



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**YARI KURAK BÖLGELERDE ÇEVRESEL AKIŞ
BELİRLENMESİNDE QB (MİNİMUM AKIŞ) VE
YSA (YAPAY SİNİR AĞLARI)
YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI**

Emel AKSU KOÇAK



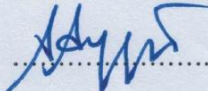
YÜKSEK LİSANS

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak -2020
KONYA

TEZ KABUL VE ONAYI

Emel AKSU KOÇAK tarafından hazırlanan “**Yarı Kurak Bölgelerde Çevresel Akış Belirlenmesinde Qb (Minimum Akış) ve Ysa (Yapay Sınır Ağları) Yöntemlerinin Kullanılması**” adlı tez çalışması 22/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Başkan Prof. Dr. Bilgehan NAS	
Danışman Dr. Öğr. Üyesi Selim DOĞAN	
Üye Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AYGÜN	

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.


Emel AKSU KOÇAK

Tarih: 06/01/2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

YARI KURAK BÖLGELERDE ÇEVRESEL AKIŞ BELİRLENMESİNDE QB (MİNİMUM AKIŞ) VE YSA (YAPAY SINIR AĞLARI) YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI

Emel AKSU KOÇAK

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selim DOĞAN

2020, 129 Sayfa

**Jüri
Prof. Dr. Bilgehan NAS
Dr. Öğr. Üyesi Selim DOĞAN
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AYGÜN**

Genel olarak çevresel akış; arzu edilen veya amaçlanan nehir durumuna ulaşmak için nehir yatağına bırakılan veya nehir yatağında olması beklenen akış olarak tanımlanabilir. Çevresel akışta amaç sağlıklı nehir ekosistemine ulaşmak olabileceği gibi nesli tükenmekte olan bir canlı türünün yaşayabileceği ortamın iyileştirilmesi de olabilir.

Bu çalışmada Konya Kapalı Havzasında açık durumda bulunan 11 akım gözlem istasyonunun verisi kullanılarak Tennant, 7Q₁₀, Q₉₅, minimum akış yöntemi Q_b ve yapay sınır ağları yöntemleri ile çevresel akış hesabı yapılmıştır. Havzayı temsil eden 11 adet akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait uzun yıllık veri setleri kullanılmıştır.

Her bir akım gözlem istasyonu için Tennant, 7Q₁₀, Q₉₅, Q_b yöntemlerinin yanında %10*Q_m ve %20*Q_{med} sonuçları değerlendirilmiş ve yöntemlerden kaynaklanan farklı çevresel akış değerlerini tolere edip daha sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için yapay sınır ağları yöntemi kullanılmıştır. Emniyet sınırı olarak Devlet Su İşleri tarafından kabul edilen ortalama akımın %10'u ve bu çalışma için kullanılan medyan akımın %20'si değerleri ile YSA sonuçları kıyaslanmıştır. Tüm yöntemlerin harmanlanması ile elde edildiğinden diğer yöntemlerde çevresel akışların düşük çıkması YSA'nın da düşük çevresel akışlar vermesine sebep olmuştur. Akım verisi olmayan ya da çok düşük ve düzensiz akımlara sahip istasyonlarda YSA yönteminin de DSI'nin önerdiği ortalama akımın % 10'u değerini sağlamadığı görülmüştür. Düzenli akımlara sahip AGİ'ler de ise minimum akışı sağlayacak şekilde ve o su kütlesi bazında gerekli olduğu düşünülen en uygun sonuçları vermiştir. Q_b yönteminde ise yıl içinde iki-üç aylık dönemlerde yaşanan kuraklık ya da düşük akımlar bu yöntemin uygulanabilir olmasını zayıflatmakta olup sağlıklı sonuçların elde edilemediği görülmüştür.

Her bir istasyon için çevresel akış değerlendirmesinin havza bazında hatta su kütlesi olarak değerlendirilip ortaya konulması ve YSA yönteminin yüksek performansta sonuçlar verdiği bu çalışmanın en önemli çıktısı olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çevresel akış, Konya Kapalı Havzası, Tennant yöntemi, Yapay sınır ağları, Q_b (minimum akış)

ABSTRACT

MS THESIS

THE USE OF QB (MINIMUM FLOW) AND ANN (ARTIFICIAL NEURAL NETWORK) METHODS ON SEMI-ARID AREA FOR DETERMINING THE ENVIRONMENTAL FLOWS

Emel AKSU KOÇAK

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Environmental Engineering**

Advisor: Asst.Prof. Selim DOĞAN (PhD)

2020, 129 Pages

**Jury
Prof. Bilgehan Nas (PhD)
Asst.Prof. Selim Dogan (PhD)
Asst.Prof. Ahmet Aygun (PhD)**

Environmental flow as defined in the literature implies the Minimum Level of flow either to achieve the aspired or required level of low in a river bed. The subject of this thesis is to assess the use of Environmental Flow to maintain a healthy river ecosystem along with rehabilitation of habitat for endangered species.

Environmental Flows have been calculated with the data available from flow monitoring stations located in Konya Closed Basin using Tennant Method to calculate 7Q10, Q95, minimum flow and artificial neural networks. In total eleven flow monitoring stations have been studied and long-term data sets of these current monitoring stations have been used.

For each flow monitoring station, the results obtained from Tennant, 7Q10, Q95, Qb methods were evaluated and artificial neural network method was used to tolerate different environmental flow values resulting from the methods and to obtain healthier results. 10% of the average flow accepted by the State Hydraulic Works as the safety limit and 20% of the median flow used for this study were compared with the ANN results. Since ANN is obtained by blending all methods, the low environmental flows in other methods have led to the calculation of low environmental flows in ANN methods. In stations that do not have current data or have very low and irregular currents, it is seen that the ANN method does not provide 10% of the average current recommended by DSI. In flow monitoring stations with regular currents, it provides the most appropriate results which are thought to be necessary on the basis of the water mass and to ensure the minimum flow. In the Qb method, drought or low flow in two to three months during the year weakens the applicability of this method and it is observed that healthy results cannot be obtained.

The most important outcome of this study is that the environmental flow assessment for each station is evaluated and presented as basin or even water body and the ANN method yields high performance results.

Keywords: Environmental Flow, Konya Closed Basin, Tennant Method, Artificial neural networks, Qb (minimum flow)

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezi kapsamında, nehir ekosisteminde canlılığın devam edebilmesi için gerekli minimum akış olarak tanımlanan çevresel akış konusu incelenmiş, çeşitli yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Konya Kapalı Havzası için gerekli akım miktarları belirlenerek bu çalışmanın faydalanıcıları için önerilerde bulunulmuştur.

Bu tez çalışmasında yola başlamış olduğum ilk danışmanım Kıymetli Hocam Prof.Dr. Ali BERKTAY'a teşekkürü bir borç bilirim. Tez bitirme süreci boyunca teşvik ve yardımlarını esirgemeyen Danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Selim DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca, yardımlarını her zaman hissettiğim Sevgili Arkadaşım Arş.Gör. Havva ATEŞ'e, iş temposu içinde vakit ayırıp emek veren mesai arkadaşlarıma, tezi bitirmem konusunda ısrarlarını ve desteğini eksik etmeyen Sevgili Anne ve Babama, sevgi ve fedakârlık gösteren aileme, bu süreç boyunca yanımda olup, desteğini her zaman hissettiğim eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Emel AKSU KOÇAK
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı, Kapsamı ve Önemi.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Çevresel Akışın Tanımlanması	3
2.2 Çevresel Akışı Belirleme Yöntemleri.....	6
2.2.1. Hidrolojik Yöntemler.....	6
2.2.2. Hidrolik Oranlama Esaslı Yöntemler	6
2.2.3. Bütünleşik Yaklaşımlar.....	7
2.2.4. Habitat Benzeşimi Yöntemleri.....	7
2.2.5. Minimum Akış Belirleme Yöntemleri	8
2.3. Yapay Sinir Ağı Üzerine Temel Bilgiler	8
2.3.1. YSA'nın Özellikleri.....	9
2.4. Dünya'da Yapılan Çalışmalar.....	10
2.5. Türkiye'de Yapılan Çalışmalar.....	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1. Tennant Yöntemi	27
3.2. Q ₉₅ Yöntemi.....	28
3.3. 7Q10 Yöntemi.....	29
3.4. Q _b Minimum Akışın Belirlenmesi Yöntemi	29
3.5. Yapay Sinir Ağları Yöntemi	31
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	34
4.1. Ilgın (16-81 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar	35
4.1.1 Tennant Yöntemi	37
4.1.2 Q ₉₅ Yöntemi.....	37
4.1.3 7Q10 Yöntemi.....	37
4.1.4 Q _b (minimum akış) Yöntemi	38
4.1.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi	39
4.1.6 Yöntemlerin Kıyaslanması	40
4.2. Küçükmuhsine (16-100 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	43
4.2.1 Tennant Yöntemi	45
4.2.2 Q ₉₅ Yöntemi.....	45

4.2.3	7Q10 Yöntemi.....	45
4.2.4	Qb (minimum akış) Yöntemi.....	46
4.2.5	Yapay Sinir Ağları Yöntemi.....	48
4.2.6	Yöntemlerin Kıyaslanması	49
4.3.	Sarısu (16-104 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	51
4.3.1	Tennant Yöntemi	53
4.3.2	Q ₉₅ Yöntemi.....	53
4.3.3	7Q10 Yöntemi.....	54
4.3.4	Qb (minimum akış) Yöntemi.....	54
4.3.5	Yapay Sinir Ağları Yöntemi.....	56
4.3.6	Yöntemlerin Kıyaslanması	57
4.4.	Üstünler (16-15 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	59
4.4.1	Tennant Yöntemi	61
4.4.2	Q ₉₅ Yöntemi.....	62
4.4.3	7Q10 Yöntemi.....	62
4.4.4	Qb (minimum akış) Yöntemi.....	63
4.4.5	Yapay Sinir Ağları Yöntemi.....	64
4.4.6	Yöntemlerin Kıyaslanması	65
4.5.	Çavuşderesi (16-101 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	67
4.5.1	Tennant Yöntemi	69
4.5.2	Q ₉₅ Yöntemi.....	70
4.5.3	7Q10 Yöntemi.....	70
4.5.4	Qb (minimum akış) Yöntemi.....	71
4.5.5	Yapay Sinir Ağları Yöntemi.....	72
4.5.6	Yöntemlerin Kıyaslanması	73
4.6.	Taşagıl (16-78 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	75
4.6.1	Tennant Yöntemi	77
4.6.2	Q ₉₅ Yöntemi.....	78
4.6.3	7Q10 Yöntemi.....	78
4.6.4	Qb (minimum akış) Yöntemi.....	79
4.6.5	Yapay Sinir Ağları Yöntemi.....	79
4.6.6	Yöntemlerin Kıyaslanması	81
4.7.	Çarşamba (16-115 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	83
4.7.1	Tennant Yöntemi	85
4.7.2	Q ₉₅ Yöntemi.....	85
4.7.3	7Q10 Yöntemi.....	86
4.7.4	Qb (minimum akış) Yöntemi.....	86
4.7.5	Yapay Sinir Ağları Yöntemi.....	87
4.7.6	Yöntemlerin Kıyaslanması	88
4.8.	Seyithasan (16-117 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	90
4.8.1	Tennant Yöntemi	93
4.8.2	Q ₉₅ Yöntemi.....	93
4.8.3	7Q10 Yöntemi.....	93
4.8.4	Qb (minimum akış) Yöntemi.....	94
4.8.5	Yapay Sinir Ağları Yöntemi.....	95
4.8.6	Yöntemlerin Kıyaslanması	96
4.9.	İbrala (16-28 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	98
4.9.1	Tennant Yöntemi	101
4.9.2	Q ₉₅ Yöntemi.....	101
4.9.3	7Q10 Yöntemi.....	101

4.9.4 Qb (minimum akış) Yöntemi	102
4.9.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi	103
4.9.6 Yöntemlerin Kıyaslanması	104
4.10. Karasu (16-80 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	107
4.10.1 Tennant Yöntemi	109
4.10.2 Q ₉₅ Yöntemi.....	109
4.10.3 7Q10 Yöntemi.....	109
4.10.4 Qb (minimum akış) Yöntemi.....	110
4.10.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi	111
4.10.6 Yöntemlerin Kıyaslanması	112
4.11. Selime (16-98 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar.....	114
4.11.1 Tennant Yöntemi	117
4.11.2 Q ₉₅ Yöntemi.....	117
4.11.3 7Q10 Yöntemi.....	117
4.11.4 Qb (minimum akış) Yöntemi.....	118
4.11.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi	119
4.11.6 Yöntemlerin Kıyaslanması	120
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	123
5.1 Sonuçlar	123
5.2 Öneriler.....	125
KAYNAKLAR	126
ÖZGEÇMİŞ	129

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Q: Debi, belli bir kesitten birim zamanda geçen su miktarı
m³/s: Saniyede metreküp başına düşen su hacmi
L/s: Saniyede litre başına düşen su hacmi

Kısaltmalar

AGİ: Akım Gözlem İstasyonu
ÇED: Çevresel Etki Değerlendirmesi
DSİ: Devlet Su İşleri
HES: Hidro Elektrik Santraller
Q95: Zamanın %95'inde belirli bir kesitten geçen akış miktarı
7Q10: 10 yıllık geri dönüş süresi boyunca art arda gelen 7 günlük akışların minimumunun ortalamasıdır.
Qb: Minimum Akış
STK: Sivil Toplum Kuruluşu
SPİ: Standartlaştırılmış Yağış İndeksi
YSA: Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Nehirlerin ve tatlı su ekosistemlerinin devamlılığı için gerekli akış gereksinimlerinin kontrollü bir şekilde yönetilmesi son yıllarda artarak önem kazanmıştır (ACEDP, 2011). Akarsudan beklenen ekolojik işlev, hizmetlerin ve doğal koşulların sürdürülebilirliği gibi çevresel hedeflerin sağlanabilmesi için; akarsular, sulak alanlar, delta ve göller gibi bağlantılı sistemler ile hedeflenen su miktarının sağlanması çevresel akışı tarif etmektedir. Ayrıca bilimsel yöntemlerle belirlenen akış miktarı ve koşulları çevresel akış olarak adlandırılmaktadır. Hesaplamalarda minimum akış kavramı kullanılmamakla beraber, “bir akarsuyun dinamik ekolojik dengesinin sağlanabilmesi için tüm akış tiplerinin gerekli olduğu anlaşılmıştır.

Çevresel akış tayini ile nehirlerden elde edilen ürün ve hizmetlerin devamlılığının yanı sıra aşırı tüketim gibi sorunlar da önlenebilir. Çevresel akış bilimi, son zamanlarda kaynakların kullanımı ve koşullarda karar niteliği taşıdığı için kapsamı genişletilmiş olup 1970 ve 1980 yıllarında bilimsel bir süreç olarak geliştirilmiş, 1990 yılından sonra ‘sosyal’ bir bileşen de olduğu düşünülmüştür.

Çevresel akışın belirlenebilmesi için sadece fen bilimlerine dayalı bir tespit ile başarı elde etmek oldukça zordur. Bu nedenle; çevresel akışın uygulanabilmesi için bireylerin, çevresel akış gerekliliğine ikna olması gerekir. Herhangi bir müdahalenin yapılıp yapılamamasında paydaşların katılımı (tarımla uğraşan kesimler, yöre halkı, üniversiteler, suya bağlı sektörler, yerel yönetimler, uluslararası ve ulusal sivil toplum kuruluşları, doğa koruma kuruluşları, araştırma kurumları vd.) ve çevresel akış hedeflerin mutabakatları önem arz etmektedir. Çevresel akışın başarılı olmadığı durumlarda ortaya çıkacak sonuçlar küçümsenmemelidir. Bu sonuçlar doğrultusunda taşkın riski, geçim kaynaklarının zarar görmesi ve daha büyük felaketlere yol açacağı anlaşılmalıdır. Su kaynaklarının aşırı tüketimi ve bu tüketimin ekosistemler üzerinde ki olumsuz etkisi çevresel akış ve su yönetiminin önemini ortaya çıkarmaktadır (WWF, 2014).

1.1. Çalışmanın Amacı, Kapsamı ve Önemi

Konya kapalı havzası Orta Anadolu’da 58.850 km² toprak bütünlüğü ile Türkiye’nin %7’si büyüklüğündedir. Bölgede; 2 adet milli park, 6 adet bitki alanı, 15 adet kuş alanı olması sebebiyle 200 eko-bölge arasındadır.

Türkiye’nin %7 toprak bütünlüğüne sahip olan Konya kapalı havzası 36°51' ve 39°29' kuzey enlemleri ile 31°36' ve 34°52' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Bu

havza kuzeyde Sakarya ve Kızılırmak, doğuda Kızılırmak ve Seyhan, güneyde Doğu Akdeniz, batıda Antalya ve Akarçay havzaları ile komşudur.

Uluslararası Doğa Koruma Birliği, çevresel akışı; nehirlerde ve bağlantılı oldukları nehir ekosistemleri, yeraltı suyu kullanımı ve düzenlenmesi etkilerine karşı yeterli miktarda, kalitede ve zamanlamada tatlı su ekosistemlerinin ve onların faydalarının korunduğu akış olarak tanımlamıştır (IUCN, 2004). Çevresel akışta amaç, akarsu içerisindeki canlıların ve çevresindeki (ekosistem) bütünlüğün korunmasını sağlayacak akış miktarının olmasıdır. Çevresel akış; koruma kullanma dengesi kapsamında nehir içerisinde bulunan ekosistemin sürekliliğini sürdürmeyi amaçlamaktadır. Yani çeşitli yeraltı ve yerüstü su yapılarının mevcut yasalar dahilinde yapılması ve işletilmesi esasına dayanarak tarımsal, evsel ve endüstriyel arz ve talebin karşılanmasını göz önüne almaktadır.

Çevresel akış bir nehir, göl, sulak alan, havza ve kıyı bölgesi içinde sağlanan su rejimi, sürdürülebilir ekosistem, su kullanımının karşılaştırılması ve akışların düzenlenmesi gibi birçok yararlı amaçlar için düzenlenir. Çevresel akış nehir sağlığı, ekonomik kalkınma, yoksulluk için kritik katkılar sağlamaktadır. Çevresel akışın doğal nehir ve yeraltı suyu sistemlerini topluma getirmek, sürekli kullanılabilirliğini sağlamak gibi birçok faydası vardır (Dyson ve ark., 2003).

Çevresel akış birçok mühendislik disiplini dahil olmak üzere hukuk, hidroloji, ekonomi, siyaset bilimi ve iletişim gibi bir dizi alanı entegre ederek çalışmayı gerektirir. Akarsu akışlarında azalma, nehir yataklarının bozulması, kuraklık, insani kullanımlar, tarımsal, endüstriyel faaliyetler nehirlerin yapısını değiştirip, bozulmalarına sebep olmuştur. Bu sebeplerden dolayı hem ekolojik yaşamın devam etmesi hem de canlılığın sağlanması için çevresel akış kavramı önemli bir rol oynamaktadır.

Kullanılan çevresel akış yöntemleri; hidrolojik yöntemlerden olan Orijinal Tennant Yöntemi, Q95, 7Q10 metotlarıdır. Minimum akış yöntemi (Q_b) ile çevresel akışlar hesaplanmış olup en uygun sonucu bulabilmek için Yapay Sinir Ağları ile çalışılmıştır.

Bu çalışmada havzayı en iyi şekilde temsil edebilmesi için 11 adet akım gözlem istasyonu seçilmiştir. İstasyonların veri uzunluğu, halen açık olması kriterleri göz önünde bulundurularak seçim yapılmıştır. Her bir istasyon için günlük akış verileri ile çevresel akışlar hesaplanmış akarsuyun durumu, kuraklık değerlendirmesi ve akarsuyun sürekliliğinin sağlanması açısından gereklilikler ortaya koyulmuştur. Konya Kapalı Havzasından seçilen akarsulara ait en uygun yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Çevresel Akışın Tanımlanması

Akarsu içerisindeki canlı yaşamının sürdürülebilir olması için akış rejiminin korunması gereklidir. Bu nedenle akarsu ekosistemi zarara uğramadan nehirlerden belli bir miktar suyun çekilmesi çevresel akış ile sağlanabilmektedir. Her ne kadar belli yasal mevzuatlar minimum akış miktarını nehirler için gerekli olan akış olarak nitelendirse de minimum ve ortalama akış tayinleri doğal akış farklılığından dolayı çevresel akış olarak değerlendirilmez. Akarsu sisteminin iklimi ile ortalama akış, doğal akışın en arka plandaki unsurudur. Ayrıca akış niteliği, niceliği, zamanlaması ve süredeki değişiklikler akarsu ekosisteminin sürekliliğini belirleyen diğer unsurlardandır.

Geçmişten günümüze nehrin doğal akış rejimi olabildiğince korunur ve yaşama koşulları farklılık göstermez ise canlı yaşamı olumsuz etkilenmeyecektir. Herhangi bir şekilde canlı yaşamı için akarsulara yapılan olumsuz müdahaleler, bazı akarsuların özgün yapısını bozmuştur. Bu olumsuz müdahaleye tabi olmayan akarsular nehir yatağına bırakılacak su miktarlarının doğru hesaplanması sonucunda korunabilir ve hedef doğrultusunda su miktarları belirlenir (WWF, 2014).

Nehir yatağında veya nehir yatağında olması hedeflenen çevresel akış miktarı, hedeflenen akış için tanımlanabilir. Çevresel akışta amaç sağlıklı nehir ekosistemine ulaşmak olabileceği gibi nesli tükenmekte olan bir canlı türünün yaşayabileceği ortamın iyileştirilmesi anlamına da gelebilmektedir (King ve ark., 2000).

Ayrıca çevresel akışla ilgili diğer tanımlar;

Ekolojik Akış; özellikle kurak dönemlerde suyun kullanımını kısıtlayan nehir ekosisteminin spesifik özelliklerinin korunmasını sağlayacak akış olarak

Rezerv akışı; sucul ekosistemin işlev ve hizmetlerinin uzun vadede sürdürülebilmesini sağlamak üzere ayrılan su miktarı olarak

Telafi suyu; baraj yapısından bırakılan su hacmi olarak

Sel akışı; milin ve çökelmiş maddelerin nehir sisteminden uzaklaştırılmasını sağlayan ortalama akıştan daha yüksek anlık akış olarak

Akarsu akış ihtiyacı; başlangıçta daha dar anlamda çevresel akış yerine kullanılan genellikle balıkların hayatta kalmasını sağlayacak akış olarak

Koruma akarsu akış ihtiyacı; bitki ve hayvanların üremesini yıllar boyunca sürdürebileceği nehir ekosisteminin işlevlerini korunmasını sağlayacak akış olarak

Kuraklık akışı; kurak dönemlerde canlıların üremesini desteklemeyen ancak yaşamlarını sürdürebildikleri son derece düşük akış rejimi olarak tanımlanmaktadır (IUCN, 2004).

Çevresel akışların insanlar ve doğa için meydana getirdiği faydalar; dünya çapında su kaynaklarının hizmetleri, aşırı kullanımı ve ekosistemin bozulması göz önüne alındığında, çevresel akış modern su yönetiminin önemli bir parçasıdır. Çevresel akış bir nehir, göl, sulak alan, havza ve kıyı bölgesi içinde sağlanan su rejimi, sürdürülebilir ekosistem, su kullanımının karşılaştırılması ve akışların düzenlenmesi gibi birçok yararlı amaçlar için düzenlenir. Çevresel akışın nehir sağlığı, ekonomik kalkınma, yoksulluk için kritik katkılarının yanı sıra doğal nehir ve yeraltı suyu sistemlerini topluma getirmek, sürekli kullanılabilirliğini sağlamak gibi birçok faydası vardır (Dyson ve ark., 2003).

Nehirler hidroelektrik santraller, baraj yapımı, arazi kullanımı ya da havzadaki ağaç kesimi gibi doğal ve yapay etkilere maruz kalabilirler ve bu faaliyetlerden doğrudan etkilenmektedirler. Bu akarsulardaki değişimlere tamamen müdahale edilemezken faaliyetler kontrol altına alınabilir. Bu noktada sistemlerde istenen durumun sağlanabilmesi için seçilen akış senaryosuna o sisteme ait çevresel akış denmektedir. Ancak bir nehirde çevresel akışın hesaplanması için olumsuz bir etki mevcut olmak zorunda değildir (Davis ve Hirji, 2003).

Barajlar genellikle doğal nehir akışlarının en önemli ve doğrudan değiştiricileridir. Bu nedenle çevresel akışların uygulanmasında önemli bir başlangıç noktasıdır. Barajların işletme politikaları ve kuralları çevresel akışın miktarını ve zamanlamasını belirler. Bu tür dağıtım kanalları ve su bentleri gibi diğer altyapı sistemlerini kurmak çevresel akışlara katkıda bulunabilir.

Çevresel akış değerlendirmesinin başlangıcında, bir nehir ve drenaj sisteminin tüm yönlerinin kendi bağlamında dikkate alınması gerekir. Bu, havzaya bakıldığında nehir kolları ile haliç ve kıyı çevreler, sulak alanlar, ilişkili yeraltı sistemlerinin tamamını dahil etmektedir. Ayrıca, çevresel akış tüm sistemi çevresel, ekonomik, sosyal ve kültürel değerler ile ilgili olarak göz önüne alır. Sonuçlar geniş bir yelpazede, insana ve endüstrilerin ihtiyaçlarına hizmet etmek üzere değerlendirilmelidir.

Planlama aşamasında bu baraj ve rezervuar işletme stratejileri çevresel akış koşullarının uygulanması için önemlidir. Yeni barajların inşaa aşamasında sadece bugünkü standartlara göre değil aynı zamanda gelecekteki değişikliklere uyum sağlamak üzere düzenlemeler yapılmaktadır, burada kullanım ve iklim çok önemlidir. Yıllar ilerledikçe inşaat ve rezervuarların dolması konusunda, çevresel akışlar için yeterli hükümler

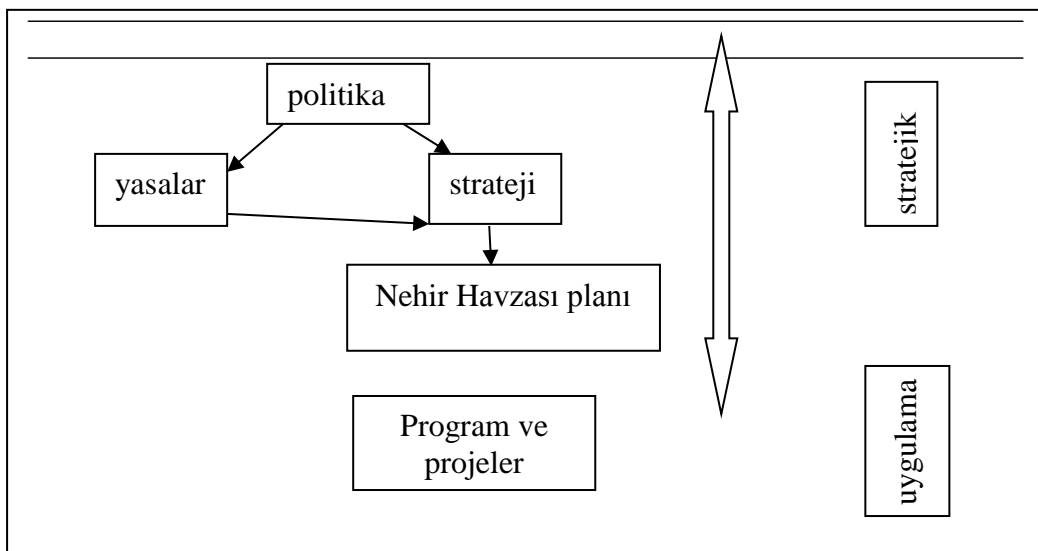
yapılması gerekmektedir. Operasyonun ilk yıllarında nehrin çevresel akışa cevabını belirleyebilmek için deneme salınımları akış rejimlerini test etmek ve gerekli görülürse azaltmak için gereklidir.

Birçok ülke büyük barajlara sahiptir. Bu barajlardan düzenlenmiş salınımlar için şartlar baraj tipine bağlıdır, bu durumda su kontrol noktaları ve yapıları önemlidir. Mevcut barajları periyodik yeniden lisanslama; çevresel akışı kurmak veya mevcut rejimleri güncellemek için bir fırsat sağlar. Büyük modernizasyon ve performansa odaklanmak optimize olmuş mevcut barajların yönetimi ve çevresel akışın uygulanmasında yardımcı olacaktır (Dyson ve ark., 2003).

Çevresel akış üzerine herhangi bir karar vermek için maliyet ve fayda analizi önemli bir ön koşuldur. Bu ilgili paydaşların belirlenmesinde yardımcı olur ve yoksulun değişimden nasıl yararlanabileceğinin yanı sıra tarafların katılması için teşvikçi bir anlayış ortaya koyar. Aynı zamanda, istenen para transferi kurmak için potansiyel finansman kaynakları ve gerekli mali mekanizmalar sağlar.

Sadece sınırlı sayıda ülkenin suyun verimli olmayan kullanımı tanımlayan ve geliştiren ve bunu sağlamak için özel iç mevzuatı vardır. Paydaşların bu konudaki istekliliklerinden önce Nehir akışı açık bir yasal ve idari yolla korunuyor olmalıdır. Hükümet uygun düzeyde net bir politika kararı almazsa Çevresel akımları yönetmek için ciddi bir girişim gerçekleştiriyor olmaz.

Çevresel akışta uluslararası anlaşmalar, ulusal yasalar ve politikalar için bir temel oluşturur; Çevresel akış, entegre su kaynakları yönetimi, ekosistem yaklaşımının bir parçasını oluşturur. Konuyla ilgili uluslararası belgeler de doğrudan su kaynakları ile ilgili ve de doğanın ve çevrenin korunması üzerine odaklıdır. Uluslararası anlaşmalar ve yükümlülükler önemli bir temel oluşturur bu ulusal politikalar ve yasalar ile çevresel akışı geliştirebilir (Dyson ve ark., 2003)



2.2 Çevresel Akışı Belirleme Yöntemleri

Çevresel akışın belirlenmesinde dünya çapında çok sayıda yöntemler kullanılmakta olup, bu yöntemler 5 ana başlık altında toplanmıştır.

2.2.1. Hidrolojik Yöntemler

En basit çevresel akış yöntemlerinde birisi olup tamamen tarihsel hidrolojik akım kayıtlarının analizi ile yapılmaktadır. Genel olarak bir akım değerinin (örneğin yıllık ortalama akım) belirli bir oranı çevresel akış olarak ifade edilmektedir. Belirlenmeye çalışılan bu çevresel akış ise akarsudaki balık ve diğer belirlenen ekolojik özelliklerin belli bir seviyede tutulması esasına dayandırılmaktadır. Daha sonra bu hidrolojik verilere dayalı değerlendirmeler, profesyonel karar verme, hidrolik, biyolojik ve jeomorfolojik kriterlere göre su toplama havzası değişkenlerini de içerisine alan bir yaklaşım haline gelmektedir (Tharme, 1996).

Hidrolojik veriler esaslı yöntemler arasında; Tennant (Montana) Yöntemi, çeşitli hidrolojik istatistiksel yöntemler (Q347 (=Q95), Q355 (=Q97), Q364 (=Q99.7), 7Q10 vb.), Değişkenliğin Çeşitliliği Yaklaşımı (Range of Variability Approach:RVA veya Richter Yöntemi), ayrıca, Akış Süresi Eğrisi Analizi (Flow Duration Curve Analysis, FDCA), Eylül Medyan Akış Metodu (September Median Flow Method) (Reiser ve ark., 1989), Teksas Metodu (Texas Method) (Matthews ve Bao, 1991) ve Temel Akış Metodu (Basic Flow Method) (Palau ve Alcazar, 1996) gibi çok sayıda hidrolojik verilere dayalı diğer yöntemler de mevcuttur. Bu çalışmada kullanılan Hidrolojik Yöntemler Bölüm 3’de ayrıntılı olarak verilecektir.

2.2.2. Hidrolik Oranlama Esaslı Yöntemler

Hidrolik Oran Yöntemi, akarsularda seçilen kesitlerde genişlik, derinlik gibi hidrolik parametreleri kullanarak belirlenen Islak Çevre ve akış değerlerine dayanmaktadır. Çevresel akış değerlendirmelerinde bu yaklaşım, sınırlayıcı faktör olan akarsuyun ekolojik yapısına ilişkin habitat faktörlerini temsil etmek ve habitat ve akış rejimi arasındaki ilişkiyi geliştirmek üzere kullanılmaktadır. “Islak çevre” yöntemi ile hidrolik oran metodu yaygın olarak kullanılan bir metottur. Bu yöntem ile en basit şekliyle akarsuyun seçilen bölümündeki ıslak çevredeki değişiklikler ile akış rejimindeki değişiklikler arasındaki ilişkiler ortaya konulmaktadır.

2.2.3. Bütünleşik Yaklaşımlar

Çevresel akış gereksinimlerini bütüncül şekilde ele alan bu yöntem birçok çevresel akış araştırmacıları için bu bilim dalında geleceğe yön veren en önemli yaklaşımlardan biri olduğu kabul edilmektedir. Bu yaklaşımda bir nehir sisteminde akış büyüklüğü ve zamanlaması gibi kriterler sayesinde kritik ve önemli akış olayları belirlenir ve nehrin kıyı ekosistemi de dahil tüm yönlerini içine alır.

Bütünleşik yöntemlere dayalı metotlar; BBM, (The Building Block Methodology), Yapıtaşı metodolojisi, (King ve ark., 2000; Tharme, 2003), DRIFT; (The Downstream Response to Imposed Flow Transformations Methodology), Uygulanan Akış Değişimine karşılık Mansap Durumu (Brown ve ark., 2000), ayrıca, Bütünleşik Yaklaşım (The Holistic Approach) (Arthington ve ark., 1992), Uzman Paneli Değerlendirme metodu (The Expert Panel Assessment Method, EPAM) (Arthington, 1998), Bilimsel Panel Değerlendirme Metodu (The Scientific Panel Assessment Method, SPAM) (Thoms ve ark., 1996) gibi bir çok yöntem bütünleşik metotlara dahildir.

2.2.4. Habitat Benzeşimi Yöntemleri

Habitat simülasyonu metodolojileri ayrıca habitat oranlama (Loar ve diğ.,1986), mikrohabitat ya da habitat modelleme metodolojileri olarak adlandırılır. Bu metodolojiler akış ile fiziksel mikrohabitat arasındaki değişimleri bir veya birden çok hidrolik datayı kullanarak modellerler ve en çok kullanılan hidrolik veriler hız, derinlik, substrat kompozisyonu, bentik kayma gerilmesidir (Tharme, 1996). Bu veriler çalışılacak olan akarsuyun çoklu kesitlerinden toplanır. Simüle edilen kullanılabilir yaşam alanı hedef türler için örneğin uygunluk indeksi eğrileri ile (SI) uygun ve uygun olmayan mikrohabitat şartları üzerine bilgiler ile ilişkilendirilir. Çalışmanın sonunda elde edilen akış-habitat eğrisi çevresel akış tahmininde optimum akışı tahmin etmek için kullanılır.

Habitat simülasyonuna dayalı yöntemler olarak;

Fiziksel habitat simülasyonu modeli (Physical Habitat Simulation Model, PHABSIM)

Diğer habitat simülasyonları modelleri ise; Nehir Hidrolik ve Habitat Simülasyon Programı (River Hydraulics and Habitat Simulation Program, RHYHABSIM);(Jowett, 1989; Jowett ve Richardson, 1995), Akarsu akış gereksinimleri için Bilgisayar Destekli Simülasyon Modeli(Computer Aided Simulation Model for Instream Flow Requirements, CASIMIR);(Jorde, 1996), Nehir Sistem Simülatörü (River System Simulator) (Alfredsen, 1998), Nehir Sistemine ait Habitat Değerlendirme ve Restorasyon Kavramı (Riverine Community Habitat Assessment and Restoration Concept); (Richter ve ark., 1996).

2.2.5. Minimum Akış Belirleme Yöntemleri

Q_b değişkeni nehirde bulunması istenilen minimum sürekli akıştır. En az 10 yıldaki günlük ortalama akış serileri yardımı ile hesaplanır (Palau ve Alcázar, 2012).

Bu değişken gözlenen değerlerden oluşmaz, eski mevcut doğal akışların günlük ortalamalarından hesaplanır ve türetilir. Q_b hesaplanması; günlük ortalama akış üzerinde düzensizliklere bağlıdır. Maksimum 100 ardışık veriyi artan aralıklarla uygulayan ortalama tahmin modelidir.

Çalışmanın veri tabanı nehirler ile çeşitli hidrolojik karakterleri içerir ve temel tanımlamalar hidrolojiyi karakterize etmede yeterli değildir (Growth ve Marsh, 2000).

Bu data setleri havza özelliklerini tanımlayan genişlik, rakım, topografya, yüzey alanı ve bitki örtüsü çeşidi gibi fiziksel parametreler ile tanımlanır. Hidrolojik değişkenler havzanın genel hidrolojisini tanımlar, onlar düşük akış istatistikleriyle ilgilidir. Değişkenler akış çeşitliliğini ifade eder ve akış süreklilik eğrisi, minimum iç akış ihtiyacı ile ilişkilidir.

Q_b minimum akış yönteminde; uzun veri setinden oluşan akış değerleri ile yıllık ortalamalar, minimum, maksimum değerler, standart sapmalar, yılın belli zamanlarına tekabül eden akış değerleri, drenaj alanı, rakım gibi parametreler değerlendirilir.

Q_b 'nin tahmin kapasitesi, başlangıç olarak doğrusal korelasyon ve hesaplanan arasında değerlendirilir ve tahmin edilen Q_b değeri üç alt kümede değerlendirilir. Eğitim, onaylama ve test süreçleri ile değerlendirme yapılır (Castellano-Méndez ve ark., 2004).

2.3. Yapay Sinir Ağı Üzerine Temel Bilgiler

Beynin nasıl işlediğine dair çalışmalar yapan Donald Hebb (1949) sinir ağı teorisinin en bilindik ve en önemli uzmanı olarak görülmektedir. İki sinir hücresinin birbirleri arasında nasıl bir ilişki sergilediklerini inceleyen Hebb çalışmalarına beynin en temel noktası olan sinir hücrelerinden başlamış ve sinir ağı teorisini bu temel üzerine kurmuştur. Beynin nasıl işlediği teoriler yardımıyla açıklanabildiğinden Hebb'in temel teorisi tek esas değildir. Hebb'in başlattığı çalışmalar ile günümüzde yüzlerce farklı teori kavramları oluşmuştur. Bilgisayar ortamında “çözumsuz” veya “np karmaşık” olarak belirlenen sorunların bazı kısımları %99 gibi başarı sağlayan sinir ağı modelleri ile çözümlenebilmektedir (Fausett ve Elwasif, 1994).

YSA; yapay olarak insan beyindeki çalışma sisteminin benzetimidir. Karışık bir sistem olarak düşünülen YSA insan beyinde ki birçok sinir hücresinin veya yapay olarak basit işlemcilerin birbirlerine farklı etki seviyeleri ile bağlanması durumunu içerir. Son on

sene içerisinde nöronların matematiksel modelleme ile ilgili çalışmaları temel tıp literatüründe etkin olarak çalışılmaktadır. Fizik, matematik, bilgisayar ve elektrik mühendisliği gibi bilim dallarında YSA araştırma alanı olarak kullanılmıştır. Hızlı tanımlama ve algılama metotları ile farklı yapıda bulunan formları YSA'nın pratik kullanımı kolaylığı ile uygulanır. Klasik teknikler ile çözümsüz problemler için YSA aktif olarak kullanılmakta ve çözüm sağlanmaktadır. Bölme, çarpma gibi matematiksel ve algoritmik hesaplamalar insanların en zayıf yönü olduğu bilinmekte ve bilgisayarlar insanlara göre bu hesaplamalarda yüzlerce kat başarılı olmasına rağmen, öğrenme ve tanıma gibi işlevler bilgisayarlar da ile yeterli düzeyde değildir. Bilgisayar ile insan beyni arasındaki çalışma sistem yapısı karşılaştırmalı olarak Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bilgisayar ile insan beyni arasındaki çalışma yapısının karşılaştırılması

Bilgisayar	İnsan Beyni
Sayısal	Analog
Seri	Paralel
Komut Konulu	Bilgiye Konsantre Olma
Yanlış Hesaplamalar Sonucu Etkiler	Birimlerin Ana İşlemlere Etkisi Azdır
Giriş Verilerindeki Hatalar Sonucu Etkiler	Giriş Verilerindeki Hatalara Her Zaman Duyarlı Değildir

YSA yapı gereği ilişkileri paralel şekilde çözümlenmeyi sağlamak ve sonuca hızlı şekilde ulaşmayı sağlamaktadır. Sinir ağı benzetmesinin nedeni gerçek bir sinir ağı yapı benzerliğinden kaynaklanmadır. İnsan beyninin öğrenme sistemini modelleyen YSA ile tahmin ve sonuçların etkili olabileceği çözümler üretilebilmektedir (Kohonen, 1988).

2.3.1. YSA'nın Özellikleri

İnsan beynindeki oluşan işlevleri yerine getirilme yöntemlerini modellemesi için tasarlanan bir sistem olarak YSA tanımlanmaktadır (Aci, 2006). Biyolojik sinir ağlarının çalışmasından ilham alınarak YSA modellemesi ortaya çıkmıştır. Katman düzenlenen YSA, biyolojik olmayan yapı taşlarının birbirlerine düzgün bir tasarımla bağlanmalarından oluşmaktadır. Donanım şekilleri elektronik devrelerle ya da bilgisayarlarda yazılım şekli olarak gerçekleştirilebilmektedirler (Öcal, 2007).

YSA, bilgi toplaması, bilginin öğrenilmesi süresinden sonra gerçekleşmekte ve hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları aracılığıyla elde edilen bilgi saklanmaktadır. Paralel dağılmış bir işlemci olarak çalışmaktadır. İstenilen amaca ulaşmak için öğrenme

süresi içerisinde YSA'nın ağırlıklarının yenilenmesini barındıran öğrenme algoritmasını da içinde bulundurmaktadır.

YSA, yeni bilgi türetme, keşfedebilme gibi bir çok işlemi otomatik olarak gerçekleştiren bir bilgisayar sistemidir (Öztemel, 2003).

YSA beyin yapısına benzeyen bir yapıya sahiptir. Her ne kadar beyine ait benzetme yapılsa da yoğun bağlantılı ve karmaşık yapısı beyine ait bir husustur. YSA'nın ana elemanı olan yapay nöronlar beyine kıyasla ilkel bir yapıdadır. Yapay sinir ağları nöronların birbirleri arasındaki bağlantı oluşumları ve tabakalar şeklinde gruplandırılması ile oluşur. Yapay sinir hücresine (nöronlara) dışarıdan verilen bilgiler *girdi* olarak tanımlanmaktadır. *Ağırlık değerleri* ise; hücreye girdi olarak verilen bilgilerin önemini ve bu girdilerin hücre üzerindeki etkisini göstermektedir. *Toplama fonksiyonu*, hücreye gelen net girdiyi hesaplamakla görevli fonksiyondur ve genellikle gelen girdilerin kendi ağırlıklarıyla çarpımlarının toplamıdır (Öztemel, 2003).

Genel olarak YSA metodolojisinin uygulandığı alanlara bakıldığında zaman, YSA'nın basit ama yoğun yapısı ve genel temel özellikleri daha net anlaşılabilir. Tipik olarak, bir YSA'nın genel yapısı oluşturulur ve çeşitli matematiksel algoritmalarla ilgili bir tanesi kullanılarak üretilen çıktılarının doğruluk payının maksimize edilmesi için gerekli olan ağırlık değerleri belirlenmektedir. YSA'lar önceki örneklerden faydalanarak ağırlıkları belirlemek yoluyla girdi değişkenler ile tahmin edilen değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartırlar, yani YSA'lar eğitilmektedir. Bir kez bu ilişkiler belirlendikten sonra yani ağ eğitildikten sonra, YSA elde edilen yeni verilerle çalıştırılabilir ve birçok tahmin üretilebilir. Bir ağın performans gücü, amaçlanan sinyal ve hata kriteri ile belirlenmektedir. Ağın çıktısı, amaçlanan çıktı ile kıyaslanarak hata payı elde edilmektedir. Geri Yayılma olarak adlandırılan bir algoritma ise hata payını azaltacak şekilde ağırlıkları ayarlamak için kullanılmaktadır. Bu işlem defalarca tekrarlanarak ağ eğitilir. Eğitim işleminin genel amacı performans ölçümleri bazında optimum çözüme ulaşmaktır (Yüksek ve ark., 2007).

2.4. Dünya'da Yapılan Çalışmalar

Günümüzde birçok ülkede çevresel akış konusu farklı yöntemlerle çalışılmaktadır. ABD, İngiltere, Avustralya, Güney Afrika gibi bazı ülkelerde konuyla ilgili izleme programları oluşturulmuştur. Üniversiteler, devlet kurumlarında çalışan uzman kadrolar tarafından özel yöntemler geliştirilmiştir. Çevresel akışın

uygulanabilmesi için İspanya, Brezilya, Meksika, Çin ve Hindistan gibi bazı ülkelerde ulusal programların geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir

Çevresel akışın iyileştirilmesi amacıyla akarsu ekosistemleri için ülkelerin geliştirdiği ulusal ve bölgesel bazda çalışmaların bazılarında yer verilmiştir. Norveç elektrik enerjisinin büyük bir kısmını sudan elde etmektedir. 2000 yılında kabul edilen "Su Kaynakları Kanunu" ile nehre özel akış gereksinimlerinin karşılanması gerekmektedir. Lisans yenilenmesi sürecinde mevcut akışların değerlendirilmesi konusu önem arz etmektedir. Çevresel akışların ulusal bir program kapsamında uygulanması için Norveç'te Ulusal Çevresel Akış Programı gerçekleştirilmiştir. Üzerinde yaklaşık 60 baraj bulunan Glomma nehri için çevresel akış çalışmasının güçlendirilmesine yönelik çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda nehrin birçok yerinde minimum akış uygulaması olduğu birçok yerde ise can suyu olmadığı, bazı bölgelerde de balık popülasyonunun ciddi oranda azaldığı, çevresel akış belirlenmesi için modern bir yöntem kullanmadığı saptanmıştır. Bu nehir için Güney Afrika'da geliştirilmiş olan BBM'e dayanan bir yöntem geliştirilmiştir. Baskı Etkisi Çoklu Kriterli çevresel akış analizi ile test edilmiş olup, olumlu sonuçlar alınmıştır.

İspanya'da da akarsuların akış rejimlerinin korunması için ulusal teknik bir çerçeve oluşturulmuştur. Ekolojik faaliyetlerin Avrupa Birliği tarafından öngörülen "İYİ" durumuna gelebilmesi için çevresel akış oldukça önemlidir. Sucul ve karasal ekosistemin yapılarını korumayı hedefler. Hindistan'da da aynı şekilde STK'lar ve teknik uzmanların iş birliği ile sucul ekosistemin devamını sağlayacak uygulamalar yapılmıştır. Hidroelektrik yatırımlar nedeniyle önemli bir konumda olan Ganj Nehri havzasında sucul türlerin korunması ve süreklilik için çevresel akış çalışmaları yapılmıştır. Geniş akarsu havzaları için uygun bir yöntem olan Building Block Methodology (BBM) seçilmiştir. Bu yöntemle göre yağışlı ve kurak aylardaki taban akışı, nehrin habitat durumu, paydaşlarla iş birliği konuları ele alınmıştır. Ganj nehrindeki su kalite ve kirlilik kontrolü, kültürel değerlerin ve ruhani faaliyetlerin (ör, ibadetler) sürdürülebilmesi için nehirde olması gereken su miktarı, havzanın hidrolojisi, morfolojisi gibi konular araştırılarak, akış gereksinimleri belirlenmeye çalışılmıştır (WWF, 2014).

Çevresel akış değerlendirme çalışmaları çoğu ülkede 1970 yılından bu yana yapılmaktadır (Tharme, 1996). Çevresel akış için yapılan çalışmalarda birçok yöntem kullanılmakla birlikte ülkeden ülkeye havzanın karakteristik özelliklerine, ekolojik yapısına ve çevresel akış hesabı için gerekli verilerin bulunmasına göre farklılık

gösterebilmektedir. Caissie ve El-Jabi (1995) 70 nehir üzerinde çeşitli hidrolojik metotlar kullanarak Kanada'da çevresel akış değerlendirmesi yapmışlardır. Bu metotlar Tennant metodu, 7Q10, %25 Ortalama Yıllık Akış (%25 MAF) metodu, Q90 ve Q50 (aylık medyan akışı) metodudur. Çalışma sonucunda bu hidrolojik metotları karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada Q90 ve 7Q10 metotları için hesaplanan çevresel akış miktarının kış ve yaz ayları boyunca oldukça düşük olduğu ifade edilmiştir (Caissie ve El-Jabi, 1995).

Caissie ve Turkan (2011) New Brunswick Nehri için yaptıkları düşük akım çalışmasında analiz için 38 hidrometrik istasyon seçmişlerdir ve tek istasyonlu düşük akış frekans analizleri yapılmıştır. Önceki çalışmalara benzer şekilde, yıllık minimum akış kullanılmış ve bu veriler 3 parametrelili bir Weibull dağılım fonksiyonuna yerleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; yapılan çalışmada minimum akışın belirlenmesi için daha fazla veri kullanılmasına rağmen, önceki çalışmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmacılar bu ve önceki çalışmalardan elde edilen minimum akış miktarlarının birbirlerinin ortalama %5'i içinde olduğunu ve önceki çalışmalara benzer bölgesel regresyon denklemleri elde ettiklerini belirtmişlerdir (Caissie ve ark., 2011).

Yine İspanya'da nehirler üzerinde minimum çevresel akış gereksinimi tahmin edilmesi çalışmaları yapılmıştır. Peñas ve arkadaşlarının (2013), yaptığı bu çalışmada; tuzluluğun sayısal modellenmesine dayanan ve havzanın mevsimsel, iklimsel ve hidrolojik düzenini hesaba katan iyi karışıma sahip haliçlerde çevresel akış rejimlerini hesaplamak için bir metodoloji sunulmuştur. Çalışmada oluşturulan metodoloji İspanya'nın kuzey kıyısındaki beş halice uygulanmıştır. Beş farklı halice uygulanarak hidrolojik değişkenliğin dikkate alınması ve haliçlerin homojen bölgelere ayrılmasının metodolojinin önemli yönlerinden olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, yapılan çalışmalar, nehirlere özgü metodolojilerin çeşitli nehir ve periyotlarda çevresel akış rejimlerini tanımlamak için kullanılmalarındaki etkisizliğini ve özel metodolojilerin uygulanması gerektiğini göstermektedir. Metodoloji, önceden test edilmiş diğer yaklaşımlar tarafından tanımlanan prensiplere dayanmaktadır, ancak en büyük avantajı, fiziksel ve biyolojik verilerin kıt olduğu durumlarda büyük ölçeklere uygulanabilmesi olmuştur. Çalışmada regresyon modellerine dayanarak önerilen eşikler altında, tuzluluk değerleri üreten minimum akış, her nehir, bölge ve mevsim için hesaplanmıştır. Yağışlı mevsim için, tuzluluk koşullarını sürdürmek için gereken en yüksek çevresel akışlar, haliç durumuna bağlı olarak farklı bölgelerde bulunmuştur (Peñas ve ark., 2014).

Dünya çapında 261 uluslararası nehir havzası bulunmaktadır. Bu nehirlerde Çevresel akış çalışmaları yapılırken bu nehirleri ortak kullanan ülkelerin her birinin belli sorumlulukları vardır. Yu ve arkadaşları (2013) yaptığı çalışmada uluslararası nehirlerde kaskat tipi HES'lerin yaygın olarak kabul gördüğünü belirtmiştir. Çalışmasında bu kaskat tipli HES'lerin üzerinde bulunduğu akarsuya etkisinin minimize edilmesi için çevresel akış değerlendirmesi yapmıştır. Genellikle önceki çalışmalarda kaskat tipli HES'lerin menbasında bulunan su miktarının değerlendirildiğini fakat su kütlesinin her bir segmentte ne ölçüde bırakıldığının önemli olmasına rağmen göz ardı edildiğini belirtmiştir. Çalışmada basit istatistiksel yöntemle çevresel akış debisi belirlenmiştir. Çalışmada yılın yağışlı ve kurak sezonlarında farklı miktarlarda su bırakılmasının önemli olduğunu belirtilerek kurak dönemler için yıllık ortalama debinin %10'u ıslak dönemler için %30'u hesaplanarak çevresel akış debisi belirlenmiştir (Yu ve ark., 2013).

Aguilar ve Polo (2016) sürekli akış olmayan nehirlerde minimum çevresel akışların değerlendirilmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Sürekli akışlı olmayan nehirlerde minimum çevresel akış rejiminin ve akış durma sürelerinin hesaplanmasında kullanılan kriterlerin genellikle açık ölçütlere bırakıldığını ifade ederek hem Monte Carlo tekniği hem de yerel hidrolojik ilişkiler aracılığıyla minimum çevresel akışların karakterizasyonun da yerel eşiklerin seçimini değerlendirmek için stokastik bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşım, bir Akdeniz havzasında hidrolojik ve hidrolik habitat modellemesi ile elde edilen dört rejime uygulanmıştır. Çalışmada hesaplanmış çevre rejiminin olasılığı olarak tanımlanan operasyonellik, sekiz farklı senaryo için değerlendirilmiştir ve iki aylık minimum çevresel akış rejimi %90 ve %95 operasyon seviyelerinde elde edilmiştir. Önerilen metodolojinin, su kaynaklarının yönetiminde çevresel akışların belirsizlik analizinin belirlenmesi için yararlı bir araç oluşturduğu belirtilmektedir (Aguilar ve Polo, 2016).

Yıllık ortalama akımın %10'unun minimum çevresel akış olarak bırakılması ile ilgili Herrera ve Burneo (2017) Machangara nehrinde bir çalışma yapmıştır. Ekvador yasasına göre eski hidroelektrik santrallerinde, çevresel akışın yıllık ortalama akımın %10'unu olması gerekmektedir ancak bu alandaki gelişmeler bunun yeterli olmadığını göstermektedir. Araştırmacılar, nehre akışın %10'luk kısmının bırakılması sonucu oluşabilecek etkilerin değerlendirilmesi ve Machalungara Nehri'nin havzasında, Chanlud ve El Labrado hidroelektrik santralleri tarafından tahrip edilen Macha'ngara ve Chulco nehirlerinde çevresel akış önerileri oluşturmayı (Güney Ekvador) amaçlamışlardır. On iki ay boyunca fiziksel ve kimyasal parametreler ve suda yaşayan

makro omurgasızlar ölçülmüştür. Analiz, bazı parametrelerde ekosistem koşullarında önemli düşüş olduğunu gösteren farklılıklar bulmuş ve akış, makro-omurgasızların çeşitliliği ve çözünmüş O₂ konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi ortaya koyulmuştur. Çalışmada, yasa gereği ekolojik durum için kriterler belirlemediği ve bu etkilerin kabul edilemez olup olmadığını belirlemenin zor olduğundan bahsedilmiştir. Ayrıca, ekolojik koşullardaki söz konusu bozulmanın, nehir akışının değişkenliğine izin veren temel akış metodolojisi (BFM) gibi daha modern çevresel akış değerlendirme yöntemleri uygulanarak en aza indirilebileceği belirtilmiştir. Macha'ngara Nehri'nde yağışlı mevsim için ortalama yıllık akışın %27–51'i, kurak mevsimde %29–42'lik bir çevresel akış BFM kullanılarak belirlenmiştir. Chulco Nehri için çevre akışı, yağışlı mevsim için yıllık ortalama akımın %15-45'i ve kurak mevsim için %15-36'dır (Alomía Herrera ve Carrera Burneo, 2017).

Yue ve arkadaşlarının 2018'de yaptığı çalışmada su kıtlığı çeken havzalarda çevresel akış değerlendirilmiş ve Çin'in kuzey batısındaki Wei Nehri çalışılmıştır. Bu çalışmada, birim alan başına fonksiyon değerlerini tahmin etmiştir. Sarı Nehir'in en büyük kolu olan Wei Nehri Havzası'nda 1973'ten 2015'e kadar çevresel baz akışının değeri ölçülmüştür. Çevresel akışın toplam değeri ile su verimi arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. Bu yöntem bu nedenle parasal olarak çevresel akışın kayda değer değerini sunabilir terimleri basit ve etkili bir şekilde ifade eder ve çevresel akışın daha makul koruma seviyeleri için temel oluşturur (Yue ve ark., 2018).

Hidroelektrik santrallerle ilgili Dai ve arkadaşlarının 2019'da yaptığı çalışmada orta ve küçük su havzalarındaki santralin nehre döküldüğü yerdeki ekolojik restorasyon problemleri araştırılmıştır. Bu bilgilere dayanarak ekolojik akış, beş yöntem kullanarak hesaplanmıştır. Bunlar minimum aylık ekolojik akış yöntemi, ekolojik su talebinin dinamik hesaplama yöntemi, Northern Great Plains Kaynak Programı yöntemi (NGPRP) ve aylık frekans yöntemidir. Daha sonra, bir ME-Tennant modeli oluşturmak için Madde Element Analizi (ME) ve Tennant yöntemi birleştirilmiştir. Ayrıca bir nehrin ekolojik akış süreci ME-Tennant modeliyle değerlendirilmiştir. Bu çalışma Çin'in Hunan eyaletindeki Liujiaping Hidroelektrik Santrali'nde yapılmıştır. Ekolojik akış sürecini belirlemek için ME Tennant değerlendirme modeli uygulanmış ve bulunan sonuçlar, modelin uygulanabilirliğini, geçerliliğini doğrulamak için kullanılmıştır. Böylece, ekolojik akış süreci bu yenilikçi model ile rasyonel olarak belirlenebilir. Farklı nehirler farklı coğrafi konumlara ve hidrolojik koşullara sahiptir, dahası, insan faaliyetlerinin etkisi farklı nehir havzalarında farklıdır. Ayrıca, en uygun ekolojik akış

süreci yöntemi her bir nehir için farklı olacaktır. Değerlendirme modelinde her ayın ağırlığı, dönem bölünmesi ve değerlendirme kriterleri havza durumuna göre ayarlanmalıdır. Dahası, çoğu küçük ve orta ölçekli havza alanlarının ekolojik verileri azdır. Bu nedenle, bu çalışmada yer alan yöntemler büyük ölçüde tarihsel akış verilerine ve hidrolojik verilere dayanmaktadır, bu nedenle verilerin güvenilirliğini sağlamak için hidrolojik sekans kontrol edilmelidir.

Önerilen değerlendirme modeli, bir nehrin ekolojik akış sürecini makul bir şekilde belirlemek için yeni bir yol sağlamaktadır (Dai, 2019).

Nehir havzalarının farklı yapıda olması, sahip olduğu fiziksel ve biyolojik çeşitlilik, sosyo-ekonomik koşulların değişkenlik göstermesi nedeniyle dünya çapında 200 civarında çevresel akış hesaplama yöntemi kullanılmaktadır (WWF, 2014). Her bir su yapısı için kullanılan yöntemlerin kabul edilebilir olması da değişkenlik göstermektedir. En uygun yöntemin bulunabilmesi için çeşitli modellemeler denenmektedir. Bunlardan biri de en yakın sonuçları verdiği çalışmalarla belirlenmiş yapay sinir ağları modelidir. Eğitim, test etme ve doğrulama süreçleri sayesinde sonuçlara ulaşılabilmektedir. Bununla ilgili olarak Alcazar ve Palau (2008) Ebro nehir havzasında yapay sinir ağı modeli kullanarak çevresel akış tahmini yapmışlardır. Çevresel akış ile lineer olmayan çok katlı sinir ağı modelleri ilişkilendirilmiş ve havzanın doğal akış rejimi ya da hidrolojik ve fiziksel özellikleri kullanılarak iki ayrı set oluşturulmuştur. Çalışmada çevresel akışı iyi tahmin edebilen 3 model bulunmuştur. 10 yıllık aylık düşük akışların ortalaması, gün içerisinde uzun akış periyotlarının ortalama değerleri, yıllık ortalama akışın %40'ının altında olan akışlar ve yılda 270 gün eşit ya da aşırı akış değişkenleri odaklı çalışılmıştır. Modelde sınırlı sayıda değişken ile çalışılması durumunda nehirlerin akış rejimlerinin değişmiş bölümlerinde ve geçmişe dayalı veri eksikliği durumunda operasyonel olarak uygulanmasının mümkün olabileceği ve iyi sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın sonuçları, yapay sinir ağı modellerini ve özellikle havza düzeyinde çevresel akış belirleme ve genelleme için basit, sağlam, güvenilir ve uygun maliyetli araçlar olarak kaskat-korelasyon modellerini desteklemiştir. Azaltılmış değişkenlere dayalı olarak minimum çevresel akış (Q_b) hakkında iyi bir tahmin yapılmıştır. Ebro Havzası'ndaki doğal akış rejimi altındaki 46 ölçüm istasyonu için az sayıda değişken bulunan, çevresel debilerin (Q_b) iyi tahminini yapabilecek üç model bulundu. Bunlar; düşük aylık akışların 10 yıllık ortalaması, yıllık ortalama akımın %40'ının altında sürekli olarak aktığı günlerin uzunluğunun ortalama değeri, yılda 270 güne eşit veya fazla olan akış (Q_{270}). ANN modellerini homojen nehir gruplarına

uygulayarak, hesaplanan ve tahmin edilen çevresel akışlar arasındaki korelasyon katsayılarının daha makul olması beklenebilir ve mutlak hatalar muhtemelen daha düşük olacaktır (Alcázar ve ark., 2008).

Tayland'da yapılan yapay sinir ağları ile nehir akışlarının tahmini çalışmasında havza bazında bir istasyon kullanılmıştır. Nehir akış dinamiklerini tahmin etmek için iki lineer olmayan kara kutu yaklaşımının, faz-uzay rekonstrüksiyonu (PSR) ve yapay sinir ağlarının (YSA) kullanımı incelenmiştir ve performanslarının karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuçlar, hem 1 günlük hem de 7 günlük tahminler için her iki yaklaşımın da makul derecede iyi performans göstermektedir. Bununla birlikte, PSR tahminleri ile YSA tahminleri arasındaki karşılaştırma, öncekilerden çok daha iyi bir performansını açıkça ortaya koymuştur. PSR yaklaşımını kullanarak tahmin edilen nehir akış değerlerinin gözlemlenen noktaya son derece yakın olduğu bulunmuştur (Sivakumar ve ark., 2002).

Doğal akış rejimi içinde uzun dönemlik verilerin olmaması çevresel akış yönetiminde önemli bir unsurdur. Yang ve ark. (2016) çalışmasında ölçüm yapılmamış doğal akış rejimlerini tahmin etmek için yapay sinir ağları modellerinden bir yayılım ağı kullanmaktadır. Tayvan'ın 42 akış istasyonunda günlük en az 20 yıllık akış verileri, 31 Hidrolojik Değişim Göstergesi (IHA) kullanılarak doğal akış rejimlerini ölçmek için çalışılmıştır. Havza jeomorfolojik karakteristik faktörler ve yağış parametreleri ile homojen akış rejimi alanlarını sınıflandırmak için kullanılır. Akış gözlem istasyonlarının IHA'sını kullanan küme analizi sonuçları, Tayvan'daki istasyonların doğal akış rejimlerinin üç sınıfa ayrılabilceğini göstermektedir. Birinci sınıfın karakteristik özelliği, kuraklık ve taşkınların kendine özgü varyasyonudur. İkinci sınıfın karakteristiği hidrolojik olayların süresindeki farklılıklarda yatmaktadır. Üçüncü sınıfın özelliği, daha yüksek ve daha düşük ikinci akış olaylarının en uzun süresidir. ANN modeli tarafından elde edilen IHA tahminlerindeki hataların tartışılması ve analizi, 31 göstergenin çoğunun doğru bir şekilde tahmin edilebileceğini ve bu çalışmada oluşturulan girdi faktörlerinin doğal akış rejimlerinin değiştirilmesini etkili bir şekilde simüle edebileceğini göstermektedir. Ek olarak, ANN modelinin tahmin hataları ile regresyon modelinin karşılaştırılması arasındaki karşılaştırma, önceki göstergenin çoğu gösterge tahmininde daha iyi performans gösterdiğini ve ANN modelinin doğrusal olmayan sistemleri tanımlamak için daha uygun olduğunu göstermektedir (Yang ve ark., 2016).

2.5. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde çevresel akışa ilişkin çalışmalar 2007 yılında HES projelerinin gündeme gelişi ile başlamıştır. 2007 yılından önce gerçekleştirilen enerji projelerinin çevresel Etki Değerlendirmesi raporlarında en düşük akımda canlı yaşamını devam ettirdiği görüşü çerçevesinde bu en düşük değerın mansaba bırakılacağı öngörülüyordu. Ancak 2007 yılı itibariyle hidrolojik verilere dayanan Tennant metodu ile akarsularda doğal hayatın devamlılığının sağlanması için mansaba bırakılan su miktarı hesaplanmaya başlanmıştır. Ülkemizde mevcut durumda çevresel akış prosedürünün uygulandığını söylemek yanlış olacaktır. Çünkü çevresel akış suyun yalnızca miktarı ile değil aynı zamanda kalitesi, zamanlaması, habitat şartları gibi diğer faktörlerle de ilgilenmektedir (Okumuş, 2011).

Bununla birlikte ülkemizde nehirlerde yapılması planlanan bent, baraj, hidroelektrik santral vb. projeler ile ilgili hazırlanan ÇED (Çevresel Etki değerlendirme) raporlarında mansap su hakları irdelenmekte ve Çevre ve Orman Bakanlığın Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün alan ve proje özelinde kullandığı hesaplamalar ile yalnızca sayısal ‘çevresel akış’ değeri belirlenmektedir. “Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” de 18 Ağustos 2009’da yapılan değişiklik ile doğal hayatın devamlılığının sağlanması için mansaba bırakılacak olan su miktarı en az %10 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2009)

Ülkemiz gibi yalnızca hidrolojik verilere sahip ülkelerde en çok Tennant Yöntemine başvurulduğu veya minimum akışın çevresel akış olarak belirlendiği görülmektedir. Tennant Metoduna göre alanlara özgü olarak belirlenen yağışlı ve kurak periyotlar göre uzun yıllar ortalama nehir akımının %10 olacak şekilde uygulanmaktadır. Fakat ülkemizde akarsulara göre revize edilmiş orta-iyi kalite sınıfı Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Türkiye’de akarsularda revize edilmiş Tennant yöntemine göre sucul ekoistem kalitesi tablosu önerisi (OİSB, 2010)

Nehir Ekosistemi için Kalite Sınıfı	Yıllık Ortalama Akımın %’si olarak akarsu debisi	
	Kasım-Haziran	Temmuz-Ekim
Orta-İyi	15	20

Okumuş (2011) uzmanlık tezi çalışmasında dünyada çevresel akış çalışmalarının hangi seviyede olduğunu araştırmıştır ve hali hazırda dünya çapında bu konuyla ilgili

yasa ve yönetmeliklerden uygulanan yöntemlere kadar geniş bir perspektif ile mevcut durum üzerinde durmuştur. Kullanılan yöntemlerin en basit olanından en kompleks olanına kadar zayıf ve güçlü taraflarının üzerinde durmuştur. Türkiye’de çevresel akış değerlendirmesinin durumundan bahsetmiştir ve ayrıca ülkemizde uygulanabilecek en uygun çevresel akış yönteminin Tennant Yöntemi olduğunu belirtmiştir. Türkiye’deki yasal durumu ele alarak çevresel akış çalışmalarının sürecini ortaya koymaya çalışmıştır.

Malkoç ve ark. (2011)’nın yaptığı çalışmada son 33 yıl içinde 14,3 m² lik azalmanın tespit edildiği ve kuraklıktan en çok etkilenen havzalardan birisi olan Konya Havzası seçilmiştir. Yapılan çalışmanın birinci aşamasında 1965-2007 yılları arasında 7 gözlem istasyonundan alınan debi serileri kullanılmış, havzaya ait hidrolojik kuraklık değerlerinin olası eğilimleri SPI (Standartlaştırılmış Yağış İndeksi) yöntemi yardımıyla belirlenmiştir.

Akım gözlem istasyonları toplu şekilde incelendiği zaman 1974-2007 arasında -2,82 gibi en düşük SPI değeriyle ifade edilen ‘çok şiddetli kuraklık’ derecesinde kuraklıklar tespit edilmiştir. İkinci aşamadaysa hem tespit edilen kurak dönemler için hem de tüm dönemler için çevresel akış miktarları belirlenip aradaki farkın önemi ortaya konmaya çalışılmıştır. Alınan verilere göre Akım gözlem istasyonlarının orijinal dönemlerinde, çevresel akışı tüm dereler için zamanın %90’ında sıfırdan büyük olduğu görülürken; kurak dönemlerdeyse çevresel akışın tüm dereler için ancak zamanın %84’ünde sıfırdan büyük olduğu; yani bu zaman dilimine kadar derelerin kurumadığı görülmektedir.

Sonuç olarak çevresel akış, kurak dönemlerde tüm akım gözlem istasyonlarında %22 ile %100 arasında azalma göstermiştir. Elde edilen veriler, Konya Havzasının da içinde yer aldığı, yarı kurak iklime sahip olan İç Anadolu bölgesindeki su kaynakları projelerinin, bölgede meydana gelen hidrolojik kuraklığın süre etkilerini ve şiddetini azaltmadığını ortaya koymuştur (Malkoç ve ark., 2011).

Son yıllardaki çalışmalar göstermektedir ki akarsu üzerine inşa edilen yapılarda minimum akışların yeterli olmayıp, tüm akış türlerini içeren dinamik bir yapı gerekliliği savunulmaktadır. Bundan dolayıdır ki hidroelektrik santral projelerinde çevresel akış yaklaşımı önemli bir yer tutmaktadır. Karakoyun (2014), tez çalışmasında Çambaşı hidroelektrik santrali için farklı hidrolojik yöntemler kullanarak çevresel akış miktarı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar kapsamında Tennant metodu, Tessmann metodu ve Debi Süreklilik Eğrisi metodu kullanmıştır. Metodun kendi sınıflandırmasında en düşük akım miktarlarından biri olan yıllık ortalama akımın %10’luk kısmına denk gelen zayıf akım

önermesi kullanılmıştır. Bu akış miktarı yılın hem kurak ve hem de yağışlı dönemleri için aynı miktardaki akımı önermektedir. Belirtilen hesaplamalar ve karşılaştırmalar sonucunda hidroelektrik santral yapılmak istenen nehirdeki çevresel akış miktarı belirlenirken Tessmann metodunun aylık ortalama akım değerlerinin altında değerler gösterdiği halde, akım değerlerine benzer bir eğilim göstermesinden hareketle, akış önermelerinde yöntem olarak kullanılabilir. Tennant metodu akım belirleme yöntemi olarak kullanılacaksa; hesaplamalarda %10'luk akım değerlerinin yerine; metodun 'iyi' sınıflandırması kullanılmalıdır (Karakoyun, 2014).

Hidrolik ve hidrolojik yöntemlerin karşılaştırılması kullanılarak yapılmış olan çalışmada Ateş ve arkadaşları (2013) Büyük Menderes havzasını bulan bir akım gözlem istasyonu için çevresel akış hesaplamışlardır. Bu çalışmada 30 yıllık akış verisi kullanılmıştır. Orijinal Tennant Yöntemi, Modifiye Tennant Yöntemi, Q95 Yöntemi, 7Q10 Yöntemi ve Islak Çevre Yöntemleri ile çevresel akışlar hesaplanmıştır. Bu istasyon için modifiye edilmiş Tennant Yöntemi en uygun sonucu vermiştir (Ateş, 2013).

Çevresel akış hesaplamalarında düşük akımların istatistiksel analizinden faydalanılmakta, dağılım fonksiyonları kullanılmaktadır. Bununla ilgili olarak Karınca, (2018) tez çalışmasında Susurluk, Gediz ve Fırat Dicle havzalarında çevresel akış tahmini yapmıştır. Susurluk, Gediz ve Fırat Dicle havzaları için sırasıyla dört, dokuz ve on bir tane istasyonun akım verileriyle çalışılmıştır. Susurluk Havzası'nda en az 46 yıllık veri ile çalışılmıştır. Gediz Havzası'ndaki istasyonların en kısa gözlem süresi 14, en uzun 52 yıldır. Fırat Havzasındaki en kısa gözlem süresi 25 yıldır. Gözlem süresi boyunca aylık debi değerlerinin ortalaması, minimumu ve maksimumu içeren hidrograflar üretilmiştir. Bu hidrograflar sayesinde aylık ortalama değer, aylık maksimum ve minimum değerlerinden farkı incelenmiştir. Bütün istasyonları 7-günlük minimum akım değerleri hesaplanmıştır. Yedi günlük düşük akımlar için 2, 5 ve 10 yıllık dönüş aralıklarında iki ve üç parametrelili log-normal ve Weibull ve üç parametrelili log-normal ve genel ekstrem dağılımları kullanılarak tahminler yapılmıştır.

Susurluk Havzası'nı en iyi temsil eden olasılık dağılımı 3 parametrelili log-normal, diğer iki havza için GEV'dir. Ekolojik ihtiyaca en doğru şekilde cevap verebilen çevresel akış tahmin yöntemleri, Susurluk Havzası için Temel Akım, Gediz Havzası için Tennant'ın orta akım koşulu, Fırat-Dicle Havzası için Temel Akım'dır (Karınca, 2018).

Çevresel akış çalışmalarında, uzun dönemli veri setlerinin, akış verilerinden oluşan çok sayıda değişkenin varlığı sayesinde nehirde bırakılması gereken minimum

akış miktarı farklı modellemelerle bulunmaya çalışılmaktadır. Yapay sinir ağları ile gelecek için akış tahminleri yapılarak, deneme süreçleri ile istenilen çıktılar elde edilmektedir. Seyhan Havzasının Yağış-Akış İlişkisinin Modellenmesi Örneğinde MATLAB R2008a kullanılarak yağış-akış ilişkisinin (YSA) ile modellenmesi belirlenmeye çalışılmıştır. Gözlemlenen yağış ve akım verileri yardımıyla akım tahminleri yapılmıştır. İBGYSA kullanılmış (İleri Beslemeli Geriye Yayınımlı Yapay Sinir Ağı) ve ÇDR (Çoklu Doğrusal Regresyon) yöntemi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda İBGYSA yönteminin ÇDR yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Havzada yer alan 35 AGİ dan modelleme çalışması için 13 tanesi kullanılmıştır. Akım değerlerinin tahmini Yağış Akım Gözlem İstasyonlarından alınan aylık yağış verileri kullanılarak oluşturulan modellerle yapılmıştır. YSA ile önceki nehir akımları ve yağış verileri kullanılarak gelecekteki akım değerlerinin tahmini yapılmıştır.

Uyumluluk düzeyi yüksek YAGİ'lerle ve 13 ayrı AGİ ile yapılan modelleme çalışmaları neticesinde 111 deneme yapılmış ve genelde YSA'nın ÇDR'ye nazaran daha iyi sonuçlar verdiği görülmüş olup, 7 deneme sonucunun ise istenilen düzeyde çıktılar olduğu düşünülmüştür (Turhan, 2012).

Benzer bir çalışma olarak YSA ve Regresyon analizi karşılaştırılmıştır. Okkan ve Mollamahmutoğlu (2010), Yiğitler Çayı üzerinde modelleme çalışması yapmışlardır. Tek bir akım gözlem istasyonu kullanılmıştır. Yiğitler çayı günlük yağış-akış ilişkisi, yağış olayının görülmesi ile akarsu çıkışında oluşacak akım arasındaki gecikmelerden yararlanılarak regresyon analizi ve yapay sinir ağları ile ayrı ayrı modellenmiştir. Yapay sinir ağı uygulamasında ise ileri beslemeli geri yayımlı ağ algoritmalarının gelişmiş bir türü olan Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Levenberg-Marquardt algoritması, diğer ileri beslemeli geri yayımlı ağ algoritmalarında olduğu gibi öğrenme oranı, momentum oranı gibi deneme-yanılma yöntemiyle belirlenebilecek birden çok parametre içermemesi, diğer algoritmalara kıyasla daha hızlı yakınsaması ve daha güvenilir sonuçlar vermesi sebebiyle tercih edilmiştir. Veri setinin %80'i ile kurulan (eğitilen) modellerde, öncelikle yağış (Pt) girdisi kullanılmıştır. Daha sonra modellere sırasıyla bir gün önceki yağış (Pt-1), iki gün önceki yağış (Pt-2) ve üç gün önceki yağış (Pt-3) girdileri de eklenmiştir. En son olarak modele 1 gün (Qt-1), 2 gün (Qt-2) ve 3 gün (Qt-3) önceki akım değerleri de ilave edilerek akımlardaki içsel bağımlılık etkisi de modellerde dikkate alınmıştır. Çalışmada son olarak, optimum sayıda girdi kullanan model yapısı da aranmaya çalışılmıştır. Tüm modeller veri setinin geri kalan %20'si ile

test edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde yapay sinir ağı sonuçlarının regresyon sonuçlarına göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Yapay sinir ağları ile hazırlanan akım modellerinin akarsu havzalarının doğrusal olmayan yağış akış ilişkilerini başarıyla modelleyebildiği, kavramsal ve fiziksel tabanlı modellere kıyasla yoğun verilere ve kalibrasyon işlemlerine gerek kalmaksızın hızlı bir modelleme imkânı tanıdığı görülmektedir (Okkan ve Mollamutoğlu, 2010).

Çevresel akış hesaplamalarında yağış akış verilerinin yanı sıra sıcaklık gibi farklı değişkenlerde kullanılmaktadır. Yapay sinir ağlarında eğitim ve test sürecinde kullanılan değişken sayısının fazlalığı daha anlamlı sonuçlara ulaştırmaktadır. Okkan ve Dalkılıç (2010) çalışmasında, bir Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı modeli (RTYSA) geliştirerek, Büyük Menderes Havzası'nda yer alan Kemer Baraj Havzası'na ait aylık akımlara uygulamıştır. Girdi olarak yağış, sıcaklık ve 1 ay önceki yağış değerlerine ihtiyaç duyan RTYSA modeli, Mart 1979-Kasım 1997 tarihleri arasındaki 225 aylık akım verileri kullanılarak eğitilmiş; Aralık 1997-Aralık 2005 tarihleri arasındaki 97 aylık akım verileri ile sınanmıştır. Gözlenmiş ve modellenmiş akımların uzun dönem ve mevsimsel istatistikleri karşılaştırıldığında; kurulan modelin Kemer Barajı aylık akımlarını başarıyla temsil ettiği; böylece geliştirilen modelin, bir baraj havzasının aylık akımlarının tahmininde başarıyla kullanılabileceği gösterilmiştir. RTYSA modeli aynı girdiler altında hazırlanan basit doğrusal regresyon (REG) modeliyle de karşılaştırılmıştır. Eğitim-test dönemi olmak üzere iki aşamada değerlendirilen modellerin $y=x$ doğrusu etrafındaki saçılımları incelendiğinde RTYSA modelinin gerek regresyon doğrusu ($y = ax+b$) gerekse determinasyon katsayısı açısından REG modelinden daha üstün olduğu göze çarpmaktadır (Okkan ve Dalkılıç, 2012).

Çeşitli yöntemlerle yapılan çevresel akış değerlendirmesi ile ilgili çalışmalar Çizelge 2.3'de sunulmuştur.

Çizelge 2.3. Çeşitli yöntemlerle yapılan çevresel akış değerlendirilmesi

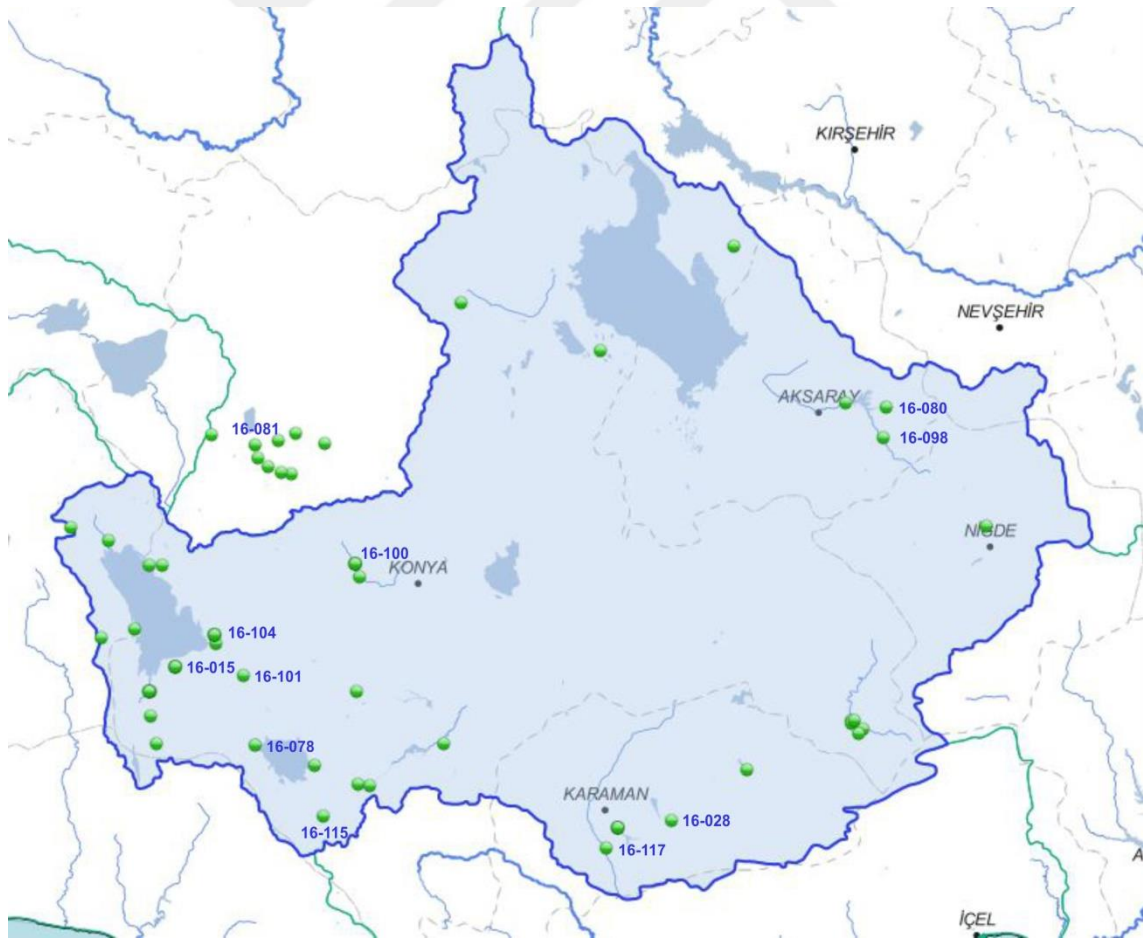
KAYNAK	ÜLKE	ÇALIŞMA ALANI	KULLANILAN MODEL	SONUÇLAR
(Okkan ve Mollammutoğlu, 2010)	Türkiye	Yiğitler Çayı, Gediz Havzası	YSA ve Regresyon	YSA sonuçları regrasyona göre daha başarılıdır.
(Okkan ve Dalkılıç, 2012)	Türkiye	Kemer Barajı, Büyük Menderes Havzası	YSA ve Basit Doğrusal Regrasyon	Radyal Tabanlı YSA modeli baraj havzasının aylık akım tahmininde başarıyla kullanılabilir.
(Malkoç ve ark., 2011)	Türkiye	Konya Kapalı Havzası	Hidrolojik Yöntemler, Standartlaştırılmış yağış İndeksi	Çevresel akış, kurak dönemlerde tüm akım gözlem istasyonlarında %22 ile %100 arasında azalma göstermiştir.
(Turhan, 2012)	Türkiye	Seyhan Havzası	YSA ve Çoklu Doğrusal Regrasyon	YSA, ÇDR'ye göre başarılı sonuçlar vermiştir.
(Karakoyun, 2014)	Türkiye	Trabzon, Çambaşı HES Örneği	Tennant ve Tessmann Metodu, Debi Süreklilik Eğrisi Yaklaşımı	Önerilen metod Tessmann'dır.
(Ates ve ark., 2017)	Türkiye	Menderes Havzası	7Q10, Q95, Tennant Yöntemi, Modifiye Tennant, Islak Çevre Metodu	En uygun sonucu veren yöntem Modifiye Tennant'tır.
(Karıncı, 2018)	Türkiye	Susurluk, Gediz, Fırat ve Dicle Havzaları	Hidrolojik Yöntemler (Q90, Q50), Tennant Yöntemi, GEV, Weibull ve 3 parametrelili log-normal Dağılımı, Debi Süreklilik Eğrisi	Susurluk Havzası için 3 parametrelili log-normal dağılımı, Gediz, Fırat ve Dicle Havzası için GEV dağılımıdır.
(Caissie ve El-Jabi, 1995)	Kanada		Tennant Yöntemi, 7Q10, %25 Ortalama Yıllık Akış (%25 MAF), Q90 ve Q50	Q90 ve 7Q10 metotları için hesaplanan çevresel akış miktarının kış ve yaz ayları boyunca oldukça düşük olduğu ifade edilmiştir
(Caissie ve ark., 2011)	Kanada	New Brunswic Nehri	3 Parametrelili Weibull Dağılımı	Düşük akış analizi, daha fazla veri ile yapılmasına rağmen, yine de önceki çalışmalarla tutarlı bölgesel regrasyon üretmiştir.
(Peñas ve ark., 2013)	İspanya	TinaMenor, Suances ve Mogro'daoligohaline, Santander ve Santoña	Regrasyon modeli Temel akış modeli (BFM)	Islak mevsimde tuzluluk koşullarını sürdürmek için gereken en yüksek çevresel akışlar, nehir durumuna göre farklı bölgelerde bulunmuştur.

KAYNAK	ÜLKE	ÇALIŞMA ALANI	KULLANILAN MODEL	SONUÇLAR
(Aguilar ve Polo, 2016)	İspanya	Akdeniz Havzası (Guadelfeo Nehri)	Monte Carlo Tekniği, Hidrolojik Habitat Yöntemi	Önerilen metodolojinin, su kaynaklarının yönetiminde çevresel akışların belirsizlik analizinin belirlenmesi için yararlı bir araç oluşturduğu belirtilmektedir.
(Alomía Herrera ve Carrera Burneo, 2017)	Ekvador	Machangara Nehri	BFM (Temel akış metodolojisi)	Macha'ngara Nehri'nde yağışlı mevsim için ortalama yıllık akışın %27-51'i, kurak mevsimde %29-42'lik bir çevresel akış BFM kullanılarak belirlenmiştir.
(Dai, 2019)	Çin	Hunan Eyaleti,	Aylık ekolojik akış yöntemi, Ekolojik su talebinin dinamik hesaplama yöntemi, Northern Great Plains Kaynak Programı yöntemi (NGPRP) ve aylık frekans yöntemi, ME-Tennant Yöntemi	Ekolojik akış sürecini belirlemek için ME Tennant değerlendirme modeli ile rasyonel olarak belirlenebilir.
(Alcázar ve ark., 2008)	İspanya	Ebro Nehri	10 yıllık aylık düşük akışların ortalaması, gün içerisinde uzun akış periyotlarının ortalama değerleri, yıllık ortalama akışın %40'ının altında olan akışlar, Q270, YSA	ANN modellerini homojen nehir gruplarına uygulayarak, hesaplanan ve tahmin edilen çevresel akışlar arasındaki korelasyon katsayılarının daha makul olması beklenebilir ve mutlak hatalar muhtemelen daha düşük olacaktır.
(Sivakumar ve ark., 2002)	Tayland	Chao Phraya Nehri	Faz-uzay rekonstrüksiyonu (PSR) YSA	PSR yaklaşımını kullanarak tahmin edilen nehir akış değerlerinin gözlemlenen noktaya son derece yakın olduğu bulunmuştur
(Yang ve ark., 2016)	Tayvan	Tayvan	YSA ve Regrasyon	YSA modelinin doğrusal olmayan sistemleri tanımlamak için daha uygun olduğunu göstermektedir

bol yağış alırken, iç kesimlerde yağışlar azalır, yarı kurak veya kurak iklim özellikleri görülür.

Konya Havzası'nda yer alan akarsuların çoğu havza içindeki kaynak veya göllerden çıkar. Yağışların düzensizliği ve azlığı sebebiyle akarsuların rejimleri düzensizdir. Kış ve ilkbahar aylarında akışa geçen dereler kurak geçen yaz aylarında kurumakta ya da debileri ciddi ölçüde azalmaktadır. Havza'daki önemli akarsular: Çarşamba Çayı, İvriz Çayı, Deliçay, Melendiz Çayı, Ulurmak ve Peçenek Deresi'dir.

Konya Havzası kapladığı alanın büyüklüğü sebebiyle değişik iklimlerin hüküm sürdüğü bir havzadır. Havza'nın güneyinde kışlar ılık ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen Akdeniz iklimi; orta ve kuzey kesimlerinde kışları soğuk yazları sıcak ve kurak geçen karasal iklim; Karapınar ve çevresinde ise çöl iklimi hüküm sürmektedir. Yağışlar kış ve ilkbahar aylarında görülmektedir. Havzanın en az yağış alan bölgesi Karapınar ve çevresi ile havzanın orta kesimleridir. Havzanın en yağışlı bölgesi ise batı tarafı, Beyşehir-Seydişehir dolaylarıdır (OİSB, 2010).



Şekil 3.2. Konya Kapalı Havzası Akım Gözlem İstasyonları Haritası

Devlet Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre Konya Kapalı Havzasına ait 172 adet akım gözlem istasyonu bulunmakta, bunlardan 73 tanesi açık görünmektedir. Çalışmada kullanılmak üzere bu istasyonlar içinden doğal akış olan ve havzayı temsil eden 11 istasyon seçilmiştir. Bu çalışmada Konya Kapalı Havzasında seçilen istasyonlara ait çevresel akış miktarının farklı yöntemler kullanarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Seçilen istasyonlar arasında en uzun veri aralığı olarak 42 yıllık verileri sağlanan 16-28 numaralı istasyondur.

İlgında bulunan akım gözlem istasyonları Şekil 3.2.'deki haritada Konya Kapalı Havzası sınırlarının dışında görülmektedir. Bunun sebebi Sakarya Havzası ve bu AGİ'ler arasında ortak akışların olmasıdır. Bu istasyonlar Konya Kapalı Havzasına göre numaralandırılmış olup DSİ'nin yapmış olduğu çalışmalarda her iki havza içinde kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında havzada yer alan ve DSİ tarafından işletilen Akım Gözlem İstasyonlarından (AGİ), 16-15, 16-28, 16-78, 16-80, 16-81,16-98, 16-100, 16-101, 16-104, 16-115, 16-117 no'lu istasyonlar seçilmiştir. Bu istasyonlara ait uzun yıllık günlük akım verileri (en az 30 yıllık olacak şekilde) sağlanarak, minimum, ortalama ve maksimum akış değerlendirmesi yapılmıştır.

Kullanılan bu 11 akım gözlem istasyonunun birbirleriyle arasındaki korelasyonu çıkartılmıştır. Her bir istasyonun yıl bazında ortalama akım değerleri alt alta yazılarak eksik yıllara karşılık gelen satır boş bırakılmıştır. Sırasıyla tüm istasyonların birbirleriyle olan korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. 11*11'lik matris oluşturulmuş, çıkan sonuçlarda istasyonların birbirlerine benzerlikleri R^2 (korelasyon katsayısı) değerlerinin 1'e yakın olması ile kıyaslanmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında havza şartlarına ve mevcut verilere uygun olduğu düşünülen ve hidrolojik verilere dayalı yöntemler kullanılarak istasyon bazında "Çevresel Akış" belirlenmiştir. Kullanılan yöntemler;

- Tennant Yöntemi
- Q95 Yöntemi
- 7Q10 Yöntemi
- Qb Minimum Akışın Belirlenmesi Yöntemi
- Yapay Sınır Ağları Uygulaması

olup, bu yöntemlerin hepsi sadece akım verilerine ihtiyaç duyan ve literatürde de bir çok araştırmacı (Caissie ve El-Jabi, Alcazar ve ark., Yang ve ark., Ateş ve ark., Malkoç ve ark., Okumuş vb.) tarafından sıklıkla kullanılan yöntemlerdir.

3.1. Tennant Yöntemi

Tennant yöntemi bir indeks yöntemidir. Tennant Yöntemi'nde Çizelge 3.1.'de verilen yüzdeler kullanılarak Ekim-Mart (su yılının ilk yarısı) ve Nisan-Eylül (su yılının ikinci yarısı) dönemleri için bir nehir sisteminde bulunması gereken su miktarı farklı ekosistem kalite sınıfları için hesaplanabilmektedir. Tennant Yöntemine göre teorik su yılının ilk 6 ayı yağışlı (Ekim- Mart) diğer 6 ayı ise kurak dönem (Nisan- Eylül) olarak belirtilmektedir. Belirlenen bu dönemler için Tennant'ın (1976) önerdiği dönemsel akış tablosu da göz önüne alınarak TÜBİTAK MAM'ın ülkemiz için çevresel akış olarak önermiş olduğu dönemsel akış miktarları; kurak dönem için aylık ortalama akışın %20'si, ıslak dönem için ise %15'i olarak belirlenmiştir.

Tennant Yönteminin önerisi nehir ekosistemlerinde yapılan uzun süreli gözlemlere dayanarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısı ile Tennant'ın önerisi, gözlem yaptığı nehir ekosistemleri için uygun bir yaklaşım olabilir ancak diğer nehir ekosistemleri için söz konusu metot kullanılırken bu hususun göz önünde bulundurulması gerekmektedir (King ve ark., 2000; Davis ve Hirji, 2003).

Çizelge 3.1. Tennant Yöntemi'nde farklı kalite sınıfları için kullanılan yüzdeler (Davis ve Hirji, 2003)

Ekosistem için Kalite Sınıfı	Ekim-Mart Döneminde Önerilen (Yıllık Ortalama Akımın Yüzdesi)	Nisan-Eylül Döneminde Önerilen (Yıllık Ortalama Akımın Yüzdesi)
Mükemmel	60-100	60-100
Çok İyi	40	60
İyi	30	50
Orta	20	40
Vasat	10	30
Kötü	10	10
Çok Kötü	0-10	0-10

Bu yöntem Amerika'nın orta-batısında bulunan 100 nehrin verileri kullanılarak nehir sağlığını korumak için gerekli minimum akışı tasvir ederek geliştirilmiştir. Yıllık akışın yüzde oranları balıklar için farklı kalitede habitat sınıflarını belirtmektedir. Örneğin %10 düşük kalite, %30 makul habitat ve %60 habitat için mükemmel oran anlamına gelmektedir. Bu metot başka her yerde kullanılabilir, ama daha gerçekçi oranlar her bölge için yeniden hesaplamayı gerektirebilir.

Tüm bu yöntemlerin avantajlarına bakıldığında öncelikle genel bir prosedüre göre geliştirilmiştir, uygulama nispeten birkaç araştırma gerektirir. Ne yazık ki basit hidrolojik indekslerin bölgeler arasında taşınabileceğine dair hiçbir kanıt yoktur. Bu 25 yüzden sadece yeni bir bölge için tekrar kalibre edilirken hızlı olmaktadır. Bu indeksler sadece

hidrolojik verilere odaklıdır herhangi bir bölge için çok kolay bir şekilde tekrar kalibre edilmektedir /düzenlenmektedir, ama hiçbir ekolojik geçerliliğe sahip değildir ve bu yüzden iyi sonuçlar alma olasılığı çok yüksek değildir. Ekolojik indeksler geçerliliği açıktır fakat ekolojik verilerin toplanması uzun zaman alır ve pahalıdır. Genellikle karşılaştırmalı tablolar özellikle düşük karşılaştırmalı durumlar için uygundur (Davis ve Hirji, 2003)

3.2. Q₉₅ Yöntemi

İstatistiksel hidrolojik yöntemler akışın ortalama veya yüzdelik bir oranını kullanılarak doğal veya doğala yakın akış verilerinden elde edilen bir akış indeksi olarak tanımlanır. Bu mevsimsel ve nehir tipine özel olabilir (Acreman ve Dunbar, 2004). Çevresel akış analizinde kullanılan diğer bir yaklaşım ise günlük akımların debi süreklilik çizgisine bağlı olarak belli bir aşılma ihtimaline karşı gelen günlük akım değerinin çevresel akış olarak esas alınmasıdır. Aralarında İngiltere ve Bulgaristan'ın da bulunduğu bazı ülkelerde aşılma ihtimali %5 olan veya zamanın %95'inde akarsuda mevcut olan debi (Q₉₅); İngiltere (bazı havzalar) zamanın %90'ında akarsuda mevcut 27 günlük debi (Q₉₀) ve çoğu Avrupa ülkesinde ise zamanın %98 veya %99'unda akarsuda mevcut günlük akım (Q₉₈, Q₉₉) çevresel akış olarak esas alınmaktadır. Yöntem müdahale edilmemiş günlük akım değerlerinin analizini esas alır. Günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q₃₄₇(=Q₉₅), Q₃₅₅(=Q₉₇) veya Q₃₆₄(=Q_{99.7}) dikkate alınır (Tharme, 2003).

Q₉₅ yönteminde uzun yıllık veri setinden tüm aylara ait günlük akımların ortalaması alınır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 gündür. Q₉₅ Yöntemi'nde uzun yıllık günlük akım ortalamaları ile oluşturulan debi-süreklilik grafiği çizilir. Çizilen grafik üzerinden zamanın %95'inde akarsuda bulunan mevcut debi belirlenir.

Su yapıları projelerinin planlanmasında ve tasarımında ekolojik akışın güvenilir şekilde belirlenmesi önemlidir. Geçmişe ait akım verisi bulunmayan havzalarda Akım Süreklilik Eğrisinden yola çıkılarak düşük akış tahmini yapmak mümkündür ancak tahmin çalışmaları büyük değişiklik gösterebilmektedir. Akım Süreklilik Eğrisi ile düşük akış tahmini genellikle %25-%99,9 arasında değişen oranlarda yapılabilmektedir (Mandal ve Cunnane, 2009).

3.3. 7Q10 Yöntemi

7Q10 yönteminde minimum akış her 10 yılda kurak dönemde olması beklenen en düşük art arda yedi günlük su debilerinin ortalaması ile hesaplanır. Amerika'nın Çevre Koruma Ajansı (EPA, Environmental Protection Agency) tarafından geliştirilen bu yöntem (7Q10) nehirlere salıverilecek her çeşit kimyasal ve diğer çeşitli atıkların akarsudaki suyun kalitesini belli bir seviyede tutabilmek için bu atık maddelerinin miktarı, suyun en az olduğu dönemlerde ne kadar olduğunu belirlemek ve akarsudaki canlıların bu toksik maddelerden en az seviyede etkilenmesinin sağlanması amacıyla geliştirilmiştir.

Çalışmada seçilen istasyonlara ait uzun yıllık veri setinde art arda gelen her 7 günün ortalaması alınmıştır ve belirlenen ortalama akışlardan o yıl için minimum akış belirlenmiştir. Belirlenen minimum akışlar önce boyutsuzlaştırılır ve ortalamaları alınır, standart sapma ve basıklık katsayısı, sıklık faktörü parametreleri ile 7Q10 yöntemi matematiksel olarak ifade edilir.

3.4. Qb Minimum Akışın Belirlenmesi Yöntemi

Qb değişkeni nehirde bulunması istenilen minimum sürekli akıştır. En az 10 yıldaki günlük ortalama akış serileri yardımı ile hesaplanır (Palau ve Alcazar, 1996).

Bu değişken gözlenen değerlerden oluşmaz, eski mevcut doğal akışların günlük ortalamalarından hesaplanır ve türetilir. Qb hesaplanması; günlük ortalama akış üzerinde düzensizliklere bağlıdır. Maksimum 100 ardışık veriyi artan aralıklarla uygulayan ortalama tahmin modelidir.

51 faktörü kapsayan bağımsız değişkene sahiptir. Çalışmanın veri tabanı nehirler ile çeşitli hidrolojik karakterleri içerir ve temel tanımlamalar hidrolojiyi karakterize etmede yeterli değildir (Growth ve Marsh, 2000). Bu data setleri havza özelliklerini tanımlayan genişlik, rakım, topografya, yüzey alanı ve bitki örtüsü çeşidi gibi fiziksel parametreler ile tanımlanır. Hidrolojik değişkenler havzanın genel hidrolojisini tanımlar, onlar düşük akış istatistikleriyle ilgilidir. Değişkenler akış çeşitliliğini ifade eder ve akış süreklilik eğrisi, minimum iç akış ihtiyacı ile ilişkilidir.

Qb minimum akış yönteminde; uzun veri setinden oluşan akış değerleri ile yıllık ortalamalar, minimum, maksimum değerler, standart sapmalar, yılın belli zamanlarına tekabül eden akış değerleri, drenaj alanı, rakım ve Tablo 3.1.'de verilen diğer parametreler değerlendirilir.(Castellano-Méndez ve ark., 2004).

Tablo 3.1.Analiz için kullanılan değişkenlerin listesi

X1 = Ortalama Yıllık Debi
X2=Mutlak Minimum Akış
X3=Ortalama Yıllık Akışın Drenaj Alanına Oranı
X4= Belirli bir zamanda bir durumu bilmenin nispi kesinliğinin bir ölçüsü olarak tahmin edilebilirlik (Cotwell,1974) Bu değişmezlik ve beklenmedik durum olarak iki bileşenin toplamıdır.
X5= Bir durumun aynı kalma derecesinin ölçüsüdür
X6=Farklı durumun farklı zaman periyotlarına ne kadar yakın tanımlanmasının bir ölçüsüdür
X7=Değişmezliğin tahmin edilebilirliğe oranı
X8=Taban akış indeksi en düşük ortalama aylık akışın ortalama yıllık akışı yüzde olarak oranı hesaplanan temel akış indeksi (Gordon ve arkadaşları)
X9= Taban akışı katkısı indeksi olarak kullanılan oran %Q90/%Q50
X12=Drenaj alanı, km ²
X13=Ortalama havza eğimi
X14= Ortalama havza yüksekliği
X15=Gravelius katsayısı
X16=Drenaj yoğunluğu
X17= Maksimum toprak nem kapasitesi, mm (MMA,1998)
X18=Maksimum toprak infiltrasyon kapasitesi
X19=Topoğrafik indeks
X20=Havzadaki en yüksek ve en düşük nokta arasındaki yükseklik farkının drenaj alanına oranı
X21=Ortalama akışın en yüksek olduğu ay
X22=Maksimum aylık akışların ortalaması
X23=En düşük ortalama akış ayı
X24=Minimum aylık akışların ortalaması
X25=Yılda 10 günü aşan veya eşit olan akış (Q10)
X26=Yılda 90 günü aşan veya eşit olan akış (Q90)
X27= Yılda 347 günü aşan veya eşit olan akış (Q347)
X28-X30 Akış süreklilik eğrisini tanımlayan değişkenler
X31 den X36 ya= Akışın sürekli olarak %5 in altında olduğu zamanların sayısı
X37 den X42 ye= Sürekli olarak %5 in altında olan akışın süresi
X44=10 yıllık periyot için günlük akışların varyasyon katsayısı
X45= Her bir yıl için günlük akışların varyasyon katsayısı ortalaması
X46=Her bir yıl için günlük akışların standart sapmasının ortalaması
X47=Ortalama yıllık akışın varyasyon katsayısı
X48= Değişkenlik indeksi formülü
X49= Değişkenlik indeksi (Grows and Marsh)
X50= Arazi örtüsü indeksi,tarım alanı ile orman alanının yarısının toplamının yüzdesi
X51= Drenaj alanı içindeki orman alanı yüzdesi

Q_b minimum akış hesabının formülasyonu aşağıdaki gibidir. Günlük akım verilerinin alt alta yazılmasıyla oluşturulan matris ile başlanır. Q (365*10)

$$a^j_i = \left(\frac{1}{j+1}\right) \sum_{j+1}^{k=j} q_i + k \quad (3.1)$$

a^j_i =ortalama günlük akım i=gün j=yıl

$$\begin{aligned} v_j &= \min(a_i^j) \\ 1 &\leq i \leq 365 - j \\ 0 &\leq j \leq 99 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Bu formülden yola çıkarak 365 günlük akım verileri ile asimetrik matris oluşturulur. A(365*99) Her bir sütundaki minimum değerler v_j değişkenini verir.

Ardışık v_j değerleri arasındaki yakın artışların hesabı bu formülle yapılır (Palau ve Alcázar, 2012);

$$b_k = \frac{(m_k - m_{k-1})}{m_{k-1}} \quad (3.3)$$

Qb hesabında maksimum b_k değeri h_{\max} değişkenini ifade eder.

$$h_{\max} = \max(b_k) \quad (3.4)$$

$$1 \leq k \leq 99$$

3.5. Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Yapay sinir ağları, matematiksel olarak çözümü mümkün olmayan ve aralarında bağıntı kurulamayan problemlerin çözümünde kullanılan bir yöntemdir. Bilgisayarların bu özellikleri ve yeteneklerini gelişmesini sağlayan çalışmalar “yapay zekâ” olarak bilinmektedir. 40-50 yıldan bu yana son derece önemli sistemlerin doğmasına neden olmuştur.

YSA çalışmaları belli aşamalarda gerçekleşmektedir. İlk olarak olayların örneklerine bakılır. Bu olaylarla ilgili olanlardan genelleme yapar ve bilgileri toplar. Son olarak hiç görmediği örneklerle karşılaşınca öğrendiği bilgileri kullanır ve kararlar verir (Öztemel, 2012).

Çevresel akışın hesaplanmasında yukarıda bahsedilen 4 yöntemin haricinde yapay sinir ağları da bir yöntem olarak kullanılarak diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılmıştır.

Sistemde ilk olarak var olan gerçek akış debileri ve istatistiki olarak hesaplanan veriler girdi olarak kullanılır. Her bir akım gözlem istasyonu için oluşturulan bu verinin bir kısmı eğitim aşamasında, diğer kısmı test aşamasında kullanılmıştır. Bu şekilde ağın öğrenmesi sağlanır ve diğer yöntemlerle hesaplanan çevresel akış debilerinin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilir. Bu veriler doğrultusunda yapay sinir ağı da her bir yıl için bir çevresel akış debisi hesaplamaktadır.

11 akım gözlem istasyonu için yıl bazında elde edilen veriler ile kurulan sistemde girdi verisi olarak; yıllık minimum akış, yıllık ortalama akış, medyan akış, maksimum akış debileri kullanılmıştır. Bunlar her bir istasyon için ölçülen değerlerdir. İstatistiki olarak hesaplanan verilerden olan; akım verimi, aylık ortalama maksimum akım, aylık ortalama minimum akım, ortalama akımların standart sapması, standart sapmaların

ortalaması, bir yıllık zaman diliminde belli periyotlarda meydana gelen akımlarla hesaplanan değişkenler (N1, N2, N3) de girdi olarak kullanılmıştır.

Çevresel akış hesaplanan diğer yöntemler (Qb, Tennant, Q95, 7Q10) ve ortalama akımın %10'u, medyan akımın %20'si verilerinin ortalaması ile de yıl bazında bir debi değeri elde edilir. Bu değer de YSA için çıktı verisi olarak sistemde kullanılmıştır. Dolayısıyla bu sistem ölçülen ve istatistiki olarak hesaplanan verilerle eğitilip, test edilir. Çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerde çıktı verisi olarak sistemi tamamlamaktadır.

Girdi verisi aşağıdaki gibidir;

- 1.Değişken;

Akım verimi = 1 yıllık(365 güne ait)verilerin ortalaması / yağış alanı(her bir istasyon için farklı alan)

- 2.Değişken;

1 yıl içindeki aylık ortalamaların maksimum olanı (Qmax)

- 3.Değişken;

1 yıl içindeki aylık ortalamaların minimum olanı (Qmin)

- 4.Değişken;

$$\frac{N_1 - N_2}{N_2 - N_3} \quad (3.5)$$

$$Q_5 = \%5 * 365 = 19 \quad (3.9)$$

$$N_2 - N_3$$

$$Q_{25} = \%25 * 365 = 91 \quad (3.10)$$

$$N_1 = \frac{Q_5 - Q_{25}}{20} \quad (3.6)$$

$$Q_{75} = \%75 * 365 = 274 \quad (3.11)$$

$$N_2 = \frac{Q_{25} - Q_{75}}{50} \quad (3.7)$$

$$Q_{95} = \%95 * 365 = 347 \quad (3.12)$$

$$N_3 = \frac{Q_{75} - Q_{95}}{20} \quad (3.8)$$

İlk olarak Q lar hesaplanır.1 yıl içindeki 12 aya ait veriler alt alta ve büyükten küçüğe olarak sıralandığında 19, 91, 274 ve 347. Sıradaki verilerle N ler hesaplanır.

- 5. Değişken;

Her ayın standart sapması hesaplanır ve bunların ortalaması 5.değişkeni verir.

- 6. Değişken;

Her ay için hesaplanan ortalamaların standart sapmasıdır.

- 7. Değişken

Qm: 1 yılda gerçekleşen akımların ortalamasıdır.

- 8. Değişken

Qmed: 1 yılda gerçekleşen akımların alt alta sıralanmasıyla elde edilen ortanca akımdır.

- 9. Değişken

Qmax: 1 yıl içinde gerçekleşen akımlardan maksimum olanı

- 10. Değişken

Qmin: 1 yıl içinde gerçekleşen akımlardan minimum olanı

Çıktı verisi aşağıdaki gibidir;

- Debi Ortalaması;

$$Q_{ort} = \frac{(Q_b + T_{ennant} + 7Q_{10} + Q_{95} + \%10Q_m + Q_{med}\%20)}{6} \quad (3.13)$$

Sistemde İleri Beslemeli ağ yapısı kullanılmıştır. Giriş katman, Gizli Katman ve Çıkış Katmanı olmak üzere 3 katmandan oluşur. 10 nöronla giriş, 1 nöronla çıkış yapılarak ağ yapısı oluşturulmuştur. Verilerin üçte ikisi eğitim, üçte biri test aşamasında kullanılmıştır. Sistemde eğitime verileri [-1 1] aralığına, çıkış verileri [0 1] aralığına normalize edilmiştir. Kullanılan tek gizli katmanda, 10'dan 5'er artışlarla 50 kadar nöron kullanılmıştır. Gizli katmanda *tansig*, çıkış katmanında *logsig* fonksiyonu ile çalışılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışılan 11 akım gözlem istasyonunun konumlarının birbirleriyle bağlantısı göz önünde tutularak çalışma sonuçları değerlendirilmiştir. Aralarındaki ilişkiyi daha iyi ortaya koyabilmek için her birine ait ortalama akımlar kullanılarak korelasyon katsayı matrisi oluşturulmuştur.

Her bir istasyon için yıllık ortalama akımlarla hesaplanan korelasyon katsayıları ile oluşturulan matris Çizelge 4.1’de verilmiştir. Matrise bakıldığında 1’e yakın çıkan sonuçlar istasyonlar arasındaki bağıntının yüksek olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla iki istasyon arasındaki akım değerlerinin birbiri ile yüksek derecede uyumunu ifade eder.

Çizelge 4.1. Akım Gözlem İstasyonları arasındaki korelasyon katsayıları

İstasyon No	16-015	16-028	16-078	16-080	16-081	16-098	16-100	16-101	16-104	16-115	16-117
16-015	1,00	0,12	0,83	0,16	0,69	0,32	0,81	0,87	0,85	0,78	0,73
16-028	0,12	1,00	0,22	0,58	0,33	0,52	0,74	0,53	0,58	0,65	0,86
16-078	0,83	0,22	1,00	0,09	0,49	0,25	0,62	0,75	0,72	0,76	0,58
16-080	0,16	0,58	0,09	1,00	0,20	0,63	0,37	0,26	0,55	0,38	0,47
16-081	0,69	0,33	0,49	0,20	1,00	0,40	0,77	0,64	0,36	0,49	0,62
16-098	0,32	0,52	0,25	0,63	0,40	1,00	0,31	0,20	0,53	0,47	0,39
16-100	0,81	0,74	0,62	0,37	0,77	0,31	1,00	0,68	0,86	0,67	0,82
16-101	0,87	0,53	0,75	0,26	0,64	0,20	0,68	1,00	0,78	0,69	0,63
16-104	0,85	0,58	0,72	0,55	0,36	0,53	0,86	0,78	1,00	0,75	0,72
16-115	0,78	0,65	0,76	0,38	0,49	0,47	0,67	0,69	0,75	1,00	0,67
16-117	0,73	0,86	0,58	0,47	0,62	0,39	0,82	0,63	0,72	0,67	1,00

Haritaya bakıldığında (Şekil 3.2); havzanın batısında kalan istasyonların kendi arasındaki korelasyonlarının yüksek çıktığı görülmekte olup Çizelge 4.1’deki matriste bu istasyonlar arası korelasyonlar 0,7’den yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde Karaman ilinde bulunan 16-028 ve 16-117 istasyonları arasında yüksek korelasyon bulunmaktadır. Ancak Aksaray ilinde bulunan ve coğrafi olarak birbirine çok yakın olan 16-080 ve 16-098 istasyonları arasında yüksek korelasyon bulunmamaktadır.

Çizelge 4.1 ve Şekil 3.2 (Konya Kapalı Havzası Hidrometri Haritası)’de verilen veri doğrultusunda istasyonlar fiziki olarak sıralanarak bu sıra dahilinde incelenmiştir.

4.1. Ilgın (16-81 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Ilgın (16-81) Akım Gözlem İstasyonu (Şekil 4.1), Ilgın merkez kaplıcalarının karşısındadır. Yaklaşık kotu 1031 m'dir. Bu istasyona ait 40 yıllık veri seti bulunmaktadır.



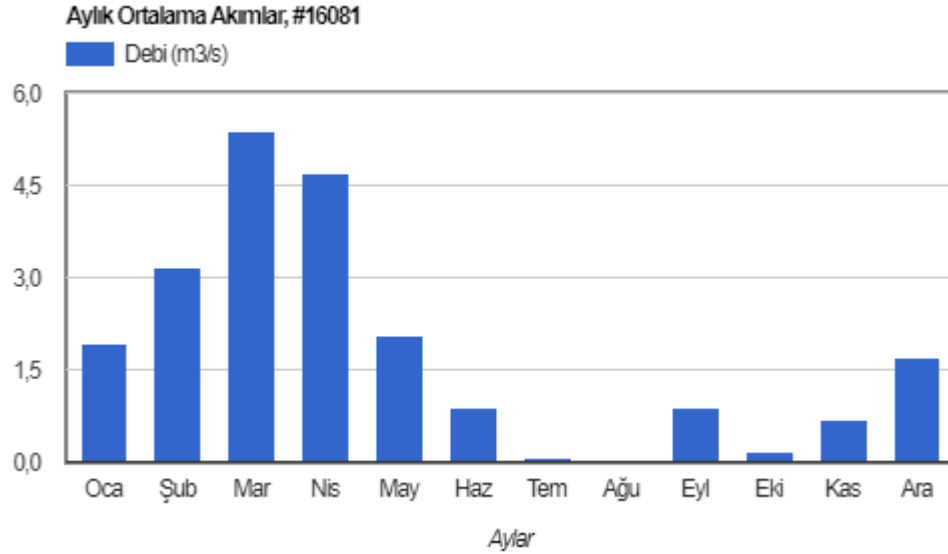
Şekil 4.1. Ilgın (16-81) İstasyonunun Konumu

Bu akım gözlem istasyonu için bazı istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.2). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, 0 m³/s, 1,725 m³/s, 37 m³/s'dir.

Çizelge 4.2. Ilgın (16-81) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

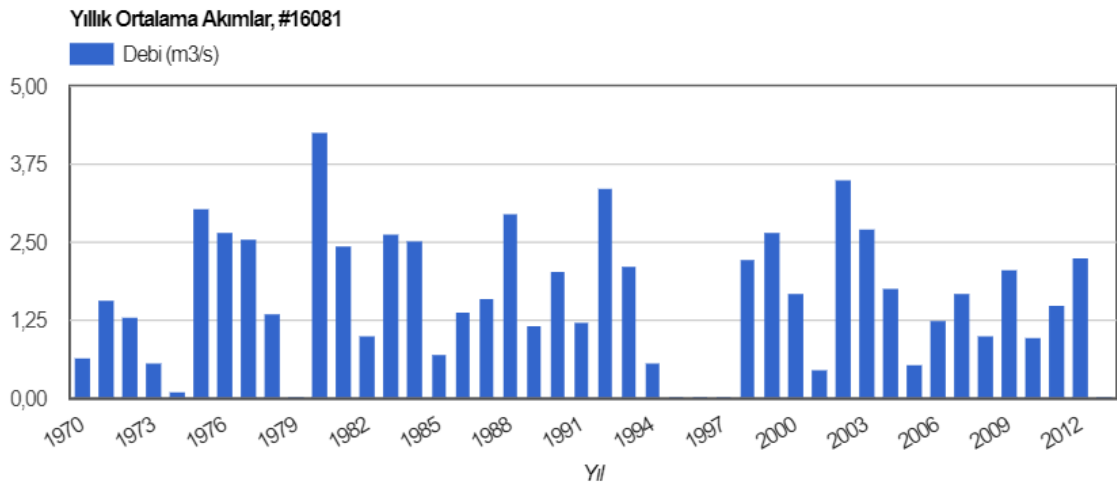
Ilgın İstasyonu (16-81)			
m³/s			
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	1,923	18,500	0,000
Şubat	3,155	24,400	0,000
Mart	5,387	35,800	0,000
Nisan	4,710	29,000	0,000
Mayıs	2,042	28,000	0,000
Haziran	0,884	28,000	0,000
Temmuz	0,047	4,200	0,000
Ağustos	0,023	4,800	0,000
Eylül	0,027	2,260	0,000
Ekim	0,151	5,300	0,000
Kasım	0,676	24,500	0,000
Aralık	1,680	37,000	0,000
Ortalama	1,725	20,147	0

Çizelge 4.2'den de anlaşılacağı gibi, akarsu özellikle Temmuz, Ekim ayları arasında en düşük akıma sahip olmaktadır. Ocak ve Mayıs ayları arasında akım değerlerinin ortalama akımdan yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Ilgın (16-81) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir. Söz konusu istasyonda özellikle yaz (Haziran Eylül arasında) aylarının kurak geçtiği ve aylık ortalama debilerin yıllık ortalama debi olan $1,725 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Ilgın (16-81) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

İlgın istasyonundaki akışlara ait yıllara göre ortalama akım grafiği Şekil 4.3'te verilmiştir. Grafiğe göre yıllık akım verilerinin çoğunlukla ortalama akım olan $1,725$

m^3/s 'lik akımın üzerinde olduğu görülmektedir. En yüksek yıllık debi, 1980 yılında 4,279 m^3/s olarak ölçülmüştür. 1974 yılında gerçekleşen 0,097 m^3/s 'lik akım da en düşük yıllık debidir. 1995-1998 yılları arasında akım verisine ulaşılamamıştır. 2006-2012 yılları arasında yıllık akıslarda düşüş olduğu gözlenmektedir. Yıllık ortalama akım verilerinin %14,2'sinin medyan debiden (0,623 m^3/s) küçük olduğu görülmektedir.

4.1.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış 2,162 m^3/s ve kuru dönemde 1,431 m^3/s olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımının belirgin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Ilgın (16-81) AGİ'si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m^3/s)	2,162	1,431
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m^3/s)	0,324	0,286

Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış 0,324 m^3/s ve kuru dönem için 0,286 m^3/s olarak bulunmuştur.

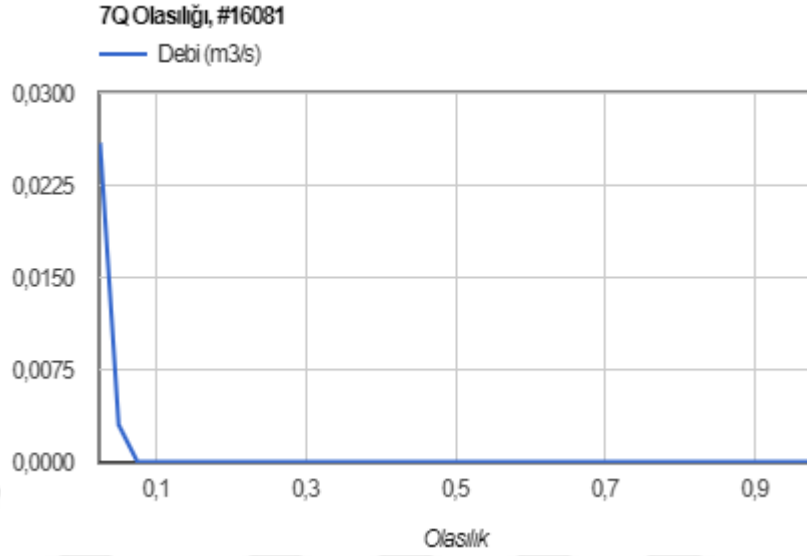
4.1.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q₃₄₇ (Q₉₅) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q₉₅ yönteminde 40 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak 0,039 m^3/s bulunmuştur.

4.1.3 7Q₁₀ Yöntemi

Çalışmada Ilgın (16-81) istasyonuna ait 40 yıllık veri setinde art arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akıslardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q₁₀ yöntemiyle belirlenen akış miktarı 0,001 m^3/s 'dir. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin (0,023

m^3/s) oldukça altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.

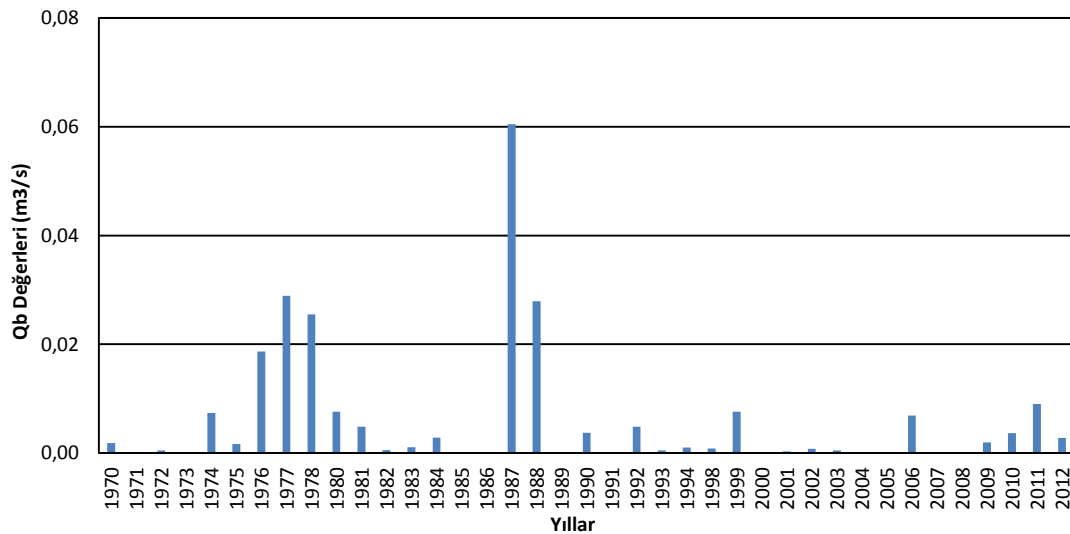


Şekil 4.4. Ilgın (16-81) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların sadece %4'ünde; Şekil 4.4'te görüldüğü gibi $0,003 m^3/s$ ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %8'inde $0 m^3/s$ 'lik akıma ulaştığı görülmüştür. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edildiği söylenebilir. 7Q10 yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği düşünülmektedir.

4.1.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Ilgın (16-81) istasyonu için yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği aşağıda verilmiştir (Şekil 4.4). Bu istasyon için ortalama Qb değeri $0,006 m^3/s$ 'dir.



Şekil 4.5. Ilgın (16-81) İstasyonu için Qb Grafiği

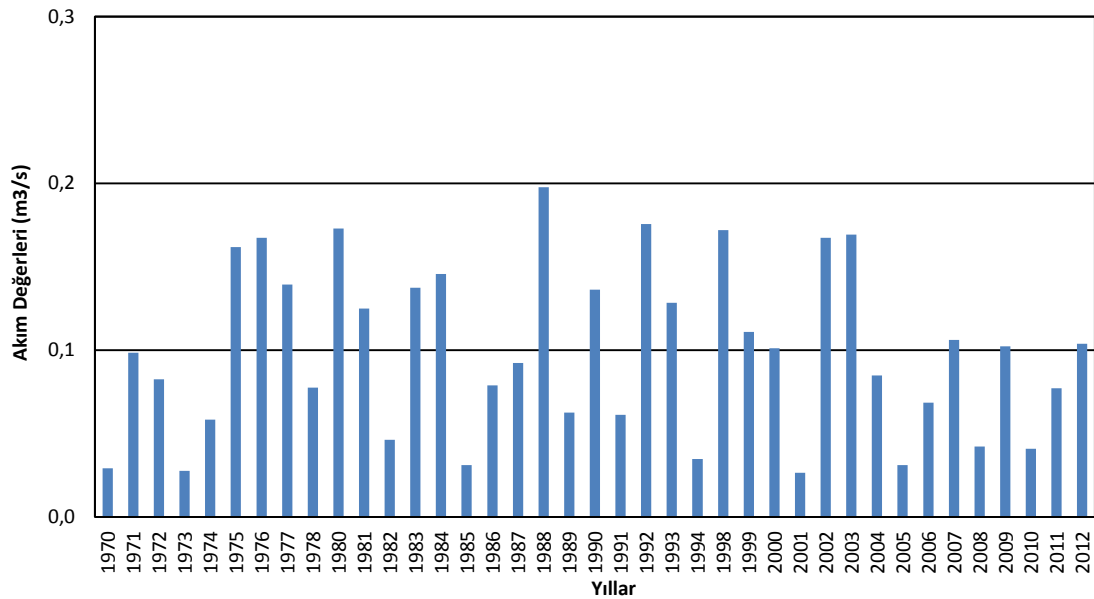
Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 6 L/s'lik minimum akışın yeterli olacağını belirtmektedir. 1989 yılından sonra (Şekil 4.5) Qb değerleri çok düşük seyretmiştir. Yetkililerden alınan bilgiye göre 1989 yılından sonra bu su kaynağından sulama için su alınmaktadır.

1987 yılında 0,060 m³/s'lik maksimum Qb değeri hesaplanmıştır. Bu yılın aylık akım ortalamalarına bakıldığında Haziran, Temmuz, Ocak ve Nisan aylarının ortalamaları, tüm yılların aylık akım ortalamalarının üzerinde olduğu görülmüştür. Bu istasyonda genel olarak Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında akış gerçekleşmediği göze çarpmaktadır. Bu sebeple 1987 yılındaki 4 aylık yüksek ortalamalar yüksek Qb değerlerini vermektedir. Yıl içinde aylık akımlara yansıyan yükselişler Qb değerlerini de pozitif yönde etkilemektedir. 1971, 1973, 1985, 1986, 1989, 1991, 2000, 2005, 2007, 2008 yıllarında Qb değerleri 0 m³/s olarak hesaplanmıştır. Bu yılların ortak özelliği Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında akım değerlerinin 0 m³/s olmasıdır. Aylık akımlarda meydana gelen yükselmeler Qb yöntemine de olumlu olarak yansımaktadır. Fakat akış verilerinin 0 m³/s olduğu yerlerde bu yöntemin sağlıklı sonuçlar vermediği söylenebilir.

4.1.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Ilgın istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Qmin, Qmax, Qm, Qmed) ve istatistiki metotlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitim için, 19 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 10 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile yapay sinir ağı çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,83 olarak bulunmuştur. Bu da sistemin performansının kuvvetli seviyede olduğunu göstermektedir.

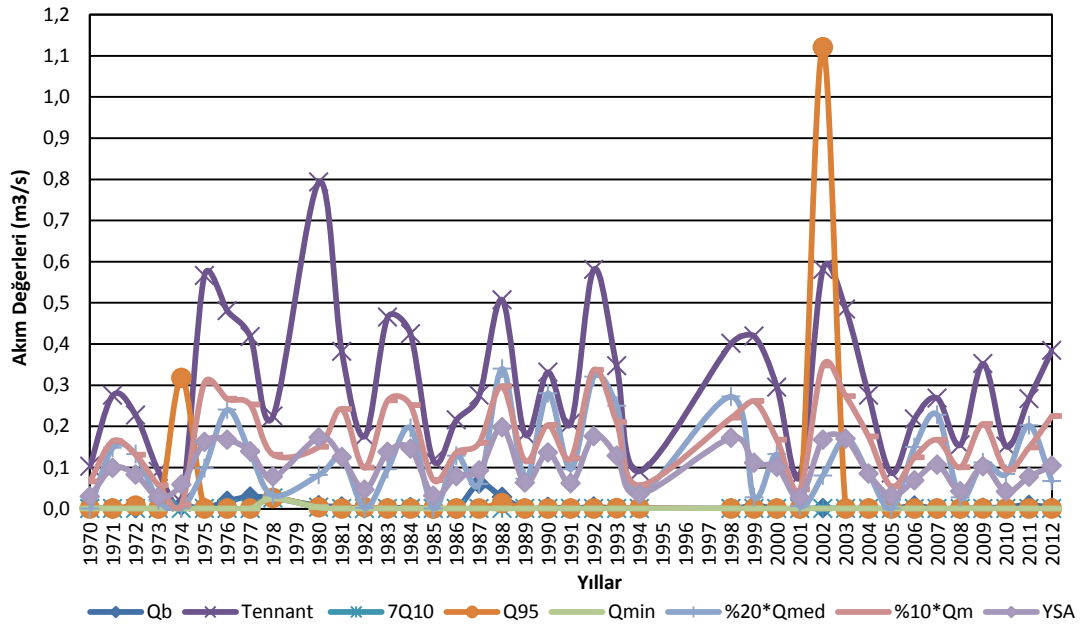


Şekil 4.6. Ilgın (16-81) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,099 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Diğer metotların tüm yıllar için işaret ettiği çok düşük değerler YSA ile daha makul değerlere dönüşmüştür. Fakat özellikle Qb, 7Q10 ve Q95 yöntemleriyle hesaplanan çevresel akışlar çok düşük olduğundan, bir bakıma bunların bir ürünü olan YSA sonucunun da DSİ'nin önerdiği ortalama akımın %10'undan düşük çıkmasına sebep olmaktadır. Farklı yöntemlerle düşük çevresel akış değerlerinin hesaplandığı bu tarz istasyonlarda, YSA sonuçları diğer yöntem sonuçlarının harmanlanmasıyla elde edildiği için düşük değerlerin bulunması doğal olarak beklenmektedir. Bu durumda YSA yöntemi de minimum akışı sağlayacak çevresel akım değerini doğru bir şekilde vermeyebilir.

4.1.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Ilgın istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.7'de tek bir grafikte gösterilmiştir. Yöntemlerin kıyaslanmasında; ortalama akımın %10'unun ve medyan akımın %20'sinin olduğu aralıkta olması çevresel akışı sağlaması hususunda önemli bir kriterdir. Q95 yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak 2002 yılı için $1,120 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik bu istasyonda hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. 2002 yılı haricinde Tennant yönteminin genel olarak daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. YSA yönteminin genel olarak $\%10 \cdot Q_m$ ve $\%20 \cdot Q_{med}$ yöntemlerinden düşük sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.7. Ilgın (16-81) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için, sonuçları Çizelge 4.4'te verilen yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant yönteminin, %10*Qm yöntemi ile kuvvetli bir ($r=0,86$) korelasyonu bulunmaktadır. Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, %10*Qm ve Tennant olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. Ilgın (16-81) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,15	0,27	-0,06	0,21	0,16	0,10
Tennant	0,15	1,00	-0,02	0,18	0,92	0,86	0,52
7Q10	0,27	-0,02	1,00	-0,01	-0,04	-0,08	-0,15
Q95	-0,06	0,18	-0,01	1,00	0,18	0,24	-0,12
YSA	0,21	0,92	-0,04	0,18	1,00	0,90	0,72
%10*Qm	0,16	0,86	-0,08	0,24	0,90	1,00	0,62
%20*Qmed	0,10	0,52	-0,15	-0,12	0,72	0,62	1,00

Korelasyon sonucunda YSA'nın, Tennant ve %10*Qm yöntemleriyle çok kuvvetli ($r>0,89$) derecede ilişkilerinin olduğu görülmektedir. %20*Qmed yöntemiyle ise ($r=0,72$) kuvvetli korelasyonu bulunmaktadır. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.5. Iğın İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-81 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s)*												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	1,923	3,155	5,387	4,71	2,042	0,884	0,047	0,023	0,027	0,151	0,676	1,680
7Q ₁₀	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)
Q ₉₅	0,039 (+)	0,039 (+)	0,039 (+)	0,039 (+)	0,039 (+)	0,039 (+)	0,039 (+)	0,039 (-)	0,039 (-)	0,039 (+)	0,039 (+)	0,039 (+)
Tennant Yöntemi	0,324 (+)	0,324 (+)	0,324 (+)	0,286 (+)	0,286 (+)	0,286 (+)	0,286 (-)	0,286 (-)	0,286 (-)	0,324 (-)	0,324 (+)	0,324 (+)
Q _b Yöntemi	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)	0,006 (+)
YSA	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (-)	0,099 (-)	0,099 (-)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)
%10*Q _m	0,172 (+)	0,172 (+)	0,172 (+)	0,172 (+)	0,172 (+)	0,172 (+)	0,172 (-)	0,172 (-)	0,172 (-)	0,172 (-)	0,172 (+)	0,172 (+)
%20*Q _{med}	0,116 (+)	0,116 (+)	0,116 (+)	0,116 (+)	0,116 (+)	0,116 (+)	0,116 (-)	0,116 (-)	0,116 (-)	0,116 (-)	0,116 (+)	0,116 (+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.5) 7Q₁₀, ve Q_b yöntemlerinin sonuç değerlerine yetecek kadar suyun her ay istasyonda bulunduğu görülmektedir. 7Q₁₀ yöntemi ile hesaplanan değer (0,001 m³/s) diğer yöntemler arasındaki en düşük değere sahip olup bu istasyon için 1 L/s'lik çevresel akış değerinin uygun olmadığı görülmektedir. Tennant, %10*Q_m ve %20*Q_{med} yöntemlerine göre hesaplanan değerlere (0,324 m³/s, 0,172 m³/s ve 0,116 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımların Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında bu yöntemlerin değerlerini sağlamadığı görülmektedir. Q₉₅ yönteminde Ağustos ve Eylül aylarının ortalama akımın altında olduğu anlaşılmaktadır. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri (0,099 m³/s), emniyetli sınır olarak DSİ'nin önerdiği %10*Q_m (0,172 m³/s) değerinin altında olduğu için sağlıklı bir sonuç olarak düşünülmemelidir.

4.2. Küçükmuhsine (16-100 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Küçükmuhsine (16-100) Akım Gözlem İstasyonu, Konya Beyşehir yolundan Altınapa barajına varmadan sağa Başarıkavak yolundan 8 km Ulumuhsine köprüsünün menbasında yer almaktadır. Yaklaşık kotu 1261 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar 29 yıllık veri bulunmaktadır.



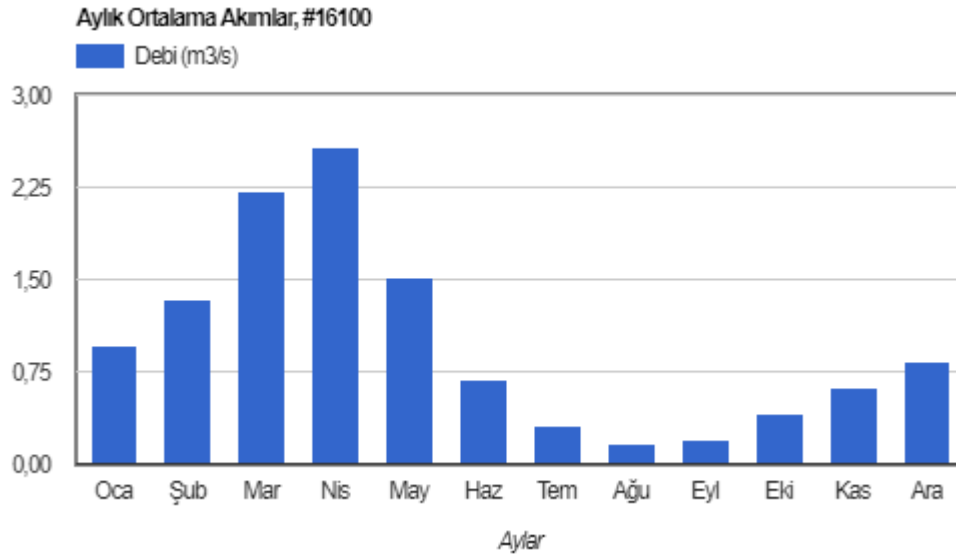
Şekil 4.8. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonunun Konumu

Bu akım gözlem istasyonu için istatistiksel sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, 0,000 m³/s, 1,001 m³/s, 17,1 m³/s'dir.

Çizelge 4.6. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

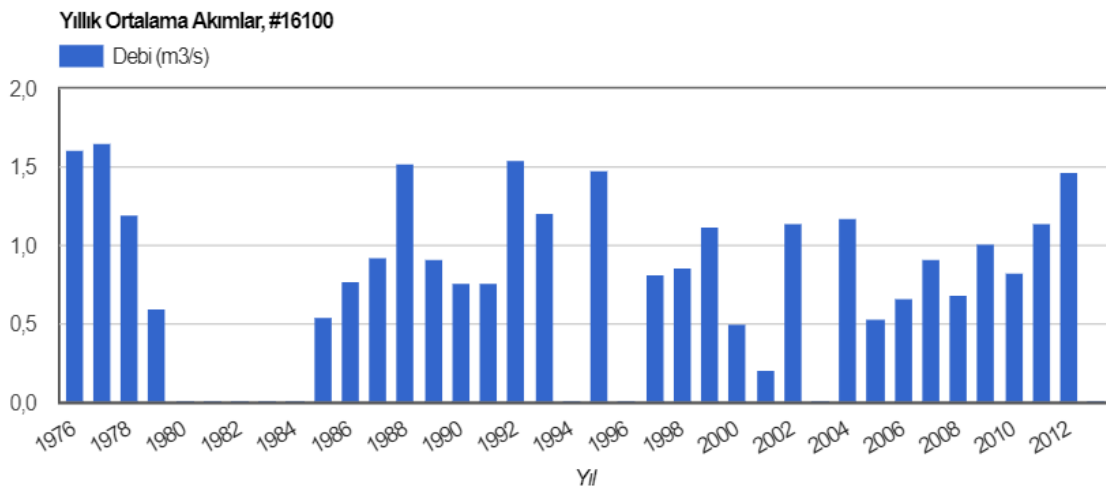
Küçükmuhsine İstasyonu (16-100)			
m³/s			
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	0,959	6,200	0,290
Şubat	1,330	9,400	0,290
Mart	2,219	17,100	0,220
Nisan	2,667	12,500	0,000
Mayıs	1,569	11,000	0,000
Haziran	0,710	5,440	0,000
Temmuz	0,321	9,100	0,000
Ağustos	0,171	2,500	0,000
Eylül	0,210	5,600	0,000
Ekim	0,407	5,300	0,005
Kasım	0,622	7,180	0,045
Aralık	0,829	13,800	0,170
Ortalama	1,001	8,760	0,085

Çizelge 4.6'dan da anlaşılacağı gibi, akarsu da özellikle yaz aylarında düşük akımlar gözlenmiştir. Söz konusu istasyonda; sadece Şubat, Mart, Nisan, Mayıs aylarında aylık ortalama debilerin yıllık ortalama debi olan $1,001 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin üstünde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.9'da verilmiştir. Söz konusu istasyonda aylık ortalama debilerin %33'ünün yıllık ortalama debi olan $1,001 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin üstünde olduğu görülmektedir. Maksimum akım $2,667 \text{ m}^3/\text{s}$ ile Nisan ayında gerçekleşmektedir.



Şekil 4.10. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait yıllara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. Grafiğe göre yıllık akım verilerinin %53,5'inin ortalama akım olan $1,001 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akımın altında olduğu görülmektedir. 1995-1996-2004-2005 ve 1980-1984 yılları arasında akış verisi bulunmamaktadır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin %20'sinin medyan debi olarak bilinen ortanca debiden ($0,679 \text{ m}^3/\text{s}$) küçük olduğu görülmektedir.

4.2.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış $1,061 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönemde $0,908 \text{ m}^3/\text{s}$ olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem akımlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Küçükmuhsine (16-100) AGİ'si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m^3/s)	1,061	0,908
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m^3/s)	0,159	0,182

Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış $0,159 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönem için $0,182 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak bulunmuştur.

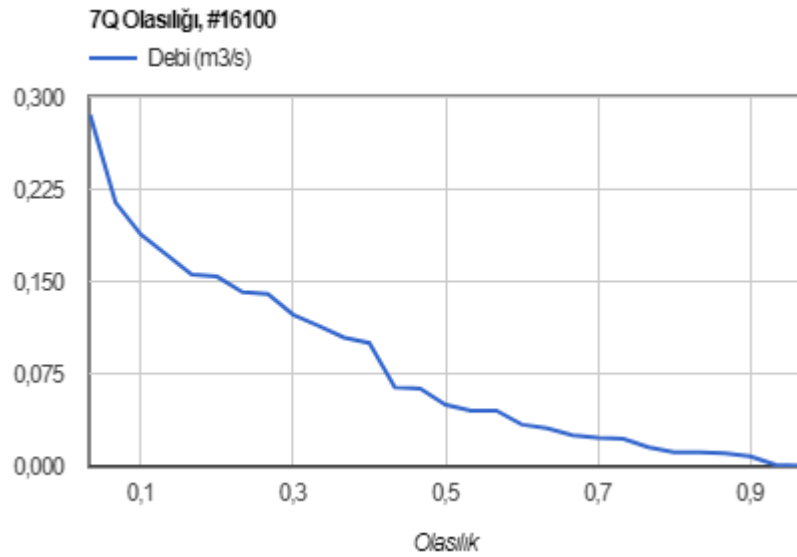
4.2.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q347 (Q95) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q95 yönteminde 29 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak $0,181 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur.

4.2.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada Küçükmuhsine (16-100) istasyonuna ait 29 yıllık veri setinde art arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı $0,076 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu değer, aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban

akım değerinin ($0,171 \text{ m}^3/\text{s}$) oldukça altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın bu yöntemle sağlanamayacağı düşünülmektedir.

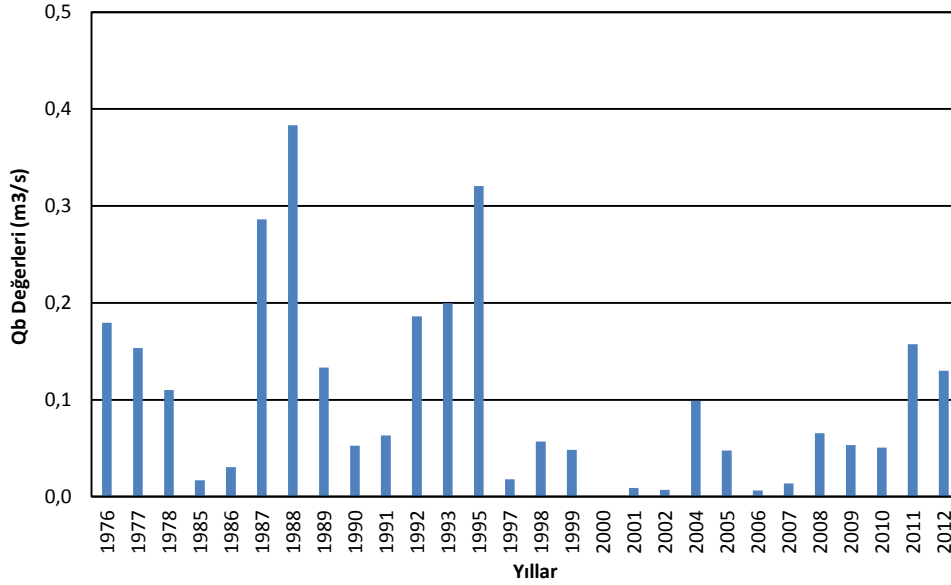


Şekil 4.11. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların, %5'inde; Şekil 4.11'de görüldüğü gibi $0,225 \text{ m}^3/\text{s}$ ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %15'inde tekrar bir kırılmanın yaşanarak $0,150 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akımla azalarak devam ettiği ve %92'sinde ise $0 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akıma ulaştığı görülmektedir. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluşun tüm zamanların %8'inde tespit edildiği söylenebilir. 7Q10 yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği düşünülmektedir.

4.2.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Küçükmuhsine (16-100) istasyonu için Şekil 4.12.'de yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri $0,102 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 102 L/s 'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.



Şekil 4.12. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için Qb Grafiği

1988 yılında $0,383 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik maksimum Qb değeri hesaplanmıştır. Bu yılın aylık akım ortalamalarına bakıldığında tüm yılların aylık akım ortalamalarının yaklaşık iki kat üzerinde olduğu görülmüştür. 1995 yılı $0,320 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akımla, 1987 yılı ise $0,286 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akımla maksimum seviyeyi takip etmektedir. 1995 yılında 7 ayın ortalamaları, 1987 yılında ise 4 ayın ortalamaları tüm yılların aylık ortalama akımlarına kıyasla yüksek olarak hesaplanmıştır. Yıl içinde aylık akımlara yansıyan yükselişler Qb değerlerini de pozitif yönde etkilemektedir.

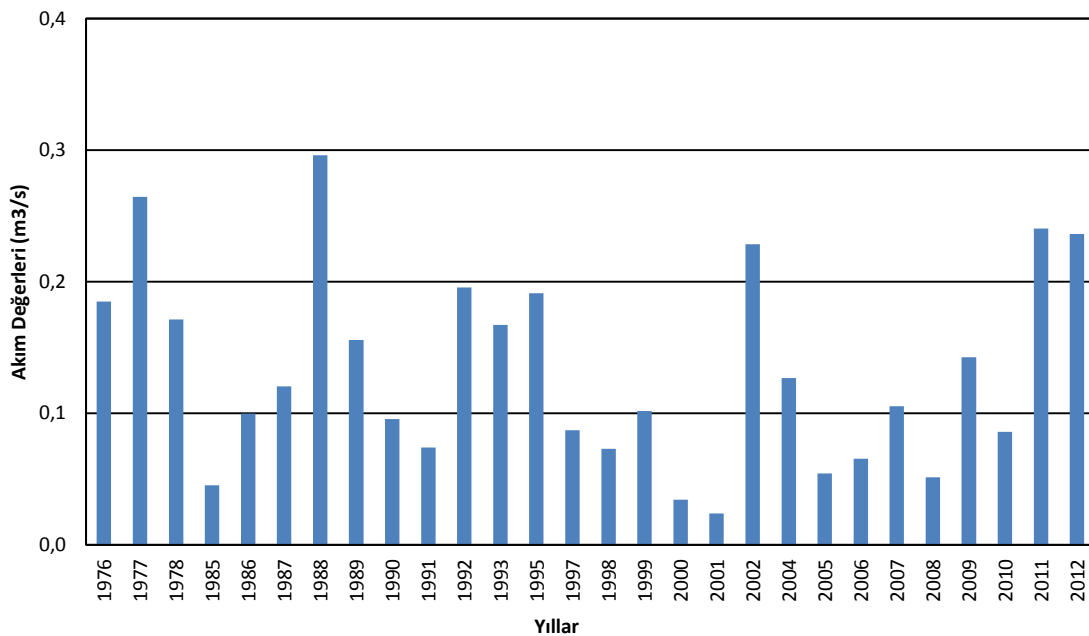
2000 yılında Qb değeri $0 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Bu yılın aylık ortalama akımlarına bakıldığında eylül ayının 21 gününde akım olmadığı diğer günlerde ortalama $0,016 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akımın gerçekleştiği görülmüştür. 2001, 2002 ve 2006'da gerçekleşen $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik Qb değerleri minimum hesaplanan değerlerdir. Bu yıllarda ekim, kasım, mart ve haziran aylarının ortalamaları tüm yılların aylık ortalama akımlarına kıyasla düşük olarak hesaplanmıştır. 2002 yılının bazı aylarının ortalama akımları, tüm yılların aylık ortalama akımlarından yüksek olsa da ekim ayında 0'a yakın gerçekleşen akımlar bu durumu sönmülemiş düşük Qb hesaplanmasına neden olmuştur. Düşük akımlar ölçüldüğünden düşük çevresel akışlar hesaplanmıştır.

Grafikte çok düşük ve yüksek değerlerin olduğu dağılımlar görülmüştür. Bu tip dağılımların olması bu yöntemin bu istasyon için sağlıklı sonuçlar vermediğini göstermektedir.

4.2.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Küçükmuhsine istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Q_{min} , Q_{max} , Q_m , Q_{med}) ve istatistiki metodlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitime için, 8 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 25 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,97 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının çok kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.

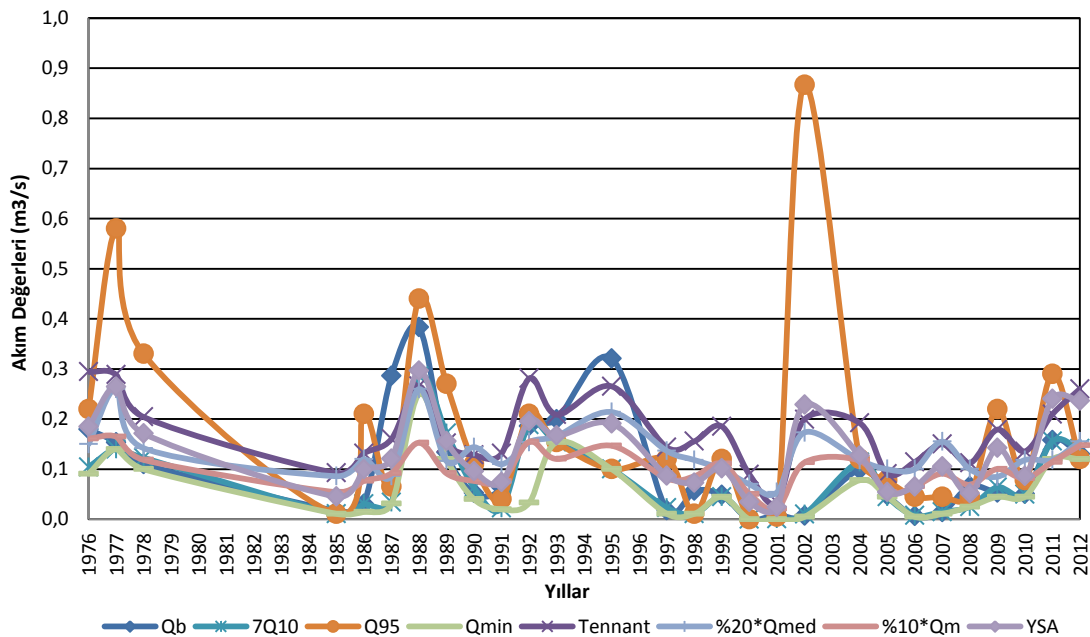


Şekil 4.13. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.13'de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,133 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Yapay sinir ağları ile çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanıp, zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünülmektedir. Örneğin diğer metodların 2000, 2001 2002, 2006 ve 2007 yılları için işaret ettiği çok düşük değerler YSA ile daha yüksek değerlere dönüşmüştür. Dolayısıyla tüm yılların YSA ortalaması ile hesaplanan $0,133 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akış değeri daha makul kabul edilmektedir.

4.2.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Küçükmuhsine istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.14'te tek bir grafikte gösterilmiştir. 2002 yılı için Q95 yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak 0,867 m³/s'lik hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. Tennant, 7Q10, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleri ile hesaplanan çevresel akışların 0,3 m³/s'nin altında olduğu görülmektedir. YSA yönteminin %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleri arasında akışlar verdiği ve düzenli salınımlar gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 4.14. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.8'de yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. 7Q10 yönteminin, Tennant ve Qb yöntemleri ile kuvvetli bir ($0,7 < r < 0,89$) korelasyonu bulunmaktadır. 7Q10 yönteminin %10*Qm yöntemi ile ($r=0,74$) ve %10*Qm'in, %20*Qmed yöntemi ile ($r=0,78$) kuvvetli bir korelasyonu bulunmaktadır. Korelasyon katsayıları toplamına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, %10*Qm ve Tennant olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,69	0,76	0,21	0,67	0,68	0,60
Tennant	0,69	1,00	0,73	0,53	0,89	1,00	0,77
7Q10	0,76	0,73	1,00	0,40	0,80	0,74	0,64
Q95	0,21	0,53	0,40	1,00	0,74	0,53	0,61
YSA	0,67	0,89	0,80	0,74	1,00	0,89	0,80
%10*Qm	0,68	1,00	0,74	0,53	0,89	1,00	0,78
%20*Qmed	0,60	0,77	0,64	0,61	0,80	0,78	1,00

Korelasyon sonucunda YSA'nın, Tennant, 7Q10, Q95, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleriyle ($0,7 < r < 0,89$) kuvvetli derecede ilişkilerinin olduğu görülmektedir. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.9. Küçükmuhsine (16-100) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-100 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s) *												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort. Aylık Akım	0,959	1,333	2,219	2,667	1,569	0,710	0,321	0,171	0,210	0,407	0,622	0,829
7Q ₁₀	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)	0,076 (+)
Q ₉₅	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (-)	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (+)	0,181 (+)
Tennant Yöntemi	0,159 (+)	0,159 (+)	0,159 (+)	0,182 (+)	0,182 (+)	0,182 (+)	0,182 (+)	0,182 (-)	0,182 (+)	0,159 (+)	0,159 (+)	0,159 (+)
Qb Yöntemi	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)	0,103 (+)
YSA	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)	0,133 (+)
%10*Qm	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)	0,099 (+)
%20*Qmed	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)	0,132 (+)

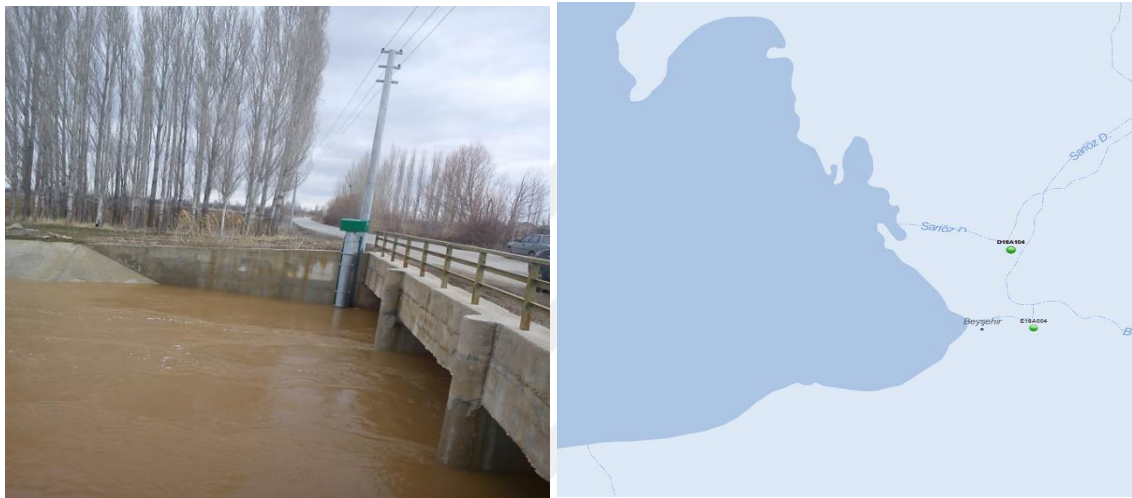
* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.9) 7Q10, Qb, YSA, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. 7Q10 yöntemi ile hesaplanan değer (0,076 m³/s) diğer yöntemler arasındaki en düşük değere sahip olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Q95 ve Tennant yöntemlerine göre hesaplanan değerlere (0,181 m³/s ve 0,159 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Ağustos ayında bu değeri

sağlamadığı görülmektedir. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri ($0,133 \text{ m}^3/\text{s}$), taban akım değerinden ($0,171 \text{ m}^3/\text{s}$) küçük olsa da, diğer yöntemlerin karması olarak en uygun sonucu vermektedir.

4.3. Sarısu (16-104 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Sarısu istasyonu (16-104) Konya'dan Beyşehir'e 3 km sonra sağ taraftan içeride, 150 m sonra Eyikler köyündeki köprüdedir. Yaklaşık kotu 1140 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar 28 yıllık veri seti bulunmaktadır.



Şekil 4.15. Sarısu (16-104) İstasyonunun Konumu

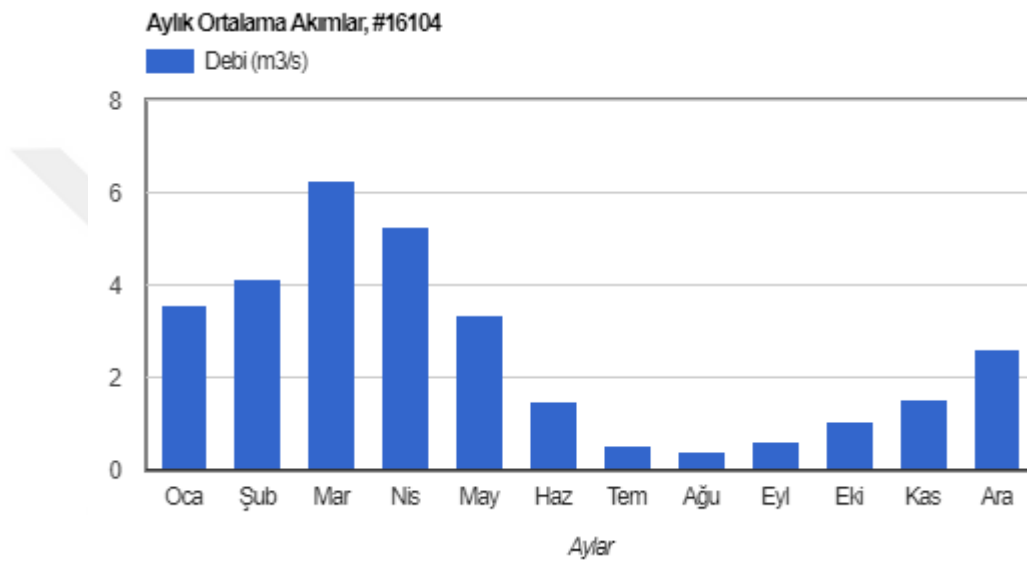
Bu akım gözlem istasyonu için bazı istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.10). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, $0,00 \text{ m}^3/\text{s}$, $2,557 \text{ m}^3/\text{s}$, $47,100 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

Çizelge 4.10. Sarısu (16-104) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

İstasyon	Sarısu İstasyonu (16-104)		
	m^3/s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	3,549	41,000	0,000
Şubat	4,107	32,000	0,000
Mart	6,246	47,100	0,000
Nisan	5,255	34,000	0,000
Mayıs	3,332	27,000	0,000
Haziran	1,468	33,000	0,000
Temmuz	0,541	3,760	0,000
Ağustos	0,405	1,480	0,000

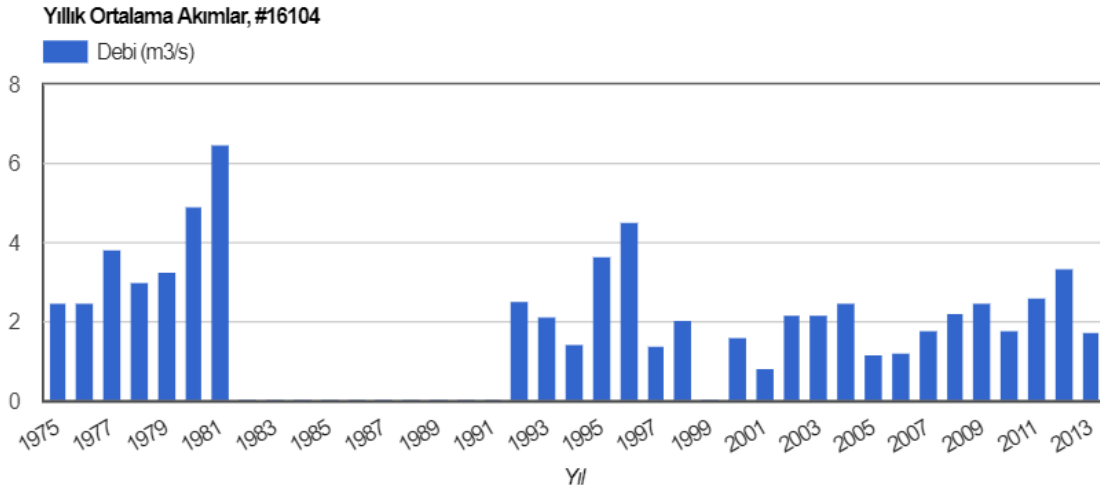
Eylül	0,603	2,600	0,000
Ekim	1,034	15,500	0,000
Kasım	1,537	14,100	0,000
Aralık	2,616	36,000	0,000
Ortalama	2,557	23,961	0,000

Çizelgeden 4.10'dan anlaşılacağı gibi, akarsu da Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ayların da düşük akımlar gözlenmiştir. Yağışın az olduğu dönemlerde sıcaklıkla birlikte düşük akımlar gözlenmektedir.



Şekil 4.16. Sarısu (16-104) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.16.'da verilmiştir. Söz konusu istasyonda aylık ortalama debilerin %50'sinin yıllık ortalama debi olan 2,557 m³/s'nin üstünde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.17. Sarısu (16-104) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

Yıllık akış grafiği Şekil 4.17'e göre 1982-1992 yılları arasında ve 2000-2001 yıllarında akım verisi bulunmamaktadır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin %87'sinin medyan debiden (1,573 m³/s) büyük olduğu görülmektedir.

4.3.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış 3,184 m³/s ve kuru dönemde 1,936 m³/s olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımının belirgin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11. Sarısu (16-104) AGİ'si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m ³ /s)	3,184	1,936
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m ³ /s)	0,477	0,387

Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış 0,477 m³/s ve kuru dönem için 0,387 m³/s olarak bulunmuştur.

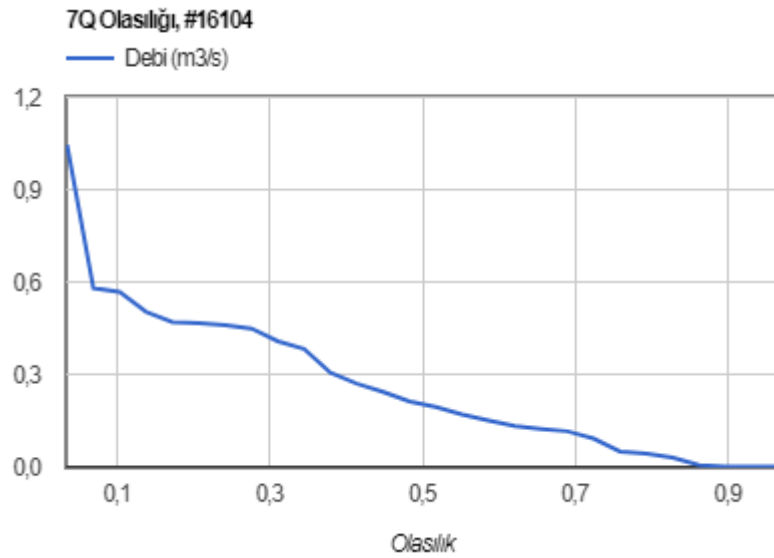
4.3.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q₃₄₇(Q₉₅) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış

olarak görülmektedir. Söz konusu Q95 yönteminde 28 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak $0,606 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur.

4.3.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada Sarısu (16-104) istasyonuna ait 28 yıllık veri setinde art arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı $0,276 \text{ m}^3/\text{s}$. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin ($0,405 \text{ m}^3/\text{s}$) altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.



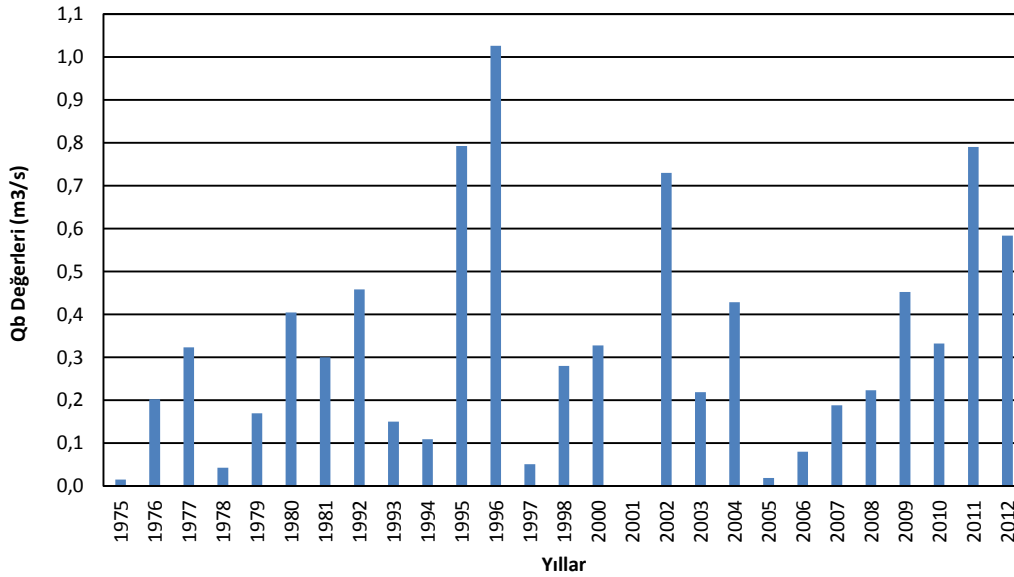
Şekil 4.18. Sarısu (16-104) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların, %5'inde; Şekil 4.18'de görüldüğü gibi $0,59 \text{ m}^3/\text{s}$ ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %88'inde ise $0 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akıma ulaştığı gözlenmiştir. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edildiği söylenebilir. 7Q10 yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği düşünülmektedir.

4.3.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Sarısu (16-104) istasyonu için Şekil 4.19.'da yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri $0,322 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu

yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 322 L/s'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.



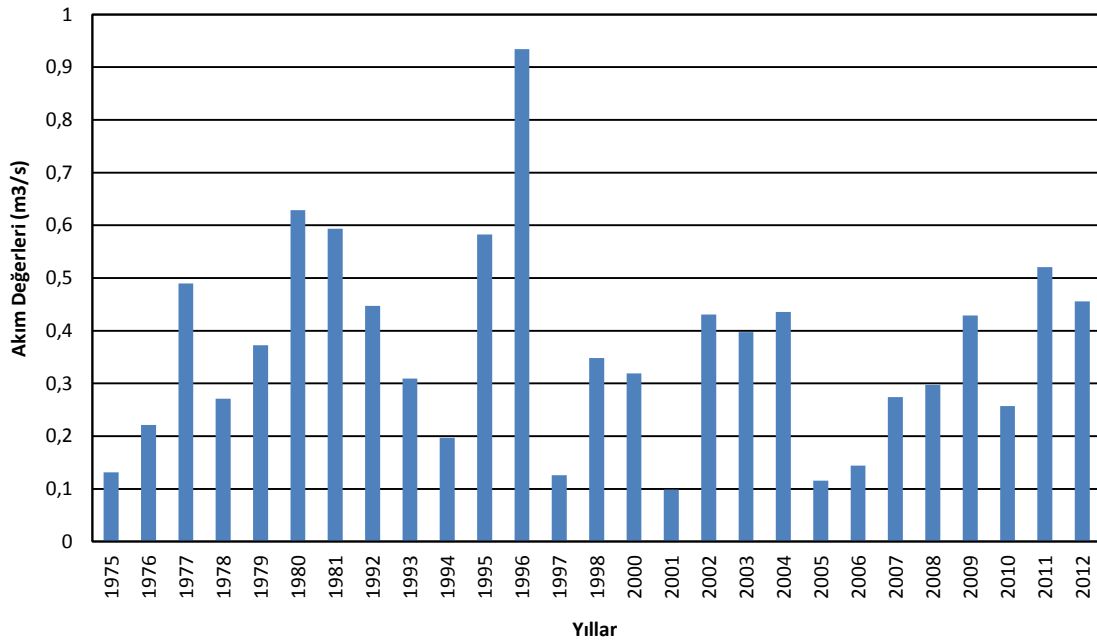
Şekil 4.19. Sarısu (16-104) İstasyonu için Qb Grafiği

Bu istasyon için en yüksek Qb değeri 1,026 m³/s'lik akışla 1996 yılında görülmektedir. 1995 ve 2011 yılları 0,790 m³/s'lik akımla maksimum seviyeyi takip etmektedir. Bu üç yılın mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları ortalaması tüm yılların aylık ortalamalarından yüksektir. 1996 yılında ise ekim ve ocak ayları dışında aylık ortalamalar tüm yılların aylık ortalamalarına kıyasla yüksek olarak hesaplanmış ve dolayısıyla Qb değeri maksimum olarak bulunmuştur. Şekil 4.19'da 1975, 2001 ve 2005 yıllarında minimum Qb değerleri görülmektedir. 2001 ve 2005 yıllarında tüm ayların ortalamaları, tüm yılların aylık ortalama akımlarından düşük olarak bulunmuştur. 1975 yılı şubat ve mart aylarında o yılın maksimum akımları gerçekleşmiş olup tüm yılların aylık ortalamasından yüksek ortalama akım hesaplanmış olsa da diğer aylardaki düşük akımlar bu değerleri sönümlenmiştir. Bu yıl için 0,015 m³/s'lik Qb değeri hesaplanmıştır. Qb yönteminde hesaplama tekniğinden dolayı yıl içinde gerçekleşen minimum akımların tüm yılın verilerini etkilediği görülmüştür. Belli dönemlerde çok düşük akımların gerçekleştiği bu tip istasyonlarda bu yöntemin kullanılması uygun görülmemektedir.

4.3.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Sarısu istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Q_{min} , Q_{max} , Q_m , Q_{med}) ve istatistiki metodlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitime için, 7 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 30 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,93 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının çok kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.

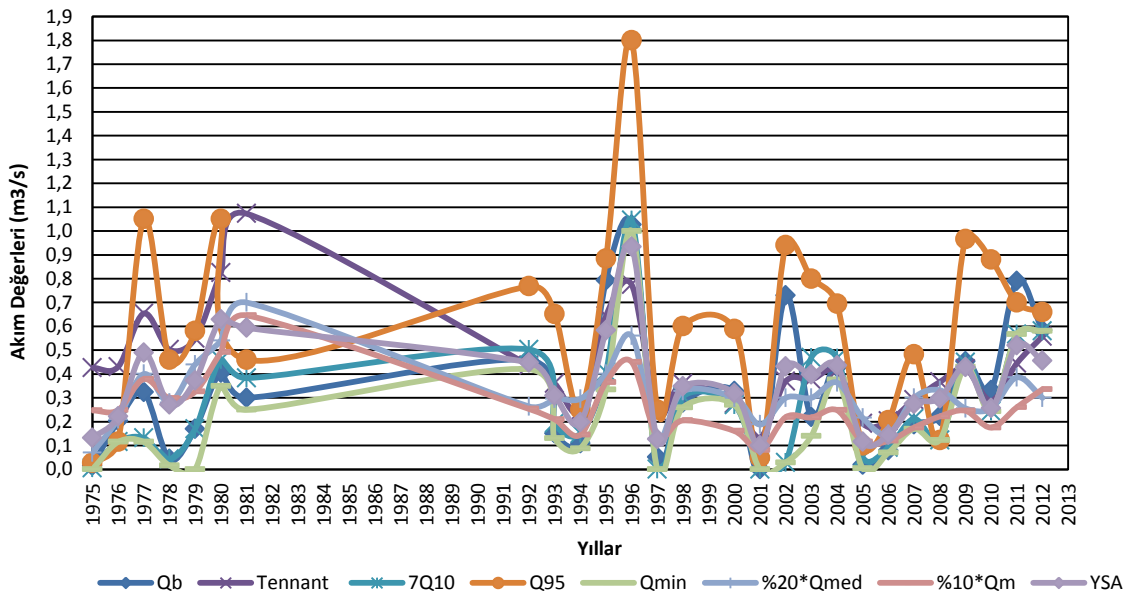


Şekil 4.20. Sarısu (16-104) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.20'de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,364 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Yapay sinir ağları ile çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanarak elde edilen YSA sonucu ile diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünülmektedir. Örneğin diğer metotların tüm yıllar için işaret ettiği artıp azalan inişli çıkışlı değerler YSA ile daha kullanılabilir değerlere dönüşmüştür. Dolayısıyla tüm yılların YSA ortalaması ile hesaplanan $0,364 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akış değeri daha makul kabul edilmektedir.

4.3.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Sarısu istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.21’de tek bir grafikte gösterilmiştir. 1996 yılı için Q95 yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak 1,800 m³/s’lik hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. Genel olarak Q95 yönteminin yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. YSA yönteminin %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleri arasında akışlar verdiği ve düzenli salınımlar gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 4.21. Sarısu (16-104) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.12’de yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Qb yönteminin 7Q10 ve Q95 yöntemleri ile kuvvetli bir ($0,7 < r < 0,89$) korelasyonu bulunmaktadır. Tennant yönteminin %20*Qmed yöntemi ile ($r=0,84$) ve 7Q10 yönteminin Q95 yöntemi ile ($r=0,76$) kuvvetli bir korelasyon bulunmaktadır. %10*Qm ve %20*Qmed yöntemlerinin arasında kuvvetli ($r=0,85$) korelasyon olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayıları toplamına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, %20*Qmed ve Tennant olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12. Sarısu (16-104) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,47	0,77	0,79	0,84	0,46	0,52
Tennant	0,47	1,00	0,52	0,52	0,79	1,00	0,84
7Q10	0,77	0,52	1,00	0,76	0,85	0,52	0,59
Q95	0,79	0,52	0,76	1,00	0,86	0,50	0,58
YSA	0,84	0,79	0,85	0,86	1,00	0,78	0,82
%10*Qm	0,46	1,00	0,52	0,50	0,78	1,00	0,85
%20*Qmed	0,52	0,84	0,59	0,58	0,82	0,85	1,00

Korelasyon sonucunda YSA'nın, Qb, Tennant, 7Q10, Q95, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleriyle ($0,7 < r < 0,89$) kuvvetli derecede ilişkilerinin olduğu görülmektedir. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlanmasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.13. Sarısu (16-104) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-104 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s) *												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort. Aylık Akım	3,549	4,107	6,246	5,255	3,332	1,468	0,541	0,405	0,603	1,034	1,537	2,616
7Q ₁₀	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)	0,276 (+)
Q ₉₅	0,606 (+)	0,606 (+)	0,606 (+)	0,606 (+)	0,606 (+)	0,606 (+)	0,606 (-)	0,606 (-)	0,606 (-)	0,606 (+)	0,606 (+)	0,606 (+)
Tennant Yöntemi	0,477 (+)	0,477 (+)	0,477 (+)	0,387 (+)	0,387 (+)	0,387 (+)	0,387 (+)	0,387 (+)	0,387 (+)	0,477 (+)	0,477 (+)	0,477 (+)
Qb Yöntemi	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)	0,322 (+)
YSA	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)	0,363 (+)
%10*Qm	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)	0,258 (+)
%20*Qmed	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)	0,317 (+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.13) 7Q10, Tennant, Qb, YSA, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. 7Q10 yöntemi ile hesaplanan değer diğer yöntemler arasındaki en düşük değere sahip olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Q95 yöntemine göre hesaplanan değere (0,606 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri (0,363 m³/s), taban akım

değerinden ($0,405 \text{ m}^3/\text{s}$) küçük olsa da, diğer yöntemlerin karması olarak en uygun sonucu vermektedir.

4.4. Üstünler (16-15 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Beyşehir Üstünler istasyonu (16-15), Beyşehir Üstünler yolu üzerinde tesis edilmiştir. Yaklaşık kotu 1126 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar 31 yıllık veri bulunmaktadır.



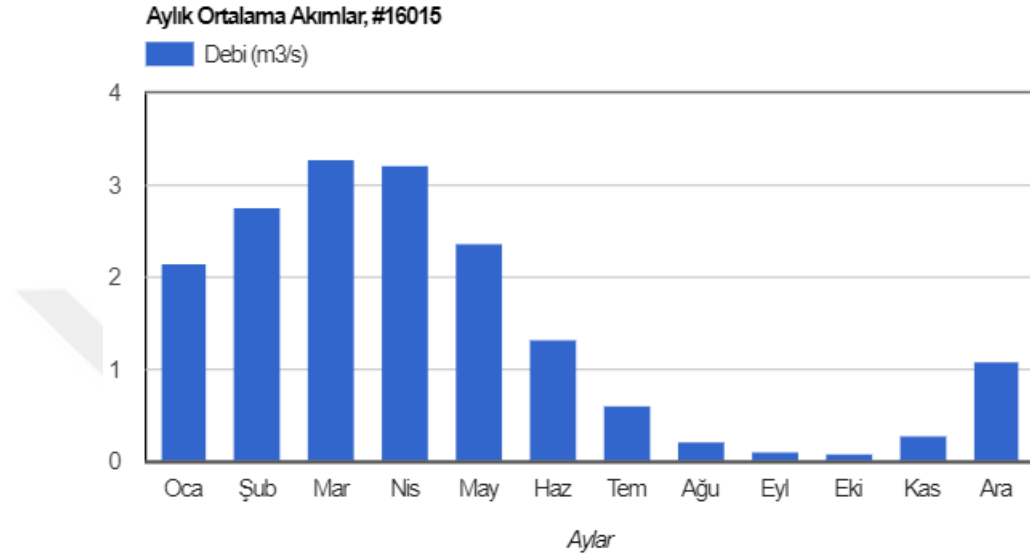
Şekil 4.22. Üstünler (16-15) İstasyonunun Konumu

Bu akım gözlem istasyonu için bazı istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.14). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, $0,135 \text{ m}^3/\text{s}$, $1,411 \text{ m}^3/\text{s}$, $33,7 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

Çizelge 4.14. Üstünler (16-15) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

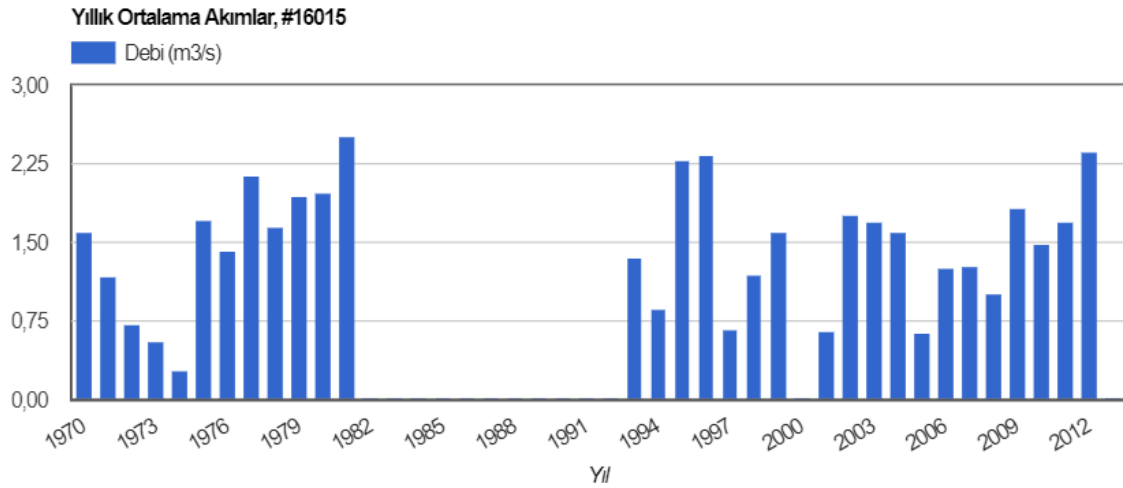
İstasyon	Üstünler İstasyonu (16-15)		
	m^3/s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	2,089	22,600	0,010
Şubat	2,669	25,800	0,000
Mart	3,183	28,700	0,400
Nisan	3,118	14,500	0,790
Mayıs	2,306	28,700	0,410
Haziran	1,288	8,000	0,000
Temmuz	0,579	1,450	0,012
Ağustos	0,217	0,810	0,000
Eylül	0,099	0,810	0,000
Ekim	0,073	3,280	0,000
Kasım	0,275	33,700	0,000
Aralık	1,043	32,500	0,000
Ortalama	1,411	16,737	0,135

Akarsu özellikle yaz aylarında en düşük akıma sahip olmaktadır. Bu istasyon için en yağışlı dönem Ocak ve Mayıs ayları arasındadır. Söz konusu istasyonda özellikle yaz aylarında aylık ortalama debilerin yıllık ortalama debi olan $1,411 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.23. Üstünler (16-15) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

Bu istasyonda Şekil 4.23'e göre rekor akım $3,183 \text{ m}^3/\text{s}$ ile Mart ayında görülmüştür. Minimum seviye ise $0,073 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akım ile Ekim ayında gerçekleşmiştir. Akımların artması ve düşmesi eğer dışardan bir müdahale yoksa o bölgenin konumu ve aldığı yağış miktarıyla orantılıdır.



Şekil 4.24. Üstünler (16-15) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

Yıllık akış grafiği Şekil 4.24’de görüldüğü gibi 1983-1993 yılları arasında akış verisine ulaşılamamıştır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin %20,5’inin medyan debiden (0,872 m³/s) küçük olduğu görülmektedir.

4.4.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.15’te verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış 1,605 m³/s ve kuru dönemde 1,308 m³/s olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımının çok belirgin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.15. Üstünler (16-15) AGİ’si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m³/s)	1,605	1,308
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m³/s)	0,241	0,262

Tennant Yönteminde önerilen 6 ay ıslak 6 ay kuru dönemin bu istasyon için çok uygun olmadığı, kuru dönemin Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarından oluşup ıslak döneme de Nisan ayının ilave edilmesiyle bu yöntemin Modifiye edilebileceği düşünülmektedir.

Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış 0,241 m³/s ve kuru dönem için 0,262 m³/s olarak bulunmuştur. Bu yöntem modifiye edilirse ıslak

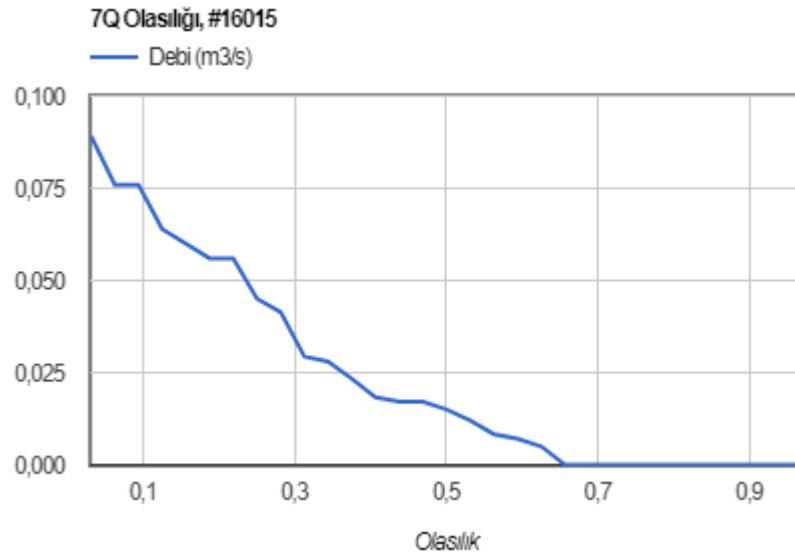
dönem için $0,266 \text{ m}^3/\text{s}$, kuru dönem için $0,179 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akışın uygun olduğu söylenebilir.

4.4.2 Q95 Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q347(Q95) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q95 yönteminde 31 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak $0,108 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur.

4.4.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada Üstünler (16-15) istasyonuna ait 31 yıllık veri setinde art arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı $0,024 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin ($0,073 \text{ m}^3/\text{s}$) altında bir değerdir Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.



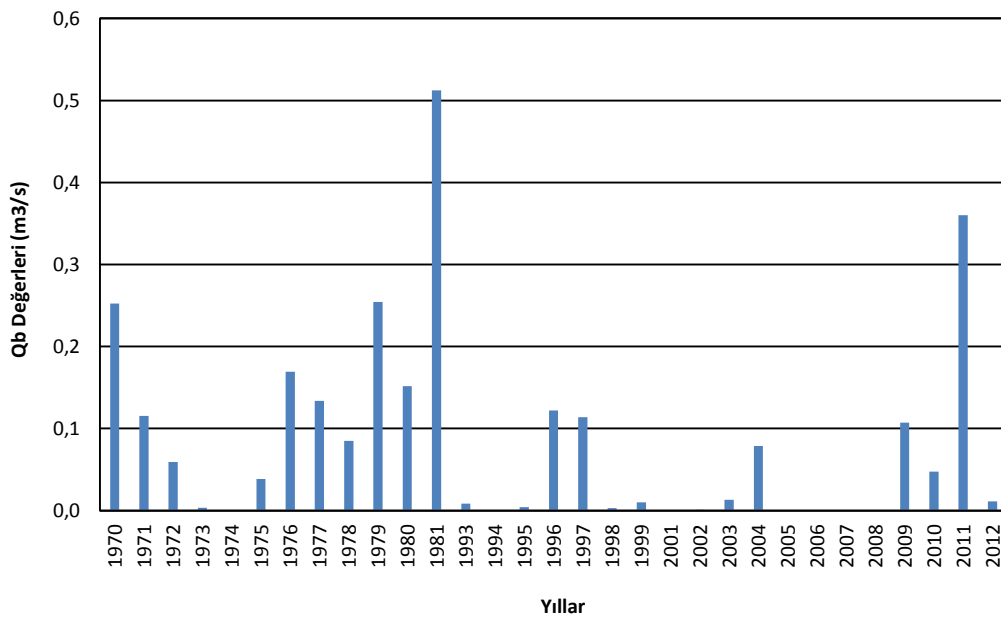
Şekil 4.25. Üstünler (16-15) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların, %5'inde; Şekil 4.25'te görüldüğü gibi $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %68'inde ise $0 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akıma ulaştığı görülmüştür. Bu

istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edildiği söylenebilir. 7Q10 yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği anlaşılmaktadır.

4.4.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Üstünler (16-15 Nolu) istasyonu için Şekil 4.26'da yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri 0,0858 m³/s'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 85 L/s'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.



Şekil 4.26. Üstünler (16-15) İstasyonu için Qb Grafiği

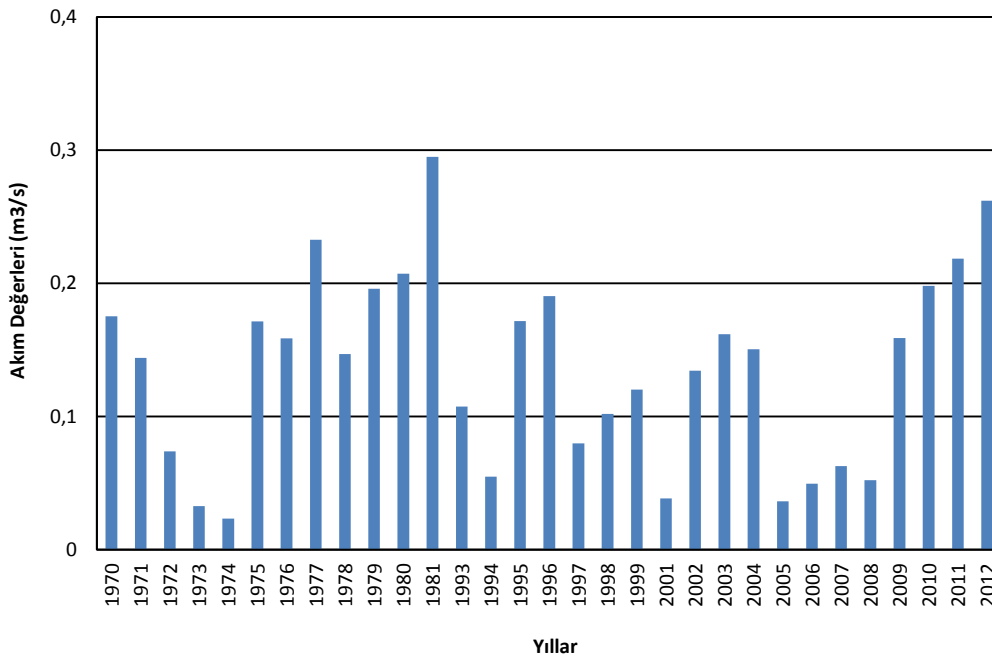
Bu istasyon için en yüksek Qb değeri 0,512 m³/s'lik akışla 1981 yılında görülmektedir. 2011 yılı da 0,360 m³/s'lik akımla son 20 yıldaki en yüksek akışı göstermektedir. Bu yıllarda özellikle su yılının mart-eylül ayları arasında aylık ortalama akımlar, tüm yılların aylık ortalamalarından yüksektir. 1973, 1974, 1993-1995, 1998-2002, 2005-2008 yılları Qb değerleri 0,001 m³/s seviyelerinde olup Şekil 4.26'da görüldüğü gibi minimum düzeydedir. Bu istasyon için düşük Qb değerlerinin ortak özelliği su yılı içinde eylül ya da ekim aylarında hiç akışın olmadığı, kurak geçen dönemlerdir.

Bu şekilde çok düşük akımların olduğu durumlarda Qb yöntemi de düşük sonuçlar vermektedir. Akış verisinin olmadığı bu tip istasyonlarda Qb yönteminin kullanılabilir olmadığı söylenebilir.

4.4.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Üstünler istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Qmin, Qmax, Qm, Qmed) ve istatistiki metodlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitime için, 11 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 15 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,87 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.



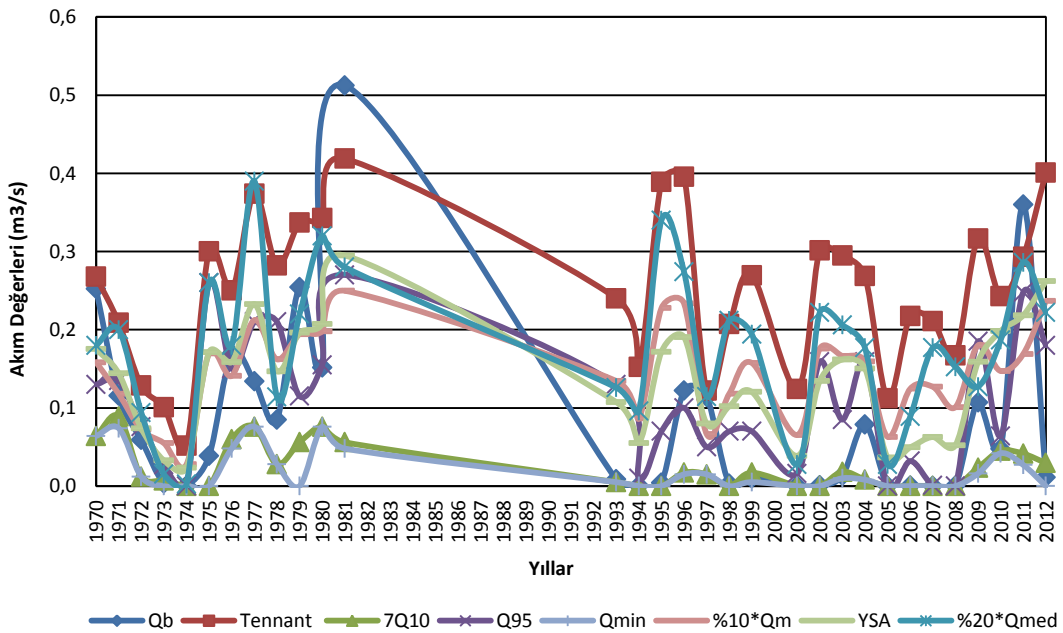
Şekil 4.27. Üstünler (16-15) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.27'de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri 0,135 m³/s'dir. Diğer metotların 1981 yılı için işaret ettiği yüksek değerler YSA ile daha düşük değerlere düşürülmüştür. Yapay sinir ağları ile çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanarak

elde edilen YSA sonucu ile diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünülmektedir. Dolayısıyla tüm yılların YSA ortalaması ile hesaplanan $0,135 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akış değeri daha makul kabul edilmektedir.

4.4.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Üstünler istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.28'de tek bir grafikte gösterilmiştir. 1981 yılı için Qb yöntemi diğer yöntemlerden ayrı olarak $0,512 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. 1981 yılı hariç Tennant yöntemi diğer yöntemlere göre daha yüksek sonuçlar üretmiştir. YSA yönteminin $\%10*Q_m$ ve $\%20*Q_{med}$ yöntemleri altında fakat yakın akışlar verdiği ve düzenli salınımlar gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 4.28. Üstünler (16-15) İstasyonu için Yöntemlerin Karşılaştırılması Grafiği

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.16'da yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant yöntemi $\%10*Q_m$ ve $\%20*Q_{med}$ yöntemleri ile tam bir uyum ($r=1$) içinde olduğu görülmektedir. Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, Tennant, $\%10*Q_m$ ve $\%20*Q_{med}$ olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.16. Üstünler (16-15) İstasyonu için Yöntemler Arası Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,46	0,65	0,63	0,66	0,46	0,46
Tennant	0,46	1,00	0,43	0,71	0,90	1,00	1,00
7Q10	0,65	0,43	1,00	0,51	0,65	0,42	0,42
Q95	0,63	0,71	0,51	1,00	0,81	0,69	0,69
YSA	0,66	0,90	0,65	0,81	1,00	0,90	0,90
%10*Qm	0,46	1,00	0,42	0,69	0,90	1,00	1,00
%20*Qmed	0,46	1,00	0,42	0,69	0,90	1,00	1,00

Korelasyon sonucunda YSA'nın, Tennant, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleriyle ($r=0,9$) çok kuvvetli derecede ilişkilerinin olduğu görülmektedir. Q95 yöntemiyle ise kuvvetli bir ($r=0,81$) korelasyon bulunmaktadır. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.17. Üstünler (16-15) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-15 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s) *												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	2,089	2,669	3,183	3,118	2,306	1,288	0,579	0,217	0,099	0,073	0,275	1,043
7Q ₁₀	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)	0,024 (+)
Q ₉₅	0,108 (+)	0,108 (+)	0,108 (+)	0,108 (+)	0,108 (+)	0,108 (+)	0,108 (+)	0,108 (+)	0,108 (-)	0,108 (-)	0,108 (+)	0,108 (+)
Tennant Yöntemi	0,241 (+)	0,241 (+)	0,241 (+)	0,262 (+)	0,262 (+)	0,262 (+)	0,262 (+)	0,262 (-)	0,262 (-)	0,241 (-)	0,241 (+)	0,241 (+)
Qb Yöntemi	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (+)	0,085 (-)	0,085 (+)	0,085 (+)
YSA	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)	0,135 (+)
%10*Qm	0,145 (+)	0,145 (+)	0,145 (+)	0,145 (+)	0,145 (+)	0,145 (+)	0,145 (+)	0,145 (+)	0,145 (-)	0,145 (-)	0,145 (+)	0,145 (+)
20*Qmed	0,177 (+)	0,177 (+)	0,177 (+)	0,177 (+)	0,177 (+)	0,177 (+)	0,177 (+)	0,177 (+)	0,177 (-)	0,177 (-)	0,177 (+)	0,177 (+)

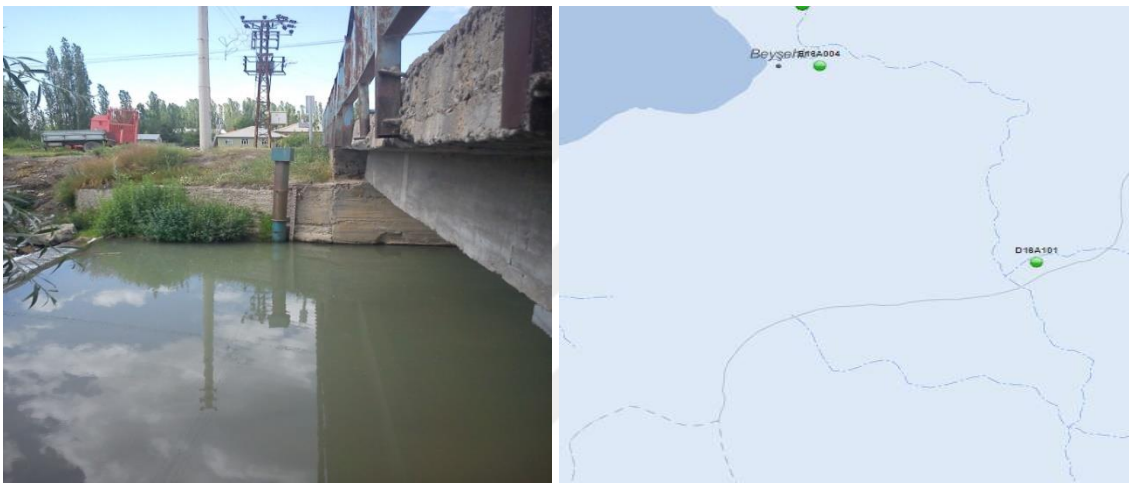
* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.17) 7Q₁₀ ve YSA yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. 7Q₁₀ yöntemi ile hesaplanan değer taban akım değeri olan 0,073 m³/s'den küçüktür. Bu yöntem, diğer yöntemler arasındaki en düşük değere sahip olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Tennant yöntemine göre hesaplanan değere (0,262 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Ağustos, Eylül ve Ekim

aylarında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. Q95, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemlerinde de Eylül ve Ekim aylarının ortalama akımı sağlamadığı görülmektedir. Qb yönteminde ise Ekim ayında gerçekleşen akımın yeterli gelmediği görülmektedir. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri (0,135 m³/s), %10*Qm değerinin altında olsa bile yakın sonuçlar verdiği için en uygun sonuç olarak kabul edilmektedir.

4.5. Çavuşderesi (16-101 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Çavuşderesi istasyonu (16-101) Seydişehir'in Aşağıesence beldesinde bulunmaktadır. Yaklaşık kotu 1111 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar 36 yıllık veri bulunmaktadır.



Şekil 4.29. Çavuşderesi (16-101) İstasyonunun Konumu

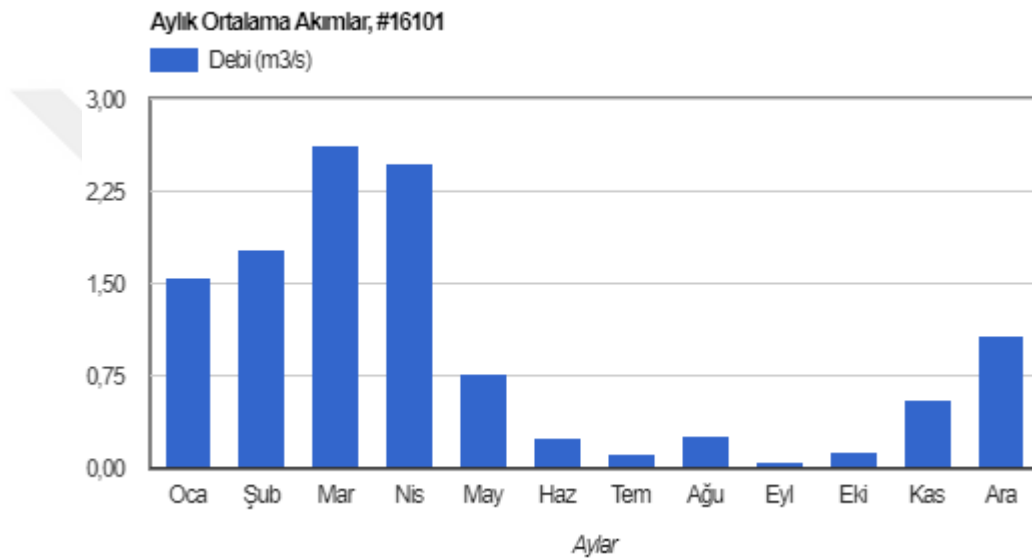
Bu akım gözlem istasyonu için istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.18). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, 0,00 m³/s, 1,089 m³/s, 126 m³/s'dir.

Çizelge 4.18. Çavuşderesi (16-101) İstasyona ait istatistiksel sonuçlar

İstasyon	Çavuşderesi İstasyonu (16-101)		
	m ³ /s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	1,992	126,000	0,100
Şubat	1,938	21,000	0,440
Mart	2,780	25,700	0,100
Nisan	2,639	70,000	0,010
Mayıs	1,004	19,000	0,000
Haziran	0,300	7,300	0,000
Temmuz	0,119	2,400	0,000
Ağustos	0,250	26,800	0,000

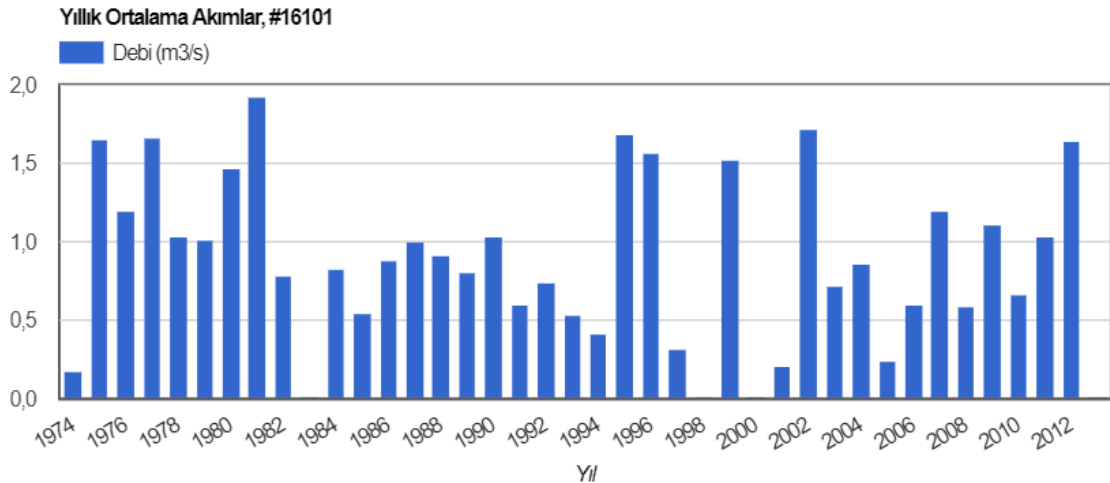
Eylül	0,046	2,340	0,000
Ekim	0,169	20,000	0,000
Kasım	0,707	58,000	0,000
Aralık	1,129	81,500	0,025
Ortalama	1,089	38,336	0,056

Çizelge 4.18’den de anlaşılacağı gibi, akarsu da özellikle yaz aylarında düşük akımlar gözlenmiştir. Söz konusu istasyonda Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs aylarında aylık ortalama debilerin yıllık ortalama debi olan 1,089 m³/s’nin üstünde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.30. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.30.’da verilmiştir. Maksimum akım 2,780 m³/s ile Mart ayında gerçekleşmiştir. Eylül ayında ise 0,046 m³/s’lik akım ile minimum seviye görülmektedir. Yağışın az olduğu dönem olması sebebiyle bu ayda akımların düştüğü söylenebilir.



Şekil 4.31. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait yıllara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.31’de verilmiştir. Grafiğe göre yıllık akım verilerinin %34,3’ünün ortalama akım olan 1,089 m³/s’lik akımın üstünde olduğu görülmektedir. 1994-1995-1999-2000-2002-2003 yılları arasında akım verisi bulunmamaktadır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin %67’sinin medyan debiden (0,348 m³/s) büyük olduğu görülmektedir.

4.5.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış 1,283 m³/s ve kuru dönemde 0,651 m³/s olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımının belirgin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.19. Çavuşderesi (16-101) AGİ’si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak	Kuru
	(Ekim-Mart)	(Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m ³ /s)	1,283	0,651
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m ³ /s)	0,192	0,130

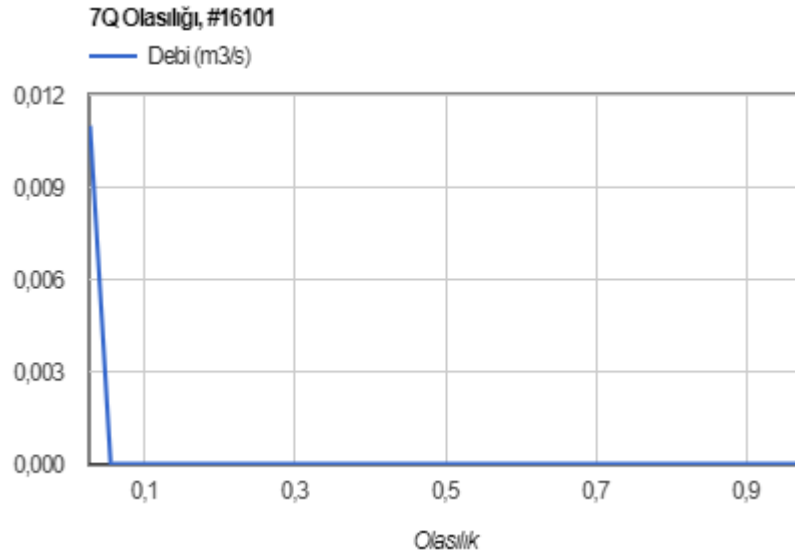
Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış 0,192 m³/s ve kuru dönem için 0,130 m³/s olarak bulunmuştur.

4.5.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q₃₄₇(Q₉₅) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q₉₅ yönteminde 36 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak 0,066 m³/s bulunmuştur.

4.5.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada Çavuşderesi (16-101) istasyonuna ait 36 yıllık veri setinde ard arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı 0,0003 m³/s. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin (0,104 m³/s) oldukça altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.

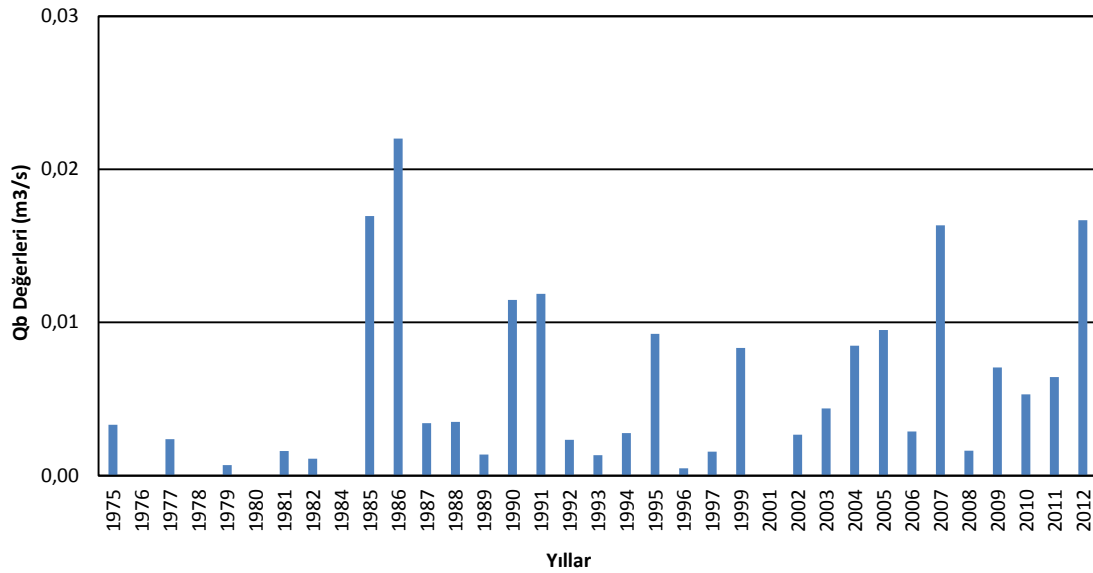


Şekil 4.32. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların, %4'ünde; Şekil 4.74.'te görüldüğü gibi 0 m³/s'lik akıma ulaşmıştır. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edildiği söylenebilir. 7Q10 yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği anlaşılmaktadır.

4.5.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Çavuşderesi (16-101) istasyonu için Şekil 4.33'te yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 5 L/s 'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.



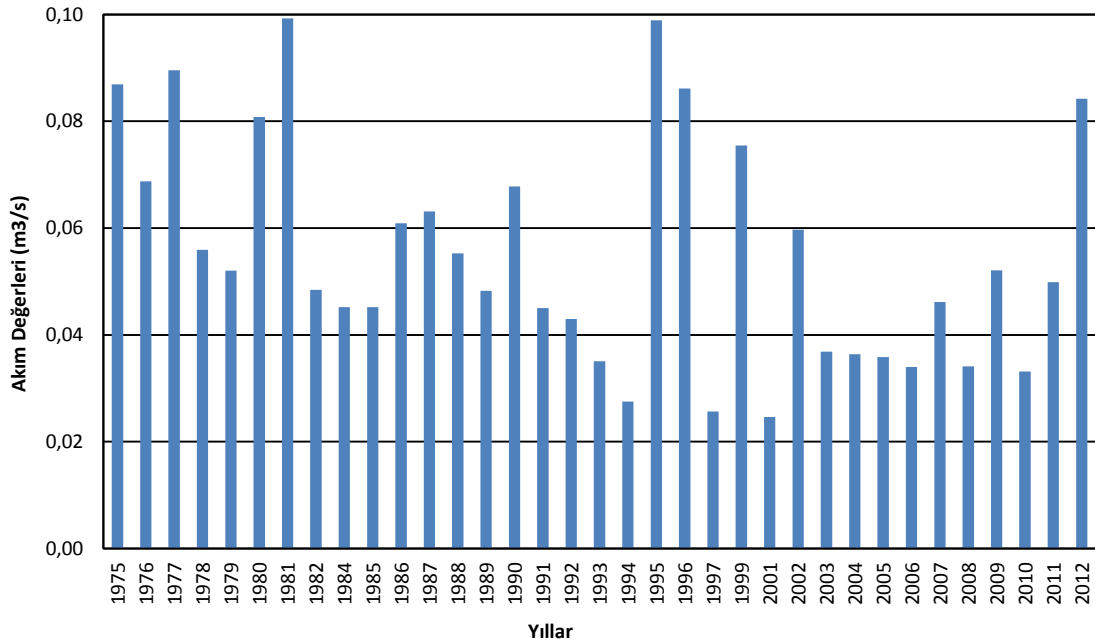
Şekil 4.33. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için Qb Grafiği

Bu istasyon için grafiğin genel dağılımı ilk yıllarda çok düşük olup 1985-1986-2007 ve 2012 yıllarında en yüksek seviyelere ulaşmış sonraki yıllarda azalıp artarak devam etmiştir. 1985, 1986, 2007 ve 2012 yılları aylık ortalama akımları incelendiğinde Ekim ayının, tüm yılların aylık ortalamasına göre yüksek olduğu görülmüştür. 1985 yılında haziran ayı, 1986 yılında kasım, ocak, şubat ve temmuz ayları, 2007 yılında temmuz, kasım arasındaki aylar, 2012'de ise temmuz, ekim ve ocak, nisan arasındaki ayların ortalamaları tüm yılların aylık ortalamasına kıyasla yüksek çıkmıştır. 1976, 1978, 1980, 1984 ve 2001 yıllarında Qb değeri $0 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Bu yılların akım verilerine bakıldığında; temmuz, ağustos ve eylül aylarının $0 \text{ m}^3/\text{s}$ lik akımla kurak geçtiği görülmektedir. Çok düşük ve düzensiz akımların gerçekleşmesi Qb değerlerinin de düşük çıkmasına sebep olmuştur. Akım verilerinin üst üste $0 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğu bu tip istasyonlarda Qb yönteminin sonuçları sağlıklı görülmemektedir.

4.5.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Çavuşderesi istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Q_{min} , Q_{max} , Q_m , Q_{med}) ve istatistiki metotlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitime için, 15 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 20 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,63 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının orta seviyede olduğu söylenebilir.



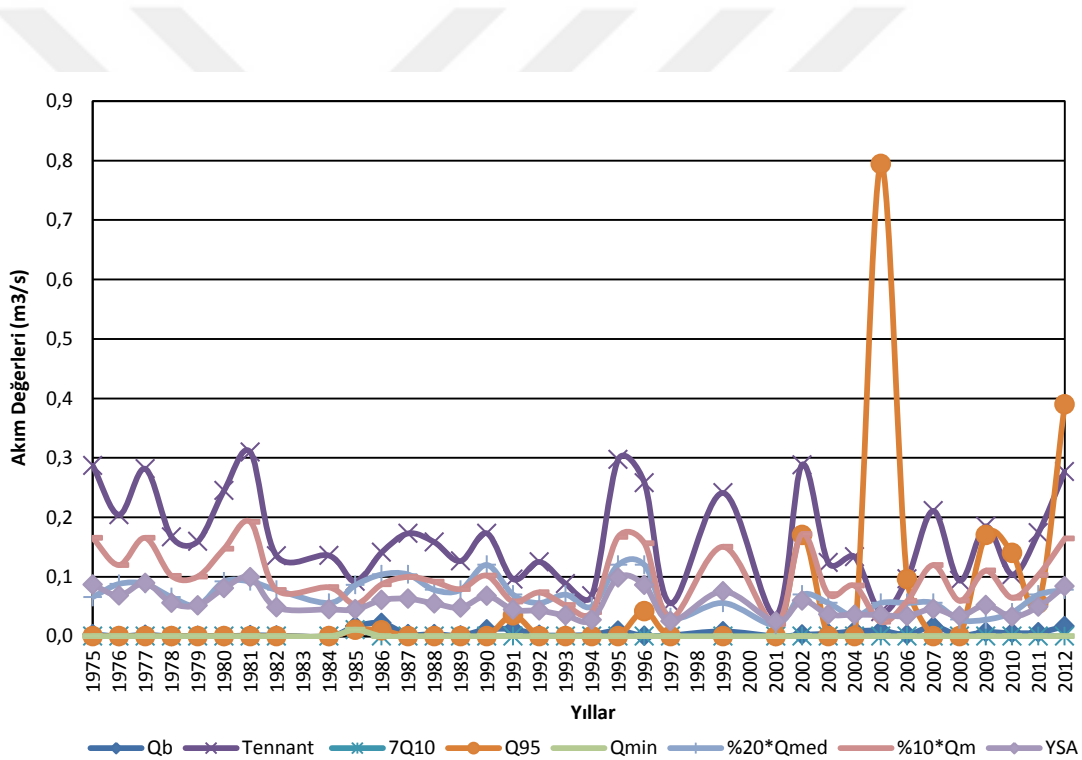
Şekil 4.34. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.34'de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,055 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Diğer metotların tüm yıllar için işaret ettiği çok düşük değerler YSA ile daha makul değerlere dönüşmüştür. Fakat özellikle Q_b , $7Q_{10}$ ve Q_{95} yöntemleriyle hesaplanan çevresel akışlar çok düşük olduğundan YSA sonuçlarının da emniyetli sınır olarak bilinen DSI'nin önerdiği ortalama akımın %10'undan düşük çıkmasına sebep olmuşlardır. Bu tarz düşük akımların hesaplandığı istasyonlarda, YSA ne kadar başarılı bir yöntem olsa da sonuçlar diğer yöntemlerin

harmanlanmasıyla elde edildiği için düşük akışların hesaplanması beklenmektedir. Bu durum da YSA yöntemi de minimum akışı sağlayacak akışları vermiş olmaz.

4.5.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Çavuşderesi istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.35'te tek bir grafikte gösterilmiştir. 2015 yılı için Q95 yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak 0,794 m³/s'lik hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. 1998 yılında ise Tennant, 7Q10 ve Q95 yöntemleri 0 m³/s'lik akımla en düşük debiyi vermektedir. Tennant yöntemi genel olarak diğer yöntemlere göre daha yüksek sonuçlar üretmiştir. YSA yönteminin %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleri altında akışlar verdiği ve düzenli salınımlar gerçekleştirdiği görülmektedir.



4.35. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.20'de yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant yönteminin YSA yöntemi ile arasında çok kuvvetli ($r=0,92$) bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla Tennant, YSA ve %10*Qm olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.20. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,03	0,35	0,26	0,08	0,02	0,21
Tennant	0,03	1,00	-0,16	-0,11	0,92	1,00	0,54
7Q10	0,35	0,35	1,00	-0,05	-0,08	-0,17	0,11
Q95	0,26	0,26	-0,05	1,00	-0,08	-0,11	-0,12
YSA	0,08	0,92	-0,08	-0,08	1,00	0,92	0,71
%10*Qm	0,02	1,00	-0,17	-0,11	0,92	1,00	0,52
%20*Qmed	0,21	0,54	0,11	-0,12	0,71	0,52	1,00

Korelasyon sonucunda YSA'nın, %10*Qm yöntemiyle ($r=0,92$) çok kuvvetli, %20*Qmed yöntemiyle ($r=0,71$) kuvvetli ilişkisinin olduğu görülmektedir. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.21. Çavuşderesi (16-101) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-101 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s) *												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	1,992	1,938	2,780	2,639	1,004	0,300	0,119	0,250	0,046	0,169	0,707	1,129
7Q ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q ₉₅	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (-)	0,066 (+)	0,066 (+)	0,066 (+)
Tennant Yöntemi	0,192 (+)	0,192 (+)	0,192 (+)	0,13 (+)	0,13 (+)	0,13 (+)	0,13 (-)	0,13 (+)	0,13 (-)	0,192 (-)	0,192 (+)	0,192 (+)
Qb Yöntemi	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)	0,005 (+)
YSA	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (-)	0,055 (+)	0,055 (+)	0,055 (+)
%10*Qm	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (-)	0,098 (+)	0,098 (+)	0,098 (+)
%20*Qmed	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (-)	0,068 (+)	0,068 (+)	0,068 (+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.21) 7Q₁₀, Q₉₅ ve Q_b yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. Q_b ve 7Q₁₀ yöntemleri ile hesaplanan değerler taban akım değeri olan 0,046 m³/s'den küçüktür. Bu iki yöntem, diğer yöntemler arasındaki en düşük değerler olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Tennant yöntemine göre hesaplanan değere (0,130 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Eylül ayında bu

değeri sağlamadığı görülmektedir. %10*Q_m ve %20*Q_{med} yöntemlerinde de Eylül ayının ortalama akımı sağlamadığı görülmektedir YSA yöntemi de Eylül ayında ortalama akımın altında kalmış olmasına rağmen taban akımından yüksek bir değerdir. YSA da %10*Q_m ve %20*Q_{med} yöntemlerinin altında akım hesaplanmasının nedeni 7Q₁₀ ve Q_b yöntemleriyle bulunan 0 m³/s ve 0,005 m³/s'lik düşük akımlardır. Yapay sınırlar diğer yöntemlerin zayıf yönlerini tolere ettiği için tercih sebebi olmakla birlikte bu istasyonda olduğu gibi diğer yöntemlerin düşük sonuçlar vermesi YSA'nın da düşük çevresel akım vermesine sebep olmuştur.

4.6. Taşağıl (16-78 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Taşağıl (16-78) İstasyonu, Seydişehir'e 6 km mesafedeki Taşağıl köyünün 200 m mansabındadır. Yaklaşık kotu 1095 m'dir. Bu istasyona ait 38 yıllık veri seti bulunmaktadır.



Şekil 4.36. Taşağıl (16-78) İstasyonunun Konumu

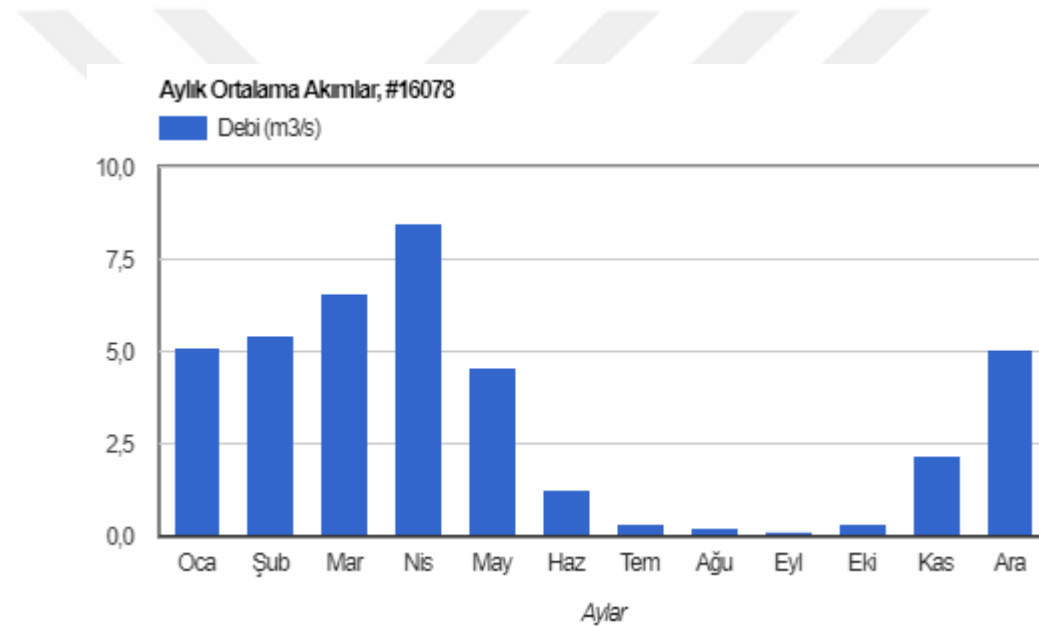
Bu akım gözlem istasyonu için bazı istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.22). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, 0 m³/s, 3,298 m³/s, 91 m³/s 'dir.

Çizelge 4.22 Taşağıl (16-78) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

İstasyon	Taşağıl İstasyonu (16-78)		
	m ³ /s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	5,095	66,000	0,079
Şubat	5,385	45,600	0,350

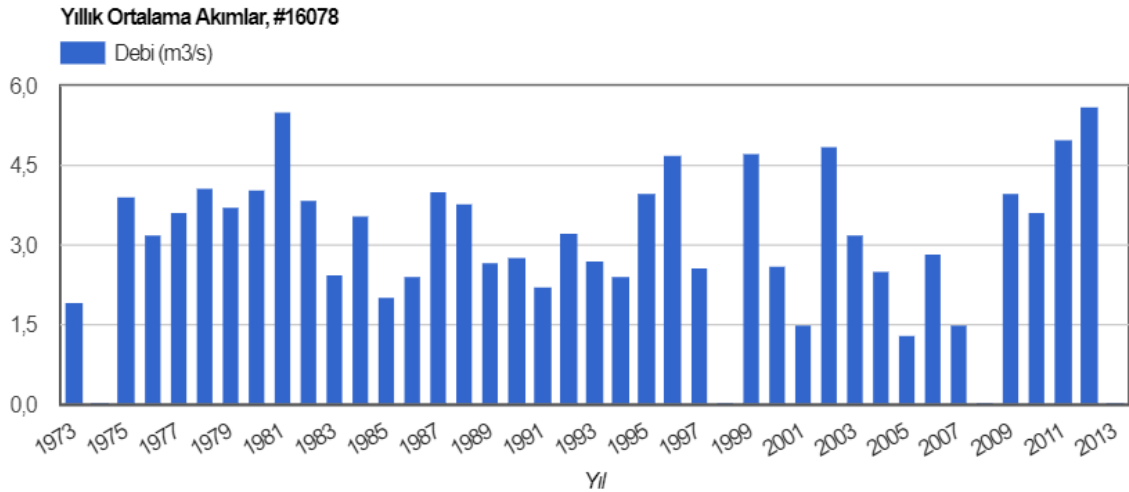
Mart	6,516	35,300	0,700
Nisan	8,498	47,000	1,100
Mayıs	4,613	25,600	0,310
Haziran	1,256	8,060	0,005
Temmuz	0,337	10,100	0,000
Ağustos	0,216	13,100	0,000
Eylül	0,111	3,900	0,000
Ekim	0,323	18,000	0,000
Kasım	2,151	60,000	0,000
Aralık	5,079	91,000	0,025
Ortalama	3,298	35,305	0,214

Çizelge 4.22'den de anlaşılacağı gibi, akarsu özellikle yaz aylarında en düşük akıma sahip olmaktadır. Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarının yağışlı geçtiği görülmektedir.



Şekil 4.37. Taşağıl (16-78) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.37'de verilmiştir. Özellikle yaz aylarında aylık ortalama debilerin yıllık ortalama debi olan 3,298 m³/s'nin altında olduğu görülmektedir. Maksimum akım 8,498 m³/s ile Nisan ayında gerçekleşmiştir.



Şekil 4.38. Taşağıl (16-78) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait yıllara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.38’de verilmiştir. Grafiğe göre yıllık akım verilerinin %47,3’ünün ortalama akım olan 3,298 m³/s’lik akımın üzerinde olduğu görülmektedir. 1989-1994 yılları arasında yıllık akışlarda düşüş olduğu gözlenmektedir. 1998-1999 ve 2008 yılları için akış verisine ulaşılamamıştır. Yıllık ortalama akım verilerinin %5’inin medyan debiden (1,379 m³/s) küçük olduğu görülmektedir.

4.6.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.23’de verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış 4,111 m³/s ve kuru dönemde 2,504 m³/s olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayırımının belirgin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.23. Taşağıl (16-78) AGİ’si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m³/s)	4,111	2,504
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m³/s)	0,617	0,501

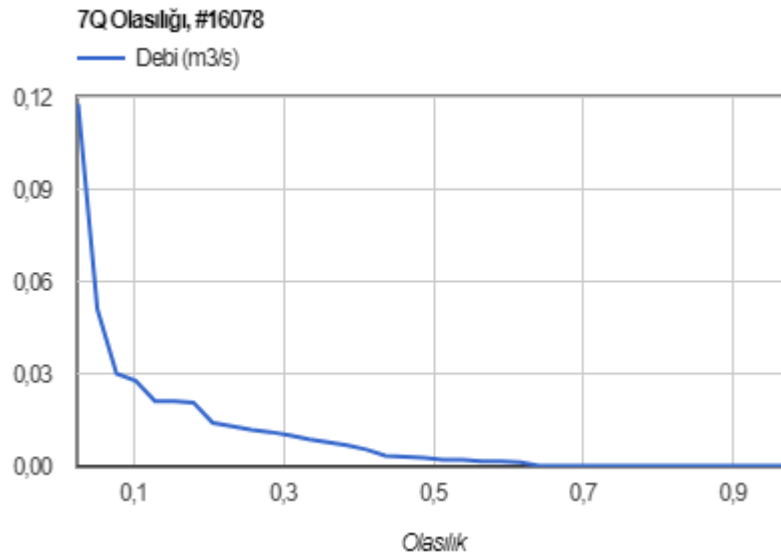
Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış 0,617 m³/s ve kuru dönem için 0,501 m³/s olarak bulunmuştur.

4.6.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q₃₄₇(Q₉₅) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q₉₅ yönteminde 38 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak 0,067 m³/s bulunmuştur.

4.6.3 7Q₁₀ Yöntemi

Çalışmada Taşağıl (16-78 Nolu) istasyonuna ait 38 yıllık veri setinde ard arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q₁₀ yöntemiyle belirlenen akış miktarı 0,011 m³/s. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin (0,11 m³/s) oldukça altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.

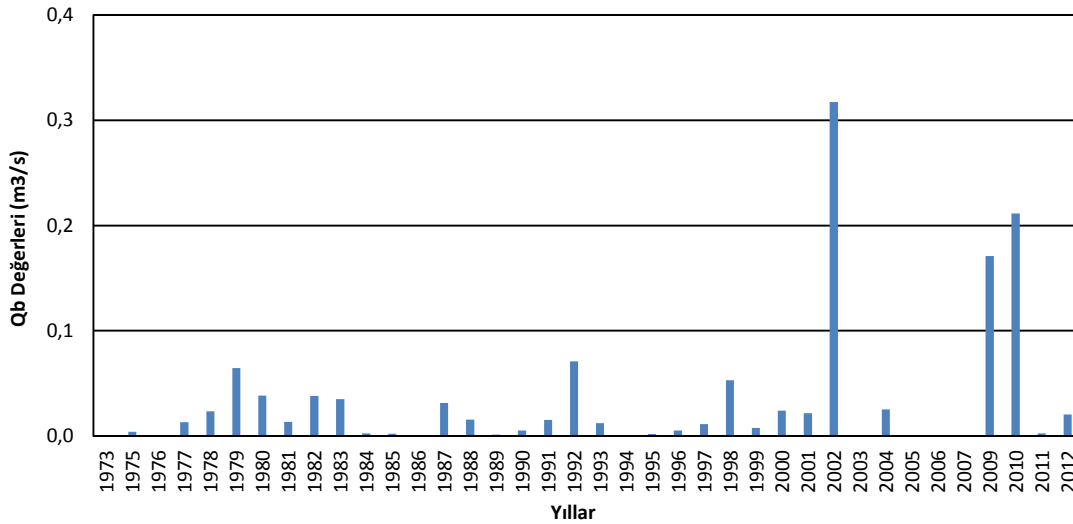


Şekil 4.39. Taşağıl (16-78) İstasyonu için 7Q₁₀ Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların, %8'inde; Şekil 4.39'da görüldüğü gibi 0,03 m³/s ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %65'inde ise 0 m³/s'lik akıma ulaştığı gözlenmiştir. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edilmiştir. Bu durumda 7Q₁₀ yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği söylenebilir.

4.6.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Taşagıl (16-78) istasyonu için Şekil 4.40'da yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri $0,033 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 33 L/s 'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.



Şekil 4.40. Taşagıl (16-78) İstasyonu için Qb Grafiği

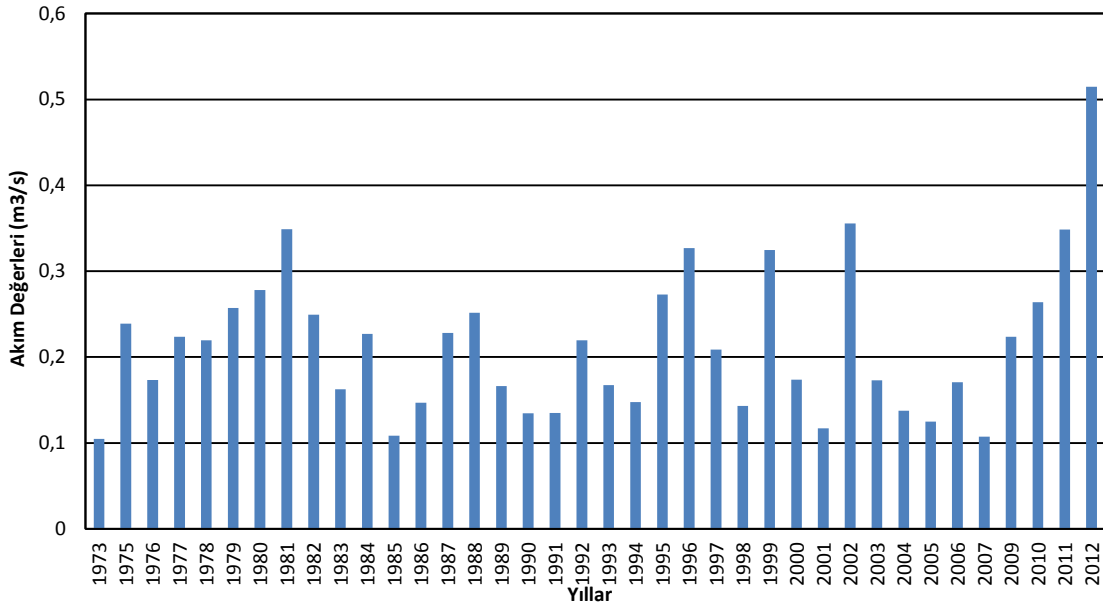
Bu istasyon için en yüksek Qb değeri $0,317 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akışla 2002 yılında görülmektedir. Ortalama aylık akımlarına bakıldığında $19,126 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik maksimum akım aralık ayında gerçekleşmiştir. Bu yılda diğer 8 ayda da ortalama akımlar, tüm yılların aylık ortalama akımlarından iki kat daha fazladır. Rekor Qb değerinin sebebi bu tip yüksek akışların varlığıdır. Aynı şekilde 2009 ve 2010 yıllarında diğer yıllardan daha yüksek Qb akışı hesaplanmıştır. Bu yıllar içinde özellikle ocak, şubat ve mart aylarında ortalama akımlar, tüm yılların aylık ortalama akımlarından iki kat daha fazladır. Bu yılların farklı aylarında olmak üzere 5 aylık süreçte de bu yüksek ortalama akımlar görülmüştür. 1973-1976, 1984-1986, 1994, 1995, 2005-2008, 2011 yıllarında özellikle yaz aylarında kurumaya yakın seviyelerde akım değerleri ölçülmüştür. Bu şekilde çok düşük ve yüksek akımların olduğu durumlarda Qb yönteminin sağlıklı sonuçlar vermediği düşünülmektedir.

4.6.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Taşagıl istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Q_{\min} , Q_{\max} , Q_m , Q_{med}) ve istatistiki metodlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10

değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitime için, 18 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 40 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,96 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının çok kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.

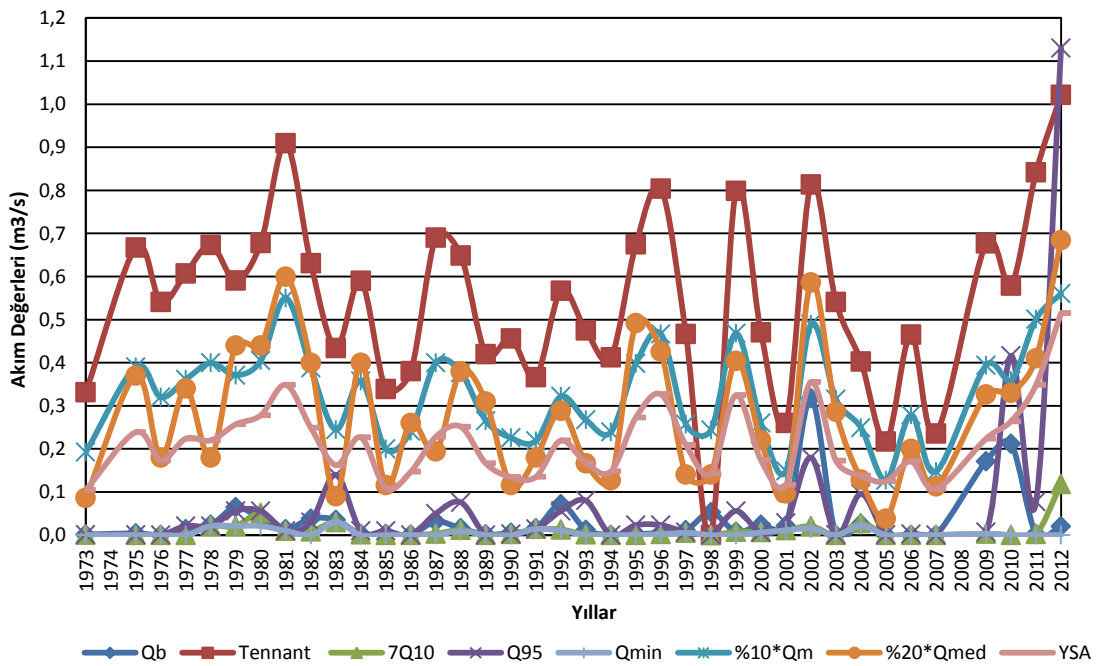


Şekil 4.41. Taşağıl (16-78) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.41’de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri 0,215 m³/s’dir. Diğer metotların tüm yıllar için işaret ettiği çok düşük değerler YSA ile daha makul değerlere dönüşmüştür. Fakat özellikle Qb, 7Q10 ve Q95 yöntemleriyle hesaplanan çevresel akışlar çok düşük olduğundan YSA sonuçlarının da emniyetli sınır olarak bilinen DSİ’nin önerdiği ortalama akımın %10’undan düşük çıkmasına sebep olmuşlardır. Bu tarz düşük akımların hesaplandığı istasyonlarda, YSA ne kadar başarılı bir yöntem olsa da sonuçlar diğer yöntemlerin harmanlanmasıyla elde edildiği için düşük akışların hesaplanması beklenmektedir. Bu durum da YSA yöntemi de minimum akışı sağlayacak akışları vermiş olmaz.

4.6.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Taşağıl istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.42’de tek bir grafikte gösterilmiştir. 2012 yılı için Q95 yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak 1,130 m³/s’lik hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. 1998 yılında ise Tennant, 7Q10 ve Q95 yöntemleri 0 m³/s’lik akımla en düşük debiyi vermektedir. Tennant yöntemi diğer yöntemlere göre daha yüksek sonuçlar üretmiştir. YSA yönteminin %10*Qm ve %20*Qmed yöntemlerinin altında akışlar verdiği ve düzenli salınımlar gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 4.42. Taşağıl (16-78) İstasyonu için YSA Grafığı

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.24’te yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. 7Q10 yönteminin Q95 yöntemi ile arasında kuvvetli ($r=0,83$) bir korelasyon bulunmaktadır. Tennant Yönteminin %10*Qm arasında çok kuvvetli ($r=0,94$), %20*Qmed ile arasında ($r=0,84$) kuvvetli bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, %10*Qm ve %20*Qmed olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.24. Taşagıl (16-78) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,22	0,09	0,23	0,29	0,28	0,31
Tennant	0,22	1,00	0,42	0,43	0,90	0,94	0,84
7Q10	0,09	0,42	1,00	0,83	0,58	0,39	0,44
Q95	0,23	0,43	0,83	1,00	0,63	0,41	0,46
YSA	0,29	0,90	0,58	0,63	1,00	0,93	0,90
%10*Qm	0,28	0,94	0,39	0,41	0,93	1,00	0,89
%20*Qmed	0,31	0,84	0,44	0,46	0,90	0,89	1,00

Korelasyon sonucunda YSA'nın, Tennant, %20*Qmed, %10*Qm yöntemleriyle ilişkisinin çok kuvvetli ($r>0,89$) olduğu görülmektedir. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.25. Taşagıl (16-78) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-78 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s) *												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	5,095	5,385	6,516	8,498	4,613	1,256	0,337	0,216	0,111	0,323	2,151	5,079
7Q ₁₀	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Q ₉₅	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Tennant Yöntemi	0,617	0,617	0,617	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	0,501	0,617	0,617	0,617
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)
Qb Yöntemi	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
YSA	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)
%10*Qm	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)
%20*Qmed	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.25) 7Q₁₀, Q₉₅ ve Q_b, yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. 7Q₁₀ ve Q₉₅ yöntemleri ile hesaplanan değerler taban akım değeri olan 0,111 m³/s'den küçüktür. Bu iki yöntem, diğer yöntemler arasındaki en düşük değerler olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Tennant yöntemine göre hesaplanan değere (0,501 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Temmuz,

Ağustos, Eylül ve Ekim ayları arasında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. %10*Qm yönteminde Ağustos, Eylül ve Ekim ayları, %20*Qmed yönteminde de Ağustos ve Eylül aylarında ortalama akımı sağlamadığı görülmektedir YSA yönteminin de Eylül ayında ortalama akımın altında kaldığı görülmektedir.

4.7. Çarşamba (16-115 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Bozkır Çarşamba istasyonu (16-115), Sorkun mahallesinde bulunmaktadır. Yaklaşık kotu 1150 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar 33 yıllık veri mevcuttur.



Şekil 4.43. Çarşamba (16-115) İstasyonunun Konumu

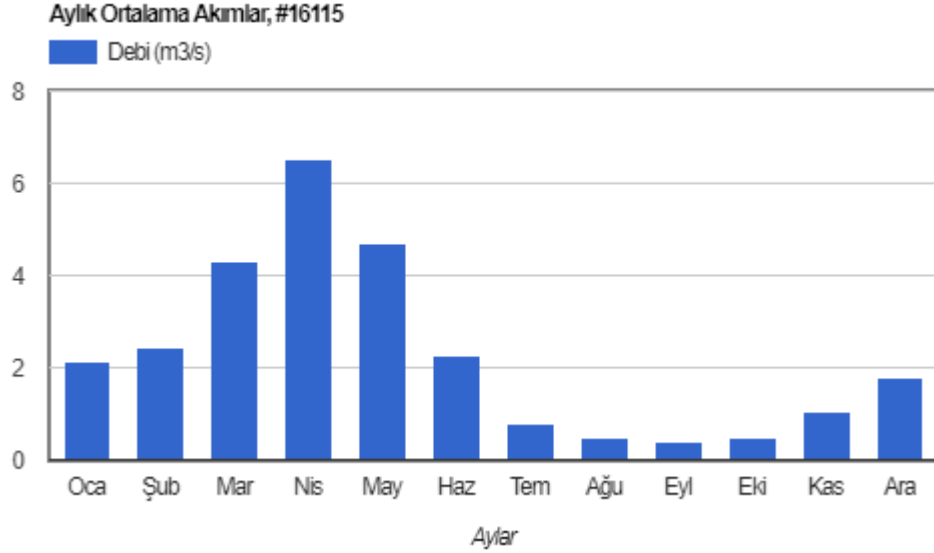
Bu akım gözlem istasyonu için bazı istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.26). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, 0,433 m³/s, 2,282 m³/s, 33 m³/s'dir.

Çizelge 4.26. Çarşamba (16-115) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

İstasyon	Çarşamba İstasyonu (16-115)		
	m ³ /s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	2,114	16,500	0,360
Şubat	2,442	17,700	0,530
Mart	4,288	29,400	0,670
Nisan	6,520	16,500	1,560
Mayıs	4,707	12,000	0,780
Haziran	2,271	8,700	0,330
Temmuz	0,792	33,000	0,270
Ağustos	0,465	1,040	0,270
Eylül	0,394	1,040	0,230
Ekim	0,486	2,440	0,000
Kasım	1,040	29,000	0,190

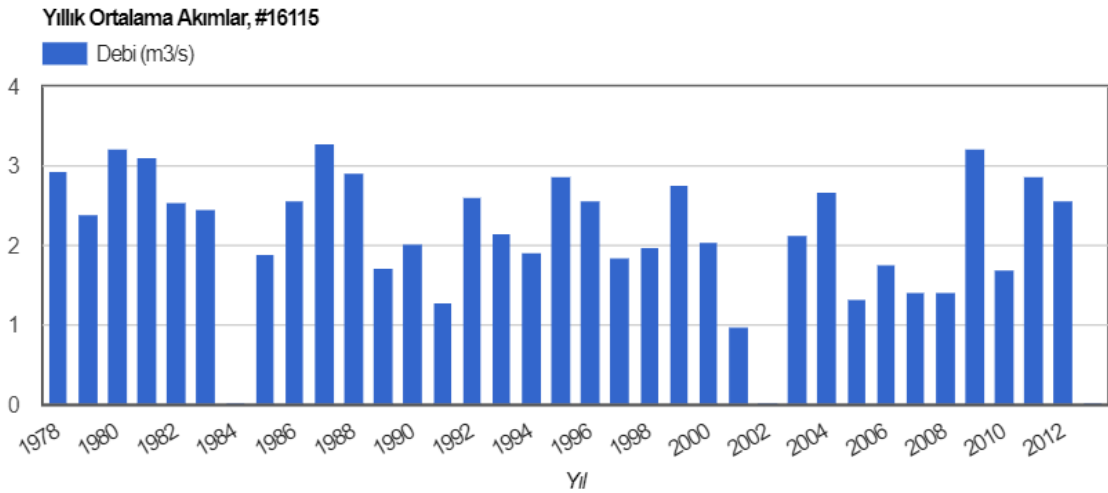
Aralık	1,860	18,900	0,000
Ortalama	2,282	15,518	0,433

Bu akarsu da Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında düşük akımların meydana geldiği Çizelge 4.26'da görülmektedir. Ortalama akışlar dikkate alındığında Ocak ve Mayıs ayları arasının yağışlı geçtiği söylenebilir.



Şekil 4.44. Çarşamba (16-115) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.44'te verilmiştir. Nisan ayında 6,520 m³/s'lik akımla maksimum seviyeye ulaşmıştır. Aylık ortalama debilerin %33'ünün yıllık ortalama debi olan 2,282 m³/s'nin üstünde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.45. Çarşamba (16-115) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

Yıllık akış grafiği Şekil 4.45’de 1985-1986 yılları ve 2001-2004 yılları arasında akış verisine ulaşılamamıştır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin %88,8’inin medyan debi olarak bilinen ortanca debiden ($1,343 \text{ m}^3/\text{s}$) büyük olduğu görülmektedir. Bu grafiğe göre maksimum akım 1987 yılında $3,363 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır.

4.7.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış $2,026 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönemde $2,524 \text{ m}^3/\text{s}$ olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayırımının çok belirgin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.27. Çarşamba (16-115) AGİ’si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m^3/s)	2,026	2,524
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m^3/s)	0,304	0,505

Tennant Yönteminde önerilen 6 ay ıslak 6 ay kuru dönemin bu istasyon için çok uygun olmadığı, kuru dönemin Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarından oluşup ıslak döneme de Nisan ve Mayıs aylarının ilave edilmesiyle bu yöntemin Modifiye edilebileceği düşünülmektedir.

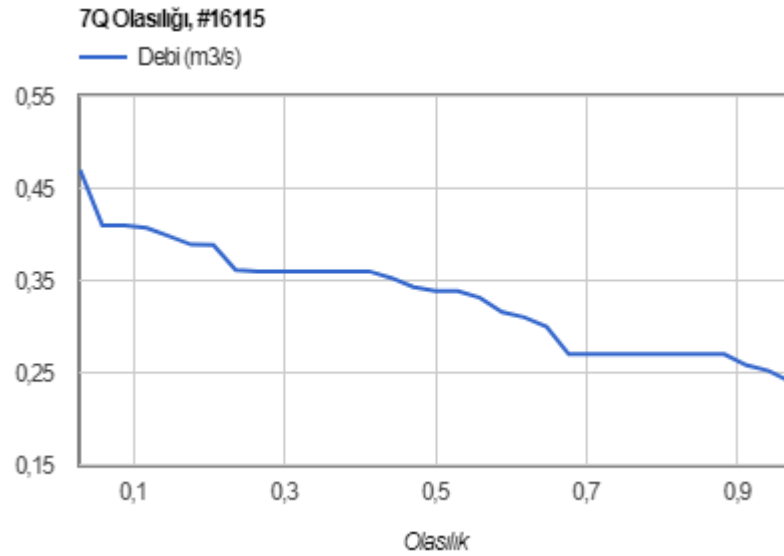
Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış $0,304 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönem için $0,505 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak bulunmuştur. Bu yöntem modifiye edilirse ıslak dönem için $0,441 \text{ m}^3/\text{s}$, kuru dönem için $0,196 \text{ m}^3/\text{s}$ ’lik çevresel akışın uygun olduğu söylenebilir.

4.7.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95’i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q347(Q95) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q95 yönteminde 33 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95’inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak $0,377 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur.

4.7.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada Çarşamba (16-115) istasyonuna ait 33 yıllık veri setinde ard arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan, o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı $0,331 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerine ($0,394 \text{ m}^3/\text{s}$) altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.46. Çarşamba (16-115) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

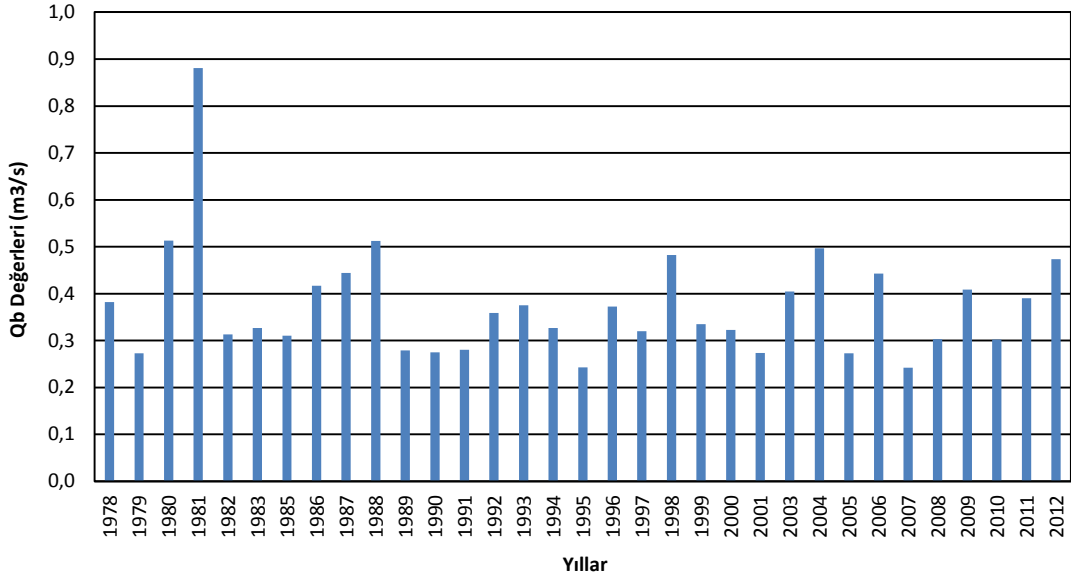
Tüm zamanların, %5'inde; Şekil 4.46'da görüldüğü gibi $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$ ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %15'inde tekrar bir kırılma yaşanarak $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akıştan sonra azalarak devam ettiği, %90'ında ise en az $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akım gerçekleştiği görülmektedir. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edilmemiştir.

4.7.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Çarşamba (16-115) istasyonu için Şekil 4.47'de yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri $0,374 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 374 L/s 'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.

Bu istasyon için yıllar bazında Qb değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yalnızca 1981 yılındaki artış göze çarpmaktadır. Bu yılın aylık ortalama akımlarına bakıldığında su yılının 10 ayının (ocak-ekim arası), tüm yılların aylık ortalama akımlarına göre yaklaşık 2 kat fazla olduğu görülmektedir.

Bu istasyon için veriler dikkate alındığında düzenli akışların olduğu ve Qb değerinin bu istasyon için uygun sonuç verdiği söylenebilir.

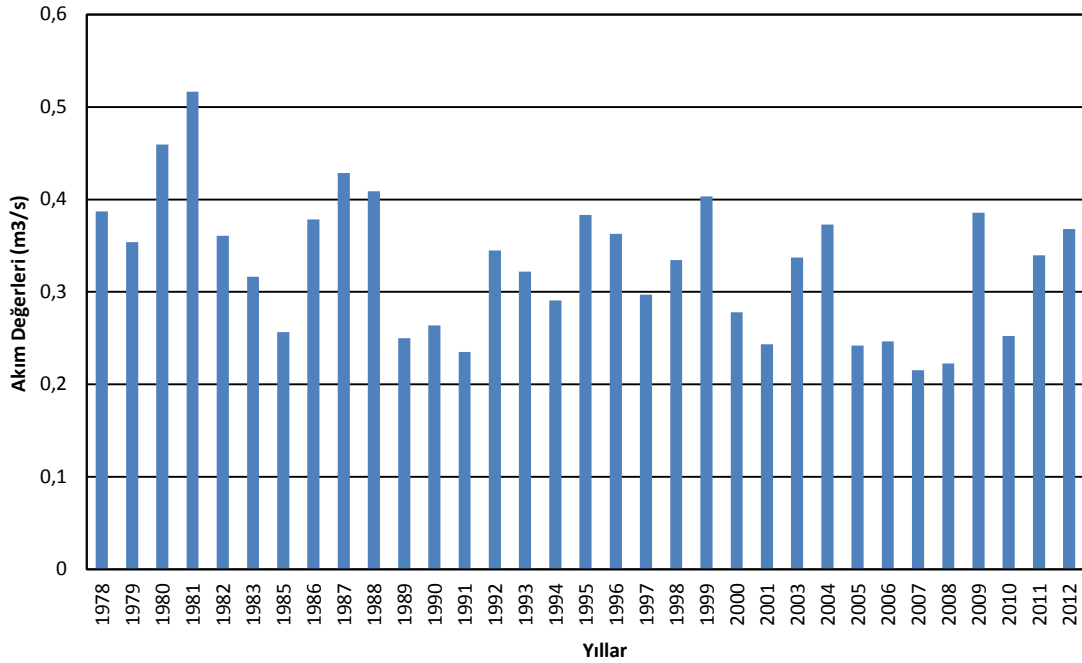


Şekil 4.47. Çarşamba (16-115) İstasyonu için Qb Grafiği

4.7.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Çarşamba istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Q_{min} , Q_{max} , Q_m , Q_{med}) ve istatistiki metodlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitime için, 13 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 35 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,93 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının çok kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.

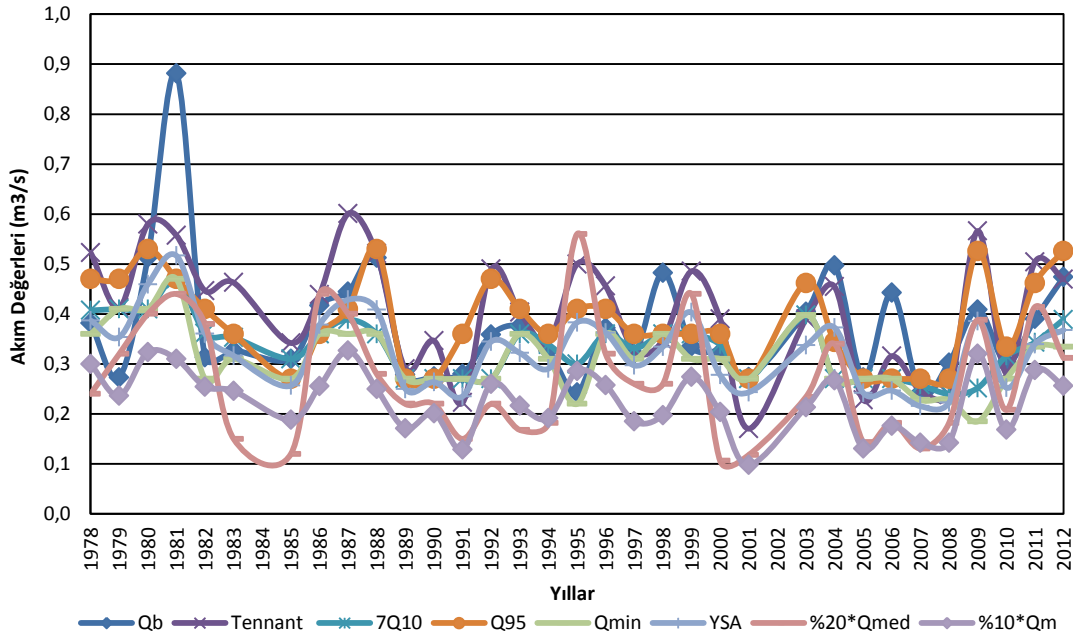


4.48. Çarşamba (16-115) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.48'de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,329 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Yapay sınır ağları ile çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanarak elde edilen YSA sonucu ile diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünülmektedir. Örneğin diğer metotların 1981 yılı için işaret ettiği yüksek değerler, YSA ile daha küçük değerlere düşmüştür. Dolayısıyla tüm yılların YSA ortalaması ile hesaplanan $0,329 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akış değeri daha makul kabul edilmektedir.

4.7.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Çarşamba istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.49'da tek bir grafikte gösterilmiştir. 1981 yılı için Qb yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak $0,881 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. $\%10*Q_m$ yönteminde 2001 yılı için $0,097 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akışla en düşük akımın gerçekleştiği görülmektedir. Genel olarak tüm yöntemler aynı seviyelerde artıp azalmıştır. YSA yönteminin $\%10*Q_m$ ve $\%20*Q_{med}$ yöntemlerinin üzerinde akışlar verdiği görülmektedir.



4.49. Çarşamba (16-115) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.28’de yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant yönteminin %20*Qmed ve Q95 yöntemleri ile arasında kuvvetli ($0,7 < r < 0,89$) bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, Tennant ve Q95 olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.28. Çarşamba (16-115) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,55	0,58	0,49	0,72	0,26	0,40
Tennant	0,55	1,00	0,59	0,79	0,91	0,34	0,72
7Q10	0,58	0,59	1,00	0,62	0,73	0,34	0,41
Q95	0,49	0,79	0,62	1,00	0,78	0,40	0,54
YSA	0,72	0,91	0,73	0,78	1,00	0,37	0,79
%10*Qm	0,26	0,34	0,34	0,40	0,37	1,00	0,41
%20*Qmed	0,40	0,72	0,41	0,54	0,79	0,41	1,00

Korelasyon sonucunda YSA’nın Tennant yöntemiyle ilişkisinin çok kuvvetli ($r=0,91$) olduğu görülmektedir. Qb, Q95, 7Q10 ve medyan akımın %20’si ile de ($0,7 < r < 0,89$) kuvvetli bir korelasyon bulunmaktadır. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.29. Çarşamba (16-115) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-115 Nolu AĞI için Çevresel Akış (m ³ /s) *												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	2,114	2,442	4,288	6,52	4,707	2,271	0,792	0,465	0,394	0,486	1,04	1,86
7Q ₁₀	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)	0,331 (+)
Q ₉₅	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)	0,377 (+)
Tennant Yöntemi	0,304 (+)	0,304 (+)	0,304 (+)	0,505 (+)	0,505 (+)	0,505 (+)	0,505 (+)	0,505 (-)	0,505 (-)	0,304 (+)	0,304 (+)	0,304 (+)
Q _b Yöntemi	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)	0,374 (+)
YSA	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)	0,328 (+)
%10*Q _m	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)	0,226 (+)
%20*Q _{med}	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)	0,270 (+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.29) 7Q₁₀, Q₉₅, Q_b, %10*Q_m ve %20*Q_{med} yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. Tüm çevresel akış yöntemleri ile hesaplanan değerler taban akım değeri olan 0,394 m³/s'den küçüktür. Ortalama akımın %10'u (0,226 m³/s); yöntemler arasındaki en düşük değer olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Tennant yöntemine göre hesaplanan değere (0,505 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Ağustos ve Eylül ayları arasında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri (0,328 m³/s) diğer yöntemlerin karması olarak en uygun sonucu vermektedir.

4.8. Seyithasan (16-117 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Seyithasan (16-117) İstasyonu Karaman 'ın Seyithasan köyünde tesis edilmiştir. Yaklaşık kotu 1140 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar 32 yıllık veri mevcuttur.



Şekil 4.50. Seyithasan (16-117) İstasyonunun Konumu

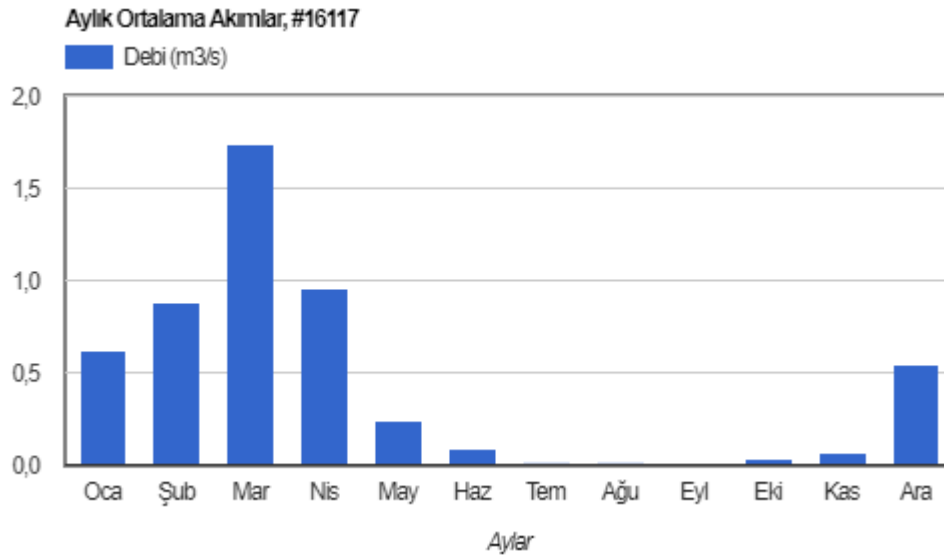
Bu akım gözlem istasyonu için bazı istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.30). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, 0 m³/s, 0,431 m³/s, 43,100 m³/s'dir.

Çizelge 4.30. Seyithasan (16-117) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

İstasyon	Seyithasan İstasyonu (16-117)		
	m ³ /s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	0,616	42,000	0,000
Şubat	0,878	9,500	0,000
Mart	1,741	32,500	0,000
Nisan	0,956	8,600	0,000
Mayıs	0,236	11,400	0,000
Haziran	0,088	19,000	0,000
Temmuz	0,012	0,710	0,000
Ağustos	0,008	1,750	0,000
Eylül	0,003	0,060	0,000
Ekim	0,031	6,800	0,000
Kasım	0,064	9,400	0,000
Aralık	0,543	43,100	0,000
Ortalama	0,431	15,402	0,000

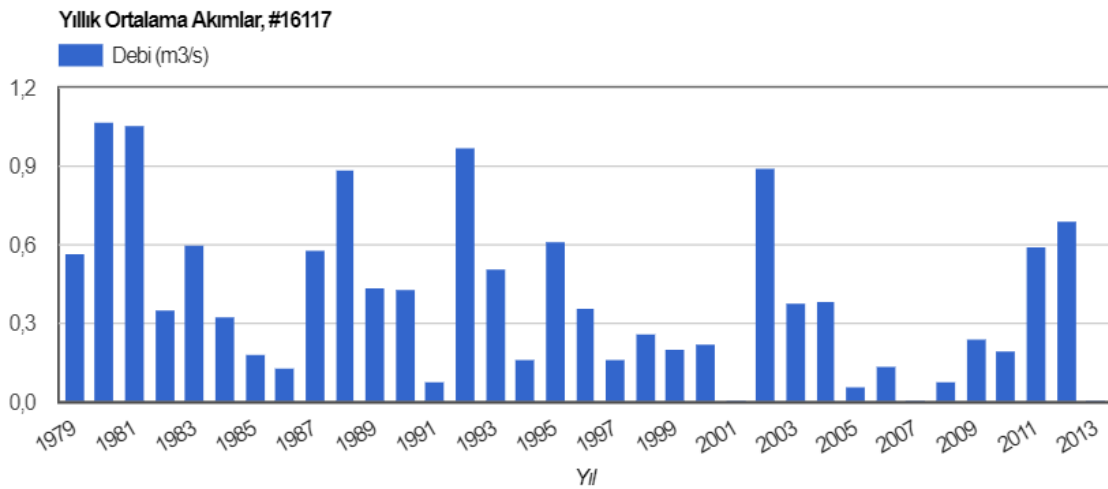
İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.51'de verilmiştir.

Çizelgeden 4.30'dan anlaşılacağı gibi, akarsu da Haziran ve Kasım ayların arasında düşük akımlar gözlenmiştir.



Şekil 4.51. Seyithasan (16-117) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

Söz konusu istasyonda Şekil 4.41'e göre aylık ortalama debilerin %58,3'ünün yıllık ortalama debi olan 0,431 m³/s nin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.52. Seyithasan (16-117) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

Yıllık akış grafiği olan Şekil 4.52'de 2002 ve 2008 yıllarında akış verilerinin olmadığı anlaşılmaktadır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin tamamının medyan debi olarak bilinen ortanca debiden (0,043 m³/s) büyük olduğu görülmektedir.

4.8.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.31’de verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış $0,645 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönemde $0,217 \text{ m}^3/\text{s}$ olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımının belirgin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.31. Seyithasan (16-117) AGİ’si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m^3/s)	0,645	0,217
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m^3/s)	0,096	0,043

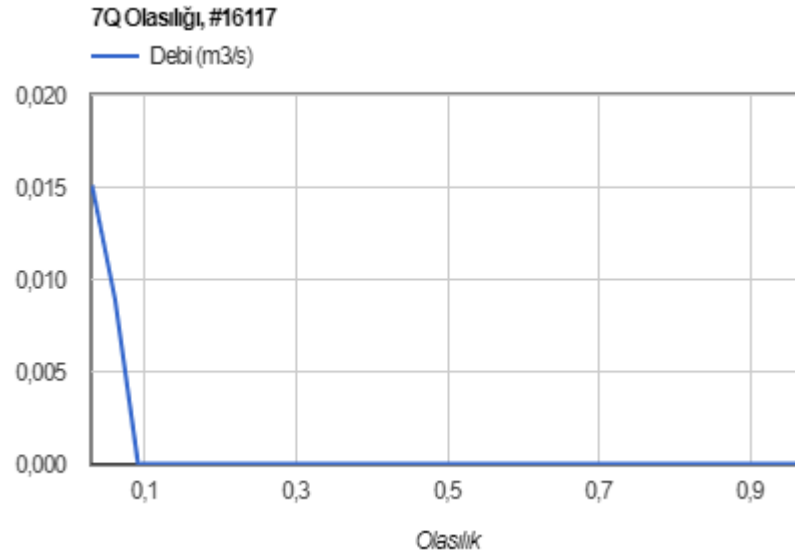
Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış $0,096 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönem için $0,043 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak bulunmuştur.

4.8.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95’i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q347(Q95) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q95 yönteminde 32 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95’inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak $0,003 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur.

4.8.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada Seyithasan (16-117) istasyonuna ait 32 yıllık veri setinde ard arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin ($0,003 \text{ m}^3/\text{s}$) altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.

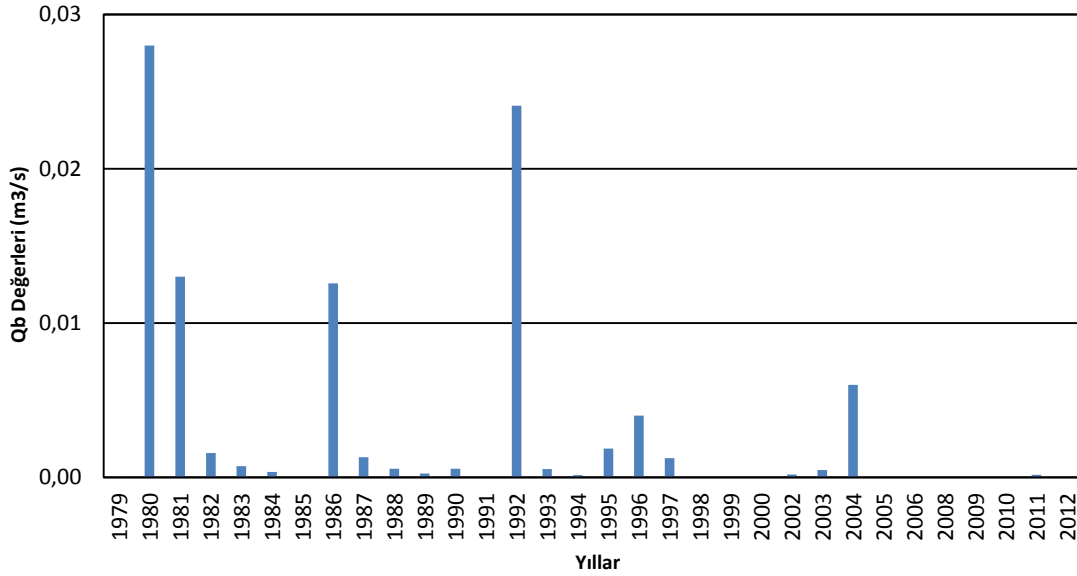


Şekil 4.53. Seyithasan (16-117) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların, %9'unda; Şekil 4.53'te görüldüğü gibi 0 m³/s'lik debi ile %90'ı tamamlamıştır. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edildiği söylenebilir. 7Q10 yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği anlaşılmaktadır.

4.8.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Seyithasan (16-117) istasyonu için Şekil 4.54'te yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri 0,003 m³/s'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 3 L/s'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.



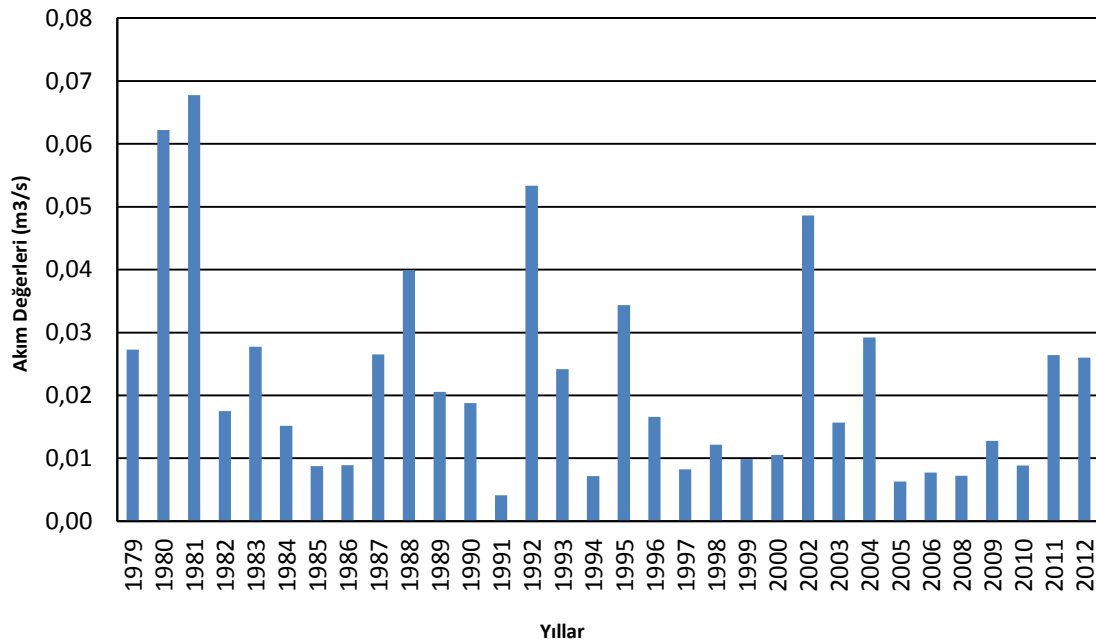
Şekil 4.54. Seyithasan (16-117) İstasyonu için Qb Grafiği

Bu istasyon için grafiğin genel dağılımı çok düşük akımlardan oluşmaktadır. 1980 ve 1992 yılları aylık ortalama akımları incelendiğinde su yılının özellikle Mart-Eylül ayları arasındaki dönemlerinde oldukça yüksek olarak hesaplanmıştır. Örneğin 1980 yılında 9 ay 1992 yılında 8 ay boyunca aylık ortalama akımların tüm yılların aylık ortalama akımlarından yaklaşık 2 kat kadar yüksek olduğu görülmüştür. Diğer yıllar için hesaplanan ortalama Qb değeri $0,0016 \text{ m}^3/\text{s}$ olup, bu istasyon için hesaplanan ortalama Qb değerinin yarısı kadardır. Çok düşük ve düzensiz akımların gerçekleşmesi Qb değerlerinin de düşük çıkmasına sebep olmuştur. Bu istasyon için Qb yönteminin uygun sonuç vermediği söylenebilir.

4.8.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Seyithasan istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Q_{\min} , Q_{\max} , Q_m , Q_{med}) ve istatistikî metodlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 20 veri eğitime için, 12 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 45 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,96 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının çok kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.

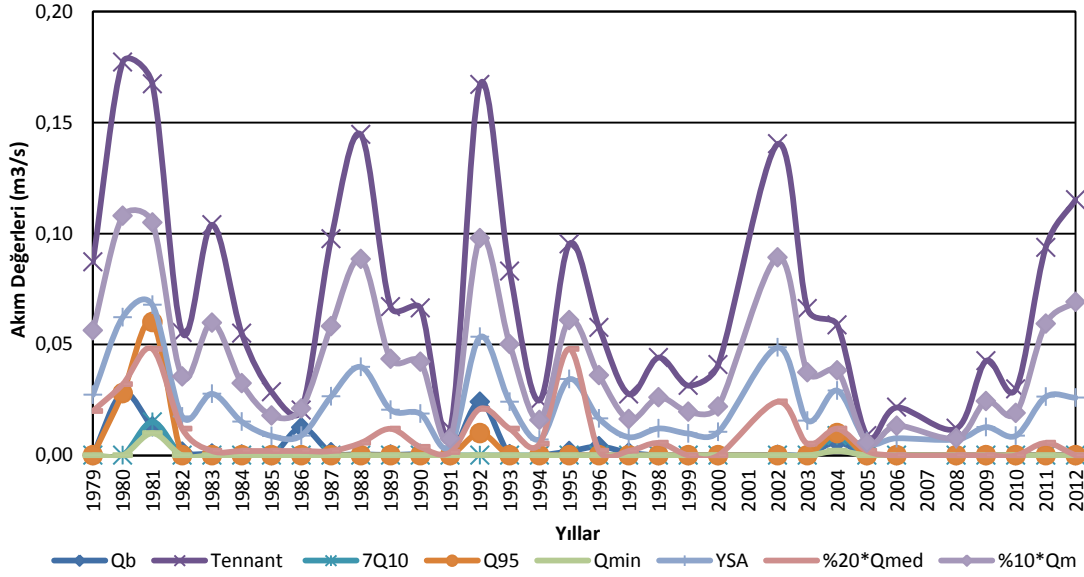


Şekil 4.55. Seyithasan (16-117) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.55’de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,022 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Diğer metotların tüm yıllar için işaret ettiği çok düşük değerler, YSA ile daha makul değerlere dönüşmüştür. Fakat özellikle Qb, 7Q10 ve Q95 yöntemleriyle hesaplanan çevresel akışlar çok düşük olduğundan YSA sonuçlarının da emniyetli sınır olarak bilinen DSI’nin önerdiği ortalama akımın %10’undan düşük çıkmasına sebep olmuşlardır. Bu tarz düşük akımların hesaplandığı istasyonlarda, YSA ne kadar başarılı bir yöntem olsa da sonuçlar diğer yöntemlerin harmanlanmasıyla elde edildiği için düşük akışların hesaplanması beklenmektedir. Bu durum da YSA yöntemi de minimum akışı sağlayacak akışları vermiş olmaz.

4.8.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Seyithasan istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.56’da tek bir grafikte gösterilmiştir. 1980 yılı için Tennant yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak $0,177 \text{ m}^3/\text{s}$ ’lik hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. YSA, Qb, 7Q10 ve Q95 yöntemleri ile hesaplanan çevresel akışlar $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ’nin altında gerçekleşmiştir. YSA, medyan akımın %20’sinin üzerinde, tüm yöntemlere kıyasla düzgün bir salınım göstermiştir.



Şekil 4.56. Seyithasan (16-117) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.32’de yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant ve %10*Qm arasında tam bir uyum bulunmaktadır. 7Q10 ve Q95 yöntemleri arasında da kuvvetli ($r=0,83$) bir korelasyon bulunmaktadır.

Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, %10*Qm ve Tennant olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.32. İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,57	0,27	0,62	0,66	0,58	0,50
Tennant	0,57	1,00	0,30	0,55	0,96	1,00	0,66
7Q10	0,27	0,30	1,00	0,83	0,48	0,32	0,50
Q95	0,62	0,55	0,83	1,00	0,70	0,56	0,67
YSA	0,66	0,96	0,48	0,70	1,00	0,97	0,79
%10*Qm	0,58	1,00	0,32	0,56	0,97	1,00	0,69
%20*Qmed	0,50	0,66	0,50	0,67	0,79	0,69	1,00

Korelasyon sonucunda; YSA’nın, Tennant ve %10*Qm yöntemleri ile arasında çok kuvvetli ($r>0$) bir ilişki bulunmaktadır. Q95 ve %20*Qmed yöntemleri ile kuvvetli seviyede ($0,7<r<0,89$) bir korelasyon bulunmaktadır. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.33. İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-117 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s)*												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	0,616	0,878	1,741	0,956	0,236	0,088	0,012	0,008	0,003	0,031	0,064	0,543
7Q ₁₀	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)	0,001 (+)
Q ₉₅	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)
Tennant Yöntemi	0,096 (+)	0,096 (+)	0,096 (+)	0,043 (+)	0,043 (+)	0,043 (+)	0,043 (-)	0,043 (-)	0,043 (-)	0,096 (-)	0,096 (-)	0,096 (+)
Qb Yöntemi	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)	0,003 (+)
YSA	0,022 (+)	0,022 (+)	0,022 (+)	0,022 (+)	0,022 (+)	0,022 (+)	0,022 (-)	0,022 (-)	0,022 (-)	0,022 (+)	0,022 (+)	0,022 (+)
%10*Q _m	0,043 (+)	0,043 (+)	0,043 (+)	0,043 (+)	0,043 (+)	0,043 (+)	0,043 (-)	0,043 (-)	0,043 (-)	0,043 (-)	0,043 (+)	0,043 (+)
%20*Q _{med}	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)	0,009 (+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.33) 7Q₁₀, Q₉₅ ve Q_b yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. Taban akım değeri olan 0,003 m³/s'den yüksek olan çevresel akış yöntemleri bu istasyon için Tennant, YSA, %10*Q_m ve %20*Q_{med} yöntemleridir. 7Q₁₀ (0,001 m³/s); yöntemler arasındaki en düşük değer olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Tennant yöntemine göre hesaplanan değere (0,043 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Temmuz ve Kasım ayları arasında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. %10*Q_m yöntemine göre hesaplanan değerlere (0,043 m³/s) bakıldığı zaman ortalama aylık akımın su yılının Temmuz ve Ekim ayları arasında bu değeri sağlamadığı görülmektedir.

4.9. İbrala (16-28 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

İbrala Çayı istasyonu (16-28) Karaman'dan 29,7 km mesafede İbrala Nahiyesi hudutları içerisinde Nalama Çiftliğine tesis edilmiştir. Yaklaşık kotu 1125 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar 42 yıllık veri bulunmaktadır. Veri setinde hiç eksik veri yoktur.



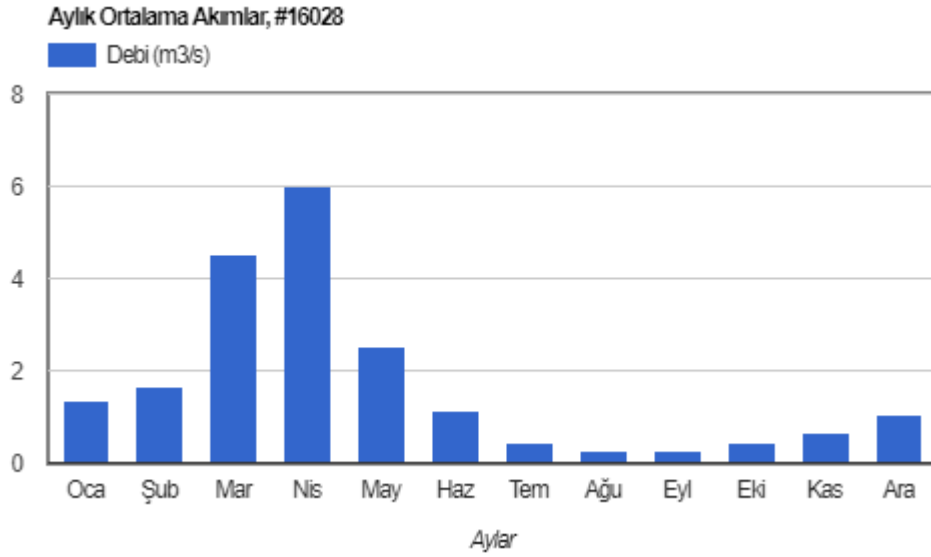
Şekil 4.57. İbrala (16-28) İstasyonunun Konumu

Bu akım gözlem istasyonu için bazı istatistiksel sonuçlar verilmiştir (Çizelge 4.34). Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, $0 \text{ m}^3/\text{s}$, $1,686 \text{ m}^3/\text{s}$, $64 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

Çizelge 4.34. İbrala (16-28) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

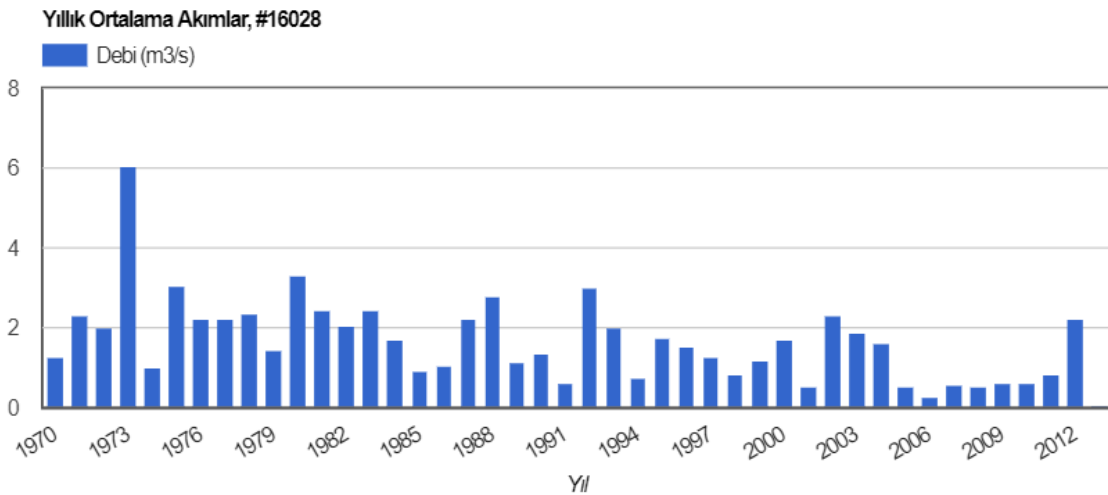
İstasyon	İbrala İstasyonu (16-28 Nolu)		
	m^3/s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	1,352	37,000	0,073
Şubat	1,642	19,800	0,108
Mart	4,511	64,000	0,210
Nisan	6,002	35,000	0,253
Mayıs	2,510	17,000	0,149
Haziran	1,132	19,000	0,044
Temmuz	0,420	5,560	0,000
Ağustos	0,247	1,000	0,000
Eylül	0,245	1,700	0,000
Ekim	0,419	6,500	0,000
Kasım	0,668	16,200	0,000
Aralık	1,094	23,400	0,000
Ortalama	1,686	20,513	0,069

Söz konusu istasyonda özellikle yaz aylarında ve Ekim, Kasım, Aralık aylarında aylık ortalama debilerin yıllık ortalama debi olan $1,686 \text{ m}^3/\text{s}$ nin altında olduğu görülmektedir. Akarsu Ağustos ve Eylül aylarında en düşük akıma sahip olmaktadır. Mart, Nisan, Mayıs aylarının yağışlı geçtiği görülmektedir.



Şekil 4.58. İbrala (16-28) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait yıllara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.59'da verilmiştir. 2005-2011 yılları arasında AGİ en düşük akışlara sahiptir. Rekor seviye 1973 yılında 6,022 m³/s olarak hesaplanmıştır. Diğer yıllarda belli oranlarda artış azalış gösteren bir dağılım görülmektedir. Bunun sebebi iklimsel değişimlerdir. Bu istasyonda eksik verisi olan yıl bulunmamaktadır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin %19,5'inin medyan debiden (0,77 m³/s) küçük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.59. İbrala (16-28) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

4.9.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.35'te verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış $1,600 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönemde $1,759 \text{ m}^3/\text{s}$ olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımının çok belirgin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.35. İbrala (16-28) AGİ'si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m^3/s)	1,600	1,759
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m^3/s)	0,241	0,352

Tennant Yönteminde önerilen 6 ay ıslak 6 ay kuru dönemin bu istasyon için çok uygun olmadığı, kuru dönemin Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarından oluşup ıslak döneme de Nisan ve Mayıs aylarının ilave edilmesiyle bu yöntemin Modifiye edilebileceği düşünülmektedir.

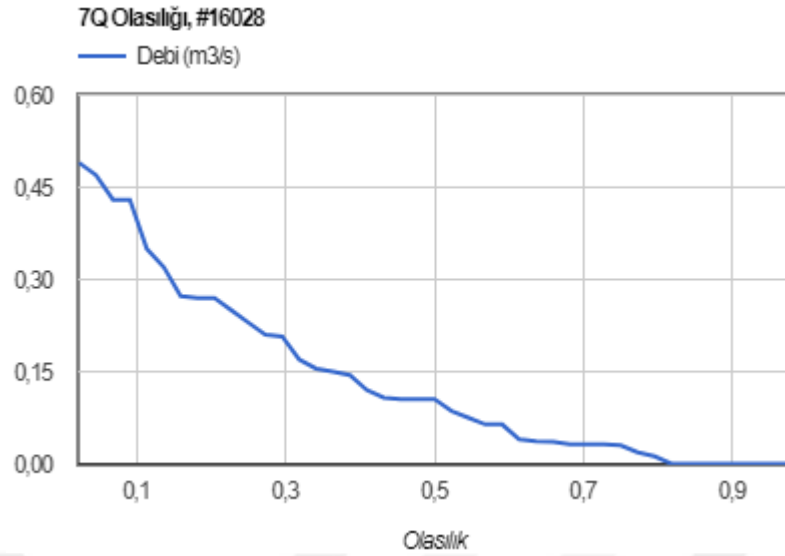
Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış $0,241 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönem için $0,352 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak bulunmuştur. Bu yöntem modifiye edilirse ıslak dönem için $0,341 \text{ m}^3/\text{s}$, kuru dönem için $0,102 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akışın uygun olduğu söylenebilir.

4.9.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q347(Q95) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q95 yönteminde 42 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak $0,229 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur.

4.9.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada İbrala (16-28) istasyonuna ait 42 yıllık veri setinde ard arda gelen her 7 günün ortalaması alınmıştır ve belirlenen ortalama akışlardan, o yıla ait en küçük olanı belirlenmiştir. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı $0,138 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin ($0,24 \text{ m}^3/\text{s}$) oldukça altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.

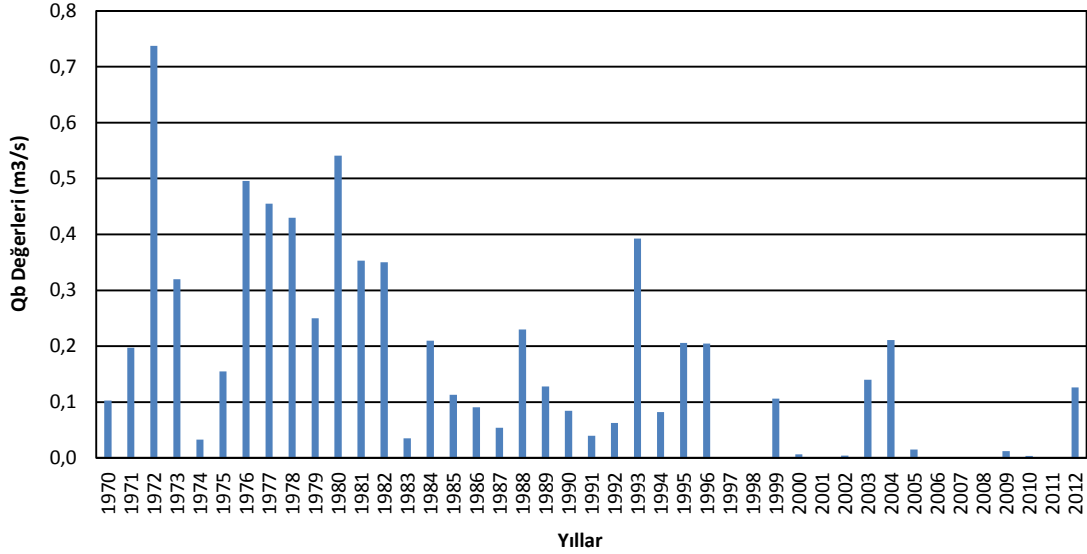


Şekil 4.60. İbrala (16-28) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

Tüm zamanların, %8'inde; Şekil 4.60'ta görüldüğü gibi 0,44 m³/s ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %30'unda 0,22 m³/s ile devam ederek azaldığı ve %80'inde de 0 m³/s'lik akıma ulaştığı gözlenmiştir. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edildiği söylenebilir. 7Q10 yönteminin bu istasyon için uygun bir çevresel akış vermediği anlaşılmaktadır.

4.9.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

İbrala (16-28 Nolu) istasyonu için Şekil 4.61'de yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri 0,162 m³/s'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 162 L/s'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.



Şekil 4.61. İbrala (16-28) İstasyonu için Qb Grafiği

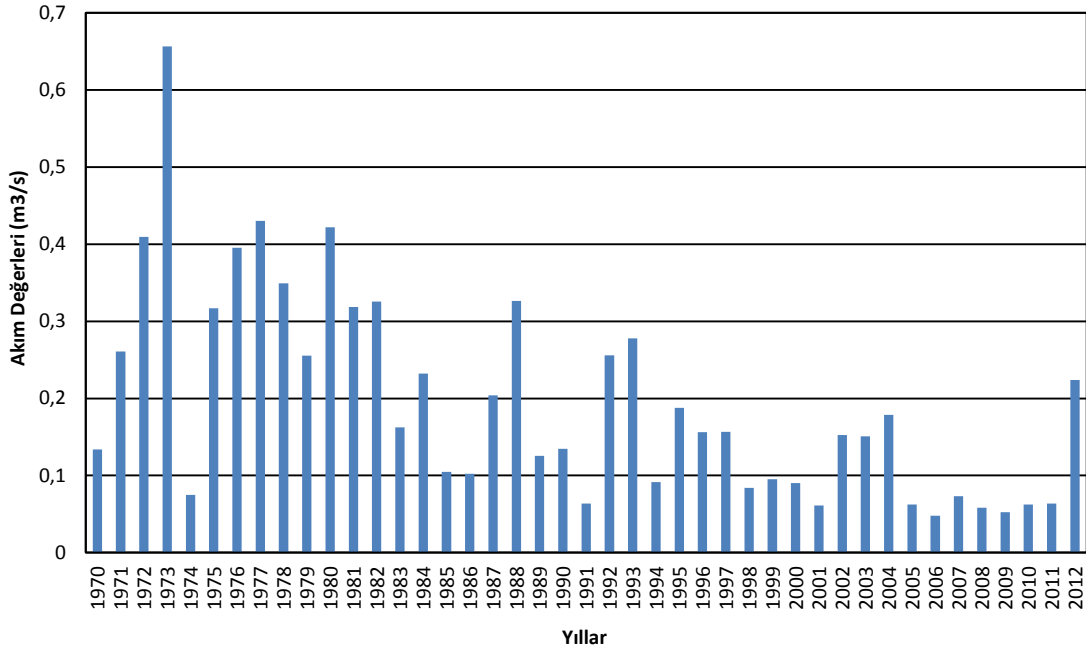
1972 yılında $0,737 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik maksimum Qb değeri hesaplanmıştır. Bu yılın aylık akım ortalamalarına bakıldığında tüm yılların aylık akım ortalamalarının yaklaşık iki kat üzerinde olduğu görülmüştür. 1974, 1983 yıllarında Qb değeri $0,035 \text{ m}^3/\text{s}$ seviyelerinde iken 1997, 1998, 2000-2002, 2005-2011 yıllarında $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ seviyelerinde olup çok düşük akımların olduğu görülmektedir. Bu yıllarda aylık ortalama akımlar, tüm yılların aylık ortalama akımlarının yarısından daha az olarak hesaplanmıştır.

Grafikte çok düşük ve yüksek değerlerin olduğu dağılımlar görülmüştür. Bu AGİ için düzenli akışların olmaması, mevsimsel değişimler gibi etmenler akım seviyelerindeki pik akışlara neden olmuştur. Düşük akımlar ölçüldüğünden düşük çevresel akışlar hesaplanmıştır.

4.9.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

İbrala istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken girdi olarak; ölçülen (Q_{min} , Q_{max} , Q_m , Q_{med}) ve istatistiki metodlarla hesaplanan akım değerleri ile oluşturulan 10 değişken kullanılmıştır. Çevresel akış hesaplama yöntemleri, ortalama ve medyan akımdan hesaplanan değerlerin ortalaması da çıktı verisi olarak sisteme dahil edilmiştir. 23 veri eğitime için, 20 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 45 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,96 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının çok kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.



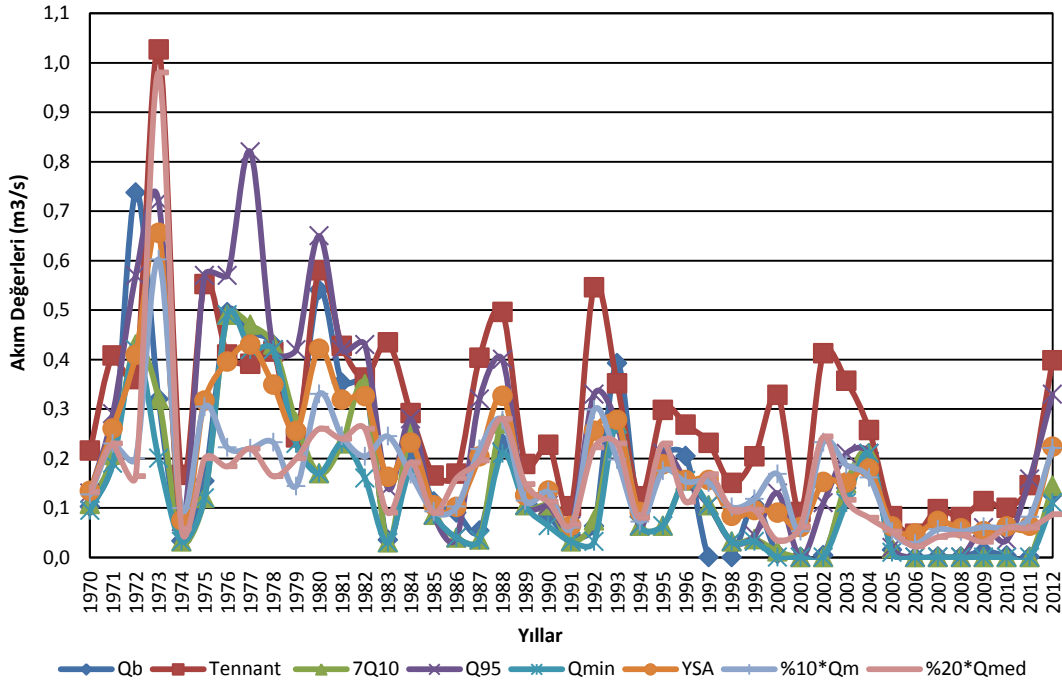
Şekil 4.62. İbrala (16-28) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.62’de verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,195 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Yapay sinir ağları ile çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanarak elde edilen YSA sonucu ile diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünülmektedir. Örneğin diğer metotların 1972 yılı için işaret ettiği yüksek değerler YSA ile daha düşük değerlere dönüşmüştür. 1973 yılında $0,656 \text{ m}^3/\text{s}$ ’lik maksimum akımın olduğu görülmektedir. Bunun sebebi bu yıl için diğer metotlarla hesaplanan çevresel akış değerinin yüksek olmasıdır. YSA ile yöntemler arasındaki oluşan pik akımlar sönmüştür. Dolayısıyla tüm yılların YSA ortalaması ile hesaplanan $0,195 \text{ m}^3/\text{s}$ ’lik çevresel akış değeri daha makul kabul edilmektedir.

4.9.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

İbrala istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.63.’te tek bir grafikte gösterilmiştir. 1973 yılı için Tennant ve medyan akımın %20’si yöntemleri

diğer yöntemlerden aykırı olarak 1,027 ve 0,980 m³/s'lik hiç karşılaşılmayan yüksek sonuçlar üretmiştir. Qb, yılların ortalaması olarak 0,162 m³/s'lik akım önerirken 1996 yılından sonraki düşüşle ortalama 0,049 m³/s'lik akım önermektedir. YSA, ortalama akımın %10'u ve medyan akımın %20'sinin üzerinde, tüm yöntemlere kıyasla düzgün bir salınım göstermiştir.



Şekil 4.63. İbrala (16-28) İstasyonu için Qb Grafiği

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.36'da yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant ve %10*Qm arasında tam bir uyum bulunmaktadır. 7Q10 ve Qb yöntemleri arasında da kuvvetli ($r=0,89$) bir korelasyon bulunmaktadır. Aynı şekilde Tennant ve Q95, 7Q10 ve Q95 yöntemleri arasında kuvvetli ($0,7 < r < 0,89$) bir korelasyon bulunmaktadır.

Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, Q95 ve %10*Qm olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.36. İbrala (16-28) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,52	0,89	0,81	0,82	0,51	0,42
Tennant	0,52	1,00	0,53	0,79	0,88	1,00	0,84
7Q10	0,89	0,53	1,00	0,82	0,83	0,52	0,46
Q95	0,81	0,79	0,82	1,00	0,95	0,78	0,64
YSA	0,82	0,88	0,83	0,95	1,00	0,88	0,80
%10*Qm	0,51	1,00	0,52	0,78	0,88	1,00	0,86
%20*Qmed	0,42	0,84	0,46	0,64	0,80	0,86	1,00

Korelasyon sonucunda; YSA'nın Q95 yöntemi ile arasında çok kuvvetli ($r=0,95$) bir ilişki bulunmaktadır. Qb, Tennant, 7Q10, %10*Qm ve %20*Qmed yöntemleri ile kuvvetli seviyede ($0,7 < r < 0,89$) bir korelasyon bulunmaktadır. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.37. İbrala (16-28) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

	16-28 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m^3/s) *											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort. Aylık Akım	1,352	1,642	4,511	6,002	2,51	1,132	0,420	0,247	0,245	0,417	0,668	1,094
7Q ₁₀	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)	0,137 (+)
Q ₉₅	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)	0,229 (+)
Tennant Yöntemi	0,240 (+)	0,240 (+)	0,240 (+)	0,352 (+)	0,352 (+)	0,352 (+)	0,352 (+)	0,352 (+)	0,352 (-)	0,352 (-)	0,240 (+)	0,240 (+)
Qb Yöntemi	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)	0,162 (+)
YSA	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)	0,195 (+)
%10*Qm	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)	0,168 (+)
%20*Qmed	1,558 (-)	1,558 (+)	1,558 (+)	1,558 (+)	1,558 (+)	1,558 (-)	1,558 (-)	1,558 (-)	1,558 (-)	1,558 (-)	1,558 (-)	1,558 (-)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.37) 7Q10, Qb ve YSA yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. Tüm çevresel akış yöntemleri ile hesaplanan değerler taban akım değeri olan 0,245 m^3/s 'den küçüktür. 7Q10 (0,137 m^3/s); yöntemler arasındaki en düşük değer olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Tennant yöntemine göre hesaplanan

değere ($0,352 \text{ m}^3/\text{s}$) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Ağustos ve Eylül aylarında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. %20*Qmed yöntemine göre hesaplanan değerlere ($0,195 \text{ m}^3/\text{s}$) bakıldığı zaman ortalama aylık akımın su yılının Haziran-Ocak ayları arasında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri ($0,195 \text{ m}^3/\text{s}$) diğer yöntemlerin karması olarak en uygun sonucu vermektedir.

4.10. Karasu (16-80 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Karasu (16-80 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu, Aksaray Demirci nahiyesinden Absarı yoluna girilerek 1500 metre ilerde harman yerindedir. Yaklaşık kotu 1118 metredir. Bu istasyona ait 40 yıllık veri seti bulunmaktadır.

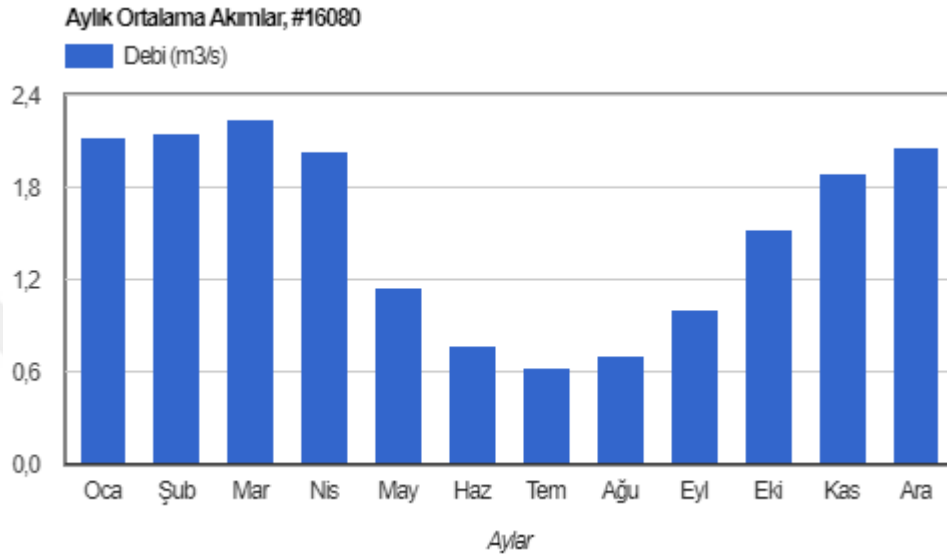


Şekil 4.64. Karasu (16-80) İstasyonunun Konumu

Çizelge 4.38. Karasu (16-80) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

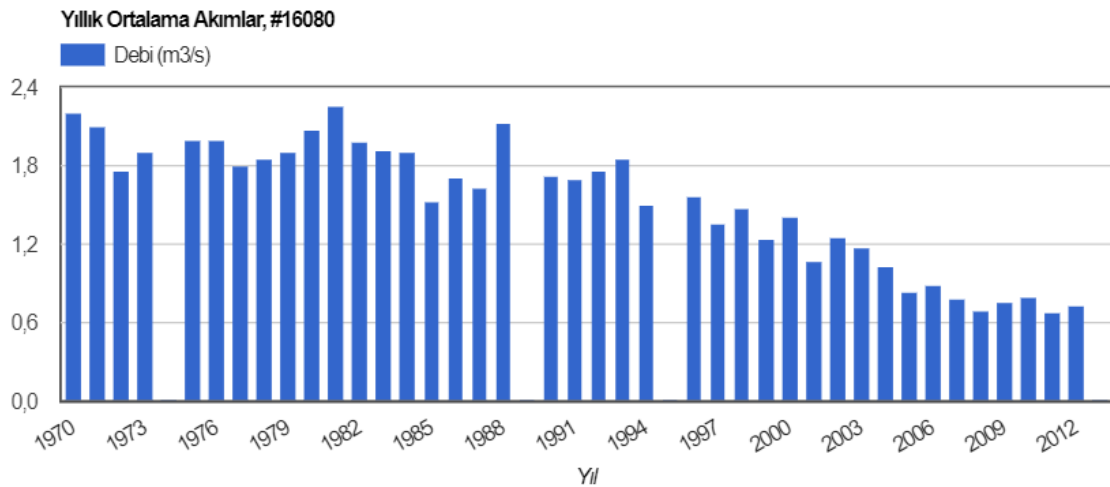
İstasyon	Karasu İstasyonu (16-80)		
	m^3/s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	2,130	3,100	0,923
Şubat	2,147	3,700	1,020
Mart	2,247	5,300	1,130
Nisan	2,026	5,000	0,130
Mayıs	1,153	12,000	0,030
Haziran	0,766	35,000	0,030
Temmuz	0,624	1,750	0,030
Ağustos	0,713	2,900	0,030
Eylül	0,997	4,500	0,030
Ekim	1,526	3,400	0,070
Kasım	1,888	3,000	0,440
Aralık	2,058	6,600	0,923
Ortalama	1,522	7,187	0,398

Bu akım gözlem istasyonu için istatistiksel sonuçlar Çizelge 4.38.'de verilmiştir. Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, 0 m³/s, 1,522 m³/s, 35 m³/s'dir. Akarsu özellikle yaz aylarında en düşük akıma sahip olmaktadır. Bu dönemde aylık ortalama debilerin yıllık ortalama debi olan 1,522 m³/s'nin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.65. Karasu (16-80) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

Grafiğe göre (Şekil 4.65) aylık ortalama akım verilerinin Ocak-Nisan ve Kasım-Aralık ayları arasında ortalama akım olan 1,522 m³/s'lik akımın üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.66. Karasu (16-80) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait yıllara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.66.'da verilmiştir. 1974-1975-1989-1990-1995-1996 yıllarında akış verilerine ulaşamamaktadır. Yıllara göre baktığımızda yıllık ortalama akım verilerinin %53,5'inin medyan debiden (1,669 m³/s) küçük olduğu görülmektedir. Rekor akış debisi 1981 yılında 2,252 m³/s olarak bulunmuştur. 1990 yılından sonra akışlarda düşüş olduğu görülmektedir. Düzenli olarak yaşanan bu düşüş yetkililer tarafından su alımı yapıldığının göstergesi olarak ifade edilmektedir.

4.10.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.39.'da verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış 1,999 m³/s ve kuru dönemde 1,046 m³/s olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımı belirgin olarak görülmektedir.

Çizelge 4.39. Karasu (16-80) AGİ'si için Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m ³ /s)	1,999	1,046
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m ³ /s)	0,300	0,209

Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış 0,300 m³/s ve kuru dönem için 0,209 m³/s olarak bulunmuştur. Bu istasyonda Tennant Yöntemi ile elde edilen çevresel akışlar dönemsel farklılıkları yansıtmaktadır.

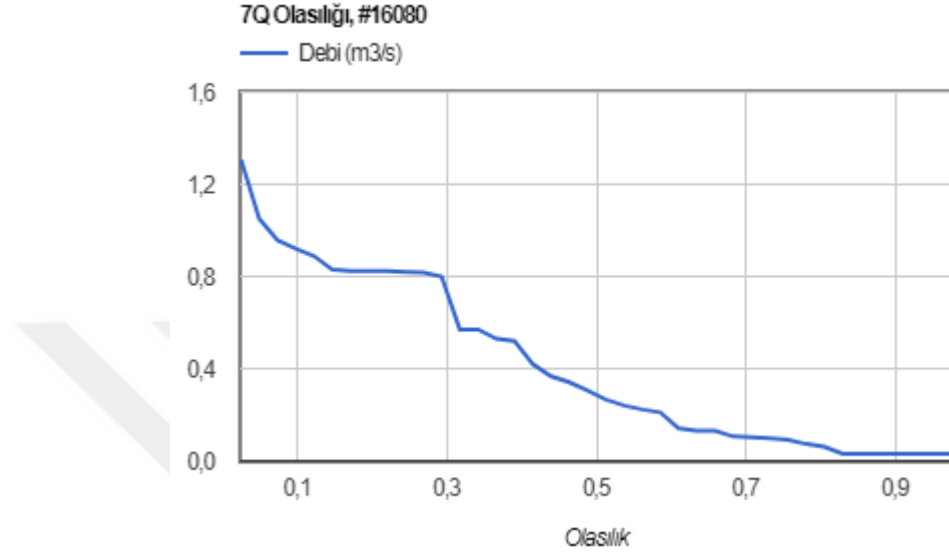
4.10.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q₃₄₇(Q₉₅) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q₉₅ yönteminde 40 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Zamanın %95'inde gerçekleşen akım bu metoda göre belirlenmiş olup çevresel akış debisi olarak 0,92 m³/s bulunmuştur.

4.10.3 7Q₁₀ Yöntemi

Çalışmada Karasu (16-80) istasyonuna ait 40 yıllık veri setinde ard arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük

olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı $0,414 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin ($0,624 \text{ m}^3/\text{s}$) altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.67 Karasu (16-80) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

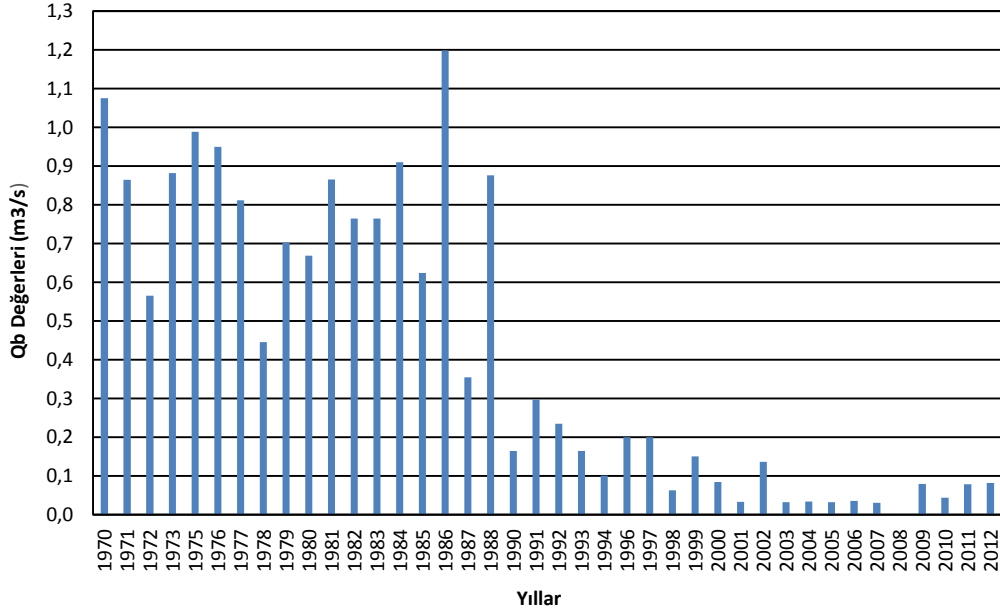
Tüm zamanların, %10'unda; Şekil 4.67'de görüldüğü gibi $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %30'unda $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ile devam ederek azalan ve %90'ında ise en az $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik akım gözlenmiştir. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edilmemiştir.

4.10.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Karasu (16-80) istasyonu için Şekil 4.68.'de yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri $0,415 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 415 L/s 'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.

1986 yılında Qb değeri çok yüksek bulunmuş olup (Şekil 4.68) 1970 yılı bu değeri takip etmektedir. 1989 yılına kadar Qb değerleri birbiriyle daha uyumlu görünmektedir. Bu yıllardaki bazı ayların ortalama akımları, tüm yılların aylık ortalamalarından yüksek çıkmıştır. Özellikle haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarının ortalamaları, tüm yılların aylık ortalamalarına kıyasla iki kat daha fazladır. Belli dönemlerde gerçekleşen yüksek akışlar Qb yönteminde de yüksek akışlara sebep olmuştur.

1990 yılından sonra akımlardaki düşüş göze çarpmaktadır. Bu yıllardaki aylık ortalama akımlar, tüm yılların aylık ortalamalarının altında çıkmıştır. Akış azlığının sebebi bu istasyondan sulama için suyun alınmasıdır. Dolayısıyla düşük akımların var oluşu düşük çevresel akışların hesaplanmasını beraberinde getirmektedir.

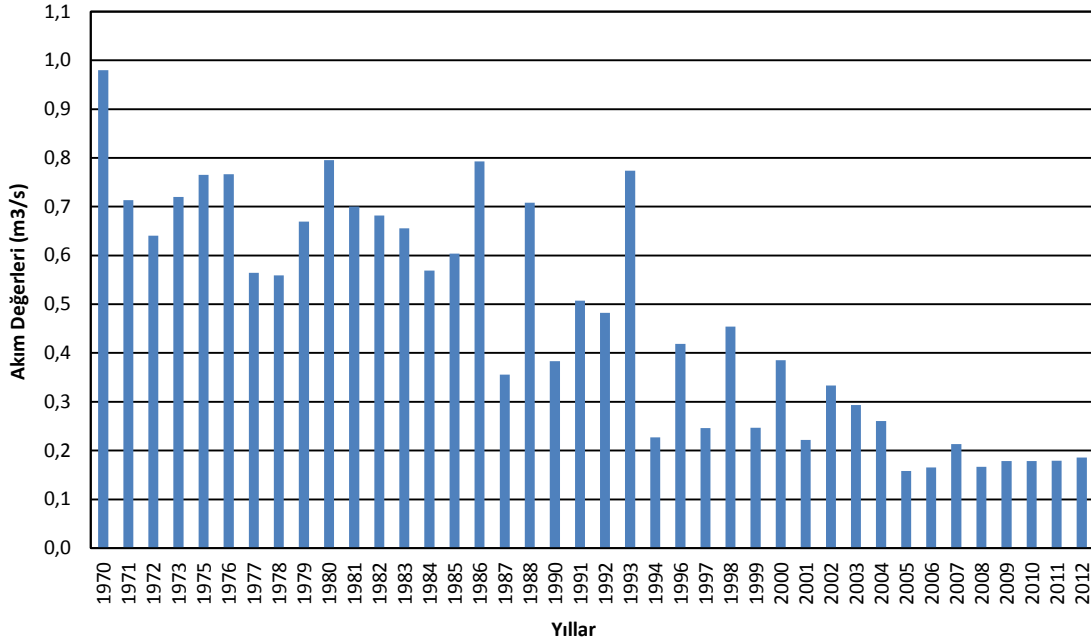


Şekil 4.68 Karasu (16-80) İstasyonu için Qb Grafiği

4.10.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Karasu istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken 20 veri eğitime için, 20 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 35 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,73 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.

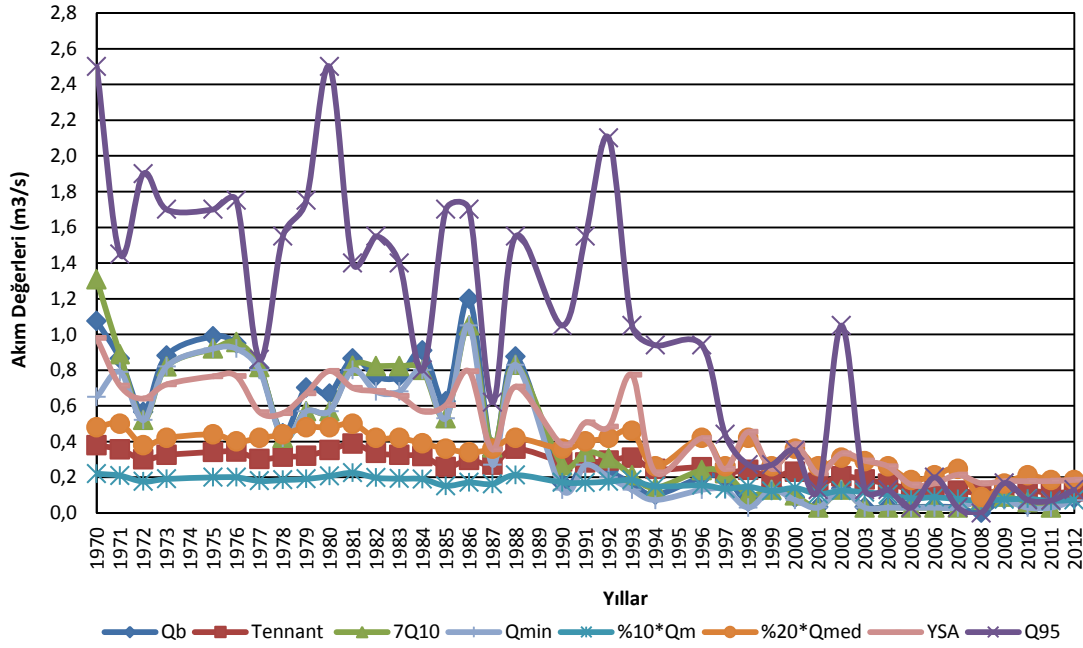


Şekil 4.69 Karasu (16-80) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.69.'da verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,472 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Diğer metotların 1990 yılı ve sonrası için işaret ettiği çok düşük değerler YSA ile daha yüksek değerlere dönüşmüştür. Yapay sinir ağları ile çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanarak elde edilen YSA sonucu ile diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünülmektedir. Dolayısıyla tüm yılların YSA ortalaması ile hesaplanan $0,472 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akış değeri daha makul kabul edilmektedir.

4.10.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Karasu istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.70'de tek bir grafikte gösterilmiştir. Q_b , 1990 yılından sonra $0,103 \text{ m}^3/\text{s}$, $7Q_{10}$ ise 2000 yılından sonra $0,055 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çok düşük çevresel akışlar sağlamaktadır. Q_{95} yöntemi ise $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ gibi bu istasyon için hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. Tennant Yönteminin ortalama akımın %10'unun üzerinde olduğu ve düzenli akımı sağladığı görülmüştür. Fakat bu yöntemin çıkış noktası olan fazla yağış alan bölgelere uygulandığında olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu sebepten dolayı bu istasyon için kullanmak her dönemde sağlıklı sonuçlar vermeyebilir. YSA, ortalama akımın %10'u ve medyan akımın %20'sinin üzerinde, tüm yöntemlere kıyasla düzgün bir salınım göstermiştir.



Şekil 4.70 Karasu (16-80) İstasyonu için YSA Grafiği

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.40'da yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant ve %10*Qm arasında tam bir uyum bulunmaktadır. 7Q10 ve Qb yöntemleri arasında da çok kuvvetli ($r=0.98$) bir korelasyon bulunmaktadır.

Korelasyon katsayıları toplamlarına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla Tennant, YSA ve %10*Qm olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.40. Karasu (16-80) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,83	0,98	0,77	0,88	0,81	0,69
Tennant	0,83	1,00	0,85	0,86	0,92	1,00	0,93
7Q10	0,98	0,85	1,00	0,78	0,89	0,83	0,71
Q95	0,77	0,86	0,78	1,00	0,88	0,85	0,79
YSA	0,88	0,92	0,89	0,88	1,00	0,91	0,87
%10*Qm	0,81	1,00	0,83	0,85	0,91	1,00	0,94
%20*Qmed	0,69	0,93	0,71	0,79	0,87	0,94	1,00

Korelasyon sonucunda; YSA'nın Qb, Tennant, 7Q10 ve %10*Qm yöntemleri ile arasında çok kuvvetli ($r>0,89$) bir ilişki bulunmaktadır. Q95 ve %20*Qmed yöntemleri ile kuvvetli seviyede ($0,7<r<0,89$) bir korelasyon bulunmaktadır. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.41. Karasu (16-80) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-80 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s)*												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	2,13	2,147	2,247	2,026	1,153	0,766	0,624	0,713	0,997	1,526	1,888	2,058
7Q ₁₀	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)	0,414 (+)
Q ₉₅	0,925 (+)	0,925 (+)	0,925 (+)	0,925 (+)	0,925 (+)	0,925 (-)	0,925 (-)	0,925 (-)	0,925 (+)	0,925 (+)	0,925 (+)	0,925 (+)
Tennant Yöntemi	0,299 (+)	0,299 (+)	0,299 (+)	0,209 (+)	0,209 (+)	0,209 (+)	0,209 (+)	0,209 (+)	0,209 (+)	0,299 (+)	0,299 (+)	0,299 (+)
Q _b Yöntemi	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)	0,415 (+)
YSA	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)	0,472 (+)
%10*Q _m	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)	0,151 (+)
%20*Q _{med}	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)	0,346 (+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.41) Tennant, 7Q₁₀, Q_b ve YSA yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. Taban akım değeri olan 0,624 m³/s'den yüksek olan tek çevresel akış yöntemi bu istasyon için Q₉₅ yöntemidir. Ortalama akımın %10'u (0,151 m³/s); yöntemler arasındaki en düşük değer olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Q₉₅ yöntemine göre hesaplanan değere (0,925 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri (0,472 m³/s) diğer yöntemlerin karması olarak en uygun sonucu vermektedir.

4.11. Selime (16-98 Nolu) Akım Gözlem İstasyonu İçin Sonuçlar

Selime (16-98) Akım Gözlem İstasyonu, Niğde Aksaray yolunun 16.km' sindeki Kızılkaya köyünden 3 km sonra Selime köyünde Melendiz çayının menbasındadır. Yaklaşık kotu 1129 metredir. Bu istasyonda 2012 yılına kadar toplam 28 yıllık veri bulunmaktadır.



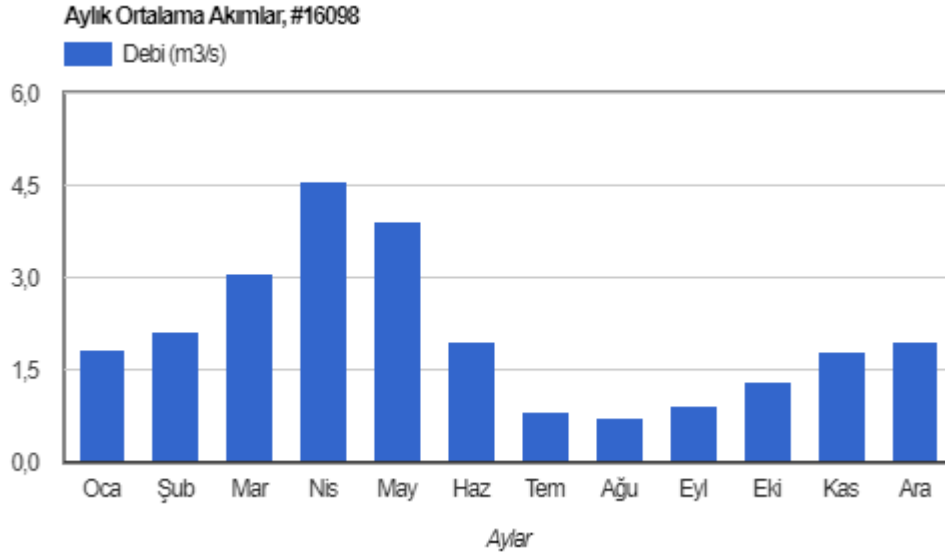
Şekil 4.71. Selime (16-98) İstasyonunun Konumu

Bu akım gözlem istasyonu için istatistiksel sonuçlar Çizelge 4.42’de verilmiştir. Günlük ortalama akım verilerine göre istasyona ait minimum, ortalama ve maksimum değerler sırasıyla, $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$, $2,090 \text{ m}^3/\text{s}$, $16 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir.

Çizelge 4.42. Selime (16-98) İstasyonuna ait istatistiksel sonuçlar

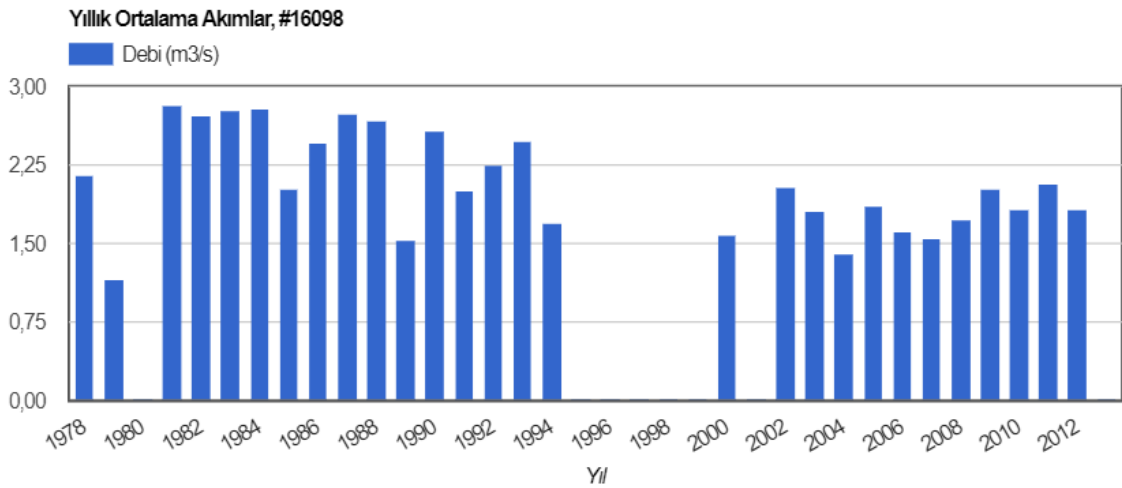
İstasyon	Selime İstasyonu (16-98)		
	m^3/s		
Aylar	Ortalama	Maksimum	Minimum
Ocak	1,807	16,000	0,220
Şubat	2,109	9,500	0,370
Mart	3,079	14,400	0,280
Nisan	4,580	16,000	0,480
Mayıs	3,904	14,500	0,060
Haziran	1,950	16,000	0,256
Temmuz	0,828	5,620	0,400
Ağustos	0,715	1,550	0,445
Eylül	0,897	2,900	0,500
Ekim	1,328	4,600	0,568
Kasım	1,800	15,500	0,280
Aralık	1,958	13,900	0,280
Ortalama	2,090	10,597	0,350

İstasyona ait aylara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.72.’de verilmiştir. Söz konusu istasyonda Haziran-Ocak arasındaki aylarda, aylık ortalama debilerinin yıllık ortalama debi olan $2,090 \text{ m}^3/\text{s}$ ’nin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.72. Selime (16-98) İstasyonu için Aylık Ortalama Akım Grafiği

Grafiğe göre (Şekil 4.72) aylık ortalama akım verilerinin Nisan ayın da 4,580 m³/s'lik akım ile maksimum düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Su yılının Şubat-Mayıs ayları arasındaki ortalama akımların, yıllık ortalama akım olan 2,090 m³/s'nin üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.73. Selime (16-98) İstasyonu için Yıllık Ortalama Akım Grafiği

İstasyona ait yıllara göre ortalama akış grafiği Şekil 4.73.'de verilmiştir. Grafiğe göre 2000 yılından sonra ortalama yıllık akımın 1,774 m³/s olduğu ve tüm zamanlar ortalama akım olan 2,090 m³/s'lik akımın altında olduğu görülmektedir. Rekor en az 1,155 m³/s olup 1979 yılında kaydedilmiştir. 1981,1995-2000 yılları arası ve 2001 yılı akış verisi bulunmamaktadır. 2002-2012 yılları arasında yıllık akışlarda düşüş olduğu

gözlenmektedir. Yıllara göre bakıldığında yıllık ortalama akım verilerinin %13'ünün medyan debiden ($1,571 \text{ m}^3/\text{s}$) küçük olduğu görülmektedir.

4.11.1 Tennant Yöntemi

Tennant Yöntemi hesaplamaları sonucunda çevresel akış değerleri Çizelge 4.43'te verilmiştir. Islak dönemde ortalama akış $2,006 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönemde $2,145 \text{ m}^3/\text{s}$ olup bu istasyon için ıslak-kuru dönem ayrımının çok belirgin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.43 Selime (16-98) AGİ'si için Orijinal Tennant Yöntemi

Aylar	Islak (Ekim-Mart)	Kuru (Nisan-Eylül)
Ortalama Akış (m^3/s)	2,006	2,145
Aylık Ort. Akış Yüzdesi (%)	15	20
Çevresel Akış (m^3/s)	0,301	0,429

Orijinal Tennant Yönteminde önerilen 6 ay ıslak 6 ay kuru dönemin bu istasyon için çok uygun olmadığı, kuru dönemin Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarından oluşacak şekilde Modifiye edilebileceği düşünülmektedir.

Tennant Yöntemine göre çevresel akışı hesaplamak için aylık ortalama akış yüzdesi %15 ve %20 olup bu istasyon için ıslak dönem için çevresel akış $0,301 \text{ m}^3/\text{s}$ ve kuru dönem için $0,429 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak bulunmuştur. Bu yöntem modifiye edilirse ıslak dönem için $0,385 \text{ m}^3/\text{s}$, kuru dönem için $0,219 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akışın uygun olduğu söylenebilir.

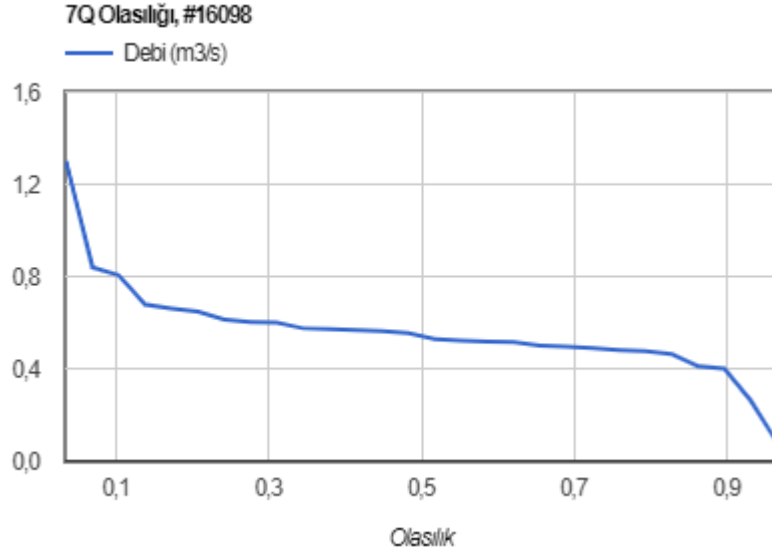
4.11.2 Q₉₅ Yöntemi

Zamanın %95'i ya da günlük akımlardan hareketle yapılan hesaplamalarda Q347(Q95) dikkate alınarak hesaplanan debi akarsuda bulunması gereken minimum akış olarak görülmektedir. Söz konusu Q95 yönteminde 28 yıllık veri setinde bulunan ayların tüm günlerinin akımlarının ortalaması alınmıştır. Böylelikle oluşturulan veri seti 365 elemanlıdır. Veri seti büyükten küçüğe dizilerek zamanın %95'inde gerçekleşen akım belirlenmiş olup bu istasyon için çevresel akış debisi olarak $0,855 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur.

4.11.3 7Q10 Yöntemi

Çalışmada Selime (16-98) istasyonuna ait 28 yıllık veri setinde art arda gelen her 7 günün ortalaması alınmış olup belirlenen bu ortalama akışlardan o yıla ait en küçük olanı bulunmuştur. Söz konusu istasyon için 7Q10 yöntemiyle belirlenen akış miktarı

0,561 m³/s'dir. Bu aylık ortalamaların belirlenmesiyle hesaplanan taban akım değerinin (0,715 m³/s) altında bir değerdir. Dolayısıyla nehir ekosistemine yetecek akışın sağlanamayacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.74. Selime (16-98) İstasyonu için 7Q10 Yöntemi Akış-Olasılık Grafiği

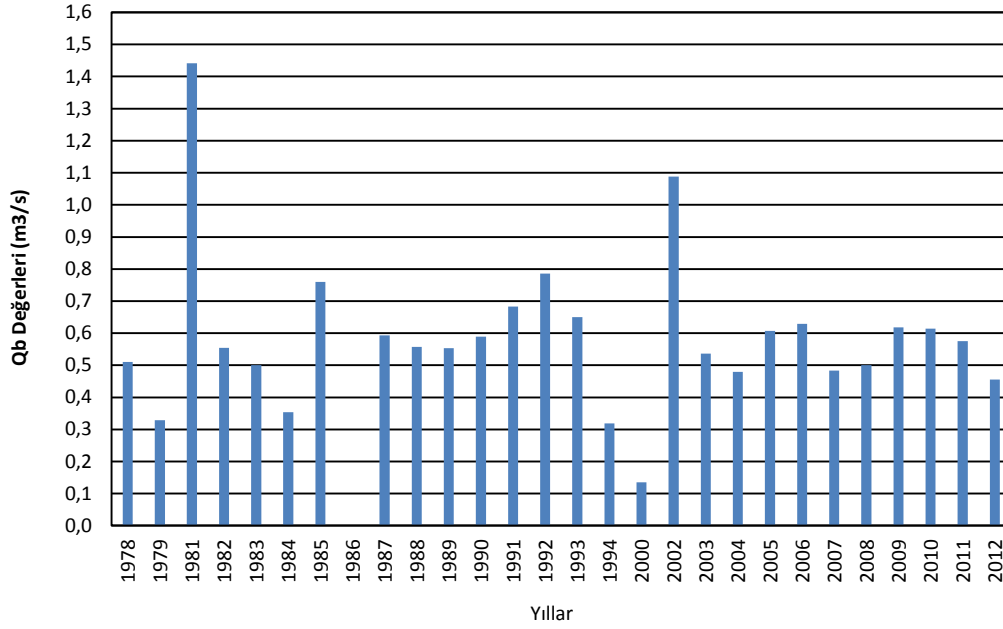
Tüm zamanların, %10'unda; Şekil 4.74.'te görüldüğü gibi 0,8 m³/s ve üzerinde bir debi ile akışın gerçekleştiği, %90'ında ise en az 0,4 m³/s'lik akım gözlenmiştir. Bu istasyonda 7 gün ardışık olarak kuruluk tespit edilmemiştir.

4.11.4 Qb (minimum akış) Yöntemi

Selime (16-98) istasyonu için Şekil 4.75.'te yıllara göre Qb değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Bu istasyon için ortalama Qb değeri 0,567 m³/s'dir. Bu yöntem bu istasyon için yıllık ortalama 567 L/s'lik minimum akışın yeterli olacağını söylemektedir.

1981 ve 2002 yıllarında Qb değerleri çok yüksek bulunmuş olup (Şekil 4.75) bu yıllar haricinde hesaplanan Qb değerleri birbiriyle daha uyumlu görünmektedir. 1981 ve 2002 yılları aylık ortalama akımları, tüm yılların aylık ortalama akımlarıyla kıyaslandığında bazı ayların ortalama akımları, tüm yılların aylık ortalama akımlarından yüksek çıkmıştır. 1981 yılında su yılının 7 ayında, 2002 yılında ise 6 ayında yüksek ortalama akımlar görülmektedir. Bu durum o yıllarda Qb yönteminin yüksek çevresel akış vermesine sebep olmuştur.

Özellikle yaz aylarında fazla akım görülen bu istasyonu aynı zamanda birçok dere beslemektedir. Bu sebeple düzenli akımların olduğu ve çevresel akış olarak bu yöntemin olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir.

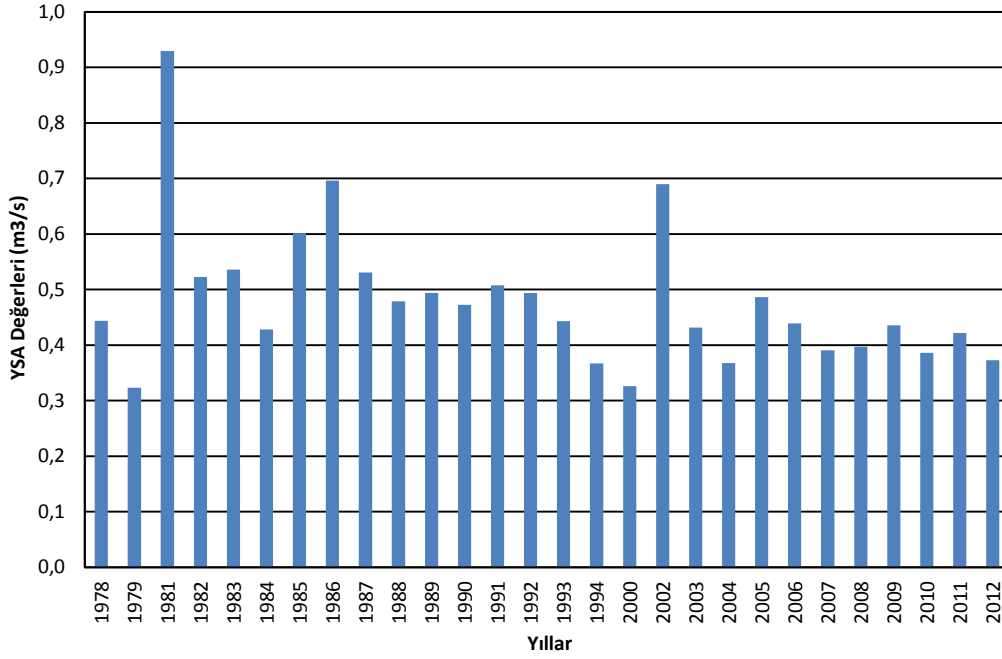


Şekil 4.75. Selime (16-98) İstasyonu için Qb Grafiği

4.11.5 Yapay Sinir Ağları Yöntemi

Selime istasyonu için yapay sinir ağı oluşturulurken 20 veri eğitime için, 8 veri ise test için kullanılmıştır. En iyi sonuçlar gizli katmanda 15 nöronun bulunduğu durumda elde edilmiştir.

Sisteme girilen test için kullanılan gerçek değerler ile ağ çıktısı olan değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,89 olarak bulunmuştur. Bu durumu sistemin performansının kuvvetli seviyede olduğu söylenebilir.

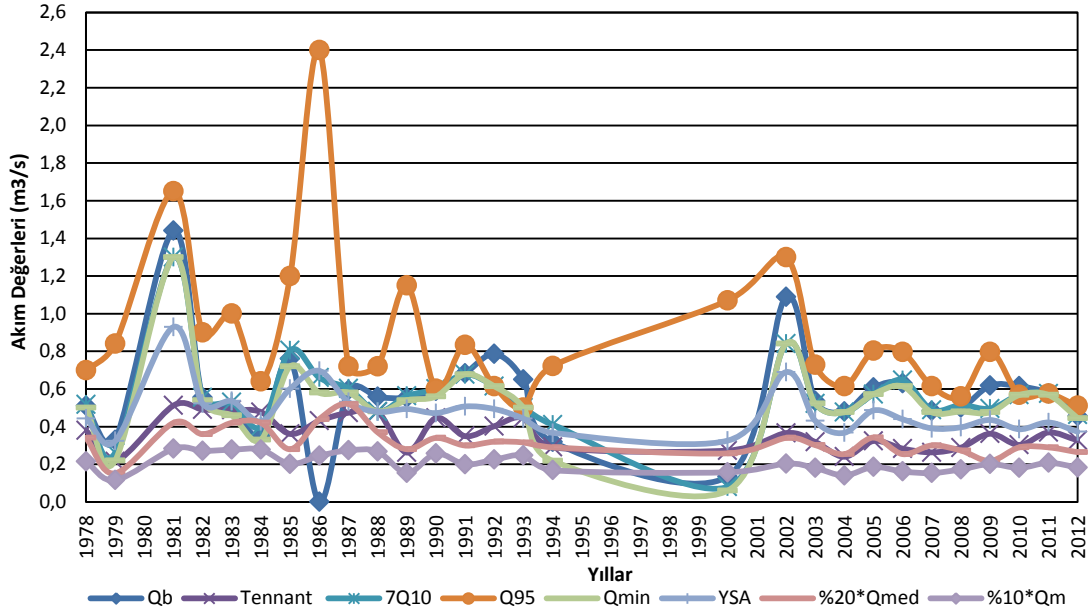


Şekil 4.76. Selime (16-98) İstasyonu için YSA Grafiği

YSA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.76.'da verilmiştir. Bu sonuçlarla hesaplanan ortalama akım değeri $0,478 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Farklı kaynaklardan beslenen bir AGİ olması sebebiyle sürekli akışın olması sonuçları olumlu yönde etkilemiştir. Yapay sınır ağları ile çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanarak elde edilen YSA sonucu ile diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünülmektedir. Örneğin diğer metotların 1981 yılı için işaret ettiği çok yüksek değer bile YSA ile daha küçük değerlere düşmüştür. Dolayısıyla tüm yılların YSA ortalaması ile hesaplanan $0,478 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik çevresel akış değeri daha makul kabul edilmektedir.

4.11.6 Yöntemlerin Kıyaslanması

Selime istasyonu için hesaplanan tüm çevresel akış yöntemleri Şekil 4.77'de tek bir grafikte gösterilmiştir. 1986 yılı için Qb yöntemi diğer yöntemlerden aykırı olarak $0 \text{ m}^3/\text{s}$ sonuç vermişken Q95 yöntemi ise $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ gibi bu istasyon için hiç karşılaşılmayan yüksek bir sonuç üretmiştir. Tennant, $\%10 \cdot Q_m$ ve $\%20 \cdot Q_{med}$ yöntemleri hemen her yıl için $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den daha küçük sonuçlar vermiştir.



Şekil 4.77. Selime (16-98) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

Yöntemler arasındaki uyumu araştırmak için Çizelge 4.44’de yöntemlerin birbirleriyle olan korelasyonlarına bakılmıştır. Tennant ve %10*Qm arasında tam bir uyum bulunmaktadır. YSA ve 7Q10 arasında ise kuvvetli ($r=0,89$) bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon katsayıları toplamına ($\sum r$) bakıldığında; diğer yöntemlerle en uyumlu yöntemlerin sırasıyla YSA, 7Q10 ve Tennant olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.44. Selime (16-98) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri Korelasyon Matrisi

YÖNTEMLER	Qb	Tennant	7Q10	Q95	YSA	%10*Qm	%20*Qmed
Qb	1,00	0,31	0,82	0,03	0,63	0,27	0,14
Tennant	0,31	1,00	0,42	0,22	0,59	1,00	0,80
7Q10	0,82	0,42	1,00	0,45	0,89	0,40	0,39
Q95	0,03	0,22	0,45	1,00	0,73	0,20	0,34
YSA	0,63	0,59	0,89	0,73	1,00	0,57	0,58
%10*Qm	0,27	1,00	0,40	0,20	0,57	1,00	0,83
%20*Qmed	0,14	0,80	0,39	0,34	0,58	0,83	1,00

Korelasyon sonucunda YSA’nın 7Q10 ve Q₉₅ yöntemiyle ilişkisinin kuvvetli olduğu görülmektedir. Ortalama akımın %10’u ve medyan akımın %20’si kendi aralarında ($r=0,83$) ve Tennant Yöntemiyle ($r=1$ ve $r=0,8$) kuvvetli ilişkide çıkmıştır. Bu kıyaslamalarda YSA yönteminin daha başarılı olmasının sebebi bu yöntemin diğer yöntemlerin harmanlamasıyla oluşan sonuçlar üretmesinden dolayıdır.

Çizelge 4.45. Selime (16-98) İstasyonu için Çevresel Akış Yöntemleri

16-98 Nolu AGİ için Çevresel Akış (m ³ /s)*												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ort.Aylık Akım	1,807	2,109	3,079	4,580	3,904	1,95	0,828	0,715	0,897	1,328	1,800	1,958
7Q ₁₀	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)	0,561 (+)
Q ₉₅	0,859 (+)	0,859 (+)	0,859 (+)	0,859 (+)	0,859 (+)	0,859 (+)	0,859 (-)	0,859 (-)	0,859 (+)	0,859 (+)	0,859 (+)	0,859 (+)
Tennant Yöntemi	0,301 (+)	0,301 (+)	0,301 (+)	0,429 (+)	0,429 (+)	0,429 (+)	0,429 (+)	0,429 (+)	0,429 (+)	0,301 (+)	0,301 (+)	0,301 (+)
Qb Yöntemi	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)	0,567 (+)
YSA	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)	0,478 (+)
%10*Q _m	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)	0,207 (+)
%20*Q _{med}	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)	0,320 (+)

* Ortalama aylık akım verisi ilgili ayda çevresel akış yöntemindeki debiyi sağlıyorsa (+) işareti, sağlamıyorsa (-) işareti kullanılmıştır.

Bu istasyon için ortalama aylık akım değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.45) Tennant, 7Q₁₀, Q_b ve YSA yöntemlerinin sonuçlarına yetecek kadar suyun bulunduğu görülmektedir. Taban akım değeri olan 0,715 m³/s'den yüksek olan tek çevresel akış yöntemi bu istasyon için Q₉₅ yöntemidir. Ortalama akımın %10'u (0,207 m³/s); yöntemler arasındaki en düşük değer olup bu istasyon için uygun olmadığı düşünülmektedir. Q₉₅ yöntemine göre hesaplanan değere (0,859 m³/s) bakıldığı zaman; ortalama aylık akımın Temmuz ve Ağustos aylarında bu değeri sağlamadığı görülmektedir. YSA ile hesaplanan çevresel akış değeri (0,478 m³/s) diğer yöntemlerin karması olarak en uygun sonucu vermektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Yeni çevre politikaları, tatlı su ekosistemlerinin ekolojik bütünlüğünü koruma ihtiyacını ortaya koymaktadır. Hidrolojik rejim, nehir süreçlerinin belirlenmesinde kilit bir unsurdur ve bu nedenle çevresel akış tanımını bu hedefe ulaşmak için esas teşkil etmektedir.

Artan su talebine karşı uzun vadede suyun sürdürülebilirliğini sağlamak Entegre Su Kaynakları Yönetimini ön plana çıkarmıştır. Entegre su kaynakları yönetimi tüm havza ve bağlantılı olduğu yeraltı ve yerüstü sularının da dikkate alınarak geniş çapta değerlendirme gerektirmektedir.

Çevresel akış çalışmaları ülkeden ülkeye, ülke içerisindeki farklı havzalarda dahi değişiklik gösterebilmektedir. Her bir akarsuyun ekolojik yapısı, su gereksinimi farklıdır. Bu nedenle çevresel akış değerlendirmesi her bir havza içerisinde akarsu özelinde yapılmalıdır.

Dünya çapında da bu konuyla ilgili yapılmış pek çok çalışma vardır. Bu çalışma için Konya Kapalı Havzası seçilmiştir. Devlet Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre 172 adet akım gözlem istasyonu bulunmakta, bunlardan 73 tanesi açık görünmektedir. Çalışmada kullanılmak üzere bu istasyonlar içinden doğal akış olan ve havzayı temsil eden 11 istasyon seçilmiştir. Seçilen akım gözlem istasyonlarının en az 28 yıllık ve günlük olarak alınan akım verileri ile Tennant Yöntemi, 7Q10, Q95, Qb (minimum akış) ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanılarak çevresel akışları hesaplanmıştır. Kullanılan tüm yöntemlerin çevresel akışı temsil etmesi durumu istasyon bazında değerlendirilmiştir. Örneğin Tennant Yönteminin belli dönemlerde çevresel akış belirleme de uygun sonuçlar verdiği görülmüştür. Tennant Yöntemi yılın ıslak ve kuru dönemlerinde değişkenlik göstermesi nedeni ile tüm istasyonlar için önerilmemektedir. Özellikle bu yöntemin çıkış noktası olan yüksek oranda yağış alan bölgeler için uygulanabilir olması, yarı kurak olan Konya Kapalı Havzası için tüm istasyonlarda uygun sonuçlar vermediğini göstermiştir. 16-015 (Üstünler), 16-115 (Çarşamba), 16-28 (İbrala) ve 16-98 (Selime) numaralı istasyonlar için Tennant yöntemi modifiye edilerek ıslak ve kuru dönem ayrımı belirgin hale getirilebilir.

7Q10 yöntemi minimum akımın olduğu yedi günlük dönemdeki akımların ortalaması yöntemi olması sebebiyle genel olarak çok düşük akım değerleri

öngörmektedir. Bu değer de o su kaynağı için yeterli olamamaktadır. Art arda yedi günlük kuruluk tespit edilen istasyonlar için uygun bir yöntem değildir.

Q95 yöntemi zamanın %95'inde gerçekleşen akım olduğundan az yağış almış veya akım verileri bulunmayan istasyonlar için uygun sonuçlar vermemektedir.

Qb yöntemi birçok çalışmada çevresel akışı hesaplamada iyi tahminler yapmıştır. Genellikle yağış-akım verileri kullanılarak çalışılan istasyonlarda bu yöntemin uygulanabildiği görölmüştür. Fakat bu çalışmada; yıl içinde akım verisi uzun süre 0 m³/s olan ya da akım verisi olmayan 16-015 (Üstünler) ve 16-101 (Çavuşderesi) numaralı istasyonlarda olduğu gibi çok düşük çevresel akışlar hesaplandığından bu istasyonlar için uygun olmadığı düşünölmektedir. Düzenli akışların olduğu 16-098 (Selime) ve 16-115 (Çarşamba) numaralı istasyonlar için Qb yöntemi makul sonuçlar vermektedir.

Yapay sinir ağları yöntemi istasyon bazında değerlendirildiğinde iyi performans göstermiştir. Çevresel akış hesaplamada kullanılan diğer yöntemlerin sonuçları harmanlanarak elde edilen YSA sonucu ile diğer yöntemlerin zayıflıkları giderilmeye çalışılarak daha sağlıklı bir çevresel akış değeri elde edildiği düşünölmektedir. 16-098 (Selime), 16-080 (Karasu), 16-028 (İbrala), 16-115 (Çarşamba), 16-104 (Sarısu), 16-100 (Küçükmuhsine) numaralı istasyonlarda, ortalama akımın %10'u ve medyan akımın %20'si olan emniyetli akış olarak görölen bu değerlerin üzerinde sonuçlar verdiği görölmüştür. YSA'nın makul sonuç verdiği istasyonlarda bu yöntem diğerlerine göre hesaplama karmaşasını azalttığı için daha güvenilir kabul edilmektedir.

Diğer yandan 16-081 (İlgın), 16-101 (Çavuşderesi), 16-078 (Taşagıl) ve 16-117 (Seyithasan) numaralı akım gözlem istasyonlarında Qb, 7Q10 ve Q95 yöntemleriyle hesaplanan çevresel akışlar çok düşük olduğundan YSA sonuçlarının da emniyetli sınır olarak bilinen DSI'nin önerdiği ortalama akımın %10'undan düşük çıktığı görölmüştür. Bu tarz düşük akımların hesaplandığı istasyonlarda, YSA ne kadar başarılı bir yöntem olsa da sonuçlar diğer yöntemlerin harmanlanmasıyla elde edildiği için düşük akışların hesaplanması beklenmektedir. Bu durumda YSA yöntemi de minimum akışı sağlayacak akışları vermiş olmaz.

Çalışmanın önemli bir sonucu olarak yöntemler arası toplam korelasyonlara göre YSA, Tennant ve ortalama akımın %10'u yöntemleri birbiriyle uyumlu sonuçlar vermiştir.

5.2 Öneriler

Çalışmanın bir çıktısı olarak ülkemiz gibi farklı bölgelerinde farklı iklime sahip ülkeler için tek bir çevresel akış yöntemi önermek uygun görülmemektedir. Çevresel akış değerlendirmesinin havza bazında hatta su kütlesi olarak değerlendirilip ortaya konulması her bir akarsuyun sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada da görülmüştür ki; farklı su kaynakları için farklı yöntemler kullanılarak çevresel akış belirlenmelidir. Bu konuda yapılmış çalışmalara bakıldığında çevresel akış hesaplamasında yöntemlere ilave edilecek parametrelerin olduğu görülmektedir. İspanyada yapılmış çalışmaların birçoğunda nehirlerin habitat durumu da değerlendirilmiştir. Bir diğer çalışmada ise bir yıl boyunca fiziksel ve kimyasal parametreler ve suda yaşayan makro omurgasızlar ölçülmüş, havza içinde çözünmüş oksijen konsantrasyonu değerlendirilmiştir.

Özellikle Türkiye’de yapılan çalışmalara bakıldığında hidrolojik veriler kullanılarak çevresel akış hesaplanmıştır. Bu çalışmanın bir çıktısı olarak biyolojik çeşitlilik içeren yöntemlerle de çevresel akış hesaplanabileceği ve o nehir ekosistemi için daha sağlıklı sonuçlar alınacağı söylenebilir. Yasal mevzuatlarla da bu konu desteklenerek su kaynakları bazında özellikle biyolojik çeşitliliğe vurgu yapılması gerekmektedir. İhtiyaç duyulan minimum akım o su kaynağında yaşayan, oradan beslenen canlı çeşitliliği ile doğrudan orantılı olmaktadır.

Çalışmanın önemli bir sonucu olarak, Qb yöntemi düzenli akımların olduğu istasyonlar için önerilirken Yapay Sinir Ağları da çevresel akış hesaplama da kullanılan diğer yöntemlerin zayıf yönlerini tolere edip, iyi performans göstermesi sebebiyle önerilmektedir.

Yapılacak olan yeni çalışmalarda YSA için farklı modeller kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir. Bu çalışmada kullanılan İleri Beslemeli Geri Yayınımlı YSA modeli yerine Olasılıksal Sinir Ağı veya farklı makine öğrenme yöntemleri denenebilir. Daha fazla yağış alan, düzenli akımları bulunan havzalarda bu yöntemlere ilave olarak biyolojik çeşitliliği de içeren yöntemlerle çevresel akış hesabı yapılabilir.

KAYNAKLAR

- ACEDP, 2011, Policy Measures, Mechanisms and Framework for Addressing Environmental Flows, *Australia-China Environment Development, Partnership River Health and Environmental Flow in China*.
- Aci, M., 2006, Yapay Sınır Ağları ile Hidrolojik Modelleme, Manisa, 85.
- Acreman, M. C. ve Dunbar, M. J., 2004, Defining environmental river flow requirements ? a review, *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 8 (5), 861-876.
- Aguilar, C. ve Polo, M. J., 2016, Assessing minimum environmental flows in nonpermanent rivers: The choice of thresholds, *Environmental Modelling & Software*, 79, 120-134.
- Alcázar, J., Palau, A. ve Vega-García, C., 2008, A neural net model for environmental flow estimation at the Ebro River Basin, Spain, *Journal of Hydrology*, 349 (1-2), 44-55.
- Alfredsen, K., 1998, Habitat modelling in Norway an overview of projects and future developments. In Hydroecological Modelling. Research, Practice, Legislation and Decision-making, *Biological Research Division and Water Research Institute, Fort Collins, and Water Research Institute, Praha, Czech Republic*, 33-35.
- Alomía Herrera, I. ve Carrera Burneo, P., 2017, Environmental flow assessment in Andean rivers of Ecuador, case study: Chanlud and El Labrado dams in the Machángara River, *Ecohydrology & Hydrobiology*, 17 (2), 103-112.
- Anonim, 2009, T.C. Resmi Gazetesi: Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması Gmzalanmasına ilişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik.
- Arthington, A. H., King, J. M., O'keeffe, J. H., Bunn, S. E., Day, J. A., Pusey, B. J., Blüdhorn, D. R. ve Tharme, R. E., 1992, Development of an holistic approach for assessing environmental water requirements of riverine ecosystems., *Water Allocation for the Environment*, 69-76.
- Arthington, A. H., 1998, Comparative Evaluation of Environmental Flow Assessment Techniques: Review of Holistic Methodologies, *Canberra, Australia*.
- Ates, H., Dogan, S. ve Berktaş, A., 2017, COMPARATIVE STUDY OF FLOW REGIMES FOR THE EXAMINATION OF ENVIRONMENTAL FLOWS, *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences (IJEES)*, 7, 499-510.
- Ateş, H., 2013, Akarsularda Çevresel Akışın Önemi ve Büyük Menderes Havzası Örneği, *Selçuk Üniversitesi, Konya*, 70.
- Brown, C., Sparks, A. ve Howard, G., 2000, Palmiet River instream flow assessment. Instream flow requirements of the riverine ecosystem. Proceedings of the IFR workshop and determination of associated dam yields, G400-00-0499. 168.
- Caissie, D. ve El-Jabi, N., 1995, Comparison and regionalization of hydrologically based instream flow techniques in Atlantic Canada, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 22 (2), 235-246.
- Caissie, D., L. LeBlanc, J., Bourgeois, N. ve Turkkan, E.-J. a. N., 2011, <Low Flow Frequency report New Brunswick 3 para Weibull.pdf>.
- Castellano-Méndez, M. a., González-Manteiga, W., Febrero-Bande, M., Manuel Prada-Sánchez, J. ve Lozano-Calderón, R., 2004, Modelling of the monthly and daily behaviour of the runoff of the Xallas river using Box-Jenkins and neural networks methods, *Journal of Hydrology*, 296 (1), 38-58.
- Dai, L., 2019, Ecological Flow Process Evaluation of a Hydropower Station's Dehydration River, *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (3).

- Davis, R. ve Hirji, R., 2003, Environmental flows: concept and methods, water resources and environment technical note C.2., *Washington, ABD*.
- Dyson, M., Bergkamp, G. ve Scanlon, J., 2003, Flow : the essentials of environmental flows, *Gland, Switzerland and Cambridge, UK*, IUCN, p.
- Fausett, L. V. ve Elwasif, W., 1994, Predicting performance from test scores using backpropagation and counterpropagation, *Proceedings of 1994 IEEE International Conference on Neural Networks (ICNN'94)*, 3398-3402 vol.3395.
- Growns, J. ve Marsh, N., 2000, Characterisation of Flows in Regulated and Unregulated Streams in Eastern Australia, *CRC for Freshwater Ecology, Canberra*.
- IUCN, 2004, Assessment and provision of environmental flows in Mediterranean watercourse : concepts, methods and emerging practice, Mediterranean resource kit, *Malaga, Malaga*, p.
- Jorde, K., 1996, Ecological evaluation of instream flow regulations based on temporal and spatial variability of bottom shear stress and hydraulic habitat quality. In *Ecohydraulics 2000*. Leclerc, M., Capra, H., Valentin, S., Boudreault, A. ve Cote, Y. INRS-Eau: Quebec, Canada: B163–174.
- Jowett, I. G., 1989, RHYHABSIM: river hydraulic and habitat simulation, *Freshwater Fisheries Centre* (49), 39.
- Jowett, I. G. ve Richardson, J., 1995, Habitat preferences of common, riverine New Zealand native fishes and implications for flow management, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 29 (1), 13-23.
- Karakoyun, Y., 2014, Hidroelektrik Santrallerde Çevresel Akış Miktarının Belirlenmesi ve Çambaşı Hes Örneği, *Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul*, 78.
- Karınca, D., 2018, Susurluk, Gediz ve Fırat-Dicle Havzalarında Çevresel Akış Tahmini, *İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*, 199.
- King, J. M., Tharme, R. E. ve De Villiers, M. S., 2000, Environmental Flow Assessments for Rivers: Manual for the Building Block Methodology, *University of Cape Town, South Africa*
- Kohonen, T., 1988, An Introduction to Neural Computing, *Neural Networks*, 1, 4.
- Malkoç, F., Malkoç, Y. ve M., Y., 2011, Nehirlerde Çevresel Akışın Belirlenmesinde Hidrolojik Kuraklığın Etkileri, EİEİ Genel Müdürlüğü, Ankara, p.
- Mandal, U. ve Cunnane, C., 2009, Low-Flow Prediction for Ungauged River Catchments in Ireland. Irish National Hydrology Seminar.
- Matthews, R. C. ve Bao, Y., 1991, The Texas method of preliminary instream flow determination, *Rivers*, 2 (4), 295–310.
- OİSB, 2010, Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması – Konya Kapalı Havzası, TÜBİTAK MAM ÇEVRE ENSTİTÜSÜ: 473.
- Okkan, U. ve Mollamutoğlu, A., 2010, Yiğitler Çayı Günlük Akımlarının Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi İle Modellenmesi *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (23), 33-48.
- Okkan, U. ve Dalkılıç, H. Y., 2012, Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları ile Kemer Barajı Aylık Akımlarının Modellenmesi*, *İMO Teknik Dergi* (379), 5957-5966.
- Okumuş, E., 2011, Nehir Ekosistemlerinde Çevresel Akışın Belirlenmesi, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara, p. 77.
- Öcal, O., 2007, Yapay Sinir Ağları Algoritması kullanılarak Akarsu Havzalarında Yağış-Akış-Katı Madde İlişkisinin belirlenmesi, *Denizli*, 108.
- Öztemel, E., 2003, Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık Eğitim Bilgisayar sistemleri San. ve tic. A.Ş.
- Öztemel, E., 2012, Yapay Sinir Ağları, *İstanbul*, Papatya Yayıncılık Eğitim, p. 232.

- Palau, A. ve Alcazar, J., 1996, The basic flow: an alternative approach to calculate minimum environmental instream flows. . In Ecohydraulics 2000. Leclerc, M., Capra, H., Valentin, S., Boudreault, A. ve Cote, Y., Canada;: A547–558.
- Palau, A. ve Alcázar, J., 2012, The basic flow method for incorporating flow variability in environmental flows, *River Research and Applications*, 28 (1), 93-102.
- Peñas, F. J., Juanes, J. A., Galván, C., Medina, R., Castanedo, S., Álvarez, C. ve Bárcena, J. F., 2013, Estimating minimum environmental flow requirements for well-mixed estuaries in Spain, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 134, 138-149.
- Peñas, F. J., Juanes, J. A., Álvarez-Cabria, M., Álvarez, C., García, A., Puente, A. ve Barquín, J., 2014, Integration of hydrological and habitat simulation methods to define minimum environmental flows at the basin scale, *Water and Environment Journal*, 28 (2), 252-260.
- Reiser, D. W., Wesche, T. A. ve Estes, C., 1989, Status of Instream Flow Legislation and Practices in North America, *Fisheries*, 14 (2), 22-29.
- Richter, B. D., Baumgartner, J. V., Powell, J. ve Braun, D. P., 1996, A Method for Assessing Hydrologic Alteration within Ecosystems, *Conservation Biology*, 10 (4), 1163-1174.
- Sivakumar, B., Jayawardena, A. W. ve Fernando, T. M. K. G., 2002, River flow forecasting: use of phase-space reconstruction and artificial neural networks approaches, *Journal of Hydrology*, 265 (1), 225-245.
- Tharme, R. E., 1996, Review of international methodologies for the quantification of the instream flow requirements of rivers. Water law review, *Freshwater Research Unit, University of Cape Town, Cape Town*, 116.
- Tharme, R. E., 2003, A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers, *River Research and Applications*, 19 (5- 6), 397-441.
- Thoms, M., Sheldon, F., Roberts, J., Harris, J. ve Hillman, T., 1996, Scientific Panel Assessment of Environmental Flows for the Barwon-Darling River, p.
- Turhan, E., 2012, Seyhan Havzasının Yağış-Akış İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Modellenmesi, *Çukurova Üniversitesi*, 115.
- WWF, 2014, Sürdürülebilir Hidroelektrik için Çevresel Akış Kılavuzu.
- Yang, H.-C., Suen, J.-P. ve Chou, S.-K., 2016, Estimating the Ungauged Natural Flow Regimes for Environmental Flow Management, *Water Resources Management*, 30 (13), 4571-4584.
- Yu, C., Yin, X. ve Yan g, Z., 2013, Optimal ecological operation of the cascade reservoirs in International River based on the theory of Water right, *the 3rd Biennial Symposium of the International Society for River Science*, Beijing (China).
- Yue, S., Li, H., Cheng, B. ve Gao, Z., 2018, The Value of Environmental Base Flow in Water-Scarce Basins: A Case Study of Wei River Basin, Northwest China, *Water*, 10 (7), 848.
- Yüksek, A. G., Bircan, H., Zontul, M. ve Kaynar, O., 2007, SİVAS İLİNDE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE HAVA KALİTESİ MODELİNİN OLUŞTURULMASI ÜZERİNE BİR UYGULAMA *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8 (1), 97-112.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : EMEL AKSU KOÇAK
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya 27/09/1990
Telefon : 05557568593
Faks :
E-Posta : emelaksu90@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	:			
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya, 2013		
Yüksek Lisans	:			
Doktora	:			

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013-2014	Aqwadem Consulting	Proje Koordinatörü
2014-Halen	Konya Büyükşehir Belediyesi	Çevre Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Katı Atıklar

YABANCI DİLLER

İngilizce-Orta Seviye

YAYINLAR

Koçak A.E., Dogan S., Berkday A., “Environmental Flow For Ibrala Stream in Konya Closed Basin”, IGCC International Green Capitals Congress Konya, Turkey, May 8-11, 2018, (Poster Presentation).