

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**TREND ANALİZİ YÖNTEMLERİ : ORTA FIRAT HAVZASI
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Arzu YILDIRIM**

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

MAYIS, 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**TREND ANALİZİ YÖNTEMLERİ : ORTA FIRAT HAVZASI
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Arzu YILDIRIM
(301121005)**

**Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı
Enerji Bilim ve Teknoloji Programı**

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Bihrat ÖNÖZ (İTÜ)

MAYIS, 2015

İTÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301121005 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Arzu YILDIRIM**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği tüm şartları yeine getirdikten sonra hazırladığı “**TREND ANALİZİ YÖNTEMLERİ : ORTA FIRAT HAVZASI UYGULAMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri önünde başarıyla sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Şevket ÇOKGÖR**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Burak BARUTÇU

İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2015**

Savunma Tarihi : **25 Mayıs 2015**

ÖNSÖZ

Enerji, günümüz Dünya'sında varlığımızı idame ettirmemizi sağlayan en temel ihtiyaçların başında gelir ve aynı zamanda miktarı ve ulaşılabilirliğine bakılarak ülkelerin gelişmişlik seviyeleri hakkında bilgi verir. Muasır medeniyetler seviyesine yükselebilmemiz için ülkemiz için de enerji kaynakları ulaşılabilir olması, güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde temin edilebilmesi çok önemlidir. Ek olarak; Dünya politikasında söz sahibi olabilmek için enerji kaynaklarına yapılan yatırım hayati önem taşımaktadır. Burdan yola çıkarak; enerji kaynaklarından biri olan HES'in kurulmasının önkoşullarından biri olan debinin sürekliliğinin tespiti amacıyla trend analizi yöntemini, tezim boyunca, belirlenmiş havza için uyguladım. Bu süreçte benden akademik desteğini esirgemeyen, tecrübelerini benimle paylaşan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Bihrat ÖNOZ'e teşekkürlerimi sunarım. İlkokuldan bugüne, benden maddi-manevi desteklerini esirgemeyen anneme, babama, kardeşime, ikinci annem ve babam olana dayılarıma ve teyzelerime teşekkürü bir borç bilirim, minnetlerimi sunarım.

Mayıs 2015

Arzu YILDIRIM
(Makine Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı	2
1.2. Tezde İzlenen Yöntem	3
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	5
3. YÖNTEM.....	7
3.1. Trend Analizi Tanımı ve Önemi	7
3.1.1 HES kurulumunda trend analizinin önemi	8
3.2 Trend Analizi Metotları	8
3.2.1 Mann-Kendall analizi	9
3.2.2 Sen'in T eğrisi analizi	10
3.2.3 Şen trend analizi	11
4. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER	13
4.1 Çalışma Alanının Tanıtılması	13
4.1.1 Çalışma alanı hakkında genel bilgiler	14
4.2 İstasyonlar İçin Eğilim Çizgilerinin Belirlenmesi	15
4.3 Mann-Kendall Metodu ile Trend Analizi	17
4.3.1 2102 nolu AGİ için Mann-Kendall analizi.....	17
4.3.2 2122 nolu AGİ için Mann-Kendall analizi.....	17
4.3.3 2157 nolu AGİ için Mann-Kendall analizi.....	18
4.3.4 2158 nolu AGİ için Mann-Kendall analizi.....	19
4.3.5 2164 nolu AGİ için Mann-Kendall analizi.....	19
4.3.6 Aylık değerler için Mann-Kendall analizi.....	20
4.4 Sen'in T Testi ile Trend Analizi	22
4.4.1 2102 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi	22
4.4.2 2122 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi	22
4.4.3 2157 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi	23
4.4.4 2158 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi	23
4.4.5 2164 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi	23
4.4.6 Aylık değerler için Sen'in T testi analizi	23
4.5 Şen'in Metodu ile Trend Analizi	25
4.5.1 2102 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi	25
4.5.2 2122 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi	27
4.5.3 2157 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi	28
4.5.4 2158 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi	29

4.5.5	2164 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi	30
4.6	Şen'in Trend Analizi Yöntemi İle Ay Bazında Trend Değişimleri	30
4.6.1	Ekim ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	31
4.6.2	Kasım ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	33
4.6.3	Aralık ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	35
4.6.4	Ocak ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	37
4.6.5	Şubat ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	39
4.6.6	Mart ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	41
4.6.7	Nisan ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	43
4.6.8	Mayıs ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	45
4.6.9	Haziran ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	47
4.6.10	Temmuz ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	49
4.6.11	Ağustos ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	51
4.6.12	Eylül ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi	53
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	55
	KAYNAKLAR.....	59
	ÖZGEÇMİŞ.....	61
	

KISALTMALAR

AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
DSİ	: Devlet Su İşleri
DSE	: Debi Süreklilik Eğrisi
HES	: Hidroelektrik Santrali
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
Q_{med}	: Eğimlerin, Q_i değerlerinin medyanı
S_{MK}	: Mann-Kendall test istatistiği
Z_{MK}	: Test istatistiği
p_{MK}	: Olasılık değeri
ρ	: Otokorelasyon katsayısı

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1: Türkiye'nin Kurulu Enerji Kapasitesinin Kaynaklara Göre Dağılımı	1
Çizelge 1.2: 2013 Yılı su Kaynakları Potansiyelinin Dağılımı	2
Çizelge 4.1: AGİ bazında fiziki veriler.....	14
Çizelge 4.2: AGİ bazında Mann-Kendall parametre değerleri.....	17
Çizelge 4.3 : 2102 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri	177
Çizelge 4.4: 2122 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri	18
Çizelge 4.5: 2157 nolu AGİ'ye ait Mann-Kendall parametreleri	188
Çizelge 4.6: 2158 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri	19
Çizelge 4.7: 2164 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri	20
Çizelge 4.8: Aylık değerler için Mann-Kendall testi sonuçları.....	21
Çizelge 4.9: 2102 nolu AGİ için Q_{med} değerleri	222
Çizelge 4.10: 2122 nolu AGİ için Q_{med} değerleri	222
Çizelge 4.11: 2157 nolu AGİ için Q_{med} değerleri	233
Çizelge 4.12: 2158 nolu AGİ için Q_{med} değerleri	233
Çizelge 4.13: 2164 nolu AGİ için Q_{med} değerleri	233
Çizelge 4.14: Aylık değerler için Sen testi sonuçları.....	24
Çizelge 5.1: Tüm AGİler için Mann-Kendall analizi sonuçları	566
Çizelge 5.2: Tüm AGİler için Sen'in T eğrisi eğimi sonuçları.....	566
Çizelge 5.3: Trend analizi test sonuçlarının karşılaştırılması.....	57

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1: Şen yöntemi	11
Şekil 4.1: Türkiye'nin Hidrolojik Havzaları ve Dicle-Fırat Havzası.....	13
Şekil 4.2: Pilot Bölge ve Türkiye'deki Lokasyonu.....	14
Şekil 4.3: 2102 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.....	15
Şekil 4.4: 2122 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.....	15
Şekil 4.5: 2157 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.....	16
Şekil 4.6: 2158 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.....	16
Şekil 4.7: 2164 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.....	16
Şekil 4.8: 2102 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.....	26
Şekil 4.9: 2122 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.....	27
Şekil 4.10: 2157 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.....	28
Şekil 4.11: 2158 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.....	29
Şekil 4.12: 2164 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.....	30
Şekil 4.13: Ekim ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	32
Şekil 4.14: Kasım ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	34
Şekil 4.15: Aralık ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	36
Şekil 4.16: Ocak ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	38
Şekil 4.17: Şubat ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	40
Şekil 4.18: Mart ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	42
Şekil 4.19: Nisan ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	44
Şekil 4.20: Mayıs ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	46
Şekil 4.21: Haziran ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	48
Şekil 4.22: Temmuz ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	50
Şekil 4.23: Ağustos ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	52
Şekil 4.24: Eylül ayı için Şen metodu ile trend analizi.....	54

TREND ANALİZİ YÖNTEMLERİ : ORTA FIRAT HAVZASI UYGULAMASI

ÖZET

Dünya’da ve ülkemizde son yılların ve gelecek yılların en önemli konusu ve dış politika malzemesi enerjidir. Kısıtlı enerji kaynakları olan bir ülke olarak enerjinin her türünden yararlanmak ve geliştirmek başlıca ideallerimiz içerisinde olmalıdır.

Enerji kaynaklarının dağılımına bakıldığında madenler açısından fakir bir ülke olduğumuz yadsınamaz bir gerçektir. Bu noktada; önceliğimiz var olan kaynaklarımızdan yararlanmak olmalıdır. Yenilebilir enerji kaynaklarına yönelen ülkemizde bu alanlarda yapılan gelişmeler kısıtlı olmakla birlikte, henüz yeterli bir tecrübe seviyesine ulaşılmamıştır. Birçok yenilenebilir enerji santrali kurulumunda (rüzgar, güneş santrali vs.) dış kaynaklardan fazlaca yararlanılmakta olup, mutlak surette bir danışmanlık hizmeti alınarak ilerlenilmektedir. Bu kaynaklara kıyasla ülkemizde HES’lerin belirli bir geçmişi ve edinilmiş bir bilgi birikimi söz konusudur.

HES kurulumu öncesinde dikkat edilen ilk nokta; kurulum yapılacak olan noktadaki akımların geçmiş senelerden günümüze kadarki değerlerinin analizidir. Analiz sonrasında verilerin belirli zamanlarda bir artış/azalış trend gösterip göstermediğine bakılır. Azalış trendinde olan bir noktada HES kurulumu konusunda dikkatli olunmalı ve tasarım aşamasında akımların ve dolayısı ile kurulu gücün belirlenmesinde titizlikle çalışılmalıdır. Çalışmada Orta Fırat Havzasındaki 5 farklı gözlem istasyonunun mevcut verileri dikkat alınarak bu noktadaki akım trendleri incelenmiştir.

Sıkça kullanılan trend analizi yöntemlerinden Mann-Kendall ve Sen’s T slope testi 5 istasyona ait akım verileri üzerinde uygulanmıştır. Analiz yapılmadan önce mevcut verilerde hiçbir değişiklik yapılmadan grafik üzerinde dağılımı gösterilmiştir.

İlk olarak klasik bir trend analizi metodu olan Mann-Kendall testi yapılmıştır ve istasyonlarda trend varlığı araştırılmıştır. İkinci yöntem ile de Sen’s Slope varlığı tespit edilmeye çalışılmış ve bu şekilde trend varlığı araştırılmıştır. Tezde kullanılan esas trend analizi yaklaşımı ise Şen’in yöntemidir. Bu yöntem ile akım verileri yıl/ay bazında beş ayrı istasyon için incelenmiş ve trend varlığı araştırılmıştır.

TREND ANALYSIS METHODS : MIDDLE FIRAT REGION APPLICATION

SUMMARY

The most important issue and foreign policy of last years and future not only at our country but also universe, is energy. Considering our restricted energy sources as a country, utilizing and development all kind of energy is supposed to be within our main ideals. Resources and energy supply security have great importance for Turkey. Significant progresses has been made for energy supply security in recent years. Government is paying attention to legal and technical studies based on establishing and use of local and renewable energy sources.

Turkey's basic energy policies are;

- Creating difference source countries
- Availability of different routes
- Increasing participation of renewable energy sources
- Increasing the regional and global effectiveness of our country in the field of energy
- Reducing foreign dependency
- Making nuclear energy an alternative
- Increasing energy efficiency
- Supplement of Europe's energy security

At Turkey, yearly electricity consumption is about 3.200 kWh and it's very low level when considering developing and developed countries. Since industrialization is a target for development economically and socially for Turkey, It is important to meet the energy demand for industry and other demandants at its place, on time and in secure. From distribution of Turkey's installed power capacity for year, 2013, it is been seemed that 28,5% of total electricity production is supplied from renewable energy sources.

Despite the considerable development of Turkey's abundant hydropower and other renewable resources, the country's energy mix is still dominated by fossil fuels. Currently gas supplies around a third of the country's total primary energy demand, while coal and oil products provide 27% and 29%, respectively. Much of the country's oil and gas comes by way of imports from Iran and Russia. Hydropower, wind and other renewables produce around 17% of Turkey's electricity supply.

It is obvious that our country is poor in minerals according to energy sources distribution. At that point; our priority must be to benefit from our existing energy sources. Development about renewable energy sources at Turkey, is restricted and not well experienced yet. In the Energy Santral Installation projects (wind, solar power plants etc.) is technically supported by oursources generally, and it becomes a must to use consultancy services. Comparing this sources with hydroelectric power plants, it is obvious that hydroelectric power plants have a definite history and acquired knowledge by years at our country.

However, the government has introduced policies aimed at diversifying the energy supply sector by supporting domestic sources in particular, in a bid to curb the share of natural gas to lower than 30% of total demand. As part of this policy, renewables, including hydropower, have been the beneficiaries of feed-in tariffs to encourage their development. In the case of hydropower projects beginning operations before the end of 2015, the feed-in tariff is US\$ cent 7.3/kWh (€ cent 5.6/kWh) with an additional 'local-content' bonus of US\$ cent 1-2.3/kWh (€ cent 0.7-1.8/kWh) which is payable for 10 years, with the local content bonus available for five years.

Other reforms centred on the liberalised electricity market accelerated private investment in Turkey's energy sector and by 2012, independent power producers were supplying some 26 TWh of energy annually. In addition, the government established a target to deliver 30% of its primary energy demand from renewables by 2023.

In other examples, the Energy Market Regulatory Agency (EMRA) has license fee exemption for renewable energy investors and the Turkish Electricity Trading Company, TETAS, can provide buying guarantees to renewable energy, further supporting inward investment. It is important to evaluate existing water sources because of increasing energy demand of Turkey. Government cares about hydroelectric power plant to generate power and to store uninvested water source and supports private companies about it. 27.000 MW of installed power capacity hydroelectric power plant, additional to existing plants, is being targeted to be built up to 2023. Some data are needed to have long useful life for hydroelectric power plants and dams which will be installed. These data are long time flow data with increasing trend (if possible). Unfortunately in Turkey, flow observation stations on rivers are not much and considering their year of organization, they have really restricted data. Despite the lack of flow data, all data recorded from the year of organization to nowadays must be investigated and trend (if exists) must be identified for the hydroelectric power plant construction area.

Before hydroelectric power plant installation, the first thing to be considered is the analysis of flow values of the river basin from the first year measured until today. After analysis of data collected, it is considered that the values have a specific increasing or decreasing trend at specific time interval, or not. It is certain that it does not make sense to install a hydroelectric power plant at a river basin of which has a decreasing trend, so that hydroelectric power plant's life cycle would be less.

Regarding this aim of Turkey's energy policy, hydroelectric power plant situation is investigated and possible potential is identified. Policy statement of energy foundation, related books and similar applications and literature investigation is held.

In this article, flow trends are studied by considering existing five different inspection stations at Middle Fırat Region.

First of all, distribution of existing flow values are shown in the figure without any value changing. Then, standard trend analysis are applied on flow data of five inspection stations mentioned.

With first method, Mann-Kendall test, which is a classical trend analysis method, is applied and trend existence has been searched. Kendall-Tau is calculated for each of them separately. These Kendall-Tau values let the Z be calculated for stations. Correlation coefficient is calculated for each station via autocorrelation method and ignored because of that correlation coefficients are too low.

With second method, Sen's Slope existence and accordingly trend existence has been investigated. But, the main trend analysis approach that is used in this article, is method which is developed by Şen, İstanbul Technical University, Civil Engineering Department. With his method, flow values are investigated in year/month basis for five different inspection station and trend existence has been searched.

Analysis made with Şen's method, matches with the results taken by Mann-Kendall and Sen's T test methods. Moreover Şen's method takes matter in hand in a more simple approach and gives the correct result without any precaution or calculation.

Trend analysis is one of the most important investigation methods for climate change problem. Existing of increasing/decreasing trend gives information about hydrologic changes of related area.

Şen's method shows a better performance about visuality comparing with all trend identification methods used in this study. So, it is highly recommended to use for future trend analysis studies. There are lots of studies for observation of hydrological changes, all around the world. Hydrologic changes are been investigated at Turkey, also. It is important increasing this kind of studies, by applying these methods on different river basins.

1. GİRİŞ

Dünyadaki enerji ihtiyacının sürekli artışından dolayı, mevcut su kaynaklarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Gelişmiş çoğu Avrupa ülkesinde su potansiyelleri % 100 verimle kullanılırken, ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olup, 44 milyar m³'ü kullanılmaktadır. Herhangi bir yatırım yapılmamış olan suyu depolamak ve enerji elde edilmesi için devlet ve verilen teşviklerle özel sektör de baraj yapımına önem vermiş ve 2023 yılına kadar mevcuda ilave olarak 27.000 MW kurulu gücünde HES yapılmasını hedeflemiştir. Bu kurulu güç ile birlikte 3 milyar hektar alan sulanabilecek ve şehirlerimize yılda 27.5 milyar m³ su temini gerçekleştirilecektir. (DSİ, 2013 Faaliyet Raporu)

Çizelge 1.1 : Türkiye'nin Kurulu Enerji Kapasitesinin Kaynaklara Göre Dağılımı.

Kaynak		Kurulu Kapasite	
		MW	%
Hidrolik		22.804	36
	Kömür	12.429	
Termik	Motorin+ Fuel-Oil	1.362	
	Doğal Gaz	20.269	37.886
	Çok Yakıtlılar	3.826	59
Rüzgar		2.759	4
Jeotermal		310	0.48
Atık, Biyogaz		167	0.32

Bunun yanında kurulacak olan barajların verimli olabilmesi ve ömürlerinin uzun olması için bir takım verilere ihtiyaç vardır. Bunların başında da uzun süreli ve mümkün merteye artan trend gösteren akım verileri gelmektedir. Maalesef ülkemizdeki akarsularımızın üzerindeki akım gözlem istasyon sayımız fazla olmamakla birlikte, kuruluş yılları itibariyle çok kısıtlı bir veri barındırmaktadır. Ancak kısıtlı verilerle de olsa, kurulum yapılacak olan havzada, kayıtların ilk tutulduğu seneden itibaren günümüze kadar olan tüm veriler incelenmeli ve ilgili bölgedeki akım verilerinin trendi tespit edilmelidir.

Çizelge 1.1 incelendiğinde ülkemizdeki enerji üretim tesisleri arasında HES azımsanmayacak bir paya sahiptir (%36). Mevcut durumda kullanılan su miktarının 44 milyar m³ olduğu Çizelge 1.2.'de görülmekte olup, 2023 yılına kadar kullanılabilir durumda olan 112 milyar m³ suyunda kurulacak HESlerde değerlendirilmesi planlanmaktadır.

Çizelge 1.2: 2013 Yılı Su Kaynakları Potansiyelinin Dağılımı.

SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ	
Yıllık Ortalama Yağış	643 mm/yıl
Türkiye'nin Yüzölçümü	783.577 km ²
Yıllık Yağış Miktarı	501 milyar m ³
Buharlaşma	274 milyar m ³
Yer Altına Sızma	41 milyar m ³
Yüzey Suyu	
Yıllık Yüzey Akımı	186 milyar m ³
Kullanılabilir Yüzey Suyu	98 milyar m ³
Yer Altı Suyu	
Yıllık Çekilebilir Su Miktarı	14,7 milyar m ³
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112,7 milyar m ³
Gelişme Durumu	
DSİ Sulamalarında Kullanılan	32 milyar m ³
İçmesuyunda Kullanılan	7 milyar m ³
Sanayide Kullanılan	5 milyar m ³
Toplam Kullanılan Su	44 milyar m ³

1.1 Tezin Amacı

Artan enerji ihtiyaçları göz önünde bulundurulduğunda sadece ülkemizde değil, diğer tüm ülkelerde de mevcut kaynaklar son noktasına kadar değerlendirilmekte ve alternatif kaynaklar üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Dünyanın %70'ine yakınının su olduğu düşünüldüğünde, enerji temininde hidrolik kaynaklar, yenilenebilir enerji kapsamında ilk değerlendirilmesi gereken kaynaklardır. Ülkemiz birçok Avrupa ülkesine kıyasla hidrolik kaynaklar açısından zengin ve HES'lerde değerlendirilmeye elverişlidir.

HES kurulumu öncesinde dikkat edilen ilk nokta; kurulum yapılacak olan noktadaki akımların geçmiş senelerden günümüze kadarki değerlerinin analizidir. Elde edilen veriler ile HES kurulumu öncesinde kurulu güç belirlenebilir ve türbin seçiminde yararlanılabilir. Analiz sonrasında verilerin belirli zamanlarda bir artış/azalış trend

gösterip göstermediğine bakılmaktadır. Bu çalışmada Orta Fırat Havzası'ndaki 5 ayrı gözlem istasyona ait veriler incelenmiş ve trend varlığı araştırılmıştır.

1.2 Tezde İzlenen Yöntem

Bu çalışmada HES'lerin ülkemizdeki ve dünyadaki durumu, diğer enerji kaynakları arasındaki yeri incelenmiştir. İlgili istasyonlardaki mevcut veriler öncelikle grafik üzerinde gösterilmiştir ve verilerin yıl/ay bazındaki değerleri izlenmiştir. Literatürde sıkça kullanılan trend analizi yöntemlerinden Mann-Kendall ve Sen's Slope metodu veriler üzerinde uygulanmıştır ve test sonuçları grafik üzerinde gösterilmiştir. Tezde özellikle yeni bir yöntem olarak sunulan Şen'in trend analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile elde edilen veriler diğer testlerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

İhtiyaç duyulan akarsu debileri Devlet Su İşleri (DSİ)'den temin edilmiştir. Elde edilen veriler ile Microsoft Office-Excel programı üzerinde hesaplamalar yapılmış ve grafiklerle görselleştirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Meteorolojik, hidrolojik ve klimataolojik değişkenlerin trendleri birçok araştırmacı ve organizasyon tarafından değişik yöntemlerle araştırılmıştır. (Yevjevich 1972; Kottegoda 1980; Hirsch and Slack 1984; Gilbert 1987; Lettemaier et al. 1988; Miller 1990; Loftis et al. 1991; Lettemaier et al. 1994; Turkes 1996; Kalaycı and Kahya 1998; Douglas et al. 2000; Zhang et al. 2001; Helsel and Hirsch 2002; Libiseller and Grimvall 2002; Onoz and Bayazit 2003; Kahya and Kalaycı 2004; UN 2004; IPCC 2007, 2008; Pujol et al. 2007; WMO 2009; Kumar et al. 2010; Tabari and Hosseinzadeh Talae 2011; UN 2012; Gocic and Trajkovic 2013; Şen 2013)

Örneğin; sıcaklık, yağış (aylık/yıllık), akım (günlük, aylık, yıllık) ve çözülmüş oksijen (DO), pH, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD), kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), nitrat gibi bazı önemli su parametreleri parametrik ve non-parametrik istatistiksel testler ile hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar ; (Hirsch et al. 1991; Burn and Elnur 2002; Marengo 2004 Cigizoglu et al. 2005; Partal and Kahya 2006; Miller and Piechota 2008; Paul et al. 2011; Oguntunde et al. 2011; Tabari et al. 2011; Mondal et al. 2012; Şen 2012, 2013b; Duhan and Pandey 2013; Haktanir et al. 2013; Kisi and Ay 2014) çalışmalarında yapılmıştır. Akım verilerinin trendinin araştırılması, yukarıda bahsedildiği gibi dünyanın değişik ülkelerinden birçok farklı çalışmaya konu olmuştur. Türkiye’de de akım verilerinin trendiyle ilgili bazı çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Türkeş (1996) 91 ayrı istasyona ait 1930-1993 yılları arasındaki aylık akım verileriyle çalışma yapmıştır. WaldWolfowitz metodu ile Mann-Kendall’ı birleştirerek çalışmasında kullanmıştır. Partal ve Kahya (2006) Mann-Kendall trend testi ve Sen’in T testi metodunu kullanarak 1929 ve 2003 yılları arasında kaydedilmiş olan, aylık, ortalama ve yıllık verilerle 96 farklı istasyon için çalışma yapmıştır. Yavuz ve Erdogan (2012) Türkiye’nin tüm bölgeleri için Mann-Kendall (120 istasyon) 1975-2009 yılları arasındaki aylık ve yıllık akım verilerini kullanarak Mann-Kendall testi uygulamıştır. Türkeş (2009) ise 97 farklı istasyon için 1930-2002 yılları arasındaki verileri kullanarak uzun dönemli değişiklikleri ve aylık, yıllık, dönemsel trendleri incelemiştir.

Dünya'daki diğer bölgelere baktığımızda; Buffoni (1999) İtalya'daki 32 istasyon için 1833-1996 yılları arasındaki verilerle birlikte yıllık ve mevsimsel akımları incelemiştir ve Güney'de belirgin bir azalan trend varlığı gözlemlenmiştir. Whitfield ve Cannon (2000) Kanada için, akım ve sıcaklık verilerini Mann-Kendall kullanarak, iki farklı zaman aralığında (1976-1985 ve 1986-1995) analiz etmiştir. Yue ve Hashino (2003) Japonya'da kaydedilmiş 100 yıllık akım verilerini kullanarak Mann-Kendall trend testini gerçekleştirmiştir. Cannarozza (2006) Sicilya'daki akım trendini araştırmış ve (kayıtlı veya hesaplanmış) 247 akım ölçüm istasyonunun 1921-2000 arasındaki verileri aylık bazda ele alarak uzaysal dağılımını göstermiştir. Tabari ve Hosseinzadeh Talae (2011) yıllık ve mevsimsel akımların trendini belirlemek için çalışma yapmışlardır. Akım trendini İran'da, 41 istasyon için (1966-2005 yılları arasında) kaydedilmiş akım verilerini Mann-Kendall, Sen'n T testi ve lineer regresyon ile test ederek araştırmışlardır.

Bu çalışmada, yakın zamanda Şen tarafından sunulmuş yeni bir metot ile Orta-Fırat Havzası'ndaki 5 istasyonun akım verileri incelenmiş ve trend varlığı araştırılmıştır.

Şen (2013) çalışmasını, Türkiye'de uzun dönemli kaydedilmiş sıcaklık değerleri üzerinde uygulamıştır. Yöntemini Mann-Kendall, Sen ve Spearman'in Rho trend testleri ile karşılaştırmıştır. Bu çalışmada ise Şen (2013)'den farklı olarak sıcaklık yerine akım verileri ile çalışılmıştır ve çalışma sonuçları Mann-Kendall ve Sen'in trend testleri ile karşılaştırılmıştır. Şen'in bu çalışmasından sonra Ay ve Kişi (2014) Şen'in yöntemini Türkiye'deki altı ildeki aylık toplam yağışlar üzerinde uygulamışlardır ve sonuçları, Mann-Kendall yöntemi ile buldukları sonuçlar ile karşılaştırmışlardır.

3. YÖNTEM

Tez çalışmasında üç farklı yöntem ile Orta Fırat Havzasında beş farklı istasyondaki akım verileri baz alınarak trend analiz testleri yapılmıştır. Bu test sonuçlarına bakılarak, bahsi geçen istasyonlarda su kaynaklarının kullanımı ve işletilmesi için akımların gidişi hakkında önemli bilgilere ulaşılabilecektir.

İlk iki yöntem klasik trend analizi yöntemlerinden olan Mann-Kendall ve Sen'in T Eğrisi yöntemidir. Bu iki yöntem ile yıllık ortalama veriler ve ayrıca aylık veriler üzerinde trend varlığı araştırılmıştır. Üçüncü yöntem ile de Şen'in geliştirdiği metod uygulanmıştır. Bu yöntem ile mevcut veriler ay/yıl bazında ikiye ayrılmış, artan düzende sıralanmıştır. Listelenen bu veriler 1:1 doğrusuna göre pozisyon alarak, kartezyen koordinat sisteminde sıralanmıştır. Verilerin 1:1 doğrusuna göre buldukları pozisyonlar yorumlanarak, aylık ve yıllık bazda trend varlığı araştırılmış olup, diğer iki yöntem ile elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır.

3.1 Trend Analizi Tanımı ve Önemi

Bir büyüklüğün zaman boyunca ölçülen değerlerinde anlamlı bir azalma ya da artma (trend) bulunup bulunmadığı istatistiksel testlerle araştırılabilir. Ancak trend analizinden beklenen faydanın sağlanabilmesi için verilerin mümkün olduğu kadar uzun bir süreyi kapsamaları gerekmektedir. HES'ler için ise trend analizinin yanında kurulum yapılacak alanın coğrafyası, toprağın yapısı, suyun sediment oranı vb. kriterlerin de dikkate alınması sonuçların yorumlanmasını kolaylaştıracaktır.

3.1.1 HES kurulumunda trend analizinin önemi

HES kurulumu yapılmadan önce analiz edilmesi gereken birçok konu mevcuttur. Kurulum yapılacak olan alanın toprak yapısı, su geçirgenliği, yer altı suyunu beslemesi ve yer altı su kaynaklarından beslenmesi, çevreye muhtemel etkileri, istimlak maliyeti gibi konuların öncelikli olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra aşağıda sıralanmış olan kriterler de HESlerin kurulumuna karar verilmesi aşamasında etkindir.

- Heyelan Riski
- Deprem Riski
- Topografya
- Jeolojik Yapı
- Çevirme Olanığı
- Ulaşım Olanığı
- Malzeme

Tüm bu kriterlere bakılarak HES kurulumuna karar verilmektedir. Ancak tüm bu maddelerin incelenmesinden önce, HES kurulacak olan havzadaki akım verileri ve akımın ay/yıl bazında değişiminin incelenmesi gerekmektedir. Akımlar analiz edildiğinde ve akım trendinin yıllara göre önemli azalış gösterdiği tespit edildiğinde HES kurulumu tartışmalı hale gelecektir. HES'in gücünü etkileyen en önemli faktör debi; debiyi etkileyen en önemli faktör ise yıllık yağış/akım verileridir.

3.2 Trend Analizi Metodları

Bu çalışmada non-parametrik testlerden olan Mann-Kendall Testi, Sen T Eğrisi Analizi ve Şen'in Trend Analizi yönteminden yararlanılmıştır. Bahsi geçen üç yöntem ile tüm AGİ'ler için aylık ve yıllık ortalama akım verileri ile trend analizi testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar 4.3-5 nolu başlıklar altında paylaşılmıştır.

3.2.1 Mann-Kendall analizi

Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilen Mann-Kendall testi, parametrik bir test olmadığından yani rastgele değişkenin dağılımından bağımsız olduğundan, çarpık dağılımlı bütün serilere de uygulanabilen ve trend analizinde kullanımı en yaygın olan bir testtir. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı, sıfır hipotezi; “ H_0 : trend yok” ile kontrol edilmektedir (Bayazıt, 1996).

Testin uygulanacağı zaman serisinde x_1, x_2, \dots, x_n x_i ve x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P , ve $i > j$ için $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği (S), aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$S = P - M \quad (3.1)$$

Kendall korelasyon katsayısı τ ;

$$\tau = S/[n(n - 1)/2] \quad (3.2)$$

$n \geq 10$ için S asimtotik olarak ortalaması sıfır, standart sapması

$$\sigma_s = n(n - 1)(2n + 5)/18 \quad (3.3)$$

olan normal dağılım gösterir. Dolayısıyla,

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sigma_s} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sigma_s} & S < 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

şeklinde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnek seride birbirine eşit olan gözlemler varsa σ_s Denklem (3.3) ile hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{[n(n - 1)(2n + 5) - \sum_i t_i(t_i - 1)(2t_i + 5)]/18} \quad (3.5)$$

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

bulunuyorsa $t_3 = 2$, $t_4 = 2$ alınmalıdır. Z'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte; incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyükse trend olduğu ve S değeri pozitif ise trendin artan yönde, negatifse azalan yönde olduğu sonucuna varılmaktadır. (Bayazıt M. ve Önöz B., 2004). Standart normal dağılım tablosu Ek-1'de verilmiştir.

3.2.2 Sen'in T eğrisi analizi

Parametrik olmayan testlerin yanı sıra eğilim analizlerinde kullanılan bir diğer test ise parametrik bir test olan T testidir. İki rastgele değişken arasındaki doğrusal bağımlılığın bir ölçüsü olarak hesaplanan korelasyon katsayısı $r_{x,y}$ değerine bakarak karar vermek için, $r_{x,y}$ istatistiğinin örnekleme dağılımını bilmek gerekmektedir. $r_{x,y}$ değeri Denklem (4.36) ile hesaplanmaktadır (Bayazıt, 1996).

Sen'in T eğrisi analizi, verilerin dağılımından bağımsız olup, dış olaylardan etkilenmeyen bir yapıya sahiptir ve aşağıda detayları verilen yöntem ile hesaplanmaktadır (Van Belle ve Huges, 1984).

Sen (1968) trend eğimini belirlemek için non-parametrik bir prosedür geliştirmiştir. x_j ve x_k , j ve k zamanlarındaki data değerleri olmak üzere, N adet data çifti için :

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad i=1, \dots, N \quad (3.6)$$

Her bir zaman aralığında sadece 1 adet data var ise, $N = \frac{n(n-1)}{2}$ olarak hesaplanır. Eğer bir zaman aralığında birden fazla değer var ise de $N < \frac{n(n-1)}{2}$, n toplam gözlem sayısı. Q_i 'ye ait N değerleri küçükten büyüğe sıralanır ve eğimlerin medyanı (veya Sen'in eğim estimatörü) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$Q_{med} = Q_{\lfloor \frac{N+1}{2} \rfloor} \quad , N \text{ tek ise} \quad (3.7)$$

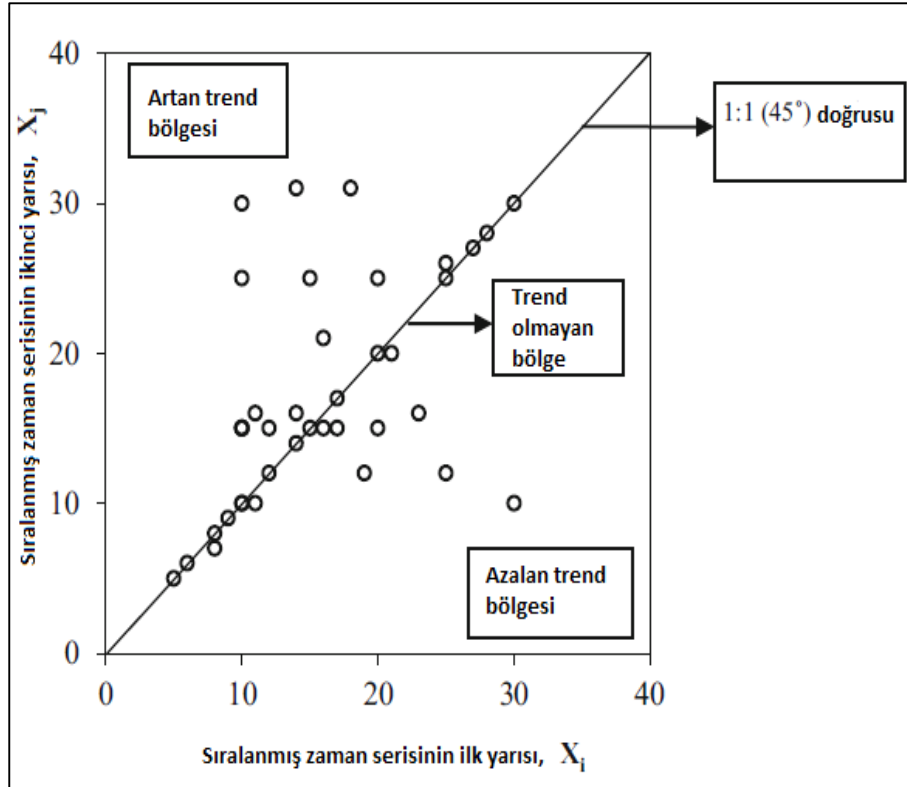
$$Q_{med} = \frac{Q_{\lfloor \frac{N}{2} \rfloor} + Q_{\lfloor \frac{N+2}{2} \rfloor}}{2} \quad , N \text{ çift ise} \quad (3.8)$$

Q_{med} (Eğimlerin, Q_i değerlerinin medyanı) in işareti (+/-) data eğilimin yansımasıdır, değeri ise trendin büyüklüğüne işaret eder. Yani Q_{med} 'in işareti negatif ise azalan yönde bir trend var demektir, değeri ise ne kadar büyükse kıyasla daha az/fazla trend varlığından bahsedilebilir.

3.2.3 Şen trend analizi

Kaydedilmiş hidrolojik veri serisi ortanca yıldan iki eşit yarıya ayrılır. Her iki alt-seri ayrı ayrı artan düzende sıralanır. Sonrasında ise ilk alt-seri (X_i) X-ekseni üzerinde ve ikinci alt seri (X_j) Y-ekseni üzerinde yer almak üzere Kartezyen koordinat sistemi üzerinde sıralanır (Şekil 3.1). Eğer veri 1:1 doğrusunun üzerinde sıralanıyorsa, trend yok demektir. Eğer veriler 1:1 doğrusunun alt üçgenel alanında yer alıyor ise, azalan bir trend olduğu; üst üçgenel alanında yer alıyorsa, artan bir trend olduğu söylenebilir (Şen, 2012,2013).

Şen'in yönteminin yenilikçi özelliği tüm data aralıklarında yorumlanabilmesinde yatar. Bu metot, Şen tarafından (2013) Merkez/Bursa, Uludağ/Bursa, Fırat Nehri üzerinde uygulanmıştır. Aynı metot, yine Şen tarafından (2012) Aslantas Barajı, Menzelet Barajı ve Cizre istasyonunda uygulanmıştır. Son olarak da Göztepe, Florya, Edirne, Bolu ve Bursa lokasyonlarındaki kaydedilmiş uzun dönemli sıcaklık verilerinin üzerinde uygulanmıştır (Şen, 2013).



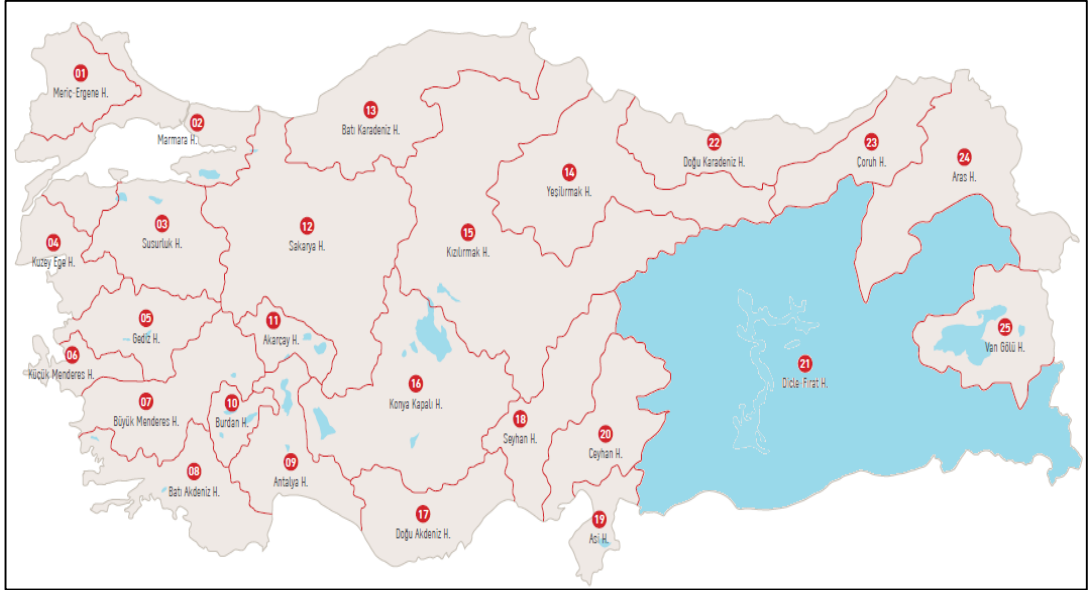
Şekil 3.1: Şen yöntemi.

4. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

4.1 Çalışma Alanının Tanıtımı

Türkiye'nin 25 su havzasından biri olan Dicle-Fırat Havzası, Türkiye'nin doğu ve güneydoğu bölgesinde yer alır (Şekil 4.1). Havza kuzeyde Doğu Karadeniz dağları, güneyde ise Suriye- Irak sınırında sonlanır.

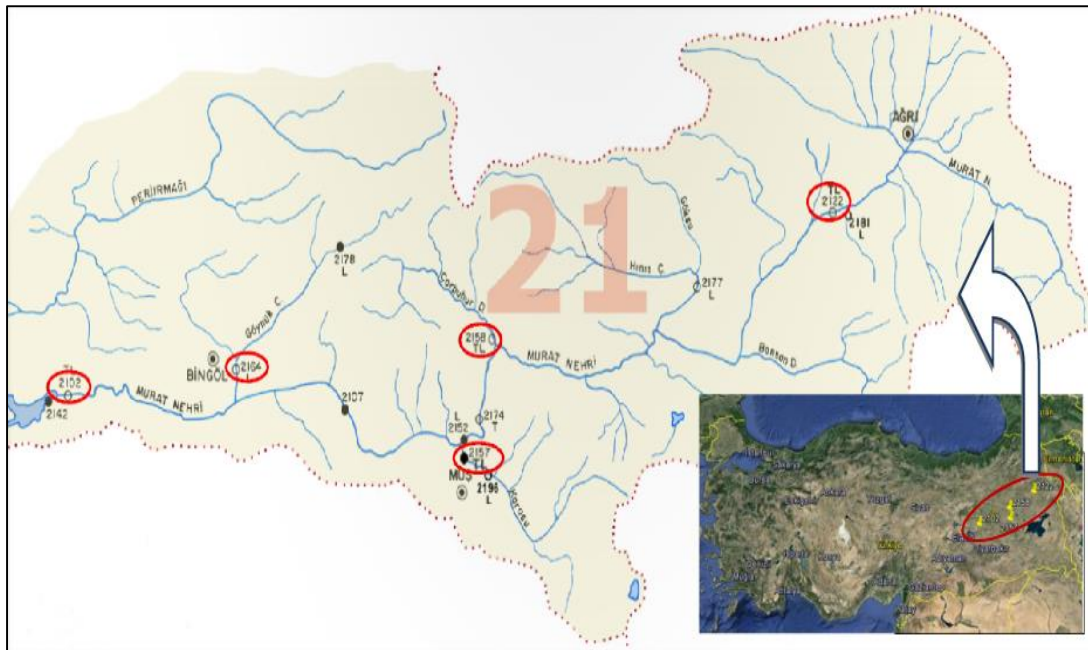
Toplam alanı 184.918 km² olan havza, yıllık ortalama 52,94 km³ yıllık ortalama akım ile potansiyel iştirak oranı 28,5% olarak hesaplanmıştır ve bu oran ile Türkiye'deki havzalar arasında yüksek öneme sahip, hidrolik potansiyel bakımından birinci sırada gelmektedir[Url-1].



Şekil 4.1: Türkiye'nin Hidrolojik Havzaları ve Dicle-Fırat Havzası.

4.1.1 Çalışma alanı hakkında genel bilgiler

Tez çalışmasında Dicle-Fırat Havzasının alt havzası olan Orta-Fırat Havzası üzerinde hesaplamalar yapılmıştır. Havza üzerindeki Murat Nehri, Göynük Çayı, Karasu, Bingöl Çayında yer alan akım gözlem istasyonlarına ait verilerden yararlanılmıştır. Batıdan doğuya sırasıyla; 2102 (Murat Nehri), 2164 (Göynük Çayı), 2157 (Karasu), 2158 (Bingöl Çayı), 2122 (Murat Nehri) nolu akım gözlem istasyonlarına ait veriler ile uygulama yapılmıştır. İlgili istasyonlara ait, nümerik çalışmalar için gerekli akım verileri Devlet Su İşleri (DSİ)'nden alınmıştır [Url-1]. Çalışma yapılan istasyonlar Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Pilot Bölge ve Türkiye'deki Lokasyonu.

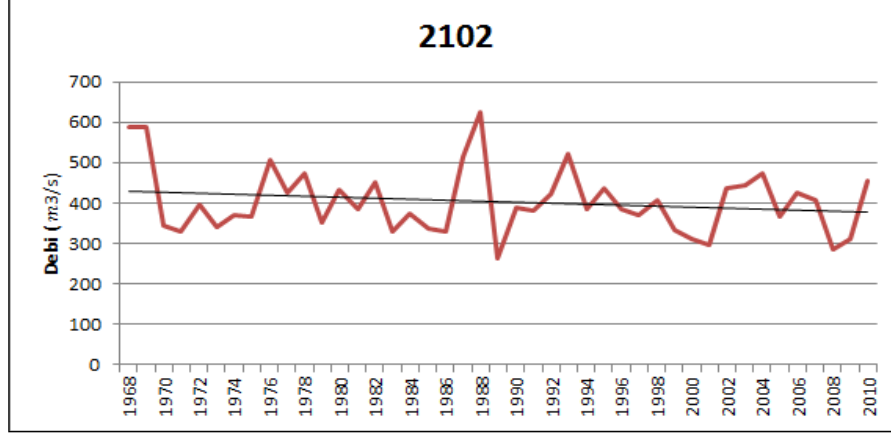
Çalışılan her istasyonun minimum 20 senelik akım verilerinin olmasına ve doğal akım rejimine sahip olmasına dikkat edilmiştir.

Çizelge 4.1: AGİ bazında fiziki verileri.

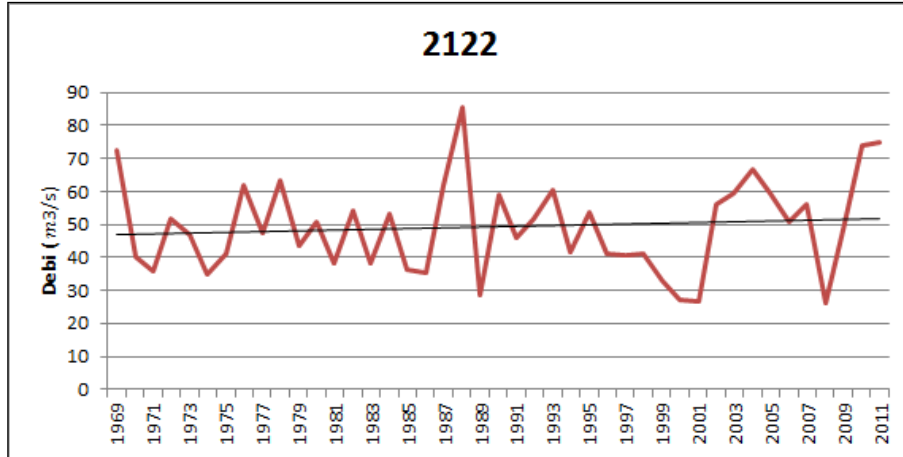
AGİ	Gözlem Yılı	Yağış Alanı (km ²)	Yıllık Ort.Toplam Yağış (mm)	Rakım (m)	Aylık Ort.Sıcaklık (°C)
2102	1968-2011	25,515.6	523	859	13.6
2164	1969-2011	2,232.0	819	998	11.7
2157	1969-2007	1,577.6	561	1310	6.6
2158	1970-2013	2,098.4	747	1250	9.6
2122	1970-2011	5,882.4	394	1552	6.4

4.2 İstasyonlar İçin Eğilim Çizgilerinin Belirlenmesi

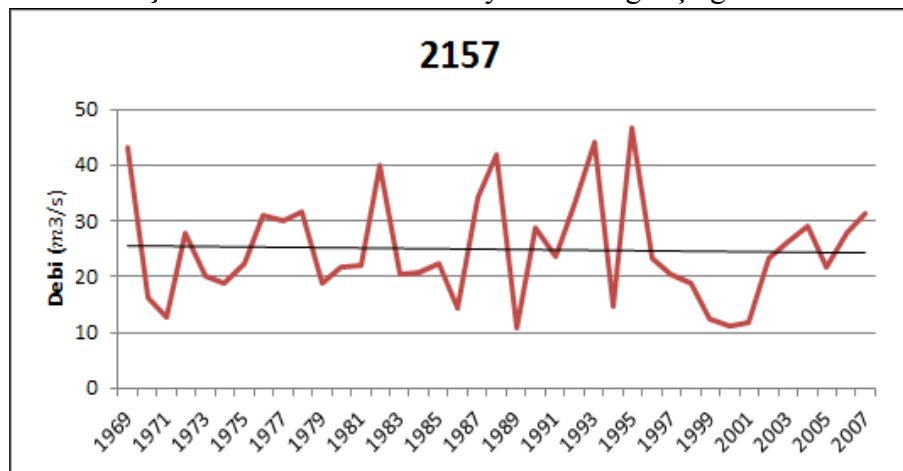
Trend analizinden önce mevcut akım verilerinin yıllara göre değişimi gözlenmeye çalışılmıştır. Grafikler Şekil 4.3-7’de verilmiştir.



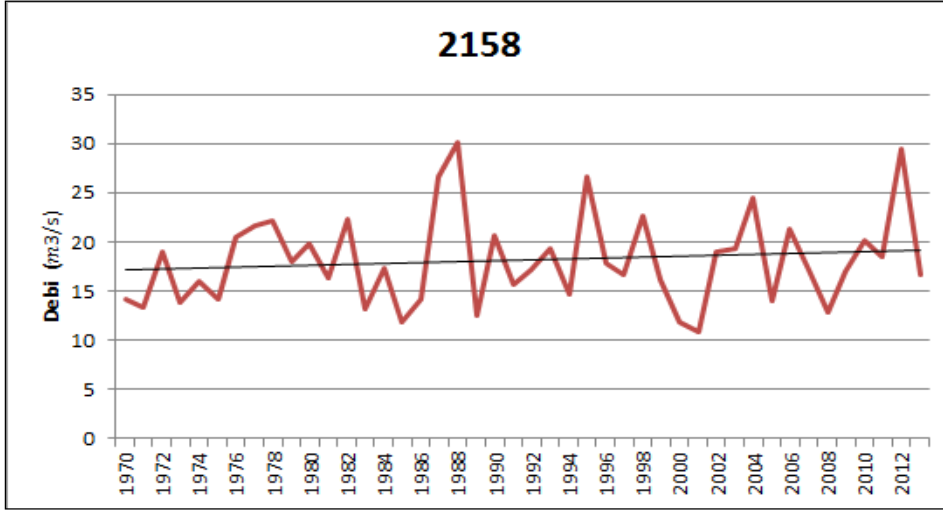
Şekil 4.3: 2102 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.



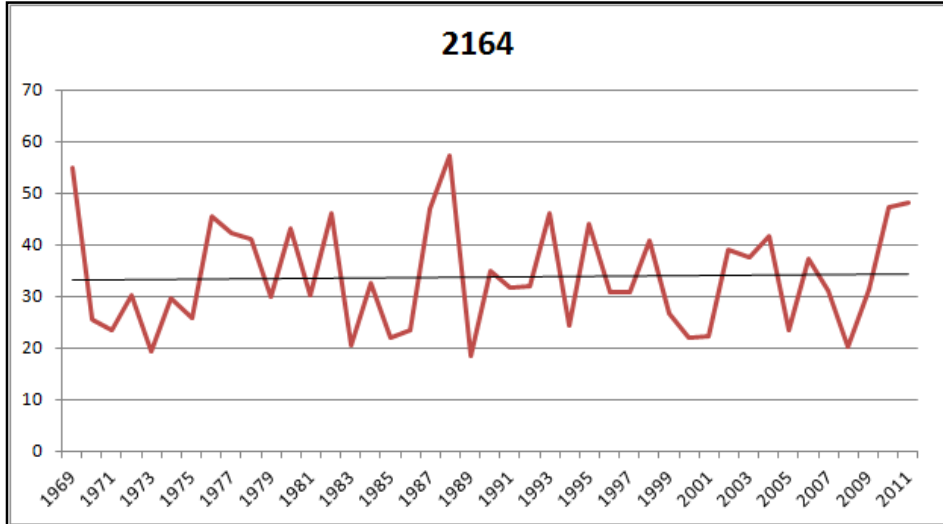
Şekil 4.4: 2122 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.



Şekil 4.5: 2157 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.



Şekil 4.6: 2158 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.



Şekil 4.7: 2164 nolu AGİ'ye ait debi gidiş eğrisi.

4.3 Mann-Kendall Methodu İle Trend Analizi

Başlık 3.2.1'de anlatılan işlemler uygulanarak 5 ayrı istasyon için Kendall Tau ve buna karşılık gelen Z ve p değerleri hesaplanmıştır. Ek olarak AGİ'lere ait yıllık ortalama değerler baz alınarak otokorelasyon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan S_{MK} (Mann-Kendall test istatistiği), Z_{MK} (Test istatistiği), p_{MK} (Olasılık değeri) ve ρ (Otokorelasyon katsayısı) değerleri aşağıda, Çizelge 4.2'de birlikte listelenmiştir.

AGİ'lere ait otokorelasyon değerleri çok küçük olması nedeniyle, Mann-Kendall testi yapılırken prewhitening yapılmamıştır.

Çizelge 4.2: AGİ bazında Mann-Kendall parametre değerleri.

Metot	Parametre	2102	2122	2157	2158	2164
Mann-Kendall	S_{MK}	100	-61	-19	-73	-47
	Z_{MK}	-1,011	0,638	0,229	0,739	0,509
	p_{MK}	0,1563	0,2643	0,4090	0,2297	0,3050
	α	0,3126	0,5286	0,818	0,4594	0,610
	ρ	0,143	0,105	-0,050	-0,015	-0,082

4.3.1 2102 Nolu AGİ için Mann-Kendall analizi

3.2.1’de anlatılan yöntemler 2102 nolu AGİ üzerinde uygulanmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

$$S_{MK} = 100$$

$$\tau = -0,105$$

$$Z = -1,011$$

Z’nin mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

$\alpha=0.01$ olarak kabul edildiğinde ise, Z değerinin $Z_{\alpha/2} = 2,58$ değerinden de küçük olduğu için (1,011<2,58) sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” yine kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 4.3 : 2102 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri.

Metot	Parametre	2102
Mann-Kendall	S_{MK}	100
	Z_{MK}	-1,011
	p_{MK}	0,1563
	α	0,3126

4.3.2 2122 Nolu AGİ için Mann-Kendall analizi

3.2.1’de anlatılan yöntemler 2102 nolu AGİ üzerinde uygulanmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

$$S_{MK} = -61$$

$$\tau = 0,067$$

$$Z = 0,638$$

Z 'nin mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

$\alpha=0.01$ olarak kabul edildiğinde ise, Z değerinin $Z_{\alpha/2} = 2,58$ değerinden de küçük olduğu için ($0,638 < 2,58$) sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” yine kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 4.4: 2122 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri.

<i>Metot</i>	<i>Parametre</i>	<i>2122</i>
Mann-Kendall	S_{MK}	-61
	Z_{MK}	0,638
	p_{MK}	0,2643
	α	0,5286

4.3.3 2157 Nolu AGİ için Mann-Kendall analizi

Mann-Kendall trend testi 2157 nolu AGİ üzerinde uygulanmış olup, elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

$$S_{MK} = -19$$

$$\tau = 0,025$$

$$Z = -0,229$$

Çizelge 4.5: 2157 nolu AGİ'ye ait Mann-Kendall parametreleri.

<i>Metot</i>	<i>Parametre</i>	<i>2157</i>
Mann-Kendall	S_{MK}	-19
	Z_{MK}	-0,229
	p_{MK}	0,409
	α	0,818

Z 'nin mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu ($0,229 < 1,96$) için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

$\alpha=0.01$ olarak kabul edildiğinde ise, Z değerinin $Z_{\alpha/2} = 2,58$ değerinden de küçük olduğu için ($0,229 < 2,58$) sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” yine kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

4.3.4 2158 Nolu AGİ için Mann-Kendall analizi

3.2.1’de anlatılan Mann-Kendall testi 2158 nolu AGİ üzerinde uygulanmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

$$S_{MK} = -73$$

$$\tau = 0,077$$

$$Z = 0,739$$

Z’nin mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu ($0,739 < 1,96$) için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır. $\alpha=0.01$ olarak kabul edildiğinde ise, Z değerinin $Z_{\alpha/2} = 2,58$ değerinden de küçük olduğu için ($0,739 < 2,58$) sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” yine kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 4.6: 2158 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri.

<i>Metot</i>	<i>Parametre</i>	<i>2158</i>
Mann-Kendall	S_{MK}	-73
	Z_{MK}	0,739
	p_{MK}	0,2297
	α	0,4594

4.3.5 2164 Nolu AGİ için Mann-Kendall analizi

2164 nolu AGİ için yapılan Mann-Kendall testinin sonuçları Çizelge 4.7’de belirtilmiştir.

$$S_{MK} = -47$$

$$\tau = 0,054$$

$$Z = 0,509$$

Z’nin mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

$\alpha=0.01$ olarak kabul edildiğinde ise, Z değerinin $Z_{\alpha/2} = 2,58$ değerinden de küçük olduğu için ($0,509 < 2,58$) sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 4.7: 2164 nolu AGİ için Mann-Kendall parametreleri.

<i>Metot</i>	<i>Parametre</i>	<i>2164</i>
Mann-Kendall	S_{MK}	-47
	Z_{MK}	0,509
	p_{MK}	0,277
	α	0,610

4.3.6 Aylık değerler için Mann-Kendall analizi

Tüm AGİ’lerin aylık değerleri için Mann-Kendall testi uygulanmış olup, elde edilen değerler Çizelge 4.8’de verilmiştir. Tüm AGİ’lerin aylık değerleri için Mann-Kendall testi uygulanmış olup, elde edilen değerler Çizelge 4.8’de verilmiştir. Değerler göstermektedir ki: $\alpha=0.01$ anlamlılık düzeyinde $Z_{\alpha/2}=2,58$ değerinden büyük tek bir Z değeri vardır (2122 nolu AGİ-Nisan ayları) ve sadece bu değerde artan bir trend söz konusudur. Veriler $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde incelendiğinde ise; 2102 ve 2122 nolu AGİ’ler için Ekim aylarındaki Z değerleri sırasıyla -2,043 ve -1,999’dur. İlgili Z değerlerinin mutlak değeri seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık değerine karşılık gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok” reddedilmekte ve azalan bir trend olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. 2157 nolu AGİ için Ağustos ayındaki Z’nin mutlak değeri **|-2,359|**, seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık değerine karşılık gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok” yine reddedilmekte ve bu noktada da yine azalan bir trend olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. 2122 nolu AGİ için Nisan ayındaki ve 2158 nolu AGİ için de Mart ayındaki Z değerleri sırasıyla 4,270 ve 4,247’dir. Bu değerler de yine $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olup, bu noktalarda artan bir trend olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8: Aylık değerler için Mann-Kendall testi sonuçları.

<i>AGİ</i>	<i>Parametre</i>	<i>Ekim</i>	<i>Kasım</i>	<i>Aralık</i>	<i>Ocak</i>	<i>Şubat</i>	<i>Mart</i>	<i>Nisan</i>	<i>Mayıs</i>	<i>Haziran</i>	<i>Temmuz</i>	<i>Ağustos</i>	<i>Eylül</i>
2102	S_{MK}	202	110	100	-12	-66	-34	132	10	68	38	144	154
	Z_{MK}	-2,043	-1,113	-1,011	0,121	0,668	0,344	-1,335	-1,011	-0,688	-0,384	-1,456	-1,558
	ρ_{MK}	0,021	0,129	0,156	0,452	0,251	0,367	0,090	0,156	0,245	0,352	0,074	0,061
2122	S_{MK}	191	-55	-1	-133	-49	-151	87	-51	23	-47	-31	89
	Z_{MK}	-1,999	0,576	0,010	1,392	0,513	1,580	4,270	0,534	-0,241	0,492	0,324	-0,931
	ρ_{MK}	0,023	0,284	0,496	0,082	0,305	0,057	0,000	0,298	0,405	0,312	0,375	0,176
2157	S_{MK}	97	5	45	-25	-31	-37	59	5	5	103	195	129
	Z_{MK}	-1,173	-0,081	-0,544	0,302	0,375	0,448	-0,714	-0,060	-0,060	-1,246	-2,359	-1,560
	ρ_{MK}	0,1210	0,4681	0,2946	0,3821	0,3557	0,3300	0,2389	0,4761	0,4761	0,1075	0,0091	0,0594
2158	S_{MK}	14	43	-82	-128	-64	-240	-176	46	50	16	144	48
	Z_{MK}	-0,141	-0,405	0,829	1,295	0,647	2,427	1,780	-0,465	-0,506	-0,162	-1,456	-0,485
	ρ_{MK}	0,444	0,345	0,203	0,099	0,261	0,008	0,038	0,323	0,309	0,436	0,074	0,316
2164	S_{MK}	-39	-53	-23	-97	-121	-169	-7	55	131	-5	-15	-39
	Z_{MK}	0,422	0,574	0,249	1,051	1,311	1,832	0,076	-0,596	-1,420	0,054	0,152	0,423
	ρ_{MK}	0,337	0,284	0,401	0,147	0,095	0,034	0,472	0,274	0,078	0,480	0,440	0,337

4.4 Sen'in T Testi ile Trend Analizi

3.2.2'de anlatılmış olan yöntem 5 ayrı istasyon için uygulanmış olup, ayrı ayrı Q_{med} değerleri hesaplanmıştır.

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}, \quad i=1, \dots, N$$

Q_{med} 'in işareti (+/-) data eğilimin yansımasıdır, değeri ise trendin büyüklüğüne işaret eder. Yani Q_{med} 'in işareti negatif ise azalan yönde bir trend var demektir, değeri ise ne kadar büyükse kıyasla daha az/fazla trend varlığından bahsedilebilir.

4.4.1 2102 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi

2102 nolu AGİ'deki Q değerleri hesaplanmış olup, istasyon için Q_{med} değerine ulaşılmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Q_{med} değeri (-) yönde ve azalan bir trendi göstermektedir. Trendin büyüklüğü diğer istasyonlara kıyasla daha yüksektir.

Çizelge 4.9: 2102 nolu AGİ için Q_{med} değerleri.

MEDYAN	MINIMUM	MAKSIMUM
-0,818	-343,512	175,379

4.4.2 2122 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi

2122 nolu AGİ için hesaplanmış olan Q_{med} değeri Çizelge 4.10'da belirtilmiştir. Q değerlerinin minimum ve maksimum noktaları da listede verilmiştir.

Q_{med} değeri (+) yönde ve artan bir trende işaret etmektedir, ancak özellikle 2102'deki trende kıyasla bu istasyondaki trend çok azdır.

Çizelge 4.10: 2122 nolu AGİ için Q_{med} değerleri.

MEDYAN	MINIMUM	MAKSIMUM
0,220	-56,814	85,486

4.4.3 2157 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi

2157 nolu AGİ'ye ait hesaplanmış olan Q_{med} değeri, Q'nın minimum ve maksimum değerleriyle birlikte Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Q_{med} değeri (+) yönde, artan bir trendi göstermesine rağmen trendin değeri çok küçüktür.

Çizelge 4.11: 2157 nolu AGİ için Q_{med} değerleri.

MEDYAN	MINIMUM	MAKSIMUM
0,0805	-31,176	46,824

4.4.4 2158 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi

2158 nolu AGİ incelenen 5 istasyon arasında en küçük trend değerine sahip olan istasyondur. Trend Q_{med} işaretinin pozitif olması dolayısıyla artan yönde olmasına rağmen trendin etkisi çok düşüktür. 2158 nolu AGİ için Q_{med} değeri Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12: 2158 nolu AGİ için Q_{med} değerleri.

MEDYAN	MINIMUM	MAKSIMUM
0,071	-17,728	30,196

4.4.5 2164 nolu AGİ için Sen'in T testi analizi

2164 nolu AGİ'ye ait hesaplanmış olan Q_{med} değeri, Q'nın minimum ve maksimum değerleriyle birlikte Çizelge 4.13'te gösterilmiştir Q_{med} değeri (+) yönde, artan bir trendi göstermesine rağmen trendin değeri küçüktür.

Çizelge 4.13: 2164 nolu AGİ için Q_{med} değerleri.

MEDYAN	MINIMUM	MAKSIMUM
0,160	-38,750	57,162

4.4.6 Aylık değerler için Sen'in T testi analizi

Her bir istasyon için ayrı ayrı, aylık ortalama değerleriyle Q_{med} değerleri hesaplanmış olup, Q'nın minimum ve maksimum değerleriyle birlikte Çizelge 4.14'te listelenmiştir. Çizelge incelendiğinde en büyük, pozitif Q_{med} değerlerinin Mart aylarında olduğu görülmüştür. Buna göre; bu ayda, tüm AGİ'lerde artan bir trend gözükmemektedir. 2102 ve 2122 nolu AGİ'lerde ise diğer AGİ'lere kıyasla daha anlamlı bir artış söz konusudur, bu AGİ'lerdeki pozitif Q_{med} değerleri diğer AGİ'lere kıyasla daha büyük değere sahiptir.

Çizelge 4.14 : Aylık değerler için Sen testi sonuçları.

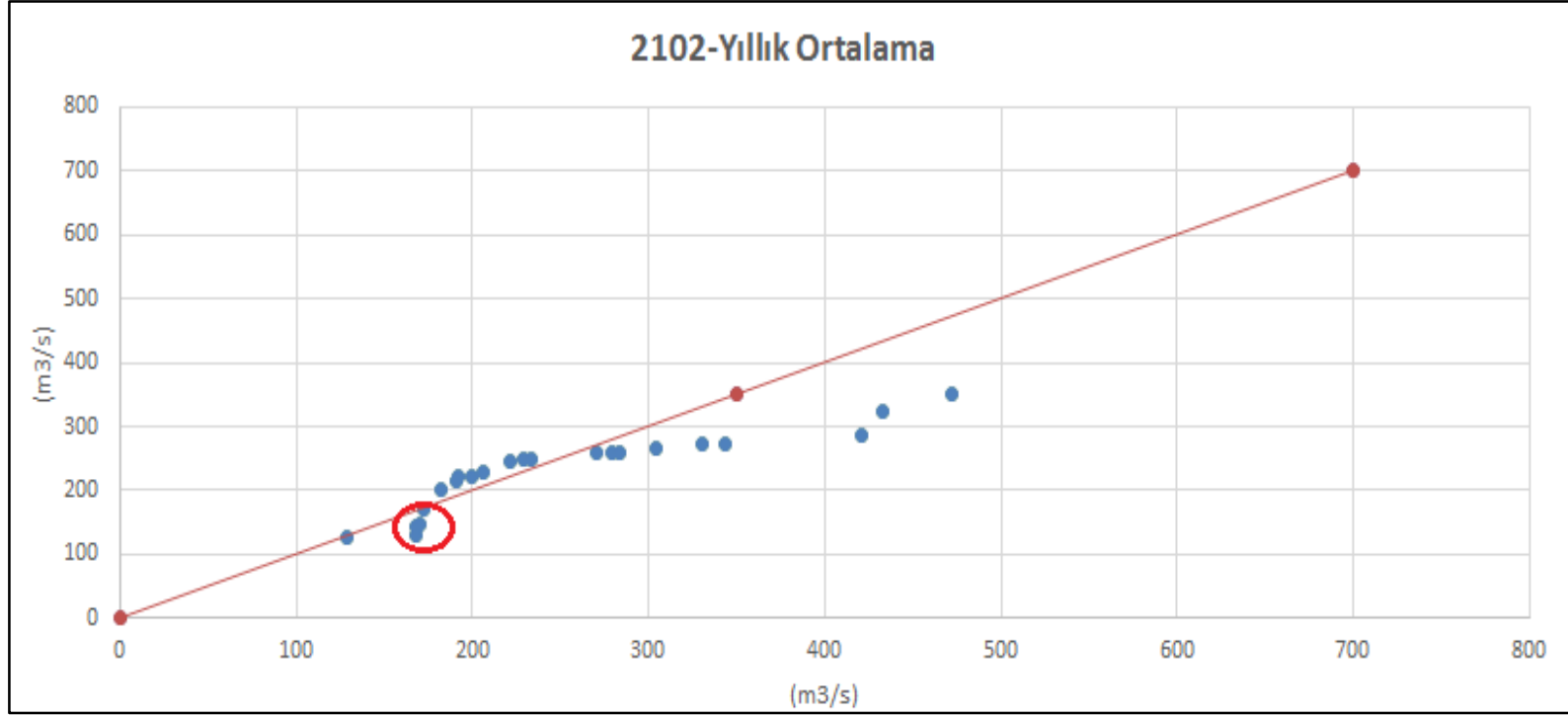
<i>Ay/AGİ</i>	2102			2122			2157			2158			2164		
<i>Parametre</i>	Q_{med}	Q_{min}	Q_{max}	Q_{med}	Q_{min}	Q_{max}	Q_{med}	Q_{min}	Q_{max}	Q_{med}	Q_{min}	Q_{max}	Q_{med}	Q_{min}	Q_{max}
<i>Ekim</i>	-0,363	-57,900	129,6	-0,075	-19,800	32,00	0,004	-4,499	11,159	0,006	-6,019	9,700	0,010	-21,994	35,610
<i>Kasım</i>	-0,521	-168,510	258,6	0,034	-28,870	44,31	0,087	-24,285	36,600	0,005	-13,513	19,383	0,057	-60,642	69,600
<i>Aralık</i>	-0,399	-218,000	333,00	0,023	-14,700	34,10	-0,020	-32,700	42,900	0,016	-32,174	42,590	0,053	-28,174	48,800
<i>Ocak</i>	0,121	-268,416	401,903	0,104	-19,310	34,81	0,027	-13,900	25,800	0,019	-11,202	16,632	0,089	-84,338	92,594
<i>Şubat</i>	0,508	-139,760	351,179	0,040	-31,719	55,368	0,081	-24,000	36,200	0,013	-12,057	18,727	0,157	-63,042	78,396
<i>Mart</i>	0,937	-500,032	878,097	0,529	-107,266	148,39	0,385	-88,920	140,100	0,247	-34,020	51,740	0,851	-91,712	142,25
<i>Nisan</i>	-4,635	-1453,30	1894,0	-0,441	-193,810	304,70	0,187	-183,84	263,200	0,334	-49,820	104,783	0,300	-219,48	285,60
<i>Mayıs</i>	-1,775	-1350,00	1464,0	0,999	-285,640	329,10	0,185	-114,20	150,000	-0,104	-119,50	151,090	-0,081	-148,26	198,00
<i>Haziran</i>	-0,541	-533,200	572,50	0,054	-161,174	167,60	0,018	-29,609	35,600	-0,086	-79,316	94,130	-0,110	-47,331	48,660
<i>Temmuz</i>	-0,022	-189,730	213,3	0,134	-55,347	59,730	-0,026	-6,925	9,196	-0,005	-42,051	46,680	0,004	-11,886	12,720
<i>Ağustos</i>	-0,204	-74,370	97,608	0,025	-26,082	31,710	-0,028	-2,360	5,179	-0,017	-21,484	23,910	0,003	-4,880	5,596
<i>Eylül</i>	-0,147	-45,920	86,033	-0,024	-11,109	17,620	-0,018	-4,170	7,650	-0,002	-22,814	26,000	0,007	-2,683	5,431

4.5 Şen'in Yöntemi İle Trend Analizi

Kaydedilmiş hidrolojik veri serisi ortanca yıldan iki eşit yarıya ayrılır. Her iki alt-seri ayrı ayrı artan düzende sıralanır. Sonrasında ise ilk alt-seri (X_i) X-ekseni üzerinde ve ikinci alt seri (X_j) Y-ekseni üzerinde yer almak üzere Kartezyen koordinat sistemi üzerinde sıralanır. Eğer veri 1:1 doğrusunun üzerinde sıralanıyorsa, trend yok demektir. Eğer veriler 1:1 doğrusunun alt üçgenel alanında yer alıyor ise, azalan bir trend olduğu; üst üçgenel üst üçgenel alanında yer alıyorsa, artan bir trend olduğu söylenebilir (Şen, 2012,2013).

4.5.1 2102 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi

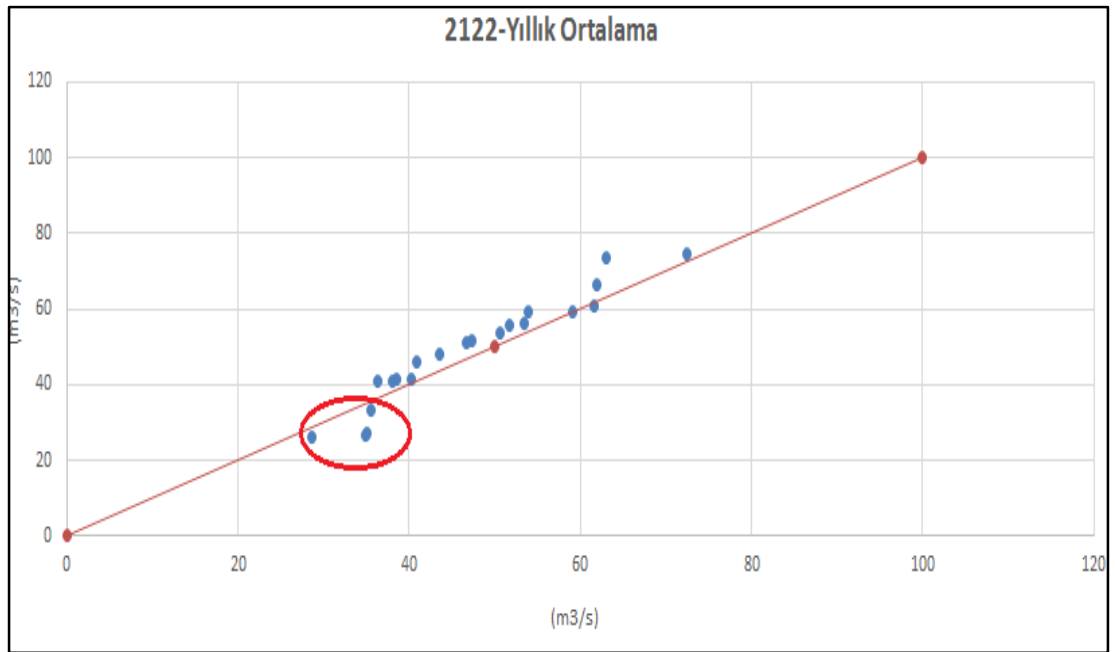
Şekil 4.8 incelendiğinde; 200 m^3/s 'nin altındaki debi değerleri (1970-71-73-75 yıllarına tekabül etmekte) 1:1 grafiğinin alt kısmında, yani azalan tarafta olmasına rağmen belirli bir trendin olmadığı görülmektedir. (1970-1975) arasında azalan bir trend olmasına rağmen, bahsi geçen dönemden sonra akım 200 m^3/s 'nin üstünde değerlerde seyretmiştir ve 200-300 m^3/s arasındaki değerlerde belirgin bir trend söz konusu değildir. [300 – 500] m^3/s akım değerlerinde ise 1:1 doğrusuna olan uzaklık ve doğrunun altındaki konumuna bakıldığında azalan bir trend söz konusudur. Örneğin; 1968 ve 1969 yıllarındaki değerler sırasıyla 432,44 m^3/s ve 421,08 m^3/s , 1970 yılındaki akım değeri ise 190,58 m^3/s olarak kaydedilmiştir. 1968 ve 1969 yıllarına bakılarak bir trendin varlığından söz edilemez ancak tüm veriler arasındaki yüksek değerlere bakılarak, yüksek değerlerin varlığından söz edilebilir.



Şekil 4.8: 2102 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.

4.5.2 2122 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi

Şekil 4.9 incelendiğinde; $40 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin altındaki akım değerleri (1999-2000-2001) 1:1 doğrusunun alt kısmında kaldığı görülmektedir. Ancak sadece 3 sene arka arkaya bu değerlere rastlanmıştır. Genel olarak tüm verilere bakıldığında $40 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin altında çok fazla değer mevcut değildir. Geriye kalan tüm değerler 1:1 doğrusunun üzerinde ancak 1:1 doğrusuna çok yakın seyretmektedir. $40 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin üstündeki verilerde artan bir trendden bahsedilebilir ancak 1:1 doğrusuna olan yakınlığı göz önünde bulundurulduğunda artış değerinin çok yüksek olmadığı görülmektedir.

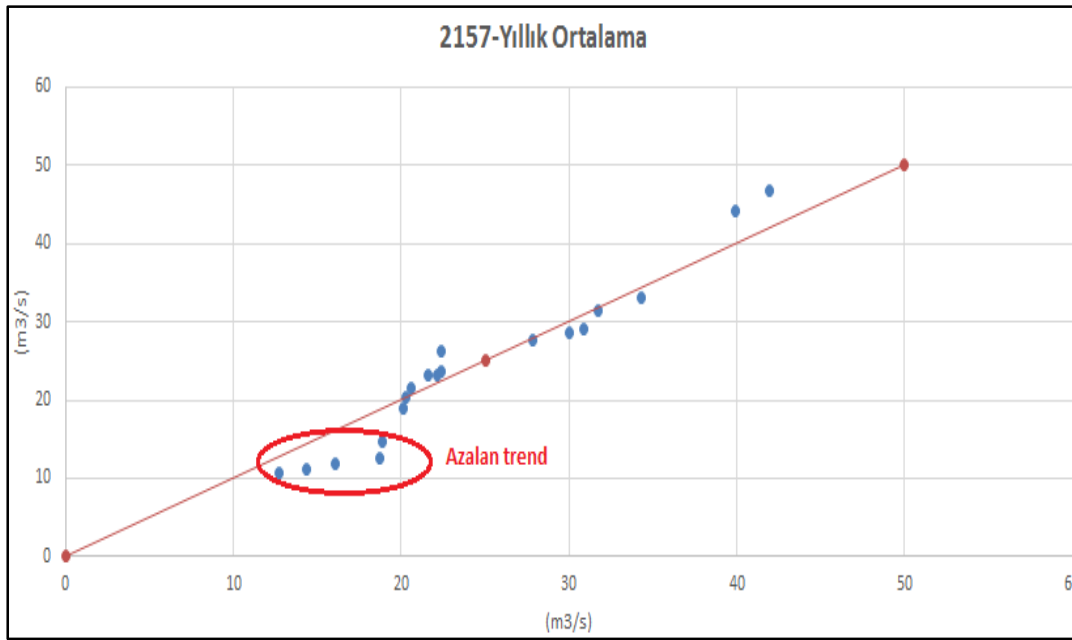


Şekil 4.9: 2122 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.

4.5.3 2157 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi

Şekil 4.10 incelendiğinde, özellikle $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin altındaki debi değerlerinde azalan bir trend söz konusudur. Orta debi değerlerinde ise $[20 \text{ m}^3/\text{s}, 35 \text{ m}^3/\text{s}]$ 1:1 grafiğine paralel seyrettiği görülmektedir ve bu değerlerde trendin varlığından söz etmek mümkün değildir. Yüksek debilerde ise artan bir trend mevcuttur ($Q > 39 \text{ m}^3/\text{s}$).

1982	$39,92 \text{ m}^3/\text{s}$
1988	$41,97 \text{ m}^3/\text{s}$
1993	$44,17 \text{ m}^3/\text{s}$
1995	$46,82 \text{ m}^3/\text{s}$

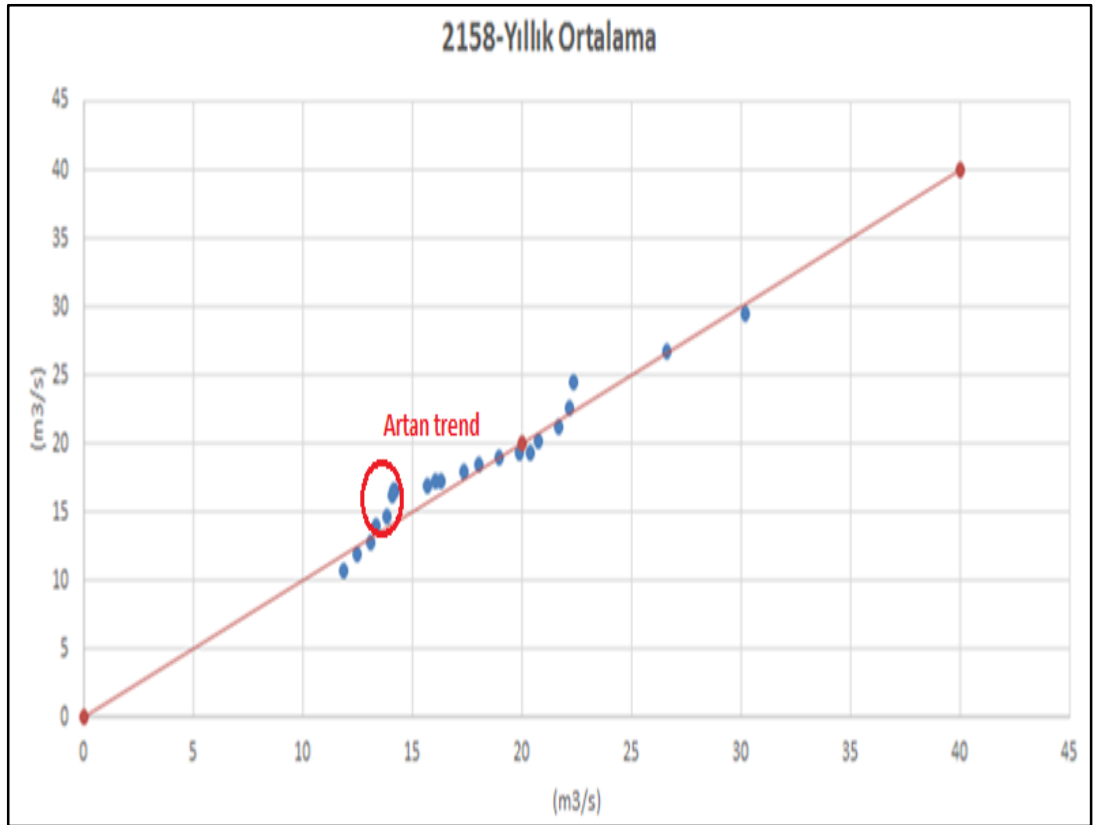


Şekil 4.10: 2157 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.

4.5.4 2158 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi

Şekil 4.11'deki verilere genel olarak bakıldığında belirgin bir trend gözükmemekte, değerlerin çoğunluğu 1:1 doğrusu üzerinde yer almaktadır. Çok kısıtlı bir değer aralığında artan bir trendden söz edilebilir. 1971- 2005 aralığındaki akım değerleri $13,33 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den $14,02 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye çıkarak artış göstermiştir.

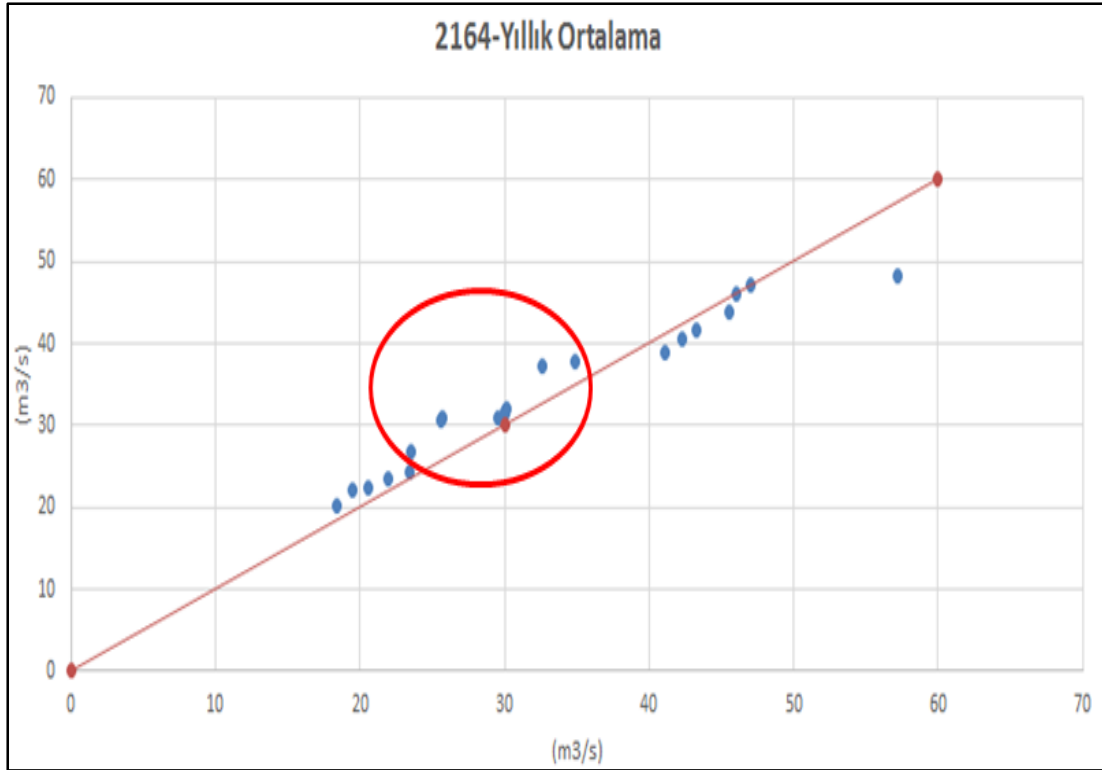
1971	$13,33 \text{ m}^3/\text{s}$
1973	$13,86 \text{ m}^3/\text{s}$
1986	$14,10 \text{ m}^3/\text{s}$
1994	$14,71 \text{ m}^3/\text{s}$
1999	$16,20 \text{ m}^3/\text{s}$
2005	$14,02 \text{ m}^3/\text{s}$



Şekil 4.11: 2158 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.

4.5.5 2164 nolu AGİ için Şen'in yöntemi ile trend analizi

2164 nolu AGİ'ye ait akım verileri $18,41 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $57,16 \text{ m}^3/\text{s}$ değerleri arasında değişmektedir. Bu değer aralığında, sadece orta değerlerde $[23,48 ; 37,66] \text{ m}^3/\text{s}$ artan bir trend mevcuttur. Yine aynı aralıktaki $30 \text{ m}^3/\text{s}$ değerlerde trend mevcut değildir, ancak bu noktanın öncesinde $23,48 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye kadar; sonrasında ise $37,66 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye kadar artan bir trend mevcuttur.



Şekil 4.12: 2164 nolu AGİ için Şen metodu ile trend analizi.

4.6 Şen'in Trend Analizi Yöntemi İle Ay Bazında Trend Değişimleri

3.2.3 nolu başlık altında anlatıldığı gibi; Şen'in yöntemi ile aylık veriler istasyon bazında ayrı ayrı incelenmiştir. Aylık veriler ortanca yıl referans alınarak iki eşit parçaya bölünmüş ve ayrılan bu iki parça ayrı ayrı, artan düzende sıralanmış ve grafik ile görselleştirilmiştir. Grafiği oluşturan X değerleri ilk yarıdaki akımları, Y değerleri ise ikinci yarıdaki akımları göstermektedir. Genel itibariyle birinci ve buna karşılık

gelen ikinci yarıdaki değerlerin 1:1 doğrusu üzerindeki dağılımı gözlenlenmiştir ve bu dağılıma bakılarak trend varlığı araştırılmıştır.

4.6.1 Ekim ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi

Şekil 4.13 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

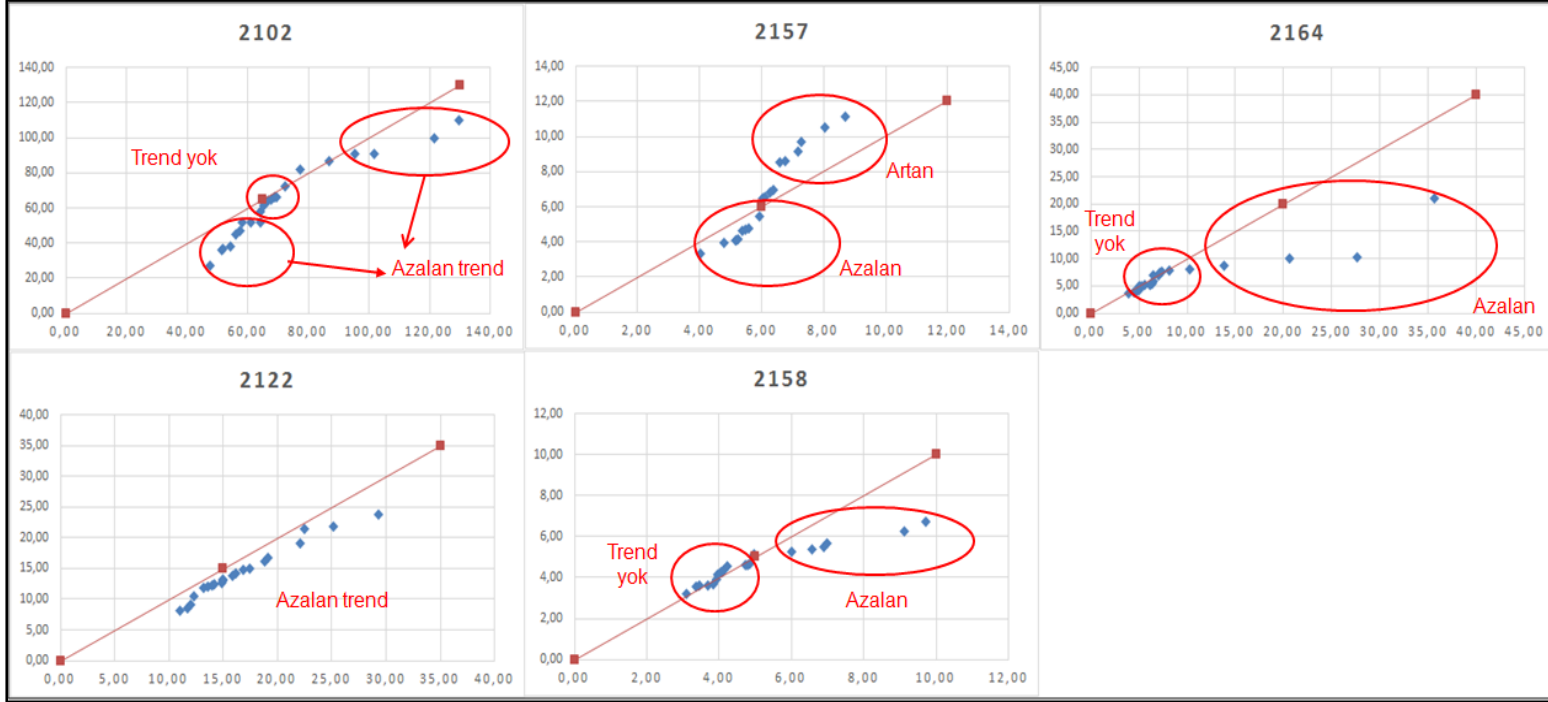
2102: [70 – 80] m^3/s arasındaki değerlerde bir trend mevcut değildir. Geri kalan tüm değerlerde ise azalan bir trend söz konusudur.

2122: 2122'deki tüm veriler 1:1 grafiğinin altında ve azalan bir trend mevcuttur. Özellikle yüksek-uç debi değerlerinde 1:1 grafiğinde belirgin bir sapma ve buna göre de azalan bir trend mevcuttur.

2157: 2157'deki veriler [4 - 9] m^3/s arasında çeşitlenmektedir. [4 - 6] m^3/s arasında azalan bir trend, [6,5 – 9] m^3/s değer aralığında ise artan bir söz konusudur.

2158: 2158'deki veriler [3 - 10] m^3/s arasında çeşitleniyor. [3 - 5] m^3/s arasındaki veriler ise 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmakta ve herhangi bir trend söz konusu değil.

2164: Verilerin çoğunluğu [4 – 10] m^3/s değerleri arasında yoğunlaşmaktadır ve bu aralıkta trend gözükmemektedir. 10 m^3/s 'nin üstündeki veriler totale bakıldığında azınlıkta kalmaktadır ve bu değerlerde azalan bir trend söz konusudur.



Şekil 4.13: Ekim ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.2 Kasım ayı için trend analizi

Şekil 4.14 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

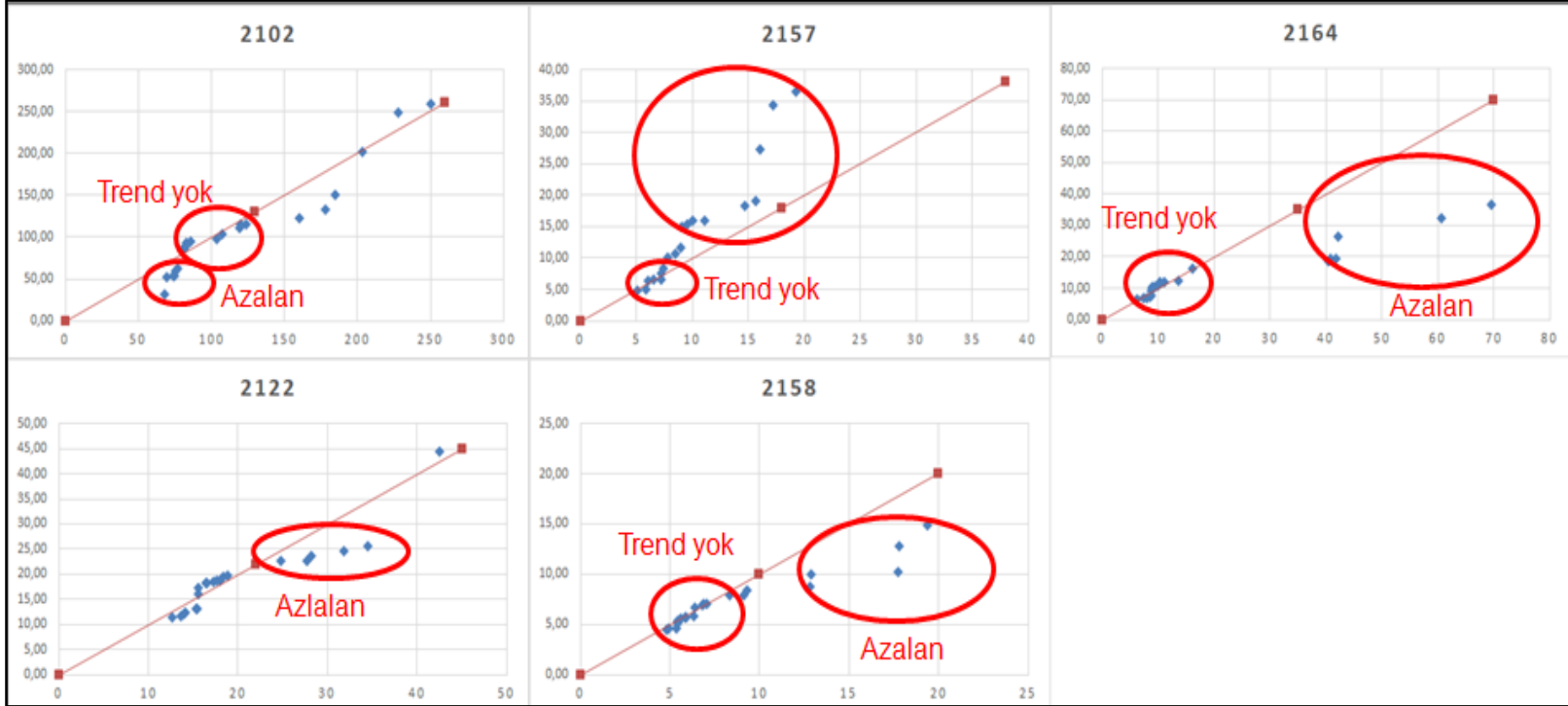
2102: [80 - 125] m^3/s arasındaki değerlerde (1970-1980) belirgin bir trend mevcut değildir. 75 m^3/s 'in altındaki değerlerde azalan bir trend vardır. [160 – 180] m^3/s arasındaki değerlerde de yine azalan bir trend söz konusudur.

2122: [12 – 20] m^3/s arasındaki değerlerde herhangi bir trendin varlığından söz edilemez. Seride 25 m^3/s 'ten büyük tüm değerlerde azalan bir trend gözükmemektedir. Değerlerin 1973, 1980, 1984, 1990 ve 2004 yılları için sırasıyla 31,78 m^3/s , 34,54 m^3/s , 42,51 m^3/s , 43,30 m^3/s , 44,31 m^3/s olduğu görülmüştür.

2157: [5 – 10] m^3/s arasındaki değerlerde belirgin bir trend yoktur. 10 m^3/s 'den büyük tüm değerlerde artan bir trend vardır. Ancak bu aralıkta (yani 10 m^3/s 'den büyük) sadece iki nokta 1:1 doğrusunun üst tarafında ancak doğruya paralel seyretmektedir ve bu değerlerde artan bir trend olmasına rağmen doğrudan daha fazla uzaklaşmış olan değerlere kıyasla radikal bir artış söz konusu değildir. (14,74 ; 18,40) ve (15,67 ; 19,00). Değerlerin 1980, 1982, 1995 ve 1996 yılları için sırasıyla 14,74 m^3/s , 15,67 m^3/s , 19,00 m^3/s , 18,40 m^3/s olduğu görülmüştür.

2158: [5 - 10] m^3/s arasındaki değerlerde herhangi bir trend mevcut değildir. 10 m^3/s 'den büyük tüm değerler ise [10 – 15] m^3/s ve [15 - 20] m^3/s aralığında olmak üzere ayrı ayrı 1:1 doğrusuna yaklaşmaya çalışmaktadır. Bu değerlerde de azalan bir trend söz konusudur. Değerlerin 1977, 1992, 1998 ve 2004 yılları için sırasıyla 12,89 m^3/s , 8,79 m^3/s , 10,03 m^3/s , 43,30 m^3/s , 12,81 m^3/s olduğu görülmüştür.

2164: [5 – 18] m^3/s arasındaki değerlerde trend varlığından söz edilemez. 18 m^3/s 'in üstündeki tüm değerler ise azalma eğilimi göstermektedir.



Şekil 4.14: Kasım ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.3 Aralık ayı için trend analizi

Şekil 4.15 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

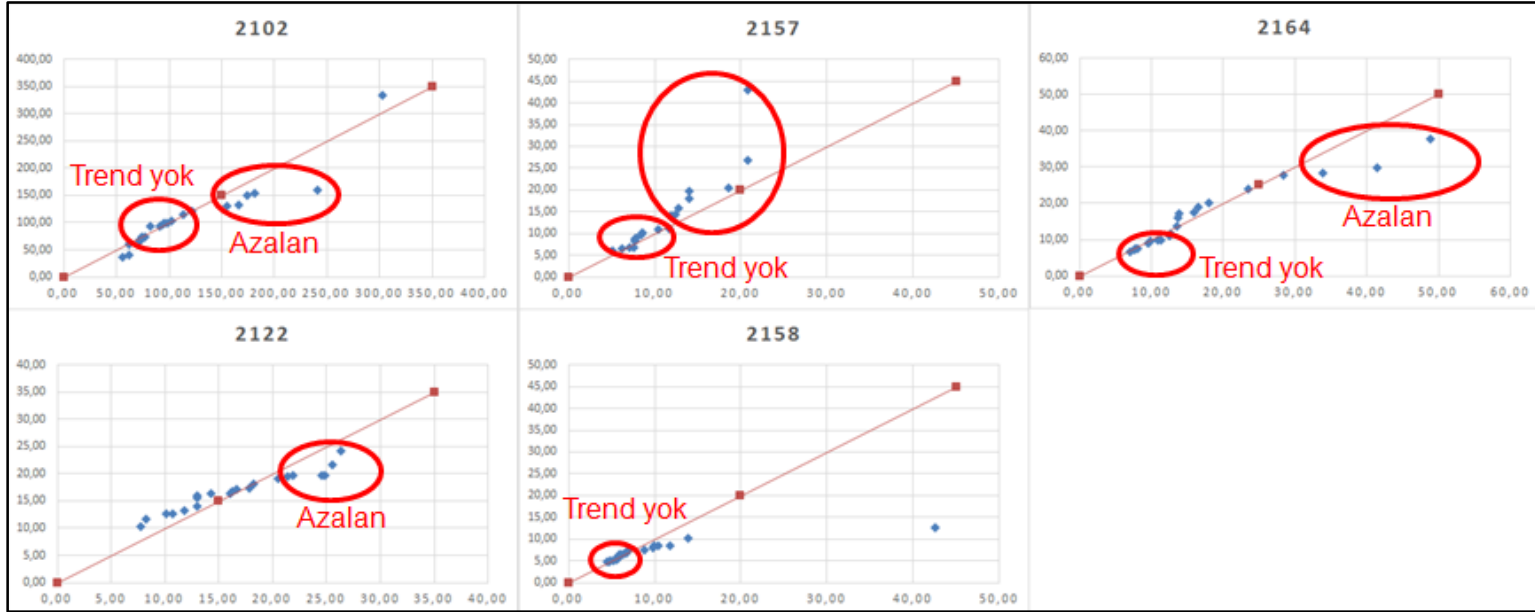
2102: [50 – 150] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusu üzerinde, trend yoktur. [150 – 200] m^3/s arasındaki değerlerde azalan bir trend mevcuttur. Değerlerin 1984, 1989, 1995, 2004 ve 2010 yılları için sırasıyla; 181,2 m^3/s , 174,4 m^3/s , 160,23 m^3/s , 150,73 m^3/s olduğu görülmüştür.

2122: [7 – 15] m^3/s arasındaki değerler 1:1 çizgisine çok yakın ve paralel seyrediyor, trend mevcut değildir. [15 – 18] m^3/s arasındaki değerler ise 1:1 çizgisi üzerinde ve trend söz konusu değildir. [20 – 23] m^3/s arasındaki değerler 1:1 çizgisine teğet geçmektedir ve trend yoktur. [24 – 27] m^3/s arasındaki anlamlı bir trend göstermemektedir. Değerlerin 1980, 1988, 1989, 1995, 2004 ve 2010 yılları için sırasıyla; 24 m^3/s , 26 m^3/s , 25 m^3/s , 21 m^3/s , 24 m^3/s , 19 m^3/s olduğu görülmüştür.

2157: [5 – 15] m^3/s arasındaki değerlerin çoğu 1:1 çizgisi üzerinde veya teğettir. Bu değer aralığında anlamlı bir trend gözlemlenmemektedir. 20 m^3/s 'nin üstündeki iki değerde ise radikal bir artış ve artan bir trend vardır.

2158: 2158'deki veriler 3-10 m^3/s arasında çeşitlenmektedir. 3-5 m^3/s arasındaki veriler ise 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmakta ve herhangi bir trend söz konusu değildir.

2164: 2164 nolu AGİ'nin verileri 4-36 m^3/s arasında çeşitlenmektedir. Verilerin çoğunluğu 4 – 10 m^3/s değerleri arasında yoğunlaşmakta ve bu aralıktan trend gözükmemektedir. 10 m^3/s 'nin üstündeki veriler totale bakıldığında azınlıkta kalmaktadır ve bu değerlerde de azalan bir trend söz konusudur.



Şekil 4.15: Aralık ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.4 Ocak ayı için trend analizi

Şekil 4.16 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde Ocak ayları için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

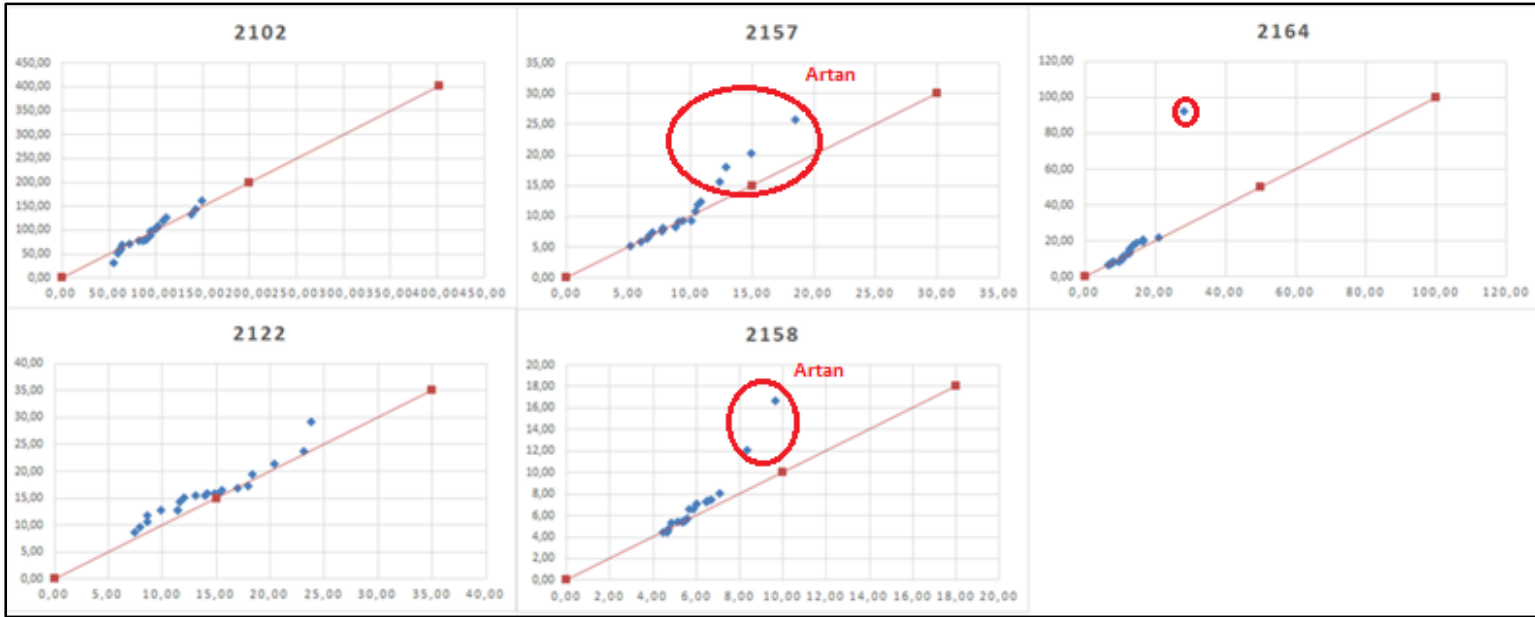
2102: 2102'deki değerlerin büyük bir çoğunluğu, neredeyse hepsi 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmış durumdadır. Genel olarak bir trendin varlığından söz edilemez. İşaretli olan tek bir noktada (55,35 ; 31,17) 1:1 doğrusunun alt kısmına doğru bir sapma vardır.

2122: Serideki değerlerin büyük bir çoğunluğu [15-23,80] m^3/s aralığındaki orta değerler ve 1:1 doğrusu üzerindedir ve bu aralıkta trend mevcut değildir. [7-12] m^3/s aralığındaki düşük değerler ise 1:1 doğrusunun (+) kısmında ancak doğruya çok yakın olarak sıralanmıştır. Çok büyük oranda olmasa da (1:1 doğrusuna yakınlığından dolayı) bu aralıktaki değerlerde artan bir trend vardır. Tek bir noktada (23,74 ; 29,13) ise (+) yönde, 1:1 doğrusundan radikal bir sapma göstermektedir.

2157: [5 - 12] m^3/s arasındaki değerlerin hepsi 1:1 doğrusu üzerinde yer almakta ve bu aralıkta trend mevcut değildir. 12'den büyük tüm değerler ise (4 nokta mevcut) 1:1 doğrusunun üst kısmında ve artan bir trend göstermektedir.

2158: [4,5 – 5,69] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusu üzerinde yer almakta ve bu noktalarda trend mevcut değildir. 5,69 m^3/s 'den büyük değerler ise 1:1 doğrusunun üst (+) kısmında yer almakta olup ve artan bir trend göstermektedir. En büyük artış ise 8,34 m^3/s 'ten sonraki iki noktada gözükmektedir. Bu iki nokta kadar olmasa da [5,69 - 7,10] m^3/s arasındaki değerlerde de artan bir trend gözükmektedir.

2164: Serideki değerlerin hepsi (bir nokta hariç) 1:1- doğrusu üzerinde sıralanmış durumdadır. İşaretli tek bir nokta ise (28,09 ; 92,59) 1:1 doğrusundan (+) yönde radikal bir şekilde uzaklaşmış durumdadır.



Şekil 4.16: Ocak ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.5 Şubat ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi

Şekil 4.17 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde Şubat ayları için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

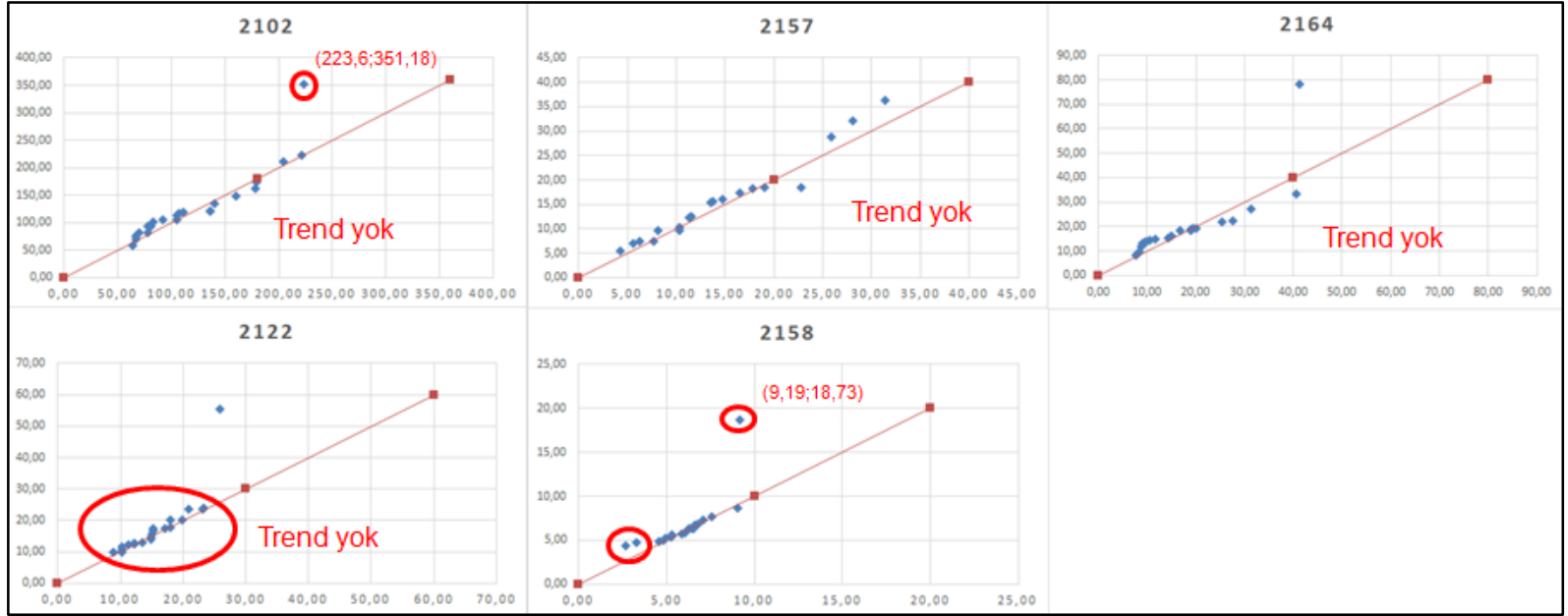
2102: Serideki değerlerin neredeyse hepsi 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmış durumda ve trend söz konusu değildir. Tek bir noktada (223,6 ; 351,18) ise (+) yönde radikal bir sapma vardır.

2122: Serideki değerlerin hepsi 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmış durumdadır. Tek bir noktada (25,9 ; 55,37) ise (+) bölgede doğrudan radikal bir sapma söz konusudur. Ancak genel anlamda belirgin bir trend varlığı gözükmemektedir.

2157: Tek bir nokta hariç, [4,21 – 19,07] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusu üzerinde ve trend mevcut değildir. Bahsi geçen nokta (22,78 ; 18,50) ise (-) yönde 1:1 doğrusundan sapsmış durumdadır. Kalan tüm değerler ise 1:1 doğrusunun (+) yönde, üstünde sıralanmakta olup ve buna tekabül eden üç noktada artan trend mevcuttur.

2158: Üç nokta dışındaki tüm noktalar 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmış durumda ve trend mevcut değildir. Bahsi geçen 3 nokta ise 1:1 doğrusunun üstünde ve en büyüğü (9,19 ; 18,73) noktasında olmak üzere artan bir trend gözükmemektedir. Değerlerin 1976, 1979, 1992, 2011 ve 2010 yılları için sırasıyla; 3,28 m^3/s , 9,19 m^3/s , 4,33 m^3/s , 4,79 m^3/s , 18,73 m^3/s olduğu görülmektedir.

2164: [7 - 20] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusunun üzerinde ve trend mevcut değildir. Bu aralıkta sadece [9,5 - 11] m^3/s arasında, (+) yönde küçük bir sapma söz konusu, ancak anlamlı bir artış trendi gözükmemektedir. [25,5 – 40,6] m^3/s aralığındaki değerler ise 1:1 doğrusunun (-) yönde, altında kalmış durumdadır ve bu değerlerde azalan bir trend mevcuttur. 40,6 m^3/s 'dan büyük tek bir değerde ise (+) yönde radikal bir sapma vardır.



Şekil 4.17: Şubat ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.6 Mart ayı için Şen'in yöntemi ile trend analizi

Şekil 4.18 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde Mart ayları için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

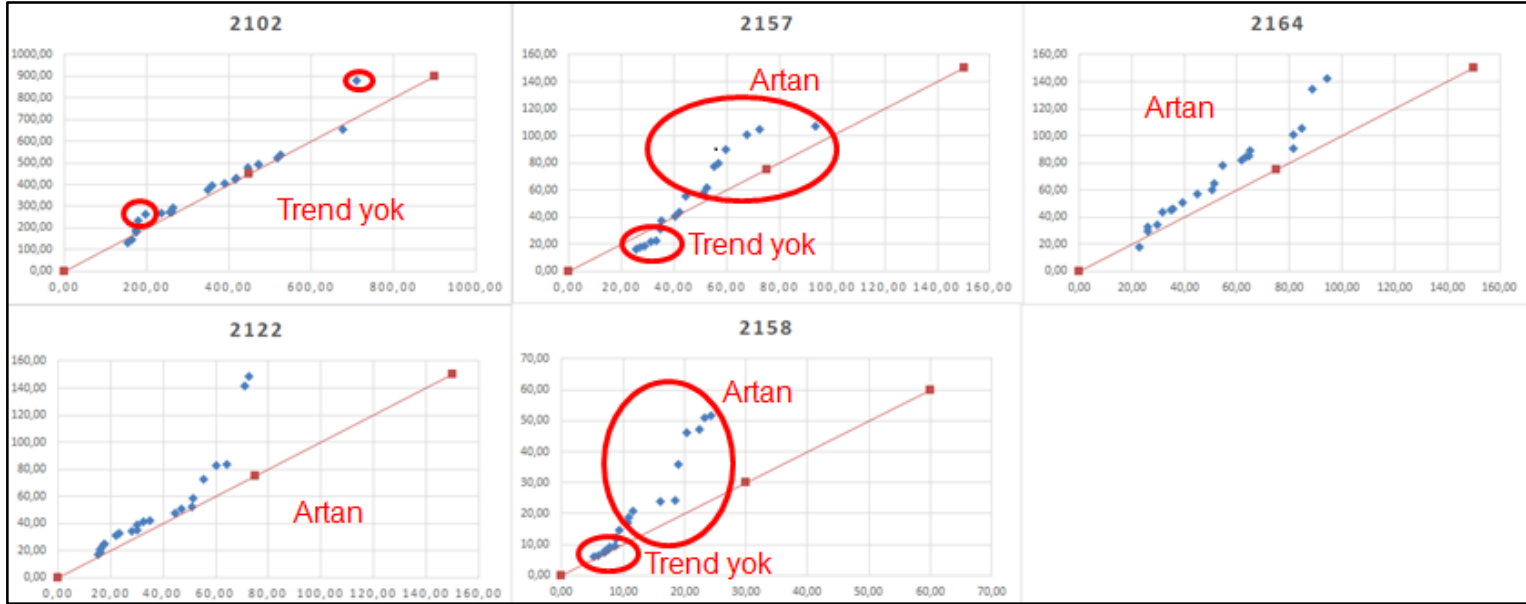
2102: Üç nokta haricindeki tüm değerler 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmış durumdadır. Bahsi geçen üç nokta ise 1:1 doğrusunun üst kısmında (+) yönde bulunmakta ve bu noktalarda artan trend mevcuttur.

2122: 2122'deki neredeyse tüm değerler 1:1 doğrusunun üstünde yer almaktadır. Genel olarak artan bir trend gözükmeyle birlikte [17 – 53] m^3/s aralığındaki değerler 1:1 doğrusunun hemen üstünde ve doğruya teğet geçmektedir. Bu noktalarda artan bir trend olmakla beraber, çok yüksek bir artış söz konusu değildir.

2157: [25 - 34] m^3/s değerleri arasındaki veriler 1:1 doğrusunun (-) tarafından ve bu aralıktaki veriler azalan bir eğilim göstermektedir. [34 – 44] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusu üzerinde ve trend mevcut değildir. [44-72] m^3/s aralığındaki değerler ise 1:1 doğrusunun (+) tarafında ve artan bir trend göstermektedir.

2158: [5 - 9] m^3/s arasındaki tüm değerler 1:1 doğrusu üzerinde yer almakta ve trend söz konusu değildir. [9 - 25] m^3/s arasındaki veriler ise 1:1 doğrusunun üst tarafında yer almakta ve artan bir trend göstermektedir.

2164: Tek bir nokta (22,92 ; 18,20) hariç tüm değerler 1:1 doğrusunun üst tarafında yer almaktadır. Genel olarak artan bir trendden söz edilebilir. [26 - 50] m^3/s arasındaki veriler 1:1 doğrusunun üst tarafında olmasına rağmen doğruya yakın ve paralel seyretmektedir. Dolayısıyla [85 - 95] m^3/s aralığındaki verilerin 1:1 doğrusuna olan uzaklığının fazla olduğu düşünüldüğünde; kıyasla bu aralıktaki trendin [26 - 50] m^3/s aralığına göre daha fazla olduğu söylenebilir.



Şekil 4.18: Mart ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.7 Nisan ayı için trend analizi

Şekil 4.19 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde Nisan ayları için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

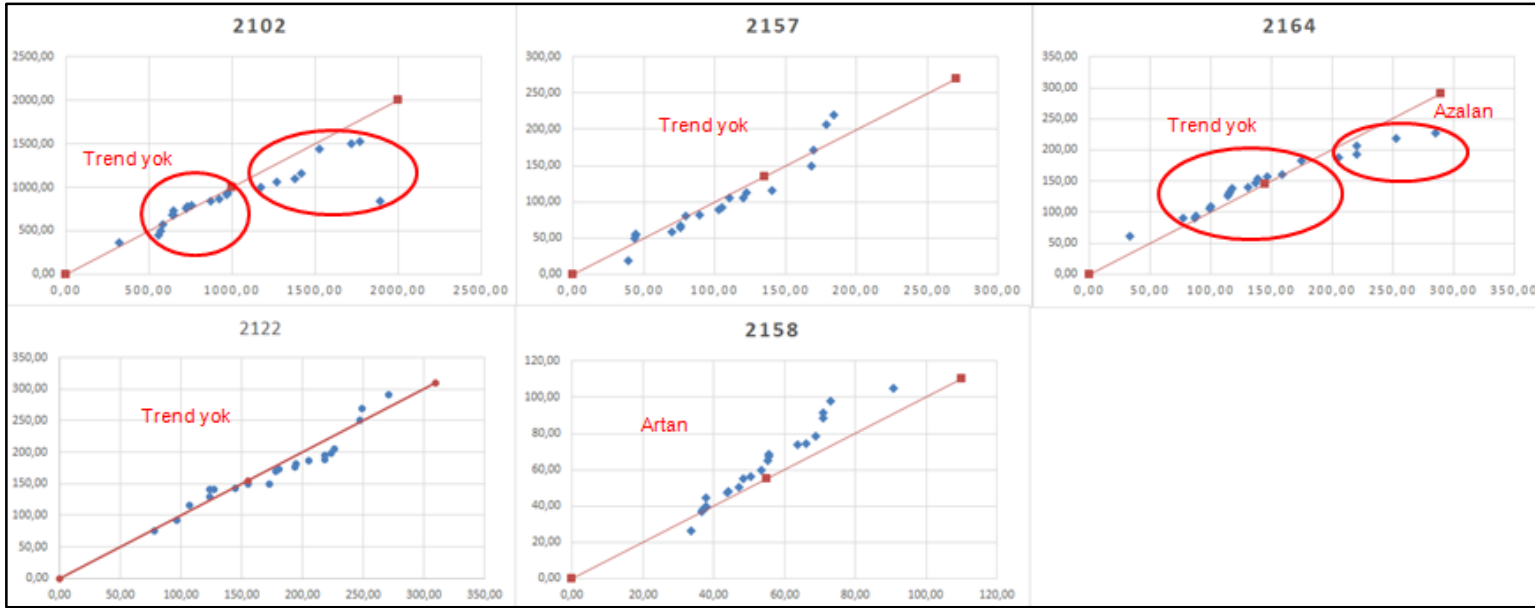
2102: [316 – 1000] m^3/s aralığındaki tüm veriler 1:1 doğrusu üzerinde ve bu aralıkta bir trend mevcut değildir. [1169 – 1894] m^3/s aralığındaki veriler ise 1:1 doğrusunun altında ve azalan bir trend göstermektedir.

2122: 2122'deki veriler 1:1 doğrusunun altında ve üstünde dağılıyorsa da 1:1 doğrusuna çok yakın, hatta çoğu da üzerinde yer almaktadır. Genel olarak bir trend varlığından söz edilemez.

2157: 2157'deki tüm veriler genel olarak 1:1 doğrusunun altında olmasına rağmen doğruya çok yakın konumda sıralanmış durumdadır. Dolayısıyla genel bir trend söz konusu değildir. Sadece [174 - 184] m^3/s aralığındaki 2 nokta 1:1 doğrusunun üstünde kalmakta ve artan bir trend göstermektedir.

2158: [36 - 55] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusunun üst kısmında yer almasına rağmen doğruya çok yakın seyretmekte ve bu aralıkta anlamlı bir trend mevcut değildir. [53 - 90] m^3/s arasındaki değerler ise 1:1 doğrusundan uzaklaşmakta ve artan bir trend göstermektedir.

2164: [77 - 175] m^3/s arasındaki veriler 1:1 doğrusunun üzerinde ve herhangi bir trend mevcut değildir. [205 – 285] m^3/s arasındaki değerler ise 1:1 doğrusunun altında kalarak, giderek doğruya uzaklaşmış durumda ve azalan bir trend göstermektedir.



Şekil 4.19: Nisan ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.8 Mayıs ayı için trend analizi

Şekil 4.20 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde Mayıs ayları için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

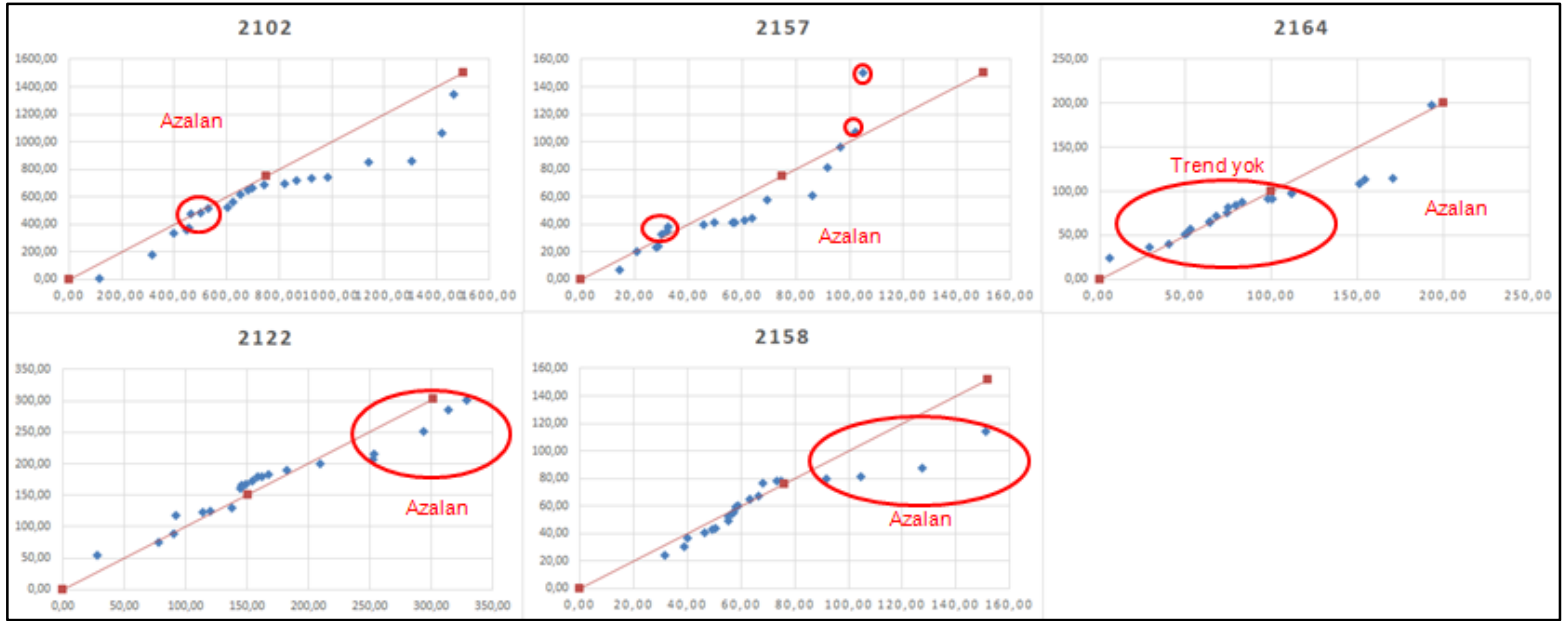
2102: 2102'deki tüm değerler (üç nokta hariç) 1:1 doğrusunun altında kalmakta ve azalan bir trend göstermektedir. Bahsi geçen üç nokta ise 1:1 doğrusu üzerinde ve bu noktalarda trend mevcut değildir. [602,2 - 724,70] m^3/s arasındaki değerler 1:1 çizgisine teğet geçmektedir. Bu noktalardaki trend diğerlerine kıyasla daha az hissedilmektedir, değişim çok azdır.

2122: 2122'deki değerler çok dağınık olmakla birlikte en anlamlı trendi [91,55 - 151,09] m^3/s aralığında göstermektedir. Bu aralıkta 1:1 doğrusundan (-) yönde belirgin bir sapma ve azalan bir trend vardır. [92,52 – 182,80] m^3/s arasındaki veriler ise genellikle 1:1 doğrusunun hemen üstünde ve paralel seyretmektedir. Bu aralıkta çok büyük oranda olmasa da artan bir trend söz konusudur.

2157: İşaretli beş nokta hariç, tüm değerler 1:1 doğrusunun altında ve en yoğun olarak [45 - 86] m^3/s aralığında gözükme üzere azalan bir trend mevcuttur. Bahsi geçen beş noktada ise artan bir trend söz konusudur.

2158: 2158'deki verilerin büyük bir çoğunluğu 1:1 doğrusunun alt kısmında yer almakta ve azalan bir eğilim göstermektedir. [55,11 – 66,39] m^3/s aralığındaki değerler ise 1:1 doğrusu üzerinde yer almakta olup, bu noktada trend mevcut değildir.

2164: Veriler dağınık olarak 1:1 doğrusu üzerinde ve altında sıralanmış durumda. [40,36 – 79,23] m^3/s aralığındaki değerler 1:1 doğrusu üzerindedir ve trend mevcut değildir. 79,23 m^3/s 'ten büyük değerler 1:1 doğrusunun altında yer almaktadır ve bu değerlerde azalan bir trend mevcuttur. İşaretli 3 nokta ise 1:1 doğrusunun üstünde ve artan bir trend göstermektedir.



Şekil 4.20: Mayıs ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.9 Haziran ayı için trend analizi

Şekil 4.21 incelendiğinde, çalışılan AGİ'lerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

2102: 2102'deki tüm veriler 1:1 doğrusunun alt kısmında kalmaktadır.[93 – 402] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusuna çok yakın ve paralel seyrederken , [460 – 572] m^3/s arasındaki değerlere kıyasla 1:1 doğrusundan daha fazla sapmış durumda ve bu büyük değerlerde trend daha belirgindir. Tek bir nokta (39,30 ; 66,96) dışındaki tüm değerlerde azalan trend gözükmemektedir.

2122: [26,55 – 62,68] m^3/s arasındaki veriler toplam verilerin yarısını oluşturmakta ve bu düşük değerler 1:1 doğrusunun altında kalıp, azalan bir trend göstermektedirler. Yüksek değerlerin ise yarı yarıya 1:1 doğrusunun üst kısmında ve üzerinde olduğu görülmektedir. Doğrunun üzerinde kalan değerler 1:1 doğrusuna çok yakın ve paralel seyretmektedir. Yüksek değerler için; çok büyük miktarda olmasa da artan bir trendin varlığından söz edilebilir.

2157: İki nokta hariç tüm değerler 1:1 doğrusunun alt kısmında yer almakta ve genele bakıldığında azalan bir trend göstermektedir. [4 – 18] m^3/s arasındaki düşük değerler 1:1 doğrusuna çok yakın ve paralel; [18 - 25] m^3/s arasındaki orta değerler ise kıyasla 1:1 doğrusundan sapmış durumdadır. Orta değerlerdeki azalan trend daha belirgindir. Üst değerler ise çok kısıtlı bir aralıkta [31 – 32] m^3/s 1:1 doğrusunun üstünde yer almakta ve artan bir trend göstermektedir.

2158: [4 - 19] m^3/s değerleri 1:1 doğrusunun üzerinde yer almakta ve bu noktalarda trend mevcut değildir. [27 - 41] m^3/s aralığındaki değerler ise 1:1 doğrusunun alt kısmında yer almaktadır ve azalan trend göstermektedir. [27 - 41] m^3/s aralığının üst sınırına yaklaşan değerler 1:1 doğrusuna teğet geçmekte ve bu noktalardaki azalan trend etkisi, aralığın alt sınırındaki değerlere kıyasla daha azdır. Kalan işaretli dört noktanın ise; ikisi doğrunun üzerinde, diğer ikisi de doğrunun altında kalmış durumda ve anlamlı bir trend mevcut değildir.

2164: 2164'teki verilerin neredeyse hepsi (iki nokta hariç) 1:1 doğrusunun alt kısmında yer almaktadır ve yüksek değerlere çıkıldıkça doğrudan daha da belirgin bir sapma gözlenmektedir. AGİ'nin genelinde azalan bir trend hakim. Ancak işaretli iki noktada artan bir trend mevcuttur.



Şekil 4.21: Haziran ayı için Şen metodu ile trend analizi

4.6.10 Temmuz ayı için trend analizi

Temmuz ayı için trend incelendiğinde, çalışılan AGİ'lerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Trendinin gidişi ise Şekil 4.22'de gösterilmiştir.

2102: [49 - 59] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusu üzerinde yer almakta ve trend mevcut değil. Kalan tüm değerler (iki nokta hariç) 1:1 doğrusunun altında ve yüksek değerlerde doğrudan daha fazla sapsmiş gözükmekte. AGİ'nin genelinde azalan bir trend hakim, belirtilen noktalarda ise trend yok.

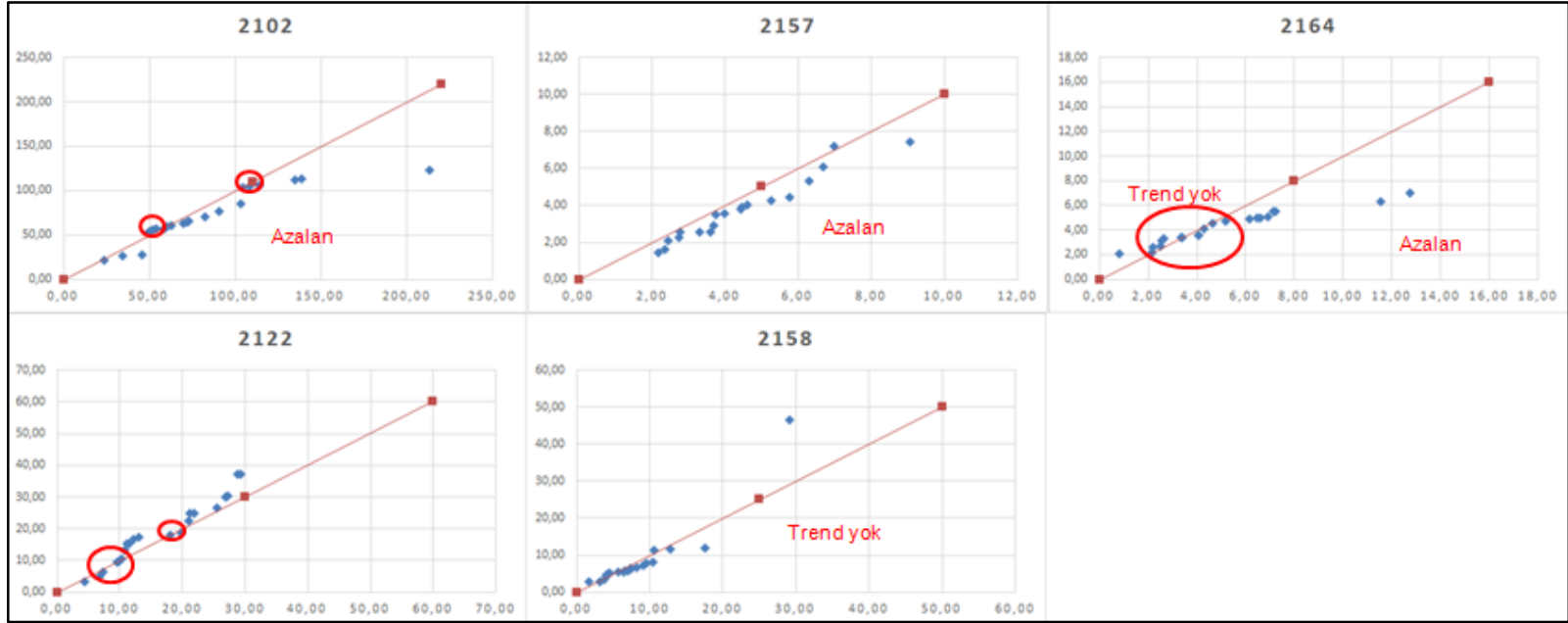
2122: [4 - 7,5] m^3/s arasındaki düşük değerlerde azalan trend gözlenmektedir. [9,61 – 10,28] m^3/s aralığındaki orta-düşük değerler ise 1:1 doğrusunun üzerinde ve bu noktalarda trend mevcut değildir. Kalan tüm noktalarda ise aşağıdaki 3 aralıkta ayrı ayrı gözükmele birlikte artan bir trend mevcuttur.

10,83 – 12,99 m^3/s
20,94 – 21,94 m^3/s
25,56 – 29,39 m^3/s

2157: 2157'deki tüm veriler işaretli noktalar hariç olmak üzere, 1:1 doğrusunun alt kısmında yer almakta ve azalan bir eğilim göstermektedir. Orta-düşük değerler doğruya daha yakın seyrederken, yüksek değerlerdeki sapma daha belirgindir.

2158: [3,12 – 7,43] m^3/s arasındaki değerler 1:1 doğrusu üzerinde sıralanmış durumda ve bu aralıktaki değerlerde trend mevcut değildir. [7,43 – 17,55] m^3/s arasındaki değerler ise artarak 1:1 doğrusundan uzaklaşmış durumda ve Bu aralıktaki değerlerde azalan bir trend gözlemlenmekte. Tek bir yüksek değer ise 1:1 doğrusunun üst kısmında yer almakta olup, doğrudan radikal bir sapma gözlenmektedir.

2164: [1 – 3] m^3/s aralığındaki değerler 1:1 doğrusunun üstünde ve çok büyük bir sapma göstermese de artan bir eğilim gözükmektedir. [4,06 – 12,72] m^3/s aralığındaki orta-yüksek değerler ise, özellikle yüksek değerlerde daha belirgin olmak üzere azalan bir trend göstermektedir.



Şekil 4.22: Temmuz ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.11 Ağustos ayı için trend analizi

Şekil 4.23 incelendiğinde çalışılan AGİlerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

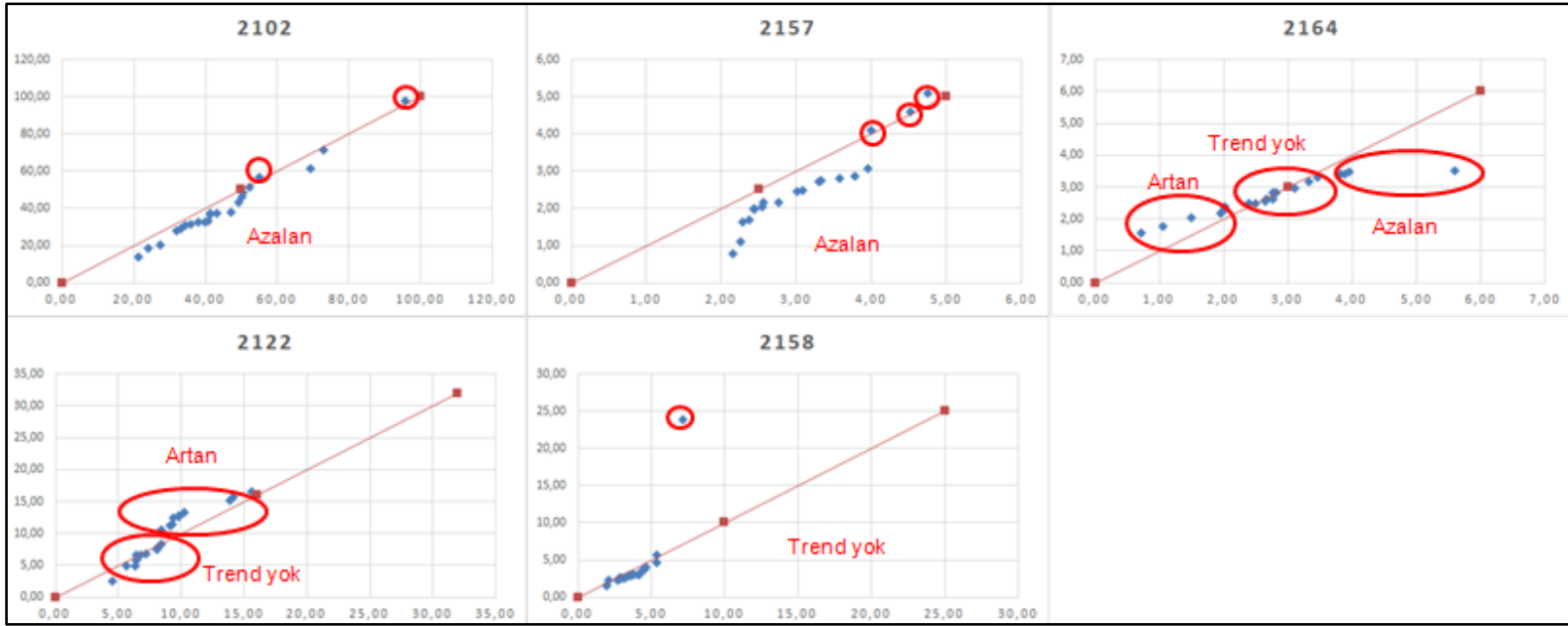
2102: 2102'deki tüm veriler, işaretli 2 nokta dışında, 0 -0 doğrusunun altında sıralanmış durumda ve genel olarak azalan bir trend gözükmektedir.

2122: [4,52 – 6,42] m^3/s arasındaki düşük değerlerde azalan bir trend mevcut. [6,48 – 8,40] m^3/s aralığındaki tüm değerler 1:1 doğrusu üzerinde ve bu orta değerlerde trend mevcut değildir. [8,46 – 15,59] m^3/s aralığındaki yüksek değerlerde ise artan bir trend mevcuttur.

2157: 2157 nolu AGİ'deki tüm değerler, işaretli üç nokta hariç, 1:1 doğrusunun alt kısmında yer yer almaktadır ve genel olarak azalan bir trend gözükmektedir.

2158: 2158 nolu AGİ'deki tüm değerler [1,9 – 5,4] m^3/s aralığında kümelenmiş durumda ve bu aralıktaki tüm değerler 1:1 çizgisinin hemen altında ancak çok yakın hizalanmış durumdadır. Azalan bir trend gözükmeyle birlikte 1:1 çizgisine olan aşırı yakınlığı ve verilerin incelenmesiyle azalma eğiliminde olsa dahi çok radikal değişimlerin olmadığı görülmüştür.

2164: 2164 nolu AGİ'de genel olarak düşük verilerde artan bir trend gözükmektedir. Orta değerlerde trend mevcut değildir. Yüksek değerlerde ise azalan bir trend hakimdir.



Şekil 4.23: Ağustos ayı için Şen metodu ile trend analizi.

4.6.12 Eylül ayı için trend analizi

Şekil 4.24 incelendiğinde çalışılan AGİ'lerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

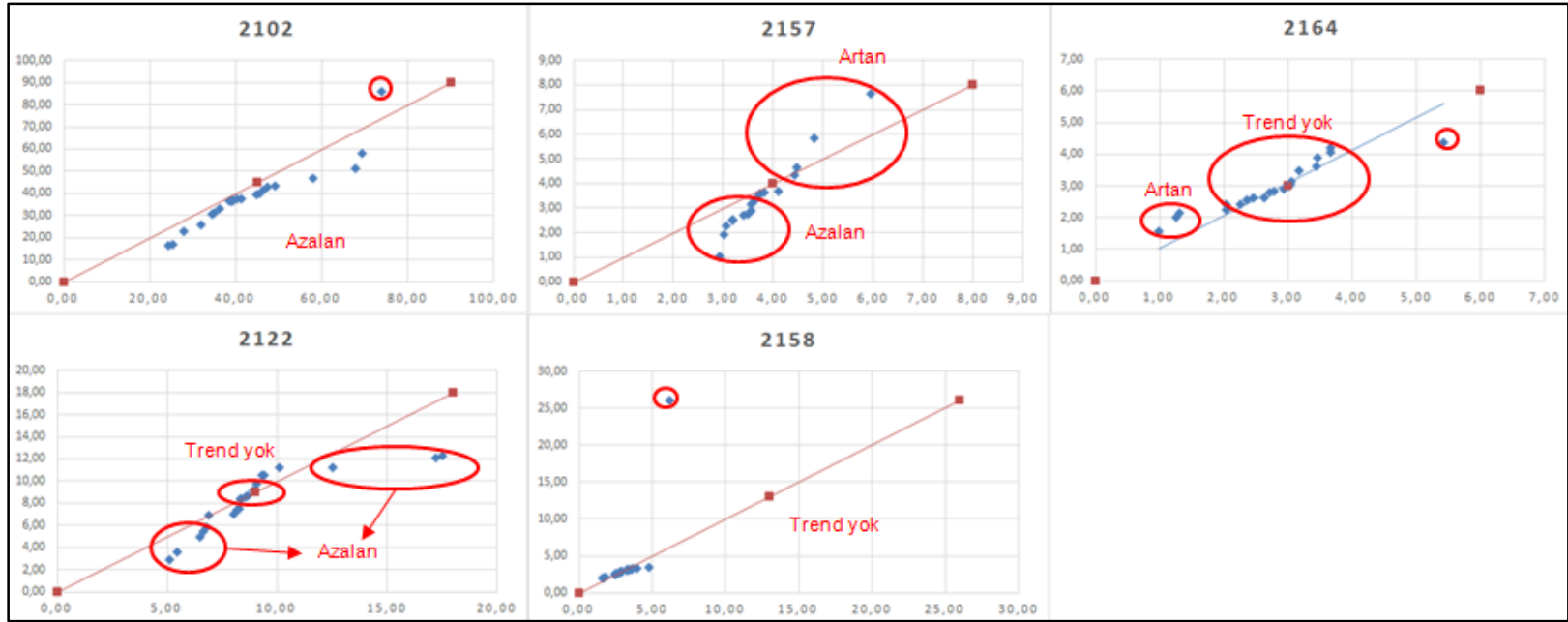
2102: 2102'deki tüm veriler (tek bir nokta hariç) 1:1 doğrusunun altında sıralanmış durumda ve azalan bir trend gözükmemektedir. Orta değerlerin $[34 - 150] \text{ m}^3/\text{s}$ 1:1 doğrusunda çok daha yakın olduğu gözlenmektedir. Düşük ve yüksek değerlerde ise sapma daha belirgindir.

2122: 2122 nolu AGİ'deki tüm veriler 1:1 doğrusunun alt/üst kısmında ve üzerinde olmak üzere dağınık sıralanmış durumdadır. $[5 - 8] \text{ m}^3/\text{s}$ aralığındaki düşük değerlerde azalan bir trend söz konusudur. $[8,31 - 8,46] \text{ m}^3/\text{s}$ aralığındaki orta değerlerde trend yok ancak $[8,94 - 10,11] \text{ m}^3/\text{s}$ aralığındaki orta değerlerde artan bir trend mevcuttur. Yüksek değerler ise $[12,52 - 17,52] \text{ m}^3/\text{s}$ aralığında 1:1 doğrusunun alt kısmında sıralanmış durumdadır ve bu değerler için azalan bir trend gözükmemektedir.

2157: 2157 nolu AGİ'deki verilerin büyük çoğunluğu 1:1 doğrusunun alt kısmında ve azalan bir eğilim göstermektedir. Azalma eğilimi $[2,92 - 3,57] \text{ m}^3/\text{s}$ ve $[3,60 - 3,81] \text{ m}^3/\text{s}$ aralığında olmak üzere 2 ayrı dalga halinde gözükmemektedir. Yüksek değerlerde ise artan bir trend mevcuttur.

2158: 2158 nolu AGİ'deki tüm değerler (işaretsiz 2 nokta hariç) 1:1 doğrusunun üzerinde yer almakta olup, herhangi bir trendin varlığından söz edilemez. Yüksek iki değer ise birisinde (+) , diğerinde ise (-) yönde olmak üzere doğrudan sapmalar mevcuttur.

2164: $[2 - 3,80] \text{ m}^3/\text{s}$ aralığındaki orta değerler çoğunlukla 1:1 doğrusu üzerinde yer almaktadır ve bu değerlerde trend mevcut değildir. $[1 - 1,14] \text{ m}^3/\text{s}$ aralığındaki düşük değerlerde artan bir trend mevcuttur. Tek bir uç değer ise (-) yönde radikal bir sapma gözükmemektedir.



Şekil 4.24: Eylül ayı için Şen metodu ile trend analizi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizdeki enerji ihtiyacının sürekli artışından dolayı, mevcut su kaynaklarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Herhangi bir yatırım yapılmamış olan suyu depolamak ve enerji elde edilmesi için devlet ve verilen teşviklerle özel sektör de baraj yapımına önem vermiş ve 2023 yılına kadar mevcuda ilave olarak 27.000 MW kurulu gücünde HES yapılmasını hedeflemiştir. Bunun yanında kurulacak olan akarsu santrallerinin ve barajların verimli olabilmesi ve ömürlerinin uzun olması için bir takım verilere ihtiyaç vardır. Bunların başında da uzun süreli ve mümkün mertebe artan trend gösteren akım verileri gelmektedir. Maalesef ülkemizdeki akarsularımızın üzerindeki akım gözlem istasyon sayımız fazla olmamakla birlikte, kuruluş yılları itibariyle çok kısıtlı bir veri barındırmaktadır. Ancak kısıtlı verilerle de olsa, kurulum yapılacak olan havzada, kayıtların ilk tutulduğu seneden itibaren günümüze kadar olan tüm veriler incelenmeli ve ilgili bölgedeki akım verilerinin trendi tespit edilmelidir.

Bu amaç doğrultusunda, ülkemizdeki HES durumu incelenmiş ve potansiyeli ortaya konmuştur. Enerji kurumlarının faaliyetleri, ilgili kitaplar ve benzer uygulamalar incelenmiş ve literatür taraması yapılmıştır.

Çalışmada pilot bölge olarak Orta Fırat Havzası belirlenmiş ve havza üzerinde seçilmiş olan beş farklı akım gözlem istasyonu verileri üzerinde trend çalışmaları yapılmıştır.

Trend analizi araştırmalarından önce verilere herhangi bir test uygulanmaksızın, grafik ile görselleştirilmiş ve debi gidiş eğrileri elde edilmiştir.

İlk yöntem olarak Mann-Kendall testi beş istasyon üzerinde uygulanmış olup, her biri için ayrı ayrı Kendall-Tau hesaplanmıştır. Kendall-Tau değeri, istasyonlar için Z değerinin hesaplanmasına olanak vermiştir. Otokorelasyon ile her bir gözlem istasyonundaki korelasyon katsayıları hesaplanmış olup, hesaplanan değerlerin çok küçük olması nedeni ile ihmal edilmiştir. Bu nedenle prewhiteninge gerek görülmemiştir.

2102 nolu AGİ için hesaplanan Z'nin mutlak değerinin $|-1,011|$, seçilen $\alpha=0.05$ düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu

için sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” kabul edilmiş ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmıştır. $\alpha=0.01$ olarak kabul edildiğinde ise, Z değerinin $Z_{\alpha/2}=2,58$ değerinden de küçük olduğu için ($1,011 < 2,58$) sıfır hipotezi “ H_0 : trend yok ” yine kabul edilmiş ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmıştır.

2102 dışındaki tüm akım gözlem istasyonundaki Z değerleri $\pm 0-1$ aralığında olup, hem $\alpha=0.05$, hem de $\alpha=0.01$ olarak kabul edildiğinde; buna karşılık gelen $Z_{\alpha/2}$ değerlerinden (sırasıyla 1,96; 2,58) küçük olduğu için herhangi bir trend varlığı gözlenmemiştir.

Çizelge 5.1: Tüm AGİ’ler için Mann-Kendall analizi sonuçları.

Metot	Parametre	2102	2122	2157	2158	2164
Mann-Kendall	S_{MK}	100	-61	-19	-73	-47
	Z_{MK}	-1,01	0,63	0,22	0,73	0,50
	p_{MK}	0,1563	0,2643	0,4090	0,2297	0,3050
	α	0,3126	0,5286	0,818	0,4594	0,610

Sen’in T testi ile izlenen yöntem ise 5 ayrı istasyon için uygulanmış olup, ayrı ayrı Q_{med} değerleri hesaplanmıştır.

Q_{med} ’in işareti (+/-) data eğilimin yansımasıdır, değeri ise trendin büyüklüğüne işaret eder. Yani Q_{med} ’in işareti negatif ise azalan yönde bir trend var demektir, değeri ise ne kadar büyükse kıyasla daha az/fazla trend varlığından bahsedilebilir.

2102 nolu AGİ 5 istasyon arasında negatif (-) işaretli tek Q_{med} değerine sahiptir ve T testine göre sadece bu istasyonda anlamlı bir azalan eğilim gözükmemektedir. Bu eğilim $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde olmasa da karşılık geldiği 1.96 değerine yakınlığına bakıldığında Mann-Kendall testi ile de görülmektedir.

Diğer tüm istasyonlardaki Q_{med} değerleri pozitif işaretli (+) ve artan bir trend göstermektedir, ancak bu istasyonlardaki trendin büyüklüğü 2102’ye kıyasla çok çok azdır.

Çizelge 5.2: Tüm AGİ’ler için Sen’in T eğrisi eğimi sonuçları.

Metot	Parametre	2102	2122	2157	2158	2164
Sen	S_{SE}	0,818	0,220	0,071	0,160	0,081

Sen’in yöntemi ile yapılan analizler Mann-Kendall ve Sen’in T testi yöntemi sonuçları ile uyumaktadır, ancak bahsi geçen diğer yöntemlere kıyasla daha basit bir yaklaşımla

konuyu ele almış olup, herhangi bir ön koşula, hesaplama gereksiz kalmasızın doğru sonucu vermektedir. Buna göre istasyonlarda uygulanan tüm yöntemleri özetleyecek olursak; tezde uygulanan tüm trend analizi testlerinin sonuçları Çizelge 5.3'te verilmiştir. Uygulanan testlerin sonuçlarının birbiriyle aynı sonucu verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.3: Trend analizi test sonuçlarının karşılaştırılması.

AGİ/Yöntem	Mann-Kendall	Sen	Şen
2102	Trend yok	Azalan trend	Azalan trend
2122	Trend yok	Artan trend (Az)	Kısmi artan trend
2157	Trend yok	Artan trend (Az)	Kısmi artan trend
2158	Trend yok	Artan trend (Az)	Kısmi artan trend
2164	Trend yok	Artan trend (Az)	Kısmi artan trend

Trend analizi, iklim değişikliği problemindeki en önemli inceleme yöntemlerinden biridir, çünkü artan veya azalan trendin varlığı, ilgili bölgedeki hidrolojik değişiklikler hakkında bilgi verir.

Kullanılan tüm trend belirleme yöntemlerinden elde edilen sonuçlara göre; Şen'in trend analiz yönteminin klasik trend analizi metotlarına kıyasla görsellik açısından daha başarılı bir performans sergilemektedir. Bu bağlamda ileride yapılacak trend analizi çalışmalarında bu yöntemden yararlanılması önerilmektedir.

Dünya genelindeki çalışmalara bakıldığında hidrolojik değişikliklerin gözlemlenmesi adına birçok çalışma yapılmış olduğunu görülmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda da hidrolojik değişiklikler araştırılmıştır. Tezde kullandığımız yöntemler farklı akarsu havzalarında uygulanarak bu tip çalışmaların artırılması mevcut su kaynaklarımızın değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Bayazıt, M.**, (1996), İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 245s.
- Bayazıt, M. ve Önöz B.**, (2004), Trend Analizi, IV Ulusal Hidroloji Kongresi Hidrolojide Yeni Yöntemler Seminer Kitabı, İstanbul, 79-84.
- DSİ**, (2013), *2013 Faaliyet Raporu*, Ankara, Türkiye.
- Gilbert**, (1987), *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. John (3.sürüm) (Sf. 943-955)Wiley & Sons, New York.
- Gocic and Trajkovic**, (2013), Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator stastical tests in Serbia. *Global. Planet. Change.*, **100**, 172–182.
- Van Belle and Huges**, (1984), Nonparametric tests for trend in water quality. *Water Resour. Res.*, **20**, 127-136.
- Şen**, (2012), Innovative trend analysis methodology. *J. Hydrol. Eng.*, **17**(9), 1042-1046.
- Şen**, (2013), Trend identification simulation and application. *J. Hydrol. Eng.* doi: 10.1061/(ASCE) HE 1943-5584.0000811.
- Url-1** < <http://www.dsi.gov.tr/>> , alındığı tarih 28.01.2015.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Arzu YILDIRIM

Doğum Yeri ve Tarihi: Gaziantep - 28.08.1989

Adres: Emek Mah. Ordu Cad. Sinpaş AquaCity 2010 Sitesi T/40 Çekmeköy/İstanbul

Lisans: Marmara Üniversitesi Makine Mühendisliği (İngilizce)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- Bosch Siemens Hausgerate, (BSH Ev Aletleri A.Ş.) : İş Geliştirme Sorumlusu (2014 -)
- Vestel Ticaret A.Ş.: Sistem Geliştirme Mühendisi (2011-2014)

Yayın ve Patent Listesi:

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- **Yıldırım, A. ve Önöz B., 2015:** Trend Analizi Yöntemleri : Orta Fırat Havzası Uygulaması, VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Ekim 08-10, 2015, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.

