

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ HAVZASI AYLIK VE YILLIK ORTALAMA
AKIMLARININ EĞİLİM (TREND) ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Fatma AKÇAY

HAZİRAN 2018
TRABZON



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ HAVZASI AYLIK VE YILLIK ORTALAMA AKIMLARININ
EĞİLİM (TREND) ANALİZİ**

FATMA AKÇAY

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 / 05 / 2018

Tezin Savunma Tarihi : 21 / 06 / 2018

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Murat KANKAL

Trabzon 2018

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
Fatma AKÇAY Tarafından Hazırlanan**

**DOĞU KARADENİZ HAVZASI AYLIK VE YILLIK ORTALAMA AKIMLARININ
EĞİLİM (TREND) ANALİZİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 29 / 05 / 2018 gün ve 1755 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Servet KARASU

Üye : Doç. Dr. Murat KANKAL

Üye : Doç. Dr. Adem BAYRAM

S. Karasu

M. Kankal

Adem Bayram

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Doğu Karadeniz Havzası Aylık ve Yıllık Ortalama Akımlarının Eğilim (Trend) Analizi” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’ında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans tez çalışmam boyunca her daim kıymetli zamanlarını ayırıp, bilgi ve tecrübelerini en içten şekilde benimle paylaşan, her yönüyle örnek edindiğim, desteğini her zaman gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Murat KANKAL’a en içten şükranlarımı sunarım.

Değerli düşünceleri ile bana yol gösteren, yapıcı fikirleriyle beni daima motive eden, her zaman desteğini hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Adem BAYRAM’a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarına katkı sağlayan ve özellikle tez savunma sürecinde bana desteklerini esirgemeyen değerli hocam Arş. Gör. Sinan NACAR’a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmama katkı sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Tayfun DEDE’ye ve gerek lisans gerekse lisansüstü öğrenim hayatımda bilgilerinden faydalandığım değerli hocam Prof. Dr. Ömer YÜKSEK nezdinde üzerimde emeği geçen tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında çok değerli fikirlerini bizimle paylaşan ve literatüre önemli eğilim analizi yöntemleri kazandıran kıymetli bilim insanı Prof. Dr. Zekai ŞEN’e teşekkür ederim.

Tez çalışmamda kullanmış olduğum verilerin temini için Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca ve şüphesiz her daim beni destekleyen, her türlü sıkıntıma çare arayan, her koşulda yanımda olan Trabzon’daki en büyük destekçim değerli ağabeyim Doç. Dr. Volkan YILDIRIM ve değerli eşi Vildan YILDIRIM’a çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, benim için her türlü fedakarlığı yapan biricik ağabeyim Abdurrahman AKÇAY, ablam Esra AKÇAY, annem, babam, kardeşlerim ve hayatımın her anında yanımda olan kıymetli arkadaşlarım ve dostlarıma teşekkür ederim. Bu çalışmanın bilime, bölgemize ve ülkemize yararlı olmasını dilerim.

Fatma AKÇAY
Trabzon 2018

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Doğu Karadeniz Havzası Aylık ve Yıllık Ortalama Akımlarının Eğilim (Trend) Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Murat KANKAL’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

25/05/2018

Fatma AKÇAY

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı.....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	14
2.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri	14
2.2. Çalışmada Kullanılan İstasyonlar ve Veriler	18
2.3. Eksik Verilerin Tamamlanması	21
2.3.1. Regresyon Analizi	21
2.4. Homojenlik Testleri	22
2.4.1. Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT).....	23
2.4.2. Pettitt Testi.....	24
2.4.3. Buishand Sıra Testi.....	24
2.4.4. Von-Neumann Oran Testi.....	25
2.5. Eğilim (Trend, Gidiş) Analizi.....	26
2.5.1. Mann-Kendall Yöntemi	27
2.5.1.1. İçsel Bağımlılığın Tespiti ve Otokorelasyon Analizi	28
2.5.2. Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi	31
2.5.3. Şen'in Yenilikçi (Innovative) Eğilim Yöntemi	32
2.5.4. Şen'in Geçiş (Crossing) Eğilim Yöntemi	34
3. BULGULAR VE İRDELEME	38
3.1. Eksik Verilerin Tamamlanması	38

3.2.	Homojenlik Testlerinin Bulguları.....	38
3.3.	İçsel Bağımlılığın Tespiti ve Otokorelasyon Analizlerinin Bulguları.....	38
3.4.	Yıllık Eğilim Analizlerine Ait Bulgular ve İrdeleme	42
3.4.1.	Yıllık Ortalama Akımlar için Mann-Kendall Yöntemi'nin Bulguları.....	42
3.4.2.	Yıllık Ortalama Akımlar için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin Bulguları	43
3.4.3.	Yıllık Ortalama Akımlar için Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nin Bulguları	47
3.4.4.	Yıllık Ortalama Akımlar için Eğilim Yöntemleri Bulgularının İrdelenmesi	47
3.5.	Aylık Eğilim Analizlerine Ait Bulgular ve İrdeleme	48
3.5.1.	Aylık Ortalama Akımlar için Mann-Kendall Yöntemi'nin Bulguları	48
3.5.2.	Aylık Ortalama Akımlar İçin Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin Bulguları	52
3.5.3.	Aylık Ortalama Akımlar İçin Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nin Bulguları	97
3.5.4.	Aylık Ortalama Akımlar İçin Eğilim Yöntemleri Bulgularının İrdelenmesi	101
4.	SONUÇLAR.....	104
5.	ÖNERİLER.....	106
6.	KAYNAKLAR	107
7.	EKLER	112
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DOĞU KARADENİZ HAVZASI AYLIK VE YILLIK ORTALAMA AKIMLARININ EĞİLİM (TREND) ANALİZİ

Fatma AKÇAY

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Murat KANKAL
2018, 111 Sayfa, 6 Sayfa Ek

Bu çalışmada, küresel iklim değişikliğinin Doğu Karadeniz Havzası akımları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla seçilen 19 adet akım gözlem istasyonunda 1962-2015 yılları arası aylık ve yıllık ortalama akım verilerine eğilim analizi uygulanmıştır. İlk olarak istasyonlardaki eksik veriler regresyon modelleriyle tamamlanmıştır. Sonrasında istasyonlarda zaman içinde iklime bağlı olmayan değişiklikler olup olmadığını test etmek amacıyla yıllık ortalama akım verilerine mutlak homojenlik testleri (Standart Normal Homojenlik Testi, Pettitt Testi, Buishand Testi ve Von-Neumann Testi) uygulanmıştır. Homojen verilere sahip olduğu belirlenen 14 adet istasyona eğilim analizi yöntemlerinden Mann-Kendall, Şen'in Yenilikçi Eğilim ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemleri uygulanmıştır. Mann-Kendall Yöntemi'nden önce içsel bağımlılık dikkate alınmış ve bağımlılık tespit edilen verilerin arındırılması Trend Free Prewhitening Yöntemi ile yapılmıştır. Mann-Kendall Yöntemi ile eğilim bulunan verilerde eğilimin büyüklüğü Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi ile hesaplanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerine göre yıllık ortalama akımlarda hiçbir istasyonda eğilim görülmezken Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre düşük, orta ve yüksek değerler için farklı eğilimler görülmüştür. Aylık ortalama akımlarda ise Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerine göre çoğunlukla eğilime rastlanmazken Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre düşük, orta ve yüksek değerlerde farklı eğilimler görülmüştür. Aylık analizlerde genellikle Temmuz ve Ağustos ayları akımlarında belirgin şekilde azalan yönde eğilime rastlanırken sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında özellikle orta ve yüksek değerlerde artan yönde eğilim tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Karadeniz Havzası, Eğilim Analizi, Homojenlik Testleri, Küresel İklim Değişikliği, Mann-Kendall Yöntemi, Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi

Master Thesis

SUMMARY

TREND ANALYSIS FOR THE MONTHLY AND YEARLY MEAN FLOWS OF THE EASTERN BLACK SEA BASIN

Fatma AKÇAY

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Murat KANKAL
2018, 111 Pages, 6 Pages Appendix

In this study aiming to determine the effects of global climate change on the flows of the Eastern Black Sea Basin, trend analysis were performed on the monthly and yearly mean flows from 1962 to 2015 for 19 flow observation stations selected from the basin. Firstly, the missing data for the stations were completed with the regression models. Thereafter, the absolute homogeneity tests (i.e., Standard Normal Homogeneity Test, Pettit Test, Buishand Test, and Von-Neumann Test) were performed on the yearly mean flow data so as to test whether the non-climatic changes occurred in time. Trend analysis methods, namely Mann-Kendall, Şen's Innovative Trend Method, and Şen's Crossing Trend Method, were applied to 14 stations, where the data were homogeneous. Prior to Mann-Kendall Test, serial dependence was considered and the data having serial dependence were removed by using Trend Free Prewhitening Method. The slope of the trend for the data in which the trend was determined by using Mann-Kendall Test was calculated by using Sen's Slope Method. When the analysis results were evaluated for the yearly mean flows, it was seen that there was no trend with regard to Mann-Kendall Test and Şen's Crossing Trend Method but there were different trends for the low, medium, and high values in regard to Şen's Innovative Trend Method. Considering the monthly mean flows, there was generally no trend with regard to Mann-Kendall Test as well as Şen's Crossing Trend Method but there were different trends for the low, medium, and high values in regard to Şen's Innovative Trend Method. In the monthly analysis, decreasing trends were observed in July and August, while increasing trends were observed in the autumn, winter and spring months, especially for the medium and high values.

Key Words: Eastern Black Sea Basin, Global Climate Change, Homogeneity Tests, Mann-Kendall Test, Şen's Crossing Trend Method, Şen's Innovative Trend Method, Trend Analysis

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Türkiye hidrolojik havzaları	15
Şekil 2.	Doğu Karadeniz Havzası genel görünümü	16
Şekil 3.	Çalışmada kapsamında incelenen istasyonlar.....	19
Şekil 4.	Gözlem değerleri ve zaman arasındaki regresyon doğrusu	30
Şekil 5.	Azalan, artan ve eğilim olmayan serilerin gösterimi (Dabanlı, 2017)	33
Şekil 6.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde verilerin sınıflandırılması	34
Şekil 7.	Zaman serisinin orta noktasının bulunması ve eğilim çizgisi (Şen, 2018).....	35
Şekil 8.	Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nde alt ve üst geçişlerin bulunması	35
Şekil 9.	D22A006, D22A055, D22A058, D22A062, D22A063 ve D22A072 istasyonları yıllık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	44
Şekil 10.	D22A080, D22A085, E22A002, E22A013, E22A015, E22A028 istasyonları yıllık ortalama akımların Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	45
Şekil 11.	E22A033 ve E22A045 istasyonları yıllık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	46
Şekil 12.	D22A006 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	53
Şekil 13.	D22A055 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	56
Şekil 14.	D22A058 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	59
Şekil 15.	D22A062 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	62
Şekil 16.	D22A063 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	65
Şekil 17.	D22A072 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	68
Şekil 18.	D22A080 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	71
Şekil 19.	D22A085 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	74

Şekil 20.	E22A002 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	77
Şekil 21.	E22A013 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	80
Şekil 22.	E22A015 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	83
Şekil 23.	E22A028 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	86
Şekil 24.	E22A033 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	89
Şekil 25.	E22A045 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri	92



TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Türkiye'deki havzalar ve özellikleri (Odemis ve Evrendilek, 2007; Satılmış, 2015; DSİ, 2018)	14
Tablo 2.	İstasyonların genel özellikleri ve veri aralıkları	20
Tablo 3.	Veri sayısına (n) bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde (GS) T_0 kritik değerleri	23
Tablo 4.	Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde X_E kritik değerleri.....	24
Tablo 5.	Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde $R/\sqrt{n}$ kritik değerleri	25
Tablo 6.	Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde N_{VN} kritik değerleri	25
Tablo 7.	Akım gözlem istasyonları için homojenlik testlerinin bulguları	39
Tablo 8.	Akım gözlem istasyonlarının aylık ve yıllık ortalama akım değerleri için otokorelasyon katsayıları	41
Tablo 9.	Yıllık ortalama akım değerleri için %95 güven seviyesinde Mann-Kendall Yöntemi'nin bulguları	42
Tablo 10.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre yıllık ortalama akımların sınıflandırılması	46
Tablo 11.	Yıllık ortalama akımların C geçiş sayıları, %95 güven seviyesi için sınır değerler ve eğilim durumları	47
Tablo 12.	Aylık ortalama değerler için Mann-Kendall Yöntemi'nin bulguları ve eğilim eğimleri.....	49
Tablo 13.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A006 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	55
Tablo 14.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A055 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	58
Tablo 15.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A058 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	61
Tablo 16.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A062 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	64
Tablo 17.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A063 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	67
Tablo 18.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A072 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	70
Tablo 19.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A080 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	73

Tablo 20.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A085 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	76
Tablo 21.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A002 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	79
Tablo 22.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A013 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	82
Tablo 23.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A015 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	85
Tablo 24.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A028 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	88
Tablo 25.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A033 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	91
Tablo 26.	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A045 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması.....	94
Tablo 27.	Ayların istasyonlara göre eğilim yüzdeleri.....	95
Tablo 28.	Aylık ortalama akımların C geçiş sayıları, %95 güven seviyesi için sınır değerler ve eğilim durumları	98
Tablo 29.	Aylık ortalama akımların eğilim sonuçlarının karşılaştırılması	101

SEMBOLLER DİZİNİ

AGİ	: Akım gözlem istasyonu
C	: Geçiş sayısı
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
E(N_u)	: Geçiş sayısının ortalaması
GS	: Güven seviyesi
H₀	: Sıfır hipotezi
H₁	: Alternatif hipotez
k	: Öteleme sayısı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
N_{VN}	: Von-Neumann test istatistiği
n	: Veri sayısı
Q	: Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi'nde medyan değeri
p	: Geçiş seviyesi
R	: Buishand Testi için düzeltme oranı
R²	: Belirleme katsayısı
r_k	: Otokorelasyon katsayısı
S_k*	: Buishand Testi için kısmi toplam
S	: Mann-Kendall Yöntemi test istatistiği
SNHT	: Standart Normal Homojenlik Testi
TFPW	: Trend Free Prewhitening
t_i	: Mann-Kendall Yöntemi'nde değerleri eşit olan gözlem alt kümeleri eleman sayıları
T_k	: Standart Normal Homojenlik Testi test istatistiği
T₀	: Standart Normal Homojenlik Testi test istatistiğinin maksimum değeri
Var(S)	: S değerinin varyansı
V(N_u)	: Geçiş sayısının varyansı
X_k	: Pettit Testi için test istatistiği
X_E	: Pettit Testi için test istatistiğinin maksimum değeri
X²	: Kikare
X_i	: Otokorelasyon analizinde gözlem değerleri

$\bar{X}$	: Serinin ortalaması
Y_t	: Ön-arındırma yapıldıktan sonra elde edilen yeni seri
Y_t''	: Trend Free Prewhitening Yöntemi uygulanan yeni seri
$\bar{Y}$	: Standart Normal Homojenlik ve Pettitt testlerinde gözlem değerlerinin ortalaması
Y_i	: Homojenlik testlerinde gözlem değerleri
y	: Yükseklik
Z	: Standart normal değişken
$Z_{\alpha/2}$	: α anlamlılık düzeyi için normal dağılımın kritik değeri
α	: Anlamlılık düzeyi
τ	: Kendall korelasyon katsayısı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Su, kainattaki en kıymetli doğal kaynaklardan biridir. Dünyadaki toplam suyun %2,46'sı karalarda tatlı su kaynağı olarak bulunmaktadır. Yani insan kullanımı için elverişli su çok gibi görünse de azdır. Tatlı su kaynaklarımızın hemen hemen hepsi hidrolojik çevrim sayesinde yağışlardan oluşmaktadır. Yağışlar yeraltı suyunu, akarsu ve gölleri besleyerek canlılar tarafından ihtiyaç duyulan tüm suyu sağlamaktadır (Akbal, 2015). Dünya üzerindeki su kaynakları sınırlıdır; fakat bu kaynakların kullanım alanı geniştir. İnsan nüfusunun artmasıyla birlikte suya karşı olan talep de sürekli artmaktadır.

Küresel iklim elemanları dünyanın oluşumundan beri kendi içinde zamana ve yere bağlı olarak doğal değişimler göstermiştir. Bu doğal değişime 19. yüzyılın ortalarında sanayi devriminden sonra, insan faaliyetleri de katılmaya başlamıştır. Sanayileşme, araç kullanımı, fosil yakıt kullanımının artması, arazi kullanımı değişiklikleri ve ormanların tahrip edilmesi ile doğal kaynaklar tahrip edilmeye başlanmıştır. Tüm bu çeşitli insan etkileri neticesinde, atmosfere salınan sera gazlarının (karbondioksit, metan, diazotmonoksit vb.) atmosferdeki birikimlerinin önemli düzeyde artmasıyla radyasyon dengesi bozulmaya başlamıştır. Sera gazlarının miktarındaki bu artış nedeniyle yeryüzünden yansıyan güneş ışınları uzaya ulaşmadan tutulmaktadır ve yeryüzüne geri yansıtılmaktadır. Bu da küresel ısınmaya neden olmakta, küresel ısınma da iklimi etkilemekte ve çeşitli eğilimler göstermesine neden olmaktadır.

Küresel ısınma ve yukarıda bahsedilen birçok sebepten dolayı dünyada iklim değişiklikleri yaşanmaya başlamıştır. İklim, hidrolojik çevrimi kontrol eden başlıca etkidir. Bu sebeple, çeşitli nedenlerden dolayı meydana gelen iklim değişikliği de hidrolojik çevrimi etkilemektedir. Zaman içinde meydana gelen iklim değişimleri doğanın dengesini bozmakta ve su kaynaklarını olumsuz olarak etkilemektedir.

Ülkemizin tatlı su kaynakları sınırlıdır. 1970-2017 yılları arası toplam yağış ortalaması 622,7 mm olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin toplam kullanılabilir yerüstü ve yeraltı potansiyeli yaklaşık 112 milyar m³/yıl'dır (MGM, 2018a; DSİ, 2018). Dünya yağış ortalamasının 1.000 mm olduğu göz önüne alındığında ülkemizin su kaynakları açısından zengin bir ülke olmadığı açıkça görülmektedir. Ülkemizde, tatlı su kıtlığı olmasının ve

yağış ortalamasının dünya ortalamasının altında kalmasının yanında; hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kirlilik ve özellikle iklim değişikliği gibi nedenlerden dolayı mevcut su kaynakların kullanılması ve korunması son derece önemlidir. Türkiye, iklim değişikliğinden kaynaklanan nedenlerle özellikle su kaynaklarının azalması, kuraklık, çölleşme ve orman yangınları ile bunlara bağlı doğal dengenin bozulması gibi öngörülen olumsuz yönlerden etkilenecektir. Bu nedenle iklim değişikliğinin potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeleri arasındadır (Türkeş, 2002). Bu nedenlerden dolayı dünyada olduğu gibi ülkemizde de iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar giderek artmakta ve ilgi çekici olmaktadır.

Hem iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini ortaya koymak hem de su kaynakları sistemlerinin planlanması ve yönetilmesi bakımından, zaman içerisinde hidrometeorolojik verilerin değişimin bilinmesi çok önemlidir. Bu değişim eğilim (trend) analizi gibi istatistik yöntemler kullanılarak belirlenmektedir. Eğilim, bir rastgele değişkenin değerlerinde zamana bağlı olarak artma ya da azalma yönünde bir değişimin olmasıdır. İklim çalışmalarında hidrometeorolojik verilerin eğilim analizinin yapılması önemli bir adımdır.

Son yıllarda, iklim çalışmalarında en çok tartışılan konulardan biri de akarsulardaki akışta bir eğilimin olup olmamasıdır. İklim değişikliğinin yağışı ve akışı ne derece etkilediği merak uyandırmaktadır. Özellikle son zamanlarda dünya genelinde yapılan çalışmalar yağışlarda ve akımlarda önemli değişimler (artma/azalma) olduğunu göstermiştir (Wang vd., 2012; Silva vd., 2015; Gajbhiye vd., 2016).

Hidrolojik çalışmalarda çok önemli olan akarsu akımının ölçülmesinin, bir akarsuyun enerji üretim potansiyeli, içme veya sulama suyu kullanımı, bölgedeki taşkın kontrolü ve diğer bir takım amaçlardan dolayı; bölgeye yapılan veya yapılacak olan projelerde önemli bir aşama olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda, hidrometeorolojik değişkenlerin ne yönde bir eğilimin olduğunu belirleyebilmek ise ayrıca önemlidir (Ay ve Kişi, 2017). Akımların analizinde; ortalama ve düşük akımlarla ilgili hidrolojik bilgiler baraj haznelerinin kapasitesinin hesabında ve baraj işletmesinde, taşkınlarla ilgili bilgiler taşkın yapılarının projelendirilmesi ve işletmesinde ve düşük akımlarla ilgili bilgiler ise su kalitesinin kontrolü ile ilgili problemlerde ve su temini projelerinde gereklidir. Akımlarda eğilim bulunması gelecek için verilecek kararları önemli oranda etkileyecektir (Bayazıt vd., 2002). Ayrıca akımlardaki eğilimin bilinmesi iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri üzerine önemli sonuçlar vermektedir.

1.2. Önceki Çalışmalar

Bu çalışma kapsamında Doğu Karadeniz Havzası akımlarının eğilimi incelenmiştir. Önceki çalışmalar incelendiğinde dünyada ve ülkemizde sadece akımların eğilim analizinin ele alındığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

Douglas vd. (2000), Amerika'daki ortalama 48 yıllık veriye sahip 1.571 istasyonda en büyük ve en düşük akımlara eğilim analizi yöntemlerini uygulamışlardır. En büyük akımlara uyguladıkları Mann-Kendall Yöntemi'ne göre istatistiksel olarak önemli eğilimler belirleyememişlerdir. Düşük akımlarda ise ülkenin batısındaki geniş bir alanda ve üç küçük bölgede önemli artan eğilimler belirlemişler ve bu eğilimlere yağıştaki artışın sebep olduğu belirtmişlerdir.

Cıgızoğlu vd. (2004), Türkiye'nin 24 havzasında seçilen 100 adet istasyonda veri uzunluğu 25 ile 65 yıl arasında değişen dönemde yıllık düşük, ortalama ve yüksek ortalama akım verilerine eğilim analizi yöntemlerini uygulamışlardır. Eğilim analizi yöntemi olarak parametrik t ve parametrik olmayan Mann-Kendall yöntemlerini kullanmışlardır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; Türkiye'nin batı ve güneyindeki nehirlerin çoğunda, orta kesimdeki bazı nehirlerde ve doğu kesimlerdeki nehirlerin büyük kısmında azalan yönlü eğilimlere rastlanmıştır. Orta ve en düşük akımlarda eğilim görülme sıklığı en yüksek akımlara göre fazla olmuştur.

Kahya ve Kalaycı (2004), Türkiye'nin 26 havzasından seçilen 31 yıl süreli veriye sahip 83 istasyondan alınan aylık ortalama akım verileriyle eğilim analizi yapmışlardır. Eğilim analizi yöntemlerinden Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall yöntemlerini uygulamışlardır. Aylık eğilimlerin homojenliği Van Belle Hughes Homojenlik Yöntemi ile ölçülmüştür. Analizler sonucunda, aylık ortalama akım verilerinin Türkiye'nin batısında azalan yönde eğilim tespit edilirken doğusunda eğilim tespit edilememiştir.

Dağlı (2004), Türkiye'deki 26 havzanın 24'ünde seçilen 100 adet akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait yıllık en düşük, ortalama ve en yüksek akımlara eğilim analizi yapmıştır. Eğilim analizi yöntemlerinden parametrik t ve parametrik olmayan Mann-Kendall yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada Mann-Kendall Yöntemi'nden önce içsel bağımlılığı tespit etmek amacıyla otokorelasyon analizi yapılmış ve anlamlı içsel bağımlılık bulunan verilere Trend Free Prewhitening (TFPW) Yöntemi'ni uygulanarak içsel bağımlılıklar giderilmiştir. Ayrıca çalışmada eğilim görülen istasyonlar birleştirilerek

bölgesel eğilim analizi yapılmıştır. Seçilen bölgeler; Ege, Batı Akdeniz, Marmara, Trakya, İç Anadolu ve Doğu Akdeniz'dir. Karadeniz Bölgesi'nde eğilim bulunmamıştır. Bölgesel eğilim analizi sonuçları incelendiğinde, genelde azalan yönde eğilimler tespit edilmiştir.

Say (2006), Türkiye'deki 26 büyük havzadan toplamda 83 AGİ seçerek uzunlukları 31 ile 37 yıl arasında değişen mevsimlik ortalama akımlara eğilim analizi yöntemlerini uygulamıştır. Çalışmada; Eğilim analizi yöntemlerinden parametrik bir yöntem olan En Küçük Kareler Yöntemi'ni ve parametrik olmayan yöntemlerden Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Mevsimsel Mann-Kendall ve Sen'in Eğilim Eğim yöntemlerini kullanılmıştır. Uygulama sonucunda en çok eğilim belirlenen mevsim ilkbahar olarak saptanmış ve bu eğilimlerin genellikle azalan yönde olduğu görülmüştür. En az eğilim belirlenen mevsim ise yaz mevsimi olmuştur. Genellikle tüm havzalarda azalan yönde eğilim belirlenirken Doğu Karadeniz Havzası akımlarında eğilim ortaya çıkmamıştır.

Topaloğlu (2006), Türkiye'de 26 havzada 1968-1997 yılları arasında seçilen 84 AGİ'nin yıllık en küçük, ortalama ve en büyük ve aylık ortalama akım verileri ile Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanarak eğilim analizi çalışması yapmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye'nin batısında anlamlı eğilimler görülürken geriye kalan kısmında anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Cebe (2007), 1938-2001 yılları arasında Türkiye'deki 26 havzadan 24'üne ait 108 istasyonun aylık ve yıllık ortalama akım verileriyle eğilim analizleri yapmıştır. Aylık ortalama akımlardan mevsimlik ortalamaları elde etmiş ve hem mevsimsel hem de yıllık analiz yapmıştır. Eğilim analizi yöntemi olarak Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanmış ve eğilimlerin homojenliğini Kikare (X^2) Yöntemi ile ölçmüştür. Çalışma sonucunda; Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerinde azalan eğilimlere rastlanırken; kuzeyde önemli bir değişim görülmemiştir.

Uçgun (2010), Kızılırmak Havzası'nda 1937-2007 yılları arasında seçilen 14 adet yağış gözlem ve 13 adet AGİ'den alınan yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam buharlaşmanın yanında aylık ve yıllık ortalama akım verilerine önce t-Yöntemi ile homojenlik analizi yapmış; daha sonra homojen olan istasyonlarda eğilim analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada eğilim analizi yöntemlerinden Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon ve Sen'in Eğilim Eğim yöntemleri kullanılmıştır. Analizler sonucunda yıllık ortalama akımlarda genelde azalan yönde eğilim bulurken, yıllık toplam yağış verilerinde eğilime rastlanılmamıştır. Yıllık ortalama sıcaklıklarda iki

istasyonda artan yönde eğilim tespit edilirken, yıllık toplam buharlaşma verilerinde herhangi bir eğilim bulunamamıştır.

Altınışık (2015), Doğu Karadeniz Havzası'nda veri uzunluğu 24 ile 50 yıl arasında değişen 12 adet AGİ'ye ait aylık ortalama, yıllık ortalama ve yıl içerisindeki en büyük günlük akım verilerini kullanarak detaylı analizler yapmıştır. İstasyonların verilerine akım analizi yapılmış, debi süreklilik eğrileri çizdirilmiş, taşkın frekans analizi uygulanmış, taşkın zarf eğrileri çizdirilmiş, yıllık ortalama ve en büyük akımlara Mann-Kendall Yöntemi uygulanmış ve mevsimsellik analizi yapılmıştır. Yıllık ortalama akımların analizi sonucunda 2232 ve 2239 No'lu istasyonlarda artan yönde, en büyük akımların analizinde ise 2201 ve 2228 No'lu istasyonlarda artan yönde, 2213 ve 2215 No'lu istasyonlarda azalan yönde eğilim gözlemlenmiştir.

Yıldırım (2015), yaptığı çalışmada Orta Fırat Havzası'nda seçilen dört adet AGİ'de 1968-2013 yılları arasında değişen aylık ve yıllık ortalama akım verilerine eğilim analizi yöntemleri uygulamıştır. Yöntem olarak Mann-Kendall ve Sen'in T yöntemleri gibi istatistiksel yöntemlerin yanında Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ni kullanmıştır. Çalışmada hiçbir varsayım yapmaması, ön hesaplamalar gerektirmemesi gibi yönleriyle Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin üstünlükleri ifade edilmiştir. Analizler sonucunda, Mann Kendall Yöntemi'ne göre istasyonlarda eğilim çıkmamış, Sen'in T Yöntemi ve Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde kısmi artan yönde eğilimlere rastlanılmıştır.

Ay ve Kişi (2017), Kızılırmak Havzası'nda seçilen 4 adet AGİ'nin aylık ortalama akım verilerine Şen'in Yenilikçi Yöntemi ve Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanarak eğilim analizi yapmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde Mann-Kendall Yöntemi'ne göre iki istasyonda azalan eğilimler görülürken; Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre düşük, orta ve yüksek değerler için çeşitli eğilimler görülmüştür.

Diop vd. (2017), Yukarı Senegal Havzası'nda seçilen bir istasyonda 1961-2014 yılları arasında aylık, yıllık ve mevsimlik ortalama akımlara eğilim analizi yapmışlardır. Eğilim analizi yöntemlerinden Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanmışlar ve eğilimlerin büyüklüklerini Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi'yle hesaplamışlardır. Çalışmada; Mann-Kendall Yöntemi'nden önce içsel bağımlılık dikkate alınmış, ayrıca zaman serisindeki değişim yıllarını Pettitt Yöntemi ile ölçülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde yıllık ortalama akımlarda 1976 yılından önce önemli azalışlar, 1993 yılından sonra ise önemli artışlar görülmüştür. Aylık sonuçlarda ise Haziran ayı hariç belirgin olmayan azalışlar görülmüştür.

Yağış ve sıcaklığın akımları etkilediği bilinmektedir. Bu sebeple bu çalışmada yağış ve sıcaklıkla ilgili eğilim çalışmaları da incelenmiştir. Bunlardan bazıları şunlardır:

Partal ve Kahya (2006), Türkiye genelinde 1929-1993 yıllarını kapsayan süreçte 96 adet meteoroloji istasyonunun yağış ölçüm verilerinden faydalanarak ortalama, bölgesel ortalama ve aylık toplam yağış verilerine parametrik olmayan Mann-Kendall ve Sen'in T yöntemlerini uygulamışlardır. Mann-Kendall Yöntemi'nden önce içsel bağımlılığı dikkate almışlardır. Eğilim analizi sonucunda Ocak, Şubat ve Eylül ayları yağışlarında anlamlı azalma eğilimleri görülmüştür. Yıllık ortalama yağışlarda, daha çok Türkiye'nin batısında, güneyinde ve Karadeniz sahilinde azalışlar olduğu sonucuna varılmıştır.

Özfidaner (2007), Türkiye'de bulunan meteoroloji istasyonlarından yağış ölçümlerine ait aylık ve yıllık toplam yağış verilerinin 1932-2002 yılları arasındaki eğilim analizini Mann-Kendall ve t yöntemleri ile noktasal olarak ve Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesi için 1968-1997 yılları arasındaki eğilim analizini yeni geliştirilmiş Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Yöntemi ile bölgesel olarak yapmıştır. Elde edilen sonuçlar bölgesel ölçekte 1968-1997 yılları arasında daha önce bölgesel eğilim analizi yapılmış akım verileri sonuçları ile kıyaslanmıştır. Sonuç olarak noktasal ölçekte Türkiye'nin yedi bölgesi için yağış verilerinde özellikle kış aylarında azalma eğiliminin olduğunu belirlenmiştir. Diğer yandan çalışmada sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında ise yağış verilerinde artma eğilimi belirlenmiştir. Bölgesel ölçekte ise yağış verilerinde Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde genel olarak bir azalma, diğer bölgelerde ise yıl içinde artma ve azalma eğilimleri birbirine yakın çıkmış; ayrıca yağışlardaki eğilimin Güney Doğu Anadolu Bölgesi hariç genel olarak nehir akımlarını etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Zhang vd. (2008), Çin'deki Yellow Havzası üzerinde belirlenen 66 istasyonda 1960-2004 yılları arası en büyük ve en düşük sıcaklık verilerine Mann-Kendall Yöntemi'ni uygulamışlardır. Çalışma sonucunda 1960-1984 döneminde bir azalış eğilimi, 1984'den sonra bir artış eğilimi olduğunu belirtilmiştir. Bu artış eğiliminin özellikle 1990'lardan itibaren başladığını vurgulanmıştır.

Çiftlik (2012), Ege Bölgesi'nde ortalama 40 yıl süreli verisi bulunan 49 adet yağış gözlem istasyonlarından alınan yıllık toplam yağış verilerine eğilim analizi yapmıştır. Çalışmada; eğilim analizi yöntemlerinden önce gerçekte olmayan bir eğilimin oluşmasına sebep olan içsel bağımlılığı ölçmek amaçlı otokorelasyon analizleri yapılmış, içsel bağımlılık tespit edilen verilere ön arındırma (pre-whitening) işlemi uygulanmıştır. Bu analizlerden sonra; verilere eğilim analizi yöntemlerinden parametrik t ve parametrik

olmayan Mann-Kendall, Mann Kendall Mertebe Korelasyon, Spearman'ın Rho ve Sen'in Eğilim Eğim yöntemleri uygulamış; sonuç olarak genellikle azalma eğilimli sonuçlar elde etmiştir.

Çoban (2013), 1971-2010 yılları arasında Türkiye genelinde seçilen 80 adet yağış gözlem istasyonuna ait yıllık toplam yağış verilerine Mann-Kendall, Regresyon ve Şen'in Yenilikçi Eğilim yöntemlerini uygulamıştır. Sonuçta; 13 istasyonda eğilim belirlenirken, üç istasyonda üç yöntemle göre de artan yönde bir eğilim görülmüştür. Karadeniz Bölgesi en fazla artan yönde eğilim gösteren ve iklim değişikliği açısından yağış artışı bakımından en çok etkilenen bölge olmuştur.

Çanlı (2015), 1961-2013 yılları arasında Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon, Giresun, Rize ve Artvin illerinde yer alan dört adet meteoroloji istasyonuna ait aylık en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık ile aylık toplam yağış verilerine Mann-Kendall ve regresyon analizi yöntemleri kullanılarak eğilim analizi uygulamıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda; Trabzon İli'nde yaz mevsiminde ortalama ve en düşük sıcaklık değerlerinde, Rize İli'nde yaz ve sonbahar mevsimlerinde tüm sıcaklık parametrelerinde, Giresun İli'nde tüm mevsimlere ait en düşük ve yaz ve sonbahar mevsimlerinin ortalama sıcaklık değerlerinde ve son olarak Artvin İli'nde yaz mevsimi ortalama ve en düşük sıcaklık değerlerinde artış eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış ortalamasında ise; Trabzon İli hariç diğer tüm illerde artış eğilimi olduğu sonucuna varılmıştır.

Ay ve Kişi (2015), 1970-2011 yılları arasında Türkiye'de Samsun, Trabzon, Ankara, Yozgat, Adana ve Antalya illerindeki altı yağış istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile eğilim analizi yapmışlardır. Eğilim analizi yöntemi olarak Mann-Kendall ve Şen'in Yenilikçi Eğilim yöntemleri kullanılmıştır. Mann-Kendall Yöntemi'ne göre Samsun ve Trabzon illerinde artan yönde eğilim bulunurken, Ankara, Yozgat ve Adana illerinde eğilime rastlamamıştır. Antalya ili ise bazı aylarda artan veya azalan eğilim göstermiştir. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin sonuçlarına bakıldığında; verileri düşük, orta ve yüksek diye sınıflandırabildiğinden; aylık toplam yağışların düşük ve yüksek değerlerinde farklı eğilimler görülmüştür.

Karahan vd. (2015), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan yağış istasyonlarının 2010 yılına kadar olan gözlem süresi boyunca en büyük yağış şiddetlerinde bir eğilimin bulunup bulunmadığı ve standart süreli en büyük yağış gözlem değerlerinin temel istatistik özelliklerini Şen'in Yenilikçi Eğilim ve Mann-Kendall yöntemlerini uygulayarak

incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre genel olarak istasyonların çoğunda gözlem süresinin ikinci yarısında artış görülmüştür.

Nemli (2017), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde seçilen 10 adet meteoroloji istasyonunda 1957-2010 yılları arasında 14 farklı standart yağış süresinde gözlenen en büyük yağış şiddetlerini kullanarak eğilim analizi uygulamıştır. Eğilim analizi yöntemi olarak parametrik Basit Lineer Regresyon ve parametrik olmayan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho yöntemlerini kullanmış, bulunan eğilimlerin başlangıç yıllarını Mann-Kendall Sıra Korelasyon Yöntemi ile tespit etmiştir. Ayrıca, eğilim analizi yöntemlerini uygulamadan önce verilerin homojenliğini Run Yöntemi ile test etmiştir, daha sonra otokorelasyon analizi yaparak serisel bağımlılığın varlığını araştırmıştır. Serisel bağımlılık tespit edilen verilere ön arındırma uygulamış ve gerçekte var olmayan eğilimlerin çıkmasını engellemiştir. Çalışma sonucunda, standart süredeki yağış şiddetleri için eğilim analizi değerlendirildiğinde genellikle artan yönde eğilimlere rastlanılmıştır.

Şen (2018), çalışmasında yeni bir eğilim analizi yöntemi ortaya koymuştur. Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi olarak isimlendirilen bu yöntem zaman serisinin geçiş özelliklerine bağlıdır. Şen, bu çalışmada Türkiye'nin yedi bölgesinden seçilen yedi ilde (İstanbul, İzmir, Ankara, Antalya, Trabzon, Erzurum ve Diyarbakır) 50 yıldan fazla süreli yıllık aşırı yağışların eğilimine bakmıştır. Yöntemin geçerliliğini Monte-Carlo simülasyonları yardımıyla belirlemiştir. Yöntemin sonuçlarını kıyaslamak amacıyla Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde her iki yöneme göre de farklı eğilimler görülmüştür.

Bu çalışmaların yanında akım, yağış, sıcaklık, bağıl nem, askıda katı madde buharlaşma gibi hidrolojik değişkenlerin birlikte incelenerek eğilim analizlerinin yapıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Wang vd. (2012), Çin'in Shiyang Havzası'nda 50 yıllık bir süreç için yağış, sıcaklık, akım ve buharlaşma parametrelerine aylık, yıllık ve mevsimlik ölçekte Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanarak eğilim analizi uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, akımlarda belirgin bir azalış, sıcaklıklarda belirgin bir artış bulunurken yağışlarda değişim saptanmamıştır. Buharlaşmada ise üç mevsimde azalan eğilim bulunmuştur.

Eris ve Ağırlioğlu (2012), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 1944-2006 yıllarında veri uzunluğu 10 ile 49 yıl arasında seçilen 38 yağış istasyonu ve 40 AGİ'nin yıllık ortalama yağış ve akım verilerine homojenlik ve eğilim analizleri uygulamışlardır. Homojenlik analizi olarak Çift Toplama Eğrisi Yöntemi'ni kullanmışlar ve homojensizlikleri yine bu

yönteme göre gidermişlerdir. Eğilim analizi yöntemi olarak ise verilere Mann-Kendall Yöntemi'ni uygulamışlardır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, yağış istasyonlarının 27'si homojen çıkmış olup bunlarda eğilim görülmemişken homojen çıkmayan 11 istasyonun verilerinin homojenleştirilmesiyle yapılan eğilim analizi sonucunda dört istasyonda artan ve azalan yönlü eğilimler görülmüştür. Akımlarda ise istasyonların 22'si homojen çıkmış, kalan 18 istasyonun verileri de yağış verilerine benzer şekilde homojenleştirilmiş ve yapılan eğilim analizleri sonucunda verileri homojenleştirilen 5 istasyonda azalan yönlü eğilimler görülmüştür.

Çeribaşı (2015), Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz ve Sakarya havzalarında seçilen istasyonlarda yağış-akış-askıda katı madde verilerinin 1979-2012 periyodundaki kısmında yıllık ortalama verileri kullanarak eğilim analizi çalışması yapmıştır. Eğilim analizi yöntemi olarak Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho yöntemlerini kullanmıştır. Analizler incelendiğinde Batı Karadeniz Havzası için istasyonlardan alınan yağış verilerinde eğilime rastlanmazken, akış ve askıda katı madde verilerinde bazı istasyonlarda azalan yönde eğilimlerle karşılaşmıştır. Doğu Karadeniz Havzası'ndaki yağış verilerinde bazı istasyonlarda artan yönde eğilimlere rastlanırken, akış ve askıda katı madde verilerinde eğilim görülmemiştir. Sakarya Havzası için yağış, akış ve askıda katı madde verilerinde bazı istasyonlarda azalan yönde eğilimlere rastlanmıştır.

Özkoca (2015), Orta Karadeniz kıyı şeridindeki Sinop, Samsun ve Ordu illerinin 1975-2013 yılları arasındaki 13 adet yağış ve 23 adet akım istasyonundan alınan verilerle yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve ortalama akımların eğilim analizlerini yapmıştır. Verilerin homojenliğini; Standart Normal Homojenlik (SNHT), Pettit, Buishand ve Von-Neumann testleri ile ölçülmüştür. Eğilim analizi yöntemlerinden Mann-Kendall ve Sen'in Eğilim Eğim yöntemlerini kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; sıcaklıkta artan, yağışta kıyıda artan, iç kesimlerde azalan ve akımda ise azalan yönde eğilim tespit edilmiştir.

Silva vd. (2015), Portekiz'de 1960-2000 yılları arasında Cobres Nehri'nde seçilen sekiz adet yağış ve üç adet AGİ'deki aylık toplam yağış ve yıllık ortalama akımlara eğilim analizi uygulamışlardır. Eğilim analizi yöntemi olarak Mann-Kendall ve Sen'in Eğilim Eğim yöntemleri kullanılmış ve bazı istasyonlarda akım değerlerinde önemli azalış eğilimleri belirlenmiştir.

Odabaşı (2016), 1960-2015 yılları arasında İstanbul İli'ne ait 72 yağış gözlem istasyonundan alınan günlük toplam yağış, günlük en küçük, en büyük ve ortalama sıcaklık

verilerine önce homojenlik testleri uygulamış ve homojen olduğunu tespit ettiği istasyonlara parametrik yöntemlerden Mann-Kendall, Sen'in T, Mevsimsel Mann-Kendall ve parametrik olmayan yöntemlerden regresyon analizi yöntemlerini uygulamıştır. Çalışma sonucunda, İstanbul'da sıcaklıkta anlamlı bir artış, yağışta ise kış mevsiminde anlamlı bir artış olduğu görülmüştür.

Gajbhiye vd. (2016), Hindistan'da 1901-2002 yılları arasında Sindh Havzası'nda seçilen beş istasyonda yağış verilerine yıllık, aylık ve mevsimsel eğilim analizi yapmışlardır. Eğilim analizi olarak Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanmışlar ve bulunan artış ve azalışları eğimlerini Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi ile hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda mevsimsel ve yıllık verilerde artan yönde eğilimler saptanmıştır.

Dabanlı vd. (2016), Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Ergene Havzası'nda 1961-2010 yılları arasında seçilen sekiz istasyonda bağıl nem, sıcaklık, yağış ve akım verilerine eğilim analizi uygulamışlardır. Yöntem olarak Mann-Kendall ve Şen'in Yenilikçi Eğilim yöntemleri kullanılmıştır. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde veriler çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek şeklinde beş sınıfa ayrılmış ve her bir sınıfın eğilimine bakılmıştır. Mann-Kendall Yöntemi sonucunda hiçbir parametre ve istasyonda eğilim bulunamazken, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde sıcaklık değerlerinin yüksek ve çok yüksek değerlerinde artış görülmüştür. Bu da Ergene Havzası'nın gelecekte kuraklıkla ilgili hassasiyet yaşamasının muhtemel olduğunu göstermiştir.

Minaei ve Irannezhad (2016), İran'ın kuzeydoğusunda seçilen 17 istasyonda 1953-2013 yılları arasında yağış, sıcaklık ve akım verilerinin günlük, yıllık ve aylık değerlerine Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanarak eğilim analizi yapmışlardır. Eğilimlerin eğimlerini Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi ile bulmuşlardır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, yağış ve sıcaklıklarda artan akımlarda ise azalan eğilimlere rastlanılmıştır.

Önceki çalışmalar incelendiğinde, Türkiye'de yapılan eğilim analizi çalışmaları ağırlıklı olarak yağış, sıcaklık ve akım parametreleri üzerine yoğunlaşmıştır (Kahya ve Kalaycı, 2004; Topaloğlu, 2006; Çoban, 2013; Ay ve Kişi, 2015; Dabanlı vd., 2016). En sık karşılaşılan eğilim analizi yöntemleri ise Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon ve Sen'in Eğilim Eğim yöntemleridir. Son yıllarda Şen (2012) tarafından literatüre kazandırılan Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi de eğilim analizi çalışmalarında sıkça karşımıza çıkmaktadır (Çoban, 2013; Yıldırım, 2015; Ay ve Kişi, 2015; Dabanlı vd., 2016).

İklim değışikliğı çalışmalarından önce, çalışma yapılacak istasyonların homojenliğini kontrol etmek ve eğilim analizlerini homojen verilere uygulamak önemlidir (Zaifoğlu vd., 2017). Önceki çalışmalar incelendiğinde, eğilim analizinden önce homojenlik sınamaları yapılan çalışmaların az sayıda olduğu görülmüştür (Kahya ve Kalaycı, 2004; Uçgun, 2010; Odabaşı, 2016, Zaifoğlu vd., 2017). Mann-Kendall Yöntemi uygulayan çalışmalar incelendiğinde, önce içsel bağımlılık tespiti yapan çalışmaların çok az olduğu tespit edilmiştir (Dağılı, 2004; Partal ve Kahya, 2006; Çiftlik, 2012; Diop vd., 2017). İçsel bağımlılık tespit edilmediğı durumlarda, zaman serisinde gerçekte olmayan bir eğilim görülebilmektedir. Bu bağımlılık, belli bir önem seviyesinde anlamlı ise giderilmeli ve daha sonrasında Mann-Kendall Yöntemi uygulanmalıdır (Van Storch ve Navarra, 1995).

Doğu Karadeniz Havzası için yapılan çalışmalara bakıldığında, son yıllarda havzada ağırlıklı olarak çalışılan parametre yağıştır (Partal ve Kahya, 2006; Çanlı, 2015; Nemli, 2017). Havza yağışlarında son yıllarda yapılan bu çalışmalarda genellikle artan yönde eğilimler belirlenmiştir (Çanlı, 2015; Nemli, 2017). Doğu Karadeniz Havzası akımlarının incelendiğı çalışmalar ise genellikle Türkiye’deki bütün havzaların incelendiğı ülke geneli ya da Karadeniz Bölgesi’ndeki çalışmaların içinde yer almıştır. Bu çalışmalarda genellikle havza akımlarında eğilime rastlanmamıştır (Cıgızoğlu vd., 2004; Kahya ve Kalaycı, 2004; Topaloğlu, 2006; Cebe, 2007; Altınışik, 2015; Çeribaşı, 2015). Bunun yanında, bu çalışmaların istasyon sayısı ve istasyonları havzadaki dağılımı bakımından havzayı tam olarak yansıtip yansıtmadığı tartışılabilir. Altınışik (2015), çalışmasında Doğu Karadeniz Havzası’nda yer alan 12 AGİ’ye ait akım verilerine detaylı analizler yapmıştır. Bu analizlerden biri de eğilim analizidir. Altınışik, yıllık ortalama ve en büyük akımlara Mann-Kendall Yöntemi’ni uygulamış ve ortalama akımlarda iki istasyonda artan yönde eğilimler saptamıştır. Altınışik’in eğilim analizi çalışması tek bir yöntem kullanması açısından, herhangi bir eğilim olup olmadığından emin olmak için yetersiz kalabilmektedir. Konu ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde Mann-Kendall Yöntemi’ne göre eğilim bulunamayan verilere Şen’in Yenilikçi Eğilim Yöntemi uygulandığında çeşitli eğilimler görüldüğü bilinmektedir (Yıldırım, 2015; Ay ve Kişi 2015, Dabanlı vd., 2016). Bu sebepten, bu çalışmada Doğu Karadeniz Havzası akımları Şen (2012) tarafından önerilen yeni yöntemle de analiz edilmiştir. Bu tez çalışmasında Altınışik (2015)’in çalışmasıyla ortak olan ve veri uzunlukları yaklaşık aynı olan sekiz adet istasyon bulunmaktadır (E22A002, E22A013, E22A015, E22A028, E22032, E22A033 ve E22A045, E22A047). Çalışma kapsamında havza akımları Şen (2018) tarafından önerilen Şen Geçiş Eğilim

Yöntemi ile de analiz edilmiş ve çalışmadan elde edilen bulgular, hem Altınışik (2015)'in hem de havzada yapılan diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır. Ayrıca bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak havza akımları aylık olarak da analiz edilmiştir.

Doğu Karadeniz Havzası, coğrafi ve iklim koşullarına bağlı olarak Türkiye'nin en çok yağış alan bölgesidir. Bu durum havzanın su potansiyelinin de oldukça yüksek olmasına neden olmaktadır ve buna bağlı olarak havzada su kaynaklarının yönetimi büyük önem arz etmektedir. Bu noktada Doğu Karadeniz Havzası için su kaynaklarının planlanması, korunması ve işletilmesi bakımından akımların geçmişte davranışlarının analizini yapmak son derece önemlidir. Bu analizlerin sonuçları; havza akarsularının enerji üretim potansiyeli, içme veya sulama suyu kullanımı, bölgedeki taşkın kontrolü ve iklim değişikliğinin etkileri gibi son derece önemli konularda gelecekle ilgili doğru kararlar verilmesinde önemli rol oynayacaktır.

Sonuç olarak Doğu Karadeniz Havzası'nda aylık ve yıllık ortalama akımların eğilim analizinin 19 adet istasyonda yapıldığı başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun yanında Şen (2018) tarafından tanıtilen Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi ilk defa akım verilerine uygulanmıştır.

1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, Doğu Karadeniz Havzası'nda bulunan 19 adet AGİ'den alınan akım verileri ile yıllık ve aylık ölçekte eğilim analizi çalışması yapmaktır. Böylece hem iklim değişikliğinin havza üzerindeki etkilerini belirlenmiş olacak hem de havzanın su kaynaklarının korunması ve planlanması bakımından yapılacak olan çalışmalara ışık tutulmaya çalışılacaktır.

Çalışma kapsamında öncelikle, istasyonlardaki eksik veriler regresyon modelleriyle tamamlanmıştır. Daha sonra istasyonların homojenliği dört adet mutlak homojenlik testiyle (Standart Normal Homojenlik Testi, Pettit Yöntemi, Buishand Testi ve Von-Neumann Testi) ölçülmüştür. Homojen olmayan istasyonlar çalışma kapsamı dışına çıkarılmıştır. Eğilim analizi yöntemi olarak Mann-Kendall Yöntemi, Şen'in Yenilikçi (Innovative) Eğilim Yöntemi ve Şen (2018) tarafından yakın zamanda ortaya konan Şen'in Geçiş (Crossing) Eğilim Yöntemi kullanılmıştır. Mann-Kendall Yöntemi'ni uygulamadan önce verilerde içsel bağımlılığın olup olmadığı araştırılmıştır. İçsel bağımlılık bulunan verilerin

arındırılması TFPW Yöntemi ile yapılmıştır. Ayrıca Mann-Kendall Yöntemi ile eğilim bulunan serilerin eğimleri Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi ile hesaplanmıştır.

Tez çalışmasında izlenen adımlar maddeler halinde şu şekilde verilebilir;

- İstasyonlardaki eksik verilerin tamamlanması,
- İstasyonların homojenliğinin ölçülmesi,
- Eğilim analizi testlerinin uygulanması,
- Sonuçların yorumlanması şeklindedir.



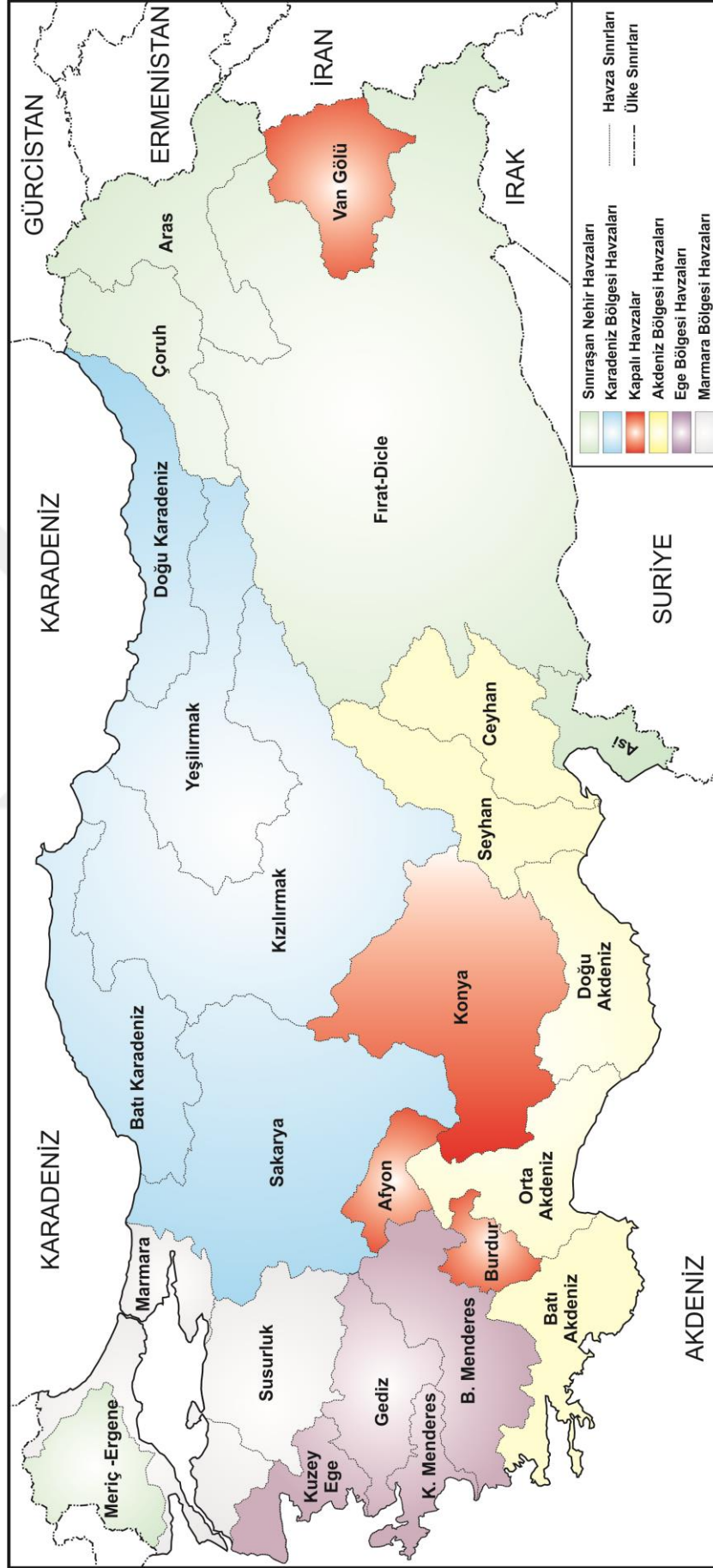
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Türkiye hidrolojik olarak 26 havzadan oluşmaktadır. Bu havzaların coğrafi konumları Şekil 1’de gösterilmektedir. Akarsu havzalarının karakteristik değerleri ise Tablo 1’de verilmektedir. Tablo incelendiğinde, çalışma alanı olan belirlenen Doğu Karadeniz Havzası ortalama 1.198 mm yağış yüksekliği ile Türkiye’nin en fazla yağış alan havzasıdır. Havza, yılda ortalama 753 mm ortalama akış yüksekliğine sahiptir. Bu akış miktarı ile havzanın toplam akıştaki payı %9,5 olarak belirlenmiştir ki bu özelliği ile havza önemli bir su potansiyeline sahiptir.

Tablo 1. Türkiye’deki havzalar ve özellikleri (Odemis ve Evrendilek, 2007; Satılmış, 2015; DSI, 2018)

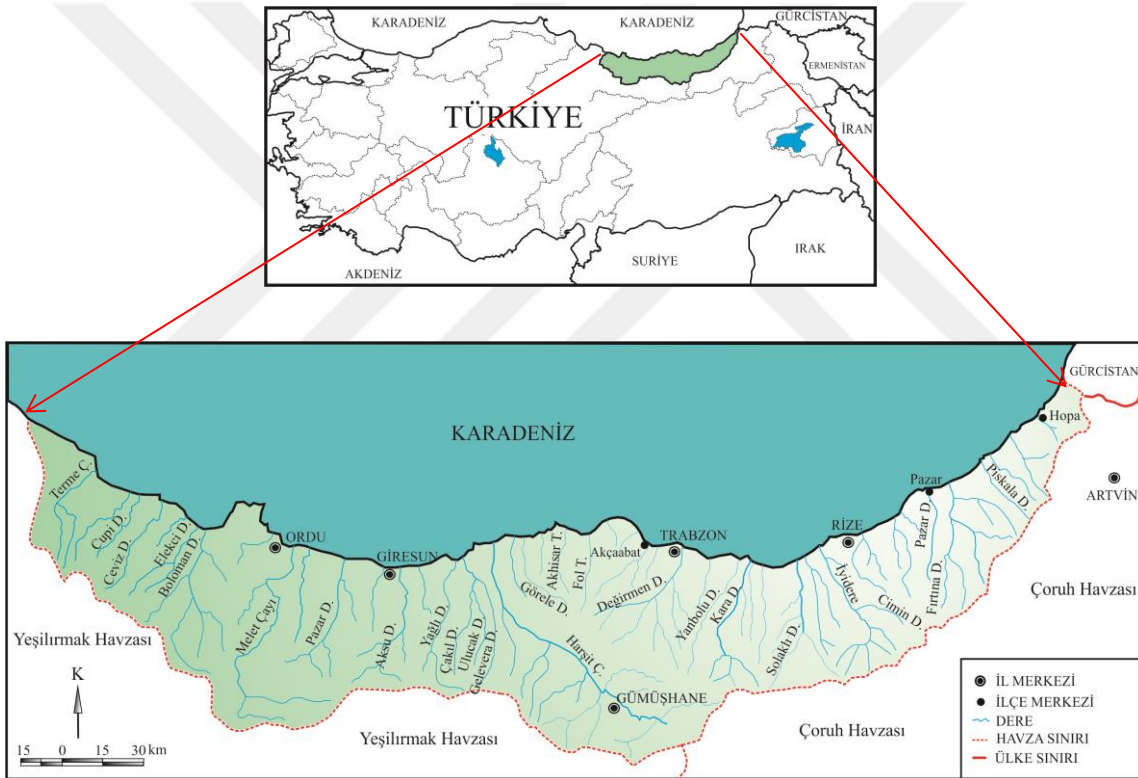
Havza adı	Havza alanı (km ²)	Ortalama kot (m)	Ortalama akış (mm y ⁻¹)	Ortalama yağış (mm y ⁻¹)	Toplam akış payı (%)
Meriç-Ergene	14.560	57	136	604	3,6
Marmara	24.100	42	214	729	2,7
Susurluk	22.399	202	181	712	2,3
Ege	10.003	64	156	624	0,8
Gediz	18.000	220	68	603	0,6
Küçük Menderes	6.907	4	81	727	0,3
Büyük Menderes	24.976	414	84	664	1,1
Batı Akdeniz	20.953	383	335	876	4,0
Antalya	19.577	249	889	1000	6,9
Burdur Gölü	6.374	-	-	446	-
Akarçay	7.605	1.017	27	452	0,1
Sakarya	58.160	509	92	525	2,8
Batı Karadeniz	29.598	326	321	811	5,1
Yeşilırmak	36.114	696	152	497	2,9
Kızılırmak	78.180	748	70	446	2,9
Konya	53.850	1.139	113	417	3,4
Doğu Akdeniz	22.048	269	428	745	5,1
Seyhan	20.450	750	325	624	3,6
Hatay	7.796	159	87	816	1,2
Ceyhan	21.982	685	315	732	3,6
Fırat	127.304	1.010	262	540	16,8
Doğu Karadeniz	24.077	443	753	1.198	9,5
Çoruh	19.872	757	329	629	3,5
Aras	27.548	1.653	173	432	2,5
Van Gölü	19.405	1.829	200	474	1,6
Dicle	57.614	845	471	807	12,9



Şekil 1. Türkiye hidrolojik havzaları

Doğu Karadeniz Havzası (Şekil 2); Melet Çayı, Harşit Çayı, Ağasar, Galanima, Değirmendere, Karadere, Solaklı, Pazar ve Fırtına Deresi gibi birbirine paralel olarak uzanan akarsuların alt havzalarından oluşmaktadır (Satılmış, 2015).

Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'nin kuzeydoğu kıyısında bulunmaktadır. Havza 40°15'- 41°34' kuzey enlemleri ve 36°43'- 41°35' doğu boylamları arasında yer almakta olup güneyde Doğu Karadeniz Dağları kuzeyde ise Karadeniz ile çevrilidir ve Samsun'un doğusundaki Terme Çayı'ndan Gürcistan sınırına kadar uzanan, Karadeniz Bölgesi'nin en dağlık ve yükseltisinin en fazla olduğu bölümüdür. Toplam alanı 24.077 km² olan havza, yılda ortalama 14,90 km³ yüzeysel su potansiyeline sahiptir (Yüksek vd., 2013).



Şekil 2. Doğu Karadeniz Havzası genel görünümü

Doğu Karadeniz Havzası'nda, eğimin yüksekliği ve yüzey altı tabakasının geçirimsiz veya yarı geçirimli olması sebebiyle, yağan yağmurun önemli bir kısmı yüzeysel akışa geçmektedir. Havzanın akarsu şebekesi; zemin jeolojisi, topoğrafyası, iklim ve bitki örtüsü gibi faktörlerin etkisinde gelişmiştir. Her mevsim bol yağış, geçirimsiz zemin, gür bitki örtüsü ile kaplı dağlık saha, akarsu ağının teşekkülü için en müsait şartları hazırlamaktadır.

Bütün bu faktörlerin etkisi altında bölgede oldukça sık bir akarsu ağı teşekkül etmiştir (Karstarlı vd., 2011).

Havza iklimi, her mevsim bol yağış alacak şekilde gelişmiştir. Kıyıdan itibaren yükselen dağlar, deniz etkisinin iç kesimlere sokulmasına engel olurken, kıyı kesiminin ılıman bir iklime sahip olmasına neden olmuştur. Kıyılardan iç kesimlere doğru gidildikçe hem yağış oranı azalmakta, hem de karasallık nedeniyle sıcaklıklar düşmektedir. Ortalama sıcaklık sıradağların kuzey bölümünde 13-14 °C civarındadır. Topoğrafik faktörlerin etkisiyle Trabzon'un doğusundan itibaren yağışlar artmakta; Rize, Arhavi ve Hopa'da en büyük seviyeye erişmektedir. Bölgenin yağış dağılımında, hakim rüzgar yönü ile yamaçların konumu ve yükseltisi en önemli etkenlerdir (Karstarlı vd., 2011). Doğu Karadeniz Havzası içinde yer alan illerin ortalama yıllık yağış yüksekliği değerleri, Ordu 1.038 mm, Giresun 1.286 mm, Trabzon 820 mm, Rize 2.299 mm, Artvin 697 mm, Samsun 717 mm, Gümüşhane ise 462 mm'dir (MGM, 2018b).

Doğu Karadeniz Havzası'nın sahip olduğu dağlık arazi yapısı, aldığı önemli miktardaki yağışları hızlı bir şekilde akışa geçirmektedir. Bu sebeple havza önemli miktarda hidroelektrik potansiyele sahiptir. Havzada inşaatı tamamlanmış ve üretime geçmiş, inşaat, proje ve fizibilite aşamalarında olan birçok hidroelektrik santral mevcuttur. 2016 yılı itibariyle bu santrallerden üretime geçmiş olanların toplam kurulu gücü 2.472 MW iken, yıllık üretim miktarı 8.090,5 GWh/yıl'dır. Yine aynı yıla göre inşaat, proje, fizibilite ve ön rapor aşamalarında olan santrallerin kurulu güçleri sırasıyla 320, 440, 675 ve 52 MW; üretim miktarları ise sırasıyla 8.091, 1.121, 1.458 2.039 ve 122 GWh/yıl'dır. 2016 yılına göre havza sınırları içerisinde yer alan illerdeki (Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize, Ordu) hidroelektrik santrallerinin tamamı aktif hale geldiğinde; toplam hidroelektrik gücü 3.959,37 MW değerine ulaşacakken, yıllık enerji üretimi 12.829 GWh olacağı belirlenmiştir. Havzanın 2016 yılı için verilmiş olan toplam kurulu gücü aynı yıldaki Türkiye'nin 26.681 MW olan toplam hidroelektrik kurulu gücünün yaklaşık %15'lik kısmına karşılık gelmektedir. Ayrıca havzadaki bu kurulu güçten üretilen yıllık enerji miktarı 2016 yılı Türkiye hidroelektrik üretiminin yaklaşık %19'unu oluşturmaktadır.

2.2. Çalışmada Kullanılan İstasyonlar ve Veriler

Bu tez çalışmasında; Doğu Karadeniz Havzası üzerinde yer alan, Devlet Su İşleri (DSİ) 22. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen, DSİ ve Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİEİ) tarafından işletilen 19 adet AGİ'ye ait veriler kullanılmıştır. Veriler; aylık ortalamalar şeklinde temin edilmiş, yıllık ortalamalar aylık ortalamalardan hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında incelenen istasyonlar ve bulundukları yerler Şekil 3'te gösterilmektedir.

Eğilim analizi çalışmalarında ilk adım olan istasyonların belirlenmesinde belirli ölçütlere dikkat edilmesi gerekmektedir (Partal, 2002). Bu ölçütler:

- İstasyonlar mümkün olduğunca doğal koşullarda bulunmalıdır.
- İstasyonların verileri güvenilir olmalıdır.
- İstasyonlar çok fazla eksik veri barındırmamalıdır (Bu çalışmada üst üste üç yıldan fazla eksik veri barındıran istasyonlar çalışma kapsamına alınmamıştır).

Yukarıda sıralanan maddelere ek olarak en önemli ölçüt ise yeterli kayıt uzunluğu ki, en az 30 yıl uzunlukta olması önerilmektedir. İklimbilimcilere göre, zaman serilerinin analizinde 30 yıl ve üzerindeki farklılıklar dikkate alınmalıdır ve bu 30 yıllık süre geçerli bir ortalama istatistik için yeterli olmaktadır (Kite, 1991). Bu çalışmada kullanılan verilerin aralığı 1962-2015 yılları arasında değişmekte olup, en az 26 en fazla 52 yıllık veri bulunmaktadır. Veri uzunluğu ortalama 35 yıldır. Çalışma kapsamında 26 yıllık veriye sahip istasyonların dikkate alınmasının temel sebebi havzada yer alan istasyonlardaki yeterli veri uzunluğuna sahip istasyonların sayısının az olmasıdır. Bu istasyonların çalışmaya dahil edilmesiyle çalışma kapsamı daha geniş tutularak havzanın geneli temsil edilmeye çalışılmıştır. Önceki çalışmalar incelendiğinde 30 yıldan az veri uzunluğu ile de eğilim analizlerinin yapıldığı görülmüştür (Altınışık, 2015; Ay ve Kişi, 2017). Ayrıca çalışmada kullanılacak yöntemlerden, Şen (2012) ve Şen (2018) tarafından önerilen yöntemler tüm veri uzunlukları için uygulanabilir niteliktedir.

Bu tez çalışmasında kullanılan AGİ'ler dikkate alındığında, Rize İli sekiz istasyonla en çok AGİ'ye sahip iken; Trabzon ve Giresun dört, Ordu iki ve Samsun bir AGİ'ye sahiptir. Havza sınırları içinde kalan diğer illerdeki istasyonlardan veri alınamamasının temel sebepleri; çok fazla eksik veri barındırmaları ve yeterli ölçüm uzunluğuna sahip olmamalarıdır.

Bu çalışmada değerlendirmek üzere kullanılan 19 adet AGİ'nin istasyon numaraları, verilerin bulunduğu yıllar ve istasyonların temel özellikleri Tablo 2'de verilmektedir.



Şekil 3. Çalışma kapsamında incelenen istasyonlar

Tablo 2. İstasyonların genel özellikleri ve veri aralıkları

İller	İstasyon No	İstasyon Adı	İstasyon Konumu	y* (m)	Veri Aralığı	Veri Uzunluğu (yıl)
Rize	D22A006	Abuçağlayan Deresi, Köprübaşı	41°15' D 41°15' K	60	1966-2015	50
	D22A062	Hemşin Deresi, Konaklar	41°00' D 41°02' K	300	1981-2010	30
	D22A063	Hala Deresi, Mikron Köprüsü	41°01' D 41°02' K	325	1980-2013	34
	D22A072	Arılı Deresi, Arılı	41°10' D 41°12' K	175	1983-2008	26
	D22A085	Şenöz Deresi, Kaptanpaşa	40°47' D 40°58' K	400	1985-2010	26
	E22A015	Çamlıkdere, Dereköy	40°35' D 40°43' K	942	1986-2015	30
	E22A032	Fırtına Deresi, Topluca	41°00' D 41°03' K	237	1965-2014	50
	E22A033	Tozköy Deresi, Tozköy	40°34' D 40°39' K	1.296	1966-2015	50
Giresun	D22A058	Görelle Deresi, Cücen Köprüsü	39°00' D 40°53' K	300	1981-2012	32
	D22A080	Yağlıdere, Sınırköy	38°36' D 40°39' K	750	1984-2009	26
	D22A087	Gelevera Deresi, Hasanşeyh	38°47' D 40°53' K	355	1985-2010	26
	E22A013	Aksu, Dereli	38°26' D 40°44' K	248	1963-2004	42
Trabzon	D22A052	Solaklı Deresi, Ulucami	40°15' D 40°45' K	275	1980-2011	32
	E22A002	Karadere, Ağnas	40°00' D 40°50' K	78	1968-2015	48
	E22A028	Fol Deresi, Bahadırılı	39°16' D 41°01' K	17	1962-2013	52
	D22A007	Haldizen Suyu, Şerah	40°17' D 40°37' K	1.114	1972-2015	44
Ordu	D22A055	Melet 1. Yeşilyurt	37°52' D 40°47' K	196	1980-2005	26
	E22A047	Melet Çayı, Gocalı Köprüsü	37°53' D 40°53' K	41	1969-2014	46
Samsun	E22A045	Terme Çayı, Gökçeli	36°49' D 41°04' K	66	1970-2015	46

* y: Yükseklik (m)

2.3. Eksik Verilerin Tamamlanması

İncelenen veri setlerinde ölçüm hataları ve ölçümlere ara verilmesi gibi nedenlerden dolayı eksik veriler bulunabilmektedir. Hidrolojik eğilim çalışmalarında gerek gün, gerek ay ve gerekse yıl bazında eksik verilerin tahmin edilebilmesi için veriler arasında bağlantı kurulması gerekmektedir. Veriler arasında bu istatistik ilişkinin sağlanmasında en sık kullanılan yöntem regresyon analizidir (Cebe, 2007; Özkoca, 2015).

2.3.1. Regresyon Analizi

Mühendislikte karşılaşılan pek çok değişken istatistiksel olarak birbirine bağımlıdır; bu sebeple bu değişkenler arasında bir ilişki vardır. İki veya daha fazla değişken arasında bir ilişkinin bulunmasının sebebi; ya bu değişkenlerin birbirlerini etkilemeleri ya da başka değişken(ler)den etkilenmeleridir. Mesela, bir havzadaki yağış ile akış arasında ilişki vardır. Bu ilişkinin sebebi, akışın yağış etkisiyle oluşmasıdır. Komşu iki havzanın akışları arasındaki ilişki ise, her iki akışın o bölgedeki yağıştan etkilenmiş olmasından kaynaklanır. Bu değişkenlerden biri (örneğin yağış) bağımsız değişken olarak seçilirse, diğer değişken (akış), bu bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni olur (Yüksek ve Kankal, 2014).

Regresyon analizi iki ya da daha çok rastgele değişken arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmek, bağımlı değişkenin değerini, bağımsız değişkenin bilinen değerine dayanarak tahmin etmektir. Regresyon denklemi olarak ifade edilen bu matematik gösterimde daima bir bağımlı Y değişkeni (esas) ile bir ya da birden fazla sayıda X bağımsız değişkeni (komşu) vardır. Analiz sonucunda bulunan bağımsız değişken değeri gerçek değeri tam olarak karşılamamakla birlikte bu değere yakın en iyi tahmin olur.

Bu çalışmada eksik verileri hesaplamak için tüm aylık veriler arka arkaya dizilerek “yıl sayısı * 12” uzunluğunda tüm istasyonlar için veri seti oluşturulmuştur. Daha sonra eksik verisi bulunan istasyonların komşu istasyonlarla olan doğrusal, üs, üstel, logaritmik denklem türlerine göre R^2 (belirleme) katsayıları hesaplanmıştır. Komşu istasyonlar ile en yüksek R^2 'yi veren denklem tipi seçilmiş ve eksik verilerin tahmini bu denklem kullanılarak yapılmıştır.

Regresyon denklemleriyle ilgili detaylı bilgiler için Akpınar (2007) kaynağından yararlanılabilir.

2.4. Homojenlik Testleri

İklim değişikliğiyle ilgili çalışmalarda, homojen serilerin kullanımı çok önemli bir rol oynamaktadır (Zaifoğlu vd., 2017). Homojen serilerdeki değişimler, iklim ve havadaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Conrad ve Pollak, 1950). Yani iklimsel olmayan değişimler zaman serisinin homojenliğinin bozulmasına sebep olabilir. Ölçüm istasyonlarının konumunun değiştirilmesi, çevresel faktörlere maruz kalması, alet ve ayar hataları iklim verilerindeki homojenliği etkilemektedir (Peterson vd., 1998). Bu nedenle, özellikle iklim değişikliği çalışmalarında istasyonlardan alınan verilerin homojenlik analizinin yapılması önemlidir.

Homojenliği ölçmek için birçok yöntem önerilmektedir ancak aralarında iki tanesi dikkat çekmektedir. Bunlar; göreceli ve mutlak yöntemlerdir. Göreceli yöntemlerde, analizler yapılırken komşu istasyonlardan gelen veriler kullanılır, ancak mutlak yöntemlerde, sadece analizi yapılan istasyonun verileri kullanılır (Wijngaard vd., 2003). İki komşu istasyon arasında korelasyon çok iyiye göreceli yöntemler önerilebilir. Bununla birlikte, komşu istasyonlardaki fiziksel değişiklikler aynı anda meydana geldiğinde, eş zamanlı modifikasyon veya ölçüm aletlerinin değiştirilmesi gibi, göreceli yöntemler, homojensizliğin tespit edilmesinde başarısız olabilir (Karabörk vd., 2007). Bu tür problemlerle karşılaşmamak için bu çalışmada akım verileri için mutlak yöntemler kullanılmıştır. Mutlak yöntemler uygulanırken Wijngaard vd. (2003) tarafından önerilen 2 aşamalı yöntem kullanılmıştır. İlk aşama; mutlak testlerden seçilen SNHT (Alexandersson, 1986), Pettitt (Pettitt, 1979), Buishand Sıra (Buishand, 1982) ve Von Neumann Oran (Von Neumann, 1941) testleri ile tüm istasyonların homojenliklerinin kontrol edilmesidir. Bu dört testte de homojenlik sıfır hipotezi (H_0) ile kontrol edilir, H_0 kabul edilirse seri homojendir ve veriler aynı toplumdan gelmiştir. H_0 reddedilirse karşı hipotez olan H_1 hipotezi kabul edilir ve seride ani bir değişim var demektir. SNHT, Pettitt ve Buishand testleri zaman serisinde homojenliğin bozulduğu yılı tespit edebilirken, Von-Neumann Testi'nde bu mümkün değildir. İkinci aşamada ise; dört testin değerlendirilmesi sınıflandırılarak yapılmıştır. Sıfır hipotezini (H_0) reddeden test sayısına bağlı yapılan sınıflandırmada üç sınıf kullanılmıştır. Bu sınıflar:

- Sınıf 1: Homojen (Eğer yapılan dört testten en fazla bir tanesi H_0 hipotezini redderse)
- Sınıf 2: Şüpheli (Eğer yapılan dört testten iki tanesi H_0 hipotezini redderse)

- Sınıf 3: Aşırı şüpheli (Eğer yapılan dört en az üç tanesi H_0 hipotezini redderse), şeklindedir (Wijngard vd., 2003).

Bu tez çalışmasında homojenlik analizleri yıllık ortalama akım değerleri üzerinden yapılmış olup güven seviyesi %95 alınmıştır. Homojenlik bakımından şüpheli (Sınıf 2) ve çok şüpheli (Sınıf 3) verilere sahip istasyonlar çalışma kapsamından çıkarılmıştır.

2.4.1. Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT)

Alexandersson (1986) tarafından geliştirilen bu test birçok hidrolojik çalışmada kullanılmıştır. Bu testte, incelenen serinin bir “k” noktasını referans olarak seri ikiye bölünür ve denklem 1 ile test istatistiği olan $T(k)$ değeri hesaplanır $\bar{Y}$ gözlem değerlerinin ortalaması, Y_i her bir yıl için gözlem değerleri ve s ise standart sapma olmak üzere $T(k)$ şu şekilde hesaplanır:

$$T(k) = k \bar{z}_1^2 + (n-k) \bar{z}_2^2 \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

Burada, $\bar{z}_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) / s$ ve $\bar{z}_2 = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^n (Y_i - \bar{Y}) / s$ ‘dir.

Eğer, seride “K” yılında bir değişim meydana geldiyse test istatistiği olan $T(k)$ en büyük değerini alır. Bu durumda T_0 test istatistiği:

$$T_0 = \max_{1 \leq k \leq n} T(k) \quad (2)$$

T_0 test istatistiği tablo değerini aşarsa H_0 hipotezi reddedilir. Bu testin kritik değerleri Tablo 3’te verilmektedir.

Tablo 3. Veri sayısına (n) bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde (GS) T_0 kritik değerleri

GS \ n	20	30	40	50	70	100
%99	9,11	10,15	10,77	11,19	11,73	12,22
%95	6,95	7,65	8,10	8,45	8,80	9,15

2.4.2. Pettitt Testi

Pettitt (1979) tarafından geliştirilen parametrik olmayan bu test bir zaman serisindeki değişim noktasını belirleyebilmektedir. Y_i her bir yıl için gözlem değerleri olmak üzere:

Y_i ($Y_1, Y_2 \dots Y_n$) değerleri $r_1, r_2, \dots, r_n$ olarak sıralanır. Test istatistiği olan X_k şöyle hesaplanır:

$$X_k = 2 \sum_{i=1}^k r_i - k(n+1) \quad k = 1, 2, 3 \dots n \quad (3)$$

Eğer, seride “E” yılında bir değişim meydana geldiyse test istatistiği olan X_k mutlak en büyük değerini alır. X_k değerleri grafik olarak çizilerek mutlak en büyük değeri bulunabilir.

$$X_E = \max_{1 \leq k \leq n} |X_k| \quad (4)$$

X_E tablo değerini aşarsa H_0 hipotezi reddedilir. Bu testin kritik değerleri Tablo 4’te verilmektedir.

Tablo 4. Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde X_E kritik değerleri

$\begin{matrix} n \\ \text{GS} \end{matrix}$	20	30	40	50	70	100
%99	71	133	208	293	488	841
%95	57	107	167	235	393	677

2.4.3. Buishand Sıra Testi

Buishand (1982) tarafından önerilen bu testin test istatistiği olan R , düzeltme oranı olarak adlandırılmakta ve şöyle hesaplanmaktadır:

$$R = (\max_{1 \leq k \leq n} S_k^* - \min_{1 \leq k \leq n} S_k^*) / s \quad (5)$$

Burada s , standart sapma; S_0^* ve S_k^* kısmi toplamlardır.

$$S_0^* = 0 \text{ ve } S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Veri serisi homojen olduğu zaman S^* değeri 0 olacaktır çünkü Y_i 'nin sistematik sapması olmayacaktır.

Buishand Sıra Testi'nde $R/\sqrt{n}$ için kritik değerler Tablo 5'te verilmektedir. Bulunan $R/\sqrt{n}$ değeri tablo değerini aşarsa H_0 hipotezi reddedilir.

Tablo 5. Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde $R/\sqrt{n}$ kritik değerleri

GS \ n	20	30	40	50	70	100
%99	1,60	1,70	1,74	1,78	1,81	1,86
%95	1,43	1,50	1,53	1,55	1,59	1,62

2.4.4. Von-Neumann Oran Testi

Von Neumann (1941) tarafından önerilen bu testte, test istatistiği olan N_{VN} ardışık farkların kareleri toplamının varyans değerine oranı olarak tanımlanır ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$N_{VN} = \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i - Y_{i+1})^2 / \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (7)$$

Von-Neumann Testi'nin Buishand (1981) tarafından önerilen kritik değerleri Tablo 6'da verilmektedir. Bulunan N_{VN} değeri tablodaki kritik değeri aşarsa H_0 hipotezi kabul edilir.

Tablo 6. Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde N_{VN} kritik değerleri

GS \ n	20	30	40	50	70	100
%99	1,04	1,20	1,29	1,36	1,45	1,54
%95	1,30	1,42	1,49	1,54	1,61	1,67

2.5. Eğilim (Trend, Gidiş) Analizi

Belirli zaman aralıklarıyla gözlenen ve kaydedilen istatistiksel veriler zaman serilerini meydana getirirler. Zaman serileri analizlerinin yapılmasının amacı; incelenen değişkenin zaman içindeki seyrinin araştırılması, hidrolojik süreçlerdeki düzensizliklerin belirlenerek ileriye yönelik tahminlerin yapılmasıdır (Aytekin, 2012).

Belirli bir zaman aralığı için, bir büyüklüğün ölçülen değerlerinde anlamlı azalma ya da artma (eğilim) olup olmadığını sınamak için yapılan istatistiksel testlere eğilim analizi yöntemleri denir. Hidrolojik büyüklükler (sıcaklık, akış, yağış gibi) zamanla rastgele değişen bir karakteristik gösterdiği için sürekli artma ya da azalma eğilimi araştırılmak istendiğinde özel yöntemler kullanılması gerekmektedir (Helsel ve Hirsch, 1992).

Eğilim analizleri genellikle parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerle yapılmaktadır. Klasik parametrik yöntemler lineerlik, normal dağılım ve bağımsızlık gibi kabullere dayanırken parametrik olmayan yöntemlerde verilerin normal dağılıma uyma zorunluluğu yoktur. Son yıllarda iklim değişikliğine etki eden parametrelerin istatistiksel analizinde daha çok parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Bunun sebebi; hidroklimatolojik veriler genellikle kısa süreli, içerisinde eksik verileri barındıran, çarpık dağılıma sahip verilerdir. Verilerde önemli miktarda mevsimsellik vardır (Partal, 2002). En çok kullanılan parametrik olmayan yöntemler Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Sen'in Eğilim Eğim, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon yöntemleridir (Partal, 2002; Kahya ve Kalaycı, 2004; Dabanlı, 2017).

Bu çalışmada akım verileri aylık ortalama (12 ay için ayrı ayrı) ve yıllık ortalama olarak değerlendirilmiştir. Eğilim analizi uygulamak için parametrik olmayan yöntemlerden Mann-Kendall Yöntemi ve grafik yöntemlerden olan Şen'in Yenilikçi ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca, Mann-Kendall Yöntemi'ni uygulamadan önce içsel bağımlılık ölçülmüş, bağımlılık tespit edilen verilerde arındırma yapılmıştır. Mann-Kendall Yöntemi ile eğilim bulunan verilerde Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi ile eğilimin büyüklüğü (eğimi) hesaplanmıştır.

2.5.1. Mann-Kendall Yöntemi

Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilen ve parametrik olmayan bu yöntem, eğilim analizi çalışmalarında en sık uygulanan yöntemdir. Yöntem, rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır.

Bu yöntem ile bir zaman serisinde eğilim olup olmadığı sıfır hipotezi; “ H_0 : eğilim yok” ile kontrol edilmektedir. Yöntemin uygulanması şöyledir:

Veri setindeki X elemanları $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \dots \dots \leq x_n$ olacak şekilde küçükten büyüğe doğru sıralanır. Burada x_i ve x_j veri değerlerini; i, j harfleri indisi ve n değeri de zaman serisinin uzunluğunu temsil etmek üzere:

- $i < j$ 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 ise M olarak ifade edilirse test istatistiği olan S:

$$S = P - M \quad (8)$$

şeklinde ifade edilir. Buradan test istatistiği (S) ve veri sayısına (n) bağlı olarak Kendall korelasyon katsayısı şu şekilde hesaplanır:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} \quad (9)$$

Burada, $n(n-1)/2$, (x_i, x_j) çiftlerinin toplam sayısını göstermektedir. Kendall korelasyon katsayısının değeri -1 ile 1 arasında değişebilir.

$n \geq 10$ olduğu zaman S değerinin varyansı şu şekilde hesaplanır:

$$Var(S) = [n(n-1)(2n+5)/18] \quad (10)$$

Eğer seride birbirine eşit gözlemler varsa varyans şu şekilde hesaplanır:

$$Var(S) = [n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5)]/18 \quad (11)$$

Burada; t_i , sayısal değeri eşit olan gözlem alt kümelerindeki eleman sayılarını göstermektedir. Örneğin incelenen seride 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_1=5$, 3 gözlem aynı değerde ise $t_2=3$ ve ayrıca değerleri aynı olan ikişer gözlemli iki grup bulunuyorsa $t_3=2$, $t_4=2$ alınmalıdır.

Serinin varyansı hesaplandıktan sonra standart normal Z değeri aşağıdaki denklem aracılığıyla elde edilebilir:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & , \quad S > 0 \text{ ise} \\ 0 & , \quad 0 \text{ ise} \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & , \quad S < 0 \text{ ise} \end{cases} \quad (12)$$

Hesaplanan Z'nin mutlak değeri, seçilen α anlamlılık düzeyine karşılık gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte; incelenen zaman serisinde eğilim olmadığı, büyükse eğilim olduğu ve S değeri pozitif ise eğilimin artan yönde, negatif ise azalan yönde olduğu sonucuna varılmaktadır. Normal dağılıma ait Z değerleri Ek-1'de verilen standart normal dağılım tablosundan elde edilmektedir. Bu çalışmada $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyi seçilmiştir.

Bu çalışmada Mann-Kendall Yöntemi aylık ve yıllık ortalama akım verilerine MATLAB programının R2014a sürümünde gerekli kod yazılarak uygulanmıştır.

Mann-Kendall Yöntemi'nin uygulanmasından önce seride içsel bağımlılığın otokorelasyon analizi yardımıyla tespit edilmesi gerekmektedir. Belli bir anlamlılık düzeyinde içsel bağımlılık giderilmeli ve Mann-Kendall Yöntemi daha sonra uygulanmalıdır (Van Storch ve Navarra, 1995).

2.5.1.1. İçsel Bağımlılığın Tespiti ve Otokorelasyon Analizi

İçsel bağımlılık ya da serisel korelasyon, hidrolojik zaman serilerinin analizinde dikkate alınması gereken önemli bir problemdir. İçsel bağımlılık zaman serisindeki ardışık değerlerin birbirini etkileme durumu olarak adlandırılabilir. Özellikle pozitif bir serisel korelasyon varsa eğilim sonucunda belirli bir önem seviyesinde gerçekte olması gerekenden daha önemli bir eğilim bulunacaktır (Van Storch ve Navarra, 1995). Yani, bir

zaman serisinde serisel korelasyonun varlığı, incelenen veri setinde eğilim olmadığı halde test sonucunda anlamlı bir eğilim bulunması olasılığını artırmakta ve incelenen veri grubuyla ilgili yanlış bir kanıya varılmasına sebep olmaktadır.

Serinin içsel bağımlılığını ölçmek amacıyla otokorelasyon analizi yapılır. Bir zaman serisinde, ardışık değerler arasındaki bağımlılığın bir ölçüsü olan k zaman aralıklı otokorelasyon katsayısı aşağıdaki formülle hesaplanır (Bayazıt, 1996):

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} [(x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (13)$$

burada; x_i : seri değerleri; $\bar{x}$: serinin ortalaması; n : veri uzunluğudur. k ise öteleme sayısı olup 1 alınır.

Bulunan 1 aralıklı otokorelasyon sayısının anlamlılığı Douglas vd. (2000) tarafından önerilen belli bir anlamlılık düzeyinde şöyle sınanır:

$$|r_1| > \frac{Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}} \quad (14)$$

ise seride içsel bağımlılık vardır ve etkisi giderilmelidir. Burada n veri sayısı ve $Z_{\alpha/2}$ seçilen α anlamlılık düzeyine karşılık gelen normal dağılımın kritik değeridir. İçsel bağımlılık tespitinde $\alpha=0,05$ alınmaktadır. Anlamlılık düzeyine göre $Z_{\alpha/2}$ değeri 1,96 olarak belirlenmiştir.

Veri setlerindeki içsel bağımlılığı gidermek için çeşitli yaklaşımlar ileri sürülmüştür. En çok kullanılan yöntem Von Storch ve Navarra (1995) tarafından önerilen zaman serisine ön arındırma (pre-whitening) uygulaması yapılmasıdır.

Von Storch ve Navarra (1995), ön arındırma işlemini aşağıdaki formül yardımıyla uygulayıp yeni bir seri elde ederek Mann-Kendall Yöntemi'ni bu seriye uygulamışlardır:

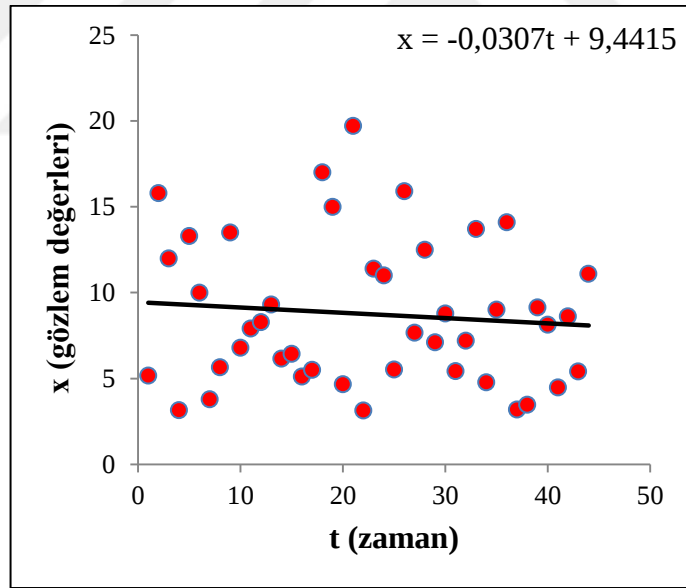
$$Y_t = X_t - r_1 X_{t-1} \quad (15)$$

burada; Y_t , ön arındırma yapıldıktan sonraki serinin yeni değerlerini; r_1 , otokorelasyon katsayısını; X_t , serinin t anındaki değerini ve X_{t-1} , serinin $t-1$ anındaki değerini göstermektedir.

İçsel bağımlılığın giderilmesinde sıklıkla kullanılan ön arındırma yöntemi ile ilgili Yue vd. (2002) çalışmalarında, bazı simulasyon deneyleri yapmışlar ve bu yöntem ile gerçekte var olan eğilimin giderildiğini ve bu yöntemin pozitif bir serisel korelasyon varsa iyi sonuç verdiğini, negatif serisel korelasyon olduğunda ise başarılı olmadığını görmüşlerdir. Bu sebeple Yue vd. (2002), içsel bağımlılığı gerçekte var olan eğilimi yok etmeden gidermek için farklı bir yöntem olan TFPW Yöntemi'ni geliştirmişlerdir. Bu yöntemle göre hesaplanan 1 aralıklı otokorelasyon sayısı (r_1) istatistik olarak anlamlı ise ($|r_1| > \frac{z}{\sqrt{n}}$), TFPW Yöntemi şu şekilde uygulanır:

- $x = b_0 + b_1t$ doğru denklemi gözlem değerleri (x) ile zaman değerleri ($t=1,2..n$. yıla kadar) arasında Şekil 3'teki gibi kurulur ve doğrunun eğim (b_1) hesaplanır.

$$Y_t = X_t - b_1t \quad (16)$$



Şekil 4. Gözlem değerleri ve zaman arasındaki regresyon doğrusu

- Denklem 16'da seriden eğilim çıkarılır, orjinal serinin özellikleri değişmez. Eğilimin lineer olduğu kabul edilir.

$$Y'_t = Y_t - r_1Y_{t-1} \quad (17)$$

- Denklem 17’de kalan serideki içsel bağımlılık giderilir.

$$Y_t'' = Y_t' + b_1 t \quad (18)$$

- Denklem 18’de eğilim seriye yeniden eklenir, içsel bağımlılık giderilmiş olur. Bir yıl eksik (ilk yıl) veri seti elde edilir.

TFPW Yöntemi uygulandıktan sonra elde edilen Y_t'' serisine Mann-Kendall Yöntemi uygulanır.

Bu tez çalışmasında yıllık ve aylık ölçekte analizi yapılan ortalama akım verilerine Mann-Kendall Yöntemi’nden önce içsel bağımlılığı ölçmek için otokorelasyon analizleri yapılmış, $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunan içsel bağımlılık için veri setlerine Yue vd. (2002) tarafından önerilen TFPW Yöntemi uygulanmıştır. Uygulamadan sonra elde edilen yeni verilere Mann-Kendall Yöntemi uygulanarak eğilim analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.5.2. Sen’in Eğilim Eğim Yöntemi

Sen (1968) tarafından geliştirilen bu yöntemde eğilimlerin lineer eğimleri (birim zamandaki değişim) hesaplanabilir. Bu yöntem eksik değerlerin bulunduğu kayıtlara uygulanabilmektedir (Partal, 2002). Yöntemin uygulanışı şöyledir:

X_j ve X_k j ve k zamanlarındaki veriler olmak üzere; $j > k$ olmak şartıyla;

$N = n(n - 1)/2$ adet Q_i ($i=1,2,...N$) değeri vardır. Burada n veri uzunluğudur. Q_i değerleri aşağıdaki formül yardımıyla bulunur:

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (19)$$

Bulunan Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru $Q_1 < Q_2 < Q_3 \dots \dots Q_N$ şeklinde sıralanır.

Q_i değerlerinin medyanı eğilimin eğimini verir. Medyan, N sayısının tek ve ya çift olma durumuna göre aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q = \left[Q_{\frac{N+1}{2}} \right], \quad N \text{ tek ise} \quad (20)$$

$$Q = \left\{ \frac{1}{2} \left[Q_{\frac{N}{2}} + Q_{\frac{N+2}{2}} \right] \right\}, \quad N \text{ çift ise} \quad (21)$$

Bu tez çalışmasında Mann-Kendall Yöntemi ile eğilim bulunan verilerin eğilim eğimleri Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi yardımıyla hesaplanmıştır.

Bu çalışmada Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi MATLAB programının R2014a sürümünde gerekli kod yazılarak uygulanmıştır.

2.5.3. Şen'in Yenilikçi (Innovative) Eğilim Yöntemi

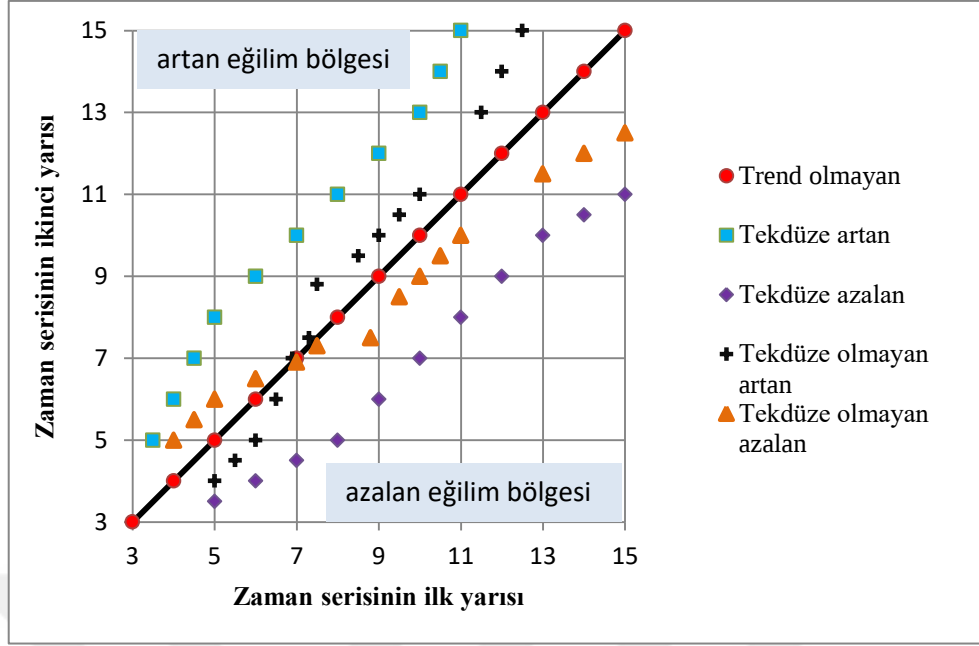
Şen (2012) tarafından ortaya atılan Yenilikçi (Innovative) Eğilim Yöntemi doğrusal grafik formunda bir yöntemdir. Bu yöntemin en önemli özelliği hiçbir varsayım içermemesidir. Bu yöntemde verilerin normal dağılıma uymaması, veri uzunluğunun kısa olması, verilerin içsel bağımlılığının bulunması önemli değildir (Şen, 2012). Bu yaklaşımın Mann-Kendall, Spearman Rho gibi parametrik olmayan yöntemlere kıyasla en önemli özelliği eğilimine bakılan zaman serisinin bağımlı veya bağımsız olması fark etmeksizin tüm veri serilerine uygulanabilir olmasıdır (Dabanlı, 2017). Yöntemin uygulanışı şöyledir:

- Gözlem değerleri başlangıç tarihinden itibaren eşit uzunlukta ikiye bölünerek küçükten büyüğe doğru sıralanır.

- İlk alt seri x-eksenine, ikinci alt seri ise y-eksenine gelecek şekilde kartezyen koordinat düzlemine Şekil 5'te görüldüğü şekilde yerleştirilir.

- Grafik üzerinde 45° doğrusu çizilir.

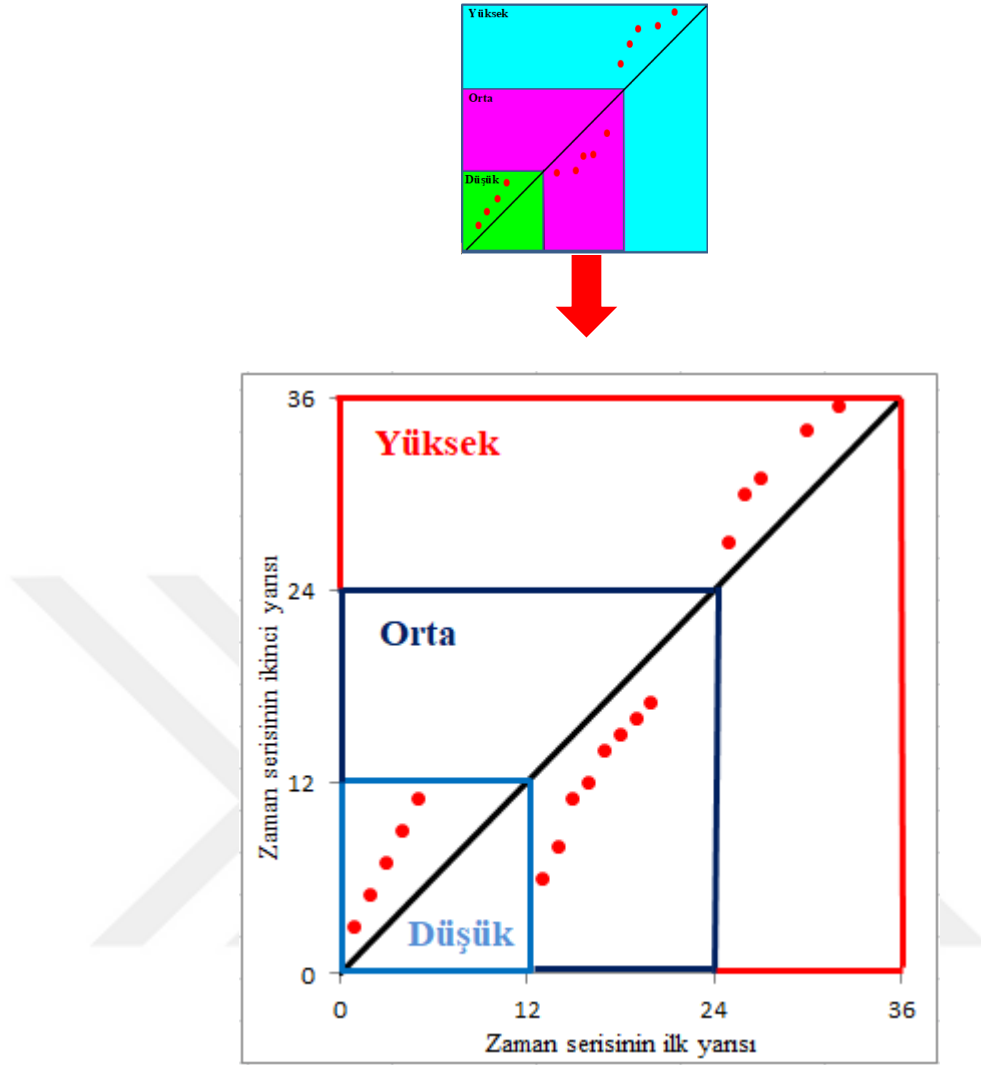
- Eğer veriler 1:1 (45°) doğrusu üzerine düşer veya bu doğruya çok yakın düşerse pratik olarak incelenen seride eğilimin olmadığı anlaşılır. Eğer veriler 1:1 (45°) doğrusu üstüne (altına) düşer ve sürekli eğriden uzaklaşacak şekilde artıyor (azalıyor) ise bu eğilim türüne tekdüze artan (azalan) eğilim ismi verilmektedir. Sürekli bir artış (azalış) küçük değerlerde göstermeyip, değerler büyüdükçe artan (azalan) karakterde olan serilere de tekdüze olmayan artan (azalan) eğilim sahip seriler denilmektedir (Dabanlı, 2017).



Şekil 5. Azalan, artan ve eğilim olmayan serilerin gösterimi (Dabanlı, 2017)

Şen (2012) tarafından önerilen bu yöntemin bir üstünlüğü de hidrometeorolojik verilerin zaman serilerinin uzman bakış açısı altında en az “düşük”, “orta” ve “yüksek” olmak üzere üç alt sınıfa ayrılabilmesidir (Şekil 6). Böylece verinin kendi içerisinde kritik öneme sahip özellikle yüksek ve düşük değerlerin durumları daha gerçekçi bir biçimde ortaya konabilir. Özellikle yüksek değerlerin örneğin yağış verisi ele alındığında taşkın riskine ve sıklığına işaret ettiği anlaşılırken, düşük değerleri de kuraklık sıklık durumuna işaret eder. Gelecekte taşkınların daha sık görülüp görülmeyeceği, ya da kuraklığın aynı şekilde daha az veya daha fazla sıklıkta gerçekleşip gerçekleşmeyeceği kolaylıkla anlaşılabilir. Verilerin kaç sınıfa ayrılacağına karar verebilmek için öncelikle tüm verinin ikiye ayrılarak saçılma diyagramları elde edildikten sonra, saçılışlara göre karar vermek daha kolay olacaktır (Dabanlı, 2017).

Bu tez çalışmasında yıllık ve aylık ortalama akım verilerine Şen’in Yenilikçi Yöntemi uygulanırken veriler düşük, orta ve yüksek değerler olarak sınıflandırılmış olup sonuçlar tablolastırılmıştır.



Şekil 6. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde verilerin sınıflandırılması

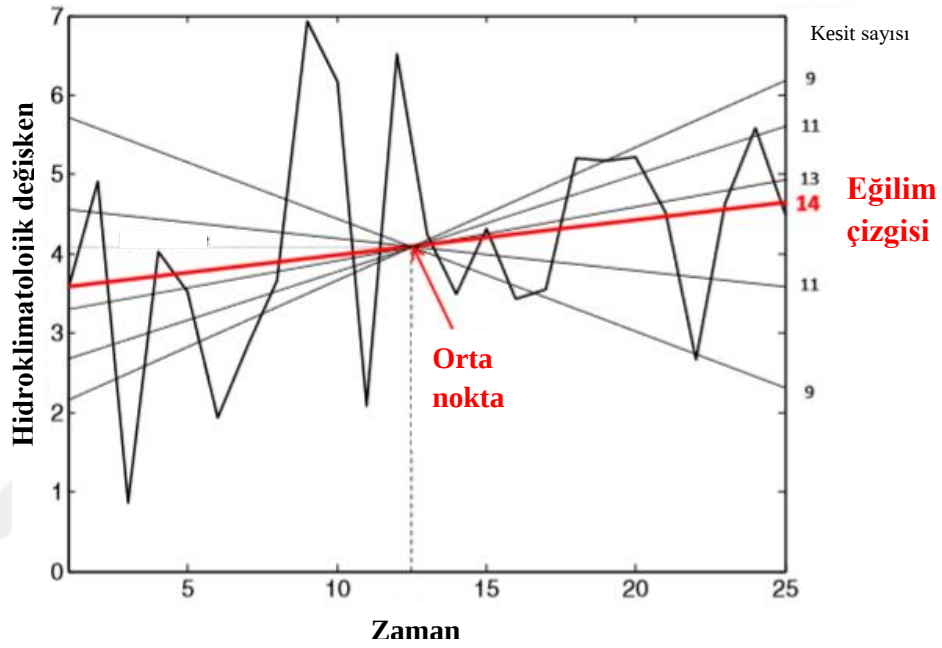
2.5.4. Şen'in Geçiş (Crossing) Eğilim Yöntemi

Şen (2018) tarafından ortaya atılan Geçiş (Crossing) Eğilim Yöntemi literatürdeki en yeni eğilim analizi yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, zaman serisinin geçiş özelliklerine bağlıdır. Burada da, tıpkı Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi gibi serinin bağımlı ya da bağımsız olması önemli değildir. Yöntemin uygulanışı şöyledir:

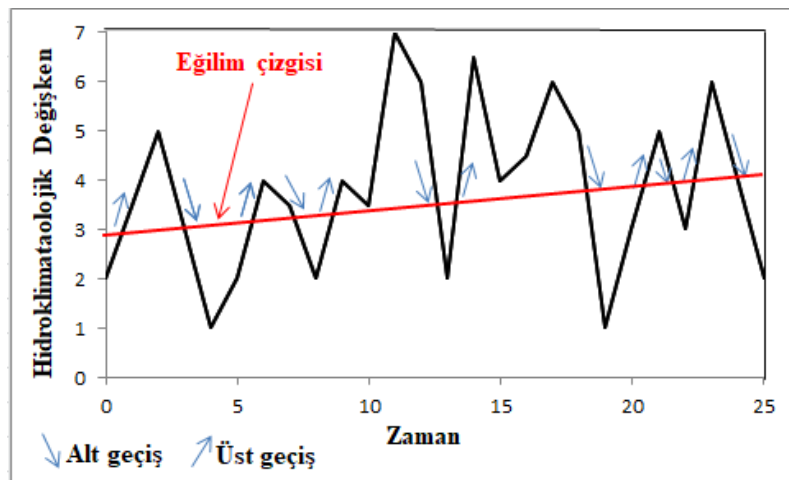
- Grafik üzerinde, x ekseninde zaman değerleri, y ekseninde gözlem değerleri olmak üzere zaman serisi çizilir.
- Çizilen grafikte gözlem değerlerinin ortalaması ve ortanca yıl işaretlenerek zaman serisinin orta noktası bulunur (Şekil 7).

- Bulunan orta noktadan geçmek şartı ile artı ve eksi yönlü birden çok eğim çizgisi çizilir. Bu yöntemle göre en uygun eğim çizgisi, grafik üzerinde çizilen zaman serisinin merkezinden geçen ve grafiği en fazla noktada kesen eğim çizgisidir. Çizilen eğim çizgilerinden grafiği en çok noktada kesen çizgi “eğim çizgisi” seçilir.

- Seçilen eğim çizgisinin zaman serisini kestiği üst geçiş ve alt geçiş sayısı bulunur (Şekil 8). Test istatistiği olan C katsayısı alt ve üst geçişlerin ortalamasıdır.



Şekil 7. Zaman serisinin orta noktasının bulunması ve eğim çizgisi (Şen, 2018)



Şekil 8. Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nde alt ve üst geçişlerin bulunması

• C geçiş sayısının güven sınırlarını bulmak için önce geçiş sayısının ortalamasını ve varyansını bulmak gerekir. Şen (1991) tarafından önerilen yaklaşıma göre ortalama şu şekilde bulunur:

$$E(N_u) = np(1 - p) \quad (22)$$

Denklem 22’de n gözlem sayısı ve p geçiş seviyesidir ve en büyük geçiş sayısı için $p=0,5$ alınır. Yani;

$$E(N_u) = n * 0,5 * (1 - 0,5) = 0,25n \quad (23)$$

olur. Geçiş sayısının varyansı ise :

$$V(N_u) = E(N_u)(1 - 3p + 3p^2) \quad (24)$$

formülüyle hesaplanır. Yine $p=0,5$ ve $E(N_u)$ yerine konulursa;

$$V(N_u) = 0,25n * (1 - 3 * 0,5 + 3 * 0,5^2) = 0,0625n \quad (25)$$

olur. C sayısının güven sınırlarını bulmak için normal dağılımdaki standart normal değişken formülü kullanılır:

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{S_x} \quad (26)$$

Burada x standart normal dağılıma sahip değişken, $\bar{x}$ ortalama, S_x standart sapma ve Z de standart normal değişken değeridir. $S_x = \sqrt{Var_x}$ olduğu bilinmektedir. Buradan güven sınırları:

$$\pm Z = \frac{x - E(N_u)}{\sqrt{V(N_u)}} = \frac{x - 0,25n}{\sqrt{0,0625n}} \quad (27)$$

formülü yardımıyla bulunur. C geçiş sayısı alt ve üst sınırların arasında kalırsa bu seride eğilim olmadığı, aksi takdirde eğilim olduğu kabul edilir. Eğilimin yönü ile ilgili olarak ise

eğilim çizgisinin eğim değeri pozitif ise artan yönde, negatif ise azalan yönde eğilim vardır denir. Bu çalışmada Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi aylık ve yıllık ortalama verilere MATLAB programının R2014a sürümünde gerekli kod yazılarak uygulanmıştır. Bu programda ilgili kod yazılırken eğim çizgileri 0,001 aralıklarla 1000'er adet artan ve azalan eğim olacak şekilde toplamda 2000 adet çizdirilmiştir.



3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Eksik Verilerin Tamamlanması

Çalışma kapsamında, seçilen en uygun regresyon modelleriyle D22A006, D22A007, D22A052, D22A055 D22A058, D22A062, D22A063, D22A072, D22A080, D22A085, D22A087, E22A015, E22A028 ve E22A047 istasyonlarında aylık verilerdeki eksiklikler tamamlanmış, daha sonra yıllık ortalamalar hesaplanmıştır.

3.2. Homojenlik Testlerinin Bulguları

Çalışma kapsamında analizi yapılan 19 adet AGİ'nin yıllık ortalama akım verileri ile yapılan homojenlik testlerinin bulguları Tablo 7'de verilmektedir. Söz konusu bulgular incelendiğinde, %95 güven seviyesinde yapılan homojenlik testleri sonucunda E22A047, D22A007, D22A052, D22A087 ve E2A032 istasyonlarının homojenlik bakımından 2. sınıf (şüpheli) verilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple bu istasyonlar çalışma kapsamı dışına çıkarılmıştır. Bu istasyonların homojenliğinin bozulmasına istasyonlarının konumunun değiştirilmesi, çevresel faktörlere maruz kalması, alet ve ayar hataları, şehirleşme gibi faktörler sebep olmuş olabilir. Homojen olan ve olmayan istasyonların dağılımı Şekil 3'te gösterilmektedir.

3.3. İçsel Bağımlılığın Tespiti ve Otokorelasyon Analizlerinin Bulguları

Bu kısımda, Tablo 8'de gösterildiği gibi istasyonların aylık ve yıllık ortalama akım verileri için otokorelasyon katsayıları hesaplanmış olup %95 güven seviyesinde bağımlılık tespit edilen verilerin içsel bağımlılığını gidermek için önceki bölümde anlatılan TFPW Yöntemi uygulanmış ve daha sonrasında verilere Mann-Kendall Yöntemi uygulanmıştır.

Tablo 8'e göre D22A055 nolu istasyon için Haziran, D22A058 için Kasım, D22A062 için Haziran, D22A072 için Mart, D22A080 için Haziran, E22A013 için Mayıs ve Haziran ve E22A045 için Aralık aylarındaki ortalama verilerde tespit edilen bağımlılık TFPW Yöntemi ile giderilmiştir.

Tablo 7. Akım gözlem istasyonları için homojenlik testlerinin bulguları

İstasyon	Test Adı	Test İstatistiği	Değişim Yılı	Sonuç (H ₀ :Kabul/Red)	Sınıf
D22A006	Pettit	134	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	2,295	-	Kabul	
	Buishand	0,990	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,880	-	Kabul	
D22A007	Pettit	205	1998	Red	Sınıf 2: Şüpheli
	SNHT	5,966	-	Kabul	
	Buishand	1,458	-	Kabul	
	Von-Neuman	0,867	-	Red	
D22A052	Pettit	84	-	Kabul	Sınıf 2: Şüpheli
	SNHT	3,143	-	Kabul	
	Buishand	1,641	1993	Red	
	Von-Neuman	1,391	-	Red	
D22A055	Pettit	73	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	3,169	-	Kabul	
	Buishand	1,129	-	Kabul	
	Von-Neuman	2,304	-	Kabul	
D22A058	Pettit	88	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	4,087	-	Kabul	
	Buishand	1,765	1993	Red	
	Von-Neuman	1,520	-	Kabul	
D22A062	Pettit	118	2003	Red	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	5,977	-	Kabul	
	Buishand	1,052	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,920	-	Kabul	
D22A063	Pettit	96	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	2,495	-	Kabul	
	Buishand	1,227	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,564	-	Kabul	
D22A072	Pettit	67	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	11,389	2006	Red	
	Buishand	0,917	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,972	-	Kabul	
D22A080	Pettit	53	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	4,094	-	Kabul	
	Buishand	0,792	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,944	-	Kabul	

Tablo 7'nin devamı

D22A085	Pettit	77	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	6,234	-	Kabul	
	Buishand	1,197	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,689	-	Kabul	
D22A087	Pettit	94	1998	Red	Sınıf 2: Şüpheli
	SNHT	5,686	-	Kabul	
	Buishand	1,532	1998	Red	
	Von-Neuman	1,690	-	Kabul	
E22A002	Pettit	144	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	3,858	-	Kabul	
	Buishand	1,174	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,764	-	Kabul	
E22A013	Pettit	108	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	3,708	-	Kabul	
	Buishand	0,862	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,920	-	Kabul	
E22A015	Pettit	75	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	4,693	-	Kabul	
	Buishand	1,470	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,721	-	Kabul	
E22A032	Pettit	275	2003	Red	Sınıf 2: Şüpheli
	SNHT	1,530	2003	Red	
	Buishand	1,415	-	Kabul	
	Von-Neuman	2,092	-	Kabul	
E22A033	Pettit	156	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	3,947	-	Kabul	
	Buishand	1,369	-	Kabul	
	Von-Neuman	1,739	-	Kabul	
E22A045	Pettit	157	-	Kabul	Sınıf 1: Homojen
	SNHT	3,273	-	Kabul	
	Buishand	1,222	-	Kabul	
	Von-Neuman	2,015	-	Kabul	
E22A047	Pettit	192	-	Kabul	Sınıf 2: Şüpheli
	SNHT	10,045	2013	Red	
	Buishand	1,543	1993	Red	
	Von-Neuman	1,540	-	Kabul	

Tablo 8. Akım gözlem istasyonların aylık ve yıllık ortalama akım değerleri için otokorelasyon katsayıları

İstasyon No	Veri sayısı	$\frac{1,96}{\sqrt{N}}$	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık ortalama
D22A006	50	0,2722	0,0607	-0,1688	-0,207	-0,0730	0,0307	0,1838	-0,1338	-0,1104	-0,2060	-0,0437	-0,0318	-0,0811	0,0590
D22A055	26	0,3844	0,1414	-0,0822	0,219	0,0474	0,1789	0,0270	-0,3006	-0,3029	-0,4505	-0,0918	-0,0593	0,1818	-0,1592
D22A058	32	0,3465	0,1330	-0,4495	-0,2508	-0,0770	-0,1153	0,1943	0,1887	0,1253	0,0128	0,0238	0,2190	0,0746	0,2100
D22A062	30	0,3578	-0,1959	-0,1378	0,2189	0,1944	0,2484	0,0421	-0,2179	-0,0741	-0,4436	-0,0739	0,0597	0,0663	0,0354
D22A063	34	0,3361	0,0700	-0,0343	0,0276	0,0477	-0,0819	0,0138	-0,0413	-0,053	0,0284	0,1045	0,1179	0,1011	0,214
D22A072	26	0,3844	0,1792	0,2818	-0,035	-0,1680	-0,1044	0,4447	-0,0290	-0,1189	-0,1588	0,2163	-0,1951	-0,068	0,0092
D22A080	26	0,3844	0,0918	0,0830	0,1161	0,0149	0,1420	0,2754	-0,2473	-0,3176	-0,4445	-0,0084	0,3168	-0,0557	0,0199
D22A085	26	0,3844	-0,0550	-0,0093	-0,3668	-0,1150	0,0876	-0,0225	0,1326	-0,0651	-0,0403	-0,0724	0,2017	-0,1084	0,0945
E22A002	48	0,2829	-0,1231	-0,2490	-0,2251	-0,1610	0,0053	0,0065	-0,0143	-0,0172	-0,0294	-0,0586	0,0350	-0,103	0,1108
E22A013	42	0,3024	0,2234	-0,0555	-0,1213	-0,0980	-0,1319	-0,1089	0,0306	-0,3512	-0,3526	0,1029	-0,0532	-0,086	-0,0073
E22A015	30	0,3578	-0,2868	-0,2380	-0,2581	-0,2380	-0,1064	-0,2565	-0,3377	0,2732	-0,0016	-0,0626	-0,0327	-0,1190	0,1310
E22A028	52	0,2718	-0,1410	-0,1869	-0,2245	-0,2430	-0,1892	0,1485	0,095	0,0985	-0,1358	0,149	0,251	0,1206	-0,0284
E22A033	50	0,2772	0,2053	-0,0863	0,0562	0,1575	0,2676	0,0774	-0,165	0,0048	-0,0615	0,1441	0,0873	-0,1702	0,1296
E22A045	46	0,2890	0,0568	0,0019	-0,2906	-0,1650	-0,1948	-0,0586	0,0887	-0,0812	-0,2871	0,0199	0,2360	-0,1502	-0,0620

3.4. Yıllık Eğilim Analizlerine Ait Bulgular ve İrdeleme

3.4.1. Yıllık Ortalama Akımlar için Mann-Kendall Yöntemi'nin Bulguları

Yıllık ortalama akım değerleri için Mann-Kendall Yöntemi'nin bulguları Tablo 9'da verilmektedir. İlgili tablo incelendiğinde, tüm istasyonlarda hesaplanan Z değerinin mutlak değeri %95 güven seviyesi için kritik değer olan 1,96'dan küçük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilmiş ve hiçbir istasyonda eğilime rastlanılmamıştır.

Tablo 9. Yıllık ortalama akım değerleri için %95 güven seviyesinde Mann-Kendall Yöntemi'nin bulguları

İstasyon	Veri Aralığı	Parametre	Mann Kendall Test İstatistiği	Hesaplanan Z Değeri	H_0	Eğilim ve Yönü
D22A006	1966-2015	Q_{ort}	-10	-0,09104	Kabul	Yok
D22A055	1980-2005	Q_{ort}	53	1,14616	Kabul	Yok
D22A058	1981-2012	Q_{ort}	-60	-0,95677	Kabul	Yok
D22A062	1981-2010	Q_{ort}	83	1,46296	Kabul	Yok
D22A063	1980-2013	Q_{ort}	33	0,47438	Kabul	Yok
D22A072	1983-2008	Q_{ort}	55	1,19024	Kabul	Yok
D22A080	1984-2009	Q_{ort}	17	0,35266	Kabul	Yok
D22A085	1985-201	Q_{ort}	63	1,36658	Kabul	Yok
E22A002	1968-2015	Q_{ort}	-38	-0,32886	Kabul	Yok
E22A013	1963-2004	Q_{ort}	83	0,88867	Kabul	Yok
E22A015	1986-2015	Q_{ort}	-7	-0,10705	Kabul	Yok
E22A028	1962-2013	Q_{ort}	86	0,67074	Kabul	Yok
E22A033	1966-2015	Q_{ort}	81	0,66919	Kabul	Yok
E22A045	1970-2015	Q_{ort}	111	1,04150	Kabul	Yok

3.4.2. Yıllık Ortalama Akımlar için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin Bulguları

Yıllık ortalama akım değerleri için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin grafikleri D22A006, D22A055, D22A058, D22A062, D22A063 ve D22A072 istasyonları için Şekil 9'da, D22A080, D22A085, E22A002, E22A013, E22A015, E22A028 istasyonları için Şekil 10'da, E22A033 ve E22A045 istasyonları için Şekil 11'de verilmektedir.

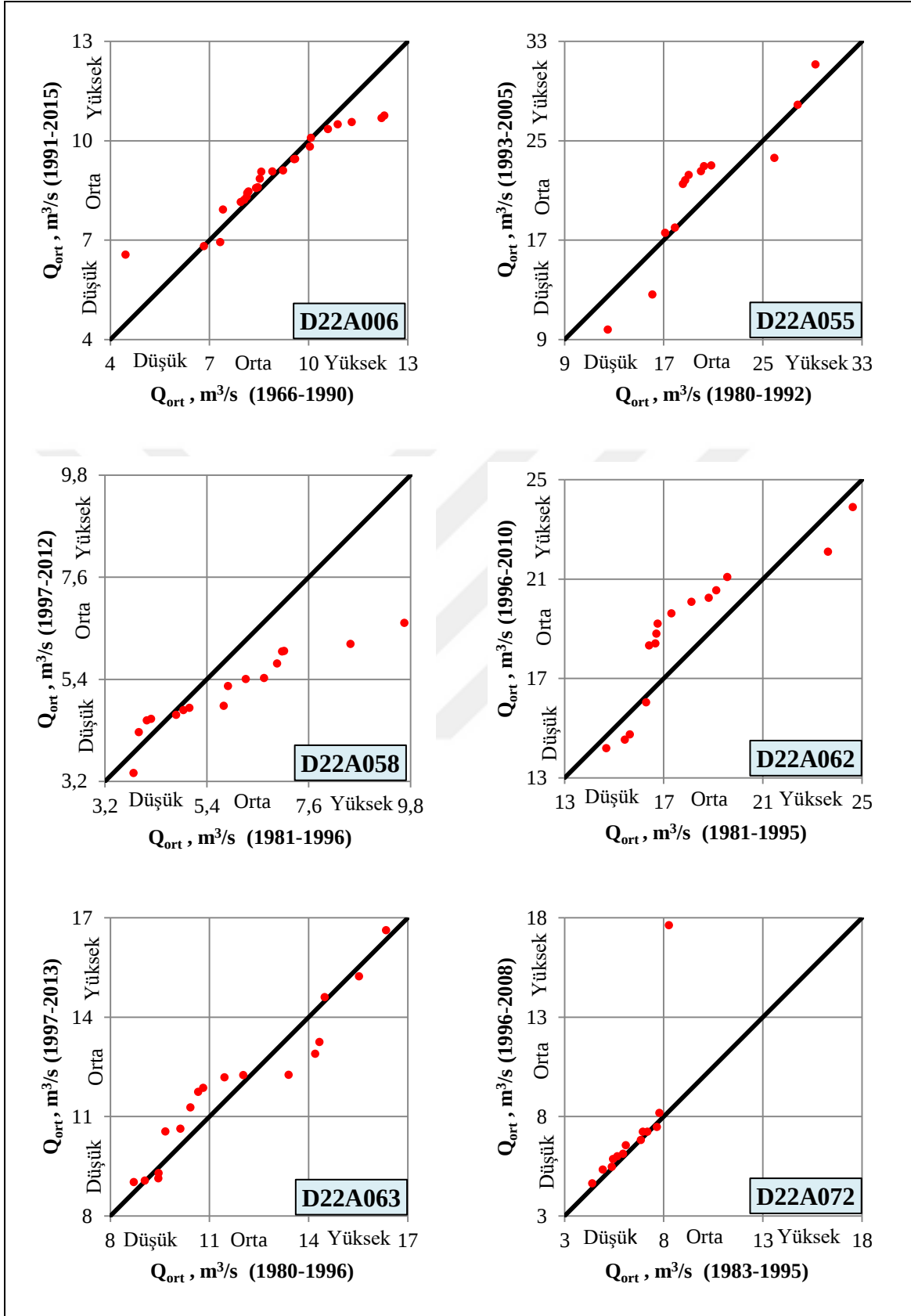
Bu yöntemde verilerin sınıflandırması yapılırken önce saçılım diyagramı çizilip sonrasında uzman görüşü yardımıyla kaç sınıfa ayrılacağına karar vermek daha uygun olmaktadır (Dabanlı, 2017). Bu noktada verilerin sınıflandırılmasında farklı algılama durumları meydana gelebilir. Bu çalışmada da verilerin önce saçılım grafikleri çizilmiş daha sonra veriler düşük, orta ve yüksek değerler olarak her bir veri seti için sınıflandırılmıştır. Şekillerdeki yatay ve düşey eksenler sınıflandırmaya uygun olacak biçimde üç kısım şeklinde ayarlanmıştır.

Yıllık ortalama akımların eğilim durumlarının verilerin düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılarak irdelendiği bulgular Tablo 10'da görülmektedir. Eğilim bulunan kısımlar koyu renkle işaretlenmiştir. Analizi yapılan 14 istasyonda yıllık ortalama akımlar düşük, orta ve yüksek değerler için farklı eğilimler göstermiştir.

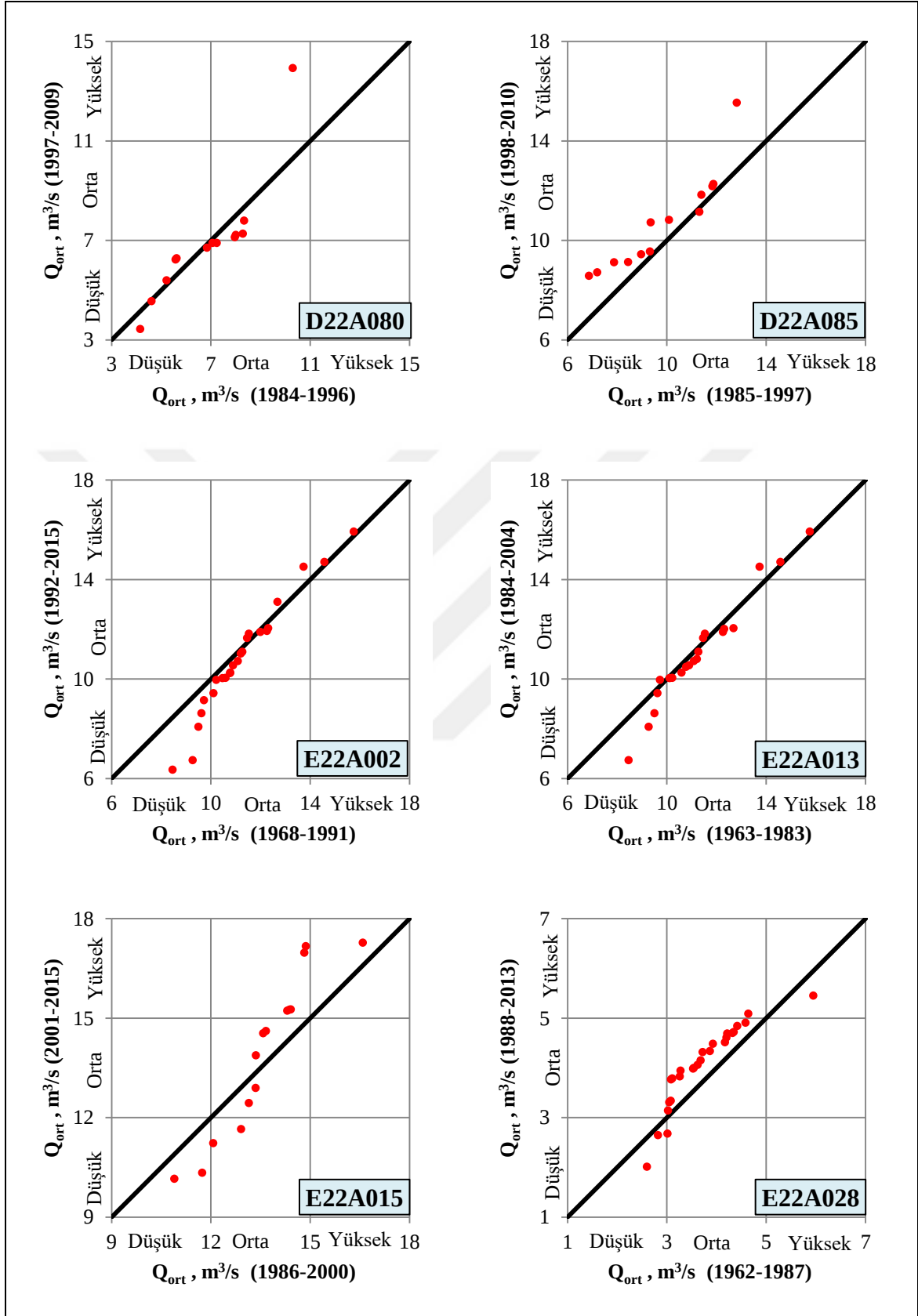
Düşük değerlerde istasyonların %28,57'sinde eğilim görülmezken, %21,43'ünde artış ve %50'sinde azalış eğilimi görülmektedir.

Orta değerlerde istasyonların %30,77'inde eğilim görülmezken, %53,85'inde artış, %15,38'inde ise azalış eğilimi görülmektedir.

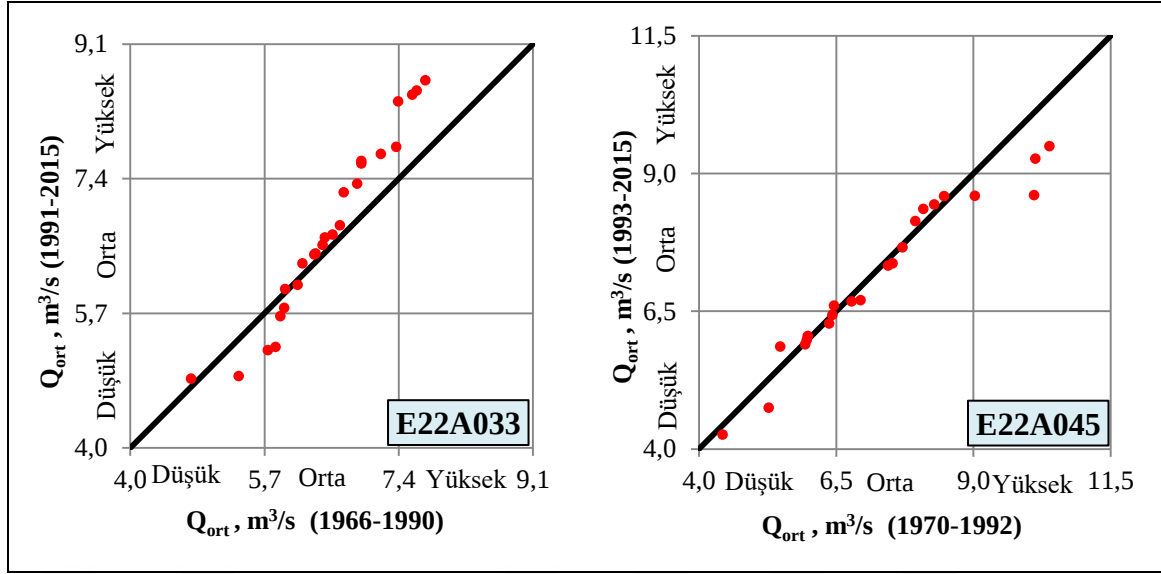
Yüksek değerlerde istasyonların %21,43'ünde eğilim görülmezken %35,71'inde artış, %42,86'sında azalış eğilimi görülmüştür.



Şekil 9. D22A006, D22A055, D22A058, D22A062, D22A063 ve D22A072 istasyonları yıllık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri



Şekil 10. D22A080, D22A085, E22A002, E22A013, E22A015 ve E22A028 istasyonları yıllık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri



Şekil 11. E22A033 ve E22A045 istasyonları yıllık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Tablo 10. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre yıllık ortalama akımların sınıflandırılması

İstasyon No	Veri Aralığı	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
		Düşük değerler	Orta değerler	Yüksek değerler
D22A006	1966-2015	Artan	Eğilim Yok	Azalan
D22A055	1980-2005	Azalan	Artan	Eğilim Yok
D22A058	1981-2012	Eğilim Yok	Azalan	Azalan
D22A062	1981-2010	Hafif azalan	Artan	Hafif azalan
D22A063	1980-2013	Hafif artan	Hafif artan	Hafif azalan
D22A072	1983-2008	Eğilim Yok	Veri yok	Artan
D22A080	1984-2009	Eğilim Yok	Hafif azalan	Artan
D22A085	1985-2010	Artan	Hafif artan	Artan
E22A002	1968-2015	Azalan	Eğilim Yok	Eğilim yok
E22A013	1963-2004	Azalan	Eğilim Yok	Eğilim Yok
E22A015	1986-2015	Azalan	Artan	Artan
E22A028	1962-2013	Hafif Azalan	Artan	Hafif azalan
E22A033	1966-2015	Hafif Azalan	Hafif Artan	Artan
E22A045	1970-2015	Eğilim Yok	Eğilim Yok	Azalan

3.4.3. Yıllık Ortalama Akımlar İçin Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nin Bulguları

Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'ne göre geçiş grafikleri Ek-2'de verilmektedir. C geçiş sayıları ve eğilim durumları ise Tablo 11'de sunulmaktadır. Tablo incelendiğinde tüm istasyonlarda C geçiş sayıları güven sınırlarının arasında kaldığı için hiçbir istasyonda eğilime rastlanılmadığı görülmektedir.

Tablo 11. Yıllık ortalama akımların C geçiş sayıları, %95 güven seviyesi için sınır değerler ve eğilim durumları

İstasyon No	Veri aralığı	Alt sınır	C Geçiş sayısı	Üst sınır	Eğilim durumu
D22A006	1966-2015	9,0352	13,5	15,9648	Yok
D22A055	1980-2005	4,0015	6,5	8,9985	Yok
D22A058	1981-2012	5,2281	8	10,7719	Yok
D22A062	1981-2010	4,8162	7	10,1838	Yok
D22A063	1980-2013	5,6428	7,5	11,3572	Yok
D22A072	1983-2008	4,0015	7,5	8,9985	Yok
D22A080	1984-2009	4,0015	7	8,9985	Yok
D22A085	1985-2010	4,0015	6	8,9985	Yok
E22A002	1968-2015	8,6052	11,5	15,3948	Yok
E22A013	1963-2004	7,3244	10,5	13,6756	Yok
E22A015	1986-2015	4,8162	7	10,1838	Yok
E22A028	1962-2013	9,4666	15	16,5334	Yok
E22A033	1966-2015	9,0352	12,5	15,9648	Yok
E22A045	1970-2015	8,1767	13,5	14,8233	Yok

3.4.4. Yıllık Ortalama Akımlar için Eğilim Yöntemleri Bulgularının İrdelenmesi

Yıllık ortalama akımlar için Mann-Kendall Yöntemi, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerine ait bulgular göz önüne alındığında Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerinde hiçbir istasyonda eğilim görülmezken

Şen'in Yenilikçi Yöntemi'ne göre düşük, orta ve yüksek değerler için çeşitli eğilimlere rastlanılmıştır.

Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerinden elde edilen bulgular çalışma bölgesinde daha önce yapılmış çalışmaların bulguları ile uyushmaktadır. Cıgızoğlu vd. (2004) tarafından Mann-Kendall ve t yöntemleri ile yapılan eğilim analizi çalışmasında bu çalışmayla ortak olan E22A013, E22A015, E22A028, E22A033 ve E22A045 nolu istasyonlarda 2001 yılından geriye doğru 25-65 yıllık dönemde yıllık ortalama akımlarda eğilime rastlanılmamıştır. Cebe (2007) tarafından Mann-Kendall Yöntemi kullanılarak yürütülen çalışmada bu çalışmayla ortak olan E22A002, E22A013, E22A015, E22A028, E22A033, E22A045 nolu istasyonlarda 1964-2001 yılları arasında yıllık ortalama akımlarda eğilime rastlanılmamıştır. Yine, Çeribaşı (2015) tarafından 1988-2009 yılları arasında Mann-Kendall, Spearman'ın Rho ve Mann-Kendall Mertebe Korelasyon yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmada bu çalışmayla ortak olan E22A028 ve E22A045 nolu istasyonlarda ve Altınışik (2015) tarafından veri uzunluğu 43 ile 49 yıl arasında değişen Mann-Kendall Yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada ve bu çalışmayla ortak olan E22A002, E22A013, E22A015, E22A028, E22A033 ve E22A045 nolu istasyonlarda yıllık ortalama akımlarda eğilime rastlanılmamıştır. Eris ve Ağırlioğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada ise bu çalışmayla ortak olan E22A13 ve E22A028 nolu istasyonlarda Mann-Kendall Yöntemi'ne göre eğilime rastlanmazken homojen olmadığı tespit edilen ve verileri homojenleştirilen E22A002 ve E22A033 nolu istasyonlarda azalan yönde eğilimler tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Mann-Kendall Yöntemi'ne göre eğilim çıkmamasına rağmen Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre farklı sınıflarda eğilim bulunması incelenen önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Ay ve Kişi, 2015; Yıldırım, 2015, Dabanlı vd., 2016). Burada özellikle farklı akım sınıflarının önemli olduğu bölgelerdeki eğilimlerin Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi ile değerlendirilmesi faydalı olacaktır.

3.5. Aylık Eğilim Analizlerine Ait Bulgular ve İrdeleme

3.5.1. Aylık Ortalama Akımlar için Mann-Kendall Yöntemi'nin Bulguları

Aylık ortalama akım değerleri için Mann-Kendall Yöntemi'nin bulguları Tablo 12'de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, aylık ortalama akımlarda Mann-Kendall

Yöntemi'ne göre çoğunlukla eğilim bulunamamıştır. Bunun yanında; D22A062 istasyonu için Şubat ayında, D22A063 istasyonu için Ekim ayında, D22A072 ve D22A085 istasyonları için Kasım ayında, E22A015 istasyonu için Mayıs ayında, E22A033 istasyonu için Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında artan eğilimlere, E22A002 istasyonu için Ağustos ayında ve E22A033 istasyonu için Temmuz ve Ağustos aylarında azalan eğilimlere rastlanılmıştır. Toplamda analizi yapılan 168 ayın sadece 12'sinde eğilim görülmüştür.

Tablo 12. Aylık ortalama değerler için Mann-Kendall Yöntemi'nin bulguları ve eğilimin eğimleri

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Mann-Kendall Test İstatistiği	Hesaplanan Z Değeri	H ₀	Eğilim ve Yönü	Eğilimin Eğimi
D22A006	1966-2015	Ekim	129	1,07078	Kabul	Yok	
		Kasım	70	0,57720	Kabul	Yok	
		Aralık	66	0,54377	Kabul	Yok	
		Ocak	72	0,59393	Kabul	Yok	
		Şubat	25	0,20079	Kabul	Yok	
		Mart	232	1,93235	Kabul	Yok	
		Nisan	67	0,55216	Kabul	Yok	
		Mayıs	8	0,05857	Kabul	Yok	
		Haziran	-130	-1,07926	Kabul	Yok	
		Temmuz	-169	-1,40539	Kabul	Yok	
		Ağustos	-215	-1,79020	Kabul	Yok	
		Eylül	53	0,43500	Kabul	Yok	
D22A055	1980-2005	Ekim	-34	-0,72755	Kabul	Yok	
		Kasım	-76	-1,65352	Kabul	Yok	
		Aralık	-24	-0,50708	Kabul	Yok	
		Ocak	5	0,08827	Kabul	Yok	
		Şubat	36	0,77164	Kabul	Yok	
		Mart	10	0,19842	Kabul	Yok	
		Nisan	57	1,23433	Kabul	Yok	
		Mayıs	-18	-0,37480	Kabul	Yok	
		Haziran	26	0,58387	Kabul	Yok	
		Temmuz	-47	-1,01391	Kabul	Yok	
		Ağustos	3	0,04408	Kabul	Yok	
		Eylül	57	1,23433	Kabul	Yok	
D22A058	1981-2012	Ekim	-35	-0,55143	Kabul	Yok	
		Kasım	-19	-0,30594	Kabul	Yok	
		Aralık	-52	-0,82704	Kabul	Yok	
		Ocak	-42	-0,66487	Kabul	Yok	
		Şubat	47	0,74605	Kabul	Yok	
		Mart	17	0,25950	Kabul	Yok	
		Nisan	-26	-0,40566	Kabul	Yok	
		Mayıs	-90	-1,44326	Kabul	Yok	
		Haziran	-42	-0,66487	Kabul	Yok	
		Temmuz	-64	-1,02164	Kabul	Yok	
		Ağustos	-104	-1,67073	Kabul	Yok	
		Eylül	-10	-0,14595	Kabul	Yok	

Tablo 12'nin devamı

D22A062	1981-2010	Ekim	92	1,62379	Kabul	Yok	0,0860
		Kasım	45	0,78501	Kabul	Yok	
		Aralık	110	1,94498	Kabul	Yok	
		Ocak	55	0,96342	Kabul	Yok	
		Şubat	152	2,69442	Red	Artan	
		Mart	103	1,82036	Kabul	Yok	
		Nisan	11	0,17841	Kabul	Yok	
		Mayıs	81	1,42728	Kabul	Yok	
		Haziran	6	0,22511	Kabul	Yok	
		Temmuz	-57	-0,99942	Kabul	Yok	
		Ağustos	9	0,14277	Kabul	Yok	
		Eylül	91	1,60569	Kabul	Yok	
D22A063	1980-2013	Ekim	163	2,40156	Red	Artan	0,1081
		Kasım	28	0,40030	Kabul	Yok	
		Aralık	13	0,17789	Kabul	Yok	
		Ocak	1	0,00000	Kabul	Yok	
		Şubat	51	0,74122	Kabul	Yok	
		Mart	61	0,88947	Kabul	Yok	
		Nisan	13	0,17793	Kabul	Yok	
		Mayıs	9	0,11862	Kabul	Yok	
		Haziran	10	0,13343	Kabul	Yok	
		Temmuz	-64	-0,93445	Kabul	Yok	
		Ağustos	11	0,14828	Kabul	Yok	
		Eylül	109	1,60104	Kabul	Yok	
D22A072	(1983-2008)	Ekim	71	1,54291	Kabul	Yok	0,1744
		Kasım	102	2,22674	Red	Artan	
		Aralık	67	1,45474	Kabul	Yok	
		Ocak	-47	-1,01440	Kabul	Yok	
		Şubat	31	0,66189	Kabul	Yok	
		Mart	58	1,33123	Kabul	Yok	
		Nisan	57	1,23433	Kabul	Yok	
		Mayıs	-34	-0,72755	Kabul	Yok	
		Haziran	43	0,92620	Kabul	Yok	
		Temmuz	-3	-0,04408	Kabul	Yok	
		Ağustos	-3	-0,04408	Kabul	Yok	
		Eylül	66	1,43305	Kabul	Yok	
D22A080	1984-2009	Ekim	-11	-0,22042	Kabul	Yok	
		Kasım	-21	-0,44083	Kabul	Yok	
		Aralık	8	0,15433	Kabul	Yok	
		Ocak	39	0,83758	Kabul	Yok	
		Şubat	75	1,63107	Kabul	Yok	
		Mart	73	1,58699	Kabul	Yok	
		Nisan	30	0,63936	Kabul	Yok	
		Mayıs	-42	-0,90392	Kabul	Yok	
		Haziran	-4	-0,07006	Kabul	Yok	
		Temmuz	7	0,13225	Kabul	Yok	
		Ağustos	-14	-0,28661	Kabul	Yok	
		Eylül	41	0,88209	Kabul	Yok	
D22A085	1985-2010	Ekim	61	1,32249	Kabul	Yok	0,2009
		Kasım	95	2,07191	Red	Artan	
		Aralık	36	0,77164	Kabul	Yok	
		Ocak	58	1,25667	Kabul	Yok	
		Şubat	61	1,32249	Kabul	Yok	
		Mart	63	1,36658	Kabul	Yok	
		Nisan	-7	-0,13225	Kabul	Yok	
		Mayıs	13	0,26463	Kabul	Yok	
		Haziran	8	0,15433	Kabul	Yok	
		Temmuz	32	0,68345	Kabul	Yok	
		Ağustos	3	0,04408	Kabul	Yok	
		Eylül	70	1,52124	Kabul	Yok	

Tablo 12'nin devamı

E22A002	1968-2015	Ekim	-74	-0,64883	Kabul	Yok	-0,0268
		Kasım	45	0,39109	Kabul	Yok	
		Aralık	-88	-0,77332	Kabul	Yok	
		Ocak	102	0,89769	Kabul	Yok	
		Şubat	70	0,61327	Kabul	Yok	
		Mart	163	1,44030	Kabul	Yok	
		Nisan	1	0,00000	Kabul	Yok	
		Mayıs	-151	-1,33340	Kabul	Yok	
		Haziran	-165	-1,45781	Kabul	Yok	
		Temmuz	-77	-0,67552	Kabul	Yok	
		Ağustos	-222	-1,96426	Red	Azalan	
		Eylül	-82	-0,72006	Kabul	Yok	
E22A013	1963-2004	Ekim	38	0,40101	Kabul	Yok	
		Kasım	150	1,61487	Kabul	Yok	
		Aralık	44	0,46604	Kabul	Yok	
		Ocak	65	0,69359	Kabul	Yok	
		Şubat	60	0,63944	Kabul	Yok	
		Mart	-66	-0,70455	Kabul	Yok	
		Nisan	65	0,69367	Kabul	Yok	
		Mayıs	-40	-0,43805	Kabul	Yok	
		Haziran	2	0,01123	Kabul	Yok	
		Temmuz	-159	-1,71251	Kabul	Yok	
		Ağustos	-154	-1,65841	Kabul	Yok	
		Eylül	-40	-0,42268	Kabul	Yok	
E22A015	1986-2015	Ekim	16	0,26766	Kabul	Yok	0,3471
		Kasım	11	0,17847	Kabul	Yok	
		Aralık	-42	-0,73160	Kabul	Yok	
		Ocak	-41	-0,71387	Kabul	Yok	
		Şubat	-22	-0,37472	Kabul	Yok	
		Mart	23	0,39250	Kabul	Yok	
		Nisan	10	0,16059	Kabul	Yok	
		Mayıs	117	2,07022	Red	Artan	
		Haziran	-31	-0,53523	Kabul	Yok	
		Temmuz	-98	-1,73086	Kabul	Yok	
		Ağustos	-82	-1,44535	Kabul	Yok	
		Eylül	15	0,24977	Kabul	Yok	
E22A028	1962-2013	Ekim	-127	-0,99431	Kabul	Yok	
		Kasım	71	0,55239	Kabul	Yok	
		Aralık	-135	-1,05744	Kabul	Yok	
		Ocak	127	0,99431	Kabul	Yok	
		Şubat	-12	-0,08681	Kabul	Yok	
		Mart	28	0,21307	Kabul	Yok	
		Nisan	58	0,44982	Kabul	Yok	
		Mayıs	-43	-0,33144	Kabul	Yok	
		Haziran	5	0,03157	Kabul	Yok	
		Temmuz	-8	-0,05524	Kabul	Yok	
		Ağustos	-205	-1,60983	Kabul	Yok	
		Eylül	56	0,43404	Kabul	Yok	
E22A033	1966-2015	Ekim	180	1,49736	Kabul	Yok	0,0109 0,0059 0,0071 0,0230 -0,0906 -0,0256
		Kasım	181	1,50603	Kabul	Yok	
		Aralık	254	2,11668	Red	Artan	
		Ocak	250	2,08370	Red	Artan	
		Şubat	263	2,19205	Red	Artan	
		Mart	256	2,13326	Red	Artan	
		Nisan	203	1,68994	Kabul	Yok	
		Mayıs	184	1,53104	Kabul	Yok	
		Haziran	-92	-0,76141	Kabul	Yok	
		Temmuz	-343	-2,86098	Red	Azalan	
		Ağustos	-281	-2,34249	Red	Azalan	
		Eylül	-66	-0,54381	Kabul	Yok	

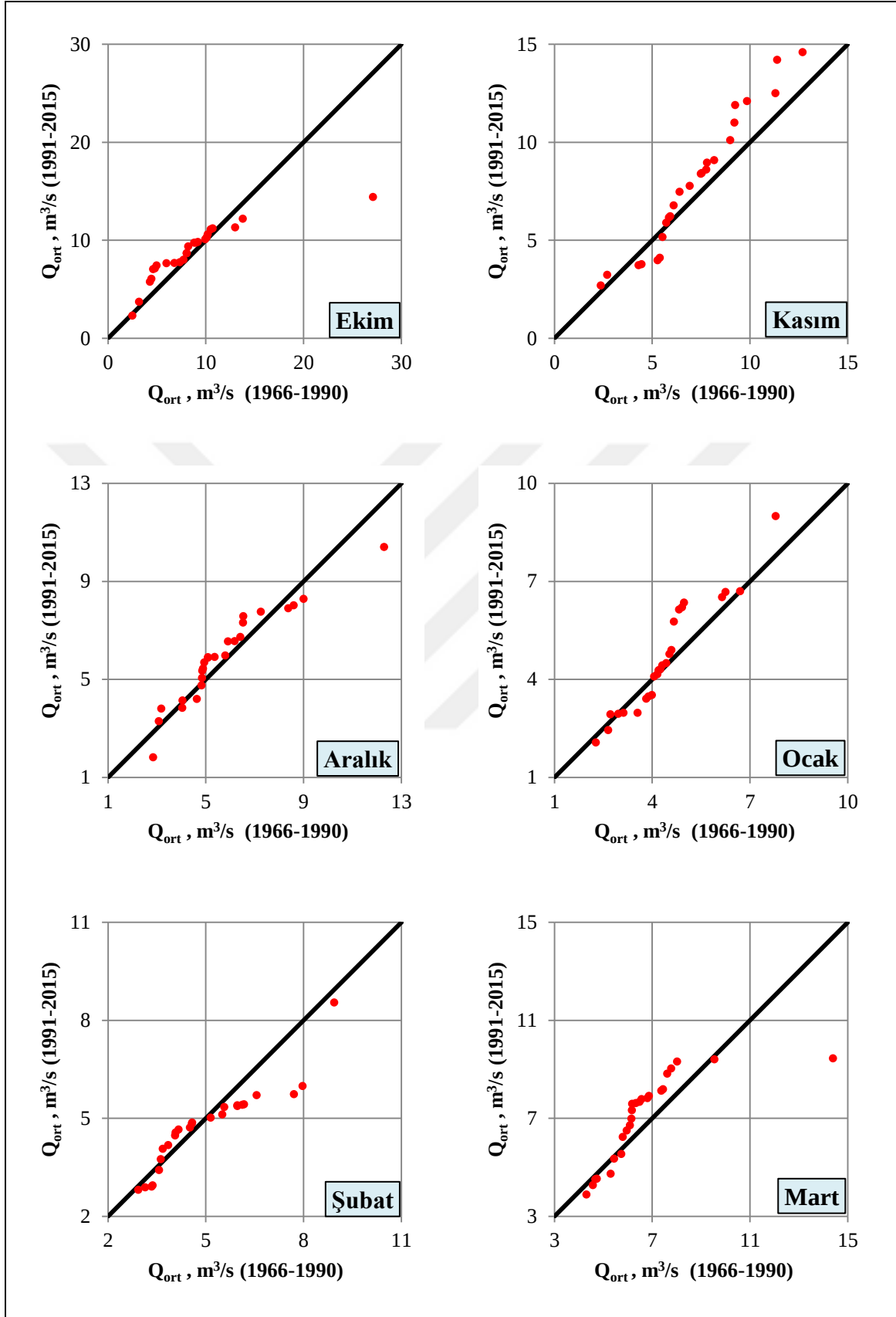
Tablo 12'nin devamı

E22A045	1970-2015	Ekim	-9	-0,07575	Kabul	Yok	
		Kasım	110	1,03207	Kabul	Yok	
		Aralık	-52	-0,49890	Kabul	Yok	
		Ocak	123	1,15522	Kabul	Yok	
		Şubat	174	1,63836	Kabul	Yok	
		Mart	144	1,35401	Kabul	Yok	
		Nisan	-39	-0,35979	Kabul	Yok	
		Mayıs	-33	-0,30298	Kabul	Yok	
		Haziran	111	1,04150	Kabul	Yok	
		Temmuz	41	0,37873	Kabul	Yok	
		Ağustos	-110	-1,03207	Kabul	Yok	
		Eylül	-77	-0,71958	Kabul	Yok	

3.5.2. Aylık Ortalama Akımlar için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin Bulguları

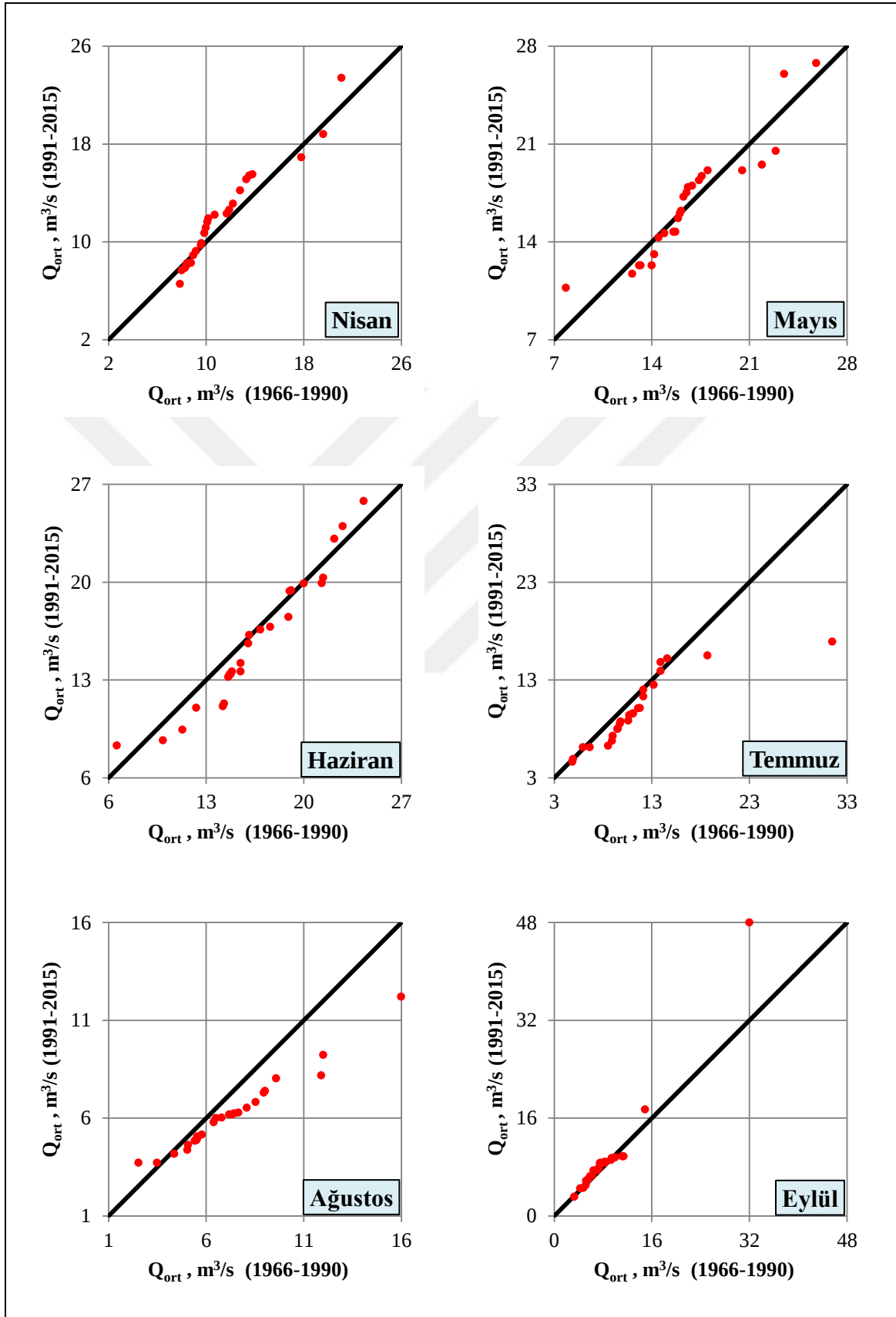
Aylık ortalama akım değerleri için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin bulguları Şekil 12-25'te verilmektedir.

D22A006 istasyonunda aylık ortalama akımların Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri Şekil 12'de verilmektedir. Elde edilen bulguların düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılması Tablo 13'de verilmektedir.



Şekil 12. D22A006 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 12'nin devamı

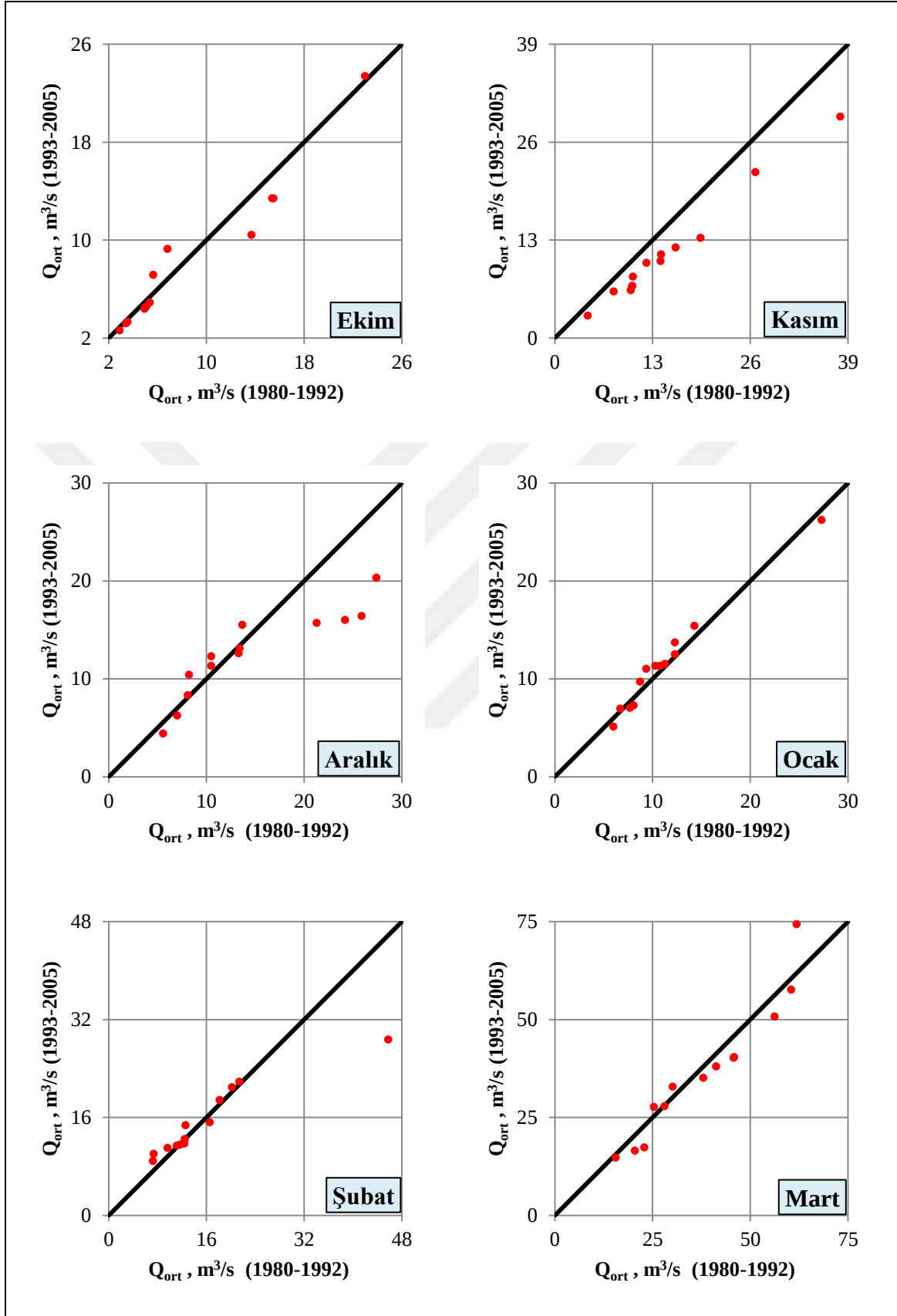


Tablo 13. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A006 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A006	1966-2015	Ekim	Hafif Artan	Hafif Azalan	Azalan
		Kasım	Eğilim yok	Artan	Artan
		Aralık	Eğilim yok	Hafif Artan	Azalan
		Ocak	Hafif azalan	Artan	Artan
		Şubat	Hafif artan	Azalan	Hafif azalan
		Mart	Eğilim yok	Artan	Azalan
		Nisan	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok
		Mayıs	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok
		Haziran	Azalan	Hafif Azalan	Hafif artan
		Temmuz	Hafif Azalan	Hafif azalan	Azalan
		Ağustos	Eğilim yok	Azalan	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan

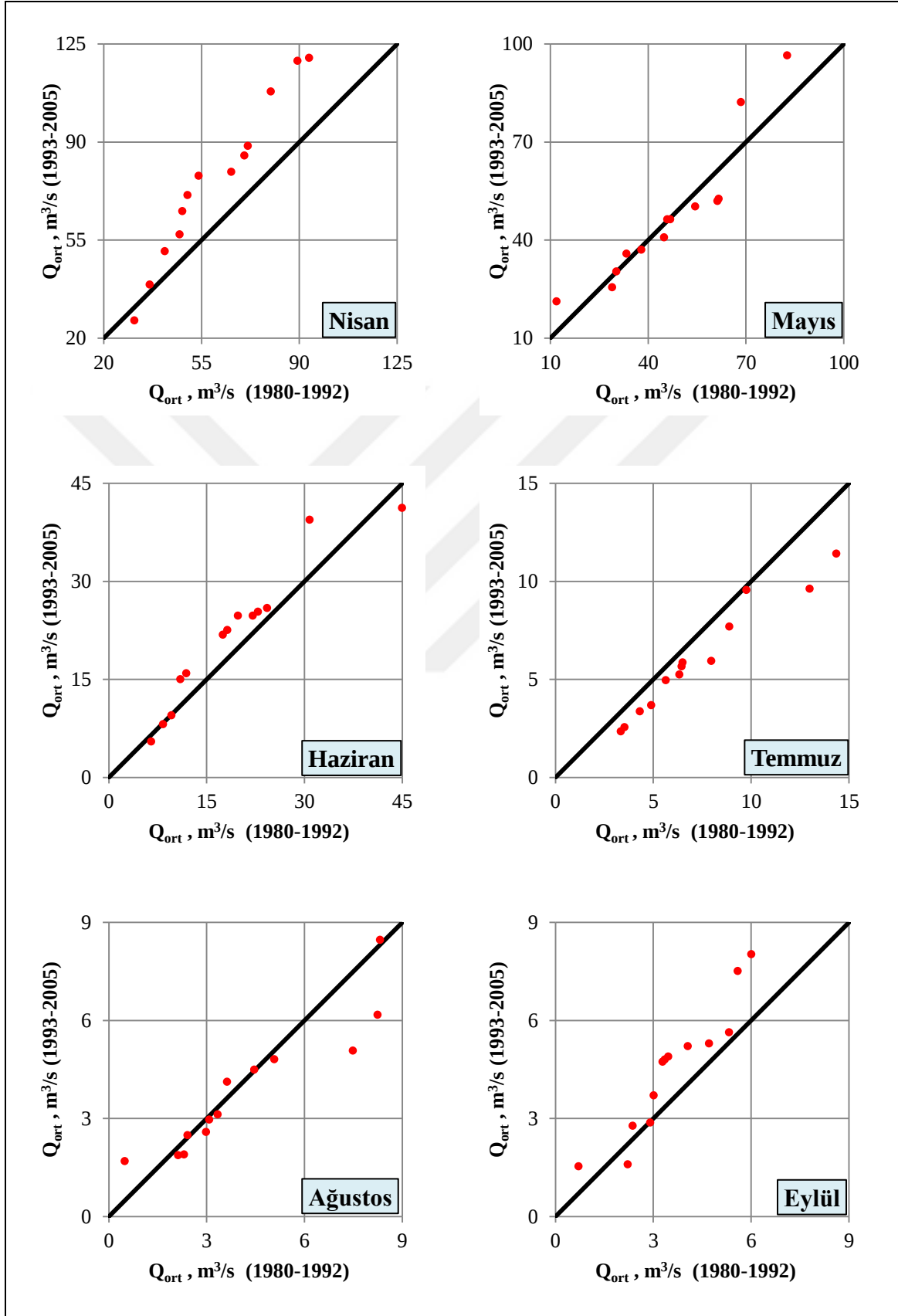
Tablo 13 incelendiğinde, D22A006 nolu istasyonun düşük, orta ve yüksek veriler için farklı eğilimler gösterdiği görülmektedir. Burada, genel bir değerlendirme yapıldığında Kasım ve Eylül aylarında artan, Temmuz ve Ağustos aylarında ise azalan yönde eğilimler dikkat çekmektedir.

Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A055 istasyonunda aylık ortalama akımların Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri Şekil 13'te sunulmaktadır. Bu bulguların düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılması ise Tablo 14'te verilmektedir.



Şekil 13. D22A055 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 13'ün devamı

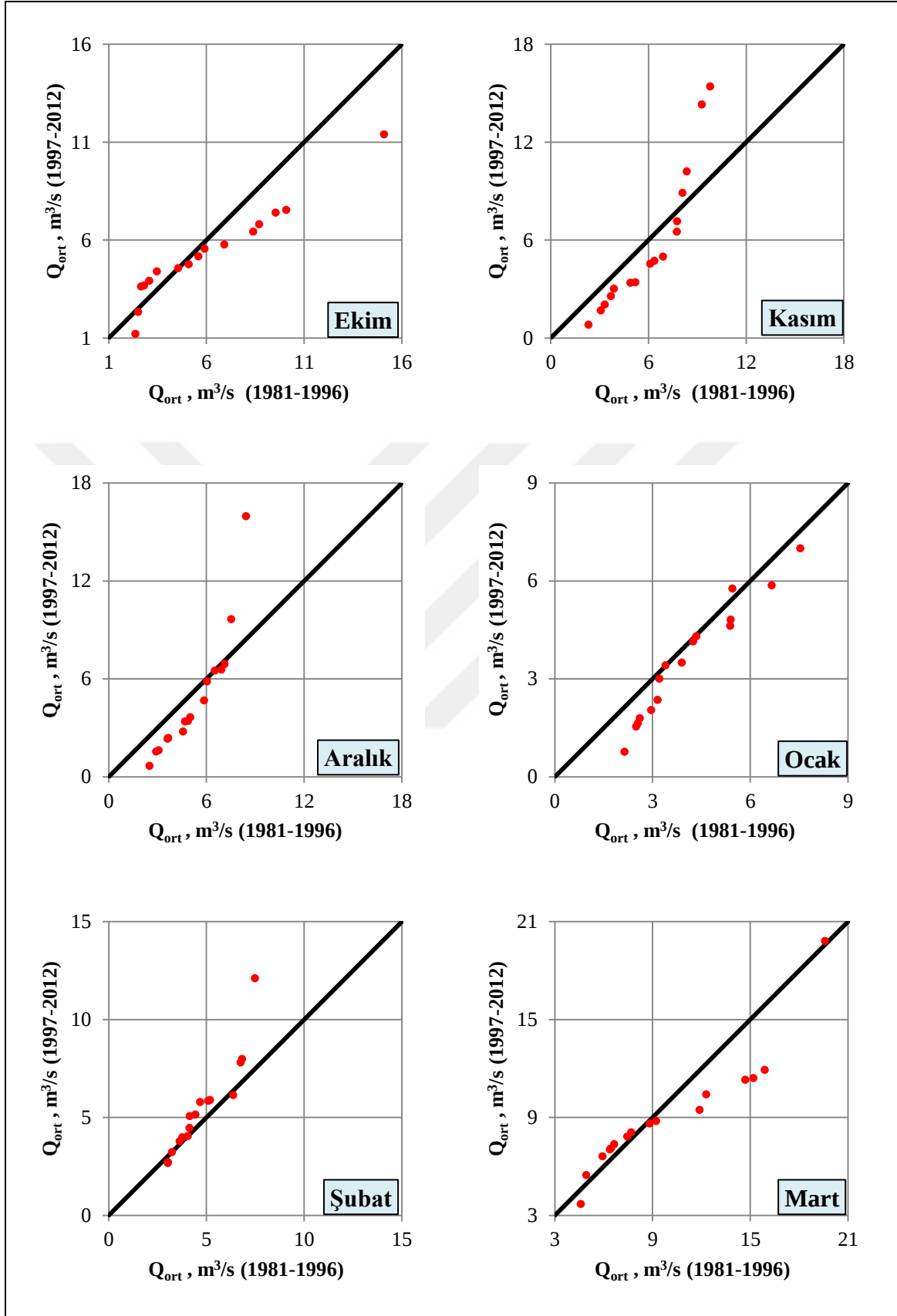


Tablo 14. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A055 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A055	1980-2005	Ekim	Hafif artan	Azalan	Eğilim yok
		Kasım	Hafif Azalan	Azalan	Azalan
		Aralık	Eğilim yok	Hafif Artan	Azalan
		Ocak	Eğilim yok	Eğilim yok	Eğilim yok
		Şubat	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Mart	Hafif Azalan	Eğilim yok	Eğilim yok
		Nisan	Hafif artan	Artan	Artan
		Mayıs	Eğilim yok	Hafif Azalan	Artan
		Haziran	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok
		Temmuz	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Azalan
		Ağustos	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Artan	Artan

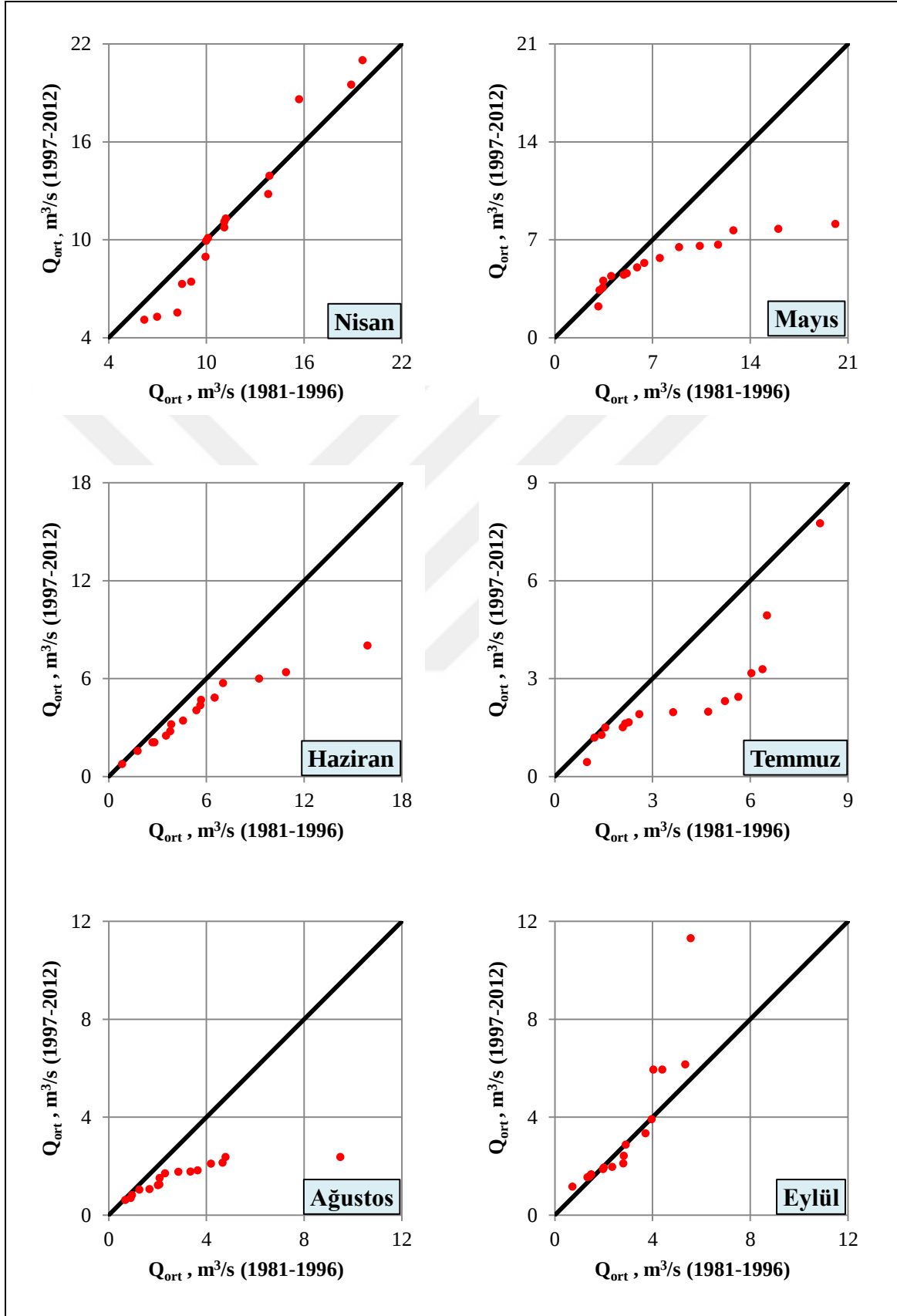
Tablo 14 incelendiğinde, D22A055 istasyonu her bir sınıf için farklı eğilimlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Detaylı bir inceleme yapıldığında Ocak ayında herhangi bir eğilimin görülmediği, Kasım ve Temmuz aylarında azalan, Nisan ve Eylül aylarında ise artan yönde eğilimler olduğu anlaşılmaktadır.

D22A058 istasyonunda aylık ortalama akımların Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri Şekil 14'te sunulmaktadır. Bu sonuçların düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılması Tablo 15'te verilmektedir.



Şekil 14. D22A058 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 14'ün devamı

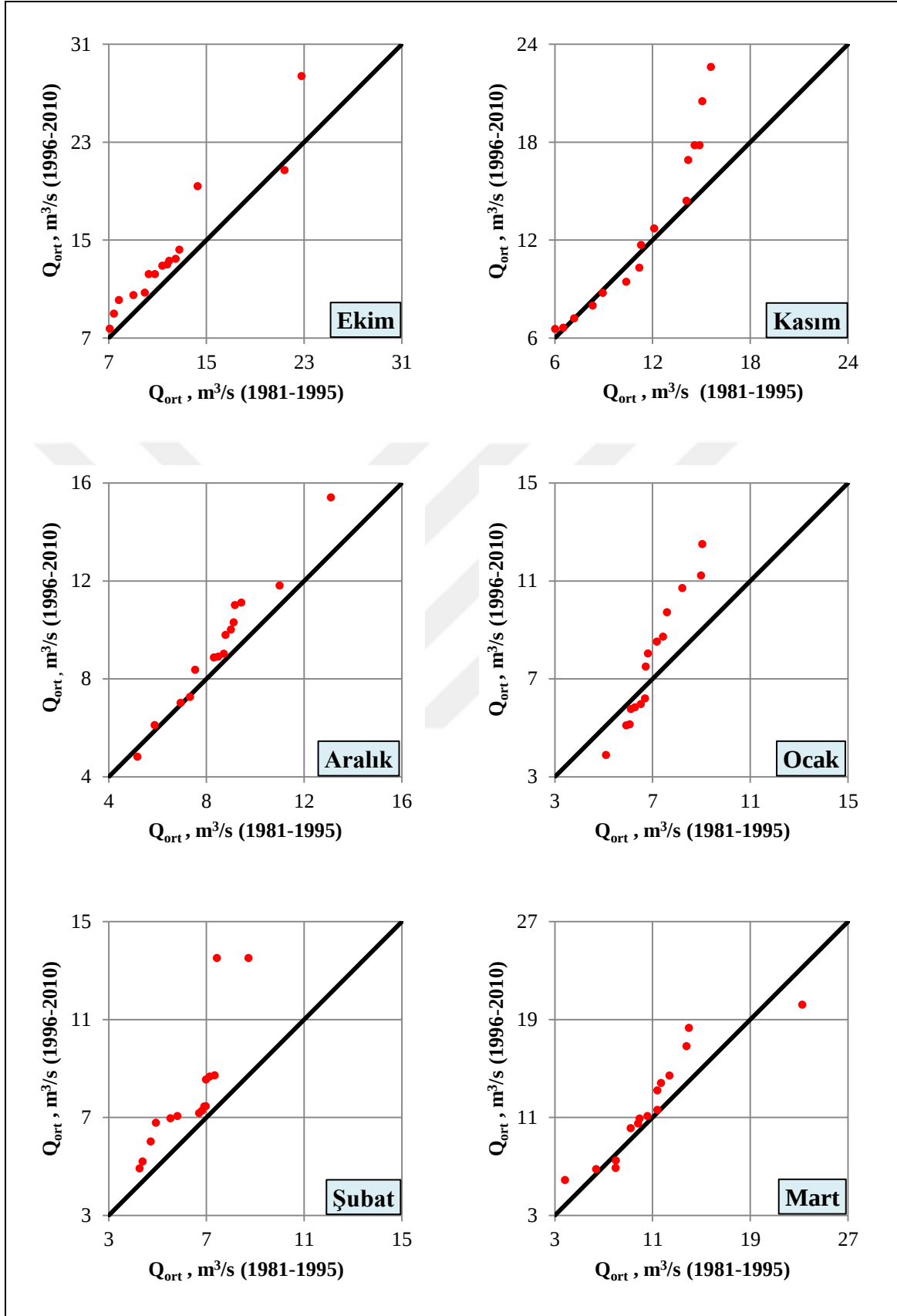


Tablo 15. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A058 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A058	1981-2012	Ekim	Eğilim yok	Azalan	Azalan
		Kasım	Azalan	Eğilim Yok	Artan
		Aralık	Azalan	Eğilim yok	Artan
		Ocak	Azalan	Eğilim yok	Hafif Azalan
		Şubat	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Mart	Hafif Artan	Azalan	Eğilim yok
		Nisan	Azalan	Eğilim yok	Hafif Artan
		Mayıs	Eğilim Yok	Azalan	Azalan
		Haziran	Hafif Azalan	Azalan	Azalan
		Temmuz	Hafif Azalan	Azalan	Azalan
		Ağustos	Azalan	Azalan	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Artan	Artan

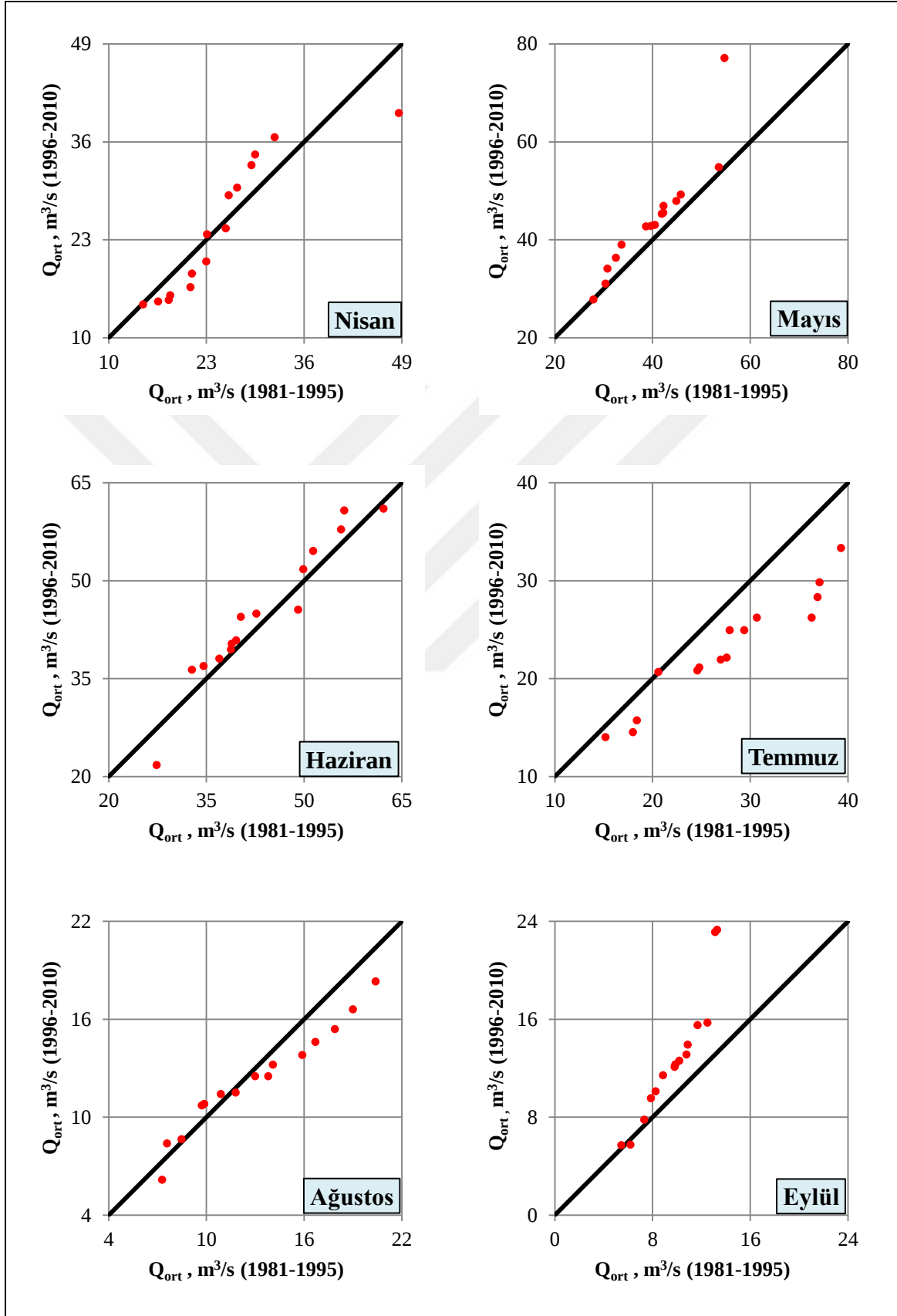
Tablo 15 incelendiğinde, D22A058 istasyonunda da farklı sınıflar için değişik eğilimler gösterdiği tespit edilmiştir. Aylar tek tek incelendiğinde Ekim, Ocak, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında azalan, Şubat ve Eylül aylarında ise artan yönde eğilimler ortaya çıkmıştır.

D22A062 istasyonunda aylık ortalama eğilim grafikleri Şekil 15'te verilmektedir. Tablo 16'da bu bulguların düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılması görülmektedir.



Şekil 15. D22A062 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 15'in devamı

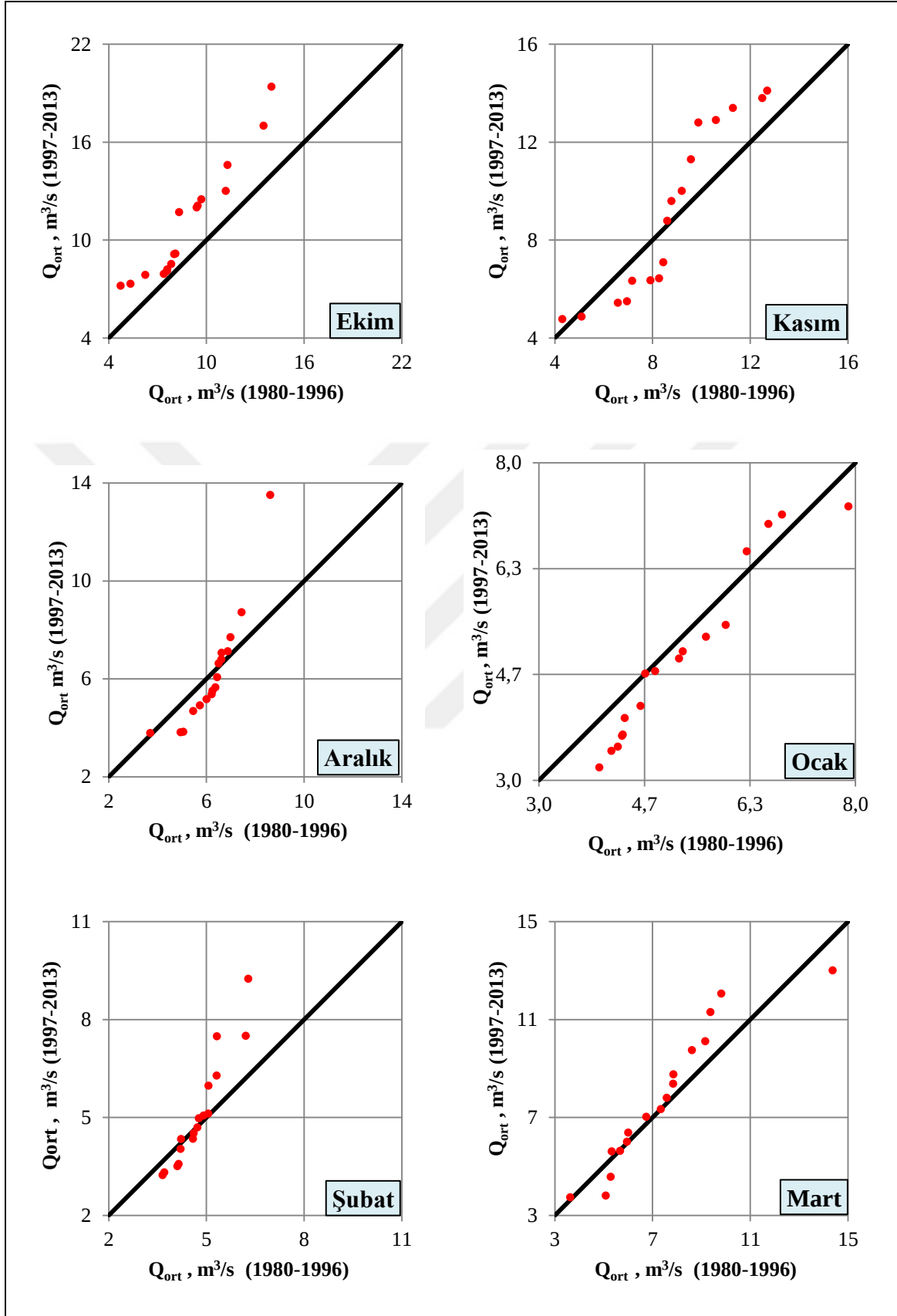


Tablo 16. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A062 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A062	1981-2010	Ekim	Artan	Artan	Artan
		Kasım	Eğilim yok	Artan	Artan
		Aralık	Eğilim yok	Artan	Artan
		Ocak	Hafif Azalan	Artan	Artan
		Şubat	Artan	Artan	Artan
		Mart	Eğilim yok	Artan	Azalan
		Nisan	Hafif Azalan	Artan	Azalan
		Mayıs	Hafif Artan	Hafif Artan	Artan
		Haziran	Azalan	Hafif Artan	Hafif Artan
		Temmuz	Azalan	Azalan	Azalan
		Ağustos	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Artan	Artan

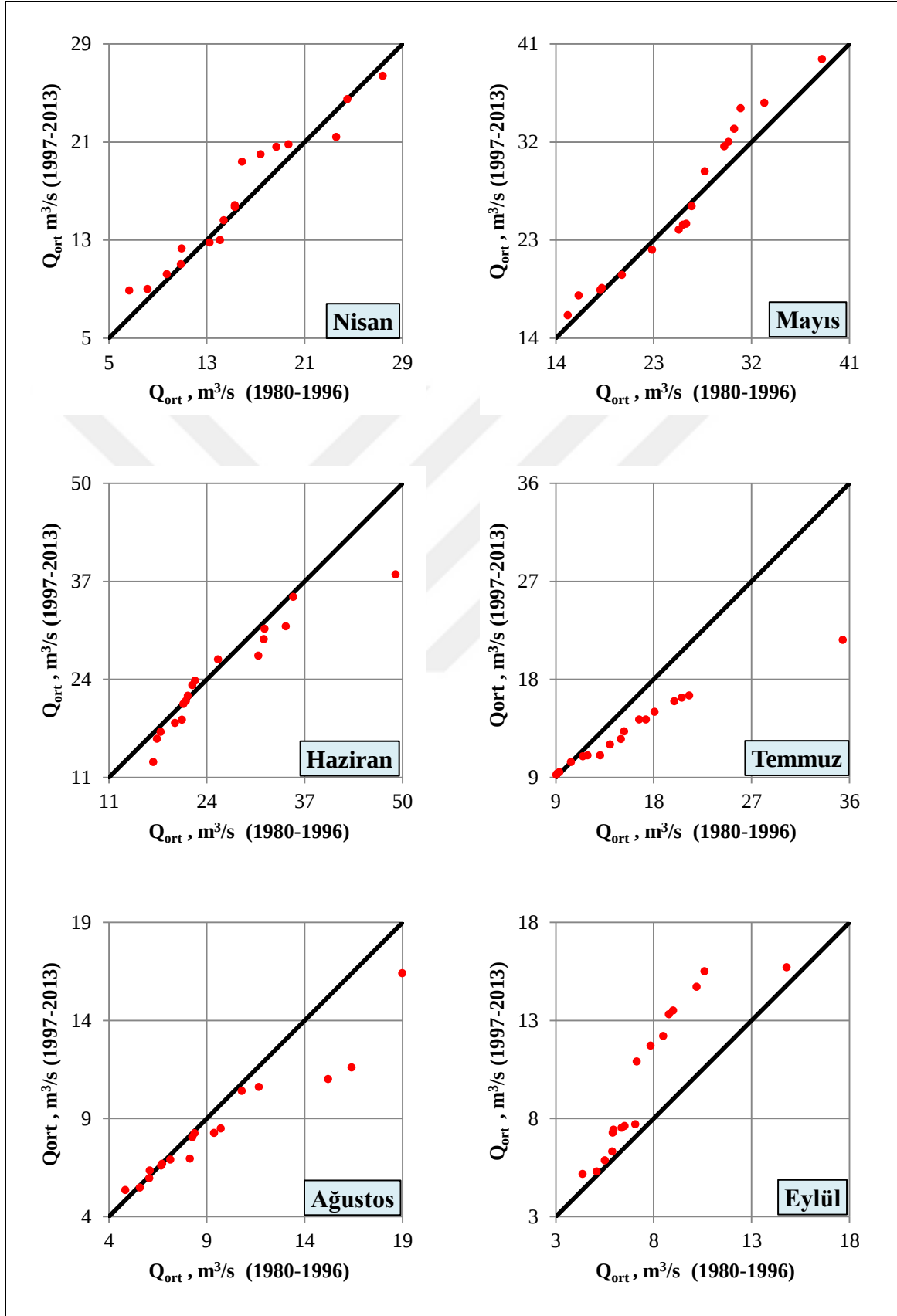
Tablo 16'dan D22A062 nolu istasyonun düşük, orta ve yüksek veriler için farklı eğilimler gösterdiği anlaşılmaktadır. Her ay kendi içinde incelendiğinde Temmuz ayı için azalan; Ekim, Kasım, Aralık, Şubat, Mayıs ve Eylül aylarında ise artan yönde eğilimler olduğu görülmektedir.

Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A063 istasyonunda aylık ortalama akımlar için yapılan eğilim analizi bulguları Şekil 16'da verilmektedir. Bu bulguların üç farklı sınıfa göre değerlendirilmesi Tablo 17'de verilmektedir.



Şekil 16. D22A063 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 16'nın devamı

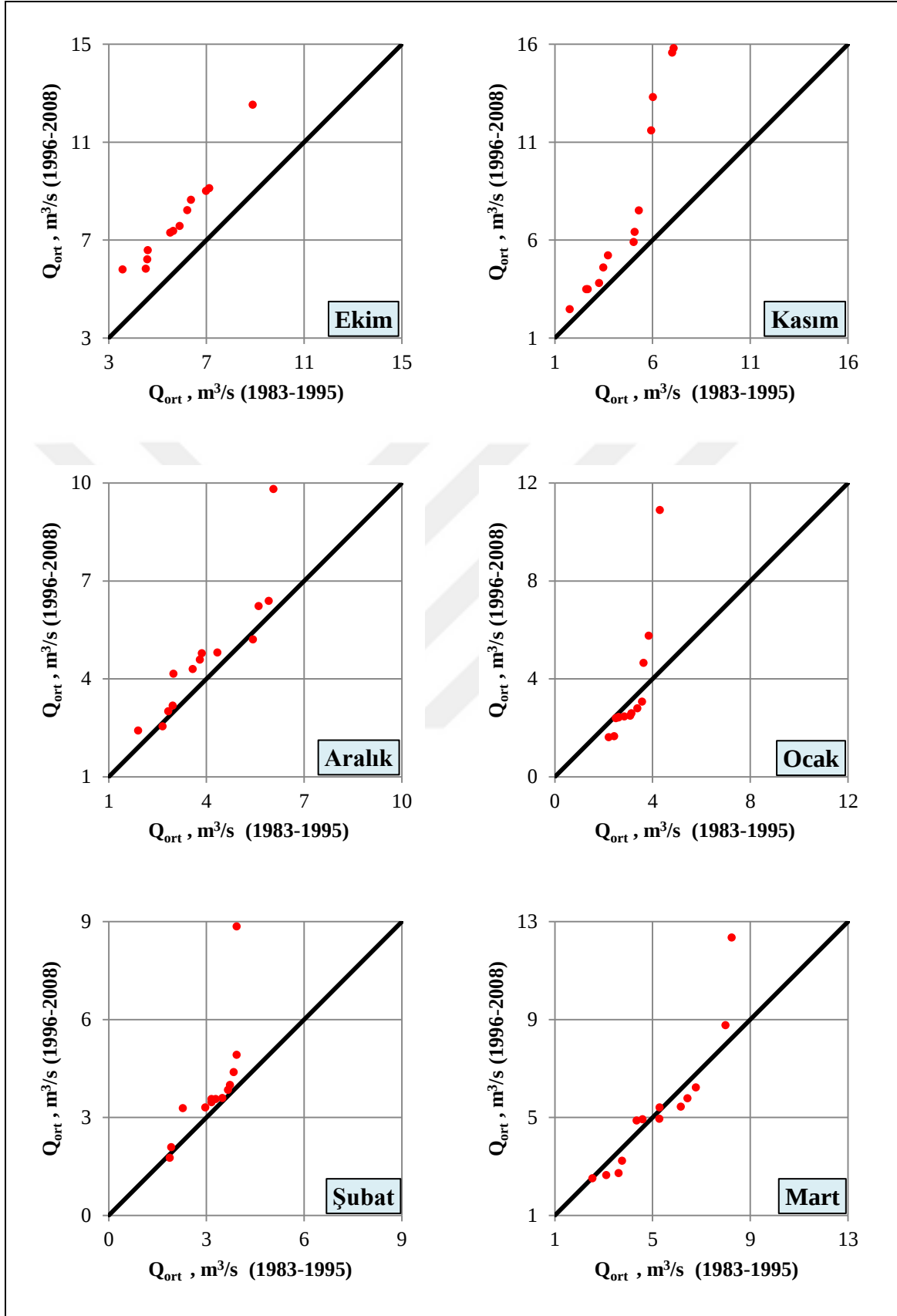


Tablo 17. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A063 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A063	1980-2013	Ekim	Artan	Artan	Artan
		Kasım	Azalan	Artan	Artan
		Aralık	Hafif Azalan	Hafif Artan	Artan
		Ocak	Azalan	Hafif Azalan	Hafif Artan
		Şubat	Eğilim yok	Artan	Artan
		Mart	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok
		Nisan	Eğilim yok	Hafif Artan	Hafif azalan
		Mayıs	Eğilim yok	Eğilim Yok	Hafif Artan
		Haziran	Eğilim yok	Hafif Azalan	Azalan
		Temmuz	Azalan	Azalan	Azalan
		Ağustos	Eğilim yok	Hafif Azalan	Azalan
		Eylül	Hafif Artan	Artan	Artan

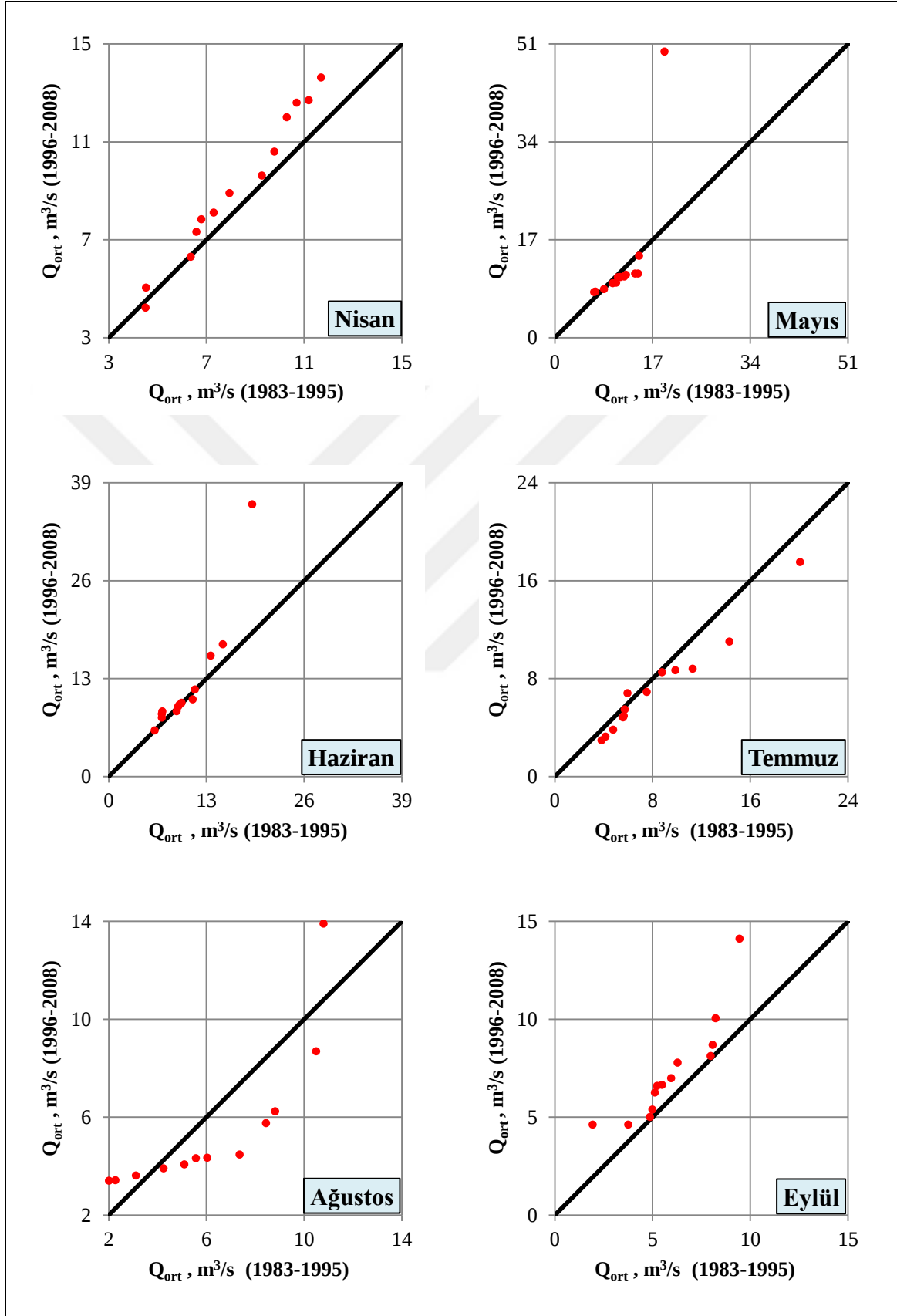
Tablo 17 incelendiğinde, D22A063 nolu istasyon değişik sınıflar için farklı eğilimler göstermiştir. Tüm ayları için genel bir değerlendirme yapıldığında Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında azalan; Ekim, Şubat ve Eylül aylarında ise artan yönde eğilimler görülmektedir.

D22A072 istasyonu için ortalama akımların Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim analizi yapılmıştır. İstasyona ait grafikler Şekil 17'de görülmektedir. Şekil 17 incelenerek yapılan düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılması Tablo 18'de verilmektedir.



Şekil 17. D22A072 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 17'nin devamı

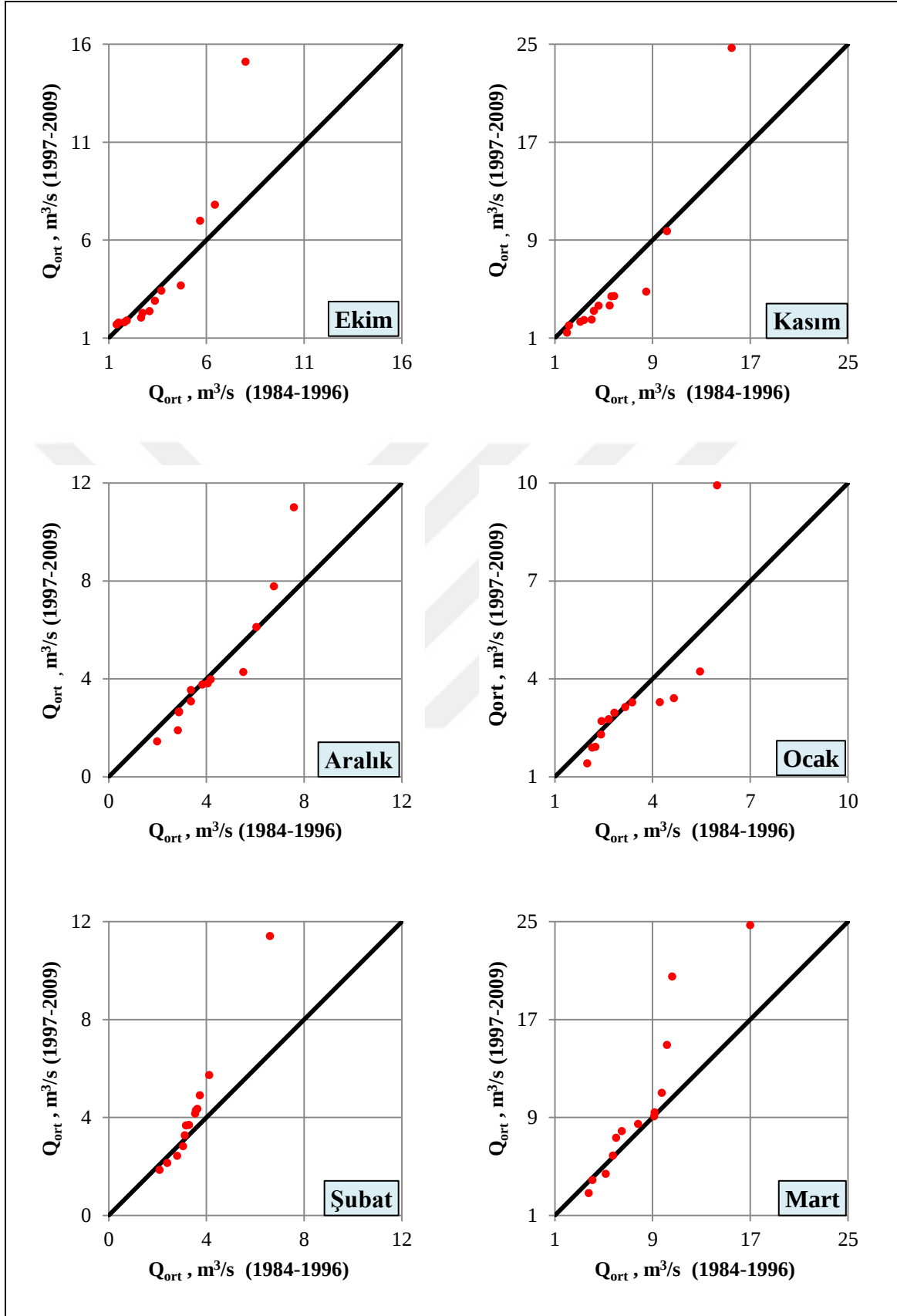


Tablo 18. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A072 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A072	1983-2008	Ekim	Artan	Artan	Artan
		Kasım	Hafif Artan	Artan	Artan
		Aralık	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Ocak	Hafif Azalan	Artan	Artan
		Şubat	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Mart	Eğilim yok	Eğilim yok	Artan
		Nisan	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Mayıs	Eğilim yok	Veri Yok	Artan
		Haziran	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Temmuz	Eğilim yok	Hafif Azalan	Hafif Azalan
		Ağustos	Eğilim yok	Azalan	Artan
		Eylül	Artan	Hafif Artan	Artan

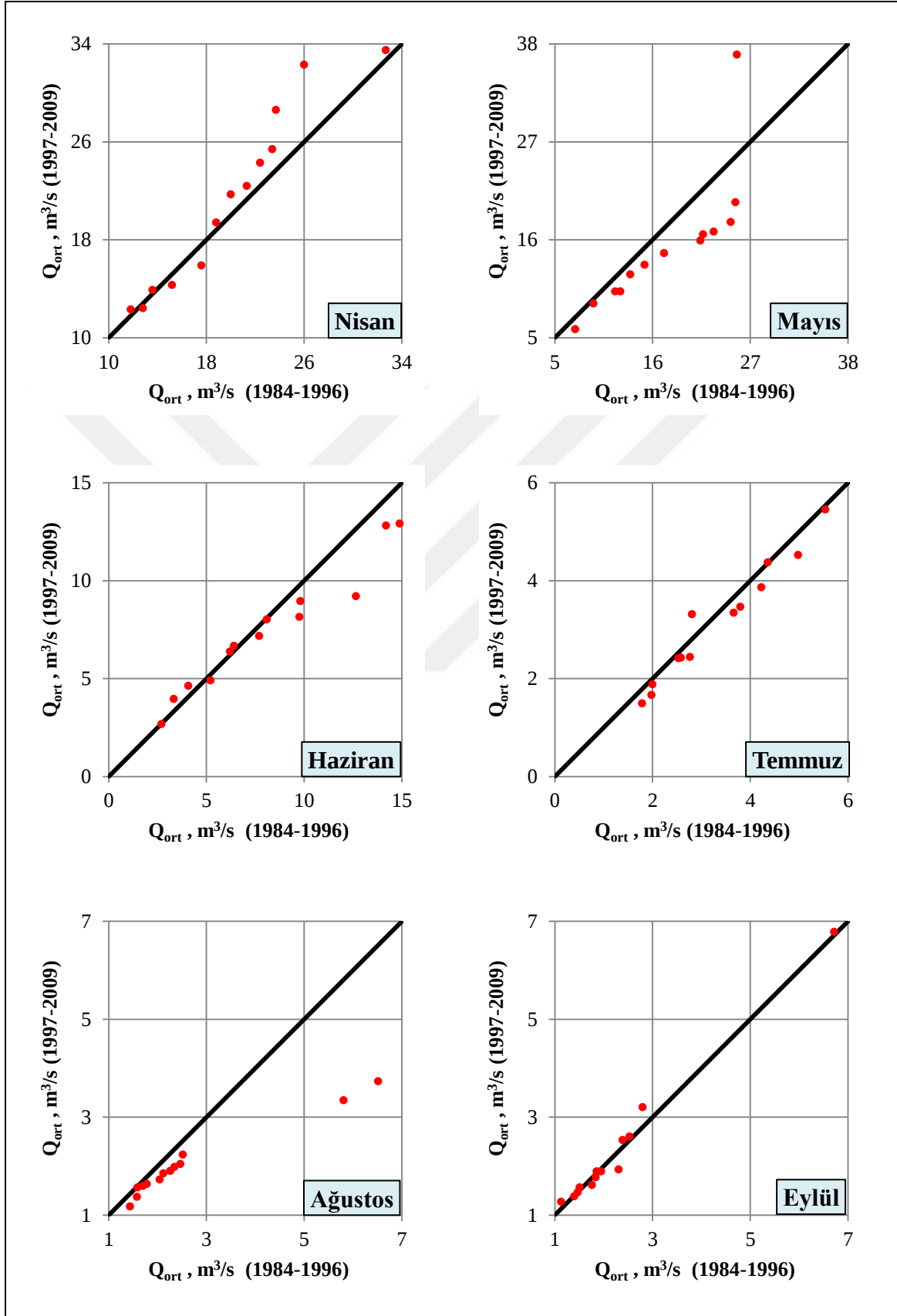
D22A072 nolu istasyonun düşük, orta ve yüksek veriler için farklı eğilimler gösterdiği Tablo 18'den açıkça görülmektedir. Yapılan detaylı incelemede Temmuz ayı için azalan; Ekim, Kasım, Aralık, Şubat, Nisan, Haziran ve Eylül ayları için ise artan yönde eğilimler olduğu ortaya çıkmıştır.

Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre aylık ortalama akımlar kullanılarak D22A080 istasyonu için çizilen grafikler Şekil 18'de sunulmaktadır. Bu şekiller incelenerek elde edilen düşük, orta ve yüksek değerlere göre yapılan sınıflandırma Tablo 19'da görülmektedir.



Şekil 18. D22A080 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 18'in devamı

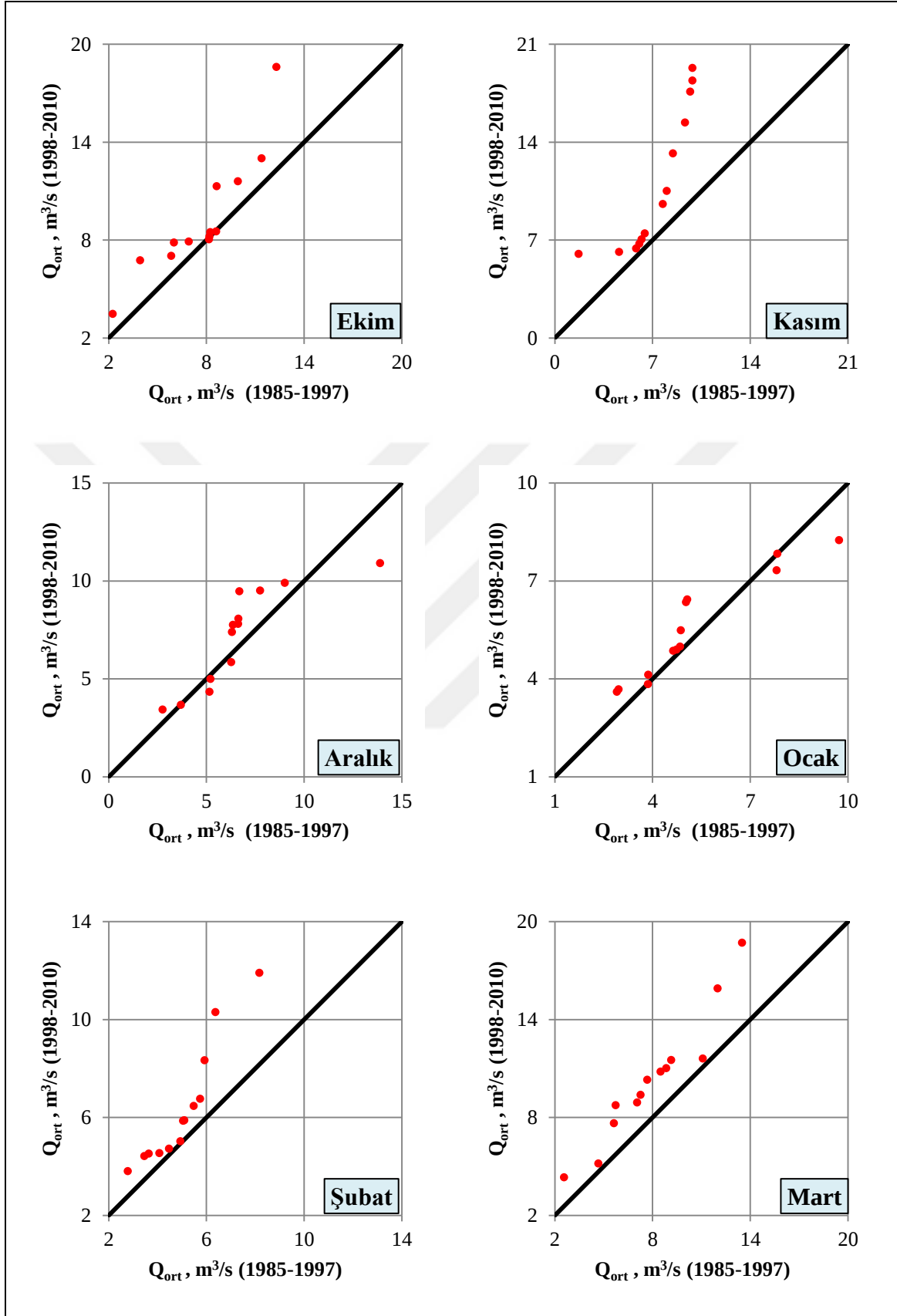


Tablo 19. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A080 istasyonu aylık ortalama akımların sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A080	1984-2009	Ekim	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Kasım	Hafif Azalan	Eğilim yok	Artan
		Aralık	Eğilim yok	Eğilim yok	Artan
		Ocak	Eğilim yok	Azalan	Artan
		Şubat	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Mart	Eğilim yok	Artan	Artan
		Nisan	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Mayıs	Hafif Azalan	Azalan	Artan
		Haziran	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Temmuz	Hafif azalan	Eğilim yok	Hafif azalan
		Ağustos	Hafif azalan	Veri yok	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok

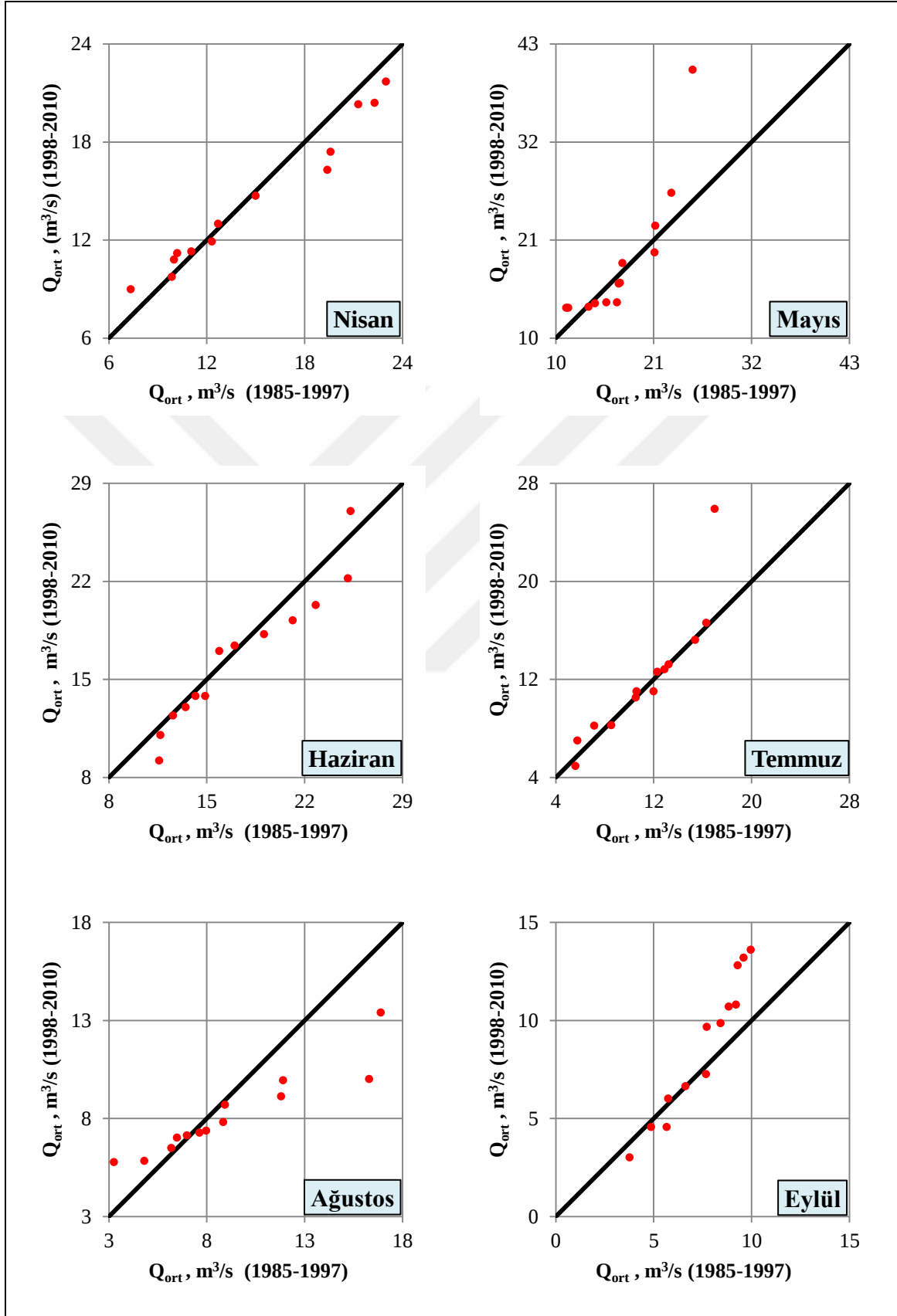
Tablo 19 incelendiğinde, D22A080 nolu istasyonunun farklı sınıflar için değişik eğilimler gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylar ayrı ayrı değerlendirildiğinde Temmuz ve Ağustos ayları için azalan; Ekim, Şubat, Mart ve Nisan ayları için artan yönde eğilimler dikkat çekmektedir.

D22A085 istasyonunda yapılan aylık eğilim analizi bulguları Şekil 19'da verilmektedir. Bu grafiklere göre düşük, orta ve yüksek değer sınıflandırılması Tablo 20'de sunulmaktadır.



Şekil 19. D22A085 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 19'un devamı

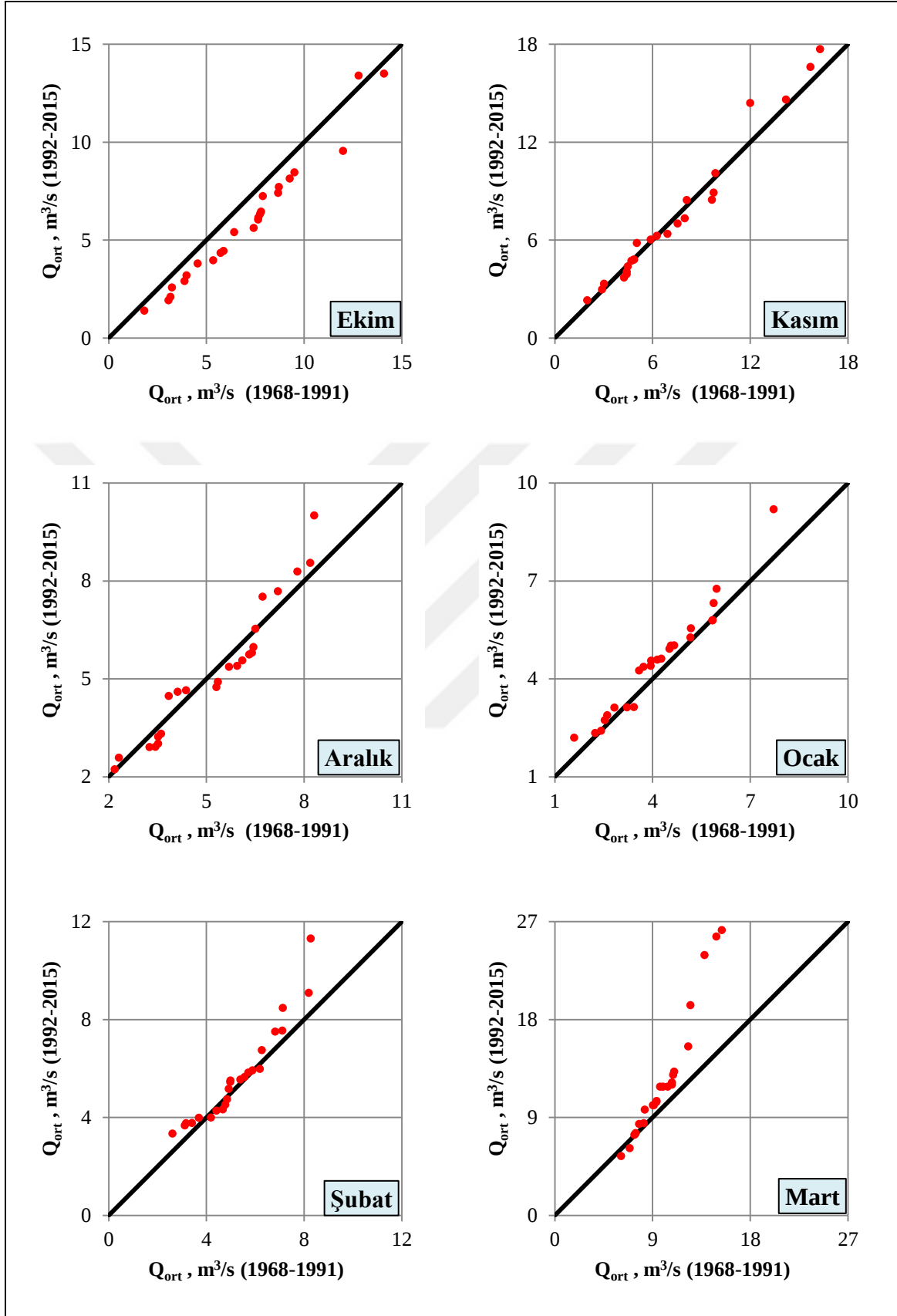


Tablo 20. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre D22A085 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
D22A085	1985-2010	Ekim	Artan	Hafif Artan	Artan
		Kasım	Artan	Artan	Artan
		Aralık	Eğilim yok	Artan	Azalan
		Ocak	Hafif Artan	Hafif Artan	Hafif Azalan
		Şubat	Hafif Artan	Artan	Artan
		Mart	Artan	Artan	Artan
		Nisan	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Mayıs	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Haziran	Hafif Azalan	Eğilim yok	Eğilim yok
		Temmuz	Eğilim yok	Eğilim yok	Artan
		Ağustos	Hafif Artan	Azalan	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan

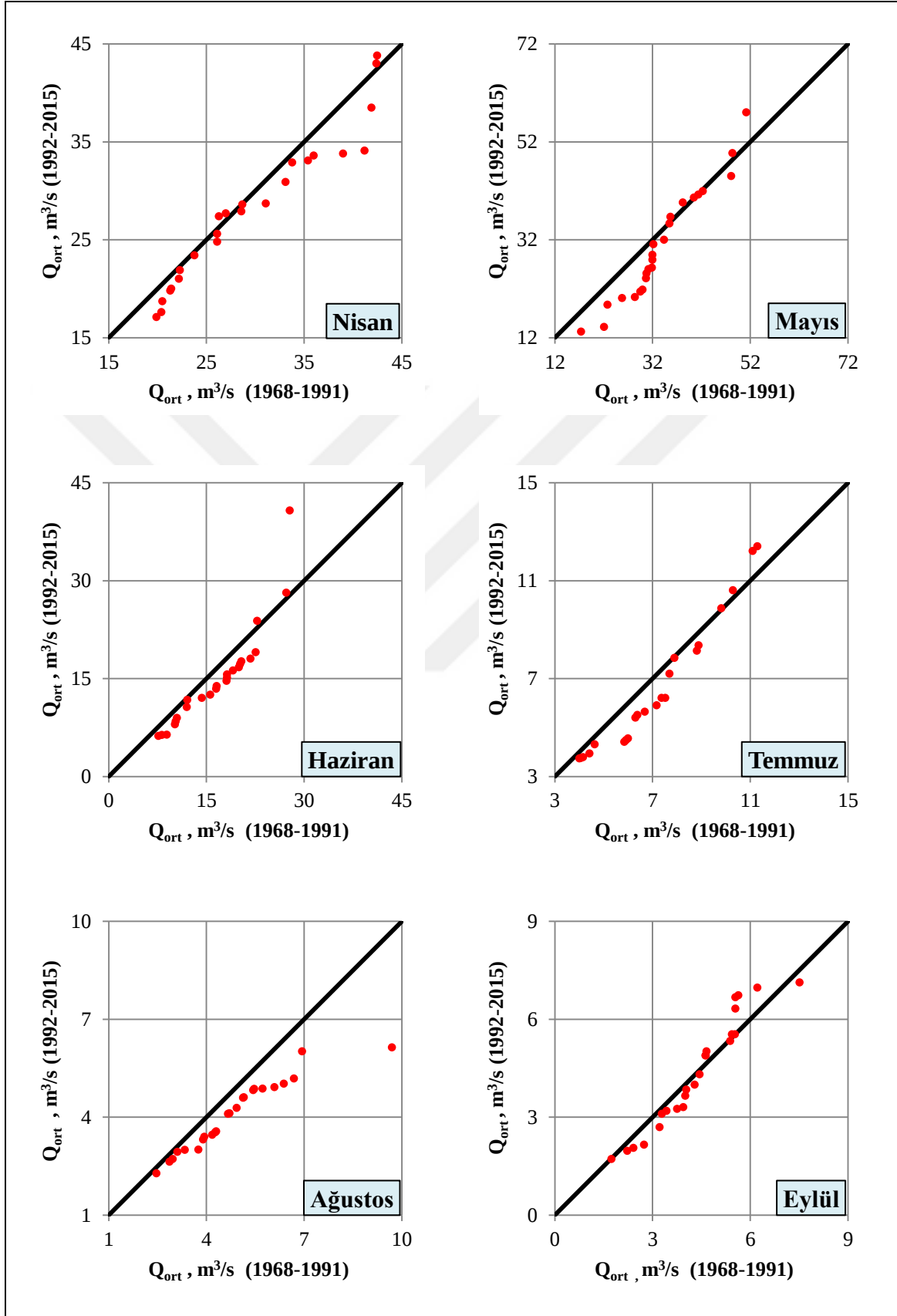
D22A085 nolu istasyonun değişik veri büyüklükleri için farklı eğilimler ortaya koyduğu Tablo 20'den anlaşılmaktadır. Ay bazında yapılan incelemede Ekim, Kasım, Şubat ve Mart ayları için her sınıfta artan yönde eğilimler ortaya çıkmıştır.

E22A002 istasyonu için eğilim grafikleri Şekil 20'de verilmektedir. Tablo 21'de sonuçların üç farklı değer için sınıflandırılması görülmektedir.



Şekil 20. E22A002 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 20'nin devamı

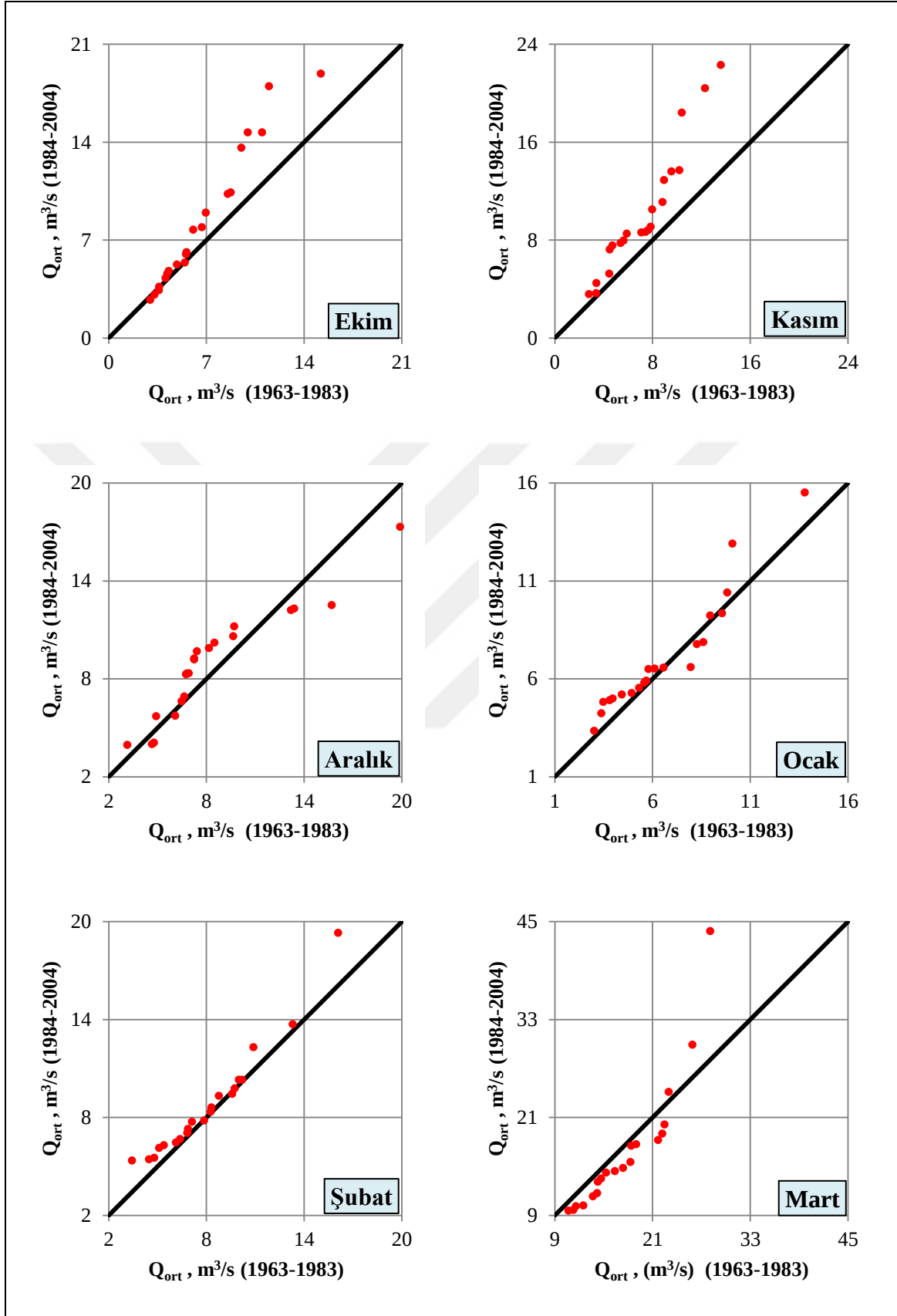


Tablo 21. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A002 istasyonu aylık ortalama akımların sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
E22A002	1968-2015	Ekim	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Hafif Azalan
		Kasım	Eğilim yok	Eğilim yok	Hafif Artan
		Aralık	Eğilim yok	Eğilim yok	Artan
		Ocak	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Şubat	Hafif Artan	Eğilim Yok	Artan
		Mart	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Nisan	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Azalan
		Mayıs	Azalan	Eğilim yok	Artan
		Haziran	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Artan
		Temmuz	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Hafif Artan
		Ağustos	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Azalan
		Eylül	Hafif Azalan	Eğilim yok	Hafif Artan

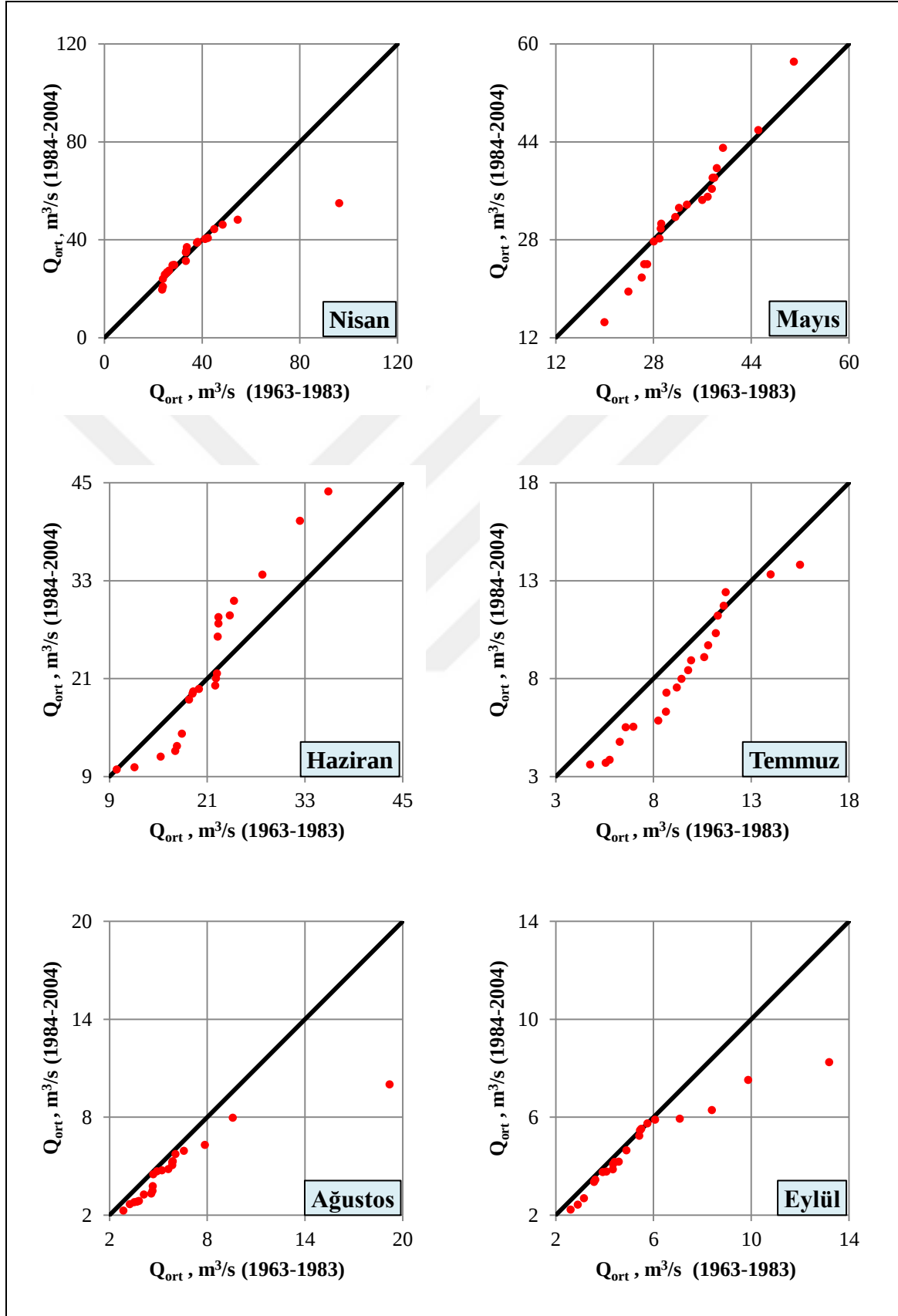
Tablo 21 incelendiğinde, E22A002 nolu istasyonda da diğer istasyonlarda olduğu gibi düşük, orta ve yüksek veriler için artan ve azalan yönde eğilimler görülmüştür. Bu eğilimlere detaylı bir şekilde bakıldığında Ekim, Nisan ve Ağustos ayları için azalan; Ocak, Şubat ve Mart ayları için ise artan yönde eğilimler dikkat çekmektedir.

E22A013 istasyonundaki Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre aylık eğilim grafikleri Şekil 21'de sunulmaktadır. Bulguların irdelenmesi ile elde edilen düşük, orta ve yüksek değerlere göre yapılan sınıflandırılma Tablo 22'de verilmektedir.



Şekil 21. E22A013 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 21'in devamı

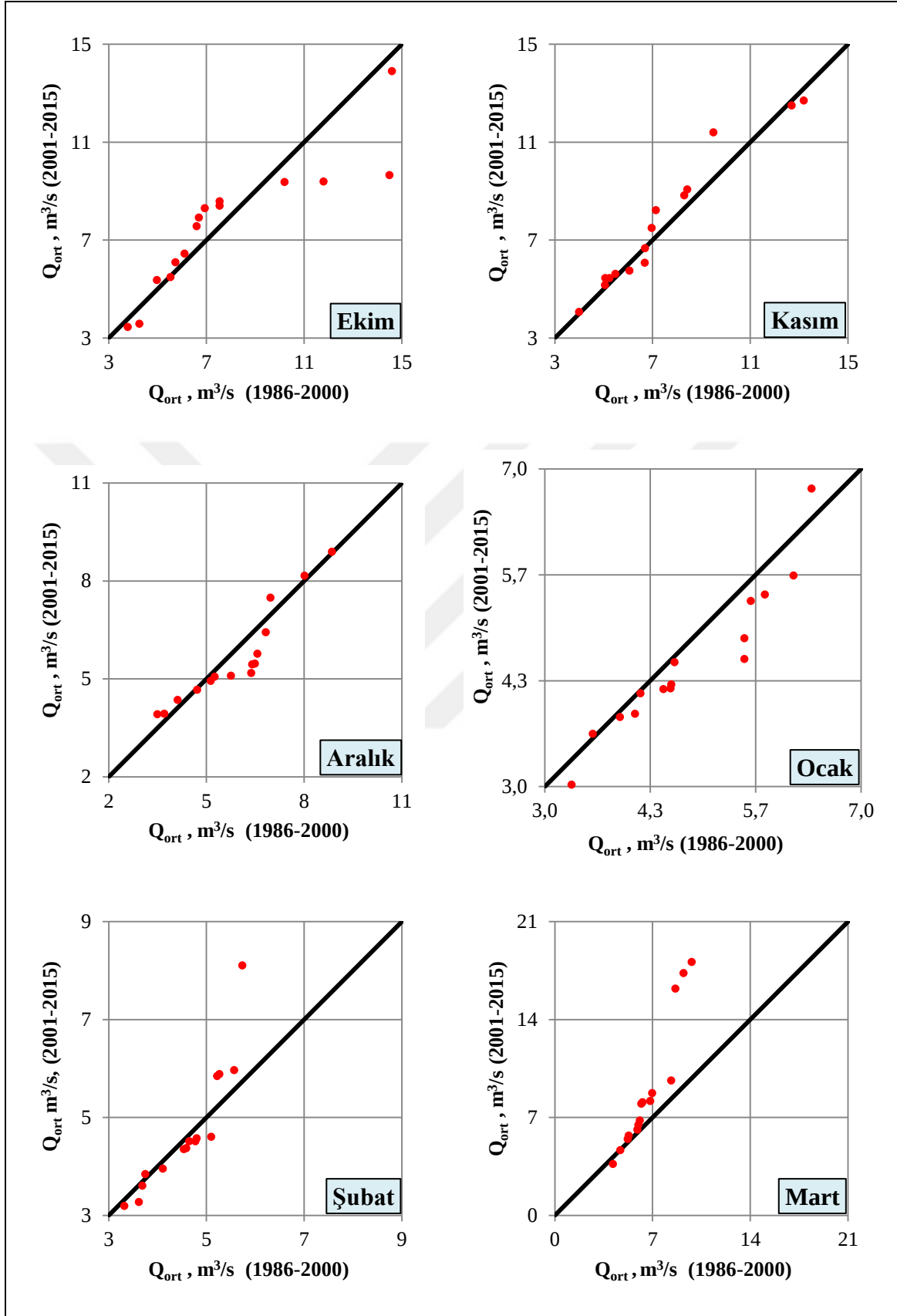


Tablo 22. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A013 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
E22A013	1963-2004	Ekim	Eğilim yok	Artan	Artan
		Kasım	Hafif Artan	Artan	Artan
		Aralık	Eğilim yok	Hafif Artan	Azalan
		Ocak	Hafif Artan	Eğilim yok	Artan
		Şubat	Hafif Artan	Eğilim yok	Artan
		Mart	Hafif Azalan	Eğilim yok	Artan
		Nisan	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Mayıs	Azalan	Eğilim yok	Hafif Artan
		Haziran	Azalan	Artan	Artan
		Temmuz	Azalan	Azalan	Hafif Azalan
		Ağustos	Hafif Azalan	Azalan	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Azalan	Azalan

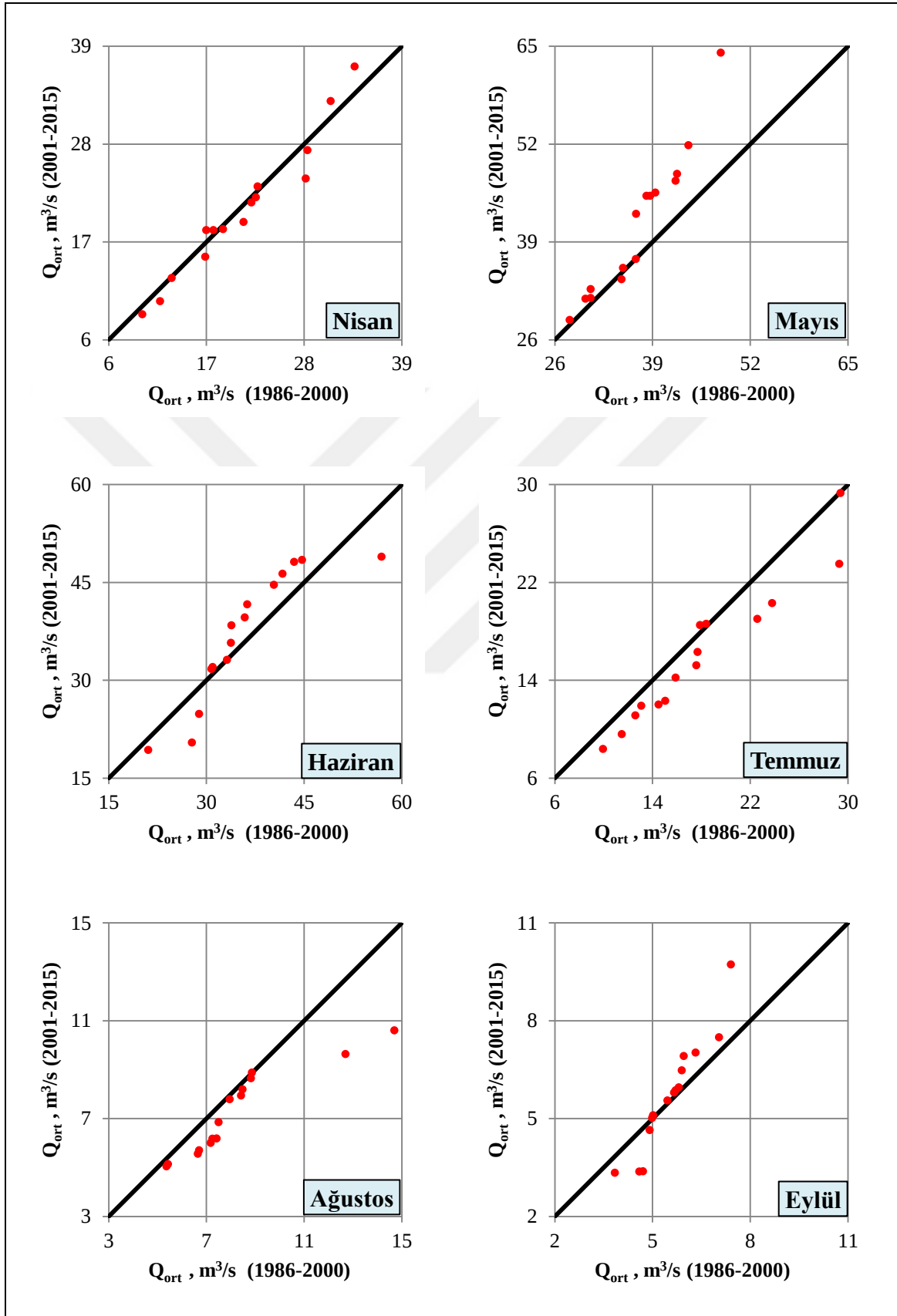
Tablo 22'den E22A013 nolu istasyondaki düşük, orta ve yüksek verilerin farklı eğilimler gösterdiği görülmektedir. Aylık olarak yapılan değerlendirmede Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için azalan; Ekim, Kasım ve Şubat ayları için ise artan yönde eğilimler ortaya çıkmıştır.

E22A015 istasyonundaki ortalama akımların Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre aylık eğilim grafikleri Şekil 22'de verilmektedir. Tablo 23'te sonuçların irdelenmesi ile elde edilen sınıflandırılma görülmektedir.



Şekil 22. E22A015 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 22'nin devamı

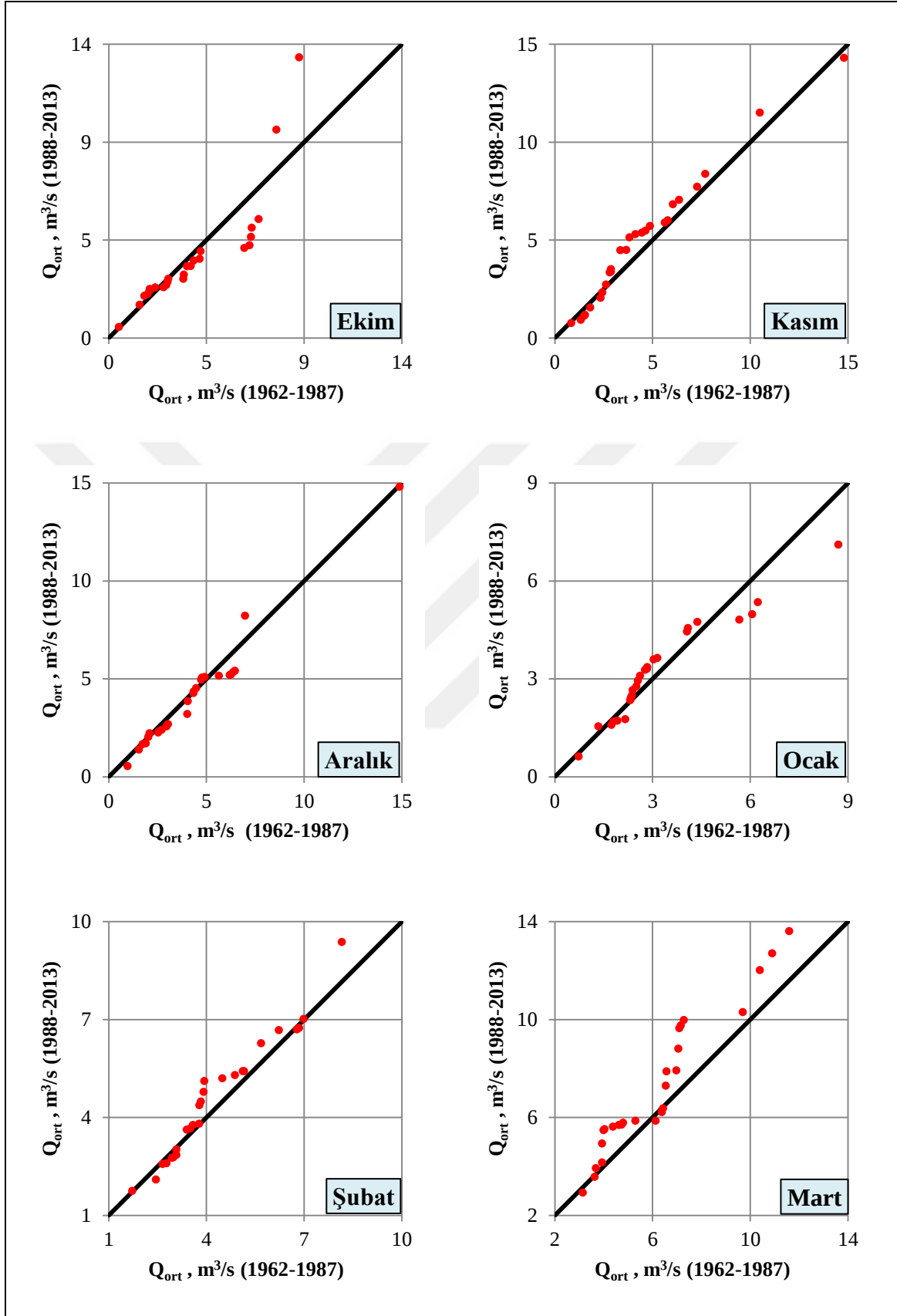


Tablo 23. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A015 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
E22A015	1986-2015	Ekim	Eğilim yok	Hafif Artan	Azalan
		Kasım	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok
		Aralık	Eğilim yok	Azalan	Eğilim yok
		Ocak	Eğilim yok	Azalan	Eğilim yok
		Şubat	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Mart	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Nisan	Eğilim yok	Eğilim yok	Eğilim yok
		Mayıs	Eğilim yok	Artan	Artan
		Haziran	Azalan	Artan	Hafif Artan
		Temmuz	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Azalan
		Ağustos	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Azalan
		Eylül	Azalan	Hafif Artan	Artan

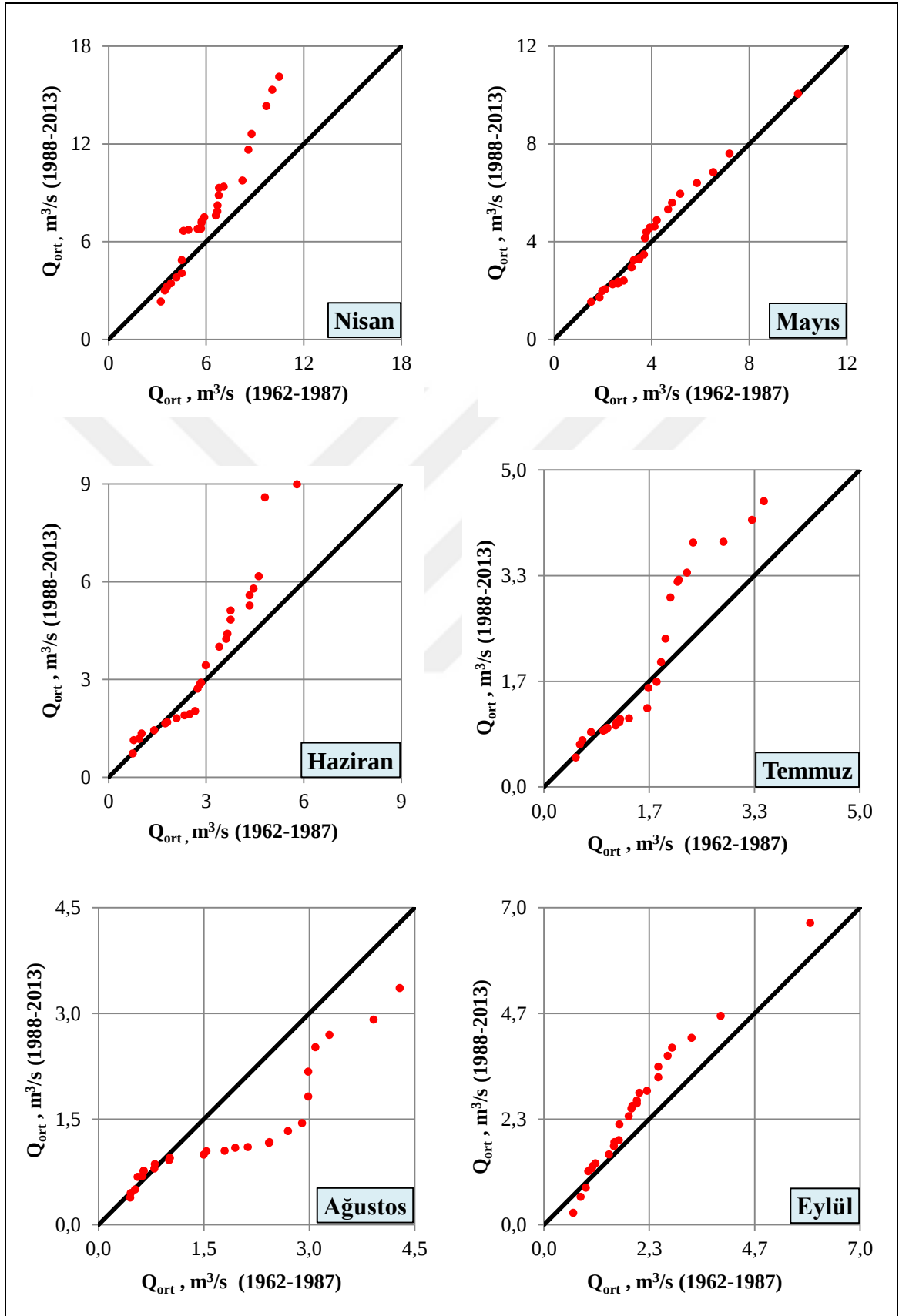
E22A015 nolu istasyon için düşük, orta ve yüksek verilerde yapılan değerlendirmede farklı eğilimler ortaya çıkmıştır. Bu durum Tablo 23'ten açıkça görülmektedir. Her ay için düşük, orta ve yüksek verileri birlikte dikkate alındığında Nisan ayı için hiçbir eğilim görülmezken Temmuz ve Ağustos ayları için azalan; Şubat, Mart ve Mayıs ayları için artan yönde eğilimler belirlenmiştir.

E22A028 istasyonu için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre ortalama akımların aylık eğilim grafikleri Şekil 23'te sunulmaktadır. Şekillerin incelenmesi ile elde edilen düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılma Tablo 24'te görülmektedir.



Şekil 23. E22A028 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 23'ün devamı

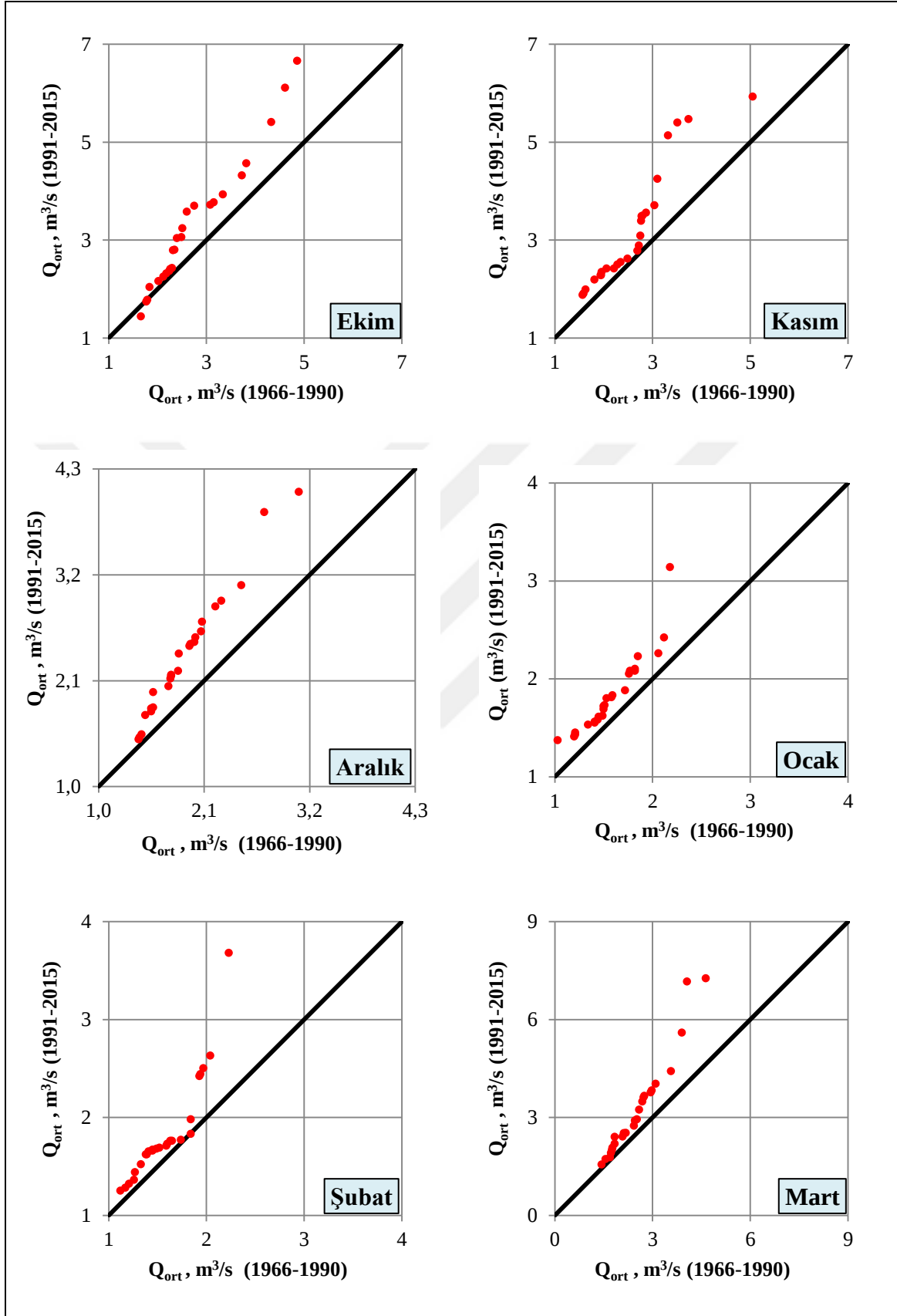


Tablo 24. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A028 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
E22A028	1962-2013	Ekim	Eğilim yok	Azalan	Artan
		Kasım	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok
		Aralık	Eğilim yok	Eğilim yok	Eğilim yok
		Ocak	Eğilim yok	Hafif Artan	Azalan
		Şubat	Eğilim yok	Hafif Artan	Hafif Artan
		Mart	Artan	Artan	Artan
		Nisan	Eğilim yok	Artan	Artan
		Mayıs	Eğilim yok	Hafif Artan	Eğilim yok
		Haziran	Eğilim yok	Artan	Artan
		Temmuz	Eğilim yok	Artan	Artan
		Ağustos	Eğilim yok	Azalan	Azalan
		Eylül	Hafif Artan	Artan	Artan

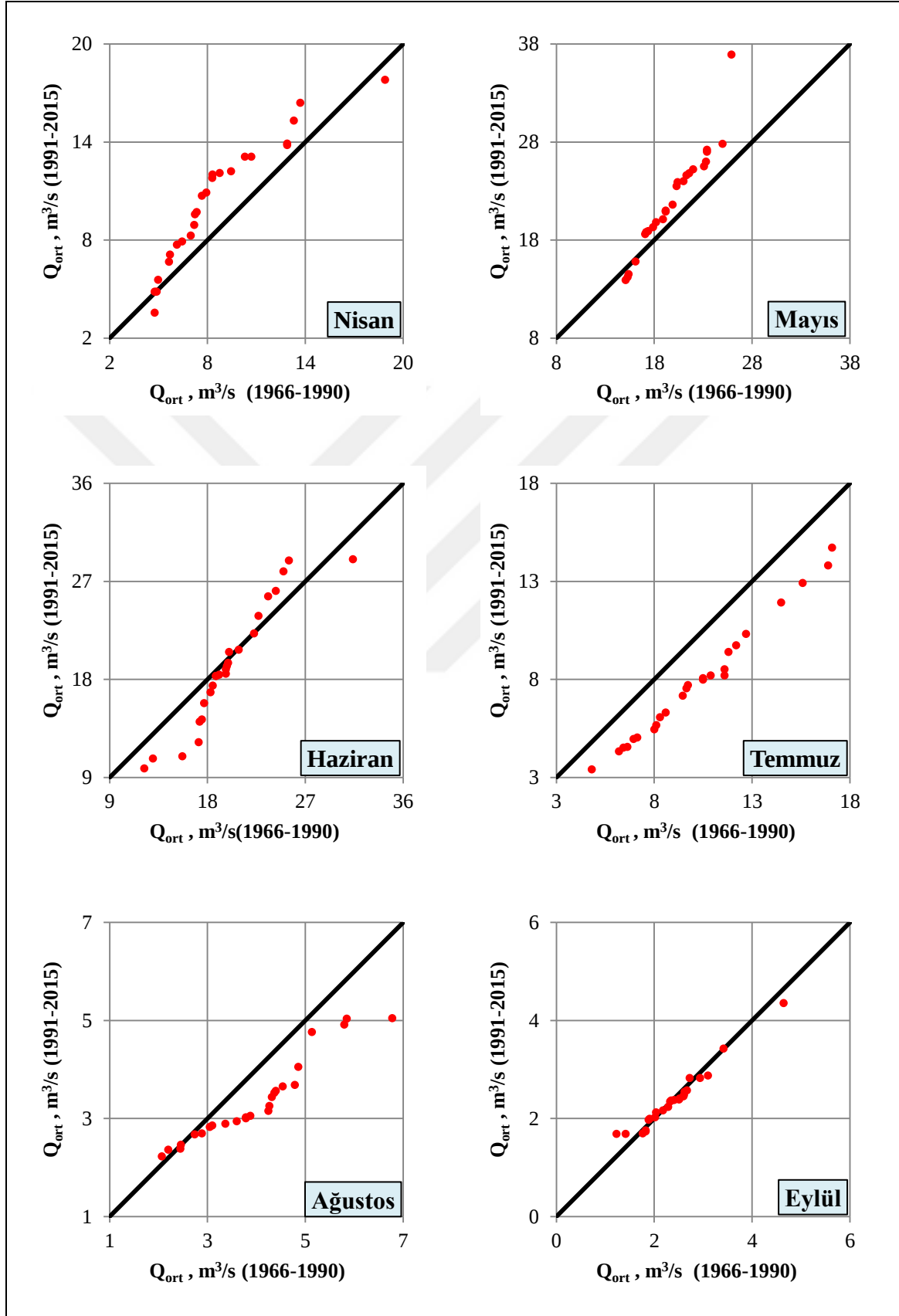
Diğer istasyonlarda olduğu gibi E22A028 nolu istasyonda da değişik veri sınıflarında farklı eğilimler belirlenmiştir. Ayların değişik veri sınıfları için yapılan analizinde Aralık ayı için hiçbir eğilim görülmediği Ağustos ayı için azalan; Şubat, Mart, Nisan, Haziran, Temmuz ve Eylül ayları için ise artan yönde eğilimler ortaya çıkmıştır.

E22A033 istasyonu için su yılı başından itibaren aylık eğilim grafikleri Şekil 24'te sunulmaktadır. Şekiller incelenmesi ile üç farklı sınıf için değerlendirme yapılmış ve Tablo 25'te verilmektedir.



Şekil 24. E22A033 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 24'ün devamı

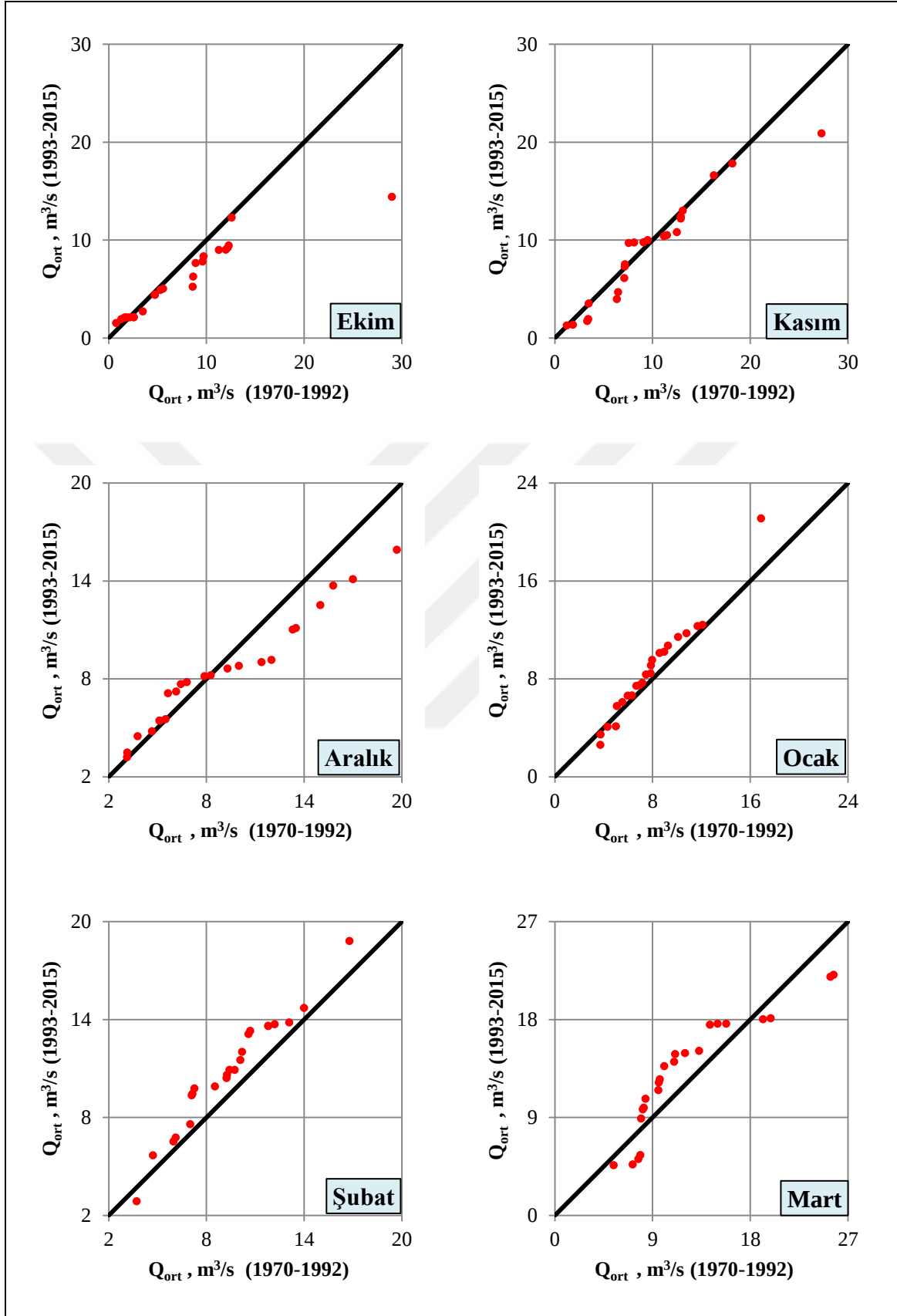


Tablo 25. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A033 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
E22A033	1966-2015	Ekim	Hafif Artan	Artan	Artan
		Kasım	Hafif Artan	Artan	Artan
		Aralık	Hafif Artan	Artan	Artan
		Ocak	Hafif Artan	Hafif Artan	Artan
		Şubat	Hafif Artan	Artan	Artan
		Mart	Hafif Artan	Artan	Artan
		Nisan	Hafif Artan	Artan	Eğilim yok
		Mayıs	Eğilim yok	Artan	Artan
		Haziran	Azalan	Eğilim yok	Eğilim yok
		Temmuz	Azalan	Azalan	Azalan
		Ağustos	Eğilim yok	Azalan	Azalan
		Eylül	Hafif Artan	Eğilim yok	Hafif azalan

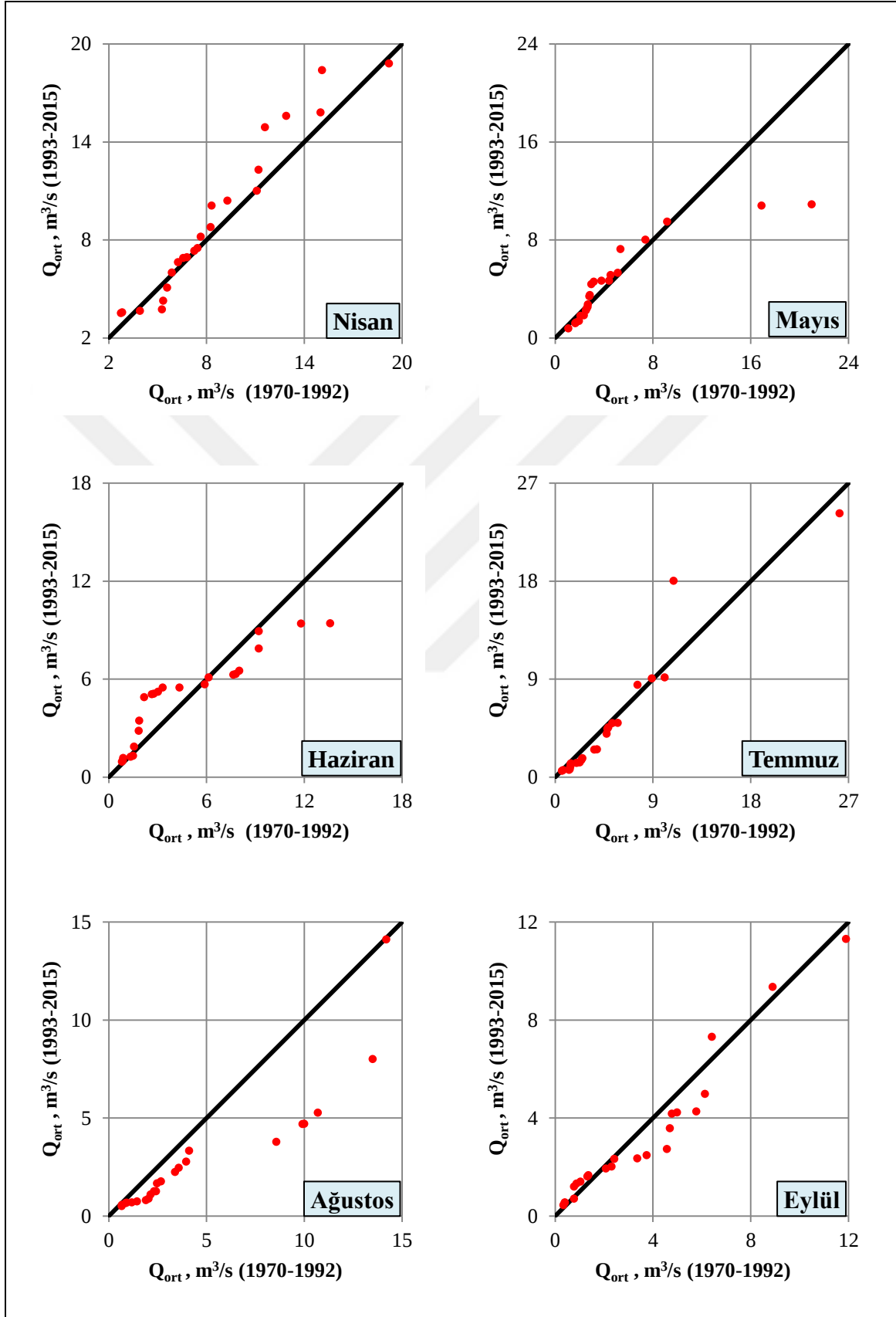
Tablo 25'te E22A033 nolu istasyon için yapılan aylık bazlı farklı veri sınıfları içeren değerlendirmede, Temmuz ve Ağustos ayları için azalan; Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs ayları için ise artan yönde eğilimler belirlenmiştir.

E22A045 istasyonu için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre çizilen grafikler, Şekil 25'te verilmektedir. Grafikler incelenmiş ve düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılması yapılmıştır. Sınıflandırma sonuçları Tablo 26'da sunulmaktadır.



Şekil 25. E22A045 istasyonu aylık ortalama akımlarının Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

Şekil 25'in devamı



Tablo 26. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre E22A045 istasyonu aylık ortalama akımlarının sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylar	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi		
			Düşük	Orta	Yüksek
E22A045	1970-2015	Ekim	Hafif Azalan	Hafif Azalan	Azalan
		Kasım	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Aralık	Hafif Artan	Azalan	Azalan
		Ocak	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Şubat	Hafif Artan	Artan	Artan
		Mart	Hafif Azalan	Artan	Hafif Azalan
		Nisan	Eğilim yok	Hafif Artan	Artan
		Mayıs	Eğilim yok	Eğilim yok	Azalan
		Haziran	Artan	Hafif Azalan	Azalan
		Temmuz	Eğilim yok	Artan	Hafif azalan
		Ağustos	Hafif Azalan	Azalan	Azalan
		Eylül	Eğilim yok	Hafif Azalan	Eğilim yok

Tablo 26 incelendiğinde, Ekim ve Ağustos ayları için azalan; Ocak, Şubat ve Nisan ayları için ise artan yönde eğilimler görülmüştür.

Bu çalışmada Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre istasyonları tek tek değerlendirdikten sonra tüm istasyonları içerecek şekilde ay bazında da değerlendirmeler yapılmıştır. Her ay için istasyonlarda düşük, orta ve yüksek sınıflar için eğilim görülme yüzdeleri Tablo 27'de görülmektedir. İlgili tabloda istasyonların çoğunda hangi yönde eğilim ağırlıktaysa koyu işaretlenmiştir. Tablo 27'ye göre Ekim ayı için düşük değerler göz önüne alındığında istasyonların %35,72'sinde eğilim görülmezken, %50'sinde artış eğilimi ve %14,28'inde azalış eğilimi görülmüştür. Orta değerler için istasyonların %57,14'ünde artış eğilimi görülürken %42,86'sında azalış eğilimi görülmüştür. Yüksek değerler için ise istasyonların %7,14'ünde eğilim görülmezken %57,14'ünde artış eğilimi ve %35,72'sinde azalış eğilimi görülmüştür. Ekim ayı için genel olarak bir değerlendirme yapıldığında düşük, orta ve yüksek değerler için Ekim ayı ortalama akımları artma eğilimindedir.

Kasım ayı için düşük değerler göz önüne alındığında istasyonların %42,86'sında eğilim görülmezken, %28,57'sinde artış eğilimi ve %28,57'sinde azalış eğilimi görülmüştür. Orta değerler için istasyonların %28,57'sinde eğilim görülmezken, %64,29'unda artış eğilimi ve %7,14'ünde azalış eğilimi görülmüştür. Yüksek değerler için ise istasyonların %14,28'inde eğilim görülmezken %71,44'ünde artış eğilimi ve %14,28'inde azalış eğilimi görülmüştür. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında düşük değerlerin neredeyse yarısında eğilime rastlanmazken orta ve yüksek değerler için Kasım ayı ortalama akımları artma eğilimindedir.

Tablo 27. Ayların istasyonlara göre eğilim yüzdeleri

Aylar	Eğilim durumu	Düşük değerler (%)	Orta değerler (%)	Yüksek değerler (%)
Ekim	Eğilim yok	35,72	0	7,14
	Artan eğilim	50	57,14	57,14
	Azalan eğilim	14,28	42,86	35,72
Kasım	Eğilim yok	42,86	28,57	14,28
	Artan eğilim	28,57	64,29	71,44
	Azalan eğilim	28,57	7,14	14,28
Aralık	Eğilim yok	71,44	28,57	14,28
	Artan eğilim	14,28	57,15	50
	Azalan eğilim	14,28	14,28	35,72
Ocak	Eğilim yok	50	21,43	14,28
	Artan eğilim	14,28	57,15	64,29
	Azalan eğilim	35,72	21,43	21,43
Şubat	Eğilim yok	50	21,43	0
	Artan eğilim	50	71,44	85,72
	Azalan eğilim	0	7,13	14,28
Mart	Eğilim yok	50	21,43	21,43
	Artan eğilim	28,57	71,44	57,14
	Azalan eğilim	21,43	7,14	21,43
Nisan	Eğilim yok	64,29	28,57	21,43
	Artan eğilim	14,28	64,29	42,86
	Azalan eğilim	21,43	7,14	35,72
Mayıs	Eğilim yok	71,44	35,72	21,43
	Artan eğilim	7,14	42,86	57,14
	Azalan eğilim	21,43	21,43	21,43
Haziran	Eğilim yok	35,72	21,43	21,43
	Artan eğilim	7,14	42,86	50
	Azalan eğilim	57,15	35,72	28,57
Temmuz	Eğilim yok	35,72	14,28	0
	Artan eğilim	0	14,28	21,43
	Azalan eğilim	64,29	71,44	78,57
Ağustos	Eğilim yok	50	28,57	0
	Artan eğilim	7,14	0	7,14
	Azalan eğilim	42,86	71,44	92,86
Eylül	Eğilim yok	57,15	14,28	14,28
	Artan eğilim	28,57	71,44	71,44
	Azalan eğilim	14,28	14,28	14,28

Aralık ayı için düşük değerler göz önüne alındığında istasyonların %71,44'ünde eğilim görülmemiştir Orta değerler için istasyonların %28,57'sinde eğilim görülmezken, %57,15'inde artış eğilimi ve %14,28'inde azalış eğilimi görülmüştür. Yüksek değerler için

ise istasyonların %14,28'inde eğilim görülmezken %50'sinde artış eğilimi ve %35,72'sinde azalış eğilimi görülmüştür. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında ortalama ve yüksek değerler için Aralık ayı ortalama akımları artma eğilimindedir.

Ocak ayı için düşük değerler göz önüne alındığında istasyonların %50'sinde eğilime rastlanmamıştır. Orta ve yüksek değerlerin sırasıyla %57,15'inde ve %64,9'unda artış eğilimi görülmüştür. Özellikle orta ve yüksek değerler için Ocak ayında ortalama akımların artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Şubat ayı için düşük, orta ve yüksek değerler göz önüne alındığında sırasıyla istasyonların %50'sinde, %71,44'ünde ve %85,72'sinde artış eğilimi ortaya çıkmaktadır. Şubat ayında ortalama akımlarda genel bir artış eğilimi açıkça görülmektedir.

Mart ayı da Şubat ayına benzer bir şekilde özellikle orta (%71,44) ve yüksek (%57,14) değerler göz önüne alındığında ortalama akımlarda bir artış eğiliminin olduğu ortaya çıkmaktadır.

Şubat ve Mart aylarına benzer şekilde Nisan ayında da ortalama akımlarda artan eğilimler görülmektedir. Düşük değerler için artış miktarı (%14,28) küçük olsa da, orta verilerde %64,29'a ve yüksek değerlerde %42,86'ya yükselmiştir.

Mayıs ayı için değerlendirme yapıldığında değerler yükseldikçe artış eğiliminin arttığı görülmektedir. Düşük değerlerde %7,14'ünde artış varken, bu değer orta verilerde %42,86'ya ve yüksek verilerde %57,4'e yükselmiştir.

Haziran ayı için düşük değerler göz önüne alındığında, istasyonların %35,72'sinde eğilim görülmezken %57,15'inde azalış eğilimi görülmüştür. Orta değerler için artış ve azalış eğilimleri sırasıyla %42,86 ve %35,72'dir. Yüksek değerler için ise istasyonların %50'sinde artış eğilimi ve %28,57'sinde azalış eğilimi görülmüştür. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında Haziran ayı için farklı sınıflarda ortalama akımlar değişik eğilimler göstermektedir.

Temmuz ayı için değerlendirme yapıldığında özellikle bahar aylarının tersine tüm veri değerlerinde önemli derecede azalış eğilimi görülmektedir. Düşük değerlerde istasyonların %35,72'sinde eğilim görülmezken, %64,29'unda azalış eğilimi görülmüştür. Orta ve yüksek değerler için sırasıyla istasyonların %71,44'ünde ve %78,57'sinde azalış eğilimi meydana gelmiştir.

Ağustos ayı için yapılan değerlendirmede orta ve yüksek değerlerde büyük düşüşler tespit edilmiştir. Düşük değerlerde istasyonların %42,86'sında azalış eğilimi meydana

gelmişken, orta değerlerde azalış eğilimi %71,44'e çıkmış ve yüksek değerlerde neredeyse tüm istasyonlarda azalış eğilimi (%92,86) tespit edilmiştir.

Temmuz ve Ağustos aylarında yaşanan azalış eğilimi Eylül ayı ile birlikte orta ve yüksek değerlerde tersine dönmüştür. Düşük değerler göz önüne alındığında istasyonların %57,15'inde eğilim görülmezken, %28,57'sinde artış eğilimi ve %14,28'inde azalış eğilimi görülmüştür. Orta değerler için istasyonların %14,28'inde eğilim görülmezken %71,44'ünde artış ve %14,28'inde azalış eğilimi görülmüştür. Yüksek değerler için ise istasyonların %14,28'inde eğilim görülmezken %71,44'ünde artış eğilimi ve %14,28'inde azalış eğilimi görülmüştür. Yüksek değerlerde Ağustos ayındaki istasyonlardaki %92,86 oranındaki azalış Eylül ayı ile %71,44'lük artışa dönüşmüştür.

Yapılan aylık analizler sonucunda Mann-Kendall Yöntemi'nde eğilim bulunan aylar Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi sonuçları ile uyushmaktadır. Tablo 26'ya göre yaz aylarında (Temmuz-Ağustos) ortalama akımlarda belirgin bir azalış; ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında ise özellikle orta ve yüksek sınıfta artış görülmektedir. Haziran ayında ise düşük değerlerde azalış eğilimi görülürken orta ve yüksek değerlerde artış eğilimi görülmüştür. En büyük artış eğilimi %85,72 oranı ile Şubat ayı yüksek değerlerde gerçekleşirken, en büyük azalış eğilimi %92,86 oranı ile Ağustos ayının yüksek değerleri için gerçekleşmiştir.

3.5.3. Aylık Ortalama Akımlar İçin Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nin Bulguları

Aylık ortalama akımlar için Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nin bulguları Tablo 28'de verilmektedir. Eğilim bulunan aylar için tabloda ayrıca hesaplanan geçiş eğimleri de verilmektedir.

Tablo 28'e göre aylık ölçekte çoğunlukla eğilime rastlanılmamıştır. Bunun yanında, D22A055 istasyonu için Ağustos ayında, D22A072 istasyonu için Aralık ayında, E22A002 istasyonu için Ocak ayında, E22A033 istasyonu için Kasım ve Nisan aylarında artan, E22A045 istasyonu için ise Aralık ayında azalan ve Şubat ayında ise artan yönde eğilimlere rastlanılmıştır. Analizi yapılan 14 istasyonun üç istasyonunda birer ayda, iki istasyonunda ise ikişer ayda eğilim görülmüştür. Toplamda analizi yapılan 168 ayın sadece 7'sinde eğilim görülmüştür.

Tablo 28'in devamı

E22A013	1963-2004	Ekim Kasım Aralık Ocak Şubat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül	7,3244	10,5 11,5 11,5 11 13 11,5 11 11,5 12 11 12,5 11,5	13,6756	Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok	
E22A015	1986-2015	Ekim Kasım Aralık Ocak Şubat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül	4,8162	10 8,5 9,5 9 6,5 10 9,5 5 7,5 8,5 9 7	10,1838	Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok	
E22A028	1962-2013	Ekim Kasım Aralık Ocak Şubat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül	9,4666	14 15,5 14,5 15,5 11 13 13,5 15 13 12 12	16,5334	Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok	
E22A033	1966-2015	Ekim Kasım Aralık Ocak Şubat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül	9,0352	10,5 16 13,5 14 10 14,5 16 12,5 14,5 12 13,5 14,5	15,9648	Yok Artan Yok Yok Yok Yok Artan Yok Yok Yok Yok Yok	0,0153 0,0490
E22A045	1970-2015	Ekim Kasım Aralık Ocak Şubat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül	8,1767	12,5 11 15,5 13 15 12,5 10,5 12 14,5 11,5 10 14	14,8233	Yok Yok Azalan Yok Artan Yok Yok Yok Yok Yok Yok Yok	-0,0323 0,0899

3.5.4. Aylık Ortalama Akımlar için Eğilim Yöntemleri Bulgularının İrdelenmesi

Aylık ortalama akımların üç yöntemle göre eğilim analizlerinin bulguları değerlendirildiğinde Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerine göre ayların çoğunda eğilime rastlanmazken, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre ise farklı eğilimler gözlenmiştir. Burada eğilim görülen veriler üzerinden, yöntemler arasında bir karşılaştırma yapılmış ve sonuçlar Tablo 29'da özetlenmektedir. Tablo 29'da yer alan istasyonlar dışında Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerine göre aylık bazda eğilim görülmemiştir. Mann-Kendall Yöntemi'ne göre eğilim bulunan aylar ile Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nde eğilim bulunan aylar birbiri ile uyum göstermezken, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin sonuçlarıyla ise yüksek oranda benzerlik göstermiştir. Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim bulunan aylar Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin sonuçlarıyla D22A055 istasyonu Ağustos ayı dışında benzerlik göstermiştir.

Tablo 29. Aylık ortalama akımların eğilim sonuçlarının karşılaştırılması

İstasyon No	Aylar	Eğilim Analizi Yöntemleri		
		Mann-Kendall Yöntemi	Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi	Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi
D22A055	Ağustos	Eğilim Yok	Artan	Düşük ve orta değerlerde eğilim yok; yüksek değerlerde azalan
D22A062	Şubat	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
D22A063	Ekim	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
D22A072	Kasım	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
	Aralık	Eğilim Yok	Artan	Düşük değerlerde eğilim yok; orta ve yüksek değerlerde artan
D22A085	Kasım	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan

Tablo 29'un devamı

E22A002	Ocak	Eğilim Yok	Artan	Düşük değerlerde eğilim yok; orta ve yüksek değerlerde artan
	Ağustos	Azalan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde azalan
E22A015	Mayıs	Artan	Eğilim Yok	Düşük değerlerde eğilim yok; orta ve yüksek değerlerde artan
E22A033	Kasım	Eğilim Yok	Artan	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
	Aralık	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
	Ocak	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
	Şubat	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
	Mart	Artan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan
	Nisan	Eğilim Yok	Artan	Düşük ve orta değerlerde artan; yüksek değerlerde eğilim yok
	Temmuz	Azalan	Eğilim Yok	Düşük, orta ve yüksek değerlerde azalan
	Ağustos	Azalan	Eğilim Yok	Düşük değerlerde eğilim yok; orta ve yüksek değerlerde azalan
E22A045	Aralık	Eğilim Yok	Azalan	Düşük değerlerde artan; orta ve yüksek değerlerde azalan
	Şubat	Eğilim Yok	Artan	Düşük, orta ve yüksek değerlerde artan

Burada, Tablo 29'a ek olarak D22A055 istasyonu Ocak ayı ve E22A015 istasyonu Nisan ayı için üç yöneme göre de eğilim görülmemiştir.

Önceki çalışmalar göz önüne alındığında, Kahya ve Kalaycı (2004) tarafından yürütülen çalışmada veri uzunluğu 1964-1994 yılları arasında değişen ve bu çalışmayla

ortak olan E22A013 ve E22A033 nolu istasyonlarda aylık ortalama akımlarda Mann-Kendall, Sen'in T, Spearman'ın Rho ve Mevsimsel Mann-Kendall yöntemlerine göre hiçbir ayda eğilim görülmemiştir. Topaloğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada 1968-1997 yılları arasında bu çalışmayla ortak olan E22A002, E22A013 ve E22A033 nolu istasyonlarda aylık ortalama akımların analizinde hiçbir ayda Mann-Kendall Yöntemi'ne göre anlamlı eğilimler görülmemiştir. Bu çalışmada ise Mann-Kendall Yöntemi'ne göre E22A002 nolu istasyonda Ağustos için azalan yönde eğilim görülmüşken E22A013 nolu istasyonda hiçbir ayda eğilim görülmemiş E22A033 nolu istasyonda ise Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında artan; Temmuz ve Ağustos aylarında ise azalan yönde eğilimler görülmüştür. Cebe (2007) tarafından Mann-Kendall Yöntemi'ni kullanarak yapılan çalışmada 1964-2001 yılları arasında bu çalışmayla ortak olan E22A015 nolu istasyon için birinci mevsim (Ekim, Kasım, Aralık) ve ikinci mevsimde (Ocak, Şubat, Mart) artan, dördüncü mevsimde (Temmuz, Ağustos, Eylül) azalan yönde eğilimler görülürken E22A028 nolu istasyon için ise üçüncü mevsimde (Nisan, Mayıs, Haziran) artan, E22A045 nolu istasyon için ise ikinci mevsimde (Ocak, Şubat, Mart) artan yönde eğilimler tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise Mann-Kendall Yöntemi'ne göre E22015 nolu istasyonda yalnızca Mayıs ayında artan yönlü eğilim görülürken, E22A028 ve E22A045 nolu istasyonlarda ise hiçbir ayda eğilim tespit edilmemiştir.

İstasyonların genelinde özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında azalan yönlü eğilimler görülmesi, Çanlı (2015) tarafından Mann-Kendall Yöntemi ile yapılan çalışmanın sonuçları uyum göstermektedir. Çanlı (2015), 1961-2013 yıllarını kapsayan çalışmasında Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Trabzon, Rize, Giresun ve Artvin illerinde yaz mevsiminde ortalama sıcaklıklarda artan yönde eğilim tespit etmiştir. Sıcaklıkların artma eğilimi göstermesi akarsu akımlarında azalma eğilimine neden olabilecek bir unsurdur (Minaei ve Irannezhad, 2016). Ayrıca Çanlı, Rize ve Giresun illerinde sonbahar mevsiminde toplam yağışlarda artış eğilimi tespit etmiştir. Yağışlardaki artış eğilimlerinin akımlarda artış eğilimlerine sebep olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada sonbahar aylarında akımlardaki artış eğiliminin Çanlı'nın çalışmasında elde ettiği yağışlardaki artış eğilimine paralel geliştiği mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada aylık ortalama akımlarda Mann-Kendall Yöntemi'ne göre çoğu ayda eğilim çıkmamasına rağmen Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre farklı sınıflarda eğilim bulunması incelenen önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Ay ve Kişi, 2015; Yıldırım, 2015, Dabanlı vd., 2016).

4. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Doğu Karadeniz Havzası'nda seçilen 19 AGİ'de veri aralığı 26 ile 52 yıl arasında değişen aylık ve yıllık ortalama akımlara bazı ön istatistiksel analizler ve eğilim analizleri yapılmıştır. Seçilen istasyonlarda öncelikle eksik veriler regresyon modelleriyle tamamlanmıştır. Sonrasında, istasyonların verilerinin homojenliği mutlak testlerle (SNHT, Pettit, Buishand ve Von-Neumann) kontrol edilmiştir. Homojen verilere sahip olmayan beş adet istasyon çalışma kapsamı dışına çıkarılmıştır. Homojen olduğu belirlenen 14 adet istasyona Mann-Kendall, Şen'in Yenilikçi Eğilim ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemleri eğilim analizi için uygulanmıştır. Mann-Kendall Yöntemi'ni uygulamadan önce verilerdeki içsel bağımlılık ölçülmüş ve içsel bağımlılık bulunan verilerin arındırılması TFPW Yöntemi ile yapılmıştır. Ayrıca Mann-Kendall Yöntemi ile eğilim bulunan verilerde eğilimlerin eğimi Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi ile hesaplanmıştır.

Analiz sonuçları incelendiğinde, yıllık ortalama değerler için Mann-Kendall Yöntemi ile hiçbir istasyonda eğilim bulunamamıştır. Bu sonuçlar bölgede yapılan geçmiş çalışmalarla uyumluluk göstermektedir. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde ise Mann-Kendall Yöntemi'nin aksine düşük, orta ve yüksek değerler için farklı eğilimler görülmüştür. Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'ne göre ise Mann-Kendall Yöntemi'ne benzer şekilde hiçbir istasyonda eğilim çıkmamıştır.

Aylık ortalama akımlar için Mann-Kendall Yöntemi'nde çoğunlukla eğilim görülmemiş olup, toplamda analizi yapılan 168 ayın sadece 12'sinde eğilim tespit edilmiştir. Yine Şen'in Yenilikçi Yöntemi için yapılan aylık analizlerde istasyonlarda düşük, orta ve yüksek değerler için farklı eğilimler görülmüştür. Bu yöntemde özellikle orta ve yüksek değerler için ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında artan, Haziran ayı hariç yaz aylarında azalan eğilimler görülmüştür. Bu durum debi değerlerinin yıl içindeki farklılıklarının büyüdüğünü göstermektedir. Kış aylarında akımlarda artan yönde eğilimler baraj haznelerinin doluluk oranının artması açısından olumlu bir gelişme olarak görülebilir. İçme suyu açısından su kullanımının çok olduğu yaz aylarındaki ortalama debi değerlerinin azalması bölge için olumsuz bir gelişme olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında, bölgedeki baraj haznelerinin ve hidroelektrik santrallerin etkin kullanımında sorunlar oluşmasına neden olacaktır. Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nde ise istasyonlarda çoğunlukla eğilime rastlanmamış olup toplam 168 ayın sadece yedisinde eğilim görülmüştür.

Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerinde görülen eğilimler ile Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde bulunan eğilimler büyük bir çoğunlukla benzerlik göstermektedir.

Çalışma sonuçları kapsamında istasyonlara göre farklı akım eğilimlerinin Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre düşük, orta ve yüksek değerler için var olduğu görülmektedir. Bunun nedeni; bölgedeki yağış miktarı, hava sıcaklığı, nüfus, sanayileşme ve yükselti gibi etkenler olabilmektedir. Ayrıca akış değerlerinin yağış ve sıcaklık değişkenleriyle doğrudan bağlantılı olduğu bilinmektedir. Yani artma eğilimi gösteren akım verilerinin yağışlardaki artış eğilimine paralel olarak geliştiği söylenebilir. Bu da bölgede yapılan geçmişteki çalışmalarla örtüşmektedir. Bu çalışmalara bakıldığında havza yağışlarında artış eğilimi olduğu bilinmektedir.

Bu çalışma sonucunda Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi verileri farklı sınıf değerleri (düşük, orta ve yüksek) için analiz yapabiliyor olması Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerine göre ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bu sayede kuraklık ve taşkın gibi önemli iklimsel olaylar hakkında fikir yürütme imkanı sunmaktadır. Bunun yanında Şen'in Yenilikçi Eğilim ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemlerinin hiçbir varsayım içermemesi, istenilen uzunlukta veri setine uygulanabilmesi gibi üstünlükleri bulunmaktadır. Mann-Kendall ve Şen'in Geçiş Eğilim yöntemleri verileri tek bir grup olarak değerlendirip tekdüze bir eğilim sonucu vermektedir.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada üç farklı eğilim analiz yöntemi kullanılarak aylık ve yıllık ortalama akım verilerine eğilim analizi yapılmıştır. Bunların dışında havza akımlarının mevsimsel olarak da incelenmesi ve özellikle taşkın açısından hassas olan çalışma alanında, taşkına neden olan ve yıl boyunca görülen yıllık en büyük akımlar için de eğilim analizi yapılması faydalı olacaktır.

Akımların oluşmasına neden olan yağışların, çalışmada ön plana çıkan Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi ile çalışma alanı için incelenmesi de bölgedeki su kaynaklarının planlanması ve işletmesi açısından büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Akım verilerine ilk defa uygulanan Şen'in Geçiş Eğilim Yöntemi'nin, farklı bölgelerde ve farklı değişkenlere ait verilere uygulanması ve diğer yöntemlerle karşılaştırılması yöntemin etkinliğinin belirlenmesi açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

Hidrometeorolojik verilerin eğilim analizlerinde daha sağlıklı değerlendirmeler yapabilmek için veri uzunluklarının olabildiğince uzun olması, çalışma alanında fazla sayıda ölçüm istasyonu olması ve verilerin güvenilir olması gerekmektedir. Bu sebeple havzalarda istasyon sayıları arttırılmalı ve güvenli gereçlerle uzun ve sürekli ölçüm alınmalıdır.

İklim değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalar ülkemizin iklim değişikliğine karşı hassas olduğunu göstermektedir. Eğer gerekli önlemler alınmazsa gelecekte tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de şiddetli yağışlardan kaynaklı taşkınlar, hava sıcaklığındaki artışa bağlı kuraklıkların sık görülmesi gibi iklim değişikliğine bağlı uç olayların görülmesi muhtemel olacaktır. Tüm bu olumsuzluklara karşı alınacak ilk önlem, su kaynaklarının planlı ve verimli kullanılmasıdır. Bu amaçla yapılan çalışmalar daha da yoğunlaşmalıdır. Su kaynaklarının projelendirilmesi ve işletilmesi kapsamında iklim değişiminin söz konusu etkilerin de göz önünde bulundurulmalı ve bu kapsamda önemli sonuçlar veren eğilim analizlerinin sonuçları önemsenmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Akbal, F., 2015. Su Kaynakları. M. Işık (Editör), İçme Suyu Kalitesi Problemler ve Çözümleri, Nobel Yayıncılık, Ankara, 519 s.
- Akpınar, A., 2007. Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Toplam Elektrik ve Hidroelektrik Enerji Üretim Projeksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Alexandersson, H., 1986. A Homogeneity Test Applied to Precipitation Data, Journal of Climate, 6,6, 661–675.
- Altınışık, U., 2015. Doğu Karadeniz Havzası Akımlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ay, M. and Kisi, O., 2015. Investigation of Trend Analysis of Monthly Total Precipitation by an Innovative Method, Theoretical and Applied Climatology, 120, 617–629.
- Ay, M. ve Kişi, Ö., 2017. Kızılırmak Nehrinde Bazı İstasyonlardaki Akımların Trend Analizi, İmo Teknik Dergi, 28, 2, 7779-7794.
- Aytekin, A., 2012. İklim Değişikliğinde Düşük Akımların İstatistik Analizi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayazıt, M., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 245s.
- Bayazıt, M., Cıgızoğlu K. ve Önöz, B., 2002. Türkiye Akarsularında Trend Analizi, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 420-422, 8-10.
- Buishand, T., A., 1981. The Analysis of Homogeneity of Long-Term Rainfall Records in the Netherlands, KNMI Scientific Report, WR 81-7, KNMI, De Bilt, Netherlands.
- Buishand, T., A., 1982. Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records. Journal of Hydrology, 58, 1, 11-27.
- Cebe, E., N., 2007. Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cıgızoglu H., K., Bayazıt, M. ve Önöz, B., 2004. Trends in the Maximum, Mean and Low Flows of Turkish Rivers, Journal of Hydrometeorology, 6, 280-290.
- Conrad, V. ve Pollak, C., 1950. Methods in Climatology, Harvard University Press, Cambridge, 459s.

- Çanlı, Ö., 2015. Doğu Karadeniz’de İklim Değişikliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çeribaşı, G., 2015. Karadeniz ve Sakarya Havzalarında Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerinin Trend Analizi ile İncelenmesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çiftlik, D., 2012. Ege Bölgesi DSİ İstasyonlarında Ölçülen Yıllık Toplam Yağışların Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çoban, E., 2013. İklim Değişikliğinin Türkiye Genelindeki Yağış Eğilimlerine Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Dabanlı, İ., Şen, Z., Yeleğen, M., Ö., Şişman, E., Selek, B. ve Güçlü, Y., S., 2016. Trend Assessment by the Innovative-Şen Method, Water Resources Management, 14, 5193-5203.
- Dabanlı, İ., 2017. Türkiye’de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dağlı, Ö., 2004. Türkiye Akarsularında Bölgesel Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Da Silva, R., M., Santos, C., A., Moreira, M., Corte-Real, J., Silva, V., C. ve Medeiros, I., C., 2015. Rainfall and River Flow Trends Using Mann–Kendall and Sen’s Slope Estimator Statistical Tests an the Cobres River Basin, Natural Hazards, 77, 1205-1221.
- Diop, L., Yaseen, Z., M., Bodion, A., Djaman, K. ve Brown, L., 2017. Trend Analysis of Streamflow with Different Time Scales: A Case Study of the Upper Senegal River, Ish Journal of Hydraulic Engineering, 24, 105-114.
- Douglas, E., M., Vogel, R., M., ve Kroll, C., N., 2000. Trends in Floods and Low Flows in the United States: Impact of Spatial Correlation, Journal of Hydrology, 240, 1–2, 90–105.
- DSİ, 2018. Toprak ve Su Kaynakları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> 12 Nisan 2018.
- Gajbhiyel, S., Meshram C., Mirabbasi, R. ve Sharma, S., K., 2016. Trend Analysis of Rainfall Time Series For Sindh River Basin in India, Theoretical and Applied Climatology, 125, 593-608.
- Helsel, D., R. ve Hirsch, R., M., 1992. Statistical Methods in Water Resources, Elsevier, Amsterdam, 510p.

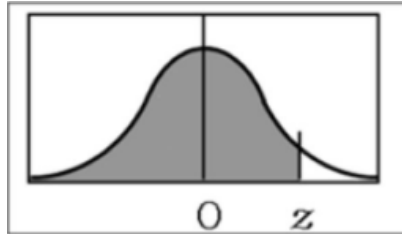
- Kahya, E. ve Kalaycı, S., 2004. Trend Analysis of Streamflow in Turkey, Journal of Hydrology, 289, 128-144.
- Karabörk, M., Ç., Kahya, E. ve Kömüşçü, A., Ü., 2007. Analysis of Turkish Precipitation Data: Homogeneity and the Southern Oscillation Forcings on Frequency Distributions, Hydrological Processes, 21, 23, 3203–3210.
- Karahan H., Bahar, E. ve Zeybekoğlu U., 2015. Standart Süreli Maksimum Yağış Şiddetleri için Trend Analizi: Doğu Karadeniz için Bir Uygulama, 7. Kentsel Altyapı Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Kasım, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 227-238.
- Karstarlı, Ç., Kömürcü, M., İ., Akpınar, A., Uzlu, E., Kankal, M. ve Önsoy, H., 2011. Doğu Karadeniz Havzasındaki Hidroelektrik Potansiyelin Analizi, 2. Su Yapıları Sempozyumu, Eylül, Diyarbakır, Bildiriler Kitabı: 129-138.
- Kendall, M., G., 1975. Rank Correlation Methods, Charles Griffin, London, 135p.
- Kite, G., 1991. Looking for Evidence of Climatic Change in Hydrometeorological Time Series, Western Snow Conference, April, Washington, Alaska.
- Mann, H., B., 1945. Non-parametric Tests against Trend. The Econometric Society, 13, 3, 245-259.
- MGM, 2018a. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017., İklim Verileri Bülteni. https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/2017_iklimVerileriHaberBulteni.pdf, 12 Mayıs 2018.
- MGM, 2018b. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017. İllere Ait Mevsim Normalleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H> 12 Mayıs 2018.
- Minaei, M. ve Irannezhad M., 2016. Spatio-Temporal Trend Analysis of Precipitation, Temperature and River Discharge in the Northeast of Iran in Recent Decades, Theoretical and Applied Climatology, 131, 1-2, 167-179.
- Nemli, M., Ö., 2017. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yıllık Maksimum Yağışların Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Odabaşı, D., 2016. İstanbul'daki İklim Değişikliğinin Kanıtı için Hidrometeorolojik Veriler ile Eğilim Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Odemis, B. ve Evrendilek, F., 2007. Monitoring Water Quality and Quantity of National Watersheds in Turkey, Environmental Monitoring Assessment, 133, 215-219.

- Özfidaner, M., 2007. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özkoca, T., 2015. Orta Karadeniz Kıyı İllerinin Hidrometeorolojik Verilerinin Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Partal, T., 2002. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Partal, T. ve Kahya, E., 2006. Trend Analysis in Turkish Precipitation Data, Hydrological Processes, 20, 2011-2026.
- Peterson, T., C., Easterling, D., R., Karl, T., R., Groisman, P., Nicholls, N., Plummer, N., Torok, S., Auer, I., Boehm, R., Gullett, D., Vincent, L., Heino, R., Tuomenvirta, H., Mestre, O., Szentimrey, T., Salinger, J., Forland, E., J., Hanssen-Bauer, I., Alexandersson, H., Jones, P. ve Parker, D., 1998. Homogeneity Adjustments of in Situ Atmospheric Climate Data: A Review, International Journal of Climatol, 18, 13, 1493-1517.
- Pettitt, A., N., 1979. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem, Applied Statistics, 28, 2, 126-135.
- Satılmış, U., 2015. Değirmendere Havzası (Trabzon) Yerüstü Su Kalitesinin Mekana ve Zamana Bağlı Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Say, A., 2006. Türkiye'deki Nehir Akımları Mevsimlik Verilerinin Parametrik ve Non-Parametrik Yöntemlerle Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sen, P.K., 1968. Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau, Journal of American Statistical Association, 39, 1379-1389.
- Şen, Z., 1991. Probabilistic Modelling of Crossing in Small Samples and Application of Runs to Hydrology, Journal of Hydrology, 124, 3-4, 345-362.
- Şen, Z., 2012. Innovative Trend Analysis Methodology. Journal of Hydrologic Engineering, 17, 9, 1042-1046.
- Şen, Z., 2018. Crossing Trend Analysis Methodology and Application for Turkish Rainfall Records, Theoretical and Applied Climatology 131, 285-293.
- Topaloğlu, F., 2006. Trend Detection of Streamflow Variables in Turkey, Fresenius Enviromental Bulletin, 15,7, 644-653.

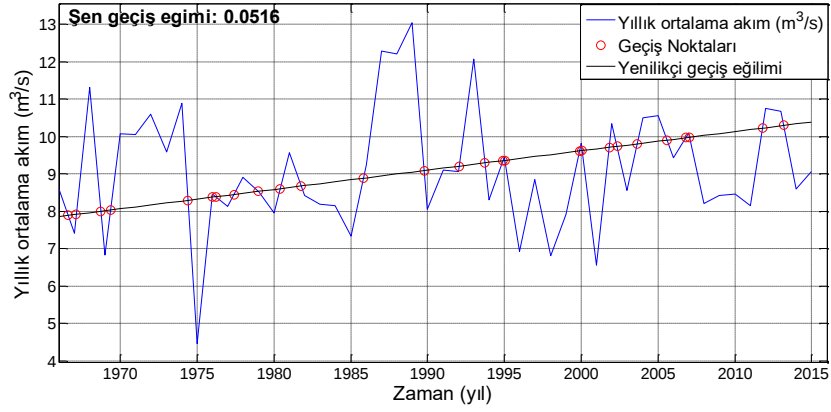
- Türkeş, M., 2002. Küresel Isınma Rekor Kırıyor, Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, 370, 20-21.
- Uçgun, E., 2010. Kızılırmak Havzasındaki Hidrometeorolojik Verilerin Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Von Neumann, J., 1941. Distribution of The Ratio of the Mean Square Successive Difference to the Variance, Annals of Mathematical Statistics, 12, 4, 367–395.
- Von Storch, H. ve Navarra, A., 1995. Analysis of Climate Variability, Springer, NewYork, 334p.
- Wang, H., Zhang, M., Zhu, H., Dang, X., Yang Z. ve Yin, L., 2012. Hydroclimatic Trends in the Last 50 Years in the Lower Reach of the Shiyang River Basin, NW China, Catena, 95, 33-41.
- Wijngaard, J. B., Klein Tank, A., M., G. ve Konnen, G., P., 2003. Homogeneity of 20th Century European Daily Temperature and Precipitation Series, International Journal of Climatology, 23, 6, 679–692.
- Yıldırım A., 2015. Trend Analizi Yöntemleri: Orta Fırat Havzası Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Yue, S., Pilon, P., Phinney, B. ve Cavadias, G., 2002. The Influence of Autocorrelation on the Ability to Detect Trend in Hydrological Series. Hydrological Processes, 16, 1807-1829.
- Yüksek, Ö., Kankal, M. ve Üçüncü, O., 2013. Assessment of Big Floods in the Eastern Black Sea Basin of Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 185, 797-814.
- Yüksek Ö. ve Kankal, M., 2014. İstatistik Ders Notları, Basılmamış, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 44s.
- Zaifoğlu, H., Akıntuğ, B. ve Yanmaz, A., M., 2017. Quality Control, Homogeneity Analysis and Trends of Extreme Precipitation Indices in Northern Cyprus, Journal of Hydologic Engineering, 22, 1-14.
- Zhang, Q., Xu, C.Y., Zhang, Z., Ren, G. ve Chen, Y. D., 2008. Climate Change or Variability? The Case of Yellow River as Indicated by Extrem Maximum and Minimum Air Temperature During 1960-2004, Theoretical and Applied Climatology, 93, 35-43.

7. EKLER

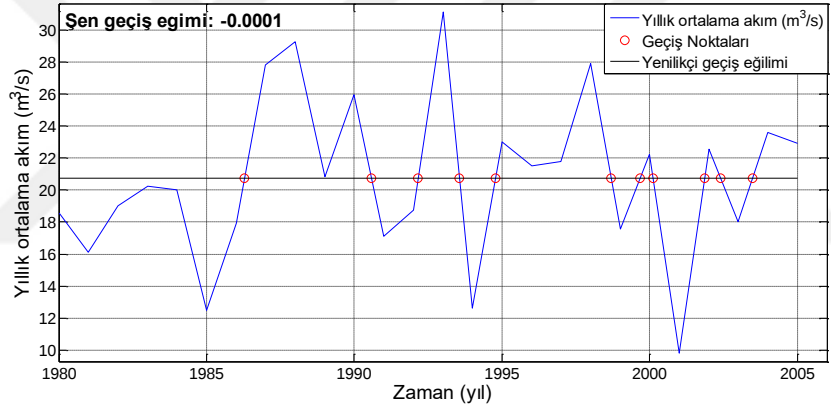
Ek 1. Standart Normal Dağılım Tablosu

[illegible]

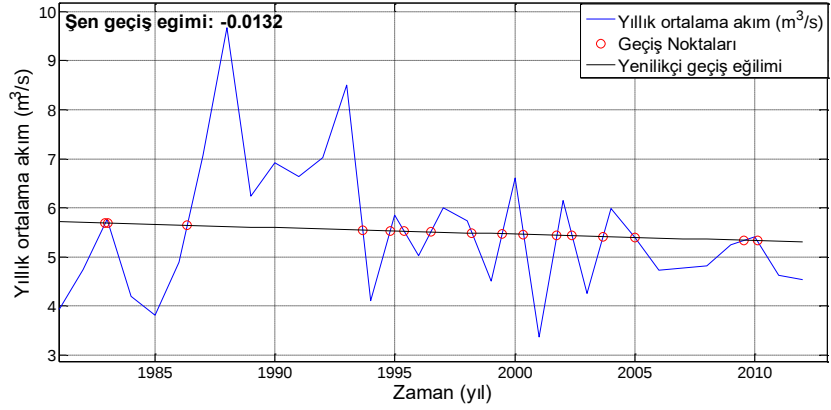
Ek 2. Yıllık Ortalama Akımlar İçin Şen'in Geçiş Grafikleri



Ek Şekil 1. D22A006 nolu istasyon için geçiş grafiği

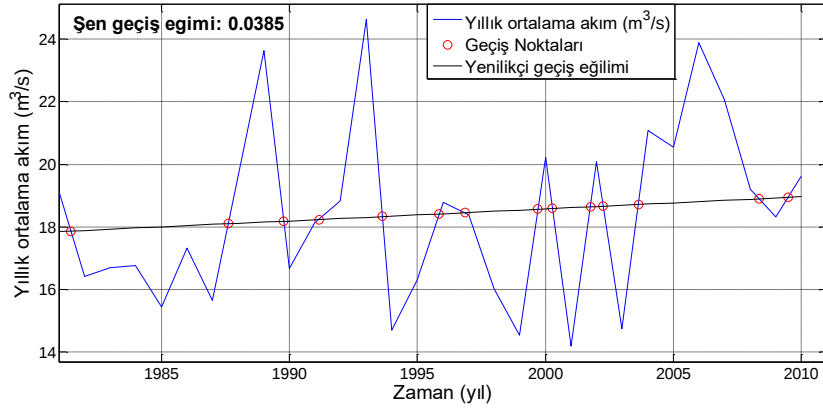


Ek Şekil 2. D22A055 nolu istasyon için geçiş grafiği

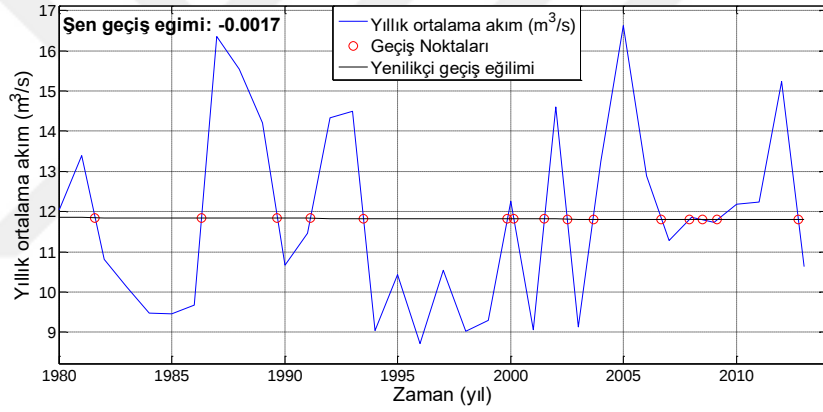


Ek Şekil 3. D22A058 nolu istasyon için geçiş grafiği

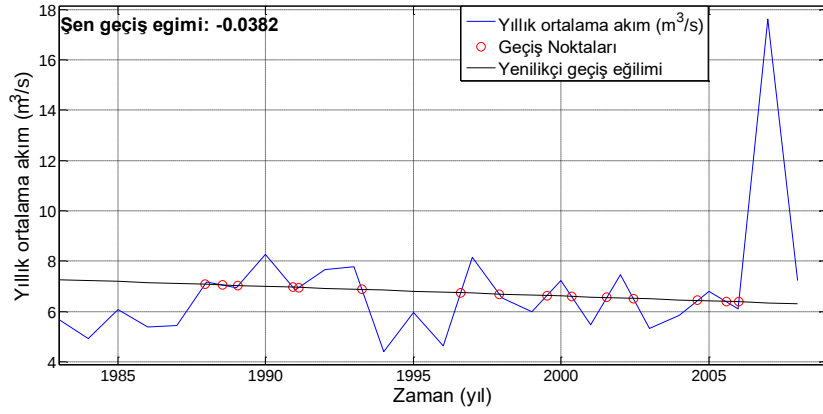
Ek 2'nin devamı



Ek Şekil 4. D22A062 nolu istasyon için geçiş grafiği

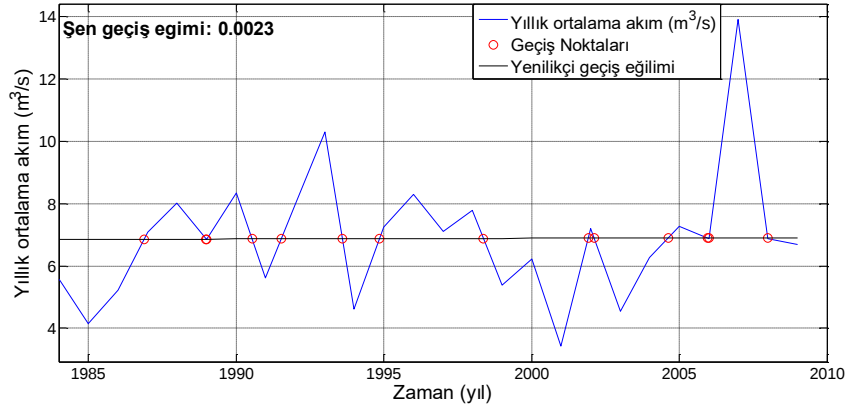


Ek Şekil 5. D22A063 nolu istasyon için geçiş grafiği

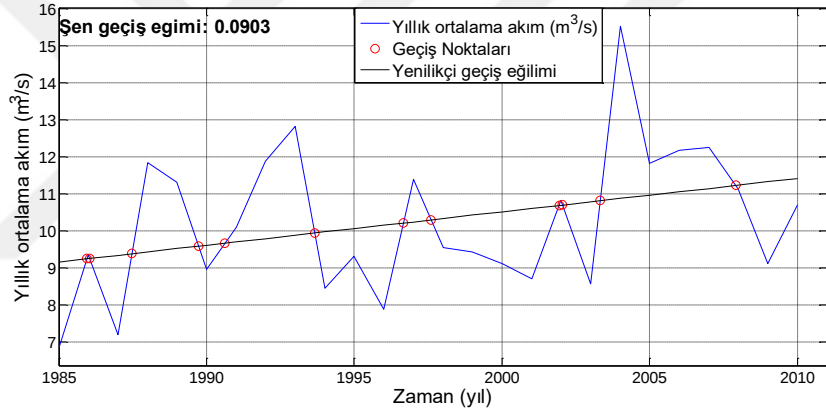


Ek Şekil 6. D22A072 nolu istasyon için geçiş grafiği

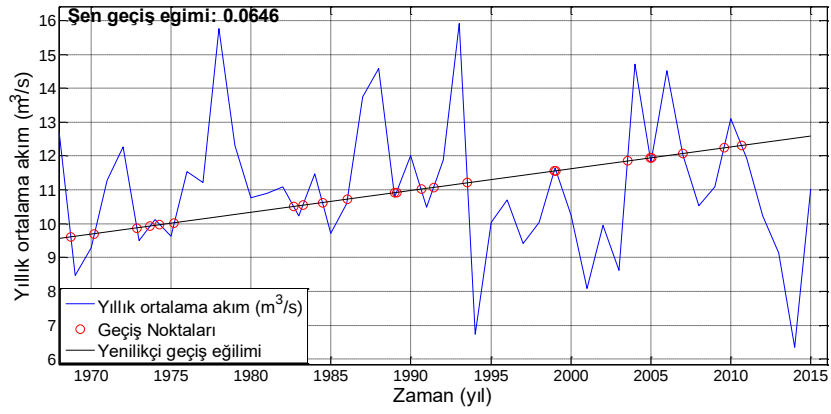
Ek 2'nin devamı



Ek Şekil 7. D22A080 nolu istasyon için geçiş grafiği

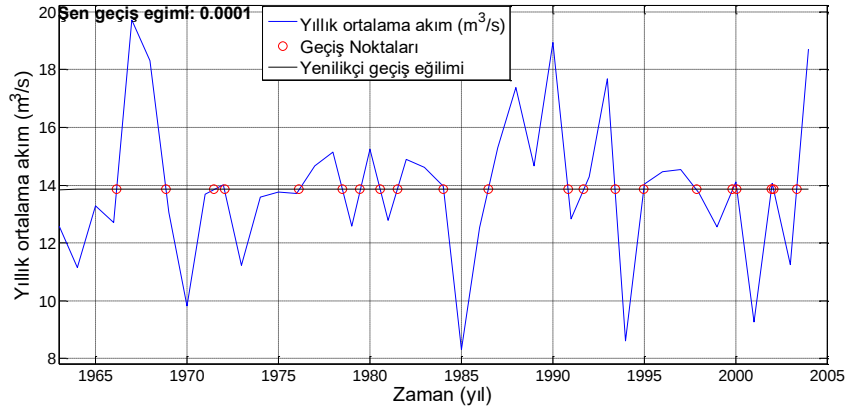


Ek Şekil 8. D22A085 nolu istasyon için geçiş grafiği

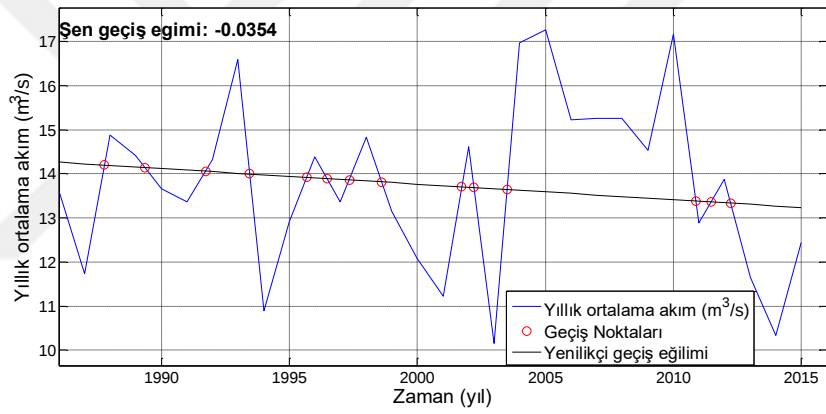


Ek Şekil 9. E22A002 nolu istasyon için geçiş grafiği

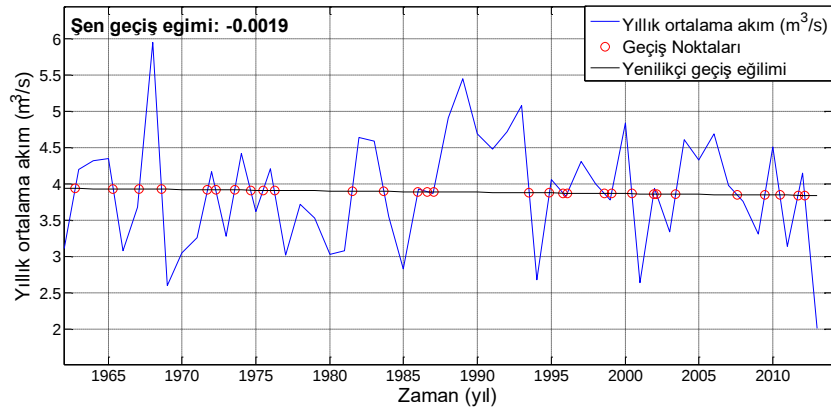
Ek 2'nin devamı



Ek Şekil 10. E22A013 nolu istasyon için geçiş grafiği

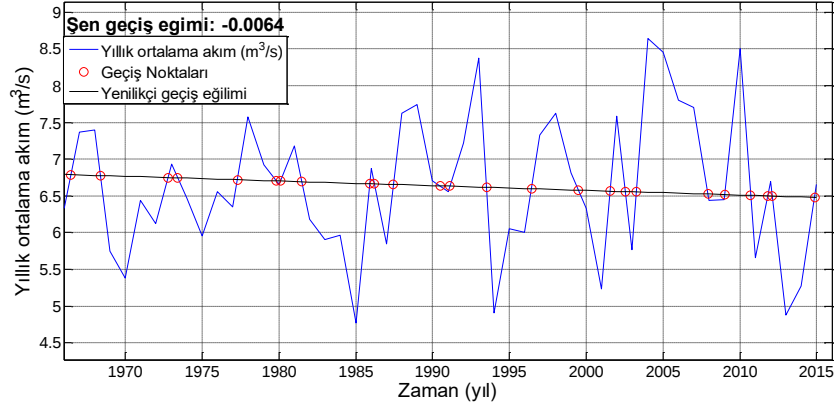


Ek Şekil 11. E22A015 nolu istasyon için geçiş grafiği

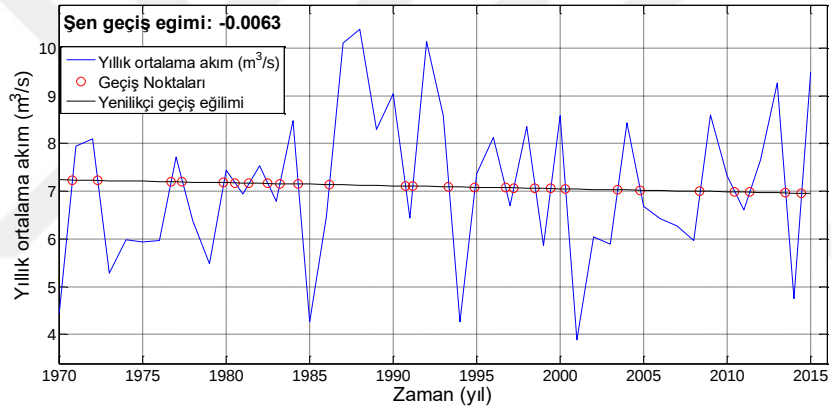


Ek Şekil 12. E22A028 nolu istasyon için geçiş grafiği

Ek 2'nin devamı



Ek Şekil 13. E22A033 nolu istasyon için geçiş grafiği



Ek Şekil 14. E22A045 nolu istasyon için geçiş grafiği

ÖZGEÇMİŞ

Fatma AKÇAY 04.07.1993 tarihinde İzmir'in Konak ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimlerini Eserkent İbrahim Kavur İlköğretim Okulu'nda ve lise öğrenimini Menderes Fatma Ramazan Büküşoğlu Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı ve bu bölümden 2015 yılında mezun oldu. Temmuz 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Hidrolik Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen yüksek lisans öğrenimine devam etmekte, orta derecede İngilizce bilmektedir.