

Dr. Ussal Z. ÇAPAN'ın

Anısına.



168629

BEYSEHIR GÖLÜ'NÜN KOMSU HAVZA
AKIMLARINA OLAN ETKİLERİNİN
ARASTIRILMASI

Mehmet Ekmekçi

Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin

Hidrojeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Şubat - 1987

1987
Diyadin, Hıçırca

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

İşbu çalışma, jürimiz tarafından, HİDROJEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
Anabilim Dalında YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : -----

PROF. DR. VEDAT DOĞAN

Üye : -----

YARD. DOÇ. DR. ALPASLAN ARIKAN

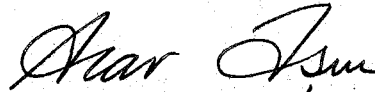
Üye : -----

DOÇ. DR. GÜLTEKİN GÜNAY

O N A Y

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu
onaylarım.

/ / 1987



PROF. DR. ACAR İŞİN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Ö Z E T

Son otuz yıldan bu yana, Beyşehir gölü, komşu havzalarda, özellikle Manavgat ve Köprüçay havzalarında meydana gelen akım fazlası için bir kaynak olarak düşünülmüştür.

İnceleme alanı, ülke ekonomisi açısından büyük bir öneme sahip büyük hidroteknik yapı ve projelerin bulunduğu Orta- Batı Toros bölgesinde yer almaktadırlar.

Beyşehir gölü ile komşu havza akımları arasındaki etkileşimin araştırılması amacı ile sayısal hidrometeorolojik verilerin istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Beyşehir gölünden karstik kanal ve düdenler yolu ile kaçan su miktarının saptanması amacı ile su bütçesi hesaplamaları sağlıklı bir şekilde, 23 yıllık bir dönem için aylık bazda yapılmıştır.

Gölden ortalama olarak $5 \frac{m}{s}$ lik bir kaçak olduğu saptanmıştır. Ancak bu rakam yağışlı ve kurak dönemlerin birlikte alındığı 23 yıllık bir dönemin ortalamasıdır. Öte yandan, yağışlı dönemlerde seviyenin yükselmesi ile kaçak miktarının $28.7 \frac{m}{s}$ ye varabildiği görülmüştür.

Seviye-kaçak miktarı ilişkisinden kaçakların ancak seviyenin 1123 m kotuna ulaştığı andan itibaren önemli boyutlara ulaştığı ortaya çıkarılmıştır.

S U M M A R Y

Since the last three decades, the Beyşehir lake has been thought to be the source of the excess flow occurring in the adjacent basins, particularly in Manavgat and Köprüçay basin.

Beyşehir lake basin and the above mentioned adjacent basins take place in the Central-Western Taurus region where most of the hydrotechnical constructions and projects exist which are of great importance from the standpoint of the economic development of the country.

A statistical approach was employed to analyze the numerical hydrometeorological data in investigating the interactions between the Beyşehir lake and the flow in the adjacent basins.

Water budget computations with accurately determined and/or recorded components were made to have an idea on the amount of the leakage from the lake through the karstic channels and sinkholes. This was made on monthly basis for a period of 23 years.

3

The lake is leaking water of 5 m³/s. This figure is the average of a period of 23 years including dry and wet periods together which gives a global idea about the leakage. However, it is found that leakage may reach up to 28.7 m³/s as the level rises during the wet period.

The relation between the level and the leakage showed that leakage increases with the increasing level and it stops when the level drops down to 1123 m. altitude.

TESEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında aşağıda anılan kişilere, çalışmalara doğrudan ve dolaylı katkılarından dolayı içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez danışmanı Yard. Doç. Dr. Alpaslan Arıkan, çalışmalarını başından sonuna değin yakından izlemiş, karşılaşılan pek çok sorunun aşılmasında titizlikle ve sabırla yol göstermiş, gerekli bilgisayar programlarının oluşturulması ve özellikle BEMER modelinin uyarlanmasında büyük katkılarda bulunmuştur.

Doç. Dr. Gültekin Günay çalışmam sırasında olduğu gibi her adımda bana her türlü desteği sağlamış, arazi çalışmalarımın gerçekleşmesi için bütün olanaklarını açmıştır. Özellikle uzun ve zorlu çabaları sonucu oluşturduğu yayın arşivi, laboratuvar ve bilgisayar olanakları yanında çalışmalarımın hidrojeoloji paralelinde yorumlanmasında deneyimlerinden yararlanmamı sağlamıştır.

Arazi çalışmalarım sırasında bana yol gösteren Araş. Gör. Serdar Bayarı (HÜ), su kimyası konusunda yardımlarını esirgemeyen Kimya Yük. Müh., Uzman Zühal Varol (HÜ), çalışmalarım sırasında her konuda destek olan Jeofizik Müh., Uzman Efdal Barlas (HÜ), Araş. Gör. Can Denizcan (HÜ), Araş. Gör. Mustafa Degirmenci (HÜ), Araş. Gör. Cahit Yasertener (HÜ), Araş. Gör. Levent Tezcan (HÜ),

Jeoloji Müh. Kadri Nazlıoğlu (MTA), Araş. Gör. Fikret Kacarooğlu (HÜ), Hidrojeoloji Mühendisi Oktay Konak ve Korkut Aşıkoğlu, Teknik Ressam Nazire Derit (HÜ), Dr. William Back, Prof. Dr. Vujica Yevjevich, A. Ivan Johnson (HÜ/UNDP (TUR/81/004) Projesi), Dr. John Gunn (Manchester Polytech.)

Ayrıca, çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerinden dolayı Ekmekçi ailesine ve tezin bu duruma gelmesinde önemli katkıları bulunan Sayın Neriman Muslu'ya teşekkürlerimi sunmayı bir borc bilirim.

şubat 1987

Mehmet Ekmekçi

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET -----	i
SUMMARY -----	ii
TESEKÜR -----	iii
SEKİLLER DİZİNİ -----	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ -----	ix
EKLER DİZİNİ -----	xii
1. GİRİŞ -----	1
1.1. Amaç ve Kapsam -----	1
1.2. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri -----	2
1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması -----	3
1.4. Önceki Çalışmalar -----	5
2. BÖLGESEL JEOLOJİ -----	12
2.1. Otakton Birimler -----	16
2.1.1. Paleozoyik -----	16
2.1.2. Mesozoyik -----	17
2.1.3. Senozoyik -----	18
2.1.4. Kuvaterner -----	19
2.2. Alloktion Birimler -----	19
2.2.1. Antalya Napları -----	20
2.2.2. Beyşehir-Hoyran ve Hadım Napları -----	20
2.3. Yapısal Jeoloji -----	21

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam ediyor)

	Sayfa
3. HİDROLOJİ -----	24
3.1. Yağış Verilerinin Analizi -----	26
3.1.1. Kayıtların Düzeltilmesi -----	26
3.1.1.a. Kayıtların Standart Baz Periyodu -----	28
3.1.1.b. Eksik Kayıtların Tamamlanması -----	30
3.1.1.c. Hatalı Verilerin Düzeltilmesi -----	31
3.1.2. Alansal Ortalama Yağış Yüksekliğinin Bulunması	32
3.1.3. Yağış Verilerinin İstatistiksel Analizi -----	34
3.1.3.a. Verilerin Olasılık Dağılımları -----	35
3.2. Akım Verilerinin Analizi -----	47
3.2.1. Akım Verilerinin İstatistiksel Analizi -----	48
3.3. Yağış-Akış ve Seviye Arasındaki İlişki -----	58
3.3.1. Basit Korelasyon-Zaman Farklı Korelasyon Analizleri -----	58
3.3.2. Çoklu Korelasyon Analizleri -----	60
3.3.3. Korelasyon Analizlerinin Yorumu -----	69
3.4. Beyşehir Gölü Su Bütçesinin Hesaplanması -----	70
3.4.1. Genel Su Bütçesi Esitliği -----	70
3.4.1.a. Göl Alanına Düşen Yağış Miktarının Hesaplanması	71
3.4.1.b. Yüzeysel Akışı ile Göle Giren Su Miktarı -----	71
3.4.1.c. Göl Alanından Oluşan Buharlaşmanın Hesaplanması	74
3.4.1.d. Regülatörden Bırakılan Su Miktarı -----	78
3.4.1.e. Gölün Depolama Hacmindeki Değişimin Hesaplanması	78
3.4.2. Bütçe Hesaplama Sonuçlarının Yorumu -----	79

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam ediyor)

	Sayfa
4. BÖLGESEL HİDROJEOLOJİ -----	81
4.1. Hidrojeoloji Birimleri -----	82
4.1.1. Geçirimli Birimler -----	82
4.1.2. Geçirimsiz Birimler -----	83
4.2. Karst Yeraltısuyu İzleme Çalışmaları -----	84
4.3. Su Kimyası Çalışmaları -----	85
4.3.1. Diyagramsal Yorumlamalar -----	86
4.3.2. Doygunluk Yorumlamaları -----	88
5. SONUÇLAR, TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER -----	91
5.1. Sonuçlar -----	91
5.2. Tartışma -----	94
5.3. Öneriler -----	96
6. KAYNAKÇA -----	98

SEKİLLER DİZİNİ

Şekil -----	Sayfa -----
1.1. İnceleme alanının bulduru haritası -----	4
2.1. Beyşehir gölü havzası ve yakın dolayının genel jeolojik haritası -----	13
2.2. Batı Toroslar alanında yapılmış litostratigrafik çalışmaların korelasyonu -----	14
2.3. Kırkkavak fayı ve ilişkili jeolojik yapı -----	23
3.1. İnceleme alanında bulunan yağış istasyonları ve kayıt uzunlukları -----	29
3.2. Ortalama yağış-kot grafiği -----	29
3.3. Beyşehir gölü üzerine düşen ortalama alansal yağışın bulunması için çizilen poligon haritası -----	72
3.4. Beyşehir gölü için hazırlanan Seviye-Alan-Hacim eğrisi -----	75
3.5. Beyşehir gölünden ortalama buharlaşmanın bulunması için hazırlanan poligon haritası -----	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
-----	-----
3.1. Hidrolojik analizleri yapılan yağış istasyonlarına ait genel bilgiler -----	27
3.2. Kayıtları uzatılan istasyonlara ait r katsayıları -----	31
3.3. Ana havzalar için hesaplanan ortalama yağış yüksekliği -----	34
3.4. Sarkikaraağaç Yağış Gözlem istasyonunda gözlenen sıralı ortalama yıllık yağışların frekansları ve u değerleri -----	36
3.5. Belirli frekanslara karşılık gelen sınıf limitleri -----	38
3.6. Beklenen ve gözlenen değerlere bağlı olarak hesaplanan X^2 olasılıkları -----	39
3.7. İnceleme alanında yer alan yağış istasyonlarının olasılık dağılımları ve uygunluk testi -----	41
3.8. Hidrolojik analizleri yapılan Akım İstasyonlarına ait bilgiler -----	48
3.9. Soğuksu - Yeşildağ AGİ'na ait sıralanmış veriler ve frekansları -----	49
3.10. Belirli frekanslara karşılık gelen Q_i değerleri ---	51
3.11. Gözlenen ve beklenen değerlere bağlı olarak hesaplanan sınıf limitleri -----	52
3.12. Sıralanmış değerlerin doğru oluşturan halleri -----	53
3.13. İnceleme alanındaki AGİ'na ait verilerin olasılık dağılım fonksiyonları ve uygunluk testi -----	54
3.14. Beyşehir gölü su seviyesi ile Köprüçay ve Manavgat Akımları arasındaki korelasyon katsayıları -----	59

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

Çizelge -----	Sayfa -----
3.15. Beyşehir gölü su seviyesi ile Köprüçay ve Manavgat Yağış ve Akımları arasındaki çoklu korelasyon katsayıları -----	61
3.16. Normal yağış dikkate alındığında elde edilen r katsayıları -----	65
3.17. Birikimli yağışlar dikkate alındığında bulunan r katsayıları -----	65
3.18. Birikimli yağışların logaritmaları dikkate alındığında bulunan r katsayıları -----	66
3.19. Birikimli yağışların sabit bir sayı ile bölünerek analizlere sokulması durumunda r katsayıları -----	67
3.20. Regülatörün çalıştığı ve çalışmadığı dönemler için yapılan korelasyon analizi sonuçları -----	68
3.21. Göl seviyelerinin 1123 m kotundan düşük olduğu dönem için seviye-yağış arasındaki ilişki -----	69
3.22. Beyşehir gölü havzasında yer alan yağış istasyonlarına ait ortalama yağış ve etki değerleri ----	73
3.23. Beyşehir gölü havzasında yer alan buharlaşma ölçüm istasyonlarının ortalama buharlaşma ve etki değerleri -----	76

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

Çizelge
-----Sayfa

- 4.1. Bölgedeki su numunelerindeki başlıca iyon içeriklerinin ortalamaları ve standart sapmaları -----
- 4.2. Wateqb bilgisayar programı ile elde edilen mineral doygunlukları ----- 89

EKLER DİZİNİ

Ek ---	Sayfa ---
3.1. Yağış istasyonlarına ait çift eklenik eğriler -----	107
3.2. Yağış istasyonlarının olasılık dağılım fonksiyonu eğrileri -----	113
3.3. Akım Gözlem İstasyonlarına ait çift eklenik eğriler ---	120
3.4. Akım verilerinin olasılık dağılım fonksiyonu eğrileri -	122
3.5. Gözlenen hacim değerleri -----	124
3.6. Hesaplanan göle giren net su miktarı -----	
3.7. Hesaplanan hacim değerleri -----	125
3.8. Hesaplanan hacim - Gözlenen hacim farkı -----	126
3.9. Gölden meydana gelen kaçak suya beslenimin m^3/sn cinsinden dökümü -----	126
3.10. Beyşehir gölü aylık bütçe hesaplama sonuçlarının grafiksel gösterimi -----	127
4.1. Beyşehir Gölü ve yakın dolayının hidrojeoloji haritası -	137
4.2. İnceleme alanından alınan su örneklerinin analiz sonuçlarının Piper diyagramlarında gösterimi -----	137
4.3. Schoeller (yarı logaritmik) diyagramları -----	139
4.4. Beyşehir Gölü ve yakın dolayının su kimyası haritası -----	

1.GİRİŞ

1.1. Amac ve Kapsam

Büyük hidrojeoteknik projelerin yer aldığı Batı Toroslar bölgesinde gözlenen karbonatlı kayaların yüksek derecede karstlaşmış olması nedeniyle bölgesel karst yeraltısuyu sisteminin açıklanmasında ortaya çıkan belirsizlikler 1960 'lı yıllardan bu yana inceleme konusu olmuştur.

Böz konusu bölgesel karst yeraltısuyu sistemi Manavgat nehri havzası, Aksaki havzası, Köprüçay havzası ve Beyşehir-Suğla gölü havzasını kapsamaktadır.

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planında (1985-1989), Konya-Cumra ovasının Beyşehir gölünden alınacak daha fazla su ile sulanması öngörülmüş ve bu doğrultuda fizibilite ve master plan çalışmaları başlatılmıştır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin üçüncü büyük gölü olan Beyşehir gölü ile komşu havza akımları arasındaki hidrojeolojik ilişkinin gözlemsel/sayısal hidrometrik verilerin, bölgenin jeolojisi ve hidrojeolojisine paralel olarak analiz edilerek araştırılmasını kapsamaktadır. Bu hidrojeolojik ilişkinin varlığı, Beyşehir Gölüne Konya-Cumra ovasının sulanması için bir rezervuar olarak ele alınması konusunda temel veri olacaktır.

Bölgesel karst sisteminin girdi ve çıktılarını temsil eden sayısal verilerin matematiksel diziler olarak ele alınmışlardır. Bu dizilerin matematiksel-istatistiksel niteliklerinden yola çıkılarak sistemin, girdileri (yağış) çıktılara (akım) nasıl dönüştürdüğünü aydınlatmak amacıyla klasik hidroloji yöntemleri yanında özellikle karst hidrojeolojisinin öngördüğü çalışma yöntemleri (Bkz. Günay, 1981) göz önüne alınarak sonuca gidilmeye çalışılmıştır.

1.2. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri

İnceleme alanında varolan karst yeraltısuyu sisteminin yapısının aydınlatılması amacı ile yapılan çalışmalar saha, laboratuvar ve büro çalışmaları şeklinde yürütülmüştür.

Çalışma alanında bulunan 47 su noktasından toplanan örneklerin laboratuvarlarda kimyasal analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları, hidrojeokimyasal köken değerlendirmelerinde kullanılmıştır.

Hidroloji amaçlı analizlere konu olan verilerden yağış, akış ve buharlaşma değerleri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü (DMİ) ve Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) kayıtlarından elde edilmiştir.

1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması

Çalışma alanı, Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yer alır. Beyşehir gölü, Suğla gölü havzaları, Manavgat nehri havzası ve Akseki kapalı havzasını kapsayan çalışma alanı 31 - 32 boylamları ile 36 - 38 enlemleri arasında yaklaşık toplam 12000 km² lik bir alan kapsar. Kuzeyinde Akşehir gölü havzası, güneyinde Akdeniz, doğusunda Konya kapalı havzası ve batısında Aksu havzası ile sınırlanmıştır (Şekil 1.1.).

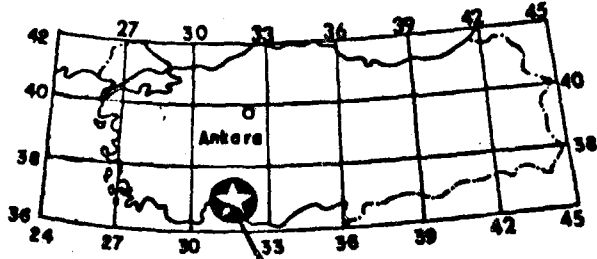
İnceleme alanının yerüstü ve yeraltı sularını drene eden Manavgat ve Köprücay ırmakları ile Beyşehir ve Suğla gölleri yöresinin önemli su kaynaklarıdır.

Türkiye'nin olduğu kadar dünyasında sayılı karst alanlarından biri olan bölge, Oymapınar barajı göl alanı içinde kalan ve tek gözeden boşalan dünyanın en büyük karst yeraltınehri Dumanlı (Manavgat nehri) ile Olukköprü kaynaklarına da (Köprücay ırmağı) sahip bulunmaktadır.

İnceleme alanında nüfus Manavgat ve Beyşehir ilçeleri dışında yoğun değildir.

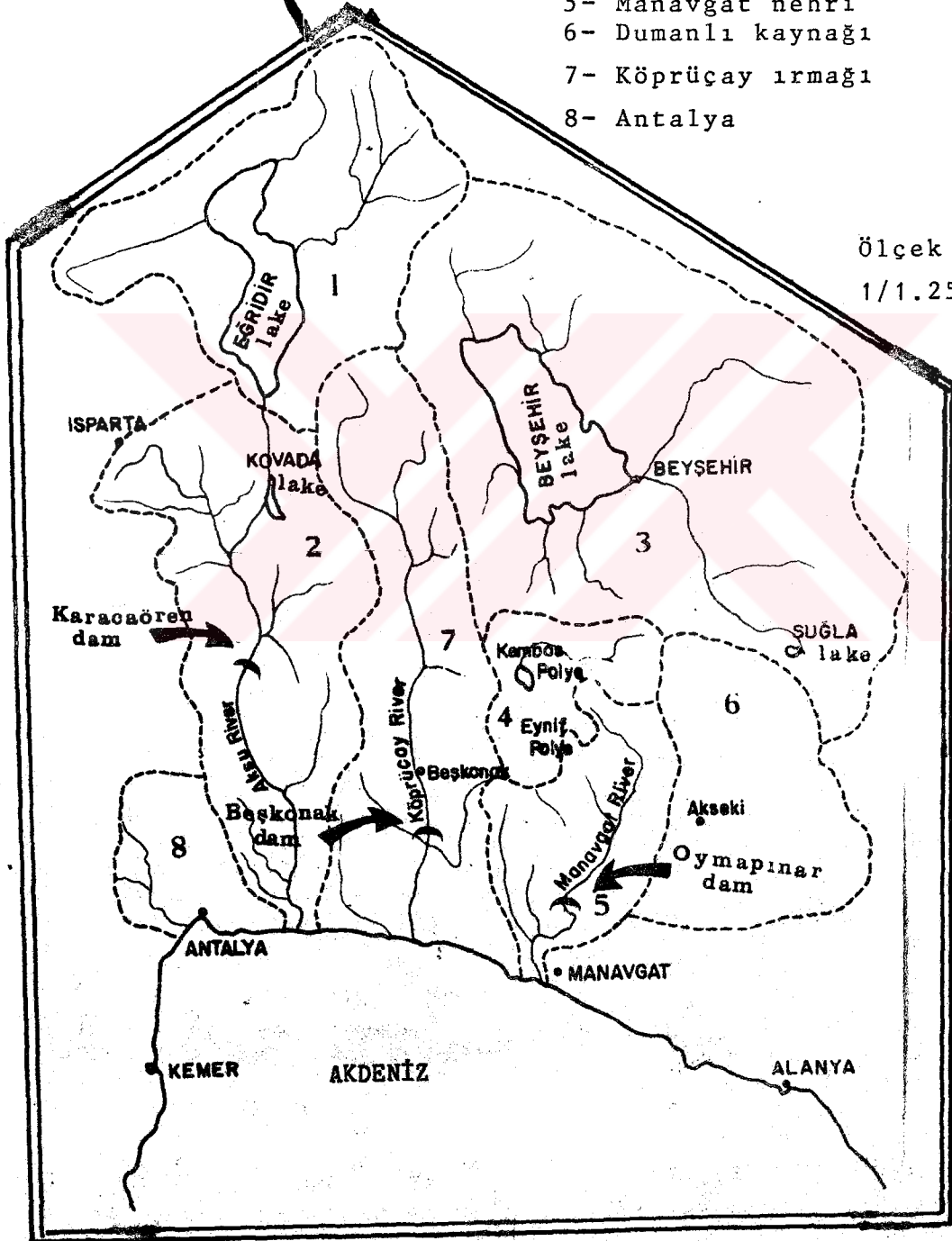
Batı Toros kusağında yer alan inceleme alanı çok sarp ve engebeli bir yapıya sahip olduğundan yerleşme ve tarım çalışmalarına pek elverişli değildir.

İnceleme alanı, ekonomik açıdan gelişmiş bir bölge değildir. Tarım alanlarının çok sınırlı oluşu hayvancılığın önem



- 1-Eğridir gölü
- 2-Aksu çayı
- 3-Beyşehir-Sugla gölü
- 4-Polyeler sistemi
- 5- Manavgat nehri
- 6- Dumanlı kaynağı
- 7- Köprüçay ırmağı
- 8- Antalya

Ölçek
1/1.250.000



Şekil 1.1. İnceleme alanının buldu haritası

vazanmasına neden olmuştur.

Sulama ve enerji sorunlarınınin çözümü ve polyelerin drenajı ile sulamanın gerçekleşmesinden sonra, iklimsel özellikleri açısından tarıma çok elverişli olan bu alandaki ekonomik gelişme hızlanacak ve nüfus yoğunluğu da buna paralel olarak artacaktır. Bölgede, tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir.

1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanını kapsayan Orta-Batı Toroslar bölgesinde gerek ekonomik kalkınma açısından büyük önem taşıyan enerji sorununun çözümüne yönelik mevcut su kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesi, gerekse ülkemizde ve dünyada doğası son otuz yılda tanınmaya başlanan "karst" olgusunun bu bölgede oldukça yoğun ve büyük ölçeklerde bulunması, bölgenin değişik kişi ve kuruluşlar tarafından değişik açılardan incelenmesine neden olmuştur.

Güncelliğini halen sürdürmekte olan çalışmalar tarih sırasına göre aşağıda özetlenmiştir.

Lahn (1945) Sultandağlarının güneyinde bulunan Toros göllerinin jeomorfolojisini incelemiş, yöredeki tektonik hareketler ve kısmen de karstik boşalığa sahip göllerin bu özellikleri üzerinde durmuştur.

Aksoy (1966) Beyşehir gölünün içindeki fayların su kaçağı açısından bir sorun oluşturmadıklarını, uzun zaman içinde göle sürüklenen aluviyal malzemelerle örtülmüş olacakları ve aktif olmadıklarını savunmuştur. Buna karşın, araştırıcı, su kaçakları-

nın daha çok gölün batı kısmındaki kuzey-güney doğrultusundaki faylar ile karstik kireçtaşı birimleri ve göl içindeki adalardan olasılıkla ofiyolitik taban üzerinden güneye doğru olduğunu ileri sürmüştür.

Aygen (1967) Dymapınar barajı rezervuar alanına gelecek su miktarının hesaplanmasına yönelik sorunlardan yola çıkarak yaptığı çalışmalar sonucunda Beyşehir ve Suğla gölleri ile Akdeniz arasında kalan karst alanında karst hidrojeolojisi konusunda önemli bulgular edinmiştir. Daha çok izleme teknikleri ile mağarabilimi rehber olarak kullanan araştırmacı, bulgularını bölgedeki karst yollarını da içeren bir haritaya işlemiştir.

Eroskay (1968) Köprüçay-Beskonak dolayında yaptığı jeolojik-stratigrafik inceleme, bölgesel jeolojinin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Çalışma alanının bu kesimi için ayrıntılı bir stratigrafik istif çıkaran araştırmacı, bölgenin karst sisteminde önemli bir yer tutan karstik konglomeranın karst hidrojeolojisini çalışmıştır.

Altuğ (1969) Manavgat-Dymapınar baraj yerindeki tektonik yapı ile karstlaşma arasındaki ilişkileri incelemiş ve karstlaşmanın kırık zonlarına paralel geliştiğini ortaya koymuştur.

Martin (1969) bölgede yaptığı yapısal jeoloji çalışmalarını sonucunda Beyşehir gölünün güneyinde Torosların güneybatı yönünde hafif bir dışbükeylikle güney-güneydoğuya doğru yükselmesini ve doğrultunun ekaylar halinde meydana gelen uzunlamasına bir parçalanmadan dolayı bu şekilde olduğunu ileri sürmüştür.

Özsoyeller (1969) Beyşehir gölü ile Manavgat ve Köprüçay ırmakları arasındaki olası hidrojeolojik ilişkiyi boya deneyleri ve hidroloji verilerinin değerlendirilmesi çalışmalarıyla saptamaya çalışmıştır.

Köymen (1970) Beyşehir gölü hidrolojisini incelemiş ve Beyşehir gölü ile Manavgat havzası arasındaki ilişkiyi ampirik denklemler türeterek açıklamaya çalışmıştır.

Cultu ve Altınbilek (1971) Manavgat ırmağı beslenme karakteristikleri ile ilgili olarak yaptıkları istatistiksel analizler sonucunda Manavgat havzasının Akseki, Gembos, Eynif, Cobankara ve Suğla gibi komşu havzalardan beslendiğini ortaya koymuşlardır.

Poisson ve Poignont (1974) bölgedeki Miyosen transgresyonunu incelemiş ve litolojik üyelerine yaş vermişlerdir.

Atalay (1975) Sultandağları jeomorfolojisindeki tektonik yapıardan giderek bölgesel yapıyı oluşturan epirojenik ve tektonik olayları doğuran kuvvetleri tanımlamaya çalışmıştır.

Dumont ve Kerey (1975 a, b) Batı Toroslar ile Köprüçay havzası arasındaki sınırı kuzey-güney doğrultulu Kırkkavak fayı ile belirlemişler ve fayın niteliği yanında bölgedeki Miyosen oluşuklarını da incelemişlerdir.

Dumont (1976 a, b) Karacahisar antiklinalinin niteliğine, oluşumuna ve çevredeki litoloji ile ilişkisine ilişkin çalışmalar yapmıştır.

Dumont ve Monod (1976) Eğridir-Beyşehir gölleri arasında bulunan

Dipoyraz dağı masifinin gúneyinde Torosların otokton karbonatlı serisi ile daha kuzeyde bulunan Anamas dağı kireçtaşı masifi arasında bir köprü görevi gördüğünü savunmuşlardır.

Güldalı (1976) Akseki havzasını bir karst polyesi olarak ele alıp havzanın gelişimi ile tektoniği ve karstlaşma arasındaki ilişkiyi tanımlamaya çalışmıştır.

Günay vd., (1976) Aşağı Eynif polyesindeki Beyçayırı düdenlerine boya enjeksiyonu yaparak geniş bir alanda yeraltısuyu izleme çalışmalarıyla bölgede iki ayrı karst sisteminin varlığını kesinleştirmişlerdir.

Özgül (1976) Torosların Kambriyen-Tersiyer aralığında çökelmiş kaya birimlerini kapsadığını bulgulamıştır. Toros kuşağında birbirinden farklı havza koşullarını yansıtan 'birlikler'in yer aldığını ileri süren araştırmacı, ayrıntılı çalışmasında birliklerin stratigrafi ve metamorfizma özelliklerinin, içerdikleri kaya birimleri ve günümüzdeki konumları ile birbirinden ayrılacaklarını savunmuştur.

Karanjac ve Günay (1977) göller bölgesi ile Akdeniz arasında yer alan karst alanının hidrolojisini ve hidrojeolojisini çalışmış ve Manavgat ırmağı üzerinde boya seyreltme yöntemi ile debi ölçümleri yapmışlardır.

Monod (1977) Miyosen havzasının stratigrafisini ve hangi birimlerden oluştuğunu incelemiştir.

Güldalı (1978) bölgedeki karst yüzey şekillerinin boksit o-

luşumları açısından önemini araştırmış ve çalışma alanındaki boksit yataklarının jeokimyasal incelemesini yapmıştır.

Özis ve Keloğlu (1979) Manavgat akımlarının stokastik analizleri ile ilgili çalışmalar yapmış ve bu çalışmaları sonucunda Beyşehir gölü seviyeleri ile Homa akımları arasında bir benzeşim modeli oluşturmayı amaçlamışlardır.

Günay ve Sipahi (1979) Eğridir-Beyşehir gölleri ile Akdeniz arasındaki alanda karst hidrojeolojisi çalışmaları yapmışlar ve bölgesel karst yeraltısuyu sisteminin çözülmesine katkıda bulunmuşlardır.

Ünal (1980) Beyşehir gölü ile Manavgat ırmağı akımları arasındaki ilişki üzerine yapılmış çalışmaları inceledikten sonra Beyşehir ve Manavgat havzaları arasında bulunan karmaşık karst yapısını açıklamaya çalışmıştır.

Gürer vd., (1980) bölgenin hidrometeorolojik girdilerinin analizini yaparak karst hidrolojisi çalışmalarına önemli katkıda bulunmuşlardır.

Arıkan ve Gürer (1980) Dymapınar barajına gelmesi beklenen akımlar ile komşu alt havzaların hidrojeolojik karakteristikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır.

Koçyiğit (1981) Toros karbonat platformunun evriminde karstlaşmanın yayılımı ve özellikle Isparta büklümündeki evrimini sematik olarak göstermiştir.

Büldal (1981) Suğla ovasındaki sorunlar üzerinde durmuş, ovanın

kimi yıllarda tamamen göl haline gelmesinin nedenlerini, karst ile olan ilişkilerini, gelişimini ve çevresindeki kaynaklar ile düzenleri araştırmıştır.

Günay (1981) Manavgat havzası ve dolayının karst hidrojeolojisini konu alan bu kapsamlı çalışmasında bölgenin karstik yapısını ayrıntılı bir şekilde incelemiş ve yeraltısuyu sisteminin çalışma mekanizmasını açıklamıştır.

Yurtsever (1981) bölgede bulunan belirli su noktalarındaki tritium içeriğinden Dumanlı ve Manavgat ırmağı boyunca bosalan kaynak sularının bağıl yaşlarını hesaplamış ve buradan yola çıkarak su noktaları arasındaki ilişkileri ve karst yeraltı rezervuarının büyüklüğü konusunda önemli bilgiler elde etmiştir.

Poisson vd., (1983) Antalya naplarının yapısı ve yerleşim yası konusunda çalışmalar yapmışlardır.

Arıkan ve Ekmekçi (1985) Manavgat ırmağı havzası yağış-akış ilişkilerini çoklu korelasyon-regresyon teknikleriyle analiz etmişler ve buradan elde ettikleri bulgularla üç aşamalı deterministik bir model oluşturmuşlardır.

Benzeden vd. (1985) zaman farklı korelasyon tekniğini kullanarak Beyşehir gölünden meydana gelen kaçakların önemsiz olduğunu saptamışlardır.

Günay (1985) Manavgat havzasının karst yeraltısuyu sisteminin yapısı üzerinde ek bilgiler vermiştir.

Yurtsever ve Payne (1995) suların doğal trityum içeriklerini değerlendirerek Manavgat havzası için yeraltısuyu geçiş (seyahat) zamanını sayısal olarak değerlendiren "multi-kompartmental bir model oluşturmuşlardır.



2. BÖLGESEL JEOLOJİ

Toros orojenik kuşağının Orta Toros olarak anılan bölgesinde yer alan inceleme alanının büyük bir kısmını Jura-Kretase ve Tersiyer yaşlı birimler kaplamaktadır. Bunun yanında Paleozoyik ve Triyas yaşlı birimler de nisbeten dar bir alanda görülmektedir (Şekil 2.1).

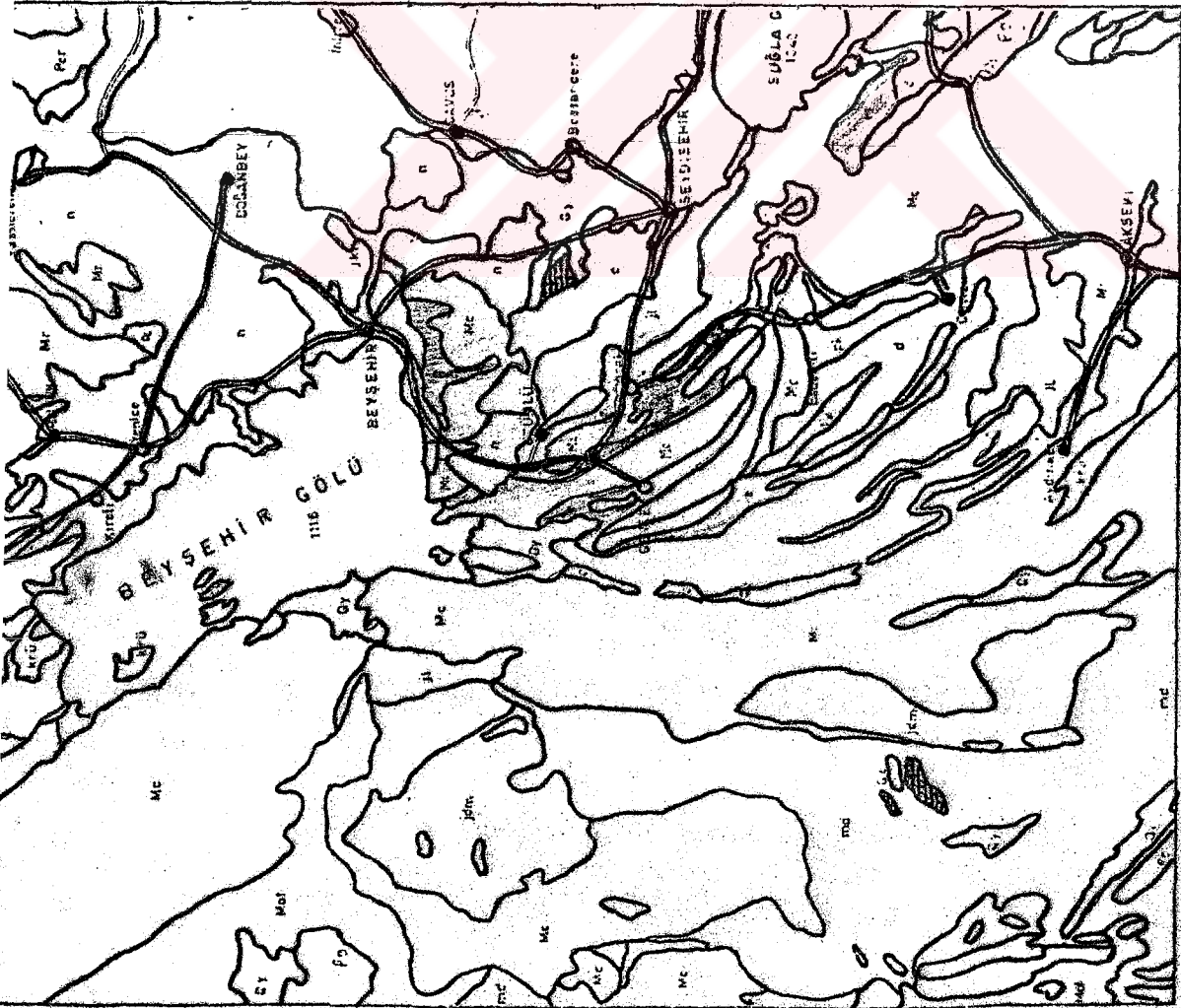
Bölgenin jeolojik açıdan olduğu kadar ülke ekonomisi açısından da önem taşıması, birçok araştırmacının çalışmalarını alanda yoğunlaştırmasına neden olmuştur. Batı Toroslar alanının stratigrafi korelasyonu çizelgesinde (Şekil 2.2), bu alanda çalışmalar yapan araştırmacıların bulguları birbirleriyle denestirilerek özetlenmiştir.

DST-UNDP (TUR/77/015) projesi kapsamında inceleme alanını da kapsayan yaklaşık 16000 km² lik bir alanı içine alanın karst hidrojeolojisi çalışmasını Proje Koordinatörü Dr. Gültekin Günay başkanlığında bir grup çalışmış ve bu çalışmalar sonunda bir sonuç raporu ile 1/100.000 ölçekli 6 paftadan oluşan hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Bu harita ile Günay (1981) de verilen genelleştirilmiş stratigrafik kesit bu çalışmada esas alınmıştır.

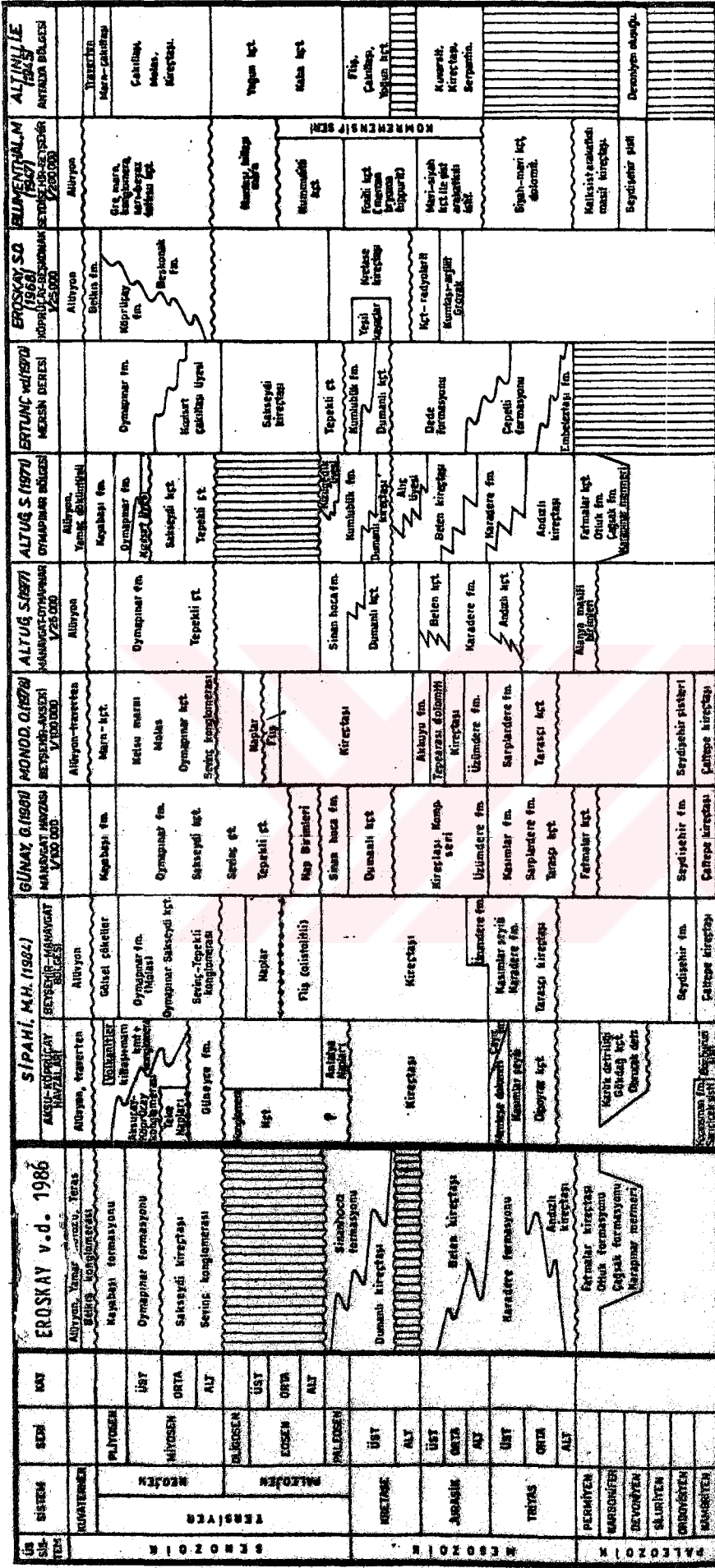
İnceleme alanında yer alan stratigrafi birimleri litolojik ve yapısal özelliklerine göre "otokton" ve "allokton" olmak üzere iki kısımda incelenmiştir.

Çalışma alanı Toros kuşağı içerisinde yer almaktadır. Torosları başlıca iç ve dış kuşak diye iki kuşağa ayıran, dış kuşağın

Oy	Alüvyon, Kuvaterner
	Traverten
n	Neojen, Karasal, Ayrılmamış
g	Andesit
Mad	Myosen, Denizel Ayrılmamış
e	Esmer, Ayrılmamış
ef	Esmer, Fliş
Mc1	Oriyentali Ser.
Fc	Feriditit, Serpantin
bc	Yastıyayık, Terasyer, Kemerciktaşlı Ser.
K1	Üst Kretase, Kireçtaş
J1	Jura, Kreştal, Kireçtaş
Jc	Dogger - Malm, Kireçtaş
J2	İst. Kireçtaş
P1	Permo-karbonifer
d	Devoniler
M1	Mermer, Kristalize Kireçtaş
Cr	Metamorfik Ser.



Şekil 2.1. Beyşehir gölü havzası ve yakın dolayının genel jeolojî haritası. (D.S.I. 1984'den)



Şekil 2.2. Batı Toroslar alanında yapılmış litostratigrafik çalışmaların korelasyonu (EROSKAY v.d., 1986)

güneyden kuzeye itilmiş olduğunu ve iç kusağa göre allokton olabileceğini savunan Demirtaşlı vd., (1976) Toros kusağını stratigrafik ve tektonik evrim açısından denestirileöilen alt bölümlere ayırmışlardır. Bu ayırma, birimlerin Prekambriyen'den Senozoyik'e kadar ayırtlanmasını sağlamıştır.

Beyşehir ve Suğla gölleri ile Akdeniz arasında kalan ve Batı Toroslar kesiminde yer alan birimlerle Orta Toroslarda yer alan birimler stratigrafik açıdan oldukça benzer oldukları halde batıda yer alan ve Teke Torosları olarak bilinen kesimin büyük ölçüde post-tektonik birimlerle örtölmüş olması karakteristiktir (Günay, 1981).

İnceleme alanı ve dolayını kapsayan bölgede Kambriyen-Tersiyer aralığında çökelmiş ve birbirlerinden farklı havza koşullarını yansıtan tektonik birlikler stratigrafik ve petrografik özellikleri ile içerdikleri kaya birimleri ve yapısal konumlarıyla birbirlerinden ayrılırlar. Bu tektonik birlikler uzun mesafelerde yanal devamlılık göstererek birbirleri üzerinde allokton örtöler oluşturmaktadırlar (Özgöl vd., 1976).

Özgöl (1983) tarafından ayırtlanan birliklerden, inceleme alanı ve dolayında yer alan Geyikdağı birliği şelf türü karbonat ve kırıntılı kayalardan, Antalya birliği daha çok derin deniz çökelleri, ofiyolit ve bazik denizaltı volkanitlerinden oluşmaktadır. Olistostrom ile karbonat ve kırıntılı kayalardan oluşan Aladağ birliği, Geyikdağı birliği üzerine allokton olarak gelmiştir. Yine allokton konumlu Bozkır birliği ise denizaltı volkanit-

leri, pelajik kireçtaşı, radyolarit ve ofiyolitlerden oluşmaktadır.

Genellikle aynı yaşı veren karbonat kayaları tektonizma nedeniyle kimi yerde otokton olarak görülürken kimi yerde de allokton olabilmektedir (Günay, 1981). Bu durum Batı-Orta Toroslar için geçerli "görelî otokton" ve "görelî allokton" terimlerinin türemesine neden olmuştur.

İnceleme alanında bulunan otokton ve allokton birimler yaş sırasına göre aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

2.1. Otokton Birimler

2.1.1. Paleozoyik

İnceleme alanında Paleozoyik'e ait birimler Beyşehir gölü güneyinde Çaltepe'de Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonu olarak bulunur. Seydişehir'in kuzeyinde Hadım dolayında ve çalışma alanının kuzeyinde yer alan Sultandağın'da en iyi örneklerini veren birim yaklaşık 200 m lik bir kalınlığa sahiptir. Çaltepe formasyonu üzerine yaklaşık 1000 m kalınlıkta Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Seydişehir sistleri gelir. Birim en iyi örneklerini Seydişehir-Beyşehir arasında verir.

Köprüçay'ın kuzeyinde, Karacahisar antiklinalinde bulunan Paleozoyik, stratigrafik açıdan farklılık gösteren iki tür sist biriminden oluşmuştur. Bu birimlerden Sarıçiçek sisti Karacahisar antik-

linalinin merkezinde ve doğusunda yüzeyleyir ve kalınlığı 2000 m ye ulaşan epimetamorfik sistlerden oluşur. Bunun üzerine 300-400 m kalınlığında Kambriyen oluşukları yer alır. İkinci birim olan Bozburun sisti ise yaklaşık 2000 m kalınlığında dayk ve sillerden oluşur. Bunun da üzerine Devoniyen-Karbonifer yaşlı birimler transgresif olarak gelir.

Paleozoyik yaşlı birimler bölgede karstlaşmanın geçiririz en alt tabanını oluştururlar.

2.1.2. Mesozoyik

İnceleme alanında otokton Mesozoyik oluşuklar, alt seviyeleri ile Beydişehir-Kasımlar yöresinde, orta kısımları ile Anamas dağında ve orta-üst seviyeleri ile Beyşehir'in güneyinde Dikmen Tepe'de yer alırlar.

Beyşehir ve Akseki arasındaki bölgede Jura-Kretase oluşukları sürekli bir karbonat serisi durumundadır ve yer yer farklılıklar olmasına karşın genellikle neritik fasiyeste gelişmiştir.

Martin'in (1969) tanımladığı Akseki birimi Üzümdere, Sarıçiçek kireçtaşı, Hendos kireçtaşı-dolomit ve Akkuyu formasyonlarından oluşur. Yine bu bölgede yer alan Kretase oluşuklarının kalınlığı 1000 m yi bulan sürekli bir karbonat istifisi olarak gelişmiştir. Neritik fasiyesteki bu karbonat serisinin ilk 750-800 m lik kısmı Alt Kretase'yi temsil eder. Genel görünüşleri ile homojen olan karbonat serisi yer yer oolitlik, dolomitik veya resifal olmakta, tuzlu yataklar kapsamaktadır. Sürekli karbonat serisinin en üst

seviyesinde Paleosen-Eosen yaşlı nummulitli kireçtaşı yer alır (Martin, 1969).

Karacahisar antiklinalinde Paleozoyik temel Orta Triyas transgresyonu ile örtülmüştür. Yer yer dolomitik fasiyes sunan Orta Triyas kireçtaşları Dipoyraz kireçtaşı olarak bilinirler. 1000 m den fazla kalınlığa sahip Dipoyraz karbonat serisi Orta-Üst Triyas yaşlıdır (Dumont ve Monod, 1976).

İnceleme alanında Jura-Kretase yaşlı sürekli karbonat serisi son derece karstik bir yapıya sahiptir. En çok rastlanan karst şekilleri, erime oluğu (karren), mağara, düden, erime ve çökme dolinleri, pölye, karstik kaynak ve alıcı-verici düdenlerdir (Günay, 1981).

2.1.3. Senozoyik

İnceleme alanında sürekli karbonat serisi üzerine gelen Senozoyik oluşuklar farklı dağılımlar gösterirler. Aksu havzasında Antalya napları yer alır. Beyşehir gölü güneyi ve Manavgat havzalarında sürekli karbonat serisi ile allokton Beyşehir-Hoyran-Hadım naplarını örten Lütasiyen bir fliş gelir. Dlistolit, bazalt yastık lavlar içeren bu fliş, nap sınırı boyunca yüzeyleyir ve alttaki sürekli karbonat seri ile napa ait gecirimli karbonat istifini arasında geçirimsiz doğal bir bariyer oluşturur (Günay, 1981).

Büyük çaptaki yapısal hareketlerden (napların yerleştiği Paleosen-Oligosen'den) sonra Toroslarda görülen Miyosen transgresyonu sonucu 1500 m yi geçen çökeller en üst örtüyü oluşturmuştur.

Bu birim, Köprücay havzasında rastlanan Köprücay konglomeraları ile benzerlik gösterir. Köprücay konglomeraları yuvarlaklaşmış,

kireçtaşı bileşenli, karbonat çimentolu çok kalın tabakalı bir yapı gösterirler. Yine bu havzada tanımlanan Beşkonak formasyonunu oluşturan Miyosen çökelleri, seyl ve kumtaşı ardalanması şeklinde bulunur ve yaklaşık kalınlığı 1000 m yi bulur. Köprücay konglomeraları karstik ve geçirimli, Beşkonak formasyonu geçirimsizdir.

Manavgat havzasındaki Miyosen transgresyonu ise karstik bir konglomera ile başlar. 'Sevinç konglomerası' ya da 'Tepekli konglomerası' olarak adlandırılan bu istif 800 m ye varan kalınlıklarda görülür. Kalın tabakalı birimin, elemanları daha çok kireçtaşı çakılları olup karbonat çimentoludur.

2.1.4. Kuvaterner

Büyük ırmağların bulunduğu bölgelerde görülen taraça çökelleri, birikinti konileri, travertenler ve aluvyon, inceleme alanında Kuvaterner'i temsil etmektedir.

2.2. Allohton Birimler

İnceleme alanında, Antalya napları ile Beyşehir-Hoyran-Hadım napları allohton birimleri oluştururlar.

2.2.1. Antalya Napları

Antalya napları Antalya'nın batısında bulunan Beydağları otoktonunun doğu kanadını örter.

Dumont vd., (1975) ise Daniyen sonrası Akitanıyen öncesi bir zamanda yerleşmiş olan Antalya naplarını Ofiyolitli birlik ve Dulup birliği olmak üzere iki birliğe ayırmışlardır.

Ofiyolitli birlik sürekli karbonat serisi üzerinde görülür.

Aksu havzası ile Köprüçay havzası sınırında kuzey-güney doğrultusunda geniş bir yayılım gösterir. Hidrojeolojik açıdan geçirimsiz olan bu birimin kalınlığı 500 m ye varmaktadır.

Benelde Ofiyolitli birlik üzerine uyumsuz olarak gelen Dulup birliği esas yayılımını inceleme alanının dışında gösterir. Kambriyen-Kretase aralığında çökelmiş self türü karbonatlar ile kırıntılı kayalar kapsaması nedeni ile otokton kireçtaşlarına benzeyen bu birimin kalınlığı 1500 m dir (Dumont ve Kerey, 1975).

2.2.2. Beyşehir-Hoyran ve Hadım Napları

Beyşehir-Suğla gölleri ile Manavgat havzalarında geniş yayılım gösteren Beyşehir-Hoyran napları, tektonik olarak Eosen flisi üzerinde yer alırlar. Hadım napları ise yine tektonik olarak Jura-Tersiyer oluşukları üzerinde görülür. Eosen flisi üzerinde yer alan Beyşehir-Hoyran napları değişik yaş, tür ve boyutlarda blok ve allokton birimleri içerirler. Bu flis, üzerinde bulunduğu

sürekli karbonat serisi ile altında bulunduğu Beyşehir-Hoyran napları arasında hidrojeolojik açıdan geçirimsiz bir bariyer olarak ortaya çıkar. Naplar içinde yer alan alloktan Mesozoyik kireçtaşları karstiktirler.

TÜRKİYE
BİLİMSEL ve TEKNİK
ARAŞTIRMA KURUMU
KÜTÜPHANESİ

2.3. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı yapısal açıdan oldukça karmaşıktır. Alp orojenez hareketlerinin neden olduğu bu karmaşıklığa ek olarak bölgede meydana gelen çeşitli epirojenik hareketler de litolojiler arasında birçok uyumsuzluğun yer almasına neden olmuştur.

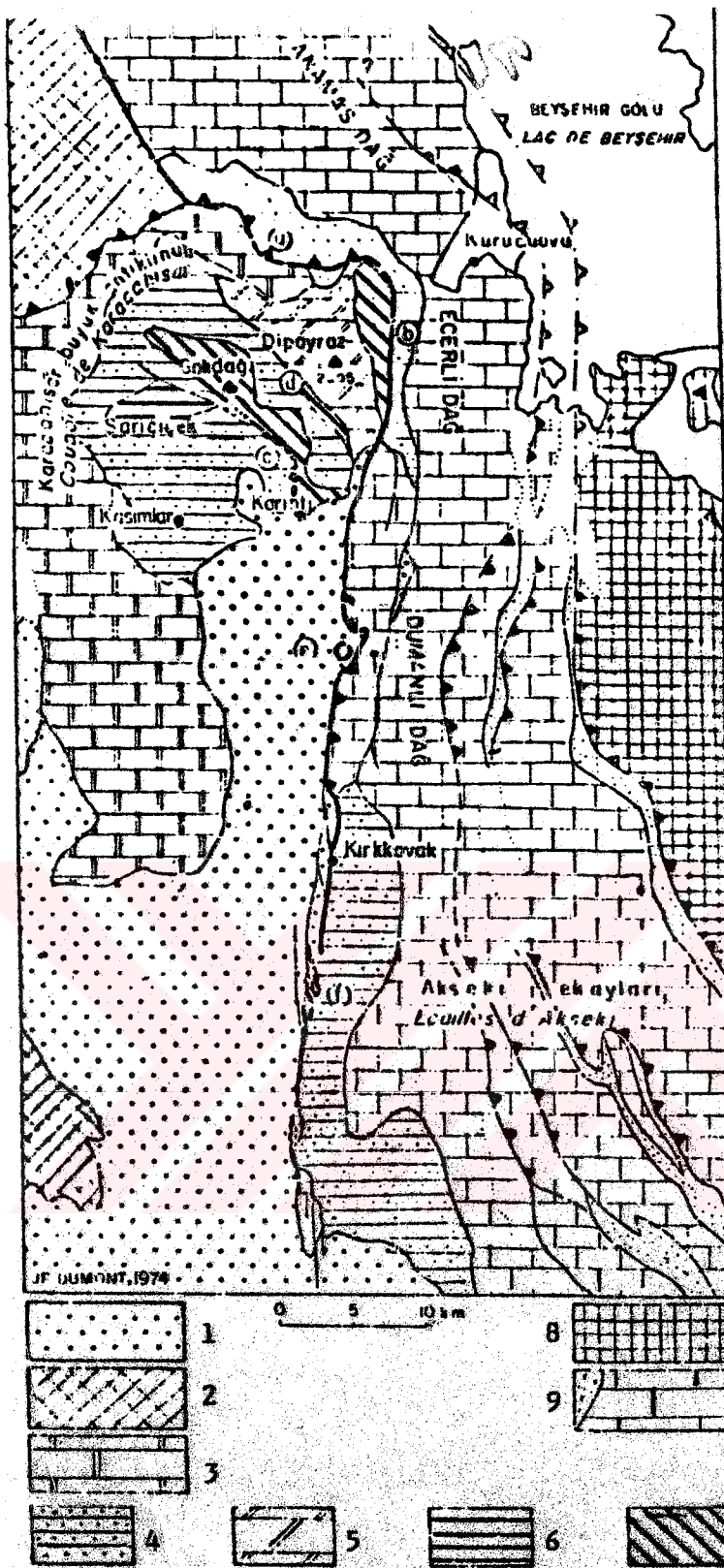
Bölgede çalışmış olan hemen hemen her araştırmacının dikkatini çekmiş yapısal unsurlar, Karacahisar antiklinali, Kırkkavak fayı ve uzantısı ve bunlara paralel olarak gelişen faylardır. Fayların genel doğrultusu kuzey-güneydir.

Karacahisar antiklinali, inceleme alanının olduğu gibi Torosların da en yüksek noktalarından biridir. Bu yapı Anamas dağları, Dipoyraz dağları, Gökdağ, Kartoz dağları ile birlikte bir kubbe şeklinde Eğridir ve Beyşehir gölleri arasında yer alır. Simetrik olmayan yapı, doğuda aniden kesilmekte, tektonik ekaylarla bölünmektedir. Batı kesimindeki yayılımı daha geniş alanlar kaplar. Karacahisar antiklinali içinde yer alan Dipoyraz dağının kuzey-güneyden kuzeybatıya doğru kavis yapan Toros silsilesi doğ-

rultusunda belirgin bir kırılma olayı ile otokton birialer içinde yükseldiği görülür. Atımı 1500 m nin üzerinde ve kısmen Miyosen'den sonra gelişen bir düşey fayla sınırlı olan bu masifin Paleozoyik tabanı doğuya doğru yükselerek yüzeyleir. Güneye doğru ise Büyük Incebel yaylasında Miyosen konglomeralarından oluşmuş dar bir geçit ile sınırlı olan masif, batıya doğru Triyas şeyllerinde karbonatlı örtü ve bazen, tabanını ekaylandırın bir bindirme hattı ile sınırlıdır. Kasımlar şeyllerinin alt kısmında, kuzeydoğuda, bu masif kaybolmakta ve güneybatı doğrultusunda tektonik Anamas dağı bindirmesi ile örtülmektedir (Dumont ve Monod, 1976).

Inceleme alanında en önemli ve en büyük faylardan biri olan Kırk-kavak fayı, Köprücay havzasında kuzey-güney doğrultusunda uzanır (Sekil 2.3). Hidrojeolojik açıdan nasıl davrandığı açık olmayan fayın olasılıkla geçirimli bir sınır olduğu litlojik birimlerin yapısal ilişkilerinden yola çıkılarak kabul edilebilir.

Beyşehir gölünün batısında göle paralel olarak uzanan fay da gölün güneybatı ucundan güneye doğru Gembos polyesi boyunca Kırk-kavak fayına paralel olarak uzanır ve Embelez fayı ile birleşir. Burada tektonik yapılar ile karstik oluşuklar arasında sıkı bir ilişki söz konusudur. Inceleme alanındaki dolin, düden ve polyeler genellikle fay hatları boyunca uzanmaktadır.



1. Miyosen (Burdigaliyen-Tortoniyen); 2. Antalya napları, 3. Komprehensif seri (Ü. Triyas-Ü. Kretase); 4. Orta Triyas (Şeyil'ler); 5. Orta Triyas (Karbonatlar); 6. Sarıçiçek'te Alt Paleozoyik; 7. Gökdağ'da Paleozoyik; 8. Beyşehir-Hoyran napları; 9. Komprehensif Mesozoyik seri ve Batı Toros fligi. (Dumont, 1974'den)

Sekil 2.3. Kırkkavak fayı ve ilişkili jeolojik yapı

3. HIDROLOJİ

İnceleme alanının hidrojeolojisi yanında hidrolojisi de uzun yıllar çalışılmıştır. Ancak karst yeraltısuyu sistemindeki karmaşıklık tam olarak açıklanamamıştır.

Karst hidrolojisi konusunda yapılacak kapsamlı bir çalışma bölgede daha önce yapılmış ve karst yeraltısuyu sistemini açıklamaya yönelik çalışmalara paralel bir şekilde değerlendirilerek bu amaca büyük katkılar sağlayabilir. Çalışmanın ayrıntılı ve sağlıklı ölçülmüş verileri kullanarak yapılması gerekmektedir.

Hidrolojik analizler hidrodinamik ve termodinamik ilkelerine dayanır. Bu ilkelerin düzensiz ve sadece kısmen bilinen (tanımlanabilen veya gözlenebilen) doğal bir ortama uygulanabilmesi ana sorunu oluşturur. Örneklemesi yapılan olaylar, önceden planlanamayan ve kontrol edilemeyen türden olaylardır. Analizlerin birincil amacı, belirli değerlerin elde edilmesi, bölgesel bir değer bulunması, frekans dağılımları ve değişkenler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasıdır. Hidrolojik analizlere konu olan olaylar, genellikle doğrudan ölçülemeyen olaylardır. Örneğin, gölden olan buharlaşma doğrudan ölçülemez. Bu durum, verilerde, analiz sonuçlarına dayanan tahmin çalışmalarını etkileyecek belirsizliklere neden olacaktır (WMO,1970).

Alanal örneklemeye sonucu bir drenaj alanı üzerine düşen yağış, yağışın küçük bir kısmının ölçüldüğü noktasal istasyonlar arasın-

da enterpolasyon ile kestirilerek bir derece çözülmüş olmaktadır.

Yağış ile akış arasındaki ilişkilerin araştırılması çalışmalarının temeli, akım hidrograflarının bileşenlerine ayrılması ve hidrografın yağışa verdiği cevabın analizidir. Hidrografın bileşenlerine ayrılması işlemi fiziksel ölçümden çok analitik modellere dayalı hesaplamalarla yapılır (WMO,1970).

Analizler ayrıca, veri yığınlarına, istatistiksel tekniklerle yaklaşımı da içerirler. İstatistiksel analizler, verilerin frekans dağılımlarına uygunluk testlerini, kuramsal modellere uygunluklarının regresyon veya zaman serileri analizi yöntemleri ile saptanması konularını amaçlar. Üretilen veya bulunan ilişkilerin geçerli olup olmadıkları genellikle bağımsız veriler üzerinde uygulanmaları yolu ile denetlenebilir, en sık kullanılan yöntem ise hidrograf üretme çalışmasıdır.

Yapılan analizlerin geçerliliği, uygunluğu ve duyarlılığı örneklemede gereken niteliklerin ve yeterliliğin sağlanmasına bağlıdır. Analizlerde, ayrıca, maliyet, harcanan zaman ve beklenen yarar ile analiz için gereken zaman arasındaki ilişkiler de göz önüne alınmalıdır.

Birçok durumda, grafiksel ve nisbeten basit hesaplamalara dayalı yöntemler, karmaşık yöntemlerden daha ekonomik olmakta ve istenilen amaca uygun duyarlılık sağlanabilmektedir (A. Arıkan, 1984).

3.1. Yağış Verilerinin Analizi

Diğer hidrometeorolojik veriler gibi, yağış verileri analizlerinin iki ana amacı vardır. Birincisi, bir yağışı temsil eden bir gözlemin veya bir gözlem dizisinin değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme, gözlemlerde hatalara neden olacak (istasyonun kapatılması veya yerinin değiştirilmesi gibi) dış etkenlerin değerlendirilmesi ve fizyografi gibi fiziksel çevrenin etkilerinin yorumlanmasını kapsar. İkinci amaç ise, hidrolojik olayın gösterim, sunum, ardışık analizler ve buna benzer amaçlar için uygun bir duruma getirilmesidir. İncelenen alandaki yağış verileri DMI ve DSI tarafından işletilen istasyonlara ait olup aylık ve günlük veriler sözügeçen kuruluşlardan sağlanmıştır. İnceleme alanında çok sayıda yağış istasyonu bulunmaktadır. Bu çalışmada, yağış istasyonlarının coğrafik konumları, işletme süreleri ve havzaya düşen global yağış rejimini temsil edebilme dereceleri dikkate alınarak Çizelge 3.1 de verilen 12 adet istasyon incelenmiştir.

3.1.1. Kayıtların Düzeltilmesi

Bütün ölçümler, yer ve zaman içinde değişen olaylara ilişkindir. Örneğin akım ölçümleri bir akarsuyun belli bir kesiminde ve belli bir anda yapılırlar. Ölçümlerin, uygulamalı hidrolojiye yararlı olabilmeleri, önemli büyüklükte alanları ve uzun süreleri temsil edebilmeleriyle ölçülür (WMO, 1970).

Çizelge 3.1. Hidrolojik analizleri yapılan yağış gözlem istasyonlarına ait genel bilgiler

İstasyon Adı	İsleten Kuruluş	Çalışma Periyodu
Beysehir	DMİ	1933-
Hüyük	DMİ	1959-
Üzümlü	DMİ	1963-
Doğanbey	DMİ	1963-
Kızılören	DMİ	1963-
Sarıkaraağaç	DMİ	1940-
Yenişarbademli	DMİ	1966-
Tolca	DSİ	1975-
Huğlu	DSİ	1966-
Gedikli	DSİ	1975-
Çeltek	DSİ	1967-
Dumanlı	DSİ	1975-

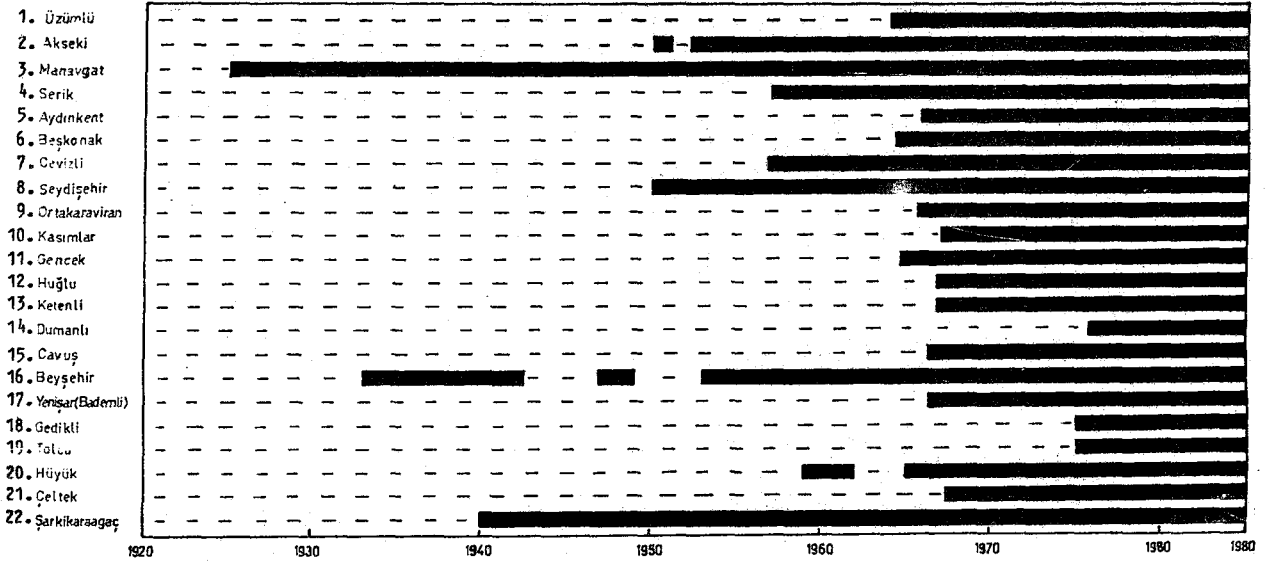
Değişik türde ölçümler arasında homojenliği sağlamak için düzeltme yapılması gerekir. Düzeltmeler ölçümün bütünlüğünü zedelemekten yapılmalıdır.

3.1.1.a. Kayıtların Standart Baz Periyodu

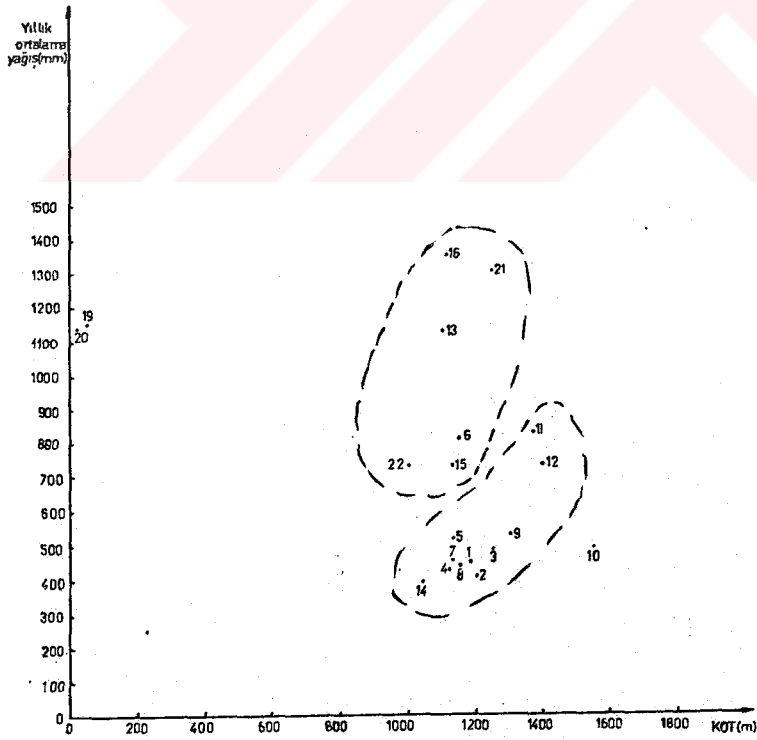
Hidrolojik verilerin bölgesel yorumlama çalışmalarında sık karşılaşılan sorunlardan biri, istasyonların değişik periyotlarda çalışmış olabilmelerinden ileri gelmektedir. İncelenen istasyonlardan biri yağışın bol olduğu bir rejime karşılık gelen bir periyotta çalışmış olabilirken diğer bir istasyon ise bu dönemde kapalı veya henüz işletilmeye başlamamış olup kayıt periyodu kurak bir döneme karşılık gelmiş olabilir. Nitekim bu çalışmada incelenen istasyonlar için de bu durum geçerlidir.

Bu sorunun çözülebilmesi için, aynı zaman skalası üzerinde bütün istasyonların kayıt periyotlarının gösterildiği cubuklar hazırlanmıştır (Şekil 3.1). Buradan, analizler için en uygun kayıt periyodu seçilebilir. Uygun kayıt periyodunun, uzun dönemli yağış rejiminin temsil edilebilmesi amacı ile zaman içinde uzun seçilmesine özen gösterilmelidir. Ancak, periyodun gereğinden fazla uzun seçilmesi ek bilgi sağlama bir yana, gereksiz fazladan analizlerin yapılmasını sağlar. Buna karşın, periyod çok kısa seçilirse doğal hidrolojik rejim, seçilen kayıt periyodu ile temsil edilmeyecektir (WMO, 1970).

Yukarıdaki hususlar dikkate alınarak inceleme alanında yer alan



Sekil 3.1. İnceleme alanında bulunan yağış istasyonları ve kayıt uzunlukları



Sekil 3.2. Ortalama yağış-kot grafiği

istasyonlar için uygun kayıt periyodu. Sekil 3.1 de de görüldüğü gibi 1967-1984 yılları arasındaki periyod olarak seçilmiştir.

3.1.1.b. Eksik Kayıtların Tamamlanması

Verilerin analiz için hazırlanmaları sırasında bazı kayıtların eksik olması sık karşılaşılan bir durumdur. Zaman serilerindeki bu boşluk, eksik kayıtlı istasyonun yakınındaki istasyonların kayıtları kullanılarak enterpolasyon gibi yöntemlerle kestirim yolu ile doldurulabilir. Eldeki verilerin %5 veya en çok %10 nu bu yol ile tamamlanabilir. Aksi halde yorumlamada bazı yanlışlıklara düşülebilir (WMO,1970).

Bu çalışmada kullanılan zaman serilerindeki eksiklikleri tamamlamak için, zaman serileri arasında ayrı ayrı korelasyonlar yapılmış, daha sonra kurulan regresyon denklemi yardımı ile eksik kayıtlar tamamlanmıştır. Korelasyon katsayıları $|r| > 3(1-r^2)^{1/2}/N$ ifadesi sağlanacak şekilde hesaplanmıştır. İnceleme alanında yer alan Tolca, Gedikli ve Dumanlı yağış istasyonlarının 1975 yılından önceki kayıtları bulunmamaktadır. Bu istasyonların kayıt periyodları standart baz periyodunun başlangıcı olan 1967 yılına dek uzatılmıştır. Çizelge 3.2 de bu kayıtların tamamlanması için bulunan korelasyon katsayıları verilmiştir.

Cizelge 3.2. Kayıtları uzatılan istasyonlara ait r katsayıları

Tolca-Hüyük	$r=0.936916$
Gedikli-Çeltek	$r=0.976530$
Dumanlı-Üzümlü	$r=0.949760$

3.1.1.c. Hatalı Verilerin Düzeltilmesi

Hatalı kayıtların düzeltilmesi 'çift eklenik eğri' -Double Mass Curve- yöntemi ile yapılmıştır. Çift eklenik eğri analizleri, bir istasyon kaydında görülen sapmaların tanımlanması veya düzeltilmesine yarayan grafiksel bir yöntemeye dayanır. Yöntem, analiz edilecek istasyonun zaman içinde gösterdiği gidisin çevrede bulunan diğer istasyonların zaman içinde gösterdikleri gidislerle karşılaştırılması temeline dayanır. Sapma gösteren istasyona ait değerler birikimli olarak bir graf kağıdına, çevrede bulunan ve güvenilir kayda sahip bir veya birkaç istasyonun değerine karşılık çizilir. Buna göre gidislerde meydana gelecek sapmadan düzeltme katsayısı bulunur.

İnceleme alanındaki yağış istasyonlarına ait hatalı verilerin düzeltilmesi işleminin sağlıklı olabilmesi için ortak periyod içindeki her istasyonun yıllık ortalaması, o istasyonun kat

değerine karşılık çizilmiştir. Grafik üzerinde yağış rejimleri ve yükseltileri birbirine yakın olan istasyonlar arasında bir kümeleşme olmuştur (Şekil 3.2). Bu kümelerin kendi aralarında homojenizasyona tabi tutulması uygun görülmüştür. Buna göre, Sarıkıraağaç (22), Çeltek (21), Hüyük (20), Beyşehir (16), Çavuş (15), Ketenli (13) ve Ortakaraviran (9) yağış gözlem istasyonları kendi aralarında bir grup, Üzümlü (1), Seydişehir (8), Yenişarbademli (17), Huğlu (12) ve Gencek (11) yağış gözlem istasyonları da kendi aralarında ayrı bir grup oluşturmuşlardır. Yapılan çift eklenik eğri analizlerine ait eğriler Ek 3.1' de verilmiştir. Eğimlerdeki sapmalar istasyon kapanması, yerinin değiştirilmesi, çevresinde yüksek bitki örtüsünün oluşması veya başka bir engelle kuşatılması, verilerin kayıt yöntemindeki değişiklik ve benzeri gibi nedenden dolayı meydana gelebilir.

3.1.2. Alansal Ortalama Yağış Yüksekliğinin Bulunması

İnceleme alanında yer alan havzalara düşen ortalama yağış yüksekliği, bölgenin çok geniş olması ve alt havzaların farklı karakterler göstermesi nedeni ile her havza için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çalışmada, Beyşehir gölü, Suğla gölü, Köprüçay havzası ve Manavgat nehri havzası bölgesel karst yeraltısuyu sistemini oluşturan ana havzalar olarak düşünüldüğünden hesaplama bu havzalar için yapılmıştır.

Hesaplama Poligon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem havza üzerinde üniform dağılım görülmeyen durumlarda uygulanmaktadır.

Istasyonlar arasındaki uzaklıklara bağlı olarak her istasyona bir 'etki ağırlığı' veya 'etki yüzdesi' verme işlemine dayanır. Havza ve istasyonların gösterildiği harita üzerinde, komşu istasyonların bir doğru ile birleştirilip üçgen oluşturulur. Oluşan üçgenlerin orta dikmeleri, bir istasyonu içine alan bir poligon meydana getirecek şekilde çizilir. Poligonun kapattığı alan (ai), poligonun içinde yer alan istasyon tarafından temsil edilir. Bu alan, istasyonun etki ağırlığını hesaplamada kullanılan bir faktördür. Ortalama yağışı elde etmek için her istasyonun temsil ettiği alan (ai) ile gösterdiği yağış (pi) çarpılır ve tümü birkimli olarak toplanır. Bu toplam, havzanın toplam alanına bölünerek ortalama yağış yüksekliği bulunur.

$$Port = \frac{\sum (pi \cdot ai)}{A} \quad \text{Burada,}$$

pi = Yıllık yağış değerleri, mm

ai = Poligon içinde kalan alan, km²

Port = Ortalama yağış, mm

A = Toplam alan, km²

Buna göre, 1964-1984 yılları arasındaki 20 yıllık dönem için hesaplanan ortalama yağış değerleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Ana havzalar için hesaplanan ortalama yağış yüksekliği

Istasyon Adı	Ortalama Yağış, mm
Beyşehir	724.93
Suğla	588.80
Köprücay	1587.80
Manavgat	1915.39

3.1.3. Yağış Verilerinin İstatistiksel Analizi

Hidrolojik olaylar çok çeşitli, sayısız etkenlere bağlıdır. Bütün bu etkenlerin saptanması ve zaman içindeki durumlarının belirlenmesi olanaksızdır. Bundan dolayı bu olayları ifade eden kesin bağıntılar elde edilemez. Karakteri konusunda önceden bilgi edinilemeyen bu olaylar rasgele olaylar olup bu yüzden olasılık teorisine dayalı yöntemler yardımı ile analiz edilmelidirler. Böylece önceden kestirim tam bir değer değil ancak bir aralık dahilinde yapılabilir (WMO, 1970).

Havzalara düşen yağış rejiminin benzer olduğu analizler sonucunda anlaşılmıştır.

3.1.3.a. Verilerin Olasılık Dağılımları

Istasyonda kaydedilen değerler büyükten küçüğe doğru sıralanarak $F = r/(N-1)$ veya $F = (r-0.5)/N$ eşitliğine göre deneysel frekanslar belirlenir. Verilerin ortalama değeri \bar{X} , ve gözlenen değerlerin ortalamadan sapmasının bir ölçüsü olan standart sapma S , değeri

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n x_i / N$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

ile hesaplanır. Burada,

\bar{X} : ortalama

S : standart sapma

x_i : gözlenen i ninci değer

N : toplam gözlenen değer sayısı

Yukarıda açıklanan adımlar DMI Sarkikaraağaç istasyonunda gözlenen yıllık yağışlar üzerinde aşağıda gösterilmiştir.

Buna göre bu istasyonda ortalama $\bar{X}=450.92$ ve standart sapma $S=113.04$ tür.

Bu aşamadan sonra dağılım fonksiyonunun seçimi için verilerin bir dağılım fonksiyonu kağıdına, örneğin, Gauss grafik kağıdına geçirilmesi gerekmektedir. Gauss kağıdınının (Ek 3.2) yatay ekseni frekansları, dikey ekseni ise yağışları göstermektedir.

Noktalanın değerleri temsil edecek en uygun doğru geçirildikten sonra bu doğrunun uygunluğu, $U = (X-X)/S$ esitliği $X = X+S.U$ şekli ile kullanılarak belirli noktalar için, örneğin 0.10, 0.50 ve 0.90 frekanslarına karşılık gelen değerler hesaplanır. U değeri teorik dağılım tablosundan belirli bir frekans değerine karşılık bulunur. Sonuclar Çizelge 3.4 de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Şarkikaraağac Yağış Gözlem İstasyonunda Gözlenen Sıralı Ortalama Yıllık Yağışların Frekansları ve U Değerleri

F(X)	U	X
0.10	1.282	592.84
0.50	0.000	450.92
0.90	-1.282	306.00

Bu 3 nokta daha önce noktalanın grafta saptanır ve üçünden geçecek şekilde yeni bir doğru geçirilir. İkinci doğrunun, ilk doğru ile çakışması veya paralel olması seçilen dağılım fonksiyonunun ilk aşamada uygun olduğunu gösterir. Şarkikaraağac ve diğer istasyonlarda kaydedilen veriler normal dağılım göstermişlerdir (Ek 3.2).

Dağılım fonksiyonunun parametrelerinin tahmini ve uygunluk testi aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Uygun dağılım fonksiyonunun iyi seçilmemiş olması, örnekleme hatasına daha büyük bir hatanın eklenmesine neden olacaktır. Seçilen fonksiyonun uygunluğunu test etmek için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Normal dağılım fonksiyonunun uygunluk testi genellikle χ^2 KARE (χ^2) ile yapılmaktadır (Arıkan,1984). Gözlem sayısının 30 dan küçük olduğu durumlarda uygulanan testte, her sınıfa en az 5 değişkenin bulunduğu bir sınıflama yapılır. Sınıflar eşit olasılık yüzdelerine sahip olmalıdır.

$\chi^2 = \sum (n_i - np_i)^2 / np_i$ eşitliğinden χ^2 olasılığı hesaplanarak örneğin dağılım fonksiyonuna uygunluğu, serbestlik derecesi (ν), risk yüzdesi (α) ne bağlı olarak test edilir. Yukarıdaki eşitlikte

n_i : i ninci sınıfta bulunan gözlenmiş değerlerin sayısı

np_i : teorik olarak i ninci sınıfta gözlenmesi beklenen değerlerin sayısıdır.

ν serbestlik derecesi ise $\nu = K - P - 1$ eşitliği ile hesaplanır.

Burada,

K : sınıf sayısı

P : dağılım fonksiyonunda kullanılan parametre sayısı (ki normal dağılımda bu değer 2 dir).

Seçilen dağılım fonksiyonunun uygunluğunun kabulü için koşul

$P(X) \geq a$ dır. a risk yüzdesi genellikle 0.05 olarak seçilmektedir. Eğer $P(X) \leq 0.05$ ise bu durumda seçilen dağılım fonksiyonu uygun değildir.

$K=5$ olarak seçildiğinde serbestlik derecesi $v=5-2-1=2$ bulunur. Böylece her sınıfa ait olasılık yüzdesi $\%F=1/5=0.20$ dir. Bu olasılığa bağlı $np_i = \%F \times N = 0.20 \times 18 = 3.6$ olarak bulunur. Sınıf limitleri, $X = X + U \times S$ denklemine göre bulunur. 0.20, 0.40, 0.60, 0.80 ve 1.00 frekanslarına karşılık gelen U değerleri tablodan bulunmuştur (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Belirli Frekanslara Karşılık Gelen Sınıf Limitleri

$F(X)$	U	Sınıf limiti X
0.20	0.842	546.10
0.40	0.253	479.51
0.60	0.253	422.33
0.80	0.842	
0.90		355.74
1.00	sonsuz	

Buna göre beklenen ve gözlenen değerlere bağlı olarak hesaplanan

X olasılığı Çizelge 3.6 da verilmiştir.

Cizelge 3.6. Beklenen ve Gözlenen Değerlere Bağlı Olarak
 χ^2
 Hesaplanan X² Dağılımları

Sıra No	Sınıf limiti	beklenen (n _{pi})	gözlenen (n _i)	$(n_i - n_{pi})^2$	$(n_i - n_{pi})^2 / n_{pi}$
1	546.1-	3.6	2	2.56	0.710
2	497.51-546.1	3.6	6	5.76	1.600
3	422.33-497.51	3.6	3	0.36	0.100
4	355.74-422.33	3.6	3	0.36	0.100
5	-355.74	3.6	4	0.16	0.044

Cizelge 3.6' a göre $\chi^2 = 2.554$ tür. Uygunluk koşulu $P(\chi^2) \geq 0.05$ olduğuna göre ve $P(\chi^2, 2.554) \geq 0.05$ olduğundan normal dağılım fonksiyonu %95 lik bir güven derecesi ile uygundur.

Güven aralığının hesaplanması, örnekleme hatasının önem derecesini göstermektedir. $N < 30$ olduğu durumlarda $v = N - 1$ serbestlik derecesine sahip olup 'student' dağılımına uygunluk gösterir. Verilen örnekte $N = 18 < 30$ dir. Buna göre serbestlik derecesi $v = 18 - 1 = 17$ dir. Ortalama $(\bar{X}) \pm t_{1-\alpha/2} * (S/\sqrt{N})$, varyansın güven aralığı ise $(N * S^2 / \chi^2_{12}) < S^2 < (N * S^2 / \chi^2_{22})$ dir. α güven derecesi

0.80 olarak alınırsa,

$t_{1-0.080/2}=t_{0.1}$ student tablosundan $t_{0.1}=1.33$ tür.

Buna göre ortalama değer,

$\bar{x}+t_{0.1} * S / N = 450.92 + 1.33 * 113.04 / 19$ olarak bulunur.

415.48 $\leq X \leq$ 486.36 arasında bir değeri 0.20 risk derecesi ile alır.

$N-1=17$ serbestlik derecesine göre ve $N < 50$ olduğundan varyansın güven aralığının hesabı " X^2 dağılımına uygundur" varsayımı ile yapılmaktadır.

$$P(X_1^2) = 0.10$$

$$X_1^2 = 24.8$$

$$P(X_2^2) = 0.90$$

$$X_2^2 = 10.1 \quad \text{ve}$$

$$(18 * 12778.04 / 24.8) < S^2 < (18 * 12778.04 / 10.1)$$

$$9274.38 < S^2 < 22772.74 \quad \text{tür. } S = S_2 \text{ den}$$

$$36.30 < S < 150.91 \quad \text{bulunur.}$$

Analizlerin son aşamasında belirli yinelenme süreleri hesaplanmıştır. 10 yıllık yinelenme süresine karşılık gelen kurak ve yağışlı dönemlerde gelebilecek yağışlar, %95 güven derecesi ile hesaplanmıştır.

$$F(X) = 1/N = 1/10 = 0.1, \quad F(X) = 0.1 \text{ için } U = 1.282 \text{ dir.}$$

$\alpha=0.95$ güven derecesine ve $v=17$ serbestlik derecesine göre

$X_{0.10} = \bar{X} + S * U$ bağıntısından her 10 yılda bir gelebilecek yağış

$X=595.84$ mm olarak bulunmuştur.

$X_{0.10} + t_{1-\alpha/2} * (S / \sqrt{2n}) * (U_p - 2)$, $t=0.025$ student tablosundan

$t_{0.025}=2.11$, böylece yağış aralığı $519.91 < X_{0.1} < 671.77$ olarak bulunur.

Kurak dönem için $F(X)=0.90$ olarak alınıp aynı işlemler tekrarlanırsa $X_{0.90}=306$ mm ve $230.07 < X_{0.90} < 381.93$ olarak bulunur.

Çalışma alanındaki diğer istasyonlara ait analizlerin sonuçları Çizelge 3.7' de verilmiştir

Çizelge 3.7. İnceleme alanında yer alan yağış istasyonlarının olasılık dağılımları ve uygunluk testi

İstasyon adı	Beyşehir Bölü Havzası			
	Tolca	Y.bademli	Beyşehir	Üzümlü
X ortalama	:478.35	851.92	472.69	755.88
S standart sapma	:125.82	250.91	99.60	180.18
X 0.10	:639.69	1173.58	600.38	986.87
X 0.50	:478.35	851.92	472.69	755.88
X 0.90	:317.01	530.26	345.00	524.89
k sınıf aralığı	: 5	5	5	5
npi beklenen değer	: 3.6	3.6	5.8	4.2
X ²	: 1.43	1.99	0.48	5.42
Sonuc	:uygun	uygun	uygun	uygun
a	: %90	%90	%90	%90
Maksimum yağış	:529.95	954.82	504.15	823.74
Minimum yağış	:426.75	749.02	441.23	688.02

Cizelge 3.7 (devam ediyor)

Yinelenme (10 yıl)

Yağışlı dönem	Maks.	: 724.2	1342.11	651.15	1097.63
Yağışlı dönem	Min.	: 555.18	1005.05	549.22	876.11
Kurak dönem	Maks.	: 401.52	698.79	396.16	635.67
Kurak dönem	Min.	: 232.5	361.73	293.84	414.11

Istasyon adı	:	Köprüçay Kasımlar	Havzası Serik
X ortalama	:	1133.07	1086.23
S standart sapma	:	271.10	274.38
X 0.10	:	1480.62	1437.85
X 0.50	:	1133.07	1036.23
X 0.90	:	785.52	734.60
k sınıf aralığı	:	5	5
npi beklenen değer	:	3.6	5.6
X2	:	0.942	8.073
Sonuç	:	uygun	uygun
a	:	%90	%90
Maksimum yağış	:	1244.32	1174.52
Minimum yağış	:	1021.82	997.94
Yinelenme (10 yıl)			
Yağışlı dönem	Maks.	: 1315.16	1581.56
Yağışlı dönem	Min.	: 950.98	1294.14
Kurak dönem	Maks.	: 967.61	878.31
Kurak dönem	Min.	: 603.43	590.89

Çizelge 3.7 devam ediyor

İstasyon adı	Suğla Bölü Havzası	
	Cavuş	Seydişehir
X ortalama	466.58	756.58
S standart sapma	122.17	199.87
X 0.10	623.3	1012.81
X 0.50	466.58	756.58
X 0.90	309.96	500.35
k sınıf aralığı	5	5
npi beklenen değer	3.6	5.8
X2	3.109	1.172
Sonuç	uygun	uygun
a	%90	%90
Maksimum yağış	516.72	819.54
Minimum yağış	416.44	693.62
Yinelenme (10 yıl)		
Yağışlı dönem Maks.	705.36	1115.55
Yağışlı dönem Min.	541.24	910.07
Kurak dönem Maks.	392.02	603.09
Kurak dönem Min.	227.49	397.61

Cizelge 3.7 devam ediyor

İstasyon adı	Manavgat nehri Havzası	
	Manavgat	Aydıncık
X ortalama	1115.32	1821.85
S standart sapma	277.15	435.90
X 0.10	1470.63	2380.67
X 0.50	1115.32	1821.85
X 0.90	760.01	591.17
k sınıf aralığı	5	5
mp beklenen değer	4.8	3.6
X2	4.749	5.324
Sonuc	uygun	uygun
a	%90	%90
Maksimum yağış	1212.30	2000.73
Minimum yağış	1018.34	1642.97
Yinelenme (10 yıl)		
Yağışlı dönem Maks.	1628.67	2673.46
Yağışlı dönem Min.	1312.59	2087.88
Kurak dönem Maks.	918.05	1555.82
Kurak dönem Min.	601.97	970.24

Çizelge 3.7 devam ediyor

Istasyon adı : Gembos Havzası
Bencek

X ortalama	:	787.76
S standart sapma	:	153.35
X 0.10	:	984.35
X 0.50	:	787.76
X 0.90	:	591.17
k sınıf aralığı	:	5
mpi beklenen değer	:	4
X2	:	9.5
Sonuç	:	uygun
a	:	790
Maksimum yağış	:	947.8
Minimum yağış	:	727.44
Yinelenme (10 yıl)		
Yağışlı dönem Maks.	:	1081.36
Yağışlı dönem Min.	:	887.36
Kurak dönem Maks.	:	688.16
Kurak dönem Min.	:	494.18

Cizelge 3.7 devam ediyor

Istasyon adı	Akseki	Havzası
	Akseki	
X ortalama	:	1298.14
S standart sapma	:	280.48
X 0.10	:	1657.71
X 0.50	:	1298.14
X 0.90	:	938.57
k sınıf aralığı	:	5
mp beklenen değer	:	5.8
X2	:	7.376
Sonuc	:	uygun
a	:	%90
Maksimum yağış	:	1334.55
Minimum yağış	:	1261.73
Yinelenme (10 yıl)		
Yağışlı dönem Maks.	:	1801.88
Yağışlı dönem Min.	:	1513.54
Kurak dönem Maks.	:	1082.74
Kurak dönem Min.	:	794.40

3.2. Akım Verilerinin Analizi

İnceleme alanında kaydedilen akım verileri DSI ve EİE tarafından çalıştırılan aylık verilerdir. Bu çalışmada Çizelge 3.8'de belirtilen akım gözlem istasyonlarına ait veriler analiz edilmiştir.

Akım gözlem istasyonları için seçilen standart baz periyodu 1960-1980 yılları arasındaki süre olmuştur. Eksik kayıtlar Bölüm 3.1 de anlatılan yöntemlere uygun bir şekilde yapılmıştır. Sonuç olarak;

- Soğuklu-Yeşiladağ Akım Gözlem İstasyonununun 1967 yılından 1980 yılına kadar olan kayıtlarının tamamlanması için Üstünler Akım Gözlem İstasyonu ile korele edilmiş ve $r=0.9566$ bulunmuştur.

- Köprüçay-Beskonak ile Manavgat-Homa ve Manavgat-Sinanhoca ile Manavgat-Homa AĞI arasında korelasyon analizleri yapılmış ve sırası ile $r=0.89676$ ve $r=0.990$ bulunmuştur.

Akım kayıtlarının çift eklenik eğri yöntemi ile analizleri sonucunda eğimde görülen sapmalar, akım rejimindeki ve akış karakteristiklerindeki ani değişimlerden ileri gelmektedir. İnceleme alanındaki akım gözlem istasyonlarına ait çift eklenik eğri analizleri Ek 3.3' te verilmiştir.

Cizelge 3.8. Hidrolojik Analizleri yapılan AGİ'na ait bilgiler

Istasyon No	Istasyon Adı	İşleten Kuruluş	Çalışma Peryodu
1613	Çeltek	DSİ	1960-1984
1615	Üstünler	DSİ	1960-1984
1614	Yeşildağ	DSİ	1959-1984
16105	Sarısu	DSİ	1960-1984
901	Homa	EİE	1940-1984
902	Beşkonak	EİE	1940-1984
1604/A	Beyşehir Gölü Çıkışı	EİE	1964-1984
1621	Suğla Gölü Çıkışı	EİE	1969-1984
912	Sinanhoca	EİE	1964-1984

3.2.1. Akım Verilerinin İstatistiksel Analizi

Akım verilerinin uygunluk gösterdiği olasılık dağılım fonksiyonları Bölüm 3.1. de verilen yöntemler izlenerek yapılmıştır. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü yarıkurak ve kurak bölgelerde akım verileri genellikle carpık dağılım göstermektedir (Arıkan,1979).

İncelenen akım verileri EİE akım yıllıklarından elde edilebilir. Örnek olarak çözümlü adım adım verilen Soğuksu-Yeşiladağ AĞI de kaydedilen yıllık akım verilerinin sıralanmış değerleri ve frekansları Çizelge 3.9' da verilmiştir. Bölüm 3.1'de verilen kuramsal bilgi ışığında normal olasılık dağılım kağıdına geçirilen değerler bir doğru yerine bir eğri oluşturacak şekilde dizilmişlerdir. Çarpık karakterli bir dağılıma uygunluk gösterdikleri anlaşılan verilerin logaritmaları alınarak yeniden grafa geçirilmiş ve sonuçta bir doğru oluşturacak şekilde dizildikleri görülmüştür. Böylece verilere Log-Normal dağılım fonksiyonu uygulanmıştır.

Çizelge 3.9. Soğuksu-Yeşiladağ AĞI'na ait sıralanmış veriler ve frekansları

Yıllar	ort.akım(Qi)	sıralı		frekans	Log(Qi)
		sıra	ort.akım		
1960	5.52	1	9.2	0.0227	0.964
1961	4.93	2	8.82	0.068	0.945
1962	4.25	3	7.98	0.1136	0.902
1963	6.50	4	7.39	0.159	0.869
1964	2.41	5	7.16	0.204	0.855
1965	6.29	6	6.96	0.250	0.843
1966	7.39	7	6.67	0.295	0.824
1967	7.16	8	6.50	0.341	0.813

Çizelge 3.9 devam ediyor

1968	8.82	9	6.48	0.386	0.811
1969	7.98	10	6.31	0.432	0.800
1970	5.44	11	6.29	0.477	0.799
1971	4.49	12	6.08	0.523	0.784
1972	3.36	13	5.81	0.568	0.764
1973	3.04	14	5.52	0.600	0.742
1974	2.74	15	5.44	0.659	0.735
1975	5.81	16	4.93	0.704	0.693
1976	6.67	17	4.49	0.750	0.652
1977	6.08	18	4.25	0.795	0.638
1978	6.31	19	3.36	0.841	0.526
1979	6.96	20	3.04	0.886	0.483
1980	6.48	21	2.74	0.932	0.438
1981	9.20	22	2.41	0.977	0.38

Çizelge 3.9 ' a göre ortalama akım $Q=5.81$ m³/sn, $\text{Log}Q=0.74$ m³/sn standart sapma $S = 1.864$ ve $\text{Log} S = 0.159$ dur. Ek 3.4 ' te verilen Log-Normal graf kağıdında yatay eksen frekansları, dikey eksen ise akım değerlerini göstermektedir. Elde edilen eğrinin doğru haline getirilebilmesi için değerlere $X_0=Q_0$ kadar bir değerin eklenmesi gerekmektedir. $Q_0=+200$ dır.

$U=a \cdot \log(Q_i+Q_0)+b$ denklemindeki a ve b parametrelerinin saptanması, momentler yöntemi ile bulunmuştur.

$a = (1.517 / (\log(1 + S^2 / (Q + Q_0)^2)))$ eşitliğinden

$a = 27.804$ ve

$b = (1.1513 / a) - a \cdot \log(Q + Q_0)$ dan

$b = -67.548$ olarak bulunmuştur. Böylece uygun dağılıma ait eşitlik

$U = 27.80 \cdot \log(Q_i + Q_0) - 67.548$ şeklindedir.

Yine dağılım fonksiyonuna uygunluk testi olarak χ^2 testi uygulanmıştır.

$N = 22 < 30$ olduğundan $k = 5$ alınırsa serbestlik derecesi $v = 5 - 3 - 1$ olarak bulunur (Log-Normal dağılım fonksiyonu 3 parametrelidir bir fonksiyondur).

$\%F = 1/k = 1/5 = 0.20$ ve $n \cdot p_i = \%F \cdot N = 0.20 \cdot 22 = 4.4$ tür.

$\log(Q_i + Q_0) = (U + 67.548) / 27.804$ denkleminde U ya çeşitli değerler verilerek hesaplanan Q_i ' ler Çizelge 3.10' da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Belirli frekanslara karşılık gelen Q_i değerleri

F	U	Q_i
0.20	0.842	7.35
0.40	0.253	6.21
0.60	-0.253	5.27
0.80	-0.842	4.22

Buna uygun olarak sınıf limitleri saptanmıştır (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Gözlenen ve beklenen değerlere bağlı olarak hesaplanan sınıf limitleri

Sıra no	sınıf limiti	n_{pi}	n_i	$(n_i - n_{pi})^2$	$(n_i - n_{pi})^2 / n_{pi}$
1	7.35-	4.4	4	0.16	0.036
2	6.21-7.35	4.4	7	6.76	1.536
3	5.27-6.21	4.4	4	0.16	0.036
4	4.22-5.27	4.4	2	5.76	1.309
5	4.22	4.4	5	0.36	0.082

Buna göre $\chi^2 = 2.999$ bulunmuştur. Uygunluk için gereken koşul olan $P(\chi^2) \geq 0.05$ böylece sağlanmıştır ($2.999 \geq 0.05$). Görüldüğü gibi dağılım %95 lik bir güven derecesi ile uygundur.

Güven aralığı hesaplaması için Çizelge 3.12'de verilen $\text{Log}(Q_i + Q_0)$ değerleri kullanılmıştır.

Cizelge 3.12. Sıralanmış değerlerin doğru oluşturan halleri

Sıra (r)	$\log(Q_i+Q_0)$	Sıra (r)	$\log(Q_i+Q_0)$
1	2.492	12	2.436
2	2.485	13	2.431
3	2.471	14	2.425
4	2.460	15	2.424
5	2.456	16	2.413
6	2.453	17	2.400
7	2.447	18	2.398
8	2.444	19	2.380
9	2.443	20	2.374
10	2.440	21	2.367
11	2.440	22	2.359

$Y_i = \log(Q_i + Q_0)$ eşitliğinden $Y_i = \log(69.74 + 200) = 2.431$ ve

$Y = 2.429$, $S_y = 0.0368$ olarak bulunmuştur.

$U = (Y_i - Y) / S_y$ eşitliğinden $U = 0.054$ olarak bulunmuştur.

α güven derecesi %90 olarak alınırsa,

serbestlik derecesi $v = N - 1 = 12$ ise

$t_{((1-\alpha)/2)} = t_{0.05} = 1.721$ (student tablosundan)

$Y_i + t_{0.05} * (S_y / \sqrt{2Nn}) * u_p + 2$ denkleminde $2.431 + 0.0135$ bulunur.

$2.4175 < \log(Q + Q_0) < 2.4445$

$21.79 < (Q + 20) < 23.19$

$5.127 < Q < 6.524$ olarak bulunmuştur.

Yukarıdaki örnek çözüme paralel olarak yapılan analiz sonuçları

her havza için ayrı ayrı Çizelge 3.13' de verilmiştir.

Çizelge 3.13. inceleme alanındaki ABİ na ait verilerin olasılık dağılım fonksiyonları ve uygunluk testi

İstasyon adı	Beyşehir Bölü Havzası Beyşehir gölü çıkışı
Ortalama akım Q	10.435
standart sapma S	8.602
Log Q	1.008
Log S	0.332
X_0	0
$Q_{0.1}$	28.124
$Q_{0.5}$	10.435
$Q_{0.9}$	3.52
Doğru Denklemi	$U=3.197*\log Q_i-6.28$
k	5
n_{pi}	3.4
X_2	2.116
Sonuc	uygun
Y_i	2.077
Y	1.972
S_y	0.352
U	0.298
a	790
Maks.akım	11.087
Min.akım	5.5

Çizelge 3.13. devam ediyor

Suğla Gölü Havzası
Suğla gölü çıkışı

Ortalama akım Q	: 10.439
standart sapma S	: 6.447
Log Q	: 1.970
Log S	: 0.421
X0	: 0
Q0.1	: 29.432
Q0.5	: 7.776
Q0.9	: 2.055
Dogru Denklemi	: $U=4.054*\log Qi -8.216$
k	: 5
npi	: 2.4
X2	: 0.499
Sonuç	: uygun
Yi	: 2.098
Y	: 1.970
Sy	: 0.451
U	: 0.284
a	: 790
Maks.akım	: 18.085
Min.akım	: 6.03

Çizelge 3.13. devam ediyor

İstasyon adı	Manavgat Homa	Havzası
Ortalama akım Q	: 131.889	
standart sapma S	: 33.622	
Log Q	: 2.020	
Log S	: 0.1357	
X0	: 300	
Q0.1	:	
Q0.5	:	
Q0.9	:	
Doğru Denklemi	: $U=26.196 \cdot \log(Q_i+Q_0)-95.86$	
k	: 5	
npi	: 5.2	
X2	: 7.074	
Sonuç	: uygun	
Yi	: 3.661	
Y	: 2.663	
Sy	: 0.0371	
U	: -0.0539	
a	: %90	
Maks.akım	: 144.655	
Min.akım	: 119.75	

Cizelge 3.13. devam ediyor

Köprüçay Havzası
Beşkonak

Ortalama akım Q	: 80.141
standart sapma S	: 18.476
Log Q	: 1.803
Log S	: 0.100
X0	: 0
Q0.1	: 105.424
Q0.5	: 78.130
Q0.9	: 57.90
Doğru Denklemi	: $U=10.115 \cdot \log Q_i - 30.059$
k	: 5
npi	: 5.2
X2	: 6.691
Sonuc	: uygun
Yi	: 2.983
Y	: 2.972
Sy	: 0.1015
U	: 0.1083
a	: 790
Maks.akım	: 86.66
Min.akım	: 74.10

3.3. Yağış-Akış ve Seviye Arasındaki İlişkiler

Yağış-akış ve seviye arasındaki ilişkiler tahmin ve değerlendirme işlemleri gibi iki ana amaç için yapılmıştır. Akım verilerinin olmadığı veya çok kısa olduğu durumlarda yağış-akış ilişkisini ifade eden modeller yardımı ile akım verileri uzatılabilir veya eksik veriler tamamlanabilir.

Akışın yağış ile birlikte ele alınıp havza için yorumlanması akım analizlerinin vereceği sonuçlardan daha anlamlı olmaktadır. Akımın önceden kestirilmesi konusunda yağış-akış ilişkisinin kullanılabilmesi aslında, düşen yağış ile akım hidrografının bu yağışa cevabı arasındaki geçiş zamanının analizleri ile mümkün olmaktadır. Basit korelasyon, zaman farklı korelasyon ve çoklu korelasyon analizleri bu konuda iyi sonuç veren yöntemlerdir.

Bu çalışmada korelasyon analizleri, Arıkan (1985) tarafından IBM PC-XT bilgisayarı için geliştirilmiş ve BASICA programlama dilinde yazılmış olan Step-Wise Çoklu Regresyon Programı yardımı ile yapılmıştır.

3.3.1. Basit Korelasyon- Zaman Farklı Korelasyon Analizleri

Beyşehir gölü su seviyesi değerleri ile Manavgat (Homa AB1) ve Köprüçay (Beşkonak AB1) akımları arasındaki basit korelasyon ve sırası ile 1, 2, 3 ve 4 ay kaydırmalı korelasyon katsayıları Çizelge 3.14' de verilmiştir.

Alınan sonuçlara göre Beyşehir gölü su seviyesi ile Köprüçay

akımları arasında en yüksek ilişki sıfır zaman kaydırmalı ($r=0.59$) değerler arasında bulunmuştur. Ancak korelasyon katsayılarından da görüleceği gibi ilişki çok zayıftır. Aynı zayıf ilişki Beyşehir seviyeleri ile Manavgat akımları arasında da görülmektedir.

Dizelge 3.14. Beyşehir Gölü Şu Seviyesi ile Köprüçay ve Manavgat Akımları Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Yıllar	Beyşehir-Köprüçay					Beyşehir-Manavgat				
	Kaydırma 0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1964	0.594	0.516	0.40	-0.01	-0.46	0.69	0.62	0.54	0.19	-0.43
1965	0.26	-0.13	-0.65	-0.8	-0.48	0.45	0.0	-0.3	-0.8	-0.6
1966	-0.18	-0.58	-0.8	-0.7	-0.8	0.02	-0.49	-0.8	-0.8	-0.59
1967	0.14	-0.45	-0.7	0.03	-0.12	-0.4	-0.7	-0.3	-0.7	-0.5
1968	0.09	-0.40	-0.7	-0.9	-0.71	0.2	-0.3	-0.7	-0.8	-0.8
1969	0.32	-0.17	-0.5	-0.7	-0.79	0.3	-0.12	-0.4	-0.7	-0.8
1970	0.03	-0.1	-0.8	-0.8	-0.84	0.2	-0.2	-0.7	-0.8	-0.9
1971	0.68	0.31	-0.1	-0.6	-0.72	0.6	0.2	-0.12	-0.6	-0.6
1972	0.39	0.07	-0.2	-0.4	-0.51	0.4	0.2	0.03	0.07	-0.3
1973	0.51	0.42	0.40	0.18	0.20	0.3	0.5	0.4	0.2	0.2
1974	0.18	-0.55	0.60	-0.4	-0.28	0.3	-0.1	-0.5	-0.4	-0.16
1975	0.03	-0.49	-0.8	-0.8	-0.7	0.2	-0.2	-0.7	-0.8	-0.7
1976	-0.02	-0.6	-0.9	-0.6	-0.4	0.3	-0.1	-0.6	-0.6	-0.8
1977	-0.23	-0.55	-0.8	-0.8	-0.3	-0.13	-0.5	-0.3	-0.8	-0.6
1978	0.08	-0.40	-0.7	-0.8	-0.5	0.2	-0.2	-0.6	-0.9	0.7
1979	-0.01	-0.14	-0.7	-0.8	-0.6	0.03	-0.3	-0.7	-0.7	-0.7
1980	0.07	-0.37	-0.6	-0.8	-0.8	0.4	0.00	-0.3	-0.7	-0.9

3.3.2. Çoklu Korelasyon Analizleri

Bağımlı değişken olarak akım değerleri ve seviye değerleri, bağımsız değişken olarak ise Akseki, Aydınkent, Beyşehir, Beşkonak ve Seydisehir yağışları 7-10 ay zaman farklı olarak alınmıştır. Çizelge 3.15' de değişkenler arasındaki korelasyon katsayı matrisi verilmiştir. Bağımlı değişken olarak Homa akımları ve bağımsız değişken olarak Aydınkent, Beyşehir, Akseki ve Seydisehir yağışlarının 0-10 ay zaman farklı değerleri alındığında;

Homa ABİ ye ait i ninci aylık akım değeri, $Homa(i)$ ile birinci adımda Aydınkent($i+2$) 0.645 lik, ikinci adımda Beyşehir($i+4$) 0.730 luk, üçüncü adımda Aydınkent($i+1$) değerleri 0.808 lik, dördüncü adımda Akseki($i+6$) 0.856 lik ve beşinci adımda Beşkonak- ($i+3$) değerleri 0.877 lik çoklu korelasyon katsayısı yaratarak analizlere katılmışlardır. Buna göre, Homa akımlarına en büyük etki Aydınkent yağışları tarafından yağıştan iki ay sonra, Beyşehir yağışları yağıştan dört ay sonra Akseki yağışları yağıştan altı ay sonra ve Beşkonak yağışları yağıştan üç ay sonra olmaktadır. Bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik durumu gözönüne alındığında Beşkonak yağışlarının yüksek korelasyon vermesinin havza karakteristiklerinin benzerliğinden dolayı olduğu düşünülebilir.

Bağımlı değişken olarak Homa akımları, bağımsız değişken olarak ta Beyşehir seviye değerleri alındığında Homa akımlarına en büyük etkinin analize ilk adımda giren Beyşehir($i+1$), ($r=0.327$) ikinci

Çizelge 3.15. Beyşehir gölü su seviyesi ile Köprüçay ve Manavgat havzaları yağış ve akımları arasındaki çoklu korelasyon katsayıları

Adım	Değişken	Gecikme zamanı	Çoklu Kor.Kats.
1	Aydınkent Yağ.	2 ay	0.645
2	Beyşehir "	4 "	0.730
3	Aydınkent "	1 "	0.808
4	Akseki "	6 "	0.856
5	Beşkonak "	3 "	0.877
6	" " "	1 "	0.891
7	Akseki "	8 "	0.904
8	Beşkonak "	5 "	0.913
9	Akseki "	7 "	0.917
10	Beşkonak "	2 "	0.920

Bağımlı Değişken : Homa akımları

Cizelge 3.15. (devam ediyor)

Adım	Değişken	Gecikme zamanı	Çoklu Kor.Kats.
1	Beşkonak Yağ.	1 ay	0.693
2	" "	3 "	0.800
3	" "	5 "	0.839
4	Aydınkent "	2 "	0.865
5	" "	1 "	0.880
6	Akseki "	6 "	0.894
7	Baysehir "	4 "	0.897
8	Akseki "	8 "	0.900
9	Beşkonak "	2 "	0.903
10	Akseki "	2 "	0.905

Bağımlı Değişken : Beşkonak akımları

adında giren Beyşehir(i+4) ($r=0.592$), üçüncü adımda giren Beyşehir(i+9) ($r=0.629$), dördüncü adımda Beyşehir(i+12) (0.639) ve beşinci adımda Beyşehir(i+7) (0.650) tarafından yapılmaktadır. Korelasyon katsayılarının düşük olması Beyşehir seviyelerinin Homa akımlarına etkisinin düşük olduğunu göstermektedir. Seviyelerin 9 ve 12 ay zaman farkı ile analizlere katılması periyodisiteden kaynaklanmış olabileceğinden gözönüne alınmamaktadır. Eğer kanal akımı şeklinde Beyşehir'den Manavgat nehrine doğru bir akım varsa geçiş zamanının bu kadar uzun olmaması gerekirdi.

Bağımlı değişken olarak Beşkonak akımları ve bağımsız değişken olarak Aydınkent, Akseki, Beyşehir, Seydişehir ve Beşkonak yağışları 0-8 ay kaydırılarak alındığında akım değerleri en büyük etki analizlere ilk adımda giren Beşkonak Yağış(i+1) $r=0.692$ lik, ikinci adımda giren Beşkonak Yağış(i+3), $r=0.799$ luk, üçüncü adımda Beşkonak Yağış(i+7) $r=0.838$, dördüncü adımda Aydınkent(i+2) $r=0.864$ ve beşinci adımda ise Aydınkent(i+1) $r=0.879$ 'luk bir çoklu korelasyon katsayısı ile olmaktadır.

Buna göre Köprüçay-Beşkonak yeraltısuyu sistemi Manavgat havzasının ait olduğu yeraltısuyu akım sisteminden farklı görülmektedir. Ancak, değişken olarak salt yağışların yani yüzey drenaj alanı ile ilgili etkenin alındığı göz ardı edilmemelidir. Oysa, karstik ortamlarda yüzey drenaj alanı ile yeraltı beslenme alanının çakışmadığı bilinmektedir.

Bağımlı değişken olarak Beşkonak akımları ve bağımsız değişken

olarak Homa akımları ile Beyşehir gölü seviye değerleri alındığında Beşkonak(i) değerleri ile ilk adımda $Homa(i+1)$ $r=0.915$, ikinci adımda $Homa(i+3)$ $r=0.934$, üçüncü adımda $Homa(i+7)$ $r=0.938$, dördüncü adımda $Homa(i+4)$ $r=0.940$, ve beşinci adımda $Homa(i+8)$ $r=0.940$ lık bir korelasyon katsayısı yaratarak analizlere girmiştir. Bu durum Homa akımları ile Beşkonak akımları arasında doğrudan bir ilişkiden çok, havza karakteristiklerinin benzerliğinden doğmaktadır. Ayrıca, elde edilen bu sonuçlardan Beyşehir seviyelerinin Beşkonak akımları üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadıkları görülmektedir.

Yukarıda yağış-akın ve seviye arasında ilişkilerden söz edilirken yerel dolaşım, yani büyük karstik kanal dolaşımına uyan hızlı boru akımları anlaşılmalıdır.

Beyşehir yağışları ile seviye arasındaki ilişkinin derecesini belirlemek amacı ile bir dizi korelasyon analizi yapılmıştır.

Normal yağış ile seviye arasında 10 ay zaman farklı çoklu korelasyon analiz sonuçları Çizelge 3.16' da verilmiştir. $r=0.23$ gibi düşük bir korelasyonun bulunması yağış gözlemlerinin kayıt yöntemi ile seviyelerin kayıt yönteminin farklı karakterde sayı dizilerini oluşturmalarından dolayı olabilir. Yağışın birikimli olarak alınarak tekrarlanan analizler sonucunda korelasyon katsayısının arttığı görülmüştür (Çizelge 3.17). Birikimli yağışların büyük rakamlar oluşturması korelasyonun her adımda daha da yükselmesini sağlar. Bu durumu önlemek amacı ile birikimli yağışların logaritmaları alınarak analizler tekrarlanmıştır (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.16. Normal yağış dikkate alındığında elde edilen r katsayıları

ADIM 1	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 6	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.2342673
ADIM 2	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 5	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.292765
ADIM 3	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 4	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.3216967
ADIM 4	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 7	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.3433945
ADIM 5	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 12	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.3697141
ADIM 6	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 11	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.3850719
ADIM 7	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 3	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.3989175
ADIM 8	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 8	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.4150767
ADIM 9	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 10	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.4255005
ADIM 10	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 2	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.4336554
ADIM 11	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 9	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.4441965

Çizelge 3.17. Birikimli yağışlar dikkate alındığında bulunan r katsayıları

ADIM 1	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 2	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.4522099
ADIM 2	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 12	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6174865
ADIM 3	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 8	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6305791
ADIM 4	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 3	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6316685
ADIM 5	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 7	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6324202
ADIM 6	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 6	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6325352
ADIM 7	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 4	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.632626
ADIM 8	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 11	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6327168
ADIM 9	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 5	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.632803
ADIM 10	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 9	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6328033
ADIM 11	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI..... 10	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6328033

Cizelge 3.18. Birikimli yağışların logaritmaları dikkate alındığında bulunan r katsayıları

ADIM 1	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	2	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5442417
ADIM 2	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	8	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5638661
ADIM 3	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	3	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5668951
ADIM 4	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	4	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5673043
ADIM 5	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI....	7	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5677314
ADIM 6	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	10	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5680146
ADIM 7	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	12	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5685213
ADIM 8	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	11	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5687579
ADIM 9	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	9	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5689555
ADIM 10	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	6	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5689575
ADIM 11	GIREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	5	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5689576

Yağışın normal dağılıma uyduğu gözönüne alınarak ayrıca birikimli yağışlar sabit bir sayıya bölünmüş (göl alanı, 730.5 km²) ve analizler yeniden yapılmıştır (Cizelge 3.19). Sonuçta korelasyon katsayısının en yüksek değerine ($r=0.54$) birikimli yağışların logaritmalarının dikkate alındığında ulaşıldığı saptanmıştır.

Çizelge 3.19. Birikimli yağışların sabit bir sayı ile bölünerek analizlere sokulması durumunda r katsayıları

ADIM 1	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	2	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.45221
ADIM 2	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	12	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6174269
ADIM 3	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	8	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6305316
ADIM 4	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	3	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6316217
ADIM 5	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	7	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6323806
ADIM 6	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	6	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6324894
ADIM 7	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	4	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6325806
ADIM 8	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	5	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6326717
ADIM 9	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	11	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6327567
ADIM 10	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	9	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6327586
ADIM 11	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	10	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6327586

Analizler Beyşehir kanalının çalıştığı dönem (Aralık-Haziran) ve çalışmadığı dönem (Temmuz-Kasım) için ayrı ayrı yapıldığında da korelasyon katsayısının düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 3.20).

Cizelge 3.20. Regülatörün çalıştığı ve çalışmadığı dönemler için yapılan korelasyon analizler sonuçları

1	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	4	4	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.1089329	.2658149
2	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	4	5	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.1504715	.337792
3	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	5	3	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.1772213	.4121328
4	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	7	6	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.1994421	.4754417
5	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	8	2	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.2116996	.5116175
6	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	2	8	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.2272954	.5410931
7	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	3	7	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.2357954	.5490342

Seviyenin Beyşehir gölünden kaçakların oluştuğu düşünülen dönemlerin ortalama kotu olan 1123 m nin altında bulunduğu dönem dikkate alındığında korelasyon katsayısı ilk adımda 0.57 e yükselmıştır (Cizelge 3.21).

Dizelge 3.21. Göl seviyesinin 1123 m kotundan düşük olduğu dönem için seviye-yağış arasındaki ilişki

ADIM 1	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	4	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.5728257
ADIM 2	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	5	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.6497549
ADIM 3	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	3	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.72101
ADIM 4	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	6	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.7561874
ADIM 5	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	7	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.7670037
ADIM 6	GİREN DEĞİSKEN NUMARASI.....	2	COKLU KORELASYON KATSAYISI.....	.7739828

3.3.3. Korelasyon Analizlerinin Yorumu

Manavgat akımlarına Aydıncık yağışlarının etkisi oldukça yüksek bulunmuştur. Yağışın havzaya düşmesinden sonraki ilk iki ay içinde bu etkinin maksimum olduğu görülmüştür. Beyşehir yağışlarının akıma olan etkisi ancak 4 ay sonra görülmektedir. İki istasyonun temsil ettiği havzaların fizyografik-meteorolojik karakteristikleri dikkate alındığında bu ilişkinin varlığı gözardı edilebilir.

Köprücay akımlarına Beşkonak yağışları, yağıştan sonraki ilk üç ay içinde etki etmektedir. Homa akımları ile Beşkonak akımları arasında havza karakteristiklerinin benzerliğinden gelen yüksek bir korelasyonun bulunması iki alt sistemin benzer bir mekanizma ile çalıştığını göstermektedir. Bunun yanı sıra bu ilişki dolayısıyla Aydınkent yağışlarının yüksek etkisini gösteren korelasyon sonuçları dikkate alınmamalıdır.

3.4. Beyşehir Gölü Su Bütçesinin Hesaplanması

Beyşehir su bütçesi hesaplamaları sonucunda, varsa, kaçak miktarlarından yola çıkarak komşu havzalarla olan ilişki sayısal olarak belirlenebilecektir. Bu amaç için yapılan su bütçesi hesaplamaları, istatistiksel analiz sonuçlarının denetlenmesini de sağlayacaktır.

3.4.1. Genel Su Bütçesi Eşitliği

Göle doğrudan düşen yağışlar, drenaj alanından gelen yüzey ve yüzeyaltı akışı ve komşu havzalardan gelen yeraltısuyu katkısı göl seviyesinde yükselmelere neden olurken, gölü tahliye eden akarsularla taşınan sular, gölden buharlaşan ve göl çevresindeki düdenlerle kaçan sular ise seviyede düşüşe neden olmaktadır.

Kütlenin korunumu yasasına uygun olarak, belirli bir zaman içinde

gölü besleyen su miktarı ile gölden çıkan su miktarı arasındaki fark gölde meydana gelen su hacmi değişimine eşit olmalıdır. Göle giren su miktarı, gölden çıkan su miktarından fazla ise seviyede, dolayısıyla depolanan su miktarında yükselme, aksi halde düşme gözlemlenecektir. Buna göre bir göl için genel su bütçesi eşitliği,

$$P_g + P_h - B - Q = DV$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada,

P_g : Göl alanına düşen yağış, m³

P_h : Havzaya düşen yağışla oluşan yüzey ve yüzeyaltı akışı ile göle giren su, m³

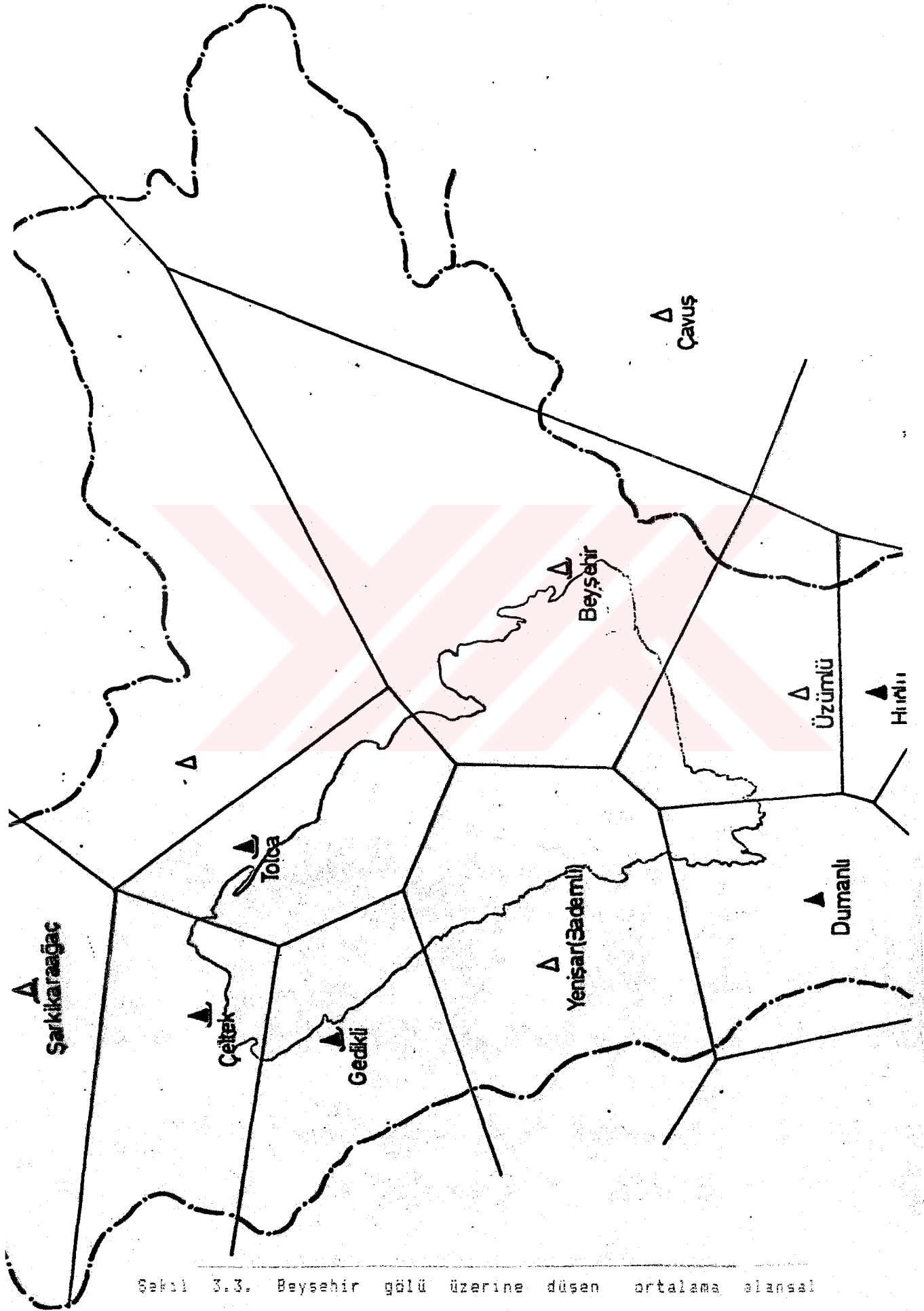
Q : Gölden çıkan su miktarı (regülatör çıkışı), m³

B : Göl alanından meydana gelen buharlaşma, m³

DV : Göl depolama hacmindeki değişim, m³ dir.

3.4.1.a. Göl Alanına Düşen Yağış Miktarının Hesaplanması

Beyşehir gölü çevresinde yer alan yağış istasyonlarının etki ağırlıkları bulunarak göl alanına düşen ortalama yağış hesaplanmıştır (Şekil 3.3). İstasyonların yağış ve etki ağırlıkları Çizelge 3.22 'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Beyşehir gölü üzerine düşen ortalama yıllık yağışın bulunması için çizilen bölünmüş haritası

Çizelge 3.22. Beyşehir gölü havzasında yer alan yağış istasyonlarına ait ortalama yağış ve etki değerleri

Istasyon adı	ort.yağış	Etki ağırlığı
Üzümlü	722.23	0.05460054
Beyşehir	468.00	0.22659022
Dumanlı	1279.80	0.01801802
Sedikli	556.80	0.14032214
Celtek	424.70	0.00218400
Y.Bademli	810.42	0.27418327
Tolca	468.22	0.28210028

3.4.1.b. Drenaj Alanına Düşen Yağışla Yüzey ve Yüzeyaltı Akışı ile Göle Giren Su Miktarı

Beyşehir gölü havzasında yer alan 12 adet yağış istasyonunun etki ağırlıkları bulunarak havzaya düşen ortalama alansal yağış bulunmuştur.

Bulunan yağıştan, havzadan (gerçek) buharlaşma-terleme yoluyla kaybolan miktar çıkarılarak, göle yüzey ve yüzeyaltı akışla gelecek su miktarı bulunmuştur. Gerçek buharlaşma terleme Thornthwaite ile bulunmuş ve bulunan değerler güneşlenme süresi

ve anleme bağı

$$\text{DÜZELTME} = 1,0 + 0,0004 * L - \text{Cos}(2 \quad (G+10)/Gyıl) * 0,29 \tan(2 \quad (1/360))$$

esitliği ile verilen katsayı ile düzeltilerek kullanılmıştır.

Burada,

G : Yıl içindeki gün numarası

Gyıl: Yıl içindeki gün sayısı

L : İstasyonun bulunduğu paralel

3.4.1.c. Göl Alanından Oluşan Buharlaşmanın Hesaplanması

Beyşehir göl alanının oldukça büyük olması gölden buharlaşma yolu ile çok miktarda (maksimum 1983 yılında 710.6×10^6 m³ - minimum 1960 yılında 480.7×10^6 m³) su kaybına neden olmaktadır. Şekil 3.4 ' de verilen Seviye-Alan-Hacim grafına göre 1125.00 m seviyesine karşılık gölün alanı 712 km² dir. Bölgede buharlaşma gözlemi yapan 5 adet meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. İstasyonlarda gözlemler Class A tavası ile yapılmaktadır. Gözlemler Beyşehir, Tolca, Bedikli, Çeltek ve Kurucuova istasyonlarında yapılmaktadır. Gözlem süresinin çok kısa olması nedeni ile Kurucuova istasyonuna ait değerler gölden buharlaşma hesaplamalarında kullanılmamıştır.

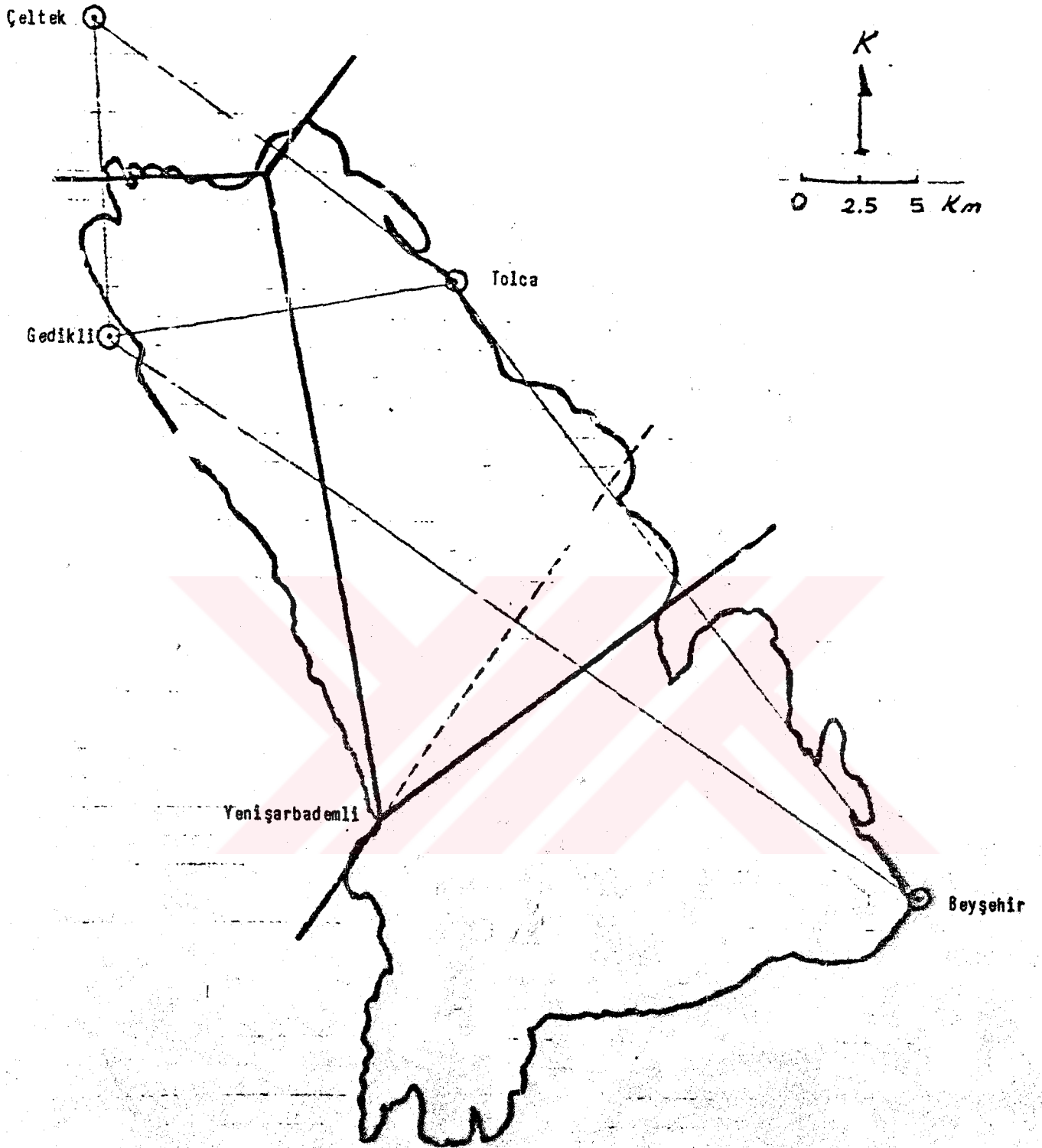
Ortalama bir buharlaşma değeri bulmak amacı ile poligon yöntemi uygulanmıştır (Şekil 3.5).

İstasyonların ağırlık değerleri Çizelge 3.23' te verilmiştir.

Çizelge 3.23. Beyşehir gölü havzasında yer alan buharlaşma ölçüm istasyonlarının ortalama buharlaşma ve etki ağırlıkları

İstasyon adı	Etki ağırlığı
Beyşehir	0.45993192
Gedikli	0.16735480
Çeltek	0.00321130
Tolca	0.37150197

Etki ağırlıklarınının 0.70 lik bir tava katsayısı, istasyon değerleri ile çarpımlarınının toplanması ile ortalama alansal buharlaşma bulunmuştur.



Şekil 3.5. Beyşehir gölünden ortalama buharlaşmanın bulunması için hazırlanan poligon haritası

3.4.1.d. Regülatörden Bırakılan Su Miktarı

Regülatörden bırakılan su miktarı EİE idaresi tarafından işletilen akım gözlem istasyonunca kaydedilmektedir .Veriler E.İ.E. akım yıllıklarından sağlanmıştır.

3.4.1.e. Gölün Depolama Hacmindeki Değişimin Hesaplanması

Göl su seviyesi değişimleri uzun yıllar boyunca sistemli bir şekilde ölçülmüştür. Hesaplamalarda 1611/A nolu istasyonun söz konusu ayın son gününe ait eşel seviyeleri kullanılmıştır. Veriler E.İ.E. akım yıllıklarından sağlanmıştır. Gözlenen hacimdeki değişim,ilgilenilen ayın son gününde okunan eşel seviyelerine karşılık gelen hacim değerlerinden (Şekil 3.4) yola çıkılarak hesaplanmıştır (EK 3. 5). Göle net giren su miktarı (EK 3.6) bütçe hesaplamalarına konu olan aydan bir önceki ayın son gününde gözlenen göl hacmine eklenerek gölde gözlenmesi beklenen hacim hesaplanmıştır. Hesaplanan hacim (EK 3. 7.) ile gözlenen hacimler arasındaki fark ise gölden meydana gelen kaçak veya göle gelen ve ölçülmeyen / ölçülemeyen akımları vermektedir (EK- 3.8.)

3.4.2. Bütçe Hesaplama Sonuçlarının Yorumu

Aylık bazda yapılan bütçe hesaplamaları sonucunda, Beyşehir gölünden yağışlı dönemlerde, göl seviyesinin belirli bir değere ulaşmasıyla beraber kaçakların oluştuğu saptanmıştır. Ek 3.10'da 1960-1982 yılları için aylık bazda hesaplanan bütçe sonuçları grafiksel olarak verilmiştir. Hesaplanan hacim ile gözlenen hacim arasındaki farkın pozitif olması durumu 'Kaçak' olarak değerlendirilmiştir.

Şekilden de görüldüğü gibi, kaçaklar yağışlı dönemin başladığı Aralık ayı ile kurak dönemin başladığı Mayıs sonu Haziran başı arasında oluşmaktadır. EK 3.9' da kaçak miktarları m³/s olarak verilmiştir. Kaçak miktarı, yağışlı ve kurak dönemlere göre değişmektedir. Yağışlı dönemler olan 1967-1974, arası ile 1978-1982 yılları arasında seviyenin yükselmesi ile kaçak miktarları artmaktadır.

Buna karşın, kurak dönem boyunca hesaplanan hacim ile gözlenen hacim farkının negatif olması göle, ölçülmeyen akımları göstermektedir. Dolayısıyla kaçak miktarları ele alınırken ölçülmeyen bu akımların da gözönüne alınması gerekmektedir.

Gölden kaçakların, göl seviyesinin yaklaşık ve ortalama 1123 m kotuna ulaştığı andan itibaren oluştuğu saptanmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında gölün batı kıyısı boyunca gözlenen değişik büyüklükteki düdenler 1123 m kotunun üzerinde bulunmaktadır. Bu sonuç, göl tabanından herhangi bir kaçağın

olmadığını göstermektedir.

Beyşehir gölünün batısında bulunan Anamas dağlarından boşalan kaynakların bu çalışma sırasında da çalışır durumda oldukları gözlenmiştir (Ağustos 1985). Söz konusu kaynaklar yüksek kotlarda ve küçümsenmeyecek debilerde (1-10 lt/s) boşalmaktadırlar. Bu kaynaklar herhangi bir kayda geçmemişlerdir.

Gölden meydana gelen kaçak miktarı maksimum değerine 1975 yılı Mart ayında 28.7 m³/s ile ulaşmıştır. Aynı tarihte göl seviyesi esel değeri 350 cm yani göl kotu 1125 m olarak gözlenmiştir.

Gölden meydana gelen ortalama kaçak miktarı, bütçe hesaplamalarının son yılı olan 1982 yılı Aralık ayı hesaplanan hacimden aynı tarihte gözlenen hacim arası farktan yola çıkılarak 5 m³/s olarak hesaplanmıştır.

Her yıl için ayrı ayrı yapılan hesaplamalarda elde edilen sonuçlarla uyuşan bu miktar hata kaynakları ve oranları dikkate alınırsa önemsiz olacaktır.

4. BÖLGESEL HİDROJEOLOJİ

Oldukça ileri düzeydeki bir karstlaşmanın birlikte getirdiği yeraltısuyu sistemindeki karmaşıklık, çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan karst hidrojeolojisi, karst hidrolojisi, su kimyası ve yeraltısuyu izleme çalışmaları ile aydınlatılmaya çalışılmıştır.

İnceleme alanının kapsadığı havzalar karstik özellikleri açısından dünyanın sayılı ilgi çekici karst alanları arasındadır. Kuzeyde Beyşehir-Suğla göllerine, doğuda Akseki dolaylarına, batıda Kırkkavak fayına ve güneyde Akdenize kadar uzanan alanda jeolojik yapının çok karmaşık olması sorunun çözümünde ayrı bir zorluk yaratmaktadır.

Paleozoyik'ten Kuvaterner 'e kadar değişen karbonatlı ve kırıntılı kayac birimlerinin geniş alansal yayılıma sahip olduğu inceleme alanında bölgesel tektoniğin karmaşık olması, havzaların hemen her yerinde karstlaşmanın gelişmesinde egemen etkenlerden olan, geçirimli ve geçirimsiz birimler arasındaki dokanak ilişkilerinin aydınlatılmasında güçlükler neden olmaktadır. Bütün bu güçlüklerin yenilip tüm çalışma alanı genelinde karstlaşmanın ve karst yeraltısuyu akım sistemleri arasındaki ilişkilerin açıklanması uzun süreli çok sayıda araştırmanın yapılmasını gerektirmiştir. Bölgenin karst hidrojeolojisini aydınlatan bir çalışma Günay (1981) tarafından yapılmıştır. Burada bu çalışmanın ana hatları özetlenmiştir. Ayrıntılı fazla bilgi sözü geçen çalışmadan sağlanabilir.

4.1. Hidrojeoloji Birimleri

inceleme alanında yeraltısuyu taşıyan litolojik birimler kireçtaşı ve konglomeralardır. Bunların dışındaki birimler litolojik özelliklerine göre yarı geçirimli veya geçirimsizdirler. Alüvyon alanlar inceleme alanında genelde sınırlı olup yeraltısuyu sistemi üzerindeki etkileri pek önemli değildir (EK 4.1).

4.1.1. Geçirimli Birimler

inceleme alanında geçirimli birimler karbonatlı kayalardan ve karbonat çimentolu kırıntılı kayalardan oluşur. Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı karbonatlı kayalar geçirimli birimlerin büyük bir çoğunluğunu oluşturur. Alansal olarak en geniş yayılıma sahip birim olan Jura-Kretase kireçtaşı-dolomit birimi inceleme alanındaki ana karst akiferidir.

Tersiyer yaşlı konglomeralar inceleme alanında bulunan ikincil öneme sahip geçirimli birimdir. Bileşenlerinin yanısıra bağlayıcı malzemesinin de karbonatlı olması konglomera biriminin inceleme alanında karstik bir birim olarak ortaya çıkmasını sağlamıştır.

inceleme alanındaki karst kaynaklarının hemen hemen tümü Jura-Kretase yaşlı karstik kireçtaşlarından boşalır. Tersiyer konglomeralarının boşalmasını sağlayan karst kaynakları, Köprüçay havzasındaki 'Olukköprü kaynakları' dışında, kireçtaşı karst kaynaklarına göre daha küçük verdilerle boşalır.

Günay'a (1981) göre, Jura-Kretase yaşlı sürekli karbonat serisi inceleme alanındaki en büyük karst akiferini oluşturmaktadır. Beyşehir-Sugla göllerinden Manavgat Irmağına kadar uzanan bu birimde ileri düzeydeki karstlaşma yeraltısuyu rezervuarı hacminin büyük olmasını sağlamış ve oluşan karst sistemi, birbirleriyle bağlantılı olan akarsu veya göl-alıcı düden-karst kaynağı ilişkisi olarak iki veya üç ayrı sistem oluşturmaktadır.

İnceleme alanında yer alan akifer birimlerinin hidrojeolojik-hidrolojik özellikleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler Günay'da (1981) bulunabilir. Bu çalışmasında araştırmacı, konglomera akiferi ile kireçtaşı akiferindeki yeraltısuyu hızlarının aynı olduğunu, karst yeraltısuyunun her iki birimde de yaygın dolaşım sisteminden ayrı olarak yerel dolaşım sistemine de uyduğunu ileri sürmüştür.

4.1.2. Geçirimsiz Birimler

İnceleme alanında yer alan geçirimsiz birimler Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı otokton seyl, kumtaşı birimi, Tersiyer yaşlı kumtaşı, seyl, çamurtaşı birimi ve Tersiyer yaşlı flis birimleridir. İnceleme alanının genişliği ve birimlerde buna bağlı olarak fasiyes değişimleri dikkate alınırca geçirimsiz birimlerin litolojik yapının uygun olduğu yerlerde düşük verimli yerel akiferler oluşturmaları anlaşılabilir. Bölgesel öneme sahip olmayan bu birimler karstik birimlerle dokanakta oldukları yerlerde geçirimsiz sınır gibi davranırlar (Eroskay vd., 1986).

4.2. Karst Yeraltısuyu İzleme Çalışmaları

İnceleme alanında karst yeraltısuyu dolaşım sisteminin aydınlatılması amacı ile değişik tarihlerde çeşitli araştırıcı ve kuruluşlar tarafından karst yeraltısuyu izleme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar "Boya deneyleri" ile "Cevresel izotop çalışmaları" gibi, iki yöntemin kullanıldığı çalışmalar olarak iki grupta toplanabilirler.

İnceleme alanında önemli bir yer kaplayan ve karst sistemi sorununun kilit noktası durumunda olan Manavgat nehri havzasında bölgesel karst yeraltısuyu akım sistemlerinin belirlenmesi ve sistemin aydınlatılması amacıyla çok sayıda boya deneyi yapılmıştır. Bu deneylerin sonucunda, her ne kadar boya enjeksiyonundan uzun süre sonra çeşitli kaynaklarda boya gözlenmişse de Beyşehir gölü ile Manavgat ve Köprücay havzaları arasında hidrojeolojik ilişkinin varlığı kesin olarak saptanamamıştır. Bununla beraber Günay vd., (1976) tarafından yapılan Eynif-Beyçayırı deneyi, bölgede iki ayrı karst yeraltısuyu sisteminin varlığını ortaya koymuştur. Bölgede yeraltısuyunun akım hızının belirlenmesi amacı ile Günay ve Altuğ (1979) tarafından yapılan Değirmenlik deneyi sonucunda araştırmacılar yeraltısuyu hızının 500 m/gün olduğunu belirlemişlerdir. Boya deneyleri konusunda ayrıntılı bilgi Günay'dan (1981) sağlanabilir.

Su kaynaklarının geliştirilmesi ve planlanması çalışmalarında önemli yer tutan yeraltısuyu akış sistemlerinin ayırtlanması amacıyla ile suların çevresel izotop içeriklerine dayalı çalışmalar çok yararlı bilgiler sağlamaktadır. İnceleme alanında bu konuda da çok sayıda çalışma yapılmıştır. Belirli su noktalarından alınan su örneklerinin çevresel izotop içerikleri yardımıyla su noktalarının beslenme bölgeleri ve karst yeraltısuyu akış sistemleri arasındaki ilişkiler açıklığa kavuşturulmuştur. Bu çalışmaların, elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda Manavgat nehrine boşalan Dumanlı yeraltınehri beslenme alanının 800 m.-1300 m. kotları arasında kalan bölge olduğu belirlenmiştir. Dumanlı yeraltınehri ile yine Manavgat nehri üzerinde kurulan Oymapınar barajı mansab kaynaklarının çevresel izotop içeriklerinin birbirlerinden tamamen farklı olduğu ortaya konmuştur. Kaynaklardan alınan su örneklerinin trityum içeriklerinin değerlendirilmesi sonucunda ise Dumanlı yeraltınehri bağlı bulunduğu karst yeraltısuyu sisteminin yenilenme süresinin 15 yıl, mansab kaynaklarının bağlı bulunduğu sistemin ise 25 yıllık bir yenilenme süresine sahip olduğu belirlenmiştir (Yurtsever, 1979 ; Eroskay vd., den, 1986).

4.3. Su Kimyası Çalışmaları

İnceleme alanındaki önemli su noktalarından, arazi çalışmaları sırasında alınan su örneklerinde Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- içerikleri analiz edilmiş ve ayrıca arazide ve laboratuvarda

pH ve EC değerleri ölçülmüştür. Eser element analizi gerekli görülmeyince yapılmamıştır.

Bu bölümde arazi çalışmaları sırasında alınan 47 örneğin su kimyası analiz sonuçlarıyla beraber daha önce bölgede çeşitli amaçlarla yapılmış 23 örneğin su kimyası analizleri sonuçları değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yer alan kaynak, kuyu, akarsu ve gölün EC değerleri 300-700 mikromho/cm arasında değişmektedir. Genelde bu tür düşük EC değerleri iyi kaliteli kaynak sularına özgüdür. Suların sıcaklıkları ise 10-20 °C arasında değişmektedir. Kimi sularda bu değer 5-8 °C'ye kadar düşebilmektedir.

Bölgenin genelinde başlıca iyon içeriklerinin ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Buna göre Ca⁺⁺, HCO₃⁻, Cl⁻ ve SO₄⁼ iyonlarında dağılım geniş bir aralıkta olmakta ve suların bu iyonlar bakımından içerikleri değişmektedir.

Suların Fransız Sertlik Derecesine göre 15 ile 40 °F arasında bulunan değerleri ile sert olmayan sular sınıfına dahil oldukları belirlenmiştir.

4.3.1. Diyagramsal yorumlamalar

Su kimyası analiz sonuçlarını, sulardaki hakim anyon ve katyonları dikkate alarak değerlendirmek amacıyla çizilen Piper

diyagramlarına göre bölgedeki sular $Ca^{++} - HCO_3^-$ türü sulardır. Suların bazılarında % $SO_4=$ içeriği diğer örneklere oranla daha yüksek bulunmuştur (Ek 4.2). Bu durum yerel jips oluşuklarından ileri gelmektedir. Sulama alanındaki suların tümünde hakim anyonlar $HCO_3^- + CO_3^{--}$, hakim katyonlar ise Ca^{++} ve Mg^{++} dir. Buna göre bölgedeki suların tümü Kalsiyum-Magnezyum/ Bikarbonat-Karbonatlı sulardır.

Ek 4.2 'de, verilen ve kimyasal analiz değerlerinin üçgen diyagramlarda gösterdikleri dağılımlardan anyonlar için hazırlanan diyagram incelendiğinde sulardaki $(HCO_3^- + CO_3^{--})$ iyonunun etkin olduğu görülmüştür. Katyonlar için hazırlanan diyagramda ise etkin iyon (Ca^{++}) dir. Böylece bölgedeki karst akiferi sularının genellikle kalsiyumlu ve bikarbonatlı sular olduğu ortaya konmaktadır.

Ek 4.3 'te verilen graflarda anyon ve katyon değerleri yarı logaritmik kağıda işlenmiş ve oluşturulan karst kaynak grupları önce kendi içlerinde sonra da gruplar arasında denestirilmiştir.- Buna göre, 3,5,8,9,10 nolu örnekler; 21,22,26,29,31 nolu örnekler; 2,16,17,19,20 nolu örnekler; 13,14,15,32,39,41 nolu örnekler; 37,34,4,7 nolu örnekler; 27, 44, 35,11,43 nolu örnekler 18,24,30,33,47 nolu örnekler ve 1,25,38,40,42 nolu örnekler kendi aralarında birer grup oluşturmaktadırlar.

İnceleme alanındaki suların kimyasal analiz değerleri dairesel diyagramlar halinde çizilerek Ek 4.4 'te verilen su kimyası haritasına işlenmiştir.

4.3.2. Doymunluk Yorumlamaları

Ortamin karakteri konusunda bilgi veren yeraltısuyunun belirli minerallere olan doymunluğu bu çalışmada, WATEQB bilgisayar programı (Arıkan, 1985) ile hesaplanarak yorumlanmıştır.

Anhidrit doymunluğu: Sulfat tuzlarının hakim olduğu ortamlarda genelde zeolit oluşmaları ile beraber ve bazı sedimanter kayalarda görülen anhidrit mineralinin doymunluğu örneklerde -2.0 ile 3.0 arasında bir değer almaktadır. Bu, yeraltısuyunun anhidrit mineraline doymun olmadığını, dolayısıyla ortamın anhidritce fakir olduğunu göstermektedir.

Aragonit doymunluğu: İnceleme alanının genişliği, litolojinin yanısıra özellikle fasiyes değişimlerinin görüldüğü ortam olan bölge sularında aragonit doymunluğu 0.1 ile 0.4 arasında değişmektedir. Aragonit bir CaCO_3 mineralidir. Kalsit doymunluğu aragonit doymunluğu ile hemen hemen eşit değerler vermektedir.

Kalsite göre daha az bulunan dolomit doymunluğu geniş bir aralıkta değerler sunmaktadır. Beyşehir gölünün güneybatısından alınan örneklerde bu değer daha büyüktür. Bunun nedeni büyük bir olasılıkla Dipyoraz dağlarının büyük bir kısmını oluşturan dolomitlerin cznmesidir.

Jips doymunluğu: Kirecetaşı boşluklarında kristalleşmiş olarak veya kil mineralleri içinde tek tek kristaller halinde veya masif kütle seklinde bulunan jipsin doymunluğu bütün örneklerde -1.5 ile -2.5 arasında değişmektedir. Ortam jips açısından fakirdir.

Manyezit doygunluğu: Bir $MgCO_3$ minerali olan manyezit genellikle sedimanter kayalar içinde bulunan serpantinlerle beraber görülür ve sıcak suların etkisiyle çözünür. Ortamda serpantinlerin bulunması manyezit doygunluğunun önemli miktarda yüksek olmasını sağlamaktadır (0.1).

İkincil öneme sahip diğer minerallerinin doygunluk dereceleri Çizelge 4.2 'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Suların ikincil öneme sahip minerallere doygunluğu

Mineral	Doygunluk
Anhidrit	-2.937
Aragonit	0.113
Brusit	-5.305
Kalsit	0.265
Dolomit	0.284
Jips	-2.587
Halit	-9.091
Manyezit	-0.312

Yukarıdaki hidrojeokimyasal yorumlamalara göre, ortanda karbonatlı kayalar birincil, ofiyolit ise ikincil derecede suların kimyasına etki etmektedir.

Beyşehir Gölü suyunun yaşlı olması göl suyunun uzun sürelerde yenilendiğini göstermektedir. Bu durum gölden kaçak miktarının önemsiz olduğunu gösteren diğer bir kanıt sayılabilir.

5. SONUÇLAR, TARTISMALAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Beyşehir gölü havzasının komşu havza akımlarına olan etkilerinin araştırılması amacı ile yapılan çalışmalardan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Beyşehir gölü su seviyeleri ile komşu havzalardan Manavgat - Homa ve Köprüçay - Beşkonak akımları arasında basit ve çoklu korelasyon - regresyon analizleri sonucunda, Beyşehir gölü su seviyeleri ile Homa akımları arasında $r = 0.62$ lik bir korelasyonun, Beşkonak akımları ile de $r = 0.59$ luk bir korelasyonun bulunduğu saptanmıştır. Görüldüğü gibi korelasyon katsayılarının düşük olması, göl seviyesinin Homa ve Beşkonak akımlarına etki etmediğini göstermektedir.

Korelasyon analizleri, birden çok bağımsız değişken kullanılarak tekrarlanmış ve buna göre akımlar üzerinde en önemli etkinin havzada bulunan yağış istasyonlarından geldiği saptanmış, Beyşehir gölü su seviyelerinin çoklu korelasyona ancak 5. veya 6. bağımsız değişken olarak girdiği görülmüştür. Bu analizlere bağlı olarak Beyşehir gölünün havza akımları üzerindeki etkisinin zayıf olduğu sölenebilir.

Beyşehir gölü su bütçesi hesaplamaları ve sonuçların yorumunda kullanılan hidrolojik elemanlardan, yağış - akım ve buharlaşma verileri düzenlenmiş, homojenleştirilip eksik veriler tamamlanmıştır. Yapılan olasılık dağılım analizleri, yağış verilerinin Normal Dağılım Fonksiyonuna, akım verilerinin ise Log

- Normal Dağılım Fonksiyonuna uygun dağıldığını göstermiştir. Dağılım fonksiyonlarına uygunluk (ki kare) testi ile incelenmiş ve belirli büyüklüklerin yinelenme süreleri bu teste dayanarak bulunmuştur.

Korelasyon analizlerinden, ayrıca, Beyşehir gölü su seviyesi ile Beyşehir yağışları arasındaki ilişkinin kanaldan bırakılan su gibi bazı faktörlerden etkilendiği görülmüştür. Bunun üzerine korelasyon analizleri, kanalın çalıştığı ve çalışmadığı dönemler için tekrarlanmıştır. Yağış ile seviyelerin farklı ilkelere dayanan yöntemlerle ölçülmesi nedeni ile meydana gelebilecek hataların arındırılması amacı ile birikimli yağışlar ile seviye arasında bir dizi korelasyon analizi yapılmış ve yağış ile seviye arasında 0.7 lik bir ilişkinin varlığı saptanmıştır.

Bu arada Manavgat - Homa ve Köprüçay - Beşkonak akımları sırasıyla bağımlı değişken ve ilişkin havzadaki yağış istasyonlarında kaydedilen yağışların 0 - 10 ay zaman farklı dizileri bağımsız değişken olarak analiz edildiğinde Manavgat-Homa akımlarının Aydıncık yağışlarından yağışın olduğu dönemden ay sonra etkilendiği bulunmuştur.

Korelasyon analizleri sonuçlarının hidrolojik anlamlarının netleştirilebilmesi ve Beyşehir gölü seviyelerinin komşu havza akımlarına etkilerinin hidrolojik - hidrojeolojik açıdan yorumlanabilmesi amacıyla Beyşehir gölünün su bütçesi hesaplamaları yapılmıştır. Dikkat edilen nokta, bütçe denklemi bileşenlerinin olduğunca hassas bir şekilde elde edilmesi ve hesaplamalarda, hatalardan mümkün olduğunca arındırılarak kullanılması olmuştur.

Basit bütçe denklemi ile aylık bazda yapılan bütçe hesaplamalarından 23 yıllık bir ortalama bulmak amacıyla başlama noktası olarak 1959 yılı aralık ayının son gününde gözlenen göl seviyesi alınmıştır. Göle ait seviye - hacim - kot eğrisinden bu seviyeye karşılık gelen hacim okunmuştur. Bütçe hesaplamalarında 1960 yılı Ocak ayında göle giren (çıkan) net su miktarı bulunan hacme eklenmiştir. Bulunan miktar hesaplanan hacimdir. 1960 yılı boyunca her ay için hesaplama bundan sonra gözlenen seviyeler değil bir ay önce hesaplanan hacim dikkate alınarak yapılmıştır. Öte yandan, gözlenen hacim, göl seviye kayıtlarından alınan ve ayın son günündeki seviyeyi veren değere, seviye - hacim eğrisinde karşılık gelen hacim olarak belirlenmiştir. Gözlenen hacim ile hesaplanan hacim arasındaki fark kaçak veya beslenme miktarını verecektir. 1960 yılının ilk ayında hesaplanan hacim, 1982 yılının son ayında hesaplanan hacimden çıkarılarak yıl sayısına bölünmüş ve aynı işlem gözlenen hacim için yapılarak ikisi arasındaki fark bulunmuştur. Bulunan rakam kurak dönemlerde, kaçağın minimum olduğu, beslenmenin görüldüğü dönemleri de içermektedir, Buna göre 23 yıllık bir dönem boyunca ortalama kaçak miktarı $5 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak bulunmuştur.

Her yıl için ayrı ayrı hesaplamaları tekrarlayarak aylık bazda kaçak veya beslenmeler bulunmuştur. Bu hesaplama göre gölden 1975 yılı Mart ayında $28.7 \text{ m}^3/\text{s}$ lik bir kaçak oluşmuştur. Gölden meydana gelen kaçak ile seviye arasındaki ilişkinin araştırılması sonucunda kaçakların seviyeye bağlı olduğunu göstermiştir. Göl seviyesi yükseldikçe, kaçak miktarı artmaktadır. Ancak göl

seviyesinin 1123 m kotundan düşük olduğu durumlarda kaçak gözlenmemekte, aslında yıl boyunca meydana gelen beslenme açığı çıkmaktadır. Göl seviyesinin 1123 m kotundan düşük olmasıyla kaçakların kesilmesi, kaçak zonunun 1123 m kotunda ve daha yüksek kotlarda bulunduğunu göstermektedir. Gölün batı, güney ve kuzeybatısında bu kot civarında görülen düdenler olasılıkla bu kaçağın oluştugu tek kaynaktır.

Göl seviyesinin 1123 m kotundan düşük olduğu dönemler yıl içinde kurak geçen dönemlerdir ve Haziran - Eylül ayları arasındaki dönemdir.

5.2. Tartışma

Hidrolojik parametrelerin rassal olmaları nedeniyle birbirleri arasındaki ilişkileri stokastik bir karakter taşırlar. Rassal değişkenler zaman ve uzayda önceden hangi olasılık dağılımına uyduğu bilinmeyen değişkenlerdir. Bağımsız bir değişken olan yağışın yeterli hassaslıkla ölçüldüğü şüphelidir. Bunun gibi akım ve buharlaşma parametrelerinin de içerdiği hata oranı azımsanacak büyüklükte değildir. Bu, özellikle Thornthwaite yöntemi ile gerçek buharlaşma - terlemenin saptanması sırasında kullanılan 100 mm. lik rezerv suyun varsayımı dikkate alındığında daha da açık bir şekilde görülmektedir. Yorumlamalarda bu hataların ve hata kaynaklarının gözönünde bulundurulması gerekmektedir. Hata oranlarının minimize edilmesi için parametrelerin istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Yapılan korelasyon analizleri sonuçlarını hidrolojik açıdan anlamlandırabilmek için bölgenin karst hidrojeolojisi ile beraber yorumlanmaları gerekmektedir. Korelasyon analizi sonuçları, model çalışmaları, izleme teknikleri ile yapılan çalışmalar ve su kimyası sonuçlarına uygun ve anlamlı yorumlar sağlayabilmektedir. İzleme çalışmaları havzalar arasında net ilişki vermemiş, bunun yanında izotop çalışmaları göl suyunun genç olmadığını göstermiştir. Öte yandan Dumanlı kaynağından alınan örneklerin izotop içeriklerine bakılarak, boşalan suyun uzun bir yolculuk yaptığı ileri sürülmüştür.

Eğer Beyşehir gölünden yüksek miktarda kaçak olsaydı; göl suyunun yaşlı olmaması gerekirdi. Öte yandan eğer ilişki varsa, Dumanlı kaynağının suyunun Beyşehir gölü suyundan da yaşlı olması gerekirdi. Buna uygun olarak Dumanlı kaynağının Manavgat havzasının batısındaki kapalı havzalardan ve Suğla gölünden beslendiği sonucuna varılmıştır (Yurtsever,1979).

Korelasyon analizlerinden alınan sonuçlar Beyşehir gölü seviyelerinin komşu havza akımlarına etki etmediğini göstermektedir. Ancak bu sonuç, Beyşehir gölü - komşu havzalar arasında herhangi bir hidrojeolojik ilişkinin olmadığı anlamına gelmektedir. Karst akiferinin çok büyük olması, etkinin katedilen yol ve zamanda sönümlenmesini sağlamakta ve etki çıkış noktasında görülmektedir.

Öte yandan Beyşehir gölü su bütçesi hesaplamaları ortalama kaçak miktarının sanıldığı kadar önemli olmadığını göstermiştir. Olduğunca hassas olarak incelenen bütçe denklemi

elemanları ile yapılan hesaplamalardan elde edilen sonuçlarla beraber ele alınırrsa, korelasyon analizleri, havzalar arasındaki hidrolojik ilişkinin de ancak su seviyesinin belli bir kotu astığı andan itibaren önemli olabileceğini göstermektedir.

5.3. Öneriler

Bu çalışmada yapılan korelasyon analizleri ve su bütçesi hesaplamalarına ek olarak uygulanan ancak sonuç vermeyen BEMER modeli yeniden gözden geçirilmeli ve gereken yerlerde değişiklikler yapılarak uygulanmalıdır. Bu konuda halen sürmekte olan ve UNDP TUR/81/004 projesi kapsamında Dr. Alpaslan Arıkan tarafından yürütülen çalışmalar yol gösterici nitelikte olup Teknik Rapor şeklinde hazırlanacaktır. Modelin eksiklikleri ve öneriler konusunda fazla bilgi söz konusu kaynaktan elde edilebilir.

Beyşehir gölünden sulama amacı ile daha büyük oranlarda yararlanma durumunda göl seviyesinin 1123 m kotu üzerinde olduğu dönemlerde kaçak olayının başlayacağı ve seviye yükseldikçe kaçak miktarının artacağı gözönünde tutulmalıdır. Kaçakların meydana geldiği düdenlerin çok sayıda olması bir yana, tıkanıkları taktirde yeraltısuyu sisteminde değişiklik yapacaktır. Ancak irili ufaklı tüm düdenlerin belirlenebilmesi ve tıkama işlemlerinin yapılması hemen hemen olanaksızdır. Eğer seçim yapılarak tıkama gerçekleştirilecekse, elde edilecek yarar maliyeti karşılamayacaktır. Çünkü, kaçakların büyük bir kısmı, giriş ağız tek nokta olmayan çok sayıda küçük düdenden meydana gelmektedir.

3

Bütçe hesaplamaları sonucunda bulunan ortalama 5 m /s lik kaçak miktarı aslında 23 yıllık kurak ve yağışlı dönemleri de kapsayan bir periyodun ortalamasıdır. Kurak dönemler içinde görünür hale gelen beslemelerin yağışlı dönemlerde arttığı ve bunun da ortalama kaçak miktarı içinde kapsandığı düşünülmektedir. Kaçak miktarı hakkında doğrudan bilgi için aylık bütçe hesaplama sonuçları dikkate alınmalıdır.

Bölgesel karst yeraltısuyu sistemi dikkate alındığında, komşu havza akımlarına gelebilecek katkıların analizi için Beyşehir gölü-Suğla gölünün tek bir sistem olarak ele alınması gerekmektedir. Özellikle komşu havza akımlarına olan katkının oransal olarak belirlenebilmesi için Suğla gölü su bütçesinin aynı hassasiyet içinde hesaplanması gerekmektedir.

Beyşehir gölü-komşu havza akımları etkileşiminin araştırıldığı bu çalışmanın kapsamı dışında tutulan hidrojeolojik ilişkilerin saptanması amacı ile uzaktan algılama tekniklerinin sağladığı olanaklardan yararlanılmalı ve özellikle bölgenin "infrared" ve "thermal band" ları yorumlanmalıdır. Uzay fotoğraflarından çıkarılacak çizgisellik haritalarının daha önce yapılan izleme çalışmaları doğrultusunda yorumlanması olası hidrojeolojik ilişkinin varlığı konusunda önemli bilgiler sağlayabilir. Bu yorumlamalar ışığında yapılacak jeofizik çalışmaları, ilişkinin varlığını nisbeten kesinleştirecektir. Jeofizik çalışmaları, olası erime kanallarının konumu ve geometrisini belirleyebilecektir.

6.KAYNAKÇA

- Aksoy, S., 1966, Beyşehir Gölü Su Potansiyeli Hesabı, Beyşehir Manavgat ilişkisi ve Varılan Sonuçlar : D.S.T. Rapor Arşivi, Ankara
- Altuğ, S., 1969, Batı Toroslarda Tektonik ile Karstlaşma Arasındaki İlgiliye Bir Örnek: Manavgat- Dymapınar Baraj Yeri : T.J.K. Bült. 12,77-94, Ankara
- Arıkan, A., 1979a, Ege Havzalarında Yıllık Akımların Tahmin Modeli ve Dağılım Fonksiyonları: Birinci Ulusal Hidroloji Kongresi Tebliğleri, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul
- Arıkan, A., 1979, Hidrolojide Kullanılan Çarpık Karakterli Dağılım Fonksiyonları ve Bilgisayar Programları : III. DSİ Hidroloji Semineri, Antalya, DSİ Matbaası, Ankara
- Arıkan, A., 1984, Hidrolojide İstatistik Yöntemleri : Mühendislik Hidrolojisi Seminer Notları, EtEi Yayınları, Ankara
- Arıkan, A., 1985, WATEQB, A Computer Program for IBM PC to Calculate Chemical Equilibrium of Natural Waters: HÜ/UNDP Project (TUR/81/004) Technical Report no. 25/1, HÜ Karst Archives and Library, Ankara (unpublished).

- Arıkan, A., Ekmekci, M., 1985, A Multidimensional Approach to Rainfall-Streamflow Relationship in Manavgat River Basin, Turkey: Proc. of Int. Symp. on Karst Water Resources, (Editors: G. Günay, A.I. Johnson) IAHS Publ. No:161, pp.57-65, Ankara
- Arıkan, A., Bayarı, S., Ekmekci, M., Varol, Z., 1986, WATEQB Bilgisayar Programıyla Doğal Suların Kimyasal Dengesinin Modellenmesi, Eşençay ve Beyşehir Gölü Havzaları Örneği (Özet): T.J.K. Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara
- Atalay, İ., 1975, Tektonik Hareketlerin Sultan Dağlarının Jedromfolojisine Olan Etkileri :T.J.K. Bül. C,19, S 1, Ankara
- Aygen, T., 1967, Manavgat-Dymapınar Barajı ile Beyşehir-Suğla Gölü Managat Çayı Havzasının Jeolojik, Hidrojeolojik ve Karstik Etüdü : EİEİ Özel Arşivi, Ankara
- Back, W., 1961, Calcium Carbonate Saturation in Groundwater from Routine Analysis: USGS Water Supply Paper 1535-D, US Government Printing Office, Washington, USA
- Back, W., and Zoetl, J., 1975, Application of Geochemical Principles, Isotopic Methodology and Artificial Tracers in Karst Hydrology: Hydrogeology of Karst Terrains, IAH, Paris, France

- Back, W., 1985, Geochemical Aspects of Karst Hydrology: Mission Report to UN-DTCD, Karst Water Resources Research Center Project, TUR/B1/004, HU, Ankara
- Bayarı, S., 1986a, THORN, A Computer Program to Calculate Thornthwaite Budget: HQ/UNDP Project (TUR/B1/004), Technical Report no. 86/4 HU Karst Archives and Library, Ankara (unpublished)
- Bering, D., 1971, The Development of the Neogene and Quaternary Intramountain Basin Within the Pisidic Lake District in S. Anatolia:
- Bezes, C., 1976, Contribution a la modelisation des systemes aquifers karstiques: C.E.R.G.A., Montpellier, France
- Blumenthal, M., 1947, Seydisehir-Beysehir hinterlandındaki Toros dağlarının jeolojisi: MTA yayını, seri D, No:2, Ankara
- Brinkmann, R., 1976, Geology of Turkey : Elsevier Scientific Publ. Co., N.Y, USA
- Çalışkan, H., 1974, Beysehir gölü geliştirilmesi ve Beysehir-Suğla-Apa kanalı islah projesi teklif raporu: DSİ, Konya
- Çultu, L., Altunbilek, H. D., 1971, Statistical analysis of Manavgat River basin recharge characteristics: METU civil eng. dept., water operations lab., Technical publ. no: 2, Ankara

- Dincer, T., Payne, B.R., 1971, An environmental isotope study of the South-Western Karst Region of Turkey: Journal of Hydrology, 14,233-258
- DSİ, 1974, Beyşehir Gölünün kritik durumu hakkında rapor, Konya
- DSİ, 1984, Konya- Cumra Projesi II. Merhale geliştirilmesi Planlama raporu, Konya
- Dumont, J.F., 1977, Karacahisar Kubbesi içinde (Isparta Bölgesi, Türkiye) yüzeyleyen iki tip Paleozoyik taban ve bunların Orta Triyas'tan önce meydana gelen eski tip tektonik hat tarafından ayrılmaları: M.T.A. Yayını, No: 90, s. 74-78, Ankara
- Dumont, J.F., 1976 (a), Subject de la These: A L'universite de Paris-Sud Centre d'orsay
- Dumont, J.F., 1976 (b), Isparta kıvrımı ve Antalya Naplarının orijinini Torosların Üst Kreatese tektonizasyonu ile oluşmuş yapısal düzeninin büyük bir dekolman transtork arızayla ikiye ayrılması varsayımı: M.T.A. dergisi, No 86, s. 50-57, Ankara
- Dumont, J.F., Monod, O., 1976, Dipoyraz dağ masifinin Triyasik karbonatlı serisi (Batı Toroslar, Türkiye): M.T.A. dergisi, No: 87, s. 26-38, Ankara
- Dumont, J.F., Kerey, E., 1975 (a), Eğridir gölü Güneyinin (Isparta ili) temel jeolojik etüdü: T.J.K. bült. 18, Ankara, 169-174 s.

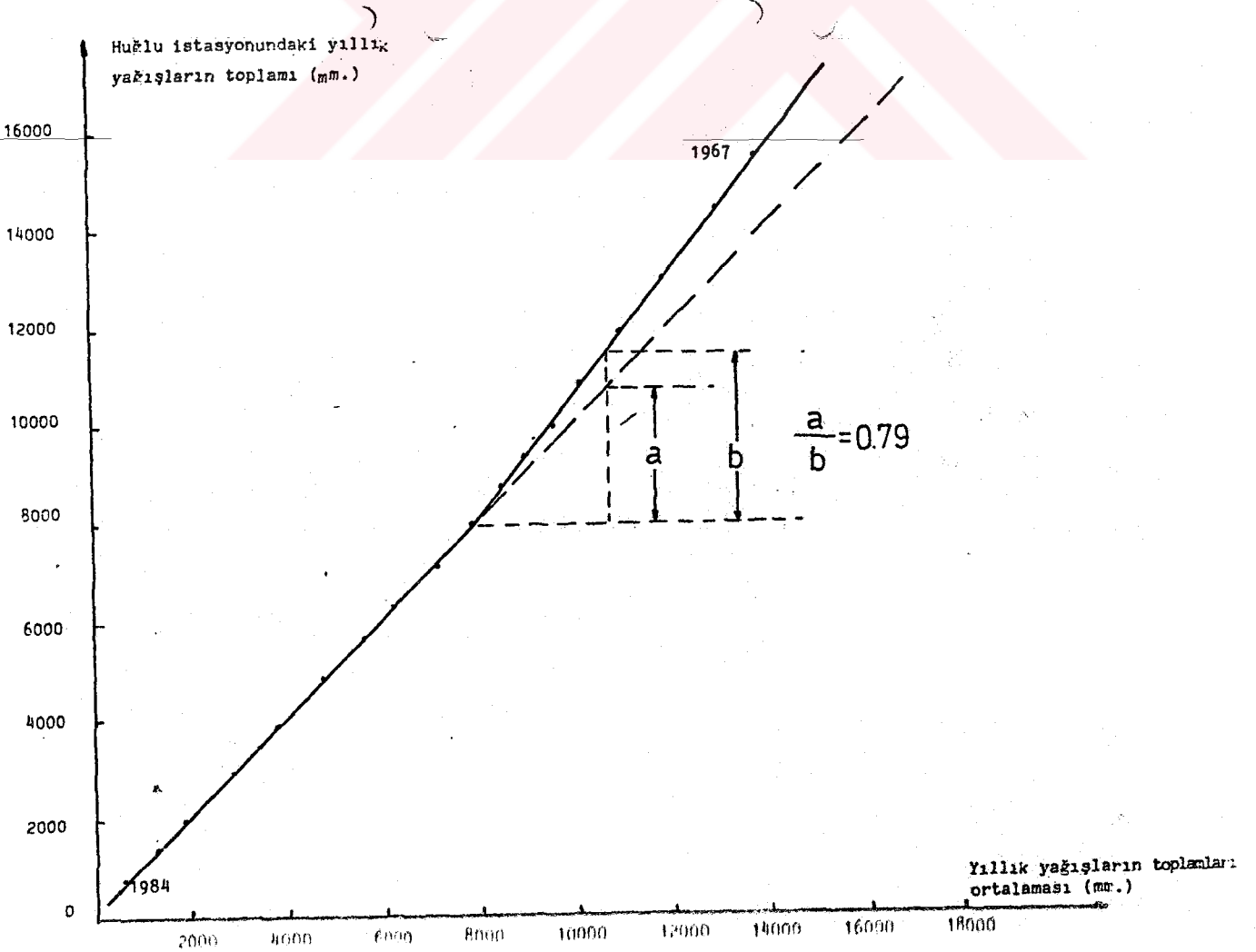
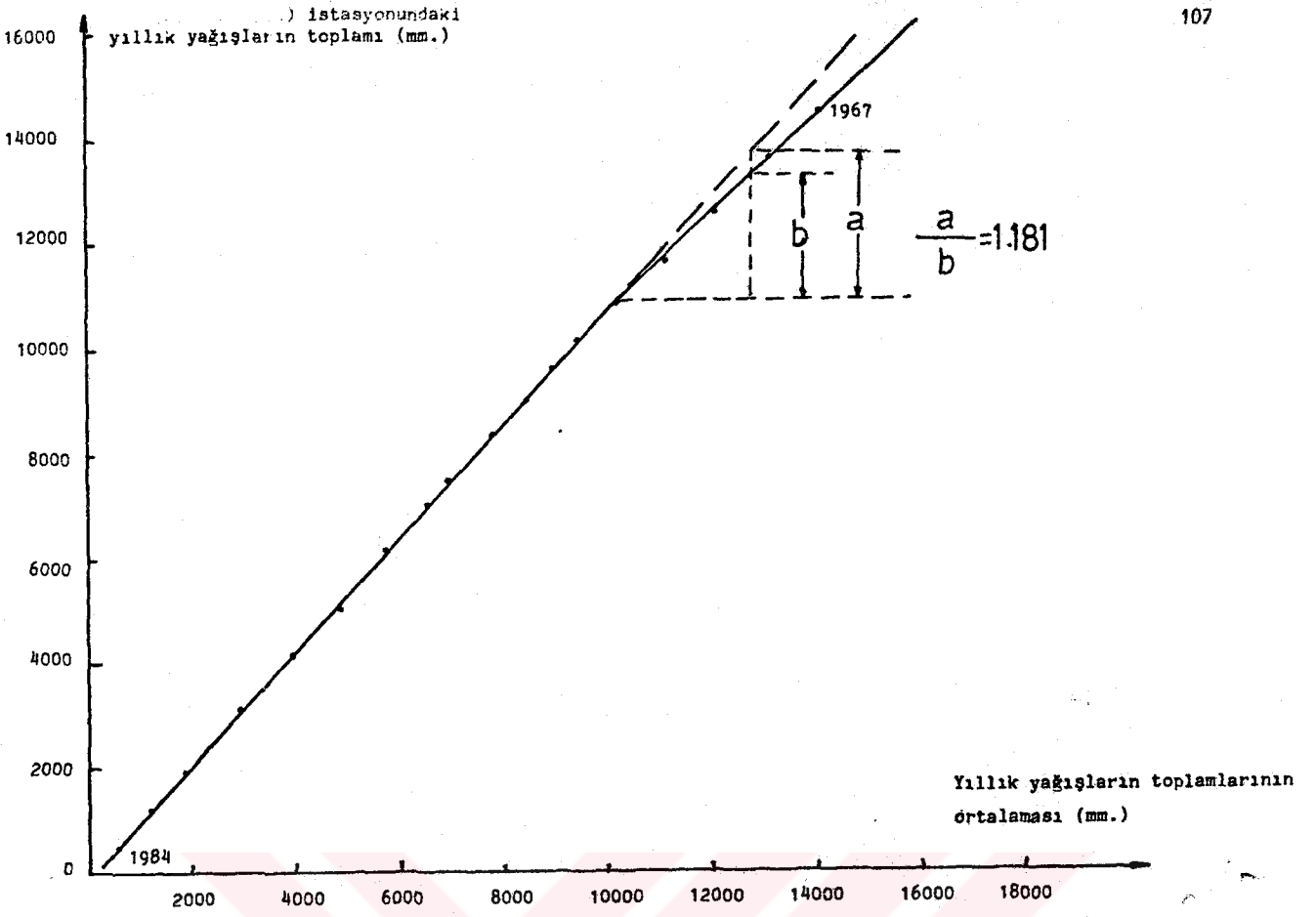
- Dumont, J.F., Kerem, E., 1975 (b), Kırkkavak Fayı: Batı Toroslar ile Köprüçay baseni sınırında Kuzey-Güney doğrultu atımlı fay: T.J.K. bült. 18, Ankara
- Eroskay, S.D. and Günay, G., 1980, Tecto-Genetic Classification and Hydrogeological Properties of the Karst Region in Turkey: Proceedings, International Seminar on Karst Hydrogeology, Oymapınar, DSİ-UNDP Project Publ., DSİ, Ankara, pp. 385.
- Gutnic, M., 1970, Geologie du Taurus pisidien au nord d'Isparta (Turquie): Academie de Versailles Universite de Paris-Sud faculte des sciences d'Orsay, pp.130.
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A., Dumont, J., 1979, Geologie des Taurides occidentales (Turquie). Societe Geologique de France, 77, Rue Claude-Bernard (va), Paris, pp. 109.
- Güldalı, N., 1967, Akseki Polyesi, Torosların karstik bölgelerdeki dağlar arası ovaların oluşumu ve gelişimi, T.J.K. bült., cilt 19, s. 143-148, Ankara.
- Güldalı, N., 1978, Toros Paleokarstı ve Seydişehir- Akseki boksit yatakları: Jeomorfoloji dergisi, sayı 7, s. 1-21, Ankara.
- Güldalı, N., 1981, Suğla ovasının karst hidrojeolojisi ve Suğla gölü sorunu: Jeomorfoloji dergisi, sayı 10, s. 33-57, Ankara.

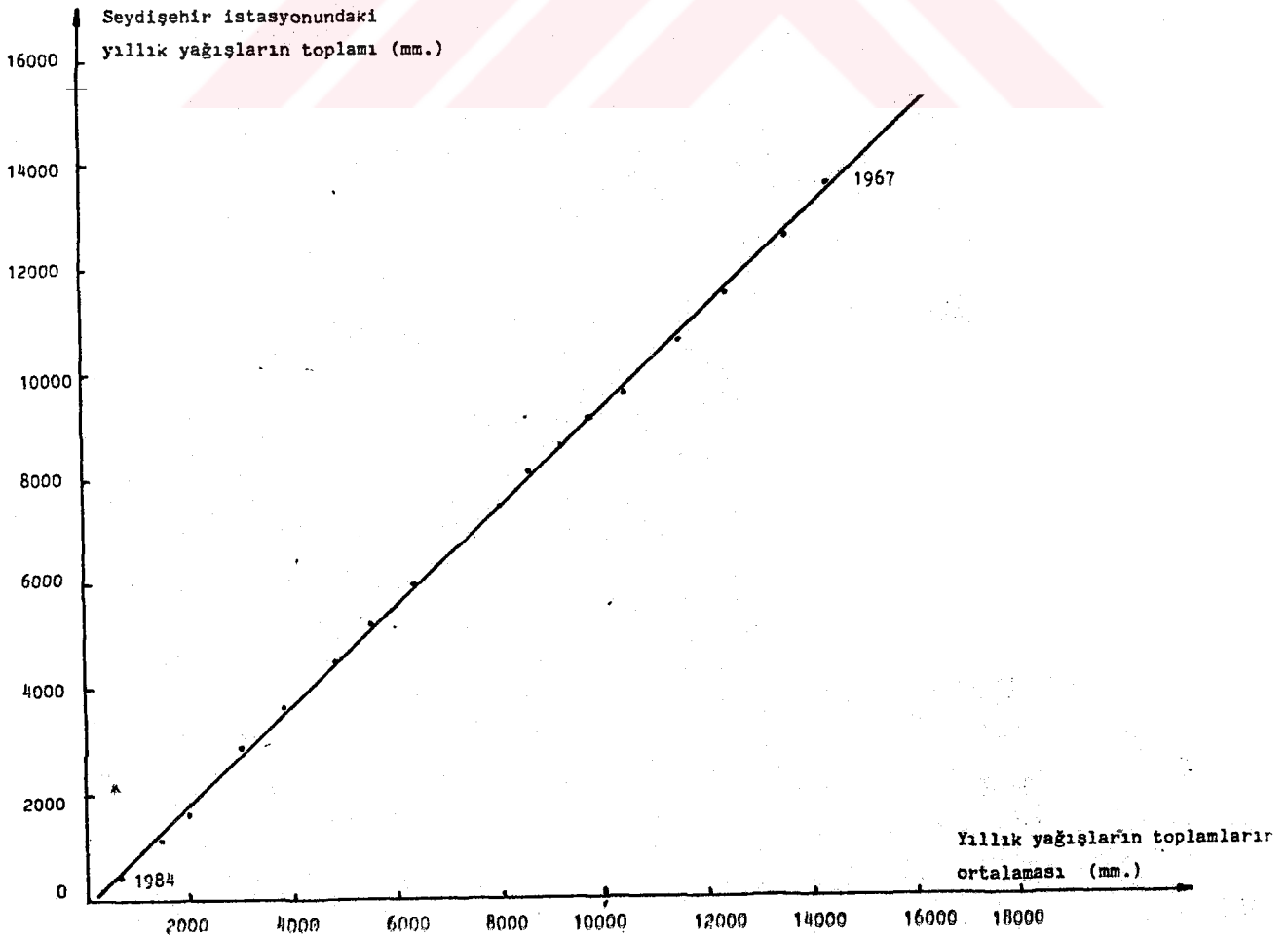
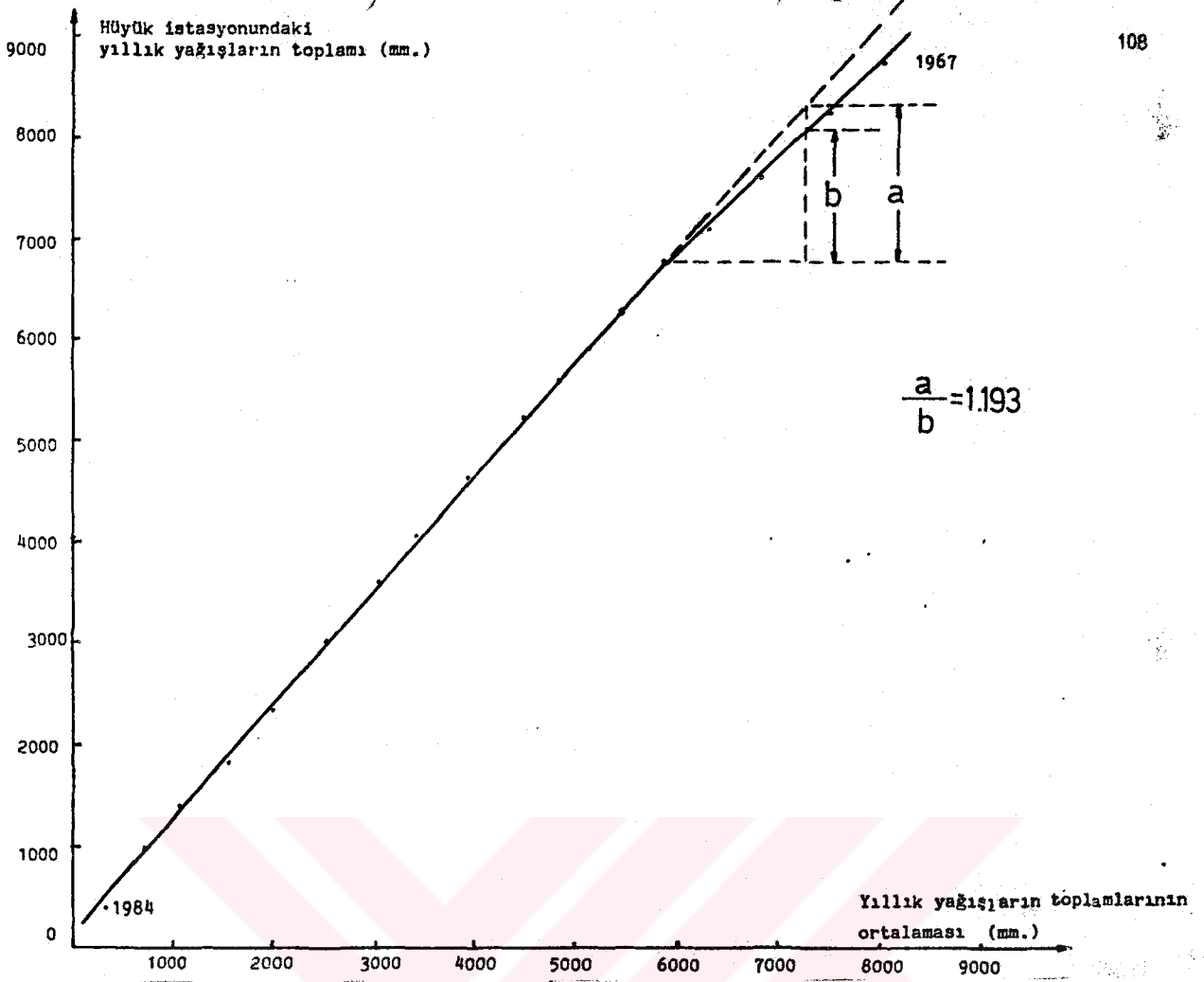
- Günay, G., Ataman, Y., Doğan, L., 1976, Oymapınar Projesi Aşağı Eynif boya deneyi raporu: DSI Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı ve DSI XIII. Bölge Md. Oymapınar Barajı kontrol Amirliği yayını, 28 s.
- Günay, G., and Karanjac, J. (Editors), 1978, Karst Hydrogeology, Symposium Proceedings. DSI-UNDP Publ., 295 p.
- Günay, G., Sipahi, H., 1979, Eğridir-Beyşehir gölleri ile Akdeniz arasındaki alanda yapılan karst hidrojeolojisi çalışmaları: Mühendislik Jeolojisi Simpozyumu, TJK yayını, 49-54.
- Günay, G., (Editor), 1980. Karst Hydrogeology. Proceedings of Int. Symposium of Karst Hydrogeology-Oymapınar, Turkey, DSI- UNDP Project Publ. 385 p.
- Günay, G., Eroskay, S.O., 1981, Türkiye karstının tektogenetik sınıflaması ve hidrojeoloji özellikleri, 35. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiriler, Ankara.
- Günay, G., Karanjac, J., 1980, Development of karst water resources of Turkey with emphasize on groundwater -A United Nations-Assisted Project. Natural Resources, 4, 61-73, United Nations, N.Y., U.S.A.
- Günay, G., 1981. Manavgat Havzası ve Yakın Dolayının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi Hacettepe Üniv. Müh.Fak. Ankara (Doc.Tezi) Yayınlanmamış
- Günay, G., 1985, Karst Groundwater Study in Manavgat River Basin Turkey. Int.Symp.on Karst Water Resources, Ankara, Turkey.

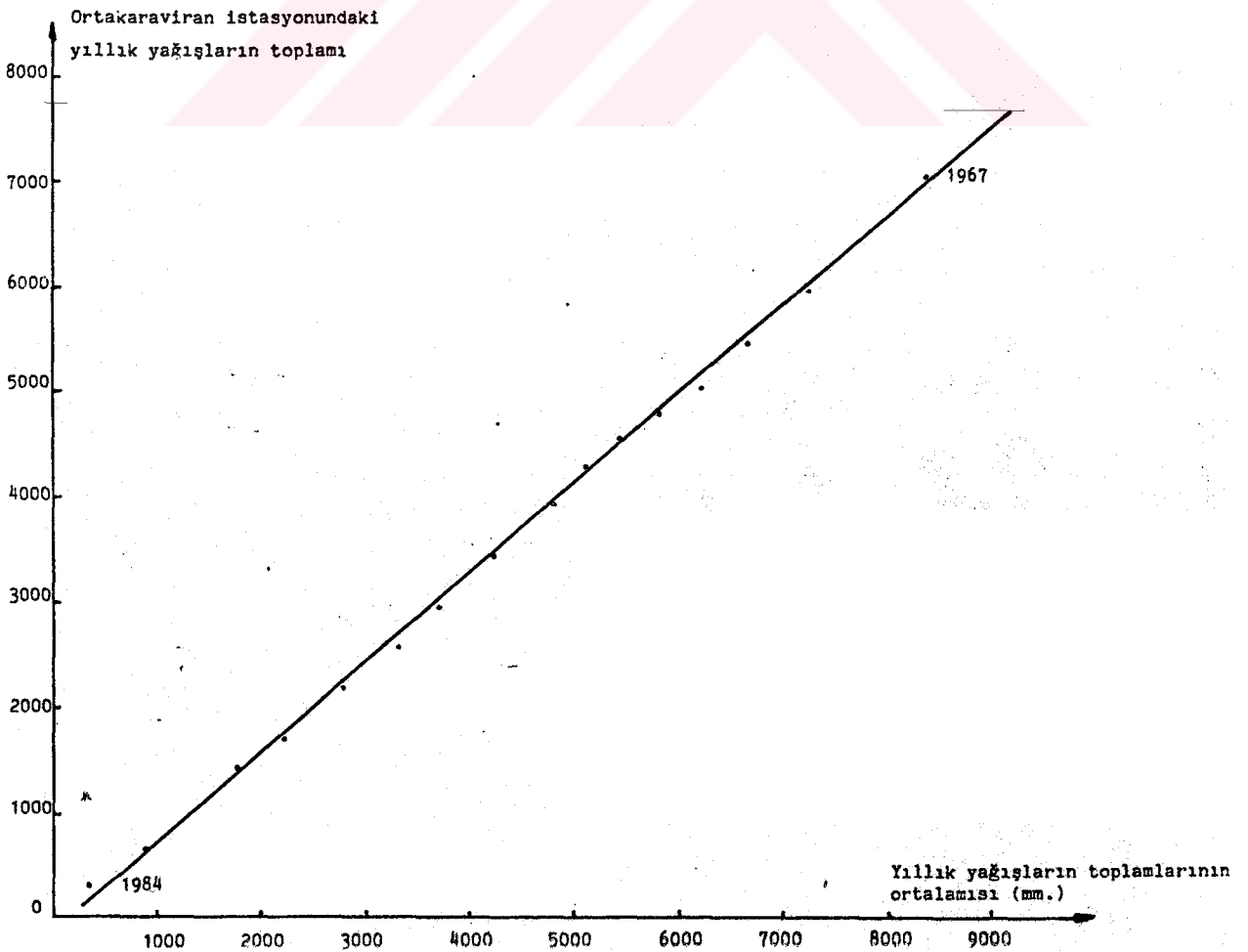
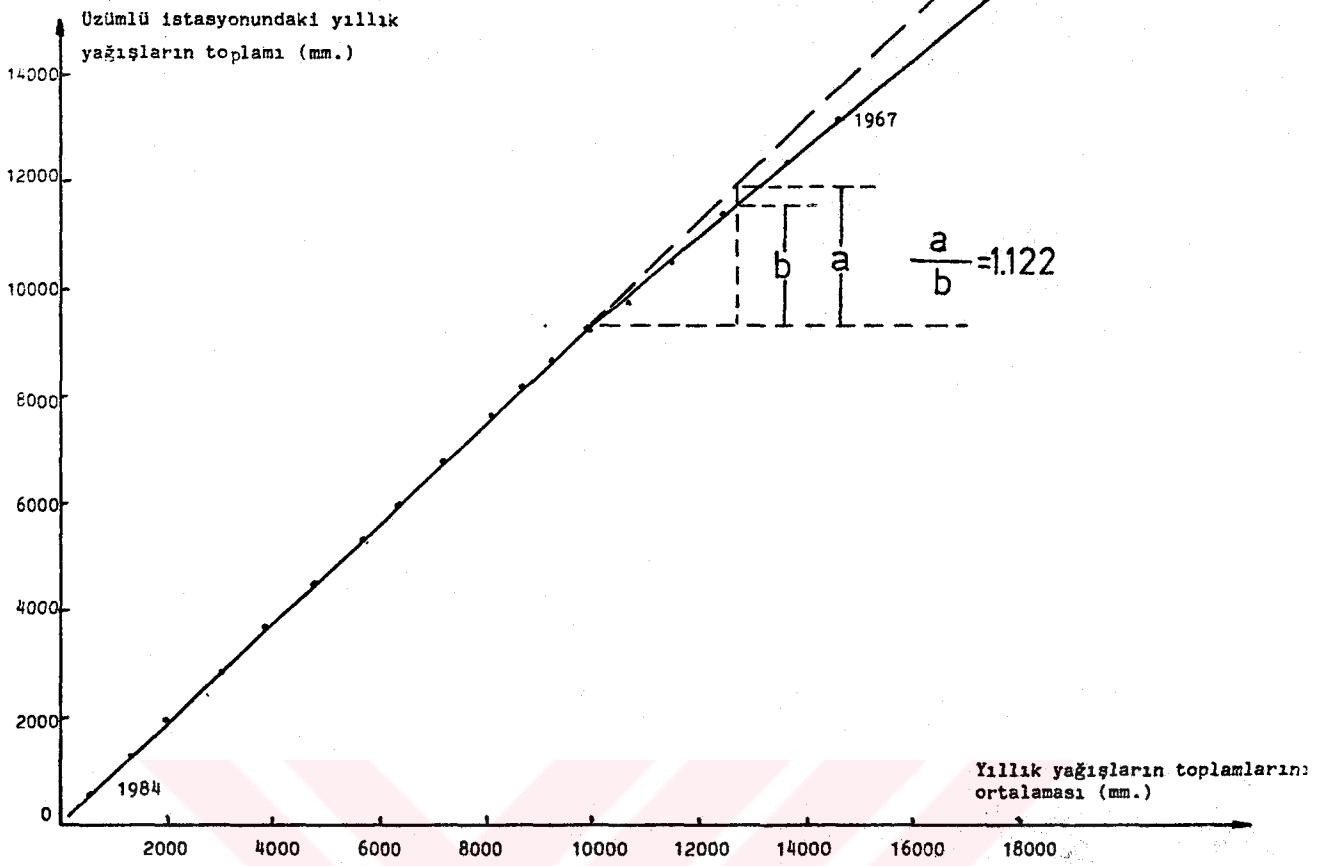
- Günay, G., Johnson, A.I. (Editors), 1986, Karst Water Resources, Proceedings of Ankara Symposium, International Association of Hydrogeological Sciences Publ. No.161. Institute of Hydrology, Wallingford, Oxon, Ox10 9BB, UK.
- Gürer, İ., Arıkan, A., and Çultu, L., 1979, The Analysis of Hydrometeorological Inputs of Beyşehir - Antalya Karst Area: Proceedings, Int. Seminar on Karst Hydrogeology, Dymapınar, Antalya, Turkey
- Hem, J.D., 1959, Study and Interpretation of chemical characteristics of natural water: USGS Water Supply Paper no.1347, Second Edition, US Government Printing Office,
- Herak, M., and Stringfield, V.T., 1972, Karst: Elsevier Publ. Co., pp.551.
- Ketin, İ., 1982, Türkiye Jeolojisine genel bir bakış: İTÜ yay. Sayı 1259, İstanbul, s.595.
- Kocyiğit, A., 1981, Isparta bölüğünde (Batı Toroslar) Toros karbonat platformunun evrimi. TJK bült., cilt 24, sayı 2, s. 15-23, Ankara
- Köymen, R., 1970, Beyşehir lake hydrology: M.Sc Thesis, M.E.T.U. Faculty of Engineering, pp. 72
- Marcaoux, J., 1979, Antalya Naplarının genel yapısı ve Tetisid Güney kenarı Paleocoğrafyasındaki yeri: TJK bült. 22, s.1-5.

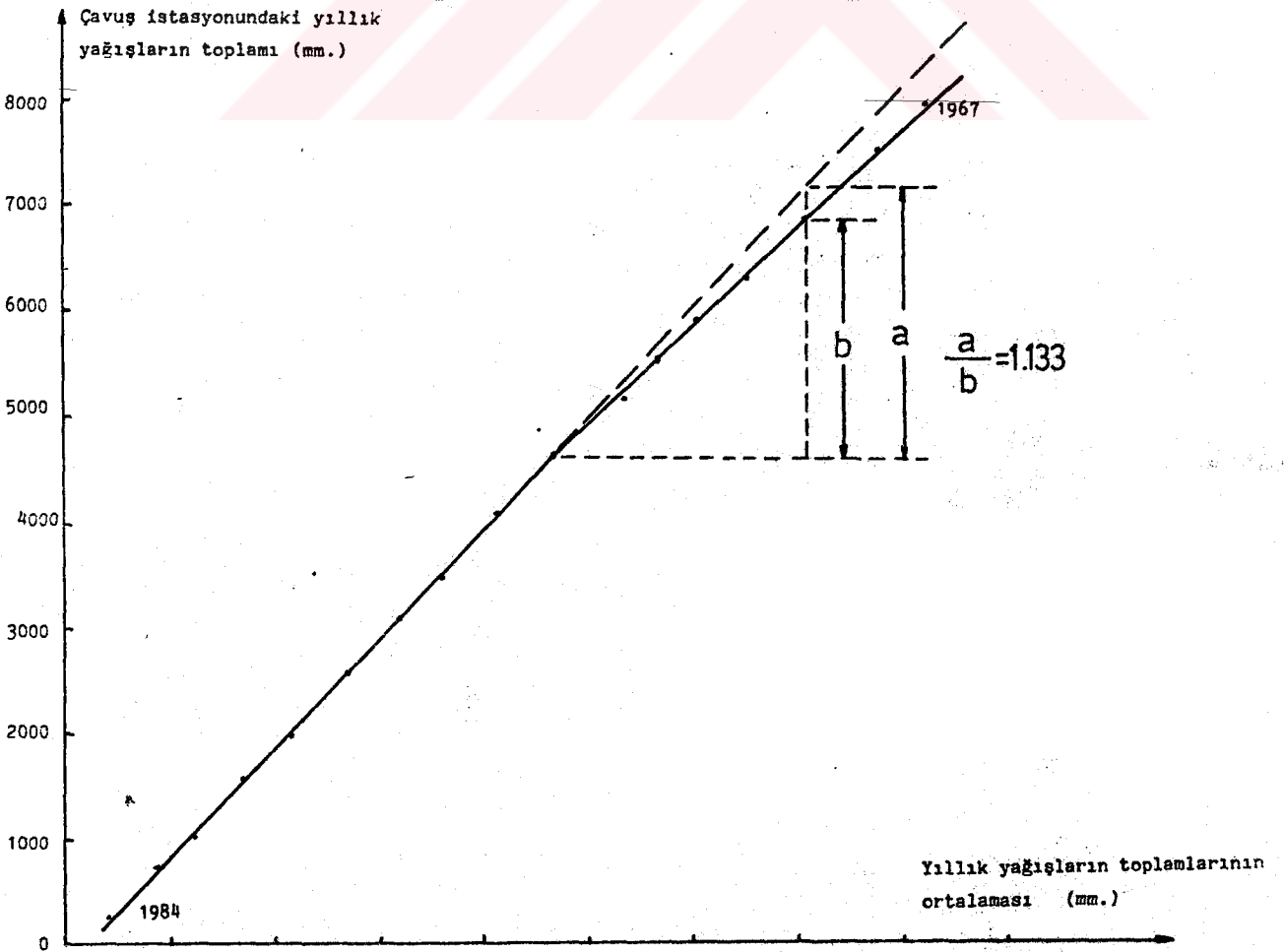
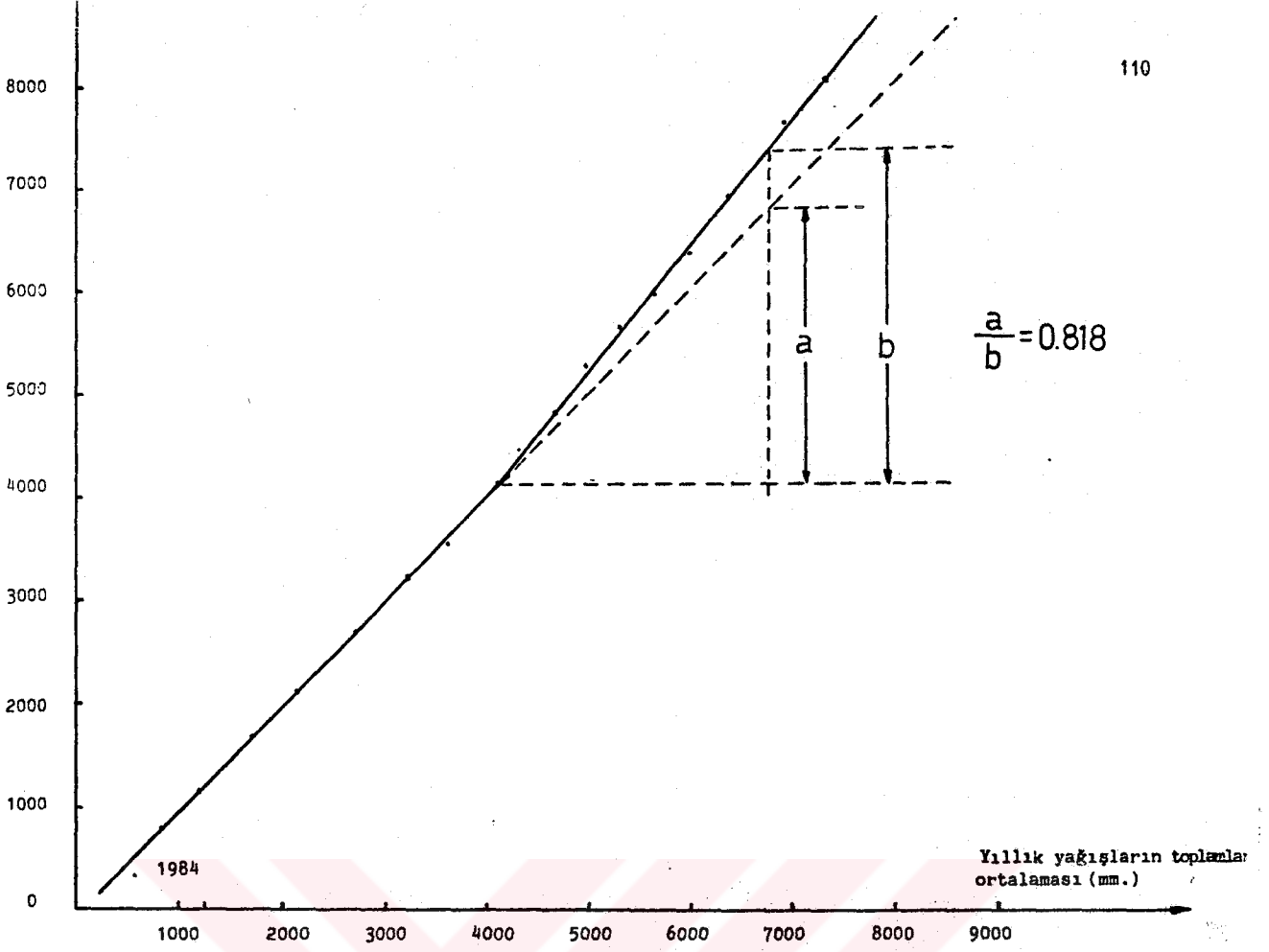
- Martin, C., 1969, Akseki kuzeyindeki bir kısım Torosların stratigrafik ve tektonik incelemesi: MTA dergisi, No 72, Ankara, 158-176 s.
- Matthess, G., 1982, The properties of groundwater, John Wiley and Sons, Inc., USA, 406 p.
- Milanovic, P.T., 1981, Karst Hydrogeology, Water Resources Publ. p. 58-81, 433 p., USA
- Monod, D., 1977, Resherches Geologiques dans le Taurus Occidental du Sud de Beyşehir (Turquie): These, L'Universite de Paris Sud "Centre D'Orsay" Docteur es Sciences Orsay, 442 s.
- Monod, D., 1978, Güzelsu-Akseki bölgesindeki Antalya Napları üzerine açıklama (Orta Toroslar, Türkiye), Precisions upon the Antalya Nappes in the region of Güzelsu=Akseki (Western Taurus, Turkey): TJK bült., 21, 27-29.
- OEXOCO, (Offshore Explaration Oil Company), 1976, Manavgat-I kuyu terk raporu: Petrol İşleri Gn. Md., ANTA, OXO 76,50
- Özgül, N., 1971, Orta Torosların Kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi. TJK bült. 14(1), 85-101.
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeolojik özellikleri: TJK Bülteni, c. 19, no. 1, s.65-78, Ankara
- Özis, Ü., ve Keloğlu, N., 1975, Pınar katkılı akarsuların çevirme santrallerine derlenmesi: DSİ Teknik Bülteni no.31, s. 31-36, Ankara

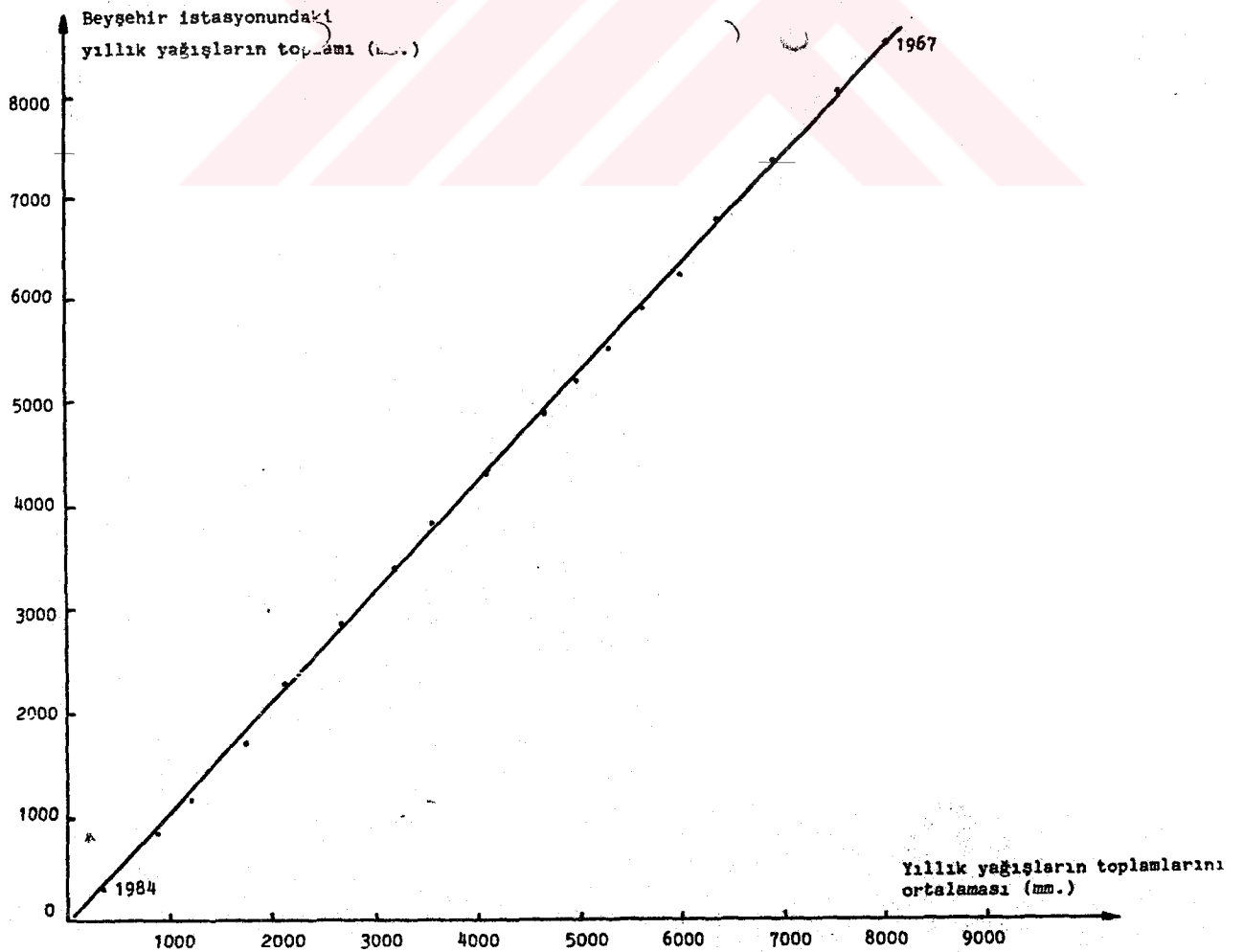
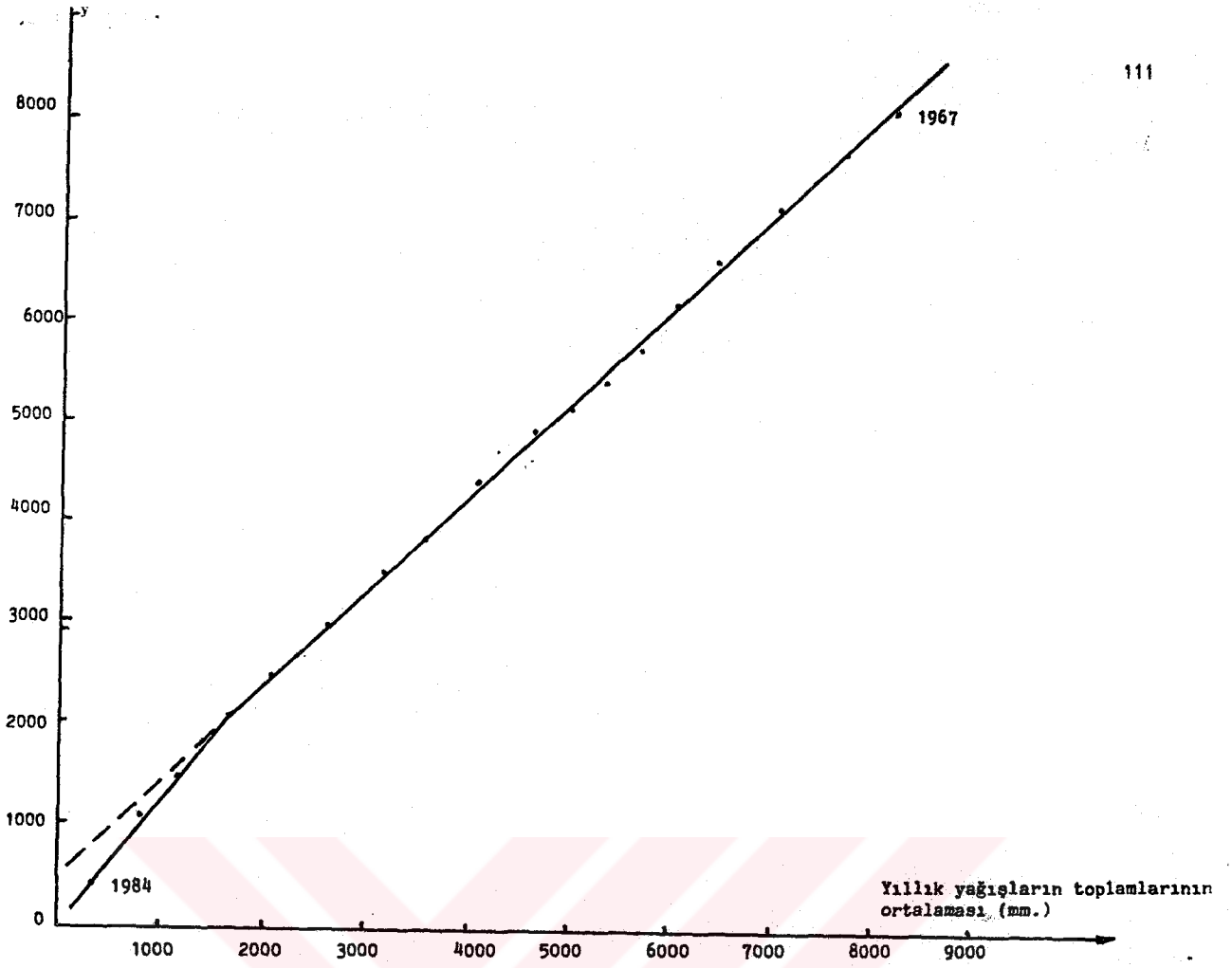
- Poisson, A., Poignont, A.F., 1974, Korkuteli bölgesindeki Miyosen transgresyonunun tabanı olan Karabayır (Antalya ili) formasyonunun yeni bir kırmızı alg türü: MTA derg. 82, 65-69.
- Poisson, A., 1977, Recherches Geologiques dans les Taurus des occidentales (Turquie): These d'Etat Univ. Paris-Sud (Orsay), 795 s., (yayınlanmamış)
- Sipahi, H., 1978, Batı Toroslari Kapsayan karst hidrojeolojisi pilot projesi alaninin jeoloji na raporu: DSI-UNDP Projesi (TUR/77/015) yayını, No 31.
- Türkünel, S., 1968, Toros Dağlarının Gynapınar (Koma) köyü ile Akseki dolayları arasında kalan kesiminin jeolojisi: EİE İdaresi Özel Arsivi, Ankara.
- ~~Yevjevich, V., 1981, Karst waters of Southern Turkey: Final Technical Report of DSI-UNDP project TUR/77/015, Ankara~~
- Yurtsever, Y., 1978, Tabii izotopların hidrolojide kullanılması esasları ve Antalya civarı karstik bölgede yerüstü-yeraltısu ilişkilerinin tabii izotoplarla araştırılması sonuçları: EİE dergisi 51-64.
- Yurtsever, Y., 1979, Environmental isotopes as a tool in hydrogeological investigations of Southern karst regions of Turkey: Proc. of Int. Seminar on karst hydrogeology, Antalya, DSI-UNDP Project Publ., Ankara.

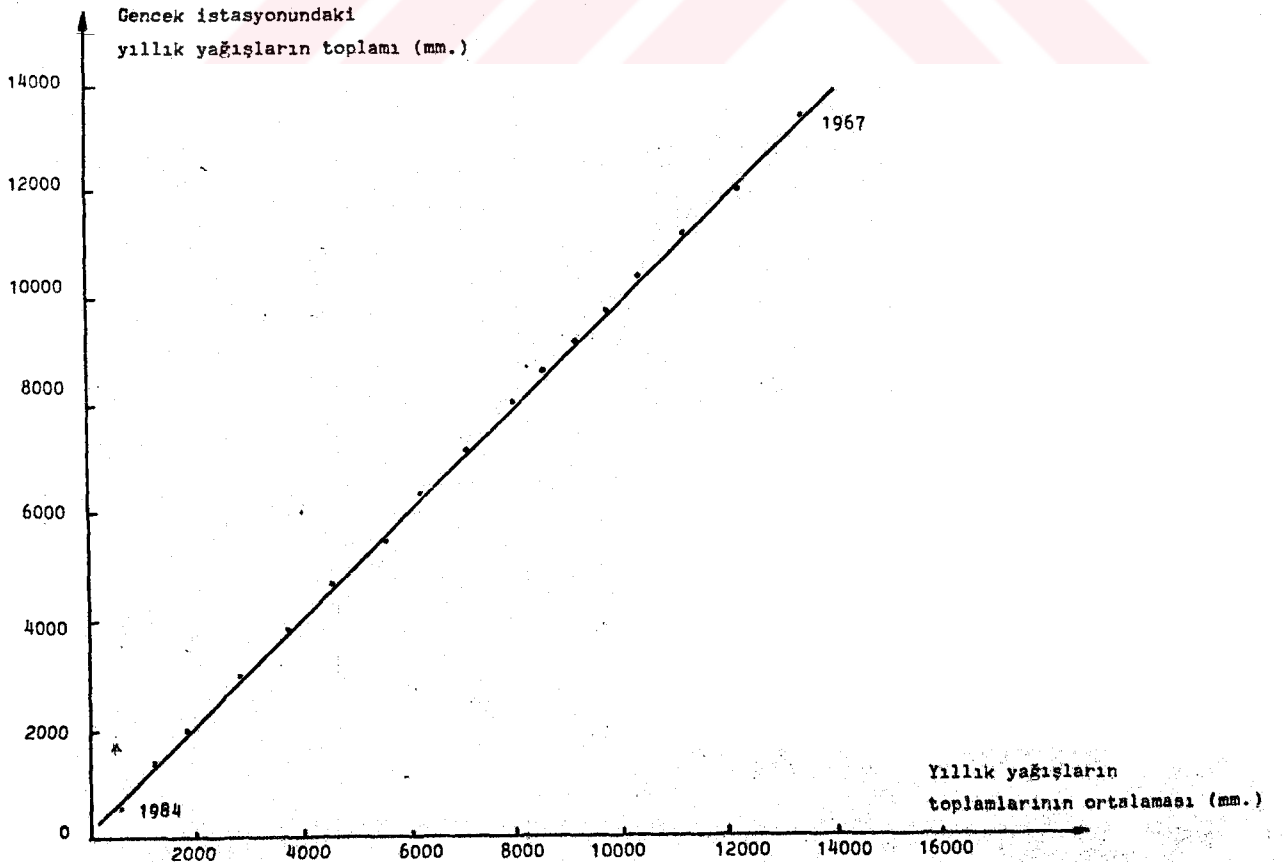
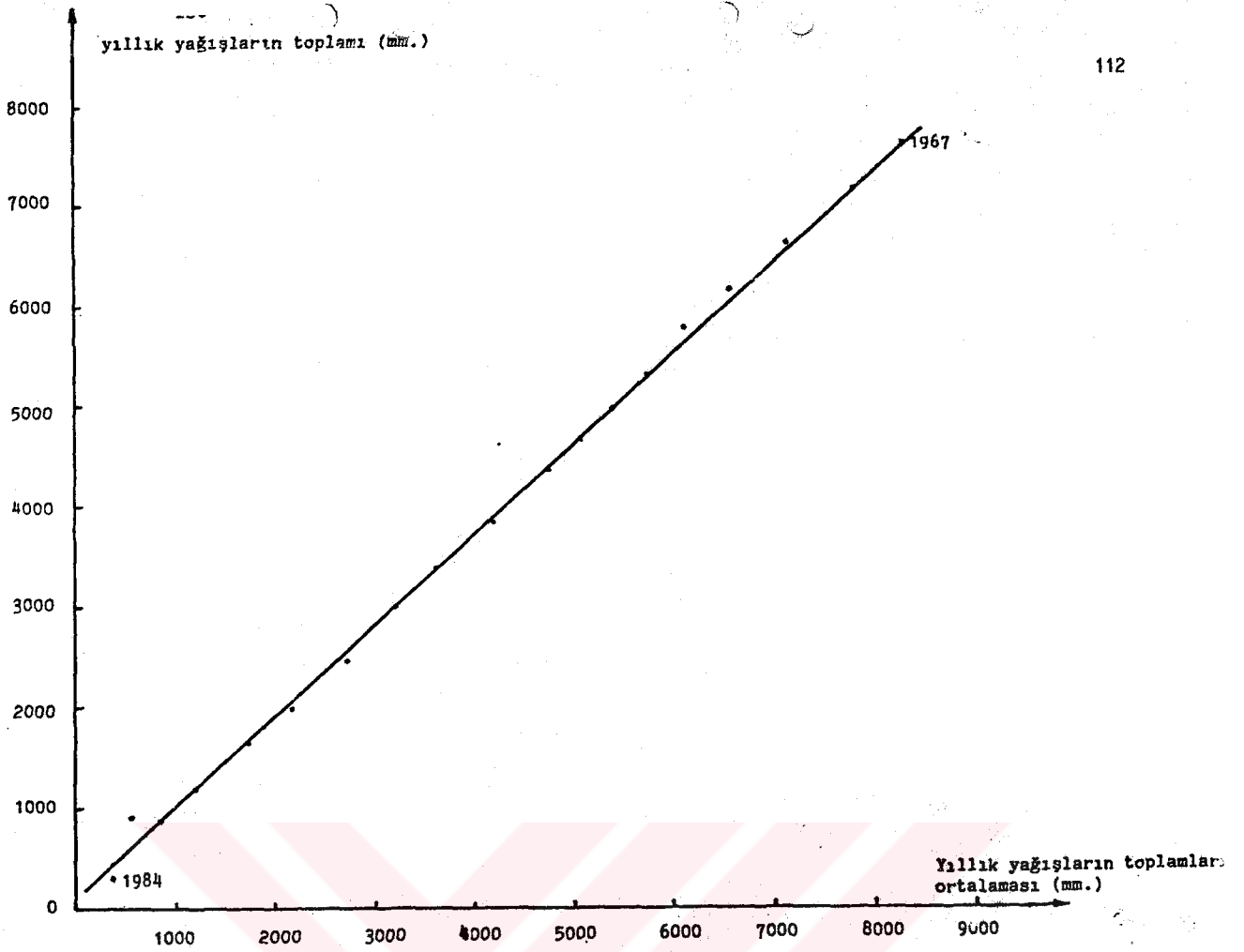


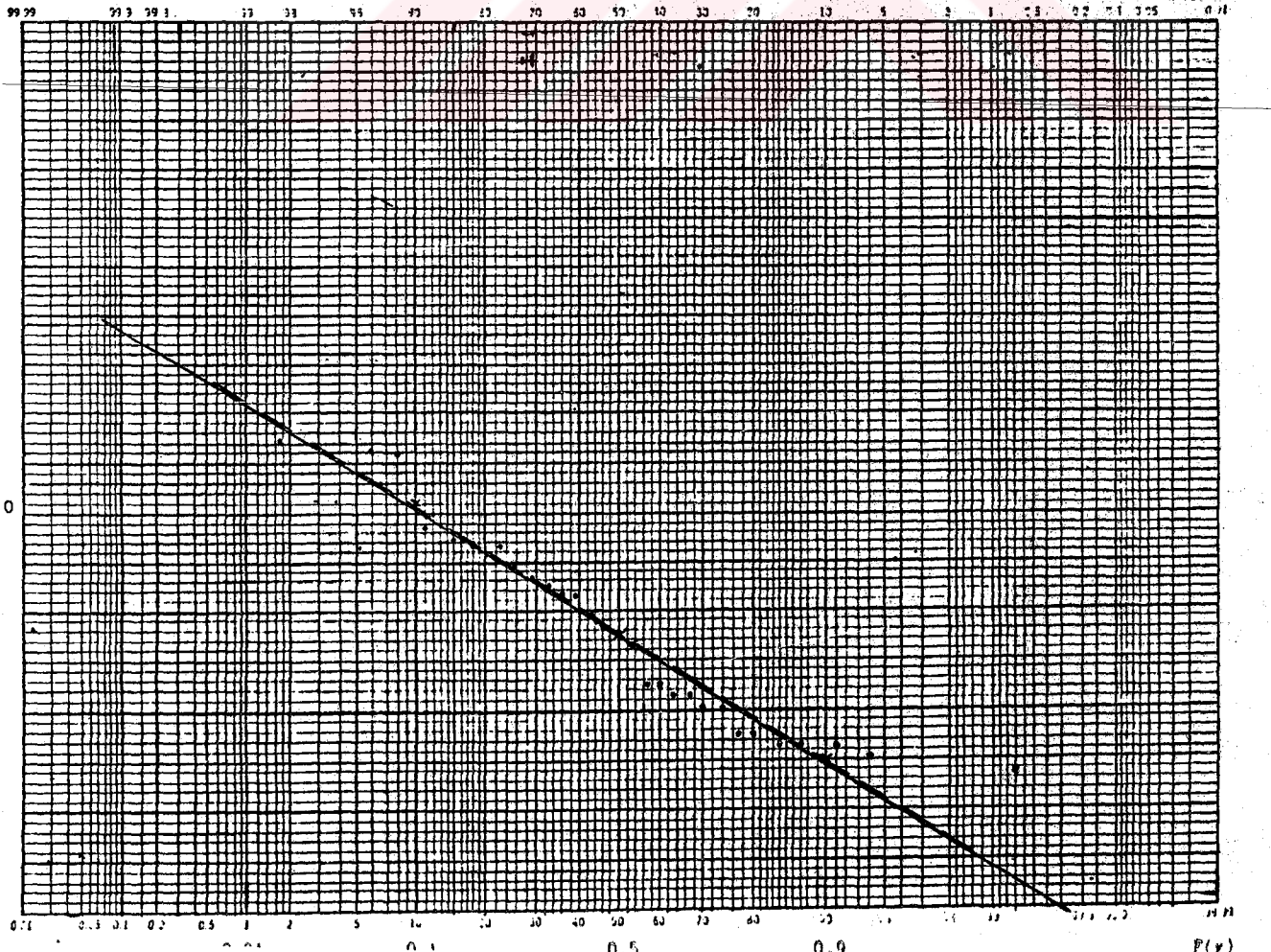
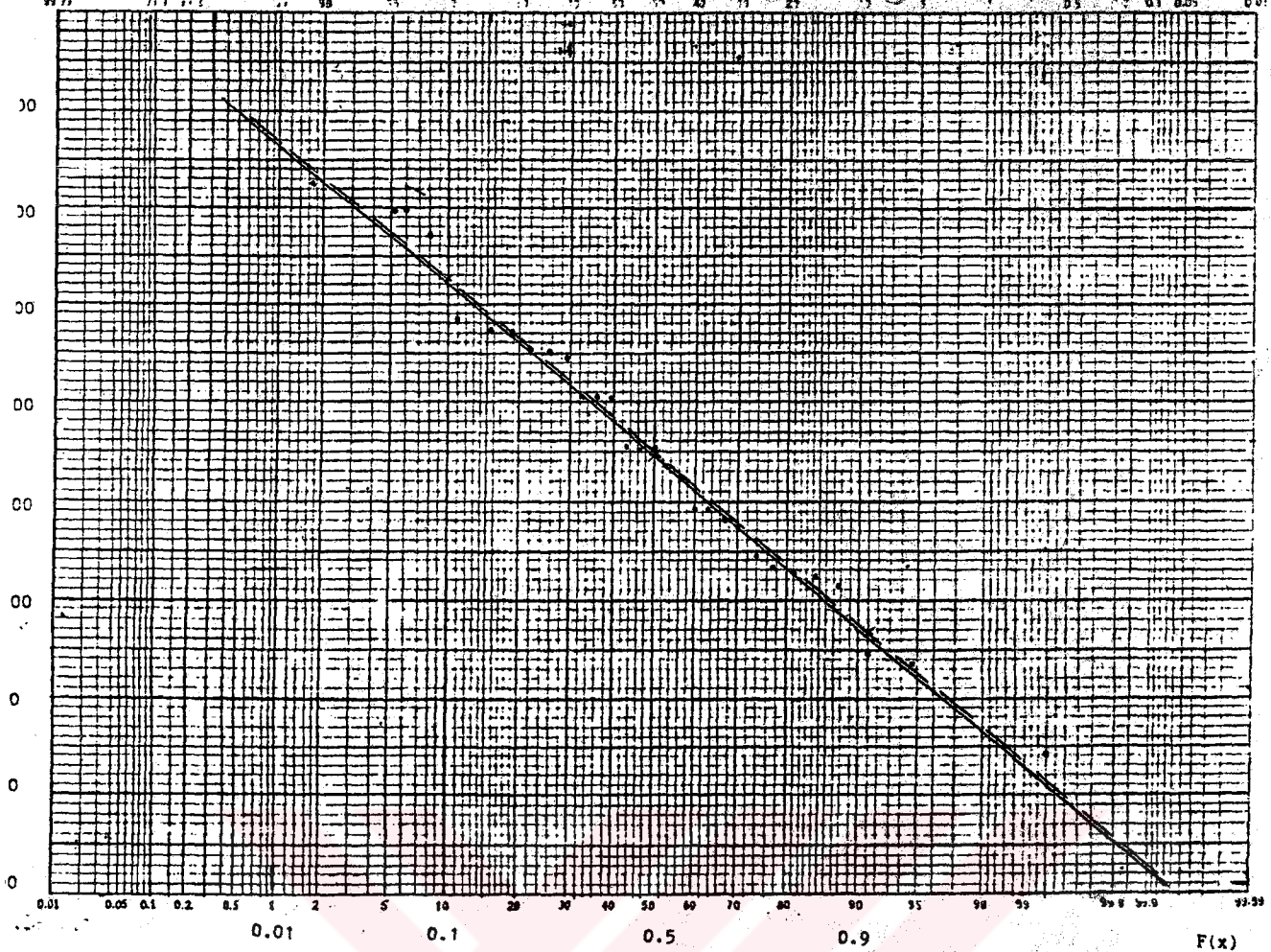


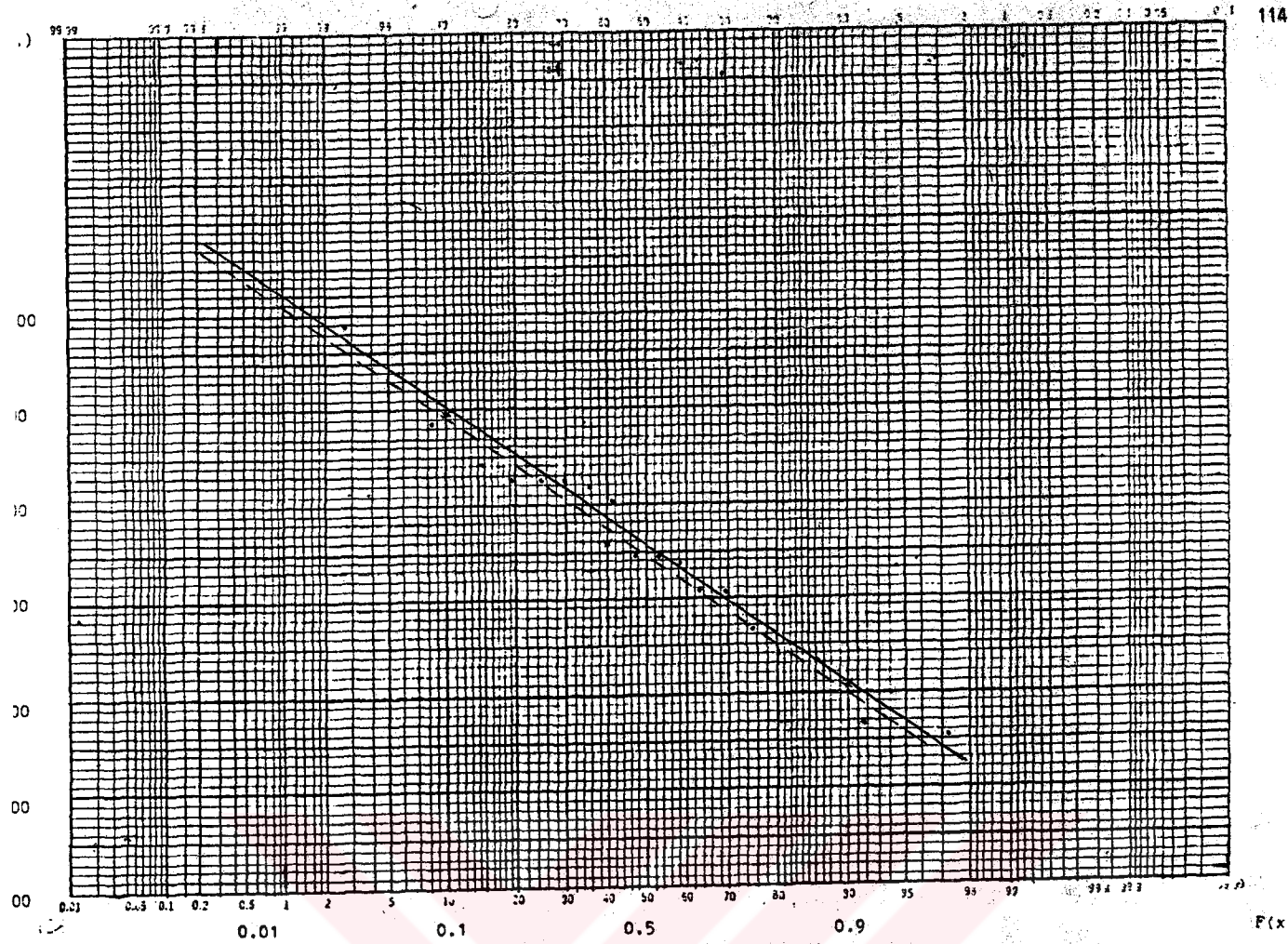




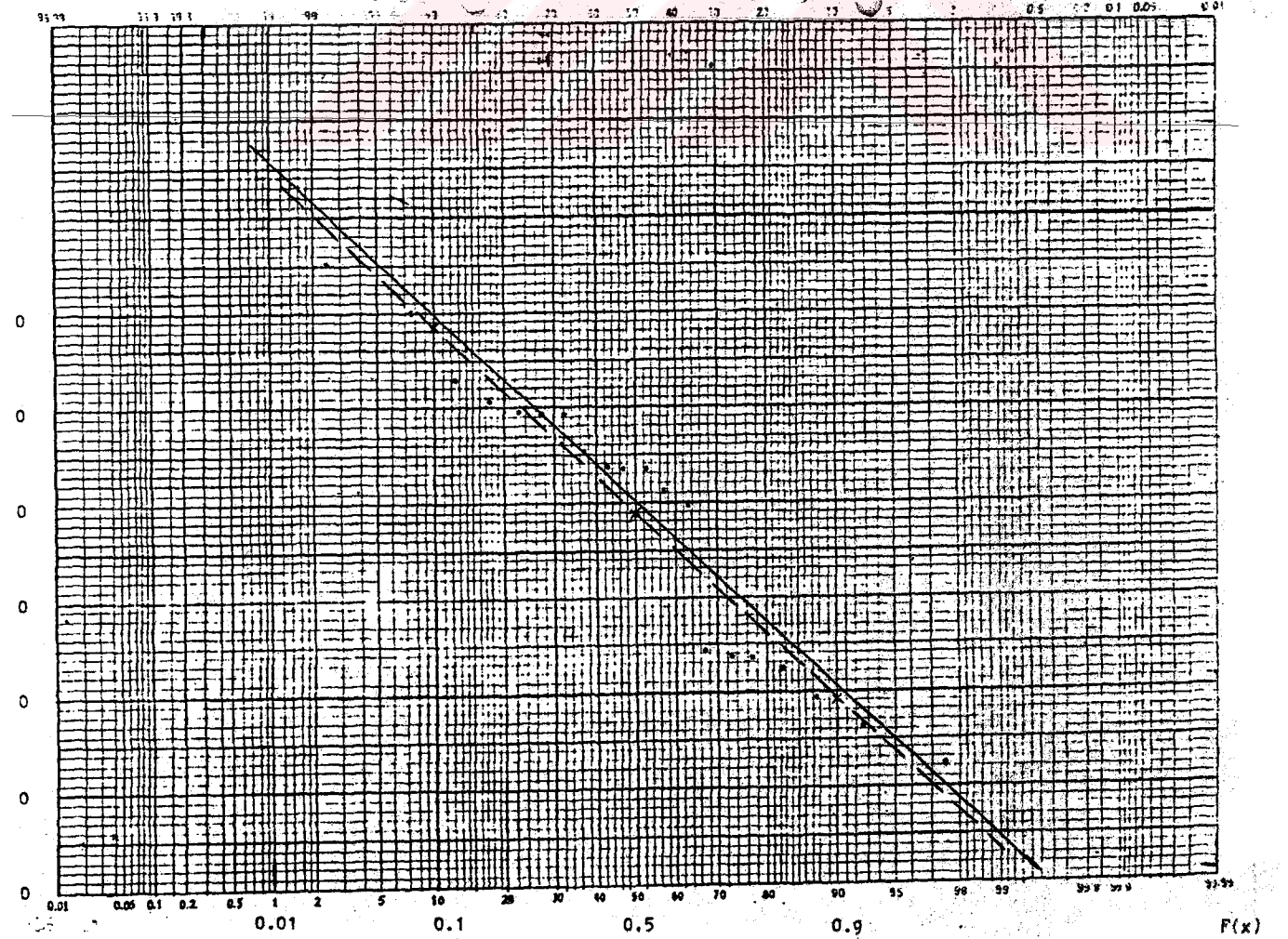


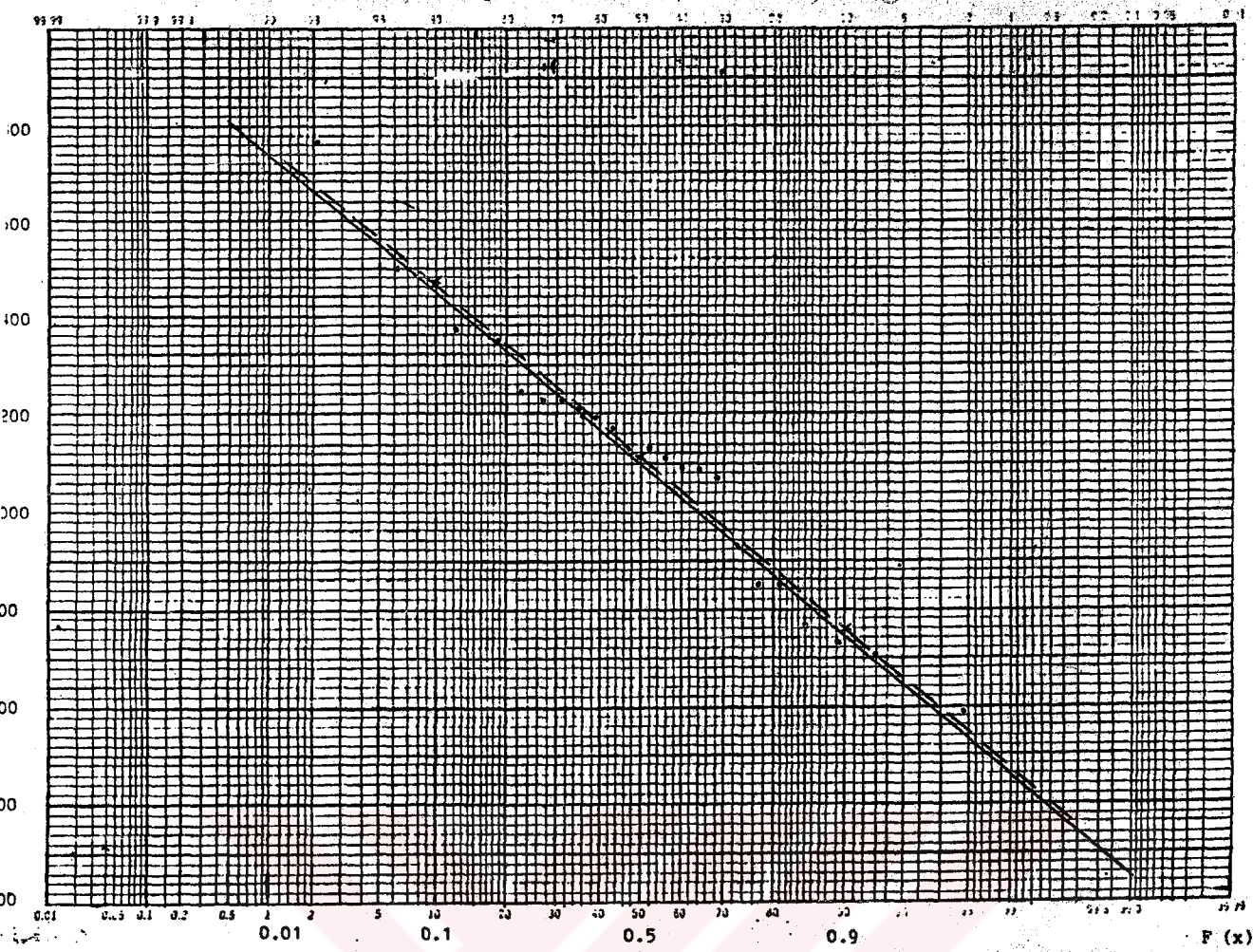




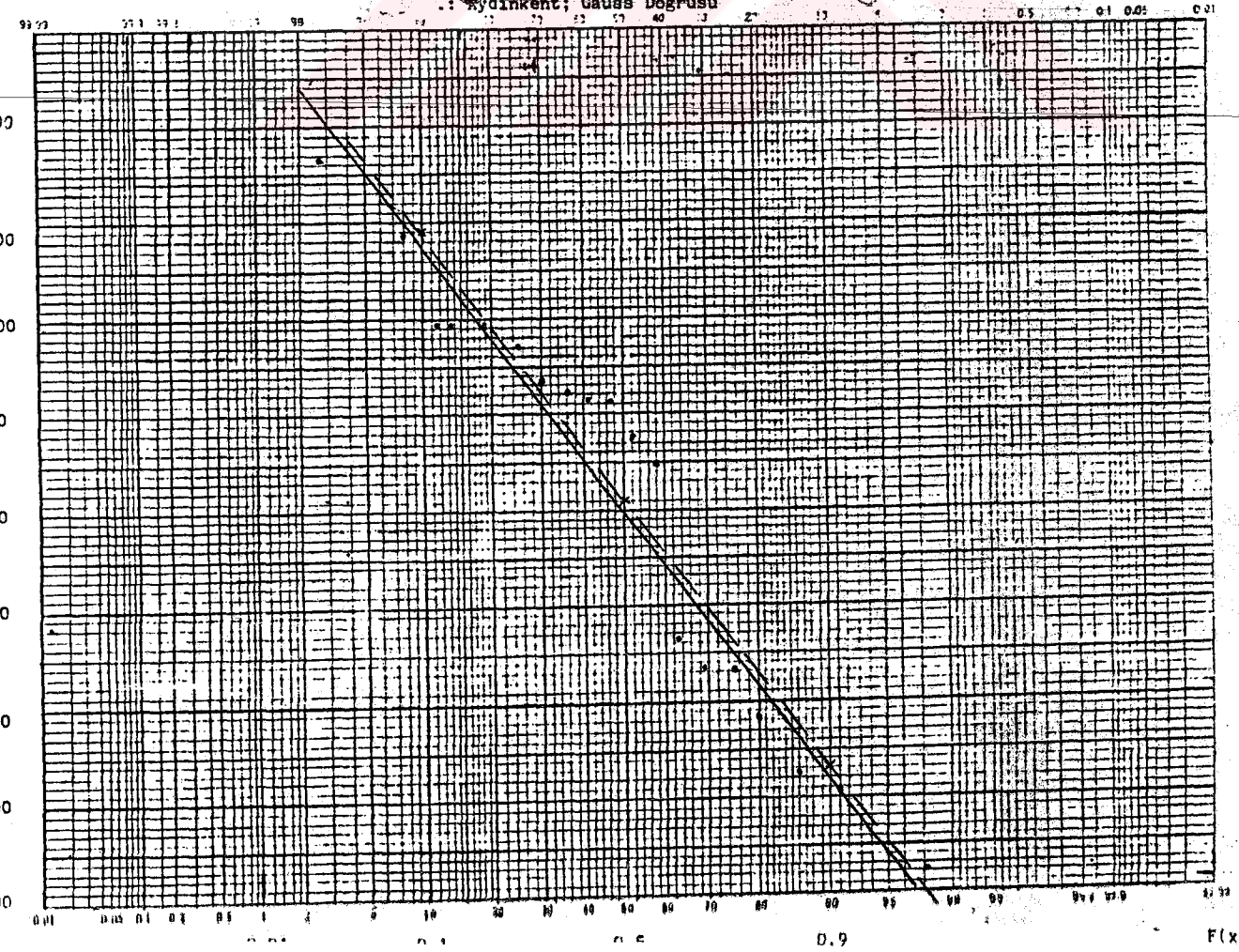


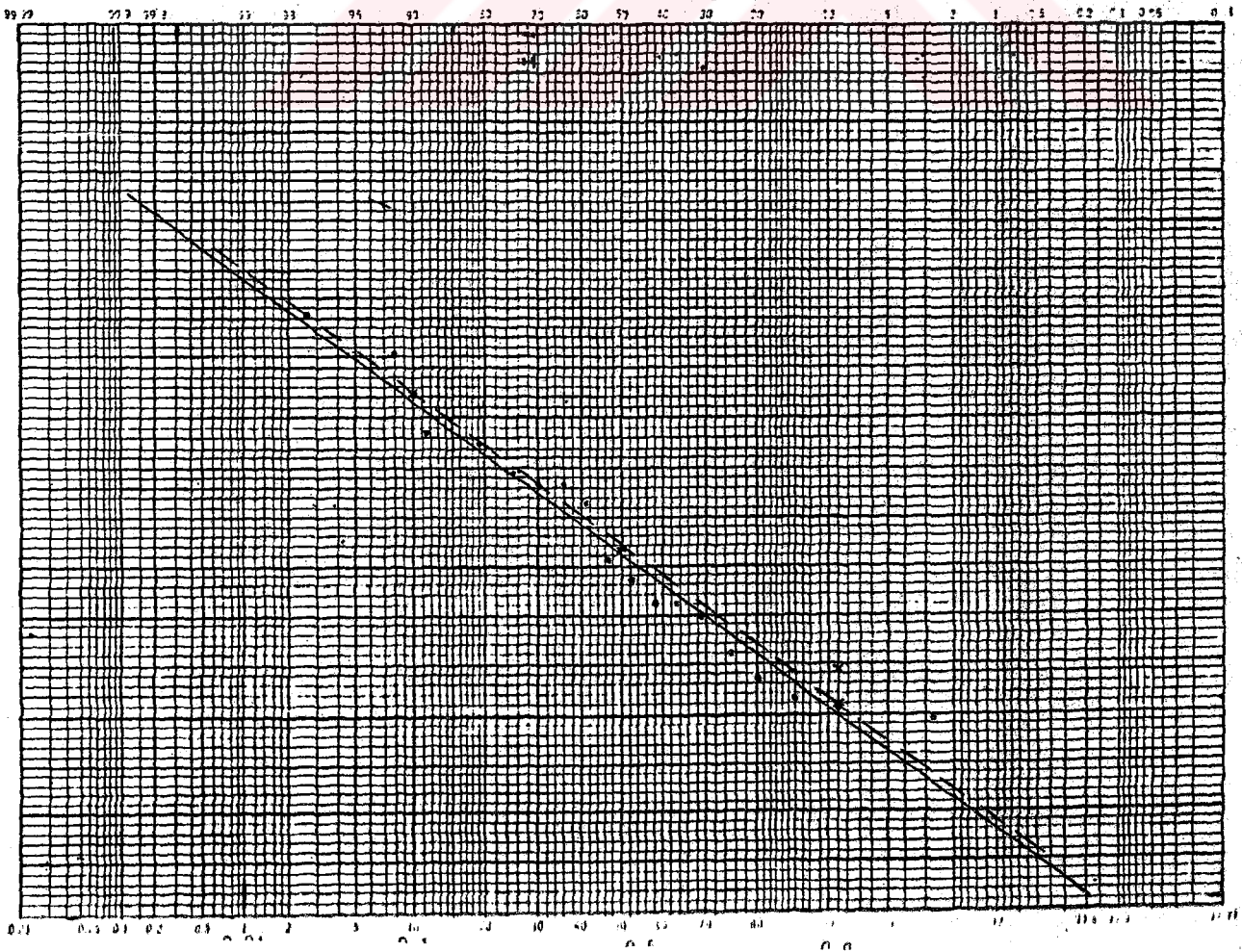
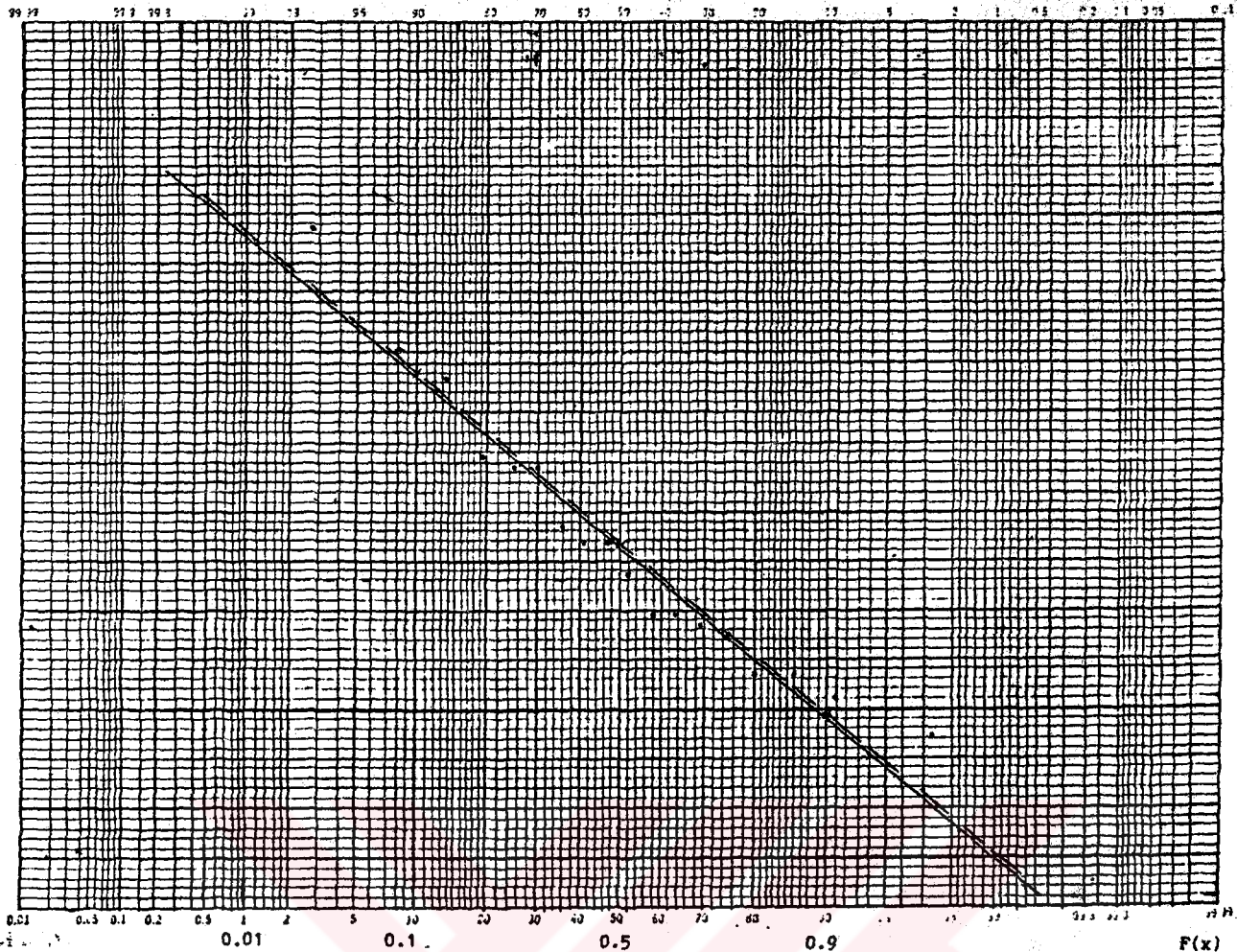
ncek; Gauss Doğrusu

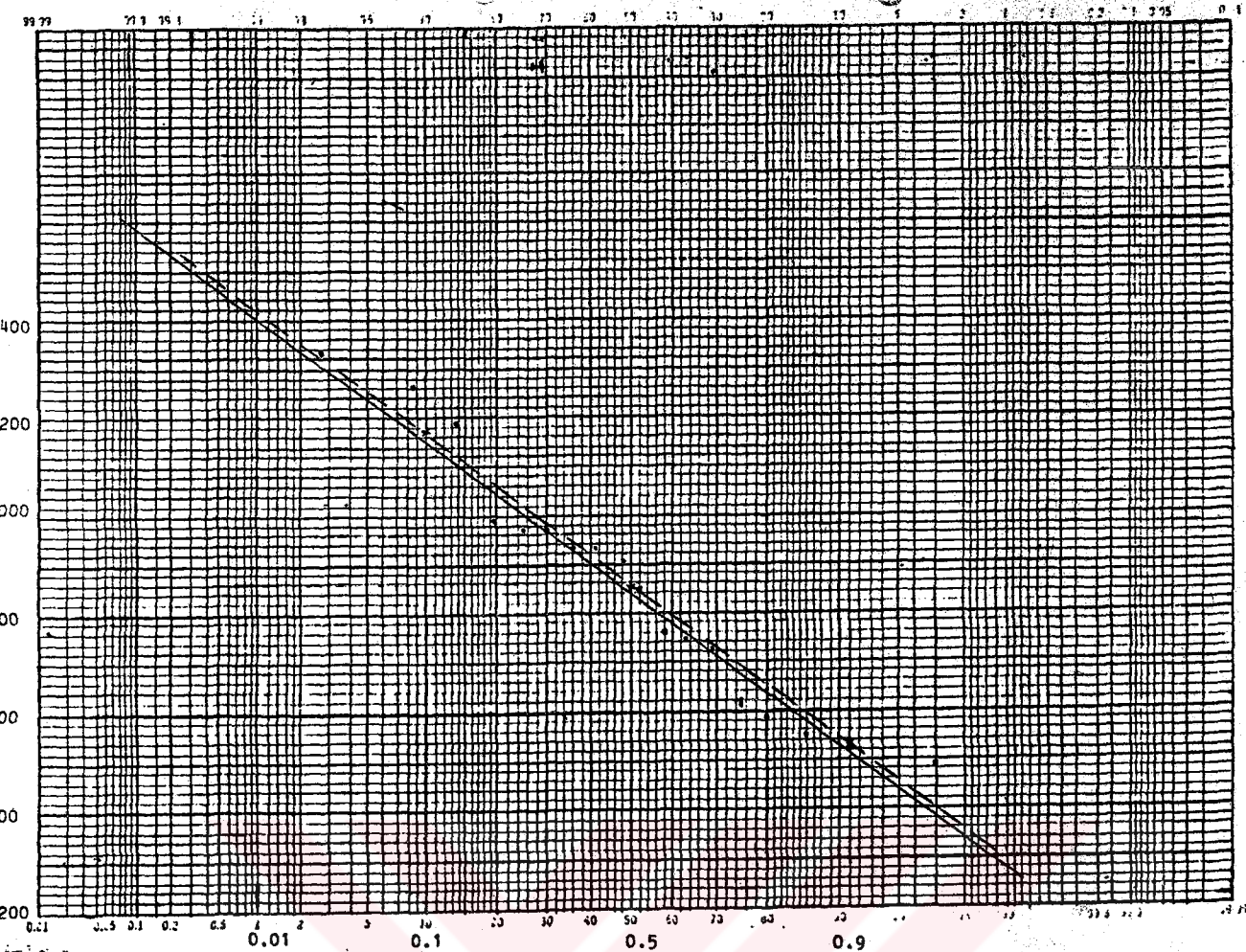




Hydinkent; Gauss Doğrusu

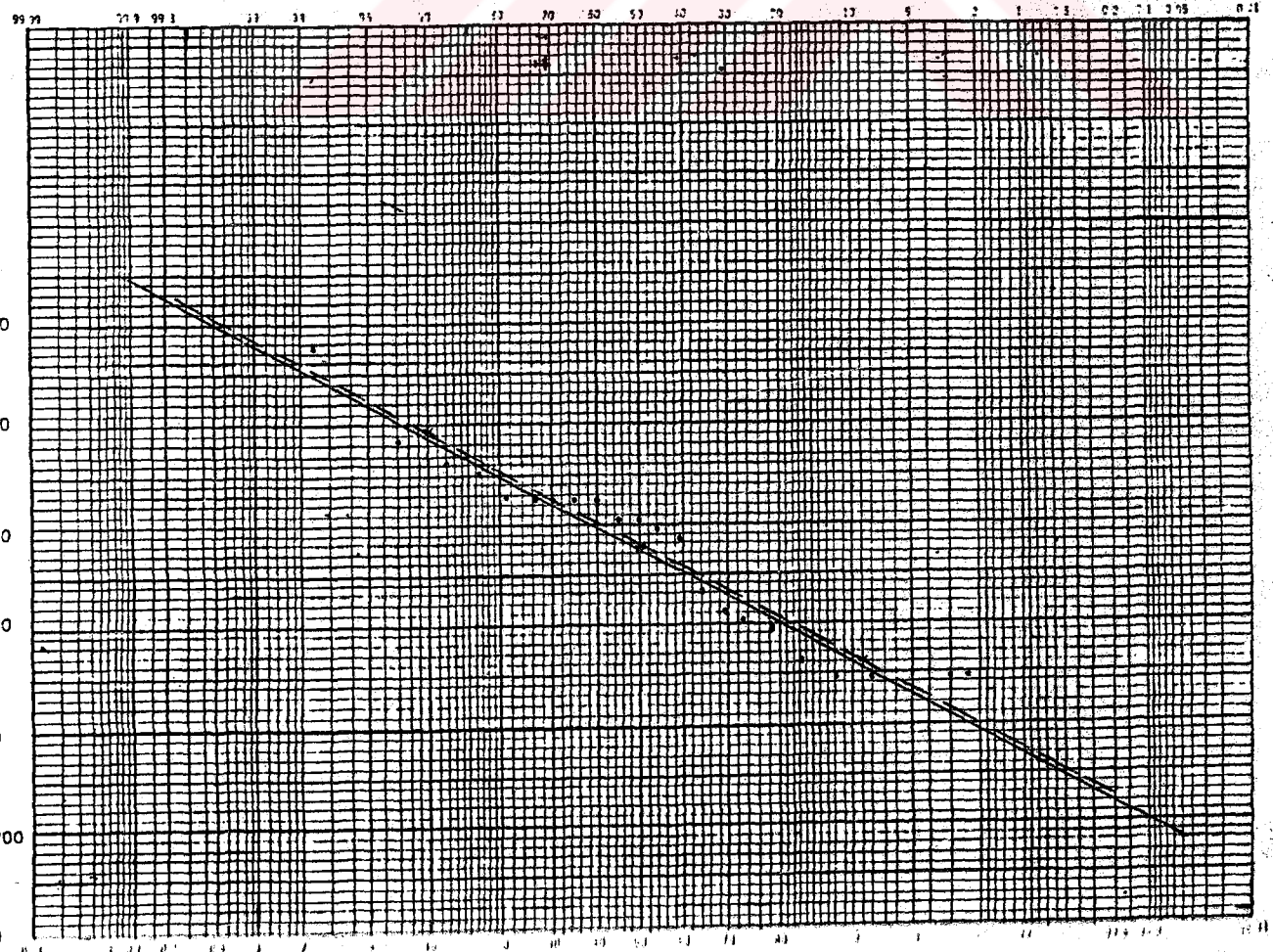




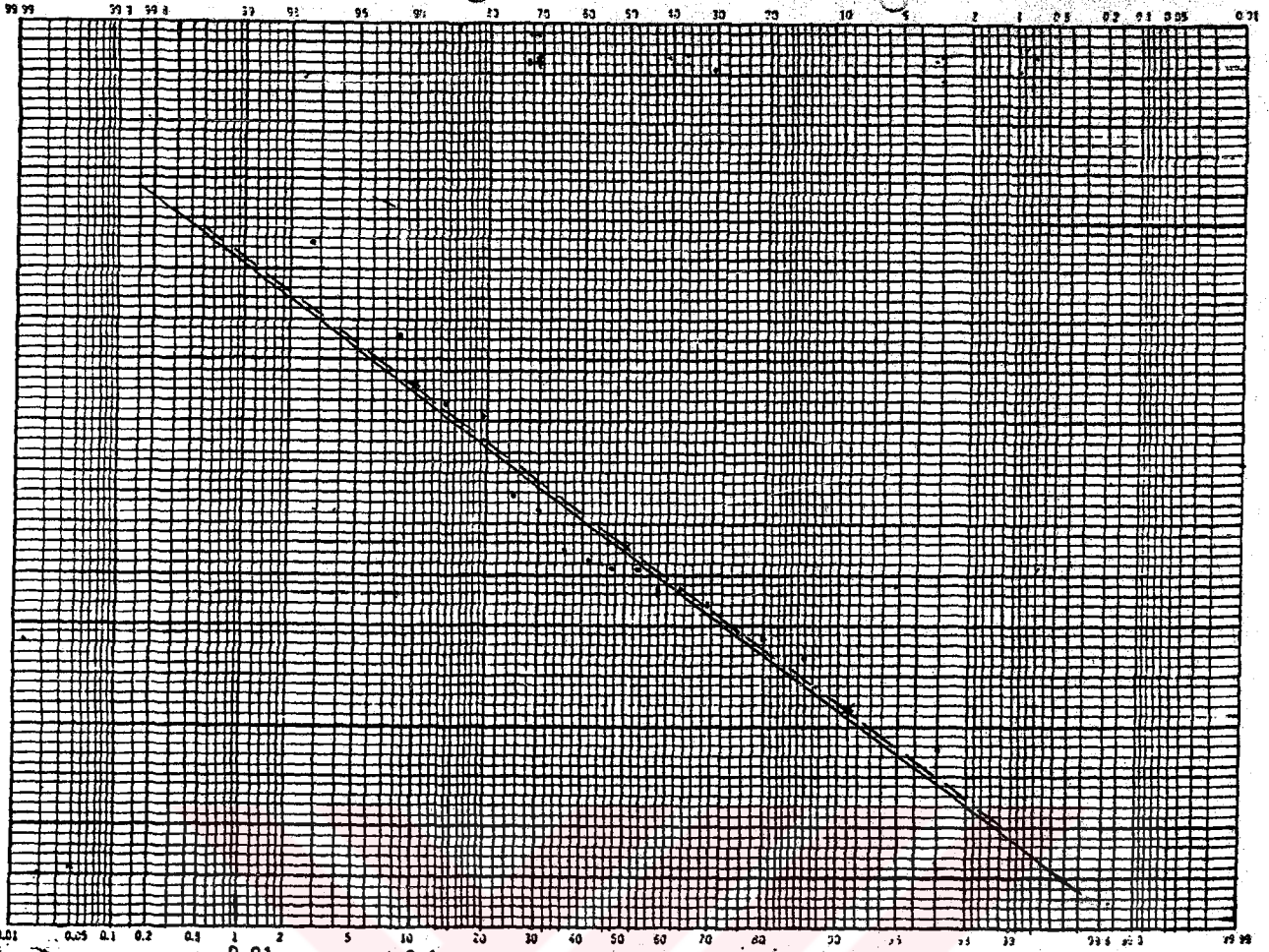


F(3)

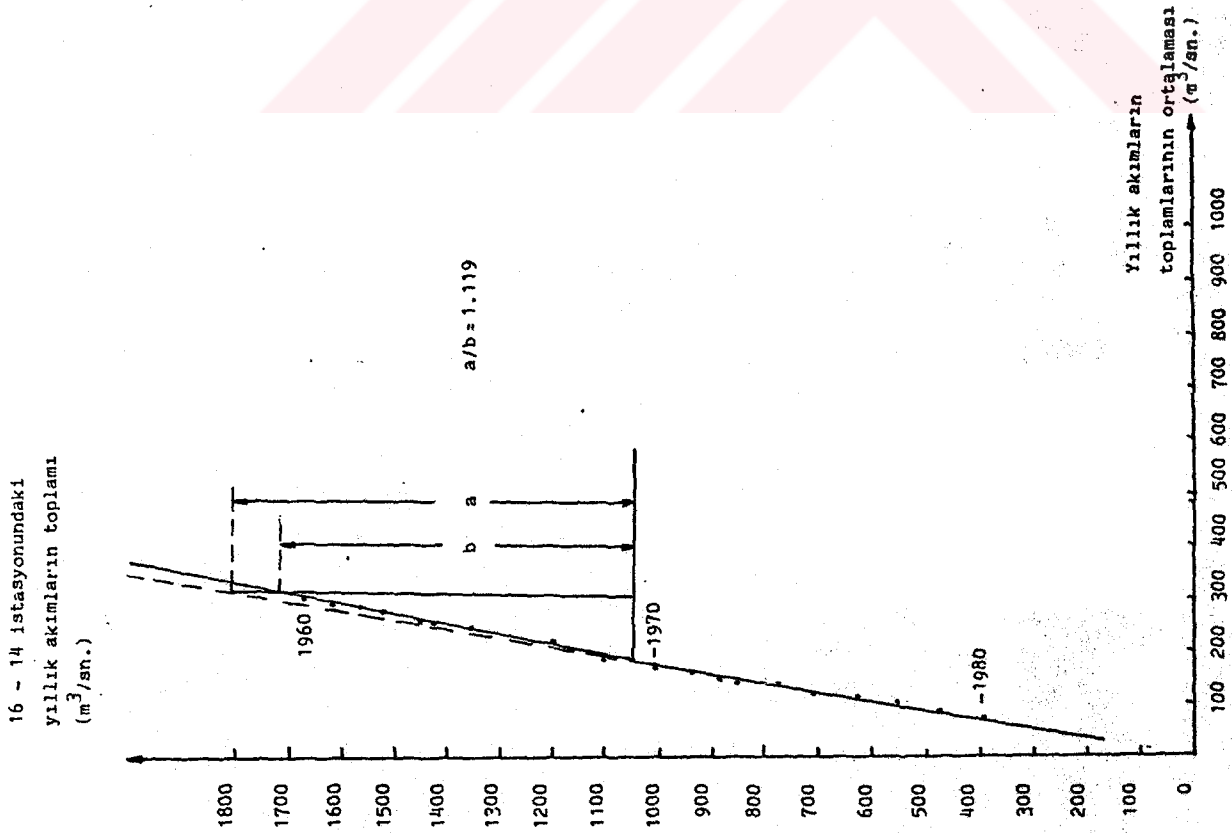
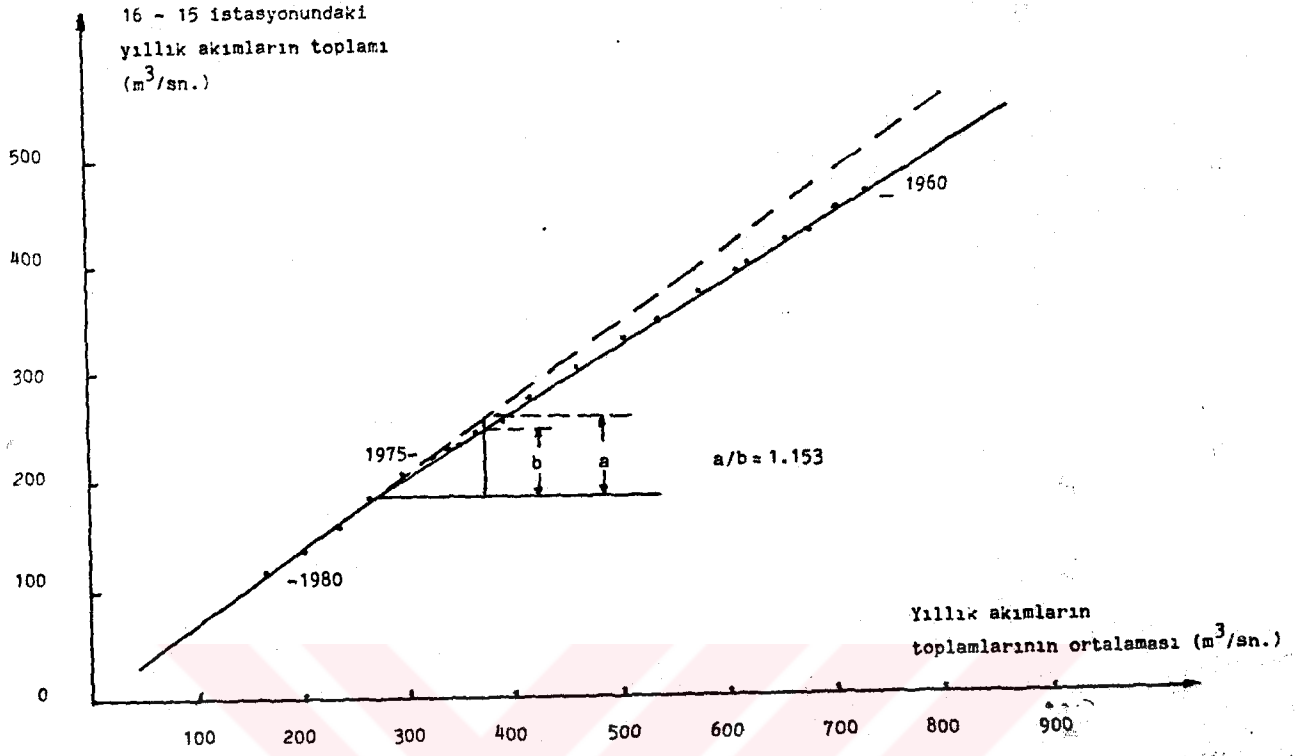
Uzümün; Gauss doğrusu

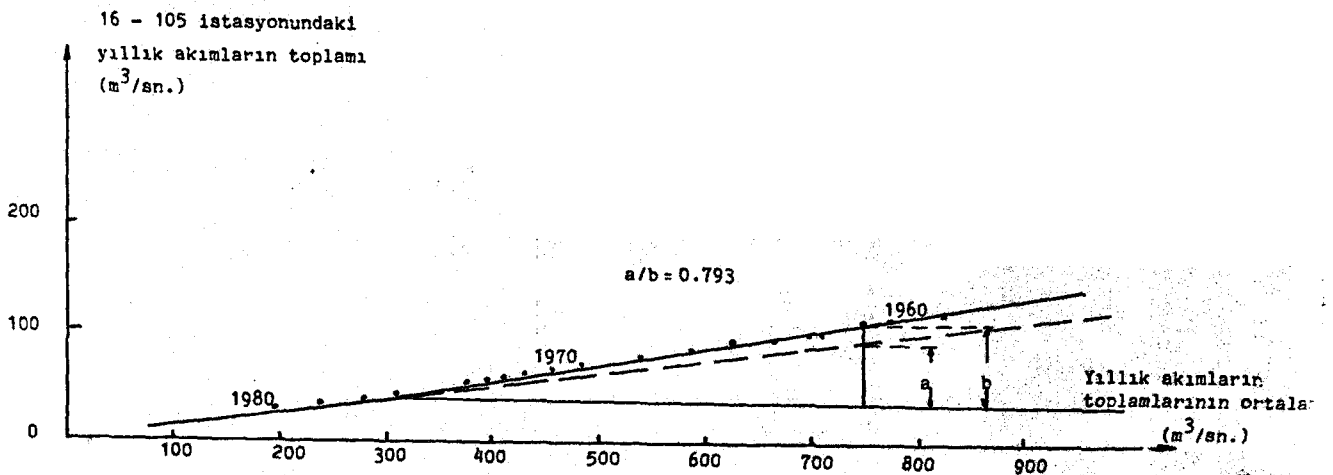
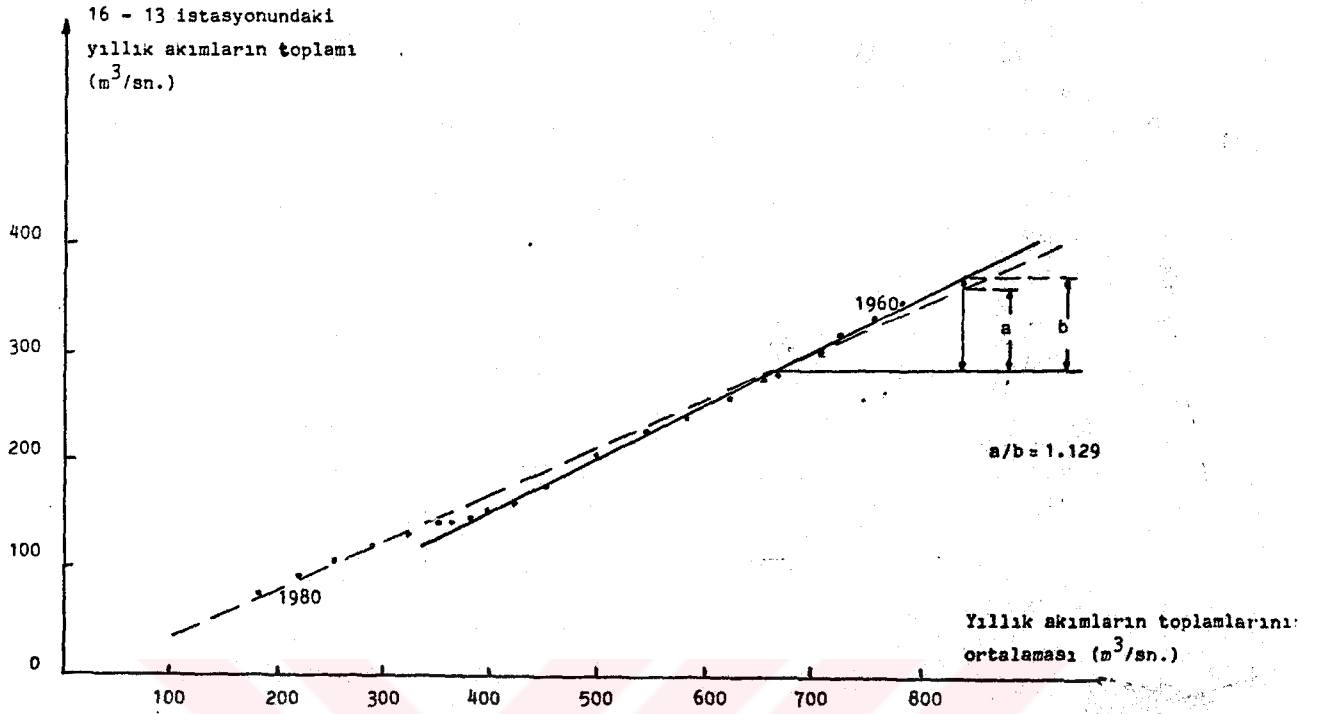


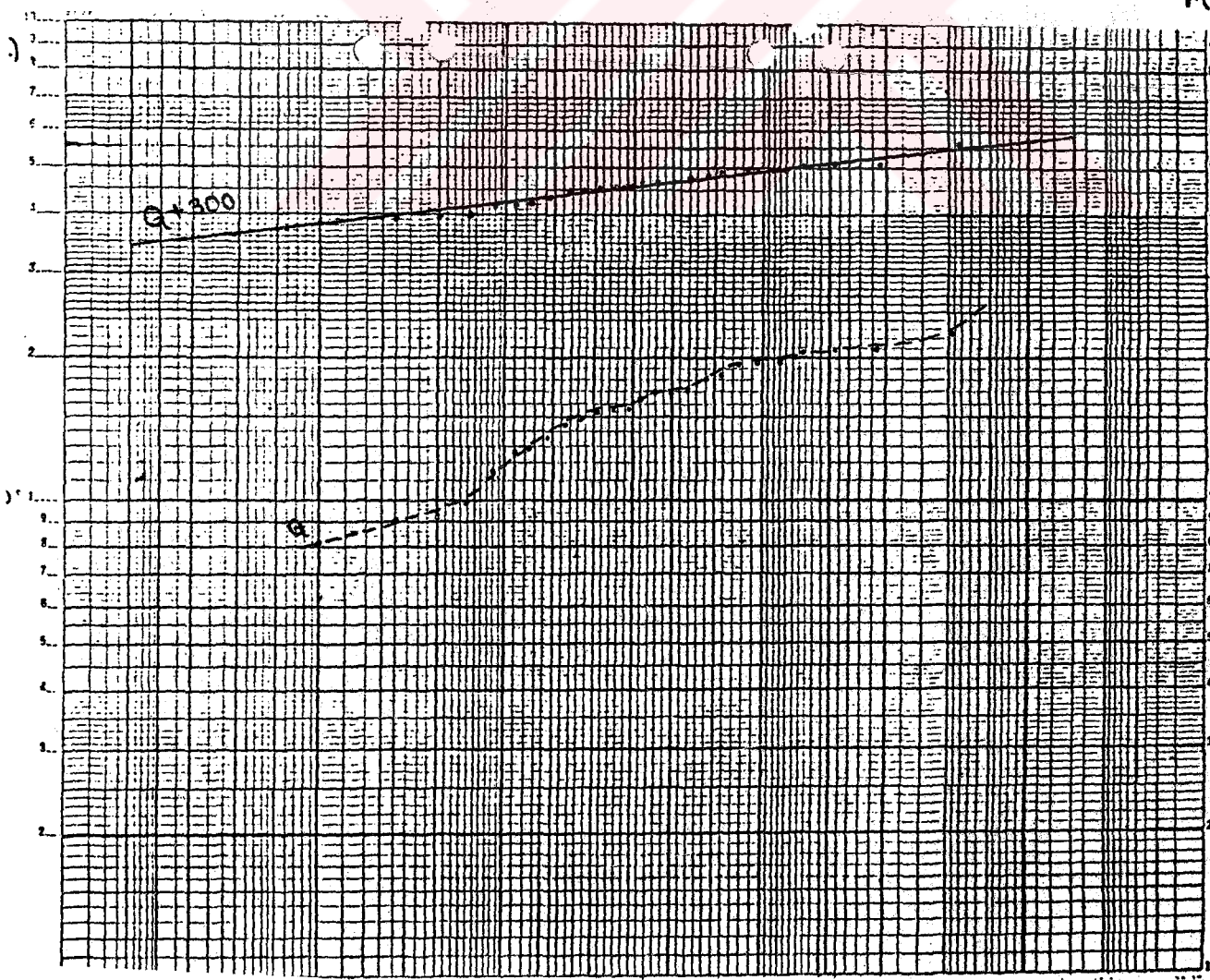
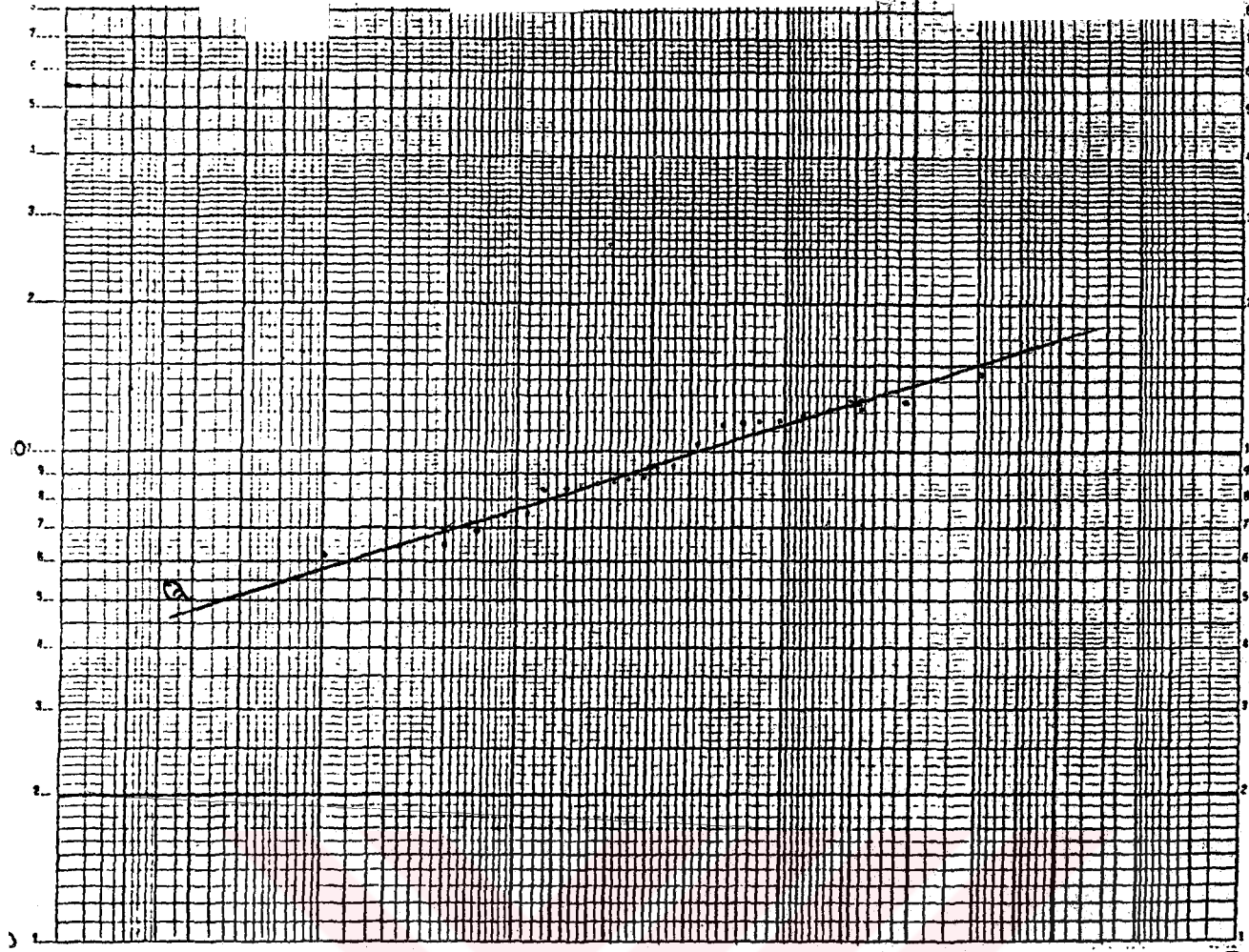
F(4)



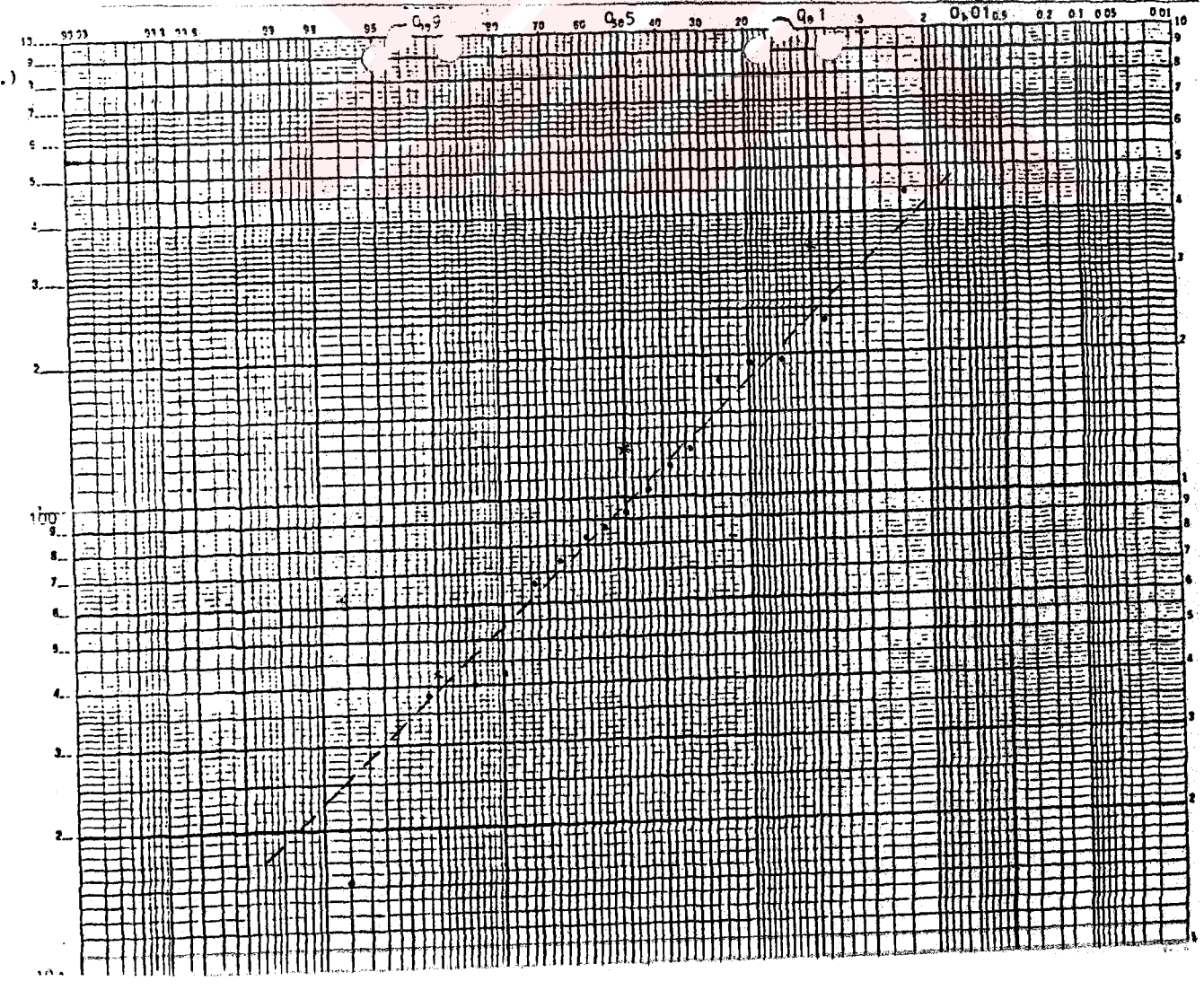
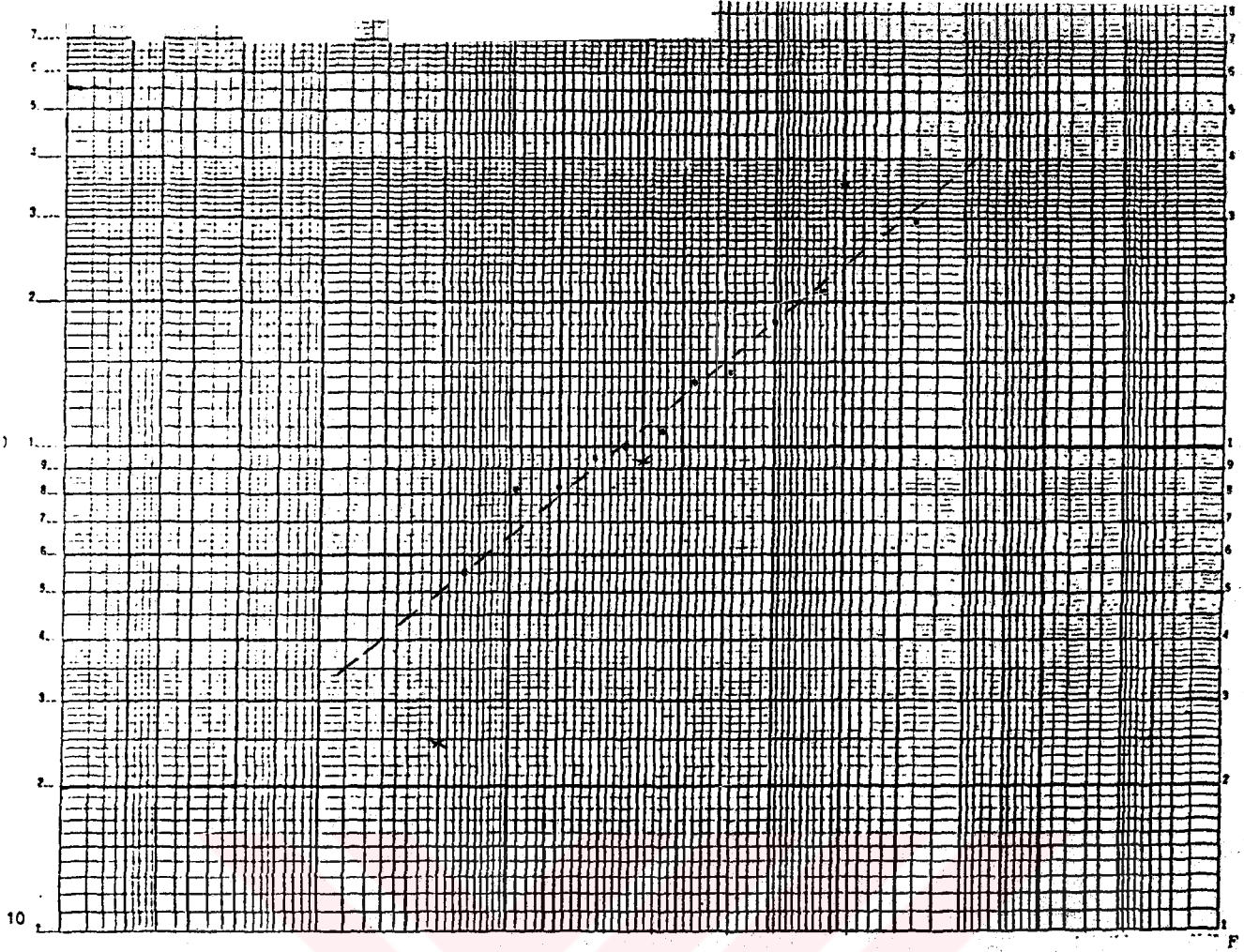
F(x)







→ F(x)



EK 3.5. Gözlenen hacim değerleri

	1959 yılı hacim 2050 karalık son seviyeleri*											
	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	agustos	eylül	ekim	kasım	aralık
960	2170	2260	2420	2500	2420	2360	2180	2050	2040	1980	1960	1980
961	2060	2310	2330	2400	2330	2220	2050	1900	1850	1850	1840	1840
962	1880	2000	2120	2180	2040	1930	1800	1670	1660	1660	1620	1880
963	2130	2360	2500	2580	2640	2680	2570	2460	2420	2400	2400	2400
964	2370	2440	2500	2460	2420	2380	2170	2050	1980	1930	1850	1930
965	1980	2250	2400	2560	2600	2550	2440	2280	2250	2200	2110	2320
966	2760	2900	3080	3260	3280	3170	3110	3050	2930	2900	2830	3000
967	3020	3050	3120	3400	3470	3380	3270	3110	3060	3000	3100	3180
968	3470	3580	3750	3740	3700	3690	3600	3460	3370	3370	3350	3500
969	3740	3900	3930	4000	4140	3930	3740	3550	3420	3360	3240	3450
970	3540	3700	3870	3920	3880	3800	3700	3540	3460	3450	3470	3500
971	3570	3570	3620	3710	3700	3620	3500	3380	3250	3260	3240	3340
972	3380	3470	3520	3480	3480	3420	3260	3130	3060	3040	3020	3020
973	3030	3040	3120	3110	3060	2960	2770	2550	2370	2400	2320	2400
974	2370	2450	2440	2400	2220	2040	2040	1920	1870	1740	1780	1860
975	2020	2180	2320	2440	2580	2600	2470	2350	2230	2200	2200	2290
976	2360	2470	2550	2720	2770	2770	2620	2480	2360	2440	2420	2600
977	2700	2790	2950	3110	3260	3230	3170	2970	2900	2900	2850	2870
978	3060	3300	3480	3660	3690	3630	3480	3310	3280	3260	3220	2050
979	3640	3850	3890	3880	3900	3900	3700	3580	3470	3460	3500	3500
980	3650	3710	3740	3860	3930	3850	3750	3580	3470	3460	3500	3600
981	3970	4050	4210	4140	4080	4020	3830	3620	3430	3320	3350	3530
982	3700	3780	3830	3850	3900	3890	3700	3580	3460			

EK 3.7. Hesaplanan hacim değerleri

hesaplanan gol hacmi her yıl için başlangıç değeri gözlenenden alınmıştır

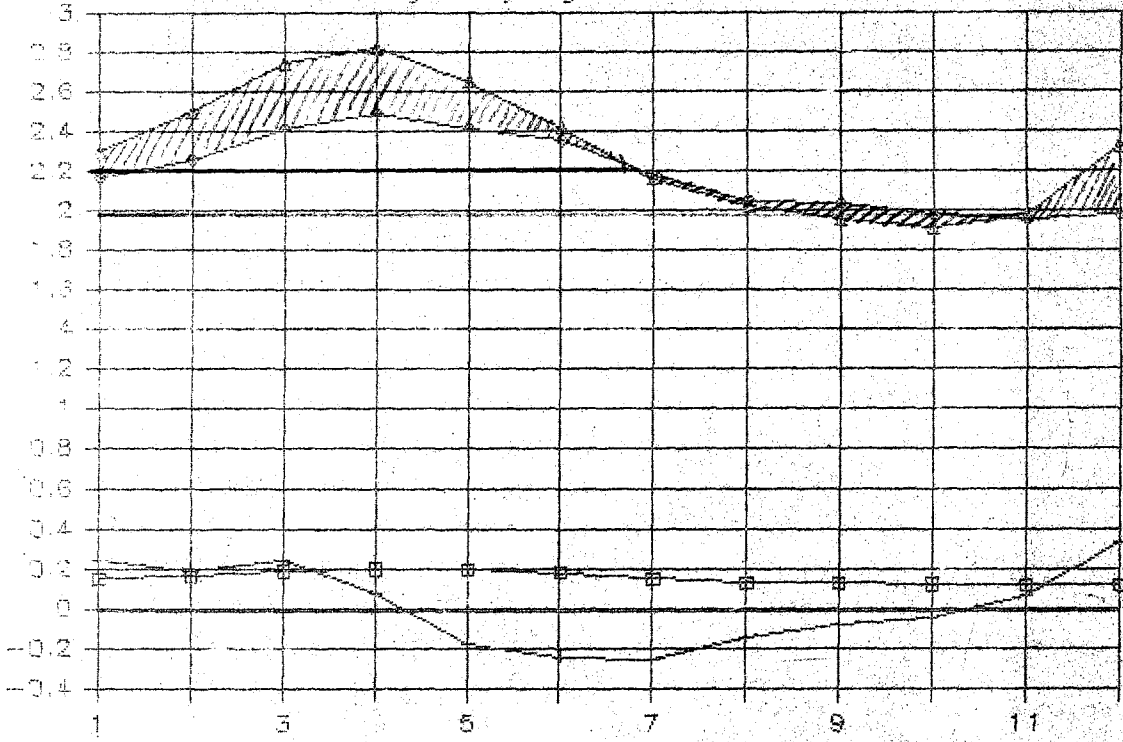
ocak	subat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	agustos	eylül	ekim	kasım	aralık
2302.703	2500.608	2749.648	2826.391	2654.431	2419.180	2163.488	2028.600	1959.879	1917.359	1983.231	2327.046
2163.278	2533.795	2684.023	2653.697	2474.337	2211.448	1966.783	1909.334	1744.157	1727.005	1734.920	2041.070
2074.481	2450.950	2595.756	2637.685	2445.661	2073.525	1874.156	1707.514	1635.495	1697.453	1688.941	2423.439
2287.815	2542.216	2737.007	2784.443	2739.042	2507.744	2152.468	1912.385	1812.660	1768.460	1826.206	1943.650
2465.933	2771.274	2926.046	2794.879	2732.940	2515.936	2086.840	1913.966	1824.349	1757.430	1863.489	2236.067
2193.649	2768.998	2834.074	2899.808	2804.618	2455.321	2186.122	2004.931	1898.513	1861.443	1915.797	2491.633
3301.081	3397.855	3730.377	3705.407	3494.123	3118.796	2946.052	2818.364	2739.654	2674.229	2711.419	3375.665
3098.106	3221.622	3347.309	3659.940	3618.735	3218.356	2965.827	2778.611	2681.908	2639.162	2943.207	3172.412
3925.757	4166.355	4327.467	4062.544	3804.927	3492.960	3354.013	3222.587	3116.969	3074.291	3333.883	3851.242
3923.456	4168.431	4166.001	4215.565	4035.733	3579.412	3222.358	2967.341	2760.803	2644.758	2727.297	3328.430
3691.979	4065.283	4266.078	4193.025	4010.975	3644.656	3484.734	3338.274	3256.244	3307.491	3472.294	3774.614
3673.663	3764.425	3876.170	3980.179	3829.354	3506.383	3293.579	3192.140	3095.569	3053.643	3263.698	3535.405
3429.996	3787.385	3725.790	3713.977	3507.285	3331.490	3016.253	2890.381	2797.577	2907.778	2934.915	2664.987
3236.595	3424.168	3514.168	3424.234	3186.625	2856.739	2554.984	2349.712	2164.165	2107.405	2099.920	3334.923
2542.739	2749.902	2696.763	2600.132	2389.034	2014.149	1859.377	1721.091	1645.132	1593.788	1618.108	2008.618
2535.184	2793.068	2948.999	3048.424	3118.853	2864.552	2525.933	2355.980	2237.587	2216.447	2386.571	2565.529
2588.984	2725.406	2788.990	2931.414	2907.601	2594.267	2330.799	2177.171	2073.221	2334.529	2387.712	2888.630
2852.624	2960.721	3195.135	3406.540	3382.008	3106.591	2977.049	2832.192	2771.911	2749.851	2714.533	2996.255
3397.599	3887.983	4249.696	4262.403	4004.262	3686.796	3541.169	3398.606	3334.111	3496.072	3542.780	3866.030
2732.858	2831.349	2843.899	2850.167	2779.424	2521.495	2135.669	1966.854	1858.203	2019.757	2292.471	2476.980
3928.550	4027.353	4151.079	4166.006	4019.384	3597.967	3381.837	3241.954	3159.551	3190.746	3375.843	3724.341
4562.728	4719.482	4614.393	4327.555	4119.686	3773.191	3438.948	3228.195	3063.060	2957.400	3152.307	3758.841
3747.055	3865.635	3953.525	4017.900	3840.595	3597.625	3273.151	3093.276	2974.677	2929.029	2920.568	3075.912

hesaplanan hacim surekli - her yılın başındaki değer hesaplanan bir önceki yılın son değeridir

ocak	subat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	agustos	eylül	ekim	kasım	aralık
2302.703	2500.608	2749.648	2826.391	2654.431	2419.180	2163.488	2028.600	1959.879	1917.359	1983.231	2327.046
2510.325	2880.841	3031.070	3000.744	2821.384	2558.495	2313.930	2156.381	2091.203	2074.052	2081.967	2388.057
22622.538	2999.007	3143.814	3185.742	2993.718	2621.583	2422.213	2255.971	2193.582	2246.510	2236.999	2971.496
3379.311	3653.712	3828.504	3878.939	3830.538	3599.240	3243.954	3003.882	2904.157	2859.987	2917.702	3035.146
3101.079	3406.420	3551.192	3430.023	3368.086	3151.083	2721.987	2549.112	2459.495	2392.577	2498.633	2871.214
3134.854	3710.212	3777.288	3841.022	3745.833	3394.535	3127.336	2946.145	2839.727	2802.658	2857.012	3432.848
4413.729	4510.703	4843.225	4818.255	4606.972	4231.644	4058.900	3931.212	3852.503	3787.077	3824.257	4483.913
4586.619	4710.135	4835.823	5148.453	5107.249	4706.869	4454.340	4267.124	4170.422	4127.675	4431.720	4850.925
5606.683	5947.281	6009.392	5743.470	5485.852	5173.886	5034.938	4903.512	4797.894	4755.216	5014.908	5532.167
5958.624	6200.599	6198.169	6247.733	6067.901	5611.580	5254.526	4799.509	4792.971	4676.926	4759.465	5360.598
5602.577	5978.881	6176.676	6103.624	5921.574	5555.254	5395.332	5248.972	5144.842	5218.090	5382.392	6685.213
5758.876	5949.638	6061.383	6165.392	6014.567	5691.597	5478.792	5377.354	5280.783	5238.856	5448.901	6720.618
5810.615	6168.004	6106.409	6094.596	5887.704	5712.169	5396.872	5271.000	5179.216	5288.397	5315.534	5365.606
5582.202	5769.775	5860.195	5769.841	5532.232	5202.346	4900.591	4695.319	4509.772	4453.012	4445.527	4680.530
4823.249	5030.433	4977.293	4890.662	4669.561	4294.679	4139.907	4001.621	3925.663	3874.318	3998.639	4289.148
4967.332	5222.217	5378.147	5477.572	5548.001	5293.700	4955.082	4785.128	4666.735	4645.596	4815.719	4994.677
5293.662	5440.094	5493.668	5636.092	5612.279	5398.948	5035.476	4881.948	4777.994	5039.206	5092.389	5596.308
5842.935	5981.027	6193.444	6376.849	6372.316	6097.000	5947.358	5822.501	5762.220	5739.160	5704.842	6236.563
6574.163	7004.947	7366.260	7378.967	7120.826	6893.360	6637.733	6513.169	6453.675	6412.936	6559.344	6982.594
7466.452	7763.943	7776.473	7732.761	7712.019	7454.089	7068.263	6899.448	6790.797	6952.361	7025.066	7409.574
7838.124	7738.927	8060.653	8075.580	7928.989	7507.642	7291.411	7151.528	7069.125	7100.620	7085.119	7433.916
9596.649	8753.399	8648.309	8361.471	8153.602	7907.108	7472.865	7262.111	7076.976	6991.317	7135.623	7792.787
8007.913	8128.393	8216.383	8280.659	8103.333	7890.383	7535.909	7356.034	7237.634	7191.787	7187.186	7338.670

butce

ay-seviye-giren-hacim 1960



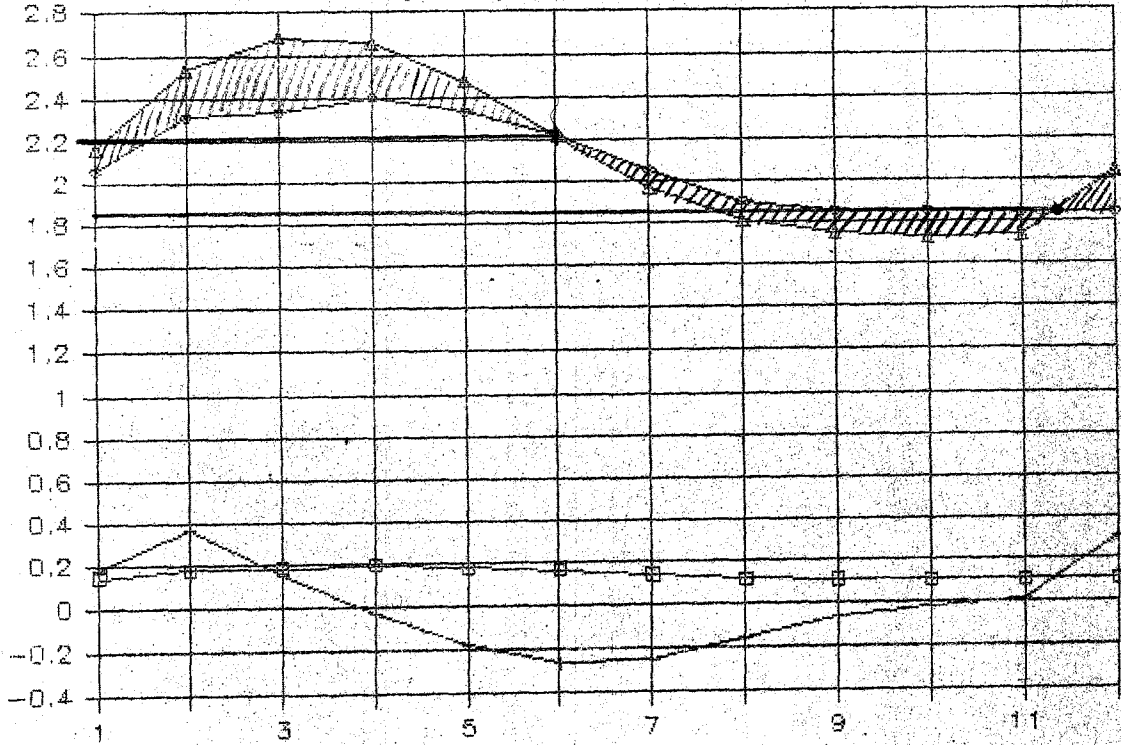
+ net giren

□ gözlünen hacim

△ hesaplanan hacim

butce

ay-seviye-giren-hacim 1961

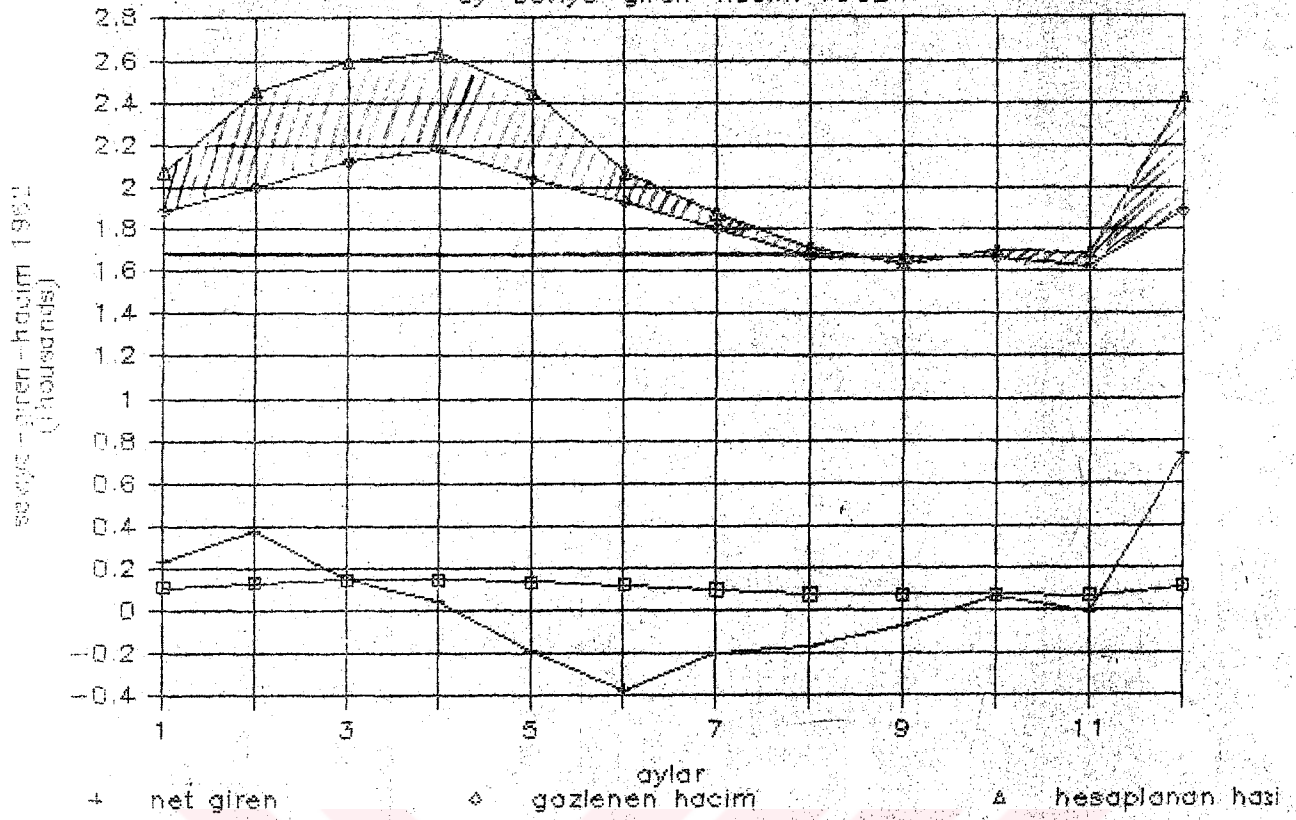


+ net giren

□ gözlünen hacim

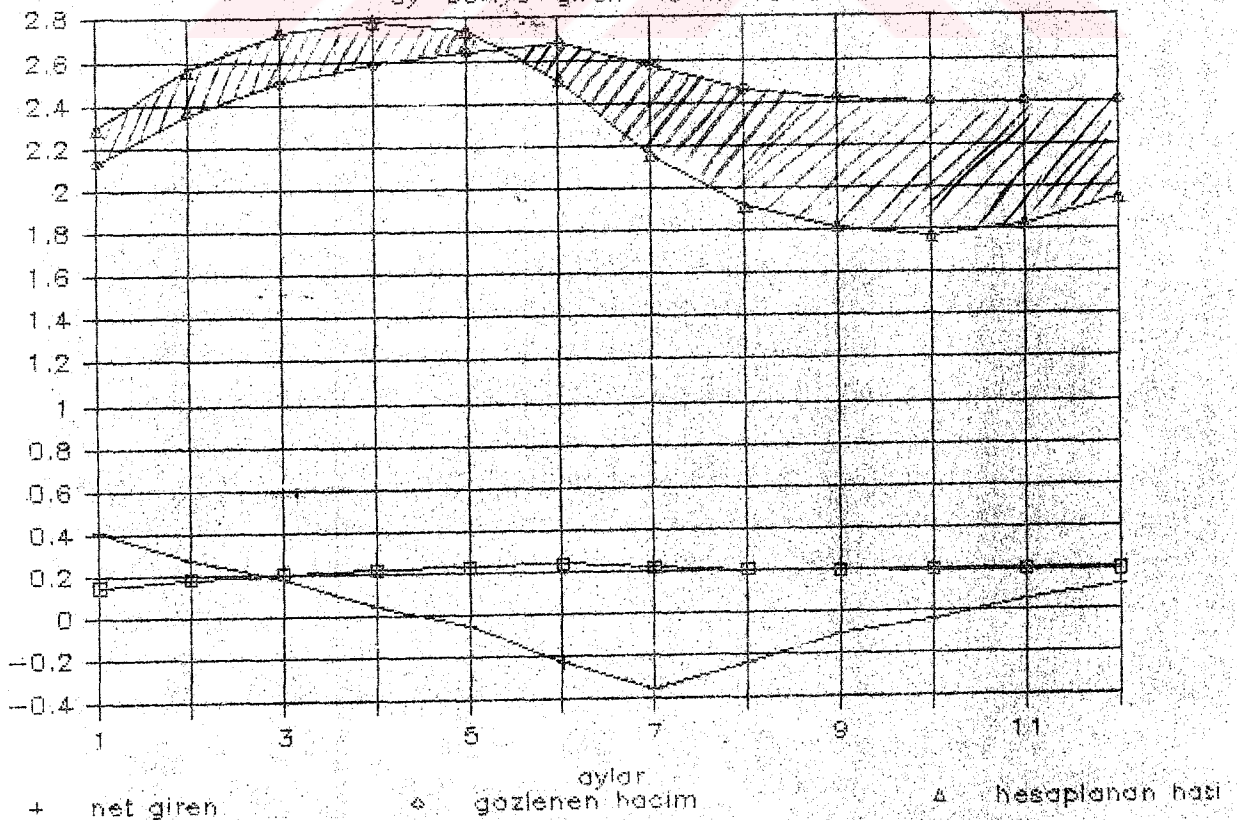
△ hesaplanan hacim

ay-seviye-giren-hacim 1962



seviye-giren-hacim 1962
(thousands)

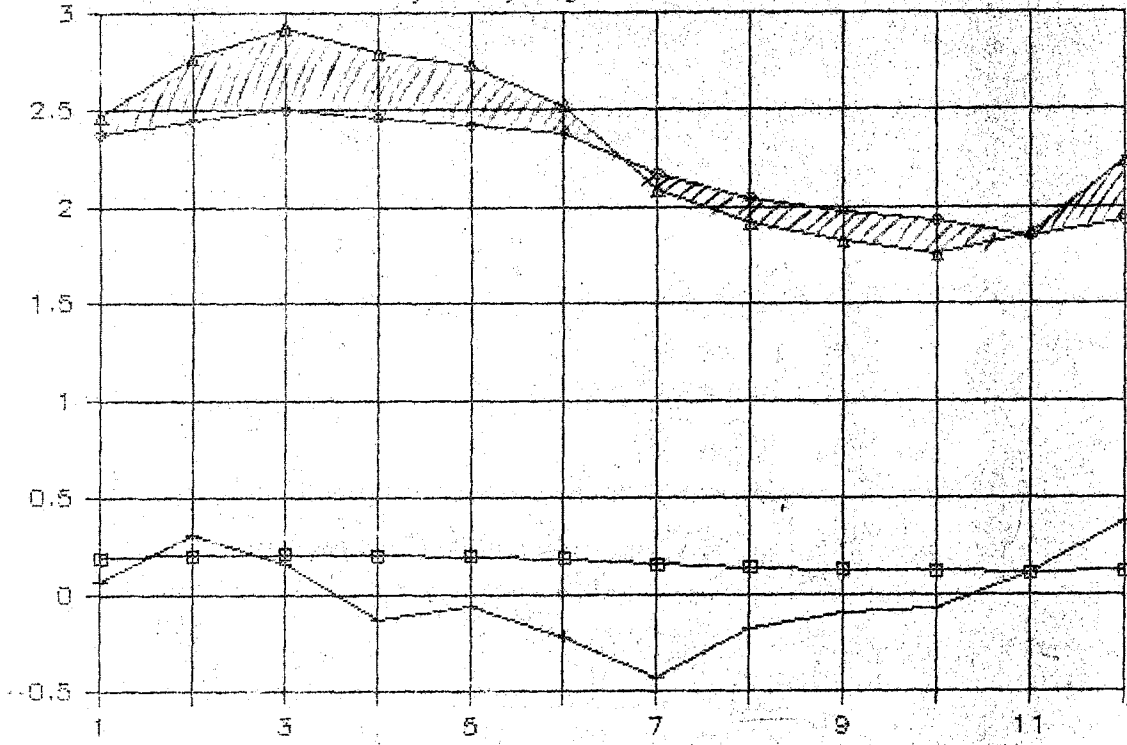
ay-seviye-giren-hacim 1963



+ net giren ◊ gözlenen hacim ▲ hesaplanan hası

ay-seviye-giren-hacim 1964

seviye-giren-hacim 1964
(thousands)

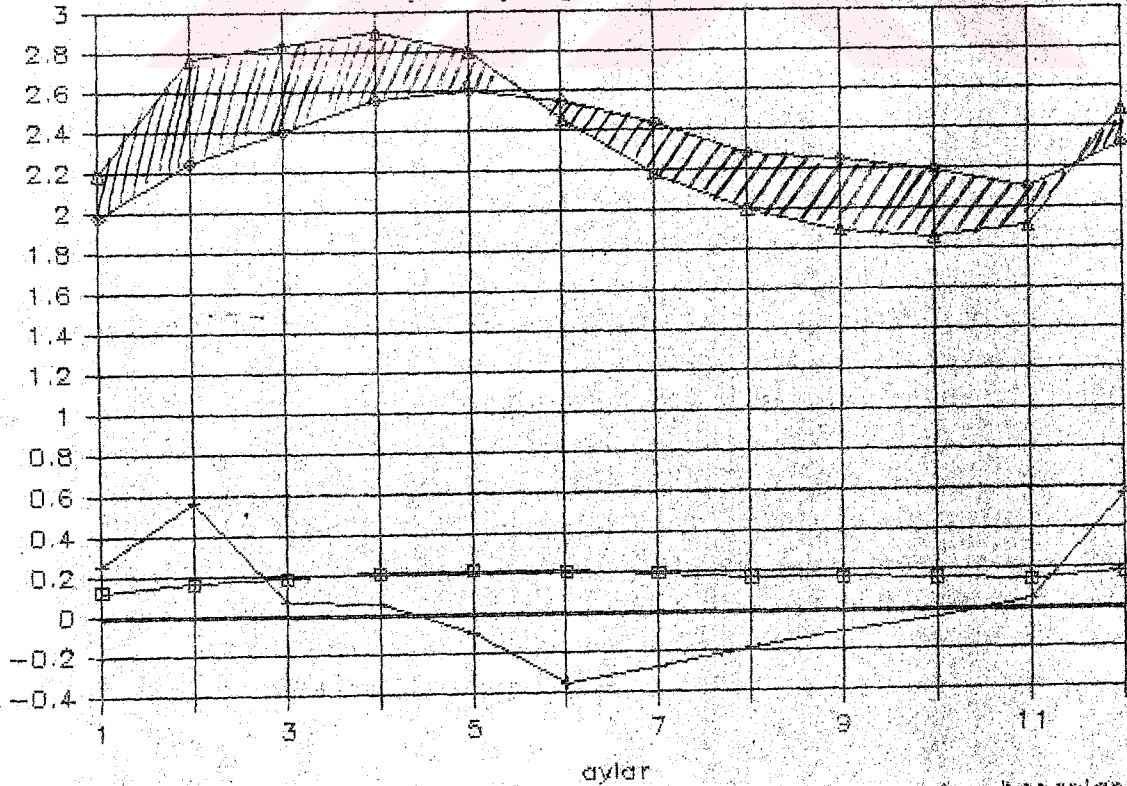


+ net giren ◊ gazlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butçe

ay-seviye-giren-hacim 1965

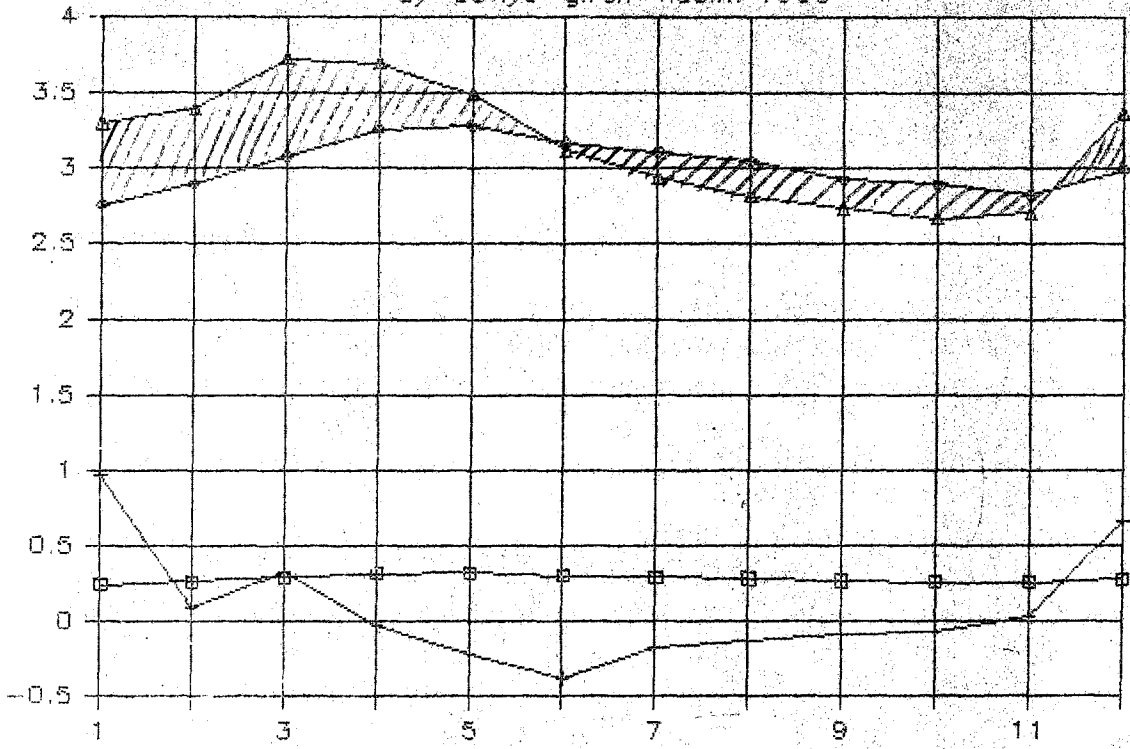
seviye-giren-hacim 1965
(thousands)



+ net giren ◊ gazlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

ay-seviye-giren-hacim 1966

seviye-giren-hacim 1966
(thousands)

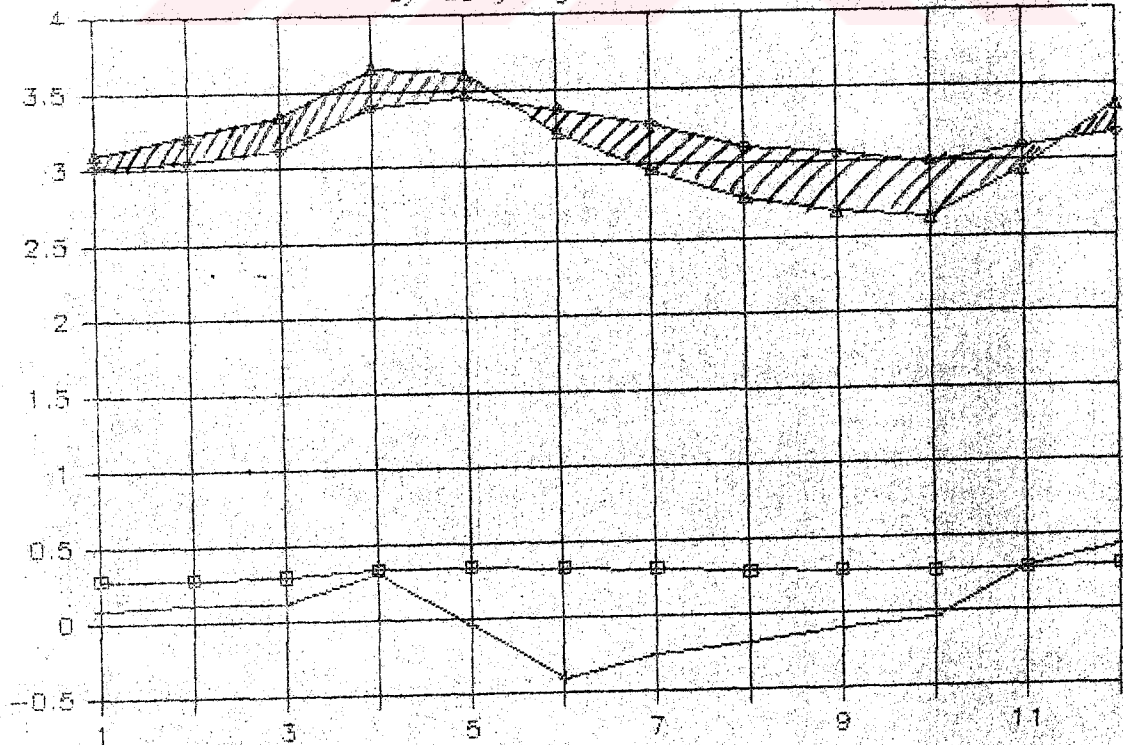


+ net giren ◊ gozlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butce

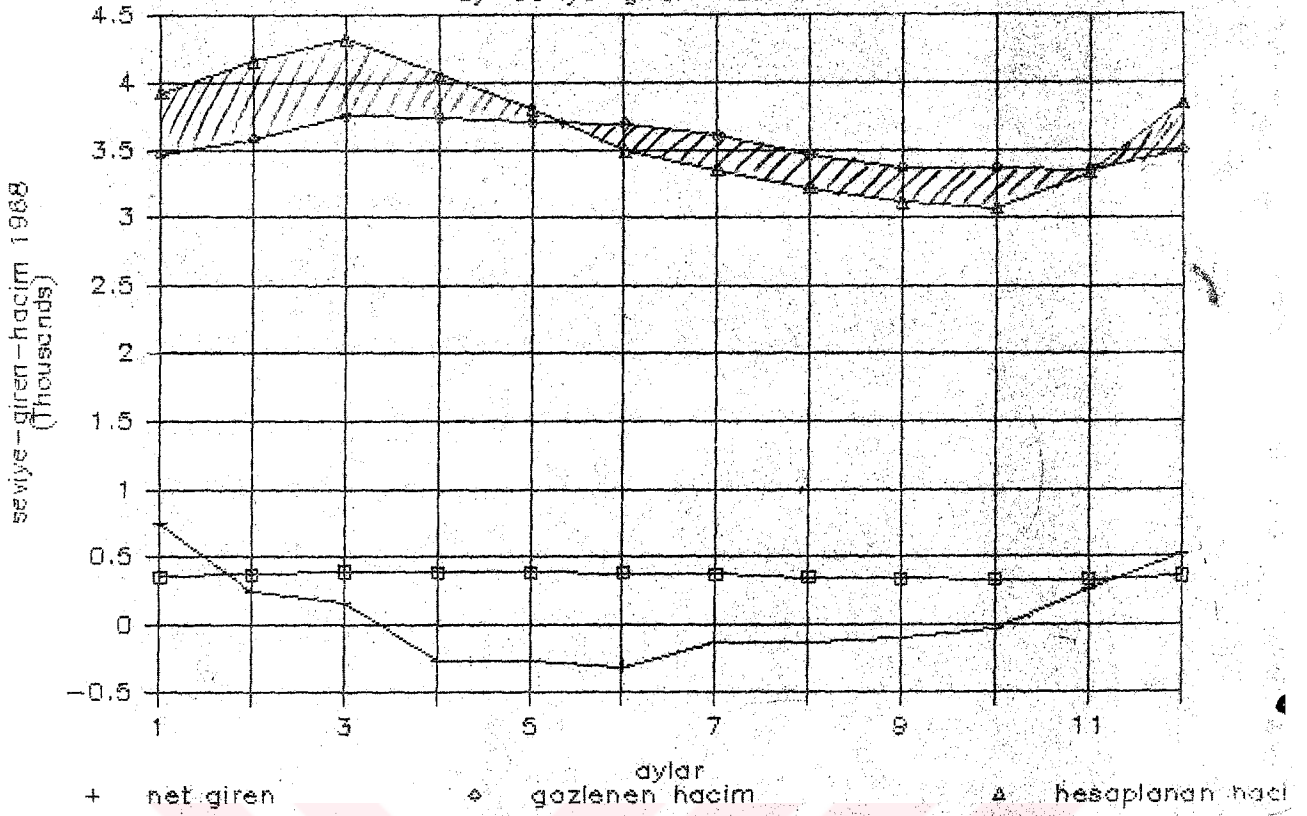
ay-seviye-giren-hacim 1967

seviye-giren-hacim 1967
(thousands)

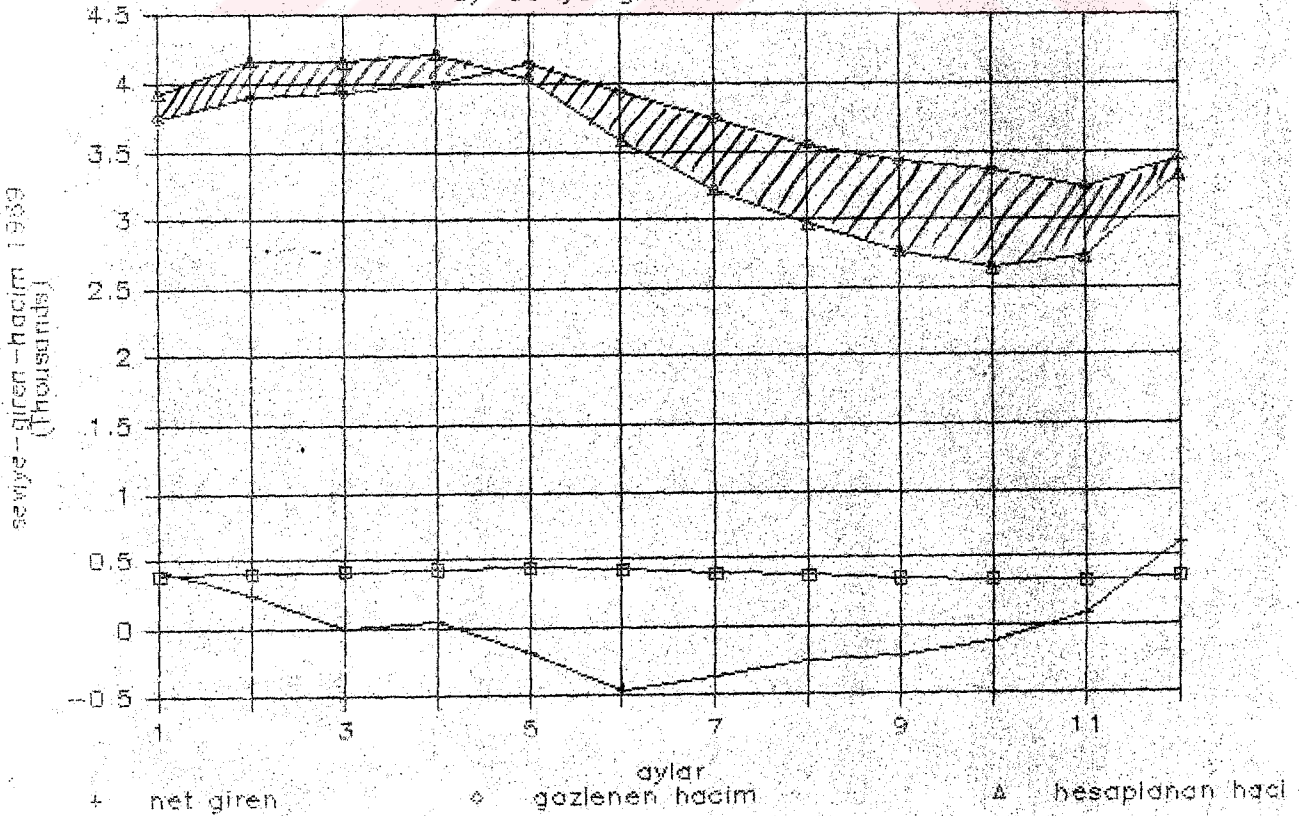


+ net giren ◊ gozlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

ay-seviye-giren-hacim. 1968



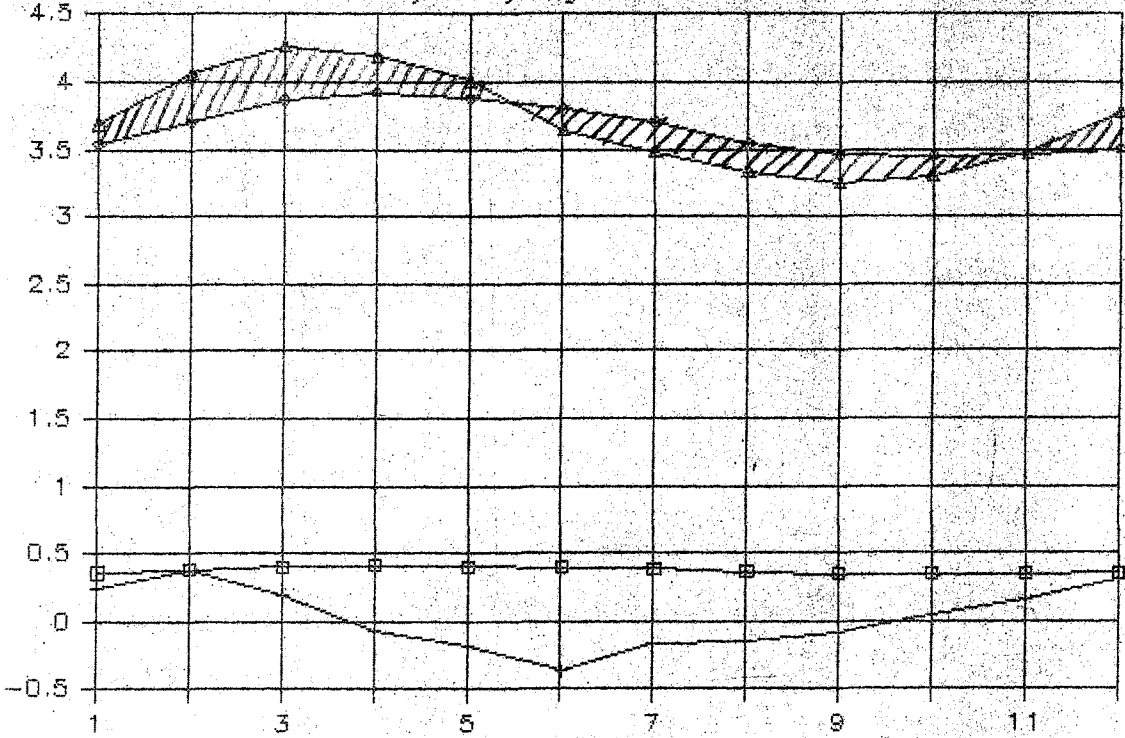
ay-seviye-giren-hacim. 1969



butce

ay-seviye-giren-hacim 1970

seviye-giren-hacim 1970
(Thousands)

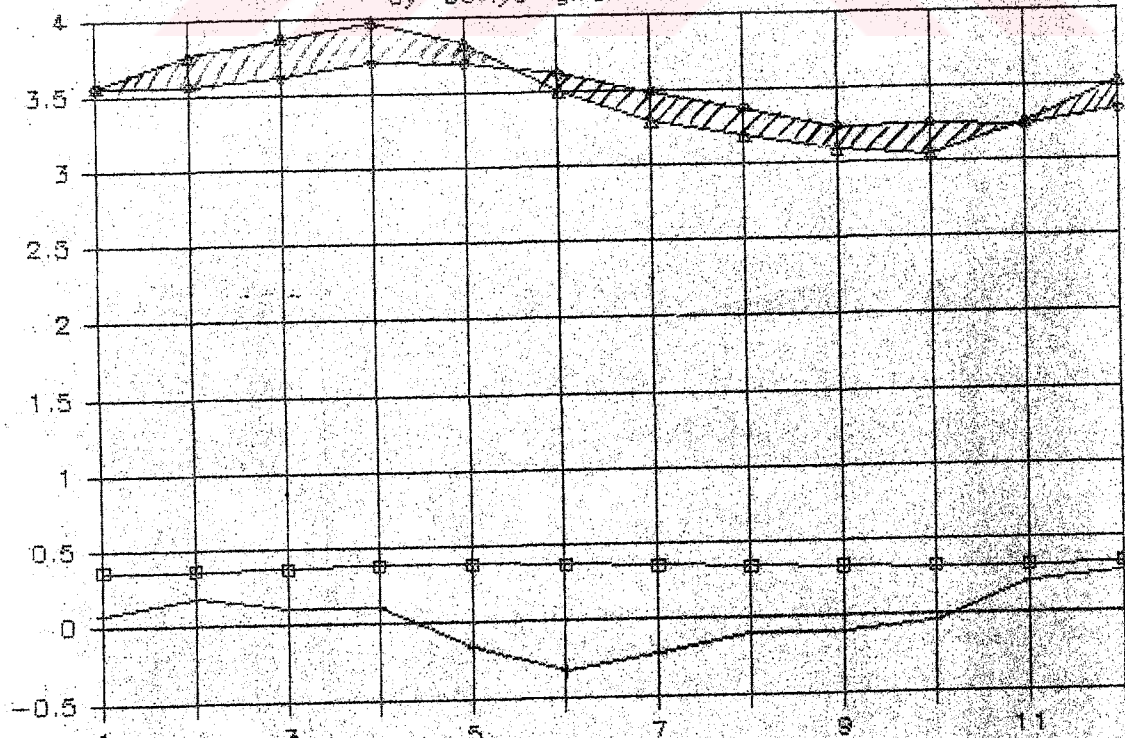


aylar
+ net giren ◊ gazlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butce

ay-seviye-giren-hacim 1971

seviye-giren-hacim 1971
(Thousands)

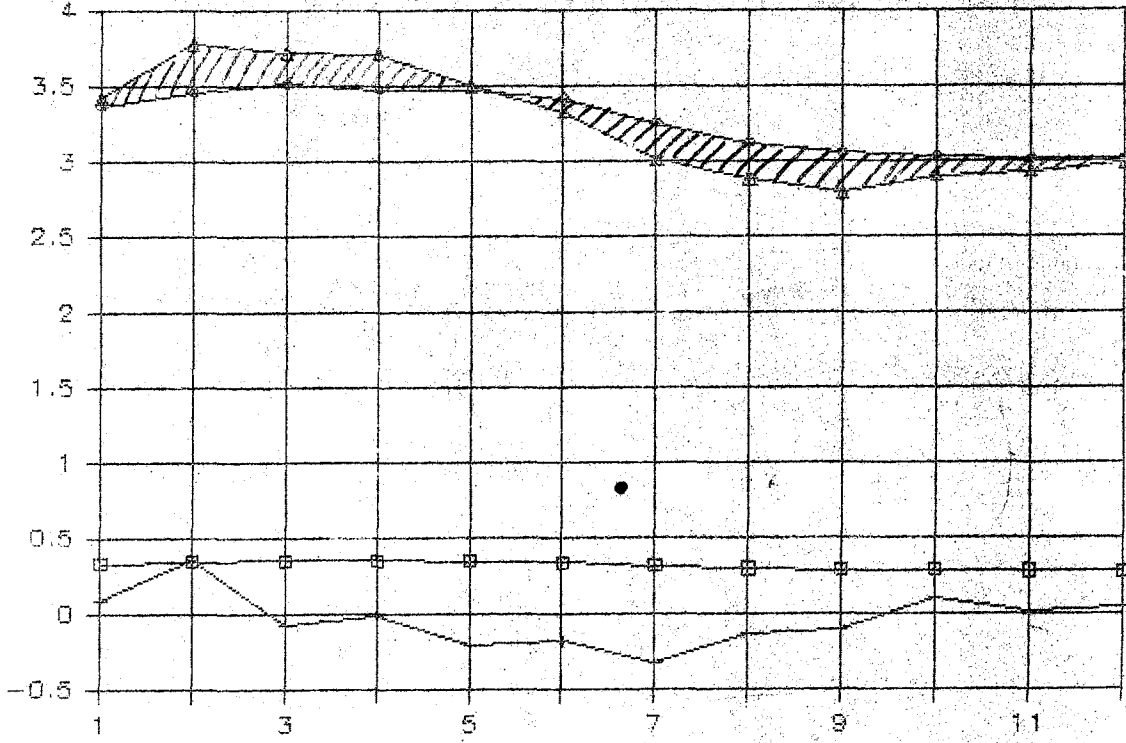


aylar
+ net giren ◊ gazlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butce

ay-seviye-giren-hacim 1972

seviye-giren-hacim 1972
(housanms)

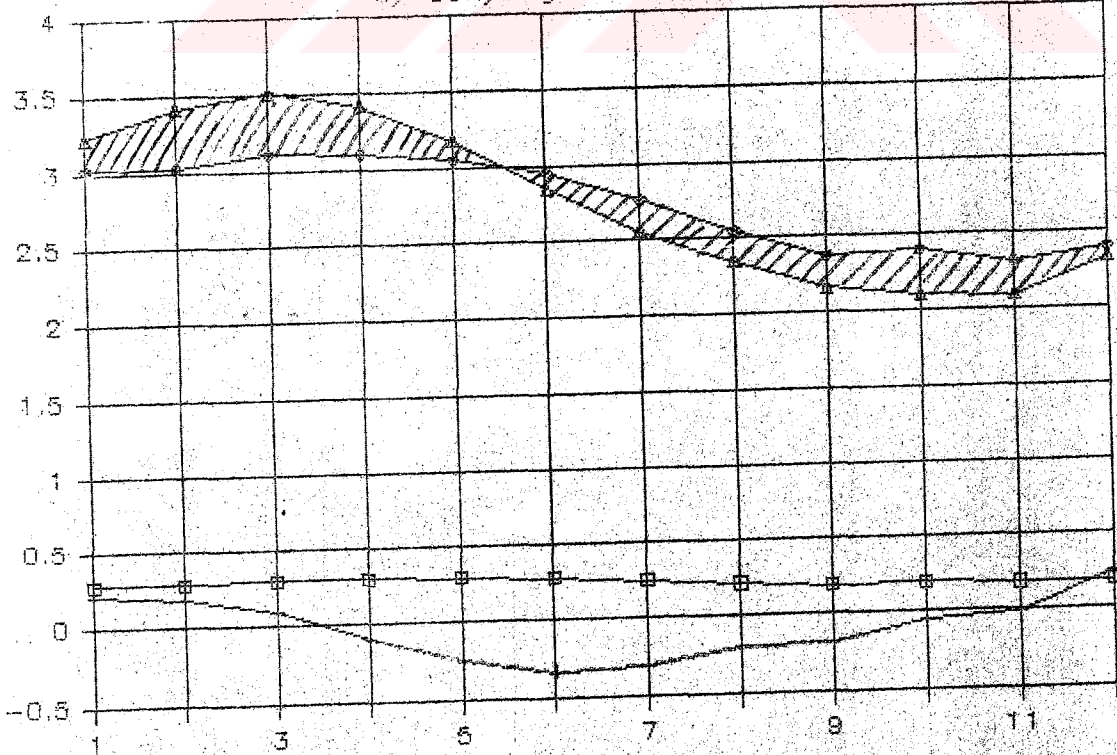


+ net giren aylar gözlenen hacim hesaplanan hacim

butce

ay-seviye-giren-hacim 1973

seviye-giren-hacim 1973
(housanms)

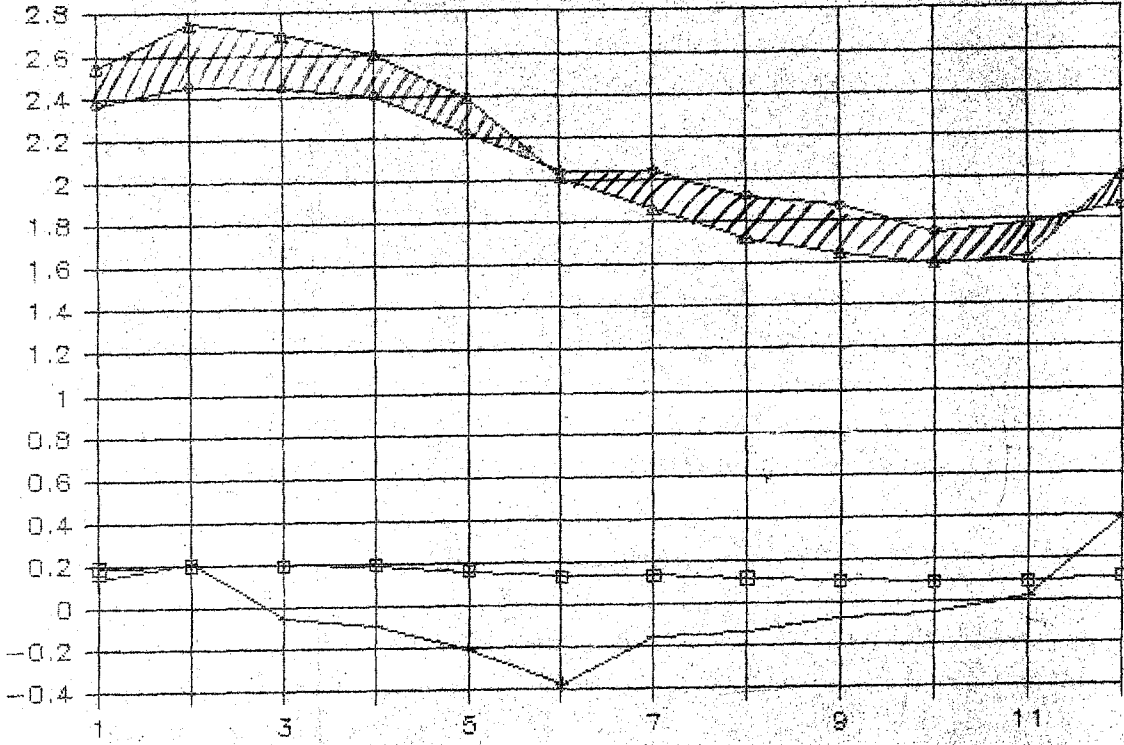


+ net giren aylar gözlenen hacim hesaplanan hacim

butçe

ay-seviye-giren-hacim 1974

seviye-giren-hacim 1974
(thousands)

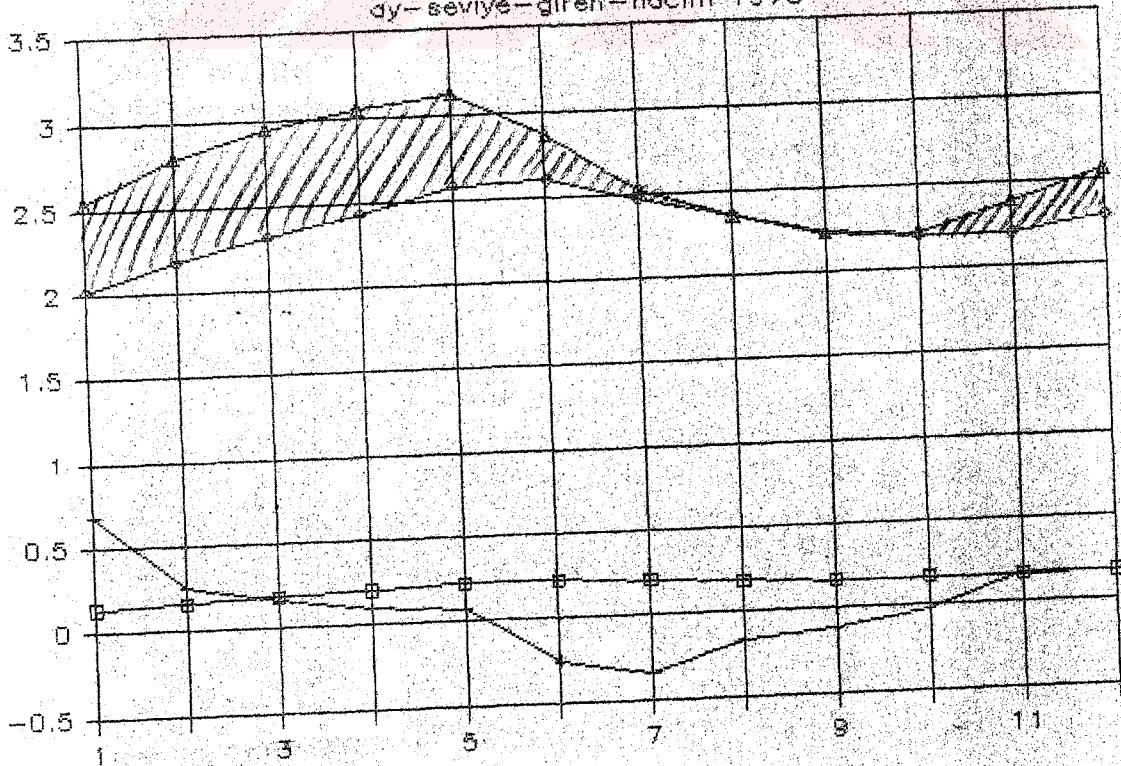


+ net giren ◊ gozlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butçe

ay-seviye-giren-hacim 1975

seviye-giren-hacim 1975
(thousands)

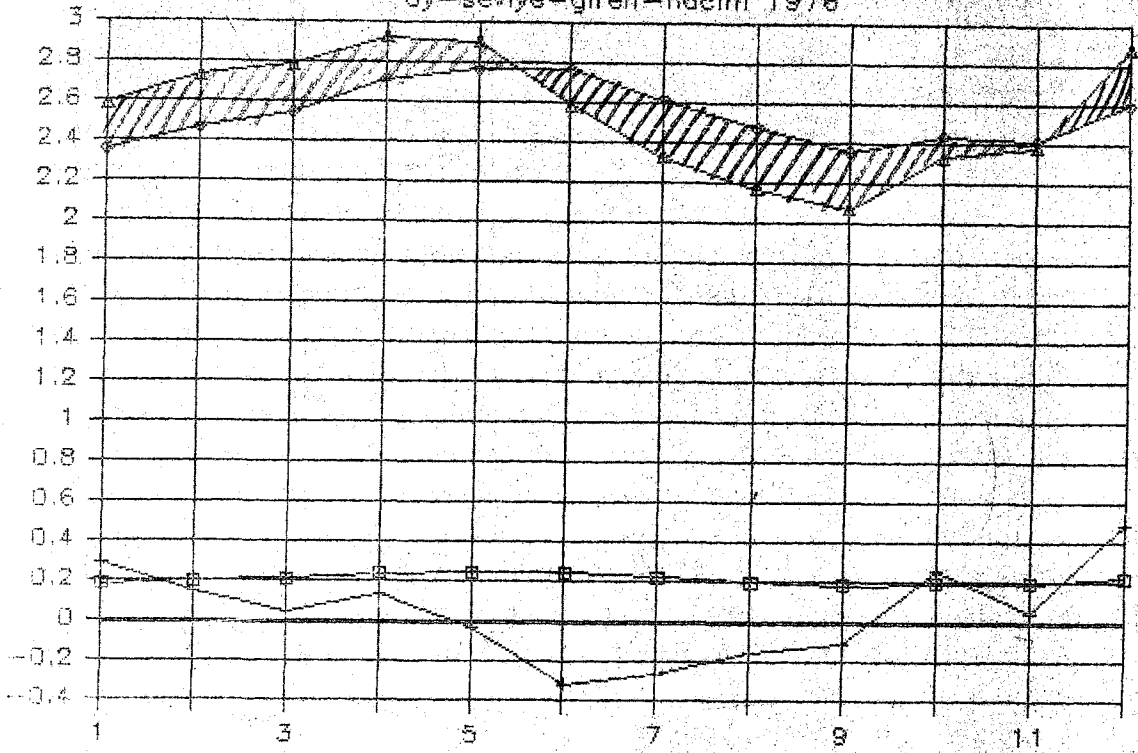


+ net giren ◊ gozlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butçe

ay-seviye-giren-hacim 1976

seviye-giren-hacim 1976
(Thousands)

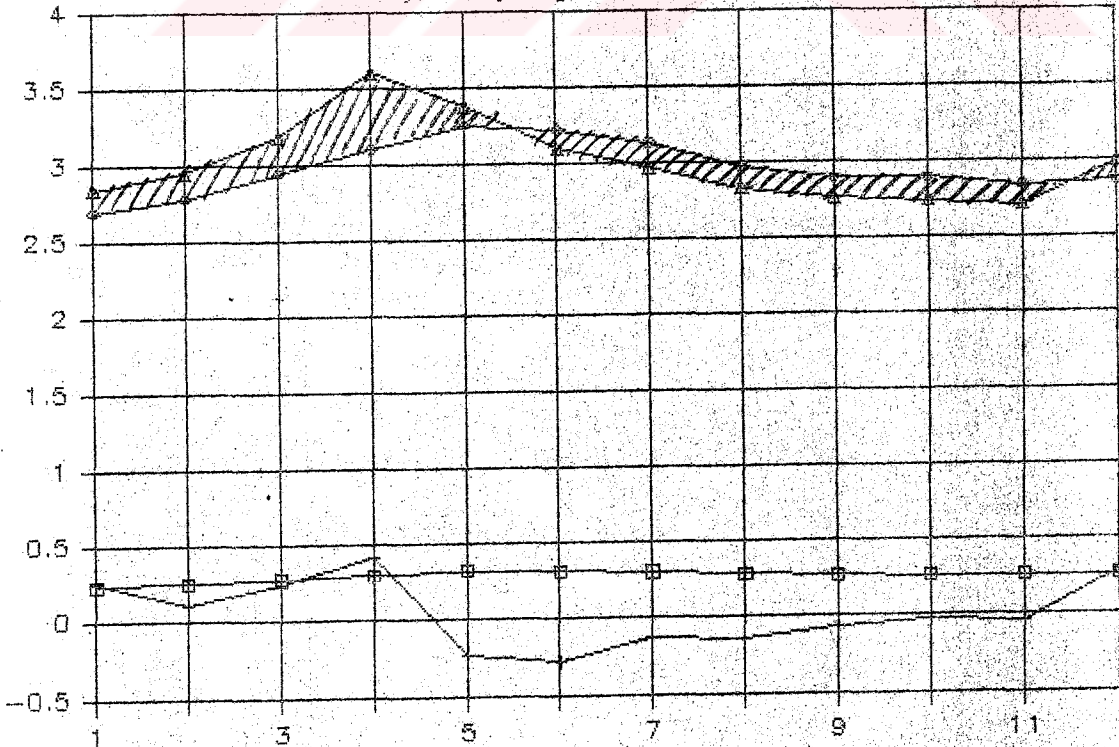


aylar
+ net giren ◻ gözlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butçe

ay-seviye-giren-hacim 1977

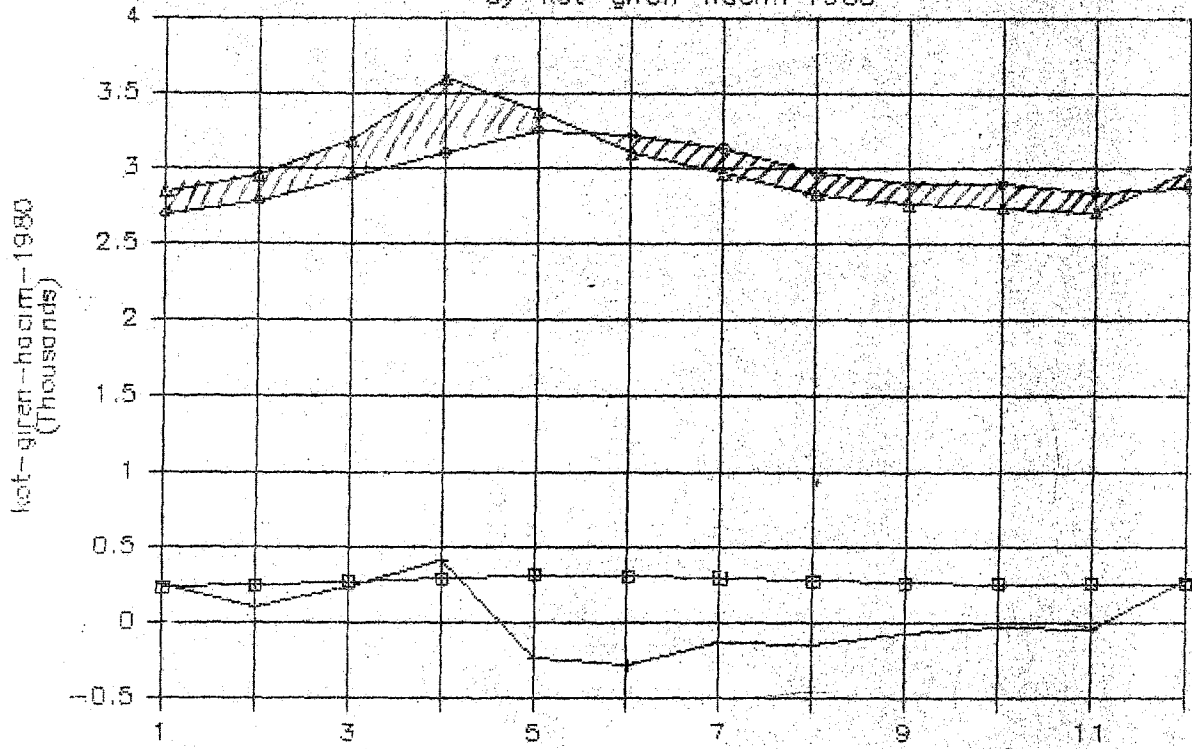
seviye-giren-hacim 1977
(Thousands)



aylar
+ net giren ◻ gözlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butce

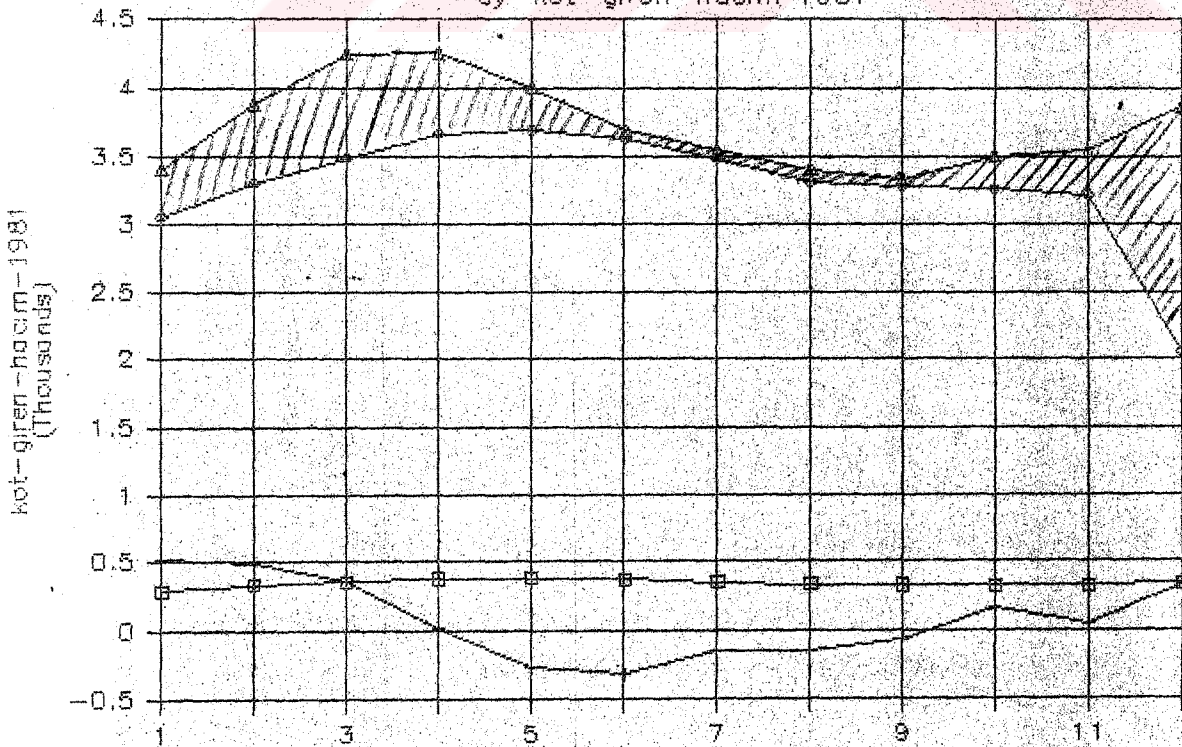
ay-kot-giren-hacim 1980



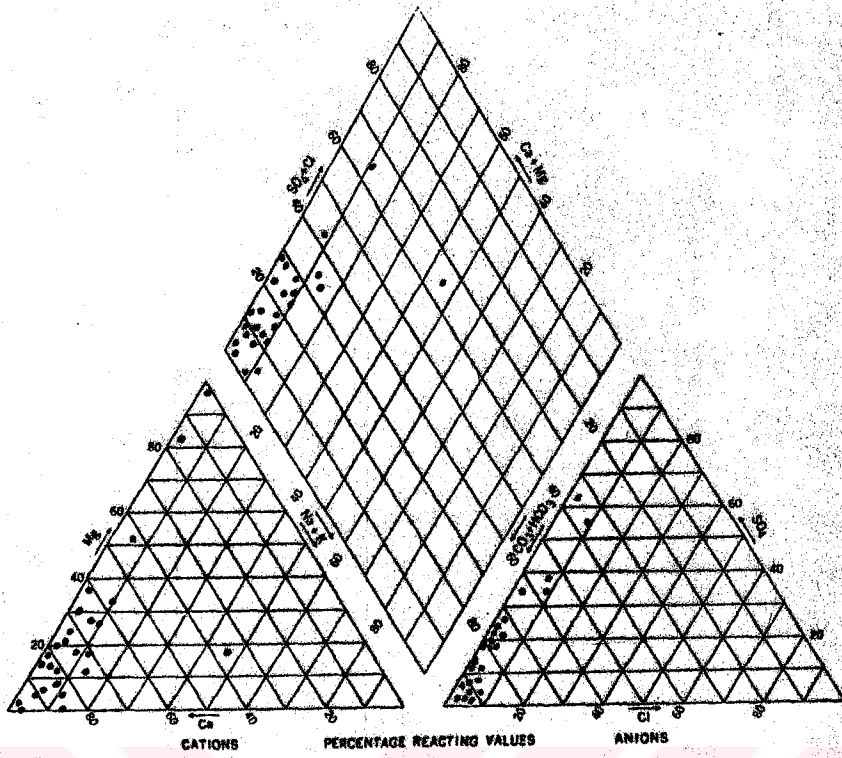
+ net giren ◊ gozlenen hacim ▲ hesaplanan hacim

butce

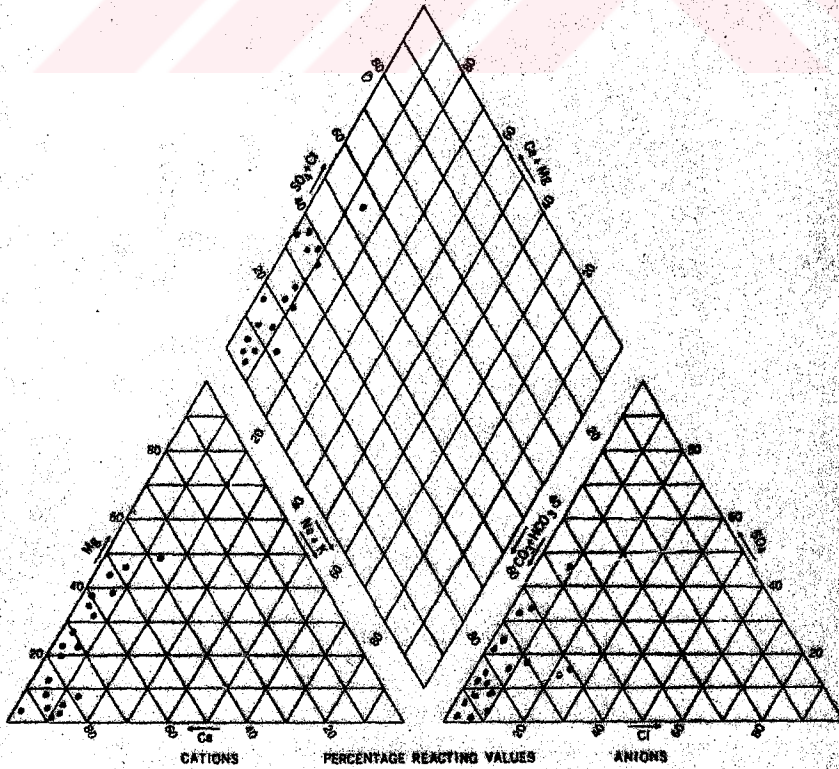
ay-kot-giren-hacim 1981



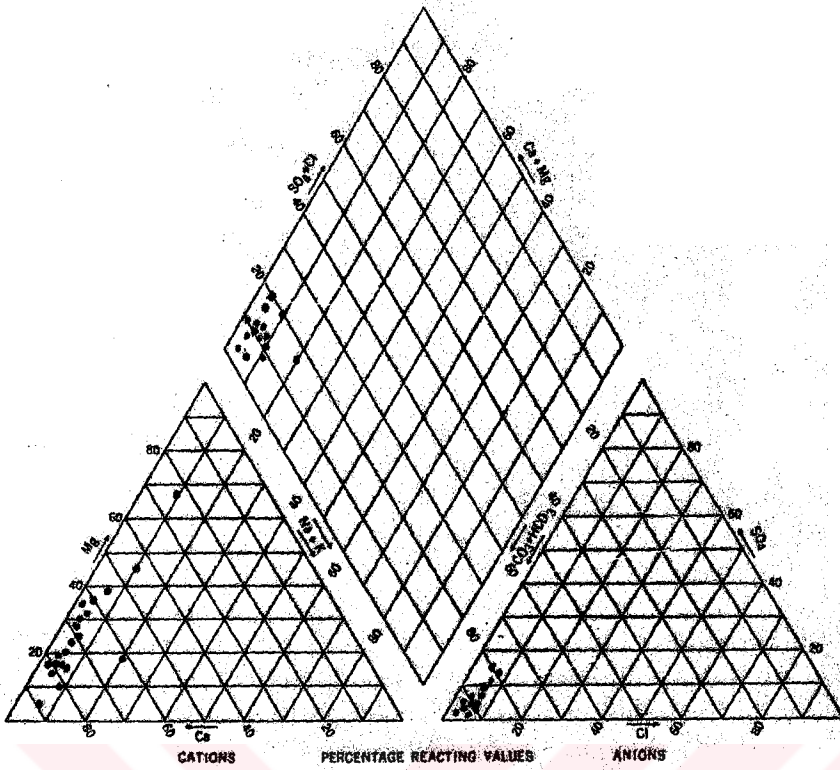
+ net giren ◊ gozlenen hacim ▲ hesaplanan hacim



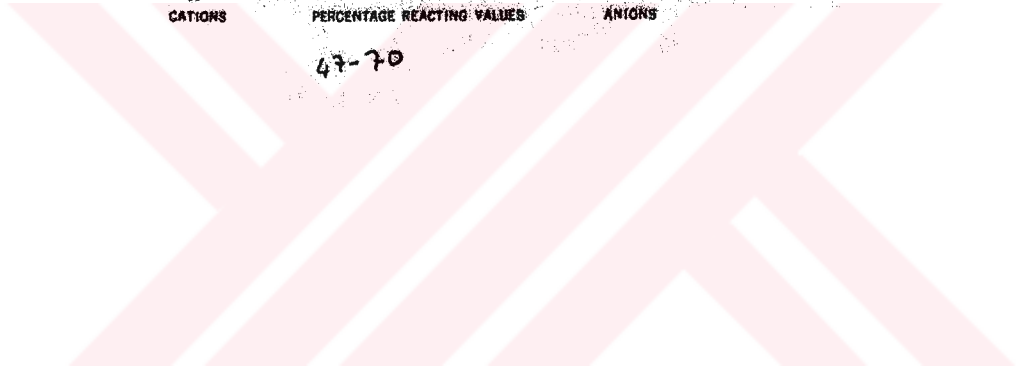
1-26



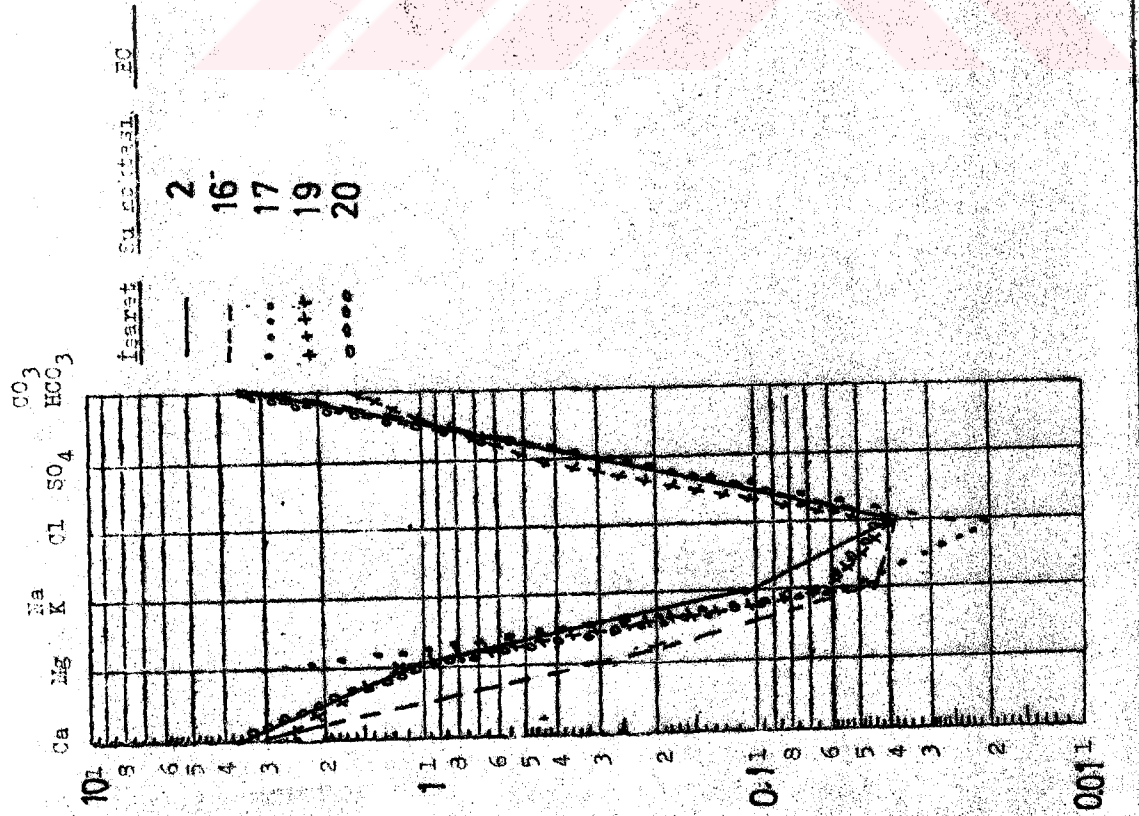
26-47



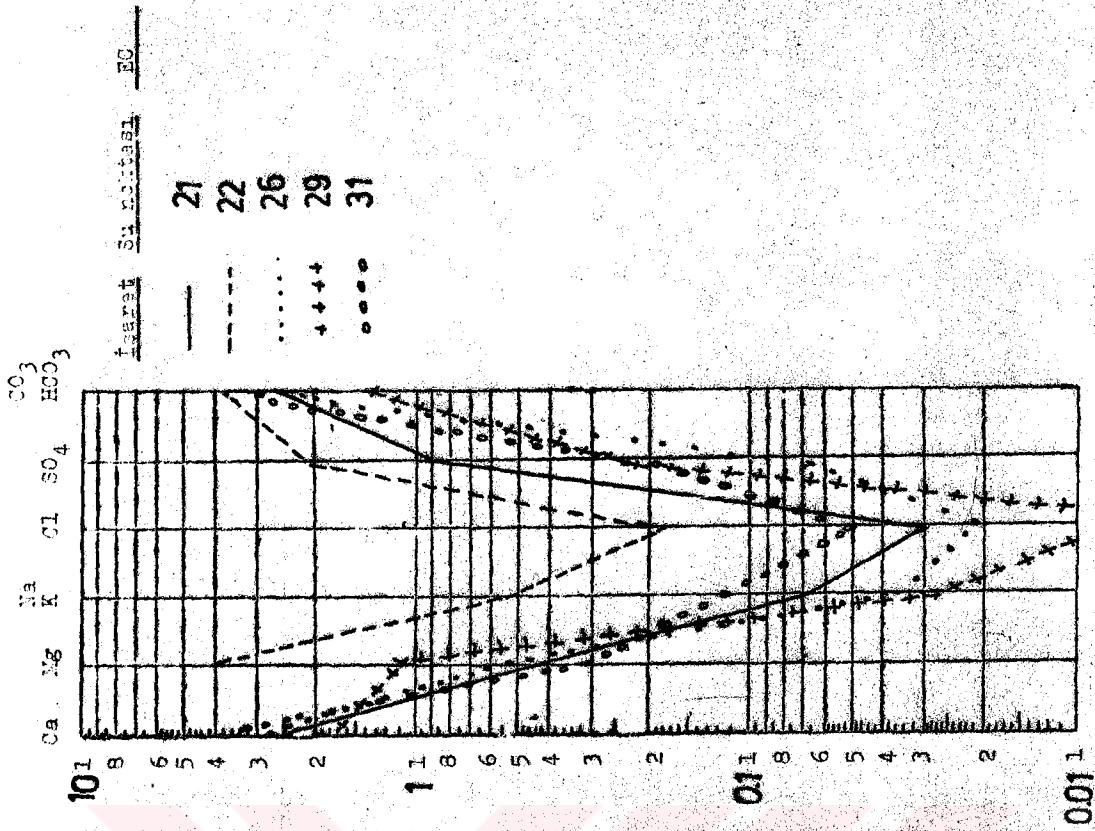
47-70



VARI LOGARITMIK DIYAGRAM

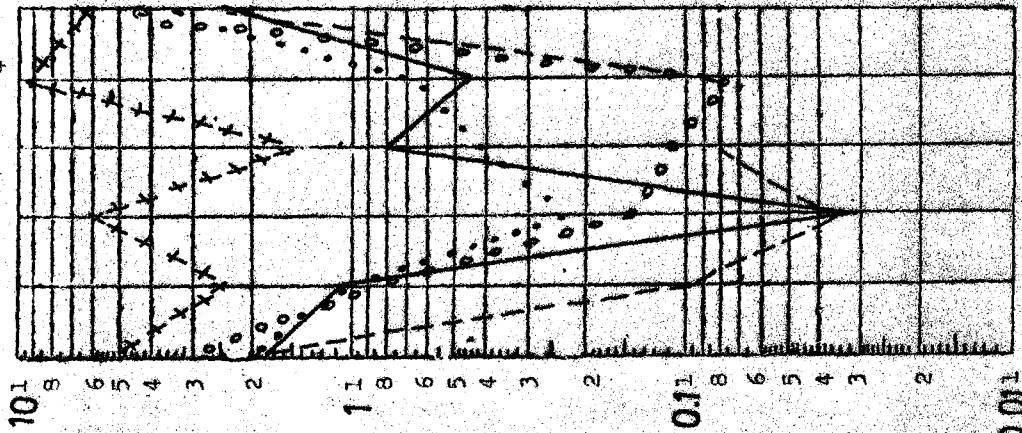


VARI LOGARITMIK DIYAGRAM



MARI EGARITIMIK DIYAGRAM

Ca Mg K Na Cl SO₄ CO₃ HCO₃

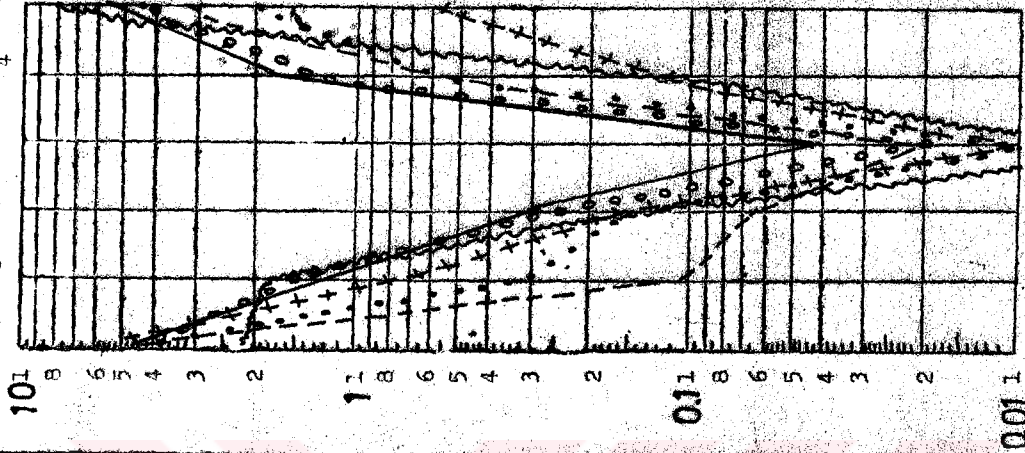


Isaret Su noktası EC

- 27
- - - 44
- 35
- + + + 11
- o o o 43

MARI EGARITIMIK DIYAGRAM

Ca Mg K Na Cl SO₄ CO₃ HCO₃



Isaret Su noktası EC

- 13
- - - 14
- 15
- + + + 32
- o o o 39
- ~~~~~ 41

VARI LOGARITMIK DEYADAN

CO₃

Na

K

Ca

Mg

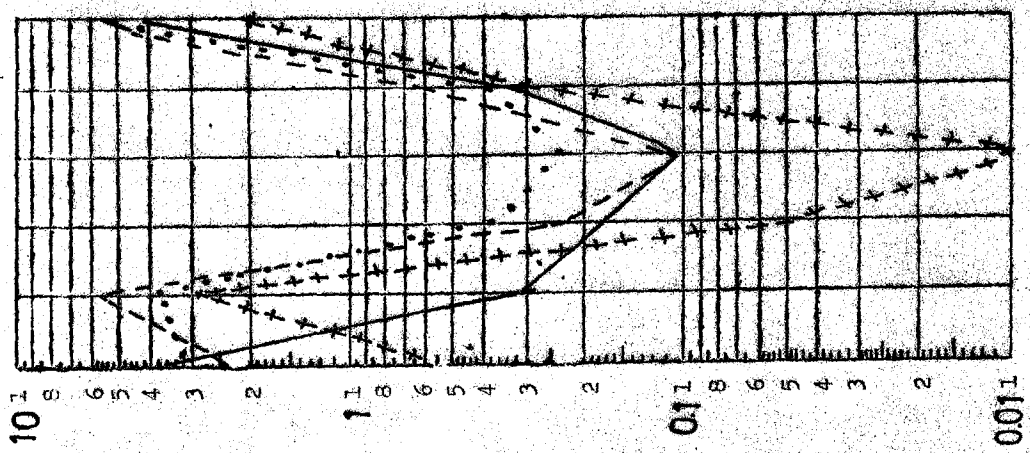
Cl

SO₄

HCO₃

Isaret Saclarasi EC

- 37
- - - 34
- 4
- + + + 7



VARI LOGARITMIK DEYADAN

CO₃

Na

K

Ca

Mg

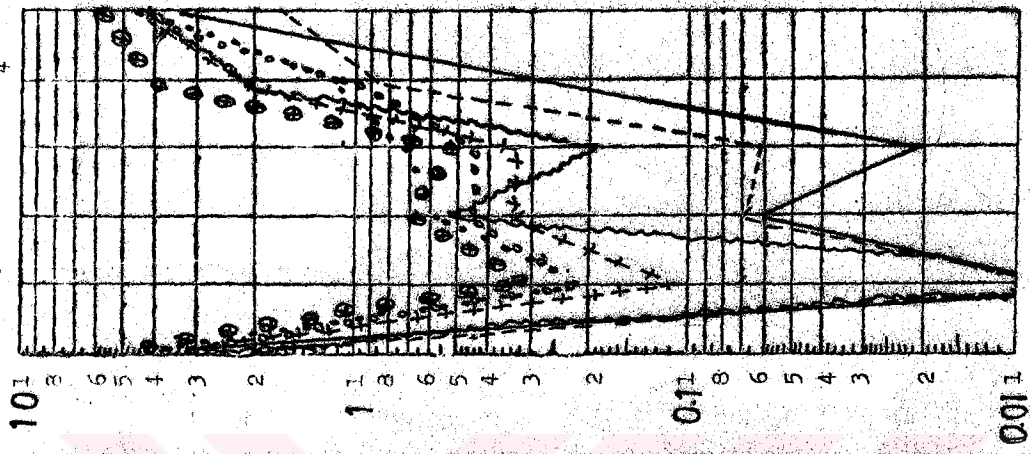
Cl

SO₄

HCO₃

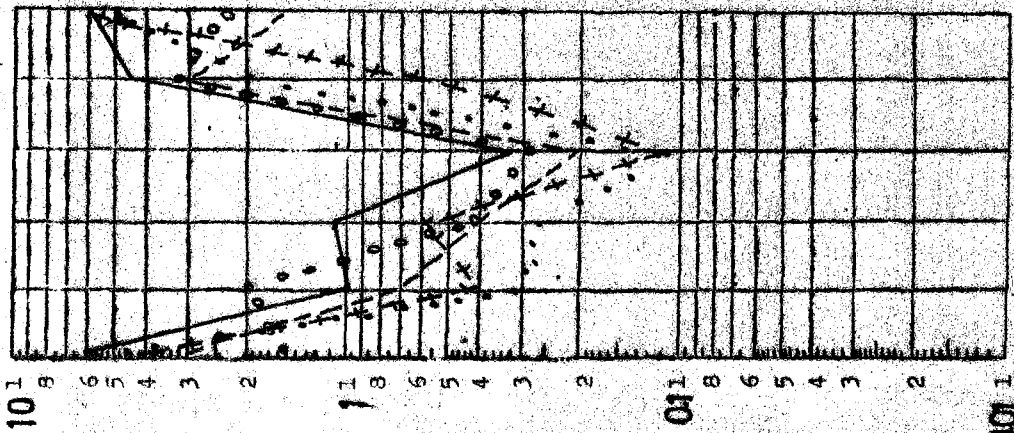
Isaret Saclarasi EC

- 17
- - - 28
- 36
- + + + 45
- o o o 46
- ~ 23
- o o o 12



YARI LOGARİTMİK DİYAGRAM

Ca Mg K Na Cl SO4 CO3 HCO3

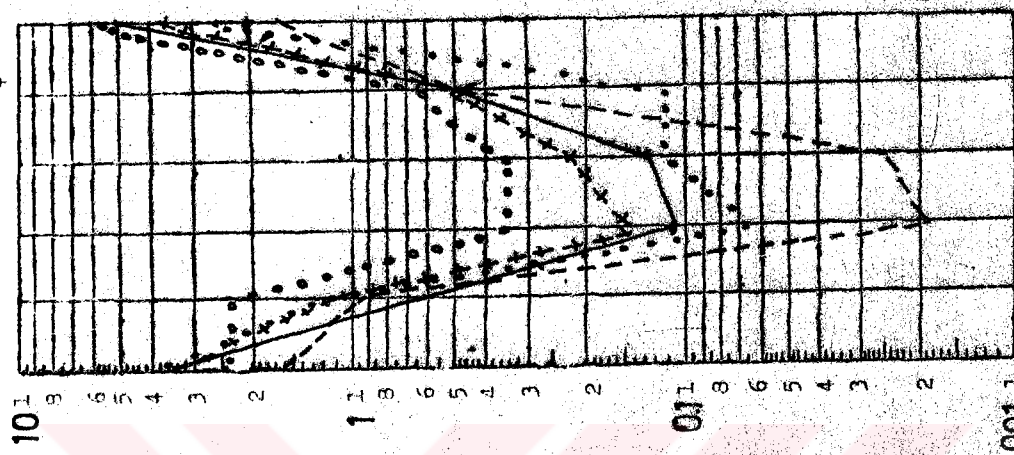


İsaret Sırasıyla EC

- 18
- - 24
- ... 30
- + + + 33
- o o o 47

YARI LOGARİTMİK DİYAGRAM

Ca Mg K Na Cl SO4 CO3 HCO3



İsaret Sırasıyla EC

- 1
- - 25
- ... 38
- + + + 40
- o o o 42

MAİL İZAHİMLİK DİYAGRAMI

CO₃
HCO₃

Na

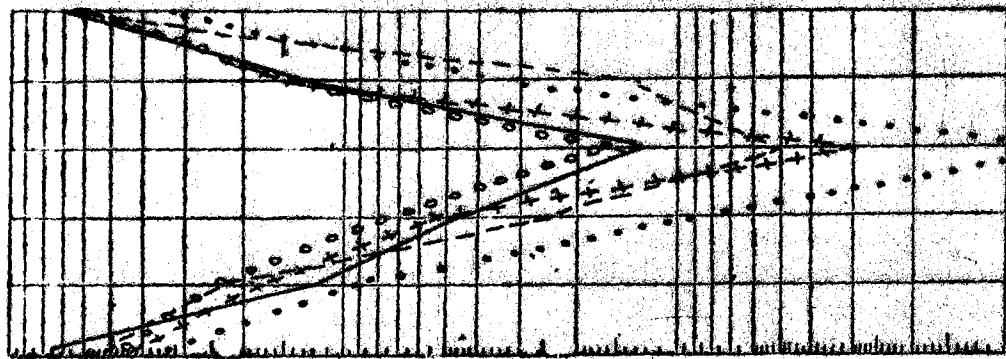
Ca Mg K Cl SO₄

10 1 8 6 5 4 3 2

1 1 8 6 5 4 3 2

01 1 8 6 5 4 3 2

0012



Mailet Su Analizi 20

- 3 ———
- 5 - - -
- 8 . . .
- 9 + + +
- 10 o o o