

ARA TIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Recep BAKI¹, Serdar GÖNCÜ²

**AKARSU DEB ÖLÇÜMLERİNDE EKSİK VERİLERİN TAMAMLANMASI:
ZAP SUYU HAVZASI ÖRNEĞİ**

ÖZ

Su kaynaklarının havza bazındaki ihtiyaçlara göre planlanması için havza su potansiyelinin çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analizlerin doğru ve güvenilir olması için de havzaya ait meteorolojik ve akım gözlem verilerinin eksiksiz olması ve uzun yıllara dayanması gerekmektedir. Özellikle akım gözlem verilerinin eksik olması, su yapılarının planlanmasında ciddi risklerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu makalede, Akım Gözlem stasyonlarındaki (AG) eksik verilerin tamamlanması için korelasyona bağlı regresyon analizi ve Drenaj Alan Oranı metodu kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Zap Suyu havzası seçilmiştir.

Çalışma sonucunda, eksik verilerin tamamlanması için istasyonlar arasındaki korelasyonlardan yararlanılarak oluşturulan doğrusal veya doğrusal olmayan regresyon denklemlerinin kullanılması ile orijinal veri (data) setlerinin istatistiksel açıdan yapısı bozulmadan eksik verilerin tamamlanabilmesi mümkün olmuştur. Aynı durum Drenaj Alan-Oranı metodu için de geçerlidir. Fakat eksik verilerin tamamlanabilmesinde dikkat edilecek en önemli hususlardan birisi de eksik veri boyutudur. Özellikle fazla miktarda eksik verinin bulunması durumunda her iki yöntemde de orijinal verilerden sapmalar gözlemlenebilmektedir. Bu nedenle sadece bir metoda bağlı kalmaksızın, farklı metodlar ile eksik verilerin tamamlanması ve birbirleri ile kıyaslanarak en uygun metodun sonuçlarının kullanılması, büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eksik akım verisi tamamlama, Alan oranı metodu, Regresyon analizi, Zap Suyu havzası

**COMPLETION OF MISSING DATA IN RIVERS FLOW MEASUREMENT:
CASE STUDY OF ZAB RIVER BASIN**

ABSTRACT

For the planning of water resources based on the demands through the basin, water potential of the basin must be analyzed carefully. For these analyses to be accurate and dependable, complete meteorological and flow data must be obtained which covers a long period of previous years. Because, especially missing flow monitoring data used at the planning stage of water structures have been reported to induce serious hazards at the operating stage.

In this paper, filling of the missing data obtained from the flow gauging stations (FGS) was performed using regression analyses related to the correlations and drainage area-ratio methods. Zab River basin has been used for studying area.

¹ Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü.
E-posta: rbakis@anadolu.edu.tr

² Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
E-posta: sgoncu@anadolu.edu.tr

In order to fill the missing data, linear and non-linear regression equations have been used for identifying the missing values without disturbing the statistical structure of the original (long) data sets. The same approach was followed for drainage area-ratio method. The size of missing part of the data, however, is one of the most important points to consider in filling the missing values. Especially in case of large amount of missing values, both filling methods resulted in large deviation when compared with original data. Therefore, different methods should be used as much as possible, not just only one method, for filling missing values and comparison of the results from different methods would lead to best missing data filling method.

Keywords: Filling of missing flow data, Drainage-ratio method, Regression analysis, Zab watershed.

1.G R

Su kaynaklarının planlanması ve yönetimine yönelik havza bazındaki çalı malarda, sıcaklık, yağış, buharlaşma, kar ve akım verileri gibi meteorolojik ve hidrolojik verilere ihtiyaç vardır. Bu verilerin eksiksiz ve kesintisiz olması çok önemlidir. Fakat pek çok havza bazlı çalı mada, farklı kurum/kurulu lardan alınan meteorolojik (Yağış, sıcaklık, buharlaşma, kar, ..vb.) veriler (datalar) ve Hidrolojik (akım gözlem veya akım ölçüm verileri) de erler temin edilirken, geçmi tarihlere (yıllara) ait verilerde çe itli nedenlerle eksik veriler olmaktadır. Bu veri eksikliği çe itli sebeplerle ortaya çıkabilmektedir (iklimsel zorlukları, ulaşım zorlukları, ölçüm cihazındaki sorunlar vb. sebeplerle). Elverişli olmayan iklim koşulları veya çe itli nedenlerden dolayı akım verilerinde boşlukların oluşması, su kaynaklarının etkin bir şekilde planlanması, projelendirilmesi ve işletiminin sağlanması açısından önemli problemler yaratmaktadır (Dursun ve Karabatak, 2008, Hipel ve McLeod, 1994). Literatür incelendi inde, genel olarak, akım verilerinde %5-10 oranlarında, hatta bazı durumlarda %25'e varan oranlarda eksik veriler ile karşılaşmaktadır (Elshorbagy ve ark. 2000; Panu ve ark. 2000, Usul, 2005). Özellikle ülkemizdeki hidrolojik verilerde, yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, önemli miktarda veri eksiklikleri vardır (Usul, 2005).

Hidrolojideki eksik veriler, özellikle hidrolojik modelleme ve su kaynakları yönetimine yönelik proje çalı malarında önemli sorunlara yol açmaktadır. Eksik verilerin tamamlanması için çe itli metotlar kullanılmaktadır. Bu metotların başında, interpolasyon, regresyon analizi, zaman serisi analizi, yapay sınırları, ve hidrolojik modeller gibi çe itli metotlar kullanılmaktadır (Anonim 1987, Dastorani M.T, ve ark. 2009, Elshorbagy ve ark. 2000, Gümü ve ark. 2013, Keskin M.E. Smits ve Baggelaar 2010 and Taylan D. 2009). Çe itli istatistik programlarında bulunan algoritmalar ile de (EM-Expectation-

Maximization) verinin sonrasal olasılıkları (posterior probabilities) kullanılarak eksik veriler tamamlanmaya çalışılmaktadır (Anonim, 2009, Bal ve Özdamar, 2004). Ayrıca, çe itli ampirik denklemler (M. Turc, Langbein ve Coutagne yöntemleri gibi) ile de benzer havza karakteristiklerine sahip akım gözlem verileri ve meteorolojik verilerden eksik veriler tamamlanmaktadır (Gündoğdu ve ark. 2001, Vanlı 1990). Fakat M. Turc yöntemi gibi ampirik yaklaşımların kullanılması pratik olmasının yanı sıra, yöntemde kullanılan parametrelerin eksik akım verisi içeren bölgeye uyarlanmasında önemli sapmalar yapıldığı ve buna bağlı olarak akım verilerinin doğru olarak belirlenemediği literatürde belirtilmiştir (Kuvuran 2006, Özer, 1990, Türkyılmaz, 1996, Vanlı, 1990). Bu metotlara ilaveten, bir havzadaki mevcut Akarsu Gözlem stasyonu (AG) verileri kullanılarak, havzadaki akarsuyun başka bir noktasındaki debilerinin tahmin edilmesi için, alan oranı metodu da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Akım gözlem verilerinde eksik verilerin tamamlanmasında çok farklı yöntemler kullanılabilir, veriler arasındaki korelasyon da göz önünde bulundurulmalıdır (Burgess ve Webster, 1980). Böylece gözlemi olmayan bir istasyon için bir istasyon yerine birden çok istasyon arasında karıştırmaya yapma olasılığı sağlanabilir.

Bu çalı mada, Dicle havzasının bir alt havzası olan Zap suyu havzasındaki Devlet Su İşleri (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüt Dairesi (EİE)'ne ait AG Akım verileri incelenmiştir. Bu çalı ma alanının seçilmesinin nedeni, eksik veri sayısının fazla olmasıdır. Çünkü bölgede yıllarca devam eden olaylar nedeniyle akım verileri ço u zaman ölçülemedi ve eksik kalmıştır. Bu eksik verilerin doğru bir şekilde tamamlanması ve su yapılarının projelendirilmesinde kullanılması çok önemli hale gelmiştir. Bu amaçla, Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında, Zap suyu havzası incelenmiştir. Zap suyu ve yan kolları üzerinde toplam 14 adet AG bulunmaktadır. Bunların 7 tanesi EİE ve 7 tanesi DSİ tarafından işletilmektedir. Bu istasyonlarda ölçüm

yapılmayan günler belirlenerek, istasyonların birbirleri ile aralarındaki akım ili kisi, iki farklı metot uygulanarak araştırılmıştır. 1) Regresyon analizi ve 2) Alan-oranı metodu kullanılarak, AG'ler arasındaki akım ili kisinin matematiksel bağıntıları bulunmuştur. Bu matematiksel bağıntılar kullanılarak, ölçüm yapılamayan yıllara ait eksik akım verileri, her bir AG için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

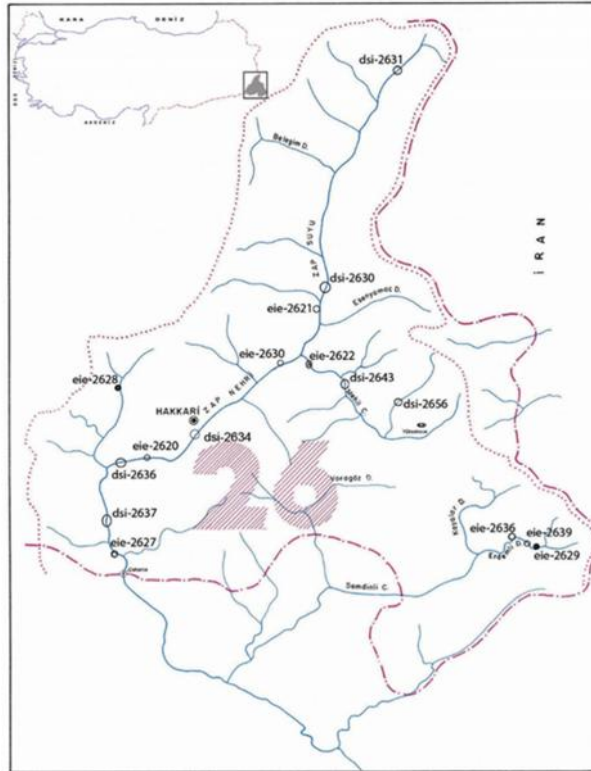
Ara tırmada, Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Dicle havzının bir alt havzası olan Zap suyu havzasına ait akım verileri incelenmiştir. 1968-2006 yıllarına ait (38 yıl) günlük debi verileri EE'den ve DS'den temin edilmiştir. Ancak, Havzadaki DS ve EE tarafından iletilen bazı AG'lere ait günlük akım verilerinde çeşitli nedenlerden dolayı ölçümü yapılamamış eksik verilerin olduğu belirlenmiştir. DS ve EE'den alınan ham verilerin mevcut durumu ile ilgili ayrıntılı incelemeler yapılmıştır. Bu amaçla, Microsoft Excel uygulaması aracılığıyla gözlem verileri bir araya getirilerek bir veri tabanı oluşturulmuştur.

DS ve EE'den temin edilen verilerin hangi tarihlerde eksik olduğu belirlenmiş ve grafiksel

olarak gösterilmiştir (ekil 2). İncelenen her bir AG'ye ait akımların ortalaması, minimumu, maksimumu ve standart sapması gibi temel istatistik veriler hesaplanmıştır. Ayrıca, istasyonlar arasındaki akım ili kisinin incelenmesi için regresyon analizleri ve Alan-oranı metodu uygulanmıştır. Bu istatistiksel değerlendirmeler ve istasyonlar arasındaki matematiksel ilişkileri açıklayan korelasyon katsayılarının belirlenmesinde S-Plus 6.2 istatistik programı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan yöntemler ve kullanılan materyallere ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

2.1. Ara tırma Alanındaki Eksik Akım Verilerinin Tamamlanması

Ara tırma alanı Zap Suyu Havzasıdır (ekil 1). Ara tırma Alanı kapsamında kullanılan AG konumları, yine ekil 1'de verilmiştir. Ara tırmada, Zap Suyu Havzasındaki akım verilerini ölçen, DS ve EE'ye ait AG verileri kullanılmıştır. Zap Suyu Havzası'nda iletilen AG'lerin 7 adedi EE ve 7 adedi DS'ye aittir. İstasyonların havzadaki konumu, koordinatı, yaşı alanı ve hangi yıllara ait verilerin alındığı gibi bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

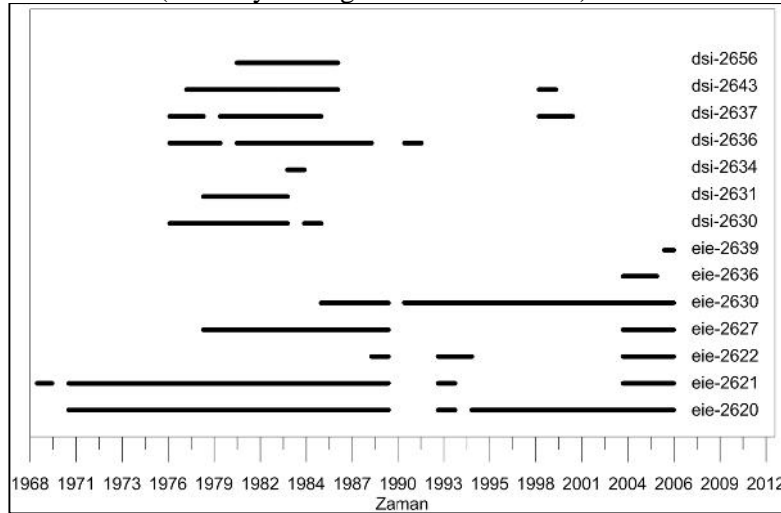


ekil 1. DS ve EE tarafından Zap Suyu ana kolu ve yan kolları üzerinde bulunan AG'lerin konumları

Çizelge 1. Zap Suyu Havzasında bulunan ve Ara tırma kapsamında kullanılan AG 'ler

E E stasyonları				
stasyon No	stasyon Adı	Koordinat	Ya ı Alanı, km ²	Mevcut günlük Veri Durumu
2620	Zap Suyu-Üzümcü	43° 33' 56" D 37° 29' 11" K	5270,3	1970-1989, 1993, 1995-2006
2621	Zap Suyu-Musahan	44° 04' 50" D 37° 45' 42" K	2504,4	1969, 1971-1989, 1993, 2004-2006
2622	Nehil Çayı-Konak	44° 04' 14" D 37° 40' 56" K	1136,0	1989, 1993-1994, 2004-2006
2627	Zap Suyu-Narlı	43° 34' 28" D 37° 16' 41" K	6771,9	1979-1989, 2004-2006
2630	Zap Suyu-Teknisyenler	43° 59' 18" D 37° 41' 55" K	4161,5	1986-1989, 1991-2006
2636	emdinli Çayı- emdinli	44° 34' 24" D 37° 17' 57" K	312,5	2004
2639	emdinli Çayı-Olgunlar	44° 35' 52" D 37° 16' 52" K	297,0	2006
DS stasyonları				
2630	Zap Suyu-Çaldıran Köprüsü	44°06' D 37°49' K	2070,20	1976-1983, 1985,
2631	Zap Suyu- Yavuzlar	44°16' D 38°12' K	371,20	1979-1983
2634	Zap Suyu-Debin Köprüsü	43°46' D 37°34' K	4810	1984
2636	Zap Suyu-Üzümcü Köprüsü	43°34' D 37°29' K	5394,30	1977-1979, 1981-1988, 1991
2637	Zap Suyu-Geyman Köprüsü	43°35' D 37°16' K	6314,50	1977-1978, 1980-1985, 1999-2000
2643	Yüksekova Çayı-Konaklı Köprüsü	44°04' D 37°41' K	116,20	1978-1983, 1983-1986, 1999
2656	Büyük Çayı-Dilimliköy	44°25' D 37°37' K	129,70	1981-1986,

ekil 2'de, 1968-2006 yıllarına ait temin edilen günlük akım ölçüm verilerinin zamana ba lı durumu verilmiştir. AG verileri incelendi inde, DS ve E E'den temin edilen günlük akım verilerinde önemli eksiklikler oldu ü görülmektedir (her bir yıla ait günlük akım verileri).



ekil 2. Temin edilen günlük akım ölçüm sonuçlarının zamana göre durumu

ekil 2’de görüldü ü gibi, istasyonlardaki akım gözlem verileri belirli tarihlerde bulunmamaktadır. Bu istasyonlar arasında matematiksel ili ki olup-olmadı ı incelenerek, birbiri ile uyumlu olabilecek ve eksik verilerin tamamlanmasında kullanılacak istasyon grupları belirlenmiştir. Bu grupların belirlenebilmesi ve istasyonlar arasındaki matematiksel ili kilerin incelenebilmesi için Microsoft Excel 2010 programındaki veri analizi modülünden yararlanılmıştır. ki ya da daha çok de i ken arasındaki bir ili ki olup-olmadı ını ve ili ki varsa bu ili kinin yönü ve gücünü belirlemek amacıyla regresyon-korelasyon analizleri yapılmaktadır. Korelasyon sonucu bulunan korelasyon katsayısının 1 de erine yakın olması, yapılan analizin sağlıklı oldu u ve istasyon arasındaki hidrolojik ili kinin oldukça kuvvetli oldu unun bir göstergesidir. Korelasyon katsayısının hesaplanması için a a ıdaki denklemden faydalanılmaktadır.

$$r_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Burada; r_{xy} , x ve y olarak adlandırılan 2 akım ölçüm istasyonuna ait korelasyon katsayısını, x_i ve y_i de erleri incelenen AG ’lere ait aynı dönemde ölçülmü olunan akım verilerini, \bar{x} ve \bar{y} de erleri ise AG ’lere ait akım verilerinin ortalama de erlerini ifade etmektedir.

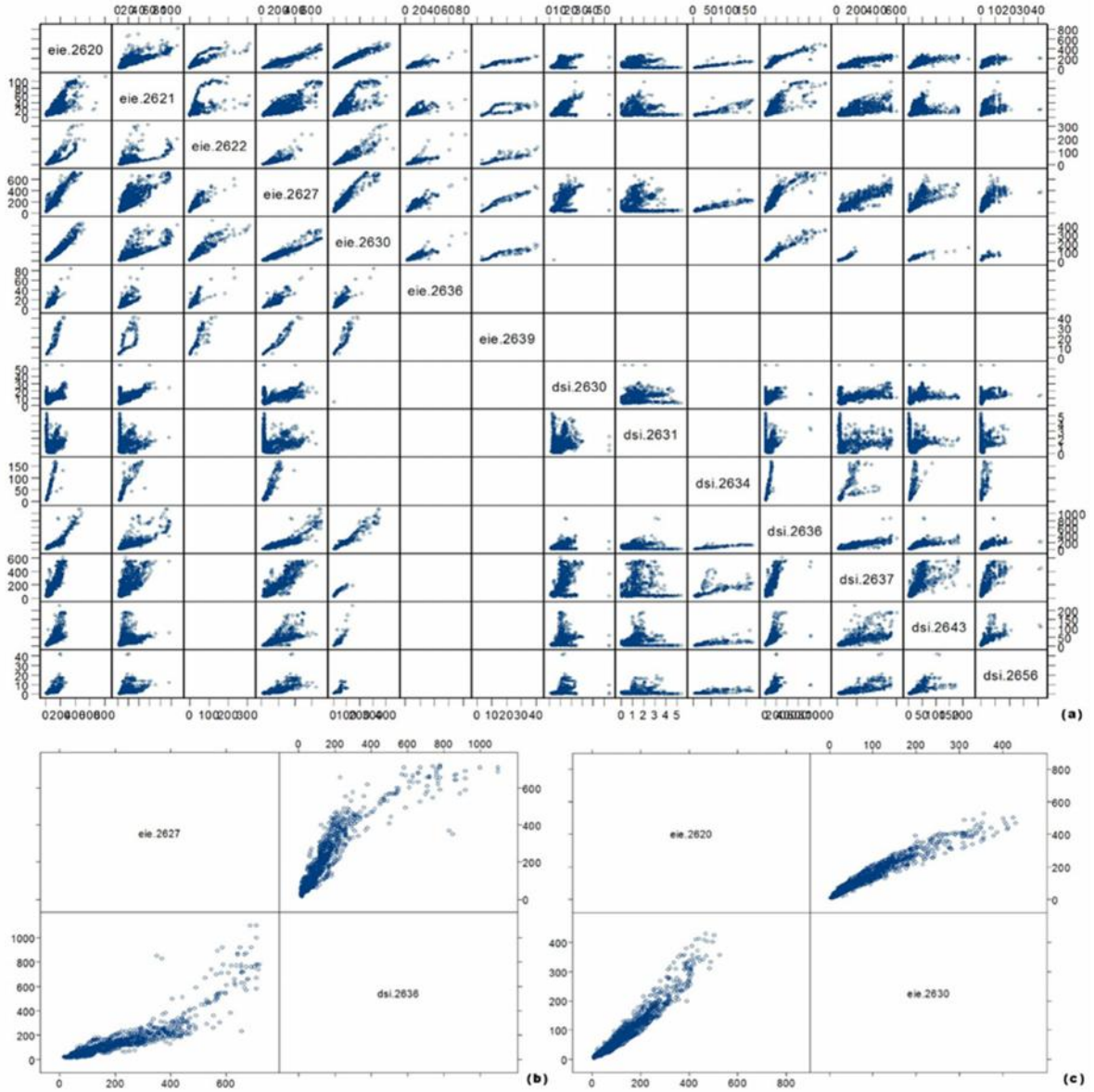
AG ’ler arasındaki korelasyonlar Çizelge 2’de verilmiştir. Korelasyon katsayısı de erleri incelendi inde, iki istasyon arasındaki yüksek ili ki (korelasyon katsayısının mutlak de eri büyük olanlar, $|r|$) koyu renkle gösterilmiştir. Ayrıca, aynı akarsu kolu üzerinde veya onu besleyen yan kollar üzerinde olan istasyonlar da kırmızı renk ile (italik) gösterilmiştir. Korelasyon matrisine yönelik hesaplamalarda, iki AG arasındaki aynı tarihlere ait akım verileri bulunmayan gözlem istasyonlarına ili kin korelasyon hesaplamaları yapılamamı ve tire çizgi ile gösterilmiştir. Denklem 1’de belirtildi i üzere korelasyon hesabının yapılabilmesi için incelenen AG ikilisinin aynı tarihte ölçüm verisine sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle korelasyon matrisinde bazı kısımlar bo kalmı tır (dsi-2630:eie-2622 veya dsi-2630:eie-2630 AG ’lerin kesim noktaları gibi).

Çizelge 2. Akım ölçüm istasyonları arasındaki korelasyonlar

	eie-2620	eie-2621	eie-2622	eie-2627	eie-2630	eie-2636	eie-2639	dsi-2630	dsi-2631	dsi-2634	dsi-2636	dsi-2637	dsi-2643	dsi-2656
eie-2620	1.000													
eie-2621	0.883	1.000												
eie-2622	0.881	0.675	1.000											
eie-2627	0.976	0.873	0.885	1.000										
eie-2630	0.978	0.870	0.937	0.963	1.000									
eie-2636	0.899	0.782	0.846	0.922	0.905	1.000								
eie-2639	0.955	0.783	0.905	0.976	0.946	-	1.000							
dsi-2630	0.666	0.699	-	0.640	-	-	-	1.000						
dsi-2631	0.122	0.084	-	0.160	-	-	-	0.344	1.000					
dsi-2634	0.946	0.919	-	0.939	-	-	-	-	-	1.000				
dsi-2636	0.930	0.850	-	0.913	0.974	-	-	0.611	0.153	0.952	1.000			
dsi-2637	0.931	0.795	-	0.922	0.937	-	-	0.638	0.110	0.695	0.902	1.000		
dsi-2643	0.829	0.538	-	0.830	0.877	-	-	0.470	0.140	0.797	0.806	0.786	1.000	
dsi-2656	0.815	0.593	-	0.830	0.840	-	-	0.477	0.155	0.768	0.777	0.813	0.798	1.000

istasyonlar arasındaki matematiksel ili kilerin görsel açıdan irdelenebilmesi amacıyla korelasyon matris grafi i çizilerek, istasyonlar arasındaki ili kiler incelenmiştir (ekil 3). Korelasyon matris grafi inin olu turulması için S-PLUS 6.2 istatistik programı kullanılmıştır. Bu matris grafi i, istasyonların ham AG verilerinin (orijinal datalarının) birbirlerine karşı olan

durumları ve e ilimleri hakkında bilgi vermektedir. Örne in eie2620 nolu AG nin di er 13 AG ile olan matematiksel ili kisi grafiksel olarak görülmektedir. Burada, eie2620 ile eie2639 arasındaki ili kinin genelde lineer oldu u görülürken, dsi2636 ile üstel bir ili ki oldu u görülmektedir.



ekil 3. Zap Havzasında incelenen AG 'lere ait korelasyon matris grafikleri (a) tüm istasyonlara ait matris (b) eie2627 ve dsi2636 arasındaki üstel korelasyon matrisi (c) eie2620 ve eie2630 arasındaki lineer korelasyon matrisi

Birbirleri ile kuvvetli ili kiye sahip istasyonlar (korelasyonda, r 'nin mutlak de eri büyük olanlar) belirlendikten sonra, bu istasyonlar arasındaki ili kilerin matematiksel olarak ifadesini ortaya koyabilmek üzere do rusal ve do rusal olmayan regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Korelasyon matris grafi inden elde edilen verilere göre AG 'ları arasındaki ili kinin do rusal mı yoksa do rusal olmayan bir yapısı olup olmadığı irделenmiştir. Analizlerde, ilgili iki istasyona ait verilerin lineer

ili kili olup-olmadığı nın belirlenebilmesi için lineer regresyon uygulanmıştır. Ayrıca her bir istasyon için üssel ili ki ve verilerin do al logaritmasının alındığı do rusal olmayan regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen regresyon analizleri sonunda elde edilen matematiksel ili kilerin hangisinin en iyi ekilde AG verilerini temsil ettiğini belirlemek üzere Belirtme katsayısı (Regresyon katsayısı), r^2 , de erleri hesaplanmıştır. Belirtme katsayısının hesaplanmasında,

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

Burada y_i gözlem akım değerlerini, \hat{y} matematiksel model ile üretilen akım değerlerini, \bar{y} ise ölçülen akım verilerinin ortalama değerlerini ifade etmektedir.

iki istasyon arasındaki r^2 değeri en yüksek olan matematiksel ilişkiyi, çalışma kapsamında dikkate alınmıştır. Elbette ki tüm zaman eksenini boyunca (ekil 2) hem en uygun matematiksel ilişkiye sahip, hem de ilgili zaman diliminde akım gözlem verisine sahip AG bulabilmek mümkün olmamaktadır. Bu durumda eksik kalan zaman periyotları için, ikinci en iyi matematiksel ilişkiye sahip veri içeren bir başka AG verisi kullanılmıştır. Örneğin: eie-2622 nolu AG'ye ait eksik verilerin doldurulması amaçlı ekilde yapılmıştır. eie-2622 nolu istasyon ile eie-2630 nolu istasyon akım verileri arasında en iyi matematiksel ilişkinin olduğu görülmüştür. Bu iki istasyona ait durum, korelasyon matrisinden de görülebilir (Çizelge 2: eie-2622-eie2630 Korelasyon katsayısı $r=0.937$). Bu nedenle eie-2630 nolu istasyonda 1986-1988; 1991; 1992; 1995-2003 yılları arasında ölçülmüş tarihi akım

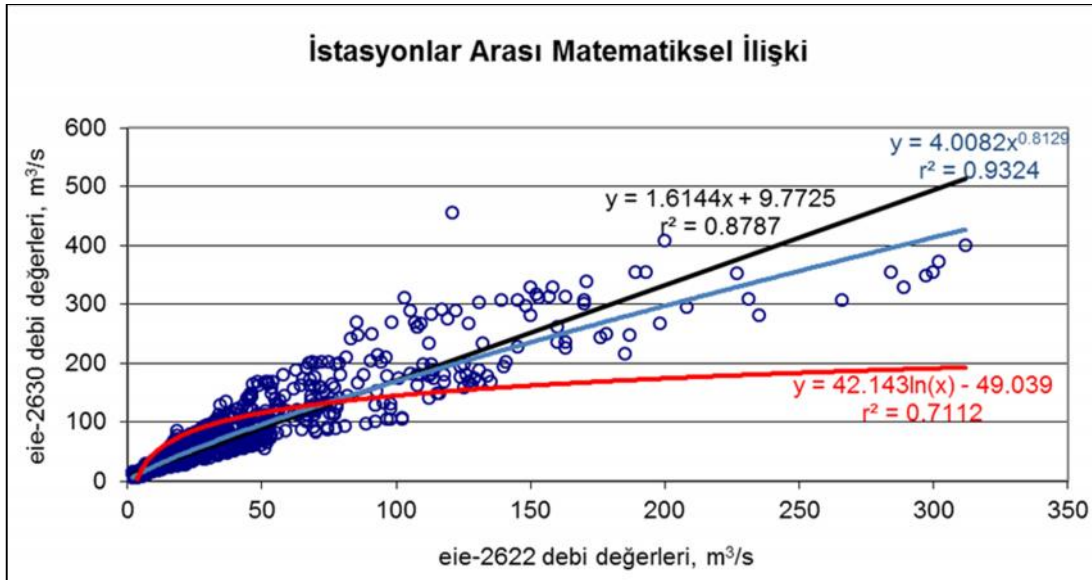
gözlem verileri, eie-2622 nolu istasyonunda ölçülmeeyen eksik verilerin tamamlanması için, amaçta verilen, denklem (3) kullanılmıştır. Bunun yanı sıra 1969 yılında sadece tek bir istasyonda ölçüm yapılmış olduğu için, eie-2621 numaralı istasyonun akım verileri, eie-2622 nolu istasyonun 1969 yılının eksik akım verilerini üretmek için kullanılmıştır (Denklem 4). eie-2622 nolu istasyonun, 1979-1985 yılları arasındaki eksik verileri tamamlamak için farklı AG'lere ait veriler bulunmaktadır. Bunların içerisinde en uygun matematiksel ilişkiye sahip istasyon eie-2627 nolu AG olduğu için bu istasyonun ölçüm verileri ile ilgili yıllara ait eksik akım verileri tamamlanmıştır (Denklem 5). Eie-2622 nolu istasyonun, 1971-1978 yılları arasındaki eksik akım verilerinin tamamlanması için eie-2620 nolu AG'ye ait akım verileri kullanılmıştır (Denklem 6).

$$Q_{eie2622} = 0,2349 * Q_{eie2630}^{1,147} \quad (r^2=0,9324) \quad (3)$$

$$Q_{eie2622} = 0,467 * Q_{eie2621}^{1,2955} \quad (r^2=0,7434) \quad (4)$$

$$Q_{eie2622} = 0,0542 * Q_{eie2627}^{1,2159} \quad (r^2=0,9228) \quad (5)$$

$$Q_{eie2622} = 0,1049 * Q_{eie2620}^{1,2042} \quad (r^2=0,9071) \quad (6)$$



ekil 4. stasyonlar arasındaki ilişki kriterinin incelenmesi ve matematiksel denklemlerin seçilmesi

Ayrıca, Çizelge 3'te, ara tırma havzasında yer alan AG'ler arasındaki eksik verilerin tamamlanması için bulunan en uygun matematiksel ilişki kriteri ve bu ilişki kriterinin hangi yılları kapsadığı belirtilmiştir.

Çizelge 3. stasyonlar arasındaki matematiksel ilişkiler ve r^2 değerleri

stasyon ikilileri		Denklem,	r^2	Tamamlanan yıllar
x	y			
eie-2630	eie-2620	$y = 1,3712x + 8,6981$	0,9567	1990-1992, 1994
eie-2621	eie-2620	$y = 4,4461x + 3,8077$	0,7794	1969
eie-2630	eie-2621	$y = 0,8567x^{0,7706}$	0,875	1969, 1991, 1992, 1994-2003
eie-2621	eie-2622	$y = 0,467x^{1,2955}$	0,7434	1969
eie-2630	eie-2622	$y = 0,2349x^{1,147}$	0,9324	1986-1988, 1991, 1992, 1995-2003
eie-2627	eie-2622	$y = 0,0542x^{1,2159}$	0,9228	1979-1985
eie-2620	eie-2622	$y = 0,1049x^{1,2042}$	0,9071	1971-1978
eie-2621	eie-2627	$y = 6,0823x^{1,1052}$	0,826	1969
eie-2620	eie-2627	$y = 1,8713x^{0,9889}$	0,9445	1971-1978, 1993, 1995-2003
eie-2630	eie-2627	$y = 3,5891x^{0,9464}$	0,9402	1991, 1992, 1994
eie-2621	eie-2630	$\log(y) = 1,3051 * \log(x) + 0,0582$	0,9583	1969
eie-2620	eie-2630	$y = 0,5389x^{1,018}$	0,9583	1971-1985
eie-2627	eie-2636	$y = 0,1497x^{0,92}$	0,9209	1979-1989, 2006
eie-2621	eie-2636	$y = 0,838x^{0,9977}$	0,7451	1969
eie-2620	eie-2636	$\log(y) = 0,4071 * \log(x)^{1,6212}$	0,905	1971-1978, 1993, 1995-2003
eie-2630	eie-2636	$y = 0,5722x^{0,833}$	0,8915	1991-1992, 1994
eie-2627	eie-2639	$y = 0,2361x^{0,8046}$	0,9609	1979-1989, 2004-2006
eie-2620	eie-2639	$y = 0,2267x^{0,9057}$	0,949	1971-1978, 1993, 1995-2003
eie-2630	eie-2639	$y = 0,6837x^{0,7475}$	0,9465	1991-1992, 1994
eie-2621	eie-2639	$y = 1,3196x^{0,8358}$	0,8154	1969
eie-2621	dsi-2630	$y = 1,9195x^{0,5742}$	0,5115	1969, 1971-1976, 1984, 1986-1989, 1993, 2004-2006
eie-2620	dsi-2630	$y = 0,0571x + 4,4016$	0,4433	1995-2003
dsi-2630	dsi-2631	$y = 0,3059x^{0,5719}$	0,1666	1977-1978, 1985
eie-2620	dsi-2634	$y = 0,1573x^{1,4133}$	0,9518	1971-1983, 1985-1989, 1993, 1995-2006
eie-2621	dsi-2634	$y = 4,0763x - 5,6293$	0,8447	1969
eie-2630	dsi-2636	$y = 1,9245x^{1,0422}$	0,9577	1989, 1992-2006
eie-2621	dsi-2636	$\log(y) = 1,4588 * \log(x) - 0,0121$	0,8413	1969
eie-2620	dsi-2636	$y = 0,8385x^{1,0602}$	0,9563	1971-1976, 1980
eie-2620	dsi-2637	$y = 1,8168x^{0,9715}$	0,8946	1971-1976, 1979, 1986-1989, 1993, 1995-1998, 2001-2006
eie-2630	dsi-2637	$y = 4,1778x^{0,8675}$	0,8791	1991-1992, 1994
eie-2621	dsi-2637	$y = 5,5364x^{1,1318}$	0,7545	1969
eie-2630	dsi-2643	$y = 0,1718x^{1,2922}$	0,9177	1987-1989, 1991-1998, 2000-2006
eie-2620	dsi-2643	$\log(y) = 1,153 * \log(x) - 0,8853$	0,8661	1971-1977, 1983
eie-2621	dsi-2643	$y = 0,5709x^{1,2525}$	0,664	1969
eie-2630	dsi-2656	$y = 0,0144x^{1,4216}$	0,8725	1987-1989, 1991-2006
dsi-2643	dsi-2656	$\log(y) = 1,0597 * \log(x) - 1,0582$	0,7994	1978-1980
eie-2620	dsi-2656	$y = 0,0081x^{1,2784}$	0,7491	1971-1977
eie-2621	dsi-2656	$\log(y) = 1,2784 * \log(x) - 2,0911$	0,7491	1969

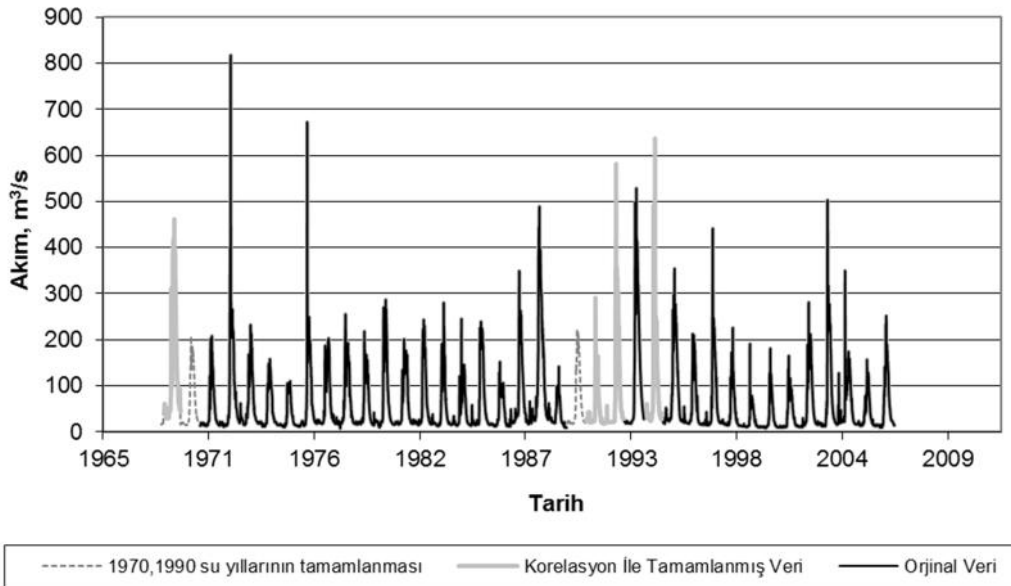
Zap havzasında bulunan 14 adet AG 'ye ait 1968-2006 yılları arasında ölçülen debi verileri incelendi inde, bütün AG 'lerde, 1970 ve 1990 su yıllarına ait hiçbir akım ölçüm verisinin bulunmadı ı ve hiçbir ölçümün yapılmadı ı tespit edilmi tir. E E ve DS ile yapılan görü melerde bu iki yıla ait (1970 ve 1990) akım ölçümü yapılmadı ı bildirilmi tir. Bu durumda bütün istasyonlarda, bu iki yıla ait, eksik verilerin tamamlanması için istasyonlar arasında daha önce kurulan matematiksel denklemler ile bu tarihlere ait akım verilerinin tamamlanması mümkün olmamı tir. Çünkü aralarındaki ili kiyi ortaya koyacak veri bulunmamaktadır.

Bu nedenle bahsi geçen 1970 ve 1990 su yılı eksik verilerini tamamlamak için, ilgili istasyonların uzun süreli ortalama debi de erleri kullanılmı tir. Uzun süreli mevsimsel ortalama debi de erleri 365 günlük bir periyotta, her bir güne kar ılık olarak ilgili istasyonun uzun dönem ilgili güne ait ortalama debi de erleri kullanılarak olu turulmu tur. Örne in: 1970 yılı 1 Ocak gününe ait debi de eri, 1968-2006 yıllarına ait her bir yılın 1 Ocak gününe ait debi de erlerinin ortalaması alınarak hesaplanmı ve o günün (1970 yılı 1 Ocak debi de eri olarak) debisi kabul edilmi tir. Bu ekilde uzun dönem ortalama günlük debi de erleri

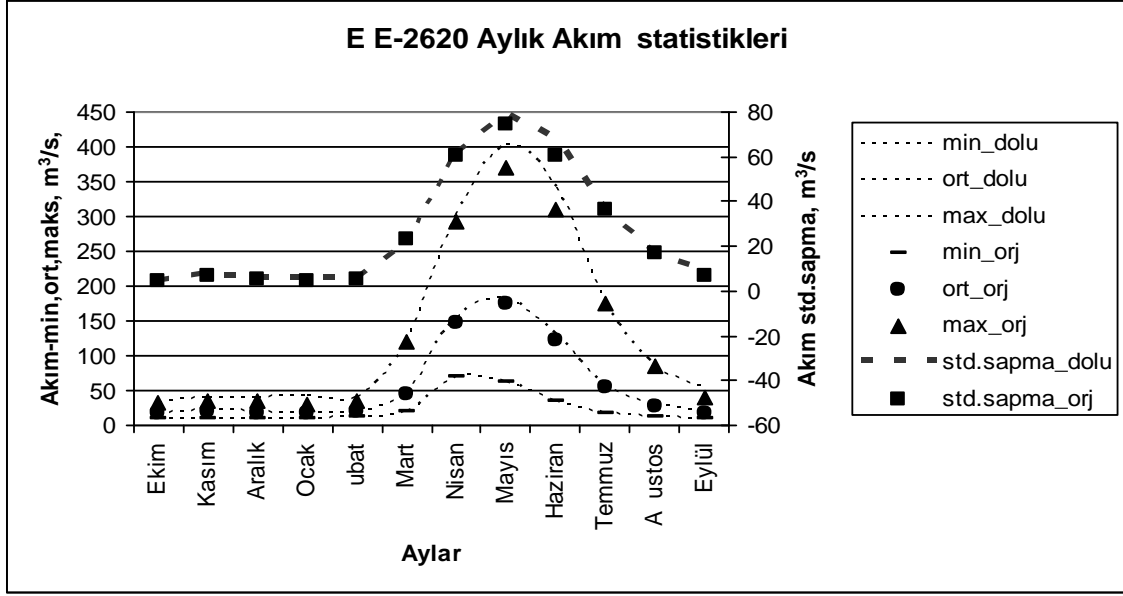
kullanılarak, 1970 ve 1990 su yıllarına ait günlük eksik akım verileri elde edilmi tir. ekil 5'te, eie-2620 nolu AG 'na ait ölçülmü orijinal akım gözlem verileri ve korelasyona ba lı matematiksel ili kiler ile tamamlanmı eksik akım gözlem verileri ve 1970, 1990 su yılları için uzun süreli ortalama akım de erleri görülmektedir.

AG 'lerdeki orijinal günlük akım verileri tamamlandıktan sonra istatistiksel açıdan farklı olup olmadıklarını kontrol etmek amacı ile uzun dönem (1969-2006 yıllarına ait) aylık ortalama verilerinin minimum, ortalama ve maksimum de erleri kar ıla tırılmı ve incelenmi tir. Bu amaçla, ekil 6'da, eie-2620 nolu AG 'na ait veri setindeki eksiklikler tamamlandıktan sonra aylık uzun dönem ortalama verileri ile orijinal veri setinin uzun dönem aylık ortalama, minimum, maksimum de erleri ve akımların standart sapma de erleri istatistiksel açıdan kar ıla tırıldı nda, önemli farklılıkların bulunmadı ı belirlenmi tir. Böylece gerçekleştirilen eksik verilerin tahmini ve veri tamamlama i leminin istatistiksel açıdan anlamlı oldu unu ve veri setinin istatistiksel yapısının yapılan doldurma i lemi ile bozulmadı nı göstermektedir. ekil 6'da orijinal ve eksik verisi tamamlanmı akım verilerinin istatistiksel olarak kar ıla tırılmı grafi i verilmi tir.

EİE-2620 İstasyonuna ait Ham ve Doldurulmuş Akım Değerleri



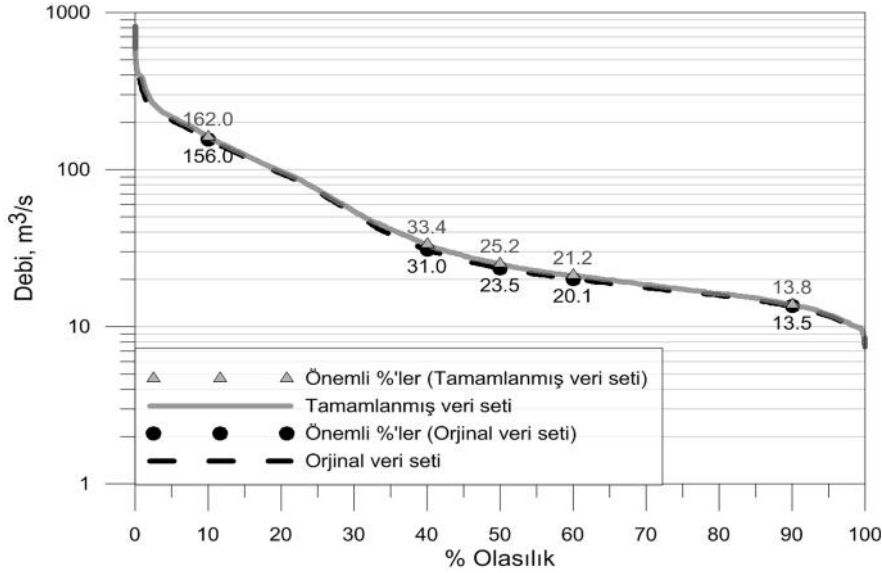
ekil 5. eie-2620 AG 'na ait orijinal akım gözlem de erleri ve tamamlanmı akım de erlerinin zamana göre de i imi



ekil 6. eie-2620 istasyonuna ait orijinal ve tamamlanmış veri setlerinden elde edilen uzun dönem (1968-2006) aylık ortalamaların istatistiksel açıdan karşılaştırılması.

Karşılaştırılabilir olarak, AG 'de ölçülen gerçek debi de erlerinin ve eksik verilerin tamamlanmasından sonra oluşan akım veri setine ait debi süreklilik e rileri çizilerek yapılan tamamlama i leminin AG 'ndaki hidrolojik yapı karakteristi i üzerinde bir de i me sebep olup olmadığı da belirlenmiştir. ekil 7'de, eie-2620

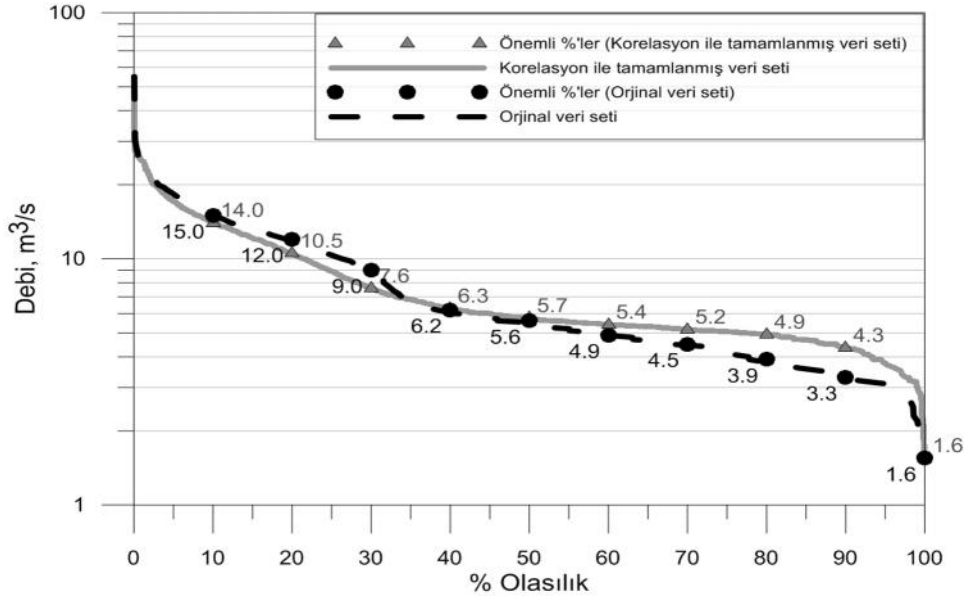
istasyona ait orijinal gözlem de erleri ve tamamlanmış akım de erleri kullanılarak oluşturulan debi-süreklilik e rileri karşılaştırılmaktadır. ekilden görüldü ü üzere hidrolojik karakteristik bakımından önemli bir de i im olduğu görülmektedir.



ekil 7. eie-2620 istasyonuna ait gerçek akım gözlem de erleri ile tamamlanmış akım gözlem de erlerinin debi-süreklilik e rilerinin karşılaştırılması.

Ara tırma havzasında uygulanan bu yöntem ile eksik veri tamamlama konusunda, AG 'ler arasında yüksek korelasyon ili kisi bulunan ve aynı tarihlerde akım gözlem sayısının (data sayısının) fazla oldu u veri setlerinde, oldukça ba arılı sonuçlar vermektedir. Fakat veri sayısının kısıtlı ve di er AG 'ları ile yeterli düzeyde korelasyona sahip olmayan akım verilerinin tamamlanmasında bazı tutarsızlıklar olu maktadır. Özellik debi-süreklilik e risinin

çizilmesi ile bu uyumsuzluk kolayca görülebilmektedir. ekil 8'de, gözlem sayısı yetersiz ve di er AG 'ları ile arasındaki korelasyon de eri dü ük olan dsi-2630 istasyonuna yönelik yapılan veri tamamlama i lemi sonrasında olu turulan debi süreklilik e risi incelendi inde, yapılan veri tamamlama i leminin AG 'ndaki hidrolojik akım karakteristi ini belirli oranda etkiledi i açıkça görülmektedir.



ekil 8. dsi-2630 istasyonuna ait orijinal akım gözlem de erleri ile tamamlanmış akım gözlem de erlerinin debi-süreklilik e rilerinin kar ıla tırılması.

Eksik verilerin tamamlanmasında ya anan bu tür problemlerin önüne geçebilmek için farklı metotların uygulanması ve kar ıla tırılması gerekmektedir. Bu amaçla, eksik akım verilerin tamamlanmasında di er bir metot, Drenaj-Alan oranı metodu kullanılmı tır. Metodun esası, havzada bulunan AG 'lere ait akım verileri ve bu AG 'lere ait havza alanını baz alan bir metottur. Bu metodun uygulama detayları a a ıdaki bölümde verilmi tir.

2.2. Drenaj-Alan Oranı Metodu

Drenaj-alan oranı metodu, havza karakteristikleri benzer olan bir akarsu üzerinde mevcutta kurulu bulunan bir AG 'den elde edilen debi ölçüm verilerinin, AG 'nin membasındaki veya mansabındaki bir noktaya, bu AG verilerinin drenaj alan oranı ile orantılı bir ekilde ta nınmasını sa lar. Bu amaçla öncelikle aynı akarsu üzerinde bulunan iki AG 'den faydalanarak havza ya ı rejimini ifade eden,

havzaya ait ve K katsayıları belirlenir. AG akım de erlerinin, konum olarak seçilen farklı bir noktaya ta nınmasında, ya ı rejimi de i kenli ini içeren $Q=K \cdot A$ genel formülü kullanılır. Bu formülde Q (m³/s) cinsinden günlük akımları, A km² cinsinden seçilen noktaya kadarki ya ı - alanını, bir üssü ve K bir katsayıyı göstermektedir.

Akım Gözlem stasyonunda (AG) ölçülen debi de erleri bellidir. AG 'nin bulundu u noktaya kadarki havzanın drenaj alanı da bellidir. Oysa akarsu üzerinde rastgele seçilen bir noktanın debi de erleri belli de ildir. Noktanın drenaj alanı da belli de ildir. Öncelikle ilgili noktanın drenaj alanı hesaplanır. E er AG 'nin drenaj alanı bilinmiyor ise o da harita üzerinden hesaplanır. $Q=K \cdot A$ genel formülü kullanılarak, seçilen nokta yerindeki debi de erleri, alan oranına göre, AG debi de erleri ta marak hesaplanır (Emerson, D.G. ve ark. 2005, Yanık, B. ve Avcı, . 2005, Asquith, W.H. ve ark. 2006).

Bu yöntem literatürde çeşitli çalışmalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. (Anonim 1987, Wiche ve ark. 1989, Guenther ve ark. 1990, Emerson ve Dressler 2002). Pek çok durumda, az veri gerektirmesi ve herhangi bir modifikasyona gereksinim duyulmadan kullanılabilmesi nedeniyle pek çok çalışma mada kullanılmaktadır. Metodun uygulanabilirliği iki ölçüm istasyonu arasındaki hidrolojik benzerlik ile yakından ilişkilidir. Bu hidrolojik benzerlik, benzer drenaj alanı, iklimsel özelliklerdir ve ölçümü yapılan akım gözlem istasyonu ile ölçümü yapılamayan akım gözlem istasyonu arasındaki ilişkiyi doğrudan etkilemektedir.

Bu yöntemdeki denklemler ile açıklanabilir. Akarsu üzerinde (1 noktasında) AG vardır. Bu AG'nin Alanı, A_1 ve ölçülen debisi, Q_1 'dir. (2 noktasında), AG yoktur. 2 noktasına kadarki havza drenaj alanı, A_2 bulunur. 1 noktasındaki (AG'deki) debiler, 2 noktasına (mesela baraj noktasına) alan oranında tahmin edilecektir. Buna göre:

$$Q_1 = |_1 \cdot \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^w \cdot Q_2 \quad (7)$$

$$Q_2 = |_2 \cdot \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^w \cdot Q_1 \quad (8)$$

Burada,

Q_1 : 1 noktasındaki akım debisi, m^3/s

Q_2 : 2 noktasındaki akım debisi, m^3/s

A_1 : 1 noktasının drenaj alanı, km^2

A_2 : 2 noktasının drenaj alanı, km^2

w : Üstel katsayı

$|_1, |_2$: Düzeltme katsayıları

Üstel katsayının belirlenmesinde ise denklemler kullanılmaktadır. Burada, mevcut bir havzadaki aynı veya benzer hidrolojik özelliklere sahip iki AG akım debileri ve drenaj alanı debileri kullanılarak, aynı tarihlere ölçümü her bir ölçüme karşılık gelecek şekilde üstel katsayı debisi hesaplanmakta, sonrasında bu debilerin aritmetik ortalaması alınarak iki ölçüm istasyonuna ilişkin üstel katsayı debisi hesaplanabilmektedir.

$$w_i = \frac{\log(Q_{1i}/Q_{2i})}{\log(A_1/A_2)}$$

$$\bar{w} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \quad (9)$$

Burada,

n : Örnek sayısı

Drenaj Alan oranı metodu ile iki AG arasındaki ilişkinin incelenmesi durumunda bu yöntemde bazı sapmaların yanı sıra tahmin edilecek akım gözlem istasyonuna ait akım debilerini normalinden daha az veya daha fazla tahmin edilebilirliği belirlenmiştir. Bu nedenle, mevcut yöntemde kullanılan $|_1, |_2$ düzeltme katsayıları kullanılarak bu hata oranı minimize edilmektedir. Bu düzeltme katsayıları denklemler kullanılarak her bir ölçüm için ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

$$|_{12} = \frac{Q_{1i}}{Q_{2i} \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^w} \quad (10)$$

$$|_{21} = \frac{Q_{2i}}{Q_{1i} \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^w} \quad (11)$$

Düzeltilme katsayıları, bir arada ele alınarak tek bir düzeltme katsayısına çevrilerek kullanılmaktadır. Bu katsayı simetrik bir yapıya sahip olup, $|_1, |_2$ düzeltme katsayılarının bir kombinasyonudur ve denklemlerle hesaplanır.

$$K = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n |_{12} + |_{21} \quad (12)$$

Sonuç olarak, drenaj-alan oranı metodunda kullanılan denklemlerdeki genel ifadeye getirilir ve uygulamada kullanılır.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = K \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^w \quad (13)$$

Denklemden (13'te) W üstel katsayısı, pek çok çalı mada sabit de er olarak 1 de erini alırken, (Hirsch 1979, Emerson D.G. ve ark., 2005, Asquith, W.H. ve ark. 2006), literatür incelendi inde 0,6-1,2 arasında de erler de alabildi i görülmektedir (Yanık, B. ve Avcı, . 2005). Fakat W katsayısı, farklı havzalar için farklı de erler almaktadır. Yani belirtilen sınırların dı nda da de erler alabilmektedir. Buradaki esas, havzanın her iki drenaj alanı arasında kurulacak ili kiyi en iyi ekilde yansıtabilece de erin kullanılmasıdır. ki ölçüm istasyonu arasındaki bu lineer ili ki, havzalar arasındaki alan oranının 1:0,5-1,5 arasında oldu unda iyi bir sonuç verdi i literatürde belirtilmi tir (Hortness, J.E. 2006, Mohamoud, Y.M. 2008). Bazı çalı malarda ise alansal oranın 1:31,5'a kadar uygun olabilece i belirtilmi tir (Asquith, W.H. ve ark. 2006). Kimi çalı malarda, bu metot günlük bazdaki debi de erleri üzerine uygulanırken (Asquith, W.H. ve ark. 2006), bazı çalı malarda aylık ortalamalar bazında de erlendirilerek mevsimsel farklılıklar ele alınabilmekte (Emerson, D.G. ve ark. 2005), bazı çalı malarda ise yıllık toplam debiler kullanılarak yıllık bazdaki oransal de erler kullanılabilir (Anonim, 1987).

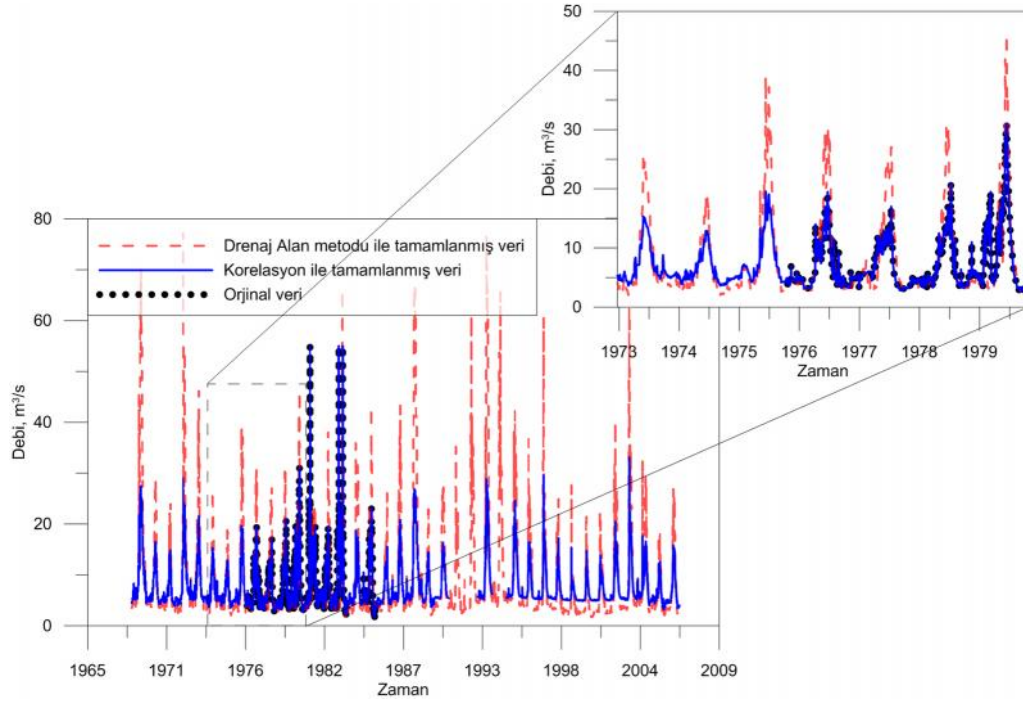
Çalı manın bu a masında, Drenaj-alan oranı metodunda günlük akım verileri kullanımı ve AG 'lere ait eksik akım verilerinin tamamlanması için uygulanmı tir. Metodun etkinli ini incelemek amacı ile aynı akarsu üzerinde ölçüm yapan eie-2620 ve eie-2621 numaralı AG 'lere ait ölçüm verileri kullanılarak, drenaj-alan oranı metodu ile dsi-2630 numaralı istasyona ait akım veri seti türetilmi tir. eie-2620 ve eie-2621 numaralı AG 'ler aynı akarsu kolu üzerinde olup benzer hidrolojik özelliklere sahip olmaları nedeniyle uygulamada tercih edilmi lerdir (ekil 1).

Öncelikle drenaj alan oranı metodunda kullanılan ve havza ya ı rejimini ifade eden üstel katsayısı ve k düzeltme katsayısı, eie-2620 ve eie-2621 numaralı AG 'lerin akım verileri kullanılarak hesaplanmı tir. Drenaj-Alan Oranı Metodunda iki istasyon arasındaki ili kinin incelenmesi durumunda, tahmin edilecek AG ye ait akım de erlerinin normalinden daha az ve fazla tahmin edilmesinin önüne geçilmesi için Denklem 10 ve 11 de bahsi geçen $|_1, |_2$ düzeltme katsayıları hesaplanmı ve Denklem 12'de belirtildi i gibi simetrik bir düzeltme katsayısı haline getirilmi tir. Uygulanan metot sonrasında Üstel katsayı ve düzeltme katsayısı

sırasıyla $ort=1,6973$ ve $K=1,0607$ ekinde bulunmu tur. Elde edilen katsayılar, dsi-2630 nolu AG 'nin drenaj alanı kullanılarak (2070,20 km^2) ve eie-2621 numaralı AG akım gözlem de erleri baz alınarak, yeni bir akım veri seti elde edilmi tir (Denklemler 13). Drenaj Alan Oranı metodunda elde edilecek AG 'nin drenaj alanına yakın büyüklükte bir drenaj alanına sahip istasyonun verilerinden sentetik akım verilerinin elde edilmesi daha tutarlı sonuçlar verdi i belirtilmektedir. Bu nedenle eie-2621 nolu AG nin akım verileri kullanımı tir.

Elde edilen bu akım veri setinin, dsi-2630 numaralı akım gözlem istasyonunda gözlemlenen gerçek akım karakteristi ine benzer özelliklerde olup olmadı ını belirlemek üzere, uygulanan metot sonrası elde edilen akım veri seti, orijinal veri seti ve doldurulmu ham veri setleri grafiksel olarak karşılaştırılmı tir. ekil 9'da, dsi-2630 istasyonuna ait ham (orijinal), doldurulmu ve drenaj-alan metodu ile oluşturulmu akım verileri gösterilmi tir.

ekil 9'da görüldü ü üzere akım gözlem verileri ile drenaj-alan oranı metodu ile elde edilmi akım gözlem verilerinin oldukça uyumlu oldu u fakat gerçek ölçüm verilerine nazaran %4 civarında daha fazla akım de erleri içerdi i (% ba ıl hata olarak) belirlenmi tir. Çizelge 4'te dsi-2630 akım gözlem istasyonu verilerinin alan oranı metoduna göre türetilmesi için kullanılan istasyonlar, drenaj alan de erleri ve metodun gerçek akım verilerine göre ba ıl hata oranları verilmi tir. Ba ıl hata oranının hesaplanmasında gerçek akım de erleri ile tamamlanmı akım de erleri arasındaki farkın, gerçek akım de erlerine olan oranı esas alınmı tir. Mevsimsel olarak incelendi inde özellikle akım de erlerinin yüksek oldu u Nisan-Mayıs aylarındaki akım de erlerinin orijinal akım de erlerine göre yüksek oldu u görülmektedir. Drenaj Alan Oranı Metodunun uygulanmasında sadece eie-2630:eie-2621 istasyon ikilisi kullanılmamı tir. Aynı akarsu a ı sistemi üzerinde bulunan ve benzer hidrolojik özelliklere sahip istasyonların verileri de kullanılarak Drenaj Alan Oranı Metodu ile sentetik olarak dsi-2630 AG akım gözlem verileri üretilmi tir. Bu kapsamda ba ıl hata oranı olarak en uygun sonuç eie-2630:eie-2621 AG ikilisi ile elde edilmi tir (Çizelge 4).



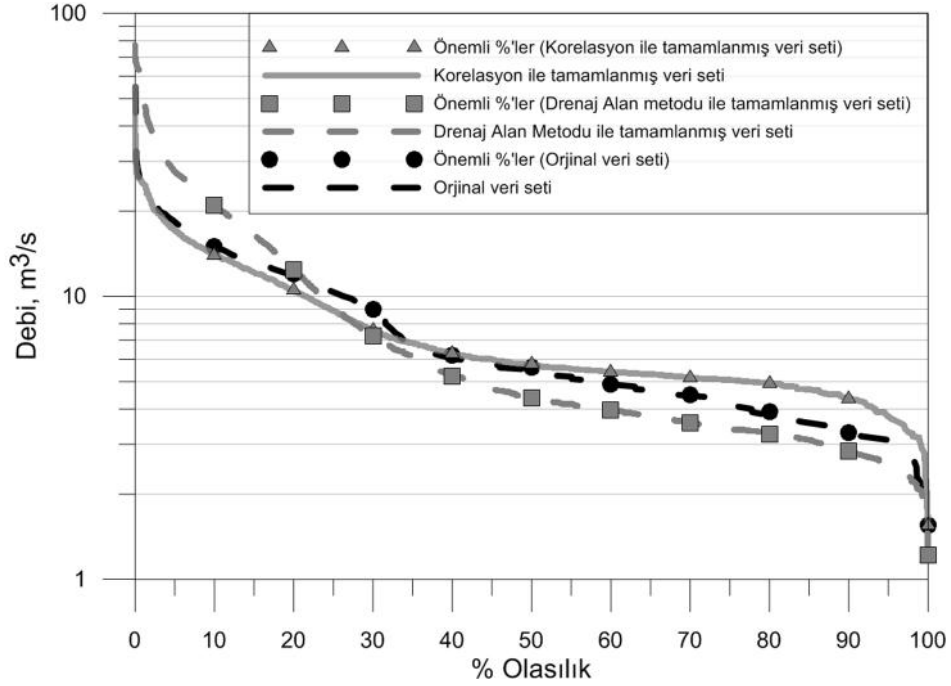
ekil 9. dsi-2630 akım gözlem istasyonuna ait orijinal, korelasyon ile tamamlanmış ve drenaj-alan oranı metodu ile (eie-2630 eie-2621 verileri ile) oluşturulmuş akım verilerinin zamansal gösterimi.

Çizelge 4. dsi-2630 akım gözlem verilerinin drenaj-alan oranı metoduna göre türetilmesinde kullanılan istasyonlar ve gerçek debilere göre bağıl hata oranları

stasyon No	Drenaj Alanı (km ²)	Verisi incelenen Akım stasyonları ve Drenaj Alanları (km ²)		K		Bağıl Hata (%)
dsi-2630	2070,2	eie-2620	5016	1,0555	2,0433	10,1
		eie-2621	2504,4			
dsi-2630	2070,2	eie-2627	6771,9	1,0612	2,0069	10,0
		eie-2621	2504,4			
dsi-2630	2070,2	eie-2639	297	1,0462	0,1594	-26,3
		eie-2621	2504,4			
dsi-2630	2070,2	eie-2630	4153,2	1,0607	1,6973	4,98
		eie-2621	2504,4			
dsi-2630	2070,2	dsi-2634	4810	1,1555	1,4187	7,76
		eie-2621	2504,4			

dsi-2630 istasyonunun debi süreklilik eğrileri incelendiğinde, Drenaj-alan metodu yöntemi ile bulunan veri setinin debi süreklilik eğrisi yapısında orijinal veri setine göre bir değişim gözlemlenmektedir (ekil 10). Orijinal veri seti ile arasında oluşan fark doğal koşullara, yan kolların karışım miktarlarındaki farklılıklarla birlikte farklılık gösterebilmektedir. Yine de metod, temel hidrolojik özellikleri etkin bir şekilde yansıtamamakla birlikte, çalışması esnasında

drenaj-alan metodunun etkin bir şekilde kullanılabilmesi için birbiri ile korelasyonu yüksek olan istasyonların tercih edilmesi ve birbirine yakın akım gözlem istasyonlarının tercih edilmesi yönteminin daha doğru sonuç vermesini sağlamaktadır. Çalışması kapsamında incelenen dsi-2630 nolu istasyonunun diğer istasyonlar ile olan korelasyonunun düşük olması nedeniyle metod yeterli tutarlılıkta sonuçlar verememiştir.



ekil 10. dsi-2630 istasyonuna ait orijinal, korelasyon ili kileri ile tamamlanmış ve drenaj-alan metoduna göre (ie-2630 ie-2621 verileri ile) olu turulmuş akım verilerine ait debi süreklilik e rileri

3. SONUÇLAR

Bu makalede, Zap suyu havzasında bulunan akım gözlem istasyonlarına (AG 'lere) ait akım verileri incelenerek, ölçüm de eri olmayan aylara ait (günlük) eksik veriler, istasyonlar arası korelasyon ili kileri ve Drenaj Alan-Oranı Metodu kullanılarak tamamlanmış ve sonuçlar kar ıla tırılmıştır. Akım gözlem istasyonundaki eksik verilerin tamamlanmasında, korelasyon ve drenaj alan oranı metotları, eksik veri sayısının az oldu u durumlarda bu iki yöntemin çok iyi sonuçlar verdi i belirlenmiştir. Eksik veri tamamlama i lemlerinden sonra istatistiksel açıdan ham veri ve tamamlanmış veri setleri arasında yapı ve hidrolojik karakteristi in bozulmadı ı görülmü tür.

Ancak, bir AG 'de, tamamlanması gereken eksik veri sayısı fazla ise, hem korelasyon hem de drenaj alan oranı metodunun uygulanmasında, istatistiksel açıdan sapmalar oldu u ve hidrolojik karakteristiklerinde de i imler oldu u hesaplanmıştır. Ara tırma kapsamında kullanılan her iki metot için bu durum söz konusu olsa dahi Drenaj Alan Oranı metodunun sonuçlarında, korelasyon ile tamamlanan verilere nazaran daha fazla hidrolojik karakteristikte de i imler görülmektedir. Bu nedenle, eksik veri

tamamlama i lemlerinde, elde edilen tamamlanmış yeni veri setinin orijinal haline göre ne oranda de i im gösterdi inin saptanması için verilerin do ruluk analizlerinin yapılması büyük önem arz etmektedir. Sonuç olarak, bir AG 'ye ait eksik verilerin tamamlanmasında, kısa süreli yıllar için güvenilir sonuçlar elde edilirken, fazla olan yıllar için sonuçların çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir.

TE EKKÜR

Bu çalı ma, Anadolu Üniversitesi Bilimsel Ara tırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 090234/2012 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Ayrıca, bu çalı maya destek verdikleri için Devlet Su leri Genel Müdürlü ü'ne te ekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim (1987). *Zap Suyu Havzası Master Plan Raporu*, Elektrik leri Etüt daresi, G ZB L Mühendislik Firması, Ankara.
- Anonim (2009). *SPSS Missing Values™ 17 Users Guide*, SPSS Inc., Chicago, IL, USA., 15.

- Asquith, W.H., Roussel, M.C., and Vrabel, Joseph (2006). Statewide analysis of the drainage-area ratio method for 34 streamflow percentile ranges in Texas: U.S. *Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5286*, 34, 1 appendix.
- Bal, C. ve Özdamar, K. (2004). Eksik gözlem sorununun türetilmi veri setleri yardımıyla çözümlenmesi, *Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 26(2):67-76.
- Burgess, T. M. and Webster, R. (1980). Optimal Interpolation and Isarithmic Mapping of Soil Properties I, The Semivariogram and Punctual Kriging. *Journal of Soil Science*, 31(3):315-331.
- Dastorani M.T, Moghadamnia A., Piri J. and Rico-Ramirez M. (2010). Application of ANN ANFIS models for reconstructing missing flow data, DOI 10.1007/s10661-009-1012-8, *Environ. Monit. Assess.* 166(1-4):421-434.
- Dursun Ö.F. ve Karabatak M. (2009). Fırat Havza'sındaki eksik akım verilerinin korelasyon ve yapay sinir a ları metotları ile tahmin edilmesi, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 4(1): 1A0004, 30-40.
- Elshorbagy, A.A. Panu, U.S., Simonovic, S.P. (2000). Group-based estimation of missing hydrological data: I. Approach and general methodology, *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 45(6):849-866.
- Emerson, D.G., and Dressler, V.M.(2002). Historic and unregulated monthly streamflow for selected sites in the Red River of the North Basin in North Dakota, Minnesota, and South Dakota, 1931-99: *U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 02-4095*, 271 .
- Emerson, D.G., Vecchia, A.V. ve Dahl, A.L. (2005). Evaluation of Drainage-Area Ratio Method Used to Estimate Streamflow for the Red River of the North Basin, *North Dakota and Minnesota, USGS Scientific Investigations Report 2005-5017*, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
- Guenther, R.S., Weigel, J.F., and Emerson, D.G. (1990). Gaged and estimated monthly streamflow during 1931-84 for selected sites in the Red River of the North Basin in North Dakota and Minnesota: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 90-4167, 230.
- Gümü V. ve Kav ut E. (2013). Zamanti Nehri-Ergenu a 1 stasyonu Eksik Aylık Akım Verilerinin Tahmini, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part:C, Tasarım Ve Teknoloji*, 1(2):81-91.
- Gündo du K. S., Demir A. O. ve Akkaya Aslan, . T. (2001). Göletlerin Bazı Hidrolojik Analizlerinin Co rafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Yapılma Olanakları, *I. Ulusal Sulama Kongresi*, 8-11 Kasım, 247-253, Antalya.
- Hipel, K.W. and McLeod A.I. (1994). *Time Series Modeling of Water Resources and Environmental Systems*, Elsevier, Amsterdam
- Hirsch R.M. (1979). A evaluation of some record reconstruction techniques, DOI:10.1029/WR015i006p01781, *Water Resources Research*, 15(6):1781-1790.
- Hortness, J. E. (2006). Estimating low flow frequency statistics for unregulated streams in Idaho. *US Geol. Survey. Sci. Invest.Report 2006-5035*.
- Keskin, M.E. and Taylan, D. (2009). Artificial Models for interbasin flow prediction in southern Turkey, *J. Hydrologic Eng.*14(7):752-758.
- Ku vuran K. ve Canbolat M. (2006). Mersin-Tarsus Topçu Deresi Havzasında Ya ı , Akım ve Alt Havzasında Sediment Veriminin Ara tırılması (1985-2004). Proje Kod No: Tagem-Bb-Topraksu-2006/7. Tarsus/MERS N.
- Mohamoud, Y. M. (2008). Prediction of daily flow duration curves and streamflow for ungauged catchments using regional flow duration curves, *IAHS Press*, 53 (4), 706-724.

- Özer, Z. (1990). *Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik Ve Hidrolik Esaslar*, Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara.
- Panu, U. S., Khalil, M. & Elshorbagy, A. (2000). *Streamflow Data Infilling Techniques Based on Concepts of Groups and Neural Networks*. Chapter 12 in: *Artificial Neural Networks in Hydrology* (ed. by R. S. Govindaraju & R. Rao), 235-258. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
- Smits A., Baggelaar P.K. (2010). *Estimating Missing Values In The Time Series, Rhine Water Works*, Netherland.
- Türkyılmaz, Y. (1996). *Rezervuar Hidrolojisi Seminer Notları*. T.C. Bakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Usul, N. (2005). *Engineering Hydrology*, Book, 403, METU Press, Turkey.
- Wiche, G.J., Benson, R.D., and Emerson, D.G. (1989). *Streamflow at Selected Gaging Stations on The James River in North Dakota and South Dakota, 1953-82, with A Section on Climatology: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 89-4039*, 99.
- Vanlı M. (1990). *Göletlerde Su Temini Çalışmaları*. T.C. Bayındırlık ve Şehircilik Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, *Hidrometri ve Takım Hidrolojisi Semineri*, 3-4 Eylül, İstanbul
- Yanık, B. Avcı, . (2005). *Bölgesel Debi Süreklilik Etilerinin Elde Edilmesi*, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi /D Mühendislik*, 4(5):19-30.