



**TÜRKİYE AKARSU
HAVZALARINDAKİ
YILLIK ANLIK MAKSİMUM
AKIMLARIN TREND ANALİZİ**

Muhammet YILMAZ
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatih TOSUNOĞLU

2019
Her hakkı saklıdır.



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TÜRKİYE AKARSU HAVZALARINDAKİ YILLIK ANLIK MAKSİMUM
AKIMLARIN TREND ANALİZİ**

Muhammet YILMAZ

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Fatih TOSUNOĞLU

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Erzurum

2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
ERZURUM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAY FORMU

**TÜRKİYE AKARSU HAVZALARINDAKİ YILLIK ANLIK MAKSİMUM
AKIMLARIN TREND ANALİZİ**

Dr. Öğr. Üyesi Fatih TOSUNOĞLU danışmanlığında, Muhammet YILMAZ tarafından hazırlanan bu çalışma 21 / 01 / 2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **Oy birliği ile** kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Ercan KAHYA

İmza : 

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Fatih TOSUNOĞLU

İmza : 

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Serkan ŞENOCAK

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Doç.Dr.Arzu GÖRMEZ
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması BAP Koordinasyon Birimi tarafından 2017/10 nolu proje ile desteklenmiştir.

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Erzurum Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki tüm bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

21 / 01 / 2019



Muhammet YILMAZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE AKARSU HAVZALARINDAKİ YILLIK ANLIK MAKSİMUM AKIMLARIN TREND ANALİZİ

Muhammet YILMAZ

Erzurum Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatih TOSUNOĞLU

Hidrolojik ekstremlerin (taşkın ve kuraklık) toplum ve ekosistem üzerinde önemli bir etkisi vardır ve bu ekstrem olayların iklim değişikliğiyle beraber sıklığının ve şiddetinin artması beklenmektedir. Ekstrem olaylardaki önemli değişimlerin (trendlerin) belirlenmesi su kaynaklarının yönetiminde, dizaynında ve planlanmasında önemli bir rol oynar. Bu çalışmada Türkiye’de yer alan 26 akarsu havzasında bulunan 153 istasyondan elde edilen yıllık anlık maksimum akımların (YAMA) trendlerinin kapsamlı bir değerlendirilmesi sunulmuştur. İki geleneksel parametrik olmayan trend testi, Mann Kendall ve Spearman Rho zamansal trendin anlamlılığını belirlemek için kullanılırken Sen eğim metodu ise trendin büyüklüğünü belirlemek için uygulanmıştır. Mann Kendall trend testi sonucuna göre 57 istasyonun YAMA verilerinde istatistiksel olarak azalan trend görülürken, 6 istasyonda artan bir trend görülmüştür. Spearman testide Mann Kendall testi gibi aynı istasyonlarda artan trend belirlemiştir fakat 59 istasyonun YAMA verilerinde azalan trend belirlemiştir. Ayrıca farklı kümelerde (düşük, orta ve yüksek) trendlerin daha detaylı değerlendirilmesini sağlayan son zamanlarda önerilen Şen trend testi YAMA verilerine uygulanmıştır ve testin sonuçları geleneksel metotların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Genel olarak test sonuçları yakın olmasına rağmen, Şen metodu hem insan yaşamı hem de doğal çevre için tehlikeli durumların bir işareti olabilen azalan ve artan trendlerde, daha fazla bulgular belirlemiştir.

2019, 91 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yıllık anlık maksimum akımlar, trend, Mann Kendall test, Spearman Rho test, Şen trend testi and Türkiye.

ABSTRACT

MS. Thesis

TREND ANALYSIS OF ANNUAL INSTANTANEOUS MAXIMUM FLOWS IN TURKEY RIVER BASINS

Muhammet YILMAZ

Erzurum Technical University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of **Civil Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

Hydrological extremes (floods and droughts) have a crucial impact on society and ecosystems and are expected to increase in frequency and severity with climate change. Detection of significant changes (trends) in extremes plays an important role in planning, design and management of water resources. This study presents a comprehensive evaluation of trends in Annual Instantaneous Maximum Flows (AIMF) from 153 gauge stations located in 26 river basins, Turkey. Two traditional non-parametric trend tests, namely Mann-Kendall and Spearman Rho, were used to quantify significance of temporal trends while Sen's Slope method was applied to determine magnitude of the trends. According to the result of the Mann Kendall trend test, there was a statistically decreasing trend in the AIMF data of 57 stations, while 6 stations showed an increasing trend. The Spearman Rho test identified increasing trends at the same stations as the Mann Kendall test and detected a decreasing trend in the AIMF data of 59 stations. Moreover, the recently proposed Şen's trend method, which provides more detailed assessment of trends in different clusters (low, medium and high), was applied to AIMF series and its results were compared with traditional tests. Although there was generally good agreement between the tests results, the Şen's method showed indications of more decreasing and increasing trends which can be a sign of hazardous circumstances both in the human lives and natural environments.

2019, 91 pages

Keywords: Annual Instantaneous Maximum Flows, trend, Mann-Kendall test, Spearman Rho test, Sen's Slope Method, Şen's trend method and Turkey

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőması Erzurum Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde gerçekleőtirilmiőtir. Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde değerli bilgilerini benimle paylaőan, kendisine ne zaman danıősam bana yardımcı olabilmek için elinden gelenin fazlasını yapan danıőmam hocam, Sayın Dr.Öğr.Üyesi Fatih TOSUNOğLU'na teőekkürü bir borç bilirim.

Tez sürecinde 2017/10 proje kapsamında beni maddi açıdan destekleyen BAP Koordinasyon Birimi'ne teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım sırasında gerekli veri ve bilgileri sağlayan Devlet Su İşleri 8. Bölge Müdürlüğü'nde çalıőan, bölge müdür yardımcısı Sayın Ayhan őAHNA'ya , őube müdürü Sayın Bünyamin AKUR'a , meteoroloji mühendisi Sayın Burak YALÇIN'a teşekkür ederim.

Çalıőmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen anneme, babama, kardeőime ve eőime içten teőekkürlerimi sunarım.

Muhammet YILMAZ

Ocak 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1.Çalışma Alanı.....	12
3.2.Veriler	12
3.3.Verilerin İstatistik Analizi	19
3.3.1.Temel istatistik parametreler	19
3.3.1.1.Aritmetik ortalama değer	20
3.3.1.2.Ortanca değer (medyan)	20
3.3.1.3.Varyans	21
3.3.1.4.Çarpıklık parametresi	21
3.3.1.5.Sivrilik parametresi	22
3.3.2.Korelasyon katsayısı ve regresyon analizi	22
3.3.2.1.Basit doğrusal regresyon analizi	23
3.3.3.Serisel korelasyon	25
3.3.4.Trend testleri	26
3.3.4.1.Mann Kendall trend testi	26
3.3.4.2.Spearman Rho test	28
3.3.4.3.Sen'in trend eğim metodu	29
3.3.4.4.Modifiye edilmiş Mann Kendall test	30
3.3.4.5. Şen trend testi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	32
4.1.Çalışma Kapsamında Kullanılan İstasyonlara Ait İstatistiksel Bilgiler	32
4.2.Eksik Verilerin Doğrusal Regresyon Analizi ile Hesaplanması	40

4.3.Serisel Korelasyon Analizi	42
4.4.İçsel Bağımlılığı Olmayan İstasyonların Spearman Rho ve Mann Kendall Test Sonuçları	49
4.5.Sen'in Trend Eğim Test Sonuçları	54
4.6. Şen Trend Testi Sonuçları	57
4.7.Şen Trend Testi ve MK Test Sonuçlarının Karşılaştırılması	63
4.8.Tartışma	63
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR	69
EKLER.....	73
EK 1.....	73
EK 2.....	89
EK 3.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	91

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

YAMA	Yıllık Anlık Maksimum Akımlar
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
TFPW	trend free pre whitening
MK	Mann Kendall test
SR	Spearman Rho test
mMK	Modifiye edilmiş Mann Kendall test

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	14
Şekil 3.2.	31
Şekil 4.1.	37
Şekil 4.2.	38
Şekil 4.3.	39
Şekil 4.4.	41
Şekil 4.5.	44
Şekil 4.6.	46
Şekil 4.7.	47
Şekil 4.8.	53
Şekil 4.9.	56
Şekil 4.10.	61
Şekil 4.11.	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.....	3
Çizelge 3.1.....	15
Çizelge 3.2.....	16
Çizelge 4.1.....	33
Çizelge 4.2.....	43
Çizelge 4.3.....	45
Çizelge 4.4.....	48
Çizelge 4.5.....	50
Çizelge 4.6.....	52
Çizelge 4.7.....	54
Çizelge 4.8.....	58

1. GİRİŞ

Su canlı hayatının devamı ve hemen hemen her türlü insan faaliyetinden kaynaklanan ihtiyaçlar için sürekli olarak gerek duyulan doğadaki en önemli maddelerden biridir. Suyun bu öneminden dolayı tarihte de ilk medeniyetler genellikle su kaynaklarının yanlarına yerleşim yerlerini kurmuşlardır. Fakat bugün gelinen noktada nüfustaki hızlı artışın da etkisiyle mevcut olan su kaynakları, suya olan talebi karşılayamamaktadır.

Su kaynakları; nüfus artışı, gelişen sanayi, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan ihtiyaçlar ve son zamanlarda etkisi daha da belirgin olarak görülen iklim değişikliğinin etkisi altındadır. Fosil yakıt kullanımı, sanayileşme evreleri, çevre kirliliği, arazi kullanım değişikliği, ormanların azalmasına neden olan insan etkilerinden dolayı atmosferdeki sera gazları artmakta ve bu artışın bir sonucu olarak dünyanın ısıtım dengesi bozulmakta, iklimin temel elemanlarından biri olan sıcaklıklarda artış belirlenmekte ve bu olay küresel ısınmada da etkisini göstermektedir. Yapılan araştırmalara göre küresel ısınmada son yüzyıl içinde yaklaşık 0,6 °C'lik bir artış görülmüştür (Tabari et al. 2012). Küresel ısınmadaki bu artıştan dolayı küresel iklimde de önemli değişimler belirlenmiştir (Yeh et al. 2015). İklimde meydana gelen bu değişikliğin bir sonucu olarak yeraltı suyu, zemin nemi, yağmur, yüzeysel akış, nehir akışı gibi hidrometeorolojik değişkenlerde anlamlı değişimler tespit edilmiştir (Goyal 2004). Zaman içerisinde iklimdeki değişimlere bağlı olarak hidroklimatolojik değişkenlerde olan değişim ve trendlerin belirlenmesi hidrolojide büyük bir öneme sahip olmuştur (Salas 1993).

Hidrolojik döngünün en önemli parametrelerinden biri olan nehir akışlarının zaman içerisinde olan değişim ve trendlerin bilinmesi su kaynaklarının planlanmasına ve yönetimine yardımcı olacaktır. Su ekosisteminin yanı sıra hidroelektrik ve sulama gibi insan faaliyetlerinden ve mevcut suyu güvenli hale getirme ihtiyacından dolayı akış kayıtlarının trendlerini analiz etme son yirmi yıldır araştırmacıların dikkatini çekmiştir (Masih et al. 2011). Son zamanlarda dünyanın farklı yerlerinde nehir akışlarıyla ilgili bir çok çalışma yapılmıştır.

Şiddetli yağmurların sonucu olarak akarsu yataklarında meydana gelen yüksek su debilerinin, düşük kotlu bölgeleri su altında bırakması olayına taşkın denilmektedir (Büyükkaracığan ve Kahya 2009). Taşkınların oluşumu ve değişkenliği dinamik ve karmaşık bir süreçtir. Bu süreç aşırı yağış, baraj inşaatı, bitki örtüsü özellikleri, toprak tipi ve arazi kullanım uygulamaları gibi faktörlerden etkilenir. Taşkın gibi meteorolojik afetler toplum ve ekosistemler üzerinde önemli ters etkilere sebep olabilmektedir. Depremden sonra en tehlikeli doğal afet olarak değerlendirilen taşkın, ülkemizde de son yıllarda can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Çizelge 1.1' de görüldüğü gibi Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017) raporuna göre 1975-2015 yılları arasında 1209 taşkın olayının yaşandığı ve bu taşkınlardan dolayı 720 can kaybı ve 893933 ha alanın sular altında kaldığı görülmüştür. Bu nedenlerden dolayı taşkın gibi ekstrem hidrolojik olayların istatistiksel olarak analizi su kaynakları sistemlerinin uygulamalarında, dizaynında, işletilmesinde ve ayrıca toplumun güvenliği için oldukça önemlidir. Zaman içerisinde maksimum akımlardaki anlamlı trendlerin bilinmesi su kaynakları problemlerinin farklı türleri için önemlidir.

Zaman içerisinde akımlardaki trendleri belirlemek için yapılan çalışmalarda genel olarak ya Mann Kendall test ya da Spearman Rho test kullanılmıştır. Bilindiği gibi bu metotlar tüm zaman serisinde monotonik trendi belirlemek için kullanılır. Fakat su kaynaklarını daha etkili bir şekilde planlamak ve yönetmek için zaman serisinde sadece monotonik trendi belirlemek yeterli değildir aynı zamanda analiz edilen verilerin düşük, orta ve yüksek değerleri içinde analiz yapılmalıdır (Tosunoğlu 2018). Bu amaca ulaşmak için Şen (2012) tarafından Şen trend testi keşfedilmiştir. Bu metot diğer parametrik olmayan metotlardan farklı olarak verilerin dağılımı, uzunluğu ve serisel bağımsızlığı gibi kısıtları bulunmamaktadır.

Son zamanlarda Türkiye genelinde iklimde meydana gelen değişikliğin daha belirgin olması ve bu değişimden büyük ölçüde etkilenen akımlardaki trendlerin detaylı bir şekilde araştırılması ihtiyacı görülmüştür. Bu çalışmanın amacı, Türkiye akarsu havzalarında bulunan 153 akım gözlem istasyonuna ait 1961-2014 yılları arasındaki periyotta yıllık anlık maksimum akım verilerine (YAMA) Mann Kendall, Spearman Rho, Sen'in trend eğim metodu ve son zamanlarda keşfedilen Şen trend testini uygulayarak akımlarda olan değişimleri araştırmak ve testlerden çıkan sonuçları karşılaştırmaktır.

1. GİRİŞ

Ayrıca Türkiye genelinde maksimum akımlarda, geçmiş yıllarda yapılan çalışmalardan daha kapsamlı bir araştırmanın yapılması ve Şen metodunun yazar tarafından ilk kez Türkiye genelinde maksimum akımlara uygulanması çalışmanın özgünlüğünü göstermektedir.

Çizelge 1.1 Ülkemizde 1975-2015 yılları arasında meydana gelen taşkın olayları ve etkileri (DSİ)

Yıl	Taşkın Sayısı	Can Kaybı	Su Altında Kalan Alan (ha)
1975	62	8	36 714
1976	29	5	22 536
1977	27	11	3 317
1978	21	0	13 850
1979	21	61	40 966
1980	44	6	83 016
1981	16	2	58 413
1982	10	0	784
1983	14	33	2 113
1984	12	0	29 140
1985	7	0	2 318
1986	8	4	679
1987	7	0	564
1988	24	17	3 910
1989	10	1	9 500
1990	26	57	7 450
1991	23	23	15 770
1992	14	1	690
1993	2	0	60
1994	9	4	1 680
1995	20	164	201 100
1996	4	1	11 000
1997	1	0	1 390
1998	2	57	7 000
1999	1	3	
2000	4	0	8 066
2001	42	8	43 297
2002	27	27	510
2003	21	7	64 200
2004	23	3	25 750
2005	25	14	13 855
2006	24	45	85 810
2007	22	11	1 050
2008	10	2	10
2009	84	59	3 250
2010	110	25	44 279
2011	56	13	202
2012	69	23	19 685
2013	38	7	17 569
2014	118	9	4 455
2015	122	9	7 985
TOPLAM	1209	720	893 933

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Gözlemsel ve tarihsel akış verileri, su kaynakları projelerinin dizaynında ve planlanmasında en önemli faktördür. Bu veriler zamana bağlı özelliklere sahiptir ve iklim değişikliği, antropojenik aktiviteler gibi birçok faktörden etkilenir. Su kaynakları çalışmalarında önemli adımlardan biri, gözlemlenen akış verilerinin zaman içerisindeki trendlerini belirlemektir. Akımlarda meydana gelen anlamlı bir trendin belirlenmesi su yönetimi ve politikaları üzerindeki kararları etkileyecektir (Yenigün vd. 2008)

Dünya'nın farklı yerlerinde akışlardaki trendleri belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları aşağıda anlatılmıştır.

Akyürek (2003) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'deki 26 akarsu havzasından 24'ünde bulunan 107 akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama akımlara t ve Mann Kendall testi uygulanarak trend varlığı araştırılmıştır. Ülkenin batı, orta ve güney kesiminde bulunan havzalardaki 31 istasyonda azalan yönde trend gözlenmiştir. Diğer bölgelerde ise istatistiki açıdan anlamlı trendler bulunamamıştır.

Kahya ve Kalaycı (2004) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de bulunan 26 havzaya ait 83 akım gözlem istasyonunun aylık ortalama akım verilerine trend testleri uygulanmıştır ve 31 yıllık bir periyot göz önüne alınmıştır. Metot olarak Sen'in T testi, Spearman Rho testi, Mann Kendall testi ve Mevsimsel Kendall testi kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda ülkenin batısında istatistiksel olarak azalan yönde trendler bulunurken doğusunda ise istatistiksel olarak anlamlı trendlere rastlanılmamıştır.

Cıgızoğlu vd (2004) tarafından Türkiye nehirlerinin yıllık maksimum, ortalama, 1 günlük ve 7 günlük akımlarına ait verilerin trendleri araştırılmıştır. Trend analizinde t testi ve Mann Kendall testi kullanılmıştır. Yıllık maksimum, ortalama ve düşük akımlarda Türkiye'nin batı ve güneyindeki nehirlerin çoğunda anlamlı trendlere rastlanırken ülkenin doğu ve iç bölgelerindeki nehirlerin bazılarında anlamlı trende rastlanılmamıştır.

Özel vd (2004) tarafından Sakarya Nehri Havzası aylık ortalama akım verilerinin zaman içerisindeki değişimleri incelenmiştir. Çalışmada 11 adet akım gözlem istasyonu kullanılmış ve veri aralığı olarak 1964-2000 yılları arası veriler kullanılmıştır. Genellikle azalan yönde trendler bulunmuştur.

Kaynar (2005) tarafından yapılan çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akım gözlem istasyonlarına ait yıllık maksimum akım verileri Mann Kendall test ve Spearman Rho test ile araştırılmıştır ve analiz edilen istasyonlarda istatistiki açıdan anlamlı trendler bulunamamıştır.

Birsan et al. (2005) tarafından İsviçre genelinde 48 havzada bulunan istasyonlara ait yıllık ve mevsimsel ortalama akım verilerine trend testleri uygulanmıştır. Yöntem olarak Mann Kendall trend testi kullanılmış ve istatistiki olarak anlamlı trendler bulunmuştur. Bulunan bu anlamlı trendler havzalarda meydana gelen kar yağışı, yağmur, sıcaklık değişimi gibi hava olaylarıyla açıklanmaya çalışılmıştır.

Gümüş (2006) tarafında yapılan çalışmada Fırat Havzasında bulunan 83 akım gözlem istasyonundan 22 istasyona ait yıllık maksimum, ortalama ve minimum akımlara trend analizi testleri uygulanmıştır. Araştırmada Mann Kendall testi, Spearman Rho testi, Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi ve Sen'in trend eğim metodu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 2 istasyonda yıllık ortalama akımlarda azalan yönde trend, 10 istasyonda minimum akımlarda azalan yönde trend, 1 istasyonda artan yönde trend bulunmuştur. Yıllık maksimum akımlarda ise istatistiki açıdan anlamlı trendler bulunamamıştır.

Topaloğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada Türkiye genelinde bulunan 26 havzaya ait 84 akım gözlem istasyonunun 1968 - 1997 yılları arasındaki yıllık minimum, ortalama, maksimum ve aylık ortalama akımlarındaki değişimler Mann Kendall testi ile araştırılmıştır. İstasyonlarda anlamlı azalan trendler bulunmuştur ve bunların çoğunun ülkenin batısında olduğu görülmüştür. 11 istasyonda ise artan yönde trendler bulunmuştur ve bu istasyonların Karadeniz Bölgesi ve ülkenin doğusunda bulunduğu ayrıca bu artan yöndeki trendlerin genellikle yıllık minimum akımlarda olduğu gözlenmiştir.

Akımlardaki bu değişikliğin öncelikli olarak iklimdeki değişikliklerden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Cebe (2007) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’de bulunan akarsuların mevsimsel ortalama akım verilerine trend testleri uygulanmıştır. Çalışmada 108 akım gözlem istasyonu kullanılmıştır ve bu akım gözlem istasyonlarının verilerine Mann Kendall trend testi uygulanmıştır. Birinci mevsimde(ekim, kasım, aralık) 20 istasyonda azalan yönde 8 istasyonda artan yönde trend, ikinci mevsimde(ocak, şubat, mart) 34 istasyonda azalan yönde 4 istasyonda artan yönde trend, üçüncü mevsimde (nisan, mayıs, haziran) 19 istasyonda azalan yönde 1 istasyonda artan yönde trend, dördüncü mevsimde(temmuz, ağustos, eylül) 40 istasyonda azalan yönde 4 istasyonda artan yönde trendler bulunmuştur.

Petrow and Merz (2009) tarafından yapılan çalışmada Almanya’da bulunan 145 akım gözlem istasyonuna ait verilerin trendleri araştırılmıştır. Metot olarak Mann Kendall trend testi kullanılmış veri olarak 52 yıla ait mevsimsel maksimum akım verileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Almanya’nın batı, güney ve merkezinde istatistiki olarak anlamlı trendler bulunmuştur.

Cunderlik and Quarda (2009) tarafından yapılan çalışmada Kanada’da bulunan 160 istasyona ait mevsimsel maksimum akım verilerine trend analizi testleri uygulanmıştır. Kanada’nın güneydoğusunda istatistiki açıdan anlamlı azalan trendler, kuzeybatısında ise istatistiki açıdan anlamlı artan trendler bulunmuştur. Azalan yönde trendlerin bulunmasının erken kar erimesinden kaynaklandığı belirtilmiş, artan yönde trendlerin nedeni ise açıklanamamıştır.

Baggaley et al. (2009) tarafından yapılan çalışmada İskoçya’nın dağlarında bulunan Dee Nehri akımlarına ait yıllık ve mevsimsel ortalama minimum ve maksimum akımlara trend testleri uygulanmıştır. Yıllık akımlarda istatistiki açıdan anlamlı trendler görülmemiştir. Mevsimsel akımlarda ise İlkbahar aylarındaki akışlarda artış görülürken yaz aylarındaki akışlarda azalma eğilimi görülmüştür. Akımlardaki bu değişiklikler iklimde olan değişiklikle ilişkili olduğu açıklanmıştır.

Büyükkaracıġan (2009) tarafından yapılan çalışmada Türkiye akarsularının maksimum akım verilerine frekans analizi ve trend testleri uygulanmıştır. Çalışmada 1970-2005 yılları arası veriler kullanılmıştır. Türkiye genelindeki 90 istasyona ait bu verilerin akımlarındaki deġiřimleri incelemek için Sen'in T testi, Spearman Rho testi, Mann Kendall testi ve en küçük kareler testi uygulanmıştır. Sadece 5 istasyonda azalan yönde trend bulunmuş ve diġer istasyonlarda istatistiki açıdan anlamlı trend bulunmamıştır.

Assani et al. (2010) tarafından yapılan çalışmada Kanada'da bulunan Lawrence havzasına ait 15 akım gözlem istasyonun yıllık maksimum akım verilerine trend analizi testleri uygulanmıştır. Yöntem olarak Mann Kendall trend testi kullanılmış ve istatistiki açıdan bulunan anlamlı trendler havzada meydana gelen iklimsel deġiřikliklerle açıklanmaya çalışılmıştır.

Burn et al. (2010) alışmalarında Kanada'da bulunan en az 50 yıllık veri uzunluġuna sahip 68 ölüm istasyonuna ait yıllık maksimum ve minimum akım verilerindeki trendleri belirlemek için Mann Kendall testini uygulamışlardır. Maksimum akımlarda genellikle istatistiksel olarak azalan trendler belirlenirken, minimum akımlarda ise hem azalan hem de artan trendler belirlenmiştir.

Masih et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada İran'da bulunan Zagros daġlarında meydana gelen akımlardaki deġiřimler ile iklimde meydana gelen deġiřiklikler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada yıllık ve aylık ortalama akımlar ile bir günlük minimum ve maksimum akımlar, yedi günlük minimum ve maksimum akımlar kullanılmıştır. Akımlardaki deġiřikliġi belirlemek için bu verilere Spearman Rho testi uygulanmıştır. Aynı test sıcaklık ve yaġıř verileri içinde uygulanmıştır. ıkan sonuçlara göre sıcaklık ve yaġıř verilerinden elde edilen trendlerle akış verilerinden elde edilen trendler arasında ki korelasyonun varlıġı araştırılmıştır.

Gümüş vd (2011) tarafından yapılan çalışmada Göksu nehri Himmetli istasyonuna ait aylık ortalama akım verilerindeki deġiřim araştırılmıştır. Akımlarda meydana gelen trendi belirlemek için parametrik olmayan testlerden Mann Kendall testi ve Spearman Rho testi kullanılmış, trendin eġiminin belirlenmesinde Sen'in trend eġim metodu

kullanılmış ve trend başlangıç yılı için ise Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi kullanılmıştır.

Hossian et al. (2013) tarafından yapılan çalışmada Avusturalya'da ki yıllık maksimum akımlara trend analizi testleri uygulanmıştır. Metot olarak Mann Kendall trend testi uygulanmıştır. Avusturalya'da bulunan 152 havzaya ait istasyonların toplam %25'inde azalan yönde trendler bulunmuştur. İncelenen istasyonlarda istatistiki açıdan anlamlı artan yönde trende rastlanmamıştır.

Mediero et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada İspanya'da bulunan 60 akım gözlem istasyonuna ait yıllık maksimum akım verilerine trend analizi testleri uygulanmıştır. Zaman olarak üç farklı periyot kullanılmıştır:1942-2009, 1949-2009, 1959-2009 yılları arası veriler kullanılmıştır. Yıllık maksimum akımlarda 3 farklı zaman periyodunda da genellikle azalan yönde trendler bulunmuştur. Bunun nedeninin ise sıcaklıkların artmasından ve bağıl nemin azalmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Kişi ve Ay (2014) Kızılırmak nehrinin su kalite trendlerini belirlemek için Mann Kendall testini ve Şen yöntemini uygulamışlardır. Şen yöntemini uygulamasında istasyonlara ait veriler düşük, orta ve yüksek değerler olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve gruplar için ayrı ayrı trend sonuçları verilmiştir. Şen testi sonuçları Mann Kendall test sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır ve bazı istasyonlarda test sonuçlarının farklı olduğu görülmüştür.

Bennett et al. (2015) tarafından yapılan çalışmada Alaska'da meydana gelen yıllık maksimum, minimum akıslara ve mevsimsel maksimum ve minimum akıslara trend testleri uygulanmıştır. Yıllık maksimum akımlarda azalan yönde trendler gözlemlenirken yıllık minimum akımlarda artan yönde trendler görülmüştür. Mevsimsel akımlarda ise İlkbahar mevsiminde maksimum akıslarda artan yönde trendler görülmüştür bunun nedeninin ise İlkbahar mevsiminde meydana gelen kar erimeleri olduğu belirtilmiştir. Yaz mevsiminde ki trendlerde genel bir azalış görülmüştür ve bu yaz mevsimindeki sıcaklıkların artışıyla açıklanmıştır. Kış mevsimindeki akıslarda da genel bir artan eğilim görülmüştür. Maksimum akımlardaki değişikliklerin hava sıcaklığı, yağış gibi hava olaylarından dolayı olduğu açıklanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Song et al. (2015) tarafından yapılan çalışmada Çin'de bulunan Sanchane havzasındaki yıllık maksimum akımların, 3 günlük maksimum akımların ve 7 günlük maksimum akımların havzaya baraj yapıldıktan sonra ve yapılmadan önceki değişimleri incelenmiştir. Bu değişimleri gözlemek için Mann Kendall trend testi kullanılmıştır. 2012 de baraj yapıldıktan sonra havzadaki akımlarda azalan yönde trendler bulunmuştur.

Seyan and Othman (2015) çalışmalarında Malezya'da bulunan Selangor nehrinin yıllık maksimum ve minimum akımlarındaki değişimleri incelemişlerdir. Genellikle maksimum akımlarda artan yönde bir eğilim görülürken minimum akımlarda azalan yönde bir eğilim tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlar doğrultusunda su kaynaklarının yönetimine dikkat çekilmiştir.

Kumar and Santosh (2015) çalışmalarında Hindistan'da bulunan Saltuj nehrinin maksimum akım verilerine trend analizi testleri uygulamıştır. Çalışmada 3 istasyon kullanılmış ve trendi belirlemek için ise Mann Kendall trend testi kullanılmıştır. Üç istasyonda da artan yönde trendler bulunmuş ve bu trendlerin nedeni iklimde olan değişiklikten kaynaklandığı belirtilmiştir.

Çeribaşı ve Doğan (2015) tarafından yapılan çalışmada Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzasında bulunan istasyonların yıllık ortalama akım verilerinin trendleri araştırılmıştır. Verilere parametrik olmayan Spearman Rho testi ve Mann Kendall testi uygulanmış trendin başladığı yılı bulmak için ise Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi uygulanmıştır. Çalışmada Karadeniz Havzasında Devrekani Çayı, Soğanlı Çayı ve Bolu Çayı istasyonlarına ait akım verilerinde azalan yönde trendler bulunurken havzadaki diğer istasyonların verilerinde trendlere rastlanılmamıştır. Doğu Karadeniz Havzasında bulunan istasyonlara ait verilerde istatistiki olarak anlamlı trendler bulunamamıştır. Sakarya Havzasında bulunan Porsuk Çayı ve Sakarya nehri akım verilerinde azalan yönde trendler bulunurken havzadaki diğer istasyonlarda trendlere rastlanılmamıştır.

Tekkanat ve Sarış (2015) yaptıkları çalışmalarında Porsuk Çayı Havzasında bulunan 5 istasyona ait aylık maksimum, minimum ve ortalama akım verilerinin trendleri araştırılmıştır. Trendlerin varlığını belirlemek için Mann Kendall trend testi kullanılmış

ve trendin başladığı yılı bulmak için ise Mann Kendall sıra korelasyon testi kullanılmıştır. Sonuç olarak maksimum, minimum ve ortalama akımlarda istatistiki olarak anlamlı azalma eğilimi bulunmuştur.

Yenigün ve Ülgen (2015) tarafından yapılan çalışmada yıllık maksimum akımların trendleri araştırılmıştır ve bu akımların barajlara olan etkisi incelenmiştir. Çatalan, Manavgat, Oymapınar, Almus, Aslantaş, Kayaboğazı ve Kemer barajlarına gelen maksimum akımların trendlerini bulmak için Mann Kendall testi ve Spearman Rho testi kullanılmıştır. Sadece Almus barajına gelen akımlarda artan yönde bir eğilim bulunmuştur diğer barajlara gelen akımlarda ise istatistiki olarak ya trend görülmemiş ya da azalan yönde trendler görülmüştür.

Altınışik (2015) çalışmasında Doğu Karadeniz’de bulunan 12 akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama ve maksimum akım verilerine Mann Kendall trend testi uygulamıştır. Yıllık ortalama akımlarda 2 istasyonda artan yönde trend gözlemlenmiş maksimum akımlarda ise 2 istasyonda artan yönde 2 istasyonda azalan yönde trendler gözlemlenmiştir.

Bai et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada Çin’de bulunan Sarı havzasına ait 32 istasyonun yıllık maksimum akımlarındaki değişim araştırılmıştır. Çalışmada yöntem olarak Mann Kendall trend testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda akımlarda azalan yönde trendler bulunmuştur ve bu azalmanın sebebinin maksimum yağışlardaki değişimle, havzaya inşa edilen barajların ve havzada yapılan toprak koruma uygulamalarının etkiyle açıklanmaya çalışılmıştır.

Dabanlı vd (2016) Ergene havzasında bulunan 8 gözlem istasyonunun yağış, sıcaklık, nem ve yüzey akışı verilerine geleneksel Mann Kendall testi ve Şen testini uygulamıştır. Çalışmada testlerden çıkan sonuçlar karşılaştırılarak Şen testinin avantajlarından bahsedilmiştir. Sonuçlara göre Ergene havzası sıcaklık verilerinde istatistiksel olarak artan trendler belirlenmiştir ve gelecekte havzanın daha kurak mevsimler geçirebileceği belirtilmiştir.

Ay ve Kişi (2017) tarafından yapılan çalışmada Kızılırmak Havzasında bulunan dört akım gözlem istasyonuna ait aylık ortalama akım verilerinin trendleri araştırılmıştır. Çalışmada yöntem olarak Şen ve Mann Kendall testleri kullanılmış ve iki testin sonuçları karşılaştırılmıştır. Mann Kendall testi sonuçlarına göre 1524 ve 1539 nolu istasyonlarda istatistiki açıdan anlamlı trendler bulunamamış, 1517 ve 1528 nolu istasyonlarda ise azalan yönde trendler bulunmuştur. Şen testinin sonuçlarına bakıldığında 1517, 1524 ve 1528 nolu istasyonlarda azalan yönde trendler bulunmuş ve 1539 nolu istasyonda ise istatistiki açıdan trende rastlanmamıştır

Do et al. (2017) tarafından yapılan çalışmada global ölçekte yıllık maksimum akımların trendleri araştırılmıştır. İstatistiki açıdan önemli artan ve azalan trendler bulunmuştur. Bulunan bu trendlere de istasyonların bulunduğu alanlardaki barajların etkisi, iklimdeki değişikliklerin etkisi, arazi yapısının etkisi, ormanla kaplı alanlardaki değişikliklerin etkisi araştırılmıştır.

Yukarıda anlatılan çalışmalarda bir zaman serisinde trendi belirlemek için genellikle Mann Kendall, Spearman Rho veya Sen'in eğim metodu kullanılmıştır. Bu çalışmada bu yöntemlere ek olarak Şen yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada analiz edilen istasyon sayısının fazla olması ve Şen yönteminin ilk kez Türkiye genelinde maksimum akımlara uygulanması çalışmanın farklılığını ortaya koymaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışma alanına ait genel bilgiler anlatılmıştır. Ardından çalışma alanında yer alan havzalar hakkında bilgi verilmiş ve analiz edilen istasyonlara ait verilerin bazı istatistiksel bilgileri açıklanmıştır. Son olarak zaman serisinde trendi belirlemek için kullanılan yöntemler anlatılarak bu bölüm bitirilmiştir.

3.1 Çalışma Alanı

Kuzey yarım kürede yer alan Türkiye 36°-42° kuzey paralelleri ile 26°-45° doğu meridyenleri arasında yer alır. Avrupa ve Asya kıtalarında toprağı bulunan Türkiye'nin, topraklarının bir bölümü Anadolu Yarımadası'nda bir bölümü ise Balkan Yarımadası'nın uzantısı olan Trakya'da bulunur. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye, tarihte de bir çok medeniyete ev sahipliğı yapmıştır. Ayrıca Türkiye, bir yıl boyunca çeşitli iklim koşullarına ve dört mevsime sahip ülkelerden biridir. Ülkede dört iklim tipi hakimdir. Bunlardan birincisi Akdeniz iklim tipidir. Bu iklim tipi Akdeniz ve Ege bölgelerinde hakimdir. Bu iklim tipinin en belirgin özelliğı yazları kurak ve kışları yağmurlu olmasıdır. İkincisi Karadeniz iklim tipidir. Karadeniz sahili boyunca etkili olan bu iklim tipinde bütün mevsimler yağışlıdır ve tüm yıl boyunca özellikle kıyı kesimleri nemin etkisi altındadır. Üçüncüsü, Ege denizi ve Karadeniz'i birbirine bağlayan Marmara bölgesinde hakim olan iklim tipidir. Bu iklim tipi Karadeniz ve Akdeniz iklim tipleri arasında geçiş iklimidir. Dördüncüsü, Karasal iklim tipidir. Doğı Anadolu ve Orta Anadolu'da görülür. Bu iklim tipinin etkisinin olduğı yerlerde yazlar kurak kışlar ise kar yağışlıdır (Güçlü 2018).

3.2 Veriler

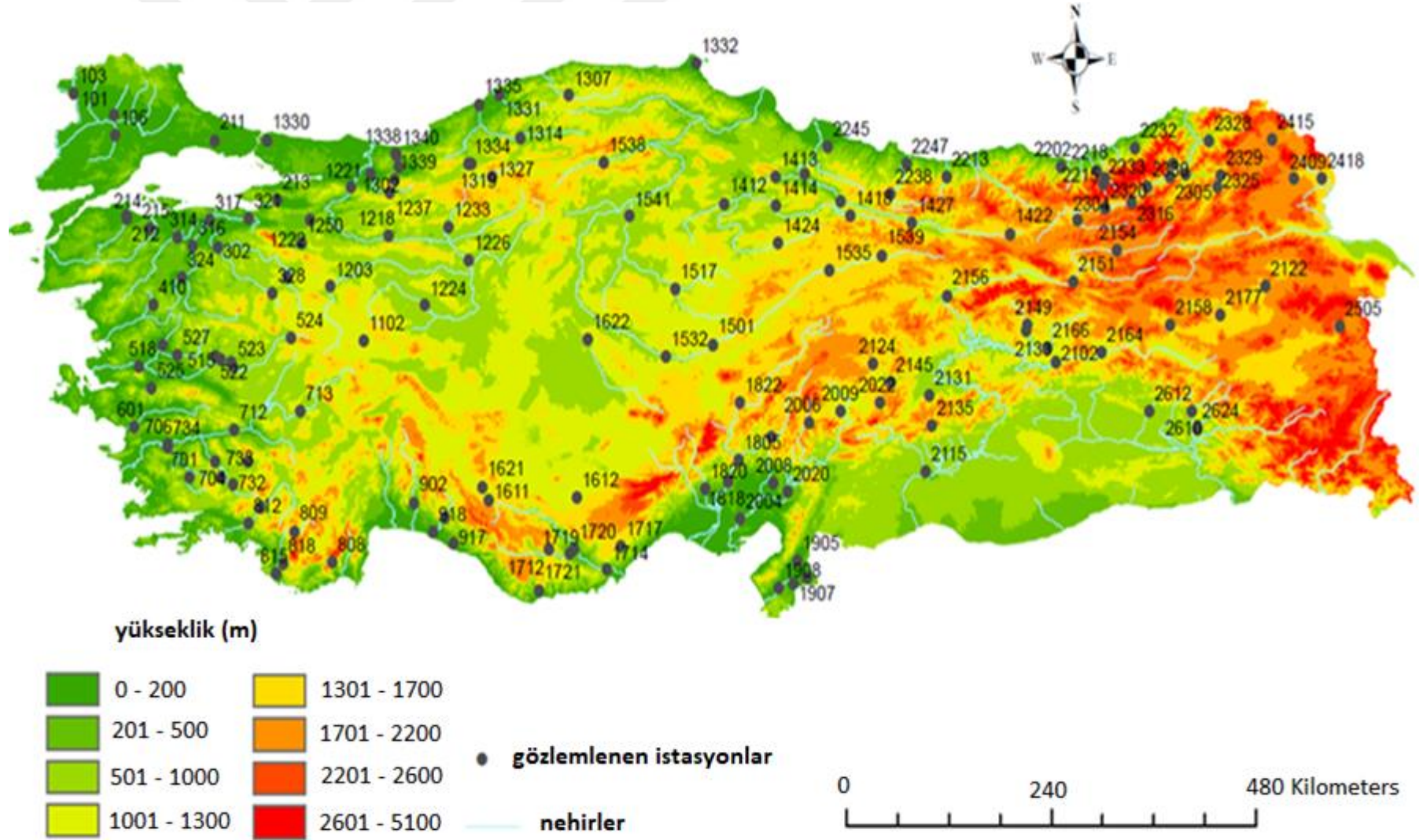
Bu çalışmada EİE tarafından işletilen 153 akım gözlem istasyonuna ait yıllık anlık maksimum akım verileri kullanılmıştır. Bu veriler 25-55 yıl uzunluktadır (1961-2015). Çalışmada kullanılan istasyonların konumları Şekil 3.1 de verilmiştir. Çizelge 3.1 de Türkiye'de bulunan 26 akarsu havzasına ait genel bilgiler verilmiştir. Çizelge 3.2 de

3. MATERYAL VE YÖNTEM

çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarının; buldukları havza, gözlem süresi ve gözlem aralığı ile ilgili bilgiler verilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM



Şekil 3.1 Gözlemlenen istasyonların konumları

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çizelge 3.1 Türkiye akarsu havzalarının bazı özellikleri.

Havza No	Havza Adı	Havza Alanı (x1000 km ²)	Ortalama havza yükseklği(m)	Ortalama toplam yağış(mm/yıl)	Toplam akım (km ³ /yıl)
1	Meriç	14.560	56.63	604.0	1.33
2	Marmara	24.100	42.25	728.7	8.33
3	Susurluk	22.399	201.56	711.6	5.43
4	Ege Suları	10.003	63.75	624.2	2.09
5	Gediz	18.000	220.06	603.0	1.95
6	Küçük Menderes	6.907	4.0	727.4	1.19
7	Büyük Menderes	24.976	413.83	664.3	3.03
8	Batı akdeniz suları	20.953	383.47	875.8	8.93
9	Orta akdeniz suları	19.577	248.85	100.4	11.06
10	Burdur gölü	6.374	910.0	446.3	0.50
11	Afyon	7.605	1016.67	451.8	0.49
12	Sakarya	58.160	508.62	524.7	6.4
13	Batı karadeniz suları	29.598	325.67	811.0	9.93
14	Yeşilırmak	36.114	695.63	496.5	5.8
15	Kızılırmak	78.180	748.48	446.1	6.48
16	Orta anadolu	53.850	1139.37	416.8	4.52
17	Doğu akdeniz suları	22.048	269.05	745.0	11.07
18	Seyhan	20.450	749.68	624.0	8.01
19	Hatay	7.796	159.17	815.6	1.17
20	Ceyhan	21.982	684.81	731.6	7.18
21	Fırat	127.304	1009.87	540.1	31.61
22	Doğu karadeniz suları	24.077	443.24	1198.2	14.9
23	Çoruh	19.872	757.39	629.4	6.3
24	Aras	27.548	1652.65	432.4	4.63
25	Van gölü	19.405	1829.29	474.3	2.39
26	Dicle	57.614	844.79	807.2	21.33
		Toplam	Ortalama	Ortalama	Toplam
		779.452	591.49	658.86	186.05

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan 153 istasyonun bulunduğu havza ve analizde kullanılan veri gözlem aralıkları

Havza adı	İstasyon no	İstasyon adı	Veri sayısı	Gözlem aralığı
Meriç	101	Babaeski	54	1961-2014
	103	Meriç köp.	42	1970-2011
	106	Hayrabolu	46	1969-2014
Marmara	211	Çatalca	38	1972-2009
	212	Çınarköprü	44	1970-2013
	213	Orhangazi	34	1981-2014
	214	Gümüşçay	28	1981-2008
	215	Dereköy	28	1982-2009
Susurluk	302	Döllük	50	1965-2014
	311	Küçükilet	52	1961-2012
	314	Kayaca	46	1962-2007
	316	Yahyaköy	52	1961-2012
	317	Akçasusurluk	52	1961-2012
	321	Geçitköy	46	1961-2006
	324	Balıklı	48	1964-2011
	328	Dereli	42	1971-2012
Ege Suları	410	Yağcılı	32	1981-2012
Gediz	509	Kayalıoğlu	50	1963-2012
	514	Dereköy	50	1965-2014
	515	Topuzdamları	40	1967-2006
	518	Manisa	50	1962-2011
	522	Borlu	44	1971-2014
	523	Acısu	42	1971-2012
	524	Sazköy	42	1973-2014
	525	Yiğitler	40	1975-2014
	527	Darıbükü	32	1980-2011
Küçük Menderes	601	Selçuk	52	1961-2012
Büyük Menderes	701	Kayırlı	54	1961-2014
	704	Amasya	44	1971-2014
	706	Aydın köprüsü	54	1961-2014
	712	Burhaniye	54	1961-2014
	713	Çıtak köprüsü	52	1962-2013
	730	Çlıköy	30	1981-2010
	732	Değirmenalanı	32	1981-2012
	733	Göktepe	34	1981-2014
	734	Çakırbeyli	28	1985-2012
Batı Akdeniz Suları	808	Çatallar	50	1965-2014
	809	Kavaklıdere	54	1961-2014
	811	Suçatı	52	1963-2014
	812	Akköprü	46	1965-2010
	815	Kımık	42	1973-2014
	818	Kayadibi	34	1979-2012

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çizelge 3.2 (devam)

Havza adı	İstasyon no	İstasyon adı	Veri sayısı	Gözlem aralığı
Orta Akdeniz Suları	902	Beşkonak	54	1961-2014
	912	Sinanhoca	50	1965-2014
	917	Alarahan	44	1971-2014
	918	Şelale	42	1973-2014
Afyon	1102	Gazlıgöl	46	1966-2011
Sakarya	1203	Beşdeğirmen	50	1962-2011
	1218	Yenice	38	1966-2003
	1219	Yğbasan	50	1962-2011
	1221	Doğançay	48	1964-2011
	1222	Rüstümköy	54	1961-2014
	1224	Aktaş	48	1964-2011
	1226	Meşecik	48	1964-2011
	1233	Karaköy	46	1965-2010
	1237	Dokurcun	48	1964-2011
	1250	Kınık	34	1981-2014
Batı Karadeniz Suları	1302	Yakabaşı	50	1962-2011
	1307	Azdavay	48	1964-2011
	1314	Karabük	48	1964-2011
	1319	Gökçesu	46	1966-2011
	1327	Afatlar	44	1968-2011
	1330	M.şevket paşa	40	1966-2007
	1331	Bartın	34	1971-2004
	1332	Hacılar köp.	46	1969-2014
	1334	Beşdeğirmen	42	1970-2011
	1335	Derecikviran	40	1970-2009
	1338	Ortaköy	30	1982-2011
	1339	Çiftekese	30	1982-2011
1340	Beyler	30	1982-2011	
Yeşilirmak	1401	Fatlı	50	1962-2011
	1402	Kale	52	1963-2014
	1412	Şeyhoğlu köp.	52	1963-2014
	1413	Duracasu	52	1961-2012
	1414	Sütlüce	52	1961-2012
	1418	Gömeleönü	50	1965-2014
	1422	Çiçekbükü	46	1969-2014
	1424	Çırdak Köp.	44	1969-2012
1427	Yemişli Köp.	34	1981-2014	
Kızılırmak	1501	Yamula	54	1961-2014
	1517	Şefaati	52	1963-2014
	1532	Gülşehir	38	1961-1998
	1535	Söğütluhan	52	1963-2014
	1538	Çeltikçibaşı	40	1972-2011
	1539	Bulakbaşı	42	1973-2014
	1541	Çadırhöyük	30	1981-2010

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çizelge 3.2 (devam)

Havza adı	İstasyon no	İstasyon adı	Veri sayısı	Gözlem aralığı
Orta Anadolu	1611	Bozkır	50	1962-2011
	1612	Denircik	50	1962-2011
	1621	Sarayköy	42	1970-2011
	1622	Şereflikoç	42	1970-2011
Doğu Akdeniz Suları	1712	Bucakkışla	52	1963-2014
	1714	Karahacılı	54	1961-2014
	1717	Kızılgöç	44	1968-2011
	1719	Kırkkavak	40	1971-2010
	1720	Hamam	44	1971-2014
	1721	Alaköprü	44	1971-2014
Seyhan	1801	Himmetli	50	1962-2011
	1805	Gökdere	50	1962-2011
	1818	Üçtepe	44	1967-2010
	1820	Hacılıköp.	44	1971-2014
	1822	Fraktin köp.	44	1971-2014
Hatay	1905	Torun köp.	54	1961-2014
	1906	Müşrüflü	48	1967-2014
	1907	Demir köp.	54	1961-2014
	1908	Antakya	50	1962-2011
Ceyhan	2004	Misis	44	1971-2014
	2006	Karaahmet	54	1961-2014
	2008	Kadirli	44	1971-2014
	2009	Poskoflu	52	1961-2012
	2020	Aslantaş	46	1966-2011
	2022	Hanköy	42	1973-2014
Fırat	2102	Palu	44	1968-2011
	2115	Malpınar	42	1968-2009
	2122	Tutak	48	1964-2011
	2124	Yazıköy	52	1963-2014
	2131	Kılayık	54	1962-2015
	2133	Melekbahçe	40	1970-2009
	2135	Fatopaşa	48	1968-2015
	2145	Hisarcık	48	1964-2011
	2149	Miskisağ	48	1964-2011
	2151	Demirkapı	48	1964-2011
	2154	Aşağıkağdar	42	1969-2010
	2156	Bağıştaş	42	1970-2011
	2158	Abdurrahman	44	1971-2014
	2164	Çayağzı	46	1970-2015
	2166	Loğmar	42	1970-2011
2177	Adıvar	28	1987-2014	

Çizelge 3.2 (devam)

Havza adı	İstasyon no	İstasyon adı	Veri sayısı	Gözlem aralığı
Doğu Karadeniz Suları	2202	Değirmencik	48	1967-2014
	2213	Dereli	42	1963-2004
	2215	Dereköy	50	1965-2014
	2218	Şimşirli	46	1964-2009
	2232	Topluca	50	1965-2014
	2233	Tozköy	50	1965-2014
	2238	Arıcılar	50	1965-2014
	2245	Gökçeli köp.	46	1969-2014
	2247	Gocalı köp.	44	1971-2014
Çoruh	2304	Bayburt	52	1963-2014
	2305	Peterek	48	1964-2011
	2316	İspir köp.	50	1965-2014
	2320	Laleli	44	1971-2014
	2321	Dutdere	40	1972-2011
	2323	İşhan köp.	42	1970-2011
	2325	Aşağıkumlu	38	1974-2011
	2328	Ferhatlı	28	1983-2010
	2329	Çoşkunlar	28	1984-2011
	2330	Çamlıkaya	30	1982-2011
Aras	2409	Güvercinkaya	48	1963-2010
	2415	Ur köp.	42	1970-2011
	2418	Şahnalar	42	1970-2011
Van Gölü	2505	Göndürme	40	1972-2011
Dicle	2610	Baykan	50	1962-2011
	2612	Malabadi köp.	46	1966-2011
	2624	Pınarca	40	1972-2011

3.3 Verilerin İstatistik Analizi

3.3.1 Temel istatistik parametreler

Bir rastgele değişkenin geçmiş ve gelecekteki aldığı değerlerin tümüne o değişkenin toplumu denir. Mesela akış değişkeninin toplumu dünya yaradılışından yok oluşuna kadar meydana gelen ve gelecek olan akış miktarının tümüne akışın toplumu denir. Örnek olarak da verildiği gibi meydana gelen akış miktarlarının veya diğer rastgele değişkenlerin alacağı değerlerin tümünü elde etmek mümkün olmayabilir bu durumda veri dizisinin belirli özelliklerini yansıtan bazı sayılar kullanılabilir. Veri setinin dağılım fonksiyonunun bazı özelliklerini yansıtan bu sayılara parametre denir.

Parametreler dağılımın aşağıdaki gibi özelliklerini yansıtır.

- Veri dizisinin merkezini yani veri dizisi hangi değer etrafında kümelenmiştir?
- Tespit edilen merkezin çevresindeki sapmaların büyüklüğü nedir?
- Dağılımın çarpıklığı yani veriler ortalama etrafında simetrik olarak mı dağılmıştır yoksa çarpık olarak mı dağılmıştır?
- Dağılımın sivriliği yani veriler ortalama etrafında sık bir şekilde mi dağılmıştır yoksa geniş bir bölgeye mi yayılmıştır?

Aşağıda bu sorulara cevap verecek istatistik parametreler anlatılmıştır.

3.3.1.1. Aritmetik ortalama değer

Verilerin toplamının toplam veri sayısına bölümü ile elde edilir. Rastgele değişkenin alacağı değerler bu merkez değer etrafında kümelenir.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

şeklinde tanımlanır. Burada n eldeki verilerin sayısını gösterir.

3.3.1.2 Ortanca değer (medyan)

Verilen dizi serisinde verilerin yarısını üstünde diğer yarısını da altında bulunduran veri değerine ortanca değer (medyan) adı verilir. Bu değeri bulmak için veriler küçükten büyüğe veya tam tersi şeklinde sıralanır. Sıralamaya göre tek sayılı veriler için ortadaki değere, çift sayıda veri olması halinde ise ortadaki iki değer aritmetik ortalamasına ortanca değer adı verilir. Ortanca değer kullanılması parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerin geliştirilmesinde yaygın olarak görülür. Ortanca değer kendisinden büyük ve küçük değerlere aynı ağırlığı verdiği için uç değerlerin tesirlerinden tamamen uzaktır. Örneğin çok büyük değer ortalama değer gibi merkez ölçütlerini etkilerken ortanca değere hiçbir tesir edemez.

3.3.1.3 Varyans

Aritmetik ortalama değer, veri setindeki değerlerin merkezsel değerini gosterir fakat bu değer etrafındaki yayılımın hakkında bilgi vermez. Bu yayılımı hesaplamak için kullanılan parametre ise varyanstır ve

$$Var(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.2)$$

şeklinde hesaplanır. Burada, \bar{x} : zaman serisinin ortalama değeri, x_i : 1... n'e kadar zaman serisinin değerleridir.

Varyans değerinin büyüklüğü, veri setindeki değerlerin ortalama etrafındaki yayılımlarının fazla olduğunu gosterir. Varyansın karekökü olan standart sapma (σ_x), rastgele değişken ile aynı boyutta olduğundan dolayı $Var(x)$ yerine σ_x 'nın kullanılması tercih edilir. Ortalamaları farklı olan iki rastgele değişkenin hangisinde merkez değeri etrafında yayılımın daha büyük olduğunu bulmak için boyutsuz bir büyüklük olan değişim (varyasyon) katsayısı kullanılır. Denklem 3.3'de μ_x : serinin ortalama değeridir.

$$C_v = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (3.3)$$

3.3.1.4 Çarpıklık parametresi

Bir rastgele değişkenin dağılımının ortalama etrafındaki simetrisinin ölçüsü C_s arpıklık katsayısı ile ölçülür.

$$C_s = \frac{\mu_x^3}{\sigma_x^3} \quad (3.4)$$

$C_s=0$ ise olasılık yoğunluk fonksiyonu simetriktir, $C_s>0$ ise sağa, $C_s<0$ ise sola çarpıktır. C_s katsayısının istatistik değeri

$$C_s = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\sigma_x^3} \quad (3.5)$$

eşitliği ile hesaplanır.

3.3.1.5 Sivrilik parametresi

Rastgele değişkenin dağılımının sivriliğini gösteren katsayıya kurtosis katsayısı denir. Kurtosis katsayısının değerinin artması yani dağılımın sivri olması veri değerlerinin büyük bir kısmının aritmetik ortalama etrafında dar bir aralığa düşmesi demektir. Basık hallerde ise veriler ortalama etrafında geniş bir bölgeye yayıldığı anlamına gelir. Kurtosis katsayısı,

$$K_s = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\sigma_x^4} \quad (3.6)$$

şeklinde hesaplanır. (Bayazıt ve Yeğenoğuz 2013)

3.3.2 Korelasyon katsayısı ve regresyon analizi

Hidrometeorolojik değişkenlerin genellikle istatistiki açıdan birbirinden bağımsız olmadığı, aralarında bir ilişki olduğu görülmektedir. Örneğin bilindiği gibi akışlar, yağışların sonucu meydana gelmektedir bu durum akışla yağış arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.

İki değişken arasındaki ilişkinin ne kadar kuvvetli olduğunun matematiksel ifadesi için korelasyon katsayısı bilinmelidir. Normal dağılmış X ve Y değişkenleri için r pearson korelasyon katsayısı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})}{S_x} \frac{(y_i - \bar{y})}{S_y} \quad (3.7)$$

Burada, \bar{y} : y değişkenine ait verilerin ortalama değeri, y_i : 1... n'e kadar y değişkenine ait verilerdir. Denklem (3.7) ile hesaplanan r değeri -1 ile +1 aralığında değişir. Bulunan değer mutlak değerinin 1'e yaklaşması değişkenler arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu gösterir.

Analiz edilen veri setinde eksik değerlerin olması halinde eksik değer, diğer değişkenin değerine bağlı olarak tahmin edilebilir. Bu tahmin, eksik değer gerçekteki değeri değildir fakat olabilecek en iyi tahmindir. Yani hidrometeorolojik değişkenlerin biri bağımsız diğeri bağımlı değişken olarak düşünülür. Böyle iki ya da daha fazla değişken arasındaki bağıntıyı matematiksel olarak ifade edilmesine regresyon analizi denilir. Bu çalışmada regresyon analiz türlerinden basit doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. (Bayazıt ve Yeğenoğuz 2013)

3.3.2.1 Basit doğrusal regresyon analizi

X ve Y değişkenleri arasındaki doğrusal ilişki:

$$Y = b_0 + b_1x + e \quad (3.8)$$

Burada;

X: Bağımsız değişken

Y: Bağımlı değişken

b_0 : Doğrunun y eksenini kestiği noktanın ordinatı

b_1 : Regresyon katsayısı

Regresyon denklemindeki b_0 ve b_1 katsayıları aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}), SS_x = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, SS_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.9)$$

tanımlandığı gibi bulunursa;

$$b_1 = \frac{S_{xy}}{SS_x} = r \sqrt{\frac{SS_y}{SS_x}}, \quad b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} \quad (3.10)$$

burada r, X ve Y değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısıdır.

Bulunan b_1 regresyon katsayısının anlamlılığını belirlemek için Student t testi yapılır.

H_0 : Regresyon katsayısı önemsizdir.

H_1 : Regresyon katsayısı önemlidir.

Regresyon katsayısı için standart hata S_{hr} ile gösterilirse bu regresyondan arta kalan terimlerin denklem (3.11) ile verilen standart hatanın X değişkeninin standart sapmasına oranı olarak tanımlanır.

$$S_h = S_y \sqrt{1 - r^2} \quad (3.11)$$

$$S_{hr} = \frac{S_h}{S_x \sqrt{n - 2}} \quad (3.12)$$

$$t = \frac{b_1 - \bar{b}_1}{S_{hr}}, \quad \bar{b}_1 = 0 \text{ dir.} \quad (3.13)$$

$$t = \frac{b_1}{S_{hr}} \quad (3.14)$$

(n-1) serbestlik derecesine göre t sınaması yapılır.

Eğer $t > t_{(n-1, \alpha)}$ ise H_0 hipotezi red edilir yani regresyon katsayısı önemlidir (Şen 2002).

3.3.3 Serisel korelasyon

Bağımsız değişkenlerin her bir verisi, o değişkenin diğer bütün ölçülen verilerinden bağımsızdır. Bu durum hidrometeorolojik zaman serilerinin analizinde dikkate alınmalıdır. Eğer zaman serisinde pozitif serisel korelasyon tespit edilirse Mann Kendall testinin, önemli bir trend belirleme ihtimalini artıracaktır. Bu durum trendin olmadığını söyleyen H_0 hipotezinin reddedilmesine yol açacaktır fakat aslında H_0 hipotezi doğrudur (Von Storch 1995). Zaman serisinde belirlenen içsel bağımlılığı gidermek için literatürde kullanılan bazı yöntemler vardır. Bunlar pre-whitening (Von Storch 1995), varyans yaklaşımı (Hamed and Rao 1998) ve Yue et al. (2002a) tarafından önerilen trend free pre whitening (TFPW) dir. Bu çalışmada analiz edilen verilerden serisel korelasyonu arındırmak için otokorelasyonun belirlendiği verilere TFPW yaklaşımı uygulanmıştır. Verilerde içsel bağımlılığı belirlemek için kullanılan formül ve TFPW yaklaşımı aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$r_i = \frac{\frac{1}{N-i} \sum_{k=1}^{N-i} (x_k - \bar{x})(x_{k+i} - \bar{x})}{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2} \quad (3.15)$$

(3.15) denkleminde $i=1$ için lag-1 otokorelasyon katsayısı r_1 bulunur. Bulunan r_1 değerinin mutlak değeri %5 anlam seviyesinde Douglas et al. (2000) ve Tosunoğlu (2017) tarafından kullanılan $1.96/\sqrt{N}$ kritik değerinden küçük ise zaman serisinde içsel bağımlılık yoktur eğer büyük ise zaman serisinde içsel bağımlılık vardır.

Zaman serisinden lag-1 serisel korelasyon katsayısını arındırmak için kullanılan TFPW yaklaşımı:

1) Sen (1968) tarafından önerilen yöntemle trendin eğimi Q bulunur. Eğer eğim sifıra eşit ise o zaman trend analizini yapmaya gerek yoktur. Eğer sıfırdan farklı ise trendin lineer olduğu kabul edilir ve zaman serisinin verilerinden eğim arındırılır.

$$X_t^l = X_t - T_t = X_t - Qt \quad (3.16)$$

2) Arındırılmış X_t^l serisinin lag-1 serisel korelasyon katsayısı r_1 denklem (3.15) kullanılarak hesaplanır ve sonra AR(1), X_t^l 'den arındırılır.

$$Y_t^l = X_t^l - r_1 X_{t-1}^l \quad (3.17)$$

3) Belirlenen trend T_t ve kalan seri Y_t^l toplanır.

$$Y_t = Y_t^l + T_t \quad (3.18)$$

4) Artık Y_t serisi otokorelasyondan etkilenmez. Trend testleri Y_t zaman serisine uygulanabilir (Yue vd. 2002).

3.3.4 Trend testleri

Trend, bir zaman serisinin değerlerinde uzun dönemdeki ana eğilim olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada Türkiye YAMA değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı trendlerini belirlemek için Mann Kendall, Spearman Rho, Sen'in trend eğim metodu, Şen trend testi kullanılmıştır ayrıca içsel bağımlılığın belirlendiği istasyonlara modifiye edilmiş Mann Kendall testide uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan testler aşağıda sırasıyla tanımlanmıştır.

3.3.4.1 Mann Kendall testi

Mann Kendall (MK) test, Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilen hidrometeorolojik değişkenlerin analizinde monotonik bir trend bulmak için kullanılan, zaman serisinin dağılımından bağımsız, parametrik olmayan bir testtir. H_0 hipotezine göre serinin verileri benzer ve bağımsız dağılmış değişkenlerdir. H_1 hipotezine göre ise zamana

göre sıralanmış ardışık verilerin dağılımı benzer değildir ve zaman serisinde trend vardır. Zaman serisine testin uygulanışı aşağıda tanımlandığı gibidir.

İlk olarak $i = 1, 2, \dots, n-1$ 'e kadar x_i ve $j = i+1, \dots, n$ 'e kadar sıralanmış x_j serileri oluşturulur. Referans olarak kullanılan x_i serisi ile diğer sıralanmış x_j serisi, denklem (3.19)' de ki signum fonksiyonu kullanılarak denklem (3.20)' de ki MK test istatistiği (S) hesaplanır. MK test istatistiği değeri denklem (3.20) sonucu elde edilen negatif ve pozitif değerlerin toplamıdır.

$$\text{sgn}(x_i - x_j) = \begin{cases} 1; & \text{Eğer } x_j > x_i \\ 0; & \text{Eğer } x_j = x_i \\ -1; & \text{Eğer } x_j < x_i \end{cases} \quad (3.19)$$

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (3.20)$$

Zaman serisindeki veri uzunluğu $n > 10$ olursa verilerin normal dağıldığı varsayılır ve denklem (3.21)'de ki gibi varyans hesabı yapılır.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^k t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (3.21)$$

Denklem (3.21) ' de n: serinin veri uzunluğu, k: serinin bağlı gruplarının sayısı, t_i değeri ise incelenen alt kümelerdeki sayısal değeri eşit olan eleman sayısıdır. Denklem (3.20) ' da MK test istatistiğinin değerine göre z değeri hesaplanır. Bulunan z değeri belirli bir anlam seviyesinde normal dağılım tablosundan okunan z değeri ile karşılaştırılır.

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}; & \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & ; \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}; & \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (3.22)$$

Denklem (3.22) sonucu hesaplanan z değerinin mutlak değeri, α anlam seviyesinde belirlenen z değerinden büyük ise H_0 hipotezi reddedilir, yani zaman serisinde anlamlı bir trend vardır. Eğer küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir yani zaman serisinde anlamlı bir trend yoktur. Eğer MK test istatistik değeri (S) pozitif ise artan, negatif ise azalan bir trendin olduğu belirlenir (Yu vd. 1993).

3.3.4.2 Spearman Rho test

Spearman Rho (SR) test de MK testi gibi parametrik olmayan bir testtir ve zaman serisinde monotonik trendi belirlemek için kullanılır. H_0 hipotezine göre zaman serisindeki veriler eş dağılımlıdır ve bu seride trendin olmadığı anlamına gelir. H_1 hipotezine göre ise serinin değerleri zamanla artar veya azalır ve bu da zaman serisinde trendin olduğu anlamına gelir (Yue et al. 2002b). SR test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$r_s = 1 - 6 \left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right] / (n^3 - n) \quad (3.23)$$

Denklem (3.23)'de $R(x_i)$: i . değer in sıra numarasını, i : dataların gözlem sırasını n ise veri uzunluğudur. Veri uzunluğu $n < 30$ ise zaman serisinde trendi belirlemek için kullanılan t değeri denklem (3.24) ile hesaplanır. Hesaplanan t değeri $(n-2)$ serbestlik derecesinde ve α anlam seviyesinde t tablosundan okunan t değerinden küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir yani zaman serisinde trend yoktur, değil ise H_0 hipotezi reddedilir yani seride trend vardır.

$$t = r_s \sqrt{\frac{(n-2)}{(1-r_s^2)}} \quad (3.24)$$

Eğer $n > 30$ ise r_s dağılımı normale yaklaşacağı için standart normal dağılım tabloları kullanılır (Kahya ve Kalaycı 2004). Denklem (3.25)' de görüldüğü gibi r_s 'nin test istatistiği z hesaplanır. Hesaplanan z değeri α önem seviyesinde standart normal

dağılım tablolarından okunan z değerinden büyük ise H_0 hipotezi reddedilir yani zaman serisinde trend vardır, küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir yani seride trend vardır.

$$z = r_s \sqrt{n-1} \quad (3.25)$$

3.3.4.3 Sen'in trend eğim metodu

Sen (1968) tarafından geliştirilen metot, zaman serisinde trendin büyüklüğünü belirlemek için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. x_j ve x_k sırasıyla j ve k zamanlarındaki veriler olmak üzere $N=n(n-1)/2$ adet Q_i değeri denklem (3.26)'da görüldüğü gibi hesaplanır.

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (3.26)$$

Hesaplanan Q_i serileri küçükten büyüğe doğru sıralanır ve Q_i değerlerinin medyanı alınarak zaman serisindeki trendin eğimi belirlenir. Eğer N sayısı çift ise denklem (3.27) tek ise denklem (3.28) kullanılır.

$$Q = \frac{1}{2} \left(Q_{\frac{N}{2}} + Q_{\frac{N+2}{2}} \right) \quad (3.27)$$

$$Q = Q_{\left(\frac{N+1}{2}\right)} \quad (3.28)$$

Ayrıca zaman serisinin değişim yüzdesini belirlemek için ise denklem (3.29)' da Mondal et al. (2015) tarafından verilen formül kullanılır.

$$\text{Değişim yüzdesi (\%)} = \frac{QxN}{\bar{X}} \times 100 \quad (3.29)$$

Burada; N : zaman serisinin uzunluğunu, \bar{X} : zaman serisindeki değerlerin ortalamasını, Q : zaman serisinin trendinin eğimini gösterir.

3.3.4.4 Modifiye edilmiş Mann Kendall test

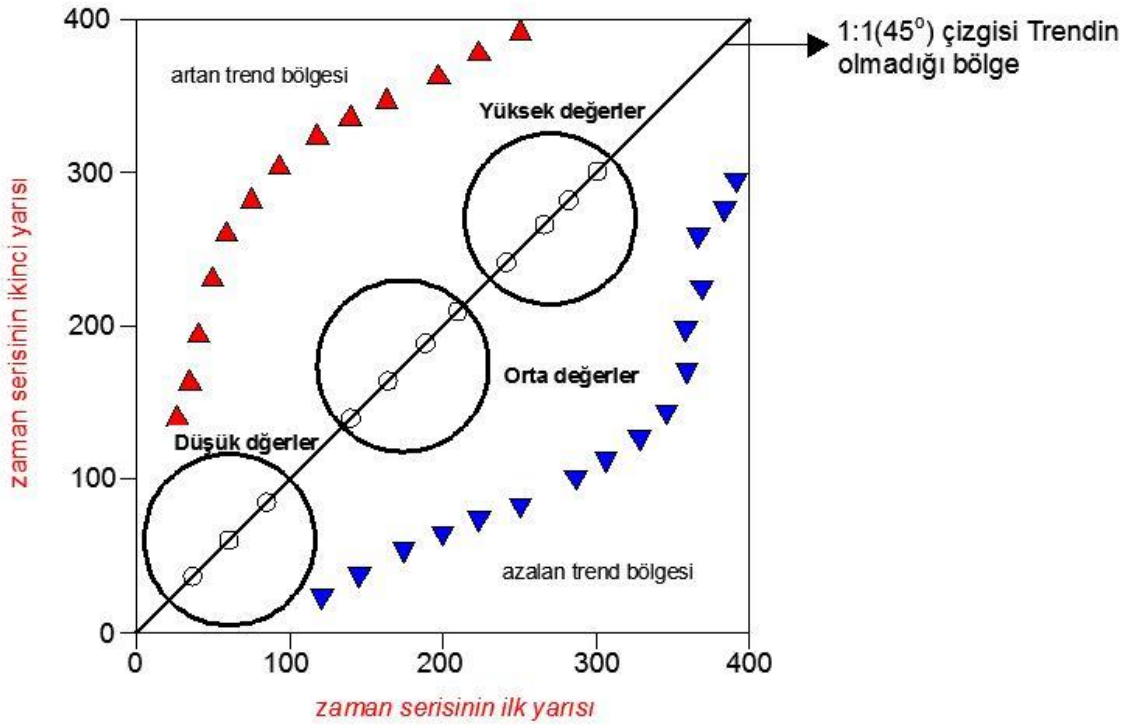
Eğer bir zaman serisinde içsel bağımlılık belirlenirse trendi belirlemek için literatür de kullanılan bir diğer yöntem Hamed and Rao (1998) tarafından geliştirilen modifiye edilmiş Mann Kendall (mMK) testtir. mMK testinin varyansı denklem (3.28)'de ki gibi hesaplanır.

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \left[1 + \frac{2}{n(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^{n-1} (n-i)((n-i-2)r_i) \right] \quad (3.28)$$

Bölüm 3.3.4.1'de anlatılan MK testinde olduğu gibi MK test istatistiği hesaplanır ve test istatistiğinin sınırlarına göre z değeri hesaplanır, hesaplanan z değeri normal dağılım tablosundaki z değeri ile kıyaslanarak zaman serisindeki anlamlı trendlerin varlığı belirlenir.

3.3.4.5 Şen trend testi

Bir zaman serisinin trendini belirlemek için son zamanlarda literatürde; Somali ve Kumar(2013), Dabanlı vd.(2016), Timbadiya et al.(2012), Alipour et al. (2018), Sharma et al.(2017) gibi bazı araştırmacılar tarafından kullanılan bir diğer yöntem Şen metodudur (Şen 2012). Hidrometeorolojik değişkenlerin trend analizinde kullanılan yöntemlerde verilerin serisel olarak bağımsız olması, normal dağılmış olması, verilerin belirli bir uzunlukta olması gerekliliği gibi bazı kısıtları vardır. Fakat Şen yönteminde data uzunluğu, verilerin dağılımı ve serisel bağımsızlığı gibi kısıtları yoktur (Şen 2012). Bu metotta, ilk olarak zaman serisi ortadan iki eşit kısama ayrılır ve ayrılan seriler kendi içinde küçükten büyüğe doğru sıralanır. Sonra Şekil 3.2' de görüldüğü gibi kartezyen koordinat sisteminin X eksenine zaman serisinin ilk yarısı (x_i), Y eksenine ise zaman serisinin ikinci yarısı (x_j) yerleştirilir. Koordinat sistemine yerleştirilen bu seriler karşılıklı olarak noktalanır. Şekil 3.2'de ki gibi noktalar 1:1 (45°) çizgisinin üstünde kalırsa zaman serisinde artan bir trendin olduğu, çizginin altında kalırsa azalan bir trendin olduğu, 1:1 çizgisinin üstünde kalırsa trendin olmadığı anlamına gelir.



Şekil 3.2 Şen yönteminin grafiksel gösterimi.

Ayrıca bu metodun diğer yöntemlerden üstün bir yanı ise zaman serisini düşük, orta ve yüksek değerler olmak üzere üç gruba ayırmasıdır ve bu gruplar için ayrı ayrı trend sonuçları vererek gelecekte su kaynaklarının yönetimi ve planlanmasında daha etkili ve doğru kararlar verilebilmesine olanak sağlamasıdır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, Türkiye akarsu havzalarında bulunan 153 akım gözlem istasyonuna ait YAMA değerlerine diğer bölümlerde bahsedilen istatistik analizler uygulanmıştır ve uygulanan analizlerin sonuçları açıklanmıştır.

4.1 Çalışma Kapsamında Kullanılan İstasyonlara Ait İstatistiksel Bilgiler

153 akım gözlem istasyonuna ait YAMA verilerinin istatistiksel karakteristikleri hakkında bilgi sahibi olmak için bölüm 3.3.1’de anlatıldığı gibi verilerin; aritmetik ortalama değeri, medyan değeri, standart sapması, varyasyon katsayısı ve çarpıklık katsayısı hesaplanmıştır. Bulunan değerler çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de bulunan çarpıklık katsayıları şekil 4.1’de haritalandırılmıştır. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi çarpıklık katsayısı değerleri -0.42 ile 5.76 arasında değişir. Yüksek çarpıklık katsayısı dağılımın sağa veya sola doğru çarpık olduğunu gösterirken sıfırın etrafındaki düşük çarpıklık katsayısı dağılımın normale yaklaştığını ifade eder. Şekil 4.1’e göre Türkiye’nin batı ve güney nehirlerinde yer alan istasyonların YAMA serilerinde yüksek çarpıklıklar meydana gelmiştir. Hidrolojide her türlü zaman dizileri genel olarak pozitif çarpıklığa sahiptir ve ortalama ile standart sapmayı içeren temel istatistiksel özellikler her hangi bir bölgede su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetimi için yeterli bilgi sağlayamayabilir. Bunun nedeni ortalama ve standart sapmanın veri dizilerinin dağılımının çarpıklığında veri değerlerinin özelliklerini iyi tanımlayamamasıdır. Bu nedenden dolayı medyan veya diğer yüzdeler değeri dağılımı çarpık olan zaman serileri hakkında daha doğru bilgi verebilir (Machiwal and Jha 2012). Şekil 4.2’de, çizelge 4.1’de hesaplanan medyan değerleri haritalandırılmıştır. Medyan değerleri yaklaşık olarak 5 ile 1840 m³/sn arasında değişmektedir ve güney nehirleri boyunca daha yüksek olma eğilimindedir. En yüksek medyan değeri Fırat havzasında bulunan 2112 nolu istasyondur. Şekil 4.3’ de ise YAMA serilerinin değişim katsayıları verilmiştir. Şekle göre güney ve batı akarsu havzalarındaki istasyonların YAMA değerlerinin değişim katsayıları diğerlerinden daha büyük bir değere sahiptir. YAMA verilerinin en büyük değişim katsayısı değeri 1717 nolu istasyonda belirlenmiştir ve bu istasyon YAMA verilerinde en yüksek değişkenliğe sahiptir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.1 İstasyonlara ait YAMA değerlerinin istatistiksel parametre değerleri.

İstasyon no	Ortalama (m ³ /sn)	Medyan (m ³ /sn)	Çarpıklık katsayısı	Standart sapma(m ³ /sn)	Değişim katsayısı
101	75.37	60.75	1.73	62.21	0.83
103	829.55	717	0.39	414.03	0.50
106	183.53	144.5	1.06	151.28	0.82
211	45.13	34.05	3.84	44.50	0.99
212	431.23	373	2.46	298.25	0.69
213	40.84	41.45	0.45	28.86	0.71
214	149.94	110.5	0.83	110.31	0.74
215	113.23	96.6	3.84	105.36	0.93
302	640.50	517.5	1.58	453.14	0.71
311	63.36	49.9	1.00	46.38	0.73
314	629.98	579.5	1.15	337.91	0.54
316	722.16	611	1.70	434.90	0.60
317	482.98	469.5	0.38	203.46	0.42
321	131.43	120.5	1.78	70.23	0.53
324	254.49	244	0.11	99.38	0.39
328	86.96	67.3	1.16	61.29	0.70
410	37.34	31.3	1.26	25.32	0.68
509	135.01	125	1.29	91.99	0.68
514	199.23	92	1.94	223.67	1.12
515	252.95	164.5	2.34	225.80	0.89
518	272.72	233	0.93	170.58	0.63
522	225.23	162.5	1.71	159.67	0.71
523	285.94	214.5	2.43	220.46	0.77
524	23.23	20.85	2.26	17.40	0.75
525	22.79	17.85	4.04	23.86	1.05
527	248.90	169.5	3.34	275.97	1.11
601	143.66	104.5	2.23	120.98	0.84
701	238.82	228	0.69	122.93	0.51
704	99.31	80.8	4.04	66.95	0.67
706	189.22	181.5	0.64	84.93	0.45
712	130.42	95.85	2.21	104.03	0.80
713	33.06	31.65	1.97	17.03	0.52
730	28.03	12.2	2.70	36.41	1.30
732	446.06	339	1.15	266.66	0.60
733	88.59	59.35	1.14	68.91	0.78
734	331.85	335	-0.12	148.87	0.44
808	48.12	39.3	1.69	39.60	0.82
809	72.95	56	1.59	51.47	0.71
811	140.58	103.85	1.19	96.40	0.69
812	640.78	607.5	0.83	310.80	0.49
815	406.21	378.5	1.22	289.68	0.71
818	125.73	124	0.44	62.32	0.50
902	891.02	809	1.48	441.96	0.50
912	537.80	521.5	0.10	182.58	0.34
917	470.57	405	0.82	281.35	0.60

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.1 (devam)

İstasyon no	Ortalama (m ³ /sn)	Medyan (m ³ /sn)	Çarpıklık katsayısı	Standart sapma(m ³ /sn)	Değişim katsayısı
918	804.54	731	0.66	351.64	0.44
1102	9.41	6.425	2.73	9.57	1.02
1203	44.63	30.15	2.28	35.98	0.81
1218	325.12	342.5	-0.14	101.62	0.31
1219	121.40	119	0.52	47.87	0.39
1221	436.10	386.5	1.30	183.21	0.42
1222	168.86	162.5	0.58	79.04	0.47
1224	21.07	17.15	2.19	14.01	0.67
1226	72.30	59.4	1.18	49.22	0.68
1233	235.32	184	1.23	141.51	0.60
1237	69.51	46.7	1.75	54.55	0.78
1250	47.16	34.05	1.43	35.01	0.74
1302	237.20	205.5	1.16	97.61	0.41
1307	111.54	102.5	0.40	50.63	0.45
1314	290.82	251.5	0.92	152.99	0.53
1319	75.46	60.25	2.63	62.67	0.83
1327	116.38	106	0.30	50.39	0.43
1330	14.94	10.1	5.12	20.18	1.35
1331	492.88	366.5	1.25	308.40	0.63
1332	66.72	69.5	-0.42	24.09	0.36
1334	67.39	59.45	3.55	37.27	0.55
1335	984.68	860	1.46	619.11	0.63
1338	97.26	70.45	1.05	62.33	0.64
1339	48.96	43.3	1.78	31.92	0.65
1340	286.46	242.5	2.20	155.69	0.54
1401	421.76	390	0.77	188.63	0.45
1402	630.65	607	0.56	246.82	0.39
1412	54.07	43.2	1.09	38.97	0.72
1413	313.47	316.5	0.63	151.65	0.48
1414	114.86	109	0.49	49.47	0.43
1418	174.23	172	1.52	65.35	0.38
1422	77.10	66.8	1.42	43.97	0.57
1424	32.90	31.4	0.70	14.89	0.45
1427	252.72	206	0.92	142.58	0.56
1501	385.22	359	0.90	213.09	0.55
1517	60.95	46.7	3.35	54.92	0.90
1532	501.61	417.5	1.69	228.96	0.46
1535	309.57	301	0.31	121.12	0.39
1538	138.34	125.5	2.02	100.45	0.73
1539	170.71	155	0.57	83.81	0.49
1541	111.79	106.5	0.14	57.49	0.51
1611	37.91	30	2.74	28.32	0.75
1612	16.93	16.5	0.59	7.83	0.46
1621	39.69	37.65	0.77	10.72	0.27
1622	7.48	5.52	2.82	8.32	1.11

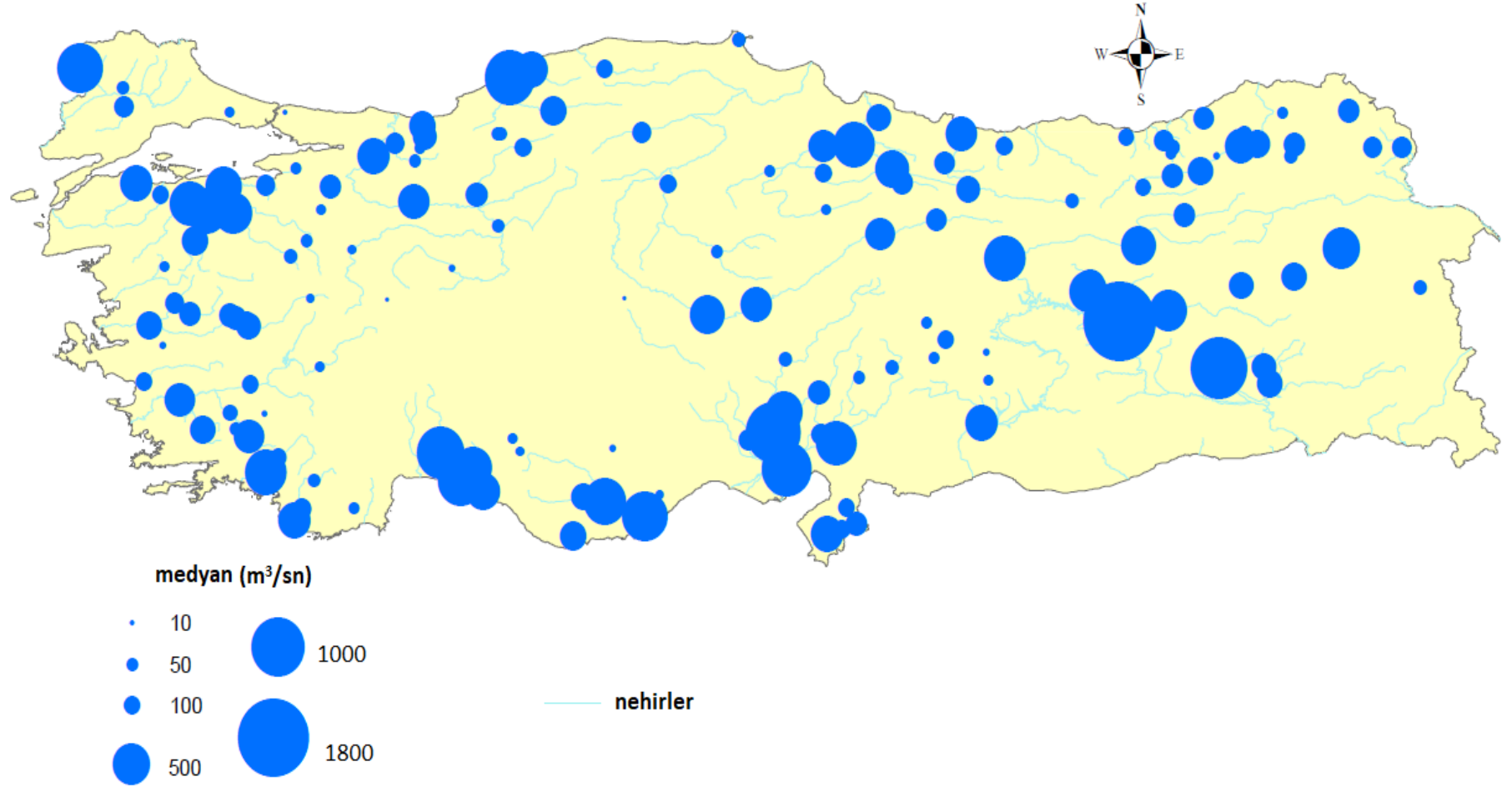
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.1 (devam)

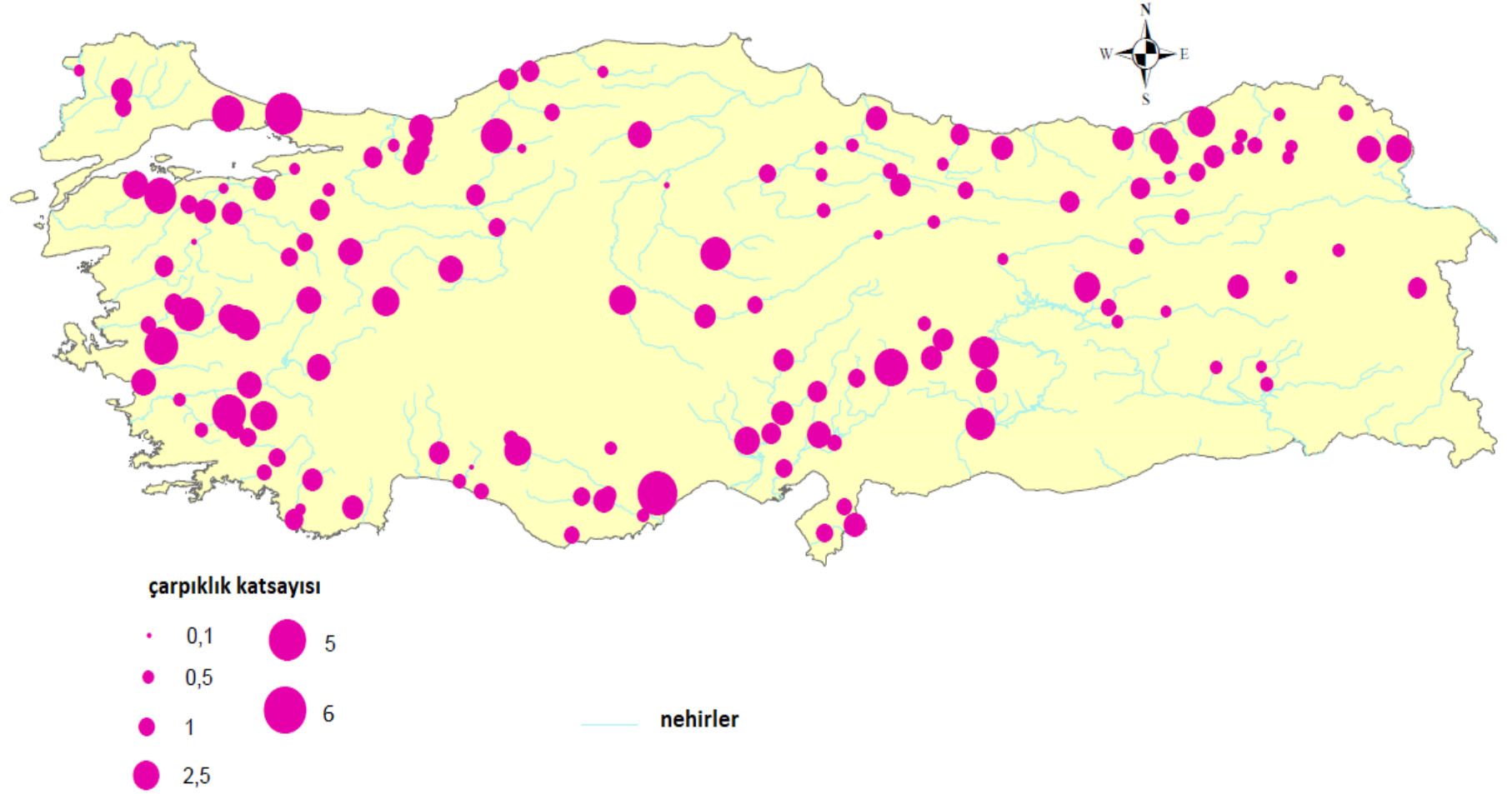
İstasyon no	Ortalama (m ³ /sn)	Medyan (m ³ /sn)	Çarpıklık katsayısı	Standart sapma(m ³ /sn)	Değişim katsayısı
1712	228.47	223	1.09	96.07	0.42
1714	789.52	717	0.61	376.75	0.48
1717	36.30	23.75	5.76	63.47	1.75
1719	674.53	632	1.74	455.53	0.68
1720	309.33	280	1.05	149.60	0.48
1721	256.93	248	0.89	114.64	0.45
1801	217.44	187	1.44	139.51	0.64
1805	592.22	498	1.83	351.51	0.59
1818	1131.52	1039	1.41	564.77	0.50
1820	147.67	137.5	2.30	89.91	0.61
1822	69.69	67.7	1.60	27.75	0.40
1905	113.19	99	0.87	53.02	0.47
1906	208.51	167.5	1.90	190.05	0.91
1907	114.69	108.5	0.00	45.88	0.40
1908	389.95	369.5	1.15	168.71	0.43
2004	883.75	860.5	1.09	422.68	0.48
2006	50.09	48.85	1.10	25.97	0.52
2008	161.95	140	2.06	93.56	0.58
2009	81.80	64.8	4.04	70.73	0.86
2020	757.50	573.5	0.79	542.49	0.72
2022	59.55	43.5	1.75	44.60	0.75
2102	1867.50	1836	0.51	725.90	0.39
2115	464.66	382.5	3.15	391.48	0.84
2122	546.75	489.5	0.64	214.67	0.39
2124	41.05	38.15	0.73	22.49	0.55
2131	25.69	16.2	3.20	29.82	1.16
2133	543.70	518.5	1.26	210.00	0.39
2135	34.23	33	1.76	23.58	0.69
2145	109.54	95.4	1.56	70.82	0.65
2149	341.03	313.5	2.57	161.45	0.47
2151	429.88	431	0.82	184.95	0.43
2154	165.58	160.5	0.83	61.67	0.37
2156	646.10	608	0.45	208.59	0.32
2158	233.66	210.5	1.72	129.37	0.55
2164	509.32	491	0.46	227.78	0.45
2166	680.50	595.5	0.85	313.92	0.46
2177	242.32	237.5	0.55	95.18	0.39
2202	95.83	91.2	1.69	41.69	0.44
2213	132.36	116	1.92	77.28	0.58
2215	83.18	82.3	1.32	24.85	0.30
2218	166.87	138.5	2.04	84.56	0.51
2232	179.02	155.5	3.03	77.39	0.43
2233	43.68	41.55	1.06	10.56	0.24
2238	153.60	145	0.49	69.75	0.45
2245	277.22	222	1.63	178.83	0.65

Çizelge 4.1 (devam)

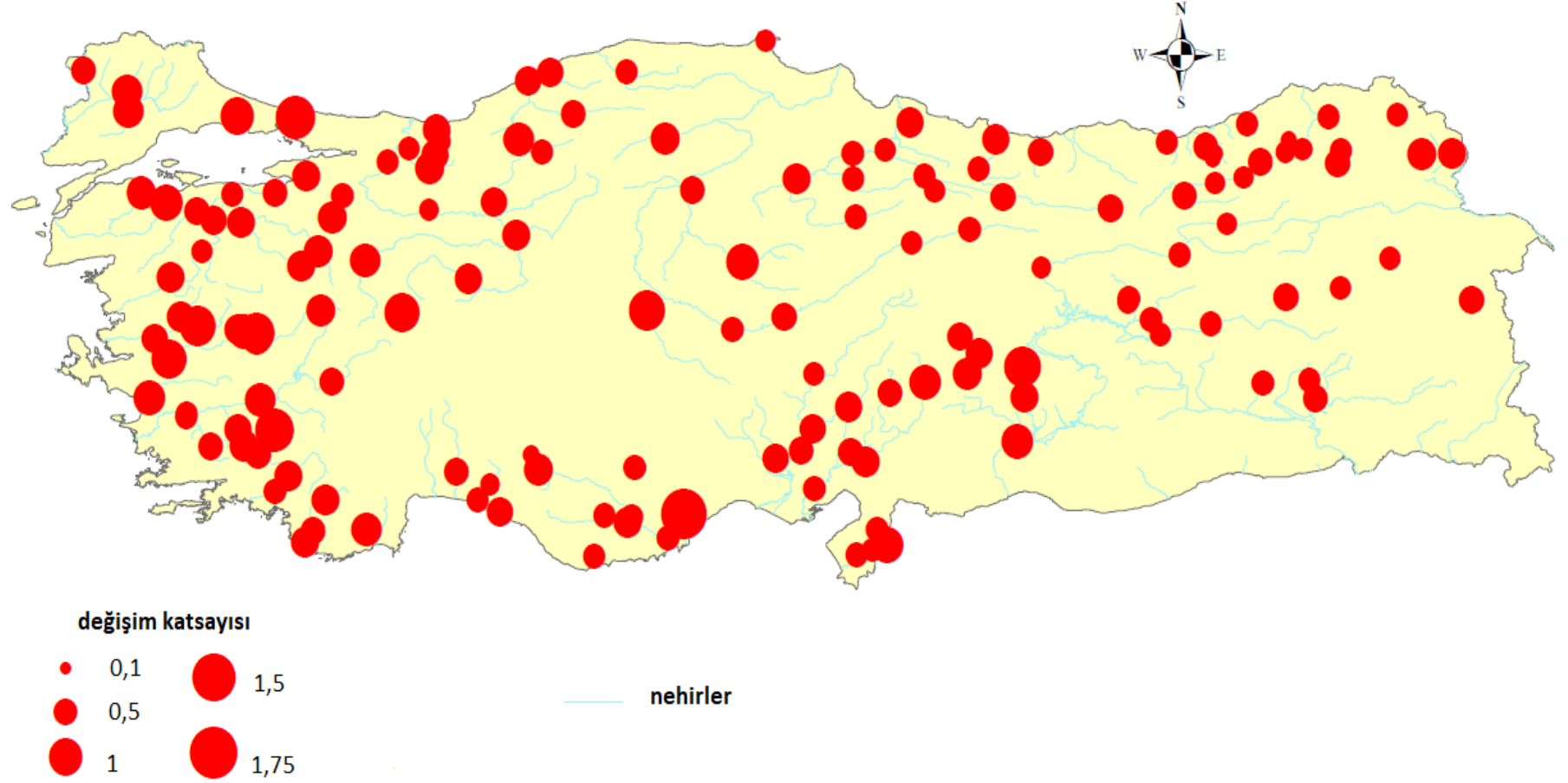
İstasyon no	Ortalama (m ³ /sn)	Medyan (m ³ /sn)	Çarpıklık katsayısı	Standart sapma(m ³ /sn)	Değişim katsayısı
2247	472.23	350.5	1.24	309.57	0.66
2304	99.14	83.55	1.47	50.37	0.51
2305	383.13	360.5	0.63	121.42	0.32
2316	255.50	234.5	0.99	95.45	0.37
2320	172.31	160	0.54	64.08	0.37
2321	76.74	77.1	0.61	17.29	0.23
2323	232.37	225.5	0.83	85.22	0.37
2325	84.38	67.65	0.47	46.65	0.55
2328	45.48	42.5	0.53	19.21	0.42
2329	180.85	163	0.63	79.96	0.44
2330	18.93	17	1.53	10.04	0.53
2409	144.72	119	2.07	109.76	0.76
2415	178.35	165	0.76	69.88	0.39
2418	183.63	144.5	2.45	126.44	0.69
2505	77.54	66	1.24	43.77	0.56
2610	224.27	209.5	0.45	95.91	0.43
2612	1205.80	1132.5	0.55	566.15	0.47
2624	254.04	236.5	0.66	130.02	0.51



Şekil 4.1 YAMA verilerinin medyan değerleri



Şekil 4.2 YAMA verilerinin çarpıklık katsayıları

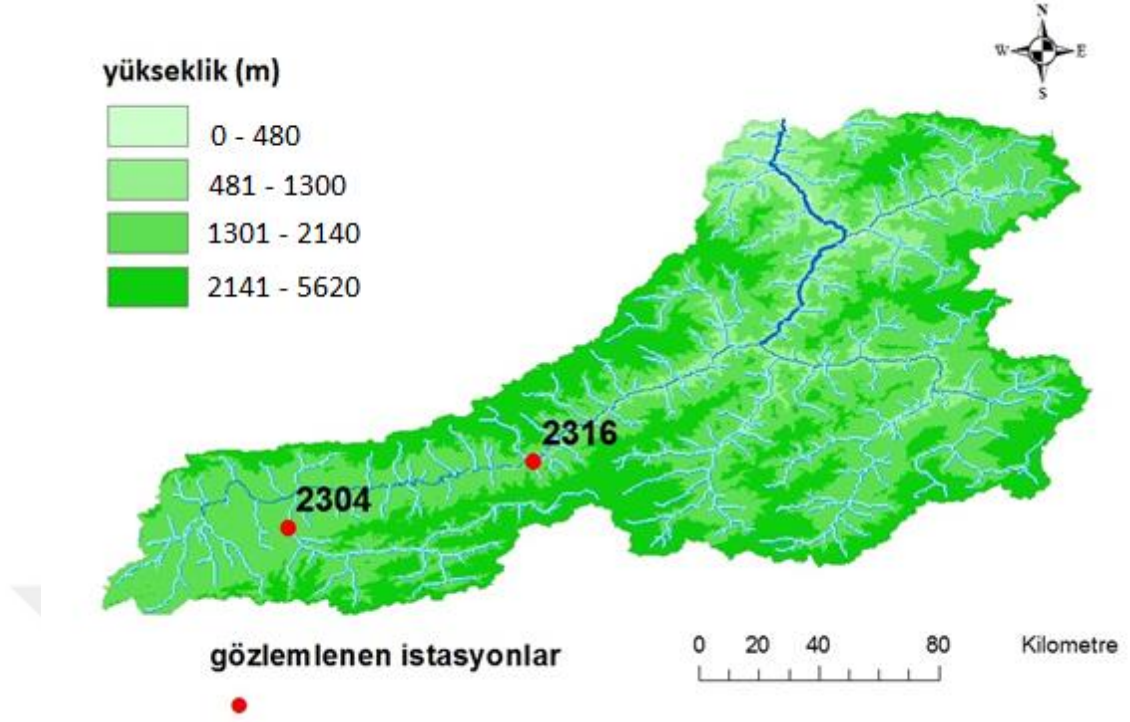


Şekil 4.3 YAMA verilerinin değişim katsayıları

4.2 Eksik Verilerin Doğrusal Regresyon Analizi ile Hesaplanması

Çalışma kapsamında eksik verileri belirlenen istasyonların verileri, Bölüm 3.3.2.1’ de anlatıldığı gibi basit doğrusal regresyon analizi ile tamamlanmıştır. Uygulamada eksik verisi belirlenen istasyonun bulunduğu havzadaki diğer istasyonlarla arasındaki korelasyon katsayısına bakılmıştır. Korelasyon katsayısının en yüksek olduğu istasyon belirlendikten sonra iki istasyon arasındaki regresyon denklemi bulunmuştur. Eksik verisi olan istasyonun o yıldaki verisi, diğer istasyonun aynı yıla denk gelen verisi regresyon denkleminde yerine yazılarak hesap edilmiştir. Regresyon analizinde kullanılan verilerin analizden önce normal dağılım göstermelerine dikkat edilmiş ve normal dağılıma uymayanlara logaritmik, karekök, küp kök gibi dönüşümler yaparak normalleştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan regresyon analizi ile ilgili bir örnek aşağıda verilmiştir.

2304 nolu istasyonun verileri ile Çoruh Havzasında bulunan diğer istasyonun verileri arasında korelasyon katsayısı araştırılmıştır ve en yüksek korelasyon katsayısı 2316 nolu istasyonun verileri arasında bulunmuştur. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi 2304 ve 2316 nolu istasyonların verileri arasındaki korelasyon katsayısı 0.85 olarak hesaplandıktan sonra denklem 4.1’de ki regresyon denklemi bulunmuştur. 2304 nolu istasyonun 2012 yılındaki eksik verisi 2316 nolu istasyonun o yıldaki verisi ile tamamlanmıştır.



Şekil 4.4 Çoruh Havzası

Regresyon denklemi;

$$Q_{2304} = 1.1158 \times Q_{2316} + 1.6628 + e \quad (4.1)$$

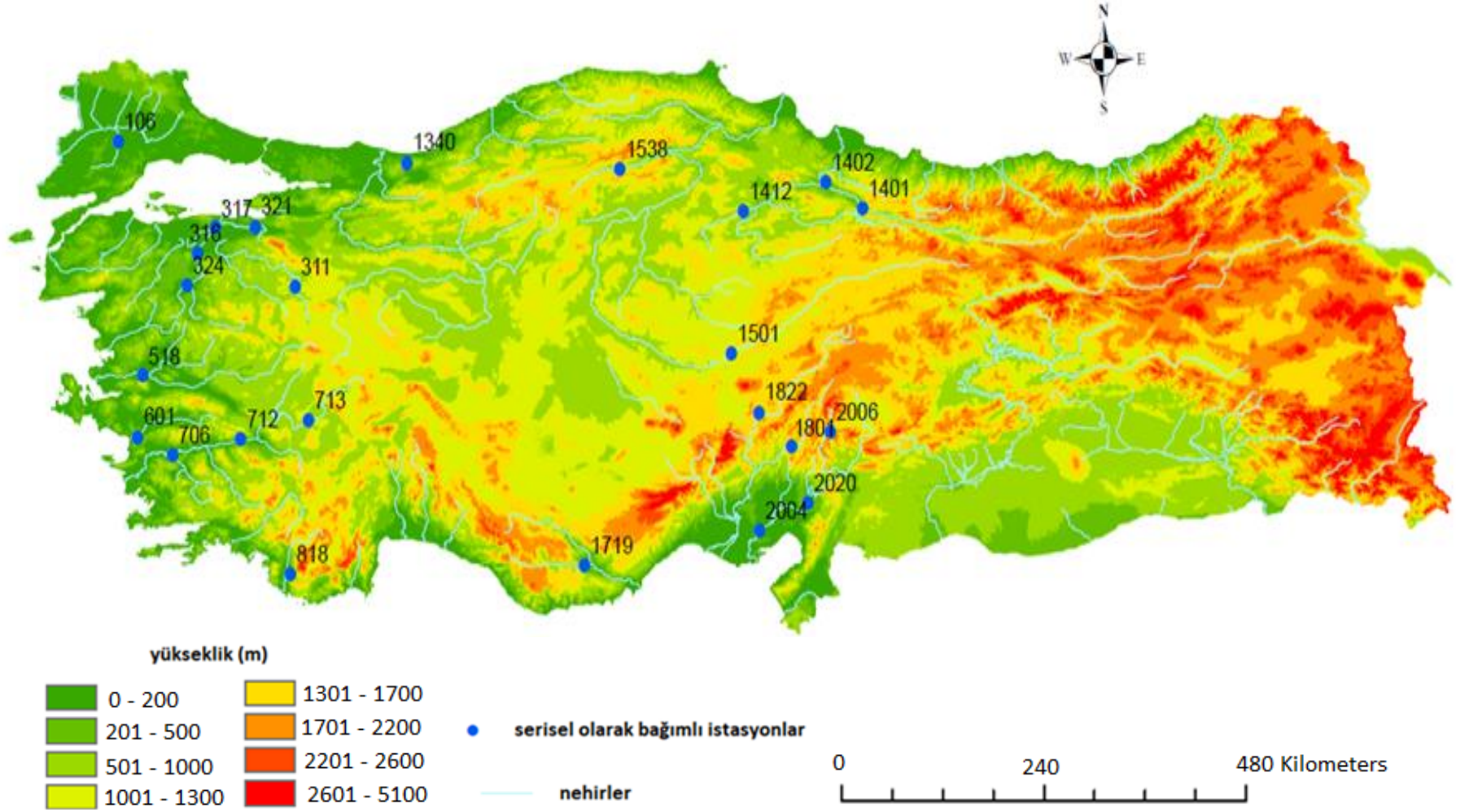
Bulunan korelasyon katsayısının anlamlılığı t testi ile test edilmiştir. Denklem 3.14 de ki gibi t değeri 7.8302 olarak bulunmuştur. T tablosundan $\alpha=0.05$ anlamlılık seviyesinde (n-1) serbestlik derecesinde kritik değer 2.0102 olarak okunmuştur. $7.8302 > 2.0102$ olduğundan dolayı H_0 hipotezi reddedilmiştir yani korelasyon katsayısı anlamlıdır.

4.3 Serisel Korelasyon Analizi

Türkiye akarsu havzalarında bulunan 153 akım gözlem istasyonuna ait YAMA değerlerine Mann Kendall ve Spearman Rho trend testlerini uygulamadan önce verilerin içsel bağımlılığı $\alpha = 0.05$ anlamlılık seviyesinde araştırılmıştır. Denklem (3.15) kullanılarak istasyonlara ait verilerin r_1 değeri, $1.96/\sqrt{N}$ ($\alpha = 0.05$ anlam seviyesinde) kritik değeri ile karőtılaőtırılmıőtır. Eğer verilerin r_1 değeri $\alpha=0.05$ anlam seviyesinde $1.96/\sqrt{N}$ kritik değerinden büyük ise verilerin içsel olarak bağımlı olduğu deęerlendirilmiőtir. Çizelge 4.2' de görüldüğü gibi 24 istasyonda içsel bağımlılık tespit edilmiştir. Şekil 4.2'de ise içsel bağımlılığı tespit edilen istasyonların konumları görülmektedir. Şekil 4.2' ye göre Türkiye' nin doğusundaki havzalara ait istasyonların YAMA verilerinde serisel bağımlılık bulunmazken, özellikle batı ve orta bölgelerindeki istasyonlarda serisel olarak bağımlılık tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2 Verilerin içsel bağımlılık sonuçları

İstasyon No	$r_{(1)}$	$1.96/\sqrt{N}$
106	0.30	0.28
311	0.34	0.27
316	0.55	0.27
317	0.35	0.28
321	0.33	0.28
324	0.40	0.28
518	0.59	0.27
601	0.28	0.27
706	0.64	0.26
712	0.36	0.26
713	0.42	0.27
818	0.43	0.43
1340	0.40	0.35
1401	0.44	0.27
1402	0.38	0.27
1412	0.49	0.27
1501	0.27	0.26
1538	0.49	0.30
1719	-0.33	0.30
1801	0.30	0.27
1822	0.38	0.29
2004	0.32	0.29
2006	0.32	0.26
2020	0.57	0.28

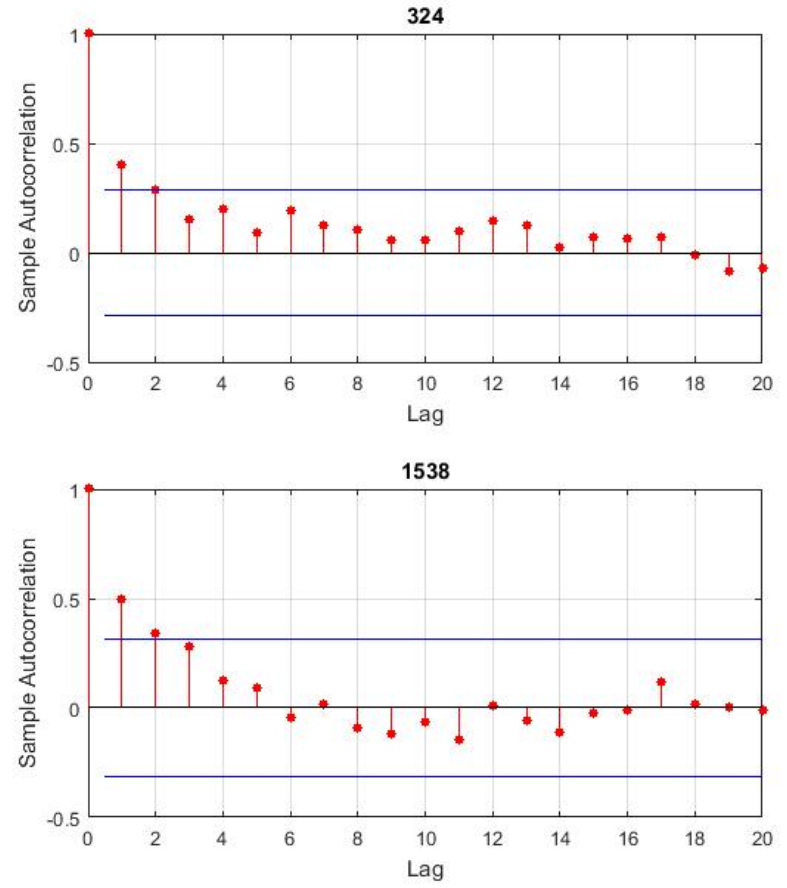
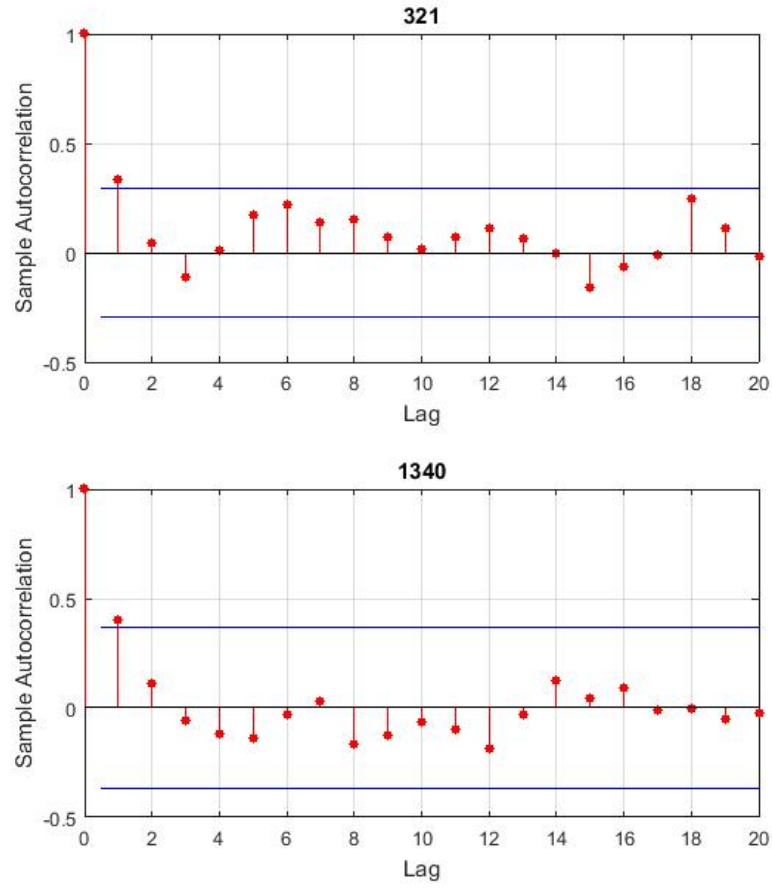


Şekil 4.5 İçsel bağımlı istasyonların konumları

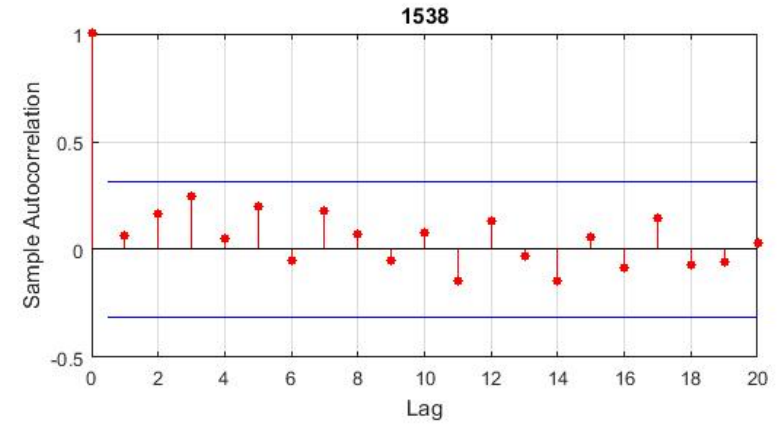
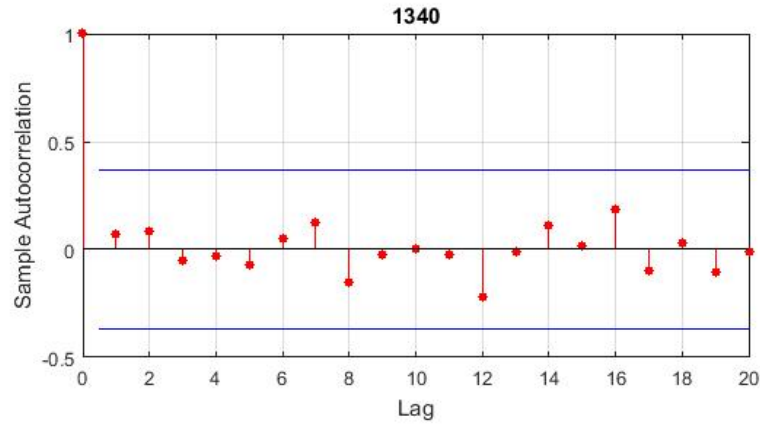
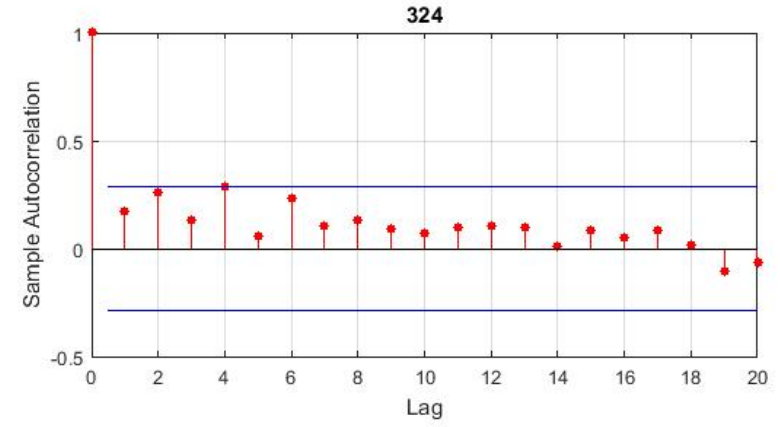
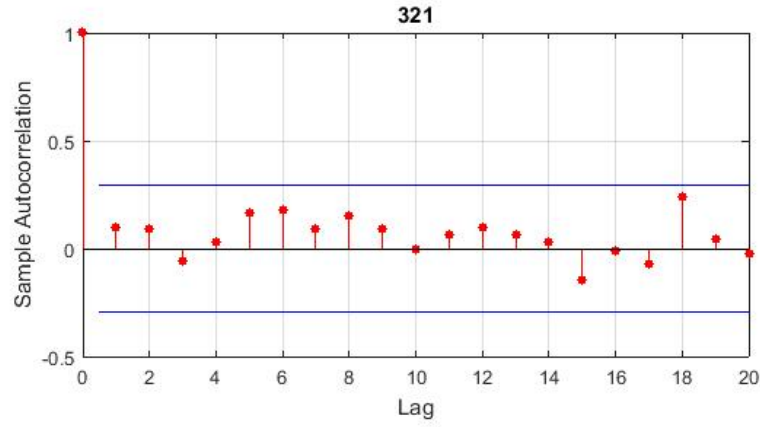
İçsel bağımlılığı belirlenen istasyonlara trend testlerini uygulamadan önce serisel bağımlılığı gidermek için bölüm 3.3.3’de anlatılan Yue (2002a)’nin önerdiği trend free pre whitening (ön arındırma) yöntemi uygulanmıştır. Yöntem uygulandıktan sonra verilerin r_1 otokorelasyon katsayıları denklem (3.15) kullanılarak tekrar hesaplanmıştır. Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi içsel olarak bağımlılığın belirlendiği bütün istasyonlarda YAMA verilerinin r_1 otokorelasyon katsayıları $\alpha = 0.05$ anlam seviyesindeki $1.96/\sqrt{N}$ kritik değerinden küçük çıkmıştır. Bu işlemten sonra otokorelasyondan arındırılmış verilere Mann Kendall ve Spearman Rho testi uygulanmıştır. Şekil 4.6 ve 4.7’de ise görsel olarak değerlendirmek için TFPW’den önce ve sonra bazı istasyonların YAMA verilerinin korelogramı verilmiştir. Şekil 4.7’de görüldüğü gibi TFPW’den sonra otokorelasyon katsayıları %95 güven sınırları arasında kalmıştır.

Çizelge 4.3 TFPW’den sonra verilerin içsel bağımlılık sonuçları

İstasyon No	$r_{(1)}$	$1.96/\sqrt{N}$
106	-0.008	0.28
311	-0.05	0.27
316	0.13	0.27
317	0.093	0.28
321	0.09	0.28
324	0.17	0.28
518	0.276	0.27
601	0.05	0.27
706	0.25	0.26
712	-0.05	0.26
713	0.15	0.27
818	0.12	0.43
1340	0.07	0.35
1401	0.16	0.27
1402	0.13	0.27
1412	0.20	0.27
1501	0.05	0.26
1538	0.06	0.30
1719	0.02	0.30
1801	0.03	0.27
1822	0.07	0.29
2004	0.08	0.29
2006	-0.01	0.26
2020	0.17	0.28



Şekil 4.6 TFPW'den önce lag (0-20) değerleri



Şekil 4.7 TFPW'den sonra lag (0-20) değerleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Ayrıca içsel bağımlılığın belirlendiği istasyonlara bölüm 3.3.4.4’ de anlatılan Hamed ve Rao (1998)’nun önerdiği modifiye edilmiş Mann Kendall testi uygulanmıştır. Bu yöntem verilere herhangi bir ön analiz yapmadan uygulanmıştır. Çizelge 4.4’ de mMK test sonuçları ile verilere TFPW uygulandıktan sonra uygulanan MK ve SR testlerinin sonuçları da verilerek karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur. Çizelge 4.4’ de görüldüğü gibi mMK testi sonuçları ile TFPW den sonra uygulanan MK ve SR test sonuçlarına göre bütün istasyonlarda YAMA verilerinin trend anlamlılıkları aynıdır.

Çizelge 4.4 mMK test sonuçları ile TFPW uygulandıktan sonraki SR ve MK test sonuçları.

İstasyon No	MK test sonuçları		SR test sonuçları		mMK test sonuçları	
	z	trend	z	trend	z	trend
106	1,57	—	1,28	—	0,93	—
311	-3,02	↓	-3,12	↓	-3,51	↓
316	-4,88	↓	-4,63	↓	-6,04	↓
317	-2,91	↓	-3,07	↓	-2,38	↓
321	-2,90	↓	-2,93	↓	-3,03	↓
324	-3,72	↓	-3,64	↓	-3,66	↓
518	-5,37	↓	-5,02	↓	-5,79	↓
601	-2,96	↓	-2,98	↓	-3,09	↓
706	-5,58	↓	-5,16	↓	-4,55	↓
712	-5,06	↓	-4,89	↓	-5,01	↓
713	-5,45	↓	-4,84	↓	-5,63	↓
818	2,94	↑	2,89	↑	3,38	↑
1340	-2,46	↓	-2,48	↓	-2,93	↓
1401	-4,23	↓	-4,27	↓	-4,24	↓
1402	-4,55	↓	-4,39	↓	-5,66	↓
1412	-4,76	↓	-4,63	↓	-2,55	↓
1501	-3,98	↓	-4,02	↓	-3,80	↓
1538	-2,85	↓	-3,00	↓	-2,33	↓
1719	-0,34	—	-0,34	—	-0,97	—
1801	-0,30	—	-0,40	—	-0,26	—
1822	-3,93	↓	-4,02	↓	-3,91	↓
2004	-3,61	↓	-3,64	↓	-3,88	↓
2006	-1,19	—	-1,27	—	-1,20	—
2020	-5,21	↓	-4,83	↓	-3,91	↓

4.4 İçsel Bağımlılığı Olmayan İstasyonların Spearman Rho ve Mann Kendall Test Sonuçları

İçsel bağımlılığı olmayan 129 akım gözlem istasyonunun YAMA verilerine Mann Kendall ve Spearman Rho trend testleri uygulanmıştır. Çizelge 4.5' de $\alpha=0.05$ anlam seviyesinde 123 istasyona uygulanan MK ve SR test sonuçları verilmiştir. Bölüm 3.3.4.2'de anlatıldığı gibi zaman serisine SR testi uygulanırken eğer veri sayısı $n < 30$ ise serideki trendi belirlemek için t tablosu kullanılır. Bu çalışma kapsamında kullanılan 214, 215, 734, 2177, 2328 ve 2329 nolu istasyonların veri sayısı 28 olduğundan dolayı bu istasyonlara ait verilerin SR testi ile trendlerini belirlemek için t tablosu kullanılmıştır ve sonuçlar çizelge 4.6' de verilmiştir. Bu istasyonlara ait verilerin MK ve SR test sonuçlarını karşılaştırmak için MK test sonuçları da aynı çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6 da görüldüğü gibi MK test sonuçlarına göre 6 istasyonda istatistiksel olarak anlamlı artan trend, 57 istasyonda anlamlı azalan trend, 90 istasyonda ise anlamlı trendler bulunamamıştır. SR test sonuçlarına göre ise 6 istasyonda istatistiksel olarak anlamlı artan trend, 59 istasyonda anlamlı azalan trend, 88 istasyonda ise anlamlı trendler bulunamamıştır. MK ve SR test sonuçları genellikle paralel sonuçlar vermiştir. Sadece 523 ve 2325 nolu istasyonlarda MK testi anlamlı trend bulmazken SR testi anlamlı azalan trend bulmuştur. Şekil 4.8'de MK test sonuçları haritalandırılmıştır. (SR test sonuçları, MK sonuçlarından sadece iki istasyonda farklı olduğundan sonuçlar aynı harita üzerinde gösterilmiştir.)

Çizelge 4.5 MK ve SR test sonuçları.

istasyon no	Spearman Rho		Mann Kendall			Z _{0.025}
	z	trend	z	S	trend	
101	-2.496	↓	-2.403	-323	↓	1.96
103	-1.187	—	-1.019	-95	—	1.96
211	2.738	↑	2.753	220	↑	1.96
212	-0.973	—	-0.981	-98	—	1.96
213	-0.503	—	-0.490	-34	—	1.96
302	-2.929	↓	-2.693	-323	↓	1.96
314	-1.716	—	-1.704	-181	—	1.96
328	-2.564	↓	-2.385	-221	↓	1.96
410	-0.629	—	-0.535	-34	—	1.96
509	-1.870	—	-1.732	-208	—	1.96
514	-3.733	↓	-3.396	-407	↓	1.96
515	-0.674	—	-0.571	-50	—	1.96
522	-2.737	↓	-2.579	-256	↓	1.96
523	-1.984	↓	-1.843	-171	—	1.96
524	2.693	↑	2.927	271	↑	1.96
525	-2.582	↓	-2.471	-213	↓	1.96
527	-1.190	—	-0.941	-59	—	1.96
701	-2.630	↓	-2.723	-366	↓	1.96
704	0.237	—	0.152	16	—	1.96
730	-0.049	—	-0.178	-11	—	1.96
732	0.002	—	-0.032	-3	—	1.96
733	0.626	—	0.578	40	—	1.96
808	-1.268	—	-1.322	-159	—	1.96
809	1.530	—	1.432	193	—	1.96
811	-2.310	↓	-2.249	-286	↓	1.96
812	-1.716	—	-1.544	-164	—	1.96
815	-1.662	—	-1.485	-138	—	1.96
902	-0.380	—	-0.477	-65	—	1.96
912	-0.250	—	-0.151	-19	—	1.96
917	-1.303	—	-1.274	-127	—	1.96
918	-1.386	—	-1.387	-129	—	1.96
1102	-4.703	↓	-5.038	-533	↓	1.96
1203	-4.273	↓	-4.224	-506	↓	1.96
1218	-1.083	—	-1.170	-94	—	1.96
1219	1.840	—	1.632	196	—	1.96
1221	-2.293	↓	-2.169	-245	↓	1.96
1222	-0.668	—	-0.597	-81	—	1.96
1224	-4.983	↓	-5.182	-584	↓	1.96
1226	-4.235	↓	-4.462	-503	↓	1.96
1233	-1.846	—	-1.856	-197	—	1.96
1237	-1.601	—	-1.538	-174	—	1.96
1250	-1.335	—	-1.497	-102	—	1.96
1302	-3.358	↓	-3.564	-427	↓	1.96
1307	0.316	—	0.329	38	—	1.96
1314	-1.201	—	-1.120	-127	—	1.96
1319	0.002	—	-0.142	-16	—	1.96
1327	-2.697	↓	-2.660	-264	↓	1.96
1330	-0.856	—	-0.979	-85	—	1.96
1331	2.409	↑	2.684	182	↑	1.96
1332	-2.478	↓	-2.396	-254	↓	1.96

Çizelge 4.5 (devam)

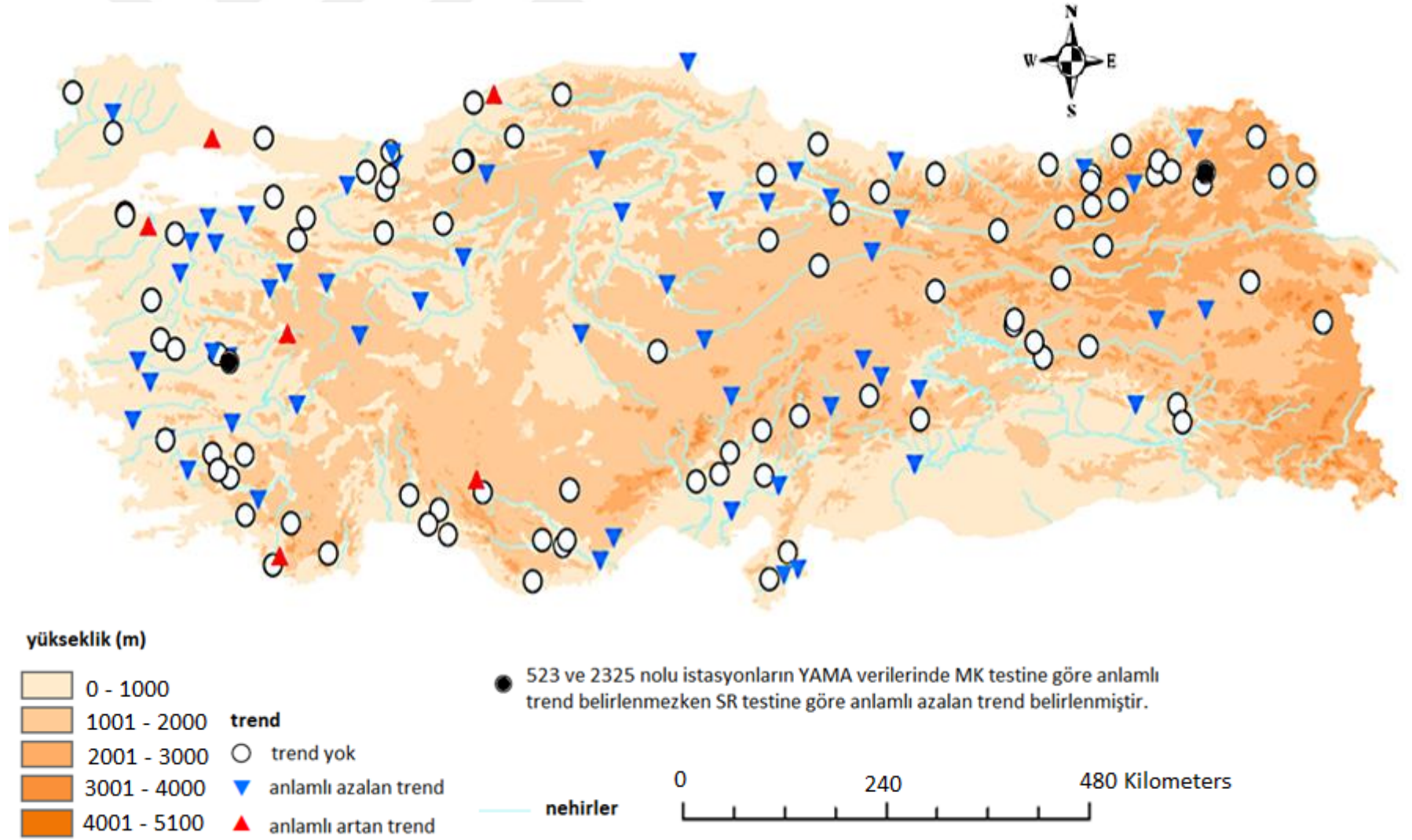
istasyon no	Spearman Rho		Mann Kendall			
	z	trend	z	S	trend	Z _{0.025}
1334	-0.433	–	-0.303	-29	–	1.96
1335	-1.680	–	-1.631	-141	–	1.96
1338	1.913	–	1.909	108	–	1.96
1339	-1.412	–	-1.338	-76	–	1.96
1413	-1.883	–	-1.855	-236	–	1.96
1414	-2.553	↓	-2.605	-331	↓	1.96
1418	1.553	–	1.515	182	–	1.96
1422	-0.886	–	-1.004	-107	–	1.96
1424	-0.167	–	-0.101	-11	–	1.96
1427	-3.578	↓	-3.721	-252	↓	1.96
1517	-3.796	↓	-3.938	-500	↓	1.96
1532	0.127	–	0.063	6	–	1.96
1535	-1.641	–	-1.563	-199	–	1.96
1539	-2.135	↓	-2.125	-197	↓	1.96
1541	-3.207	↓	-3.284	-185	↓	1.96
1611	-0.739	–	-0.728	-88	–	1.96
1612	-1.362	–	-1.506	-181	–	1.96
1621	3.549	↑	3.567	330	↑	1.96
1622	-3.266	↓	-3.371	-312	↓	1.96
1712	-1.340	–	-1.247	-159	–	1.96
1714	-2.832	↓	-2.828	-380	↓	1.96
1717	-3.095	↓	-2.964	-294	↓	1.96
1720	-1.232	–	-1.183	-118	–	1.96
1721	-0.217	–	-0.111	-12	–	1.96
1805	-1.908	–	-1.882	-226	–	1.96
1818	-0.833	–	-0.799	-80	–	1.96
1820	-1.782	–	-1.720	-171	–	1.96
1905	-0.057	–	-0.090	-13	–	1.96
1906	-3.635	↓	-4.053	-457	↓	1.96
1907	-5.749	↓	-6.499	-872	↓	1.96
1908	-1.393	–	-1.497	-180	–	1.96
2008	0.646	–	0.728	73	–	1.96
2009	-2.816	↓	-2.604	-331	↓	1.96
2022	-1.748	–	-1.930	-179	–	1.96
2102	-1.698	–	-1.800	-179	–	1.96
2115	-2.024	↓	-2.041	-196	↓	1.96
2122	0.461	–	0.471	54	–	1.96
2124	-3.897	↓	-3.906	-496	↓	1.96
2131	-2.730	↓	-2.671	-359	↓	1.96
2133	0.134	–	0.000	0	–	1.96
2135	-0.659	–	-0.818	-93	–	1.96
2145	-3.762	↓	-3.823	-431	↓	1.96
2149	0.082	–	-0.009	-2	–	1.96
2151	-1.741	–	-1.636	-185	–	1.96
2154	-0.198	–	-0.228	-22	–	1.96
2156	0.093	–	-0.098	-10	–	1.96
2158	-2.037	↓	-2.326	-231	↓	1.96
2164	-1.762	–	-1.667	-177	–	1.96
2166	-1.637	–	-1.810	-168	–	1.96
2202	0.548	–	0.409	47	–	1.96

Çizelge 4.5 (devam)

istasyon no	Spearman Rho		Mann Kendall			
	z	trend	z	S	trend	Z _{0.025}
2213	-0.387	–	-0.499	-47	–	1.96
2215	-1.656	–	-1.799	-216	–	1.96
2218	-2.723	↓	-2.880	-305	↓	1.96
2232	1.253	–	1.180	142	–	1.96
2233	-0.495	–	-0.502	-61	–	1.96
2238	-0.136	–	-0.343	-42	–	1.96
2245	-0.313	–	-0.331	-36	–	1.96
2247	-2.804	↓	-2.923	-290	↓	1.96
2304	-1.424	–	-1.460	-186	–	1.96
2305	1.149	–	1.040	118	–	1.96
2316	0.916	–	0.962	116	–	1.96
2320	0.067	–	0.000	1	–	1.96
2321	0.414	–	0.163	15	–	1.96
2323	0.540	–	0.683	64	–	1.96
2325	-2.153	↓	-1.886	-151	–	1.96
2330	-2.258	↓	-2.303	-130	↓	1.96
2409	-0.281	–	-0.329	-38	–	1.96
2415	1.417	–	1.333	124	–	1.96
2418	-0.252	–	-0.293	-28	–	1.96
2505	-1.010	–	-1.061	-92	–	1.96
2610	-0.634	–	-0.786	-95	–	1.96
2612	-3.285	↓	-3.229	-342	↓	1.96
2624	1.078	–	1.095	95	–	1.96

Çizelge (4.6) n < 30 olan istasyonlar için MK ve SR test sonuçları

istasyon no	Spearman Rho			Mann Kendall			
	t	t _{0.025}	trend	z	S	trend	Z _{0.025}
214	-1.2317	2.06	–	-1.3631998	-70	–	1.96
215	3.2594	2.06	↑	2.9843995	152	↑	1.96
734	-0.0223	2.06	–	0.0988212	6	–	1.96
2177	-3.8123	2.06	↓	-3.2407017	-165	↓	1.96
2328	-2.9461	2.06	↓	-2.7664527	-141	↓	1.96
2329	0.2179	2.06	–	-0.0790415	-5	–	1.96



Şekil 4.8 MK test sonuçları

4.5 Sen'in Trend Eğim Test Sonuçları

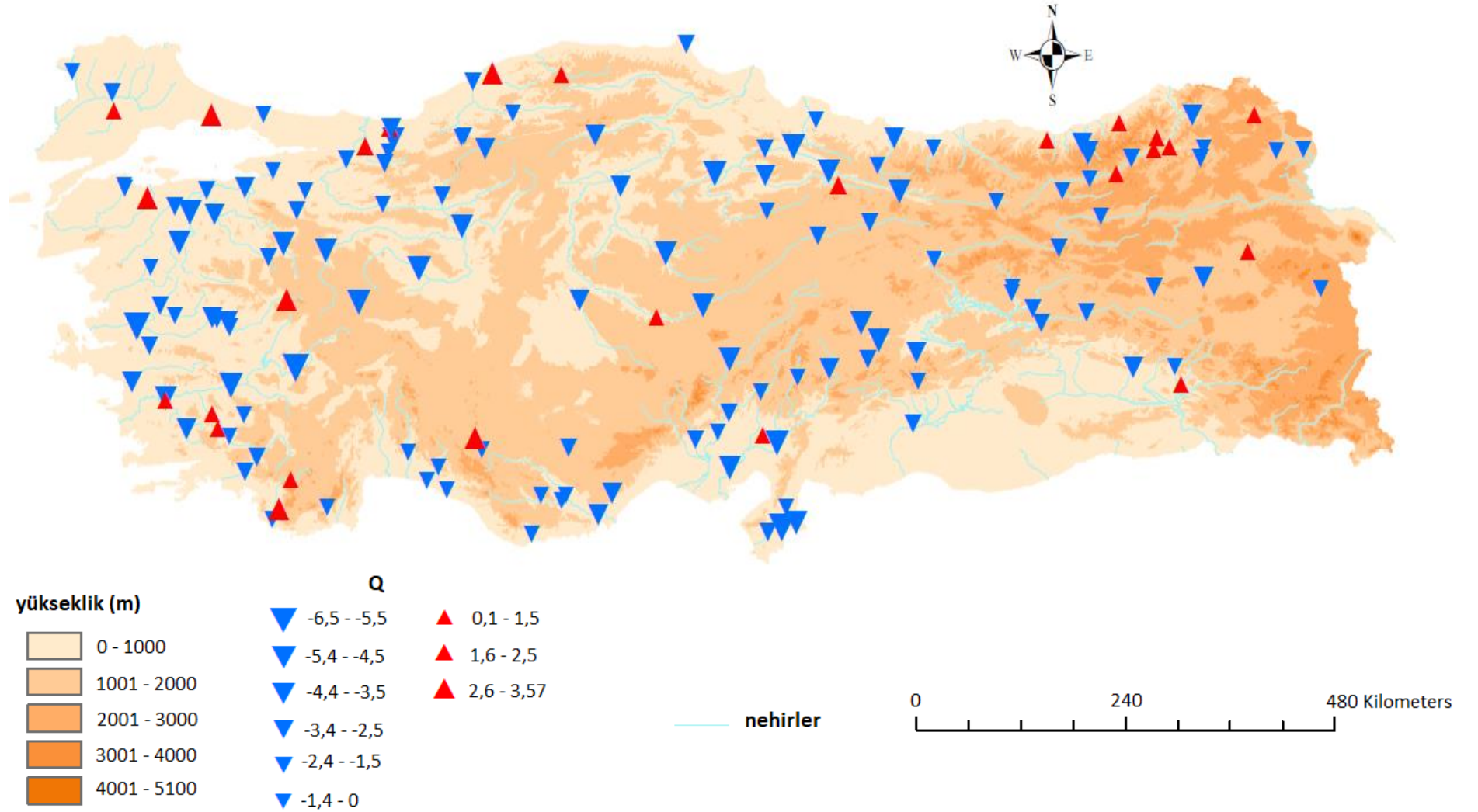
Bölüm 3.3.4.3' de anlatıldığı gibi istasyonlara ait verilerin trend büyüklüğünü araştırmak için Sen' in trend eğim metodu kullanılmıştır. Formül (3.26)' da bulunan Q_i değerleri sıralanarak Q_{med} bulunmuştur. Bulunan Q_{med} değeri, serinin trend büyüklüğüdür. Q_{med} değerinin işareti ise eğilimin yönünün göstergesidir. Çizelge 4.7' de 153 akım gözlem istasyonunun YAMA verilerine uygulanan Sen' in trend eğim metodu sonuçları verilmiştir. Şekil 4.9 ise testten çıkan sonuçlar haritalandırılmıştır. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi trendin büyüklüğü $-6.49 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile $3.56 \text{ m}^3/\text{sn}$ değerleri arasında değişmektedir. Maksimum azalma ve artma sırasıyla 1907 ($-6.49 \text{ m}^3/\text{sn}$) ile 1621 ($3.56 \text{ m}^3/\text{sn}$) nolu istasyonlarda gözlemlenmiştir. En yüksek negatif değişim yüzdesi 1102 (% -24.64 ve trend eğim değeri $-5.04 \text{ m}^3/\text{sn}$) nolu istasyonda, en büyük pozitif değişim yüzdesi ise 524 (% 5.29 ve trend eğimi $2.93 \text{ m}^3/\text{sn}$) nolu istasyonda gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.7 Sen' in trend eğim metodu sonuçları

istasyon no	z	istasyon no	z	istasyon no	z
101	-2.40	1222	-0.60	1906	-4.05
103	-1.02	1224	-5.18	1907	-6.50
106	1.38	1226	-4.46	1908	-1.50
211	2.75	1233	-1.86	2004	-3.88
212	-0.98	1237	-1.54	2006	-1.20
213	-0.49	1250	-1.50	2008	0.73
214	-1.36	1302	-3.56	2009	-2.60
215	2.98	1307	0.33	2020	-4.73
302	-2.69	1314	-1.12	2022	-1.93
311	-3.51	1319	-0.14	2102	-1.80
314	-1.70	1327	-2.66	2115	-2.07
316	-5.44	1330	-0.98	2122	0.47
317	-2.38	1331	2.68	2124	-3.91
321	-3.23	1332	-2.40	2131	-2.67
324	-3.66	1334	-0.30	2133	0.00
328	-2.38	1335	-1.63	2135	-0.82
410	-0.54	1338	1.91	2145	-3.82
509	-1.73	1339	-1.34	2149	-0.01
514	-3.40	1340	-2.93	2151	-1.64
515	-0.57	1401	-4.24	2154	-0.23

Çizelge 4.7 (devam)

istasyon no	z	istasyon no	z	istasyon no	z
522	-2.58	1412	-4.60	2158	-2.33
523	-1.84	1413	-1.85	2164	-1.67
524	2.93	1414	-2.60	2166	-1.81
525	-2.47	1418	1.51	2177	-3.24
527	-0.94	1422	-1.00	2202	0.41
601	-3.09	1424	-0.10	2213	-0.50
701	-2.72	1427	-3.72	2215	-1.80
704	0.15	1501	-3.80	2218	-2.88
706	-4.39	1517	-3.94	2232	1.18
712	-5.01	1532	0.06	2233	-0.50
713	-5.63	1535	-1.56	2238	-0.34
730	-0.18	1538	-2.94	2245	-0.33
732	-0.03	1539	-2.12	2247	-2.92
733	0.58	1541	-3.28	2304	-1.46
734	0.10	1611	-0.73	2305	1.04
808	-1.32	1612	-1.51	2316	0.96
809	1.43	1621	3.57	2320	0.00
811	-2.25	1622	-3.37	2321	0.16
812	-1.54	1712	-1.25	2323	0.68
815	-1.48	1714	-2.83	2325	-1.89
818	2.73	1717	-2.96	2328	-2.77
902	-0.48	1719	-0.97	2329	-0.08
912	-0.15	1720	-1.18	2330	-2.30
917	-1.27	1721	-0.11	2409	-0.33
918	-1.39	1801	-0.26	2415	1.33
1102	-5.04	1805	-1.88	2418	-0.29
1203	-4.22	1818	-0.80	2505	-1.06
1218	-1.17	1820	-1.72	2610	-0.79
1219	1.63	1822	-3.92	2612	-3.23
1221	-2.17	1905	-0.09	2624	1.10



Şekil 4.9 Sen' in trend eğim metodu sonuçları

4.6 Şen Trend Testi Sonuçları

Çalışma kapsamında kullanılan 153 akım gözlem istasyonun YAMA verilerine Şen yöntemi uygulanmıştır. Bölüm 3.3.4.5' de anlatıldığı gibi zaman serisi iki eşit seriye ayrılmıştır. Her iki seride kendi içinde küçükten byge doğru sıralanmıŐtır. Zaman serisinin ilk yarısı kartezyen koordinat sisteminin X eksenine, ikinci yarısı Y eksenine yerleŐtirilmiŐtir. Yerleştirilen noktalar karşılıklı olarak noktalandırılmıŐtır. Noktalar, 1:1 (45°) izgisinin üzerindeki alanda kalırsa artan yönde bir trendin olduğu, çizginin altındaki alanda kalırsa azalan yönde bir trendin olduğu deđerlendirilmiŐtir. Ayrıca veriler düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç kümeye ayrılmıştır. Bu kümelerin sınırları ise verilerin 50. ve 90. persantileleri alınarak belirlenmiştir. Çizelge 4.8' de bütün istasyonlara ait verilerin düşük, orta ve yüksek değerleri için Şen yöntemi sonuçları verilmiştir. Ayrıca bu tabloda MK ve SR test sonuçları da verilerek  trend testinin karşılaştırılması sađlanmıŐtır. Ek 1' de ise 153 istasyona ait veriler için Şen yönteminin grafiksel sonuçları verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.8 Şen, MK ve SR test sonuçları

İstasyon No	Şen Metot(m ³ /sn)			MK	SR	İstasyon No	Şen Metot(m ³ /sn)			MK	SR
	düşük	orta	yüksek				düşük	orta	yüksek		
101	0-60 ▼	60-140 ▼	140-320 ▼	▼	▼	701	0-230 ▼	230-390 ▼	390-560 ▼	▼	▼
103	0-700 —	700-1300 —	1300-1800 —	—	—	704	0-80 —	80-180 —	180-480 —	—	—
106	0-150 ▲	150-400 ▼	400-660 ▼	—	—	706	0-180 ▼	180-300 ▼	300-410 ▼	▼	▼
211	0-40 —	40-80 ▲	80-280 ▲	▲	▲	712	0-100 ▼	100-220 ▼	220-540 ▼	▼	▼
212	0-380 —	380-630 ▼	630-1800 ▼	—	—	713	0-30 ▼	30-50 ▼	50-110 ▼	▼	▼
213	0-40 —	40-80 —	80-120 —	—	—	730	0-10 —	10-70 ▲	70-190 ▼	—	—
214	0-110 —	110-310 —	310-440 ▼	—	—	732	0-340 —	340-950 ▼	950-110 —	—	—
215	0-100 ▲	100-160 ▲	160-610 ▲	▲	▲	733	0-60 —	60-180 ▲	180-280 ▲	—	—
302	0-500 —	500-1200 ▼	1200-2500 ▼	▼	▼	734	0-340 —	340-550 ▲	550-600 ▲	—	—
311	0-50 ▼	50-150 ▼	150-200 ▼	▼	▼	808	0-40 ▼	40-80 ▼	80-180 ▼	—	—
314	0-580 —	580-1390 ▼	1390-1700 —	—	—	809	0-60 —	60-150 ▲	150-260 ▲	—	—
316	0-620 ▼	620-1240 ▼	1240-2400 ▼	▼	▼	811	0-100 ▼	100-250 ▼	250-500 ▼	▼	▼
317	0-470 ▼	470-770 ▼	770-970 ▼	▼	▼	812	0-600 ▼	600-1000 ▼	1000-1500 ▼	—	—
321	0-120 ▼	120-180 ▼	180-360 ▼	▼	▼	815	0-380 —	380-750 ▼	750-1350 ▼	—	—
324	0-240 ▼	240-380 ▼	380-550 ▼	▼	▼	818	0-120 ▲	120-200 ▲	200-300 ▲	▲	▲
328	0-70 —	70-180 ▼	180-280 ▼	▼	▼	902	0-800 —	800-1450 —	1450-2600 ▼	—	—
410	0-30 —	30-90 —	90-110 ▼	—	—	912	0-520 —	520-780 ▼	780-920 —	—	—
509	0-125 ▼	125-250 ▼	250-440 ▼	—	—	917	0-350 —	350-900 ▼	900-1250 ▼	—	—
514	0-100 ▼	100-500 ▼	500-1000 ▼	▼	▼	918	0-730 —	730-1250 ▼	1250-1650 ▼	—	—
515	0-160 —	160-470 ▼	470-1260 ▼	—	—	1102	0-5 ▼	5-15 ▼	15-50 ▼	▼	▼
518	0-240 ▼	240-500 ▼	500-820 ▼	▼	▼	1203	0-30 ▼	30-90 ▼	90-220 ▼	▼	▼
522	0-160 ▼	160-420 ▼	420-900 ▼	▼	▼	1218	0-300 ▼	300-450 —	450-610 ▼	—	—
523	0-200 —	200-500 ▼	500-1300 ▼	—	▼	1219	0-120 ▲	120-180 —	180-270 ▼	—	—
524	0-20 ▲	20-40 ▲	40-100 —	▲	▲	1221	0-400 ▼	400-700 ▼	700-1010 —	▼	▼
525	0-20 —	20-40 ▼	40-160 ▼	▼	▼	1222	0-160 —	160-270 —	270-400 ▲	—	—
527	0-200 —	200-500 —	500-1600 ▼	—	—	1224	0-20 ▼	20-40 ▼	40-90 ▼	▼	▼
601	0-100 ▼	100-280 ▼	280-700 ▼	▼	▼	1226	0-60 ▼	60-160 ▼	160-210 ▼	▼	▼

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.8 (devam)

İstasyon No	Şen Metot(m ³ /sn)			MK	SR	İstasyon No	Şen Metot(m ³ /sn)			MK	SR
	düşük	orta	yüksek				düşük	orta	yüksek		
1233	0-180 ▼	180-420 ▼	420-680 ▼	—	—	1532	0-420 —	420-800 —	800-1410 —	—	—
1237	0-50 —	50-150 ▼	150-260 ▼	—	—	1535	0-300 ▼	300-500 ▼	500-600 ▼	—	—
1250	0-20 —	20-120 ▼	120-150 —	—	—	1538	0-120 ▼	120-210 ▼	210-560 ▼	▼	▼
1302	0-200 ▼	200-350 ▼	350-550 ▼	▼	▼	1539	0-160 ▼	160-300 ▼	300-370 ▼	▼	▼
1307	0-100 —	100-180 ▲	180-230 ▲	—	—	1541	0-100 ▼	100-190 ▼	190-230 ▼	▼	▼
1314	0-250 ▼	250-480 —	480-700 ▼	—	—	1611	0-30 —	30-60 —	60-180 —	—	—
1319	0-60 —	60-170 —	170-380 —	—	—	1612	0-15 —	15-30 ▼	30-45 ▼	—	—
1327	0-100 ▼	100-180 ▼	180-230 ▼	▼	▼	1621	0-40 ▲	40-60 ▲	60-70 ▲	▲	▲
1330	0-10 —	10-20 —	20-140 —	—	—	1622	0-5 —	5-15 ▼	15-45 ▼	▼	▼
1331	0-370 —	370-900 ▲	900-1450 ▲	▲	▲	1712	0-220 —	220-380 —	380-520 ▼	—	—
1332	0-70 ▼	70-90 ▼	90-110 ▼	▼	▼	1714	0-720 ▼	720-1250 ▼	1250-2000 —	▼	▼
1334	0-60 —	60-90 —	90-270 —	—	—	1717	0-20 —	20-60 —	60-440 —	▼	▼
1335	0-900 ▼	900-1800 ▼	1800-2820 ▼	—	—	1719	0-630 —	630-1100 —	1100-2500 ▲	—	—
1338	0-70 ▲	70-200 ▲	200-260 ▲	—	—	1720	0-280 —	280-550 —	550-700 ▼	—	—
1339	0-40 —	40-90 —	90-170 —	—	—	1721	0-250 —	250-400 —	400-640 ▼	—	—
1340	0-240 —	240-450 ▼	450-900 ▲	▼	▼	1801	0-200 —	200-400 —	400-710 ▼	—	—
1401	0-400 ▼	400-680 ▼	680-1030 ▼	▼	▼	1805	0-500 —	500-1000 ▼	1000-2000 ▼	—	—
1402	0-600 ▼	600-950 ▼	950-1260 ▼	▼	▼	1818	0-1000 —	1000-1950 —	1950-3280 ▼	—	—
1412	0-40 ▼	40-120 ▼	120-180 ▼	▼	▼	1820	0-140 —	140-220 —	220-530 ▼	—	—
1413	0-320 ▼	320-500 —	500-740 ▼	—	—	1822	0-70 ▼	70-100 ▼	100-190 ▼	▼	▼
1414	0-100 ▼	100-180 ▼	180-260 ▼	▼	▼	1905	0-100 —	100-180 —	180-270 —	—	—
1418	0-180 —	180-250 —	250-500 —	—	—	1906	0-170 ▼	170-380 ▼	380-1000 ▼	▼	▼
1422	0-70 —	70-120 —	120-230 ▼	—	—	1907	0-110 ▼	110-180 ▼	180-200 ▼	▼	▼
1424	0-30 —	30-60 —	60-90 —	—	—	1908	0-370 ▼	370-560 —	560-1010 ▲	—	—
1427	0-200 ▼	200-500 ▼	500-630 ▼	▼	▼	2004	0-860 —	860-1340 ▼	1340-2500 ▼	▼	▼
1501	0-360 ▼	360-680 ▼	680-1100 ▼	▼	▼	2006	0-50 —	50-80 —	80-150 ▼	—	—
1517	0-50 ▼	50-100 ▼	100-370 ▼	▼	▼	2008	0-140 —	140-250 —	250-600 —	—	—

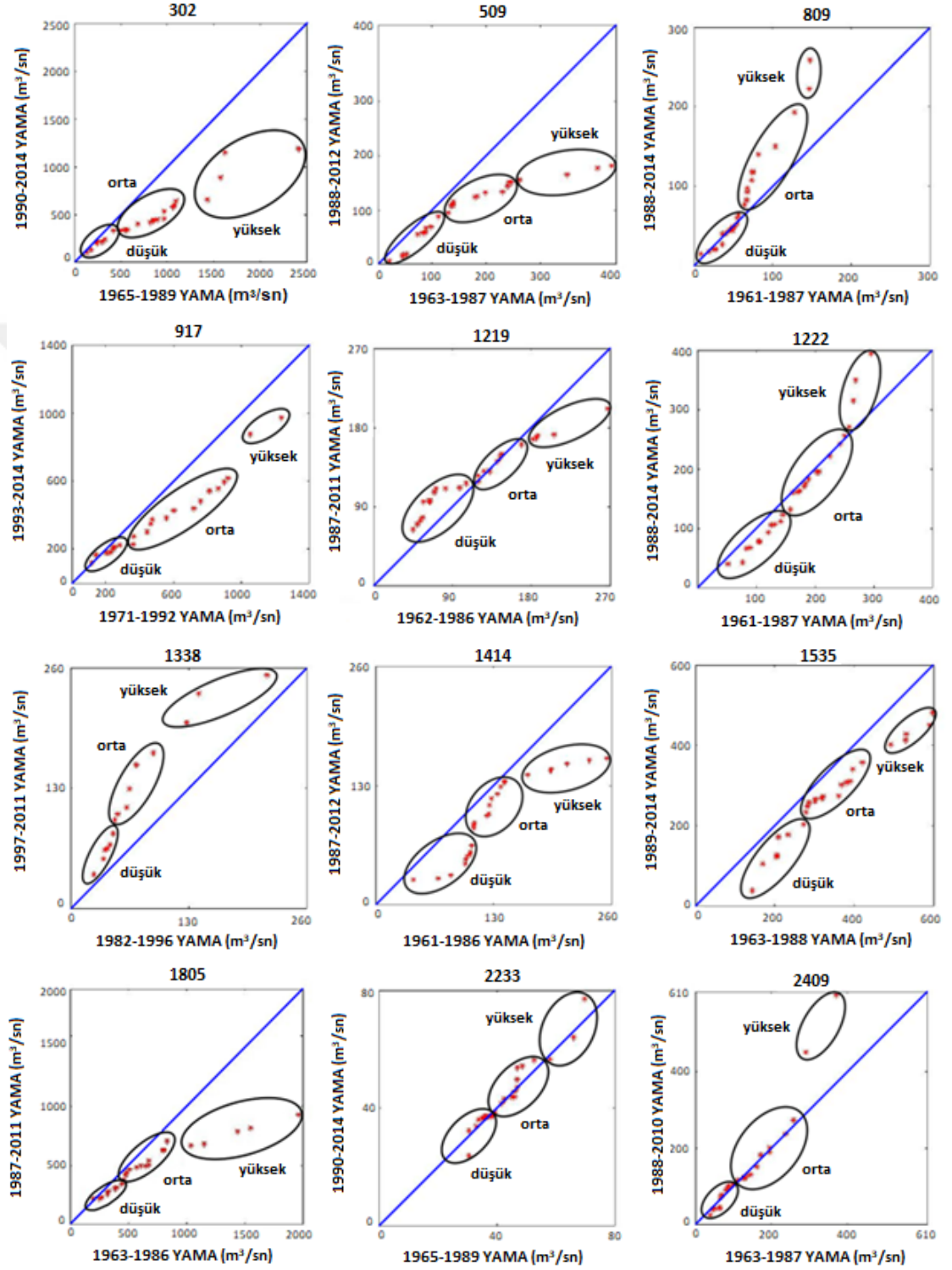
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.8 (devam)

İstasyon No	Şen Metot			MK	SR	İstasyon No	Şen Metot			MK	SR
	düşük	orta	yüksek				düşük	orta	yüksek		
2009	0-60 —	60-140 —	140-500 ▼	▼	▼	2232	0-150 —	150-250 —	250-560 ▼	—	—
2020	0-570 ▼	570-1650 ▼	1650-2000 ▼	▼	▼	2233	0-40 —	40-60 —	60-80 —	—	—
2022	0-40 —	40-130 ▼	130-200 ▼	—	—	2238	0-150 —	150-230 —	230-510 ▼	—	—
2102	0-1800 —	1800-3000 ▼	3000-3560 ▼	—	—	2245	0-220 —	220-550 —	540-1000 —	—	—
2115	0-380 —	380-700 ▼	700-2320 ▼	▼	▼	2247	0-350 ▼	350-1000 ▼	1000-1300 ▼	▼	▼
2122	0-490 —	490-870 —	870-1130 —	—	—	2304	0-80 —	80-160 —	160-300 —	—	—
2124	0-40 ▼	40-70 ▼	70-110 ▼	▼	▼	2305	0-360 —	360-570 ▲	570-700 —	—	—
2131	0-15 —	15-50 ▼	50-160 ▼	▼	▼	2316	0-240 —	240-400 ▲	400-560 —	—	—
2133	0-520 —	520-800 —	800-1340 —	—	—	2320	0-160 —	160-260 —	260-330 —	—	—
2135	0-30 —	30-60 —	60-130 ▼	—	—	2321	0-80 —	80-100 —	100-130 ▲	—	—
2145	0-100 ▼	100-200 ▼	200-370 ▼	▼	▼	2323	0-230 —	230-360 —	360-510 —	—	—
2149	0-320 ▲	320-480 —	480-1140 ▼	—	—	2325	0-70 ▼	70-150 ▼	150-200 ▼	—	▼
2151	0-430 —	430-700 —	700-1020 —	—	—	2328	0-40 ▼	40-70 ▼	70-90 ▼	▼	▼
2154	0-160 —	160-240 —	240-370 ▲	—	—	2329	0-160 —	160-300 ▲	300-400 ▲	—	—
2156	0-600 —	600-970 ▼	970-1160 —	—	—	2330	0-20 ▼	20-30 ▼	30-60 ▼	▼	▼
2158	0-210 —	210-38 ▼	380-760 ▼	▼	▼	2409	0-120 —	120-270 —	270-610 ▲	—	—
2164	0-500 —	500-800 ▼	800-1100 ▼	—	—	2415	0-160 —	160-280 —	280-400 ▲	—	—
2166	0-600 —	600-1250 ▼	1250-1500 ▼	—	—	2418	0-140 —	140-320 —	320-770 —	—	—
2177	0-240 ▼	240-350 ▼	350-530 ▼	▼	▼	2505	0-70 —	70-130 —	130-220 ▼	—	—
2202	0-90 —	90-150 —	150-270 —	—	—	2610	0-200 —	200-370 —	370-450 —	—	—
2213	0-120 —	120-220 ▼	220-400 ▼	—	—	2612	0-1330 ▼	1330-2000 ▼	2000-2670 ▼	▼	▼
2215	0-80 —	80-110 —	110-190 —	—	—	2624	0-240 —	240-440 —	440-600 —	—	—
2218	0-140 —	140-280 ▼	280-510 ▼	▼	▼						

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Şen yönteminin istasyonlara ait YAMA verilerine nasıl uygulandığını görmek için rastgele seçilen 12 istasyona uygulanan Şen yöntemi grafiksel sonuçları aşağıda verilmiştir (diğer istasyonlara ait Şen yöntemi grafik değerlendirmeleri ek kısmındadır).



Şekil 4.10 Farklı havzalardan seçilen istasyonlar için Şen trend testi sonuçları

Şekil 4.10'da görüleceği üzere Şen yöntemi sonuçlarına göre 1338 nolu istasyonun YAMA verilerinde düşük, orta ve yüksek akımlar için artan trend belirlenmiştir. Bu da zaman serisinin ikinci yarısındaki düşük, orta ve yüksek akımlarda ilk yarısına göre artış olduğunu göstermektedir. 809 nolu istasyonun orta ve yüksek akımları 1:1 çizgisinin üzerindeki alanda toplandığı için orta ve yüksek akımlarda artan bir trend vardır. Ayrıca yüksek akım ($> 150 \text{ m}^3/\text{sn}$) trendleri, orta akım ($>60 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve $< 150 \text{ m}^3/\text{sn}$) trendlerinden daha kısa bir süreye sahiptir. 1222 ve 2409 nolu istasyonların zaman serisinin ikinci periyodunda ilk periyoduna oranla yüksek akımlarda ($> 270 \text{ m}^3/\text{sn}$) artış gözlenmiştir. Buna karşın Şen yöntemine göre 302 ve 917 nolu istasyonların orta ve yüksek akımlarında azalan bir trend belirlenmiştir. Yani söz konusu istasyonlar için zaman serisinin ikinci yarısında (1990-2014/1993-2014) ilk yarısına (1965-1989/1971-1992) göre orta ve yüksek akımlarda azalmalar olduğu söylenebilir. Fakat her iki istasyonun düşük akım verileri 1:1 çizgisi üzerinde toplandığı için düşük akımlarında trend yoktur. 509 ve 1535 nolu istasyonların düşük, orta ve yüksek akımlarında azalan bir trend belirlenmiştir. Yani zaman serisinin ikinci yarısında (1988-2012/1989-2014) ilk yarısına (1963-1987/1963-1988) göre azalmalar vardır. Ayrıca şekilden de görüleceği üzere orta akımlar, yüksek ve düşük akımlardan daha uzun bir süreye sahiptir. 1414 nolu istasyonun YAMA verilerinde azalan bir trend belirlenmiştir. Fakat orta akımları hafif azalan bir trende sahiptir. Bu durum, tarihsel kaydın ikinci yarısı boyunca (1987-2012) düşük, orta ve yüksek akımlarda, ilk yarıya (1961-1986) göre bir azalış olduğu anlamına gelir. 1805 nolu istasyonun orta ($<500 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve $<1000 \text{ m}^3/\text{sn}$) ve yüksek (>1000) akımlarında azalan bir trend belirlenirken düşük akımlarında trend yoktur ve ayrıca yüksek akımlardaki trendin büyüklüğü, orta akımlarinkinden daha büyüktür. 1219 nolu istasyonun yüksek akımlarında ($>180 \text{ m}^3/\text{sn}$) azalan bir trend gözlemlenirken düşük akımlarında ($<120 \text{ m}^3/\text{s}$) artan bir trend belirlenmiştir. Yani 1987-2011 döneminde 1962-1986'e göre düşük akışlar artmış, yüksek akışlar ise azalmıştır. 2233 nolu istasyonun YAMA verileri genellikle 1:1 çizgisi üzerinde toplandığı için orta, düşük ve yüksek akımlarında trend olmadığı söylenebilir. Diğer bir ifade ile 1990-2014 dönemi ile 1965-1989 dönemi kıyaslandığı zaman akımlarda azalma veya artma gözlenmemiştir.

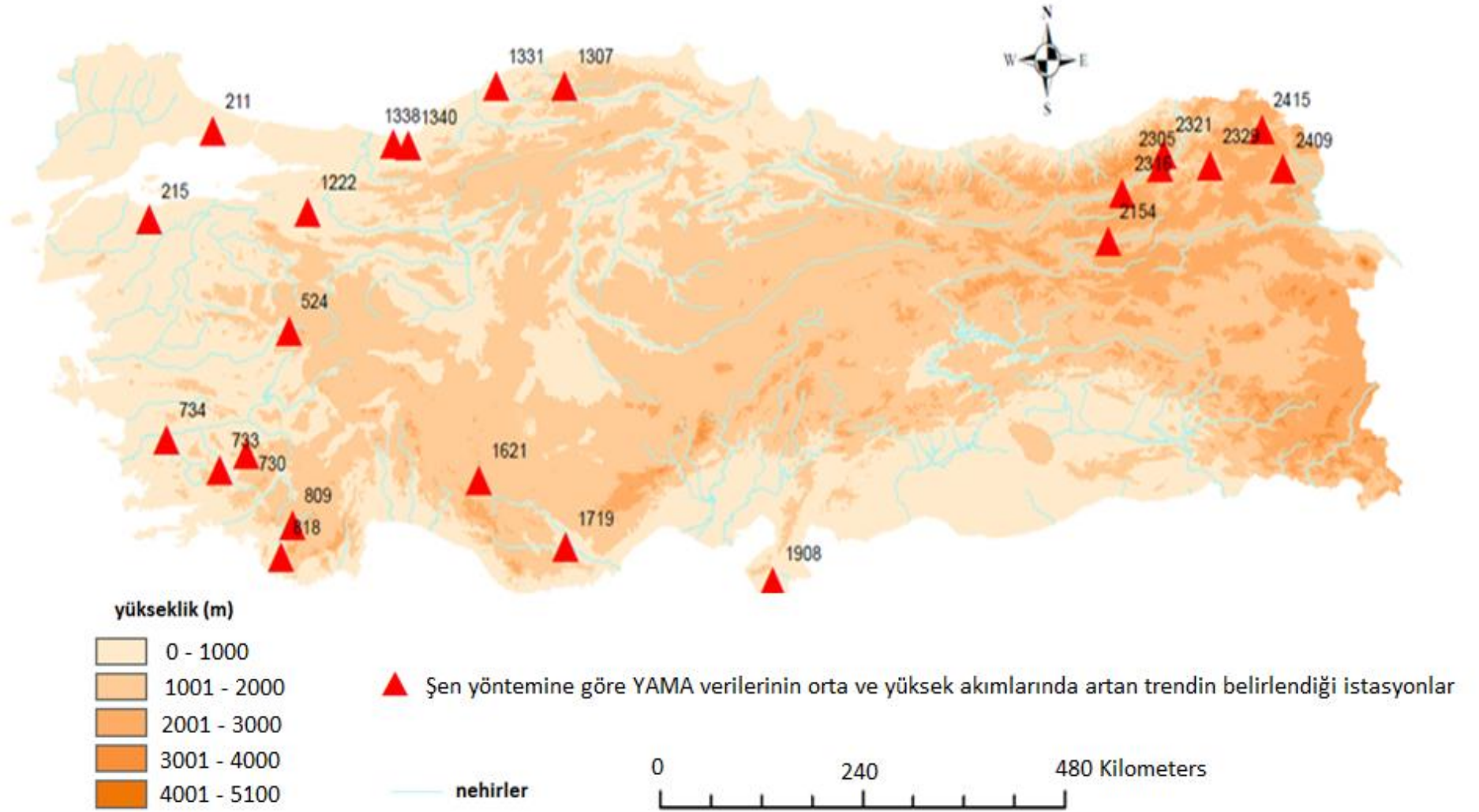
4.7 Şen Trend Testi ve MK Test Sonuçlarının Karşılaştırması

Çizelge 4.8’de MK ve SR test sonuçları ile Şen yöntemi sonuçları karşılaştırılmıştır. Tabloda görüldüğü gibi YAMA verilerinde MK ve SR testine göre artan ve azalan trend bulunduğu istasyonlarda Şen yöntemi de benzer trend sonuçları vermiştir. Ek olarak Şen yöntemi, diğer iki yöntemin anlamlı trend belirleyemediği istasyonlarda da trend belirlemiştir. Örneğin 1307 nolu istasyonda MK ve SR testleri anlamlı trend bulamazken Şen yöntemi orta ve yüksek akımlarda artan trend belirlemiştir. Benzer sonuçlar 733, 734, 809 ve 2329 istasyonlarında da görülmüştür. Ayrıca 1338 nolu istasyon da MK ve SR testleri istatistiksel olarak anlamlı trend belirleyemezken Şen yöntemi düşük, orta ve yüksek akımlarda artan trend belirlemiştir. Yani zaman serisinin ikinci periyodundaki akımlarda ilk periyoda göre artışlar görülmüştür. Bu durum, gelecekte istasyonun olduğu bölgede sel olayının sıklığında artışların olabileceğini göstermektedir. 808, 812, 1335, 1535 ve 2325 nolu istasyonların YAMA verilerinde MK test istatistiksel olarak anlamlı trend belirleyemezken Şen yöntemi düşük, orta ve yüksek akımlarda azalan trend belirlemiştir. Benzer şekilde 212, 515, 523, 815, 917, 918, 1237, 1612, 2022, 2102, 2164, 2166 ve 2213 istasyonlarının YAMA verilerinde MK test istatistiksel olarak anlamlı trend belirleyemezken Şen yöntemi orta ve yüksek akımlarında azalan trend belirlemiştir. Yani söz konusu istasyonlar için zaman serisinin ikinci yarısında, ilk yarısına göre orta ve yüksek akımlarda azalmalar olduğu söylenebilir. Yüksek ve orta akımlarda azalan trendlerin belirlenmesi gelecekte ki taşkın olaylarının sıklığında azalmalar olacağını göstermektedir.

4.8 Tartışma

Veri uzunluğu 28 -54 yıl arası olan 153 istasyona ait YAMA verilerine Mann Kendall test, modifiye edilmiş Mann Kendall test ve Spearman Rho test uygulanmıştır. MK test sonuçlarına göre 57 istasyonda istatistiksel olarak azalan trend, SR test sonuçlarına göre ise 59 istasyonda istatistiksel olarak azalan trend ve her iki testte göre de 6 istasyonda istatistiksel olarak artan trend belirlenmiştir. Sonuçlara göre negatif trendler Türkiye’nin geneline yayıldığı pozitif trendler ise Türkiye’nin batısında görülmüştür. MK, mMK ve SR testlerinin bulguları Çiğizoğlu vd .(2005) tarafından yapılan çalışmanın bulgularıyla paraleldir. Çalışmalarında 96 istasyona ait maksimum

akımları incelemişlerdir ve sadece 15 istasyonda trend belirlemişlerdir. Bu anlamlı trendlerin arasında sadece 4 istasyonda artan trend belirlerken geri kalanında azalan trend belirlemişlerdir. Ayrıca Topaloğlu (2006) da 84 akım gözlem istasyonuna ait 30 yıllık (1968-1997) maksimum akım verilerini analiz etmiştir. MK test sonuçlarına göre istasyonların (66) çoğunda azalan trend görülmüştür fakat sadece Türkiye'nin batısında bulunan 26 istasyonda %5 anlam seviyesinde anlamlı trend belirlenmiştir. Ayrıca Çoruh ve Van gölü havzasında bulunan iki istasyonda istatistiksel olarak anlamlı artan trend belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda, diğer çalışmalarda yapılan Türkiye havzalarında bulunan istasyonlara ait YAMA verilerinin analizi ile ilgili çalışmalara göre daha fazla istasyon kullanılmıştır ve ayrıca düşük, orta ve yüksek akımlardaki değişimleri grafiksel olarak ayrıntılı bir şekilde analiz eden yeni bir yöntem kullanılmıştır. Şen yöntemi topluma ve çevreye zarar verme olasılığı daha fazla olan orta ve yüksek akımlardaki değişimleri kolay bir şekilde vermektedir. Şekil 4.10' da orta veya yüksek akımlarda artan trendin belirlendiği 22 istasyon verilmiştir. Söz konusu istasyonlarda zaman serisinin ikinci periyodundaki orta veya yüksek akımlarda ilk periyoda göre artışlar görülmüştür. MK ve SR testleri bu istasyonlardan sadece 6' sında (211, 215, 524, 818, 1331 ve 1621) artan monotonik trend belirlemiştir. Yeni yöntemin bulgularına göre gelecekte kuzeydoğu ve batı nehirlerindeki taşkın olaylarının sıklığında artışlar görülebilir. Bilindiği gibi, Türkiye'nin kuzey doğusundaki Çoruh havzası, son zamanlarda ulusal ekonomiye artan bir ilgi kazandırmıştır ve havzada baraj inşaatı konusunda Türk ve Gürcü uzmanları arasında düzenli ortak teknik toplantılar düzenlenmiştir (Tosunoğlu, 2018). Çoruh Havzası Kalkınma Planı'na göre, havzanın tüm nehirleri boyunca 27 baraj ve hidroelektrik santral inşa edilecektir. YAMA serilerindeki olası değişiklikler özellikle bu yapıların planlanması, tasarımı ve yönetimi için önemlidir.



Şekil 4.11 Şen yöntemine göre YAMA verilerinin orta ve yüksek akımlarında artan trendin belirlendiği istasyonlar

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Küresel ısınmanın etkisiyle de meydana gelen küresel iklim değişikliğinin hidroklimatolojik değişkenler üzerindeki etkisini araştırmak için kullanılan en genel yöntem trend analizidir. Hidrolojik çevrimin önemli bir elemanı olan akımlardaki trendlerin araştırılması, su kaynaklarının yönetimi ve planlanmasında oldukça önemlidir.

Bu çalışmada Türkiyede bulunan 26 akarsu havzasında yer alan 153 akım gözlem istasyonuna ait yıllık anlık maksimum akım verileri kullanılmıştır. İstasyonlara ait verilere trend testlerini uygulamadan önce insan kaynaklı veya diğer nedenlerden dolayı verisi ölçülemeyen istasyonların aynı havzadaki diğer istasyonlarla arasındaki korelasyon katsayısına bakılmış ve en yüksek korelasyonun olduğu belirlenerek eksik veriler tahmin edilmiştir. Zaman verisinin verileri tamamlandıktan sonra $\alpha=0.05$ anlam seviyesinde serilerin içsel bağımlılığı araştırılmış ve 24 istasyonda içsel bağımlılık tespit edilmiştir. İçsel bağımlılığı tespit edilen serilere Mann Kendall ve Spearman Rho trend testlerini uygulamadan önce Yue et al. (2002a) tarafından önerilen trend free pre whitening (ön arındırma) prosedürü uygulanmıştır ve bu yöntemle serilerin içsel bağımlılığı giderildikten sonra MK ve SR testleri uygulanmıştır. Ayrıca bu istasyonlara Hamed ve Rao (1998) tarafından önerilen modifiye edilmiş Mann Kendall testi de uygulanarak TFPW'den sonra uygulanan MK ve SR test sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre belirlenen trendlerin anlamlılığının aynı olduğu görülmüştür. İçsel bağımlılığın belirlenmediği serilerin orijinal verilerine MK ve SR testi uygulanmıştır. MK test sonuçlarına göre 57 istasyonda istatistiksel olarak azalan trend, SR test sonuçlarına göre ise 59 istasyonda istatistiksel olarak azalan trend ve her iki testte göre de 6 istasyonda istatistiksel olarak artan trend belirlenmiştir. MK ve SR test sonuçları genellikle paraleldir. Sadece 523 ve 2325 nolu istasyonlarda MK testine göre anlamlı trend yokken, SR testine göre ise anlamlı azalan trend belirlenmiştir. Her iki testte göre de artan trendler; Marmara havzasında bulunan Çatalca (211) ve Dereköy (215), Gediz havzasında bulunan Sazköy (524) Batı Akdeniz havzasında bulunan Sarayköy (818), Batı Karadeniz havzasında bulunan Kocairmak (1331) ve Orta Anadolu havzasında bulunan Sarayköy (1621) istasyonlarında belirlenmiştir. Çalışma sonuçları kapsamında, Türkiye'nin orta, kuzeydoğu, güneydoğu ve doğu bölgelerinde bulunan havzaların YAMA akımlarında

azalan trendler belirlenmiştir. Pozitif trendler ise genellikle ülkenin batısında görülmüştür.

Zaman serisinde belirlenen trendin büyüklüğünü hesaplamak için ise Sen trend eğim metodu kullanılmıştır. Sonuçlara göre trendin büyüklüğü -6.49 (1907) m^3/sn ile 3.56 m^3/sn (1621) değerleri arasında değişmektedir. Ayrıca 153 istasyonun düşük, orta ve yüksek değerlerini ayrıntılı bir şekilde incelemek için verilere, son zamanlarda Şen (2012) tarafından önerilen grafiksel Şen trend metodu uygulanmıştır. Şen yöntemi ise bu iki testten bazı istasyonlarda farklı sonuçlar bulmuştur. Şen yöntemine göre akım verileri düşük, orta ve yüksek değerler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır ve her bir grup için ayrı trend sonuçları verilmiştir. Bu işleme göre bazı istasyonlarda düşük, orta ve yüksek değerler için farklı trend şekillerinin ortaya çıktığı görülmüştür. Yani diğer parametrik olmayan testler gibi tüm zaman serisinde monotonik bir trend bulmak yerine zaman serisini üç gruba ayırmış ve ayrı ayrı trend sonuçları vermiştir. Ayrıca Şen yönteminin uygulamasına göre zaman serisi iki eşit kısma ayrılmış ve serinin ilk yarısı kartezyen koordinat sisteminin x eksenine ikinci yarısı ise y eksenine yerleştirilerek veriler karşılıklı olarak noktalanmıştır ve böylece farklı kategoriler için trend sonuçları görselleştirilerek zaman serisinin ilk ve ikinci yarısına göre düşük, orta ve yüksek akımlarda artma mı azalma mı olduğu yorumu yapabileceği olanağı sağlamıştır. Ayrıca, Şen yöntemi hidrolojik zaman serisinin olasılık dağılım fonksiyonuna bağlı olmadan ve daha az veri sayısı ile analiz yapma olanağı sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında görüldüğü gibi eğer zaman serisinde içsel bağımlılık belirlenmiş ise klasik trend belirleme testlerini uygulamadan önce pre whitening prosedürü veya orijinal seriye modifiye edilmiş Mann Kendall metodu gibi yöntemler uygulanmalıdır. Fakat Şen yönteminde böyle bir kısıt yoktur. Zaman serisinde otokorelasyon (içsel bağımlılık) belirlenmiş ise herhangi bir ön işlem yapmadan yöntem orijinal seriye uygulanabilir. Bu çalışma kapsamında, grafiksel Şen yöntemi 153 istasyonun YAMA verilerine uygulanmış ve her bir veri seti iki zaman periyoduna ayrılarak analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ülkenin kuzeydoğu ve batı bölgelerindeki YAMA verilerinin orta veya yüksek akım değerlerinde birinci zaman periyoduna göre akımlarda artışların olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, gelecekte bu bölgelerde önemli taşkın olaylarının olabileceğini göstermektedir.

Bilindiği üzere YAMA verilerinin taşkın frekans analiz çalışmaları ile farklı tekerrür aralığına karşılık gelebilecek debiler hesaplanabilmektedir. Hesaplanan debiler su yapılarının (taşkın koruma yapıları, taşkın drenaj yapıları, nehirler üzerine kurulan köprüler ve menfezler) tasarımında kullanılan proje debilerinin belirlenmesi için oldukça önem taşımaktadır. Fakat geçmişte yapılan çalışmalara bakıldığı zaman taşkın frekans analizinde kullanılan YAMA verilerinin stasyon (durağan) olduğu ve zaman serisinde istatistiksel açıdan anlamlı trendin olmadığı kabulü ile sonuçlara varılmıştır. Bu tez çalışması sayesinde YAMA verilerinde MK ve SR testlerine göre istatistiksel olarak anlamlı pozitif ve negatif trend tespit edilen bölgeler için geleneksel taşkın frekans dağılımlarının yerine, bu trendleri dağılım parametreleri içinde barındıran yeni dağılımların kullanılmasının su yapılarının daha ekonomik ve güvenilir bir şekilde boyutlandırılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akyürek, M., 2003. Türkiye yıllık ortalama akımların trend analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Alipour, A., Seyedmostafa, H., Sajad B. S. S., Mojtaba, M., 2018. Spatio-temporal analysis of groundwater level in an arid area. *Int. J. Water*, 12(1).
- Altınışık, U., 2015. Doğu karadeniz havzası akımlarının incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Assani, A.A., Charron, S., Matteau, M., Mesfioui, M., Quessy, J.F., 2010. Temporal variability modes of floods for catchments in the St. Lawrence watershed (Quebec, Canada). *Journal of Hydrology*, 385, 292-299.
- Ay, M. ve Kişi, Ö., 2017. Kızılırmak Nehrinde Bazı İstasyonlardaki Akımların Trend Analizi. *İMO Teknik Dergi*, 473: 7779-7794.
- Baggaley, N.J., Langan, S.J., Futter, M.N., Potts, J.M., Dunn, S.M., 2009. Long-term trends in hydro-climatology of a major Scottish mountain river. *Science of Total Environment*, 407, 4633-4641.
- Bai, P., Liu, X., Liang, K., Liu, C., 2016. Investigation of changes in the annual maximum flood in the Yellow River basin, China. *Quaternary International*, 392: 168-177.
- Bennett, K.E., Cannon, A.J., Hinzman, L., 2015. Historical trends and extremes in boreal Alaska river basins. *Journal of Hydrology*, 527, 590-607.
- Beyazıt, M.ve Yeğenoğuz, B. 2013. Mühendisler için istatistik. Birsan yayınevi,197 İstanbul.
- Birsan, M.V., Molnar, P., Burlando, P., Pfandler, M., 2005. Streamflow trends in Switzerland. *Journal of Hydrology* 314, 312–329.
- Burn, D.H., Sharif, M., Zhang, K., 2010. Detection of trends in hydrological extremes for Canadian watersheds. *Hydrological Processes*, 24, 1781-1790.
- Büyükkaracığan, N., Kahya, E., 2009. Konya havzası akarsuları yıllık pik akım serilerinin taşkın frekans analizi. *Teknik- Online dergi*, 8(3): 246-261.
- Cebe, N., 2007. Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Cıgızoğlu, H. K., Bayazıt, M., Önöz, B., 2004. Trend in maximum, mean, and low flows in Turkish rivers. *Journal of Hydrometeorology*, 6.
- Çeribaşı, G. ve Doğan, E., 2015. Trend analizi yöntemi kullanılarak batı ve doğu karadeniz ile sakarya havzası akım miktarlarının değerlendirilmesi. *SDU international technologic science*, 7(2): 1-12.

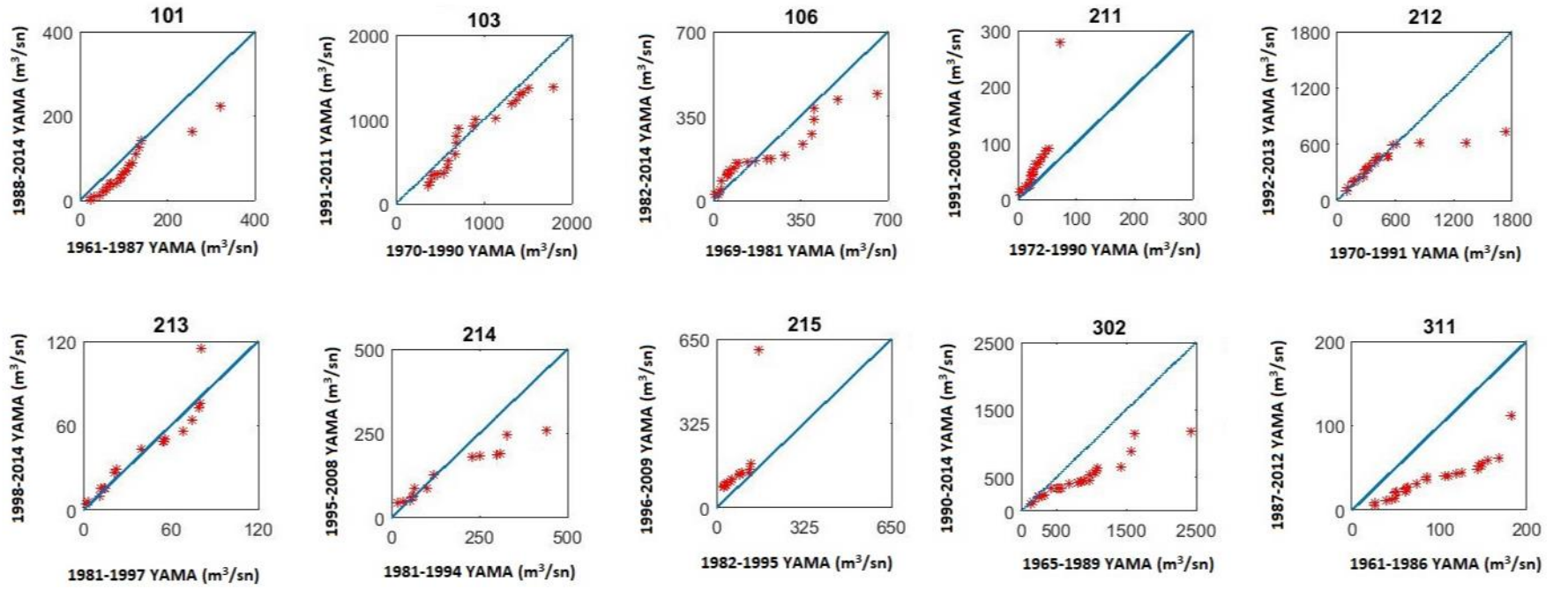
- Dabanlı, I., Şen, Z., Yeleğen, Ö., Şişman, E., Selek, B., Güçlü, Y., 2016. Trend Assessment by the Innovative-Şen Method. *Water Resour Manage*, 30:5193–5203.
- Do, H.X., Westra, S., Leonard, M., 2017. A global-scale investigation of trends in annual maximum streamflow. *Journal of Hydrology*, 552: 28-43.
- Douglas, E.M., Vogel, R.M. and Kroll, C.N., 2000. Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation. *Journal of hydrology*, 240: 90-105.
- Goyal, R., 2004. Sensitivity of evapotranspiration to global warming: a case study of arid zone of Rajasthan (India). *Agricultural water management*, 69:1-11.
- Gümüş, V., 2006. Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Gümüş, V., Yenigün, K., Kırkgöz, M.S., 2011. Göksu nehri himmetli istasyonu aylık ortalama akım gidişlerinin belirlenmesi. *Ç.Ü müh-mim.fak. dergisi*, 26(1).
- Güçlü, Y.S., 2018. Multiple Şen – innovative trend analyses and partial Mann – Kendall test. *Journal of Hydrology*, 566: 685-704.
- Hamed, K.H., ve Rao, A.R., 1998. A modified Mann – Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*, 204: 182-196.
- Hossian, M.S., Rahman, A., Haddad, K., Ishak, E.H., 2013. Trend analysis of flood data in Australia: A case study for Victoria. Adalaide.
- Junderlik, J.M. ve Quarda, T. B. M. J., 2009. Trends in the timing and magnitude of floods in Canada. *Journal of Hydrology*, 375, 471-480.
- Kahya, E. Ve Kalaycı, S., 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal of hydrology*, 289: 128-144.
- Kendall, M.G., 1975. Rank correlation methods. Charles Griffinn: London, UK
- Kişi, Ö. ve Ay, M., 2014. Comparison of Mann–Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey. *Journal of Hydrology*, 513, 362-375.
- Kumar, S. ve Santosh, 2015. Trend analysis of flood peaks in lower reaches of Satluj River, Himachal Pradesh, India. *International Letters of Natural Sciences*, 46, 60-75.
- Lütfü, K., 2005. Doğu Karadeniz Bölgesi Maksimum Yıllık Akımların İstatistik Metodlarla Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Machiwal, D., Jha, M.K., 2012. Hydrologic Time Series Analysis:Theory and Practice Capital Publishing Company, New Delhi, India.

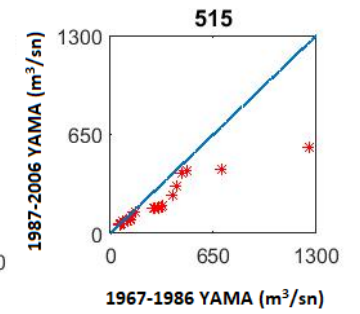
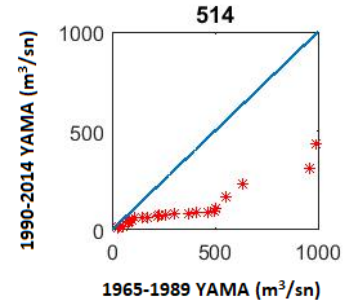
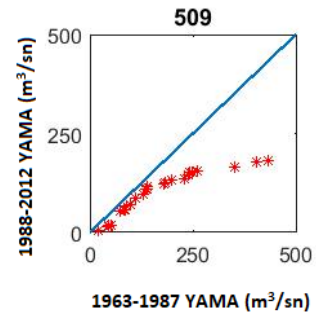
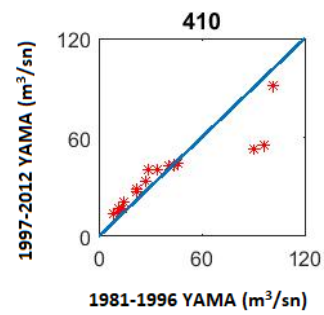
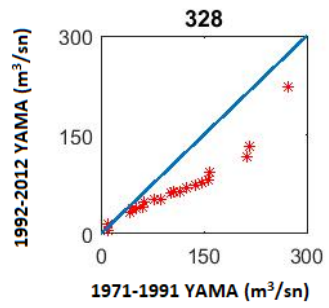
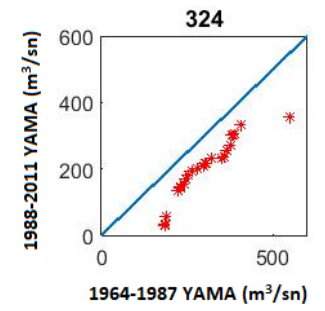
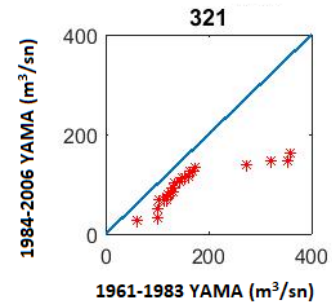
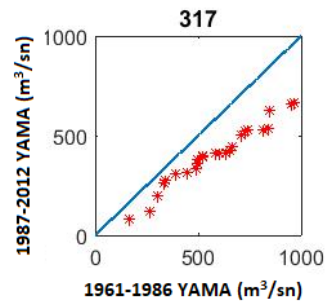
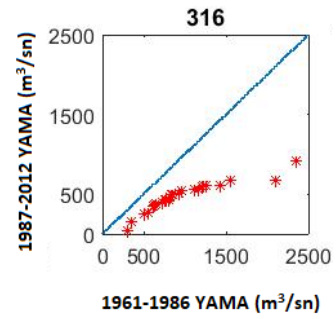
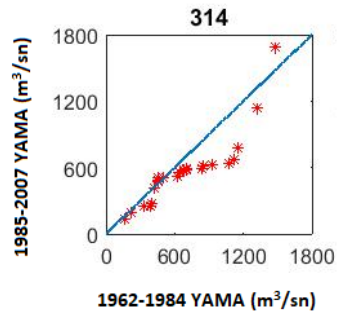
- Mann, H., 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica* 13(3): 245-259.
- Masih, I., Uhlenbrook, S., Maskey, S., Smakhtin, V., 2011. Streamflow trends and climate linkages in the Zagros Mountains, Iran. *Climatic Change*, 104: 317-338.
- Mediero, L., Santillan, D., Garrote, L., Granados, A., 2014. Detection and attribution of trends in magnitude, frequency and timing of floods in Spain. *Journal of Hydrology*, 517, 1072-1088.
- Mondal, A., Khare, D., Kundu, S., 2014. Spatial and temporal analysis of rainfall and temperature trend of Indiaa. *Theor Appl Climatol*, 122: 143-158.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017.
- Özel, N., Kalaycı, S., Sevimli, M.F., Büyükyıldız, M., 2004. Sakarya nehri havzası aylık akım verilerinin parametrik olmayan yöntemlerle trend analizi. *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 19(2).
- Petrow, T. ve Merz, B., 2009. Trends in flood magnitude, frequency and seasonality in Germany in the period 1951-2002. *Journal of Hydrology*, 371, 129-141.
- Salas, J., 1993. Analysis and modeling of hydrologic time series. (Maidment, D.R., *Handbook of hydrology*), McGraw Hill, 19.1-19.72, New York.
- Seyam, M. ve Othman, F., 2015. Long-term variation analysis of a tropical river's annual streamflow regime over a 50-year period. *Theor Appl Climatol*, 121:71–85.
- Sen, P.K., 1968. Estimates of regression coefficient based on kendall's tau. *Journal of the american statistical association*, 63: 1379-1389.
- Sharma, P.J., Loliyana V.P., Timbadiya, P.V. ve Patel, P.V., 2017. Investigation of long-term trends and temporal variability in annual rainfall across purna river basin, India. *Smart Water Management*, 49: 19-21.
- Somali, P. ve Kumar, D., 2013. Review of trend detection methods and their application to detect temperature changes in India. *Journal of Hydrology*, 476: 212-227.
- Song, W., Jiang, Y., Lei, X., Wang, H., Shu, D., 2015. Annual runoff and flood regime trend analysis and the relation with reservoirs in the Sanchahe River Basin, China. *Quaternary International*, 197-206.
- Şen, Z., 2002. İstatistik veri işleme yöntemleri. Su vakfi, 243, İstanbul.
- Şen, Z., 2012. Innovative Trend Analysis Methodology. *J Hydrol Eng*, 17(9): 1042-1046.
- Tabari, H., Nikbakht, J., Talaei, P., 2012. Identification of Trend in Reference Evapotranspiration Series with Serial Dependence in Iran. *Water Reseour Manage*, 26: 2219-2232.

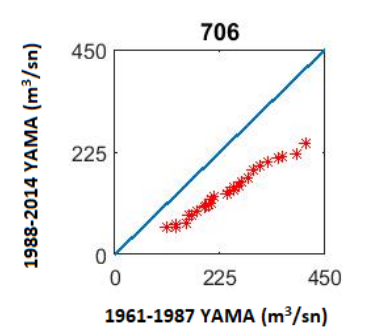
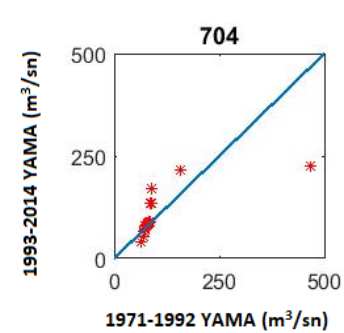
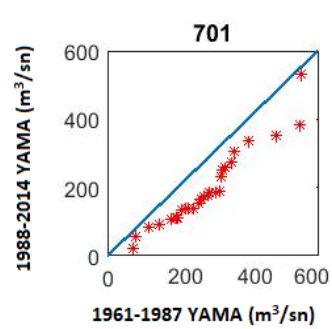
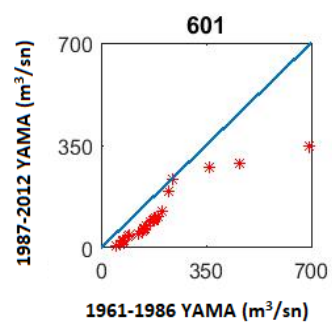
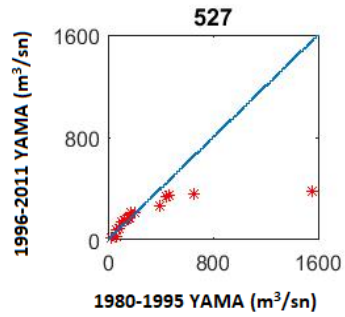
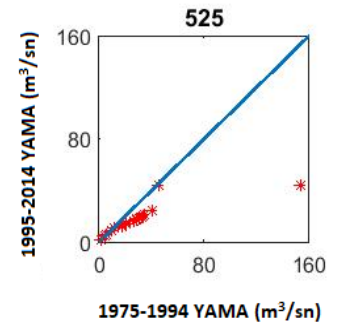
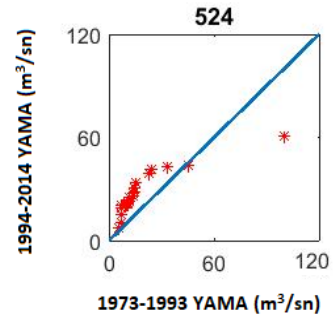
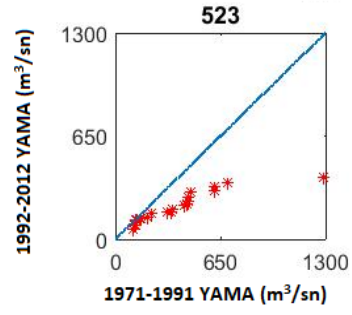
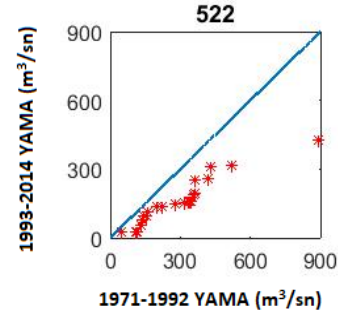
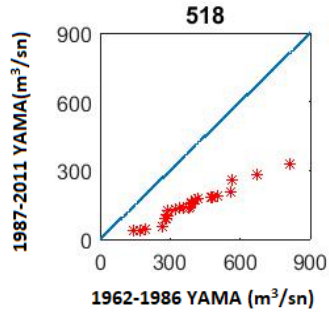
- Tekkanat, İ.S.ve Sarış, F., 2015. Porsuk ayı Havzasında akarsu akımlarında gözlenen uzun dönemli eğilimler. Türk coğrafya dergisi, 64: 69-83.
- Timbadiya, P.V., Mirajkar, A.B., Patel, P.L. ve Porey, P.D., 2012. Identification of trend and probability distribution for time series of annual peak flow in Tapi Basin, India. Journal of hydraulic engineering, 19(1): 11-20.
- Topaloğlu, F., 2006. Trend Detection of Streamflow Variables in Turkey. Fresenius Environmental Bullettin, 15(7).
- Tosunoğlu, F., 2017. Trend analysis of daily maximum rainfall series in oruh basin,Turkey. Iğdır Univ.J.Inst.Sci.&Tech, 7(1): 195-205.
- Tosunoğlu, F. (2018). Trend analyses of turkish euphrates basin streamflow by innovative şen's trend method and traditional mann-kendall test. Fresenius Environmental Bulletin, 27(1): 446-458.
- Von Storch, H., 1995. Misuses of statistical analysis in climate research. (Von Storch, H., Navarra, A.), Verlag, pp: 11-26, Berlin.
- Yeh, C., Wang, J., Yeh, H., Lee, C., 2015. Spatial and Temporal Streamflow Trends in Northern Taiwan. Water, 7 : 634-651.
- Yenigün, K., Gümüş, V., Bulut, H., 2008. Trends in streamflow of the Euphrates basin,Turkey. Water Management, 161: 189-198.
- Yenigün, K. ve Ülgen, M.U., 2015. İklim değişikliği ekseninde maksimum akım verilerindeki trendler ve baraj güvenliğine etkisinin izlenmesi. Ulusal Hidroloji Kongresi, 7(2): 343-354.
- Yu., Y., Zou, S., Whittemore, D., 1993. Non parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas. Journal of hydrology, 150: 61-80.
- Yue, S.,Pilon, P., Phinney, B., Cavadias, G., 2002a. The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. Hydrological processes, 16: 1807 – 1829.
- Yue, S., Pilon, P., Cavadias, G., 2002b. Power of the Mann – Kendall and Spearman's Rho tests for detecting monotonic trends in hyrological series. Journal of Hydrology, 259: 254-271.

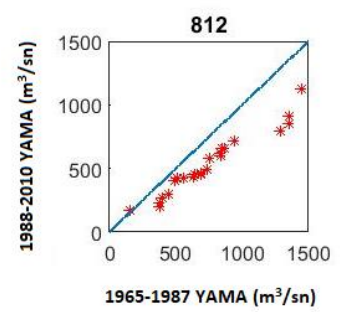
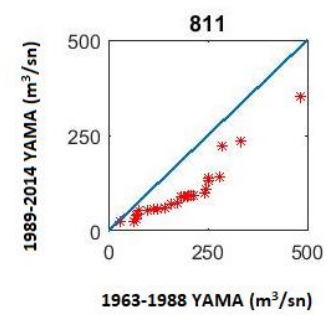
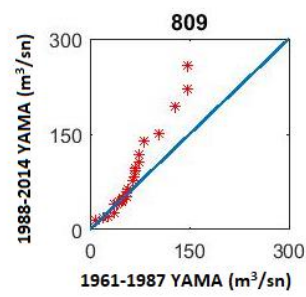
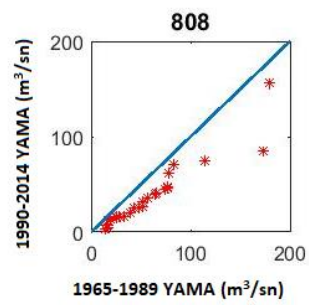
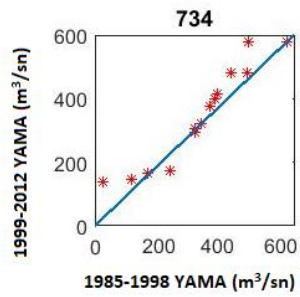
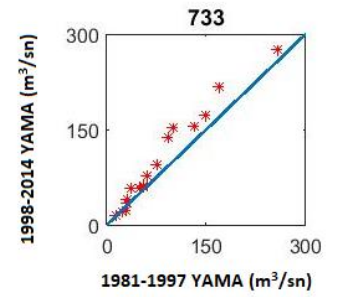
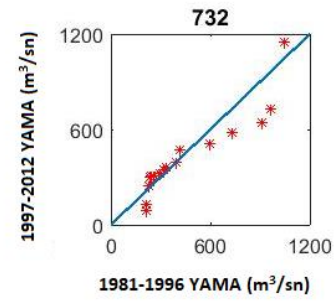
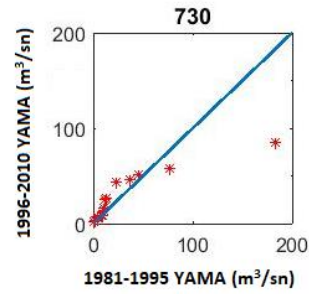
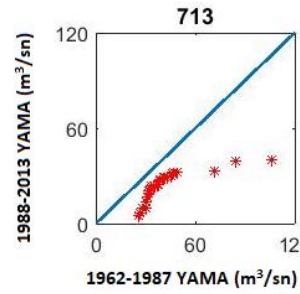
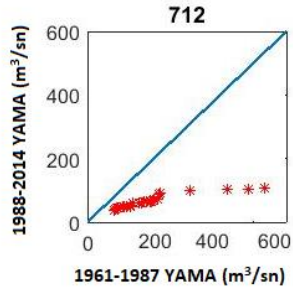
EKLER

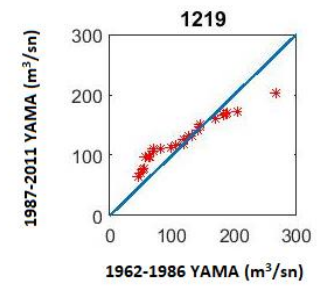
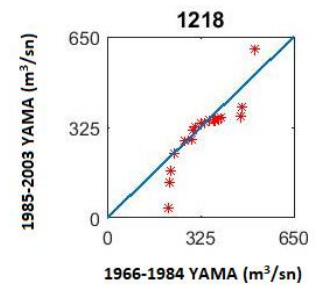
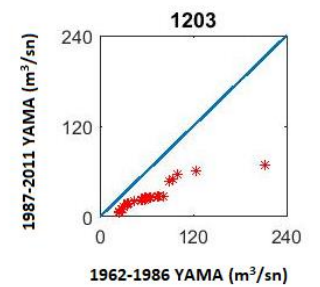
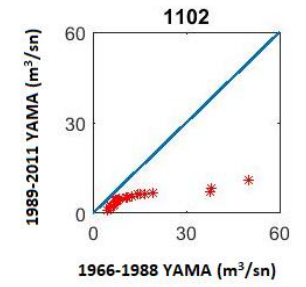
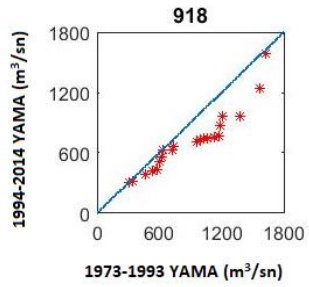
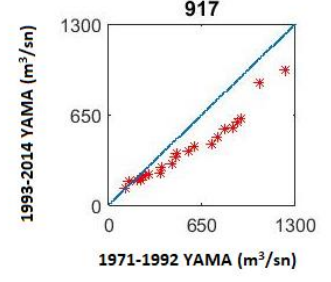
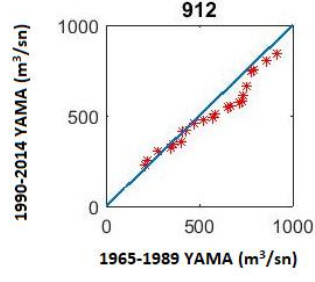
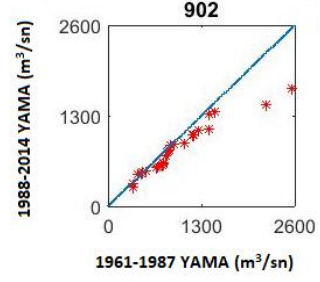
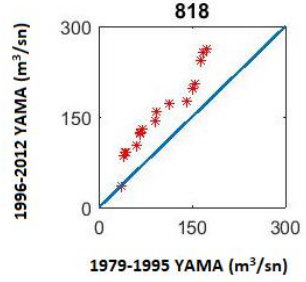
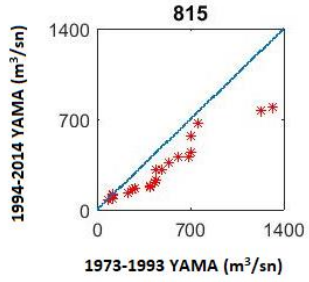
EK 1: 153 akım gözlem istasyonuna ait YAMA verilerinin Şen testi sonuçları

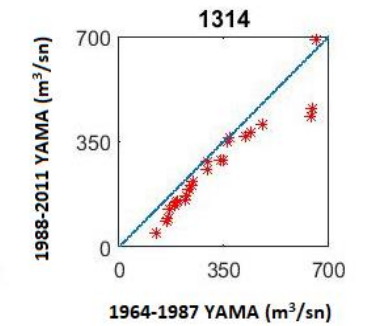
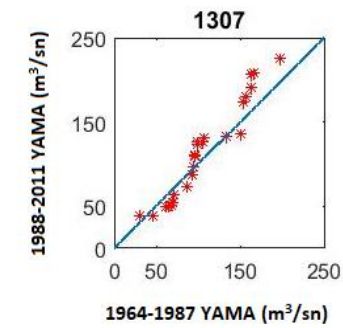
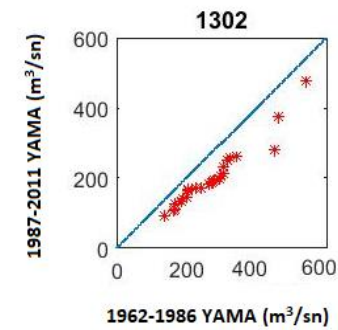
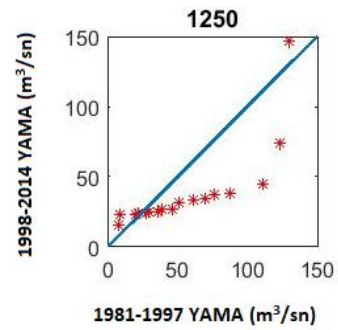
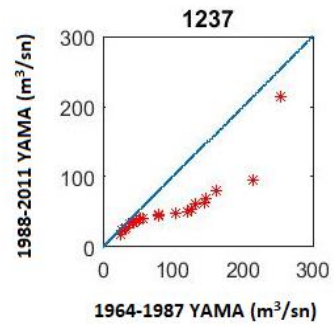
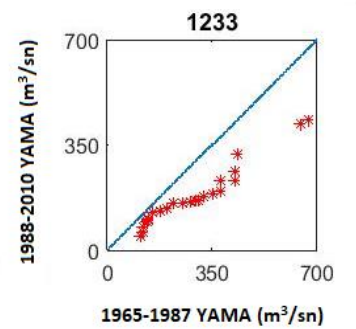
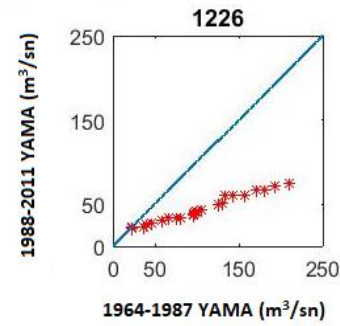
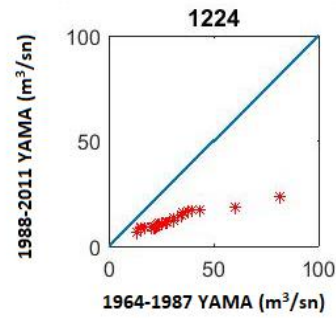
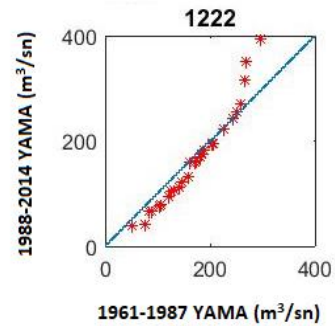
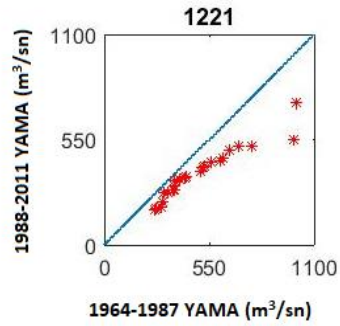


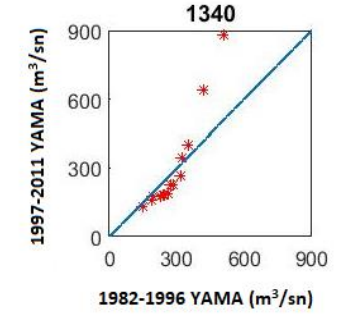
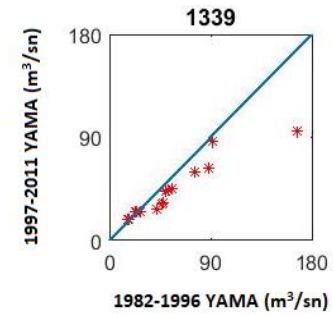
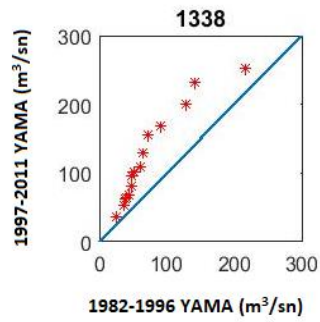
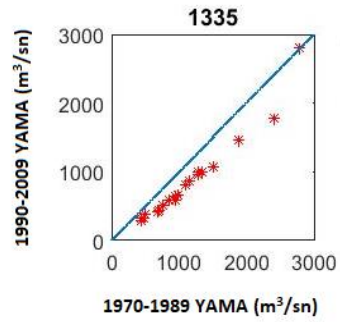
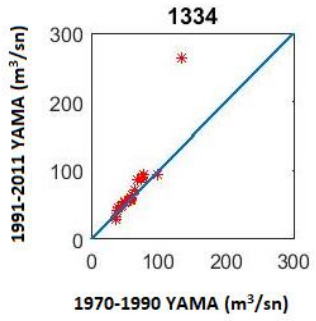
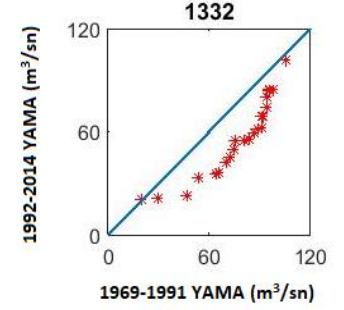
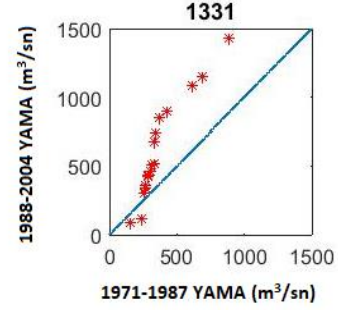
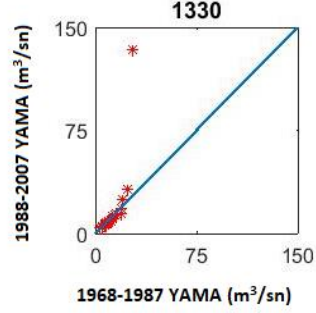
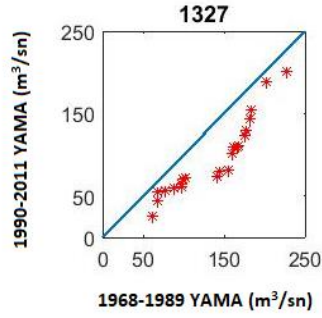
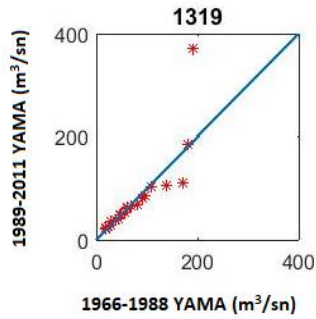


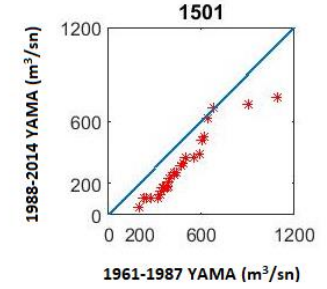
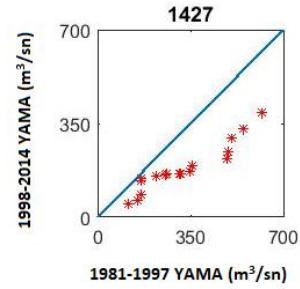
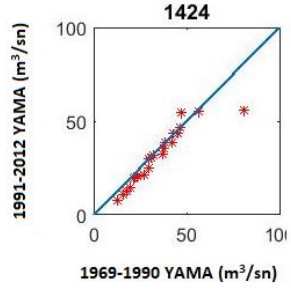
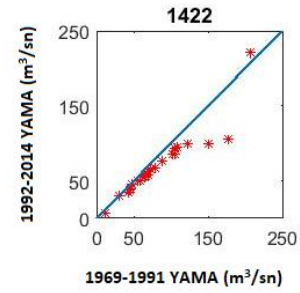
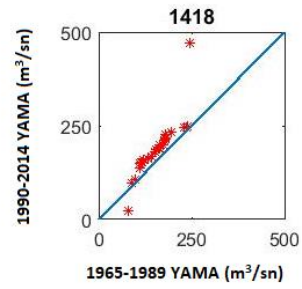
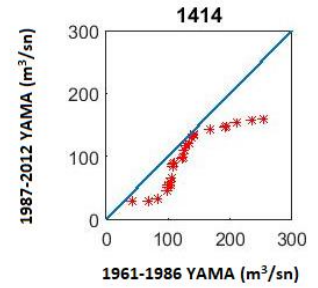
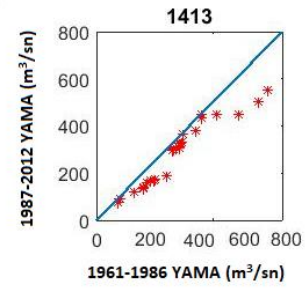
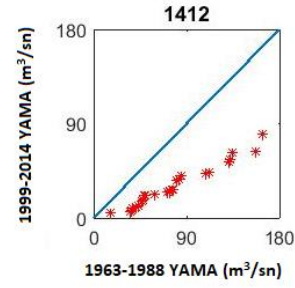
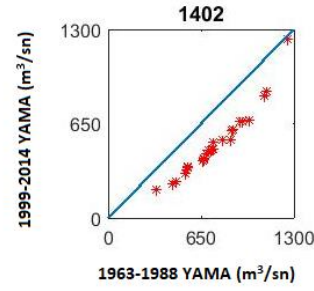
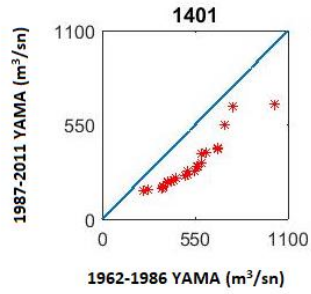


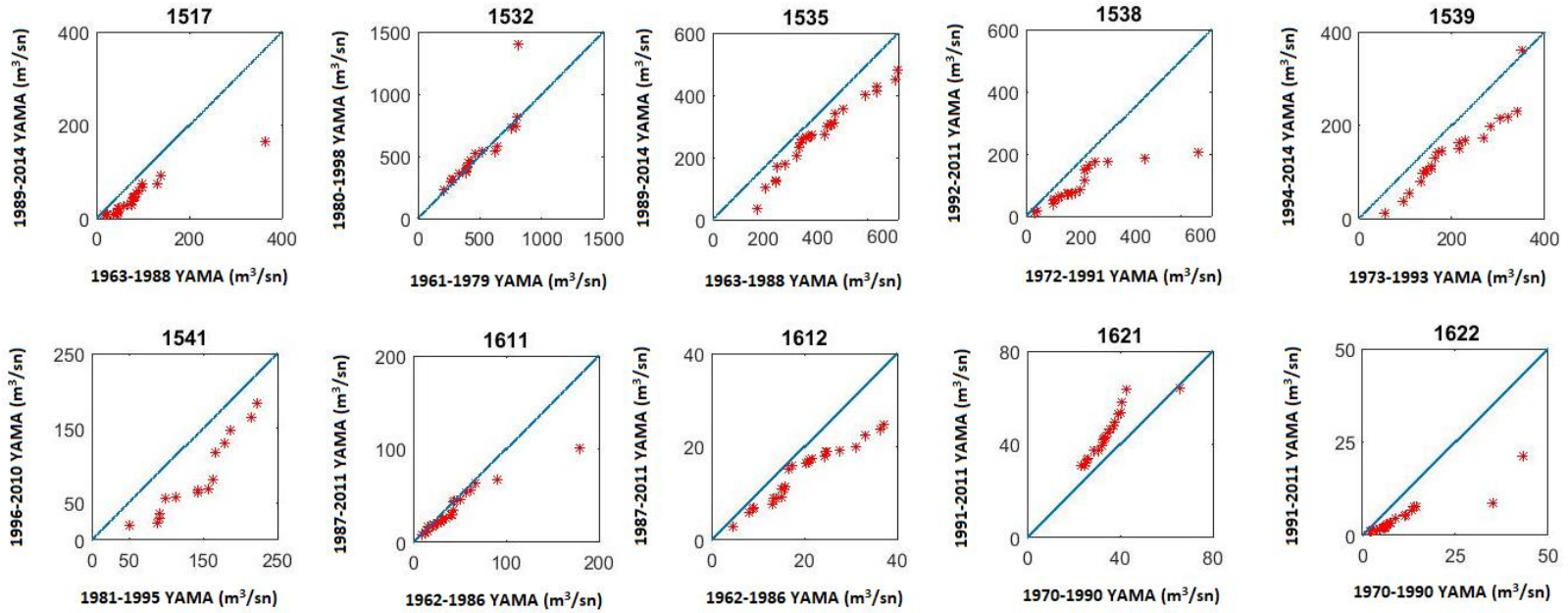


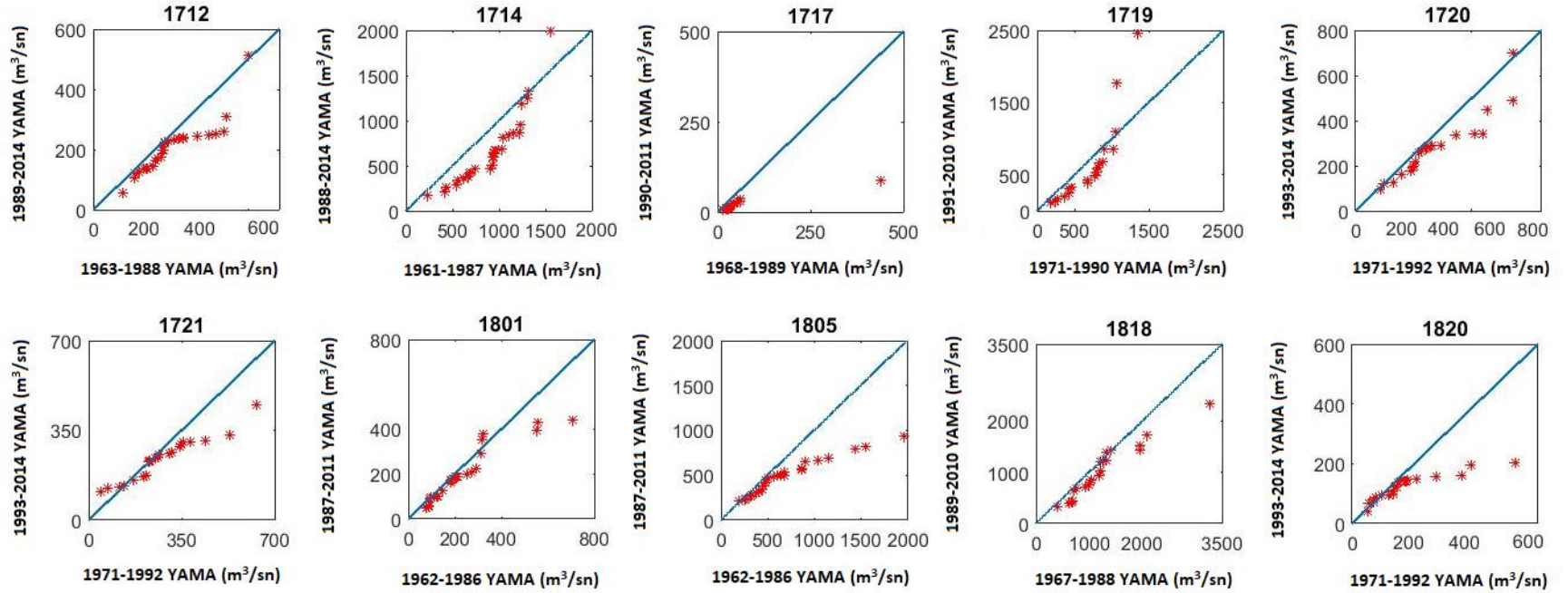


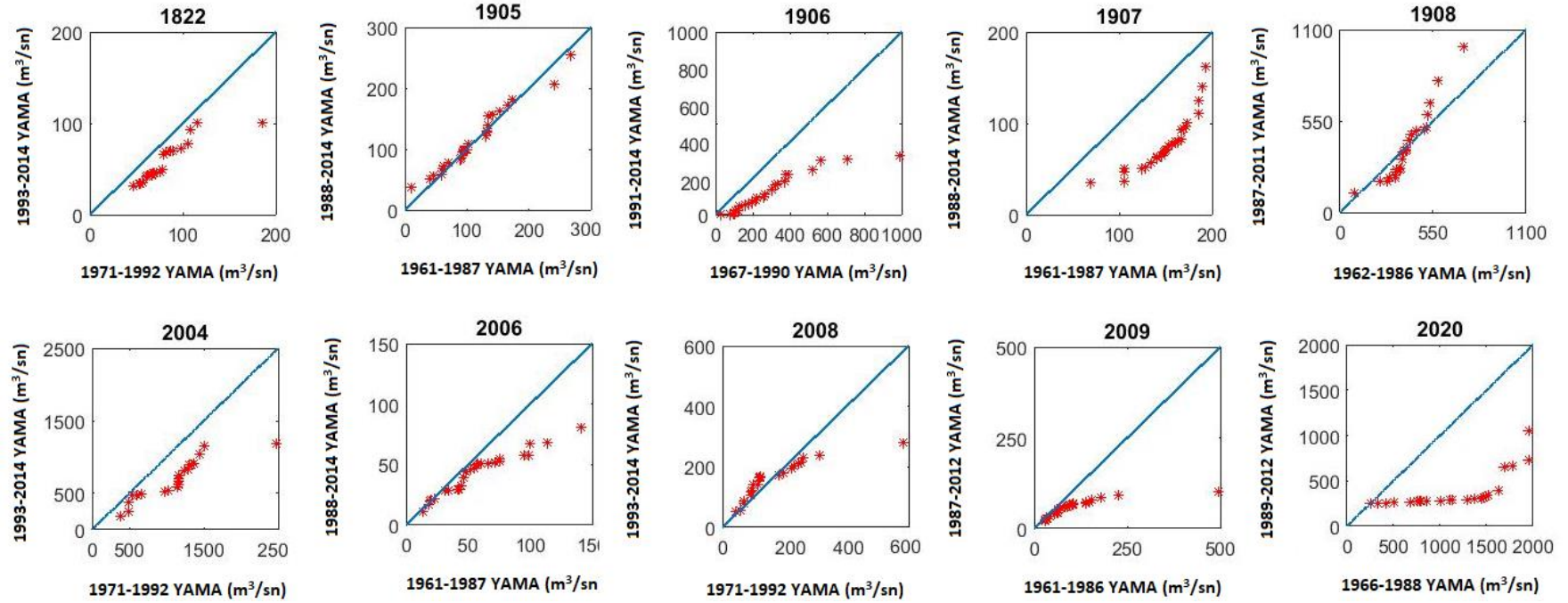


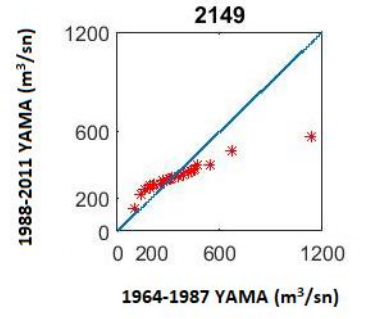
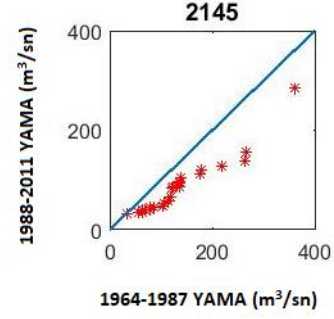
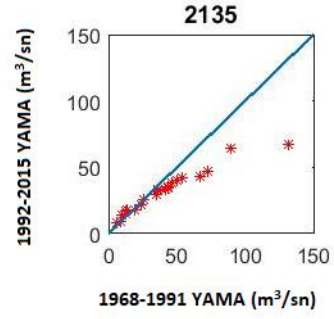
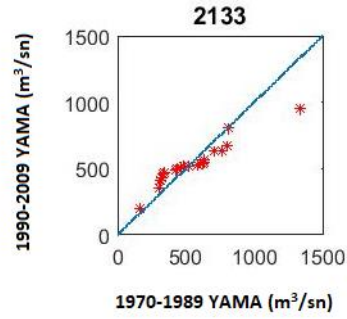
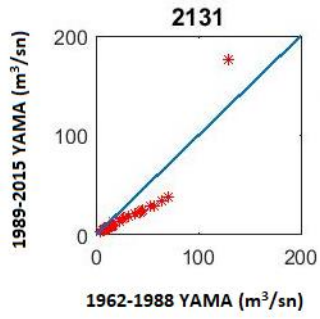
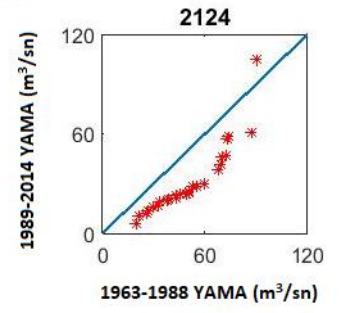
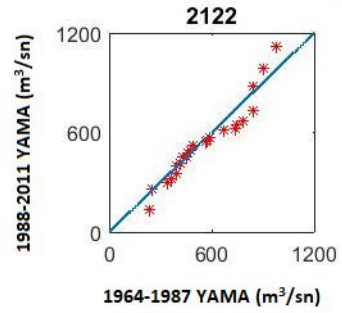
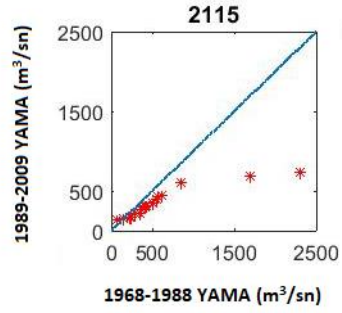
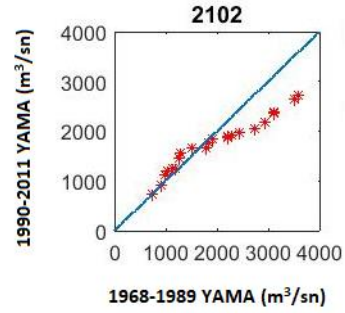
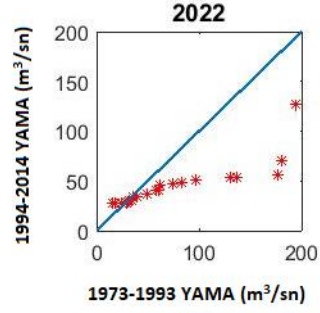


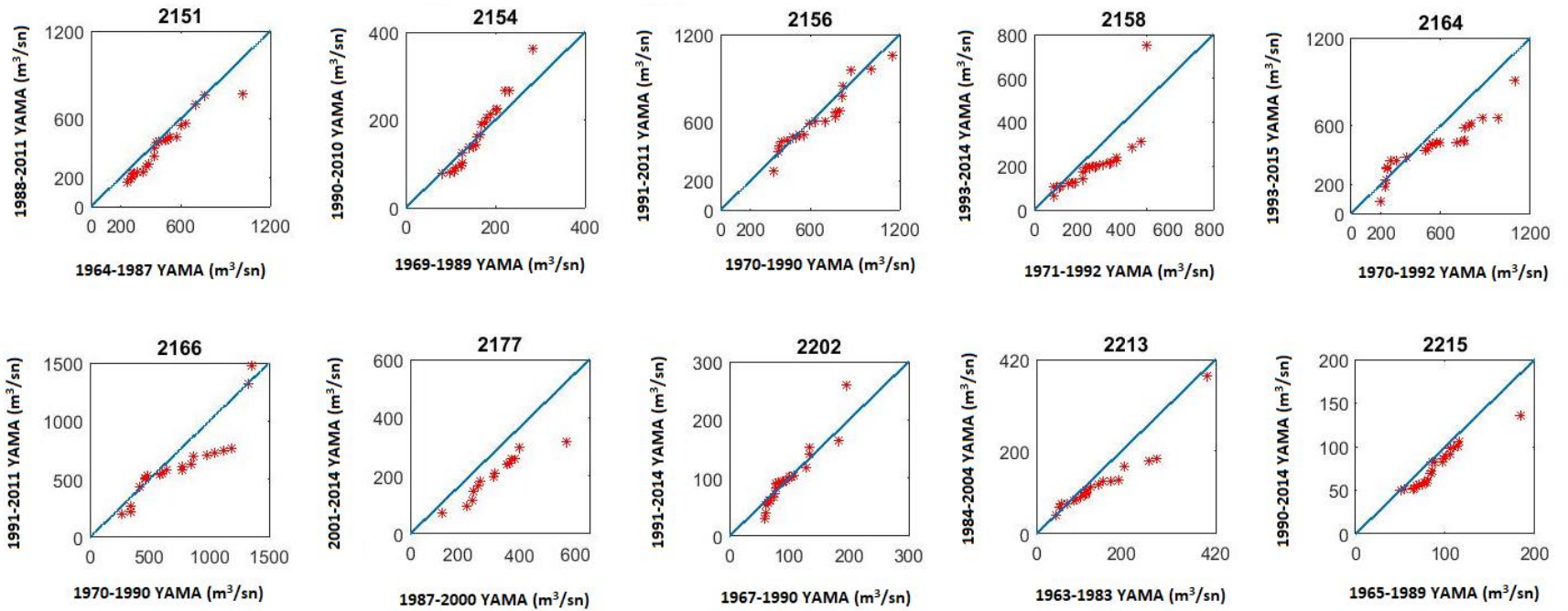


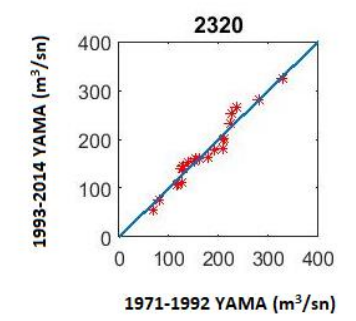
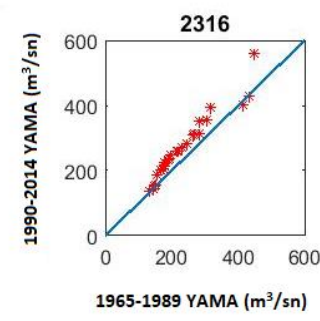
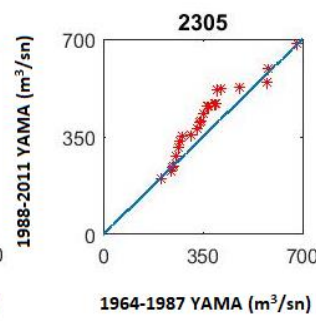
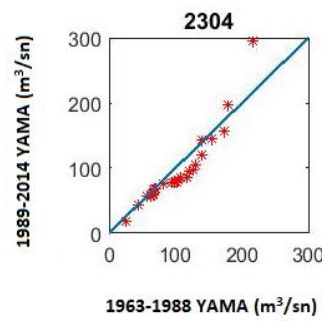
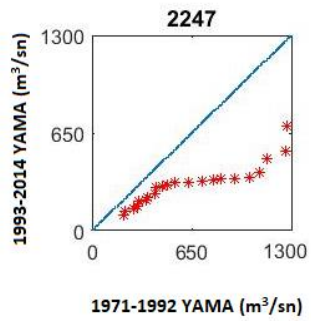
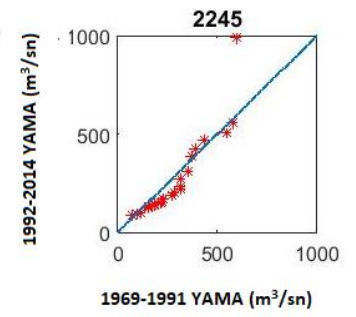
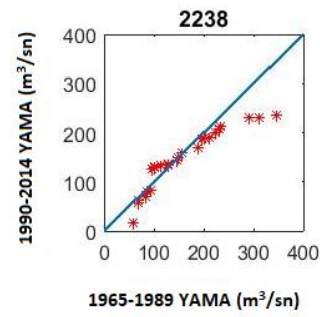
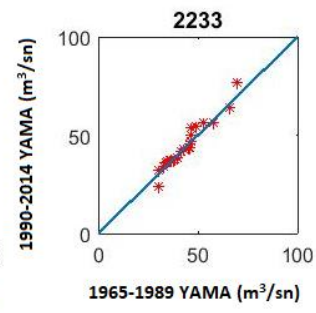
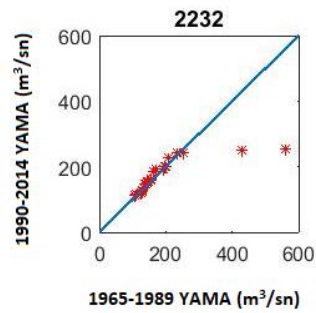
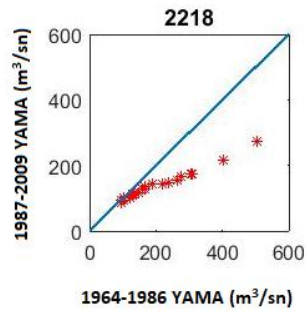


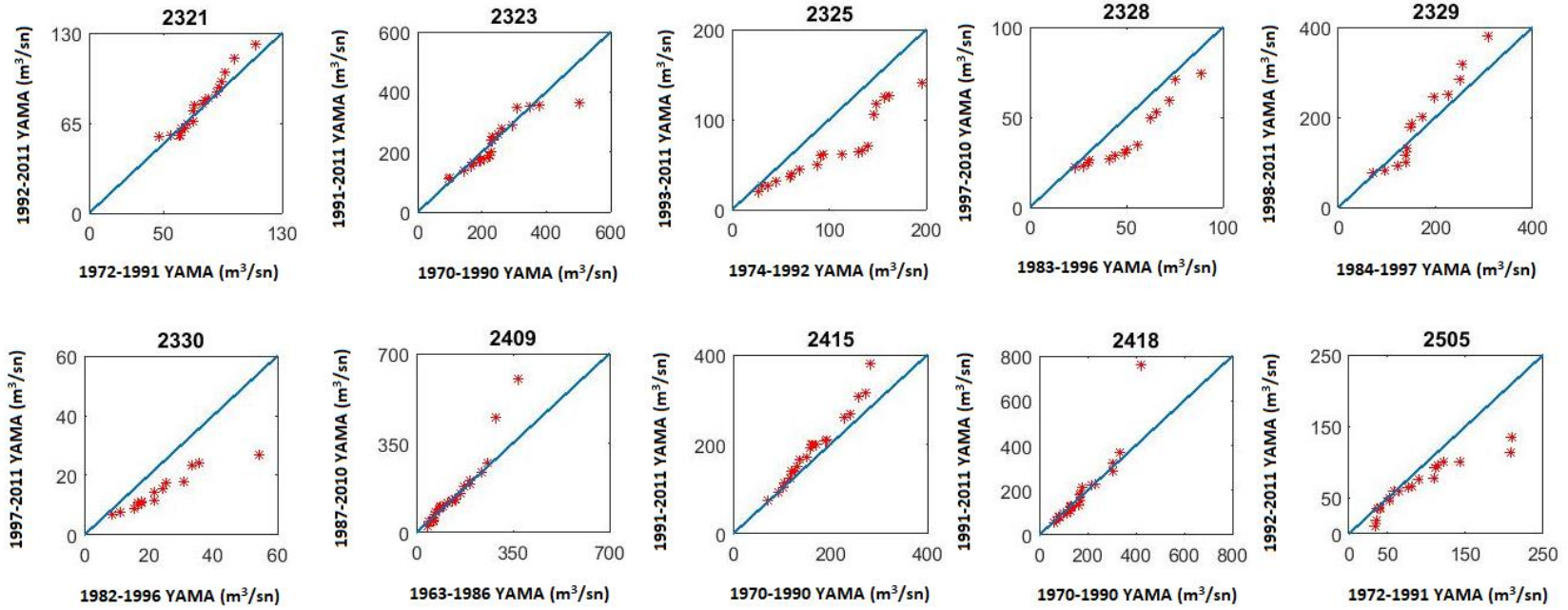


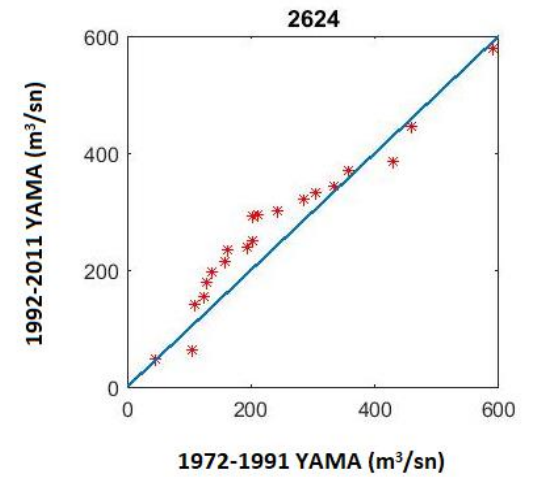
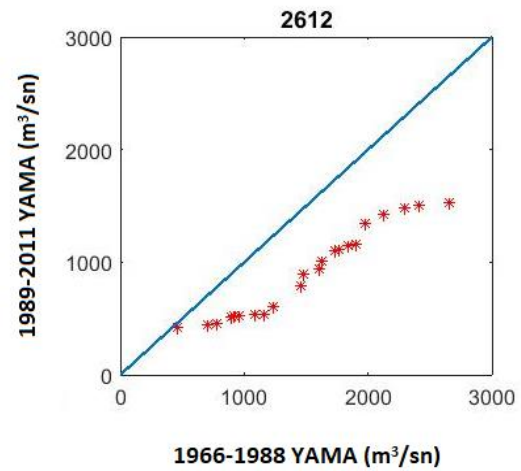
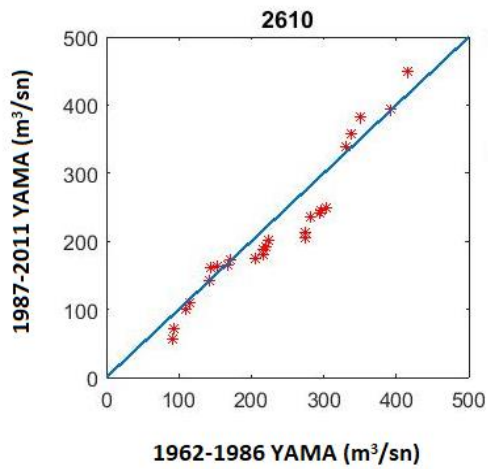






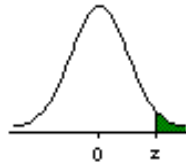






EK 2: Standart Normal Dağılım Tablosu

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2297	0.2266	0.2236	0.2207	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1563	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1094	0.1075	0.1057	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0126	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0076	0.0073	0.0071	0.0070	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0042	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.6	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.9	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



(Eğrinin altında kalan sağ taraftaki alanı verir)

EK 3: T tablosu

df	α											
	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.710	15.890	31.820	63.660	127.300	318.300	636.600
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	4.849	6.965	9.925	14.090	22.330	31.600
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	3.482	4.541	5.841	7.453	10.210	12.920
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	2.999	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	2.757	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	2.612	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.517	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.449	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.398	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.359	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.328	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.303	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.282	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.264	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.249	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.235	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.224	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.214	2.552	2.878	3.197	3.611	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.205	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.197	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	.663.	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.189	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.183	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.177	2.500	2.807	3.104	3.485	3.768
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.172	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.167	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.162	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.150	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.154	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.150	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.147	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.123	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
50	0.679	0.849	1.047	1.295	1.676	2.009	2.109	2.403	2.678	2.937	3.261	3.496
60	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.099	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
80	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.088	2.374	2.639	2.887	3.195	3.416
100	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.081	2.364	2.626	2.871	3.174	3.390
1000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.056	2.330	2.581	2.813	3.098	3.300
∞	0.674	0.841	1.036	1.282	1.640	1.960	2.054	2.326	2.576	2.807	3.091	3.291

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı :Muhammet YILMAZ
Uyruğu :T.C
Doğum Tarihi ve :01.07.1992 /ERZURUM
Yeri
Medeni Hali :Evli
Telefon :+90(536) 566 98 56
e-mail :muhammet.yilmaz@erzurum.edu.tr

Eğitim

Derece	Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Erzurum Teknik Üniversitesi	2019
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	2016
Lise	Nevzat Karabağ Anadolu Öğretmen Lisesi	2010

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Karayolları 12. Bölge Müdürlüğü Erzurum - 2017

Uluslararası Kongre Sunum (Sunum tarihleri dikkate alınmalıdır)

International Conference Engineering and Life Science Icelis / 26-29 Nisan 2018

5th International Symposium on Dam Safety and Exhibition/ 27 Ekim-1 Kasım 2018