75} , Q_{50} ve $7Q_1$ düşük akım indisleri Söğütözü Deresi’nde artan trend gösterirken Terme Çayı havzalarında azalan trend göstermektedir (Ediş, 2011).

O. Yıldırımlar tarafından yapılan “Fırat Havzası’nda Düşük Akımların Analizi” adlı yüksek lisans tezinde Fırat Havzası’nda 5 adet akım istasyonundaki 34 yıllık ölçülmüş günlük akım değerleri incelenmiş ve herbir istasyon için debi süreklilik eğrileri elde edilmiştir. Çok kullanılan bir düşük akım indisi olan 7 günlük ortalama debilere (Q_{7-t}) Mann Kendal testi ile trend analizi uygulanmış ve azalan yönde bir trend bulunduğu tespit edilmiştir (Yıldırımlar, 2012).

Düşük akımların mevsimsellik analizi ile ilgili az sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların birinde Güneybatı Almanya’da 169 ölçüm istasyonunda düşük akım rejimi üzerinde aşırı insan etkisinin bulunduğu 21 istasyon çıkarılarak kalan 148 istasyonda mevsimsellik araştırması yapılmıştır. Çalışma alanındaki düşük akım davranışını karakterize etmek için yıllık ortalama 10 günlük minimum akım (MAM

(10)) seçilmiştir. Çalışma alanında yılın her ayında düşük debilere rastlanmaktadır. Ancak sonbaharın sonlarında düşük akımın meydana gelme olasılığı daha yüksek çıkmıştır. Özellikle Eylül ve Ekim aylarında, çalışma alanının çoğu bölümünde düşük akımlar hakimdir (Schreiber ve Demuth, 1997).

Mc Cuen ve Beighley tarafından yapılan çalışmada Amerika’da ölçülmüş akım verilerine mevsimsellik analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada ölçüm yapılmamış bölgelerdeki eksik verileri tamamlamak için mevsimsellik analizinin güvenilir sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Mc Cuen H. ve Beighley R., 2003).

U. Ertekin tarafından yapılan “Türkiye’deki Akarsu Havzalarında Taşkın Mevsimselliğinin Belirlenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde Türkiye’deki 25 akarsu havzasında taşkın mevsimselliği incelenmiş, bu 25 akarsu havzasına ait 211 akım gözlem istasyonunda ölçümü yapılmış yıllık maksimum akımlar ve bunların gerçekleşme tarihleri ile çalışılmıştır. Türkiye’deki 25 akarsu havzasında çalışılan istasyonlarda ölçümü yapılan taşkın görülme tarihleri kullanılarak, Türkiye genelinde, taşkınların mevsimselliği hakkında genel bir yorum getirebilmek, Mann-Kendall trend testi ile akım değerleri kullanılarak, incelenen istasyonlardaki akımın trendi hakkında bilgi edinmek amaçlanmıştır (Ertekin, 2018).

A. Albostan tarafından çalışılan “Yüksek ve Düşük Akımların Mevsimselliği Orta Fırat Havzası Uygulaması” adlı yüksek lisans tezinde çalışma bölgesi olarak seçilen Fırat nehri, Murat kolundaki Elektrik İşleri Etüd İdaresi’ne ait 5 adet akım istasyonundan, 30 yıllık ölçülmüş günlük akım değerleri kullanılarak bu verileri işleyen bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Her bir istasyon için boyutsuzlaştırılmış debi süreklilik eğrileri elde edilmiştir. Elde edilen eğrilerin belirli yüzdelere karşılık gelen akım değerleri tarihlerine göre ayrılmış ve bu ayrılan tarihler geliştirilen yeni bir yöntem uygulanarak debilerin ortalama oluşma süresi ve doğrultusu bulunmuştur. Hesaplanan mevsimsel istatistikler her istasyon için harita üzerine yerleştirilmiş ve ortalama oluşma tarihlerinin yönü sayesinde havzaların benzerlikleri belirlenebilecektir. Bu gözlenen benzerlik, istasyonlar arası hidrolojik benzerlik ile de ilişkilendirilip havzaların hidrolojik karakterleri hakkında da yorum yapılmasını sağlamıştır (Albostan, 2007).

G. Sarıgil tarafından hazırlanan “Küçük Menderes Nehir Havzasının Yüksek Akım, Düşük Akım ve Kuraklık Özellikleri” adlı yüksek lisans tezinde Küçük Menderes

Havzası ve yakın çevresinde bulunan 13 meteoroloji gözlem istasyonundan alınan yağış verileri ile Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Çeşitli zaman aralıklarındaki SPI değerleri bulunmuş ve grafiklerde yarı kurak, kurak, aşırı kurak eşik değerleri belirlenmiştir. Hidrolojik kuraklığı temsil eden 1 ve 2 yıllık SPI değerleri incelendiğinde 1985 yılından 1990 yılların ortalarına kadar süren ve 1992 yılında zirve yapan bir kuraklık tespit edilmiştir. Aynı zamanda SPI değerlerine, Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} değerlerindeki düşük akım indislerine ve D-günlük ($D = 1, 7, 14, 30, 90, 273$) minimum akım değerlerine Mann Kendal trend testi uygulanmıştır. Sonuçlara göre 2 akım gözlem istasyonunda hem düşük akım indislerinde hem de D-günlük minimum akım değerlerinde azalan trend görülmüştür. Bu çalışma ile Küçük Menderes Havzası'nda bulunan akarsuların büyük bir kısmında akımların azaldığı ve kuruma tehlikesinde olduğu görülmüştür (Sarigil, 2021).

Bu çalışma yapılırken fazlaca yararlanılan düşük akımların bölgeselleştirilmesi ile ilgili diğer bir çalışma Laaha ve Blöschl tarafından yapılmıştır. Yararlanılan bu çalışma, Avusturya'da 325 istasyonda 3 farklı mevsimsellik indisi ile düşük akımların bölgeselleştirilmesi üzerine yapılmıştır. Bu indisler düşük akımların aylık dağılımını gösteren SH, düşük akımların ortalama zamanını gösteren SI ve yaz, kış düşük akım baskınlığını gösteren SR indisleridir. Düşük akım indeksi olarak da Q_{95} kabul edilmiştir. Bu indisler karşılaştırılmış ve bunların farklı kombinasyonlarına dayanarak alan 2, 3, 8 bölgeye sınıflandırılmıştır. Sonraki adımda düşük akımların bölgeselleştirilmesi için mevsimsellik indislerinin değeri, düşük akım ve havza karakteristikleri arasındaki çoklu regresyonların performansı incelenmiştir. Sonuç olarak küresel regresyon modelinin veriminin en düşük olduğu, alanın 2 ve 3 bölgeye ayrılarak ve her bölgede bireysel regresyon analizinin en iyi performansı verdiği gösterilmiştir (Laaha G. ve Blöschl G., 2006).



2 DÜŞÜK AKIMLAR

2.1 Düşük Akımların Oluşumu

Bir akarsuda debinin ortalamaya göre çok küçük değerler aldığı dönemler vardır. Bu dönemlerde; akarsudan çeşitli maksatlar için gerekli olan suyu sağlamak, akarsuda ulaşım, hidroelektrik üretimi, akarsudaki canlıların yaşamı güçleştiğinden bu süredeki akımlarla ilgili bilgi edinmek önem taşır.

Bir akarsu kesitinden geçen debi bir stokastik süreç olduğundan üç bileşene ayrılarak incelenebilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

1.Eğilim (trend): Bazı durumlarda debi zaman içinde sürekli olarak artan ya da azalan bir gidiş gösterebilir. Bunun nedeni iklim değişikliği olabileceği gibi insan etkisi (akarsudan su alma, akımların biriktirme hazneleriyle düzenlenmesi, havza özelliklerinin değiştirilmesi) de olabilir. Yavaş bir değişim yerine ani bir sıçrama da görülebilir.

2.Periyodik bileşen: Yer kürenin güneş çevresinde dönüşü akımlarda periyodu bir yıl olan periyodik bir bileşen bulunmasına yol açar. Bunun sonucu olarak belli bir mevsimde ya da mevsimlerde akımlar daha küçük değerler alır.

3.Rastgele bileşen: Akımın periyodik bileşen çevresindeki çalkantıları rastgele karakterdedir.

Periyodik bileşene rastgele bileşenin eklenmesiyle zaman zaman normalden çok küçük olan düşük akımlar görülür. Akışların kaynağını yağışlar oluşturduğundan düşük akımlar havzaya hiç yağış düşmeyen ya da normalden çok az yağış düşen dönemlerde (ilkbahardan başlayarak yaz ve sonbaharda, kışın başında) ortaya çıkar. Bu dönemde yağış az, sıcaklık yüksek ve dolayısıyla buharlaşma fazladır. Ancak, havzadaki doğal biriktirme etkisiyle yağışlar kesildikten sonra da bir süre genellikle yeraltındaki biriktirme sisteminden beslenen bir akım görülür. Düşük akımların özellikleri yağışın yanında akarsu havzasının jeolojik yapısına, zemin özelliklerine, akifer karakteristiklerine, evapotranspirasyon kayıplarına, bitki örtüsüne ve diğer havza karakteristiklerine de bağlıdır (Smakhtin, 2001).

2.2 Düşük Akımları Belirleyen Etkenler

Akarsuların rejimleri üzerinde klimatolojik, hidrojeolojik, morfolojik ve morfometrik etkenler ve insan etkisine bağlı etkenler vardır (McMahon ve Diaz Arenas, 1982).

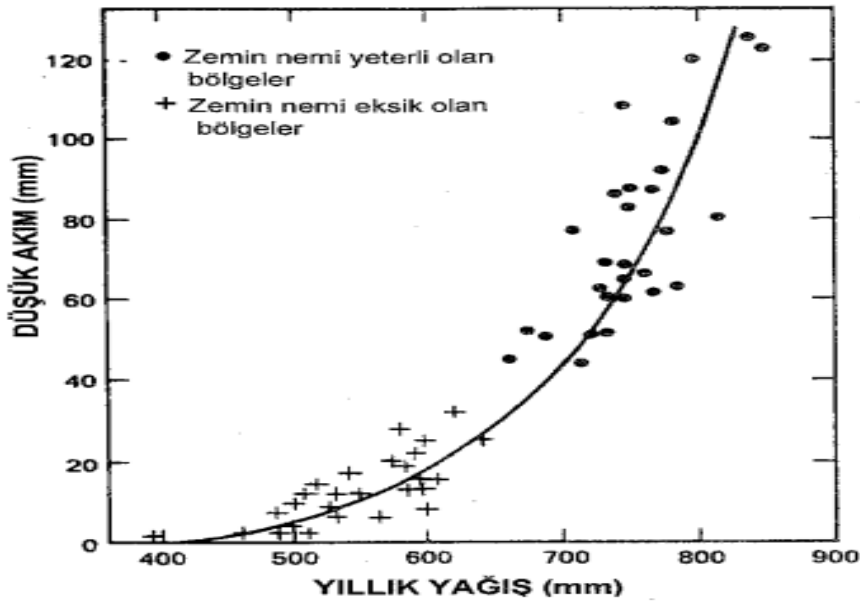
2.2.1 Klimatolojik etkenler:

Düşük akımları belirleyen en önemli etkidir.

1) Yağış: Klimatolojik etkenlerin en önemlisi akarsulardaki akışın kaynağı olan yağıştır. Kurak dönemlerde akarsulardaki akım, daha önceki dönemlerde zemine sızıp yeraltı suyuna karışmış olan yağıştan kaynaklanır. Bu nedenle Şekil 2.1’de görüldüğü gibi yıllık yağışla düşük akım arasında kuvvetli bir ilişki vardır.

Sızma miktarı üzerinde yağışın sadece yüksekliği değil şiddeti de etkilidir. Havzanın karakteristik özellikleri ve insan etkisi, yağış ile düşük akımlar arasındaki ilişkiyi değiştirebilen önemli etkenlerdir.

Yağışın sızması üzerine; bitki örtüsü, zemin geçirimliliği ve eğim etkili olan havza karakteristikleridir.

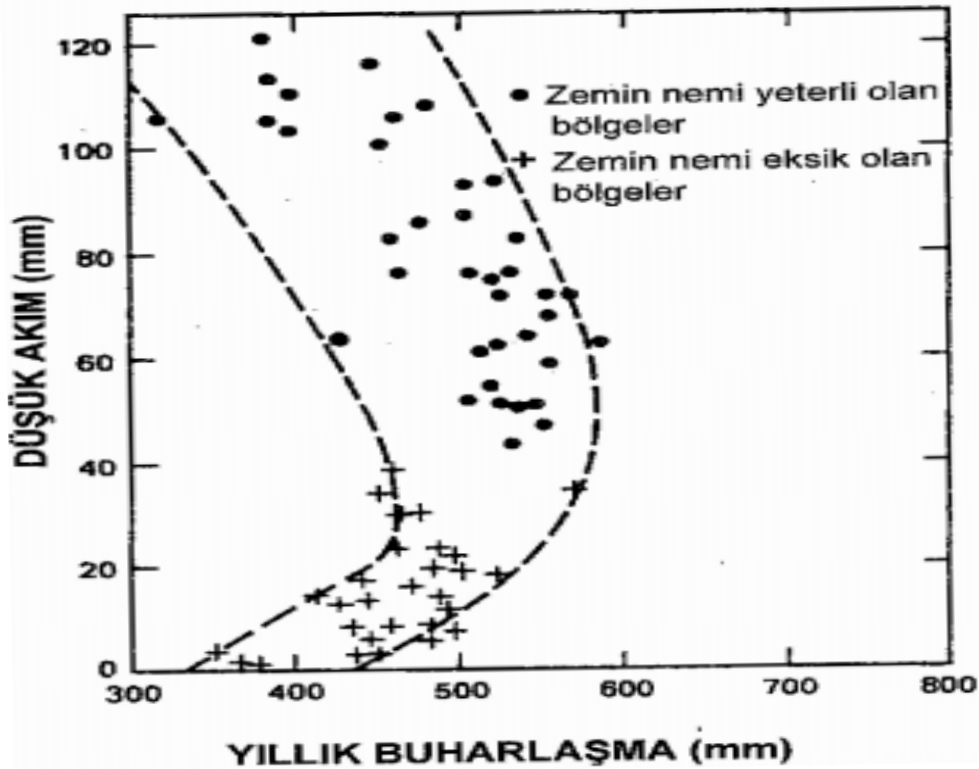


Şekil 2.1: Düşük akımla yıllık yağış arasındaki ilişkiye bir örnek (Doğu Avrupa akarsuları; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).

2) Buharlaşma: Düşük akımı belirleyen önemli etkenlerden biri olan buharlaşma, bölgenin meteorolojik faktörlerine ve buharlaşma yüzeyinin özelliklerine bağlıdır. Özellikle yazın başlangıcında zeminin nemli olduğu dönemde büyük buharlaşma

kayıpları görülür. Bu dönemde buharlaşmanın yağıştan fazla olması halinde akımda hızlı bir azalma olur. Akarsuyun sadece yeraltından beslendiği dönemlerde buharlaşmanın etkisi daha azdır. Yıllık buharlaşma ile düşük akım miktarı arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Bu ilişkide bitki örtüsünün de etkisi vardır. Su ihtiyacını daha derinlerden karşılayabilen bitkiler terleme kayıplarını arttırır. Genellikle buharlaşma arttıkça düşük akım azalır, ancak zeminde yeterli nem bulunmayan bölgelerde bu durum farklı olabilir. Düşük akım ile buharlaşma arasındaki ilişki Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

Ege Bölgesinde buharlaşmanın etkisi oldukça geniştir. Buharlaşmaya bir taraftan da morfolojik faktörlerin yardımı vardır. Bir kısmı geniş grabenler içerisindeki alüvyal düzlüklerde bulunan ve burada akışları ağır olan Ege nehirleri fazlasıyla buharlaşmaya maruz kalır.



Şekil 2.2: Düşük akımla yıllık buharlaşma arasındaki ilişkiye bir örnek (Doğu Avrupa akarsuları; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).

3) Buzlanma: Pek çok bölgede akımın en önemli kaynağı kar erimesidir. Karların henüz erimeye başlamadığı kış aylarında yağışların kar şeklinde devam etmesi ile akarsu beslenemeyebilir ve akarsu, göl yüzeylerinin buzlanmasıyla akışa geçebilecek su miktarı azalabilir hatta tamamen bitebilir. Bu gibi durumlarda hava sıcaklığı ile

düşük akımlar arasında kuvvetli bir ilişki görülür. Çünkü hava ve zemin sıcaklığı; nem oranını, rüzgarları, yağışı ve buharlaşmayı değiştirerek düşük akımları etkiler.

2.2.2 Hidrojeolojik etkenler:

Zemin tipi, akiferin büyüklüğü ve hidrolik özellikleri, topoğrafya, bitki örtüsü tipi, beslenme miktarı gibi etkenler düşük akımların azalma hızını belirler.

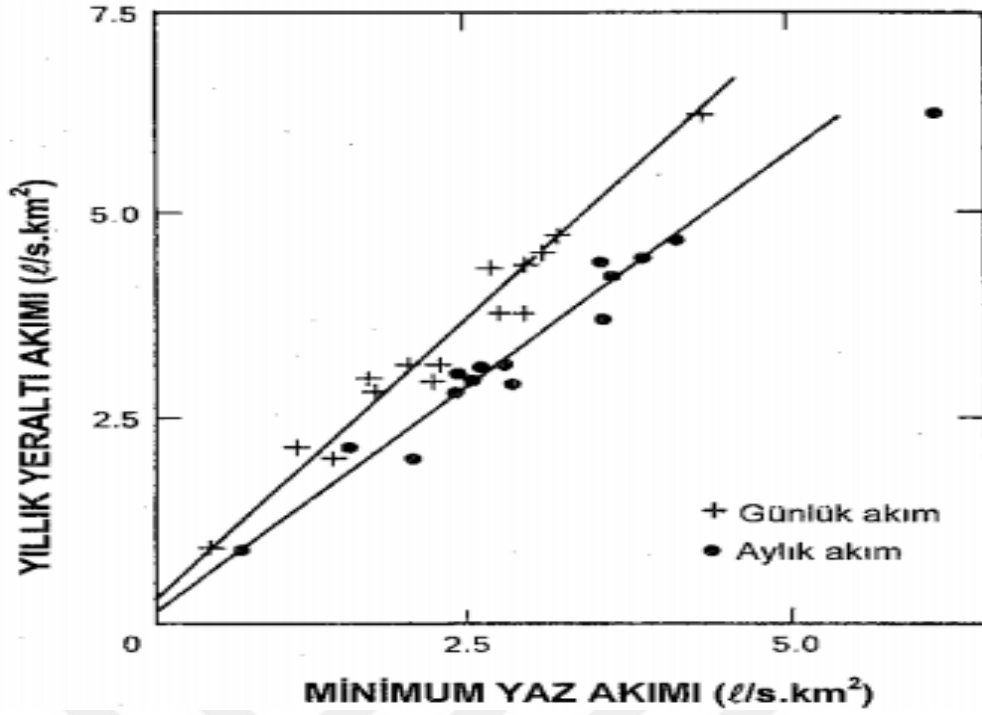
1) Jeoloji: Akarsu rejimi üzerinde etkisi olan jeolojik faktör kütlenin geçirimsizliğidir. Havza yüzeyinin geçirimsiz (kum, çakıl) olması halinde kaya veya kil olması haline göre kurak dönemlerde düşük akımlar daha büyük olur. Karstik bölgelerde sular geniş ölçüde sızmakta bazen de deliklerden girerek kaybolan sular, bol debili kaynaklar şeklinde vadilerin kenarından ortaya çıkıp akarsuyun debisini arttıırırlar. Ege Bölgesi'nde karstik kaynakların da debi ve rejim üzerinde etkileri vardır.

2) Akiferler: Kurak dönemlerde yeraltı suyu ihtiyacı karşılayan tek kaynak durumundadır. Bu dönemde yeraltı suyu akımı giderek azalarak stabil bir değere ulaşır. Yeraltı suyu akımı ile düşük akımlar arasında kuvvetli bir ilişki vardır (Şekil 2.3). Yeraltı su yüzeyi ile akarsudaki su yüzeyinin karşılıklı durumları akarsuyun yeraltından beslenmesini belirler (Şekil 2.4) (Bayazit ve Önöz, 2008).

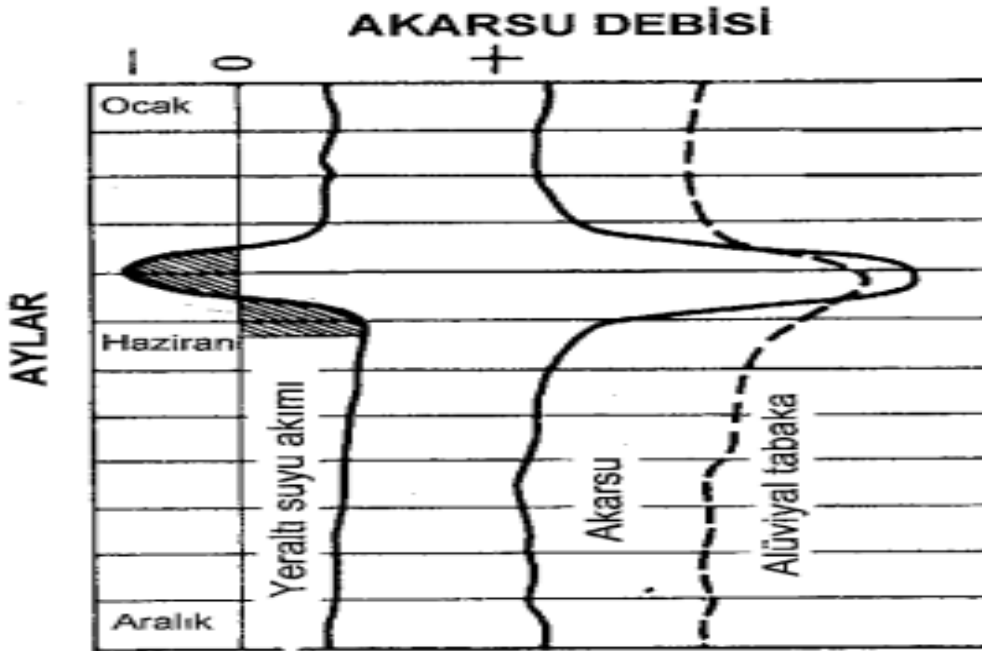
2.2.3 Morfolojik etkenler:

Havzanın topoğrafyası, göl ve bataklıklar düşük akımları etkiler.

- 1) Topoğrafya: Rejim üzerinde morfolojik faktörlerin asıl etkisi eğimin fazlaşması ve yüksekliğin artmasıyla kendini gösterir. Yükseklik arttıkça iklim değişikliği meydana gelir. Belirli bir yükseklikten itibaren de yağışlar kar şeklini alır ve yılın bir kısmında yerde kalarak akarsuyu besleyemez. Topoğrafya aynı zamanda akış yönünü ve hızını da belirleyerek akımları etkiler.
- 2) Göller: Göllerin sayısı ve alanı arttıkça akarsu rejimi daha düzenli hale gelerek düşük akımlar büyümeye başlar. Ancak göllerin kapalı havza olması halinde buharlaşma kayıpları artışıyla düşük akımlar küçülür.



Şekil 2.3: Minimum akımla yıllık yeraltı suyu akımı arasındaki ilişkiye örnek (Nemon nehri; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).



Şekil 2.4: Yeraltı su yüzeyi ile akarsudaki su yüzeyinin karşılıklı durumlarının akarsuyun beslenmesini belirlemesine bir örnek (Volga nehri; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).

3) Bataklıklar: Göller ile benzer etkileri gösterir. Kurak bölgelerde bataklıklardaki buharlaşma düşük akımların azaltabilir..

4) Bitki Örtüsü: Düşük akım ile arasında karmaşık bir ilişki vardır. Bitkilerin yaptığı terleme ile kayıplar artarken akımları azalır. Öte yandan bitkiler kökleriyle zemini gevşetip zemin geçirirmliliğinin büyümesini sağlayarak sızmayı arttırır. Bitki örtüsünün düşük akımlar üzerindeki etkisi bitkilerin cinsine de bağlıdır.

2.2.4 Morfometrik etkenler:

Havzanın alan, kot, eğim, drenaj yoğunluğu ve akarsu ağı özellikleri de düşük akımlar üzerinde etkili olur.

1) Havza alanı: Havza, yağışı akışa çeviren bir transfer sistemi olarak düşünüldüğünde alanının artmasıyla alacağı yağış miktarı artacaktır. Havzanın depolama karakteristikleri, süzülme, doğal çöküntü alanları da bu ilişkiyi belirleyen diğer etkenlerdir. Sonuç olarak Şekil 2.5'te görüldüğü gibi havza alanı ile düşük akımlar arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Ancak karstik bölgelerde, depolama karakteristiklerinden biri olan yeraltı havza alanı yeryüzeyindeki havza alanından farklı olabileceğinden durum değişebilir.

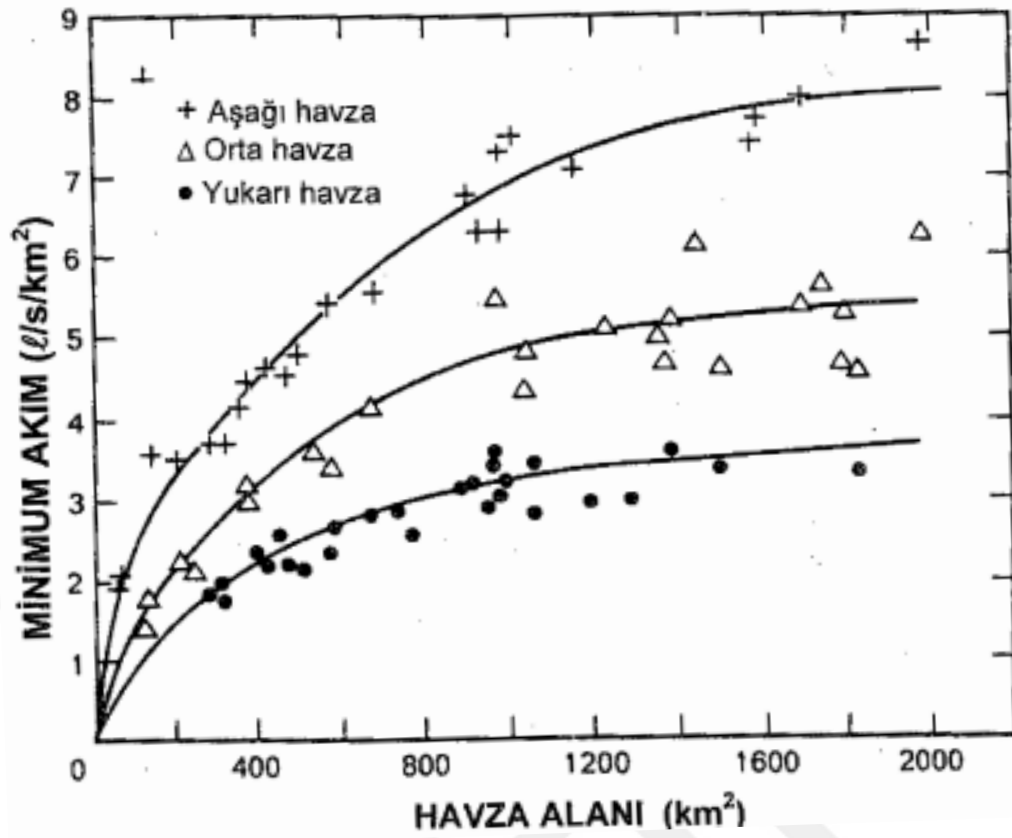
2) Kot: Yağış genellikle kot ile artar. Ancak kotun yüksek olması bir seviyeden sonra yağışın kar olarak düşmesine sebep olur. Artan kot ile beraber eğimin fazla olması zemin geçirirmliliğini azaltıcı etki yaptığı için düşük akımları azaltabilir (Şekil 2.6).

3) Eğim: Eğim arttıkça süzülme azalır ve yüzeysel akış bu durumdan etkilenir. Yüksek eğimli havzalarda sızma azaldığından yeraltı suyu dolayısıyla düşük akımlar azalır.

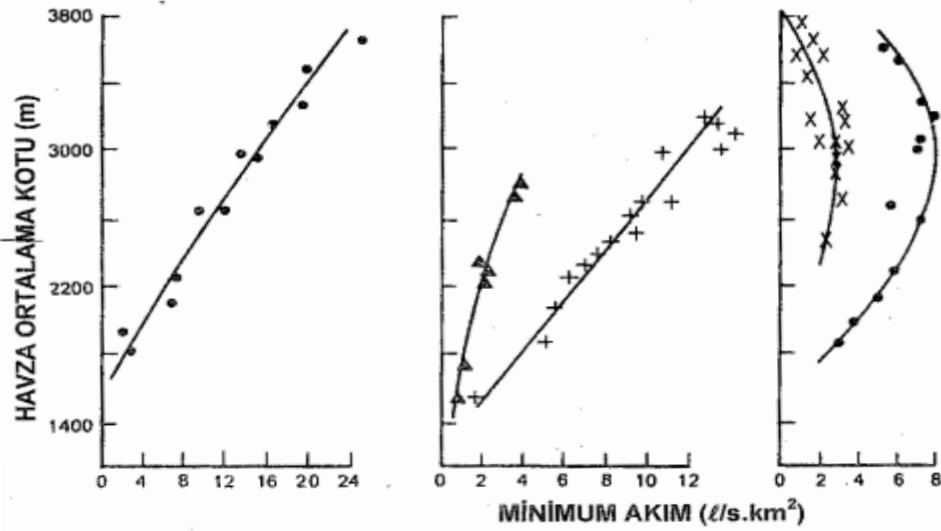
4) Yön: Havza alanının rüzgar etkisine açık olması o bölgedeki yağışı arttırdığı gibi kar yağışı ve buharlaşmayı da etkiler. Böylece akımlar etkilenir.

5) Drenaj yoğunluğu: Bir havzada birim alana düşen toplam akarsu uzunluğuna drenaj yoğunluğu denir. Bu yoğunluk arttıkça yağışın kurak dönemlerde akarsuya ulaşma olasılığı artar ve böylece düşük akımlar artar.

6) Akarsu yatağının talveg kotu: Yeraltı su yüzeyinin kotu ile ilişkisi akarsuyun yeraltı suyundan beslenip beslenmeyeceğini belirler.



Şekil 2.5: Havza alanı ile düşük akımlar arasındaki ilişkiye bir örnek (Severnaya Dvina nehri; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).



Şekil 2.6: Havzanın ortalama kotu ile düşük akımlar arasındaki ilişkiye örnekler (Orta Asya'da dağlık havzalar; McMahon ve Diaz Arenas, 1982).

2.2.5 İnsan etkileri:

Düşük akımlar üzerinde insan etkileri aşağıdaki gibidir:

- 1) Kentleşme: Büyük şehirlerin ve endüstrilerin, akarsuların düşük akımları üzerinde önemli etkileri vardır. Suyun yeraltından alınması halinde yeraltı su seviyesi alçalacağından akarsuların yeraltından beslenmesi azalır. Kentleşme sonucu artan beton ve asfalt gibi maddelerle kaplı alanlar süzülme önleyip yüzey akımını artırır. Yağmur suyu ve kanalizasyon şebekeleri suyun havzadan hemen uzaklaştırılmasına neden olur. Kentleşmeyle meydana gelen geçirimsiz alanın artması düşük akımları azaltır.
- 2) Sulama: Sulama suyunun miktarı ve sulama şekline bağlı olarak sulamada kullanılan su miktarı çok büyük olabilir. Kurak yıllarda sulama suyu ihtiyacı daha büyük olacağından düşük akımlar oldukça azalır hatta küçük akarsular tamamen kuruyabilir. Sulama suyunun yeraltından alınması da düşük akımları azaltır.
- 3) Barajlar: Barajlarla akarsudaki su miktarı belirlendiğinden düşük akımlar bu durumdan etkilenir. Etkinin miktarı ve akımın artıp azalması maksada bağlıdır. Büyük barajlarla düşük akımlar önemli oranda artırılabilir. Özellikle karstik bölgelerde baraj göllerinden sızan su yeraltını besleyerek düşük akımları artırabilir.
- 4) Su transferi: Havzalar arasındaki su transferi bazı havzalardaki düşük akımları artırırken bazı havzalarınkini azaltır.
- 5) Hidroelektrik: Hidroelektrik santrallerinden bırakılan su genellikle düşük akımları artırır.
- 6) Akarsuda ulaşım: Ulaşım için gerekli su derinliğini sağlamak için düşük akımlar artırılır.
- 7) Arıtma: Akarsuya bırakılan atık su düşük akımları artırır. Mevcut akım yeterli seyreltmeyi sağlayamıyorsa düşük akımları arttırmak gerekir.
- 8) Kurutma: Bataklıkların kurutulması bitki örtüsünü ve akımları etkiler. İlk yıllarda düşük akımlar artabilir. Ancak bu birçok faktöre bağlıdır.
- 9) Ormanlaşma: Akarsuyun rejimini ve debileri etkiler. Ormanlaşma genellikle terleme kayıplarıyla düşük akımları azaltır fakat ağaçlar kökleriyle toprağı gevşetip sızmayı arttırdığından olumlu etki de yapabilir. Gustard ve Gross (1989) ağaçların

kesilmesinin düşük akımları önemli oranda arttırdığını gözlemişlerdir. Ancak ormanın tamamen ortadan kaldırılması düşük akımları tekrar azaltmaktadır.

2.3 Düşük Akımları İncelemenin Önemi

Düşük akımların etkileri; hidroelektrik tesislerde, atıkların arıtılmasında, şehirlere su sağlamada, sulama sistemlerinde, akarsuda ulaşımında ve su kaynakları sistemlerinin işletilmesinde görülür.

Düşük akım dönemlerinde akarsudaki debi, hız ve derinliğin azalması; bu dönemde suyun ne şekilde kullanılacağına karar verilmesi için düşük akımlar hakkında bilgi edinilmesini oldukça önemli kılar.





3 KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1 Regresyon Analizi

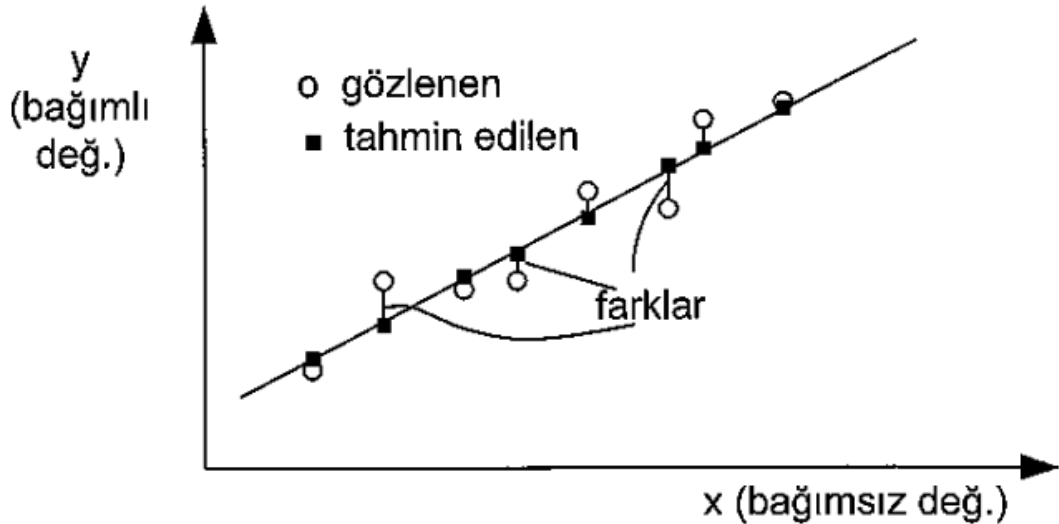
Regresyon doğruları, aralarında doğrusal ilişki bulunan bir bağımlı değişkenle, y , birkaç bağımsız değişken, $x_1, x_2, \dots, x_m$, arasındaki bağımlılığını izah etmek için kullanılır. Bu ilişki daha sonra bağımsız değişkenlerin gözlenmiş değerleri yardımıyla bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için kullanılır (Usul, 2008)

İki değişkenli bir durum söz konusu olduğunda gözlenen x, y değer çiftlerinden aşağıda denklemi verilen bir doğru geçirilir.

$$y = \alpha + \beta x \quad (3.1)$$

Bu denklemde α , y eksenini kesen noktayı, β da doğrunun eğimini gösterir.

En uygun doğruyu bulmak için genellikle farkların kareleri toplamını minimize eden en küçük kareler metodu kullanılır. Farklar herhangi bir x değeri için gözlenen y değeri ile bu x değeri için doğrunun üzerinde bulunan tahmin değeri y ile arasındaki dikey mesafedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Regresyon Doğrusu (Nurünnisa Usul, 2008).

Bulunan doğru, x, y değişkenlerinin almaları mümkün bütün değer çiftlerini (populasyonunu) temsil eder. Fakat bu değişkenler için elde sadece bir örneklemeden

elde edilen değerler vardır, dolayısıyla α ve β parametrelerinin gerçek değerleri bulunamaz. Ancak eldeki örneklemeden α ve β için tahmin değerleri olan a ve b değerleri bulunabilir. Bu durumda doğrunun denklemi şöyle olur (Usul, 2008):

$$y' = a + bx \quad (3.2)$$

Herhangi bir x_i değeri için fark ($y_i - y_i'$) dir ve bunların minimize edilecek olan kareleri toplamı 3.3 denkleminde verilmiştir.

$$\sum (y_i - y_i')^2 = \sum (y_i - (a + bx_i))^2 \quad (3.3)$$

Regresyon parametreleri a ve b 'yi bulabilmek için 3.3 denkleminin a ve b 'ye göre kısmi türevleri alınıp elde edilen denklemler sıfıra eşitlenir.

$$\frac{\partial}{\partial a} \sum (y_i - (a + bx_i))^2 = 2 \sum (y_i - (a + bx_i))(-1) = 0 \quad (3.4)$$

$$\frac{\partial}{\partial b} \sum (y_i - (a + bx_i))^2 = 2 \sum (y_i - (a + bx_i))(-x_i) = 0 \quad (3.5)$$

Yukarıdaki denklemler düzenlendiğinde **regresyonun normal denklemleri** denilen 3.6 ve 3.7 denklemleri elde edilir.

$$\sum y_i = n a + b \sum x_i \quad (3.6)$$

$$\sum y_i x_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2 \quad (3.7)$$

Bu iki denklemin beraberce çözülmesinden a ve b parametrelerinin değerleri aşağıda verildiği gibi bulunur.

$$a = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \text{veya} \quad a = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n} \quad (3.8)$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3.9)$$

İki değişken arasındaki ilişkinin derecesi, aralarındaki korelasyon olarak tariflenir ve **korelasyon katsayısı, r** , ile ifade edilir. Bu katsayı -1 ile +1 arasında değerler alır. Katsayının değeri ilişkinin derecesini, işareti de ilişkinin doğru veya ters yönde olduğunu gösterir. Örnek olarak, -0,94 katsayısı kuvvetli ancak ters bir ilişkiyi işaret eder, şöyle ki x 'in değerleri artarken y 'nin değerleri azalır. Korelasyon katsayısı -1 veya +1 olduğunda y 'nin değişiminin %100'ü x 'le olan ilişkiden gelmektedir ve bütün noktalar en küçük kareler doğrusunun üzerinde olur. Korelasyon katsayısı 3.10 denklemi kullanılarak bulunur.

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad (3.10)$$

Tek değişkenin standart sapmasına benzer bir şekilde, değişken çiftleri için de **standart tahmin hatası**, S_e , tarif edilir. Bu değer 3.11 veya 3.12 denklemi kullanılarak bulunabilir.

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_i')^2}{n-2}} \quad (3.11)$$

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - a\sum y_i - b\sum x_i y_i}{n-2}} \quad (3.12)$$

S_e değeri gözlenen değerlerin doğruya dikey farklarının karelerinin toplamının (n-2)'ye bölümü olduğu için noktaların regresyon doğrusu etrafındaki dağılımını gösterir.

Yukarıda verilen iki değişkenli regresyon örneği, bir bağımlı değişkenin birçok bağımsız değişkenle ilişkisini gösteren çoklu doğrusal regresyona uzatılabilir. Örnek olarak, y bağımlı değişkenin x_1 ve x_2 bağımsız değişkenleriyle ilişkisi üç değişkenli regresyonla ifade edilir. Bu durum için regresyon denklemi 3.13 eşitliğinde, normal denklemleri de 3.14 ve 3.16 eşitliklerinde verilmiştir.

$$y' = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 \quad (3.13)$$

$$\sum y = a n + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 \quad (3.14)$$

$$\sum y x_1 = a \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_2 x_1 \quad (3.15)$$

$$\sum y x_2 = a \sum x_2 + b_1 \sum x_1 x_2 + b_2 \sum x_2^2 \quad (3.16)$$

Üç değişkenli regresyon katsayıları a, b_1 ve b_2 , 3.14 ve 3.16 denklemlerinin beraberce çözümüyle bulunur.

Benzer şekilde, bağımlı değişken y'nin, m tane bağımsız değişkenle ($x_1, x_2, \dots, x_m$) ilişkisini ifade eden regresyon denklemi 3.17 eşitliğinde, normal denklemleri de 3.18 ve 3.21 eşitliklerinde verilmiştir.

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_m x_m \quad (3.17)$$

$$\sum y = n a + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + \dots + b_m \sum x_m \quad (3.18)$$

$$\sum y x_1 = a \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_2 x_1 + \dots + b_m \sum x_m x_1 \quad (3.19)$$

$$\sum y x_2 = a \sum x_2 + b_1 \sum x_1 x_2 + b_2 \sum x_2^2 + \dots + b_m \sum x_m x_2 \quad (3.20)$$

$$\sum yx_m = a \sum x_m + b_1 \sum x_1 x_m + b_2 \sum x_2 x_m + \dots + b_m \sum x_m^2 \quad (3.21)$$

Regresyon katsayıları $a, b_1, b_2, \dots, b_m$ 'nin değerleri 3.18 ve 3.21 doğrusal denklemlerinin beraberce çözümünden bulunur.

3.2 Düşük Akım İndisleri

Bir akarsuyun düşük akım olarak adlandırılacak akımlarının üst sınırı için çeşitli kabuller yapılabilir. Bu kabuller arasında ortalama (ya da medyan) günlük akımları olduğu gibi; debi-süreklilik çizgisinden okunan, zamanın belli bir yüzdesinde akarsu da mevcut olan debi olabilir. Örneğin debi-süreklilik çizgisinden okunan, zamanın %95'inde akarsuda aşılacak debi (Q_{95}), düşük akım sınıflandırılmasında üst sınır olarak kabul edilebilir. Düşük akımları karakterize etmek için kullanılan bu debilere düşük akım indeksi denir.

Gözlenmiş minimum günlük akım da indeks olarak kullanılabilir. Ancak bu indeks gözlem süresine bağlı olduğu gibi bazı akarsularda sıfır değerini aldığından pek kullanışlı değildir (Bayazit ve Önöz, 2008).

Smakhtin'e (2001) göre; bir akım süreklilik eğrisi, düşük akımlardan taşkın olaylarına kadar nehir debilerinin bütün aralığının gösterilmesindeki en tanıtıcı araçlardan biridir. Ortalama günlük debi verilerini kullanan akım süreklilik eğrileri, ilgili periyod süresince belirli debiye eşit ya da bunu aşan zamanın yüzdesini gösteren kümülatif frekans dağılımlarıdır (günlük, aylık, yıllık, kayıdın tüm periyodu). Q_{95} ve Q_{90} akımları akademik kaynaklarda ve yönetim edebiyatında en sık kullanılan düşük akım indisleridir.

Düşük akım indeksi d-günlük minimum akımlara göre de tanımlanabilir. Düşük akımlar sürekli oldukları zaman etkili olduklarından 1 günlük yerine d- günlük akımları kullanmak uygun olabilir d-gün sayısının seçimi maksatla ilgilidir, düşük akımın hangi süre de devam etmesi halinde zararlı olacağına bağlıdır.

Global olarak en çok kullanılan indisler $Q_{7,10}$ ve Q_{95} akımlarıdır (Pyrce, 2004). Pyrce'a (2004) göre genel olarak kullanılan indisler $Q_{7,2}, Q_{7,20}, Q_{1,10}, Q_{30,10}, Q_{90}$ ve Q_{75} akımlarını içermektedir. Pyrce (2004), $Q_{7,10}$ gibi bir akım indisini 10 yıllık dönüş aralığında hesaplanan 7- günlük ortalama akımı şeklinde ifade etmektedir. $Q_{7,10}$ akımı ile birlikte daha önceden kullanılmış ya da hali hazırda kullanılmakta olan farklı dönüş

aralıklarındaki 7-günlük ortalama düşük akımları ($Q_{7,1}$, $Q_{7,2}$, $Q_{7,5}$, $Q_{7,20}$, $Q_{7,25}$) mevcuttur (Pyrce, 2004).

Taban akımı hacminin toplam akım hacmine oranı olarak tanımlanan BFI taban akımı indeksi çok kullanılan bir düşük akım indeksidir.

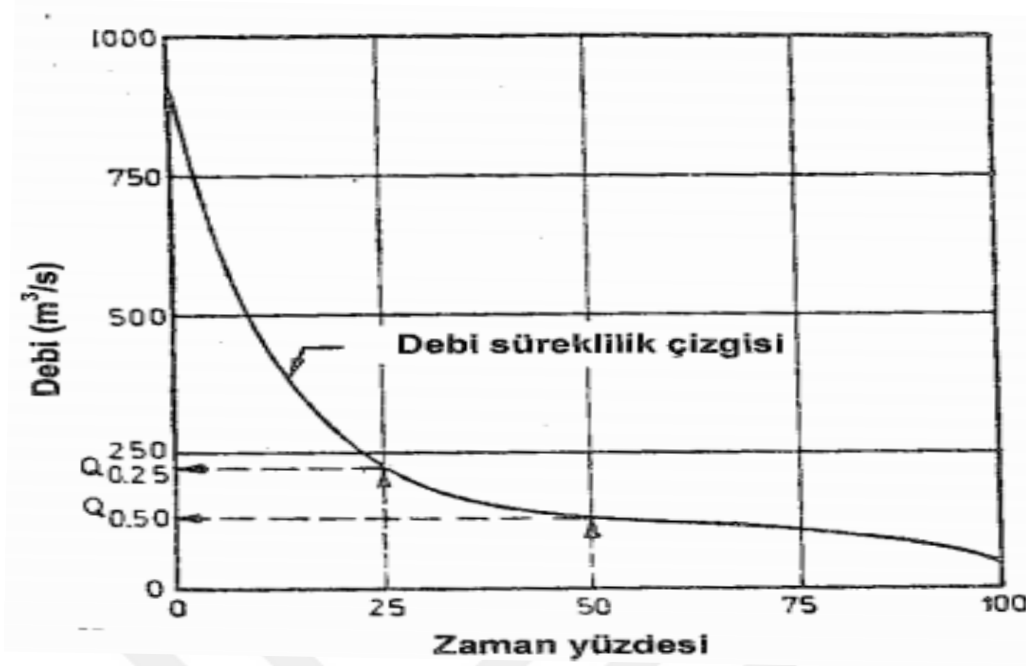
Kuruyan akarsularda debinin sıfır olduğu zaman yüzdesi de önemli bir indekstir.

Çeşitli düşük akım indeksleri arasında kuvvetli ilişkiler olduğu gösterilmiştir.

Belirli bir dönem boyunca görülen düşük akımlar sonucu ortaya çıkan kuraklığı da ölçmek için kullanılan kuraklık indisleri vardır. Bunların bir kısmı bölgesel olsa da bir kısmı uluslararası düzeyde kabul görmüştür. Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından meteorolojik kuraklığı izlemek için bir başlangıç olarak vurgulanan, yağış verileri üzerinden değerlendirmeler yapan Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI), 1993 yılında McKee ve diğerleri tarafından geliştirilmiştir. Vicente-Serrano ve diğerleri tarafından 2010 yılında geliştirilen Standartlaştırılmış Yağış ve Buharlaşma İndisi de (SPEI) kuraklık analizlerinde kullanılmaktadır. Literatürde yağış ve sıcaklık değişkenine bağlı olan çeşitli kuraklık indisleri mevcuttur.

3.3 Debi-Süreklilik Çizgisi

Debi süreklilik çizgisi; bir istasyonda herhangi bir zaman aralığında, belirlenen akım miktarı ile bu akımın kümülatif bir şekilde ilerleyen frekansının 100 ile çarpılmasıyla elde edilen zaman yüzdesi arasındaki ilişkiyi gösteren çizgidir. Bu çizgi gözlenmiş verilere göre akarsuda belli bir debinin aşıldığı zaman yüzdesini gösterir. Akarsuyun düşük akım karakteristiklerini iyi ifade eder ve genellikle Şekil 3.2’de görüldüğü gibi düşey eksen de debi, yatay eksen de aşılma yüzdesi olacak şekilde çizilir.



Şekil 3.2: Debi süreklilik çizgisi (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Debi süreklilik çizgisini elde ederken mümkün olduğu kadar uzun bir süreye ait debi gidiş çizgisini kullanmak uygun olur. Bu süre gün, hafta, ay, yıl gibi değişik zaman birimlerini içerebilir. Zaman biriminin seçimi eğrinin kullanım amacına bağlıdır. Verilerin sayısı çok olduğundan veriler uygun sayıda (20-25 kadar) sınıf aralığına ayrılarak her bir aralık için gözlenen debilerin frekansları hesaplanır. Bu frekanslar, en büyük debiden başlanarak toplanıp aşılma yüzdeleri elde edilir. Bu yüzdeleri sınıf aralıklarının alt sınırlarına karşı gelecek şekilde noktalayarak süreklilik çizgisi çizilir. Aşılma yüzdesi %100 yani 1 değerini alıncaya kadar tabloya devam edilir.

Debi süreklilik çizgisinden okunan %50 aşılma yüzdesine karşı okunan debi, yılın bir gününde aşılma olasılığı %50 olan debi değil, yılın %50'sinde aşılması beklenen debidir.

Debi süreklilik çizgisi belirlendikten sonra bu çizgiden zamanın belli bir yüzdesinde akarsuda mevcut olan debi okunabilir. Zamanın %90 (%95, %99) gibi bir yüzdesinde aşılma Q_{90} (Q_{95} , Q_{99}) debisi akarsuyun düşük akım potansiyelini ifade eder. Bu bilgiler biriktirmesiz hidroelektrik tesislerinde, su alma yapılarında, su kalitesi ile ilgili çalışmalarda proje debisinin seçilmesinde kullanılır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Debi süreklilik çizgisinin düşük akım bölgesinde (0.50'den büyük aşılma yüzdelerinde) dik olması taban akışının az olduğunu, yatık olması ise taban akışının

katkısının büyük olduğunu gösterir. Geçirimsiz zeminlerde süreklilik çizgisi dik, geçirimli zeminlerde yatık olur (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Çeşitli akarsuların debi süreklilik çizgilerini birbirleriyle karşılaştırarak bölgesel analizde kullanabilmek için debiler havza alanına bölünerek özgül debi olarak ($m^3/s-km^2$ cinsinden) ifade edilir, ya da debiler yıllık ortalama (veya medyan) debiye bölünerek boyutsuz hale getirilir.

Süreklilik çizgisinden seçilen bir riske (risk = 1-aşılma yüzdesi) karşı gelen debi okunup akarsudan alınmak istenen suyun debisi ile karşılaştırılarak biriktirme haznesi yapmak gerekip gerekmediğine karar verilir. Biriktirmesiz hidroelektrik tesislerinde enerji üretimi debi süreklilik çizgisi kullanılarak hesaplanır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

3.4 Mevsimsellik Oranı (SR)

Mevsimsellik oranı (seasonality ratio) yaz ve kış düşük akımlarının hidrolojik süreçlerinin altında yatan önemli farklılıklara dayanmaktadır. SR, yaz debi serisinin q_{95y} ile kış debi serisinin q_{95k} oranıdır.

$$SR = q_{95y}/q_{95k} \quad (3.22)$$

SR > 1 olması kış düşük akımı rejiminin varlığını, SR < 1 olması yaz düşük akım rejiminin varlığını gösterir (Laaha ve diğ., 2006).

Bu çalışmada kış debi serisi 1 Ekim -29 Şubat ve yaz debi serisi 1 Mart – 30 Eylül olarak seçilmiştir. Ege Bölgesi'nde son yıllarda Eylül ayı oldukça kurak geçmektedir. Bu yüzden Eylül ayı yaz debi sersine eklenmiştir.

3.5 Mevsimsellik İndeksi (SI)

Mevsimsellik indeksi (seasonality indices) düşük akım oluşumunun mevsimsellik dağılımını temsil eder (Burn 1997, Young ve diğ, 2000). Bu indeks debinin Q_{95} 'e eşit veya altında olduğu gözlemlerle hesaplanan θ ve r parametrelerine dayanır. θ parametresi düşük akımların ortalama mevsimsellik ölçüsünün radyan cinsinden ölçütüdür. θ parametresi 0 - 2π arasında değer alır.

Bu çalışmada su yılı esas alınarak $\theta = 0$ 1 Ekim, $\theta = \pi/2$ 1 Ocak, $\theta = \pi$ 1 Nisan, $\theta = 3\pi/2$ 1 Temmuz'a denk gelmektedir. Hesaplamalarda kolaylık olması açısından tarihin 1 Ocak'da değil de 1 Ekim'de değiştiği düşünülmüştür.

r parametresi düşük akım mevsimselliğinin boyutsuz bir ölçüsü olan oluşum günlerinin ortalama sonucudur. r değerleri 0 ile 1 arasındadır. r = 1 güçlü mevsimselliği gösterir. Yani tüm düşük akım olayları yılın aynı gününe denk gelmiştir. r = 0 'da mevsimsellik yoktur. Yani düşük akım olayları yıl boyunca eşit dağılmıştır (Laaha ve diğ., 2006).

Her bir havza için debinin Q_{95} 'e eşit ve küçük olduğu günler tüm gözlemlerin içinden çıkarıldı. Çıkarılan bu debi değerlerinin her biri için aşağıdaki denklemle (Denklem 2.2) radyan cinsinden yön açısı bulundu. Denklemde bulunan D_i , debinin 1 Ekim'den başlayan gün sırasında kaçınıcı olduğudur. Örneğin 26 Ekim'de $D_i=26$ 'dır.

$$\theta_i = \frac{D_i 2\pi}{365} \quad (3.23)$$

Denklemde artık yıllarda payda 366 olarak alınmalıdır.

Düşük akımlı günlerin değişkenliğinin bir ölçüsü olan r vektörünün ortalama uzunluğu:

$$r = \sqrt{x_\theta^2 + y_\theta^2} \quad (3.24)$$

Q_{95} 'e eşit ve küçük olan her bir debi değeri için koordinatlar:

$$x_i = \cos \theta_i \quad (3.25)$$

$$y_i = \sin \theta_i \quad (3.26)$$

Toplam N günde koordinatların aritmetik ortalaması

$$x_\theta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \cos \theta_i \quad (3.27)$$

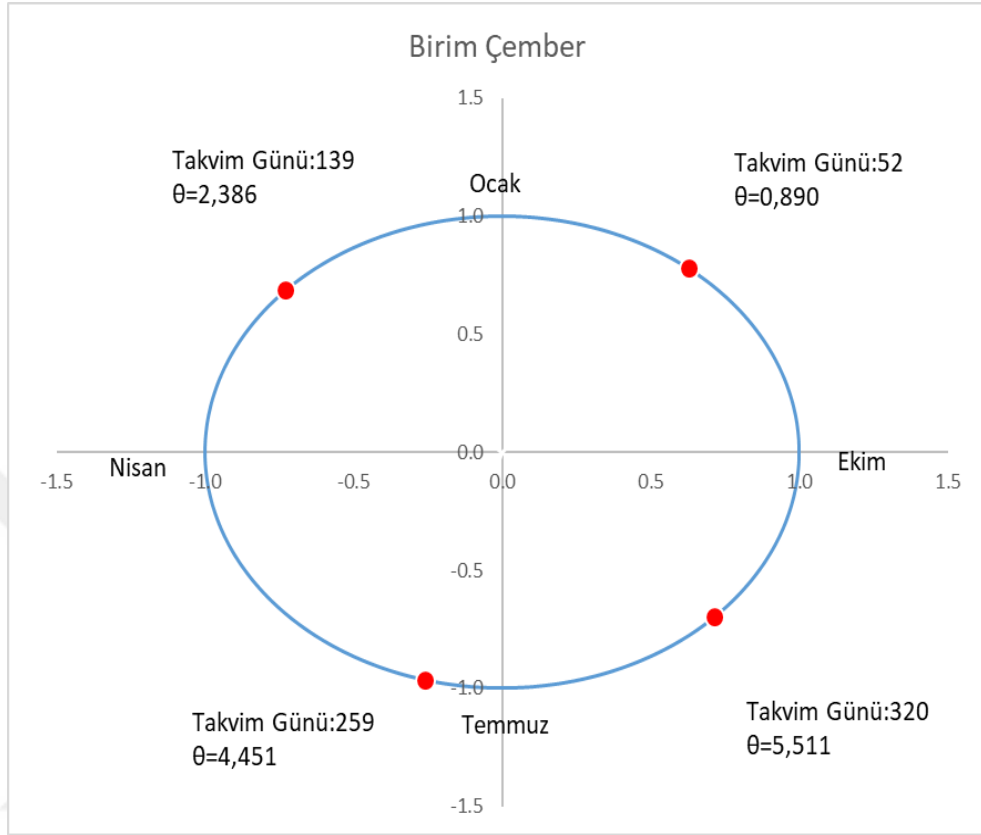
$$y_\theta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sin \theta_i \quad (3.28)$$

İstasyondaki düşük akımın ortalama zamanının radyan cinsinden değeri 3.29 denklemindeki gibi belirlenir.

$$\theta = \begin{cases} x_\theta > 0, y_\theta > 0 & \longrightarrow \arctan\left(\frac{y_\theta}{x_\theta}\right) \\ x_\theta < 0, y_\theta > 0 \text{ veya } x_\theta < 0, y_\theta < 0 & \longrightarrow \arctan\left(\frac{y_\theta}{x_\theta}\right) + \pi \\ x_\theta > 0, y_\theta < 0 & \longrightarrow \arctan\left(\frac{y_\theta}{x_\theta}\right) + 2\pi \end{cases} \quad (3.29)$$

Radyan cinsinden belirlenen değerün güne dönüştürülmesi, yani ortalama düşük akım gününün (ODAG'ın) bulunması aşağıdaki 3.30 denklemiyle yapılır.

$$ODAG = \theta \frac{365}{2\pi} \quad (3.30)$$

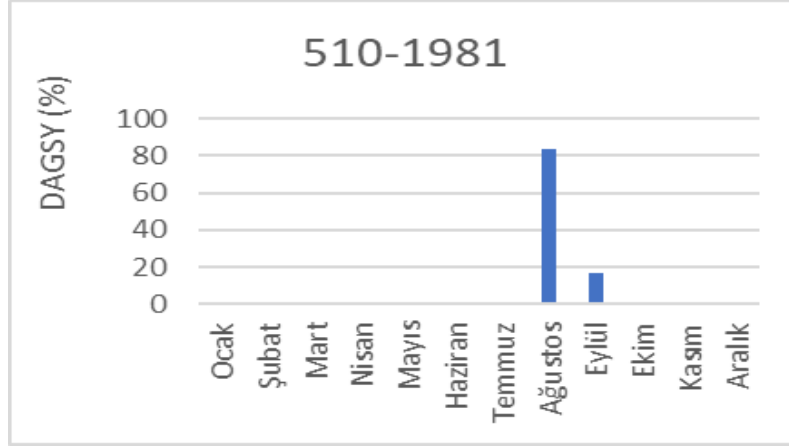


Şekil 3.3:Birim Çember

Yukarıdaki parametrelerle hesaplanan her bir nokta Şekil 3.3'teki gibi birim çember üzerine işaretlenir. Çemberdeki her nokta düşük akım görülme tarihini belirtir.

3.6 Mevsimsellik Histogramı (SH)

Mevsimsellik histogramı (SH), mevsimsellik indeksine (SI'ya) göre düşük akımların dağılımında mevsimselliğin daha ayrıntılı tanımını sağlar (Laaha, 2002). SH düşük akım olarak kabul edilen günlerin aylara göre yüzdeleri hesaplanarak çizilen histogramlardır. Yatay ekseninde aylar, dikey ekseninde Düşük Akım Gün Sayısı Yüzdesi (DAGSY) bulunmaktadır. Şekil 3.4'de SH örneği gösterilmiştir.



Şekil 3.4: 510 istasyonun 1981 yılı SH'ı.

3.7 Trend Analizi

Belirli zaman aralığında rastgele değişkenin aldığı değerlerin kümesine zaman serisi denir. Trend ise bir zaman serisinde rastgele değişkenin değerinin zamanla giderek artması veya azalmasıdır. Rastgele değişkenin zaman içinde bu değişiminin incelenmesinin amacı, hidrolojik süreçteki düzen veya düzensizlikleri belirleyip ileriye yönelik tahminlerin yapılmasıdır.

Bu çalışmada trend analizi parametrik olmayan Mann-Kendall testi kullanılarak yapılmıştır. Parametrik olmayan testler istatistik dağılımlarından bağımsız olan testlerdir. Parametrik testlerde normalite, lineerlik ve bağımsızlık kabulleri yapıldığı için zaman serileri analizine genellikle uygun değildir. Bu nedenle parametrik olmayan testler gözlemlerin büyüklükleri yerine sıralamayı esas alır ve herhangi bir dağılıma uyma şartını gerektirmez.

3.7.1 Mann-Kendall testi

Mann-Kendall testi nonparametrik (parametrik olmayan) bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi ile; H_0 'trend yok' ile kontrol edilmektedir. (Bayazıt, 1996)

Testin uygulama ayrıntıları şöyledir: Eldeki zaman serisi $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ şeklindedir. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan (x_i, x_j) çiftlerinin sayısı P , $i < j$ için $x_i > x_j$ olan (x_i, x_j) çiftlerinin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği $S = P - M$ şeklinde tanımlanır.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = S / [n(n-1)/2] \quad (3.31)$$

$n \geq 10$ için

$$\mu_s = 0 \quad \sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (3.32)$$

ve

$$Z = \begin{cases} S - 1/\sigma_s & S > 0 \text{ ise} \\ 0 & S = 0 \text{ ise} \\ S + 1/\sigma_s & S < 0 \text{ ise} \end{cases} \quad (3.33)$$

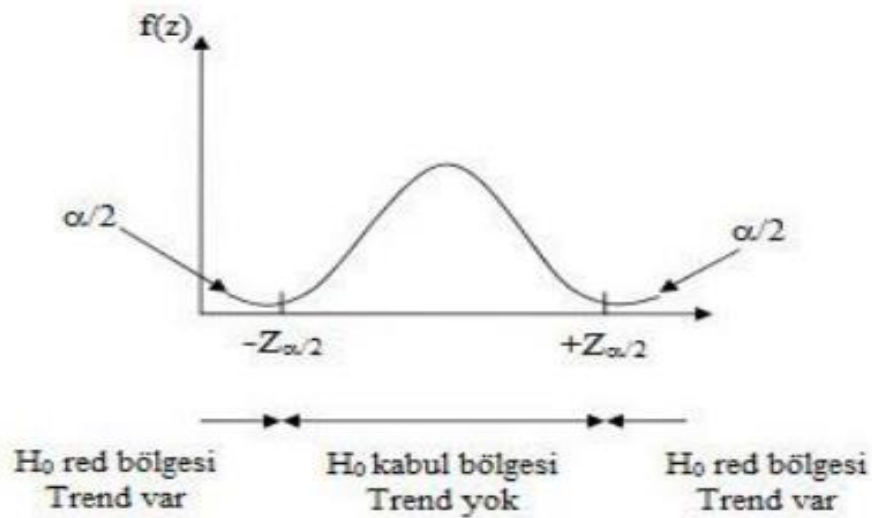
Şeklinde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Zaman serisinde birbirine eşit gözlemler varsa σ_s aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{[n(n-1)(2n+5) - \sum t_i(t_i-1)(2t_i+5)]/18} \quad (3.34)$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 6 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_1 = 6$, 4 gözlem aynı değerde ise $t_2 = 4$ ve değerleri aynı olan 3 gözlemlik iki grup bulunuyorsa $t_3 = 3$, $t_4 = 3$ alınmalıdır.

Yukarıda gösterildiği şekilde hesaplanan Z 'nin mutlak değeri seçilen anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilip incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2004).

Şekil 3.5'de α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın grafiğinde testin kabul ve red bölgeleri tanımlanmıştır.



Şekil 3.5: Mann Kendall Hipotezleri.

3.7.1.1 İç bağımlılığın etkisinin giderilmesi

Zaman serilerindeki iç bağımlılık Mann-Kendall testi ile yapılan trend testini etkilemektedir. Mann-Kendall trend testinde iç bağımlılığın etkisinin giderilmesi için von Storch (1995) tarafından ‘Pre-whitening’ olarak isimlendirilen yaklaşık bir yöntem önerilmiştir.

$$\mathcal{E}_i = x_i - r_1 x_{i-1} \quad (3.35)$$

Burada x 'ler örnek seriyken r_1 bu zaman serisinden hesaplanan 1 aralıklı serisel korelasyon katsayısıdır. Bu denklemle iç bağımlılığın giderildiği kabul edilen seriye test uygulanır.

Fakat yapılan araştırmalara göre iç bağımlılık bulunan serilerde Mann-Kendall testinden önce pre-whitening uygulamasının iki farklı etkisi olabilmektedir. Seride trend yoksa bu işlem ‘trend var’ kararını verme olasılığının artmasına engel olmakta, öte yandan seride trend varsa trendin yakalanması olasılığını azaltmaktadır.

Yue ve diğerleri (2002, 2003) pre-whitening işleminin farklı etkilerini gözönüne alarak serisel korelasyon olan serilerde trend analizi için şu yöntemi önermişlerdir. Önce serideki trendin eğimi (b) belirlenmekte ve

$$y_i = x_i - b \quad (3.36)$$

işlemlerle trend ayrılmaktadır. Daha sonra aşağıdaki denklemle trendi olmayan y_i serisine pre-whitening uygulayarak serideki iç bağımlılık giderilmektedir.

$$\mathcal{E}_i = y_i - r_1 y_{i-1} \quad (3.37)$$

$\mathcal{E}_i$ serisine daha önce giderilmiş olan trend tekrar eklenmektedir.

$$\hat{\mathcal{E}}_i = \mathcal{E}_i + b \quad (3.38)$$

Elde edilen seride iç bağımlılık bulunmadığı kabul edilerek Mann-Kendall testi ile trend analizi yapılır ve anlamlı bir trend bulunup bulunmadığı belirlenir. Böylece iç bağımlılığın etkisi giderildiği gibi testin gücü de azalmamış olur.

3.7.2 Bölgesel trend analizi

Hidrolojik bakımdan homojen olduğu kabul edilen bir bölgedeki m istasyonda n yıl boyunca ölçülen zaman serilerinin bölgesel trend analizi, bölgesel Mann Kendall trend testi ile yapılabilir (Douglas v.d, 2000). Bunun için her bir istasyonda S_k ($k = 1, 2, \dots, m$) değerleri hesaplandıktan sonra test istatistiği bunların $\overline{S_m}$ ortalaması olarak alınır.

$$\overline{S_m} = \sum_{k=1}^m S_k / m \quad (3.39)$$

$\overline{S_m}$ 'in parametreleri

$$E(\overline{S_m}) = 0 \quad \sigma_{\overline{S_m}} = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18m} \quad (3.40)$$

Örnekte birbirine eşit gözlemler varsa varyans 3.34 formülüne benzer şekilde düzeltilir.

$$Z = \frac{\overline{S_m} - E(\overline{S_m})}{\sigma_{\overline{S_m}}} = \overline{S_m} / \sigma_{\overline{S_m}} \quad (3.41)$$

Şeklinde tanımlanan Z'nin dağılımı standart normal dağılımdır. Hesaplanan Z'nin mutlak değerinin aşılması olasılığı p/2 ise bölgesel anlamlılık düzeyi p olur. 3.41'deki denklemle bulunan Z'nin mutlak değeri seçilen anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilip incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır. İstasyonlardaki veriler arasında çapraz korelasyon bulunması halinde $\sigma_{\overline{S_m}}$ 'nin düzeltilmesi gerekir. $\bar{\rho}$ istasyonlar arasındaki çapraz korelasyon katsayılarının ortalamasını göstermek üzere:

$$\sigma_{\overline{S_m}} = \sqrt{[n(n-1)(2n+5)/18m][1 + (m-1)\bar{\rho}]} \quad (3.42)$$

İstasyon sayısı m'in 10'dan küçük olması halinde Z istatistiğinin normal dağıldığı kabulü doğru olmaktan uzaklaşır (Bayazıt ve Önöz, 2004).

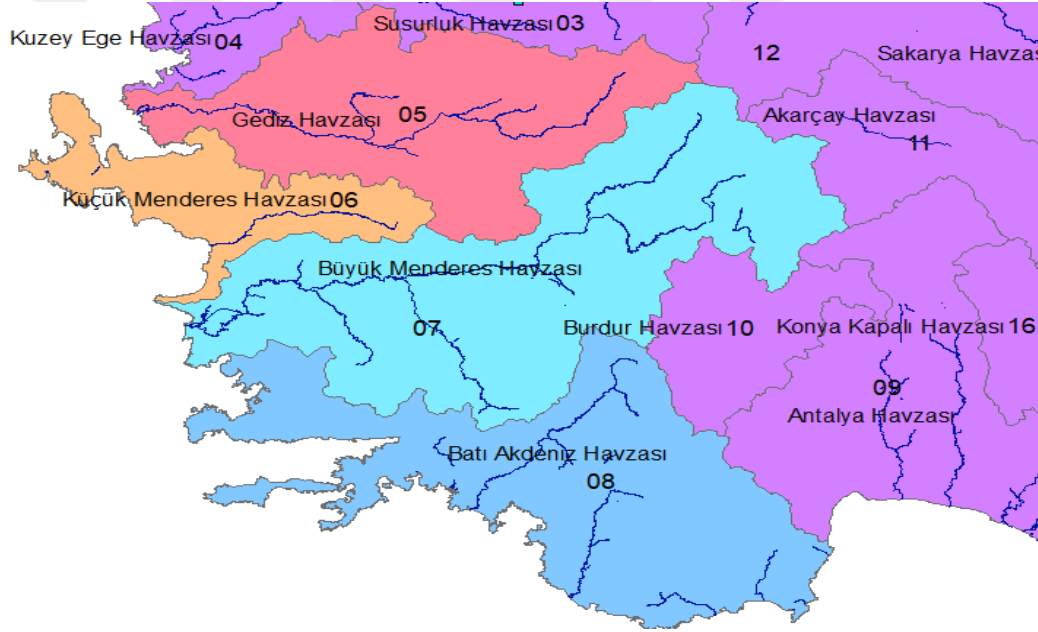


4 EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ

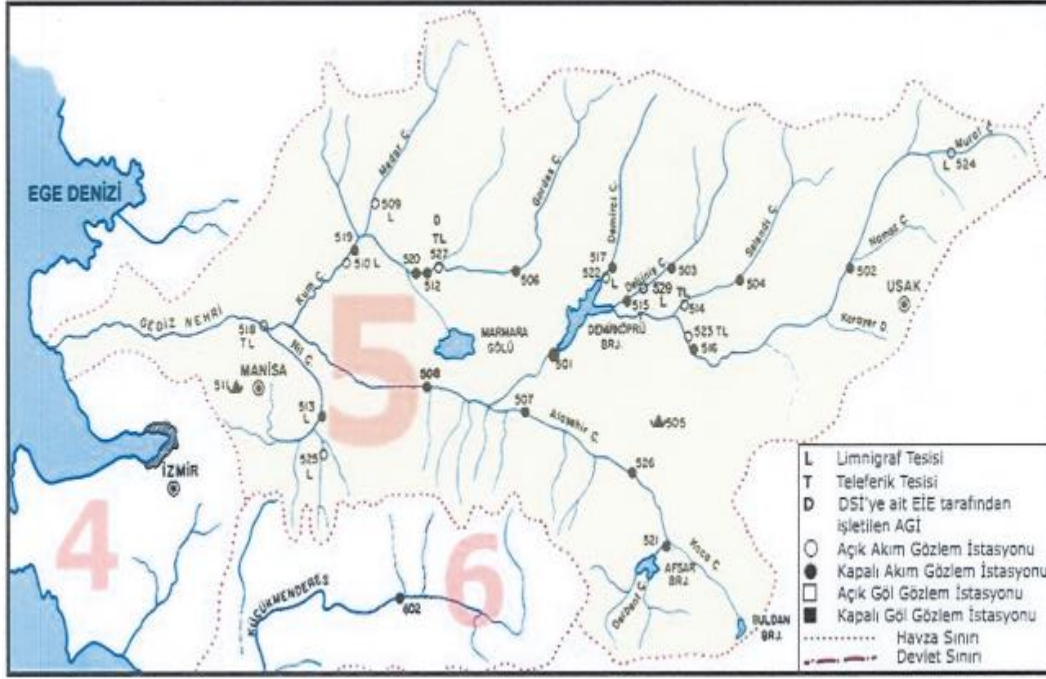
4.1 Çalışma Alanı

Bu çalışma Ege Bölgesi'ndeki Şekil 4.1'de görülen Gediz Havzası (5), Küçük Menderes Havzası (6), Büyük Menderes Havzası (7) ve Batı Akdeniz Havzası'nda (8) yapıldı.

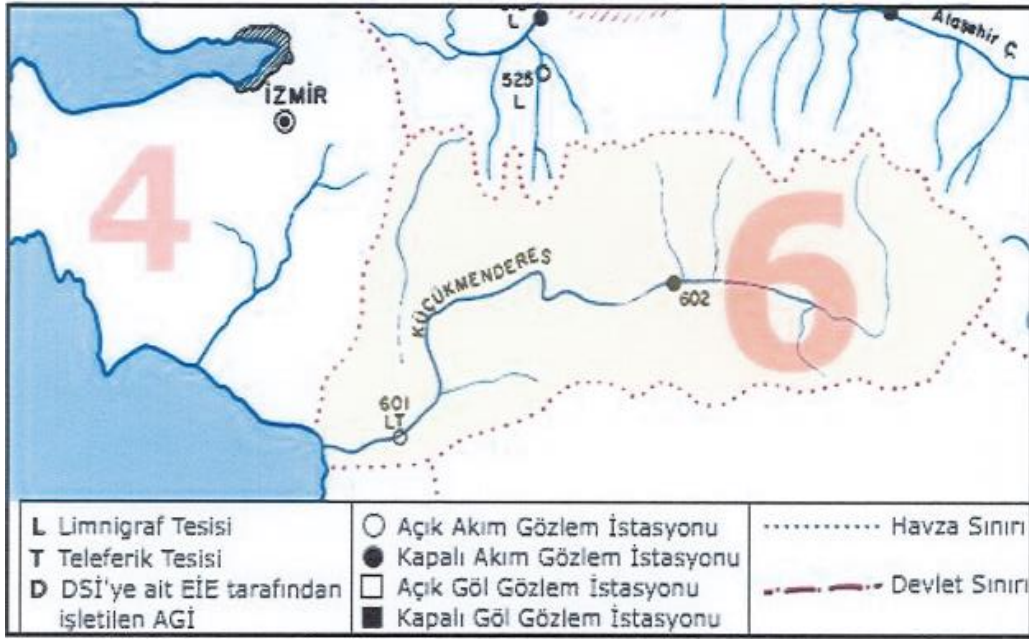
Gediz Havzası'nda 8 istasyon, Küçük Menderes Havzası'nda 1 istasyon, Büyük Menderes Havzası'nda 7 istasyon ve Batı Akdeniz Havzası'nda 5 istasyon olmak üzere toplamda 21 istasyon alanında bu çalışma yapıldı.



Şekil 4.1: Çalışılan akarsu havzaları.

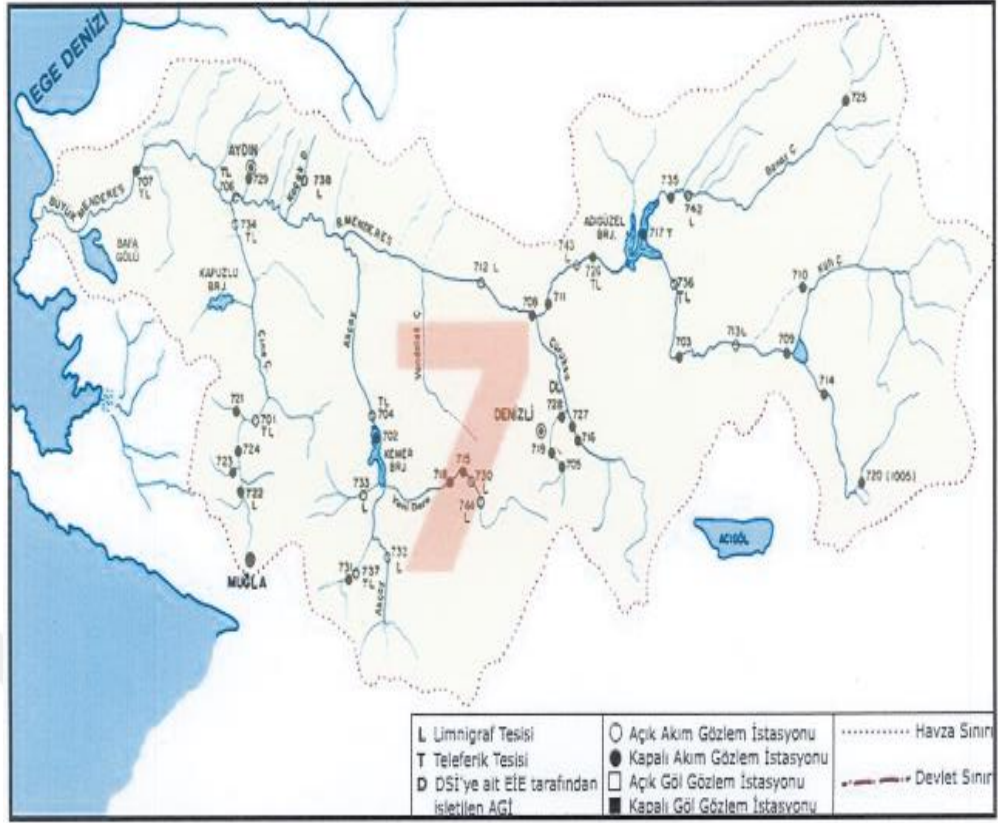


Şekil 4.2: Gediz Havzası.

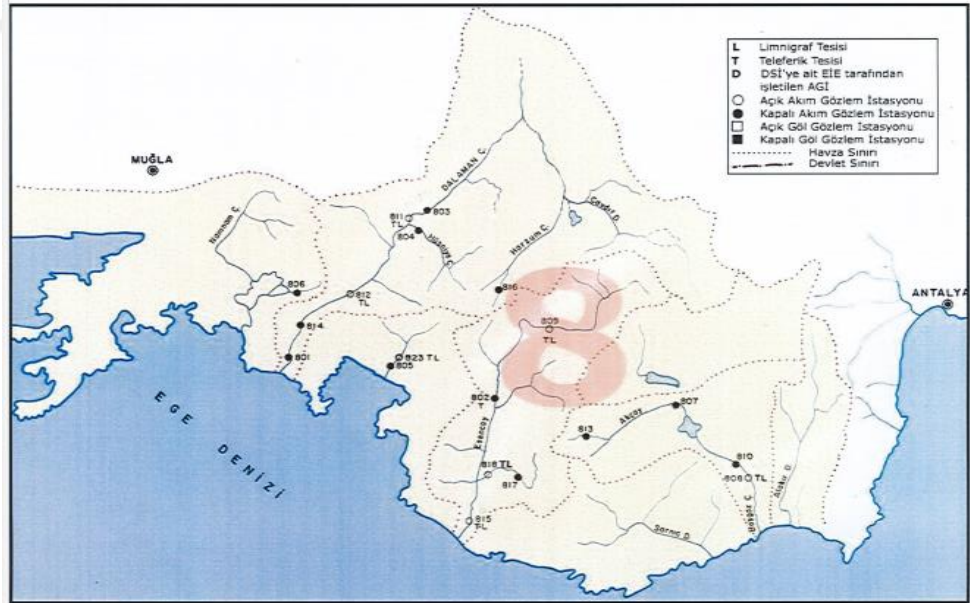


Şekil 4.3: Küçük Menderes Havzası.

Şekil 4.2’de Gediz Havzası, Şekil4.3’de Küçük Menderes Havzası, Şekil 4.4’de Büyük Menderes Havzası ve Şekil 4.5’de Batı Akdeniz Havzası’nın haritaları gösterilmiştir.



Şekil 4.4: Büyük Menderes Havzası.



Şekil 4.5: Batı Akdeniz Havzası.

4.2 İstasyon Akım Verileri

DSİ'nin sitesinden Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzalarının DSİ ve EİE ait verileri kontrol edildi. Aşağıdaki tablolarda D ile başlayan

Çizelge 4.2: Küçük Menderes Havzası istasyonların veri listesi.

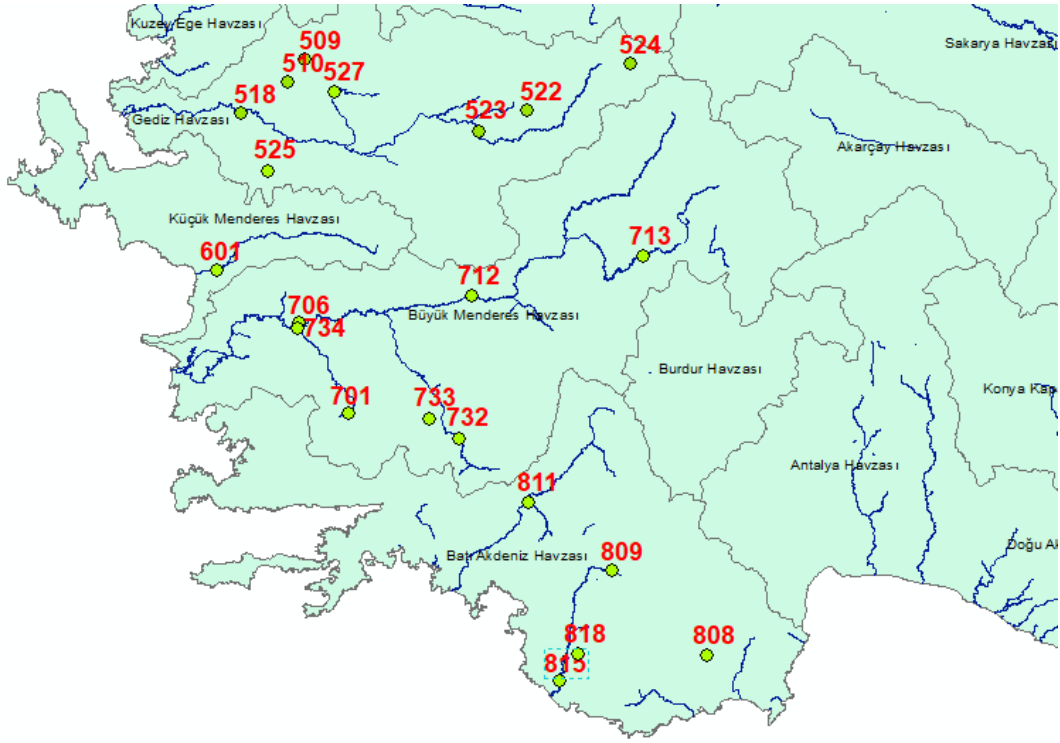
[illegible]

Çizelge 4.3: Büyük Menderes Havzası istasyonlarının veri listesi.

[illegible]

D08A009	Kirenış Ç.		
D08A018	Ballık D.		
D08A049	Başğöz Ç.		
D08A061	Mümür D.		
D08A067	Söğüt G.Çıkış		
D08A070	Horzum Ç.		
D08A071	Agva D.		
D08A074	Dalaman Ç.		
D08A078	Akçay Gömbe		
D08A081	Arsıanlı Ç.		
D08A083	Dargaz D.Lengüme		
D08A084	Değirmen D. Sodak		
D08A087	Değirmen D.Karad		
D08A091	Eşen Ç.Örenköy		
D08A094	Değirmendere		
D08A095	Mümür D.		
D08A098	Eşence D.Kızıl.		
D08A099	Kandak Ç.		
D08A100	Karabalçık D.		
D08A101	Kocaçay		
D08A103	Dalaman Ç.		
D08A105	Yavanoluk D.		
D08A109	Geyik Suyu		
D08A112	Kanlıgöl D.		
D08A115	Kocaalan		
D08A118	Kazandere Hisar		
D08A142	Gerin D.Bozalan		
D08A144	Akdere Örenköy		
D08A145	Kadınazmağlı		
D08A147	Aksu Deresi		
D08A148	Kızıldere		
Batı Akdeniz			
808	Başgök Çayı		
809	Eşen Çayı Kavalide		
811	Dalaman Çayı		
815	Eşen Çayı Kınık		
818	Karaçay Kayadibi		
823	Kargı Çayı Yanıklar		

İstasyonlarda ölçülen debi değerlerinin bizi yanlış sonuçlara götürmemesi adına baraj çıkışında bulunan istasyon olup olmadığı kontrol edildi.1981-2011 yılı arasındaki verilerin eksiksiz olmasına rağmen Kemer Barajı çıkışında bulunan 704 numaralı istasyon, verileri kullanılacak istasyonlar arasından çıkarıldı. Şekil 4.6’da çalışılan 21 istasyon gösterilmiştir.



Şekil 4.6: Çalışılan istasyonlar.

Çizelge 4.5: Gediz Havzası seçilen istasyon bilgileri.

İstasyonlar	Alan(km ²)	Kot(m)	Ort. Debi (m ³ /s)	Std. Sapma	Çarpıklık Kat.
509	901.6	77	2.35	6.69	10.58
510	3188.6	54	3.28	11.00	16.40
518	15616.4	23	24.53	35.89	4.76
522	818.8	245	2.76	9.48	19.73
523	3272.4	348	8.28	17.56	15.32
524	176.0	790	1.48	1.76	4.03
525	64.0	158	0.63	1.56	16.82
527	1430.5	128	4.51	17.36	26.77

Çizelge 4.6: Küçük Menderes Havzası seçilen istasyon bilgileri.

İstasyon	Alan(km ²)	Kot(m)	Ort. Debi (m ³ /s)	Std. Sapma	Çarpıklık Kat.
601	3255.2	4	6.11	18.59	11.02

Çizelge 4.7: Büyük Menderes Havzası seçilen istasyon bilgileri.

İstasyonlar	Alan(km ²)	Kot(m)	Ort. Debi (m ³ /s)	Std. Sapma	Çarpıklık Kat.
701	948.0	262	4.76	10.64	7.71
706	19595.6	25	38.27	35.75	2.39
712	12798.8	120	23.94	16.45	2.11
713	3945.6	802	8.29	8.72	1.41
732	854.8	409	8.86	22.17	11.07
733	236.0	384	1.29	3.31	16.81
734	2839.6	26	11.59	28.89	6.52

Çizelge 4.8: Batı Akdeniz Havzası seçilen istasyon bilgileri.

İstasyonlar	Alan(km ²)	Kot(m)	Ort. Debi (m ³ /s)	Std. Sapma	Çarpıklık Kat.
808	770.0	342	2.76	3.36	2.95
809	546.8	1115	3.25	5.27	5.87
811	3890.6	595	10.94	14.11	3.00
815	2448.0	8	35.50	29.67	5.54
818	234.1	110	13.82	6.69	6.28

Çizelge 4.5’de Gediz Havzası bilgileri, Çizelge 4.6’da Küçük Menderes Havzası bilgileri, Çizelge 4.7’de Büyük Menderes Havzası bilgileri, Çizelge 4.8’de Batı Akdeniz Havzası bilgileri bulunmaktadır.

4.4 Eksik Verilerin Doğrusal Regresyon ile Tamamlanması

Yapılan bu çalışmada Gediz Havzası’nın 510 numaralı istasyonun 2005,2006 yıllarına ait veriler ile Büyük Menderes Havzası’nın 734 numaralı istasyonunun 1981,1982,1983 yıllarına ait veriler olmak üzere toplamda 5 yıllık veri eksikliği bulunmaktadır.

Yılları eksik olan istasyonların var olan verileri, bulunduğu havzadaki diğer istasyon verileri ile Excel programı kullanılarak regresyon analizine sokulmuş, en yüksek korelasyon katsayısının çıktığı istasyon ile korele edilerek eksik olan yılların verileri tamamlanmıştır.

Çizelge 4.9: 510 istasyonunun diğer istasyonlarla olan korelasyon katsayıları.

İstasyonlar	Korelasyon kats.
510-509	0.7828
510-518	0.7103
510-522	0.6480
510-523	0.6241
510-524	0.3885
510-525	0.7128
510-527	0.7465

Çizelge 4.9'a göre 510 istasyonunun en iyi korelasyon sayısı 509 istasyonu ile çıkmıştır.

Çizelge 4.10: 510 istasyonunun 509 istasyonu ile olan regresyon denklemi katsayıları.

Katsayılar	
α	0.203
β	1.375

$$y = \alpha + \beta x \quad (4.1)$$

Çizelge 4.10'da katsayıları verilen 4.1'deki regresyon denkleminde x yerine 510 istasyonunda eksik olan yılların (2005, 2006) 509 istasyonundaki verileri kullanılarak y 'ler, yani 510 istasyonun eksik verileri bulunmuştur.

Aynı işlemler eksik verileri olan 734 istasyonu için de yapılmıştır.

Çizelge 4.11: 734 istasyonunun diğer istasyonlarla olan korelasyon katsayıları.

İstasyonlar	Korelasyon kats.
734-701	0.8081
734-706	0.6727
734-712	0.3115
734-713	0.0660
734-732	0.6507
734-733	0.6518

Çizelge 4.11'e göre 734 istasyonunun en iyi korelasyon sayısı 701 istasyonu ile çıkmıştır.

Çizelge 4.12: 734 istasyonunun 701 istasyonu ile olan regresyon denklemi katsayıları.

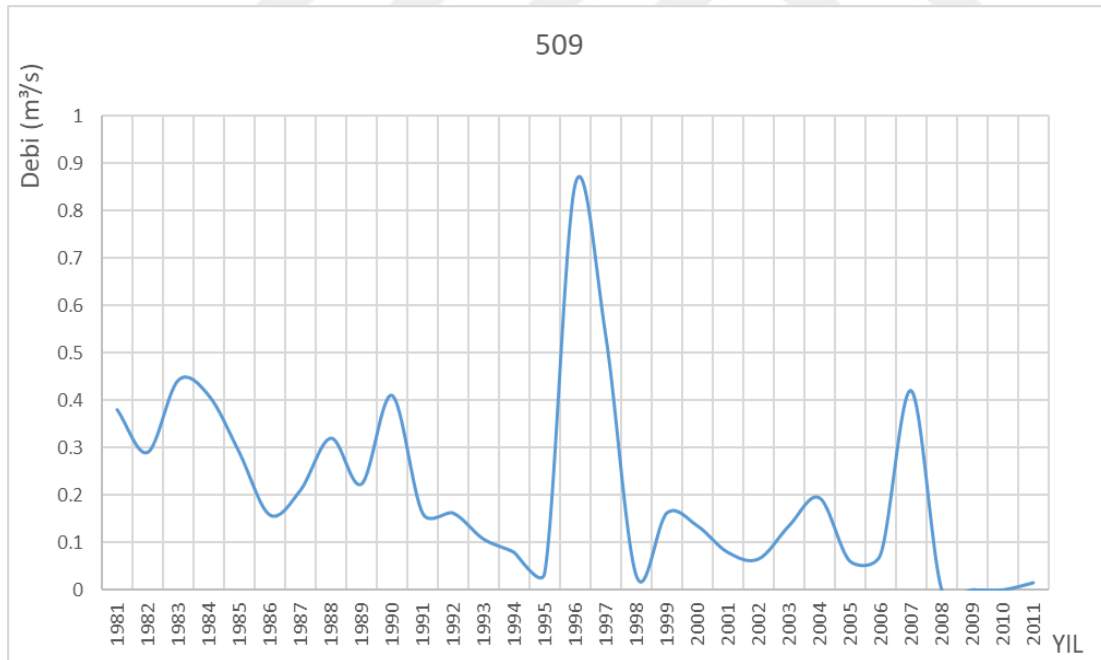
Katsayılar	
α	0.803
β	2.265

Çizelge 4.12’de katsayıları verilen 4.1 denkleminde x yerine 734 istasyonunda eksik olan yılların (1981,1982,1983) 701 istasyonundaki verileri kullanılarak y ’ler, yani 734 istasyonun eksik verileri bulunmuştur.

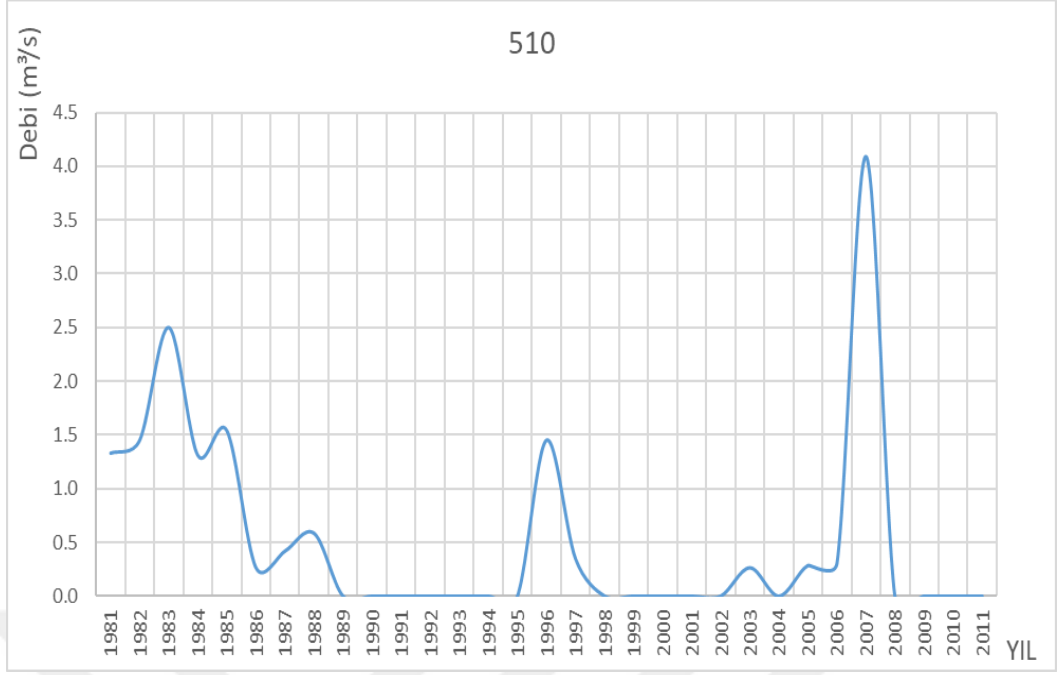
4.5 İstasyonların Akımları

4.5.1 Gediz Havzası akımları

Gediz Havzası 1981-2011 yılları arasındaki akımların grafiği iki istasyon olarak Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de verilmiştir. Diğer istasyonların akımları EK A’da Şekil A.1, Şekil A.2, Şekil A.3, Şekil A.4, Şekil A.5 ve Şekil A.6’da verilmiştir. Gediz Havzası akımlarına bakıldığında genel olarak 1996-1997 yılları arasında akım artışı olduğu ve akımda azalan yönde bir eğim olduğu söylenebilir.

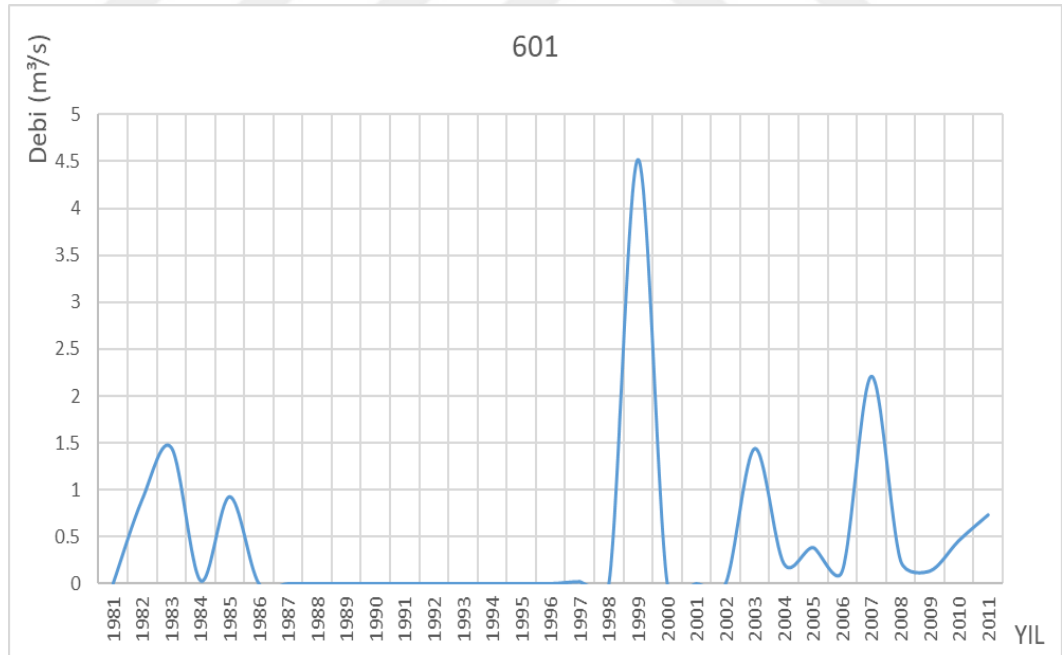


Şekil 4.7: 509 istasyonunun 1981-2011 yılları arasındaki akım grafiği.



Şekil 4.8: 510 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.

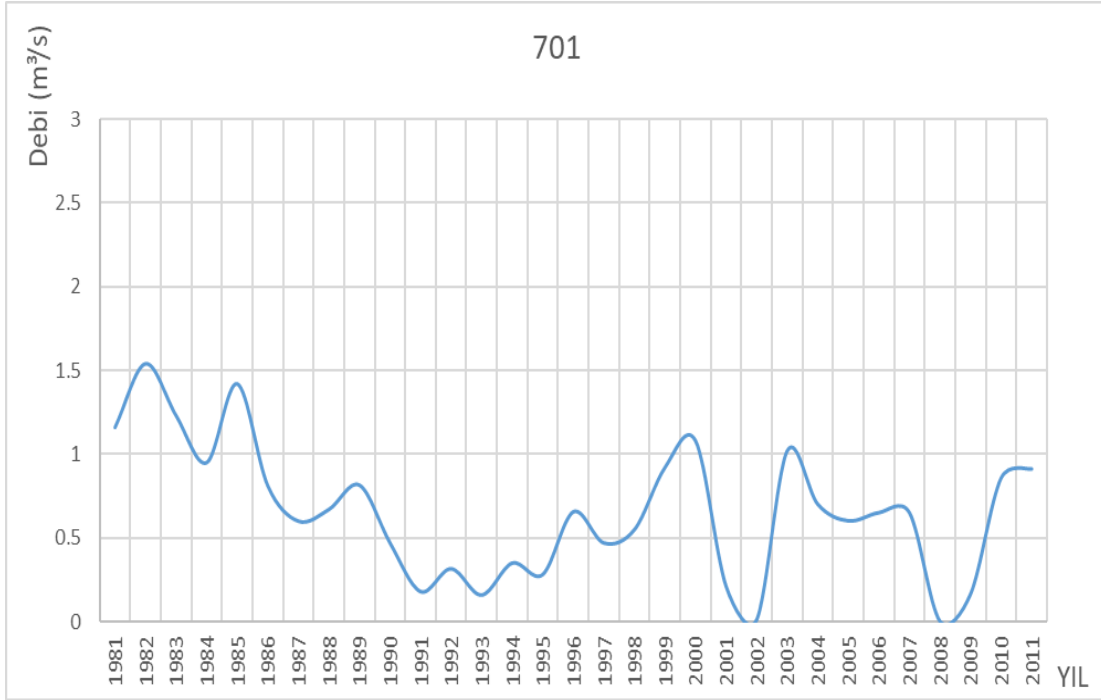
4.5.2 Küçük Menderes Havzası akımı



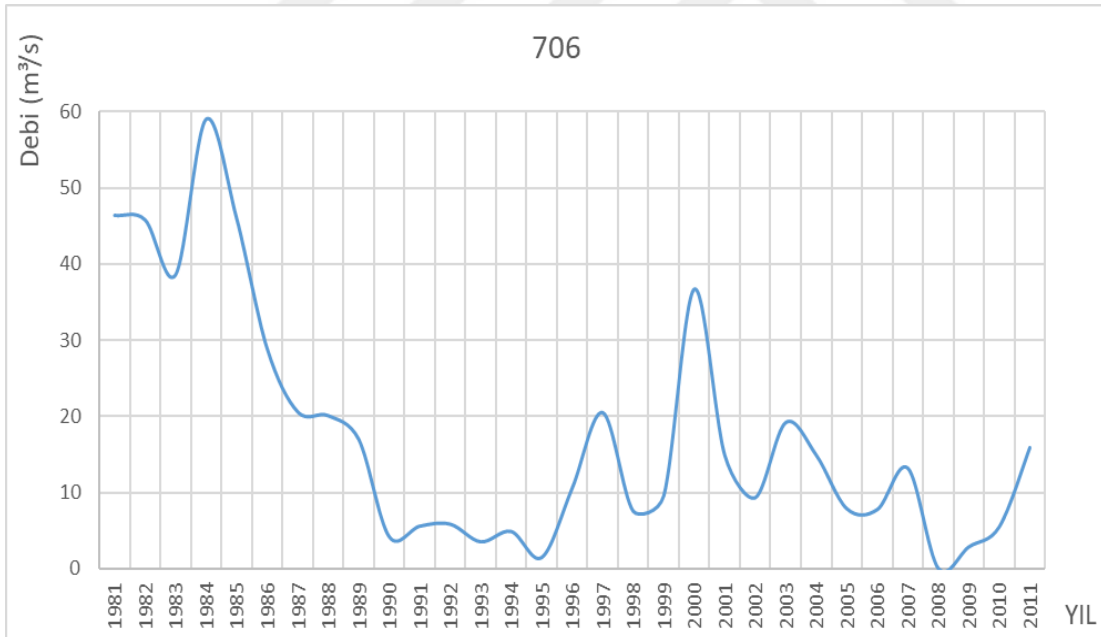
Şekil 4.9: 601 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.

Küçük Menderes Havzasının çalışılan 601 numaralı tek bir istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonun Şekil 4.9'da verilen akım grafiğinde 1998-1999 yılları arasında en yüksek, 1986-1998 yılları arasında düşük akımlar görülmektedir.

4.5.3 Büyük Menderes Havzası akımları



Şekil 4.10: 701 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.

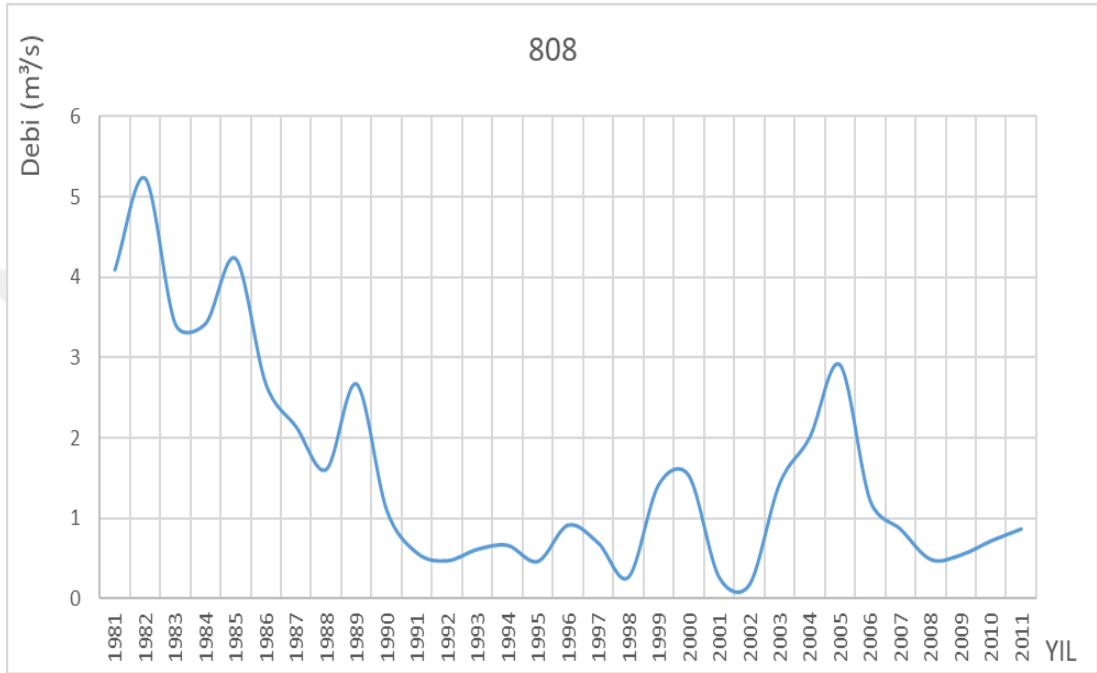


Şekil 4.11: 706 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.

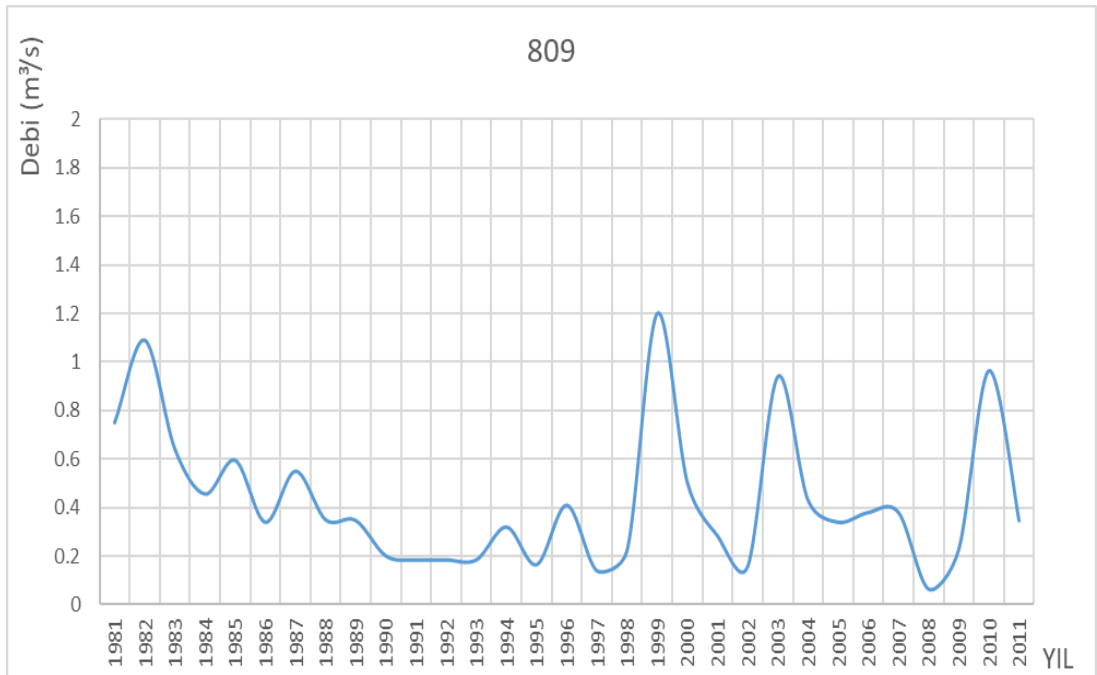
Büyük Menderes Havzası 1981-2011 yılları arasındaki akımların grafiği iki istasyon olarak Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Diğer istasyonların akımları EK A’da Şekil A.7, Şekil A.8, Şekil A.9, Şekil A.10 ve Şekil A.11’de verilmiştir. Büyük Menderes Havzasının akımlarına bakıldığında genel olarak 1993,1995,1998,2002 ve 2008 yıllarında akımların düştüğü görülebilir.

4.5.4 Batı Akdeniz Havzası akımları

Batı Akdeniz Havzası 1981-2011 yılları arasındaki akımların grafiği iki istasyon olarak Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de verilmiştir. Diğer istasyonların akımları EK A’da Şekil A.12, Şekil A.13 ve Şekil A.14’de verilmiştir. Batı Akdeniz Havzası akımlarına bakıldığında Büyük Menderes Havzası akımlarına benzer şekilde genel olarak 1993,1995,1998,2002 ve 2008 yıllarında akımların düştüğü görülebilir.



Şekil 4.12: 808 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



Şekil 4.13: 809 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.

4.6 İstasyonların Debi-Süreklilik Çizgileri

4.6.1 Gediz Havzası debi-süreklilik çizgileri



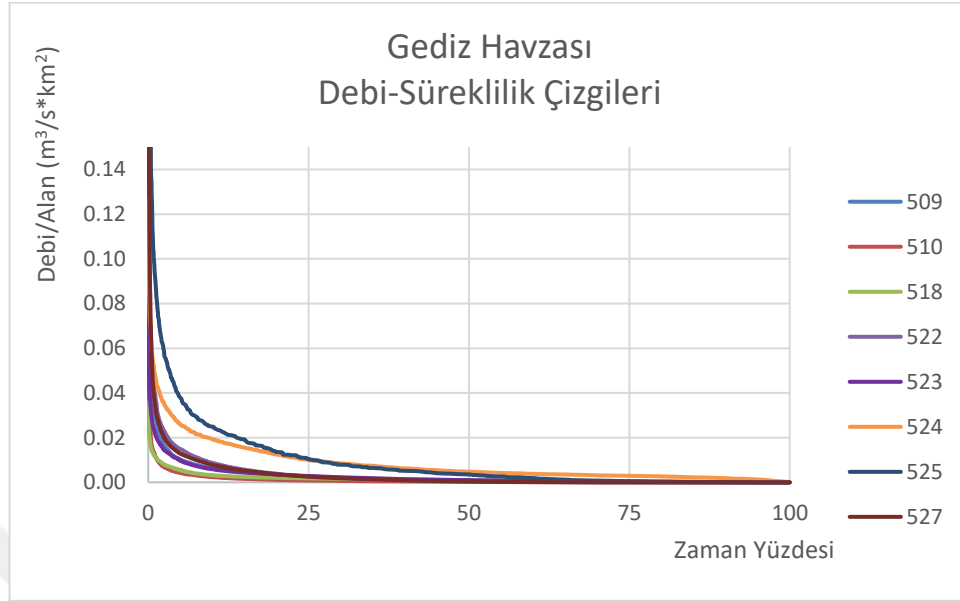
Şekil 4.14: 509 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil 4.15: 510 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.

Zamanın % n'inde akarsudaki debiyi (Q_n) okuyabildiğimiz Şekil 4.14, Şekil 4.15'de Gediz Havzası'nın 509 ve 510 numaralı istasyonlarının debi-süreklilik çizgileri bulunmaktadır. Gediz Havzası'nın diğer istasyonlarının debi-süreklilik çizgileri EK

B’de Şekil B.1, Şekil B.2, Şekil B.3, Şekil B.4, Şekil B.5 ve Şekil B.6’da görüldüğü gibidir.



Şekil 4.16: Gediz Havzası Debi-Süreklilik Çizgileri.

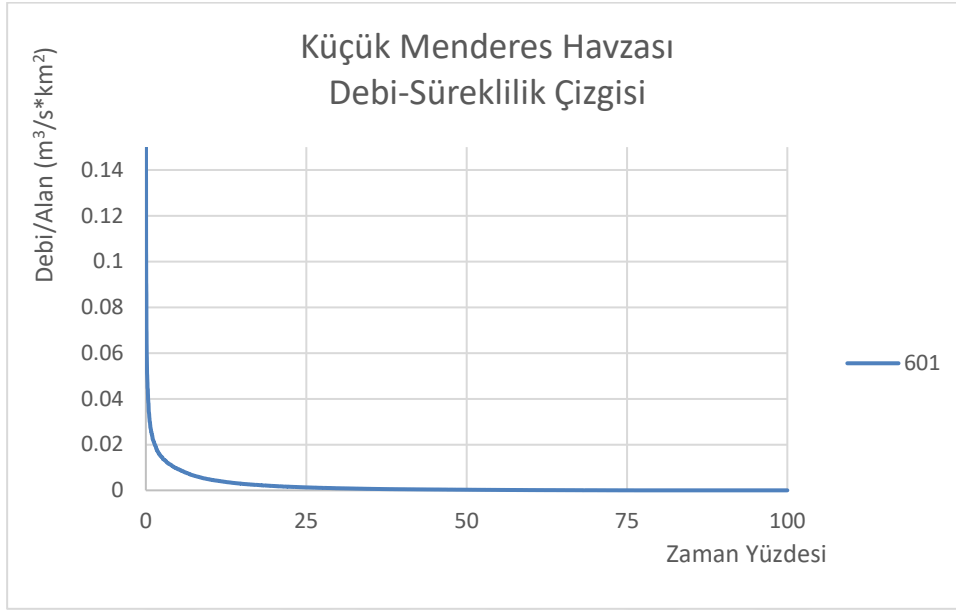
Şekil 4.16’da Gediz Havzasındaki istasyonların debi süreklilik çizgileri karşılaştırma yapılabilmesi için debiler havza alanına bölünerek çizilmiştir. Bu havzada 510 ve 518 istasyonlarına birim alana düşen daha düşük debiler görülürken 525 ve 524 istasyonlarında nispeten daha yüksek debiler görülmektedir.

4.6.2 Küçük Menderes Havzası debi-süreklilik çizgileri



Şekil 4.17: 601 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.

Küçük Menderes Havzası'nın tek istasyonu olan 601 istasyonunun debi-süreklilik çizgisi Şekil 4.17'de görülmektedir.



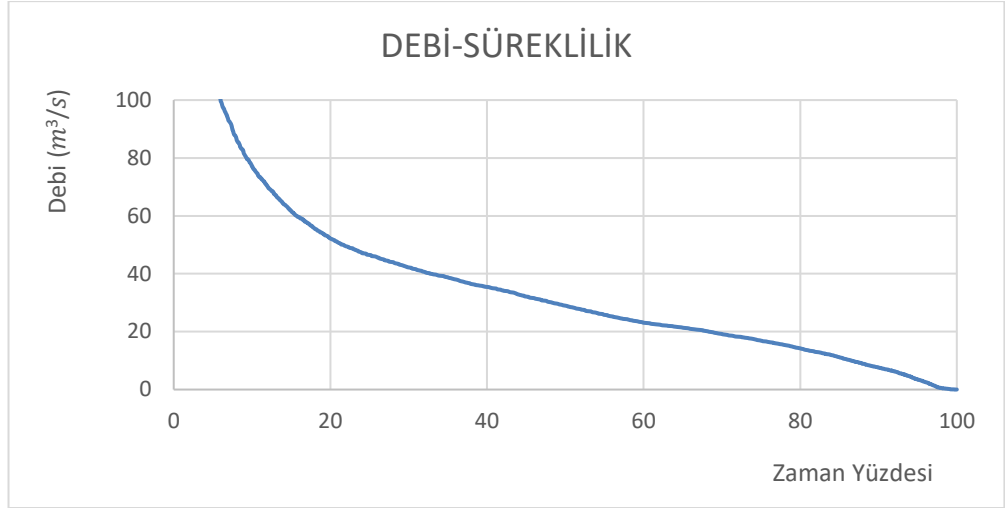
Şekil 4.18: Küçük Menderes Havzası Debi-Süreklilik Çizgisi.

Şekil 4.18'de Küçük Menderes Havzası'ndaki tek istasyonun birim alandaki debilerin debi-süreklilik çizgisi mevcuttur.

4.6.3 Büyük Menderes Havzası debi-süreklilik çizgileri

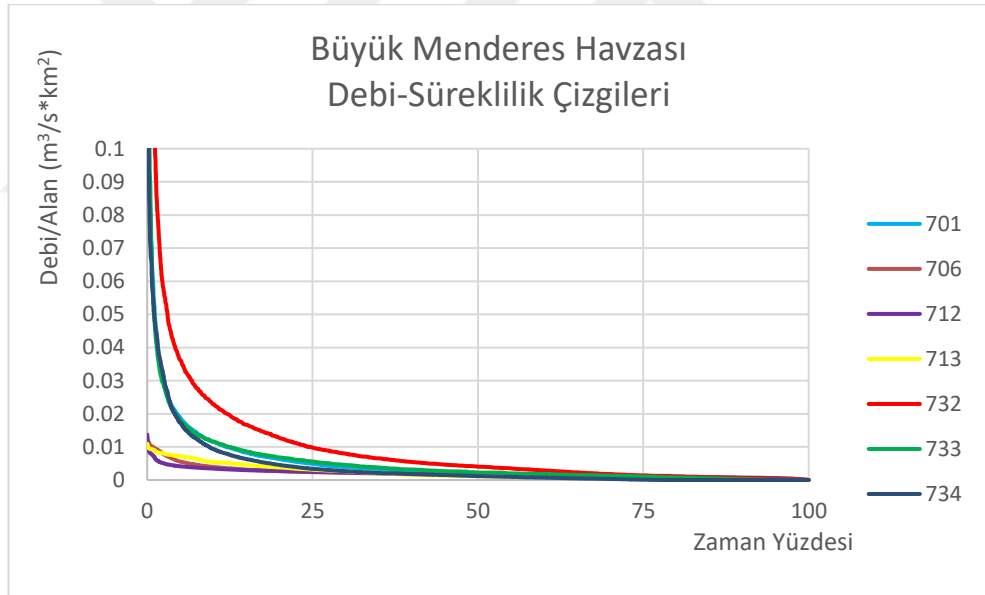


Şekil 4.19: 701 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil 4.20: 706 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.

Büyük Menderes Havzası'nın iki istasyonunun debi-süreklilik çizgileri Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de görülmektedir. Büyük Menderes Havzası'nın diğer istasyonları ise EK B'de Şekil B.7, Şekil B.8, Şekil B.9, Şekil B.10 ve Şekil B.11'de bulunmaktadır.



Şekil 4.21: Büyük Menderes Havzası Debi-Süreklilik Çizgileri.

Şekil 4.21'de Büyük Menderes Havzasındaki istasyonların debi süreklilik çizgileri karşılaştırma yapılabilmesi için debiler havza alanına bölünerek çizilmiştir. Bu havzada 712 ve 713 istasyonlarına birim alana düşen daha düşük debiler görülürken 701, 734 ve 732 istasyonlarında nispeten daha yüksek debiler görülmektedir.

4.6.4 Batı Akdeniz Havzası debi-süreklilik çizgileri

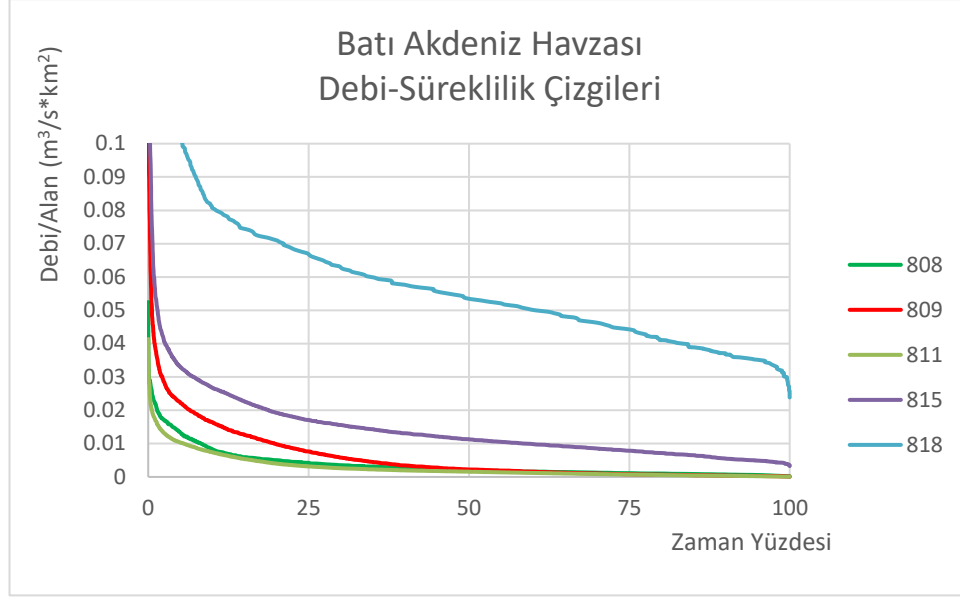


Şekil 4.22: 808 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil 4.23: 809 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.

Batı Akdeniz Havzası'nın iki istasyonunun debi-süreklilik çizgileri Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te görülmektedir. Batı Akdeniz Havzası'nın diğer istasyonları ise EK B'de Şekil B.12, Şekil B.13 ve Şekil B.14'de bulunmaktadır.



Şekil 4.24: Batı Akdeniz Havzası Debi-Süreklilik Çizgileri.

Şekil 4.24’de Batı Akdeniz Havzasındaki istasyonların debi süreklilik çizgileri karşılaştırma yapılabilmesi için debiler havza alanına bölünerek çizilmiştir. Bu havzada 808 ve 811 istasyonlarına birim alana düşen daha düşük debiler görülürken 809, 815 ve 818 istasyonlarında nispeten daha yüksek debiler görülmektedir.

Debi-süreklilik çizgileri akarsuyun düşük akım karakteristiklerini ifade eder. Zamanın belli yüzdesinde akarsuda bulunan debi okunabildiği gibi çizgilerin yatık veya dik olma durumu da taban akışı ve zemin geçirimliği hakkında bilgi verir. Çizginin yatık olması taban akışının katkısının büyük ve geçirimli zemin olduğunu gösterir.

4.7 Düşük Akım İndislerinin Bulunması

Bu çalışmada düşük akım indisi olarak seçilen değer, debi süreklilik çizgisinden de okunabilen ve zamanın %95’inde akarsuda aşılın debi olan Q_{95} ’tir. q_{95} ise Q_{95} değerlerinin havza alanına bölünmesiyle elde edilen değerlerdir.

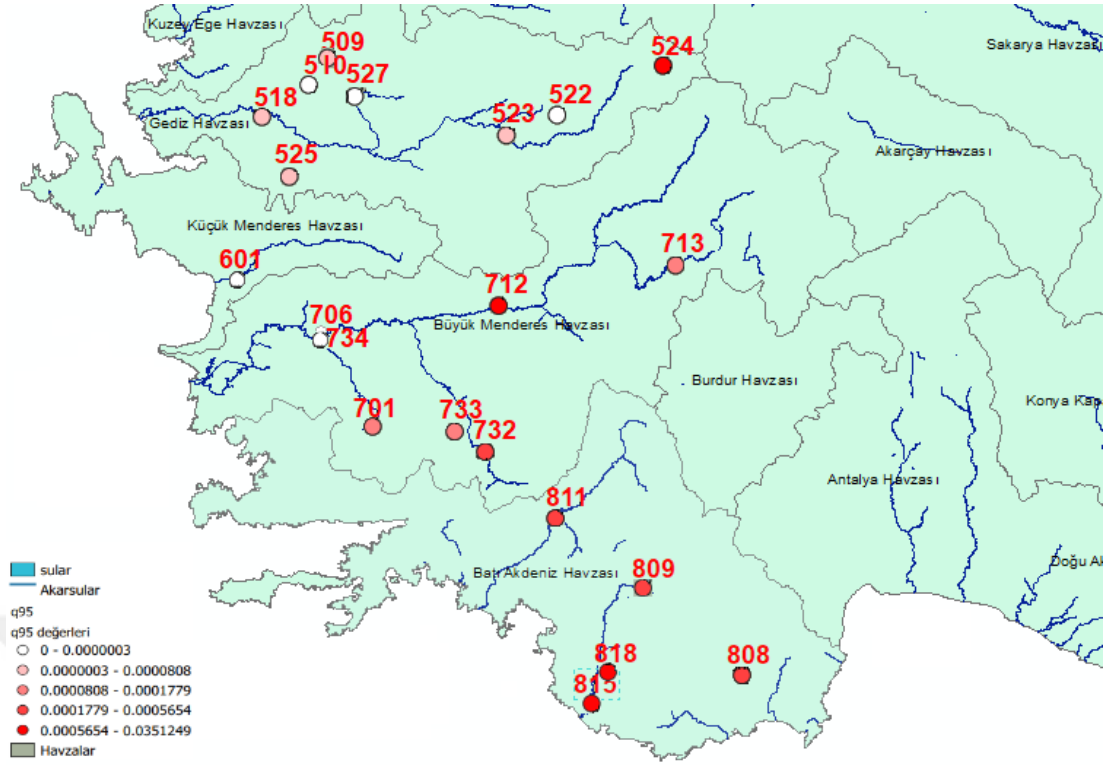
Q_{95} ‘i bulunmak istenen periyottaki debi değerleri büyükten küçüğe doğru sıralandı. Başka bir sütunda sıralanan debi değerlerinin tekrarlanma sayısı bulundu. Diğer bir sütunda ise debi değerlerine eşit veya ondan büyük olan günlerin sayısı belirlendi. Son sütunda ise debi değerine eşit veya ondan büyük olan günlerin sayısı 365’e bölünerek (artık yıllarda 366) zaman yüzdesi bulundu.

Zamanın %95’ine denk gelen debiyi bulmak için bulunan zaman yüzdesinde 0,95 değerini arasına alan iki değer ve karşılıklarına gelen debi değerleri için lineer

interpolasyon yapıldı ve zaman yüzdesi 0,95 için yaklaşık bir debi değeri bulundu. Bu işlem, her istasyonda 1981-2011 yılları olmak üzere 31 yıllık Q_{95} 'in bulunması, aynı yıllar arasındaki her yılın Q_{95} 'nin bulunması ve her yılın yaz-kış periyotlarının Q_{95} 'nin bulunması için yapıldı. 31 yıllık Q_{95} 'in havza alanlarına bölünmesiyle elde edilen q_{95} değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. q_{95} değerlerinin haritası Şekil 4.25'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.13: istasyonların Q_{95} ve q_{95} değerleri.

İstasyon	Q_{95} (31 yıl)	Alan (km ²)	q_{95} (m ³ /s*km ²)
509	0.000956	901.6	0.0000011
510	0.000182	3188.6	0.0000001
518	1.262100	15616.4	0.0000808
522	0.000270	818.8	0.0000003
523	0.139314	3272.4	0.0000426
524	0.225133	176.0	0.0012792
525	0.002300	64.0	0.0000359
527	0.000200	1430.5	0.0000001
601	0.000239	3255.2	0.0000001
701	0.149917	948.0	0.0001581
706	3.487000	19595.6	0.0001779
712	7.363667	12798.8	0.0005753
713	0.443710	3945.6	0.0001125
732	0.344521	854.8	0.0004030
733	0.029483	236.0	0.0001249
734	0.000236	2839.6	0.0000001
808	0.435381	770.0	0.0005654
809	0.156762	546.8	0.0002867
811	0.821854	3890.6	0.0002112
815	11.960758	2448.0	0.0048859
818	8.222736	234.1	0.0351249



Şekil 4.25: İstasyonların 1981-2011 yılları arası q_{95} değerleri.

Haritaya göre çalışılan bölgenin kuzey batısında q_{95} değerleri oldukça küçüktür. Bölgenin doğu ve güneyinde daha yüksek değerler görülmektedir.



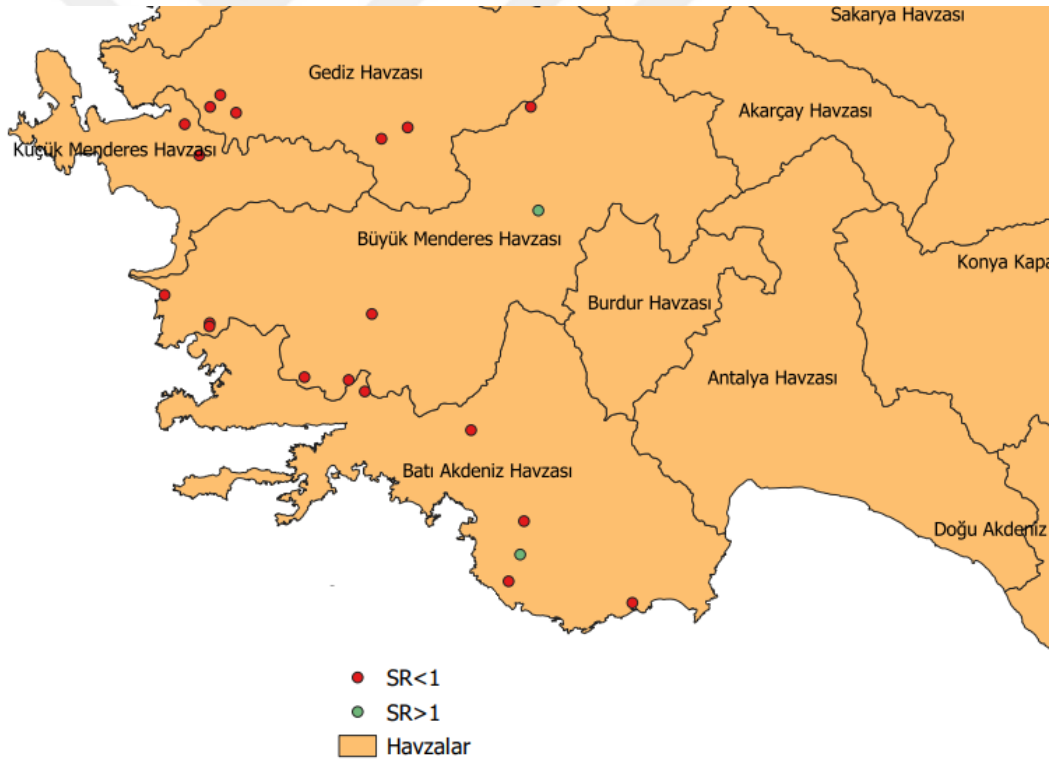
5 EGE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE DÜŞÜK AKIM MEVSİMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

5.1 Mevsimsellik Oranının (SR'nin) Bulunması

Mevsimsellik oranı (seasonality ratio) yaz ve kış düşük akımlarının hidrolojik süreçlerinin altında yatan önemli farklılıklara dayanmaktadır. SR, yaz debi serisinin q_{95y} ile kış debi serisinin q_{95k} oranıdır.

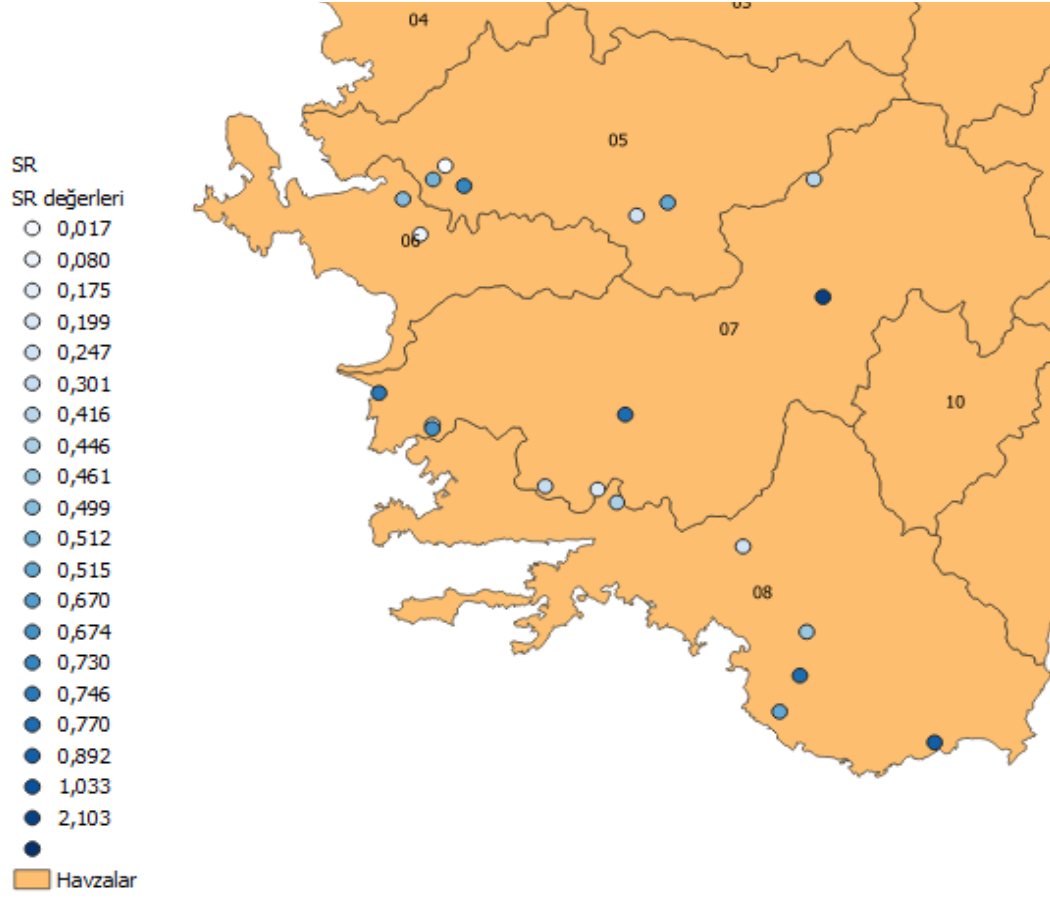
$$SR = q_{95y}/q_{95k} \quad (5.1)$$

SR > 1 olması kış düşük akımı rejiminin varlığını, SR < 1 olması yaz düşük akım rejiminin varlığını gösterir.



Şekil 5.1: İstasyonların 1981-2011 yılları arası SR haritası.

Şekil 5.1'de genel olarak SR değerlerinin 1'den küçük olması düşük akımların daha çok yaz mevsiminde oluşunun bir kanıtıdır. Çalışılan bölgede yaz düşük akım rejiminin baskınlığı görülmektedir. Şekil 5.2'de SR değerlerinin 1 değerinden olan uzaklığı göz önüne alınarak mevsimselliğin şiddeti hakkında bilgi edinilebilir.



Şekil 5.2: İstasyonların 1981-2011 yılları arası SR değerleri.

5.2 Mevsimsellik İndeksinin (SI'nın) Bulunması

Bu indeks debinin Q_{95} 'e eşit veya altında olduğu gözlemlerle hesaplanılan θ ve r parametrelerine dayanır. θ parametresi düşük akımların ortalama mevsimsellik ölçüsünün radyan cinsinden ölçütüdür. θ parametresi $0 - 2\pi$ arasında değer alır.

Bu çalışmada su yılı esas alınarak $\theta = 0$ 1 Ekim, $\theta = \pi/2$ 1 Ocak, $\theta = \pi$ 1 Nisan, $\theta = 3\pi/2$ 1 Temmuz'a denk gelmektedir. Hesaplamalarda kolaylık olması açısından tarihin 1 Ocak'da değil de 1 Ekim'de değiştiği düşünülmüştür.

r parametresi düşük akım mevsimselliğinin boyutsuz bir ölçüsü olan oluşum günlerinin ortalama sonucudur. r değerleri 0 ile 1 arasındadır. $r = 1$ güçlü mevsimselliği gösterir. Yani tüm düşük akım olayları yılın aynı gününe denk gelmiştir. $r = 0$ 'da mevsimsellik yoktur. Yani düşük akım olayları yıl boyunca eşit dağılmıştır.

Her bir havza için debinin Q_{95} 'e eşit ve küçük olduğu günler tüm gözlemlerin içinden çıkarıldı. Çıkarılan bu debi değerlerinin her biri için aşağıdaki denklemle radyan cinsinden yön açısı bulundu.

$$\theta_i = \frac{D_i 2\pi}{365} \quad (5.2)$$

Düşük akımlı günlerin değişkenliğinin bir ölçüsü olan r vektörünün ortalama uzunluğu:

$$r = \sqrt{x_\theta^2 + y_\theta^2} \quad (5.3)$$

Q_{95} 'e eşit ve küçük olan her bir debi değeri için koordinatlar:

$$x_i = \cos \theta_i \quad (5.4)$$

$$y_i = \sin \theta_i \quad (5.5)$$

Toplam N günde koordinatların aritmetik ortalaması

$$x_\theta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \cos \theta_i \quad (5.6)$$

$$y_\theta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sin \theta_i \quad (5.7)$$

İstasyondaki düşük akımın ortalama zamanının radyan cinsinden değeri 5.8 denklemindeki gibi belirlenir.

$$\theta = \begin{cases} x_\theta > 0, y_\theta > 0 \longrightarrow \arctan\left(\frac{y_\theta}{x_\theta}\right) \\ x_\theta < 0, y_\theta > 0 \text{ veya } x_\theta < 0, y_\theta < 0 \longrightarrow \arctan\left(\frac{y_\theta}{x_\theta}\right) + \pi \\ x_\theta > 0, y_\theta < 0 \longrightarrow \arctan\left(\frac{y_\theta}{x_\theta}\right) + 2\pi \end{cases} \quad (5.8)$$

Radyan cinsinden belirlenen değerün güne dönüştürülmesi, yani ortalama düşük akım gününün (ODAG'ın) bulunması aşağıdaki 5.9 denklemiyle yapılır.

$$\text{ODAG} = \theta \frac{365}{2\pi} \quad (5.9)$$

Öncelikle her istasyonun 1981-2011 yılları arasındaki her yılında, Q_{95} 'e eşit veya küçük her debi değeri için θ_i , x_i ve y_i değerleri bulundu. Daha sonra elde edilen x_i ve y_i değerlerinin ortalamaları alınarak Çizelge 5.1'de görüldüğü gibi istasyonların her yıl için birer tane olan x_θ ve y_θ değerleri bulundu. Bu değerlere bağlı olan r ve θ parametreleri de bulunmuş oldu. Her istasyonunun 1981-2011 yılları arasındaki her yıl için ortalama düşük akım günü (ODAG) hesaplandı. Diğer istasyonların yıllık SI parametre tabloları EK C'de Çizelge C.1'den Çizelge C.20'ye kadar olan kısımda verilmiştir.

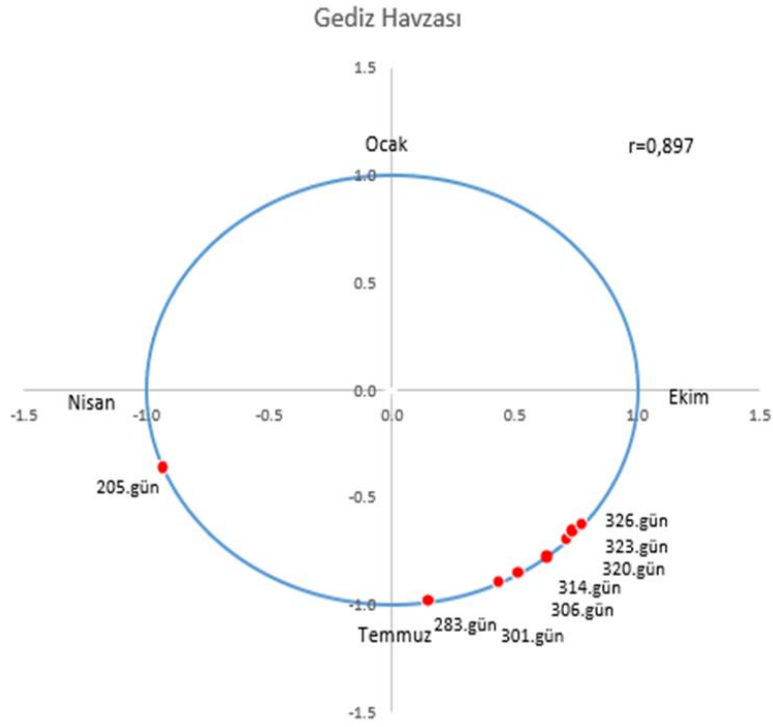
Çizelge 5.1: 601 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.883	-0.347	5.909	0.949	343	8.09.1981
1982	0.821	-0.561	5.684	0.994	330	26.08.1982
1983	0.755	-0.549	5.655	0.934	329	25.08.1983
1984	0.777	-0.617	5.612	0.992	327	22.08.1984
1985	0.678	-0.609	5.552	0.911	323	19.08.1985
1986	0.78	-0.303	5.913	0.837	344	9.09.1986
1987	0.787	-0.222	6.008	0.818	349	14.09.1987
1988	0.758	-0.193	6.034	0.782	352	16.09.1988
1989	0.766	-0.154	6.085	0.781	354	19.09.1989
1990	0.698	-0.25	5.939	0.741	345	10.09.1990
1991	0.776	-0.108	6.145	0.784	357	22.09.1991
1992	0.085	0.0071	0.083	0.085	5	5.10.1991
1993	0.749	-0.283	5.922	0.801	344	9.09.1993
1994	0.625	-0.075	6.164	0.629	358	23.09.1994
1995	0.708	-0.025	6.248	0.709	363	28.09.1995
1996	0.749	-0.339	5.858	0.822	341	5.09.1996
1997	0.691	-0.6	5.569	0.915	324	20.08.1997
1998	0.807	-0.058	6.211	0.809	361	26.09.1998
1999	0.961	-0.225	6.053	0.987	352	17.09.1999
2000	0.739	-0.402	5.785	0.841	337	1.09.2000
2001	0.682	-0.402	5.750	0.792	334	30.08.2001
2002	0.897	-0.318	5.943	0.952	345	10.09.2002
2003	0.747	-0.648	5.569	0.989	324	20.08.2003
2004	0.845	-0.175	6.079	0.863	354	18.09.2004
2005	0.644	-0.558	5.570	0.852	324	20.08.2005
2006	0.593	-0.48	5.603	0.763	326	22.08.2006
2007	0.689	-0.608	5.561	0.919	323	19.08.2007
2008	0.245	-0.875	4.986	0.909	290	16.07.2008
2009	0.832	0.4425	0.489	0.942	28	28.10.2008
2010	0.726	0.6247	0.711	0.957	41	10.11.2009
2011	0.81	-0.559	5.679	0.984	330	26.08.2011

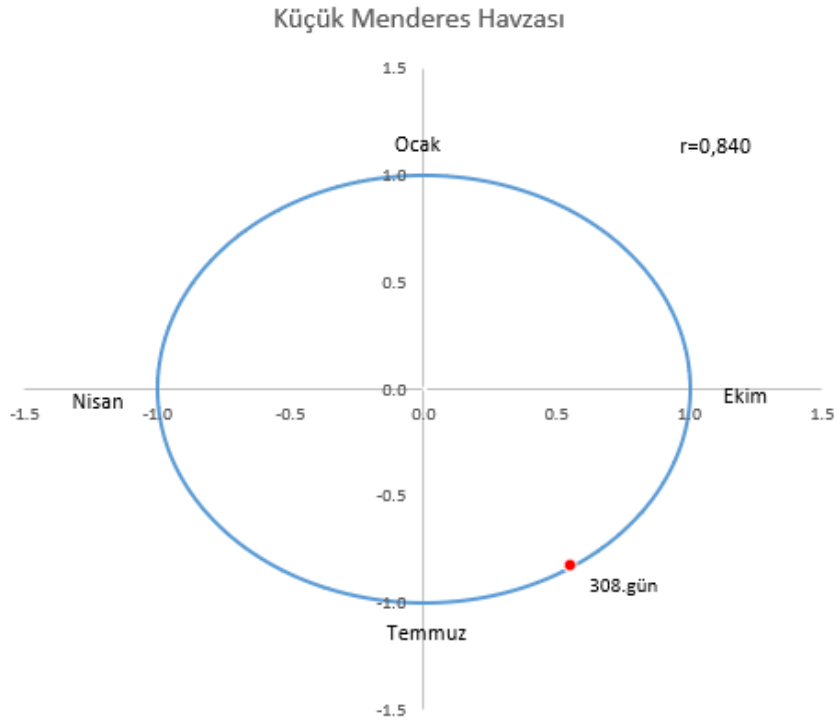
Çizelge 5.2 İstasyonlara Ait SI Bilgileri.

İstasyon	$\theta(\text{rad})$	r	ODAG	Takvim Günü
509	5.2587	0.9452	306	2.08.1981-2011
510	5.5105	0.8199	320	16.08.1981-2011
518	3.5243	0.8543	205	23.04.1981-2011
522	5.4032	0.8798	314	10.08.1981-2011
523	5.5501	0.9644	323	19.08.1981-2011
524	4.8669	0.9595	283	09.07.1981-2011
525	5.6005	0.9299	326	22.08.1981-2011
527	5.1696	0.8238	301	28.07.1981-2011
601	5.3022	0.8401	308	04.08.1981-2011
701	4.4512	0.9777	259	16.06.1981-2011
706	5.3048	0.8212	308	04.08.1981-2011
712	3.5198	0.6921	205	23.04.1981-2011
713	2.8904	0.8265	168	17.03.1981-2011
732	5.0396	0.9679	293	20.07.1981-2011
733	4.6795	0.9584	272	29.06.1981-2011
734	5.1237	0.8586	298	25.07.1981-2011
808	3.454	0.9371	201	19.04.1981-2011
809	4.9491	0.9628	288	15.07.1981-2011
811	5.5728	0.9712	324	20.08.1981-2011
815	5.2865	0.9594	307	03.08.1981-2011
818	2.3863	0.8598	139	16.02.1981-2011

Çizelge 5.2’de gösterildiği gibi 1981-2011 yılları arasındaki her yıl için bulunan ortalama düşük akım gününün (ODAG’ın), mevsimselliğin boyutsuz bir parametresi olan r ’nin ve θ ’nın ortalamaları alınarak her istasyon için birer tane θ , r ve ODAG bulundu. ODAG’ın; İstasyonlardan 818 ‘in Şubat ayında, 713’ün Mart ayında, 518, 712 ve 808’in Nisan ayında hesaplanması çalışmanın beklenenin dışındaki önemli bir sonucudur.



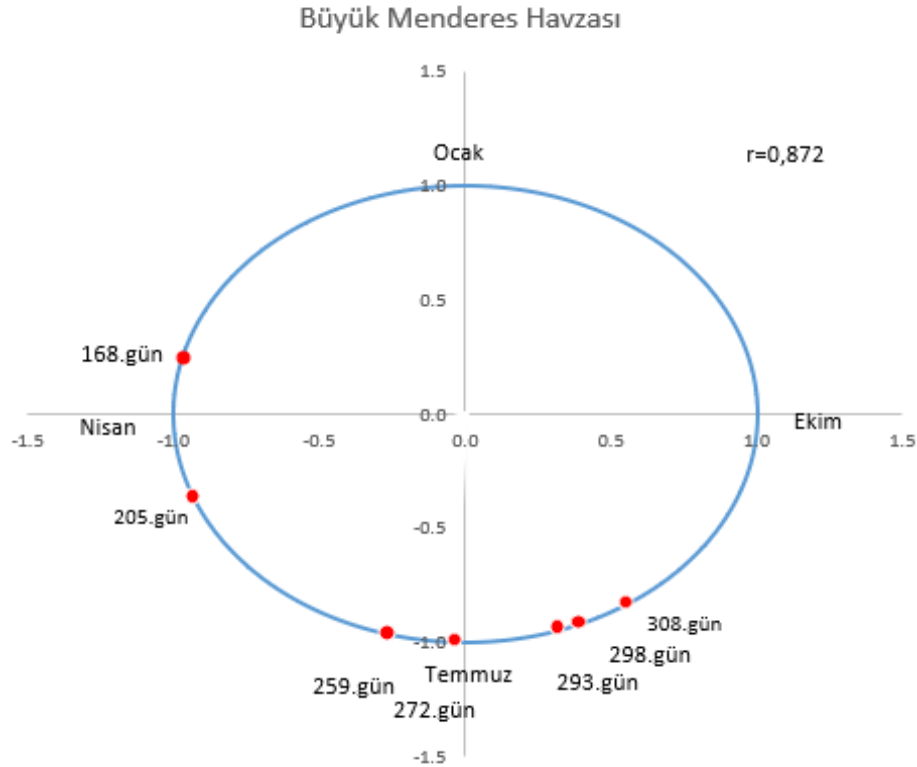
Şekil 5.3: Gediz Havzası istasyonlarının mevsimsellik gösterimi.



Şekil 5.4: Küçük Menderes Havzası istasyonunun mevsimsellik gösterimi.

Şekil 5.3'te Gediz Havzası'nın 8 istasyonunun ortalama düşük akım günleri (ODAG) birim çember üzerinde gösterilmiştir. Bu istasyonlarda ortalama düşük akım günleri su yılının 326,323,320,314,306,301,283,205. günlerine denk gelmektedir. Her istasyonun 1981-2011 yılları arasında düşük akım mevsimselliğinin parametresi olan r 'lerin ortalaması alınarak Gediz Havzası için $r = 0,897$ olarak hesaplanmıştır. 1 değerine yakın olan r parametresi güçlü mevsimselliğin göstergesidir.

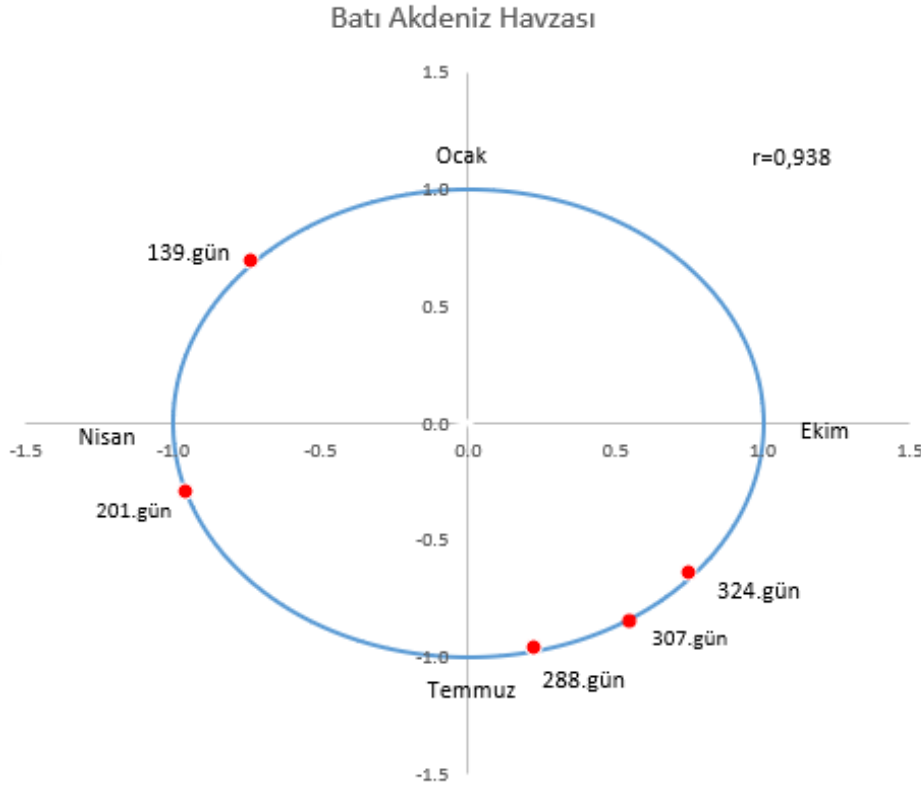
Şekil 5.4'te Küçük Menderes Havzası'nın 1 istasyonunun ortalama düşük akım günü (ODAG) birim çember üzerinde gösterilmiştir. Bu istasyonda ortalama düşük akım günü su yılının 308. gündür. İstasyonun 1981-2011 yılları arasında düşük akım mevsimselliğinin parametresi olan $r = 0,840$ olarak hesaplanmıştır. Gediz Havzası'nda olduğu gibi 1 değerine yakın olan r parametresi güçlü mevsimselliğin göstergesidir.



Şekil 5.5: Büyük Menderes Havzası istasyonlarının mevsimsellik gösterimi.

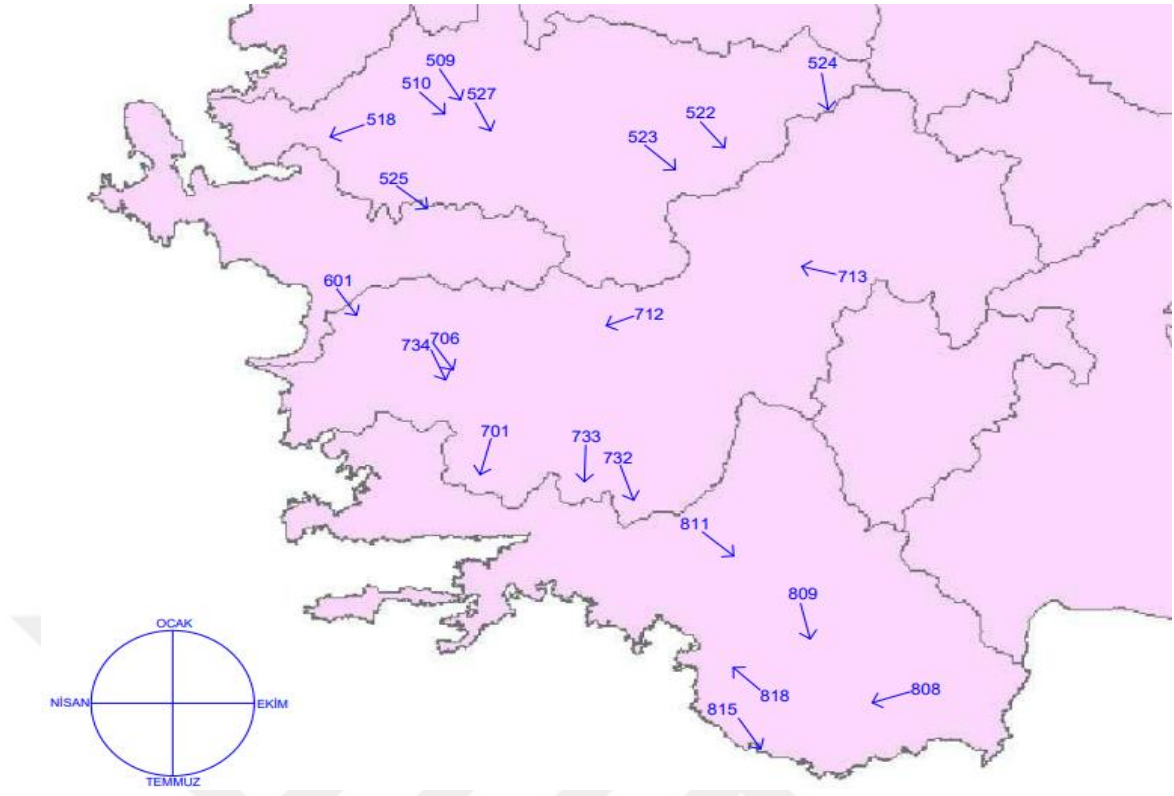
Şekil 5.5'te Büyük Menderes Havzası'nın 7 istasyonunun ortalama düşük akım günleri (ODAG) birim çember üzerinde gösterilmiştir. Bu istasyonlarda ODAG su yılının 308,298,293,272,259,205,168. günlerine denk gelmektedir. İstasyonların 1981-2011 yılları arasında düşük akım mevsimselliğinin parametresi olan r 'lerin ortalaması alınarak Büyük Menderes Havzası için $r = 0,872$ olarak hesaplanmıştır.

Şekil 5.6’da Batı Akdeniz Havzası’nın 5 istasyonunun ortalama düşük akım günleri (ODAG) birim çember üzerinde gösterilmiştir. Bu ODAG su yılının 324,307,288,201,139. günlerine denk gelmektedir. İstasyonların 1981-2011 yılları arasında düşük akım mevsimselliğinin parametresi olan r ’lerin ortalaması alınarak Batı Akdeniz Havzası için $r = 0,938$ olarak hesaplanmıştır. 1’e oldukça yakın olan bu değer mevsimselliğin gücünü göstermektedir.



Şekil 5.6: Batı Akdeniz Havzası istasyonlarının mevsimsellik gösterimi.

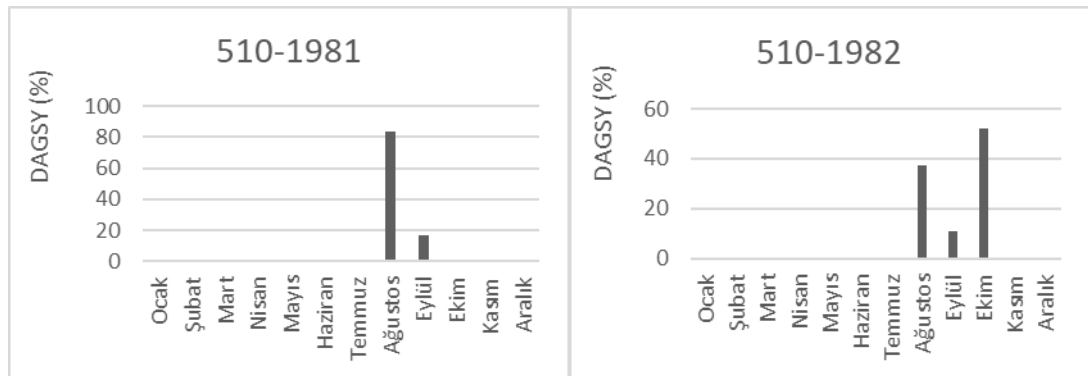
Şekil 5.7’de Ege Bölgesi’nde çalışılan istasyonların ortalama düşük akım günlerinin (ODAG) yönü gösterilmiştir. Bu haritaya bakılarak istasyonlarda düşük akım tarihleri ve Çizelge 5.2’de her istasyonun sahip olduğu mevsimsellik parametresi olan r değerleri ile de bu istasyonlardaki düşük akım görülme tarihlerinin aynı zamanda olmasının güçlülüğü gösterilmiştir.



Şekil 5.7: İstasyonların r Parametresi.

5.3 Yıllık Mevsimsellik Histogramlarının (SH'nin) Bulunması

Her istasyonda 1981-2011 yılları arasındaki her yıl için Q_{95} 'e eşit veya küçük debi değerlerine sahip olan günler belirlendi. Her havza için belirlenen günlerin sayısının en çok olduğu istasyon (4 havza için 4 istasyon) seçilerek 31 yıl boyunca düşük akım olarak kabul ettiğimiz bu günlerin aylara göre yüzdeleri hesaplanarak Şekil 5.8'de gösterildiği gibi histogramları çizildi. Yatay ekseninde aylar bulunurken dikey ekseninde bu aydaki gün sayısının bulunduğu yıl içindeki toplam düşük akım gün sayısına göre yüzdesi yani Düşük Akım Gün Sayısı Yüzdesi (DAGSY) belirlendi.



Şekil 5.8: 510 istasyonunun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.

Gediz Havzası'nda 31 yıl içinde Q_{95} 'e eşit veya küçük debi değerlerine sahip olan günlerin sayısı Çizelge 5.3'de verilmiştir. Gediz Havzası için 3239 gün sayısı ile Q_{95} 'ten küçük en çok güne sahip olan 510 numaralı istasyon seçilerek Şekil 5.8'den başlayıp devamı EK D 'de Şekil D.14'e kadar olan her yılın SH'ları çizilmiştir. 510 istasyonun 2011 yılındaki Q_{95} değeri sıfır olduğu için bu yıla ait SH grafiği çizilmemiştir.

Çizelge 5.3: Gediz Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.

İstasyon	Gün Sayısı
509	1257
510	3239
518	686
522	2264
523	834
524	870
525	1039
527	3039

Çizelge 5.4: Küçük Menderes Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.

İstasyon	Gün Sayısı
601	2629

Çizelge 5.5: Büyük Menderes Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.

İstasyon	Gün Sayısı
701	753
706	613
712	637
713	917
732	903
733	1010
734	2593

Küçük Menderes Havzası'nın 601 numaralı tek bir istasyonu bulunmaktadır. 31 yıl boyunca Q_{95} 'ten küçük debiye sahip olan günlerin sayısı Çizelge 5.4'te gösterildiği gibidir. Bu istasyonun SH grafikleri EK D'de Şekil D.15'den Şekil D.30'a kadar olan kısımda gösterilmiştir.

Büyük Menderes Havzası'nda 31 yıl içinde Q_{95} 'e eşit veya küçük debi değerlerine sahip olan günlerin sayısı Çizelge 5.5'de verilmiştir. Büyük Menderes Havzası için

2593 gün sayısı ile Q_{95} 'ten küçük en çok güne sahip olan 734 numaralı istasyon seçilerek EK D'de Şekil D.31'den Şekil D.46'ya kadar olan kısımda çizilen SH'ları gösterilmiştir.

Çizelge 5.6: Batı Akdeniz Havzası'nda Q_{95} 'den küçük olan günlerin sayısı.

İstasyon	Gün Sayısı
808	923
809	946
811	733
815	957
818	1364

Batı Akdeniz Havzası'nda 31 yıl içinde Q_{95} 'e eşit veya küçük debi değerlerine sahip olan günlerin sayısı Çizelge 5.6'da verilmiştir. Batı Akdeniz Havzası için 1364 gün sayısı ile Q_{95} 'ten küçük en çok güne sahip olan 818 numaralı istasyon seçilerek EK D'de Şekil D.47'den Şekil D.62'ye kadar olan kısımda çizilen SH'ları gösterilmiştir.

5.4 Düşük Akımların Aylara Dağılımı

Her istasyon için bulunan Q_{95} 'den küçük günlerin sayısı 1981'den 2011'e kadar yani 31 yıl boyunca toplanarak aylara göre yüzdeleri hesaplandı.

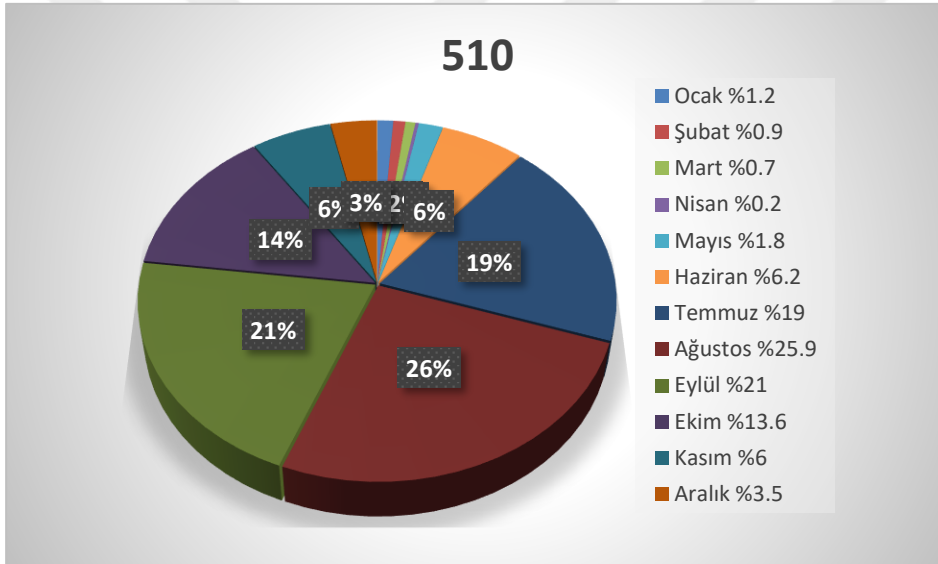
5.4.1 Gediz Havzası istasyonlarının düşük akım dağılımı

Gediz Havzası'nın çalışılan istasyonlarının 1981-2011 yılları arasındaki düşük akım olarak kabul ettiğimiz Q_{95} 'ten küçük günlerin sayısı Çizelge 5.7'de gösterilmiştir. Düşük akım günleri sayısının en büyük olduğu 510 istasyonunun düşük akım günlerinin yüzdelik olarak aylara dağılımı Şekil 5.9'da gösterildiği gibidir. Şekil 5.9'da görüldüğü gibi 510 istasyonunda çalışılan süre boyunca toplam 3239 kez oluşan düşük akımlar %26 oranında Ağustos ayında daha sonra gelen en yüksek oran olan %21 Eylül ayı ile %19 Temmuz ayında mevcuttur. Bilinen yaz kuraklığının sonuçlarından farklı olarak %14 gibi büyük bir düşük akım oranının, kış dönemi ayı olarak kabul edilen Ekim ayında görülmesi dikkat çekicidir.

Gediz Havzası'nın çalışılan diğer istasyonlarının 31 yıllık düşük akım dağılımı Ek E'de Şekil E.1'den Şekil E.7'ye kadar olan kısımda bulunmaktadır.

Çizelge 5.7: Gediz Havzası istasyonlarının düşük akım günleri tablosu.

Aylar/İstasyonlar	509	510	518	522	523	524	525	527
Ocak	0	38	0	0	0	0	0	54
Şubat	0	29	0	0	0	0	0	11
Mart	0	24	0	0	0	0	0	0
Nisan	0	8	0	0	0	0	0	0
Mayıs	0	58	9	0	0	0	5	23
Haziran	22	202	108	46	0	0	14	137
Temmuz	206	616	87	355	111	22	100	448
Ağustos	579	840	46	661	339	402	377	682
Eylül	321	679	116	633	309	276	390	738
Ekim	101	440	194	421	73	100	148	526
Kasım	19	193	97	144	2	60	5	304
Aralık	9	112	29	4	0	10	0	116
Toplam Gün	1257	3239	686	2264	834	870	1039	3039



Şekil 5.9: : 510 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.

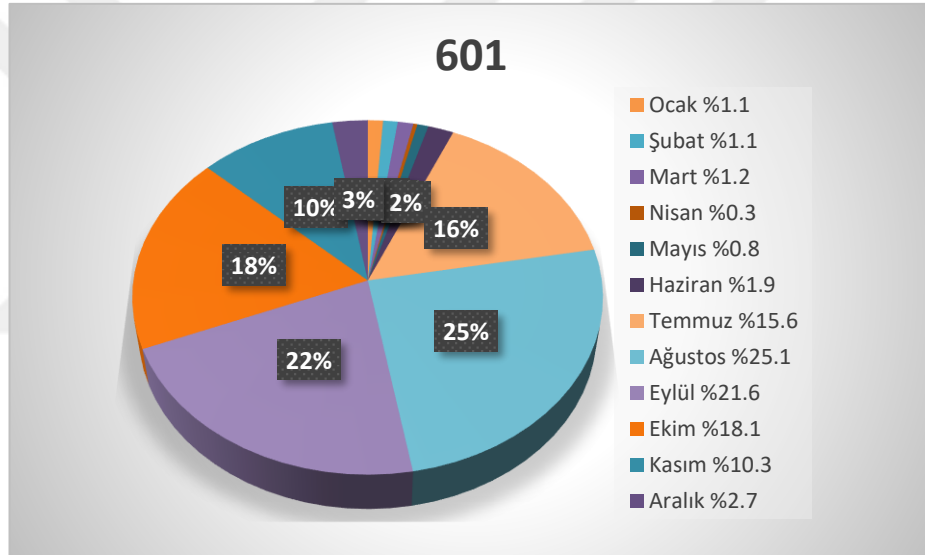
5.4.2 Küçük Menderes Havzası istasyonunun düşük akım dağılımı

Küçük Menderes Havzası'nın çalışılan 601 numaralı tek istasyonun 1981-2011 yılları arasındaki düşük akım olarak kabul ettiğimiz Q_{95} 'ten küçük günlerin sayısı Çizelge 5.8'de gösterilmiştir. Bu günlerin yüzdelik olarak aylara dağılımı Şekil 5.10'da gösterildiği gibidir.

Şekil 5.10'da görüldüğü gibi 601 istasyonunda çalışılan süre boyunca toplam 2629 kez oluşan düşük akımlar %25 oranında Ağustos ayında daha sonra gelen en yüksek oran olan %22 ile Eylül ayında mevcuttur. Kış dönemi ayları olan Ekim, Kasım, Aralık'taki düşük akım oranları sırasıyla %18, %10 ve %3'tür.

Çizelge 5.8: Küçük Menderes Havzası istasyonunun düşük akım günleri tablosu.

Aylar/İstasyon	601
Ocak	30
Şubat	29
Mart	31
Nisan	8
Mayıs	22
Haziran	51
Temmuz	411
Ağustos	659
Eylül	569
Ekim	477
Kasım	272
Aralık	70
Toplam Gün	2629



Şekil 5.10: 601 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.

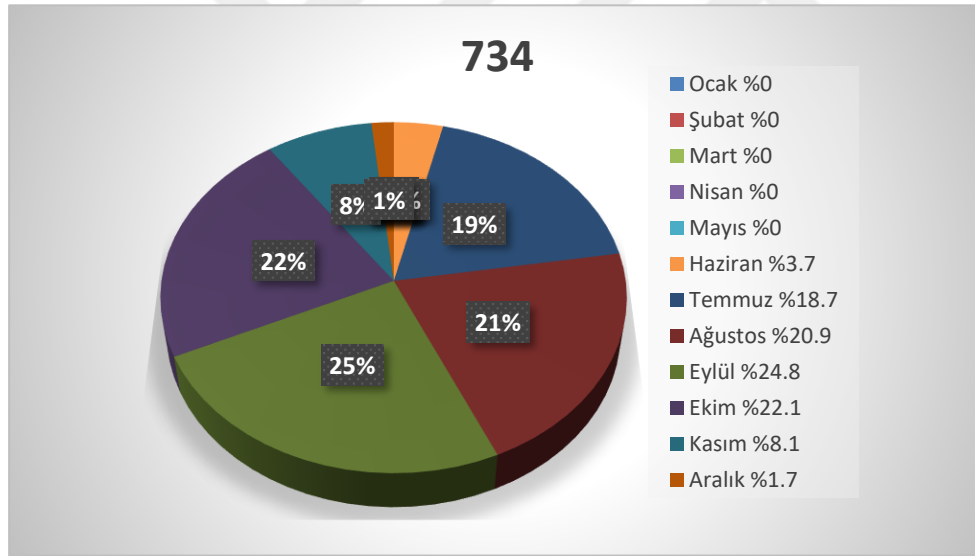
5.4.3 Büyük Menderes Havzası istasyonlarının düşük akım dağılımı

Büyük Menderes Havzası'nın çalışılan istasyonlarının 1981-2011 yılları arasındaki düşük akım olarak kabul ettiğimiz Q_{95} 'ten küçük günlerin sayısı Çizelge 5.9'da gösterilmiştir. Düşük akım günleri sayısının en büyük olduğu 734 istasyonunun düşük akım günlerinin yüzdelik olarak aylara dağılımı Şekil 5.11'de gösterildiği gibidir. Şekil 5.11'de görüldüğü gibi 734 istasyonunda çalışılan süre boyunca toplam 2593 kez oluşan düşük akımlar %25 oranında Eylül ayında daha sonra gelen en yüksek oranlar olan %22 Ekim ve %21 ile Ağustos ayında mevcuttur. Kış dönemi ayları olan Ekim, Kasım'daki düşük akım oranları sırasıyla %22, %8'dir.

Büyük Menderes Havzası'nın çalışılan diğer istasyonlarının 31 yıllık düşük akım dağılımı Ek E'de Şekil E.8'den Şekil E.13'e kadar olan kısımda bulunmaktadır.

Çizelge 5.9: Büyük Menderes Havzası istasyonunun düşük akım günleri tablosu.

Aylar/İstasyonlar	701	706	712	713	732	733	734
Ocak	0	0	7	65	0	0	0
Şubat	0	1	0	13	0	0	0
Mart	0	0	20	88	0	0	0
Nisan	0	32	80	37	0	0	0
Mayıs	0	39	48	57	1	0	0
Haziran	0	96	72	44	0	3	97
Temmuz	35	56	22	5	26	86	485
Ağustos	322	16	36	42	422	319	541
Eylül	249	268	126	95	292	361	643
Ekim	138	105	202	187	143	197	573
Kasım	9	0	23	187	19	43	210
Aralık	0	0	1	97	0	1	44
Toplam Gün	753	613	637	917	903	1010	2593



Şekil 5.11: 734 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.

5.4.4 Batı Akdeniz Havzası istasyonlarının düşük akım dağılımı

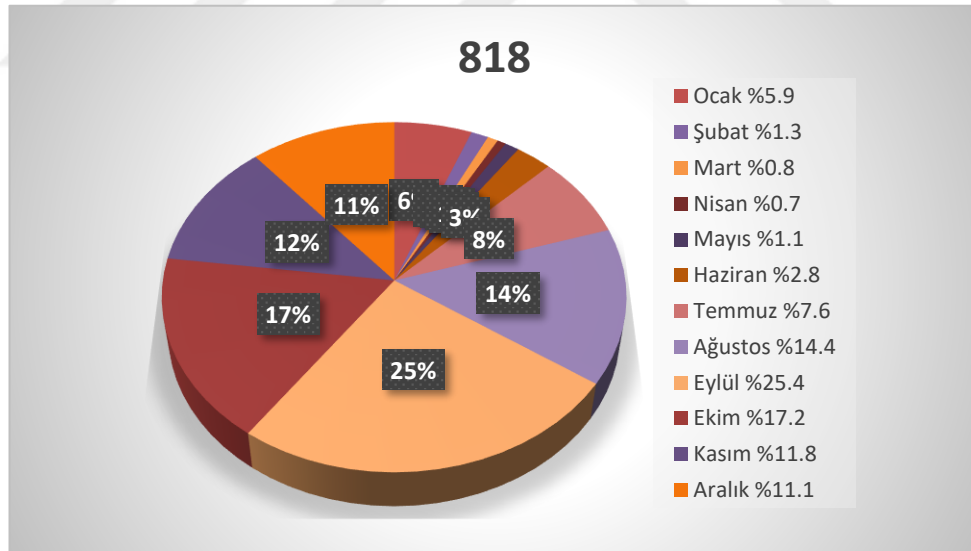
Batı Akdeniz Havzası'nın çalışılan istasyonlarının 1981-2011 yılları arasındaki düşük akım olarak kabul ettiğimiz Q_{95} 'ten küçük günlerin sayısı Çizelge 5.10'da gösterilmiştir. Düşük akım günleri sayısının en büyük olduğu 818 istasyonunun düşük akım günlerinin yüzdelik olarak aylara dağılımı Şekil 5.12'de gösterildiği gibidir. Şekil 5.12'de görüldüğü gibi 818 istasyonunda çalışılan süre boyunca toplam 1364 kez oluşan düşük akımlar %25 oranında Eylül ayında daha sonra gelen en yüksek

oran olan %17 Ekim ve %14 ile Ağustos ayında mevcuttur. Kış dönemi ayları olan Ekim, Kasım, Aralık'taki düşük akım oranları sırasıyla %17, %12 ve %11'dir .

Batı Akdeniz Havzası'nın çalışılan diğer istasyonlarının 31 yıllık düşük akım dağılımı Ek E'de Şekil E.14'ten Şekil E.17'ye kadar olan kısımda bulunmaktadır.

Çizelge 5.10: Batı Akdeniz Havzası istasyonunun düşük akım günleri tablosu.

Aylar/İstasyonlar	808	809	811	815	818
Ocak	43	0	0	0	81
Şubat	11	0	0	0	18
Mart	0	0	0	0	11
Nisan	6	0	0	0	9
Mayıs	7	0	0	0	15
Haziran	9	12	5	8	38
Temmuz	26	142	73	73	103
Ağustos	161	381	487	487	196
Eylül	322	294	153	290	346
Ekim	157	110	15	83	234
Kasım	115	7	0	16	161
Aralık	66	0	0	0	152
Toplam Gün	923	946	733	957	1364



Şekil 5.12: 818 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.

Çizelge 5.11'de havzaların düşük akım günlerinin ortalamaları hesaplanmıştır.

Tabloya göre düşük akım günlerinin en çok olduğu havza Küçük Menderes

Havzasıdır. Daha sonra ise sırasıyla Gediz, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzaları gelmektedir.

Çizelge 5.11: Havzaların düşük akım günleri ortalaması.

	İst.	Top. Gün	Ort
Gediz Hav.	509	1257	1654
	510	3239	
	518	686	
	522	2264	
	523	834	
	524	870	
	525	1039	
	527	3039	
Küçük M. Hav.	601	2629	2629
Büyük M. Hav.	701	753	1061
	706	613	
	712	637	
	713	917	
	732	903	
	733	1010	
	734	2593	
B. Akdeniz Hav.	808	923	985
	809	946	
	811	733	
	815	957	
	818	1364	

6 TREND ANALİZİ

6.1 İstasyonların Yıllık q_{95} Değerlerinin Trend Analizi

Çizelge 6.1: İstasyonların Yıllık q_{95} Değerlerinin Trend Tablosu.

İstasyon	P	M	S	ζ	σ_s	μ_s	Z	$Z_{(\alpha/2)}$	TREND
509	61	403	-342	-0.74	58.83	0	-5.80	1.96	AZALAN
510	153	312	-159	-0.34	58.84	0	-2.69	1.96	AZALAN
518	170	295	-125	-0.27	58.84	0	-2.11	1.96	AZALAN
522	169	296	-127	-0.27	58.84	0	-2.14	1.96	AZALAN
523	185	280	-95	-0.20	58.84	0	-1.60	1.96	YOK
524	152	313	-161	-0.35	58.84	0	-2.72	1.96	AZALAN
525	186	279	-93	-0.20	58.84	0	-1.56	1.96	YOK
527	223	241	-18	-0.04	58.83	0	-0.29	1.96	YOK
601	284	180	104	0.22	58.83	0	1.75	1.96	YOK
701	156	309	-153	-0.33	58.84	0	-2.58	1.96	AZALAN
706	155	310	-155	-0.33	58.84	0	-2.62	1.96	AZALAN
712	161	304	-143	-0.31	58.84	0	-2.41	1.96	AZALAN
713	194	271	-77	-0.17	58.84	0	-1.29	1.96	YOK
732	167	298	-131	-0.28	58.84	0	-2.21	1.96	AZALAN
733	167	298	-131	-0.28	58.84	0	-2.21	1.96	AZALAN
734	238	227	11	0.02	58.84	0	0.17	1.96	YOK
808	135	330	-195	-0.42	58.84	0	-3.30	1.96	AZALAN
809	187	278	-91	-0.20	58.84	0	-1.53	1.96	YOK
811	209	256	-47	-0.10	58.84	0	-0.78	1.96	YOK
815	195	270	-75	-0.16	58.84	0	-1.26	1.96	YOK
818	166	299	-133	-0.29	58.84	0	-2.24	1.96	AZALAN

Her istasyonun 1981-2011 yılları arasında bulunan yıllık Q_{95} değerlerinin ait olduğu istasyon alanına bölünmesiyle elde edilen q_{95} serisinin trendine bakılmış ve Çizelge 6.1 elde edilmiştir. Çalışılan 21 akım gözlem istasyonunda yapılan Mann-Kendall testinin sonuçlarına bakıldığında 21 istasyonun 9'unda ' H_0 trend yok' hipotezi kabul edilirken geri kalan 12 istasyonda ise bu hipotez reddedilmekte ve azalan yönde bir trend bulunduğu görülmektedir.

$\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen $Z_{\alpha/2}$ değeri 1,96'dır.

İç bağımlılığın etkisini gözönüne almak adına istasyonların q_{95} debi değerlerinin pre-whitening için gerekli olan otokorelasyon sayıları Çizelge 6.2’de verildiği gibi bulundu.

Çizelge 6.2: 1981-2011 yılları arasındaki q_{95} ’lerin otokorelasyon değerleri.

İstasyon	Otokorelasyon
509	0.7813
510	0.6796
518	0.7577
522	0.7720
523	0.7180
524	0.6603
525	0.7299
527	0.2169
601	0.6894
701	0.6179
706	0.8161
712	0.7678
713	0.6221
732	0.8264
733	0.5808
734	0.8003
808	0.8963
809	0.6319
811	0.5072
815	0.7716
818	0.8676

Trend bulunan istasyonlarda

$$y_i = x_i - b \quad (6.1)$$

denklemleriyle öncelikle serinin eğimi çıkartıldı. Daha sonra aşağıdaki denklem uygulanarak pre-whitening işlemi yapıldı.

$$\mathcal{E}_i = y_i - r_1 y_{i-1} \quad (6.2)$$

Daha önce çıkartılmış olan trend tekrar eklendi.

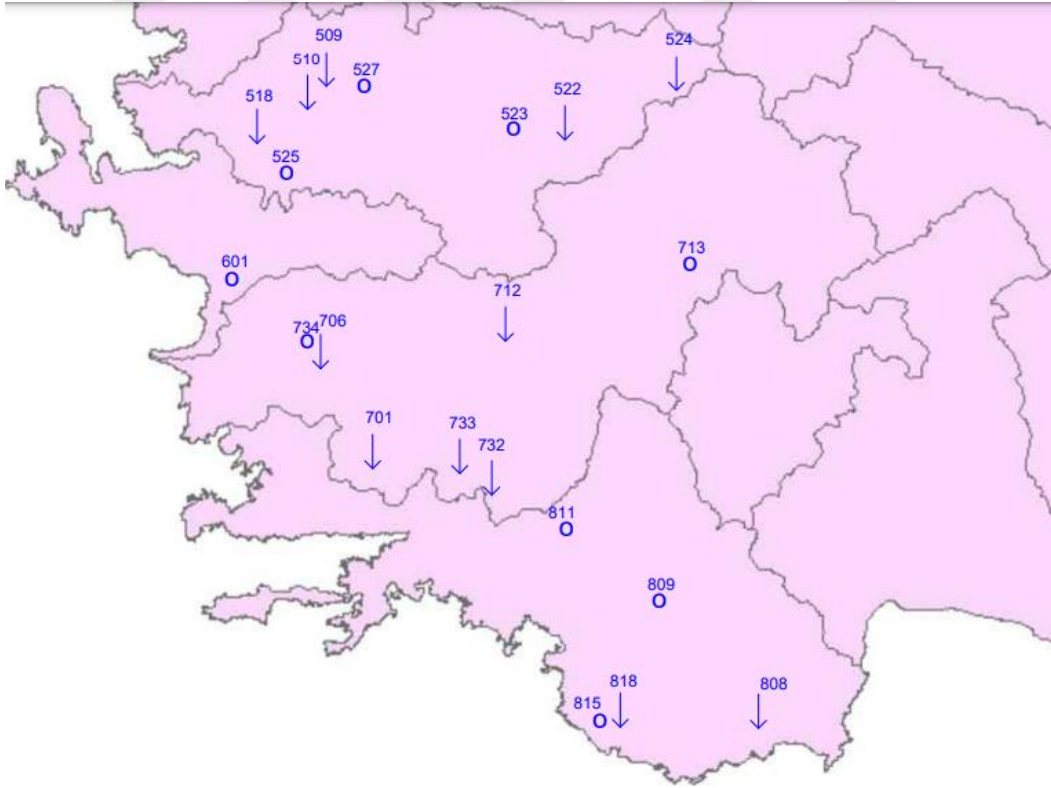
$$\hat{\mathcal{E}}_i = \mathcal{E}_i + b \quad (6.3)$$

Elde edilen seride iç bağımlılık bulunmadığı kabul edilerek Mann-Kendall testi uygulandı. Anlamlı bir trend bulunup bulunmadığı belirlendi.

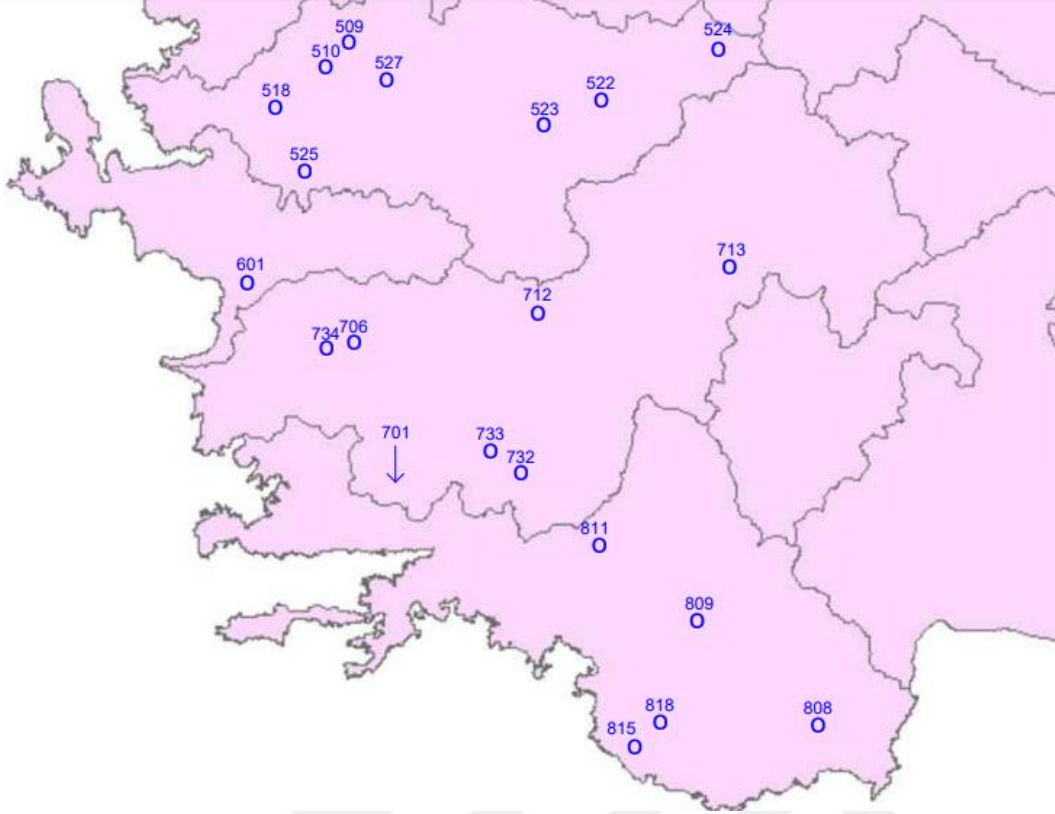
Çizelge 6.3: İç Bağımlılığın Giderildiği İstasyondaki Trendler.

İstasyon	P	M	S	ζ	σ_s	μ_s	Z	$Z_{(\alpha/2)}$	TREND
509	198	237	-39	-0.09	56.05	0	-0.68	1.96	YOK
510	229	206	23	0.05	56.05	0	0.39	1.96	YOK
518	244	191	53	0.12	56.05	0	0.93	1.96	YOK
522	251	184	67	0.15	56.05	0	1.18	1.96	YOK
524	197	238	-41	-0.09	56.05	0	-0.71	1.96	YOK
701	146	289	-143	-0.33	56.05	0	-2.53	1.96	AZALAN
706	218	217	1	0.00	56.05	0	0.00	1.96	YOK
712	227	208	19	0.04	56.05	0	0.32	1.96	YOK
732	233	202	31	0.07	56.05	0	0.54	1.96	YOK
733	227	208	19	0.04	56.05	0	0.32	1.96	YOK
808	236	199	37	0.09	56.05	0	0.64	1.96	YOK
818	232	203	29	0.07	56.05	0	0.50	1.96	YOK

Çizelge 6.1’de görüldüğü gibi bu istasyonlarda 1981-2011 yılları arasındaki q_{95} değerlerinde azalan yönde bir trend tespit edilmişti. Fakat iç bağımlılığının etkisinin giderilmesi için yapılan işlemler sonucunda uygulanan Mann-Kendall testiyle Çizelge 6.3’de belirtildiği gibi 701 istasyonu dışındaki istasyonlarda var olan trendin kaybolduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 6.1: İstasyonların Yıllık q_{95} Trend Haritası.



Şekil 6.2: İstasyonlarda iç bağımlılığın etkisi giderildikten sonraki yıllık q_{95} trend haritası.

Şekil 6.1’de aşağı yönde ok azalan trendi ve o işareti ise trend olmadığını göstermektedir. Fakat iç bağımlılığın etkisi giderildikten sonra Şekil 6.2’deki harita oluşmakta ve azalan trendlerin yok olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.1’deki büyük Z katsayılarına rağmen var olan trendlerin yok olması Mann Kendall testinde iç bağımlılığın önemli ölçüde etkili olduğunu göstermektedir.

6.2 İstasyonların Yaz, Kış q_{95} Değerlerinin Trend Analizi

Bu çalışmada kış debi serisi 1 Ekim -29 Şubat ve yaz debi serisi 1 Mart – 30 Eylül olarak seçilmiştir. İstasyonların 1981-2011 yılları arasındaki her yıl için bulunan yaz debi serisinin q_{95} ’i ve kış debi serisinin q_{95} ’inin 31 yıldaki trendi araştırılmıştır.

Çizelge 6.4’de istasyon verilerinin yaz ve kış serilerinin q_{95} değerlerinin trend tablosu verilmiştir. Bu tabloya göre bazı istasyonların yaz ve kış q_{95} değerlerinin bir kısmında azalan trend bulunurken bir kısmında trend bulunmamaktadır. Trend bulunanlarda iç bağımlılığın etkisi giderilerek yapılan analiz sonucunda Çizelge 6.5’deki tablo elde edilmiştir. Bu tabloya göre iç bağımlılığın etkisi giderildiğinde var olan bütün trendler kaybolmuştur.

Çizelge 6.4: İstasyonların yaz\kış q_{95} değerlerinin trend tablosu.

İstasyon		P	M	S	ζ	σ_s	μ_s	Z	$Z_{(\alpha/2)}$	TREND
509	yaz	64	401	-337	-0.72	58.84	0	-5.71	1.96	AZALAN
	kış	93	372	-279	-0.60	58.84	0	-4.73	1.96	AZALAN
510	yaz	159	306	-147	-0.32	58.84	0	-2.48	1.96	AZALAN
	kış	142	323	-181	-0.39	58.84	0	-3.06	1.96	AZALAN
518	yaz	193	272	-79	-0.17	58.84	0	-1.33	1.96	YOK
	kış	160	305	-145	-0.31	58.84	0	-2.45	1.96	AZALAN
522	yaz	152	311	-159	-0.34	58.82	0	-2.69	1.96	AZALAN
	kış	178	287	-109	-0.23	58.84	0	-1.84	1.96	YOK
523	yaz	191	274	-83	-0.18	58.84	0	-1.39	1.96	YOK
	kış	173	292	-119	-0.26	58.84	0	-2.01	1.96	AZALAN
524	yaz	155	310	-155	-0.33	58.84	0	-2.62	1.96	AZALAN
	kış	133	332	-199	-0.43	58.84	0	-3.37	1.96	AZALAN
525	yaz	184	281	-97	-0.21	58.84	0	-1.63	1.96	YOK
	kış	215	250	-35	-0.08	58.84	0	-0.58	1.96	YOK
527	yaz	230	234	-4	-0.01	58.83	0	-0.05	1.96	YOK
	kış	207	257	-50	-0.11	58.83	0	-0.83	1.96	YOK
601	yaz	270	195	75	0.16	58.84	0	1.26	1.96	YOK
	kış	253	212	41	0.09	58.84	0	0.68	1.96	YOK
701	yaz	167	298	-131	-0.28	58.84	0	-2.21	1.96	AZALAN
	kış	176	289	-113	-0.24	58.84	0	-1.90	1.96	YOK
706	yaz	152	313	-161	-0.35	58.84	0	-2.72	1.96	AZALAN
	kış	130	335	-205	-0.44	58.84	0	-3.47	1.96	AZALAN
712	yaz	181	284	-103	-0.22	58.84	0	-1.73	1.96	YOK
	kış	111	354	-243	-0.52	58.84	0	-4.11	1.96	AZALAN
713	yaz	211	254	-43	-0.09	58.84	0	-0.71	1.96	YOK
	kış	219	246	-27	-0.06	58.84	0	-0.44	1.96	YOK
732	yaz	171	294	-123	-0.26	58.84	0	-2.07	1.96	AZALAN
	kış	170	295	-125	-0.27	58.84	0	-2.11	1.96	AZALAN
733	yaz	184	281	-97	-0.21	58.84	0	-1.63	1.96	YOK
	kış	175	290	-115	-0.25	58.84	0	-1.94	1.96	YOK
734	yaz	234	230	4	0.01	58.83	0	0.05	1.96	YOK
	kış	250	215	35	0.08	58.84	0	0.58	1.96	YOK
808	yaz	144	321	-177	-0.38	58.84	0	-2.99	1.96	AZALAN
	kış	139	326	-187	-0.40	58.84	0	-3.16	1.96	AZALAN
809	yaz	193	272	-79	-0.17	58.84	0	-1.33	1.96	YOK
	kış	186	279	-93	-0.20	58.84	0	-1.56	1.96	YOK
811	yaz	207	258	-51	-0.11	58.84	0	-0.85	1.96	YOK
	kış	204	261	-57	-0.12	58.84	0	-0.95	1.96	YOK
815	yaz	196	269	-73	-0.16	58.84	0	-1.22	1.96	YOK
	kış	167	298	-131	-0.28	58.84	0	-2.21	1.96	AZALAN
818	yaz	195	270	-75	-0.16	58.84	0	-1.26	1.96	YOK
	kış	155	310	-155	-0.33	58.84	0	-2.62	1.96	AZALAN

Çizelge 6.5: İç bağımlılığın giderildiği yaz\kış q_{95} değerlerinin trend tablosu.

istasyon		P	M	S	ζ	σ_s	μ_s	Z	$Z_{(\alpha/2)}$	TREND
509	yaz	215	220	-5	-0.01	56.05	0	-0.07	1.96	YOK
	kış	184	251	-67	-0.15	56.05	0	-1.18	1.96	YOK
510	yaz	219	216	3	0.01	56.05	0	0.04	1.96	YOK
	kış	214	221	-7	-0.02	56.05	0	-0.11	1.96	YOK
518	kış	226	209	17	0.04	56.05	0	0.29	1.96	YOK
522	yaz	239	174	65	0.15	55.71	0	1.15	1.96	YOK
523	kış	205	230	-25	-0.06	56.05	0	-0.43	1.96	YOK
524	yaz	195	240	-45	-0.10	56.05	0	-0.79	1.96	YOK
	kış	187	248	-61	-0.14	56.05	0	-1.07	1.96	YOK
701	yaz	215	220	-5	-0.01	56.05	0	-0.07	1.96	YOK
706	yaz	221	214	7	0.02	56.05	0	0.11	1.96	YOK
	kış	221	214	7	0.02	56.05	0	0.11	1.96	YOK
712	kış	227	208	19	0.04	56.05	0	0.32	1.96	YOK
732	yaz	218	217	1	0.00	56.05	0	0.00	1.96	YOK
	kış	202	233	-31	-0.07	56.05	0	-0.54	1.96	YOK
808	yaz	227	208	19	0.04	56.05	0	0.32	1.96	YOK
	kış	218	217	1	0.00	56.05	0	0.00	1.96	YOK
815	kış	219	216	3	0.01	56.05	0	0.04	1.96	YOK
818	kış	219	216	3	0.01	56.05	0	0.04	1.96	YOK

6.3 Yıllık q_{95} Değerlerinin Bölgesel Trend Analizi

21 istasyondaki yıllık q_{95} değerlerine bölgesel trend analizi uygulandı. Çizelge 6.6’da her istasyonun S değerleri verilmiştir. Bu S değerleri kullanılarak denklem 6.4 ile $\overline{S_m}$ bulundu. Denklem 6.7 ile $\sigma_{\overline{S_m}}$ hesaplandı. Denklem 6.6 ile bulunan Z’nin mutlak değeri 0.05 olarak seçilen anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değeri ile karşılaştırıldı.

$$\overline{S_m} = \sum_{k=1}^m S_k / m \quad (6.4)$$

$\overline{S_m}$ ‘in parametreleri

$$E(\overline{S_m}) = 0 \quad \sigma_{\overline{S_m}} = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18m} \quad (6.5)$$

Örnekte birbirine eşit gözlemler varsa varyans 3.34 formülüne benzer şekilde düzeltilir.

$$Z = \frac{\overline{S_m} - E(\overline{S_m})}{\sigma_{\overline{S_m}}} = \overline{S_m} / \sigma_{\overline{S_m}} \quad (6.6)$$

Şeklinde tanımlanan Z 'nin dağılımı standart normal dağılımdır. Hesaplanan Z 'nin mutlak değerinin aşılması olasılığı $p/2$ ise bölgesel anlamlılık düzeyi p olur. 6.6'daki denklemle bulunan Z 'nin mutlak değeri seçilen anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilip incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır. İstasyonlardaki veriler arasında çapraz korelasyon bulunması halinde $\sigma_{\bar{s}_m}$ 'nin düzeltilmesi gerekir. $\bar{\rho}$ istasyonlar arasındaki çapraz korelasyon katsayılarının ortalamasını göstermek üzere:

$$\sigma_{\bar{s}_m} = \sqrt{[n(n-1)(2n+5)/18m][1+(m-1)\bar{\rho}]} \quad (6.7)$$

İstasyon sayısı m 'in 10'dan küçük olması halinde Z istatistiğinin normal dağıldığı kabulü doğru olmaktan uzaklaşır (Bayazıt ve Önöz, 2004).

Çizelge 6.6: istasyonların S değerleri.

İstasyonlar	S
509	-342
510	-159
518	-125
522	-127
523	-95
524	-161
525	-93
527	-18
601	104
701	-153
706	-155
712	-143
713	-77
732	-131
733	-131
734	11
808	-195
809	-91
811	-47
815	-75
818	-133

Çizelge 6.7: bölgesel trend parametreleri.

S_m	-111.24
$\bar{\rho}$	0.655
σ_{S_m}	44.87
Z	-2.48
$Z_{(\alpha/2)}$	1.96
TREND	AZALAN

Bölgesel trend analizinde Z 'nin mutlak değeri seçilen anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük çıkmış yani ' H_0 trend yok' hipotezi reddedilmiştir. Yıllık q_{95} değerlerinin bölgesel trend analizinde azalan yönde bir eğilim bulunmuştur.

Mann Kendall testinin gücü ve iç bağımlılığın test üzerindeki etkisi Yue v.d. (2002) tarafından araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre Mann Kendal testi nonparametrik bir test olmasına rağmen gücünün seçilen dağılımlara bağlı olduğu bulunmuştur. Ayrıca örnek uzunluğunun 50'den küçük olduğu durumlarda iç bağımlılık H_0 hipotezinin reddedilme olasılığını arttırmaktadır. Örnek uzunluğunun 50'den büyük olması ve trendin eğiminin fazla olması durumunda iç bağımlılığın etkisi önemli olmamaktadır.

Yapılan bu çalışmada iç bağımlılığın etkisi giderildiğinde var olan trendlerin kaybolması yani iç bağımlılığın etkisiyle ortaya çıkan trendin, 31 olan örnek uzunluğunun 50'den küçük olması durumunda ortaya çıktığı kabul edilebilir.

7 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ege Bölgesi'ndeki Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Batı Akdeniz Havzalarına ait 21 istasyonda 1981-2011 yıllarına ait günlük debi verileriyle yapılan, Türkiye'deki havzalara uygulanmış benzer bilinen bir örneğinin bulunmadığı bu çalışmada; istasyonların akım grafikleri, debi süreklilik çizgileri edinilerek düşük akımlar incelenmiş, düşük akımların mevsimselliği çeşitli yöntemlerle araştırılmış ve düşük akım indisi olarak kabul edilen q_{95} değerlerinde bir eğilim olup olmadığının belirlenmesi için trend analizi yapılarak iç bağımlılığın trend üzerindeki etkisine değinilmiştir.

Elde edilen sonuçlar ise şöyledir:

- 1) Düşük akım indisi olarak seçilen, zamanın %95'inde akarsuda bulunan debi miktarı Q_{95} değerlerine bakıldığında Gediz Havzası'nın 509, 510, 522, 527 istasyonlarında; Küçük Menderes Havzası'nın 601 istasyonunda; Büyük Menderes Havzası'nın 734 istasyonunda oldukça küçük değerler aldığı görülürken Batı Akdeniz Havzası'nın 815, 818 istasyonlarında; Büyük Menderes Havzası'nın 706, 712 istasyonlarında daha büyük değerler almıştır. İstasyonlardaki Q_{95} değerlerinin büyüklüğü veya küçüklüğü çizilen debi süreklilik çizgilerinden farkedilebilmektedir. Ayrıca istasyonlardaki akım grafiklerine bakıldığında bazı istasyonlardaki düşük akımların meydana geldiği senelerin aynı olduğu görülmektedir.
- 2) Bir değerinden büyük ve küçüklüğüne göre yaz veya kış düşük akım baskınlığının ölçütü olan mevsimellik oranı (SR), çalışılan bölgede genel olarak bir değerinden küçük çıkmıştır. Bu sonuç çalışılan bu bölgede düşük akımların yaz mevsiminde görüldüğünü ifade etmektedir. Yani düşük akımlar 1 Mart-30 Eylül tarihleri arasındaki dönemde etkindir. Akdeniz ikliminin yaz kuraklığı, geniş grabenler arasında akan akarsularda buharlaşma kayıplarının oldukça fazla olması ve bölgede kalkerli zeminin bulunmasının akışı azaltması, yaz düşük akım baskınlığının nedenleri arasında sıralanabilir.

- 3) Q_{95} debi değerine eşit veya küçük olan günlerin θ ve r parametrelerine dayanan mevsimsellik indeksi (SI) ile çalışılan 21 istasyonda 1981-2011 yılları arasındaki her yıl için ortalama düşük akım günü (ODAG) bulunmuş ve takvimde hangi güne denk geldiği belirtilmiştir. SI parametrelerinin ortalamaları alınarak her istasyon için bir gün olacak şekilde ortalama düşük akım günü bulunmuş ve her havzanın birim çemberinde bu günler gösterilmiştir. Havzaya ait istasyonların ortalama r parametrelerinin de ortalaması alınarak her havza için bir değerine yaklaştıkça düşük akım mevsimselliğinin güçlülüğünü gösteren ortalama bir r parametresi bulunmuştur. Gediz Havzası $r = 0,897$ parametresi ile Ağustos, Temmuz ve Nisan aylarında, Küçük Menderes Havzası $r = 0,840$ parametresi ile Ağustos ayında, Büyük Menderes Havzası $r = 0,872$ parametresi ile Mart, Nisan, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında, Batı Akdeniz Havzası $r = 0,938$ parametresi ile Şubat, Nisan, Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama düşük akım günlerinin bulunduğu istasyonlara sahiptir. Özellikle Batı Akdeniz Havzası başta olmak üzere çalışılan havzalarda r parametresinin bir değerine yakınlığına bakılarak düşük akımlarda güçlü bir mevsimselliğin bulunduğu yani düşük akımların yılın aynı gününde görülme ihtimalinin oldukça büyük olduğu görülebilmektedir. Ortalama düşük akım gününün (ODAG) Mart, Nisan ve Şubat aylarında meydana gelmesi çalışmanın dikkat çekici sonuçlarındandır.
- 4) Her havza için Q_{95} debi değerine eşit veya küçük olan günlerin sayısının en fazla olduğu istasyonlar seçilerek düşük akım olarak nitelendirilen bu günlerin çalışılan her yıl için aylara dağılımının yüzdesini gösteren mevsimsellik histogramları (SH) elde edilmiştir. Histogramlar incelendiğinde düşük akım günlerinin yıllar içinde değişim gösterdiği halde genel olarak Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında olduğu kanaatine varılmıştır. Kış dönemi ayı olarak kabul edilen Ekim ayında da düşük akımların belirgin olarak gözlenmesi, Akdeniz ikliminin bilinen yaz kuraklığının yanında kış kuraklığının da görülebilmesi tehlikesine işaret etmektedir.
- 5) Her istasyon için Q_{95} debi değerine eşit veya küçük olan günler 1981'den 2011'e kadar olan yıllar boyunca aylara ayrılarak toplanmış ve aylardaki düşük akım yüzdeleri pasta grafiğinde gösterilmiştir. Böylelikle istasyonlarda düşük

akımların hangi ayda ne kadar yoğunlaştığı bilgisine ulaşılabilir. Örneğin Gediz Havzası'nın 510 numaralı istasyonunda 31 yıl boyunca düşük akım olarak kabul edilen 3239 gün vardır. Bu günlerin %26'sı Ağustos ayında, %21'i Eylül ayında, %19'u Temmuz ayında ve %14'ü Ekim ayındadır. Düşük akım günleri; 732 istasyonunda %32 oranıyla Ekim ayında, 713 istasyonunda %20 Ekim ve %20 Kasım ayında, 808 istasyonunda %7 Aralık ayında, 818 istasyonunda %12 Kasım ve %11 Aralık ayında görülmektedir. Özellikle kış dönemindeki düşük akım günlerinin oranının yüksekliği kış kuraklığı tehlikesini vurgulamaktadır.

- 6) İstasyonların Q_{95} debi değerlerinin havza alanlarına bölünerek elde edilen yıllık q_{95} debi değerlerine, yaz debi serisinin q_{95} değerlerine ve kış debi serisinin q_{95} değerlerine Mann Kendall testi uygulanmıştır. Yıllık q_{95} değerlerine anlamlılık düzeyi 0.05 alınarak uygulanan Mann-Kendall testinin sonuçlarına bakıldığında 21 istasyonun 9'unda ' H_0 trend yok' hipotezi kabul edilirken geri kalan 12 istayonda ise bu hipotez reddedilmekte ve azalan yönde bir trend bulunduğu görülmektedir. Fakat iç bağımlılığının etkisinin giderilmesi için yapılan işlemler sonucunda uygulanan Mann-Kendall testiyle 701 istasyonu dışındaki istasyonlarda var olan trendin kaybolduğu sonucuna varılmıştır. İstasyon verilerinin yaz ve kış serilerinin q_{95} değerlerine uygulanan Mann Kendall testi sonuçlarına göre bazı istasyonların yaz ve kış q_{95} değerlerinin bir kısmında azalan trend bulunurken bir kısmında trend bulunmamaktadır. Trend bulunanlarda iç bağımlılığın etkisi giderilerek yapılan analiz sonucunda var olan bütün trendler kaybolmuştur. Yıllık q_{95} değerlerine uygulanan bölgesel trend analizine göre ise azalan yönde bir trend olduğu görülmüştür. Hidrolojik verilerde istatistiksel olarak anlamlı bir trend olup olmadığını belirlemek için sıklıkla kullanılan parametrik olmayan Mann Kendal testinde iç bağımlılığın gözardı edilemeyecek bir ölçüt olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu çalışmada Ege Bölgesi'ndeki belirli havzalardaki düşük akımlar incelenmiş, görüldüğü mevsim, ay ve takvim günleri üzerinde durulmuş ve düşük akımların en çok olduğu aylar belirlenmiştir. Mann Kendall testiyle elde edilen trend sonuçlarında iç bağımlılığın etkisinin önemi vurgulanmıştır.

Düşük akımlarla ilgili yapılacak olan diğer çalışmalara yardımcı olması amaçlanan, çeşitli yöntemler kullanılarak düşük akımların mevsimselliğinin araştırıldığı ve Türkiye’de uygulanmış benzer bilinen bir örneğinin bulunmadığı bu çalışmanın, içinde bulunduğumuz yıla kadar olan debi verilerinin de elde edilerek Türkiye’deki diğer havzalarda uygulanması, kurak olan son 10 yılın incelenmesi ve olası kış kuraklık tehlikesi boyutlarının gözler önüne serilmesi oldukça faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Albostan, A.** (2007). *Yüksek ve Düşük Akımların Mevsimselliği Orta Fırat Havzası Uygulaması*. İstanbul.
- ArcGIS.** *Bilgisayar Uygulaması*.
- Bayazıt, M.** (1996). *İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri*. İstanbul: İTÜ Rektörlüğü.
- Bayazıt, M., & Önöz, B.** (2004). Trend Analizi. 4. *Ulusal Hidroloji Kongresi Hidrolojide Yeni Yöntemler Semineri*.
- Bormann, H., & Pinter, N.** (2017, March 15). Trends in low flows of German rivers since 1950: Comparability. *Research Article*, s. 1191-1204.
- Burn, D. H.** (1997). Regionalization of Catchments for Regional Flood Frequency Analysis. *Journal of Hydrologic Engineering*, 76-82.
- Burn, D. H., & Elnur, M. A.** (2002). Detection of hydrologic trends and. *Journal of Hydrology*, s. 107-122.
- Büyükkaracıoğlu, N.** (2022, October 10). Seasonality Determination of Stream Flows For Planning Hydraulic. *Journal of Engineering Sciences and Researches*, s. 199-211.
- Chin, D. A.** (2000). *Water - Resources*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Dettinger, M. D., & Diaz, H.** (2000, August 01). Global Characteristics of Stream Flow Seasonality and Variability. *Journal of Hydrometeorology*, s. 289-310.
- Dingman, S., & Lawlor, S.** (1995). Estimating low flow quantiles from drainage-basin characteristics in New Hampshire and Vermont. *Water Resources Bulletin*, s. 243-256.
- Douglas, E. M., Vogel, R. M., & Kroll, C. N.** (2000). Trends in Floods and Low Flows in the United States: Impact of Spatial Correlation. *Elsevier*.
- Ediş, S.** (2011). *Yarı Kurak Havzalarda Düşük Akışların Analizi*. Çankırı.
- Ertekin, U.** (2018). *Türkiye'deki Akarsu Havzalarında Taşkın Mevsimselliğinin Belirlenmesi*. İstanbul.
- Gustard, A., Bullock, A., & Dixon, J.** (1992). Low flow estimation in the United Kingdom. *Institute of Hydrology*.
- H.McCuen, R., & Beighley, E.** (2003). Seasonal Low Frequency Analysis. *Journal of Hydrology*, 43-56.
- İnandık, D. D.** *Ege Bölgesi Akarsularının Regimleri*. İstanbul Üniversitesi.
- Köken, E.** (2009). *Dicel Havzası Düşük Akım Karakteristiklerinin Bölgeselleştirilmesi*. İzmir.
- Laaha, G.** (2002). Modelling Summer and Winter droughts as a Basis for Estimating River Low Flows. *In FRIEND*, 289-295.
- Laaha, G., & Blöschl, G.** (2006). Seasonality indices for Regionalizing Low Flows. *Hydrological Processes*, 3851-3878.
- Mondal, A., Kundu, S., & Mukhopadhyay, A.** (2012, January-April). Rainfall Trend Analysis by Mann-Kendall Test: A Case Study of North-Eastern Part of Cuttack District, Orissa. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, s. 70-78.
- National Geographic Türkiye.** (2018, 3).
- Önöz, B., & Bayazıt, M.** (2008). *Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi*. İstanbul: Nobel Yayın Dağıtım.
- Pyrce, R.** (2004). Hydrological Low Flow Indices and Their Uses. *WSC Report*.
- QGIS.** *Bilgisayar Uygulaması*.

- Samakhtin, V. U.** (2001). Low Flow Hydrology: A Review. *Journal of Hydrolgy*, 147-186.
- Sarıgil, G.** (2021). *Küçük Menderes Nehir Havzasının Yüksek Akım, Düşük Akım ve Kuraklık Özellikleri*. İstanbul.
- Schriber, & Demuth.** (1997). Regionalisation of Low Flows in Southwest Germany. *Hydrological Science Journal*.
- Stroch, H. v., & Kulkarni, A.** (1995, January 6). Monte Carlo experiments on the effect of serial correlation on the Mann-Kendall test of trend. *Gebrüder Borntraeger*, s. 82-85.
- T.A., M., & Diaz Arenas, A.** (1982). Methods of Computation of Low Streamflow Studies and Reports in Hydrology. *UNESCO*, 36.
- Tongal, H., Demirel, M., & Booi, M. J.** (2012, May 25). Seasonality of low flows and dominant processes. *Stoch Environ Res Risk Assess*, s. 489-503.
- Uşul, N.** (2008). *Mühendislik Hidrolojisi*. Ankara: ODTÜ Yayınevi.
- Vicente-Serrano, S. M., Begueria, S., & Lopez-Moreno, J.** (2010, April). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*.
- Vogel, R. M., & Kroll, C.** (1992). Regional geohydrologic-geomorphic relationships for the estimation of low-flow statistics. *Water Resources Research*, s. 2451-2458.
- Yevjevich, V.** (1967). *An Objective Approach to Definition and Investigation of Continental Hydrologic Droughts*. August: Colorado State University.
- Yıldırım, O.** (2012). *Fırat Havzasında Düşük Akımların Analizi*. İstanbul.
- Young, A., Round, C., & Gustard, A.** (2000). Spatial and Temporal Variations in the Occurrence of Low Flow Events in the UK. *Hydrology and Earth System Science*, 35-45.
- Yue, P.-S., Yang, T.-C., & Liu, C.-W.** (2002, February 28). A regional model of low flow for southern Taiwan. *Hydrological Processes*, s. 2017-2034.

EKLER

EK A: Gediz, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzaları Akım Grafikleri.

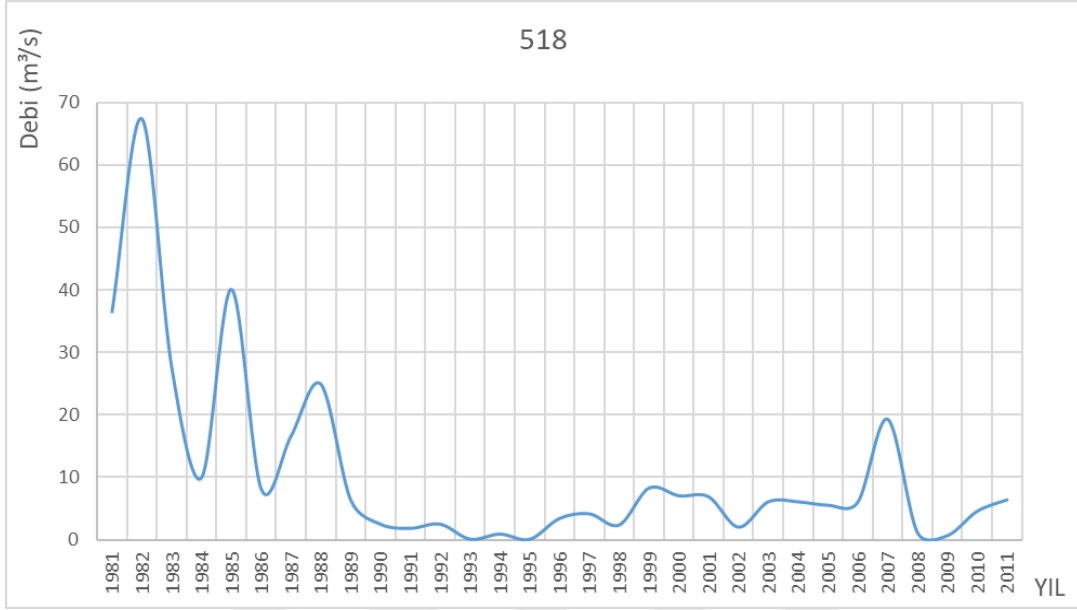
EK B: Gediz, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzaları Debi-Süreklilik Çizgileri

EK C: Gediz, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzaları SI parametreleri

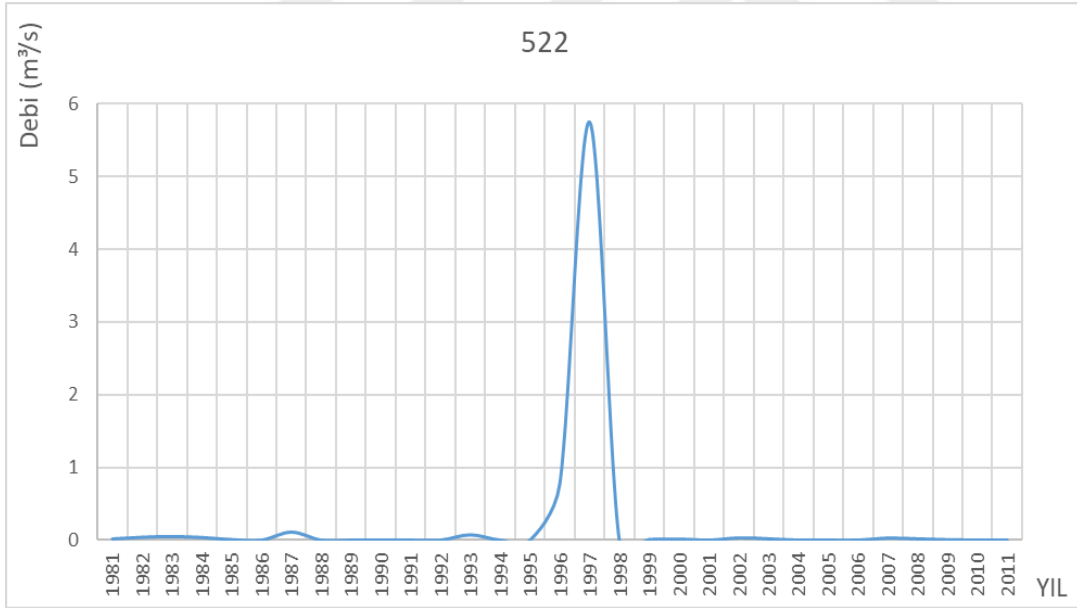
EK D: Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzaları SH'ları

EK E: Gediz, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz Havzaları Düşük Akımın Aylara Dağılım Grafikleri

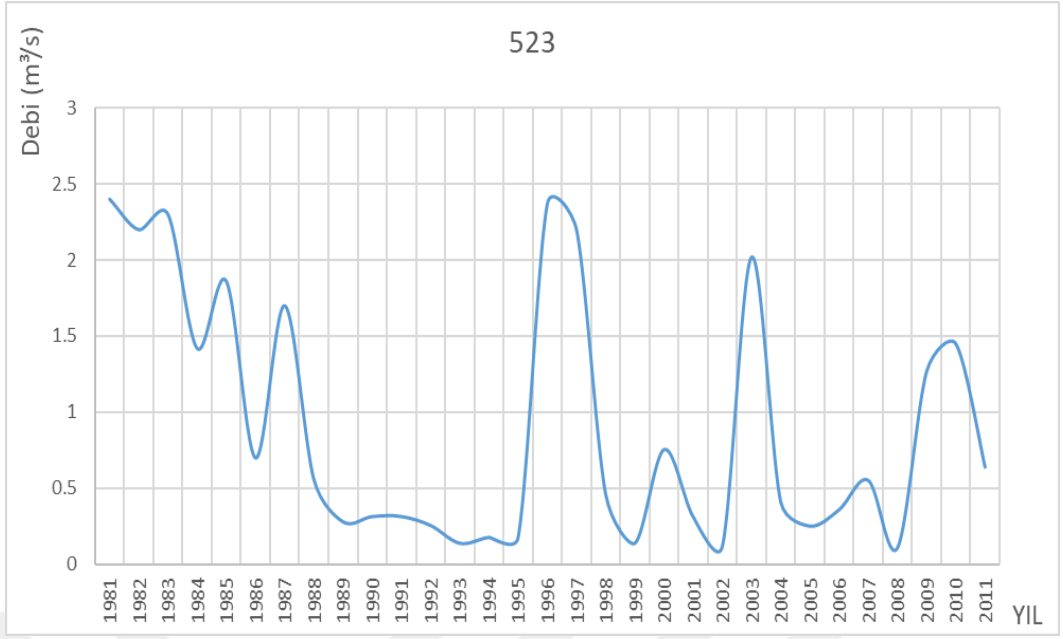
EK A:



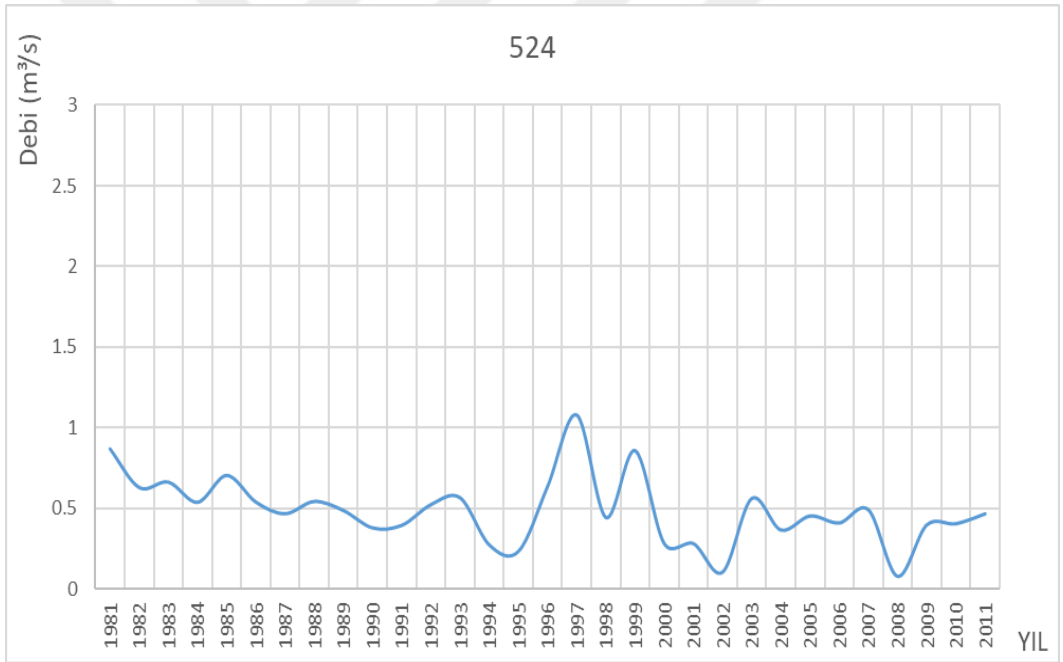
Şekil A. 1: 518 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



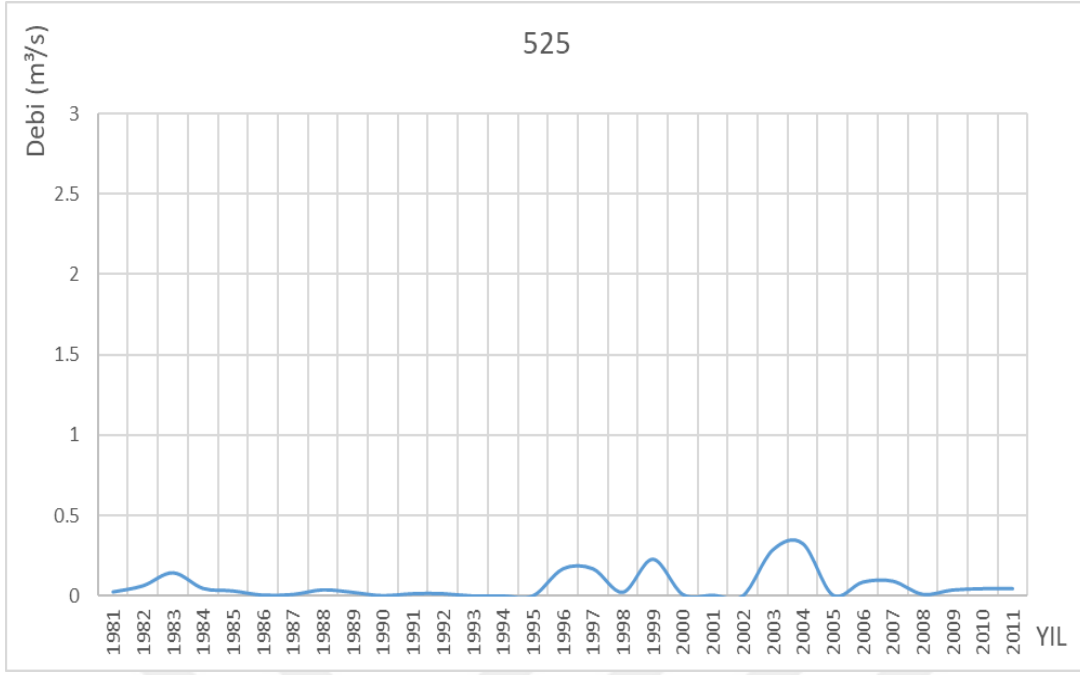
Şekil A. 2: 522 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



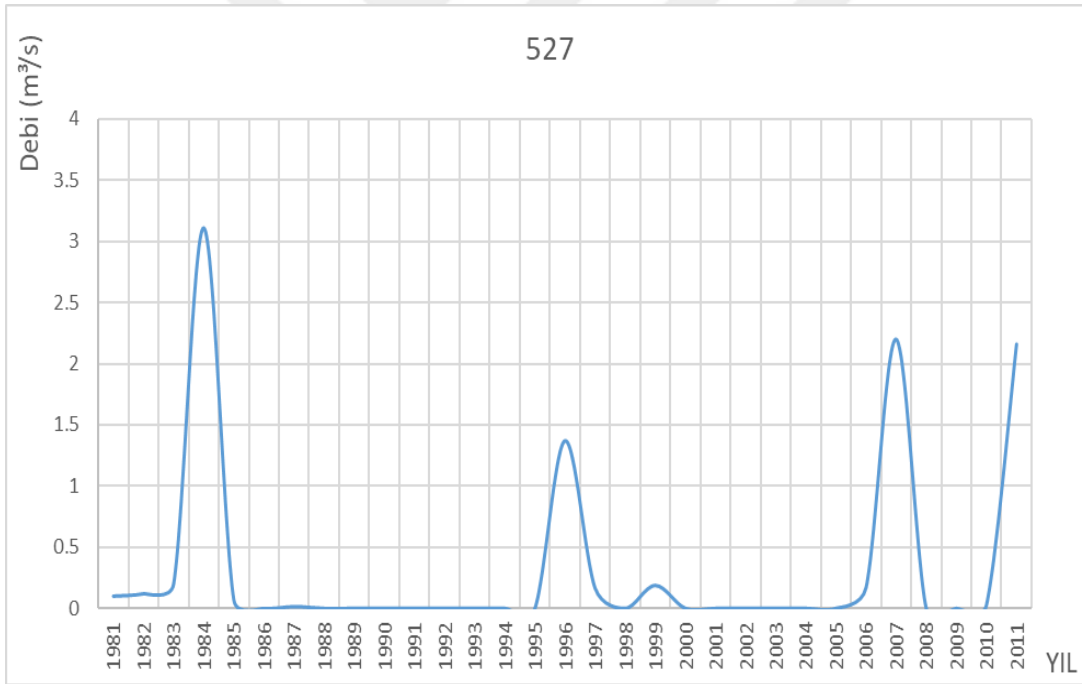
Şekil A. 3: 523 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



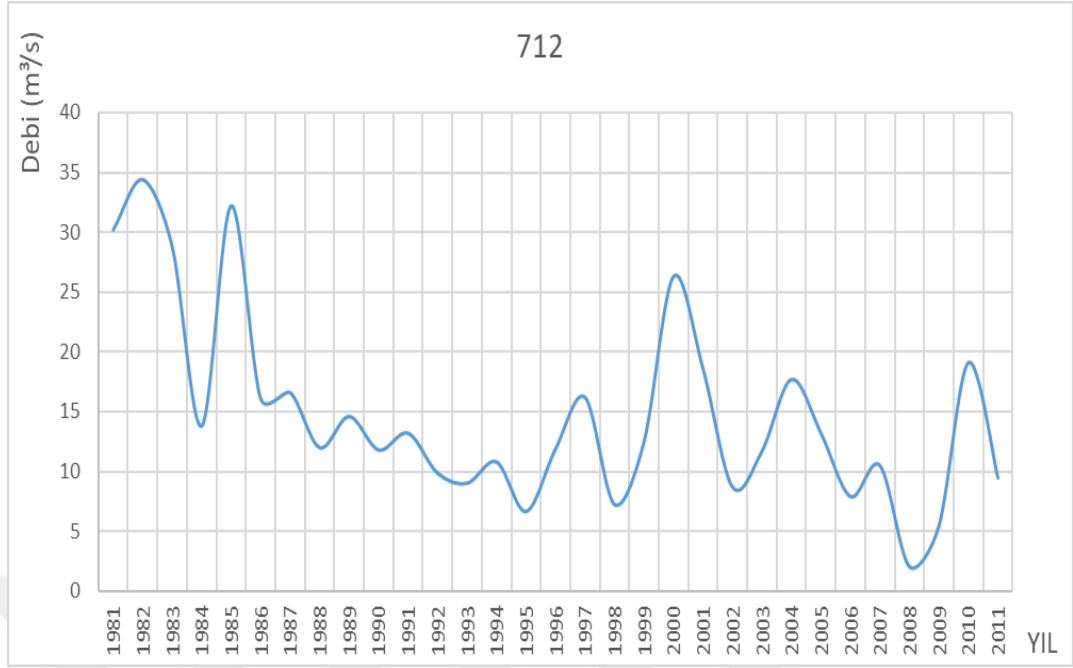
Şekil A. 4: 524 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



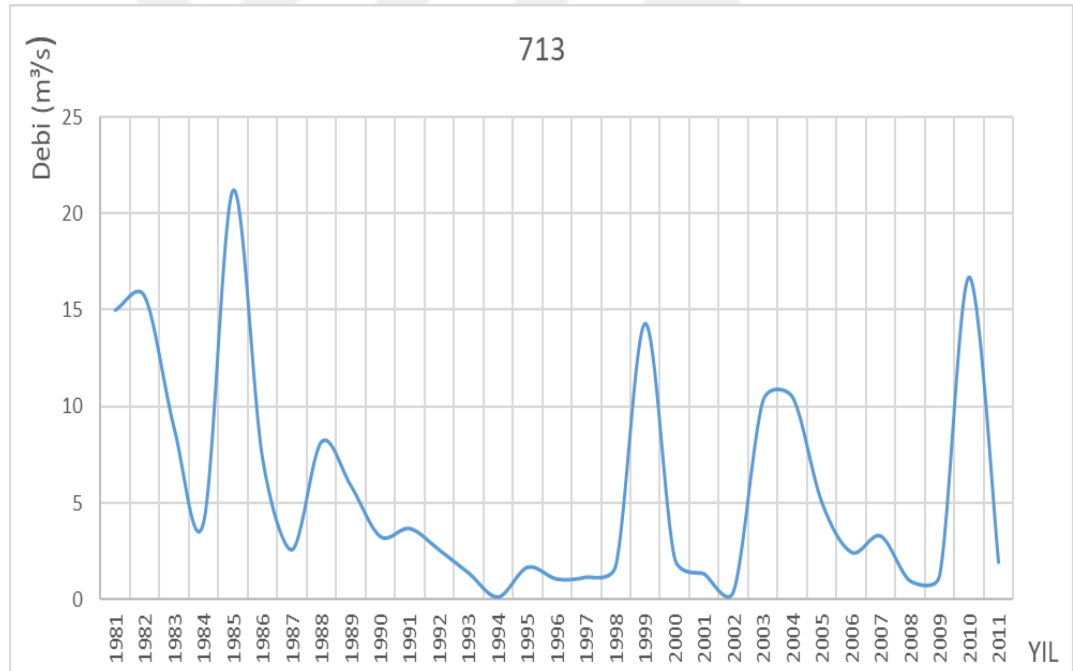
Şekil A. 5: 525 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



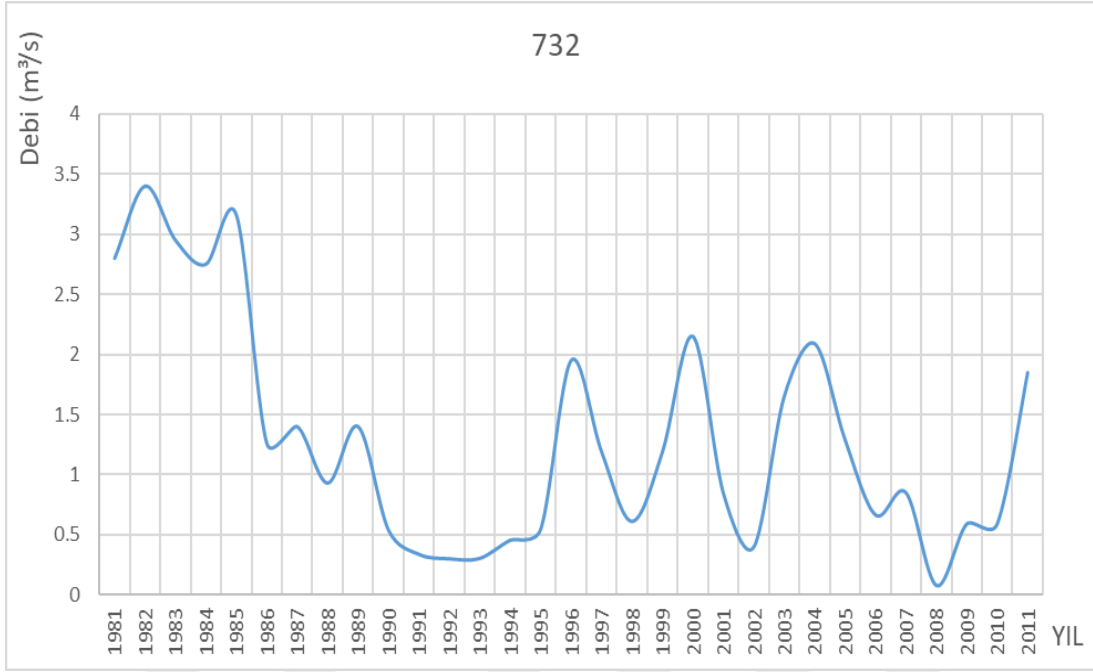
Şekil A. 6: 527 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



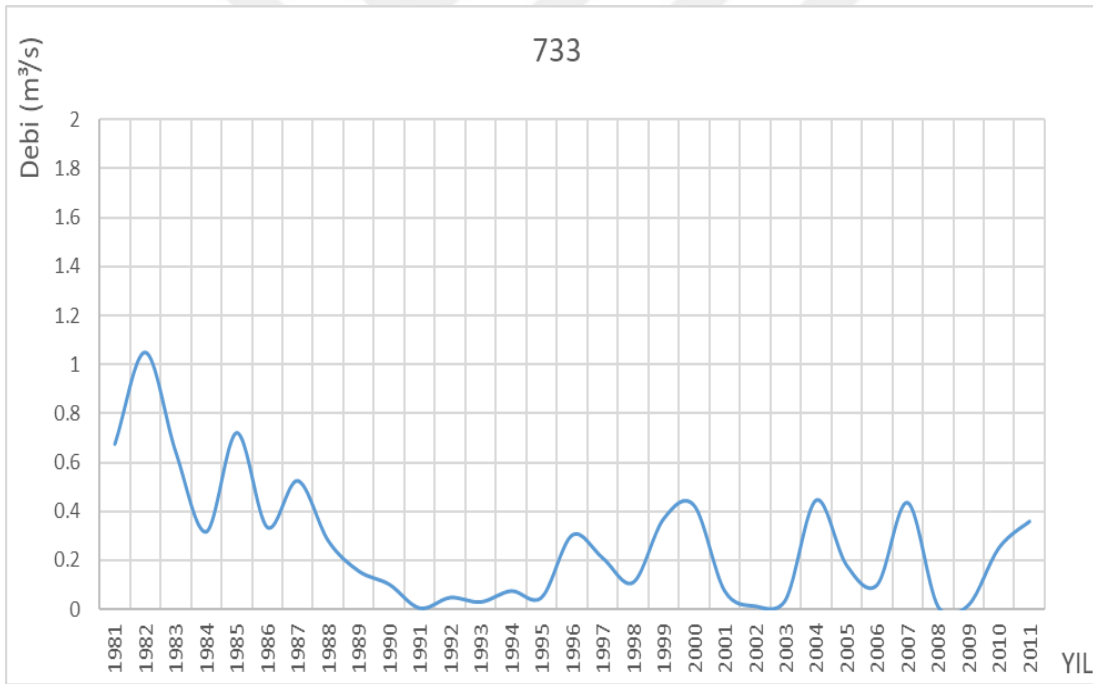
Şekil A. 7: 712 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



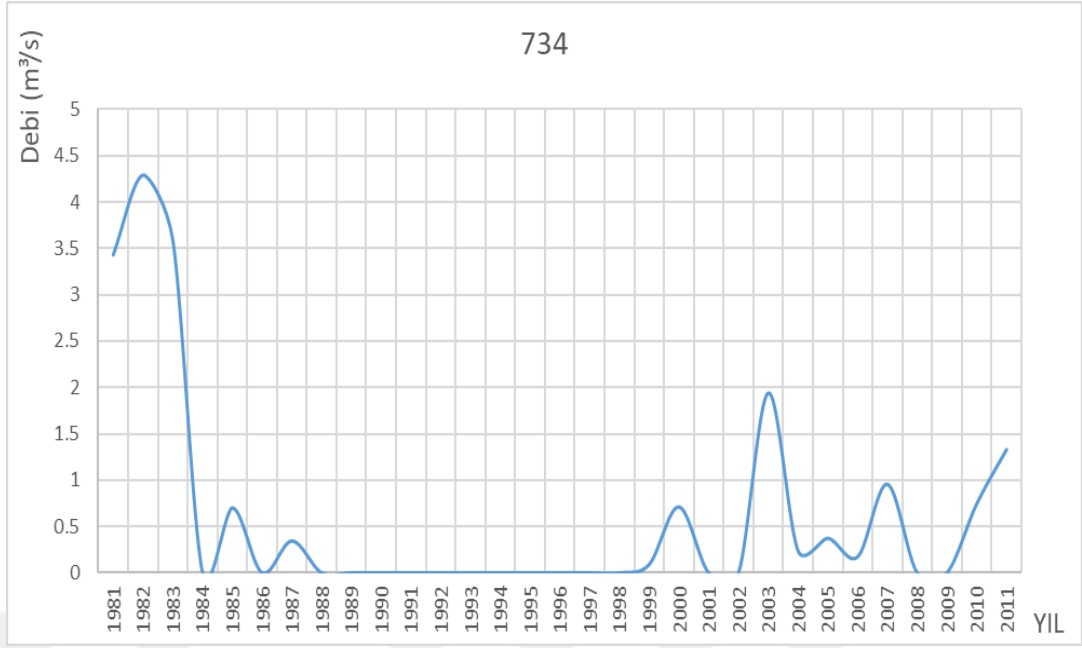
Şekil A. 8: 713 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



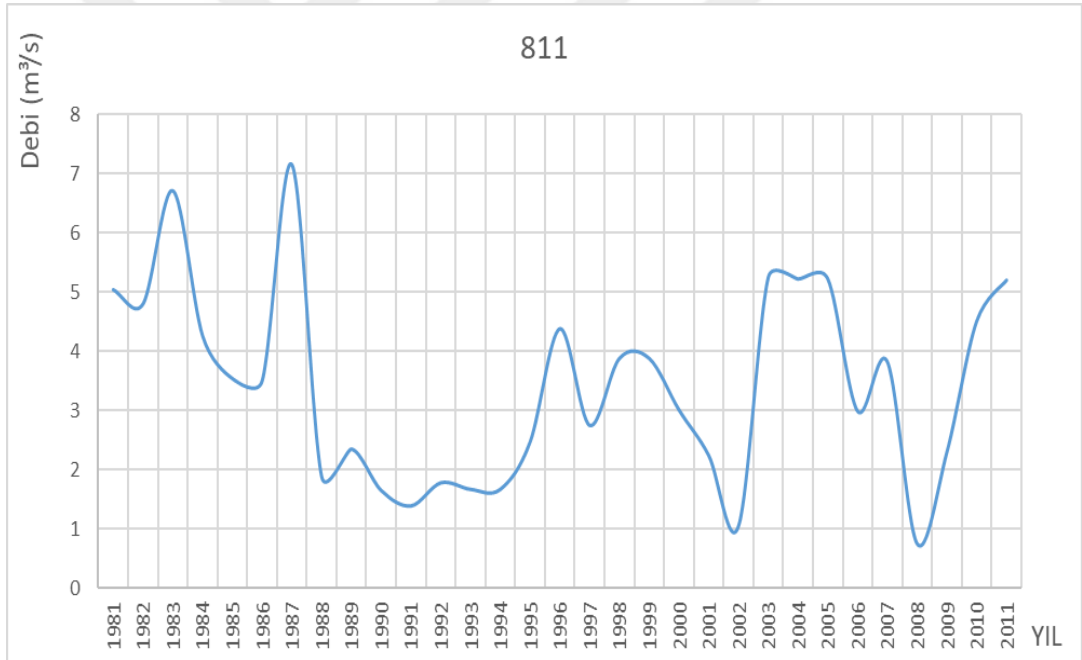
Şekil A. 9: 732 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



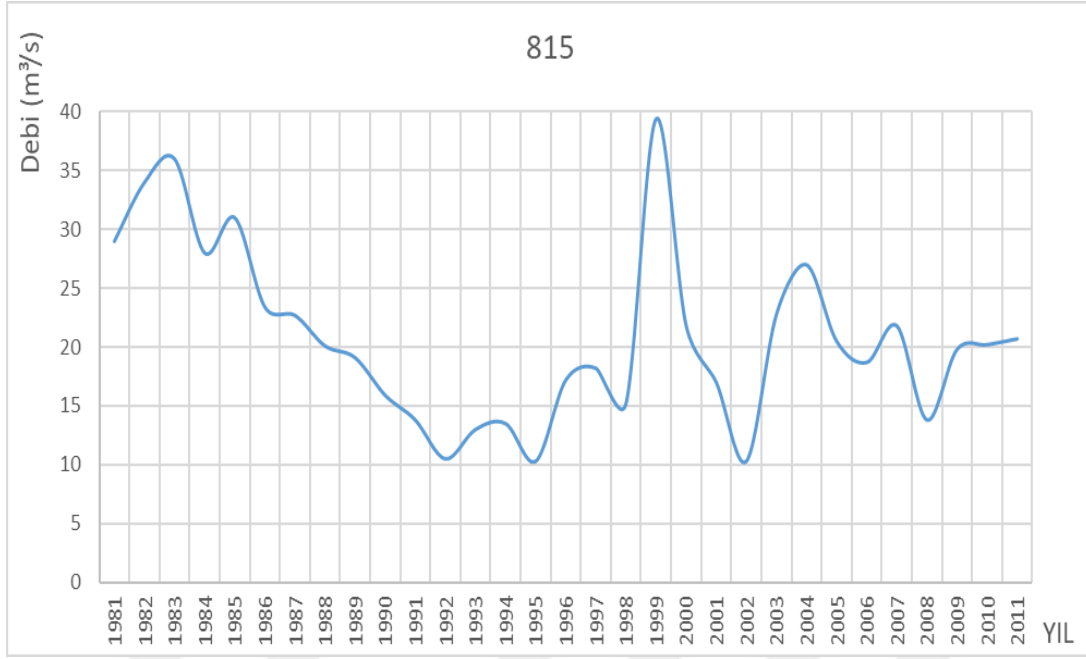
Şekil A. 10: 733 istasyonunun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



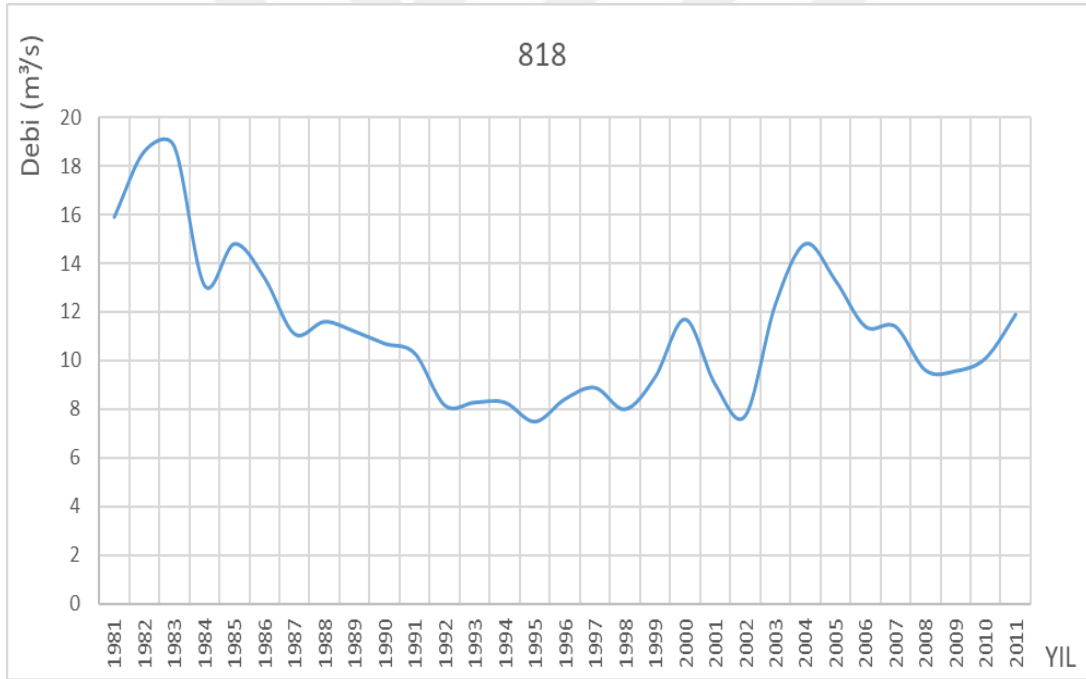
Şekil A. 11: 734 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



Şekil A. 12: 811 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.

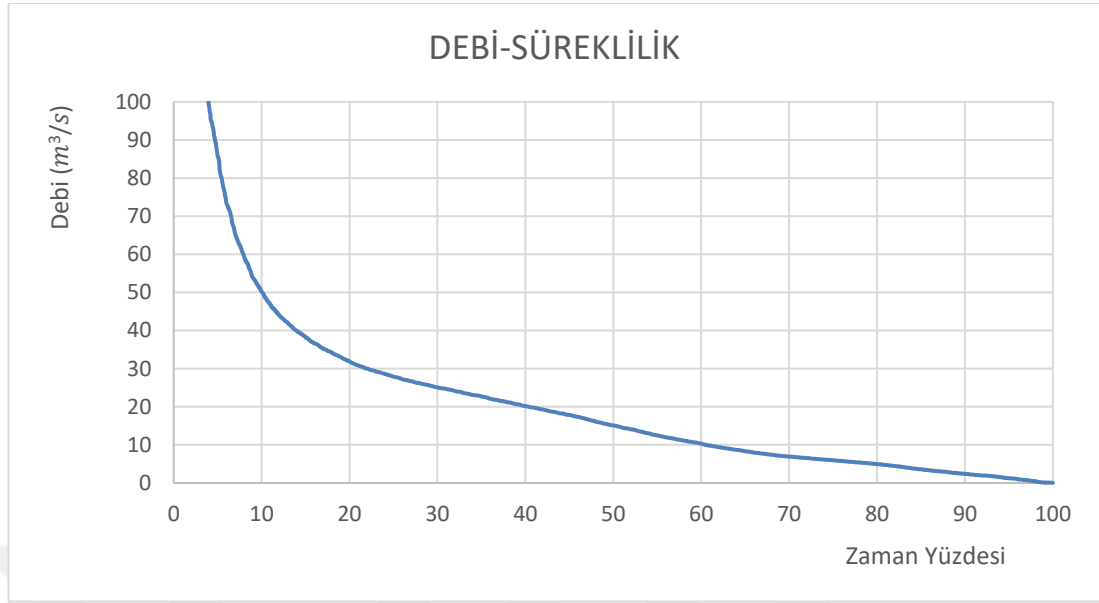


Şekil A. 13: 815 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.



Şekil A. 14: 818 istasyonun 1981-2011 yılları arası akım grafiği.

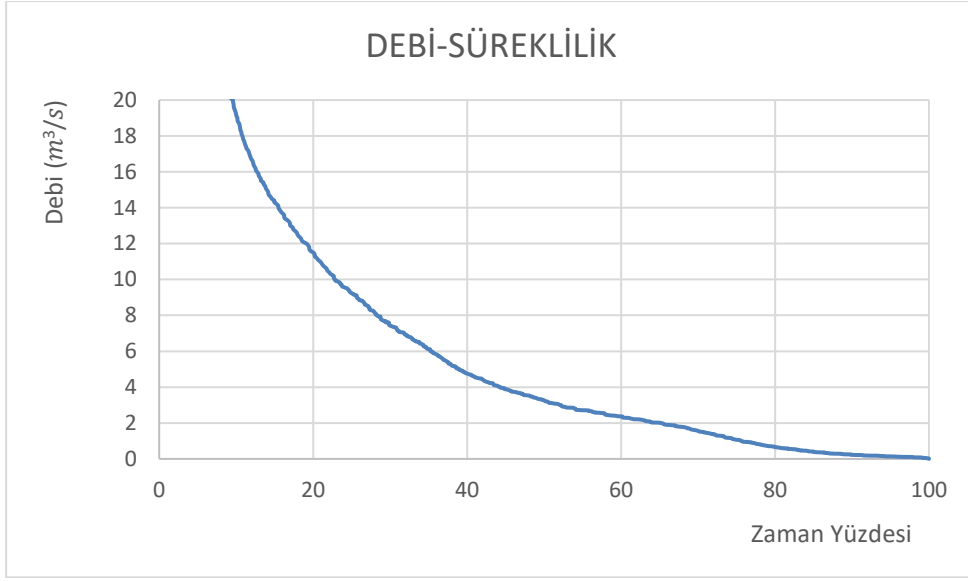
EK B:



Şekil B. 1: 518 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



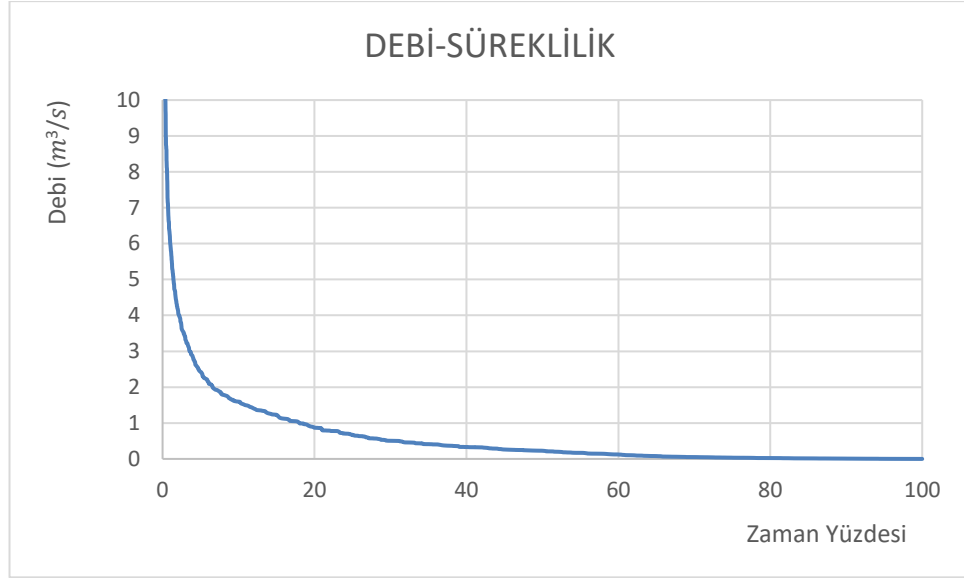
Şekil B. 2: 522 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 3: 523 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



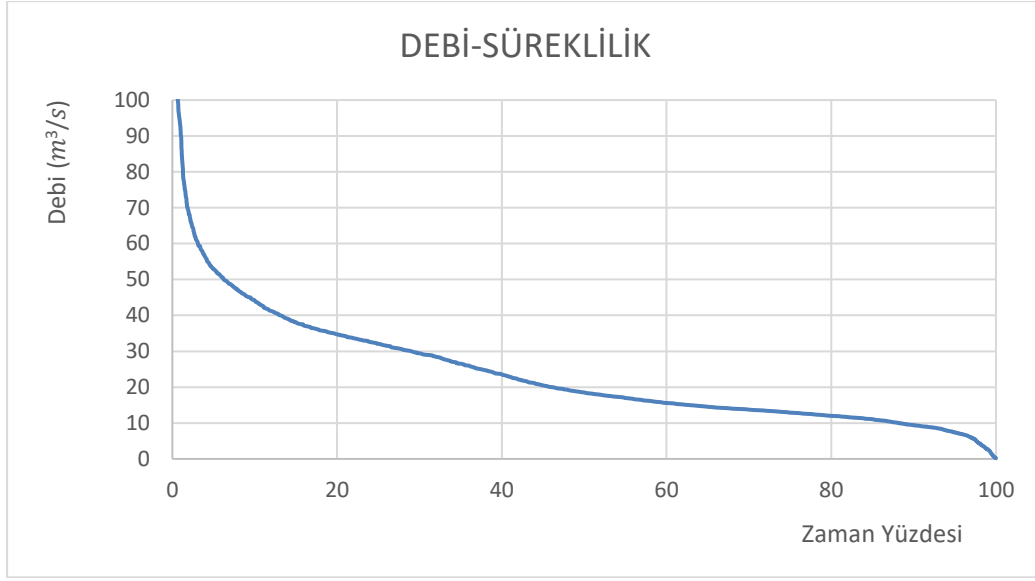
Şekil B. 4: 524 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 5: 525 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 6: 527 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 7: 712 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



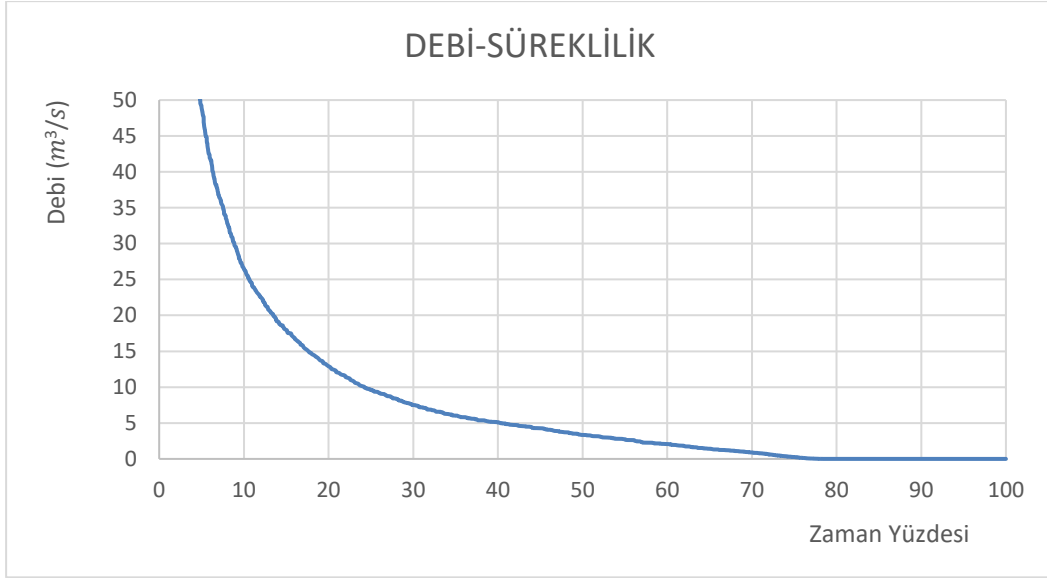
Şekil B. 8: 713 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 9: 732 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 10: 733 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



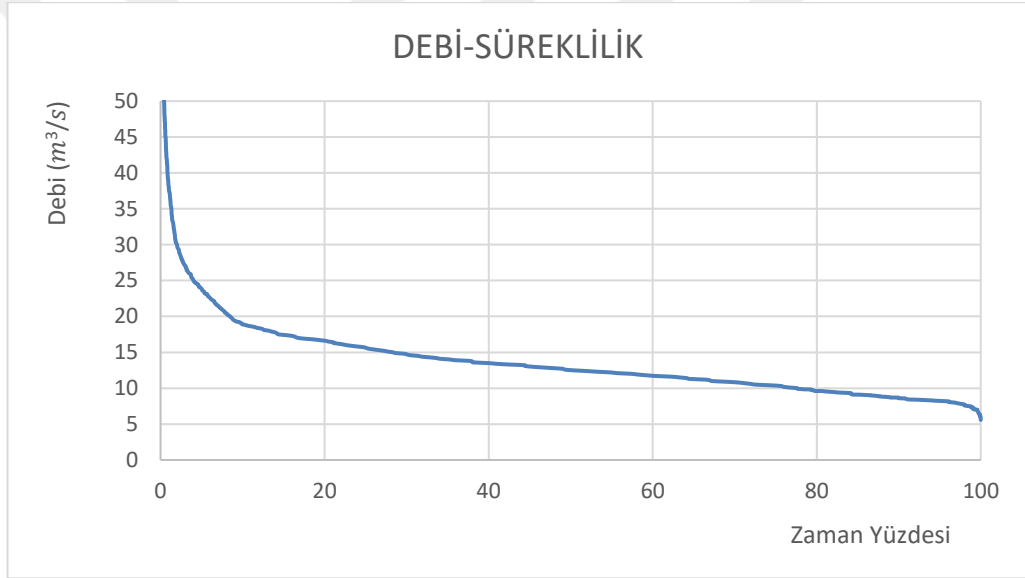
Şekil B. 11: 734 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 12: 811 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 13: 815 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.



Şekil B. 14: 818 İstasyonunun Debi-Süreklilik Çizgisi.

EK C:**Çizelge C. 1:** 509 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.815	-0.436	5.792	0.924	337	2.09.1981
1982	0.657	-0.466	5.667	0.806	329	25.08.1982
1983	0.744	-0.618	5.590	0.967	325	21.08.1983
1984	0.838	-0.43	5.809	0.942	338	2.09.1984
1985	0.681	-0.683	5.496	0.965	319	15.08.1985
1986	0.568	-0.809	5.324	0.988	309	5.08.1986
1987	0.702	-0.695	5.503	0.988	320	16.08.1987
1988	0.583	-0.796	5.344	0.987	311	6.08.1988
1989	0.809	-0.556	5.681	0.982	330	26.08.1989
1990	0.576	0.7139	0.892	0.917	52	21.11.1989
1991	0.799	-0.34	5.881	0.868	342	7.09.1991
1992	0.788	-0.573	5.655	0.974	329	24.08.1992
1993	0.669	-0.67	5.497	0.947	319	15.08.1993
1994	0.375	-0.918	5.100	0.992	296	23.07.1994
1995	0.511	-0.733	5.322	0.893	309	5.08.1995
1996	0.785	-0.598	5.632	0.987	328	23.08.1996
1997	0.86	-0.474	5.780	0.982	336	1.09.1997
1998	0.802	-0.569	5.666	0.984	329	25.08.1998
1999	0.778	-0.614	5.615	0.991	326	22.08.1999
2000	0.823	-0.54	5.703	0.985	332	27.08.2000
2001	0.678	-0.698	5.483	0.973	319	15.08.2001
2002	0.846	-0.358	5.883	0.919	342	7.09.2002
2003	0.77	-0.618	5.607	0.987	326	22.08.2003
2004	0.794	-0.576	5.655	0.981	329	24.08.2004
2005	0.444	-0.829	5.204	0.940	302	29.07.2005
2006	0.773	-0.542	5.672	0.944	330	26.08.2006
2007	0.58	-0.663	5.431	0.881	316	12.08.2007
2008	0.658	-0.45	5.683	0.797	331	26.08.2008
2009	0.81	-0.451	5.775	0.927	336	1.09.2009
2010	0.905	0.0204	0.023	0.905	1	1.10.2009
2011	0.793	-0.575	5.656	0.980	329	25.08.2011

Çizelge C. 2: 510 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_{θ}	Y_{θ}	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.793	-0.597	5.638	0.993	328	24.08.1981
1982	0.918	-0.192	6.077	0.938	353	18.09.1982
1983	0.753	-0.636	5.582	0.985	324	20.08.1983
1984	0.768	-0.622	5.603	0.988	326	21.08.1984
1985	0.714	-0.663	5.534	0.974	322	18.08.1985
1986	0.803	-0.573	5.663	0.987	329	25.08.1986
1987	0.754	-0.642	5.578	0.991	324	20.08.1987
1988	0.719	-0.579	5.605	0.923	327	22.08.1988
1989	0.733	-0.513	5.672	0.894	330	26.08.1989
1990	0.708	-0.24	5.956	0.748	346	11.09.1990
1991	0.726	-0.113	6.128	0.735	356	21.09.1991
1992	0.14	0.0434	0.300	0.147	18	18.10.1991
1993	0.678	-0.467	5.681	0.823	330	26.08.1993
1994	0.521	-0.162	5.982	0.545	348	13.09.1994
1995	0.553	-0.116	6.076	0.565	353	18.09.1995
1996	0.483	-0.732	5.296	0.877	309	4.08.1996
1997	0.558	-0.673	5.405	0.874	314	10.08.1997
1998	0.772	-0.398	5.807	0.869	337	2.09.1998
1999	0.709	-0.444	5.724	0.837	333	29.08.1999
2000	0.713	-0.403	5.768	0.819	336	31.08.2000
2001	0.616	-0.296	5.836	0.683	339	4.09.2001
2002	0.711	-0.291	5.894	0.768	342	7.09.2002
2003	0.602	-0.653	5.457	0.888	317	13.08.2003
2004	0.694	-0.559	5.605	0.891	327	22.08.2004
2005	0.444	-0.829	5.204	0.940	302	29.07.2005
2006	0.773	-0.542	5.672	0.944	330	26.08.2006
2007	0.21	-0.676	5.014	0.708	291	18.07.2007
2008	0.414	-0.561	5.348	0.697	312	7.08.2008
2009	0.586	-0.071	6.163	0.590	358	23.09.2009
2010	0.753	-0.394	5.801	0.850	337	2.09.2010
2011	0.819	-0.477	5.756	0.948	334	30.08.2011

Çizelge C. 3: 518 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.407	-0.411	5.493	0.579	319	15.08.1981
1982	0.267	-0.902	5.000	0.941	291	18.07.1982
1983	0.08	-0.902	4.801	0.906	279	6.07.1983
1984	0.806	0.584	0.627	0.995	37	6.11.1983
1985	0.205	-0.291	5.326	0.356	309	5.08.1985
1986	0.89	0.417	0.438	0.983	26	26.10.1985
1987	0.395	0.912	1.162	0.994	68	7.12.1986
1988	0.943	-0.002	6.281	0.943	366	30.09.1988
1989	0.119	-0.909	4.843	0.917	281	8.07.1989
1990	0.532	-0.661	5.390	0.848	313	9.08.1990
1991	0.056	-0.994	4.768	0.996	277	4.07.1991
1992	0.74	-0.474	5.713	0.879	333	28.08.1992
1993	0.704	-0.233	5.964	0.741	347	12.09.1993
1994	0.745	-0.591	5.613	0.952	326	22.08.1994
1995	0.326	-0.586	5.220	0.670	303	30.07.1995
1996	-0.26	-0.944	4.443	0.979	259	15.06.1996
1997	0.389	-0.201	5.805	0.438	337	2.09.1997
1998	0.946	0.239	0.247	0.975	14	14.10.1997
1999	0.891	0.408	0.430	0.980	25	25.10.1998
2000	0.6	-0.118	6.088	0.612	355	19.09.2000
2001	0.108	-0.688	4.868	0.696	283	10.07.2001
2002	0.916	0.380	0.393	0.991	23	23.10.2001
2003	0.751	0.342	0.427	0.826	25	25.10.2002
2004	0.652	-0.032	6.234	0.653	363	27.09.2004
2005	0.772	0.627	0.683	0.995	40	9.11.2004
2006	0.809	0.577	0.620	0.993	36	5.11.2005
2007	0.726	-0.333	5.853	0.799	340	5.09.2007
2008	0.746	-0.650	5.567	0.989	324	19.08.2008
2009	0.956	0.223	0.229	0.982	13	13.10.2008
2010	0.967	0.238	0.241	0.996	14	14.10.2009
2011	0.779	0.411	0.486	0.881	28	28.10.2010

Çizelge C. 4: 522 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_θ	Y_θ	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.736	-0.587	5.610	0.942	326	22.08.1981
1982	0.955	-0.220	6.056	0.980	352	17.09.1982
1983	0.877	-0.405	5.851	0.966	340	5.09.1983
1984	0.978	-0.178	6.103	0.994	356	20.09.1984
1985	0.762	-0.543	5.663	0.936	330	26.08.1985
1986	0.794	-0.142	6.106	0.807	355	20.09.1986
1987	0.819	-0.484	5.750	0.952	334	30.08.1987
1988	0.824	-0.263	5.974	0.865	348	12.09.1988
1989	0.65	-0.423	5.707	0.775	332	28.08.1989
1990	0.665	-0.285	5.879	0.723	342	7.09.1990
1991	0.9	-0.211	6.053	0.924	352	17.09.1991
1992	0.887	0.397	0.421	0.972	25	25.10.1991
1993	0.671	-0.613	5.543	0.909	322	18.08.1993
1994	0.743	-0.208	6.010	0.772	349	14.09.1994
1995	0.837	-0.102	6.162	0.843	358	23.09.1995
1996	0.697	-0.406	5.756	0.806	335	30.08.1996
1997	0.706	-0.270	5.918	0.756	344	9.09.1997
1998	0.81	-0.493	5.737	0.948	333	29.08.1998
1999	0.917	-0.238	6.029	0.947	350	15.09.1999
2000	0.509	-0.803	5.278	0.951	307	2.08.2000
2001	0.142	-0.697	4.913	0.711	285	12.07.2001
2002	0.606	-0.778	5.374	0.987	312	8.08.2002
2003	0.73	-0.570	5.620	0.927	327	23.08.2003
2004	0.783	-0.350	5.863	0.858	342	6.09.2004
2005	0.837	0.084	0.100	0.841	6	6.10.2004
2006	0.711	-0.585	5.595	0.921	325	21.08.2006
2007	0.405	-0.635	5.280	0.753	307	3.08.2007
2008	0.572	-0.685	5.408	0.893	315	10.08.2008
2009	0.72	-0.337	5.845	0.795	340	5.09.2009
2010	0.893	-0.171	6.094	0.909	354	19.09.2010
2011	0.809	-0.423	5.801	0.913	337	2.09.2011

Çizelge C. 5: 523 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_{θ}	Y_{θ}	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.661	-0.711	5.461	0.971	317	13.08.1981
1982	0.863	-0.467	5.787	0.982	336	1.09.1982
1983	0.831	-0.537	5.709	0.990	332	28.08.1983
1984	0.961	-0.162	6.116	0.975	356	20.09.1984
1985	0.889	-0.355	5.903	0.957	343	8.09.1985
1986	0.684	-0.701	5.485	0.980	319	15.08.1986
1987	0.774	-0.626	5.603	0.995	326	22.08.1987
1988	0.923	-0.370	5.902	0.994	344	8.09.1988
1989	0.409	-0.881	5.148	0.971	299	26.07.1989
1990	0.862	-0.402	5.846	0.951	340	5.09.1990
1991	0.909	-0.285	5.980	0.953	347	12.09.1991
1992	0.937	-0.335	5.940	0.996	346	10.09.1992
1993	0.496	-0.844	5.244	0.979	305	1.08.1993
1994	0.642	-0.674	5.474	0.931	318	14.08.1994
1995	0.91	-0.112	6.160	0.917	358	23.09.1995
1996	0.75	-0.643	5.574	0.988	325	20.08.1996
1997	0.755	-0.541	5.662	0.929	329	25.08.1997
1998	0.809	-0.533	5.701	0.969	331	27.08.1998
1999	0.889	-0.295	5.963	0.936	346	11.09.1999
2000	0.635	-0.637	5.497	0.900	320	15.08.2000
2001	0.687	-0.617	5.552	0.923	323	19.08.2001
2002	0.945	0.285	0.293	0.987	17	17.10.2001
2003	0.796	-0.589	5.646	0.990	328	24.08.2003
2004	0.926	-0.358	5.914	0.993	345	9.09.2004
2005	0.79	-0.468	5.748	0.919	334	30.08.2005
2006	0.834	-0.532	5.715	0.990	332	28.08.2006
2007	0.658	-0.622	5.526	0.905	321	17.08.2007
2008	0.969	-0.025	6.257	0.969	365	29.09.2008
2009	0.843	-0.528	5.724	0.995	333	29.08.2009
2010	0.801	-0.559	5.674	0.977	330	26.08.2010
2011	0.895	-0.414	5.849	0.986	340	5.09.2011

Çizelge C. 6: 524 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_{θ}	Y_{θ}	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.93	-0.145	6.128	0.942	356	21.09.1981
1982	0.91	0.152	0.166	0.922	10	10.10.1981
1983	0.888	-0.399	5.861	0.974	341	6.09.1983
1984	0.878	0.432	0.458	0.978	27	27.10.1983
1985	0.717	-0.682	5.523	0.990	321	17.08.1985
1986	0.722	-0.675	5.531	0.988	321	17.08.1986
1987	0.784	0.098	0.125	0.791	7	7.10.1986
1988	0.764	-0.623	5.599	0.986	326	21.08.1988
1989	0.661	-0.712	5.461	0.972	317	13.08.1989
1990	0.801	-0.572	5.663	0.984	329	25.08.1990
1991	0.799	-0.351	5.870	0.873	341	6.09.1991
1992	0.648	-0.723	5.443	0.971	317	12.08.1992
1993	0.909	-0.400	5.868	0.993	341	6.09.1993
1994	0.808	-0.575	5.665	0.992	329	25.08.1994
1995	0.895	-0.268	5.993	0.935	348	13.09.1995
1996	0.811	-0.573	5.668	0.993	330	25.08.1996
1997	0.799	-0.526	5.701	0.956	331	27.08.1997
1998	0.773	-0.580	5.639	0.966	328	24.08.1998
1999	0.802	-0.061	6.208	0.804	361	26.09.1999
2000	0.891	-0.423	5.840	0.987	340	4.09.2000
2001	0.787	-0.524	5.696	0.945	331	27.08.2001
2002	0.904	0.363	0.382	0.974	22	22.10.2001
2003	0.874	-0.407	5.848	0.964	340	5.09.2003
2004	0.875	-0.421	5.835	0.971	340	4.09.2004
2005	0.839	-0.468	5.774	0.961	335	31.08.2005
2006	0.882	-0.442	5.818	0.987	338	3.09.2006
2007	0.692	-0.714	5.482	0.995	319	15.08.2007
2008	0.765	-0.635	5.590	0.994	326	21.08.2008
2009	0.838	0.526	0.560	0.989	33	2.11.2008
2010	0.78	-0.598	5.629	0.983	327	23.08.2010
2011	0.894	-0.414	5.850	0.985	340	5.09.2011

Çizelge C. 7: 525 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.824	-0.396	5.835	0.914	339	4.09.1981
1982	0.944	-0.183	6.092	0.962	354	19.09.1982
1983	0.284	-0.873	5.027	0.918	292	19.07.1983
1984	0.863	-0.303	5.945	0.914	346	10.09.1984
1985	0.246	-0.458	5.206	0.520	302	29.07.1985
1986	0.935	-0.292	5.980	0.979	347	12.09.1986
1987	0.968	0.151	0.155	0.980	9	9.10.1986
1988	0.834	-0.459	5.780	0.952	337	1.09.1988
1989	0.797	-0.483	5.738	0.932	333	29.08.1989
1990	0.93	-0.219	6.052	0.955	352	17.09.1990
1991	0.956	-0.086	6.193	0.960	360	25.09.1991
1992	0.798	-0.508	5.717	0.946	333	28.08.1992
1993	0.875	-0.234	6.022	0.906	350	15.09.1993
1994	0.775	-0.445	5.762	0.894	335	31.08.1994
1995	0.949	-0.137	6.140	0.959	357	22.09.1995
1996	0.693	-0.679	5.508	0.970	321	16.08.1996
1997	0.692	-0.673	5.512	0.965	320	16.08.1997
1998	0.786	-0.603	5.629	0.991	327	23.08.1998
1999	0.908	-0.374	5.893	0.982	342	7.09.1999
2000	0.657	-0.640	5.511	0.918	321	16.08.2000
2001	0.761	-0.545	5.662	0.936	329	25.08.2001
2002	0.866	-0.058	6.217	0.868	361	26.09.2002
2003	0.841	-0.494	5.752	0.975	334	30.08.2003
2004	0.862	-0.372	5.876	0.939	342	6.09.2004
2005	0.845	-0.497	5.752	0.980	334	30.08.2005
2006	0.878	-0.440	5.818	0.982	338	3.09.2006
2007	0.791	-0.550	5.675	0.963	330	26.08.2007
2008	0.786	-0.401	5.811	0.882	339	3.09.2008
2009	0.824	-0.328	5.905	0.887	343	8.09.2009
2010	0.864	-0.423	5.828	0.962	339	4.09.2010
2011	0.741	-0.574	5.624	0.937	327	23.08.2011

Çizelge C. 8: 527 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.941	-0.284	5.991	0.983	348	13.09.1981
1982	0.953	-0.154	6.123	0.966	356	21.09.1982
1983	0.703	-0.584	5.590	0.914	325	21.08.1983
1984	0.927	-0.257	6.013	0.962	350	14.09.1984
1985	0.678	-0.609	5.552	0.911	323	19.08.1985
1986	0.817	-0.259	5.976	0.857	347	12.09.1986
1987	0.893	-0.382	5.879	0.972	342	7.09.1987
1988	0.658	-0.308	5.845	0.727	341	5.09.1988
1989	0.638	-0.335	5.800	0.721	337	2.09.1989
1990	0.618	-0.243	5.908	0.665	343	8.09.1990
1991	0.8	-0.031	6.245	0.801	363	28.09.1991
1992	0.535	0.054	0.100	0.538	6	6.10.1991
1993	0.761	-0.378	5.822	0.850	338	3.09.1993
1994	0.701	-0.299	5.880	0.762	342	6.09.1994
1995	0.682	-0.138	6.084	0.696	353	18.09.1995
1996	0.735	-0.434	5.750	0.853	335	30.08.1996
1997	0.639	-0.324	5.814	0.716	338	3.09.1997
1998	0.832	-0.210	6.036	0.858	351	16.09.1998
1999	0.953	-0.097	6.182	0.958	359	24.09.1999
2000	0.657	-0.577	5.562	0.875	324	19.08.2000
2001	0.385	-0.012	6.251	0.386	363	28.09.2001
2002	0.809	-0.120	6.135	0.818	356	21.09.2002
2003	0.827	-0.414	5.818	0.925	338	3.09.2003
2004	0.787	-0.372	5.842	0.871	340	4.09.2004
2005	0.689	0.382	0.505	0.788	29	29.10.2004
2006	0.717	-0.611	5.577	0.942	324	20.08.2006
2007	0.423	-0.675	5.272	0.796	306	2.08.2007
2008	0.492	-0.478	5.512	0.686	321	16.08.2008
2009	0.502	0.674	0.930	0.840	54	23.11.2008
2010	0.912	0.346	0.363	0.975	21	21.10.2009
2011	0.858	-0.346	5.900	0.925	343	8.09.2011

Çizelge C. 9: 701 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.975	0.196	0.198	0.994	12	12.10.1980
1982	0.939	-0.319	5.955	0.991	346	11.09.1982
1983	0.966	-0.220	6.059	0.991	352	17.09.1983
1984	0.974	0.196	0.199	0.993	12	12.10.1983
1985	0.734	-0.631	5.573	0.968	324	20.08.1985
1986	0.79	-0.574	5.655	0.976	329	25.08.1986
1987	0.775	-0.611	5.616	0.987	326	22.08.1987
1988	0.759	-0.602	5.613	0.969	327	22.08.1988
1989	0.74	-0.665	5.551	0.995	323	19.08.1989
1990	0.495	-0.850	5.240	0.984	304	31.07.1990
1991	0.597	-0.723	5.402	0.938	314	10.08.1991
1992	0.725	-0.670	5.537	0.987	323	18.08.1992
1993	0.946	0.028	0.030	0.947	2	2.10.1992
1994	0.835	-0.519	5.727	0.983	333	29.08.1994
1995	0.796	-0.589	5.646	0.990	328	24.08.1995
1996	0.766	-0.622	5.601	0.986	326	21.08.1996
1997	0.842	-0.486	5.760	0.972	335	31.08.1997
1998	0.863	-0.495	5.762	0.995	335	31.08.1998
1999	0.822	0.327	0.378	0.884	22	22.10.1998
2000	0.796	-0.581	5.653	0.985	329	24.08.2000
2001	0.962	-0.222	6.057	0.987	352	17.09.2001
2002	0.972	0.204	0.207	0.993	12	12.10.2001
2003	0.926	-0.313	5.957	0.977	346	11.09.2003
2004	0.812	-0.545	5.692	0.978	332	27.08.2004
2005	0.837	-0.507	5.739	0.978	333	29.08.2005
2006	0.86	-0.479	5.775	0.984	336	1.09.2006
2007	0.934	-0.309	5.963	0.984	346	11.09.2007
2008	0.967	0.006	0.006	0.967	1	1.10.2007
2009	0.954	0.247	0.254	0.985	15	15.10.2008
2010	0.759	-0.630	5.590	0.986	325	21.08.2010
2011	0.751	-0.620	5.593	0.974	325	21.08.2011

Çizelge C. 10: 706 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_{θ}	Y_{θ}	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.705	-0.082	6.168	0.709	358	23.09.1981
1982	0.214	-0.941	4.937	0.965	287	14.07.1982
1983	-0.07	-0.980	4.642	0.982	270	27.06.1983
1984	0.637	-0.525	5.594	0.825	326	21.08.1984
1985	-0.23	-0.888	4.458	0.918	259	16.06.1985
1986	-0.43	-0.638	4.114	0.772	239	27.05.1986
1987	0.817	-0.131	6.125	0.827	356	21.09.1987
1988	0.71	-0.154	6.070	0.726	354	18.09.1988
1989	0.909	-0.402	5.866	0.994	341	6.09.1989
1990	0.689	-0.443	5.712	0.819	332	28.08.1990
1991	0.818	-0.367	5.861	0.896	341	6.09.1991
1992	0.926	-0.222	6.048	0.952	352	16.09.1992
1993	0.973	-0.145	6.135	0.984	356	21.09.1993
1994	0.959	-0.257	6.021	0.993	350	15.09.1994
1995	0.977	0.063	0.065	0.979	4	4.10.1994
1996	0.471	-0.524	5.444	0.705	317	12.08.1996
1997	0.864	-0.348	5.900	0.931	343	8.09.1997
1998	0.922	-0.204	6.066	0.944	352	17.09.1998
1999	0.694	-0.079	6.170	0.699	358	23.09.1999
2000	0.584	-0.442	5.635	0.732	328	23.08.2000
2001	0.591	-0.387	5.704	0.706	331	27.08.2001
2002	0.629	-0.160	6.035	0.649	351	16.09.2002
2003	0.964	-0.201	6.077	0.984	353	18.09.2003
2004	0.973	-0.038	6.244	0.974	364	28.09.2004
2005	0.096	-0.219	5.128	0.239	298	25.07.2005
2006	-0.33	-0.718	4.287	0.789	249	6.06.2006
2007	0.839	-0.536	5.715	0.996	332	28.08.2007
2008	0.142	-0.751	4.899	0.764	285	11.07.2008
2009	-0.12	-0.740	4.552	0.749	264	21.06.2009
2010	0.096	-0.317	5.005	0.332	291	18.07.2010
2011	-0.75	-0.543	3.771	0.923	219	7.05.2011

Çizelge C. 11: 712 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_{θ}	Y_{θ}	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.701	-0.109	6.129	0.709	356	21.09.1981
1982	0.267	-0.815	5.029	0.858	292	19.07.1982
1983	-0.17	-0.891	4.520	0.908	263	20.06.1983
1984	0.965	0.107	0.110	0.971	6	6.10.1983
1985	0.471	-0.530	5.439	0.709	316	12.08.1985
1986	-0.29	-0.632	4.279	0.697	249	6.06.1986
1987	0.858	-0.167	6.091	0.875	354	19.09.1987
1988	0.967	0.091	0.093	0.971	5	5.10.1987
1989	0.2	-0.371	5.208	0.422	303	30.07.1989
1990	-0.49	-0.305	3.699	0.577	215	3.05.1990
1991	-0.63	-0.562	3.867	0.847	225	13.05.1991
1992	0.961	-0.013	6.270	0.961	364	29.09.1992
1993	0.52	-0.184	5.943	0.552	345	10.09.1993
1994	0.948	-0.304	5.973	0.996	347	12.09.1994
1995	0.431	-0.151	5.946	0.457	345	10.09.1995
1996	0.209	-0.534	5.085	0.573	295	22.07.1996
1997	-0.16	-0.257	4.165	0.302	242	30.05.1997
1998	0.564	0.138	0.240	0.581	14	14.10.1997
1999	0.766	0.441	0.522	0.883	30	30.10.1998
2000	-0.69	0.192	2.870	0.715	167	15.03.2000
2001	0.22	-0.411	5.205	0.466	302	29.07.2001
2002	0.851	0.311	0.351	0.906	20	20.10.2001
2003	0.923	0.331	0.345	0.981	20	20.10.2002
2004	0.425	0.000	0.001	0.425	1	30.09.2004
2005	-0.48	-0.473	3.924	0.671	228	16.05.2005
2006	0.348	0.103	0.288	0.363	17	17.10.2005
2007	0.778	-0.613	5.616	0.991	326	22.08.2007
2008	0.018	-0.459	4.752	0.460	276	3.07.2008
2009	0.309	-0.131	5.883	0.335	342	7.09.2009
2010	-0.48	-0.218	3.570	0.523	207	25.04.2010
2011	0.734	0.236	0.310	0.771	18	18.10.2010

Çizelge C. 12: 713 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_θ	Y_θ	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.642	0.442	0.603	0.779	35	4.11.1980
1982	0.546	0.782	0.961	0.954	56	25.11.1981
1983	-0.37	-0.882	4.318	0.955	251	8.06.1983
1984	0.836	0.478	0.519	0.963	30	30.10.1983
1985	-0.47	-0.854	4.205	0.977	244	1.06.1985
1986	-0.32	-0.520	4.157	0.612	242	30.05.1986
1987	0.999	-0.026	6.257	1.000	364	29.09.1987
1988	-0.58	0.368	2.574	0.685	150	27.02.1988
1989	-0.64	-0.157	3.383	0.659	197	15.04.1989
1990	-0.68	-0.416	3.694	0.793	215	3.05.1990
1991	-0.18	0.562	1.878	0.589	109	17.01.1991
1992	0.18	0.841	1.360	0.860	79	18.12.1991
1993	0.682	0.591	0.714	0.902	42	11.11.1992
1994	-0.09	-0.197	4.301	0.215	250	7.06.1994
1995	0.772	0.154	0.197	0.787	11	11.10.1994
1996	0.751	-0.071	6.189	0.754	361	25.09.1996
1997	0.56	0.657	0.865	0.863	50	19.11.1996
1998	0.84	0.521	0.555	0.988	32	1.11.1997
1999	0.978	-0.088	6.194	0.982	360	25.09.1999
2000	0.975	-0.071	6.211	0.977	362	26.09.2000
2001	0.902	-0.341	5.922	0.965	344	9.09.2001
2002	0.904	0.343	0.363	0.967	21	21.10.2001
2003	-0.93	0.343	2.790	0.994	162	11.03.2003
2004	-0.99	-0.111	3.253	0.995	190	7.04.2004
2005	-0.65	0.169	2.886	0.670	168	17.03.2005
2006	0.09	0.828	1.462	0.833	85	24.12.2005
2007	0.911	-0.320	5.945	0.965	345	10.09.2007
2008	0.18	0.271	0.985	0.325	57	26.11.2007
2009	0.848	0.496	0.529	0.983	31	31.10.2008
2010	0.619	-0.468	5.635	0.776	327	23.08.2010
2011	0.654	0.549	0.698	0.854	41	10.11.2010

Çizelge C. 13: 732 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.966	0.235	0.239	0.994	14	14.10.1980
1982	0.841	-0.484	5.761	0.971	335	31.08.1982
1983	0.719	-0.614	5.576	0.946	324	20.08.1983
1984	0.912	0.329	0.347	0.969	20	20.10.1983
1985	0.881	-0.412	5.845	0.972	340	5.09.1985
1986	0.715	-0.685	5.520	0.990	321	17.08.1986
1987	0.737	-0.622	5.582	0.965	324	20.08.1987
1988	0.918	-0.226	6.042	0.946	352	16.09.1988
1989	0.659	-0.736	5.443	0.988	316	12.08.1989
1990	0.652	-0.748	5.429	0.993	315	11.08.1990
1991	0.915	-0.331	5.937	0.973	345	10.09.1991
1992	0.904	-0.364	5.900	0.974	344	8.09.1992
1993	0.89	-0.407	5.854	0.979	340	5.09.1993
1994	0.71	-0.670	5.527	0.976	321	17.08.1994
1995	0.772	-0.621	5.606	0.991	326	22.08.1995
1996	0.799	-0.589	5.648	0.992	329	24.08.1996
1997	0.86	-0.458	5.793	0.974	337	2.09.1997
1998	0.784	-0.601	5.629	0.988	327	23.08.1998
1999	0.916	0.340	0.356	0.977	21	21.10.1998
2000	0.695	-0.713	5.485	0.995	320	15.08.2000
2001	0.87	-0.434	5.821	0.972	338	3.09.2001
2002	0.811	-0.393	5.832	0.901	339	4.09.2002
2003	0.906	0.375	0.393	0.981	23	23.10.2002
2004	0.808	-0.574	5.665	0.991	330	25.08.2004
2005	0.802	-0.577	5.659	0.988	329	25.08.2005
2006	0.828	-0.462	5.774	0.948	335	31.08.2006
2007	0.857	-0.412	5.836	0.951	339	4.09.2007
2008	0.942	-0.073	6.206	0.945	362	26.09.2008
2009	0.744	-0.408	5.781	0.849	336	1.09.2009
2010	0.856	-0.373	5.872	0.934	341	6.09.2010
2011	0.91	-0.397	5.872	0.993	341	6.09.2011

Çizelge C. 14: 733 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_θ	Y_θ	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.865	0.310	0.344	0.919	20	20.10.1980
1982	0.819	-0.489	5.744	0.954	334	30.08.1982
1983	0.845	-0.456	5.789	0.960	336	1.09.1983
1984	0.896	0.382	0.403	0.974	24	24.10.1983
1985	0.903	-0.394	5.872	0.985	341	6.09.1985
1986	0.58	-0.770	5.358	0.963	311	7.08.1986
1987	0.774	-0.516	5.695	0.930	331	27.08.1987
1988	0.893	-0.393	5.868	0.976	342	6.09.1988
1989	0.803	-0.532	5.699	0.963	331	27.08.1989
1990	0.589	-0.662	5.440	0.886	316	12.08.1990
1991	0.873	-0.290	5.962	0.920	346	11.09.1991
1992	0.599	-0.724	5.404	0.940	315	10.08.1992
1993	0.97	0.212	0.215	0.993	13	13.10.1992
1994	0.741	-0.628	5.580	0.971	324	20.08.1994
1995	0.939	-0.212	6.061	0.962	352	17.09.1995
1996	0.788	-0.565	5.661	0.970	330	25.08.1996
1997	0.696	-0.609	5.564	0.925	323	19.08.1997
1998	0.925	-0.210	6.060	0.948	352	17.09.1998
1999	0.912	0.284	0.301	0.955	18	18.10.1998
2000	0.723	-0.612	5.581	0.947	325	20.08.2000
2001	0.939	-0.266	6.007	0.976	349	14.09.2001
2002	0.984	0.112	0.114	0.991	7	7.10.2001
2003	0.967	-0.117	6.163	0.974	358	23.09.2003
2004	0.896	-0.411	5.853	0.986	341	5.09.2004
2005	0.83	-0.488	5.752	0.963	334	30.08.2005
2006	0.796	-0.532	5.694	0.958	331	27.08.2006
2007	0.666	-0.657	5.505	0.936	320	16.08.2007
2008	0.735	-0.655	5.555	0.985	324	19.08.2008
2009	0.895	0.397	0.417	0.979	24	24.10.2008
2010	0.909	-0.354	5.912	0.976	343	8.09.2010
2011	0.664	-0.673	5.491	0.946	319	15.08.2011

Çizelge C. 15: 734 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_{θ}	Y_{θ}	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.975	0.196	0.198	0.994	12	12.10.1980
1982	0.939	-0.319	5.955	0.991	346	11.09.1982
1983	0.966	-0.220	6.059	0.991	352	17.09.1983
1984	0.911	-0.041	6.238	0.912	363	27.09.1984
1985	0.705	-0.590	5.586	0.919	325	21.08.1985
1986	0.751	-0.372	5.823	0.839	338	3.09.1986
1987	0.743	-0.560	5.638	0.930	328	24.08.1987
1988	0.766	-0.304	5.906	0.824	344	8.09.1988
1989	0.687	-0.422	5.732	0.807	333	29.08.1989
1990	0.705	-0.361	5.810	0.793	338	3.09.1990
1991	0.692	-0.102	6.137	0.699	357	22.09.1991
1992	0.551	-0.155	6.009	0.573	350	14.09.1992
1993	0.701	-0.145	6.080	0.716	353	18.09.1993
1994	0.714	-0.227	5.975	0.749	347	12.09.1994
1995	0.753	-0.239	5.976	0.790	347	12.09.1995
1996	0.726	-0.379	5.803	0.819	338	2.09.1996
1997	0.765	-0.320	5.887	0.829	342	7.09.1997
1998	0.784	-0.004	6.278	0.784	365	30.09.1998
1999	0.944	0.103	0.108	0.949	6	6.10.1998
2000	0.875	-0.390	5.864	0.958	342	6.09.2000
2001	0.671	-0.381	5.767	0.772	335	31.08.2001
2002	0.868	0.426	0.456	0.967	27	27.10.2001
2003	0.98	-0.170	6.111	0.995	355	20.09.2003
2004	0.825	-0.202	6.043	0.849	352	16.09.2004
2005	0.69	-0.567	5.595	0.893	325	21.08.2005
2006	0.917	-0.365	5.904	0.987	343	8.09.2006
2007	0.462	-0.704	5.293	0.842	308	4.08.2007
2008	0.567	-0.534	5.528	0.779	322	17.08.2008
2009	0.846	0.384	0.426	0.929	25	25.10.2008
2010	0.736	-0.435	5.749	0.855	334	30.08.2010
2011	0.166	-0.866	4.902	0.882	285	12.07.2011

Çizelge C. 16: 808 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_θ	Y_θ	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.726	0.647	0.728	0.972	42	11.11.1980
1982	0.882	0.267	0.294	0.922	17	17.10.1981
1983	0.841	-0.355	5.884	0.913	342	7.09.1983
1984	0.901	0.384	0.403	0.979	24	24.10.1983
1985	0.938	-0.326	5.949	0.993	346	11.09.1985
1986	0.944	-0.283	5.992	0.986	348	13.09.1986
1987	0.558	0.778	0.949	0.957	55	24.11.1986
1988	0.516	0.826	1.013	0.973	59	28.11.1987
1989	0.811	-0.511	5.721	0.959	332	28.08.1989
1990	0.816	-0.452	5.777	0.933	336	1.09.1990
1991	0.633	-0.538	5.579	0.831	324	20.08.1991
1992	0.983	-0.136	6.146	0.992	358	22.09.1992
1993	-0.38	-0.134	3.479	0.405	202	20.04.1993
1994	0.798	-0.407	5.812	0.896	338	3.09.1994
1995	0.938	0.258	0.268	0.973	16	16.10.1994
1996	-0.26	0.935	1.843	0.970	107	15.01.1996
1997	0.958	-0.262	6.016	0.993	350	15.09.1997
1998	0.976	0.189	0.191	0.994	11	11.10.1997
1999	0.149	0.840	1.395	0.853	81	20.12.1998
2000	0.867	-0.369	5.881	0.943	343	7.09.2000
2001	0.553	-0.782	5.328	0.957	310	6.08.2001
2002	0.96	0.245	0.250	0.990	15	15.10.2001
2003	0.695	0.685	0.778	0.976	45	14.11.2002
2004	0.463	0.878	1.086	0.993	63	2.12.2003
2005	0.984	-0.154	6.128	0.996	356	21.09.2005
2006	0.835	-0.485	5.757	0.966	334	30.08.2006
2007	0.905	-0.361	5.903	0.975	343	8.09.2007
2008	0.904	-0.394	5.872	0.986	342	6.09.2008
2009	0.63	0.518	0.689	0.816	40	9.11.2008
2010	0.97	0.211	0.214	0.992	12	12.10.2009
2011	0.83	-0.492	5.748	0.965	334	30.08.2011

Çizelge C. 17: 809 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.599	-0.787	5.363	0.989	312	8.08.1981
1982	0.727	-0.654	5.550	0.978	322	18.08.1982
1983	0.868	-0.426	5.827	0.967	339	4.09.1983
1984	0.918	-0.224	6.044	0.945	352	16.09.1984
1985	0.929	-0.296	5.975	0.975	347	12.09.1985
1986	0.565	-0.791	5.333	0.972	310	6.08.1986
1987	0.957	-0.227	6.051	0.983	352	17.09.1987
1988	0.772	-0.367	5.840	0.854	340	4.09.1988
1989	0.753	-0.622	5.593	0.976	325	21.08.1989
1990	0.71	-0.661	5.534	0.970	322	18.08.1990
1991	0.456	-0.882	5.190	0.993	302	29.07.1991
1992	0.929	-0.354	5.919	0.994	345	9.09.1992
1993	0.904	-0.316	5.947	0.958	346	11.09.1993
1994	0.899	-0.374	5.889	0.974	342	7.09.1994
1995	0.92	0.045	0.049	0.921	3	3.10.1994
1996	0.854	-0.465	5.785	0.972	337	1.09.1996
1997	0.857	-0.496	5.759	0.990	335	31.08.1997
1998	0.832	-0.538	5.709	0.991	332	28.08.1998
1999	0.825	-0.557	5.689	0.995	331	27.08.1999
2000	0.561	-0.752	5.354	0.938	312	7.08.2000
2001	0.574	-0.748	5.366	0.943	312	8.08.2001
2002	0.966	0.223	0.227	0.992	13	13.10.2001
2003	0.784	-0.577	5.649	0.973	328	24.08.2003
2004	0.822	-0.453	5.779	0.939	337	1.09.2004
2005	0.649	-0.683	5.473	0.942	318	14.08.2005
2006	0.72	-0.595	5.593	0.934	325	21.08.2006
2007	0.432	-0.808	5.203	0.916	302	29.07.2007
2008	0.975	0.090	0.092	0.979	5	5.10.2007
2009	0.908	0.295	0.314	0.954	18	18.10.2008
2010	0.794	-0.561	5.668	0.972	329	25.08.2010
2011	0.784	-0.565	5.659	0.966	329	25.08.2011

Çizelge C. 18: 811 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_θ	Y_θ	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.714	-0.669	5.531	0.978	321	17.08.1981
1982	0.623	-0.771	5.392	0.992	313	9.08.1982
1983	0.876	-0.439	5.819	0.980	338	3.09.1983
1984	0.806	-0.571	5.667	0.988	330	25.08.1984
1985	0.783	-0.583	5.643	0.976	328	24.08.1985
1986	0.574	-0.785	5.344	0.973	310	6.08.1986
1987	0.699	-0.695	5.500	0.986	320	16.08.1987
1988	0.793	-0.580	5.652	0.983	329	24.08.1988
1989	0.724	-0.656	5.547	0.977	322	18.08.1989
1990	0.711	-0.679	5.521	0.983	321	17.08.1990
1991	0.752	-0.652	5.569	0.995	324	20.08.1991
1992	0.8	-0.439	5.781	0.912	337	1.09.1992
1993	0.214	-0.920	4.941	0.945	287	14.07.1993
1994	0.831	-0.545	5.703	0.994	331	27.08.1994
1995	0.653	-0.747	5.431	0.992	316	12.08.1995
1996	0.808	-0.571	5.668	0.989	330	25.08.1996
1997	0.59	-0.749	5.380	0.953	313	9.08.1997
1998	0.722	-0.660	5.543	0.978	322	18.08.1998
1999	0.755	-0.392	5.805	0.851	337	2.09.1999
2000	0.731	-0.644	5.561	0.974	324	19.08.2000
2001	0.503	-0.848	5.248	0.986	305	1.08.2001
2002	0.788	-0.442	5.772	0.904	335	31.08.2002
2003	0.901	-0.408	5.858	0.988	340	5.09.2003
2004	0.742	-0.650	5.564	0.987	324	19.08.2004
2005	0.763	-0.630	5.593	0.990	325	21.08.2005
2006	0.8	-0.580	5.656	0.988	329	25.08.2006
2007	0.777	-0.610	5.618	0.988	326	22.08.2007
2008	0.825	-0.529	5.713	0.980	333	28.08.2008
2009	0.793	-0.524	5.699	0.951	331	27.08.2009
2010	0.718	-0.671	5.532	0.983	321	17.08.2010
2011	0.689	-0.676	5.507	0.965	320	16.08.2011

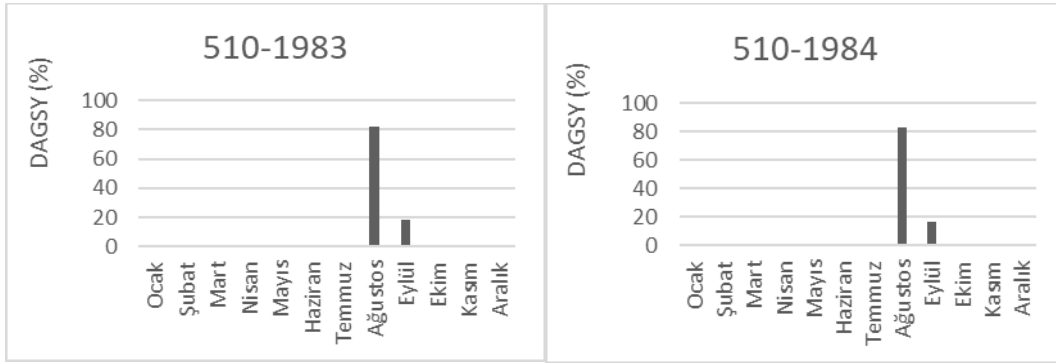
Çizelge C. 19: 815 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_0	Y_0	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.877	-0.327	5.926	0.936	344	9.09.1981
1982	0.83	-0.535	5.710	0.988	332	28.08.1982
1983	0.82	-0.519	5.719	0.971	332	28.08.1983
1984	0.828	-0.507	5.734	0.971	334	29.08.1984
1985	0.822	-0.504	5.733	0.964	333	29.08.1985
1986	0.791	-0.558	5.668	0.968	329	25.08.1986
1987	0.809	-0.541	5.693	0.973	331	27.08.1987
1988	0.939	-0.317	5.958	0.991	347	11.09.1988
1989	0.842	-0.502	5.746	0.980	334	30.08.1989
1990	0.733	-0.669	5.543	0.992	322	18.08.1990
1991	0.86	-0.429	5.820	0.961	338	3.09.1991
1992	0.711	-0.623	5.564	0.945	324	19.08.1992
1993	0.543	-0.788	5.315	0.957	309	5.08.1993
1994	0.907	-0.398	5.869	0.991	341	6.09.1994
1995	0.721	-0.515	5.663	0.886	329	25.08.1995
1996	0.75	-0.639	5.577	0.985	325	20.08.1996
1997	0.464	-0.864	5.205	0.980	302	29.07.1997
1998	0.547	-0.796	5.314	0.966	309	5.08.1998
1999	0.906	-0.008	6.274	0.906	365	30.09.1999
2000	0.324	-0.940	5.045	0.994	294	20.07.2000
2001	0.727	-0.558	5.629	0.917	327	23.08.2001
2002	0.97	0.206	0.209	0.992	12	12.10.2001
2003	0.431	-0.678	5.279	0.804	307	3.08.2003
2004	0.8	-0.583	5.653	0.990	329	24.08.2004
2005	0.579	-0.761	5.362	0.956	312	8.08.2005
2006	0.705	-0.631	5.553	0.947	323	19.08.2006
2007	0.483	-0.763	5.277	0.903	307	3.08.2007
2008	0.788	-0.586	5.644	0.982	329	24.08.2008
2009	0.833	0.499	0.540	0.970	31	31.10.2008
2010	0.866	-0.478	5.779	0.989	336	1.09.2010
2011	0.907	-0.388	5.879	0.987	342	7.09.2011

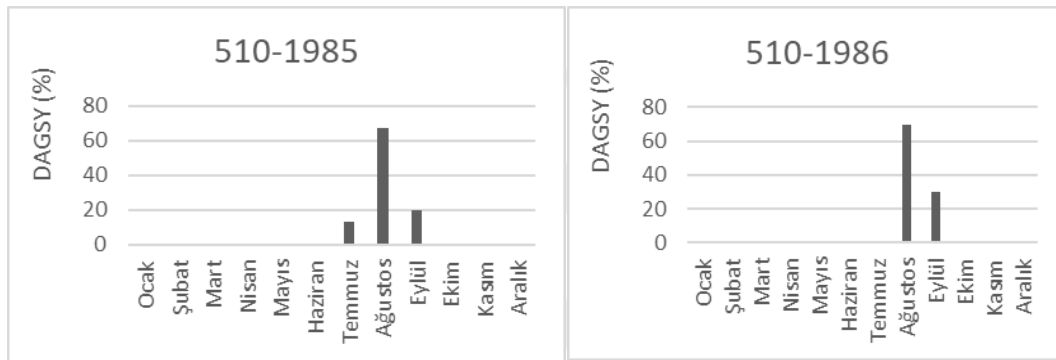
Çizelge C. 20: 818 istasyonun yıllık SI parametreleri.

YIL	X_θ	Y_θ	θ	r	ODAG	Takvim Günü
1981	0.219	0.820	1.310	0.849	76	15.12.1980
1982	0.69	0.611	0.725	0.922	42	11.11.1981
1983	0.496	-0.201	5.898	0.535	343	8.09.1983
1984	0.05	0.783	1.507	0.785	88	27.12.1983
1985	0.628	0.468	0.641	0.783	37	6.11.1984
1986	0.495	0.696	0.953	0.854	55	24.11.1985
1987	0.899	-0.245	6.017	0.931	350	15.09.1987
1988	0.736	0.247	0.324	0.776	19	19.10.1987
1989	0.576	-0.499	5.569	0.763	324	20.08.1989
1990	0.866	-0.425	5.827	0.964	339	4.09.1990
1991	0.344	-0.566	5.258	0.663	305	1.08.1991
1992	-0.61	0.369	2.598	0.714	151	28.02.1992
1993	0.161	0.878	1.389	0.892	81	20.12.1992
1994	0.815	-0.422	5.806	0.917	337	2.09.1994
1995	0.355	0.821	1.162	0.895	68	7.12.1994
1996	0.922	0.114	0.124	0.929	7	7.10.1995
1997	0.814	0.093	0.114	0.819	7	7.10.1996
1998	0.969	0.212	0.215	0.992	13	13.10.1997
1999	0.709	0.542	0.652	0.893	38	7.11.1998
2000	0.535	-0.678	5.380	0.864	313	8.08.2000
2001	0.492	-0.006	6.271	0.492	364	29.09.2001
2002	0.93	0.317	0.329	0.983	19	19.10.2001
2003	0.487	0.678	0.948	0.835	55	24.11.2002
2004	0.643	0.744	0.858	0.983	50	19.11.2003
2005	0.779	0.096	0.122	0.785	7	7.10.2004
2006	0.465	-0.831	5.223	0.953	303	30.07.2006
2007	0.881	-0.381	5.875	0.960	341	6.09.2007
2008	0.651	0.730	0.843	0.978	49	18.11.2007
2009	-0.02	0.982	1.595	0.982	93	1.01.2009
2010	0.942	0.271	0.280	0.981	16	16.10.2009
2011	0.97	0.160	0.163	0.983	10	10.10.2010

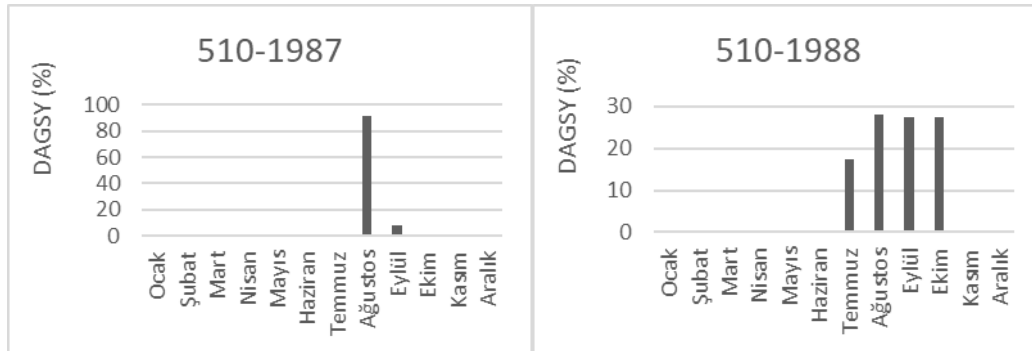
EK D:



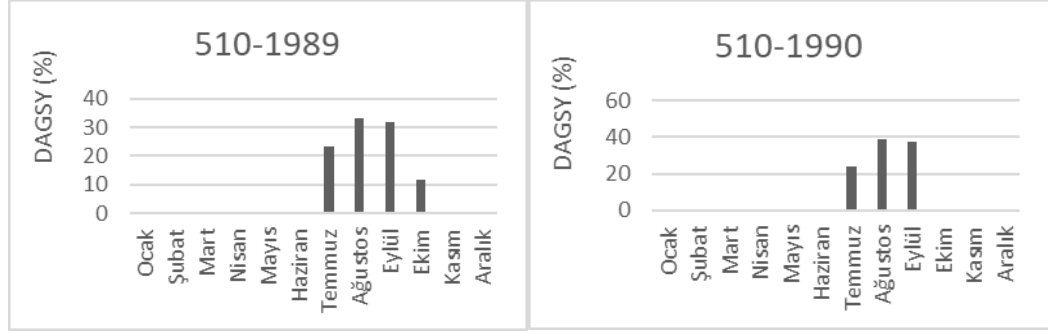
Şekil D. 1: 510 istasyonunun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.



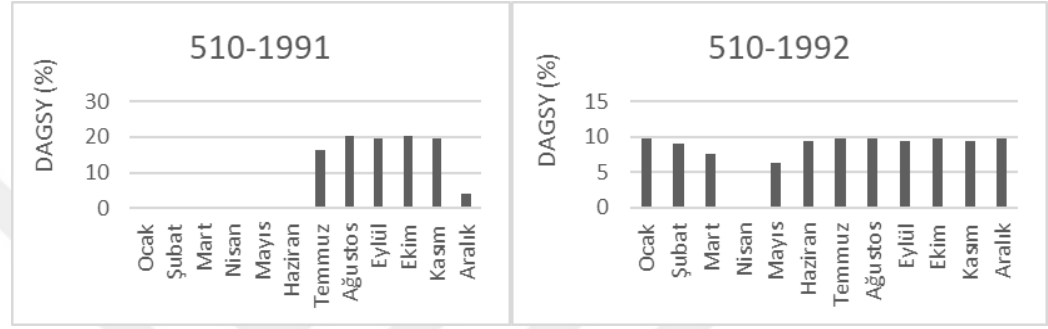
Şekil D. 2: 510 istasyonunun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.



Şekil D. 3: 510 istasyonunun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.



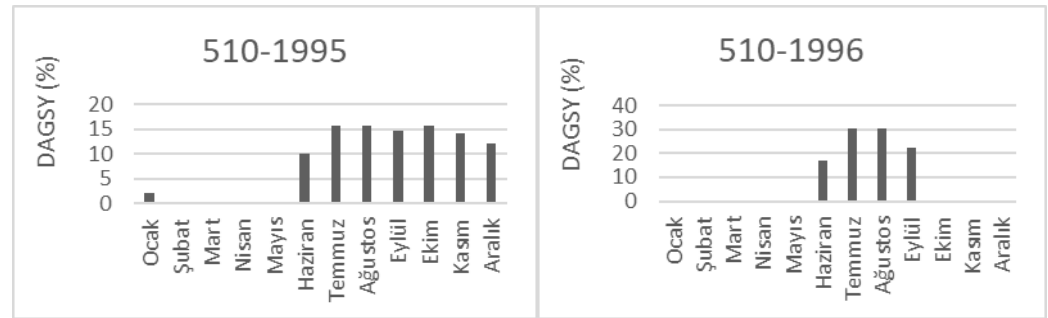
Şekil D. 4: 510 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.



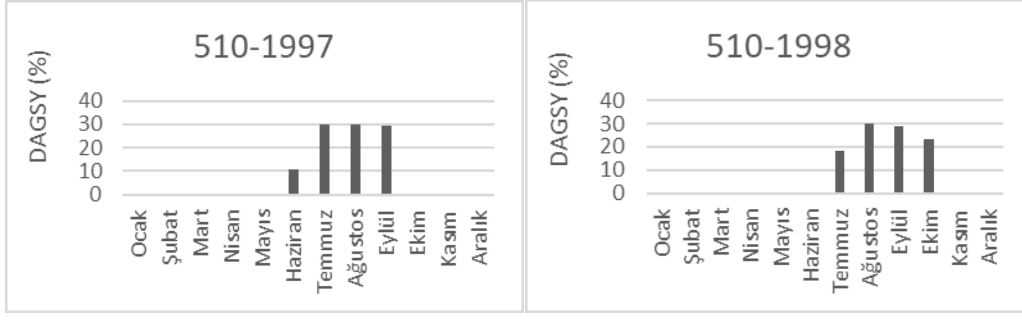
Şekil D. 5: 510 istasyonun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.



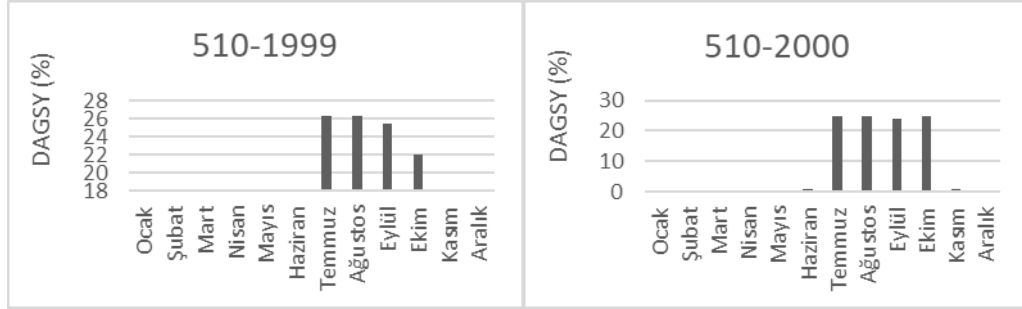
Şekil D. 6: 510 istasyonun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.



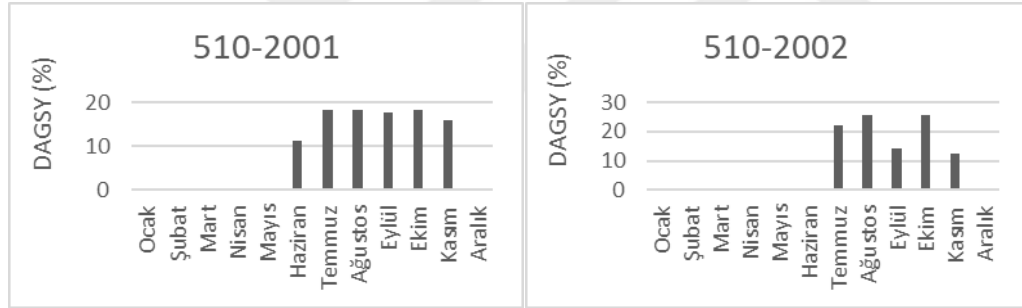
Şekil D. 7: 510 istasyonun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.



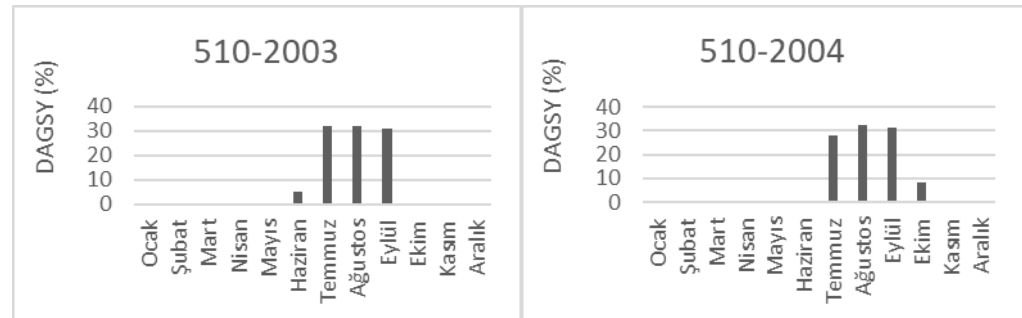
Şekil D. 8: 510 istasyonunun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.



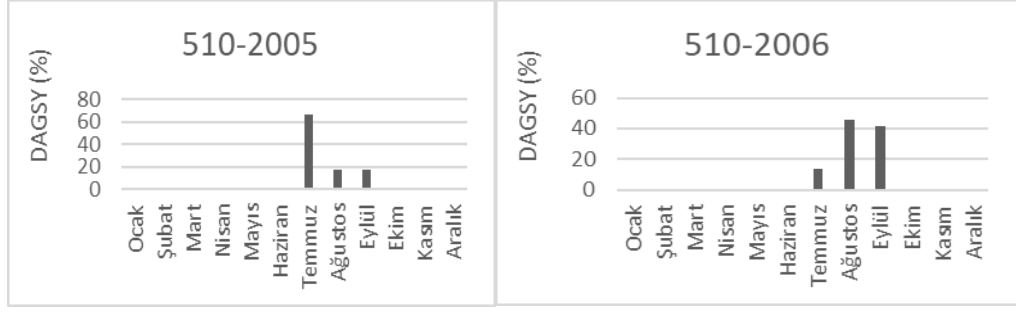
Şekil D. 9: 510 istasyonunun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.



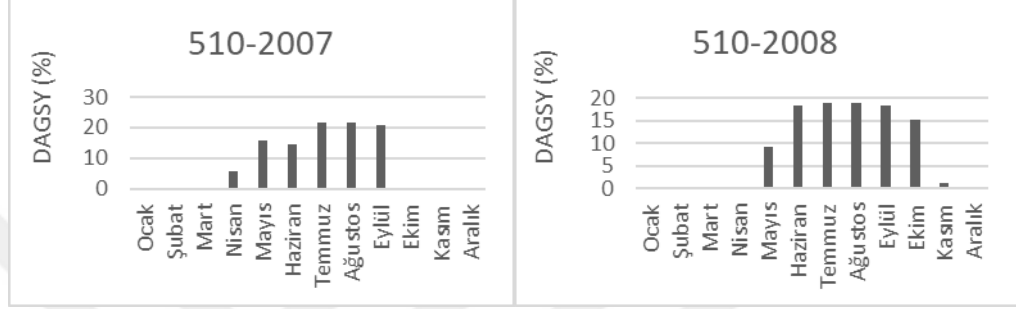
Şekil D. 10: 510 istasyonunun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.



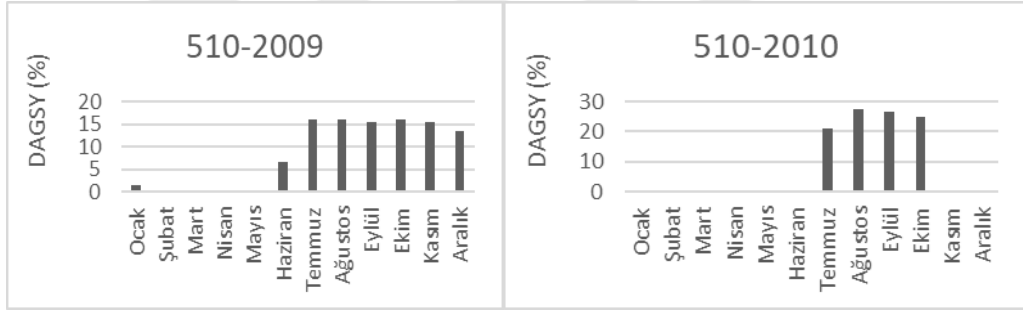
Şekil D. 11: 510 istasyonunun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.



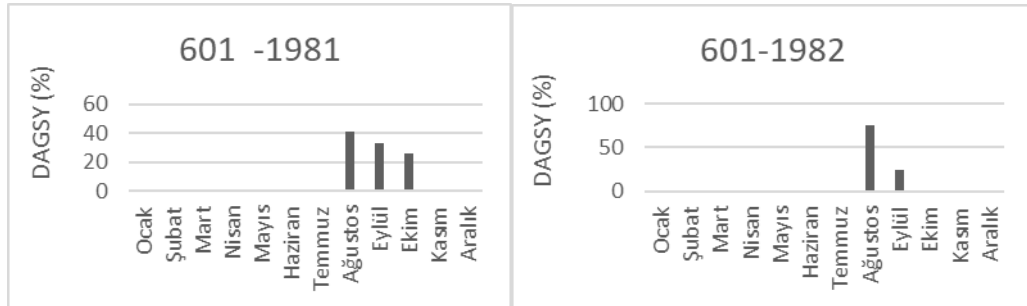
Şekil D. 12: 510 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.



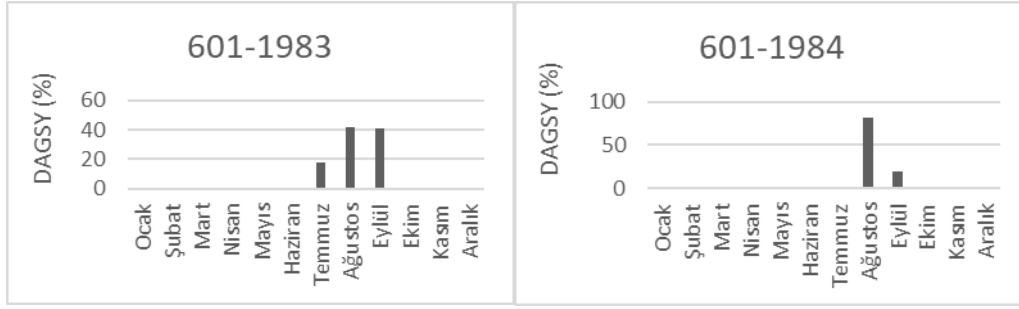
Şekil D. 13: 510 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.



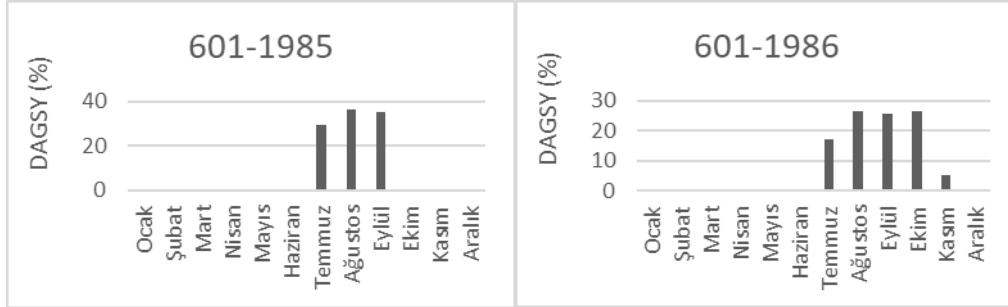
Şekil D. 14: 510 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.



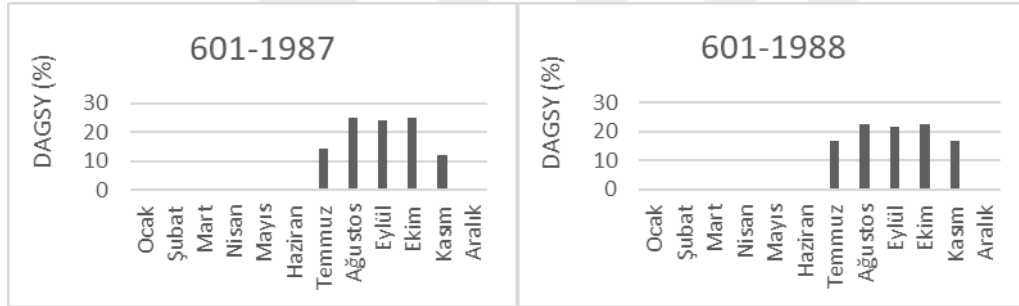
Şekil D. 15: 601 istasyonun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.



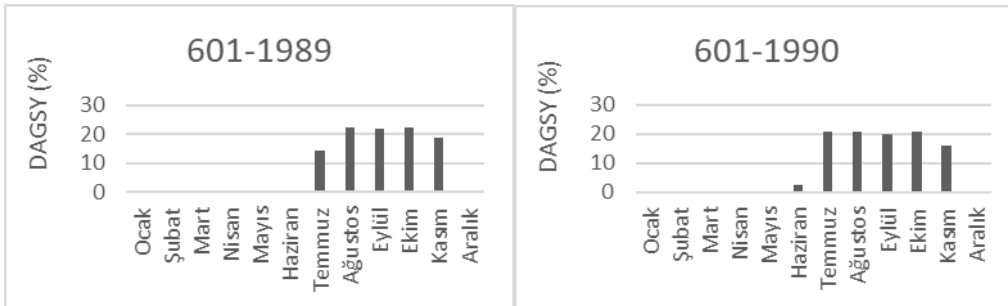
Şekil D. 16: 601 istasyonun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.



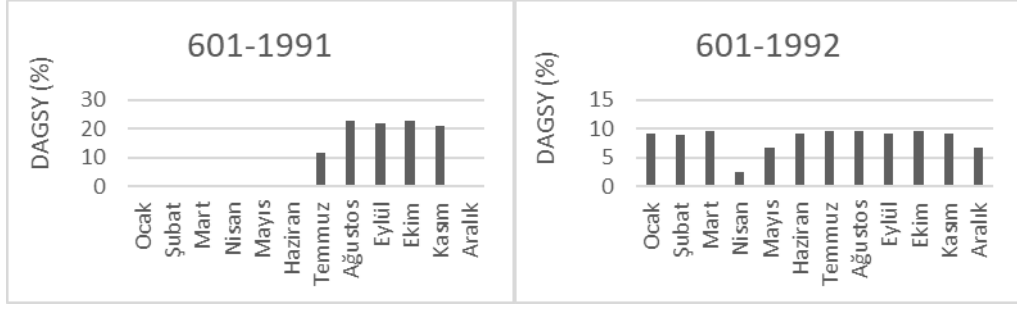
Şekil D. 17: 601 istasyonun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.



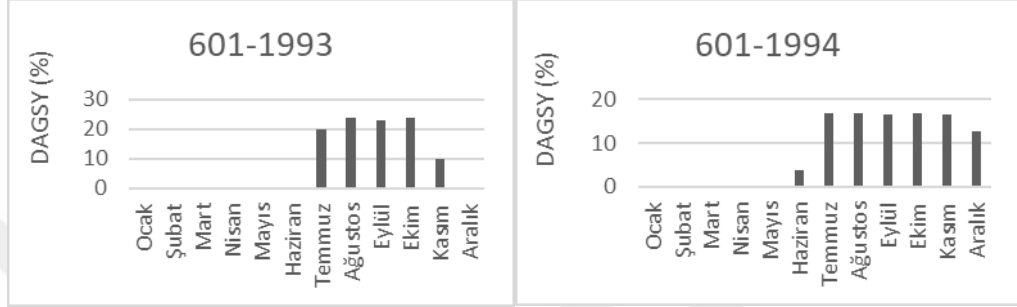
Şekil D. 18: 601 istasyonun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.



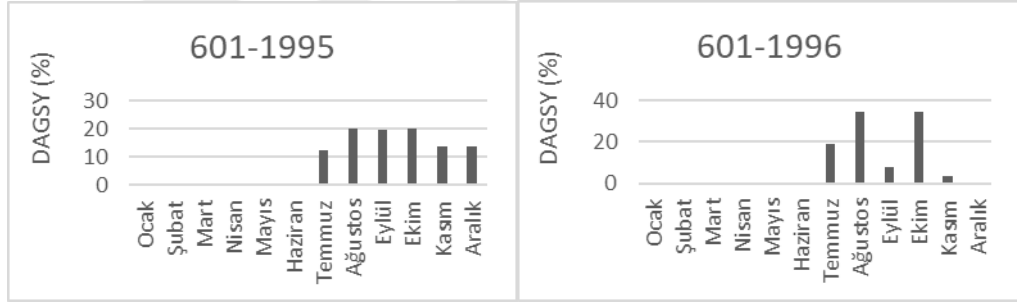
Şekil D. 19: 601 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.



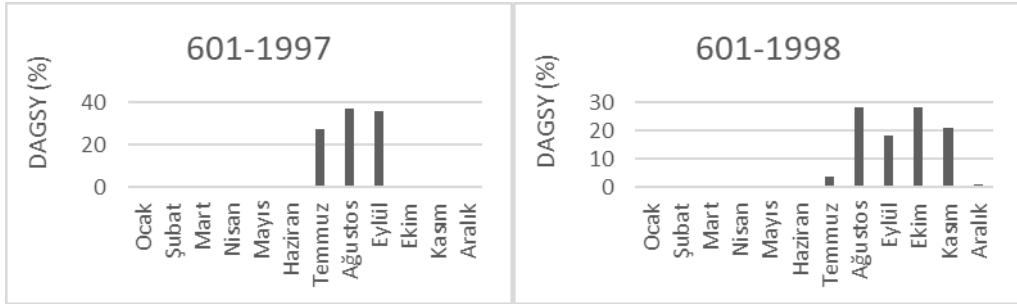
Şekil D. 20: 601 istasyonunun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.



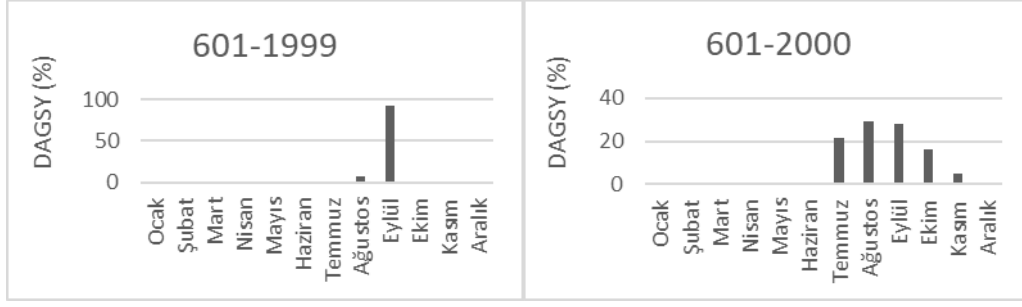
Şekil D. 21: 601 istasyonunun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.



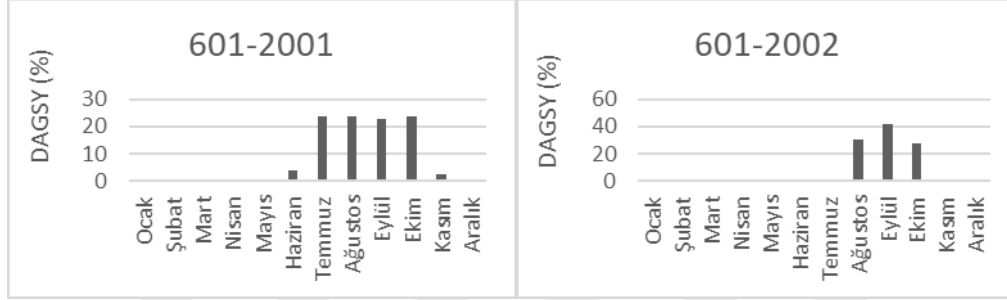
Şekil D. 22: 601 istasyonunun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.



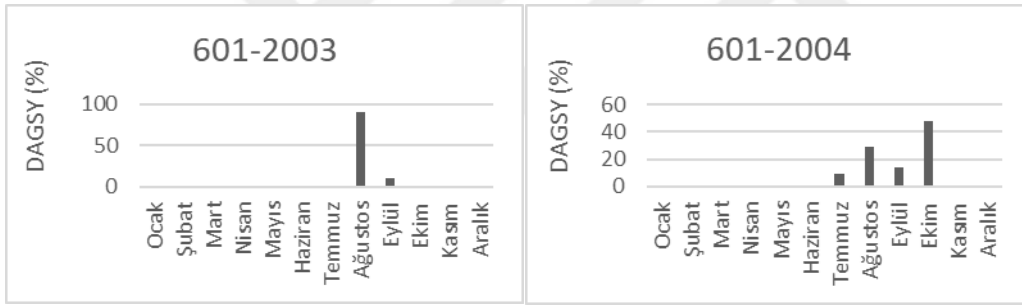
Şekil D. 23: 601 istasyonunun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.



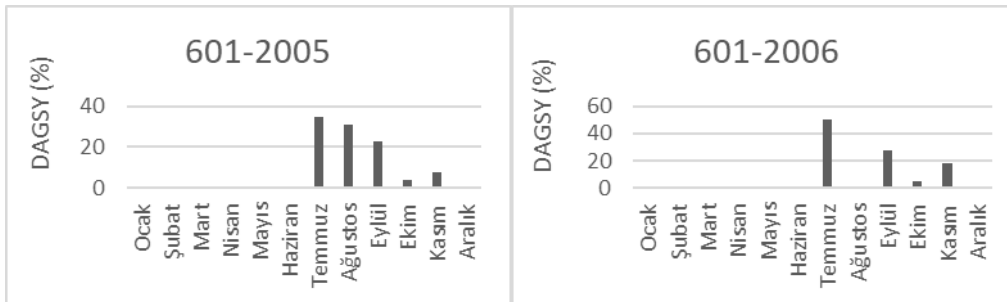
Şekil D. 24: 601 istasyonun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.



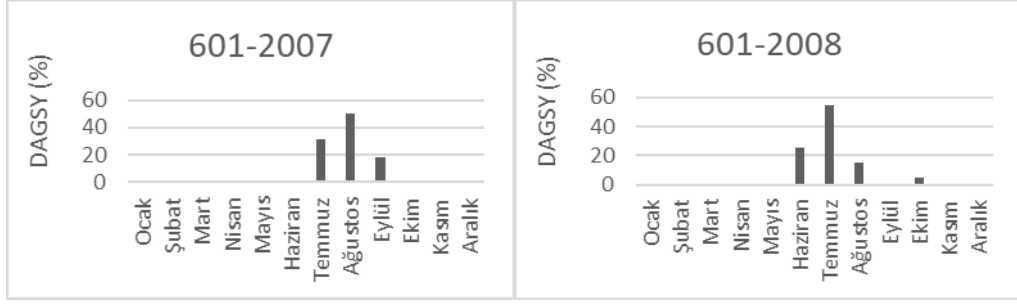
Şekil D. 25: 601 istasyonun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.



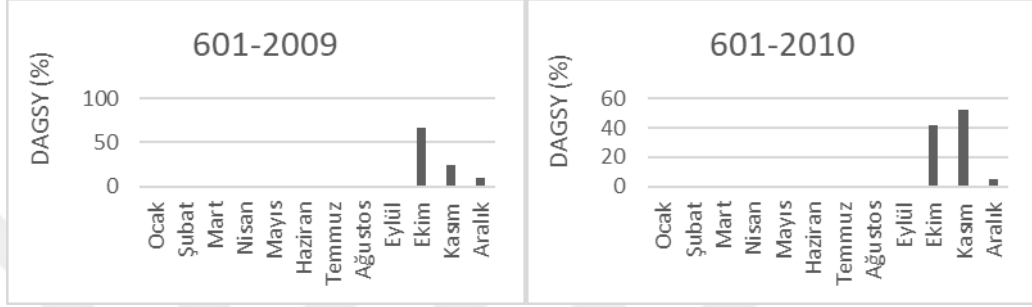
Şekil D. 26: 601 istasyonun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.



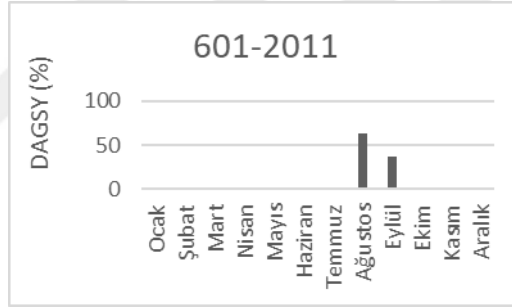
Şekil D. 27: 601 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.



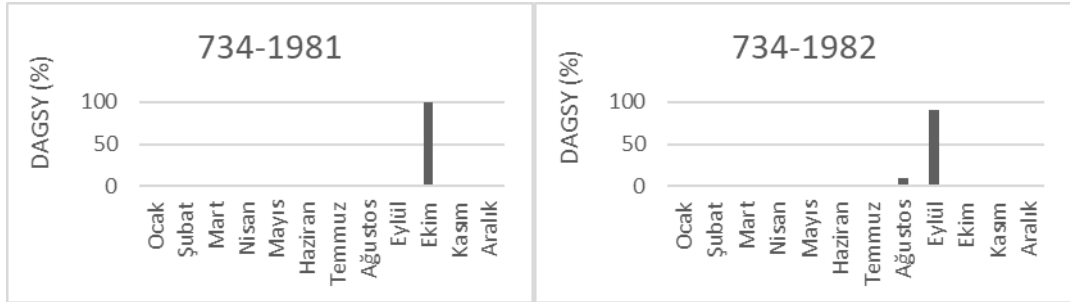
Şekil D. 28: 601 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.



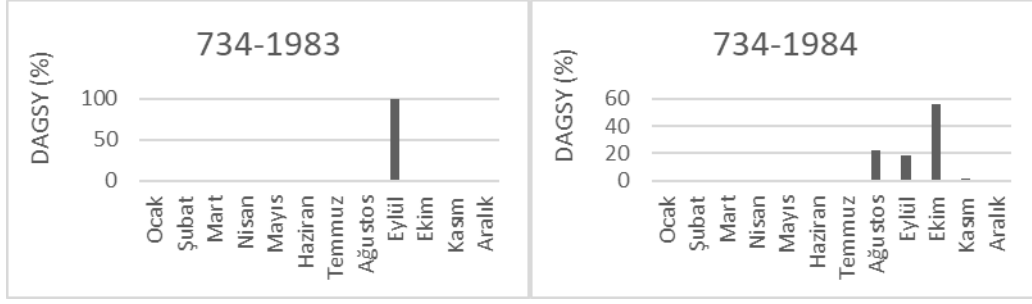
Şekil D. 29: 601 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.



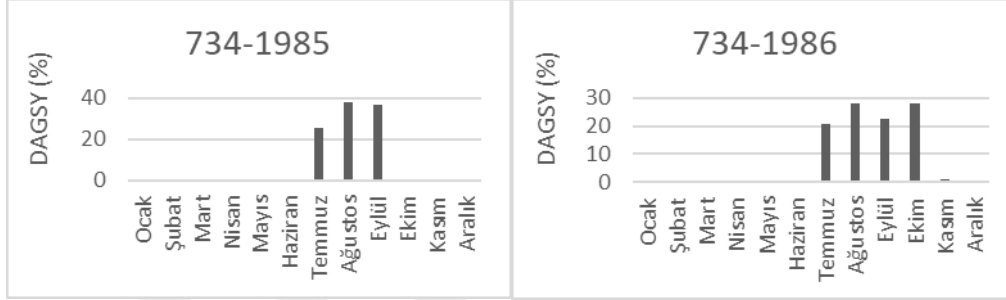
Şekil D. 30: 601 istasyonun 2011 yılındaki SH'ı.



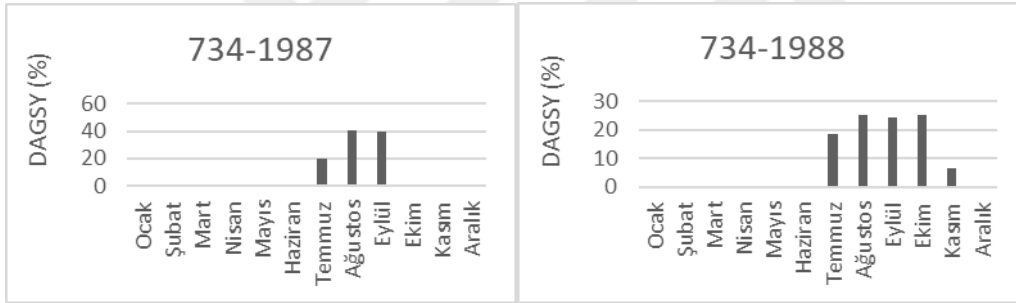
Şekil D. 31: 734 istasyonun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.



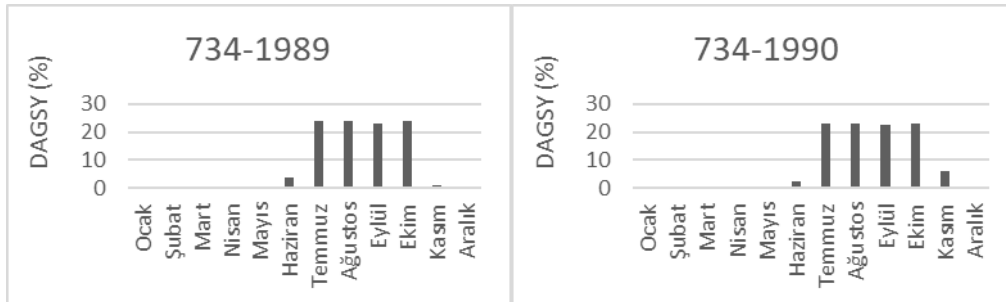
Şekil D. 32: 734 istasyonun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.



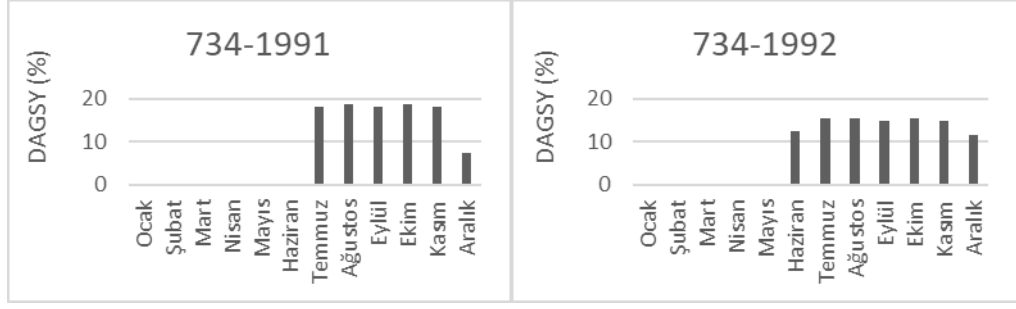
Şekil D. 33: 734 istasyonun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.



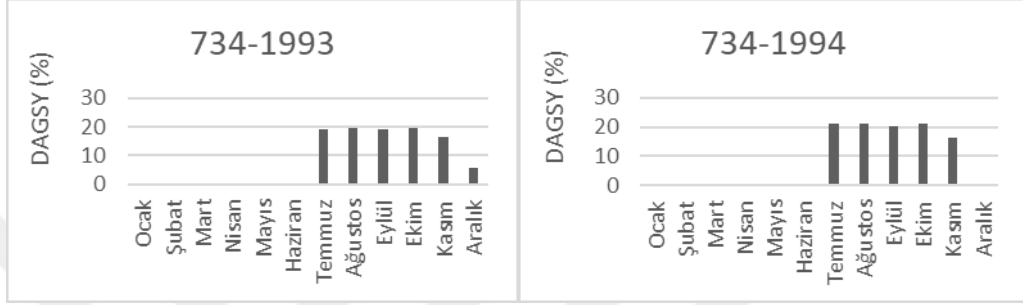
Şekil D. 34: 734 istasyonun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.



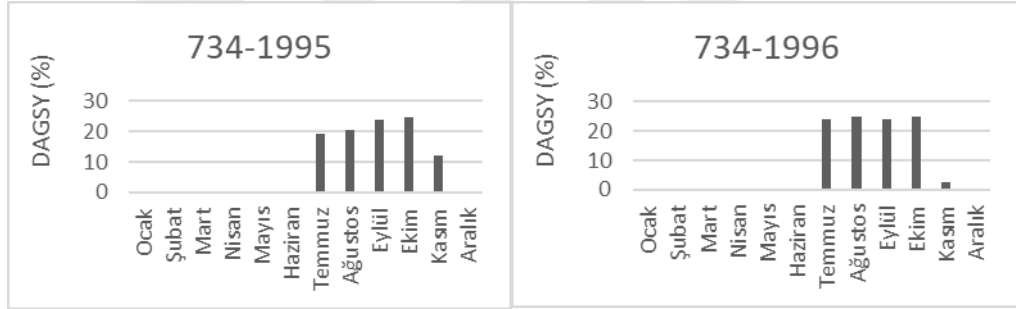
Şekil D. 35: 734 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.



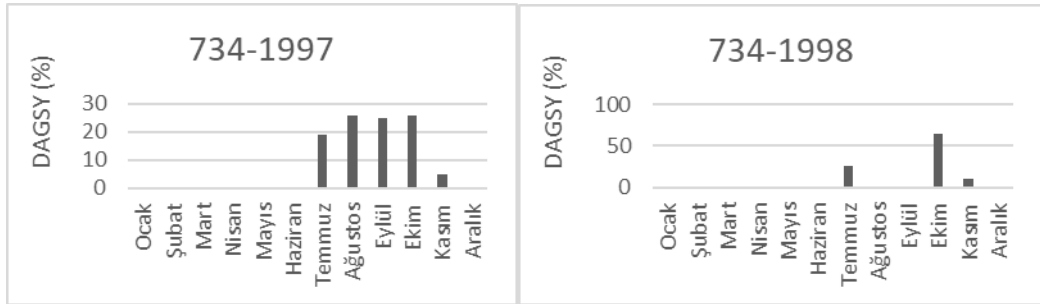
Şekil D. 36: 734 istasyonun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.



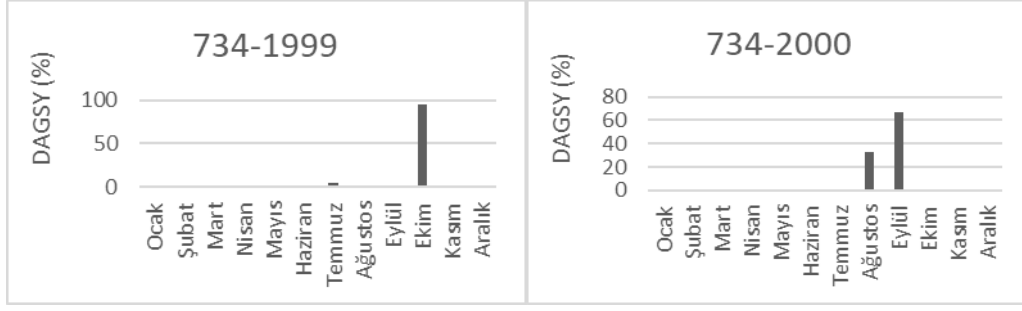
Şekil D. 37: 734 istasyonun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.



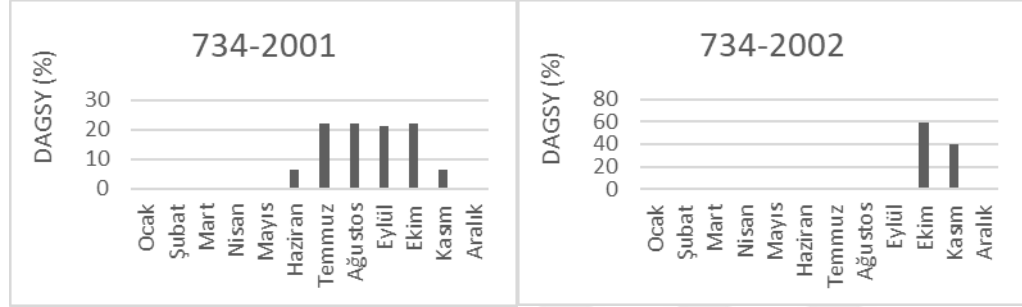
Şekil D. 38: 734 istasyonun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.



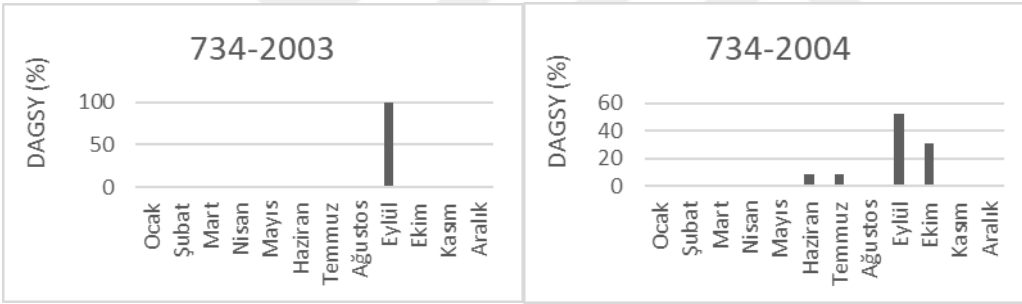
Şekil D. 39: 734 istasyonun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.



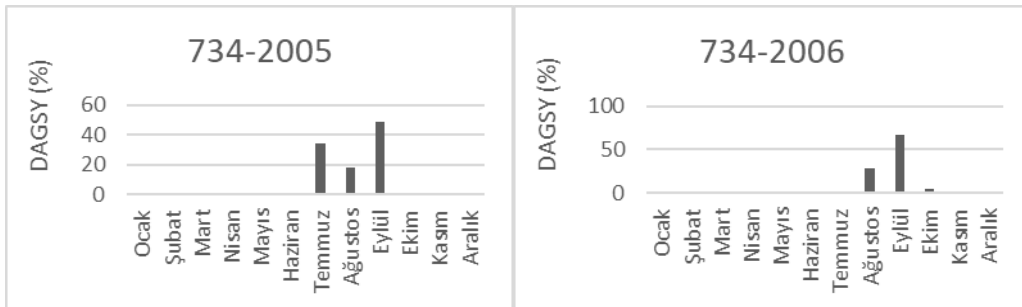
Şekil D. 40: 734 istasyonun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.



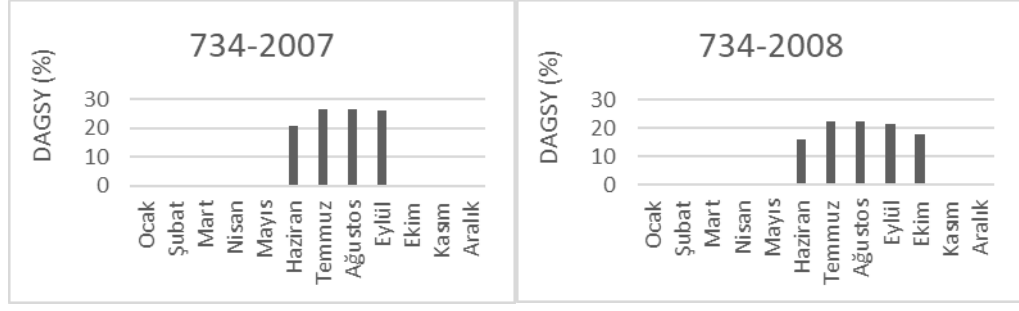
Şekil D. 41: 734 istasyonun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.



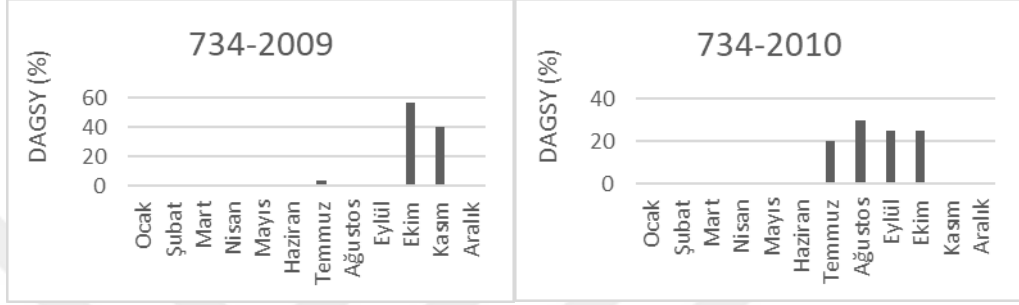
Şekil D. 42: 734 istasyonun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.



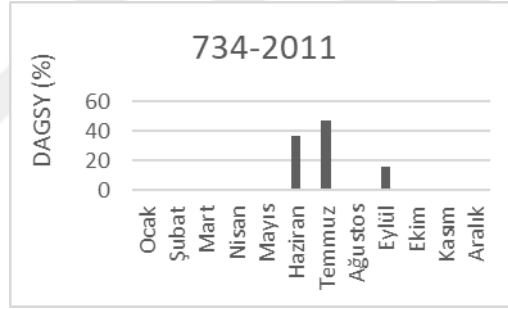
Şekil D. 43: 734 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.



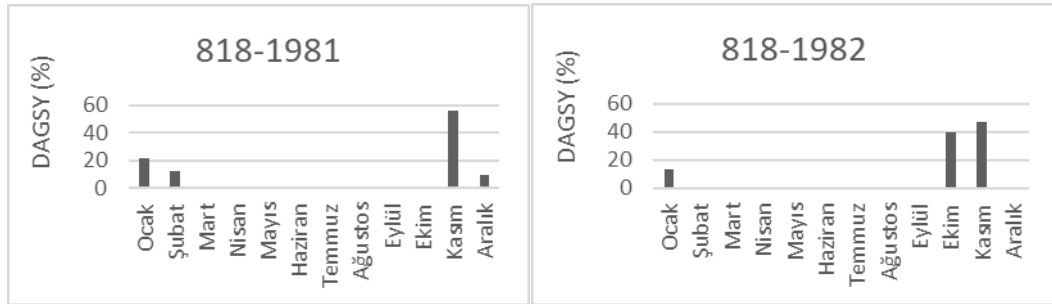
Şekil D. 44: 734 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.



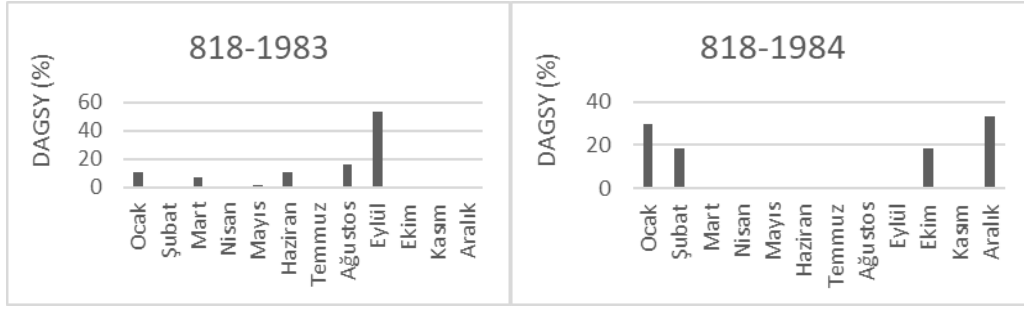
Şekil D. 45: 734 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.



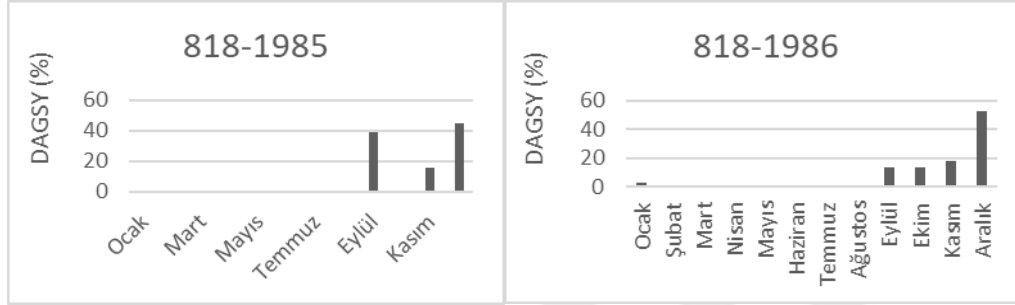
Şekil D. 46: 734 istasyonun 2011 yılındaki SH'ı.



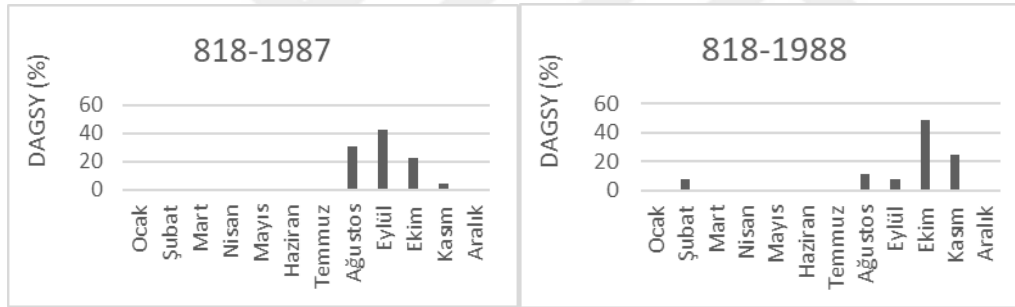
Şekil D. 47: 818 istasyonun 1981 ve 1982 yıllarındaki SH'ları.



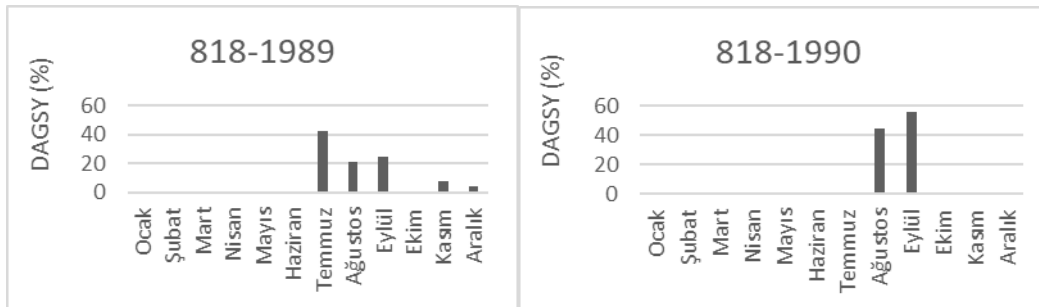
Şekil D. 48: 818 istasyonun 1983 ve 1984 yıllarındaki SH'ları.



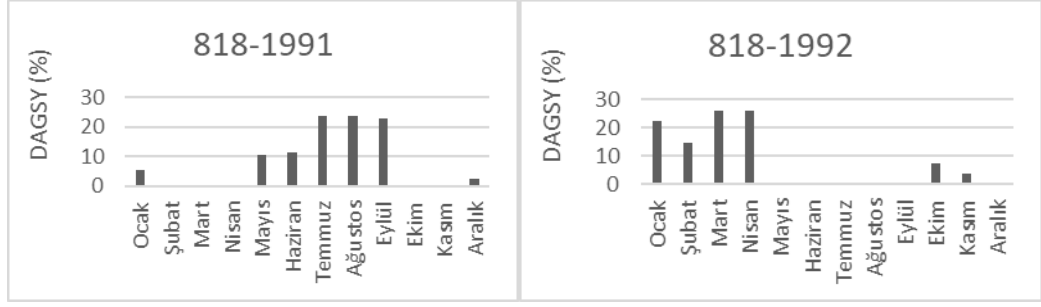
Şekil D. 49: 818 istasyonun 1985 ve 1986 yıllarındaki SH'ları.



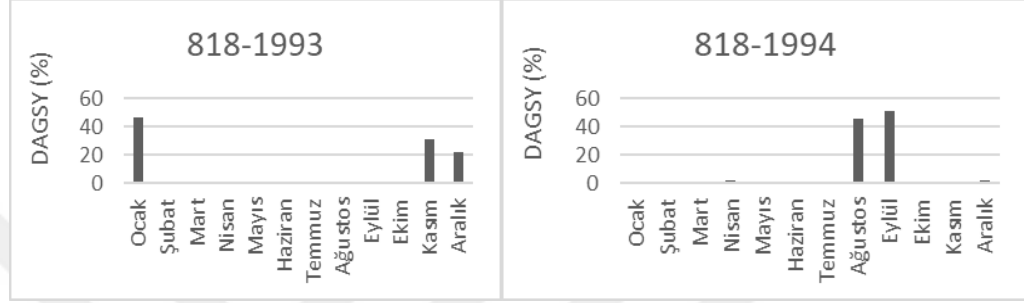
Şekil D. 50: 818 istasyonun 1987 ve 1988 yıllarındaki SH'ları.



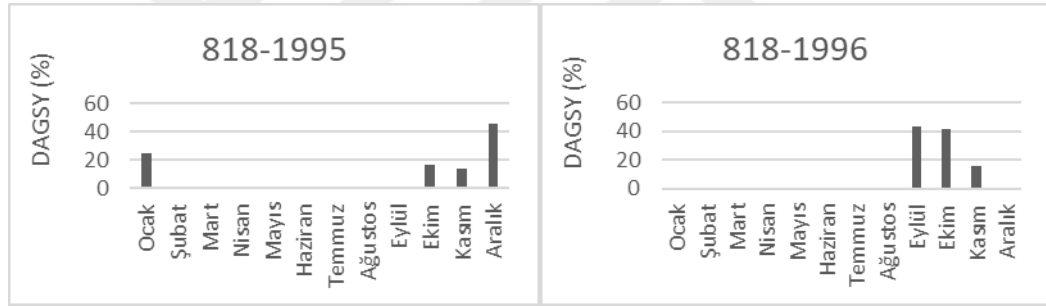
Şekil D. 51: 818 istasyonun 1989 ve 1990 yıllarındaki SH'ları.



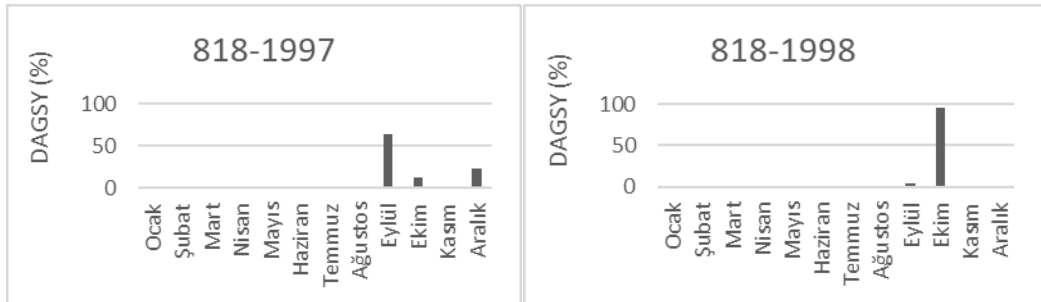
Şekil D. 52: 818 istasyonunun 1991 ve 1992 yıllarındaki SH'ları.



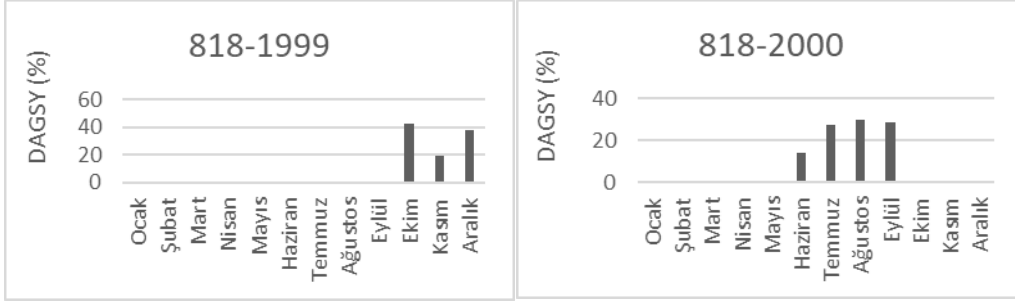
Şekil D. 53: 818 istasyonunun 1993 ve 1994 yıllarındaki SH'ları.



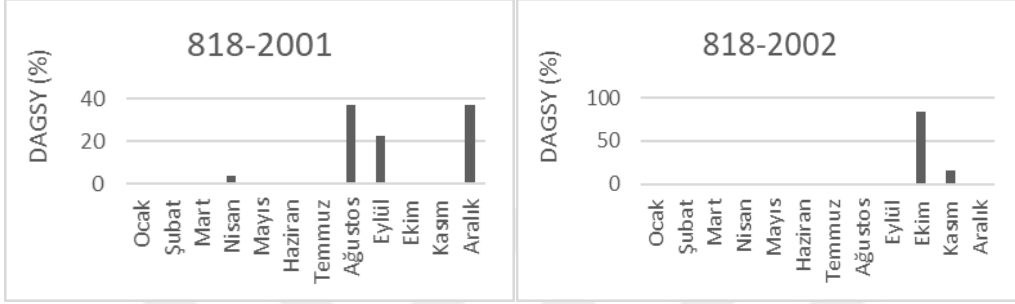
Şekil D. 54: 818 istasyonunun 1995 ve 1996 yıllarındaki SH'ları.



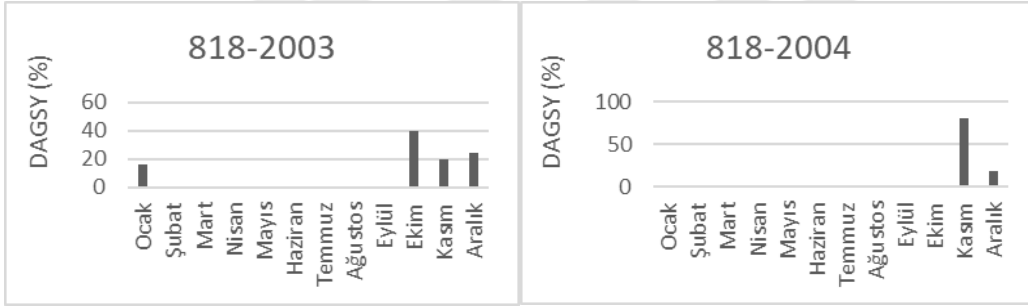
Şekil D. 55: 818 istasyonunun 1997 ve 1998 yıllarındaki SH'ları.



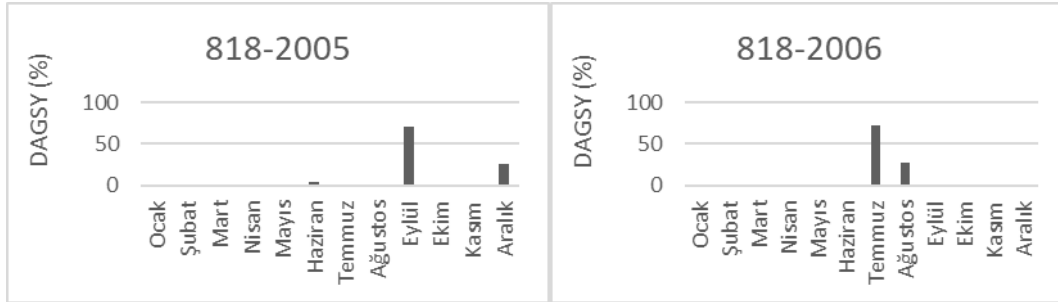
Şekil D. 56: 818 istasyonun 1999 ve 2000 yıllarındaki SH'ları.



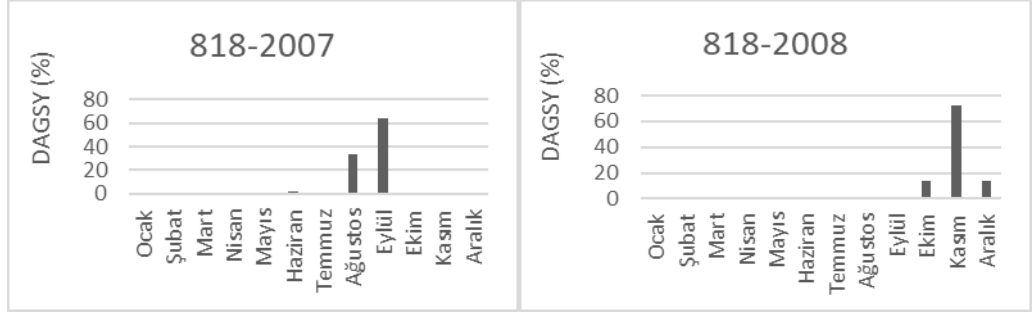
Şekil D. 57: 818 istasyonun 2001 ve 2002 yıllarındaki SH'ları.



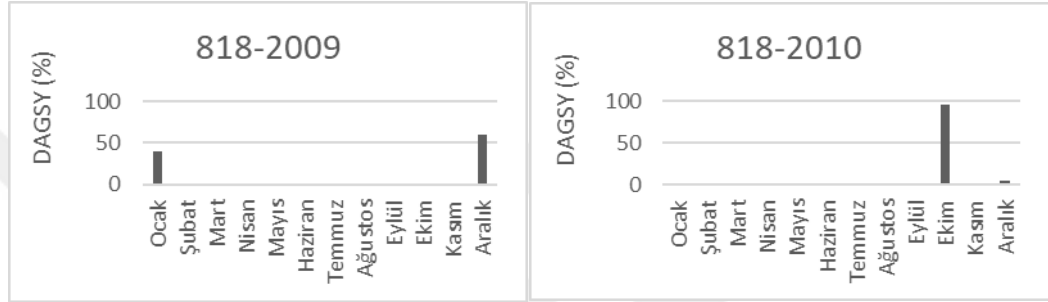
Şekil D. 58: 818 istasyonun 2003 ve 2004 yıllarındaki SH'ları.



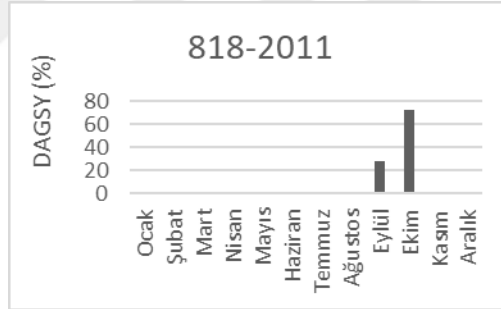
Şekil D. 59: 818 istasyonun 2005 ve 2006 yıllarındaki SH'ları.



Şekil D. 60: 818 istasyonun 2007 ve 2008 yıllarındaki SH'ları.

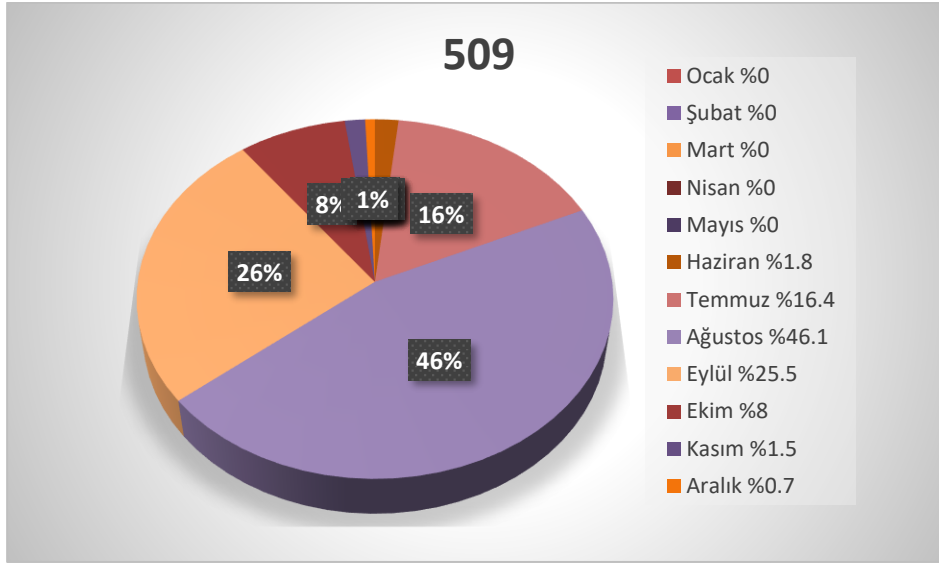


Şekil D. 61: 818 istasyonun 2009 ve 2010 yıllarındaki SH'ları.

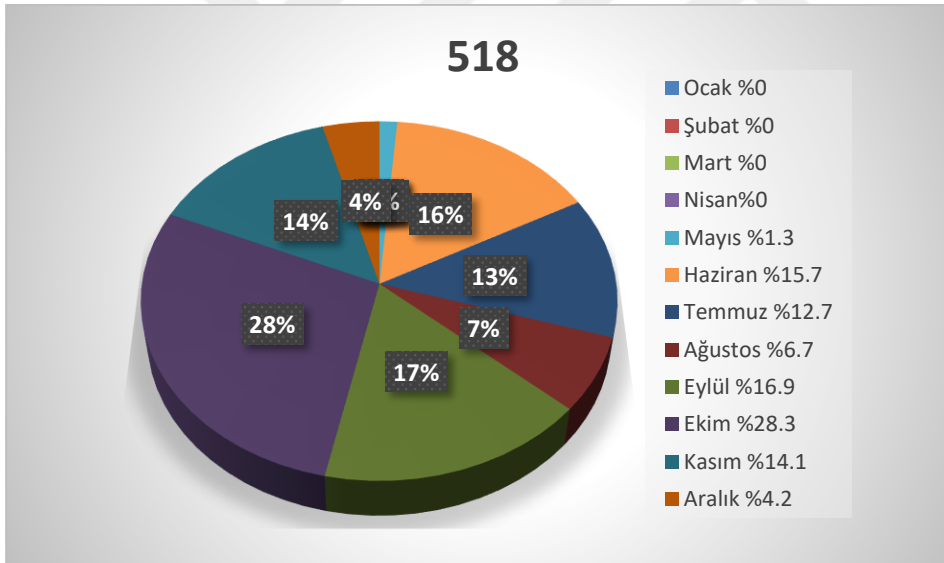


Şekil D. 62: 818 istasyonun 2011 yılındaki SH'ı.

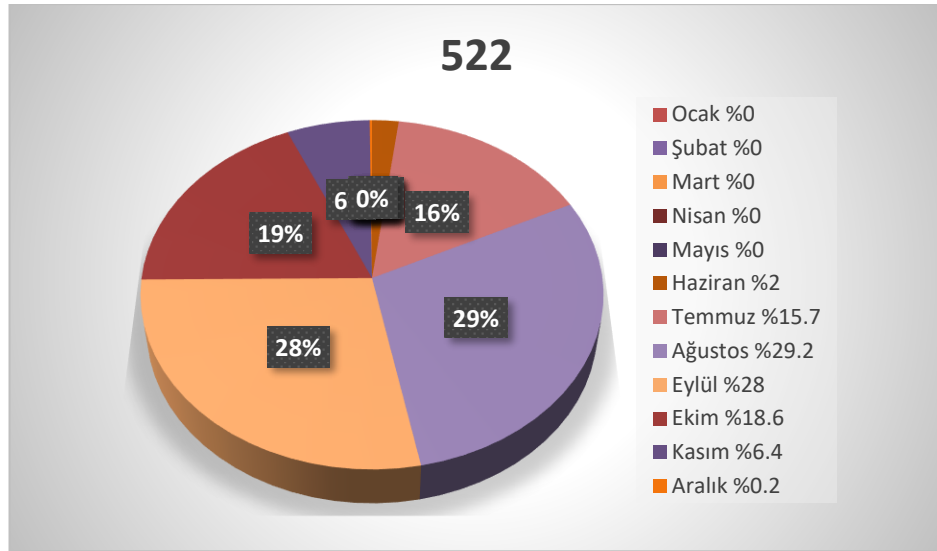
EK E:



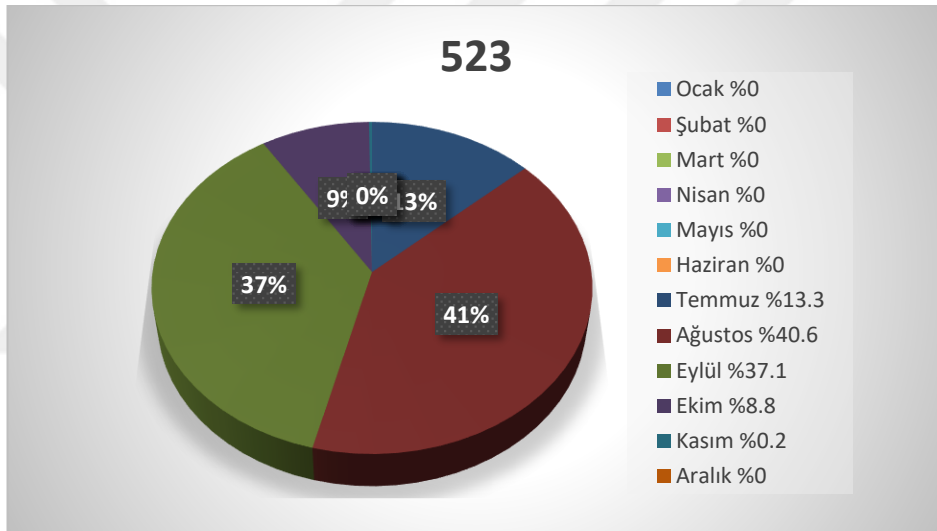
Şekil E. 1: 509 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



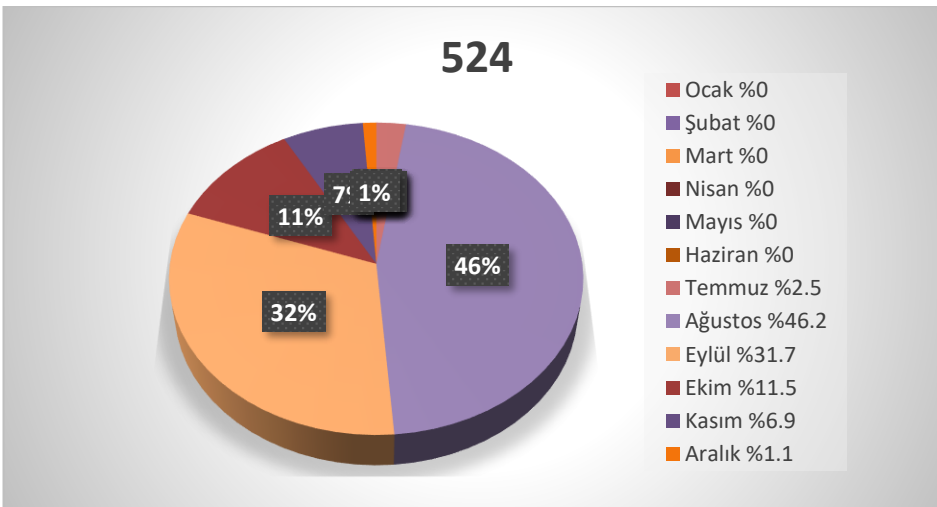
Şekil E. 2: 518 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



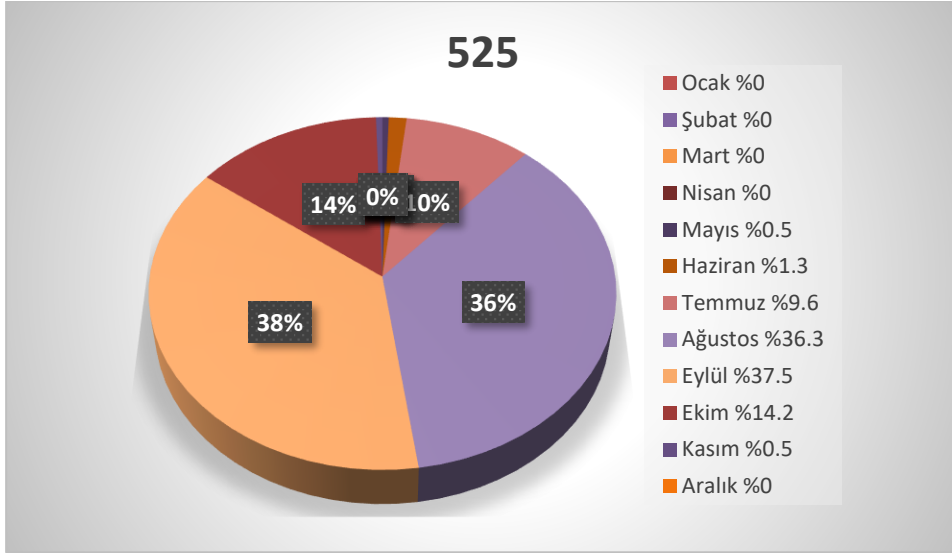
Şekil E. 3: 522 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



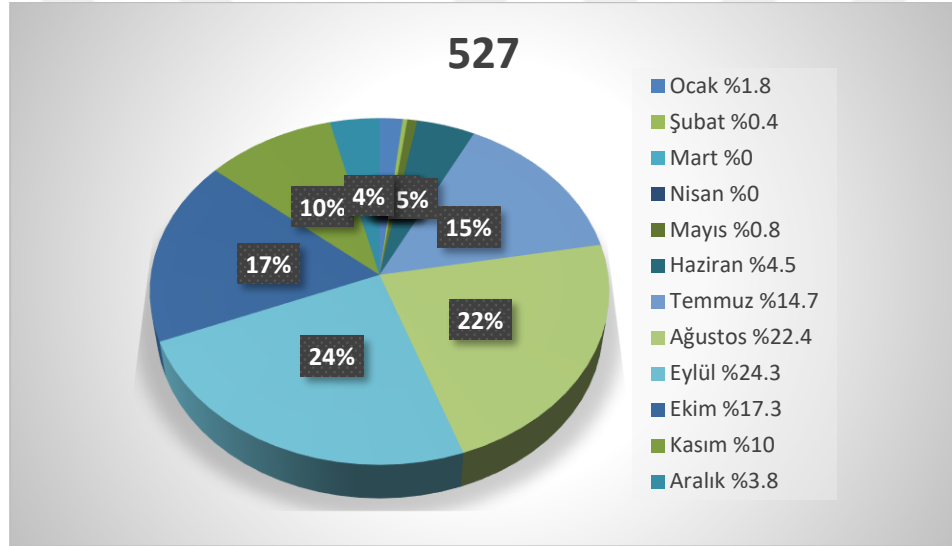
Şekil E. 4: 523 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



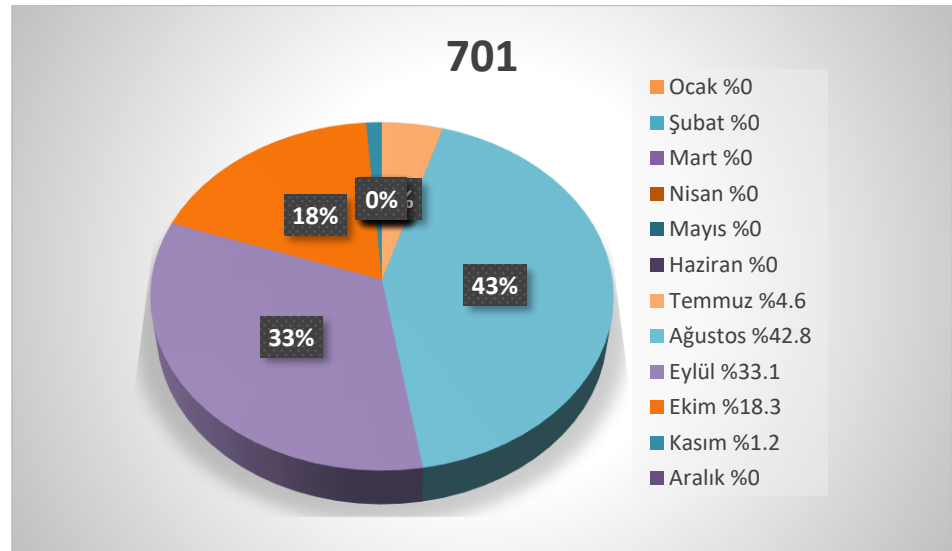
Şekil E. 5: 524 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



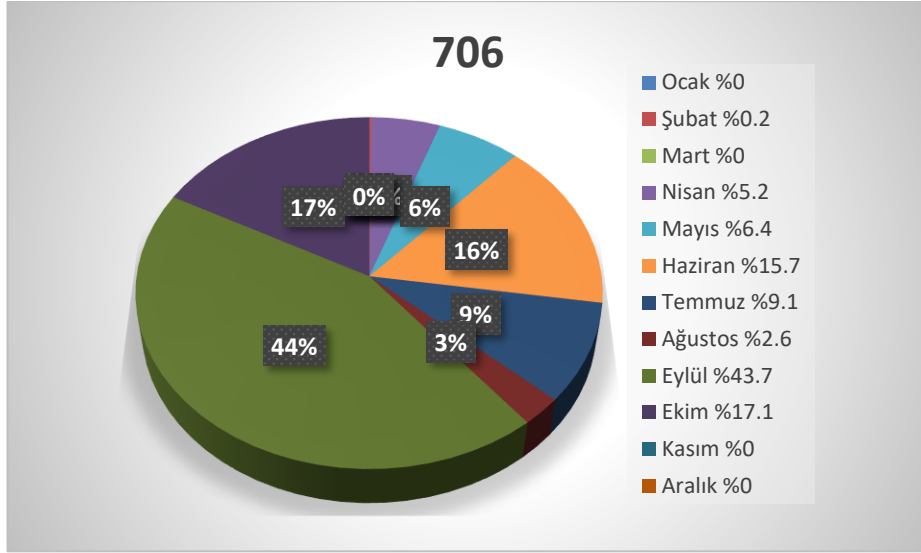
Şekil E. 6: 525 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



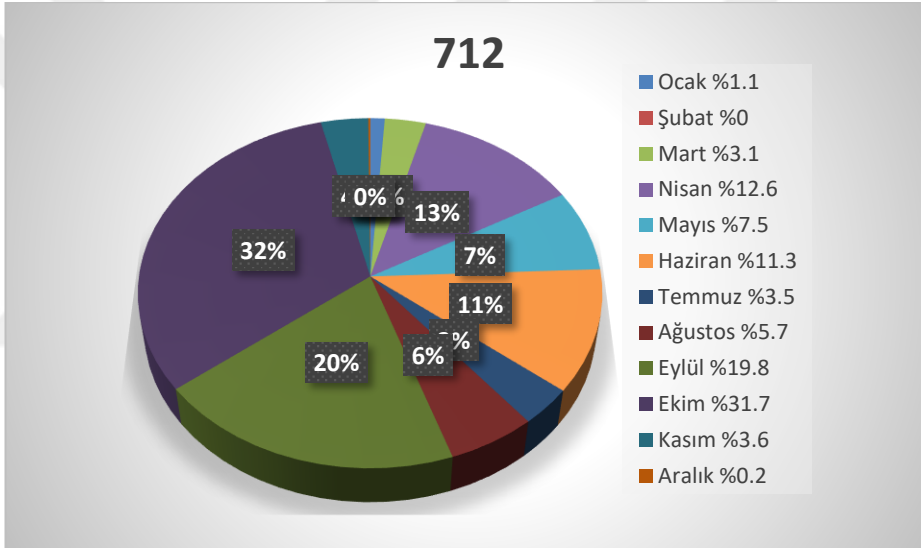
Şekil E. 7: 527 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



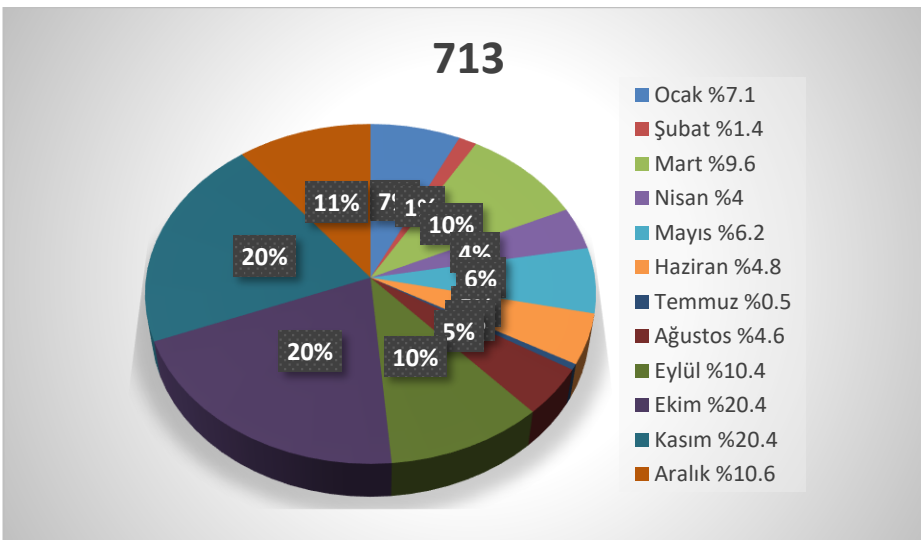
Şekil E. 8: 701 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



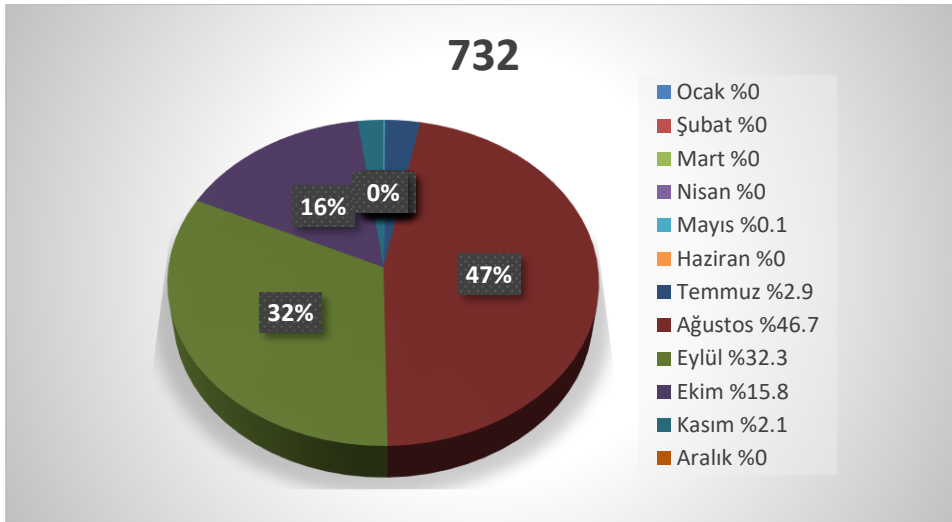
Şekil E. 9: 706 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



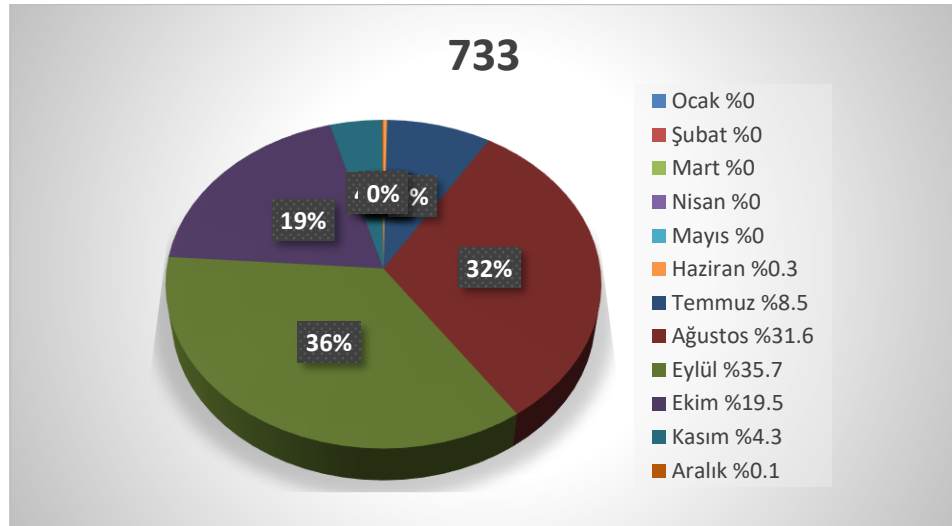
Şekil E. 10: 712 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



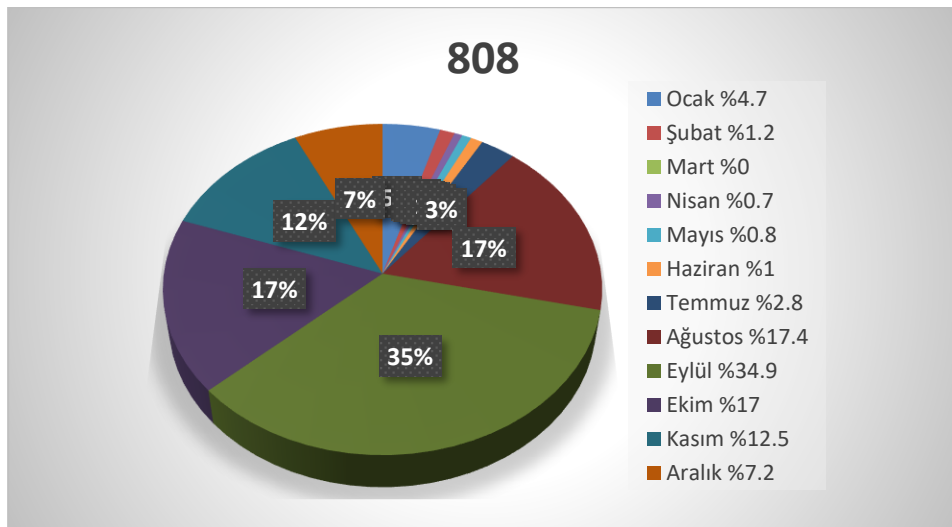
Şekil E. 11: 713 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



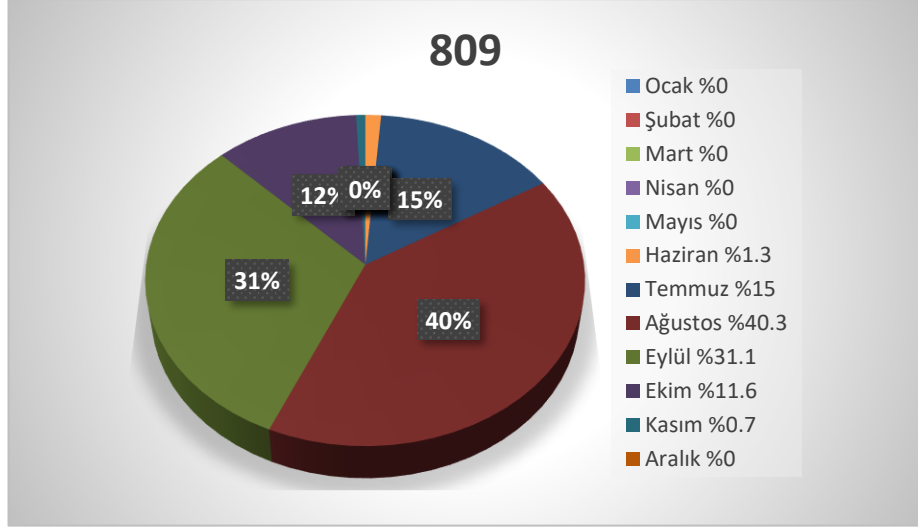
Şekil E. 12: 732 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



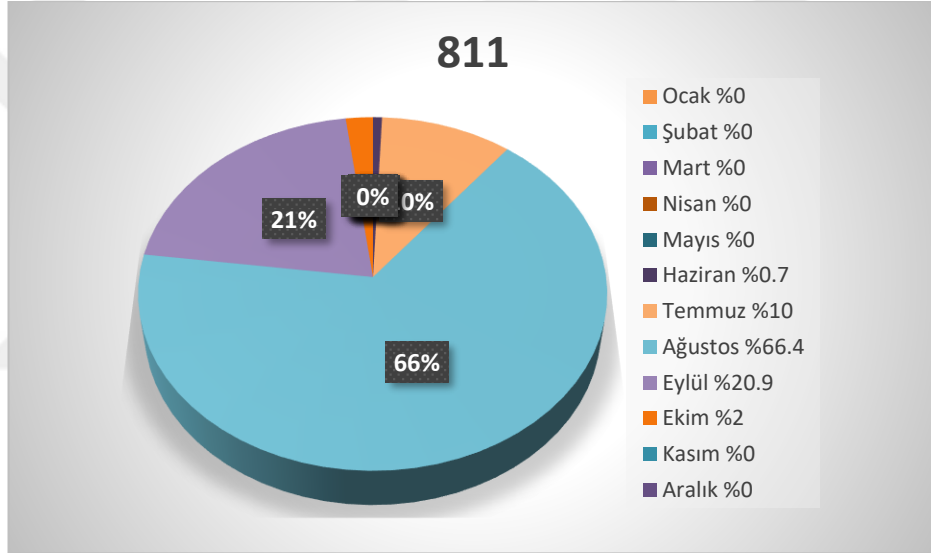
Şekil E. 13: 733 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



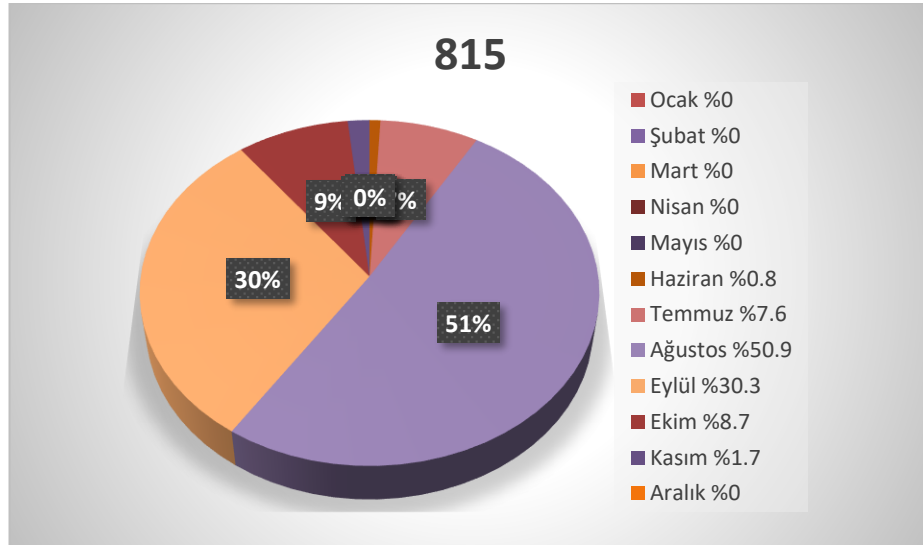
Şekil E. 14: 808 istasyonun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



Şekil E. 15: 809 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



Şekil E. 16: 811 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



Şekil E. 17: 815 istasyonunun 31 yıllık düşük akım dağılımı.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Dilan Ünlü Sönmez

Öğrenim Durumu

- **Lisans** : 2017 Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2022 İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği,
Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği

TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN/SUNUM

- 11. Ulusal Hidroloji Kongresi (13-15 Ekim 2022) Gaziantep.
“ Ege Bölgesi’nde Yaz-Kış Düşük Akım Baskınlığının Belirlenmesi”

