

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FIRAT HAVZASI
TAŞKIN MEVSİMSİLLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Barış ALTIPARMAK
(501031527)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Aralık 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Ocak 2008**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Bihrat ÖNÖZ
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Beyhan YEĞEN (İ.T.Ü.)
Doç.Dr. Kasım KOÇAK (İ.T.Ü.)**

OCAK 2008

ÖNSÖZ

Su, hayatın devamının sağlanabilmesi ve sosyal yaşam alanlarının her anlamda kalkınabilmesi için muadili olmayan bir kaynaktır. Suyun doğru kullanımı, insanlık tarihi boyunca artarak önem kazanmaktadır. Nitekim kuraklıkla mücadelenin sahip olduğu önem kadar, taşkınların kontrolü ve su kaynakları sistemlerinin planlanması ve projelendirilmesi aşamalarındaki etütlerin doğruluğu büyük önem arz etmektedir.

Tamamlanan bu çalışma neticesinde Fırat Havzası'nda, taşkın mevsimselliği farklı iki yöntem ile belirlenmiş ve AGİ bulunmayan bölgelerin taşkın karakteristiklerini transfer edecek istasyonun tespiti aşamasında kullanılacak, hidrolojik açıdan homojen istasyonların tespiti gerçekleştirilmiştir.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca, bana her zaman yol göstermiş olan, ışığını benden esirgemeyen çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bihret ÖNÖZ' e en derin şükranlarımı borç bilirim.

Bana her an yanımda olduğunu hissettiren, her zaman desteğini bana göstermekten bir an olsun tereddüt etmeyen kıymetli eşim Sayın Merve ALTIPARMAK' a teşekkür ederim.

Kıymetli tecrübelerini her zaman benimle paylaşan ve AGİ verilerinin güncellenmesinde yardımcı olan Meteoroloji Müh. Sayın Osman ÖZEN' e teşekkür ederim.

Değerli Proje Müdürüm Sayın Doğan DEMİR'e teşekkür ederim.

Beni her zaman destekleyen, Sayın Fazıl KIRAN'a çok teşekkür ederim.

Benden esirgemedikleri desteklerinden dolayı müdürüm Sayın Hasan Ali ADIGÜZEL'e ve Sayın Yaşar ÇULHAOĞLU'na teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımını benden esirgemeyen, İ.T.Ü. Enerji Enstitüsü Araş. Gör. Sayın Aslıhan ALBOSTAN'a teşekkür ederim.

Çok değerli abim, Sayın Aybars ALTIPARMAK'a, Sayın Gökhan AŞÇIOĞLU, Serkan KANDEMİR ve Turgay ZORLU'ya teşekkür ederim.

Desteklerinden dolayı Sayın Abdullah Kürşat EROL'a teşekkür ederim.

Anne ve Babama...

Aralık 2007

Barış ALTIPARMAK

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Hidroloji	3
1.2. Türkiye'de Su Kaynakları	4
1.3. İstatistik	7
1.3.1. Verilerin İstatistik Analizi	8
1.3.2. Merkez Parametreleri	8
1.3.3. Yayılım Parametreleri	9
1.3.4. Çarpıklık Parametreleri	9
1.4. Daha Önce Yapılan Çalışmalar	10
2. YÖNTEM	12
2.1. Mevsimsellik Ölçütleri	12
2.1.1. Açısal Mevsimsellik Analizi	13
2.1.2. Göreceli Frekans Analizi	16
3. FIRAT HAVZASI TAŞKIN MEVSİMSELLİĞİ ANALİZİ	18
3.1. Uygulama Bölgesi	18
3.2. İstasyonların Taşkın Değerleri	21
3.3. Açısal Mevsimsellik Analizi	22
3.3.1. Birim Daireler	23
3.3.2. Açısal Mevsimsellik Analizi ile Bölgeselleştirme	34
3.4. Göreceli Frekans Analizi	37
3.4.1. Göreceli Frekans Analizi ile Bölgeselleştirme	40
3.5. Yöntem Karşılaştırmaları	42
3.6. Parçalanmış Verilerin Analizi	42
3.6.1. 2000 - 2004 Verileri	43
3.6.2. 1995 - 2004 Verileri	43
3.6.3. Parçalanmış Verilerin Karşılaştırılması	44
4. SONUÇLAR	45

KAYNAKLAR	48
EKLER	50
ÖZGEÇMİŞ	81

KISALTMALAR

AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
AWWA	: American Water Works Association
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
MD	: Taşkın Takvim Günü

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1	Türkiye'nin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyeli..... 5
Tablo 1.2	Türkiye'nin akarsu havzalarının yıllık ortalama su potansiyeli ve verimleri..... 6
Tablo 3.1	Çalışmada kullanılan 15 adet akım gözlem istasyonunun isimleri, ve istasyon özellikleri..... 19
Tablo 3.2	Akım gözlem istasyonlarının taşkın karakteristikleri..... 21
Tablo 3.3	İstasyonların açısıl parametreleri 22
Tablo 3.4	İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış benzerlik değerleri. 35
Tablo 3.5	İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış benzerlik grupları... 36
Tablo 3.6	İstasyonların ayarlanmış taşkın frekansları 38
Tablo 3.7	İstasyonların göreceli taşkın frekansları ile hesaplanmış benzerlik değerleri..... 39
Tablo 3.8	İstasyonların göreceli frekans analizi benzerlik grupları 41
Tablo 3.9	2000 – 2004 yılları mevsimsellik değerleri..... 43
Tablo 3.10	1995 – 2004 yılları mevsimsellik değerleri..... 43
Tablo 3.11	İstasyonların yıllara bölünmüş mevsimsellik değerleri..... 44
Tablo A.1	2102 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 51
Tablo A.2	2122 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 52
Tablo A.3	2123 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 53
Tablo A.4	2124 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 54
Tablo A.5	2131 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 55
Tablo A.6	2133 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 56
Tablo A.7	2135 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 57
Tablo A.8	2145 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 58
Tablo A.9	2147 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 59
Tablo A.10	2154 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 60
Tablo A.11	2156 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 61
Tablo A.12	2157 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 62
Tablo A.13	2158 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 63
Tablo A.14	2164 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 64
Tablo A.15	2166 No' lu istasyon taşkın değerleri..... 65

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Negatif, Simetrik ve Pozitif Çarpıklıklar 9
Şekil 2.1	Birim Daire 14
Şekil 3.1	Türkiye Büyük Akarsu Havzaları..... 18
Şekil 3.2	Aşağı Fırat..... 20
Şekil 3.3	Orta Fırat..... 20
Şekil 3.4	Yukarı Fırat..... 21
Şekil 3.5	2123 No' lu istasyon birim dairesi..... 23
Şekil 3.6	2166 No' lu istasyon birim dairesi..... 24
Şekil 3.7	2102 No' lu istasyon birim dairesi..... 24
Şekil 3.8	2156 No' lu istasyon birim dairesi..... 25
Şekil 3.9	2133 No' lu istasyon birim dairesi..... 26
Şekil 3.10	2131 No' lu istasyon birim dairesi..... 26
Şekil 3.11	2145 No' lu istasyon birim dairesi..... 27
Şekil 3.12	2164 No' lu istasyon birim dairesi..... 28
Şekil 3.13	2124 No' lu istasyon birim dairesi..... 28
Şekil 3.14	2147 No' lu istasyon birim dairesi..... 29
Şekil 3.15	2157 No' lu istasyon birim dairesi..... 30
Şekil 3.16	2135 No' lu istasyon birim dairesi..... 30
Şekil 3.17	2158 No' lu istasyon birim dairesi..... 31
Şekil 3.18	2122 No' lu istasyon birim dairesi..... 32
Şekil 3.19	2154 No' lu istasyon birim dairesi..... 32
Şekil 3.20	Fırat Havzası'nda incelenen tüm istasyonların mevsimsellik gösterimi..... 33
Şekil B.1	2102 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 66
Şekil B.2	2122 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 67
Şekil B.3	2123 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 68
Şekil B.4	2124 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 69
Şekil B.5	2131 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 70
Şekil B.6	2133 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 71
Şekil B.7	2135 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 72
Şekil B.8	2145 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 73
Şekil B.9	2147 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 74
Şekil B.10	2154 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 75
Şekil B.11	2156 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 76
Şekil B.12	2157 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 77
Şekil B.13	2158 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 78
Şekil B.14	2164 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 79
Şekil B.15	2166 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi..... 80
Şekil B.16	AGİ Mevsimsellik Daireleri Haritası.....Ek-C

SEMBOL LİSTESİ

μ_x	: x rastgele değişkenin ortalaması
σ_x	: Standart sapma
C_{vx}	: Değişim katsayısı
C_{sx}	: Çarpıklık katsayısı
r	: Mevsimsel homojenlik parametresi
θ	: Taşkın açısal ifadesi
n	: Taşkın sayısı
d_s^{ij}	: Mevsimsel benzerlik mesafesi
f_k^i	: Ayarlanmış frekans değeri
$Sim_{(i,j)}$	: Göreceli frekans benzerlik mesafesi
$Var(x)$	: Varyans
S_x	: Standart sapma

FIRAT HAVZASI TAŞKIN MEVSİMSELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Fırat Havzası'nda taşkın mevsimselliği incelenmiş, havzaya ait 15 AĞI istasyonundan alınan yıllık maksimum debiler ile çalışılmıştır. Çalışmada, çalışma bölgesi için mevsimsellik tespiti yapılması ve taşkın mevsimselliğinden yola çıkarak, istasyonların mevsimsellik ölçütlerinin kullanılmasıyla, hidrolojik açıdan homojen bölgelerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışma neticesinde, mevsimsellik ölçütlerini kullanarak, istasyonlar arasında homojen bölgeler oluşturulmaya çalışılacak ve havza içerisinde, taşkın değerleri tahmini gereken ancak istasyonu bulunmayan bir bölgede çalışma ihtiyacı hissedildiğinde, üzerinde çalışılmak istenecek istasyonsuz bölgenin hangi homojenlik alanına dahil olduğuna bakılarak, aynı homojenliğe sahip istasyonların değerleri kullanılabilir.

Çalışmada, Fırat Havzası'na ait 15 istasyonun çeşitli yıllardaki taşkın gözlem tarihleri kullanılarak, açısız mevsimsellik analizi yöntemi uygulanmıştır. Taşkın gözlemlendiği tarihin, 365 gün içerisinde, kaçınıcı gün olduğu tespit edilir, kayıt altına alınmış her yılın taşkın tarihi, takvim gününe dönüştürüldükten sonra, bu tarihin açısız değeri radyan cinsinden hesaplanır. Dolayısıyla her istasyonda, birim daire üzerinde işaretlenebilen taşkın mevsimsellik ölçütlerinin belirlenmesi ile elde edilen mevsimsellik koordinatları, diğer istasyonlar ile öklid mesafeleri kullanılarak, istasyonlar arası benzerlik araştırması yapılmasında kullanılmıştır.

Ayrıca, tüm istasyonlarda, diğer bir yöntem olan göreceli frekans analizleri yöntemi uygulanmıştır.

İstasyonlarda gözlenen tüm taşkın tarihleri, ay bazında incelenmiş olup taşkınların gözlemlendiği tüm ayların frekans değerleri incelenirken, aylık dönemler, 30 günlük periyotlara dönüştürülerek ayrılmış frekans değerleri hesaplanmıştır.

Yılın tüm aylarına ait göreceli frekans değerleri her bir istasyonda, taşkın kayıt süresi boyunca gözlenen tüm taşkın günleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler, aynı zamanda istasyonlar arasındaki benzerliklerin de parametreleridir. Benzerlik parametreleri kullanılarak havzadaki homojenlik karşılaştırmaları, göreceli frekanslar dikkate alınması neticesinde yinelenmiştir.

Bu çalışmanın sonucu olarak, taşkın mevsimselliği ve mevsimsellik ölçütlerinin kullanılması ile benzer istasyonların bölgeselleştirilmeleri için kullanılan iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca, üzerinde çalışılan istasyonların taşkın verilerinin farklı zaman dilimlerine bölünerek taşkın mevsimselliğinin yıllara bağlı değişimi incelenmiştir.

DETERMINATION OF FLOOD SEASONALITY AT EUPHRATES BASIN

SUMMARY

In this study, flood seasonality has been observed in the Euphrates Basin and annual maximum discharge specifications of 15 stations from the basin have been studied. In the study, the determination of seasonality for the studied area and that of hydrologically homogenous regions, by using flood seasonality measures have been intended.

As a result of this study, by using seasonality measures, homogenous regions will be created between stations and in the basin, when study is needed in an ungauged region where flood estimation is necessary, by looking at which homogenous regions the future-studied region belongs to, the values of the stations with the same homogeneity will be used.

Directional seasonality method has been applied by using annual flood occurrence dates at 15 stations of the Basin. The flood occurrence date is determined as to which day of the year it took place, after converting the recorded flood date of each year into Julian Date, the directional value of this date is calculated in radian. Thus, in each station, flood data that can be pointed on the unit circle are obtained and these data include flood seasonality information and the coordinates of the station acquired with the determination of flood seasonality have been used in the similarity research between stations, by using Euclidian distance between the other stations.

Moreover, at all the stations, another method, relative frequency analysis has been applied.

All the flood dates observed at the stations have been studied on monthly basis and during the study of the frequency values of all the months adjusted frequency values have been calculated by converting the duration of each month into 30-day periods.

Relative frequency values of all months of the year at each single station have been calculated by taking all the flood occurrence dates during the flood record length into consideration. These calculated values are also similarity parameters between the stations. The comparisons of homogeneity in the Basin have been repeated by using similarity parameters considering the relative frequencies.

As a consequence of this study, with the flood seasonality and with the usage of seasonality measures, the two methods used in regionalizing the similar stations have been compared. Furthermore, the variations of the flood seasonality depending upon years have been observed by dividing flood occurrence data into different time segments.

1. GİRİŞ

Alternatifi olmayan bir kaynak olan su, yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. Diğer bir ifadeyle su, canlıların hayat kaynağıdır. Dünya nüfusunun %40'ını barındıran 80 ülke şimdiden su sıkıntısı çekmektedir. 20. yüzyılda dünya nüfusu 19. yüzyıla oranla üç kat artmasına rağmen, su kaynaklarının kullanımının altı kat arttığı belirlenmiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı).

Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km^3 'tür. Bu suların % 97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, % 2,5'u ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu kadar az olan tatlı su kaynaklarının da % 90'ının kutuplarda ve yeraltında bulunuyor olması sebebiyle insanoğlunun kolaylıkla yararlanabileceği elverişli tatlı su miktarının ne kadar az olduğu anlaşılmaktadır (Devlet Su İşleri).

Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m^3 suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m^3 ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m^3 'lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m^3 lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m^3 'lük suyun 28 milyar m^3 'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır.

Ayrıca, komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m^3 su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yüzeysel su potansiyeli 193 (158+28+7) milyar m^3 olmaktadır (DSİ, 1999).

Su kaynaklarının geliştirilmesi ülkemizin en önemli konularından biridir. Son 40 yılda bu alanda büyük ölçekli ve ülke ekonomisi açısından çok değerli çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'nin enerji ve tarım olanakları ve sosyal yapısı açısından bugün bulunduğu yere yükselmesinde bu çalışmaların önemli bir payı vardır.

Gelecekte de başarıların sürdürülebilmesi için su kaynaklarının planlaması alanındaki gelişmeleri yakından izleyerek uygulamada kullanmak gerekmektedir (Bayazıt, 1994).

Dünyanın pek çok bölgesinde, nehir akımlarında gözlemlenebilir artış ve azalmalar mevcuttur. Bunlar sadece bölgelerdeki hava sıcaklığı veya yağışlardaki değişikliklerle açıklanamaz. Ancak buzullardaki geniş çaplı ve gittikçe artan erime ve pek çok bölgede ilkbahar ile kış aylarında nehir akışlarında zaman içinde ileriye ve geriye doğru kaymalar iklimlerde meydana gelen değişimlerle açıklanabilmektedir.

Su, Mezopotamya (iki nehir arasındaki bölge)'daki yaşamların yerleşkeleri için tarihsel bir sembol olduğu gibi, Orta Doğu'nun muhtemelen en değerli varlığıdır. Günümüzde, Fırat ve Dicle, Türkiye, Suriye, İran, Irak ve Suudi Arabistan'a kıyısı bulunan Batı Asya'daki en büyük sınır aşırı nehirlerdir. Fırat ve Dicle Havzaları büyük ölçüde kar yağışı ile beslenmektedir, bu yağışın üçte ikisi kış döneminde gerçekleşmekte ve yılın yarısında kar şeklinde kalmaktadır (Tekeli ve diğ., 2005).

Kar yağışının, su dengesinin halen önemli bir unsuru olduğu pek çok bölgede, en yüksek yüzeysel akış hacmi ilkbahar aylarından kışa doğru kayabilir. Buzullardaki erime büyük bir ihtimalle devam edecektir ve pek çok küçük buzul ortadan kaybolabilir (Şen, 2005).

Su yönetim uygulamalarındaki değişimler, iklim değişmesinin su sektörünü nasıl etkileyeceğini hissedilir bir şekilde gösterir. Bazı ülkelerdeki su yöneticileri, iklim değişimini özel ve net bir şekilde ele almaya başlamıştır. Bunun uygulanmasında başvuru yöntemleri henüz iyi tanımlanmamıştır. Hem ülke içinde hem de ülkeler arasında uzun vadeli su kaynak planlaması için yürürlükteki kurumsal düzenlemeler tam geliştirilememiştir. Su idarelerinden, düzenleyeciler tarafından, gelecekteki kaynak ve böylece yatırım tahminlerini değerlendirirken, iklim değişimini “göz önünde bulundurmaları” istenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri de su idarelerinden, sistemlerinin olası iklim değişimlerine karşı yetersiz kalmaması için tedbir alınmasını istemiştir (AWWA, 1997).

Su kaynağı sıkıntısının birkaç göstergesi vardır. Kişi başına mevcut su miktarı ile kullanım için çekilen su hacminin, mevcut potansiyel su miktarına oranı bu göstergelere dahildir.

Çekilen miktarlar, toplam yenilenebilir kaynakların % 20'sini aştığı zaman, su sıkıntısı büyük ölçüde kalkınmayı sınırlayan bir unsur olmaktadır (Falkenmark ve Lindh, 1976).

Su yenilenebilir bir kaynaktır, bu anlamda sürdürülebilir kullanımı mümkündür. Ancak tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hayatın kaynağı olan suyun kontrol edilmemesi, doğru yönlendirilmemesi ve yönetilmemesi halinde ülke ekonomisini etkileyebilecek ciddi hasarlara yol açması mümkündür.

1.1 HİDROLOJİ

İnsan yeryüzündeki yaşayışını sürdürmesi için gerekli olan su ile ilgili bilgileri yüzyıllar önce toplamaya başlamıştır. Fakat bu bilgilerin bir bilim haline gelmesi ve mühendislik çalışmalarında kullanılmaya başlanması oldukça yenidir. Yer küresi üzerinde suyun dağılışını, hareketini ve özelliklerini inceleyen hidroloji birimi insanın çevresi ile olan ilişkisi arttıkça, daha büyük önem kazanmaya başlamıştır. İnsanın çevresini düzenleyip kontrol altına alma çabalarının bir parçası olan su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarında hidrolojik veriler önemli bir yer tutmaktadır. Nüfusun ve endüstrinin hızla büyümesi sonunda su kaynaklarının kullanılışı arttıkça bu çalışmalar yoğunlaşmakta, bu da hidrolojik çalışmalara hız vermektedir (Bayazıt, 1999).

Yeryüzünde canlıların yaşaması için suyu kullanmak ve kontrol altına almak gerektiğinden, insanlar tarihin başlangıcından beri su ile ilgilenmişler, suyun özelliklerini tanımaya, hareketini yöneten kanunları belirlemeye, yaratabileceği tehlikeleri önlemeye ve sudan en iyi şekilde yararlanmaya çalışmışlardır. Suyun hareketini inceleyen bilime hidromekanik, bu bilimin teknikteki uygulamasına hidrolik dendiğini biliyoruz.

Hidroloji ise suyun yerküresindeki dağılımını ve özelliklerini inceler. Hidrolojini en geniş bir şekilde tanımını şu şekilde yapabiliriz: “Hidroloji, yer küresinde (yani yeryüzünde, yer altında ve atmosferde) suyun çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevreyle ve canlılarla karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilimdir.” (Bayazıt, 1999).

Suyun taşınması, kontrol edilmesi ve iyileştirilmesi için yapılacak tesislerin planlama, proje, inşaat ve işletme safhalarında suyun miktarı ve özellikleri ile ilgili bazı soruların karşılıklarının bilinmesi istenir. Bu sorular, hidrolojik büyüklüklerin ortalama değerleri ile olabileceği gibi ekstrem (en büyük ya da en küçük) değerleriyle de ilgili olabilir. Örneğin, taşkınlardan korunma amacıyla yapılacak bir barajın hesabında, göz önüne alınan (100 yıl gibi) belli bir süre içinde görülebilecek en büyük taşkının tahmini gerekir.

Öte yandan bir hidroelektrik tesisin güvenilir gücünün belirlenmesi için de akarsuda yılda (180 gün gibi) belli bir süre mevcut olan debi tahmin edilmelidir. Bir şehrin su ihtiyacını karşılamak için karşılamak için inşa edilecek bir baraj haznesinin kapasitesini belirlerken akarsuyun kurak dönemlerde getireceği su miktarını göz önüne almak gerekir. Bu gibi örneklerin sayısı çoğaltılabilir.

Su kaynaklarının geliştirilmesiyle ilgili mühendislik çalışmalarının hemen hepsinde karşımıza çıkan bu gibi soruları hidroloji bilimi cevaplandırır. Bu cevapların yeterli bir doğrulukla bilinmesi büyük önem taşır. Zira, ekonomik nedenlerle hidrolojik hesaplarda diğer mühendislik hesaplarında olduğu kadar büyük emniyet katsayıları kullanılmasına izin verilmez. Tahmin edilenden büyük bir taşkının gelmesi büyük zararlara yol açabilir, öte yandan hidroelektrik tesisinde mevcut debi için fazla büyük bir tahmin yapılması beklenen gücün elde edilememesine yol açar. Böylece bazı hallerde tehlikeli, bazı hallerde de ekonomik yönden sakıncalı sonuçlar ortaya çıkabilir.

1.2 TÜRKİYE’DE SU KAYNAKLARI

Türkiye’nin yıllık ortalama yağışı 643 mm olup, hacimsel olarak bu değer 501 km^3 suya denktir. Ülkemiz koşullarında yağışın %37’si akışa geçmektedir. Bu durumda, yağışın 274 km^3 ’ü toprak, bitki, su yüzeyleri sisteminden buharlaşarak atmosfere geri dönmekte, 41 km^3 ’ü yeraltı su depolarını beslemekte, 186 km^3 ’ünün ise akarsular aracılığı ile deniz, göl ve kapalı havzalara boşalım için akışa geçtiği kabul edilmektedir (Kulga, 1994).

Tablo 1.1: Türkiye'nin Yeraltı ve Yerüstü Su Kaynakları Potansiyeli (DSİ, 1999)

Yıllık Ortalama Yağış: 643 mm Toplam Yağış: 501 km ³			
Yüzey Suyu Potansiyeli		Yeraltı Suyu Potansiyeli	
Yıllık Akış	186.05 km ³	Çekilebilir Yıllık Su Potansiyeli	12.30 km ³
Yıllık Akışın Toplam Yağışa Oranı	0.37 km ³		
Kullanılabilir Yüzey Suyu Potansiyeli	95.00 km ³	Geliştirilen Potansiyel	9.00 km ³
Fiili Yıllık Tüketim	31.49 km ³	Fiili Yıllık Tüketim	6.00 km ³

Türkiye'de 26 su toplama havzası bulunmaktadır. Bu havzaların yıllık ortalama akış ve verim değerleri Tablo 1.2'de verilmiştir. Bu havzalarda, DSİ ve diğer kuruluşlar tarafından bu güne değin yürütülen çalışmalarla yıllık yüzeysel su potansiyelinin 186,05 km³ olduğu saptanmıştır (DSİ, 1997). Bu potansiyelin 95 km³'ü ekonomik olarak geliştirilebilir niteliktedir. İklim koşullarına bağlı olarak her yıl önemli değişiklikler göstermesine karşın, ortalama bir değeri göstermesi bakımından Türkiye'nin yenilenebilir tatlı su potansiyelinin toplam 234 km³ dolayında olduğu söylenebilir (Kulga, 1994; Tekinel, 1999).

Dicle ve Fırat Havzası'ndaki toplam ortalama akış, Türkiye potansiyelinin %28.45'ine denktir. Antalya havzasının verimi en yüksektir ve 24,2 l/s/km²'dir (Tablo 1.2).

Diğer yandan, 167 Sayılı yasa ile Türkiye'deki yeraltı su kaynaklarının hüküm ve tasarrufundan DSİ Genel Müdürlüğü sorumlu tutulmuştur. Havza bazında yapılan çalışmalarla güvenle çekilebilecek yeraltı suyu potansiyelinin 12,3 km³ dolayında olduğu saptanmıştır. Türkiye'nin yıllık kullanılabilir yeraltı ve yerüstü su potansiyeli toplamı 107,3 km³'tür (Tablo 1.1).

Bu değer, yenilenebilir su potansiyelinin %45.85'ine denktir. Bugüne dek kullanılabilir potansiyelin sadece %37.74'ü geliştirilerek, kullanıma sunulmuştur (Kaya, 1994; DSİ, 1999).

Tablo 1.2: Türkiye'nin Akarsu Havzalarının Yıllık Ortalama Su Potansiyeli ve Verimleri (DSİ, 1997).

Havza Adı	Ortalama Yıllık Akış (km ³)	Su Potansiyeli Oranı (%)	Ortalama Yıllık Verim (l/s/km ²)
Fırat Havzası	31.61	17.0	8.3
Dicle Havzası	21.33	11.5	13.1
Doğu Karadeniz Havzası	14.90	8.0	19.5
Doğu Akdeniz Havzası	11.07	6.0	15.6
Antalya Havzası	11.06	5.9	24.2
Batı Karadeniz Havzası	9.93	5.3	10.6
Batı Akdeniz Havzası	8.93	4.8	12.4
Marmara Havzası	8.33	4.5	11.0
Seyhan Havzası	8.01	4.3	12.3
Ceyhan Havzası	7.18	3.9	10.7
Kızılırmak Havzası	6.48	3.5	2.6
Sakarya Havzası	6.40	3.4	3.6
Çoruh Havzası	6.30	3.4	10.1
Yeşilırmak Havzası	5.80	3.1	5.1
Susurluk Havzası	5.43	2.9	7.2
Aras Havzası	4.63	2.5	5.3
Konya Havzası	4.52	2.4	2.5
Büyük Menderes Havzası	3.03	1.6	3.9
Van Gölü Havzası	2.39	1.3	5.0
Kuzey Ege Havzası	2.09	1.1	7.4
Gediz Havzası	1.95	1.1	3.6
Meriç-Ergene Havzası	1.33	0.7	2.9
Küçük Menderes Havzası	1.19	0.6	5.3
Asi Havzası	1.17	0.6	3.4
Burdur Göller Havzası	0.50	0.3	1.8
Akarçay Havzası	0.49	0.3	1.9

Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarının bir bölümünün bulunduğu Aşağı Fırat ve Dicle bölgesinde bulunan GAP projesi, Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin, Gaziantep, Adıyaman, Siirt, Batman ve Şırnak illerinin tamamını veya bir kısmını kapsamaktadır. Proje, anılan alanlara sulama suyu sağlayarak sulu tarımın gelişimini, tarımsal endüstriyi, haberleşme, sağlık ve eğitim gibi destekleyici hizmetleri de içine alan bir bölgesel kalkınma hamlesi sayılmaktadır.

74 000 km²'lik entegre bir proje olan GAP, Fırat ve Dicle nehirleri üzerine yapılan ve yapılacak olan baraj ve hidroelektrik santrallerini, sulama ve drenaj sistemlerini, bunun yanında ulaşım, endüstriyel yatırımlar, haberleşme, eğitim, sağlık merkezleri ve diğer ilgili tarla içi geliştirme yatırımlarını içine almaktadır. GAP projesinin planlanmasında, bölgenin su ve toprak kaynakları potansiyelinin yüksek oluşu, sosyoekonomik durumu gibi nedenler sayılabilir.

Yapımına 1976 yılında başlanmıştır. GAP'ın en büyük birimi, Aşağı Fırat Projesidir. Bu alt Proje, Türkiye'de şimdiye kadar yapılan en büyük sulama yatırımı olan Atatürk barajını içine almaktadır (GAP Bölge Kalkınma Dairesi Başkanlığı, 1998).

1.3 İSTATİSTİK

İstatistik, verilerin toplanması, organize edilmesi, özetlenmesi, sunulması ve bu verilerden bir sonuca varılabilmesi için kullanılan bir bilim dalıdır. Bu verilerin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş bazı teknikler kullanılarak istatistiksel analiz yapılır.

İstatistik, 17. yüzyıla kadar sadece bilgi kaydetme şeklinde gerçekleşiyordu. Ancak 18. ve 19. yüzyıllarda J. Bernoulli (1645-1705) ve K. Gauss'un (1777-1855) katkılarıyla matematik temelleri üzerine oturtulmuş, olasılık teorisi geliştirilmiştir. Sosyal ve antropolojik olaylara istatistiği kapsamlı bir şekilde uygulayan ilk matematikçi olan Adolphe Quetelet (1796-1874) ise modern istatistiğin kurucusu olarak kabul edilmiştir. 20. yüzyılın başında R. A. Fisher, W. S. Gosset'in katkılarıyla tahmin yapma ve karar verme konuları ön plana çıkarak istatistik artık sayısal verilerin yorum ve değerlendirmesini yapan bir bilimsel yöntemler topluluğu haline gelmiştir. İstatistik bilimi, zaman içinde geliştikçe günlük hayatımızda hemen hemen her konuda kullanılır hale gelmiştir (Bal, 2003).

1.3.1 Verilerin İstatistik Analizi

Bir rastgele değişkenin başlıca istatistik özelliklerini yansıtan büyüklükler olan parametreler, değişkenin çeşitli gözlemlerde alabileceği değerlerin merkezini, bu değerlerin merkez çevresindeki yayılımın büyüklüğünü, çarpıklığını vs. ifade ederler. Parametrelerin toplum değerleri bilinemezse de eldeki örnekten bunlara karşı gelen istatistik değerleri tahmin edilebilir.

1.3.2 Merkez Parametreleri

Elimizde X rastgele değişkenin toplumundan alınmış n elemanlı bir örnek bulunsun $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$. μ_x ortalama parametresine karşı gelen $\bar{x}$ istatistiği:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n \quad (1.1)$$

Şeklinde hesaplanır. Ortalama, dağılımın merkezini ifade etmek için en çok kullanılan parametredir.

Dağılımın merkezini gösteren kuantil tipi parametre ise medyandır. $Med_x = x_{0.50}$, $p=0.50$ olasılığına karşılık gelen kuantil olup medyayı eldeki örnekten tahmin etmek için önce örnekteki değerler büyüklük sırasına dizilerek düzenlenmiş örnek haline getirilir. Medyan, düzenlenmiş örnekten şu şekilde tahmin edilir:

$$n \text{ tek ise } med_x = x_{0.50} = x_{(n+1)/2} \quad (1.2)$$

$$n \text{ çift ise } med_x = x_{0.50} = \frac{1}{2}(x_{(n/2)} + x_{(n/2)+1}) \quad (1.3)$$

Örnekteki eleman sayısı n tek ise düzenlenmiş örnekte, ortada kalan eleman medyan olarak alınır, n çift ise ortadaki iki elemanın ortalaması medyayı verir. Rastgele değişkenin dağılımı simetrik ise, ortalama ve medyanın toplum değerleri aynıdır. Sağa çarpık dağılımlarda ortalama medyandan büyük, sola çarpık dağılımlarda ise ortalama değer medyandan küçüktür.

1.3.3 Yayılım Parametreleri

Yayılım parametreleri, bir rastgele değişkenin merkez değer çevresindeki yayılımın büyüklüğünü ifade eden büyüklüklerdir. Yayılımın büyüklüğünün en çok kullanılan parametreleri varyans ve varyansın karekökü olan standart sapmadır. Varyans ve standart sapma şu şekilde ifade edilir:

$$\text{Var}(x) = s_x^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1) \quad (1.4)$$

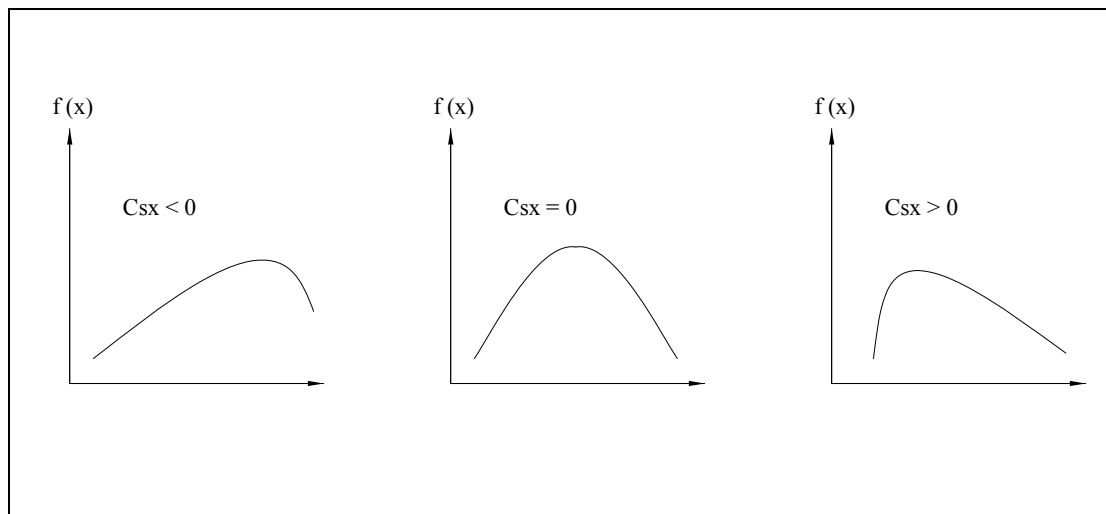
Standart sapma ile yayılımın büyüklüğü doğru orantılıdır. Standart sapmanın büyük olması değişkenin ortalama değer etrafındaki yayılımının da büyük olması demektir. Ortalamaları aynı olmayan iki rastgele değişken için yayılımın büyüklüğünü belirlemede değişkenlerin standart sapma değerlerini karşılaştırmak yeterli olmayabilir. Böyle bir durumda boyutsuz bir büyüklük olan değişim katsayısı kullanmak uygun olur. Böylece iki rastgele değişkenin yayılımlarının doğrudan doğruya karşılaştırılması sağlanmış olur (Bayazıt, 1996).

Değişim katsayısı, standart sapmanın ortalamaya oranıdır:

$$C_{vx} = \sigma_x / \mu_x \quad (1.5)$$

1.3.4 Çarpıklık Parametreleri

Çarpıklık katsayısı, rastgele değişkenin dağılımının merkez çevresindeki simetrisini belirleyen parametredir. Çarpıklık katsayısı boyutsuzdur.



Şekil 1.1 : Negatif, Simetrik ve Pozitif Çarpıklıklar

Çarpıklık katsayısı 0 olursa, rastgele değişkenin dağılımı simetriktir, çarpıklık katsayısı pozitif olursa, rastgele değişkenin dağılımı sağa çarpık, çarpıklık katsayısı negatif olursa, rastgele değişkenin dağılımının sola çarpık olduğu gözlenir.

1.4 DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR:

Homojen alt bölgelerin belirlenmesi, mevsimsellik analizi ve bu yöntemler kullanılarak eksik verilerin tamamlanmasına ait yapılmış çeşitli çalışmalar mevcuttur. Hazırlanan çalışmaların bir kısmından, aşağıda bahsedilmektedir.

Burn ve Goel (2000), L momentlerinin homojen bölgelerin belirlenmesi amacıyla kullanılabileceğini, taşkın frekans analizi çalışmasında belirtmişlerdir.

Burn (1997), Kanada'nın Saskatchewan, Manitobo bölgesinde 59 havza için taşkın analizinde, taşkınların mevsimsellik araştırmasını yapmış ve hidrolojik olarak benzerlik gösteren havzaları belirlemiştir. Bu çalışmada daha öncekilerden farklı olarak taşkınların büyüklükleri kullanılmamıştır. Ayrıca, kullanılan yöntemin istasyonların dışında ölçüm olmayan benzer havzalarda mevsimsellik istatistiklerin tahmininde kullanılabileceğini belirtmiştir (Burn, 1997).

Yanık ve Avcı (2005) tarafından yapılan çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde seçilen örnek bir bölge üzerinde bölgesel debi süreklilik eğrisi elde edilmesine yönelik küme analizi uygulaması yapılarak ortaya çıkan sonuçlar doğal akışlı hidroelektrik santral potansiyelinin belirlenmesi için yorumlanmıştır.

Mc Cuen ve Beighley (2003)'nin yaptıkları çalışmada Amerika'da Maryland bölgesinin doğu sahilinde ölçülmüş akım verileri kullanılarak 4 mevsimlik, mevsimsellik analizi yöntemini uygulayarak mevsimlik deşarjlar ile yıllık deşarjlar arasında çok büyük farklar olduğunu gözlemişlerdir. Buradan, ölçüm yapılmamış bölgelerdeki eksik verilerini tamamlamak için mevsimsellik analizinin daha güvenilir sonuçlar verdiğine ulaşmışlardır.

Ouarda ve diğ. (2006) tarafından Kanada'nın Quebec bölgesinde yapılan çalışmada; üç taşkın mevsimselliği bölgeselleştirme yöntemi, bir veri tabanı hazırlanarak incelenmiştir ve havza benzerliğinde fiziksel ölçütlerin kullanıldığı geleneksel bölgeselleştirme yöntemlerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Son yıllarda, hidroloji üzerine yapılan pek çok çalışmada, hidrolojik açıdan homojen bölgelerin belirlenmesi ve taşkın mevsimselliği hususlarına değinilmiştir. Bunlara ek olarak, Fırat Havzası'nda istasyon kayıtlarının bulunmadığı yerlerde yapılacak ve taşkın mevsimsellik bilgileri gerektirecek her türlü çalışmada kullanılabilecek bir çalışma hazırlanmış ve bilimin hizmetine sunulmuştur.

2.YÖNTEM:

2.1 Mevsimsellik Ölçütleri

Hidroloji ve su kaynakları mühendisliğinin pek çok uygulamasında; mevsimsel akış tahminlerinde, dere yatağı taşkın korumalarında, taşkın yönetiminde ve su kaynakları altyapı çalışmalarında, taşkın mevsimselliği bilgisi gereklidir (Cunderlik ve diğ., 2004). Taşkın mevsimselliği, su kaynaklarının kontrolü ve değerlendirilmesi amacıyla planlanacak olan tüm inşaat projelerinin, hazırlanması sırasında kullanılan bir bilgidir.

İlkbahar ve Yaz'ın ilk dönemlerinde büyük ölçüde kar erimelerinden kaynaklanan debi yoğunluğu sadece taşkınlara değil, sulama için gerekli büyük miktardaki suyun ve yaz dönemi boyunca enerji üretiminde kullanılabilecek olan suyun kaybına sebep olmaktadır. Bu bağlamda, dağlık bölgeler olan Türkiye'nin Doğusunda, Fırat ve Dicle Havzaları'nın en önemli kaynak sularından biri olarak, enerji üretimi, taşkın kontrolü, sulama ve biriktirme hazneleri işletmelerinde kullanılmak üzere, bölgedeki kar erimelerinin mevsimsellik tahmini de ayrıca büyük önem arz etmektedir (Tekeli ve diğ., 2005).

Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de gözlenmiş akım değerlerinin kayıtları bulunmayan bölgelerde, su kaynakları yönetimine yönelik bir çalışma yapılması gerektiğinde, bölgeye ait projelendirme temellerini teşkil edecek olan taşkın değerlerine ulaşmak, büyük bir önem arz etmektedir.

Taşkınların düzenliliği ve oluş zamanlaması, hidrolojik olarak havza benzerliğinin bir büyüklüğü olarak kullanılabilmektedir. Taşkınların zamanlama ve mevsimsellik benzerlikleri gözlenen istasyonlarda fiziki, coğrafi ve meteorolojik olarak da benzerlikleri beklenebilir. Benzer taşkın mevsimselliğine sahip istasyonlarda gözlenen taşkınların gerçekleşme zaman dilimleri de yakınlık göstermektedirler.

2.1.1 Açısal Mevsimsellik Analizi

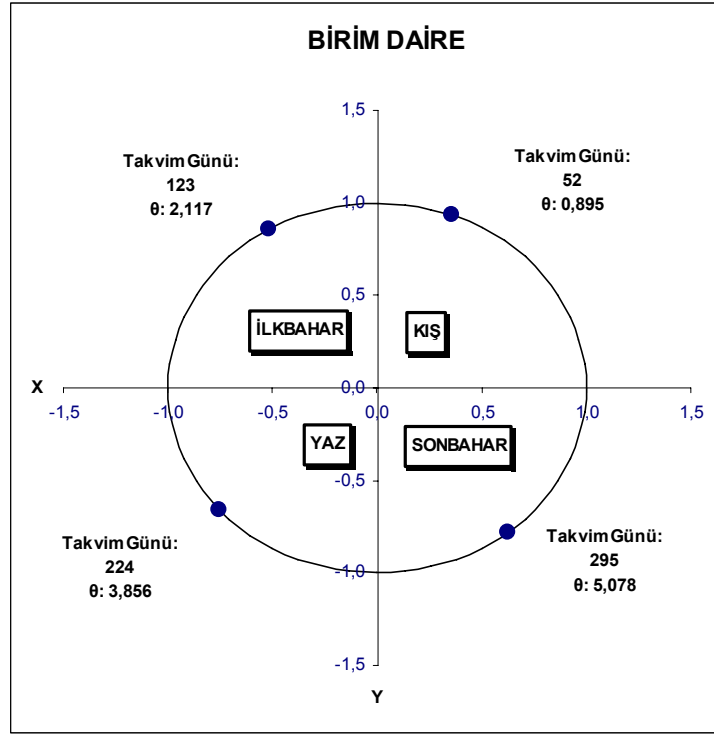
Bölgeselleştirme analizlerinde kullanılan homojen havzalar dikkate alınırken, coğrafi komşuluktan ziyade hidrolojik açıdan benzerlikleri dikkate alınır ve bu yöntemde, havza homojenliğinin tespitinde taşkın karakteristikleri ve gerçekleşme zamanları kullanılmaktadır, taşkın mevsimselliğinin büyüklük parametreleri, havza benzerliğinin bir ifadesi olarak kullanılmalıdır (Burn, 1997).

Mevsimsellik analizi yapılan istasyonlarda, taşkın kaydı bulunan her yıl için yıllık taşkın gözlenme tarihlerini, radyan cinsinden açısal değer olarak ifade edebilmek için, takvim gününü, 1 Ocak tarihini, yılın 1. Günü ve 31 Aralık tarihini, yılın 365. günü olarak alarak,

$$\theta_i = (TakvimGünü)_i \left(\frac{2\pi}{365} \right) \quad (2.1)$$

formülü kullanılarak hesaplanır.

Burada θ değeri, i yılında gözlenen taşkın tarihinin, radyan cinsinden açısal değerini ifade eder. Taşkın tarihi artık, birim büyüklükteki θ açısına sahip vektör ile gösterilebilmektedir. “n” sayıdaki taşkın değerine sahip örnekler üzerinde çalışılırken, istasyonun hidrolojik rejiminin görsel olarak ifadesini sağlamak için, Şekil 2.1’de olduğu gibi her yıla ait takvim günlerinin radyan cinsinden açısal ifadeleri birim daire üzerinde işaretlenir.



Şekil 2.1 : Birim Daire

“n” sayıda taşkın değerine sahip örneklerden, istasyonun taşkın zamanının x ve y koordinatları hesaplanabilir.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(\theta_i) \quad (2.2)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sin(\theta_i) \quad (2.3)$$

Yukarıdaki formüller ile hesaplanan $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ istasyon mevsimsellik koordinatları, istasyona ait MD taşkın takvim gününe ait değerlerdir. Taşkın zamanının, radyan cinsinden açısal değeri, $\left(\frac{\bar{y}}{\bar{x}}\right)$ değeri pozitif iken 2.4 formülü, açısal değer negatif iken 2.5 formülü kullanılarak hesaplanır.

$$\bar{\theta} = \tan^{-1} \left(\frac{\bar{y}}{\bar{x}} \right) \quad (2.4)$$

$$\bar{\theta} = \tan^{-1}\left(\frac{\bar{y}}{\bar{x}}\right) + \pi \quad (2.5)$$

formülleri kullanılarak hesaplanır. İstasyonun taşkın takvim gününü, radyan cinsinden açısal olarak ifade eden $\bar{\theta}$ değeri,

$$MD = \bar{\theta}\left(\frac{365}{2\pi}\right) \quad (2.6)$$

formülü kullanılmasıyla, istasyonun taşkın takvim gününe geri dönüşümü sağlanır.

Bu formülle hesaplanan çeşitli MD değerleri, çalışılan istasyondaki taşkın değerlerinin gerçekleşme zamanının ortalama bir değerinin göstergesidir. Benzer MD değerlerine sahip istasyonların diğer hidrolojik parametreler açısından da benzerlik göstermeleri beklenmektedir.

Özellikle, kar erimeleri ile meydana gelen taşkınlara sahip havzaların, coğrafi yeri büyük önem arz etmektedir. Üzerinde çalışılan istasyonlar kümesinde, kar erimelerinden dolayı meydana gelen taşkınlara sahip tüm istasyonlardan, birbirine yakın kar erime dönemlerine sahip istasyonlar yaklaşık MD değerlerine sahip olacaklardır.

İstasyonun farklı yıllarında gözlenen taşkınların oluş zamanlarının çeşitliliğini gösterir bir parametre mevcuttur. Taşkın değerlerinin çeşitliliğini gösteren r değeri,

$$r = \sqrt{\left(\bar{x}\right)^2 + \left(\bar{y}\right)^2} \quad (2.7)$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

r değeri, taşkın değerlerinin dağılımını gösteren, boyutsuz bir parametredir. Taşkın gözlem tarihlerinin homojen dağılımının da bir göstergesi olan r değeri, 0 ile 1 arasında değer alabilir. r değerinin 1 olması, istasyonda gözlenmiş taşkın tarihlerinin tam olarak aynı tarihte meydana geldiği anlamına gelirken, r değerinin sıfıra yaklaşması ise, taşkın tarihlerinin büyük bir heterojen çeşitliliğe sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Nitekim istasyonların taşkın gözlem tarihlerinin çeşitliliğinin bir parametresi olan r parametresinin değerinin artması, yüksek taşkın düzenliliği anlamına gelmektedir.

Yukarıda sunulan mevsimsellik ölçütleri aynı zamanda, istasyonlar arasındaki benzerlik göstergeleri olarak tanımlanabilmektedir. Mevsimselliği incelenen iki istasyonun benzerliğini tanımlayabilmek için, tek bir sayısal değer gerekmektedir.

İstasyonların taşkın değerlerine ait $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ koordinatlarını kullanarak elde edilecek olan öklid mesafeleri, istasyonlar arası benzerlik parametresi olarak kullanılabilecektir. Belirtilen öklid mesafesinin;

$$d_s^{ij} = \left[(\bar{x}_i - \bar{x}_j)^2 + (\bar{y}_i - \bar{y}_j)^2 \right]^{0.5} \quad (2.8)$$

formülü kullanılarak elde edilen d_s^{ij} değeri, i ve j istasyonları arasındaki mevsimsel benzerlik değerini ifade ederken, $\bar{x}_i$ ve $\bar{y}_i$ değerleri de i istasyonunun x ve y koordinatlarını göstermektedir. d_s^{ij} değeri, istasyonlar arasındaki mevsimsel farklılık mesafesi olarak tanımlanabilirken, istasyonlar arasındaki d_s^{ij} değerinin azalması, hidrolojik açıdan homojenliğin ve benzerliğin artışı olarak tanımlanır.

2.1.2 Göreceli Frekans Analizi

Taşkın tarihlerinin takvim ayları ile ifadelerinin kümelenmesi, detaylı mevsimsellik analizinin özünü oluşturabilmektedir. Grup aralığı genelde, bir takvim ayı olacak şekilde seçilir. Bir hafta gibi daha kısa aralıklar uygunsuzdur çünkü, böyle kısa aralıklarda taşkın rejimlerinin örnekleri azalmaktadır üstelik uzun yıllık taşkın kayıtlarına sahip istasyonlarda da, 20 – 30 yıllık tipik istasyon kayıt uzunluğuna sahip istasyonlar için bir ayrıma varılamamaktadır (Cunderlik ve Burn, 2002).

Bu yöntemde, taşkın tarihleri aylık olarak gruplandırılmıştır ve her ay için, taşkınların göreceli frekansları hesaplanmaktadır. Veriler, aylar halinde sınıflandırıldığında, zamanların açılara dönüşümü için bir ayarlama uygulanmalıdır.

Mardia (1972)'ya göre, frekanslar hesaplanabilir öyle ki aynı uzunluğa sahip tüm aylar ile birlikte, bir yıl 360 güne uyar ve 1 derece, 1 güne eşit olur. Bu değerlere ulaşmak için, 31 günlük aylar için incelenen frekanslar, 30/31 ile Şubat Ayı için incelenen frekanslar, 30/28 veya 30/29 ile çarpılır. Yıl 360 günlük olacak şekilde azaltılmış olur ancak, f_i orijinal frekansların toplamı (s), f_i' ayarlanmış frekansların toplamına s' eşit değildir. s toplamlarını muhafaza etmek için, ayarlanmış frekans f' değerleri s/s' oranı ile çarpılır.

$$\sum_{i=1}^{12} f_i' = \sum_{i=1}^{12} f_i' \left(\frac{s}{s'} \right) \quad (2.9)$$

Her bir aydaki taşkın veya yağış değerlerinin göreceli frekanslarını gösteren 12 değer, yıllık detaylı mevsimsellik modelini vermektedir. Diğer taraftan, bu gibi rejim tanımlayıcısı olarak kullanılacak muhtemel hidrolik modeli değişkenlik göstermemektedir (Ouarda ve diğ., 2006).

Taşkın mevsimselliğinin ayarlanmış frekans değerleri ile tespit edilmesinden sonra, hesaplanan değerler aynı zamanda iki istasyonun benzerlik değeri olarak kullanılabilir. Üzerinde çalışılan iki istasyonun benzerlikleri değerlendirilirken, yılın her bir ayı için ayarlanmış 12 frekans değerleri kullanılarak;

$$Sim_{(i,j)} = \sqrt{\sum_{k=1}^{12} (f_k^i - f_k^j)^2} \quad (2.10)$$

Formülü ile hesaplanır. Bu formülde, iki istasyonda her bir k ayı için ayarlanmış frekans değerleri, i istasyonu için f_k^i , j istasyonu için f_k^j olarak gösterilmektedir.

Benzerlik parametresi olarak hesaplanan $Sim_{(i,j)}$ değerlerinin sıfıra yakınlığı, iki istasyonun hidrolojik açıdan benzerliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

3. FIRAT HAVZASI TAŞKIN MEVSİMSELLİĞİ ANALİZİ

3.1 Uygulama Bölgesi

Mevsimsellik analizi yöntemleri; Göreceli Frekans Analizi ile Açısal Mevsimsellik Analizi, Fırat Havzası'na uygulanmıştır. Elektrik İşleri Etüd İdaresi'nce 21 No'lu Havza olarak adlandırılan Fırat Havzası'nda; Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4'de gösterilen Aşağı, Orta ve Yukarı Fırat'ta bulunan ve EİE tarafından işletilen 15 adet akım gözlem istasyonu üzerinde çalışılmıştır.

Yukarıda bahsedilen bu istasyonlar; ülkemizin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde, Keban ve Karakaya Barajları ile Bingöl, Erzurum, Erzincan ve Gaziantep civarında bulunmaktadır. Genellikle karasal iklime ve yurdun önemli ölçüde kar yağışlarına maruz kalan bölgelerinde olan geneli yüksek kotlara sahip bu istasyonların genel durumları itibariyle taşkın dönemlerinin kar erimeleri ile ilişkilendirilme eğilimi mevcuttur.



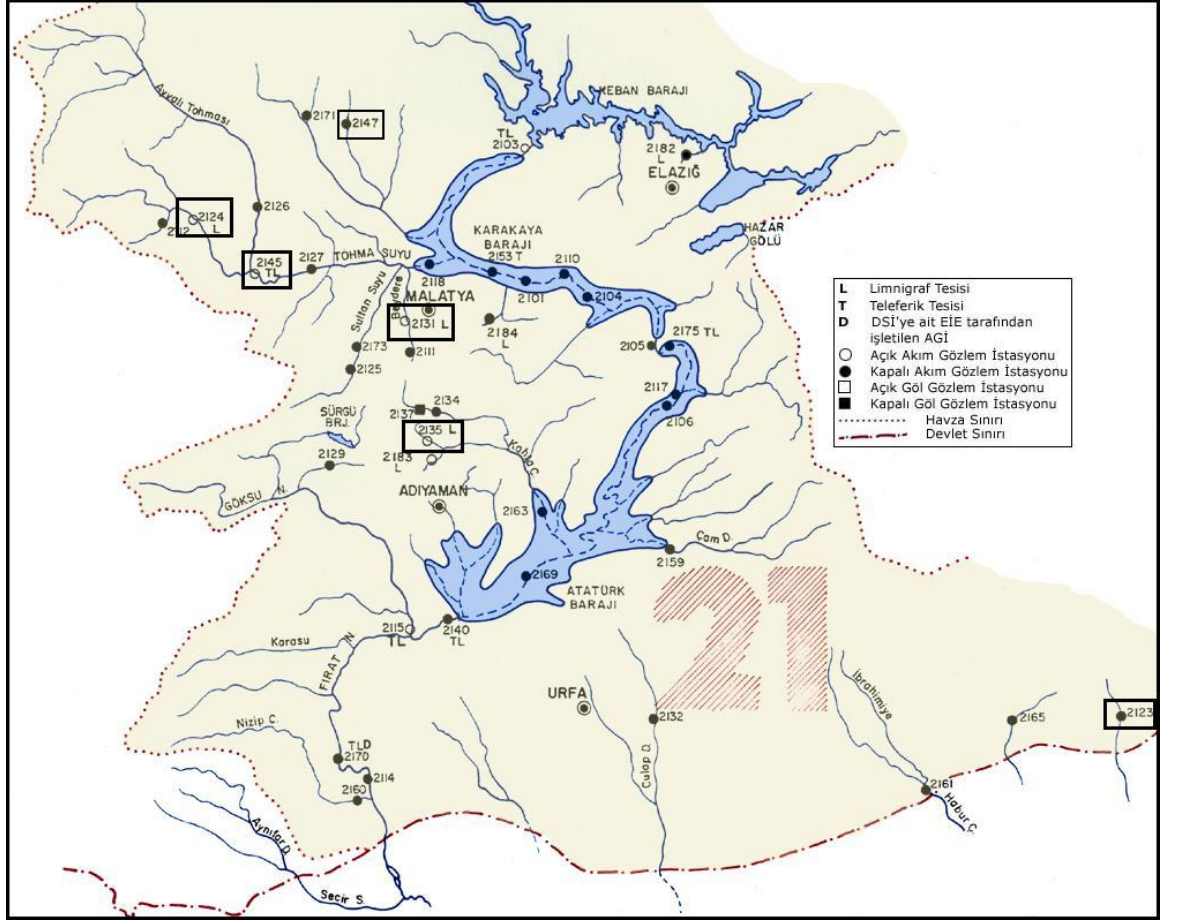
Şekil 3.1: Türkiye Büyük Akarsu Havzaları (EİE, 2007)

Mevsimsellik çalışmalarının yapıldığı taşkın kayıtları kullanılan 15 istasyona ait özellikler, Tablo 3.1’de gösterilmektedir. Bu tabloda görüldüğü üzere, üzerinde çalışılan akım gözlem istasyonlarının yurdumuzun yüksek kesimleri olan Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde olmalarından dolayı ortalama kotları 1085 metredir. Bunun yanında sadece, Çağ Suyu’nda bulunan 2123 No’lu istasyonun 560 metre kotunda olduğu görülmektedir.

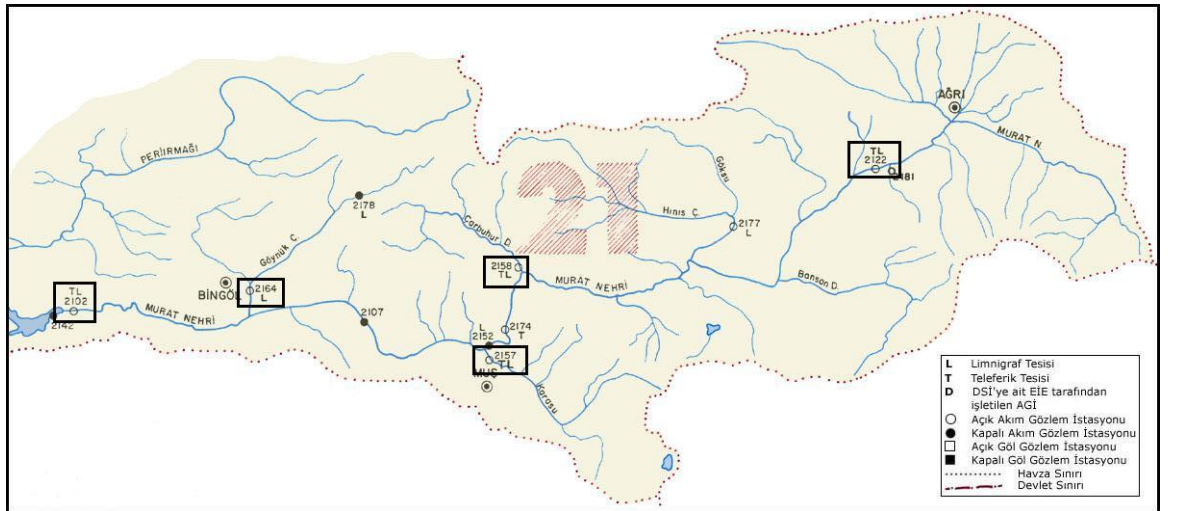
Tablo 3.1: Çalışmada Kullanılan 15 Adet Akım Gözlem İstasyonunun İsimleri, ve İstasyon Özellikleri

Su ve İstasyon Adı	İstasyon No	Gözlem Aralığı	Kot (m)	Yağış Alanı (km²)
Murat Suyu – Palu	2102	1968-2004	859	25515,6
Murat Suyu – Tutak	2122	1962-2004	1552	5882,4
Çağ Suyu – Çınarköy – Nusaybin	2123	1961-1993	560	863,6
Tohma Suyu - Yazıköy	2124	1963-2004	1180	1256,1
Bey Deresi - Kılalık	2131	1957-2004	925	277,6
Munzur Suyu - Melekbahçe	2133	1969-2004	875	3284,8
Bulam Çayı - Fatopaşa	2135	1961-2004	1252	154,8
Tohma Suyu - Hisarcık	2145	1963-2004	935	5780,8
Munzur Suyu - Dedikuşağı	2147	1964-1997	1195	875,0
Karasu - Aşağı Kağdareç	2154	1969-2004	1675	2886,0
Fırat Nehri - Bağıştaş	2156	1969-2004	865	15562,0
Karasu - Karaköprü	2157	1969-2004	1250	2098,4
Bingöl Çayı - Abdurrahmanpaşa	2158	1969-2004	1310	1577,6
Göynük Çayı - Çayağzı	2164	1969-2004	995	2232,0
Peri Suyu - Loğmar	2166	1970-2004	847	5385,8

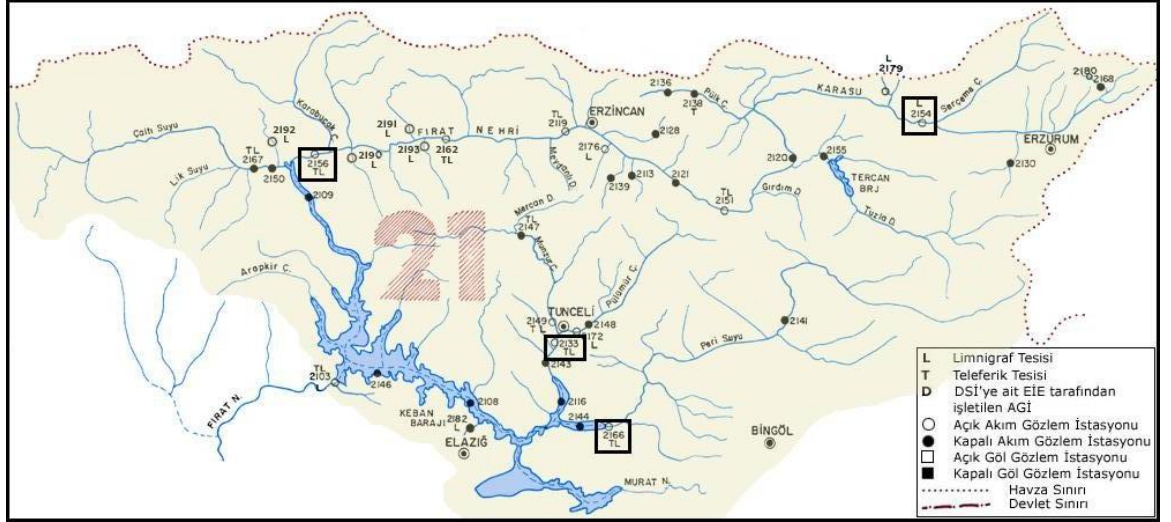
Tüm yöntemlerin, taşkın verileri kayıtlarının en güncel değerleri kullanılarak uygulanması amaçlanmıştır. EİE kayıtları sonlandığından dolayı, 2123 ve 2147 istasyonları haricinde, çalışılan tüm istasyonlarda veriler 2004 yılına kadar güncellenmiştir. Ayrıca taşkın değerleri kullanılan, yukarıda bahsedilen 15 istasyonun yerleşkeleri, aşağıdaki haritalarda gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Aşağı Fırat



Şekil 3.3: Orta Fırat



Şekil 3.4: Yukarı Fırat

3.2 İstasyonların Taşkın Değerleri

İstasyon kayıtlarının istatistiksel parametreleri Tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Tablo 3.2: Akım Gözlem İstasyonlarının Taşkın Karakteristikleri

İstasyon No	En Büyük Debi (m ³ /s)	En Küçük Debi (m ³ /s)	Ortalama Debi (m ³ /s)	Standart Sapma (m ³ /s)	Çarpıklık Katsayısı	Değişim Katsayısı
2102	3591,0	742,0	1979,1	734,5	0,378	0,37
2122	1121,0	135,0	531,7	217,3	0,685	0,41
2123	80,1	10,1	26,0	20,6	1,359	0,79
2124	105,0	13,2	46,2	21,9	0,661	0,48
2131	176,0	3,5	30,5	32,6	2,696	1,07
2133	1332,0	161,0	549,3	217,8	1,202	0,40
2135	132,0	5,9	33,7	24,3	2,032	0,72
2145	361,0	34,0	122,7	69,8	1,583	0,57
2147	344,0	72,2	167,2	58,8	0,658	0,35
2154	363,0	82,8	167,5	62,3	1,088	0,37
2156	1320,0	264,0	668,0	241,5	0,683	0,36
2157	547,0	53,0	249,6	126,0	0,374	0,50
2158	752,0	88,2	268,0	147,4	1,554	0,55
2164	1097,0	199,0	550,4	233,8	0,335	0,42
2166	1471,0	201,0	718,1	331,2	0,701	0,46

Tablo 3.2’de, 560 metre ile en düşük kotta bulunan 2123 istasyonunun aynı zamanda en küçük ortalama taşkın debisi değerine sahip olduğu görülmektedir.

Ayrıca, tüm istasyonlar pozitif çarpıklık katsayıları ile sağa çarpık bir olasılık dağılımı göstermektedirler.

3.3 Açısal Mevsimsellik Analizi

Her bir istasyona ait, Tablo 1.1 ‘de belirtilen zaman aralıklarında kaydedilen yıllık taşkın değerleri ve zamanlarının **1.1, 1.2, 1.3** No’lu formüller ile kullanılması neticesinde elde edilmiş değerler Tablo 3.3’de gösterilmektedir.

Tablo 3.3: İstasyonların Açısal Parametreleri

İstasyon No	X	Y	θ (Radyan)	r	MD	Taşkın Takvim Günü
2102	-0,198	0,903	1,786	0,924	104	14 Nisan
2122	-0,326	0,913	1,914	0,969	111	21 Nisan
2123	0,376	0,485	0,912	0,613	53	22 Şubat
2124	-0,345	0,736	2,009	0,813	117	27 Nisan
2131	-0,228	0,787	1,852	0,819	108	18 Nisan
2133	-0,181	0,747	1,809	0,769	105	15 Nisan
2135	0,268	0,274	0,796	0,383	46	15 Şubat
2145	-0,274	0,801	1,900	0,846	110	20 Nisan
2147	-0,307	0,802	1,936	0,859	112	22 Nisan
2154	-0,426	0,852	2,034	0,952	118	28 Nisan
2156	-0,355	0,823	1,978	0,897	115	25 Nisan
2157	-0,080	0,891	1,660	0,895	96	6 Nisan
2158	-0,265	0,833	1,879	0,875	109	19 Nisan
2164	-0,155	0,850	1,751	0,864	102	12 Nisan
2166	-0,169	0,788	1,782	0,806	104	14 Nisan

Tablo 3.3’de görüldüğü üzere, çalışılan bölgede taşkınların büyük oran ile Nisan Ayı’nda gözlemlendiği tespit edilmiştir. Nisan Ayı, bir başka deyişle ilkbahar mevsiminde gözlenen bu taşkınların kar erimelerinden kaynaklandığı söylenebilir.

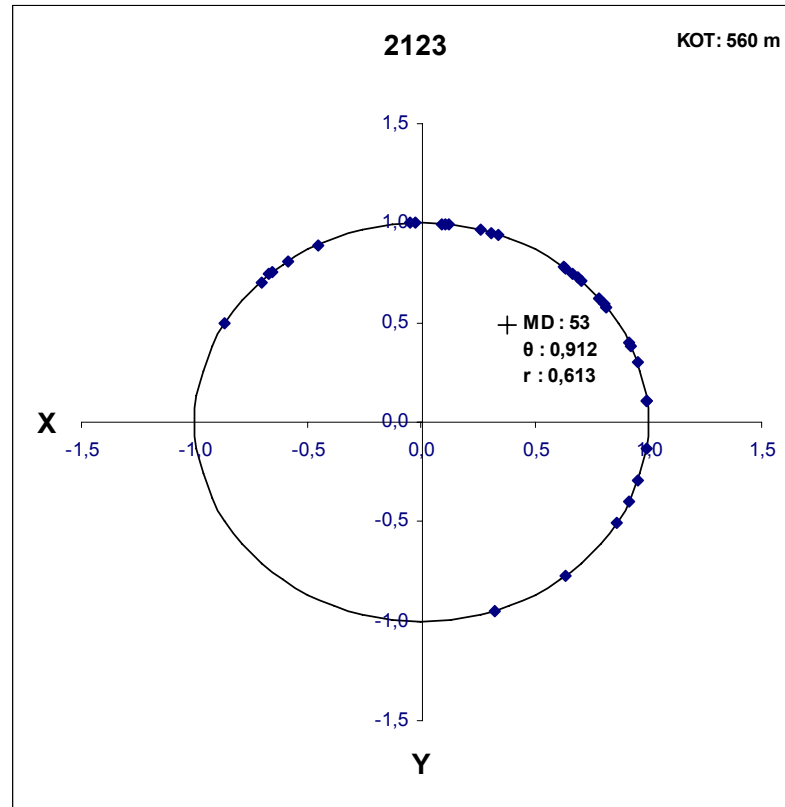
Hesaplanan “r” değerleri, Tablo 3.3’de incelendiğinde, taşkın gözlem tarihlerinin yıl içindeki dağılımının homojenliği hususunda bilgi edinilmektedir.

İstasyonlardan, farklı yıllarda gözlenen taşkınların, taşkın takvim günlerinin birbirlerine yakınlık göstermesi ile en büyük “r” değerine sahip olan 2122 No’ lu istasyonu, taşkınların gözlem zamanları açısından en çok homojenlik gösteren istasyondur.

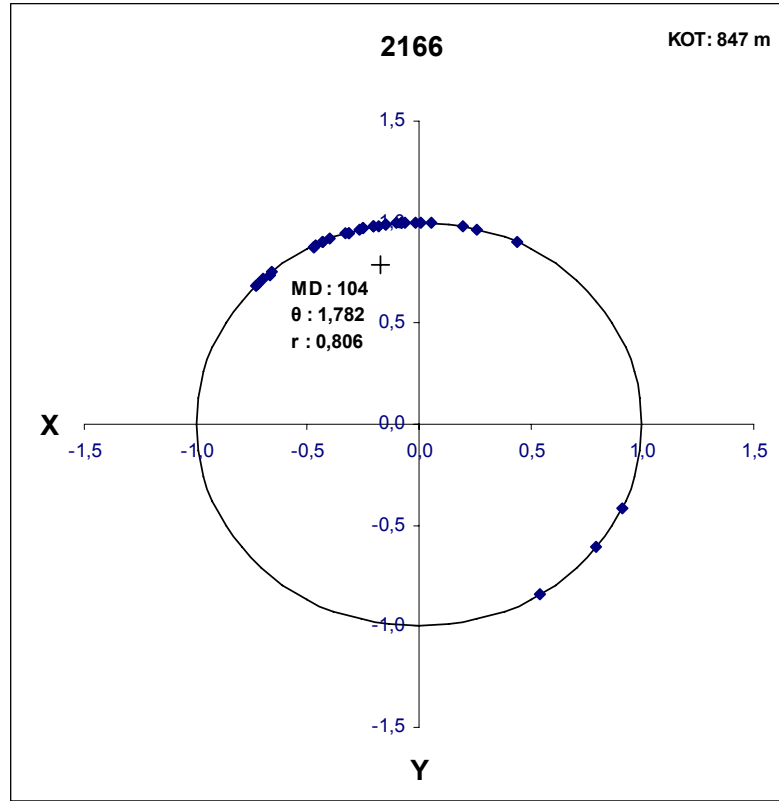
Buna ek olarak, en küçük “r” değerine sahip olan 2135 ve 2123 istasyonlarının ise, taşkınların gözleendiği taşkın takvim günleri açısından sıfır değerine yakınlığı nedeniyle büyük ölçüde heterojen olduğu incelenmiştir.

3.3.1 Birim Daireler

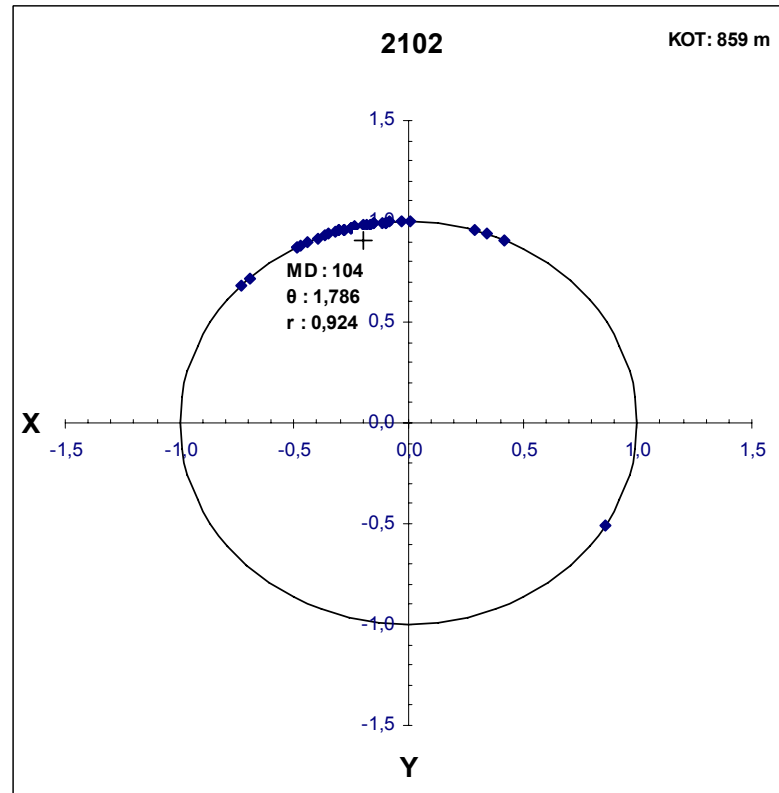
İstasyonlara ait, Açısal Mevsimsellik Analizi neticesinde elde edilen mevsimsellik ölçütlerinin görsel ifadeleri olan, Akım Gözlem İstasyonları’nın bulunduğu kotlara göre sıralanmış istasyon birim daireleri aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 3.5: 2123 No’lu İstasyon Birim Dairesi



Şekil 3.6: 2166 No'lu İstasyon Birim Dairesi



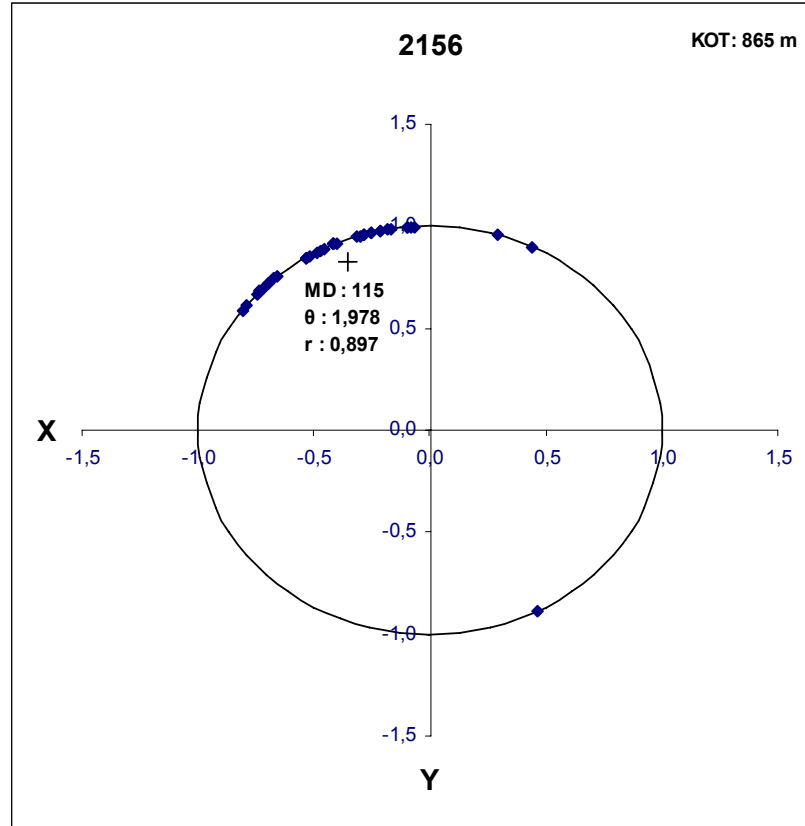
Şekil 3.7: 2102 No'lu İstasyon Birim Dairesi

İstasyon birim daireleri gösterir şekiller incelendiğinde, Şekil 3.5’de 2123 istasyonun taşkın takvim günü yani MD değeri, yılın 53. günü olan 22 Şubat olarak hesaplanmıştır.

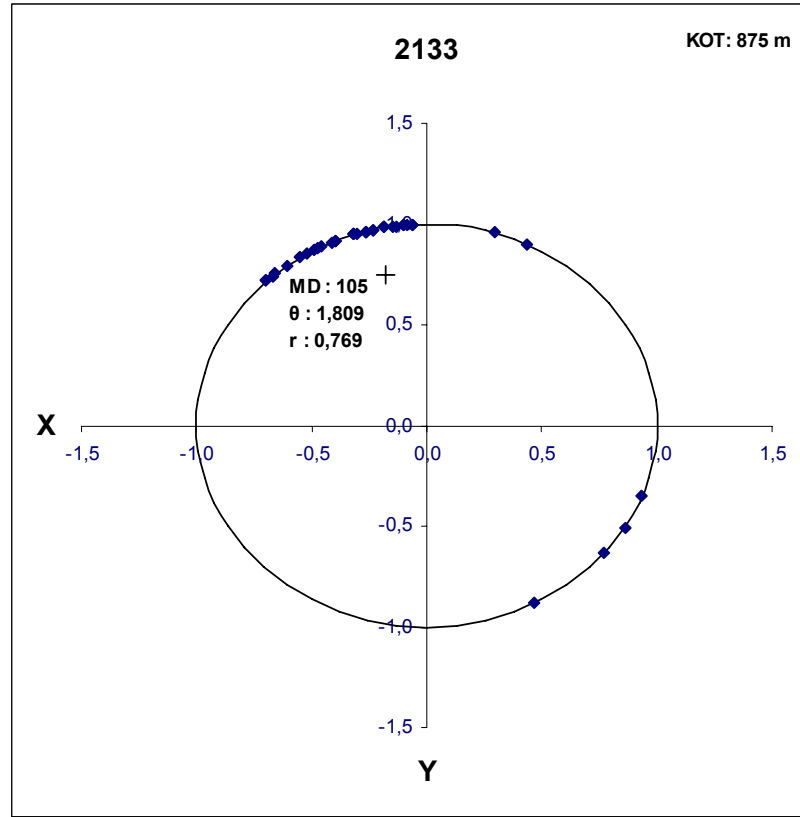
Havza genelinde taşkın günleri Nisan Ayı çevresinde gözlenirken 2123 istasyonu, en düşük kota sahip istasyon olarak, aykırı bir taşkın takvimi göstermektedir.

Şekil 3.6’da gösterilen 2166 istasyonun birim dairesinde, taşkın takvim günü 14 Nisan olarak belirlenmiştir ve daire gösteriminde görüldüğü gibi 2166 istasyonda gözlenen taşkınlar, homojenlik parametresi olan “r” değerinin 0,806 ile 1’e yakınlığı ile desteklendiği gibi homojen bir dağılım göstermektedirler.

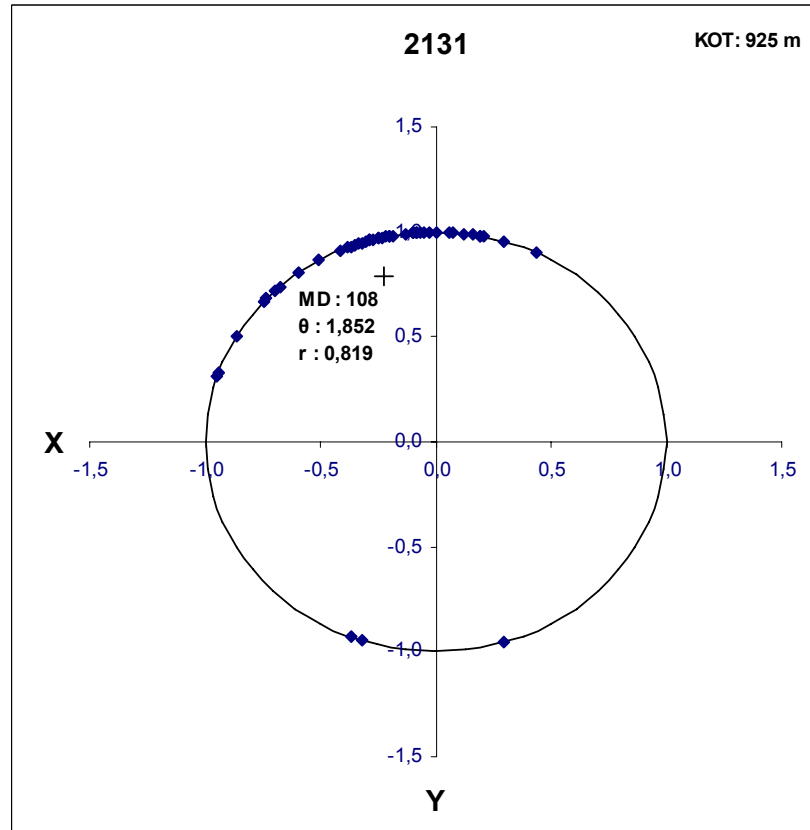
Şekil 3,7’de, 859 metre kotundaki 2102 istasyonunda da 2166 istasyonunda olduğu gibi Taşkın Takvim Günü, 14 Nisan olarak hesaplanmıştır, hesaplanan değer 0,924 “r” değeri ile şekil üzerinde de gözlendiği gibi oldukça homojen bir dağılım gözlenmiştir.



Şekil 3.8: 2156 No’lu İstasyon Birim Dairesi



Şekil 3.9: 2133 No'lu İstasyon Birim Dairesi

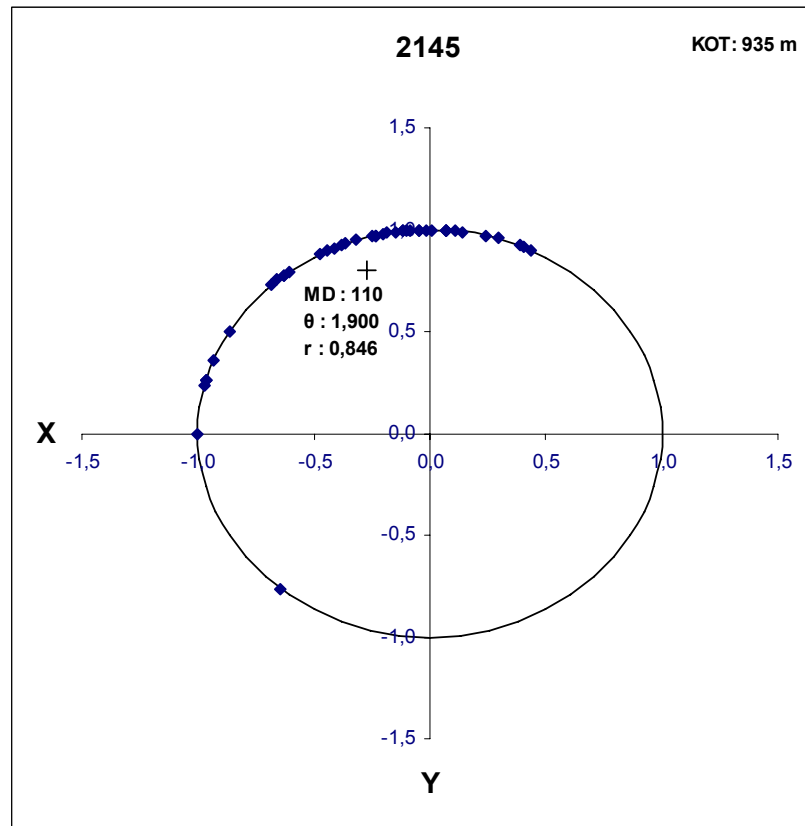


Şekil 3.10: 2131 No'lu İstasyon Birim Dairesi

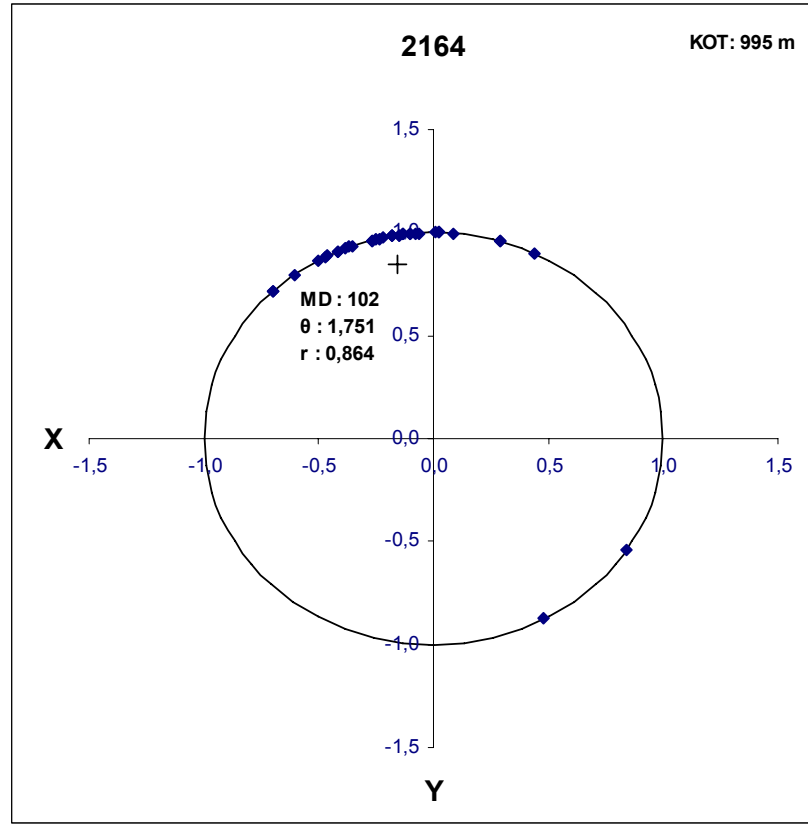
Şekil 3.8, 3.9 ve 3.10’da gösterilen ilgili istasyonların birim daireleri incelendiğinde, Şekil 3.8’de, 2156 No’lu istasyonun birim dairesinde işaretli taşkın günlerinin açısai analizi neticesinde taşkın takvim günü, yılın 115. Günü olan 25 Nisan olarak hesaplanmıştır.

2133 No’lu istasyonun birim dairesi ise Şekil 3,9’da gösterilmiştir, 2133 No’lu istasyonunun taşkın takvim günü de genel eğilime uygun bir şekilde 15 Nisan olarak hesaplanmıştır ve 0,769 değerine sahip “r” homojenlik parametresi ile taşkınların gözlenme zamanlarının dağılımının fazla dağınık olmadığı görölmektedir.

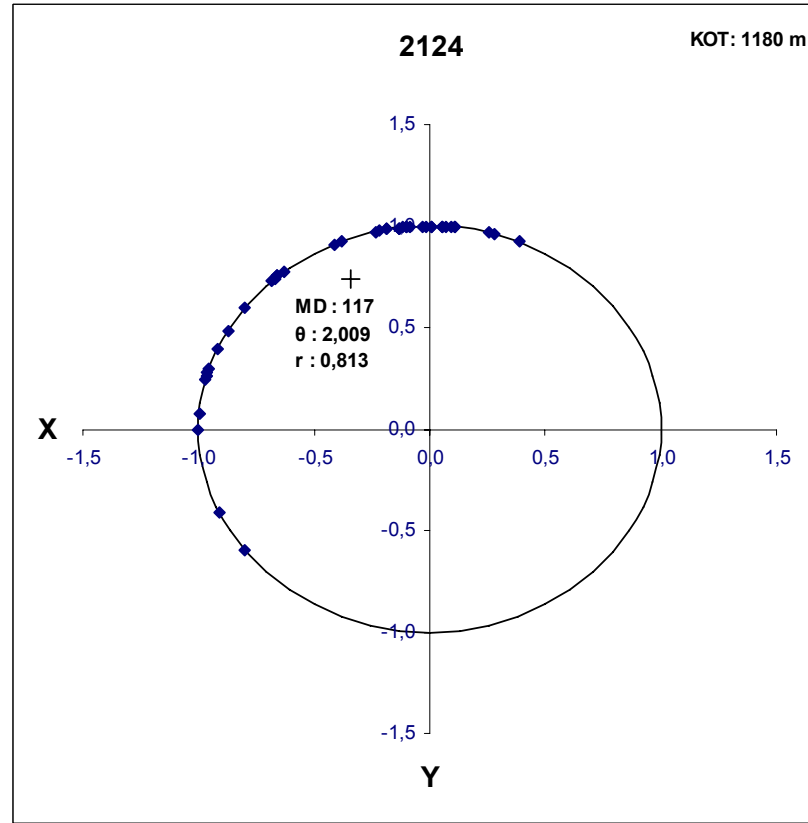
Ayrıca, Şekil 3.10’da gösterilen, 2131 No’lu istasyonun birim dairesinde görüldüğü gibi, homojen bir dağılıma sahip taşkınların açısai mevsimsellik analizi neticesinde elde edile taşkın takvim günü, yılın 108. Günü olan 18 Nisan olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.11: 2145 No’lu İstasyon Birim Dairesi



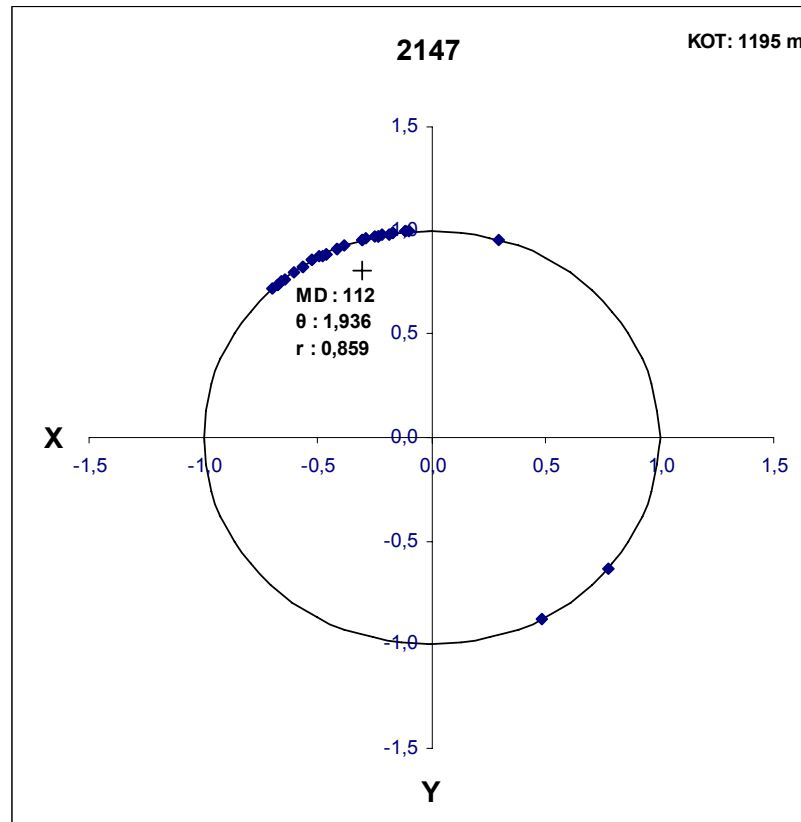
Şekil 3.12: 2164 No'lu İstasyon Birim Dairesi



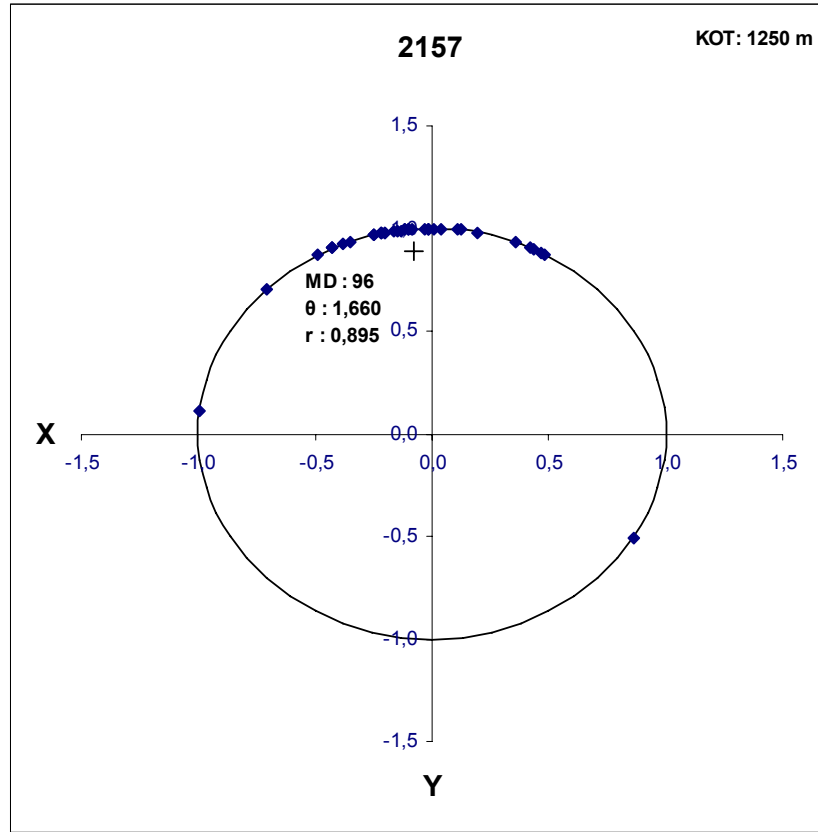
Şekil 3.13: 2124 No'lu İstasyon Birim Dairesi

Mevsimsellik analizi yapılarak elde edilen 2145, 2164 ve 2124 No'lu istasyonların birim dairelerinin gösterildiği 3.11, 3.12 ve 3.13 No'lu şekiller incelendiğinde, 2145 No'lu istasyonun taşkın takvim gününün 20 Nisan, 2164 No'lu istasyonun taşkın takvim gününün 12 Nisan ve 2124 No'lu istasyonun taşkın takvim gününün 27 Nisan olduğu görülmektedir.

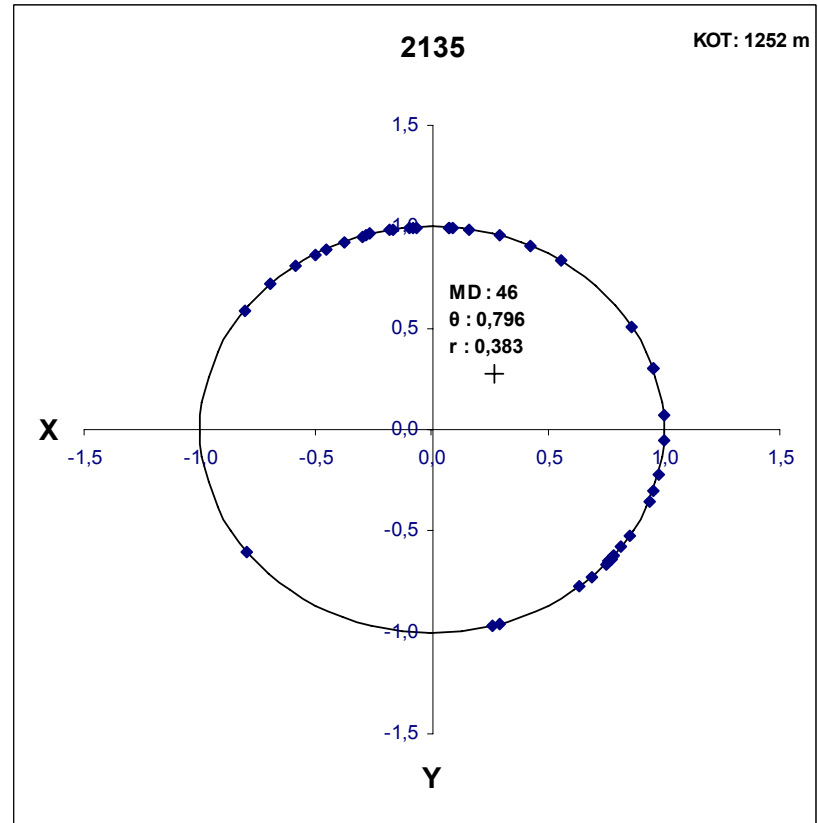
Belirtilen üç istasyonun da 1 değerine yakın, “r” homojenlik parametrelerine sahip olup, taşkınlarının homojen dağılım gösterdiği gözlenmektedir.



Şekil 3.14: 2147 No'lu İstasyon Birim Dairesi



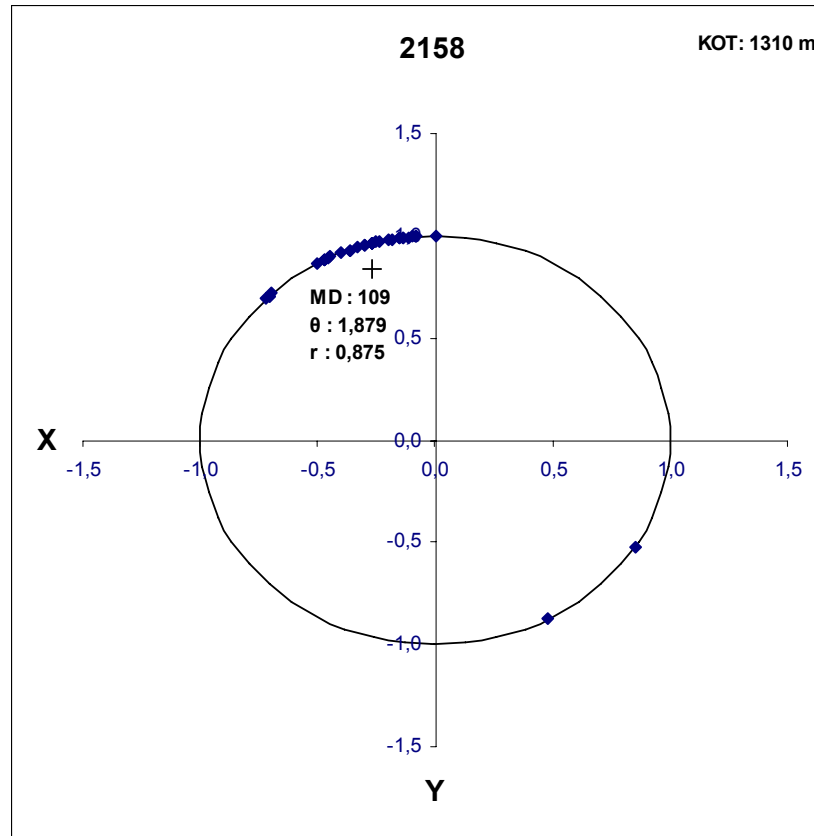
Şekil 3.15: 2157 No'lu İstasyon Birim Dairesi



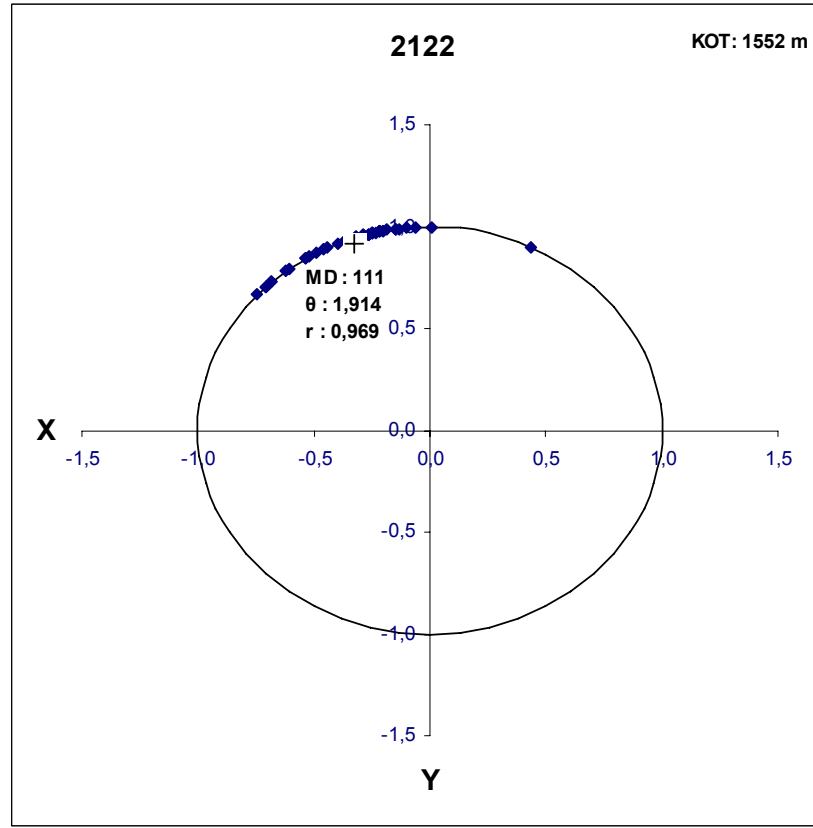
Şekil 3.16: 2135 No'lu İstasyon Birim Dairesi

İstasyonlara ait birim dairelerin elde edildiği mevsimsellik analizi çalışmasında, istasyon kayıtlarındaki taşkın zamanlarının, yılın dört mevsimine dağılımı ve homojenlik parametresi ile bu dağılımın homojenliğinin şiddeti belirlenmiştir. 3.14, 3.15 ve 3.16 No'lu şekillerde gösterilen 2147, 2157 ve 2135 No'lu birim daireler incelendiğinde; 2147 ve 2157 No'lu istasyonlar, havzanın genel eğilimine uygunluk göstererek Nisan Ayı'nda tespit edilen taşkın takvim gününe sahiptir.

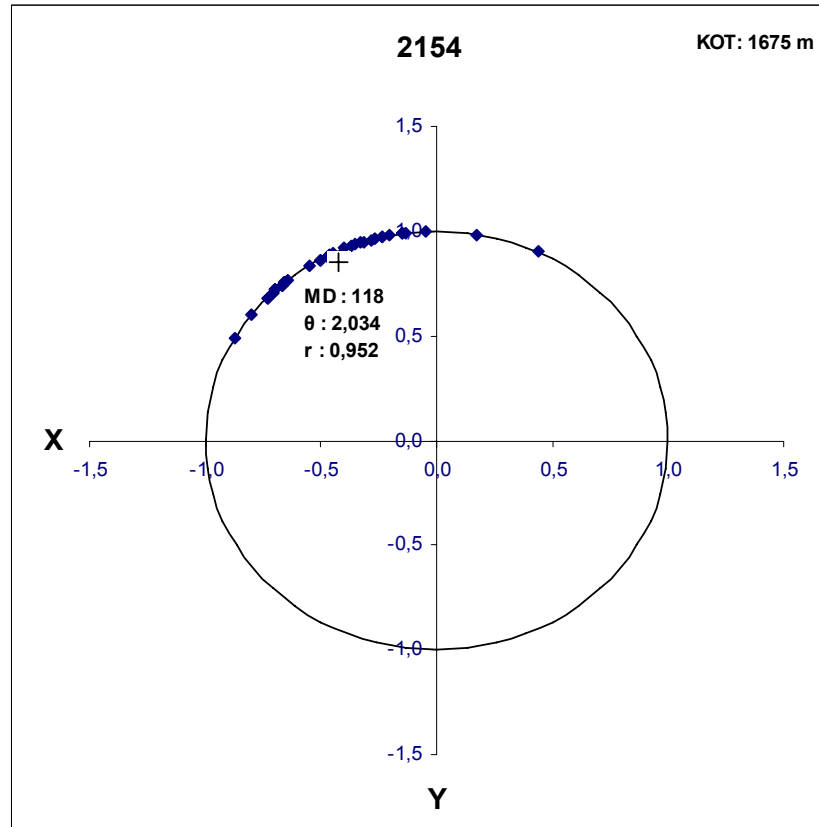
Ancak, 2135 No'lu istasyonun mevsimsellik analizi neticesi incelendiğinde havza genelinde elde edilen neticelerin aksine, Şekil 3.16'da görüldüğü gibi, taşkın oluşma zamanları ciddi bir dağınıklık göstermektedir. Taşkın dağılımlarının heterojenliği, homojenlik parametresi olan "r" değerinin sıfıra yakın bir değer olarak 0,383 olması ile de desteklenmektedir. Bunun yanında, bu istasyonda gözlenen taşkın takvim günü, 15 Şubat olmuştur.



Şekil 3.17: 2158 No'lu İstasyon Birim Dairesi



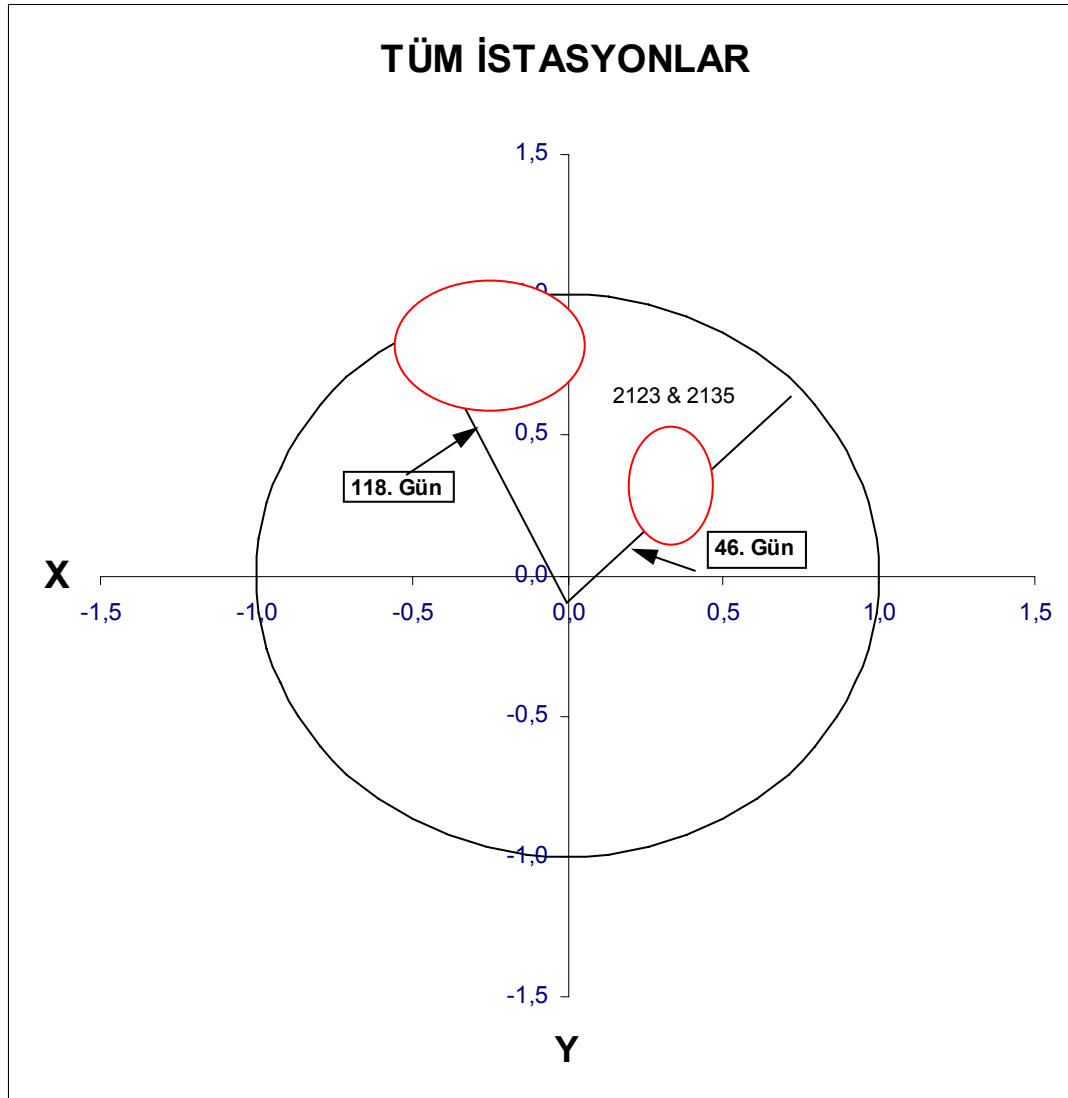
Şekil 3.18: 2122 No'lu İstasyon Birim Dairesi



Şekil 3.19: 2154 No'lu İstasyon Birim Dairesi

Fırat Havzası'nın en yüksek kotlarına sahip olan 2158, 2122 ve 2154 No'lu üç istasyonun birim daireleri yukarıda gösterildiği gibidir. 3.17, 3.18 ve 3.19 No'lu şekillerde gösterilen birim dairelerin tümü, yüksek homojenlik değerlerine sahiptir ve taşkın takvim günleri Nisan Ayı'nı göstermektedir.

Ayrıca, 15 adet istasyonda tamamlanan açısız mevsimsellik analizleri neticesinde elde edilen mevsimsellik ölçütlerinin tüm istasyonlarda verdiği sonuçların görsel ifadesi Şekil 3.20'de gösterildiği gibidir. Bu şekilde, havzanın genelinden aykırı taşkın takvim günlerine sahip 2123 ve 2135 istasyonları tüm istasyonlar kümesinde tespit edilirken, istasyonların genelini oluşturan diğer gruba bakıldığında, taşkın takvim günlerinin ilkbaharda gözlemlendiği ifade edilmektedir.



Şekil 3.20: Fırat Havzası'nda İncelenen Tüm İstasyonların Mevsimsellik Gösterimi

3.3.2 Açısal Mevsimsellik Analizi ile Bölgeselleştirme

Çalışmada kullanılan istasyonların tümünün açısal parametreleri, daha önce Tablo: 3.3’de gösterilmiştir. Ayrıca, istasyonlara ait “MD” değerleri ve açısal parametreleri “+” ifadesi ile birim daireler üzerinde işaretlenmiştir. İstasyonların açısal mevsimsellik ölçütlerinin birbirleriyle karşılaştırılmaları, aynı zamanda istasyonlar arası benzerliklerin belirlenebilmesi için, 2.8 formülü ile elde edilen d_s^{ij} değeri kullanılmıştır. İki istasyon arasındaki d_s^{ij} değerinin azalması, istasyonların hidrolojik açıdan homojenliğin ve benzerliğin artışı olarak tanımlanır.

Tüm istasyonların açısal mevsimsellik analizi neticesinde elde edilen d_s^{ij} benzerlik değerleri, Tablo 3.4’de gösterilmiştir. Belirtilen Tablo 3.4 incelendiğinde, istasyonların birbirlerine hidrolojik açıdan mevsimsel benzerlikleri hususunda sonuçlara ulaşılabilmektedir. Örneğin, 1. kolonda bulunan 2102 istasyonunun mevsimsel benzerlik mesafesi en küçük 0,068 değeri ile 2164 istasyonuna en yakın değerdedir, diğer yandan en büyük 0,783 değeri ile 2135 istasyonu, 2102 istasyonuna hidrolojik açıdan en benzemez durumdadır.

Tablo 3.4 ve Tablo 3.5’de verilerin yerleşimi simetrik matris şeklinde olduğundan dolayı, tabloların simetrik taraflarından biri kullanılmıştır.

Mevsimsellik analizi yapılan istasyonların benzerlik değerlerini gösterir Tablo 3.4 neticesinde birbirlerine benzer istasyonların tespiti yoluna gidilmiştir ki bu noktada, benzer – benzemez kümelerin tespiti için gerekli olan sınır değer, d_s^{ij} mevsimsel benzerlik parametresi için 0,500 olarak seçilmiştir. İstasyonlar arası benzerlik değeri 0,500’den yüksek olanlar benzemez, düşük olanlar ise birbirlerine benzer olarak nitelendirilmiştir.

Bu bağlamda, açısal mevsimsellik analizi neticesinde istasyonlar arası benzerlik grupları, Tablo 3.5’te gösterilmiştir.

Tablo 3.4: İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış d_s^{ij} benzerlik değerleri

d_s^{ij}	2102	2122	2123	2124	2131	2133	2135	2145	2147	2154	2156	2157	2158	2164
2122	0,129													
2123	0,709	0,821												
2124	0,223	0,178	0,763											
2131	0,120	0,160	0,674	0,128										
2133	0,157	0,220	0,615	0,164	0,061									
2135	0,783	0,872	0,237	0,767	0,713	0,652								
2145	0,127	0,123	0,722	0,097	0,048	0,107	0,756							
2147	0,149	0,112	0,752	0,077	0,081	0,137	0,781	0,033						
2154	0,234	0,117	0,881	0,141	0,208	0,266	0,903	0,160	0,129					
2156	0,177	0,094	0,805	0,088	0,133	0,190	0,831	0,085	0,053	0,076				
2157	0,119	0,247	0,610	0,307	0,181	0,177	0,708	0,214	0,244	0,348	0,284			
2158	0,097	0,100	0,729	0,126	0,060	0,120	0,773	0,033	0,052	0,161	0,091	0,194		
2164	0,068	0,182	0,644	0,222	0,096	0,107	0,715	0,128	0,159	0,271	0,202	0,086	0,112	
2166	0,119	0,200	0,623	0,183	0,059	0,043	0,675	0,105	0,139	0,264	0,190	0,136	0,106	0,064

Tablo 3.5: İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış benzerlik grupları

d_s^{ij}	2102	2122	2123	2124	2131	2133	2135	2145	2147	2154	2156	2157	2158	2164
2122	+													
2123	x	x												
2124	+	+	x											
2131	+	+	x	+										
2133	+	+	x	+	+									
2135	x	x	+	x	x	x								
2145	+	+	x	+	+	+	x							
2147	+	+	x	+	+	+	x	+						
2154	+	+	x	+	+	+	x	+	+					
2156	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+				
2157	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+	+			
2158	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+	+	+		
2164	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+	+	+	+	
2166	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+	+	+	+	+

+ : Benzer

x : Benzemez

Tablo 3.5’de gösterilen benzerlik grupları incelendiğinde, 2123 ve 2135 No’lu istasyonların, açısıl mevsimsellik analizi neticesinde sadece birbirleri ile benzer, diğer tüm istasyonlar ile benzemez oldukları, 2123 ve 2135 No’lu istasyonların haricindeki istasyonların ise kendi içlerinde benzer bir grup oluşturdıkları tespit edilmiştir.

3.4 Göreceli Frekans Analizi

İstasyonların taşkın kayıtları incelendiğinde, taşkınların gözlenme sıklığının aylara olan dağılımını istasyonların taşkın frekans yüzdeleri göstermektedir. Tablo 3.6’da ise, 2.9 formülü kullanılarak hesaplanmış, ayarlanmış frekans değerleri gösterilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, Şubat Ayı frekanslı 2123 No’lu istasyon ve düşük bir frekans değeri ile diğer ayların taşkın gözlem frekanslarına yakın değeri olan 2135 No’lu istasyonlar haricindeki tüm istasyonların taşkın gözlem frekanslarının, diğer aylardan büyük bir farkla gözlemlendiği zaman diliminin Nisan Ayı olduğu görülmektedir

Tablo 3.6: İstasyonların Ayarlanmış Taşkın Frekansları

f_i'	2102	2122	2123	2124	2131	2133	2135	2145	2147	2154	2156	2157	2158	2164	2166
OCAK	0,000	0,000	0,147	0,000	0,000	0,000	0,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ŞUBAT	0,000	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MART	0,079	0,024	0,176	0,210	0,183	0,054	0,144	0,233	0,029	0,055	0,055	0,244	0,000	0,163	0,112
NİSAN	0,789	0,714	0,091	0,410	0,569	0,618	0,248	0,482	0,596	0,535	0,564	0,645	0,810	0,673	0,663
MAYIS	0,105	0,262	0,117	0,140	0,122	0,217	0,096	0,117	0,317	0,382	0,355	0,054	0,135	0,109	0,140
HAZİRAN	0,000	0,000	0,030	0,169	0,063	0,000	0,000	0,121	0,000	0,028	0,000	0,028	0,000	0,000	0,000
TEMMUZ	0,000	0,000	0,000	0,047	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AĞUSTOS	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,024	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EYLÜL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EKİM	0,000	0,000	0,029	0,000	0,020	0,027	0,048	0,000	0,029	0,000	0,027	0,000	0,027	0,027	0,000
KASIM	0,027	0,000	0,061	0,000	0,000	0,056	0,223	0,000	0,030	0,000	0,000	0,028	0,028	0,028	0,058
ARALIK	0,000	0,000	0,088	0,000	0,000	0,027	0,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028

Tablo3.7: İstasyonların Göreceli Taşkın Frekansları ile Hesaplanmış Benzerlik Değerleri

$Sim_{(i,j)}$	2102	2122	2123	2124	2131	2133	2135	2145	2147	2154	2156	2157	2158	2164
2122	0,184													
2123	0,772	0,731												
2124	0,440	0,416	0,477											
2131	0,258	0,269	0,576	0,205										
2133	0,211	0,130	0,629	0,330	0,194									
2135	0,598	0,576	0,334	0,367	0,426	0,451								
2145	0,366	0,367	0,517	0,096	0,129	0,284	0,387							
2147	0,292	0,137	0,644	0,363	0,263	0,112	0,490	0,335						
2154	0,378	0,219	0,619	0,348	0,297	0,198	0,495	0,339	0,105					
2156	0,339	0,181	0,629	0,355	0,276	0,160	0,494	0,334	0,063	0,055				
2157	0,226	0,313	0,644	0,295	0,136	0,258	0,480	0,202	0,346	0,395	0,368			
2158	0,091	0,165	0,804	0,486	0,314	0,219	0,630	0,423	0,283	0,376	0,335	0,308		
2164	0,145	0,215	0,662	0,324	0,135	0,168	0,490	0,242	0,260	0,328	0,292	0,109	0,214	
2166	0,140	0,172	0,653	0,330	0,157	0,110	0,469	0,260	0,213	0,288	0,253	0,166	0,191	0,078

3.4.1 Göreceli Frekans Analizi ile Bölgeselleştirme

Ayarlanmış taşkın frekansları hesaplandıktan sonra, 2.10 formülü kullanılarak elde edilen $Sim_{(i,j)}$ değerleri Tablo 3.8’de gösterilmiştir. Bu değerler, açısai mevsimsellik analizi yöntemindeki öklid mesafeleri ile hesaplanmış d_s^{ij} değerleri gibi değerlendirilir. $Sim_{(i,j)}$ değerleri de göreceli frekans analizi ile mevsimsellik araştırması yapılan istasyonlar arasındaki benzerlik parametreleridir.

Üzerinde çalışan istasyonların benzerlikleri hususunda, 2. yöntem kullanılırken de bir yaklaşım ve gruplandırma yapmak gerekmektedir, bu noktada $Sim_{(i,j)}$ değerleri ile yapılacak gruplandırmanın sınır değeri 0,420 olarak kabul edilmiştir ki bu değerden küçük göreceli frekans benzerliğine sahip istasyonlar birbirleri ile benzer, 0,420 değerinden büyük benzerlik değerine sahip istasyonlar ise birbirleri ile benzemez kabul edilmişlerdir.

Bu yöntem neticesinde elde edilen değerleri yansıtan Tablo 3.9 incelendiğinde, havzanın genelindeki istasyonların birbirleri ile benzer oldukları, ancak 2123 ve 2135 No’lu istasyonların, açısai mevsimsellik analizi yönteminde olduğu gibi diğer istasyonlarla benzemez, kendi aralarında benzer oldukları, belirtilen 2 istasyon haricindeki 13 istasyonun ise tablo geneline bakıldığında benzer oldukları görülmektedir.

Tablo3.8: İstasyonların Göreceli Frekans Analizi Benzerlik Grupları

$Sim_{(i,j)}$	2102	2122	2123	2124	2131	2133	2135	2145	2147	2154	2156	2157	2158	2164
2122	+													
2123	x	x												
2124	x	+	x											
2131	+	+	x	+										
2133	+	+	x	+	+									
2135	x	x	+	+	x	x								
2145	+	+	x	+	+	+	+							
2147	+	+	x	+	+	+	x	+						
2154	+	+	x	+	+	+	x	+	+					
2156	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+				
2157	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+	+			
2158	+	+	x	x	+	+	x	x	+	+	+	+		
2164	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+	+	+	+	
2166	+	+	x	+	+	+	x	+	+	+	+	+	+	+

+ : Benzer

x : Benzemez

3.5 Yöntem Karşılaştırmaları

Fırat Havzası'nda tamamlanan taşkın mevsimselliği çalışmasında, Açısal Mevsimsellik Analizi ve Göreceli Frekans Analizi yöntemleri uygulanmıştır. Bahsedilen iki yöntemin uygulaması ve neticeleri kısım 3.3. ve 3.4.' de sunulmuştur. Nitekim her iki yöntemin sonuçlarında büyük benzerlikler tespit edilmiştir.

Açısal mevsimsellik analizinde, birim daireler ile taşkın mevsimselliği araştırması sonucunda, havza genelinde istasyonların taşkın takvim günleri Nisan Ayı'nda hesaplanmıştır. Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'de görüldüğü gibi, yalnızca 2123 ve 2135 No'lu istasyonların farklı taşkın mevsimselliğine sahip ve hidrolojik açıdan diğer istasyonlara benzemez, diğer tüm istasyonların ise benzer taşkın mevsimselliğine sahip ve hidrolojik benzer oldukları belirlenmiştir.

Göreceli Frekans Analizi sonuçlarını yansıtan Tablo 3.6, Tablo 3.7 ve Tablo 3.8 değerleri, genel olarak Açısal Mevsimsellik Analizi tabloları ile benzerlik göstermektedir. Bu noktada farklı hidrolojik eğim sergileyen 2123 ve 2135 istasyonlarının aykırı değerleri bu yöntemde de tespit edilerek, havza genelindeki diğer istasyonların kendi aralarında hidrolojik açıdan benzerdirler ve İlkbaharın Nisan Ayı'nda taşkın mevsimsellikleri tespit edilmiştir.

3.6 Parçalanmış Verilerin Analizi

Tüm istasyonlara ait taşkın değerleri farklı yıl periyotlarında incelendiğinde, Tablo 1.2' de görüldüğü gibi, yıllık değerler günümüze yaklaştıkça, istisnasız tüm istasyonlara ait tüm taşkın değerlerinin takvimsel olarak erkene geldiği hesaplanmıştır.

3.6.1 2000 – 2004 Verileri

Tablo 3.9: 2000 – 2004 Yılları Mevsimsellik Değerleri

	2000 – 2004		1970 – 1999	
	MD	Taşkın Takvim Günü	MD	Taşkın Takvim Günü
2102	92	2 Nisan	105	15 Nisan
2122	102	12 Nisan	111	21 Nisan
2123				
2124	107	17 Nisan	123	3 Mayıs
2131	95	5 Nisan	109	19 Nisan
2133	97	7 Nisan	106	16 Nisan
2135	31	31 Ocak	53	22 Şubat
2145	102	12 Nisan	111	21 Nisan
2147				
2154	99	9 Nisan	121	1 Mayıs
2156	96	6 Nisan	117	27 Nisan
2157	91	1 Nisan	98	8 Nisan
2158	104	14 Nisan	110	20 Nisan
2164	91	1 Nisan	104	14 Nisan
2166	90	31 Mart	106	16 Nisan

3.6.2 1995 – 2004 Verileri

Tablo 3.10: 1995 – 2004 Yılları Mevsimsellik Değerleri

	1995 – 2004		1970 – 1994	
	MD	Taşkın Takvim Günü	MD	Taşkın Takvim Günü
2102	99	9 Nisan	105	15 Nisan
2122	107	17 Nisan	110	20 Nisan
2123				
2124	117	27 Nisan	120	30 Nisan
2131	98	8 Nisan	111	21 Nisan
2133	100	10 Nisan	106	16 Nisan
2135	20	20 Ocak	65	6 Mart
2145	107	17 Nisan	112	22 Nisan
2147				
2154	111	21 Nisan	122	2 Mayıs
2156	110	20 Nisan	117	27 Nisan
2157	96	6 Nisan	97	7 Nisan
2158	106	16 Nisan	110	20 Nisan
2164	98	8 Nisan	104	14 Nisan
2166	98	8 Nisan	108	18 Nisan

3.6.3 Parçalanmış Verilerin Karşılaştırması

Tablo 3.11: İstasyonların Yıllara Bölünmüş Mevsimsellik Değerleri

	2000 – 2004		1970 – 1999		1995 – 2004		1970 – 1994		Tüm Değerler	
	MD	Taşkın Takvim Günü	MD	Taşkın Takvim Günü	MD	Taşkın Takvim Günü	MD	Taşkın Takvim Günü	MD	Taşkın Takvim Günü
2102	92	2 Nisan	105	15 Nisan	99	9 Nisan	105	15 Nisan	104	14 Nisan
2122	102	12 Nisan	111	21 Nisan	107	17 Nisan	110	20 Nisan	111	21 Nisan
2123									53	22 Şubat
2124	107	17 Nisan	123	3 Mayıs	117	27 Nisan	120	30 Nisan	117	27 Nisan
2131	95	5 Nisan	109	19 Nisan	98	8 Nisan	111	21 Nisan	108	18 Nisan
2133	97	7 Nisan	106	16 Nisan	100	10 Nisan	106	16 Nisan	105	15 Nisan
2135	31	31 Ocak	53	22 Şubat	20	20 Ocak	65	6 Mart	46	15 Şubat
2145	102	12 Nisan	111	21 Nisan	107	17 Nisan	112	22 Nisan	110	20 Nisan
2147									112	22 Nisan
2154	99	9 Nisan	121	1 Mayıs	111	21 Nisan	122	2 Mayıs	118	28 Nisan
2156	96	6 Nisan	117	27 Nisan	110	20 Nisan	117	27 Nisan	115	25 Nisan
2157	91	1 Nisan	98	8 Nisan	96	6 Nisan	97	7 Nisan	96	6 Nisan
2158	104	14 Nisan	110	20 Nisan	106	16 Nisan	110	20 Nisan	109	19 Nisan
2164	91	1 Nisan	104	14 Nisan	98	8 Nisan	104	14 Nisan	102	12 Nisan
2166	90	31 Mart	106	16 Nisan	98	8 Nisan	108	18 Nisan	104	14 Nisan

4. SONUÇLAR

Çalışmada, Elektrik İşleri Etüd İdaresi tarafından ölçülmüş, yıllık maksimum akım verileri ve bu taşkınların gözlenme zamanları kullanılmıştır. 21 No'lu Fırat Havzası'nda bulunan 15 adet akım gözlem istasyonlarının taşkın kayıtları kullanılmıştır, 2123 ve 2147 istasyonlarının kapanma tarihlerine kadar olan taşkın kayıtları kullanılırken, diğer tüm istasyon kayıtları 2004 Yılına kadar güncellenmişlerdir.

Fırat Havzasında yapılan bu çalışmada, akım gözlem istasyonlarının taşkın verileri ile, mevsimsellik analizi uygulamasında farklı iki yöntem kullanılmıştır. Açısal Mevsimsellik Analizi ile Göreceli Frekans Analizi yöntemleri uygulanan tüm istasyonların analiz neticeleri her iki yöntemde de birbirlerine yakın sonuçlar vermişlerdir.

Uygulanan ilk yöntem olan Açısal Mevsimsellik Analizi Yöntemi'nde, analizin görsel ifadeleri olan birim daireler, her bir istasyon için hazırlanmıştır. Birim dairelerde, açısal analizin görsel olarak tespiti sağlanırken, 2123 ve 2135 istasyonları haricindeki tüm istasyonların taşkın mevsimselliğinin Nisan Ayı'nda yani İlkbahar mevsiminde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Tüm istasyonlara ait mevsimsellik daireleri, EK-C'de bulunan AGİ Mevsimsellik Daireleri Haritası'nda gösterilmiştir.

Uygulanan ikinci yöntem olan Göreceli Frekans Analizi Yöntemi'nde de, ilk yöntemde olduğu gibi taşkınların debi büyüklüklerinden bağımsız olarak, taşkınların oluş zamanları üzerinde çalışılmıştır. Bu noktada taşkınların gerçekleşme zamanlarının ay bazında yapılan incelemesi neticesinde, yılın 12 ayındaki aylık frekans değerlerinin büyüklüğü, istasyonların kayıt aralıkları boyunca gözlenen taşkınların aylık gözlenme ağırlığı, böylece taşkın mevsimselliği incelenmiştir.

Her iki yöntemin ortak neticeleri incelendiğinde, 2123 ve 2135 No'lu istasyonların taşkın mevsimselliklerinin düşük homojenlik değerleri ile Şubat Ayı, bu iki istasyon haricindeki tüm istasyonlarda, taşkınların oluş zamanlarının ilkbahar mevsimi olduğu gözlenmiştir.

Dolayısıyla Türkiye'nin doğusunda bulunan yüksek dağlık kesimlerdeki Fırat Havzası'nda gerçekleşen taşkınların kar erimelerine bağlı olarak oluştuğu tespit edilmiştir.

Taşkın mevsimsellik ölçütlerinin, çalışma bölgesindeki istasyonlarda benzerlik parametreleri olarak kullanılması ile istasyonlar arası benzerlik tespiti yapılmıştır. Her iki yöntemde elde edilen mevsimsellik ölçütleri ile yapılan benzerlik karşılaştırmalarında, havza genelinde 2123 ve 2135 istasyonları dışındaki istasyonların birbirleri ile Benzer, bahsedilen iki istasyonun ise sadece kendi aralarında Benzer ve diğer tüm istasyonlarla Benzemez oldukları görülmüştür.

Aykırı mevsimsellik neticeleri gösteren 2123 ve 2135 No'lu istasyonlar incelendiğinde, 2123 No'lu istasyonun 560 metre ile en düşük kota sahip olduğu görülmektedir. Dolayısı ile 2123 istasyonun kış aylarında don ve buzlanmadan etkilenmediği, bu nedenle bölgede kış aylarında da akımları, taşkınların gözlemlendiği bulunmuştur. 2135 No'lu istasyon ise, frekans değerleri incelendiğinde 2123 No'lu istasyona oranla taşkın değerleri ilkbaharda daha yoğun gözlenmiş olmasına rağmen, genel olarak taşkın gözlemlerinin yıl içinde heterojenlik gösterdiği, düşük homojenlik parametresi değeri ile de desteklenmektedir ki bu istasyonun aykırı taşkın mevsimselliği göstermesi, 154,8km² ile en küçük yağış alanına sahip olup, dik yamaçlara sahip olan havzasında, yağışların kolayca akışa geçebildikleri tespit edilmiştir.

Bunlara ek olarak, Fırat Havzası'ndaki tüm istasyonların taşkın takvim günleri farklı zaman dilimlerinde incelenmiştir. Tablo 3.11 incelendiğinde, taşkın kayıtlarının son beş yılı olan, 2000 - 2004 yılları taşkın değerlerinden ayrılıp, 1970 – 1999 değerleri ile karşılaştırmalı olarak taşkın takvim günleri hesaplanmıştır, ayrıca taşkın kayıtlarının son on yılı olan 1995 – 2004 yılları, taşkın değerlerinden ayrılıp, 1970 – 1994 değerleri ile karşılaştırmalı olarak taşkın günleri hesaplanmıştır. Taşkınların farklı zaman aralıklarına bölünmesiyle oluşturulan değerler incelendiğinde, Fırat Havzası'nda, günümüze yakın yıllara gelindikçe, taşkınların oluş zamanlarının erken tarihlere yaklaştığı tespit edilmiştir. Bölgede genel olarak taşkınların oluşmaları, kar erimleri ile ilintili olduğundan dolayı, dünyamızdaki küresel ısınmaların bir neticesi olarak, karların erime zamanlarının dünya genelinde erkene gelmesi sebebiyle

bölgedeki taşkınların mevsimselliğinin doğru orantılı olarak etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca, EK-B’de gösterilen, istasyonlara ait yıllık maksimum debi-gidiş eğrileri çalışmaya eklenmiş olup, taşkın büyüklüklerinden bağımsız, taşkınların oluş zamanları ile tamamlanan bu çalışmada EK-A’da verilen istasyonlara ait taşkın kayıtları ile birlikte, tamamlanan çalışmanın taşkın büyüklükleriyle incelenmesinin istenmesi halinde kullanılabilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmalar, Fırat Havzası’nda taşkın mevsimselliği konusunda bilgi ihtiyacı duyulacak tüm akademik araştırma ve havzadaki su kaynakları proje ve işletilmesi çalışmalarına bir kaynak oluşturması amacıyla hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- AWWA**, 1997. Climate Change and Water Resources, *Journal of the American Water Works Association*, 89, 107-110
- Bal, H.**, 2003. Teori ve Problemlerle İstatistik, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Bayazıt, M.**, 1994. Su Kaynakları Sistemleri, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Bayazıt, M.**, 1999. Hidroloji, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Bayazıt, M.**, 1994. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Burn, D. H.**, 1997. Catchment similarity for regional flood frequency analysis using seasonality measures, *Journal of Hydrology*, 202, 212-230
- Burn, D.H. ve Goel, N.K.**, 2000. The formation of groups for regional flood frequency analysis, *Hydrological Sciences Journal*, 45(1), 97-112
- Cunderlik, J.M., Ouarda, T.B.M.J., Bobee, B.**, 2004. Determination of flood seasonality from hydrological records, *Hydrological-Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 49(3), 511-526
- Çevre ve Orman Bakanlığı**, İnternet Sitesi, www.cevreorman.gov.tr
- DSİ**, 1997. *Devlet Su İşleri Haritalı İstatistik Bülteni*, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Devlet Su İşleri**, İnternet Sitesi, <http://www.dsi.gov.tr>
- DSİ**, 1999. *Devlet Su İşleri Teknik Ajandası "Özet Bilgiler"*, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- EİE**, 2007. *Elektrik işleri Etüd İdaresi Büyük Akarsu Havzaları Haritası*
- Falkenmark, M. ve Lindh, G.**, 1976. Water for a Starving World, Westview Pres, Boulder, CO, USA
- GAP Bölge Kalkınma Dairesi Başkanlığı**, 1998. Güneydoğu Anadolu Projesinde Son Durum (Aralık 1998). T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Ankara, s. 52.
- Harita Genel Komutanlığı**, 2002. *Türkiye Fiziki Haritası*
- Kaya, A.**, 1994. Türkiye Yer altı Suyu Potansiyeli ve Kullanımı *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü 40. Kuruluş Yılı Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri*, Ankara, Cilt 2, s. 901-910.

- Kulga, D.**, 1994. Su Kaynakları Yönetiminde Dünyadaki Yeni Gelişmeler ve Türkiye'deki Durum. *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü 40. Kuruluş Yılı Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri*, Ankara, Cilt 1, s. 93-106.
- McCuen, R.H. ve Beighley, R.E.**, 2003. Seasonal flow frequency analysis, *Journal of Hydrology*, 279, 43-56
- Ouarda, T.B.M.J., Cunderlik, J.M., Hilaire, A., Barbet, M., Bruneau, P., Bobée, B.**, 2006. Data-based comparison of seasonality-based regional flood frequency methods, *Journal of Hydrology*, 330, 329-339
- Şen, Z.**, 2005. İklim Değişikliği ve Su Kaynaklarına Etkisi, *22 Mart Dünya Su Günü Paneli*, İstanbul, Türkiye, Mart 22
- Tekeli, E., Akyürek, Z., Şorman, A., Şensoy, A., Şorman, Ü.**, 2005. Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey, *Remote Sensing of Environment*, 97, 216-230
- Tekinel, O.**, 1999. Participatory Approach in Planning and Management of Irrigation Schemes (Turkish Experiences on Participatory Irrigation). *Advanced Short Course on Integrated Rural Water Management*, Agricultural Water Demands. CIHEAM, IAM-B, 20 September-2 October 1999, Adana, Turkey, p. 189-217.
- Yanık, B. ve Avcı, İ.**, 2005. Bölgesel debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesi. *İTÜdergisi/d mühendislik*, 5, 19-30.

EKLER

EK-A

TÜM İSTASYONLARA AİT TAŞKIN KAYITLARI

EK-B

TÜM İSTASYONLARIN TAŞKIN KAYITLARININ DEBİ-GİDİŞ EĞRİLERİ

EK-C

AGİ MEVSİMSELLİK DAİRELERİ HARİTASI

Tablo A.1: 2102 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m³/s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1968	19.04.1968	109	2930,00	1,876	-0,301	0,954
2	1969	01.05.1969	121	3122,00	2,083	-0,490	0,872
3	1970	07.04.1970	97	1278,00	1,670	-0,099	0,995
4	1971	16.04.1971	106	915,00	1,825	-0,251	0,968
5	1972	01.05.1972	121	3103,00	2,083	-0,490	0,872
6	1973	18.04.1973	108	1256,00	1,859	-0,284	0,959
7	1974	15.03.1974	74	1510,00	1,274	0,293	0,956
8	1975	30.04.1975	120	2442,00	2,066	-0,475	0,880
9	1976	12.04.1976	102	3511,00	1,756	-0,184	0,983
10	1977	23.04.1977	113	1922,00	1,945	-0,366	0,931
11	1978	10.04.1978	100	1832,00	1,721	-0,150	0,989
12	1979	13.04.1979	103	1026,00	1,773	-0,201	0,980
13	1980	11.04.1980	101	2202,00	1,739	-0,167	0,986
14	1981	25.04.1981	115	1783,00	1,980	-0,398	0,918
15	1982	19.04.1982	109	2278,00	1,876	-0,301	0,954
16	1983	19.05.1983	139	1178,00	2,393	-0,732	0,681
17	1984	16.04.1984	106	1142,00	1,825	-0,251	0,968
18	1985	15.04.1985	105	2222,00	1,807	-0,234	0,972
19	1986	16.04.1986	106	975,00	1,825	-0,251	0,968
20	1987	18.04.1987	108	2727,00	1,859	-0,284	0,959
21	1988	18.04.1988	108	3591,00	1,859	-0,284	0,959
22	1989	12.03.1989	71	742,00	1,222	0,342	0,940
23	1990	30.11.1990	334	1656,00	5,750	0,861	-0,509
24	1991	16.05.1991	136	1900,00	2,341	-0,696	0,718
25	1992	15.04.1992	105	2064,00	1,807	-0,234	0,972
26	1993	20.04.1993	110	2715,00	1,894	-0,317	0,948
27	1994	03.04.1994	93	1965,00	1,601	-0,030	1,000
28	1995	15.04.1995	105	2360,00	1,807	-0,234	0,972
29	1996	22.04.1996	112	1255,00	1,928	-0,350	0,937
30	1997	28.04.1997	118	1921,00	2,031	-0,444	0,896
31	1998	18.04.1998	108	2655,00	1,859	-0,284	0,959
32	1999	01.04.1999	91	1570,00	1,566	0,004	1,000
33	2000	08.04.2000	98	1201,00	1,687	-0,116	0,993
34	2001	06.04.2001	96	1840,00	1,653	-0,082	0,997
35	2002	07.04.2002	97	1860,00	1,670	-0,099	0,995
36	2003	10.04.2003	100	2397,00	1,721	-0,150	0,989
37	2004	07.03.2004	66	2181,00	1,136	0,421	0,907

Tablo A.2: 2122 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1962	16.04.1962	106	206,00	1,825	-0,251	0,968
2	1964	10.05.1964	130	392,00	2,238	-0,619	0,786
3	1965	18.04.1965	108	392,00	1,859	-0,284	0,959
4	1966	04.05.1966	124	479,00	2,135	-0,534	0,845
5	1967	15.05.1967	135	428,00	2,324	-0,684	0,730
6	1969	01.05.1969	121	783,00	2,083	-0,490	0,872
7	1970	15.04.1970	105	343,00	1,807	-0,234	0,972
8	1971	14.04.1971	104	239,00	1,790	-0,218	0,976
9	1972	14.04.1972	104	488,00	1,790	-0,218	0,976
10	1973	17.04.1973	107	563,00	1,842	-0,268	0,963
11	1974	17.04.1974	107	248,00	1,842	-0,268	0,963
12	1975	14.04.1975	104	844,00	1,790	-0,218	0,976
13	1976	16.04.1976	106	904,00	1,825	-0,251	0,968
14	1977	23.04.1977	113	418,00	1,945	-0,366	0,931
15	1978	10.04.1978	100	588,00	1,721	-0,150	0,989
16	1979	05.04.1979	95	367,00	1,635	-0,065	0,998
17	1980	12.04.1980	102	575,00	1,756	-0,184	0,983
18	1981	25.04.1981	115	738,00	1,980	-0,398	0,918
19	1982	16.04.1982	106	674,00	1,825	-0,251	0,968
20	1983	17.05.1983	137	392,00	2,358	-0,709	0,706
21	1984	20.05.1984	140	456,00	2,410	-0,744	0,668
22	1985	13.04.1985	103	840,00	1,773	-0,201	0,980
23	1986	16.04.1986	106	463,00	1,825	-0,251	0,968
24	1987	17.04.1987	107	975,00	1,842	-0,268	0,963
25	1988	09.05.1988	129	801,00	2,221	-0,605	0,796
26	1989	13.04.1989	103	135,00	1,773	-0,201	0,980
27	1990	29.04.1990	119	555,00	2,048	-0,460	0,888
28	1991	17.05.1991	137	491,00	2,358	-0,709	0,706
29	1992	14.04.1992	104	526,00	1,790	-0,218	0,976
30	1993	20.04.1993	110	647,00	1,894	-0,317	0,948
31	1994	09.04.1994	99	400,00	1,704	-0,133	0,991
32	1995	03.05.1995	123	614,00	2,117	-0,520	0,854
33	1996	04.05.1996	124	395,00	2,135	-0,534	0,845
34	1997	28.04.1997	118	620,00	2,031	-0,444	0,896
35	1998	18.04.1998	108	455,00	1,859	-0,284	0,959
36	1999	01.04.1999	91	300,00	1,566	0,004	1,000
37	2000	20.04.2000	110	349,00	1,894	-0,317	0,948
38	2001	15.05.2001	135	415,00	2,324	-0,684	0,730
39	2002	07.04.2002	97	450,00	1,670	-0,099	0,995
40	2003	10.04.2003	100	731,00	1,721	-0,150	0,989
41	2004	06.03.2004	65	1121,00	1,119	0,437	0,900

Tablo A.3: 2123 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1961	18.01.1961	18	11,40	0,310	0,952	0,305
2	1962	06.01.1962	6	12,50	0,103	0,995	0,103
3	1963	24.01.1963	24	14,10	0,413	0,916	0,401
4	1964	27.03.1964	86	14,30	1,480	0,090	0,996
5	1965	29.04.1965	119	10,90	2,048	-0,460	0,888
6	1966	12.03.1966	71	10,50	1,222	0,342	0,940
7	1967	14.05.1967	134	14,80	2,307	-0,671	0,741
8	1968	23.12.1967	357	19,10	6,145	0,991	-0,137
9	1969	23.01.1969	23	53,70	0,396	0,923	0,386
10	1970	20.10.1969	293	11,60	5,044	0,325	-0,946
11	1971	04.04.1971	94	13,90	1,618	-0,047	0,999
12	1972	13.05.1972	133	80,10	2,289	-0,658	0,753
13	1973	14.12.1972	348	11,20	5,991	0,957	-0,288
14	1974	17.03.1974	76	14,60	1,308	0,260	0,966
15	1975	21.02.1975	52	29,30	0,895	0,625	0,780
16	1976	06.01.1976	6	70,50	0,103	0,995	0,103
17	1977	08.02.1977	39	19,80	0,671	0,783	0,622
18	1978	18.02.1978	49	21,50	0,843	0,665	0,747
19	1979	01.06.1979	152	24,40	2,617	-0,865	0,501
20	1980	30.11.1980	334	12,70	5,750	0,861	-0,509
21	1981	16.02.1981	47	63,30	0,809	0,690	0,724
22	1982	17.05.1982	137	36,30	2,358	-0,709	0,706
23	1983	10.11.1982	314	10,10	5,405	0,639	-0,769
24	1984	07.12.1983	341	10,60	5,870	0,916	-0,401
25	1985	03.04.1985	93	18,20	1,601	-0,030	1,000
26	1986	05.02.1986	36	10,50	0,620	0,814	0,581
27	1987	26.03.1987	85	10,30	1,463	0,107	0,994
28	1988	20.02.1988	51	47,00	0,878	0,639	0,769
29	1989	14.03.1989	73	10,50	1,257	0,309	0,951
30	1990	15.02.1990	46	15,80	0,792	0,703	0,712
31	1991	25.03.1991	84	64,10	1,446	0,124	0,992
32	1992	06.02.1992	37	37,70	0,637	0,804	0,595
33	1993	08.05.1993	128	52,00	2,203	-0,591	0,806

Tablo A.4: 2124 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1963	03.04.1963	93	50,50	1,601	-0,030	1,000
2	1964	26.03.1964	85	90,40	1,463	0,107	0,994
3	1965	29.03.1965	88	43,00	1,515	0,056	0,998
4	1966	17.03.1966	76	25,70	1,308	0,260	0,966
5	1967	15.05.1967	135	37,90	2,324	-0,684	0,730
6	1968	08.04.1968	98	69,00	1,687	-0,116	0,993
7	1969	13.05.1969	133	73,20	2,289	-0,658	0,753
8	1970	29.03.1970	88	33,20	1,515	0,056	0,998
9	1971	08.08.1971	220	55,50	3,787	-0,799	-0,602
10	1972	08.06.1972	159	42,90	2,737	-0,919	0,394
11	1973	16.06.1973	167	52,80	2,875	-0,965	0,264
12	1974	16.03.1974	75	70,40	1,291	0,276	0,961
13	1975	26.04.1975	116	38,50	1,997	-0,413	0,911
14	1976	12.04.1976	102	45,60	1,756	-0,184	0,983
15	1977	02.04.1977	92	49,40	1,584	-0,013	1,000
16	1978	27.03.1978	86	21,60	1,480	0,090	0,996
17	1979	02.07.1979	183	67,70	3,150	-1,000	-0,009
18	1980	13.05.1980	133	87,10	2,289	-0,658	0,753
19	1981	24.04.1981	114	73,70	1,962	-0,382	0,924
20	1982	07.04.1982	97	32,80	1,670	-0,099	0,995
21	1983	09.04.1983	99	26,50	1,704	-0,133	0,991
22	1984	02.06.1984	153	29,40	2,634	-0,874	0,486
23	1985	25.05.1985	145	59,80	2,496	-0,799	0,602
24	1986	15.06.1986	166	20,20	2,858	-0,960	0,280
25	1987	12.04.1987	102	51,00	1,756	-0,184	0,983
26	1988	15.04.1988	105	72,50	1,807	-0,234	0,972
27	1989	09.03.1989	68	25,30	1,171	0,390	0,921
28	1990	28.03.1990	87	16,80	1,498	0,073	0,997
29	1991	26.07.1991	207	47,00	3,563	-0,912	-0,409
30	1992	09.04.1992	99	56,80	1,704	-0,133	0,991
31	1993	11.05.1993	131	105,00	2,255	-0,632	0,775
32	1994	01.04.1994	91	38,40	1,566	0,004	1,000
33	1995	14.04.1995	104	23,00	1,790	-0,218	0,976
34	1996	01.04.1996	91	46,00	1,566	0,004	1,000
35	1997	14.06.1997	165	13,20	2,840	-0,955	0,297
36	1998	14.05.1998	134	21,20	2,307	-0,671	0,741
37	1999	27.06.1999	178	28,60	3,064	-0,997	0,077
38	2000	06.04.2000	96	58,10	1,653	-0,082	0,997
39	2001	17.06.2001	168	28,20	2,892	-0,969	0,247
40	2002	07.04.2002	97	30,10	1,670	-0,099	0,995
41	2003	09.04.2003	99	60,60	1,704	-0,133	0,991
42	2004	26.03.2004	85	19,50	1,463	0,107	0,994

Tablo A.5: 2131 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1957	20.05.1957	140	82,30	2,410	-0,744	0,668
2	1958	21.03.1958	80	73,70	1,377	0,192	0,981
3	1959	15.04.1959	105	10,10	1,807	-0,234	0,972
4	1960	20.04.1960	110	12,90	1,894	-0,317	0,948
5	1961	13.04.1961	103	20,50	1,773	-0,201	0,980
6	1962	21.03.1962	80	15,20	1,377	0,192	0,981
7	1963	01.06.1963	152	70,50	2,617	-0,865	0,501
8	1964	25.03.1964	84	42,50	1,446	0,124	0,992
9	1965	18.04.1965	108	26,20	1,859	-0,284	0,959
10	1966	21.04.1966	111	16,80	1,911	-0,333	0,943
11	1967	04.04.1967	94	22,90	1,618	-0,047	0,999
12	1968	22.04.1968	112	16,00	1,928	-0,350	0,937
13	1969	14.05.1969	134	44,00	2,307	-0,671	0,741
14	1970	07.04.1970	97	8,28	1,670	-0,099	0,995
15	1971	26.04.1971	116	31,90	1,997	-0,413	0,911
16	1972	12.09.1972	255	57,00	4,390	-0,317	-0,948
17	1973	16.04.1973	106	9,02	1,825	-0,251	0,968
18	1974	15.03.1974	74	14,70	1,274	0,293	0,956
19	1975	19.04.1975	109	129,00	1,876	-0,301	0,954
20	1976	16.04.1976	106	38,20	1,825	-0,251	0,968
21	1977	23.04.1977	113	27,00	1,945	-0,366	0,931
22	1978	09.04.1978	99	7,92	1,704	-0,133	0,991
23	1979	23.03.1979	82	11,00	1,412	0,159	0,987
24	1980	28.03.1980	87	64,40	1,498	0,073	0,997
25	1981	20.03.1981	79	17,10	1,360	0,209	0,978
26	1982	19.05.1982	139	12,90	2,393	-0,732	0,681
27	1983	07.04.1983	97	53,20	1,670	-0,099	0,995
28	1984	03.04.1984	93	4,50	1,601	-0,030	1,000
29	1985	12.06.1985	163	11,70	2,806	-0,944	0,329
30	1986	13.06.1986	164	6,59	2,823	-0,950	0,313
31	1987	13.04.1987	103	15,20	1,773	-0,201	0,980
32	1988	17.04.1988	107	45,70	1,842	-0,268	0,963
33	1989	18.10.1989	291	9,61	5,009	0,293	-0,956
34	1990	12.04.1990	102	9,29	1,756	-0,184	0,983
35	1991	16.05.1991	136	176,00	2,341	-0,696	0,718
36	1992	08.05.1992	128	20,80	2,203	-0,591	0,806
37	1993	02.05.1993	122	28,90	2,100	-0,505	0,863
38	1994	06.04.1994	96	3,47	1,653	-0,082	0,997
39	1995	14.04.1995	104	25,20	1,790	-0,218	0,976
40	1996	18.04.1996	108	16,90	1,859	-0,284	0,959
41	1997	24.04.1997	114	13,50	1,962	-0,382	0,924
42	1998	29.03.1998	88	19,20	1,515	0,056	0,998
43	1999	01.04.1999	91	13,50	1,566	0,004	1,000
44	2000	07.04.2000	97	7,96	1,670	-0,099	0,995
45	2001	05.04.2001	95	5,28	1,635	-0,065	0,998
46	2002	09.09.2002	252	33,70	4,338	-0,366	-0,931
47	2003	06.04.2003	96	23,40	1,653	-0,082	0,997
48	2004	06.03.2004	65	38,70	1,119	0,437	0,900

Tablo A.6: 2133 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1969	13.05.1969	133	866,00	2,289	-0,658	0,753
2	1970	06.04.1970	96	479,00	1,653	-0,082	0,997
3	1971	15.04.1971	105	342,00	1,807	-0,234	0,972
4	1972	30.04.1972	120	630,00	2,066	-0,475	0,880
5	1973	17.04.1973	107	161,00	1,842	-0,268	0,963
6	1974	15.03.1974	74	798,00	1,274	0,293	0,956
7	1975	19.04.1975	109	767,00	1,876	-0,301	0,954
8	1976	12.04.1976	102	704,00	1,756	-0,184	0,983
9	1977	14.05.1977	134	624,00	2,307	-0,671	0,741
10	1978	09.04.1978	99	523,00	1,704	-0,133	0,991
11	1979	05.04.1979	95	321,00	1,635	-0,065	0,998
12	1980	10.04.1980	100	1332,00	1,721	-0,150	0,989
13	1981	25.04.1981	115	437,00	1,980	-0,398	0,918
14	1982	26.04.1982	116	812,00	1,997	-0,413	0,911
15	1983	16.05.1983	136	308,00	2,341	-0,696	0,718
16	1984	21.11.1984	325	462,00	5,595	0,772	-0,635
17	1985	12.04.1985	102	313,00	1,756	-0,184	0,983
18	1986	15.04.1986	105	333,00	1,807	-0,234	0,972
19	1987	01.05.1987	121	632,00	2,083	-0,490	0,872
20	1988	17.04.1988	107	589,00	1,842	-0,268	0,963
21	1989	29.10.1989	302	426,00	5,199	0,467	-0,884
22	1990	30.11.1990	334	551,00	5,750	0,861	-0,509
23	1991	16.05.1991	136	518,00	2,341	-0,696	0,718
24	1992	09.05.1992	129	566,00	2,221	-0,605	0,796
25	1993	20.04.1993	110	498,00	1,894	-0,317	0,948
26	1994	07.04.1994	97	195,00	1,670	-0,099	0,995
27	1995	29.04.1995	119	637,00	2,048	-0,460	0,888
28	1996	05.05.1996	125	474,00	2,152	-0,549	0,836
29	1997	03.05.1997	123	519,00	2,117	-0,520	0,854
30	1998	17.04.1998	107	811,00	1,842	-0,268	0,963
31	1999	10.12.1999	344	464,00	5,922	0,935	-0,354
32	2000	20.04.2000	110	409,00	1,894	-0,317	0,948
33	2001	05.04.2001	95	429,00	1,635	-0,065	0,998
34	2002	07.04.2002	97	631,00	1,670	-0,099	0,995
35	2003	25.04.2003	115	675,00	1,980	-0,398	0,918
36	2004	06.03.2004	65	538,00	1,119	0,437	0,900

Tablo A.7: 2135 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1961	28.03.1961	87	29,10	1,498	0,073	0,997
2	1963	26.05.1963	146	18,50	2,513	-0,809	0,588
3	1965	17.04.1965	107	18,70	1,842	-0,268	0,963
4	1967	10.11.1966	314	44,00	5,405	0,639	-0,769
5	1968	21.11.1967	325	42,10	5,595	0,772	-0,635
6	1969	25.11.1968	329	89,50	5,663	0,814	-0,581
7	1970	29.11.1969	333	12,80	5,732	0,852	-0,523
8	1971	08.08.1971	220	55,50	3,787	-0,799	-0,602
9	1972	29.04.1972	119	36,50	2,048	-0,460	0,888
10	1973	26.02.1973	57	5,93	0,981	0,556	0,831
11	1974	15.03.1974	74	132,00	1,274	0,293	0,956
12	1975	18.04.1975	108	46,40	1,859	-0,284	0,959
13	1976	11.04.1976	101	24,10	1,739	-0,167	0,986
14	1977	16.10.1977	289	50,00	4,975	0,260	-0,966
15	1978	27.03.1978	86	10,00	1,480	0,090	0,996
16	1979	18.01.1979	18	23,50	0,310	0,952	0,305
17	1980	28.03.1980	87	72,50	1,498	0,073	0,997
18	1981	24.04.1981	114	36,30	1,962	-0,382	0,924
19	1982	28.12.1982	362	43,70	6,232	0,999	-0,052
20	1983	07.04.1983	97	25,80	1,670	-0,099	0,995
21	1984	23.03.1984	82	12,20	1,412	0,159	0,987
22	1985	22.11.1985	326	12,50	5,612	0,783	-0,622
23	1986	18.01.1986	18	8,48	0,310	0,952	0,305
24	1987	12.04.1987	102	13,60	1,756	-0,184	0,983
25	1988	22.11.1987	326	43,70	5,612	0,783	-0,622
26	1989	18.10.1988	291	35,20	5,009	0,293	-0,956
27	1990	14.11.1989	318	19,40	5,474	0,690	-0,724
28	1991	16.05.1991	136	67,40	2,341	-0,696	0,718
29	1992	08.05.1992	128	40,40	2,203	-0,591	0,806
30	1993	02.05.1993	122	33,70	2,100	-0,505	0,863
31	1994	31.01.1994	31	8,97	0,534	0,861	0,509
32	1995	20.11.1995	324	32,70	5,577	0,761	-0,649
33	1996	07.03.1996	66	33,70	1,136	0,421	0,907
34	1997	06.04.1997	96	16,30	1,653	-0,082	0,997
35	1998	19.11.1998	323	32,00	5,560	0,750	-0,662
36	1999	10.12.1999	344	30,20	5,922	0,935	-0,354
37	2000	04.01.2000	4	9,14	0,069	0,998	0,069
38	2001	05.04.2001	95	25,50	1,635	-0,065	0,998
39	2002	13.12.2002	347	21,90	5,973	0,952	-0,305
40	2003	19.04.2003	109	18,80	1,876	-0,301	0,954
41	2004	18.12.2004	352	47,40	6,059	0,975	-0,222

Tablo A.8: 2145 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1963	01.06.1963	152	121,00	2,617	-0,865	0,501
2	1964	26.03.1964	85	178,00	1,463	0,107	0,994
3	1965	08.03.1965	67	123,00	1,153	0,405	0,914
4	1966	20.04.1966	110	62,90	1,894	-0,317	0,948
5	1967	11.05.1967	131	135,00	2,255	-0,632	0,775
6	1968	10.04.1968	100	136,00	1,721	-0,150	0,989
7	1969	13.05.1969	133	267,00	2,289	-0,658	0,753
8	1970	18.03.1970	77	69,80	1,325	0,243	0,970
9	1971	21.08.1971	233	176,00	4,011	-0,645	-0,764
10	1972	10.06.1972	161	139,00	2,771	-0,932	0,362
11	1973	16.06.1973	167	56,50	2,875	-0,965	0,264
12	1974	15.03.1974	74	218,00	1,274	0,293	0,956
13	1975	26.04.1975	116	361,00	1,997	-0,413	0,911
14	1976	13.04.1976	103	119,00	1,773	-0,201	0,980
15	1977	28.04.1977	118	104,00	2,031	-0,444	0,896
16	1978	28.03.1978	87	64,10	1,498	0,073	0,997
17	1979	02.07.1979	183	85,90	3,150	-1,000	-0,009
18	1980	28.03.1980	87	265,00	1,498	0,073	0,997
19	1981	24.04.1981	114	137,00	1,962	-0,382	0,924
20	1982	04.04.1982	94	113,00	1,618	-0,047	0,999
21	1983	08.04.1983	98	105,00	1,687	-0,116	0,993
22	1984	16.04.1984	106	78,60	1,825	-0,251	0,968
23	1985	02.04.1985	92	78,60	1,584	-0,013	1,000
24	1986	16.06.1986	167	34,00	2,875	-0,965	0,264
25	1987	12.04.1987	102	121,00	1,756	-0,184	0,983
26	1988	15.04.1988	105	284,00	1,807	-0,234	0,972
27	1989	09.03.1989	68	87,00	1,171	0,390	0,921
28	1990	28.03.1990	87	139,00	1,498	0,073	0,997
29	1991	24.03.1991	83	113,00	1,429	0,142	0,990
30	1992	09.05.1992	129	127,00	2,221	-0,605	0,796
31	1993	11.05.1993	131	157,00	2,255	-0,632	0,775
32	1994	30.04.1994	120	95,00	2,066	-0,475	0,880
33	1995	15.04.1995	105	105,00	1,807	-0,234	0,972
34	1996	23.04.1996	113	119,00	1,945	-0,366	0,931
35	1997	04.04.1997	94	43,90	1,618	-0,047	0,999
36	1998	15.05.1998	135	95,80	2,324	-0,684	0,730
37	1999	01.04.1999	91	58,30	1,566	0,004	1,000
38	2000	06.04.2000	96	87,10	1,653	-0,082	0,997
39	2001	18.06.2001	169	40,20	2,909	-0,973	0,230
40	2002	07.04.2002	97	48,40	1,670	-0,099	0,995
41	2003	08.04.2003	98	139,00	1,687	-0,116	0,993
42	2004	06.03.2004	65	65,90	1,119	0,437	0,900

Tablo A.9: 2147 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1964	07.04.1964	97	102,00	1,670	-0,099	0,995
2	1965	26.04.1965	116	161,00	1,997	-0,413	0,911
3	1966	19.04.1966	109	179,00	1,876	-0,301	0,954
4	1967	12.05.1967	132	220,00	2,272	-0,645	0,764
5	1968	18.04.1968	108	234,00	1,859	-0,284	0,959
6	1969	13.05.1969	133	259,00	2,289	-0,658	0,753
7	1970	14.04.1970	104	145,00	1,790	-0,218	0,976
8	1971	15.04.1971	105	90,00	1,807	-0,234	0,972
9	1972	30.04.1972	120	199,00	2,066	-0,475	0,880
10	1973	16.04.1973	106	74,60	1,825	-0,251	0,968
11	1974	15.03.1974	74	154,00	1,274	0,293	0,956
12	1975	29.04.1975	119	232,00	2,048	-0,460	0,888
13	1976	06.05.1976	126	185,00	2,169	-0,563	0,826
14	1977	14.05.1977	134	158,00	2,307	-0,671	0,741
15	1978	06.05.1978	126	134,00	2,169	-0,563	0,826
16	1979	07.04.1979	97	111,00	1,670	-0,099	0,995
17	1980	11.04.1980	101	344,00	1,739	-0,167	0,986
18	1981	24.04.1981	114	161,00	1,962	-0,382	0,924
19	1982	26.04.1982	116	186,00	1,997	-0,413	0,911
20	1983	08.04.1983	98	103,00	1,687	-0,116	0,993
21	1984	21.11.1984	325	169,00	5,595	0,772	-0,635
22	1985	12.04.1985	102	112,00	1,756	-0,184	0,983
23	1986	15.04.1986	105	91,20	1,807	-0,234	0,972
24	1987	01.05.1987	121	209,00	2,083	-0,490	0,872
25	1988	14.05.1988	134	211,00	2,307	-0,671	0,741
26	1989	30.10.1988	303	244,00	5,216	0,483	-0,876
27	1990	11.04.1990	101	214,00	1,739	-0,167	0,986
28	1991	16.05.1991	136	151,00	2,341	-0,696	0,718
29	1992	09.05.1992	129	165,00	2,221	-0,605	0,796
30	1993	19.04.1993	109	185,00	1,876	-0,301	0,954
31	1994	08.04.1994	98	72,20	1,687	-0,116	0,993
32	1995	29.04.1995	119	165,00	2,048	-0,460	0,888
33	1996	03.05.1996	123	148,00	2,117	-0,520	0,854
34	1997	03.05.1997	123	117,00	2,117	-0,520	0,854

Tablo A.10: 2154 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1969	29.04.1969	119	204,00	2,048	-0,460	0,888
2	1970	15.04.1970	105	126,00	1,807	-0,234	0,972
3	1971	16.05.1971	136	141,00	2,341	-0,696	0,718
4	1972	30.04.1972	120	109,00	2,066	-0,475	0,880
5	1973	12.05.1973	132	97,60	2,272	-0,645	0,764
6	1974	22.03.1974	81	155,00	1,394	0,176	0,984
7	1975	30.04.1975	120	200,00	2,066	-0,475	0,880
8	1976	13.04.1976	103	176,00	1,773	-0,201	0,980
9	1977	14.05.1977	134	189,00	2,307	-0,671	0,741
10	1978	09.04.1978	99	152,00	1,704	-0,133	0,991
11	1979	14.05.1979	134	111,00	2,307	-0,671	0,741
12	1980	10.04.1980	100	283,00	1,721	-0,150	0,989
13	1981	25.04.1981	115	168,00	1,980	-0,398	0,918
14	1982	23.04.1982	113	220,00	1,945	-0,366	0,931
15	1983	17.05.1983	137	83,50	2,358	-0,709	0,706
16	1984	19.05.1984	139	181,00	2,393	-0,732	0,681
17	1985	21.04.1985	111	159,00	1,911	-0,333	0,943
18	1986	25.05.1986	145	124,00	2,496	-0,799	0,602
19	1987	02.05.1987	122	230,00	2,100	-0,505	0,863
20	1988	19.05.1988	139	166,00	2,393	-0,732	0,681
21	1989	15.04.1989	105	125,00	1,807	-0,234	0,972
22	1990	29.04.1990	119	214,00	2,048	-0,460	0,888
23	1991	17.05.1991	137	268,00	2,358	-0,709	0,706
24	1992	02.06.1992	153	142,00	2,634	-0,874	0,486
25	1993	20.04.1993	110	268,00	1,894	-0,317	0,948
26	1994	13.05.1994	133	124,00	2,289	-0,658	0,753
27	1995	02.05.1995	122	138,00	2,100	-0,505	0,863
28	1996	16.05.1996	136	103,00	2,341	-0,696	0,718
29	1997	28.04.1997	118	190,00	2,031	-0,444	0,896
30	1998	17.04.1998	107	363,00	1,842	-0,268	0,963
31	1999	22.04.1999	112	103,00	1,928	-0,350	0,937
32	2000	05.05.2000	125	105,00	2,152	-0,549	0,836
33	2001	04.04.2001	94	140,00	1,618	-0,047	0,999
34	2002	18.04.2002	108	82,80	1,859	-0,284	0,959
35	2003	10.04.2003	100	222,00	1,721	-0,150	0,989
36	2004	06.03.2004	65	167,00	1,119	0,437	0,900

Tablo A.11: 2156 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m³/s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1969	13.05.1969	133	1320,00	2,289	-0,658	0,753
2	1970	07.04.1970	97	487,00	1,670	-0,099	0,995
3	1971	16.04.1971	106	394,00	1,825	-0,251	0,968
4	1972	01.05.1972	121	595,00	2,083	-0,490	0,872
5	1973	18.04.1973	108	357,00	1,859	-0,284	0,959
6	1974	15.03.1974	74	820,00	1,274	0,293	0,956
7	1975	26.04.1975	116	768,00	1,997	-0,413	0,911
8	1976	14.04.1976	104	770,00	1,790	-0,218	0,976
9	1977	16.05.1977	136	796,00	2,341	-0,696	0,718
10	1978	11.04.1978	101	633,00	1,739	-0,167	0,986
11	1979	06.04.1979	96	445,00	1,653	-0,082	0,997
12	1980	12.04.1980	102	1153,00	1,756	-0,184	0,983
13	1981	24.05.1981	144	698,00	2,479	-0,788	0,615
14	1982	25.04.1982	115	812,00	1,980	-0,398	0,918
15	1983	16.05.1983	136	560,00	2,341	-0,696	0,718
16	1984	20.05.1984	140	527,00	2,410	-0,744	0,668
17	1985	14.04.1985	104	504,00	1,790	-0,218	0,976
18	1986	26.05.1986	146	387,00	2,513	-0,809	0,588
19	1987	03.05.1987	123	1010,00	2,117	-0,520	0,854
20	1988	16.04.1988	106	874,00	1,825	-0,251	0,968
21	1989	29.10.1989	302	407,00	5,199	0,467	-0,884
22	1990	30.04.1990	120	820,00	2,066	-0,475	0,880
23	1991	18.05.1991	138	678,00	2,376	-0,721	0,693
24	1992	19.05.1992	139	607,00	2,393	-0,732	0,681
25	1993	19.04.1993	109	776,00	1,876	-0,301	0,954
26	1994	14.05.1994	134	264,00	2,307	-0,671	0,741
27	1995	04.05.1995	124	636,00	2,135	-0,534	0,845
28	1996	04.05.1996	124	609,00	2,135	-0,534	0,845
29	1997	26.04.1997	116	667,00	1,997	-0,413	0,911
30	1998	20.04.1998	110	1057,00	1,894	-0,317	0,948
31	1999	29.04.1999	119	512,00	2,048	-0,460	0,888
32	2000	07.04.2000	97	457,00	1,670	-0,099	0,995
33	2001	05.04.2001	95	399,00	1,635	-0,065	0,998
34	2002	18.04.2002	108	435,00	1,859	-0,284	0,959
35	2003	26.04.2003	116	966,00	1,997	-0,413	0,911
36	2004	06.03.2004	65	848,00	1,119	0,437	0,900

Tablo A.12: 2157 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m³/s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1969	01.04.1969	91	387,00	1,566	0,004	1,000
2	1970	03.03.1970	62	92,00	1,067	0,483	0,876
3	1971	04.03.1971	63	78,90	1,084	0,467	0,884
4	1972	01.05.1972	121	386,00	2,083	-0,490	0,872
5	1973	21.03.1973	80	119,00	1,377	0,192	0,981
6	1974	10.04.1974	100	175,00	1,721	-0,150	0,989
7	1975	14.04.1975	104	235,00	1,790	-0,218	0,976
8	1976	13.04.1976	103	352,00	1,773	-0,201	0,980
9	1977	24.04.1977	114	259,00	1,962	-0,382	0,924
10	1978	25.06.1978	176	272,00	3,030	-0,994	0,112
11	1979	06.04.1979	96	156,00	1,653	-0,082	0,997
12	1980	26.03.1980	85	143,00	1,463	0,107	0,994
13	1981	27.04.1981	117	198,00	2,014	-0,429	0,903
14	1982	09.04.1982	99	443,00	1,704	-0,133	0,991
15	1983	17.05.1983	137	170,00	2,358	-0,709	0,706
16	1984	07.03.1984	66	120,00	1,136	0,421	0,907
17	1985	16.04.1985	106	289,00	1,825	-0,251	0,968
18	1986	16.04.1986	106	93,40	1,825	-0,251	0,968
19	1987	13.04.1987	103	335,00	1,773	-0,201	0,980
20	1988	14.04.1988	104	547,00	1,790	-0,218	0,976
21	1989	11.03.1989	70	53,00	1,205	0,358	0,934
22	1990	30.11.1990	334	283,00	5,750	0,861	-0,509
23	1991	25.03.1991	84	425,00	1,446	0,124	0,992
24	1992	14.04.1992	104	386,00	1,790	-0,218	0,976
25	1993	11.04.1993	101	398,00	1,739	-0,167	0,986
26	1994	02.04.1994	92	351,00	1,584	-0,013	1,000
27	1995	03.04.1995	93	384,00	1,601	-0,030	1,000
28	1996	22.04.1996	112	216,00	1,928	-0,350	0,937
29	1997	27.04.1997	117	131,00	2,014	-0,429	0,903
30	1998	30.03.1998	89	174,00	1,532	0,039	0,999
31	1999	02.04.1999	92	172,00	1,584	-0,013	1,000
32	2000	08.04.2000	98	96,50	1,687	-0,116	0,993
33	2001	07.04.2001	97	171,00	1,670	-0,099	0,995
34	2002	08.04.2002	98	203,00	1,687	-0,116	0,993
35	2003	07.04.2003	97	282,00	1,670	-0,099	0,995
36	2004	06.03.2004	65	410,00	1,119	0,437	0,900

Tablo A.13: 2158 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m³/s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1969	30.04.1969	120	254,00	2,066	-0,475	0,880
2	1970	06.04.1970	96	155,00	1,653	-0,082	0,997
3	1971	13.04.1971	103	88,20	1,773	-0,201	0,980
4	1972	30.04.1972	120	477,00	2,066	-0,475	0,880
5	1973	17.04.1973	107	89,60	1,842	-0,268	0,963
6	1974	17.04.1974	107	225,00	1,842	-0,268	0,963
7	1975	30.04.1975	120	308,00	2,066	-0,475	0,880
8	1976	12.04.1976	102	278,00	1,756	-0,184	0,983
9	1977	23.04.1977	113	218,00	1,945	-0,366	0,931
10	1978	09.04.1978	99	216,00	1,704	-0,133	0,991
11	1979	10.04.1979	100	116,00	1,721	-0,150	0,989
12	1980	10.04.1980	100	247,00	1,721	-0,150	0,989
13	1981	25.04.1981	115	272,00	1,980	-0,398	0,918
14	1982	18.05.1982	138	503,00	2,376	-0,721	0,693
15	1983	17.05.1983	137	182,00	2,358	-0,709	0,706
16	1984	16.04.1984	106	246,00	1,825	-0,251	0,968
17	1985	23.04.1985	113	172,00	1,945	-0,366	0,931
18	1986	15.04.1986	105	152,00	1,807	-0,234	0,972
19	1987	17.04.1987	107	370,00	1,842	-0,268	0,963
20	1988	17.04.1988	107	439,00	1,842	-0,268	0,963
21	1989	30.10.1989	303	113,00	5,216	0,483	-0,876
22	1990	29.11.1990	333	367,00	5,732	0,852	-0,523
23	1991	16.05.1991	136	338,00	2,341	-0,696	0,718
24	1992	17.05.1992	137	344,00	2,358	-0,709	0,706
25	1993	19.04.1993	109	640,00	1,876	-0,301	0,954
26	1994	09.04.1994	99	144,00	1,704	-0,133	0,991
27	1995	02.05.1995	122	314,00	2,100	-0,505	0,863
28	1996	21.04.1996	111	196,00	1,911	-0,333	0,943
29	1997	28.04.1997	118	209,00	2,031	-0,444	0,896
30	1998	17.04.1998	107	752,00	1,842	-0,268	0,963
31	1999	01.04.1999	91	212,00	1,566	0,004	1,000
32	2000	08.04.2000	98	126,00	1,687	-0,116	0,993
33	2001	06.04.2001	96	174,00	1,653	-0,082	0,997
34	2002	07.04.2002	97	287,00	1,670	-0,099	0,995
35	2003	19.04.2003	109	202,00	1,876	-0,301	0,954
36	2004	29.04.2004	119	223,00	2,048	-0,460	0,888

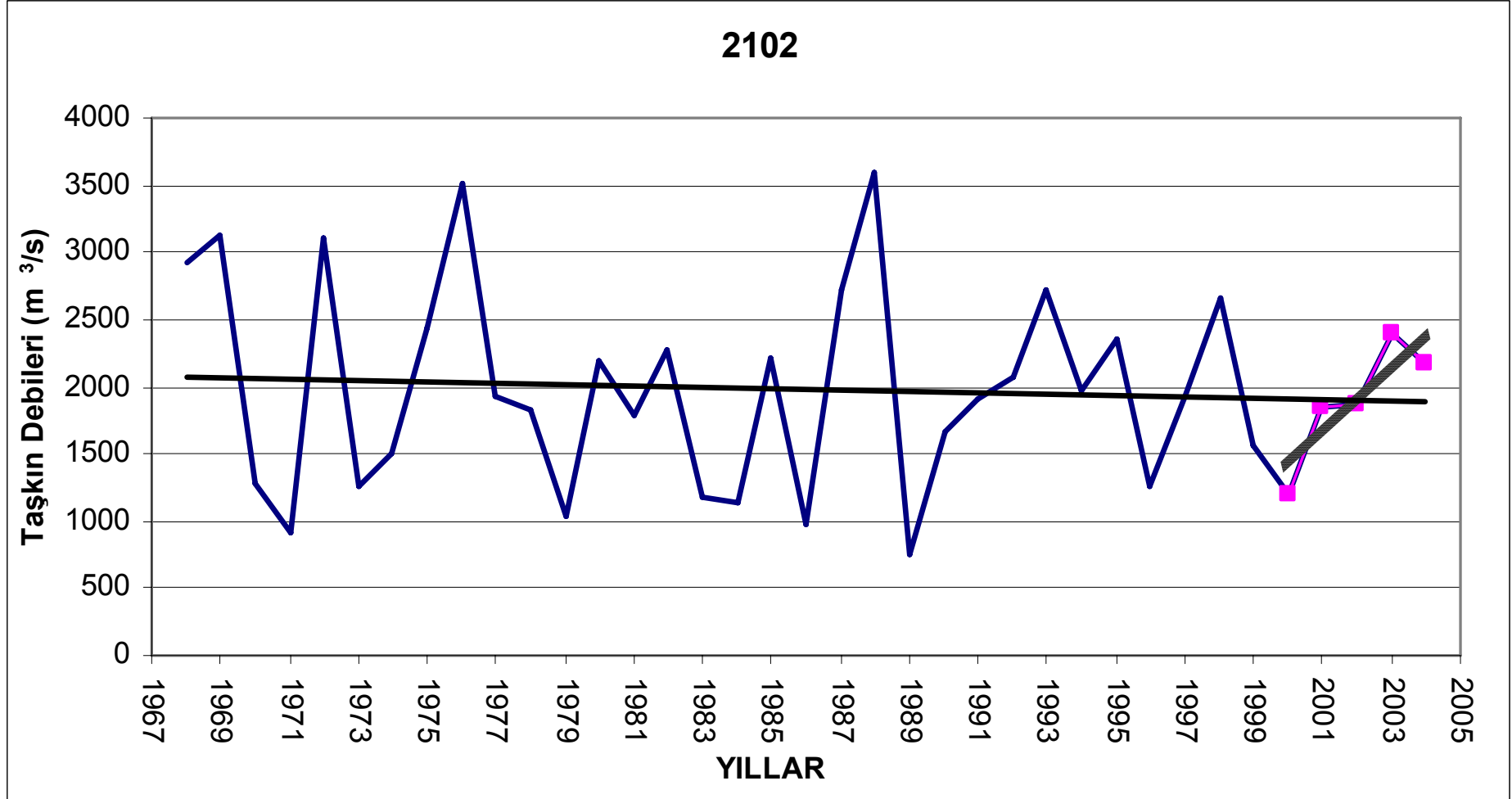
Tablo A.14: 2164 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1969	31.03.1969	90	620,00	1,549	0,022	1,000
2	1970	06.04.1970	96	573,00	1,653	-0,082	0,997
3	1971	27.03.1971	86	245,00	1,480	0,090	0,996
4	1972	29.04.1972	119	755,00	2,048	-0,460	0,888
5	1973	15.03.1973	74	199,00	1,274	0,293	0,956
6	1974	15.03.1974	74	710,00	1,274	0,293	0,956
7	1975	30.04.1975	120	880,00	2,066	-0,475	0,880
8	1976	12.04.1976	102	762,00	1,756	-0,184	0,983
9	1977	23.04.1977	113	810,00	1,945	-0,366	0,931
10	1978	09.04.1978	99	594,00	1,704	-0,133	0,991
11	1979	10.04.1979	100	230,00	1,721	-0,150	0,989
12	1980	10.04.1980	100	762,00	1,721	-0,150	0,989
13	1981	24.04.1981	114	545,00	1,962	-0,382	0,924
14	1982	26.04.1982	116	1097,00	1,997	-0,413	0,911
15	1983	16.05.1983	136	267,00	2,341	-0,696	0,718
16	1984	16.04.1984	106	501,00	1,825	-0,251	0,968
17	1985	12.04.1985	102	302,00	1,756	-0,184	0,983
18	1986	15.04.1986	105	241,00	1,807	-0,234	0,972
19	1987	12.04.1987	102	547,00	1,756	-0,184	0,983
20	1988	17.04.1988	107	792,00	1,842	-0,268	0,963
21	1989	30.10.1989	303	236,00	5,216	0,483	-0,876
22	1990	28.11.1990	332	512,00	5,715	0,843	-0,538
23	1991	16.05.1991	136	990,00	2,341	-0,696	0,718
24	1992	09.05.1992	129	374,00	2,221	-0,605	0,796
25	1993	02.05.1993	122	477,00	2,100	-0,505	0,863
26	1994	31.03.1994	90	429,00	1,549	0,022	1,000
27	1995	14.04.1995	104	658,00	1,790	-0,218	0,976
28	1996	22.04.1996	112	228,00	1,928	-0,350	0,937
29	1997	26.04.1997	116	484,00	1,997	-0,413	0,911
30	1998	17.04.1998	107	910,00	1,842	-0,268	0,963
31	1999	01.04.1999	91	438,00	1,566	0,004	1,000
32	2000	07.04.2000	97	355,00	1,670	-0,099	0,995
33	2001	05.04.2001	95	581,00	1,635	-0,065	0,998
34	2002	07.04.2002	97	603,00	1,670	-0,099	0,995
35	2003	09.04.2003	99	495,00	1,704	-0,133	0,991
36	2004	06.03.2004	65	613,00	1,119	0,437	0,900

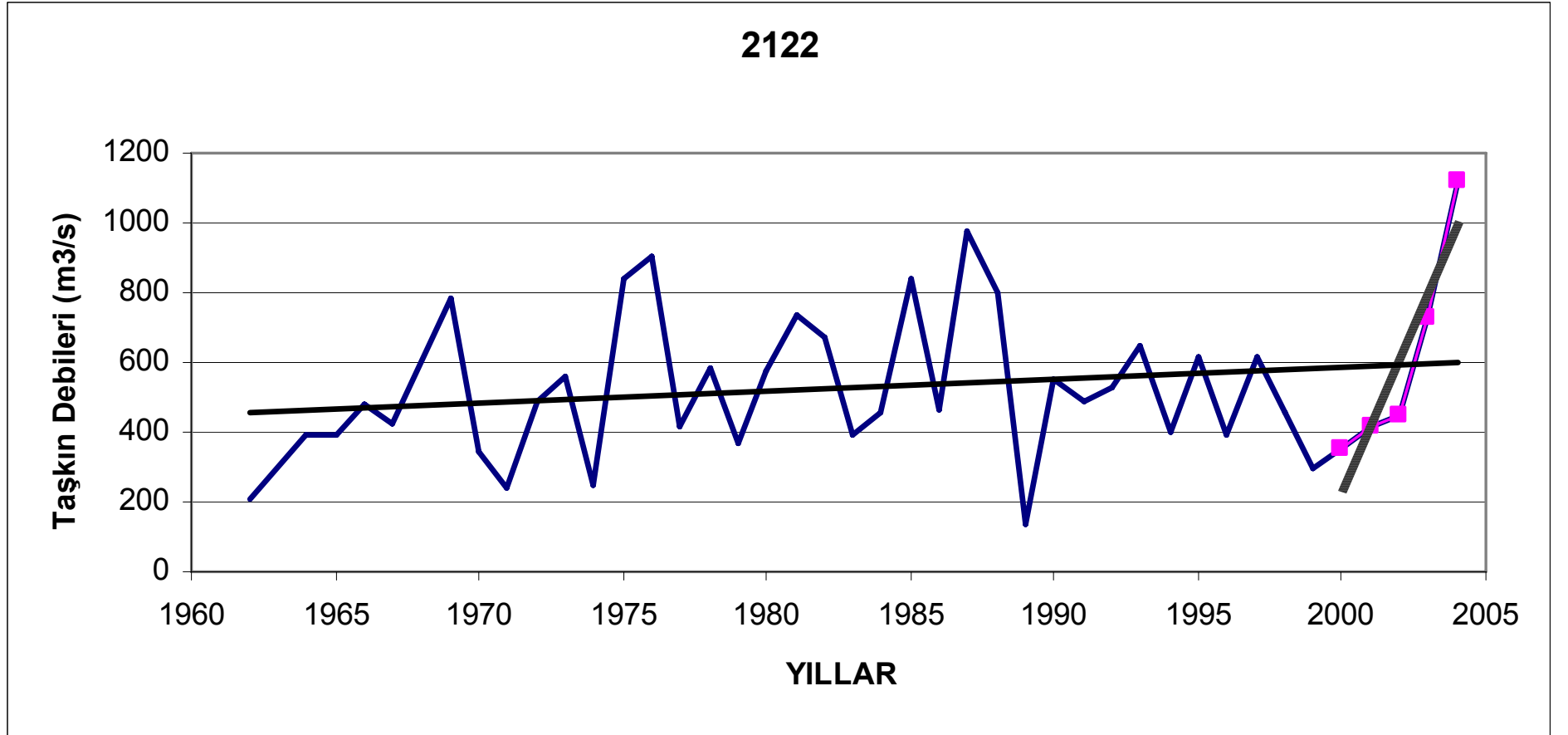
Tablo A.15: 2166 No' lu istasyon taşkın değerleri

n	Su Yılı	Taşkın Tarihi	Takvim Günü	Taşkın Debisi (m³/s)	Ø (Radyan)	Cos Ø	Sin Ø
1	1970	06.04.1970	96	602,00	1,653	-0,082	0,997
2	1971	06.12.1971	340	463,00	5,853	0,909	-0,417
3	1972	30.04.1972	120	983,00	2,066	-0,475	0,880
4	1973	16.04.1973	106	263,00	1,825	-0,251	0,968
5	1974	17.03.1974	76	1183,00	1,308	0,260	0,966
6	1975	30.04.1975	120	770,00	2,066	-0,475	0,880
7	1976	13.04.1976	103	1118,00	1,773	-0,201	0,980
8	1977	14.05.1977	134	769,00	2,307	-0,671	0,741
9	1978	10.04.1978	100	589,00	1,721	-0,150	0,989
10	1979	05.04.1979	95	416,00	1,635	-0,065	0,998
11	1980	10.04.1980	100	1325,00	1,721	-0,150	0,989
12	1981	25.04.1981	115	584,00	1,980	-0,398	0,918
13	1982	27.04.1982	117	1350,00	2,014	-0,429	0,903
14	1983	19.05.1983	139	343,00	2,393	-0,732	0,681
15	1984	23.11.1983	327	640,00	5,629	0,794	-0,608
16	1985	13.04.1985	103	338,00	1,773	-0,201	0,980
17	1986	16.04.1986	106	464,00	1,825	-0,251	0,968
18	1987	12.04.1987	102	849,00	1,756	-0,184	0,983
19	1988	17.04.1988	107	1047,00	1,842	-0,268	0,963
20	1989	03.11.1988	307	483,00	5,285	0,542	-0,841
21	1990	29.04.1990	119	866,00	2,048	-0,460	0,888
22	1991	16.05.1991	136	1324,00	2,341	-0,696	0,718
23	1992	18.05.1992	138	576,00	2,376	-0,721	0,693
24	1993	20.04.1993	110	722,00	1,894	-0,317	0,948
25	1994	13.05.1994	133	267,00	2,289	-0,658	0,753
26	1995	02.04.1995	92	747,00	1,584	-0,013	1,000
27	1996	21.04.1996	111	697,00	1,911	-0,333	0,943
28	1997	27.04.1997	117	769,00	2,014	-0,429	0,903
29	1998	29.03.1998	88	1471,00	1,515	0,056	0,998
30	1999	01.04.1999	91	577,00	1,566	0,004	1,000
31	2000	21.03.2000	80	201,00	1,377	0,192	0,981
32	2001	06.04.2001	96	704,00	1,653	-0,082	0,997
33	2002	07.04.2002	97	542,00	1,670	-0,099	0,995
34	2003	20.04.2003	110	555,00	1,894	-0,317	0,948
35	2004	06.03.2004	65	535,00	1,119	0,437	0,900

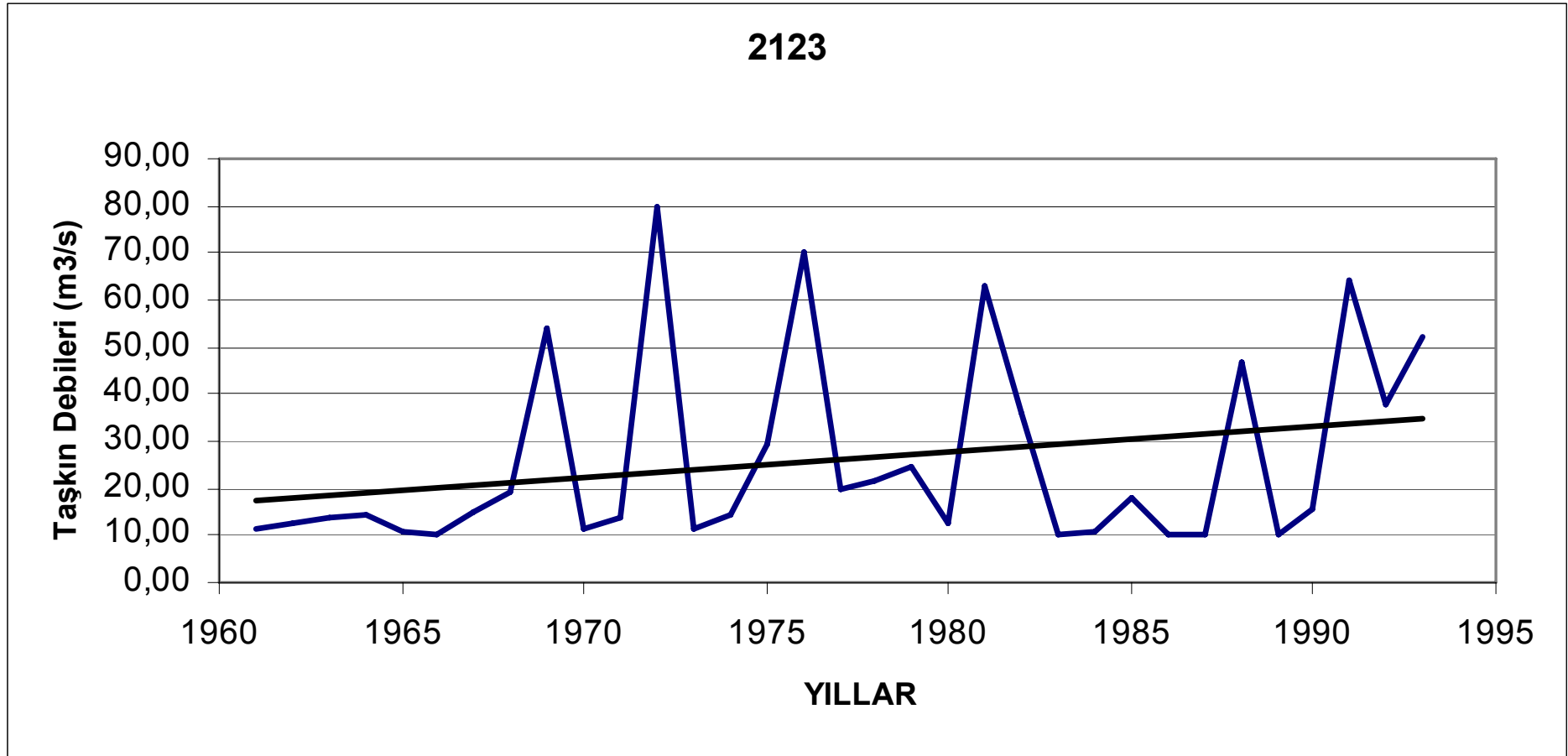
Şekil B.1: 2102 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



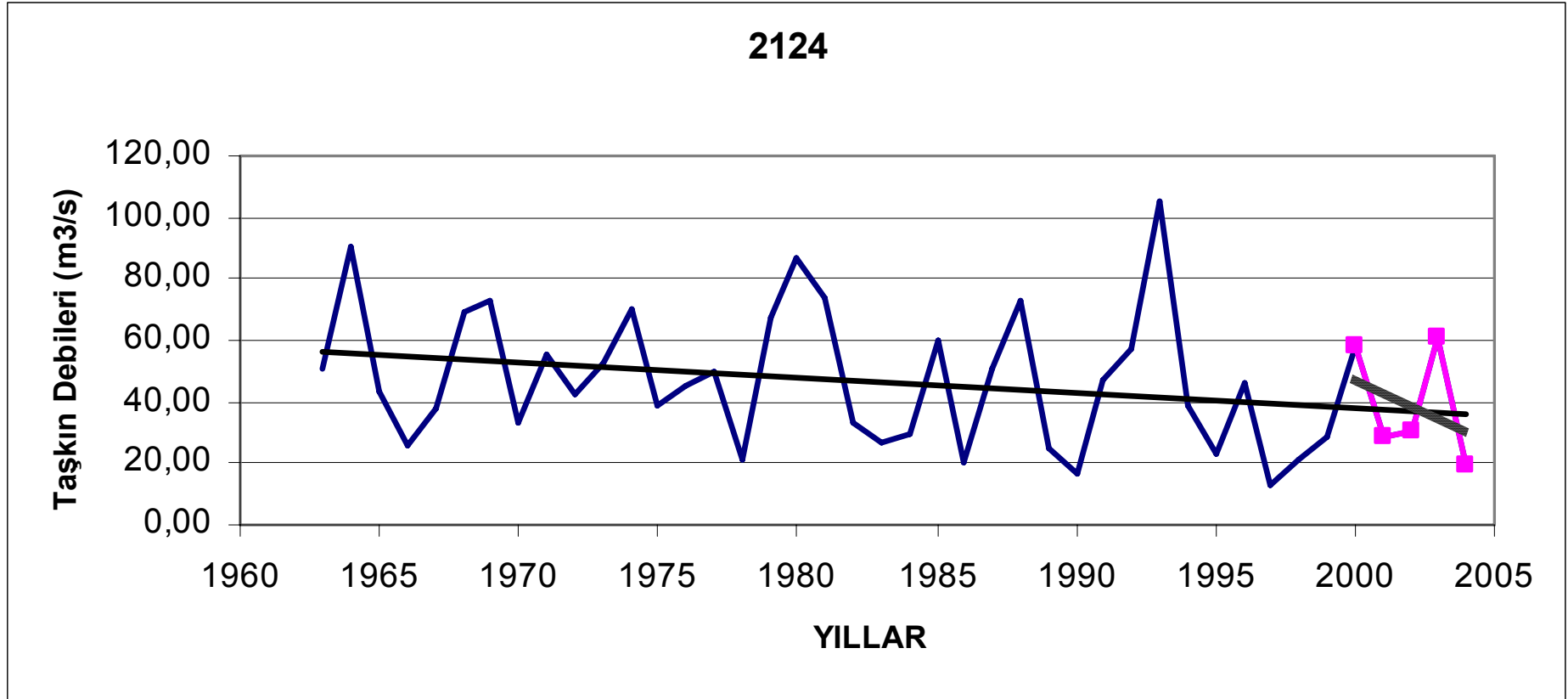
Şekil B.2: 2122 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



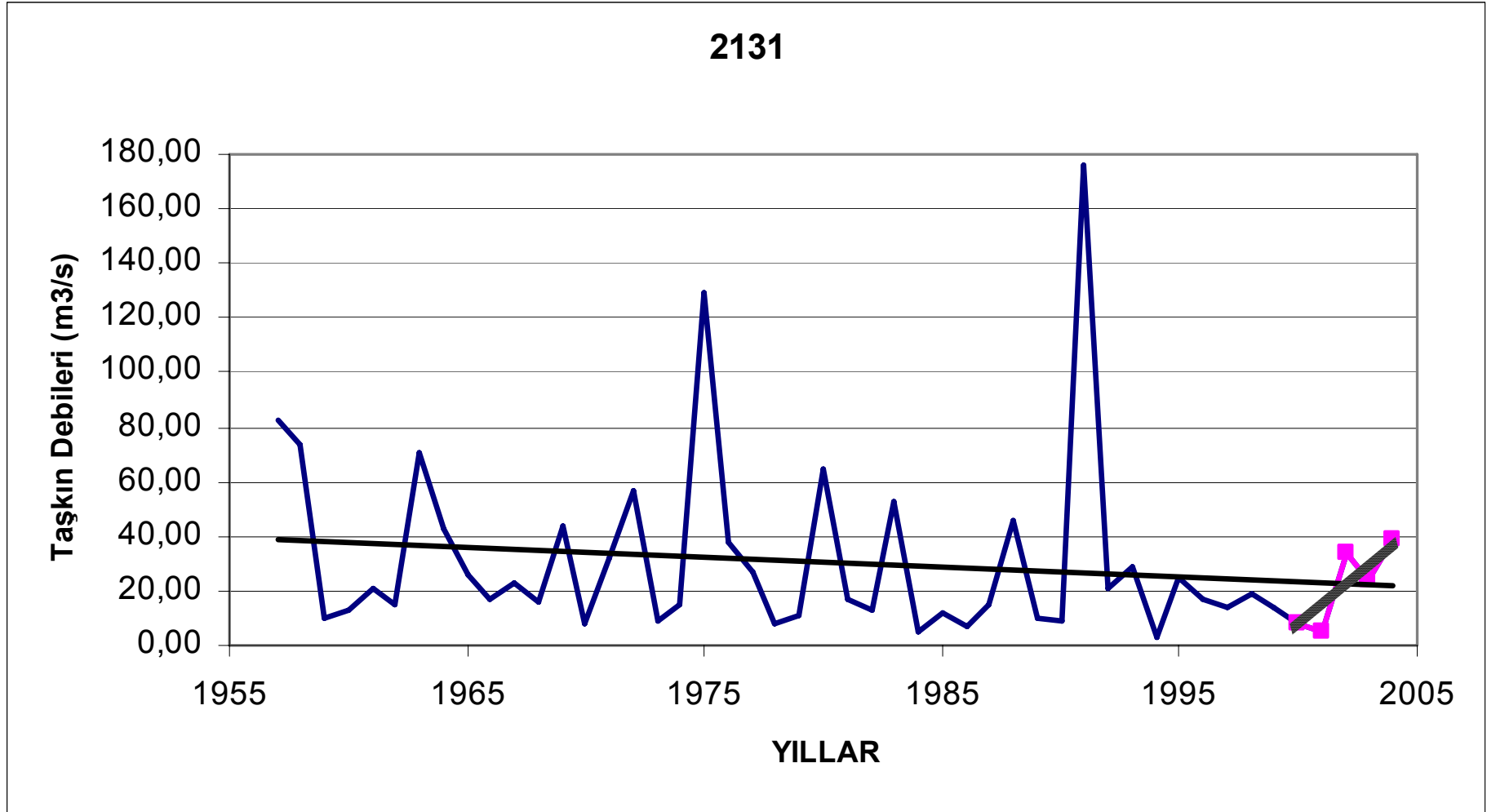
Şekil B.3: 2123 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



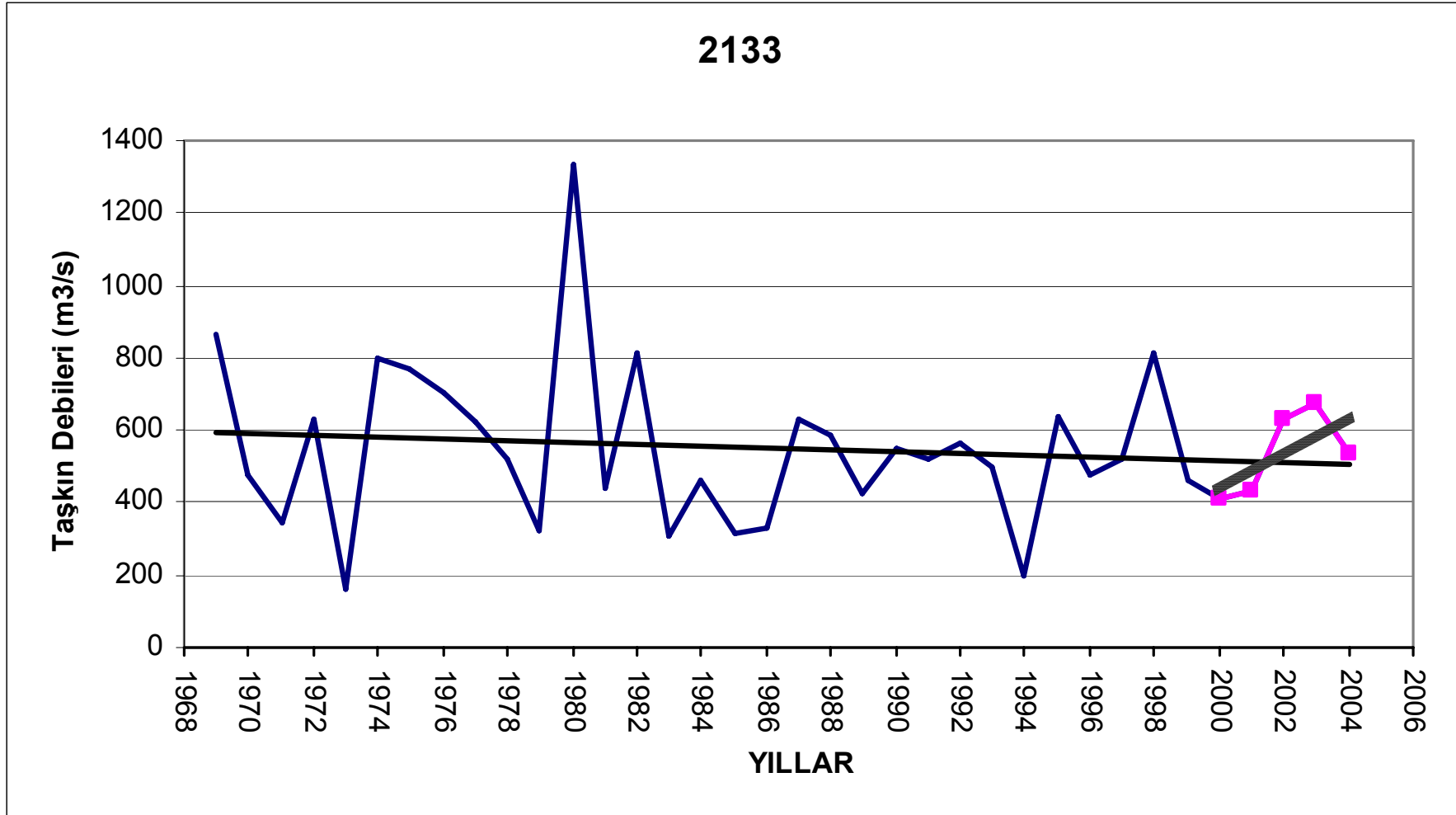
Şekil B.4: 2124 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



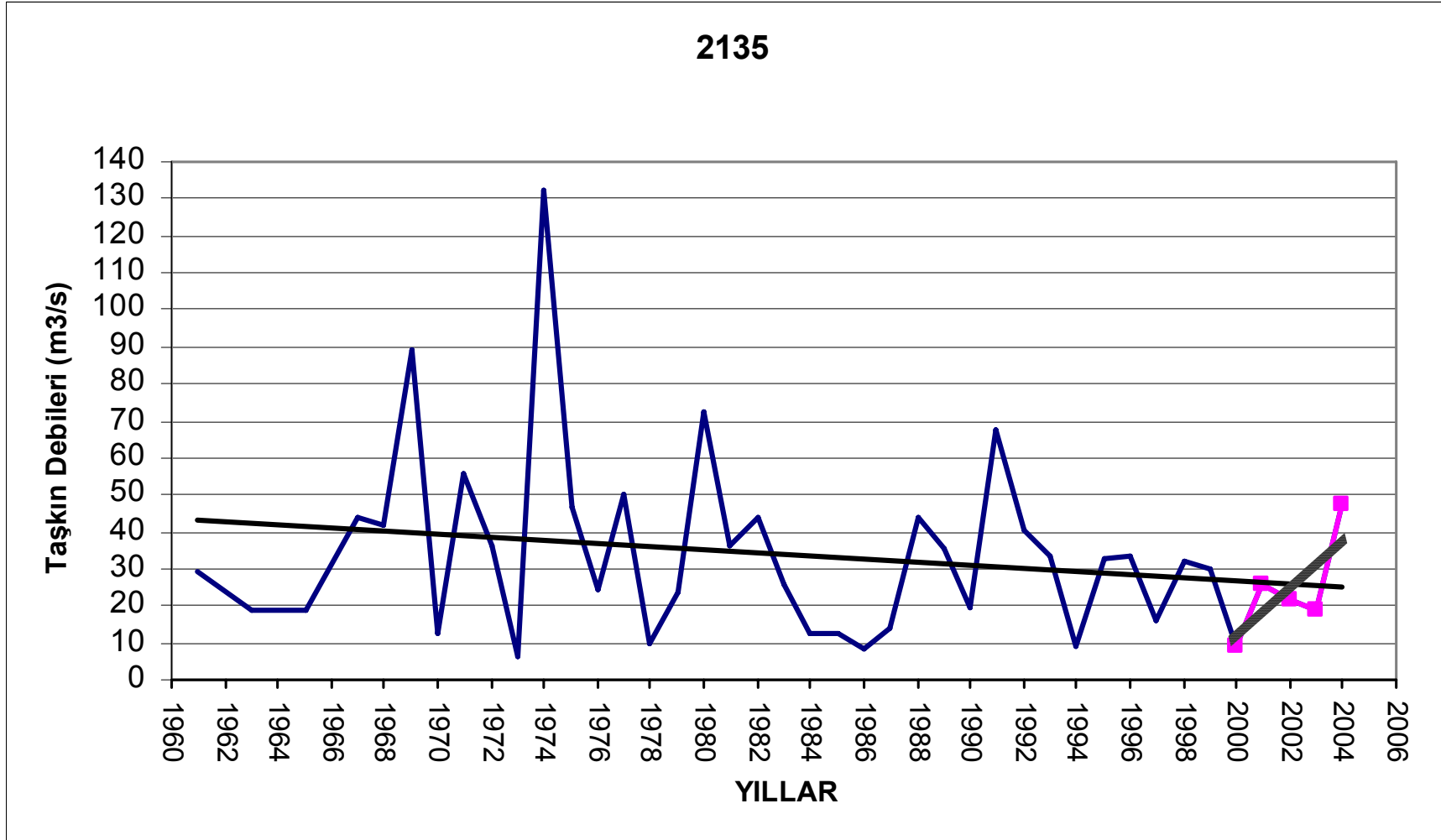
Şekil B.5: 2131 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



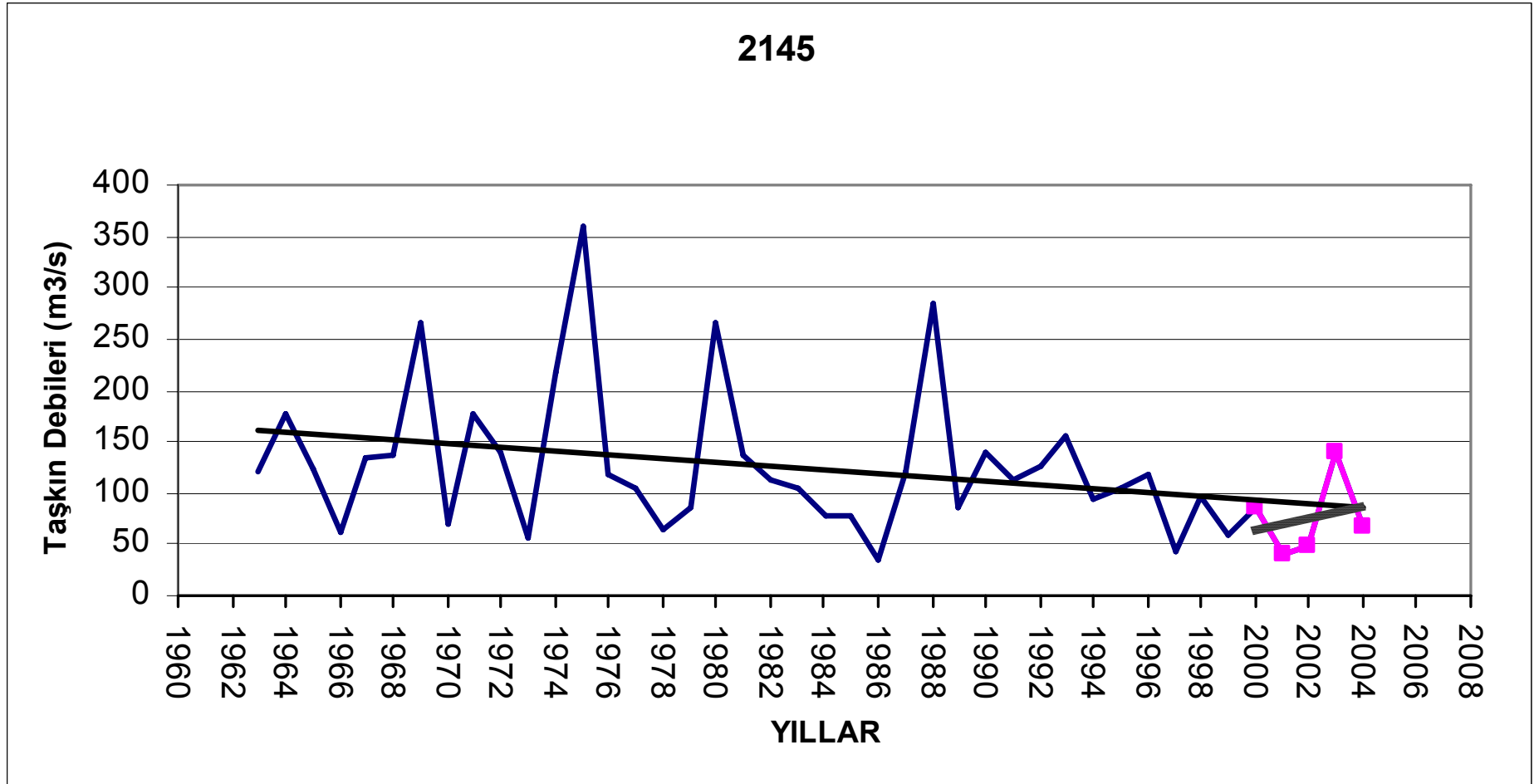
Şekil B.6: 2133 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



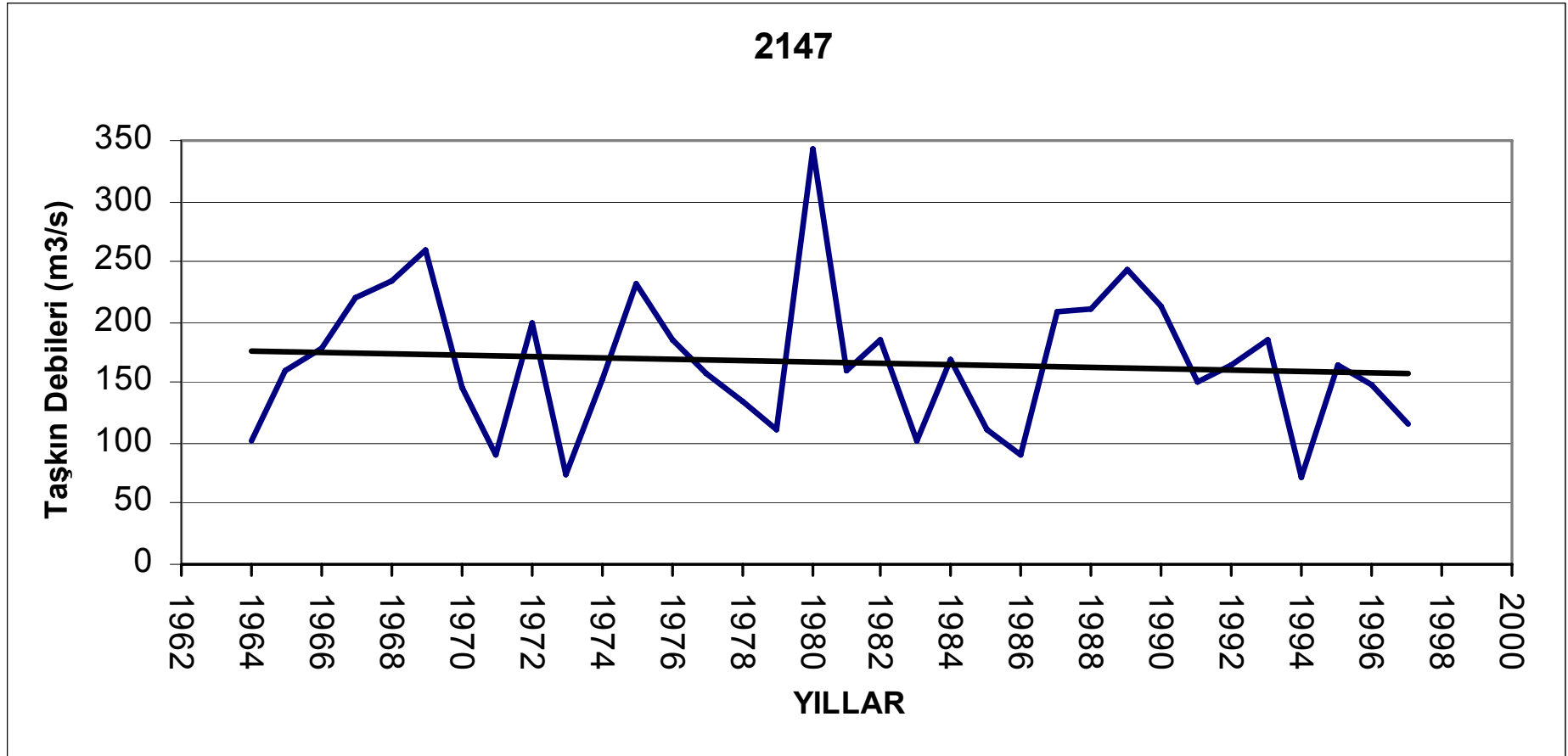
Şekil B.7: 2135 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



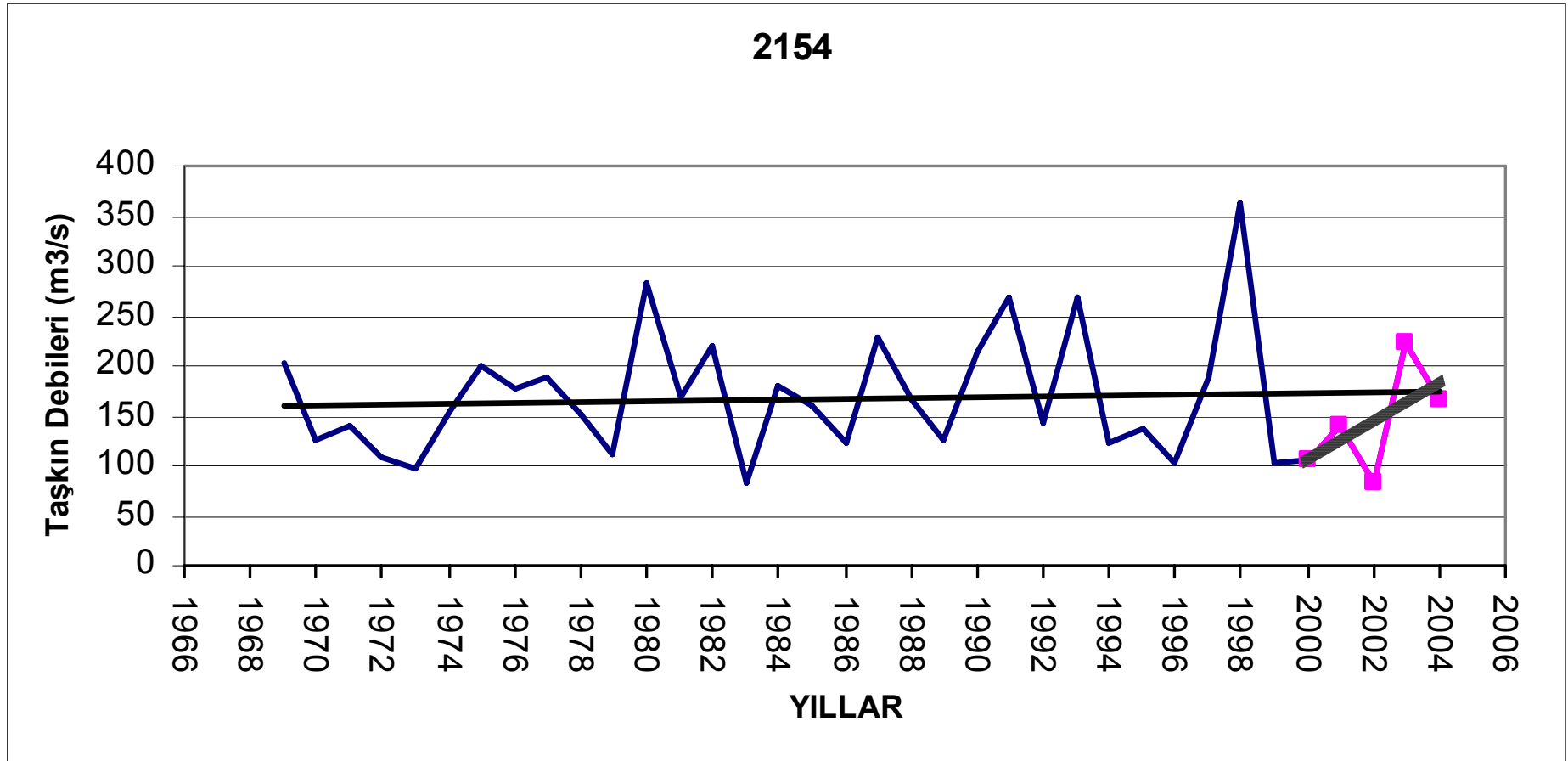
Şekil B.8: 2145 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



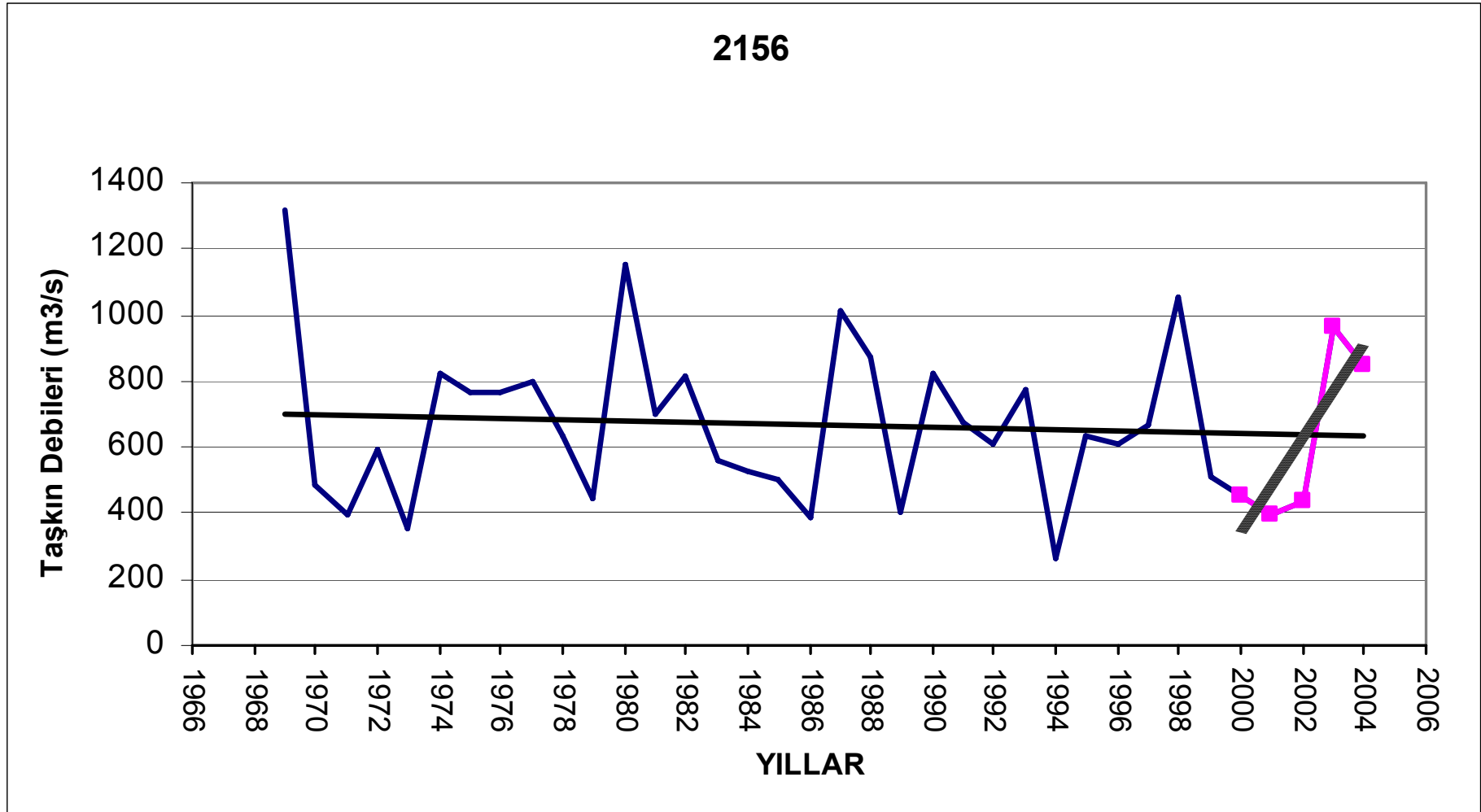
Şekil B.9: 2147 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



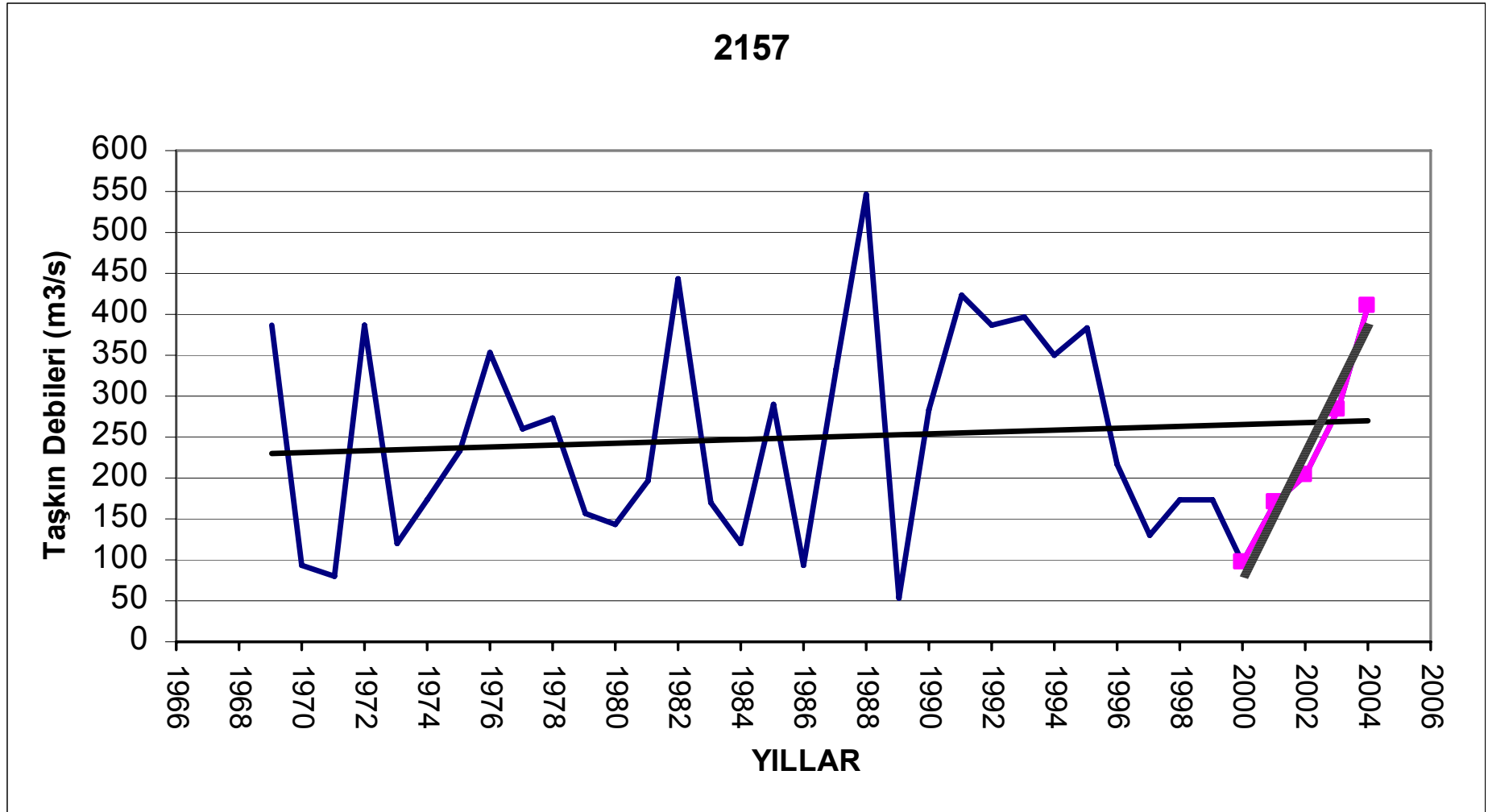
Şekil B.10: 2154 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



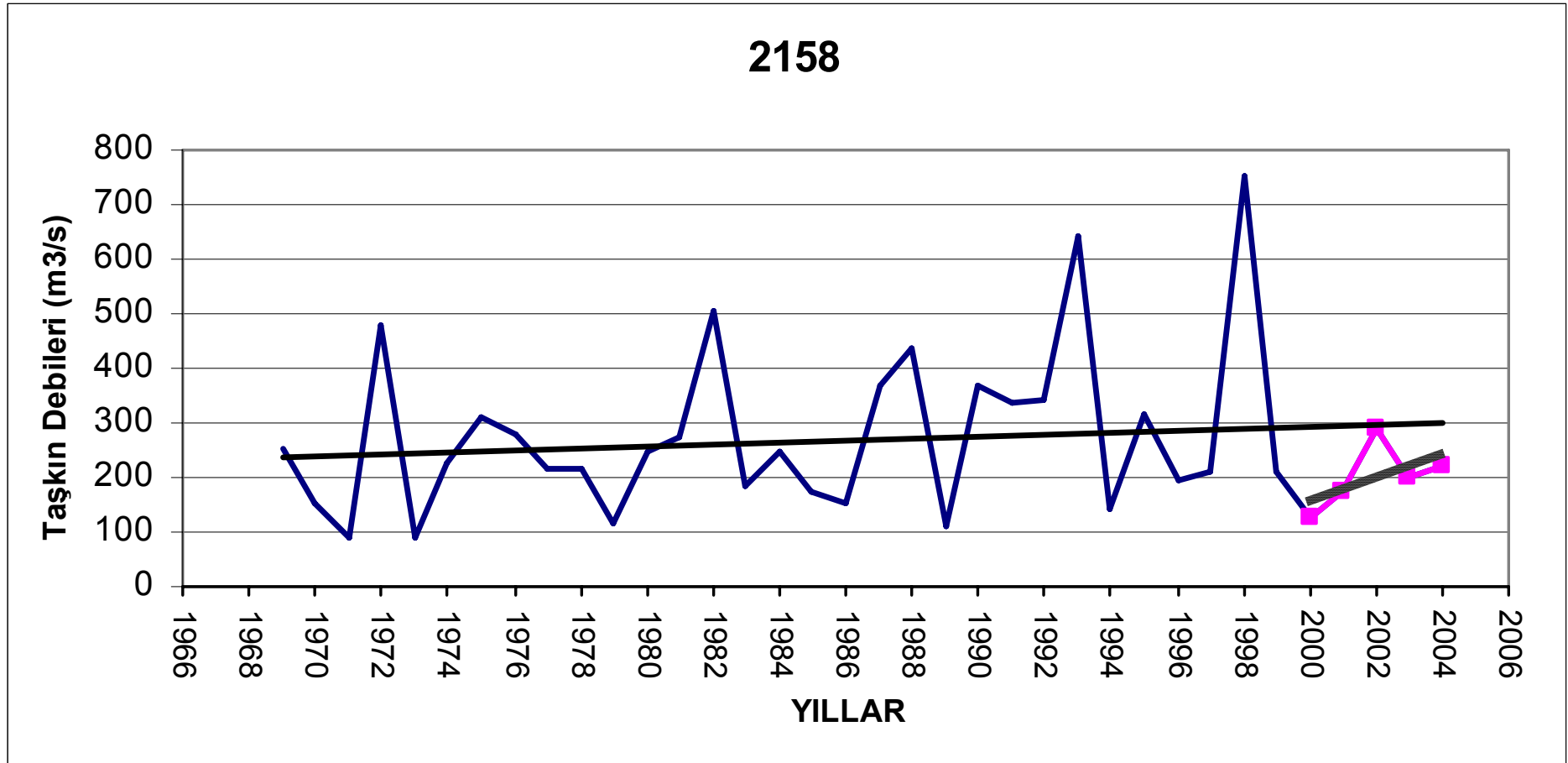
Şekil B.11: 2156 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



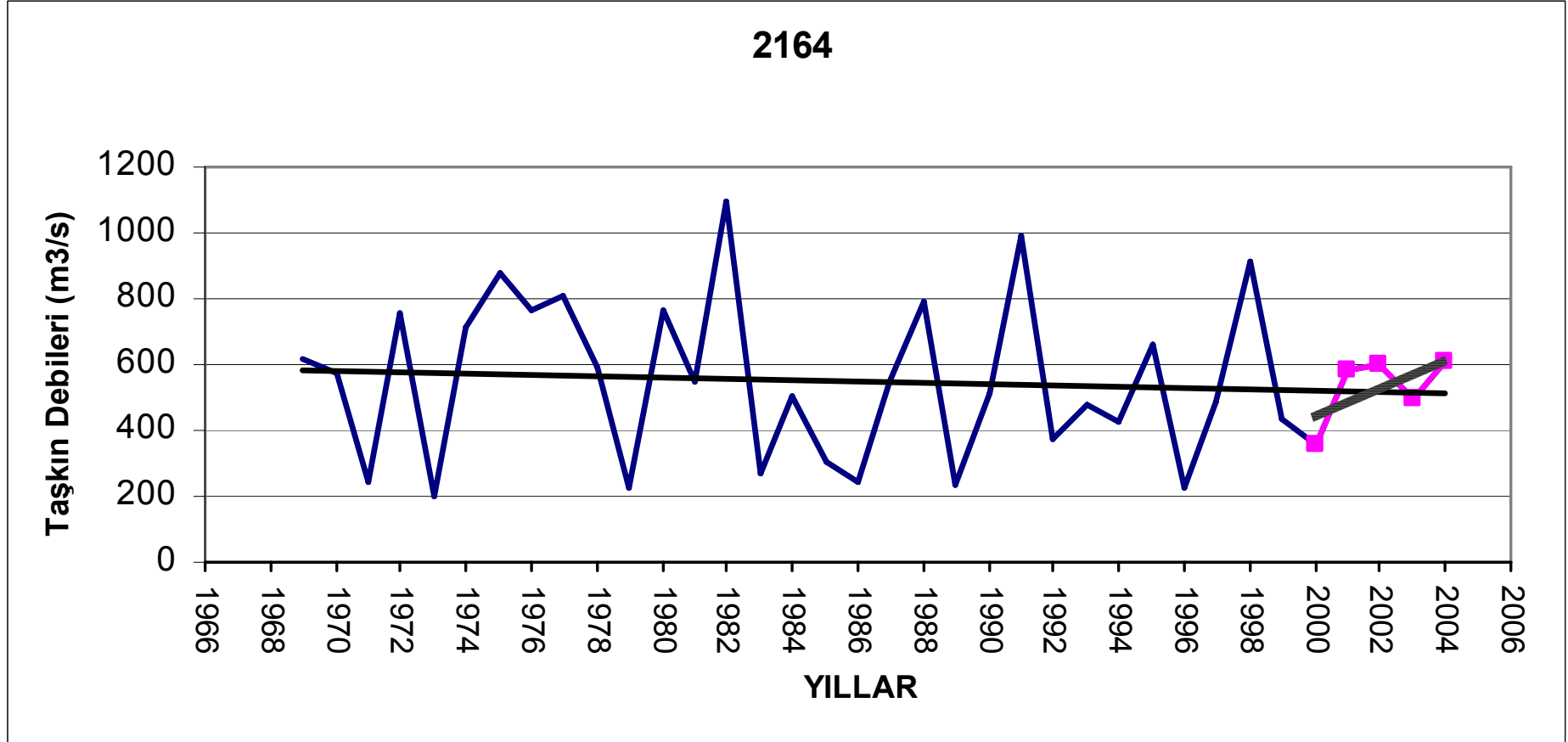
Şekil B.12: 2157 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



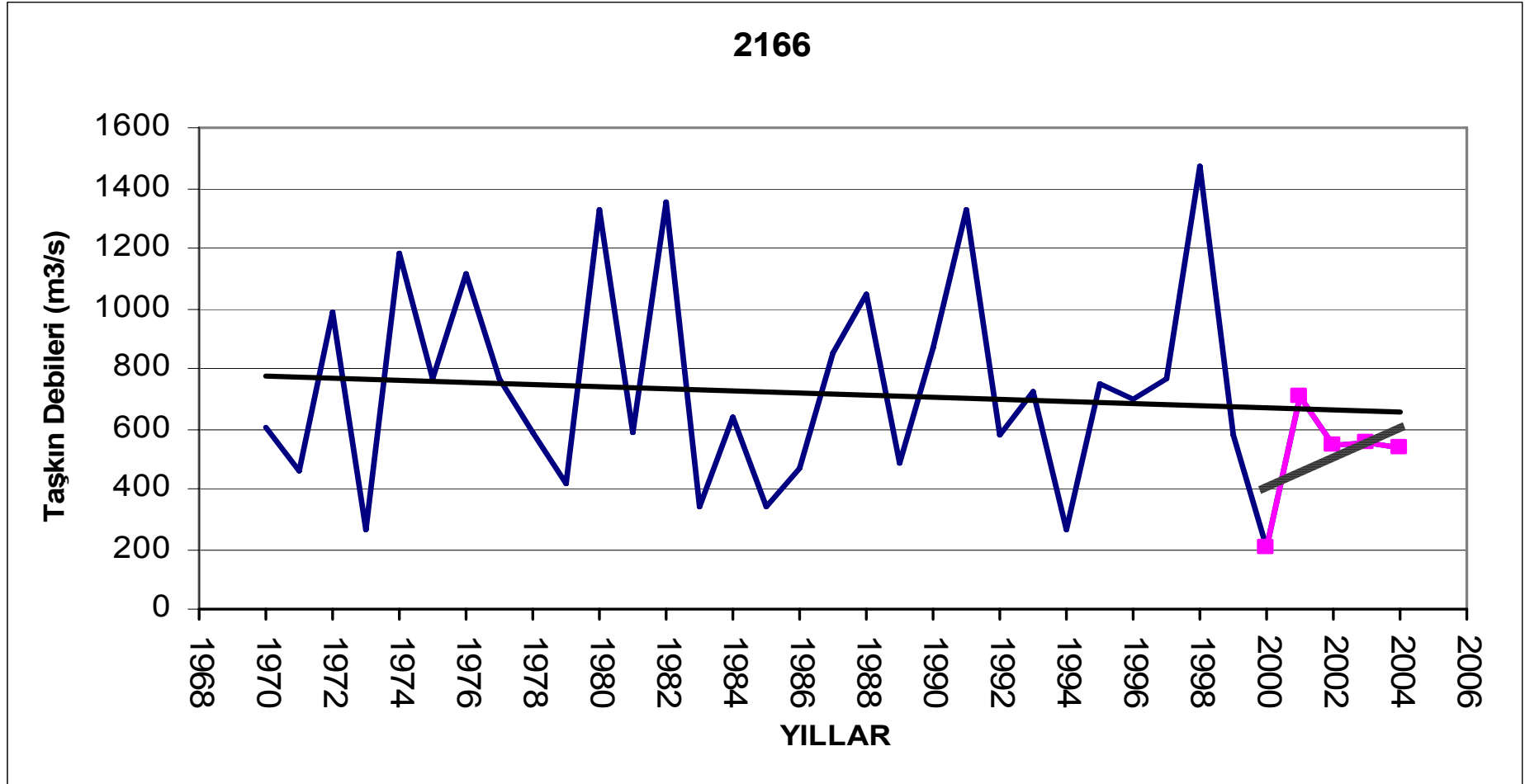
Şekil B.13: 2158 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



Şekil B.14: 2164 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi

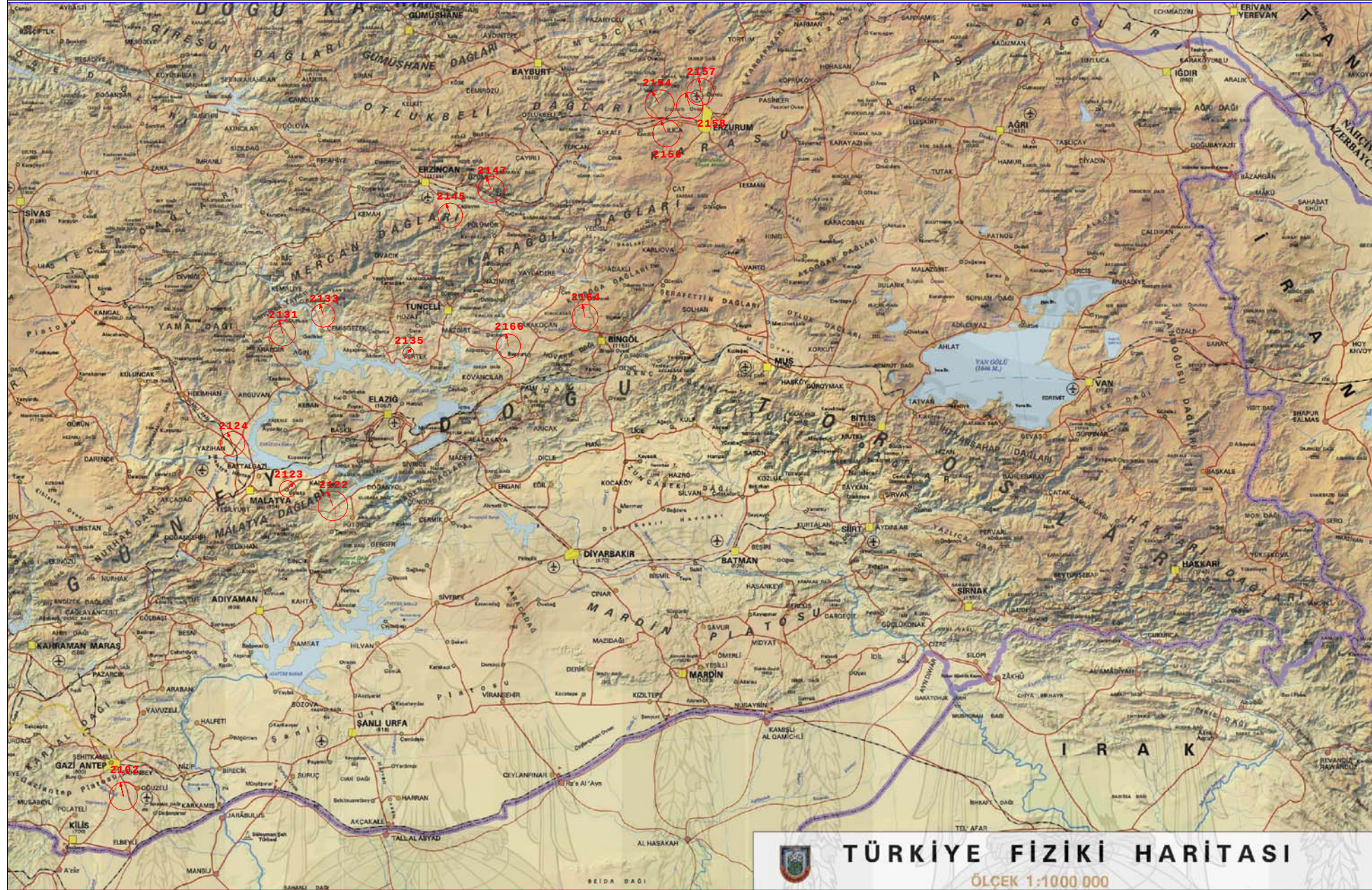


Şekil B.15: 2166 No' lu istasyonun debi-gidiş eğrisi



ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Balıkesir’de doğan Barış ALTIPARMAK, ilk ve orta öğrenimini Balıkesir Mehmetçik İlköğretim Okulu’nda ve lise öğrenimini Balıkesir Lisesi’nde tamamlamıştır. 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde yüksek öğrenimine başlayarak 2004 Yılı Güz döneminde bu bölümden mezun olmuştur. Aynı dönemde, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Hidrolik ve Su Kaynakları Yüksek Lisans Programı’na başlamıştır. Yüksek Lisans Eğitimine ara vererek Libya’da “ The Great Man Made River Project ” Projesi’nde saha mühendisi olarak çalışmıştır. 2005 yılında Tuzla Piyade Okulu’nda askerliğini kısa dönem olarak tamamlayarak Yüksek Lisans eğitime devam etmiştir ve aynı yıl başladığı “ Gümüşova–Gerede Otoyolu Kısım 2 Bolu Tüneli Geçişi “ projesinde halen, Teknik Ofis Şefi olarak çalışmaktadır. Evli ve Yağız’ın babasıdır.



İSTANBUL TEKNİK UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU
HİROLİK VE SU KAYNAKLARI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

FIRAT HAVZASI
TAKSİM MEVSİMSİLLİĞİNİN BELİRLENMESİ

AKI MEVSİMSİLLİK DAİRELERİ HARİTASI

ÖLÇEK/SCALE

1:1000000

TARİH/DATE

ARALIK 2007

YAPAN/DESIGNED BY

B. ALTIPARMAK

ÇİZEN/DRAWN BY

B. ALTIPARMAK