

ESKİŞEHİR YERALTISUYUNUN İÇME VE KULLANMA
SUYU OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa TOMBUL

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

1991

ESKİŞEHİR YERALTISUYUNUN İÇME VE KULLANMA SUYU
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa TOMBUL

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliđi Uyarınca
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Hidrolik Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman : Prof.Dr. Mehmet BİLGİN

Eylül - 1991

Anadolu Üniversitesi
Merkez Kütüphane

Mustafa Tombul'un YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı "Eskişehir Yeraltısuyunun İçme ve Kullanma Suyu Olarak Değerlendirilmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...M. 9. 9. 1...

Üye : Prof. Dr. Mehmet BİLGİN

Üye : Prof. Ömer Rıza AKGÜN

Üye : Doç. Dr. Sedat KAPDAŞLI

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **11 EYLÜL 1991**
gün ve **28.6.-25** sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

Ö Z E T

Bu çalışma, ileriki yıllarda yapılması düşünülen Eskişehir yeraltısuyu potansiyelinin araştırılması ve matematik modelleri konusundaki çalışmaya yardımcı olmak ve ayrıca yeraltısularının niteliği hakkındaki bilgileri topluca vermek için yapılmıştır.

Bu bilgiler çeşitli kamu kuruluşlarından ve Eskişehir yeraltısuları ile ilgili çalışmalardan alınmıştır. Ancak kamu kuruluşlarından yeterli bilgi alınmasında güçlükler çıkmıştır (özellikle yeraltısuları kalitesi analiz sonuçlarının ilgili kuruluşlardan alınması mümkün olmamıştır).

Eskişehir içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinin devreye girmesinden önce Eskişehir'e su sağlayan kuyuların hidrolik karakteristikleri, bu kuyulara su sağlayan akiferin ortalama karakteristikleri ve bu yeraltı sularının kalitesi hakkında genel bilgileri bu tez içinde görme imkanı vardır.

SUMMARY

The aims of this study are to provide for a basis future studies which may be achieved on groundwater potentials of Eskişehir and preparing mathematical models for the purpose and to present the informations as a whole about to qualities of the groundwater.

These informations has been taken from public offices and related studies which were accomplished earlier. However, we encountered some difficulties to obtain informations from the public officies. Particularly, we couldn't success to receive the result of the analysis of the qualities of groundwater in Eskişehir.

What can be seen in this study are the hydrological characteristics of the wells which had been providing Eskişehir with water before coming into operation of the "Eskişehir drinking and domestic-use water treatment plant", and the average characteristics of the aquifer which provides the wells with water and general informations about the qualities of these groundwater.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma sırasında değerli fikir ve önerileri ile beni yönlendiren sayın hocam Prof.Dr. Mehmet BİLGİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gerekli doküman ve verilerin sağlanmasında yardımcı olan D.S.İ., İLLER BANKASI ve BELEDİYE kurum ve yetkililerine de ayrıca teşekkür ederim.

İdari kolaylıklar gösteren Anadolu Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi ve İnşaat Mühendisliği Bölümü yetkililerine ve özellikle yazılım aşamasında büyük özveriyle yardımlarını esirgemeyen İnşaat, Makina ve Elektrik bölümündeki arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa TOMBUL

Eskişehir, Eylül 1991

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TABLolar DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
I. BÖLÜM	1
1.GİRİŞ	1
II BÖLÜM	3
2. ESKİŞEHİR YERALTISULARI POTANSİYELİ	3
2.1. Eskişehir İçme ve Kullanma Suyunun Tarihçesi .	3
2.2. Bölgenin Topoğrafyası	4
2.3. Bölgenin İklimi	5
2.4. Hidrojeoloji	6
2.4.1. Akiferin özellikleri	6
2.4.2. Formasyonların hidrojeolojik özellikleri	6
2.5. Eskişehir İçme ve Kullanma Suyu Olarak Porsuk Çayından Yararlanma Çalışmaları	8
2.6. Eskişehir İçme ve Kullanma Suyu Arıtma Tesisi Projesi Hakkında Genel Bilgiler	9
2.7. Eskişehir Sıcaksu Potansiyeli Hakkında Bilgiler	11
2.7.1. Sıcaksu kaynakları bakımından yapısal jeoloji	11
2.7.2. Sıcaksu kaynakları	11
2.7.2.1. Çıkış yerleri ve sıcaklıkları	11
2.7.2.2. Debileri	12
2.7.3. Sıcaksu içeren formasyonların akifer özellikleri	12
2.7.4. Sıcaksu kaynaklarının kökeni ve oluşumu	13
2.7.5. Sıcaksu kaynaklarının fizikokimyasal özellikleri	13
2.7.6. Sıcaksuların soğuk yeraltısuları ile ilişkisi	14

İÇİNDEKİLER (devam)

2.7.7. Jeotermal enerji potansiyeli	15
2.7.8. Sıcaksuların kullanım alanları	15
2.8. Eskişehir Yeraltısuları Potansiyeli	17
III. BÖLÜM	19
3. ÇALIŞMA BÖLGESİ İÇİNDE KALAN KUYULARA AİT VERİLER VE DEĞERLENDİRİLMESİ	19
3.1. Kuyular	19
3.1.1. Sığ kuyular	19
3.1.2. Sondaj kuyuları	19
3.2. Verilerin Elde Edilmesi	19
3.3. Verilerin Tablo Haline Getirilmesi	20
3.4. Kuyu Parametrelerinin Hesaplanması	22
3.4.1. Permeabilite hesabı	22
3.4.2. Transmisibilite (iletkenlik katsayısı) hesabı	24
3.4.3. Ortalama (hesap) hızı ve maksimum hızın hesabı	24
3.5. Tablo 3.1 ile Harita Arasındaki İlişki	26
IV. BÖLÜM	33
4. SU KİRLİLİĞİ VE KALİTESİ HAKKINDA BİLGİLER	33
4.1. Su Kirliliği Kaynakları	33
4.1.1. Yüzeysel suların ve akarsu kirliliğinin kaynakları	33
4.1.2. Yeraltısuyu kirliliğinin kaynakları ...	35
4.2. Eskişehir Yeraltısuyunun Kimyasal Özellikleri ve Değerlendirilmesi	37
4.3. Eskişehir Yeraltısuyunun TS 266 ile kıyaslanması	40
4.4. Kuruluşlardan Alınan Su Kalitesi Sonuçları ve Değerlendirilmesi	43

İÇİNDEKİLER (devam)

4.4.1. Eskişehir yeraltısularının su güvenliği sonuçları	43
4.4.2. Yüzey sularının arıtma öncesi ve arıtma sonrası analiz sonuçları	45
V. BÖLÜM	51
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
5.1. Sonuçlar	51
5.2. Öneriler	53
KAYNAKLAR DİZİNİ	55

EKLER

1. Eskişehir'e İçme ve Kullanma Suyu Sağlayan (1991 yılına kadar) Kuyuların Haritası
2. Kuyular Arası Koordinasyonu Gösteren Harita
3. Eskişehir İçinden geçen Fayı ve Sıcaksu Kaynaklarını Gösterir Harita
4. Eskişehir Bölgesindeki Sıcaksu Kaynakları

		<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1	Eskişehir ovasında formasyonların hidrojeolojik özellikleri	7
Tablo 2.2	Eskişehir ve yöresine aitsıcaksu analizleri	16
Tablo 2.3	Eskişehir ovası su bilançosu	17
Tablo 2.4	Eskişehir ovası Y.A.S. bilançosu	18
Tablo 3.1	Eskişehir yeraltısuları kuyularına ait parametreler	27
Tablo 4.1	Eskişehir ovası yeraltısuyunda incelenen parametrelerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri	36
Tablo 4.2	İçilebilir suların fiziksel ve kimyasal özellikleri	41
Tablo 4.3	Yeraltısularının içme suyu standartlarındaki sınırları aşan parametreler	42
Tablo 4.4	Eskişehir yeraltısularının su güvenliği sonuçları	44
Tablo 4.5	Eskişehir içme ve kullanma suyu arıtma tesisleri su analiz değerleri	47
Tablo 4.6	İçme suyu standartları	49

SİMGELELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Su analiz tablolarında mevcut parametrelere ait simgeler.

Parametre	Simge	Birimi
Sıcaklık	T	$^{\circ}\text{C}$
pH	PH	
Elektrisel iletkenlik	EC	fS/cm
Bulanıklık	Bul.	NBB
Toplam katılar	TKM	mg/lt
Toplam çözülmüş katılar	TCK	mg/lt
Askıdaki katılar	AK	mg/lt
Sodyum	Na	mg/lt
Potasyum	K	mg/lt
Kalsiyum	Ca	mg/lt
Magnezyum	Mg	mg/lt
Karbonat	CO_3	mg/lt
Bikarbonat	HCO_3	mg/lt
Klorür	Cl	mg/lt
Sülfat	SO_4	mg/lt
Toplam sertlik	T.Sr	F.S
Detarjan	Det	mg/lt
Bor	B	mg/lt
Amonyak	NH_3	mg/lt
Nitrit	NO_2	mg/lt
Nitrat	NO_3	mg/lt
Orto-fsfat	O-PO_4	mg/lt
Çözülmüş oksijen	Çöz. O	mg/lt
Organik madde	Org. M	mg/lt O_2
Demir	Fe	mg/lt
Bakır	Cu	mg/lt
Krom(6)	Cr^6	mg/lt
Kurşun	Pb	mg/lt
Nikel	Ni	mg/lt
Kadmiyum	Cd	mg/lt
Mangan	Mn	mg/lt
Alüminyum	Al	mg/lt

Kısaltmalar

D.S.İ
F.S
NBB
Y.A.S
Ort
Max

Açıklamalar

Devlet Su İşleri
Fransız sertliği
Nefelometrik bulanıklık birimi
Yeraltısuyu
Ortalama
Maksimum

B Ö L Ü M - 1

1 - GİRİŞ:

Eskişehir içme ve kullanma suyu ihtiyacı, 1991 yılının ilk yarısına kadar Eskişehir Belediyesinin, D.S.İ. 3.Bölge Müdürlüğüne ve özel kuruluşlara açtırdığı kuyulardan sağlanmıştır. Şehir şebekesine su veren toplam 73 adet kuyunun işletilmesi bu tarihe kadar Eskişehir Belediyesi Sular İdaresi tarafından yürütülmüştür. D.S.İ. 3.Bölge Müdürlüğü'nün kayıtlarında mevcut olan diğer kuyular ise özel kuruluşların su ihtiyacını karşılamak üzere aynı kuruluşlar tarafından işletilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Eskişehir yeraltısularına ait verilerin (kuyuların konumu ve karakteristikleri, permeabilite ve transmisibilite gibi akifer karakteristikleri) topluca elde edilerek, yeraltısuları potansiyeli ve matematik modelleri hakkında yapılacak olan çalışmalara yardımcı olmaktır. Başka bir deyişle bu çalışmalara gerekli olan verileri toplamaktır. Ayrıca mevcut durum incelenerek Eskişehir yeraltısuyunun içme ve kullanma yönünden değerlendirilmesi yapılacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Eskişehir'in yeraltısuları potansiyeli tanımlanmıştır. Bu amaçla belediye yerleşim bölgesi içinde kalan 84 adet kuyuya ait gerekli veriler D.S.İ 3.Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır. Bu bölümde ayrıca şehrin jeotermal su potansiyeline ait veriler de sunulmuştur.

Üçüncü bölümde, elde edilen veriler kullanılarak hesaplanan geçirgenlikler (permeabiliteler) göz önünde bulundurulmuş olarak kuyular etrafındaki ortalama ve maksimum akım hızları hesaplanmış birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Yeraltısularının kalitesi ve bu konuda yapılan çalışmalar dördüncü bölümde incelenmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler ise beşinci bölümde yer almaktadır.

2 - ESKİŞEHİR YERALTISULARI POTANSİYELİ

2.1 Eskişehir İçme ve Kullanma Suyunun Tarihçesi

Cumhuriyetin ilk yıllarında, Eskişehir içme ve kullanma suyu ihtiyacının yalnızca sıcak sular ve Sarıungur kaynaklarından karşılanmakta olduğu saptanmıştır. (Dapta projesi, 1975)

Cumhuriyet döneminde, Eskişehir su sorunu çözmek üzere ilk büyük girişim, kalabak suyu isalesi olmuştur. Eskişehirden 48 km uzakta Türkmen Dağı civarında beş ayrı kaynaktan toplanan kalabak suyu, 1934 yılında kente getirilmiştir. İsale hattı 150 mm lik pik borulardan oluşmaktadır. Çok kısa uzunlukta çelik borularda isale hattında bulunmaktadır. Debisi mevsimlere göre 8-12 lt/sn arasında değişen kalabak suyu, 2 Fransız sertlik derecesi (1 Fransız sertlik derecesi 10 mg CaCO₃) olup bu gün de Eskişehir ili içme suyu ihtiyacının bir kısmını karşılamaktadır. Sakalar veya başka araçlarla kalabak suyunun %40'ı içme suyu olarak tüketilmekte, geriye kalan %60'ı zaman zaman dağıtım şebekesine verilmekteydi. Ancak şimdi tamamı içme suyu maksadı için tüketilmektedir. 1974 yılında kalabak kaynaklarından Eskişehir'e 254040 m³/yıl (Q=10585 m³/gün) su iletilmiştir.

1934 yılında kente getirilen kalabak suyunun depolanması için aynı yatırım çerçevesi içinde Dede Mahallesi Bademlik mevkiinde kalabak suyu deposu inşa edilmiştir. Üç gözlü ve toplam 1600 m³ (600+600+400) hacimli depoya Çarşı Camii karşısında mevcut olan sıcak sular da pompajla bağlanmış ve aynı

borulardan münavebe ile kente 1970 'li yıllarda hem kalabak suyu hem de sıcaksu dağıtılmaktaydı.

Daha sonraki yıllarda artan su talebi karşısında, kentin su ihtiyacını karşılamak için kısa dönemde en ucuz ve en kolay çözüm olan yeraltısuyu kaynaklarına yönelme ihtiyacı duyulmuştur. 1948 yılında ilk kez dört yerde kuyu açılmış, bulunan su şebekeye verilmiştir. 1948 yılından bu yana nüfusun artmasıyla birlikte büyüyen ihtiyaçlar ve yeraltısuyunun zenginliği karşısında, Eskişehir kenti su tüketimi giderek artan bir oranda yeraltısuyundan karşılanır olmuştur. 1969 yılında 17'yi bulan yeraltısuyu kuyularının sayısının 1972'de 24'e 1975 yılında 34, 1990 yılında ise 124'e ulaştığı görülmektedir. (D.S.İ. 3. Bölge Müdürlüğü, 1991)

2.2 Bölgenin Topoğrafyası

Yerleşim sahası, genel olarak güneydeki tepeler ile bu tepelerin kuzey,doğu ve batısına doğru uzanan düzlüklerden meydana gelmektedir. Yerleşme sahasının minimum ve maksimum kotları deniz seviyesine göre 784 ve 950 m dir.

Yerleşme sahasının güneyinde 900 m nin üstünde yükseklikler mevcuttur. Güneydoğudaki max 950 m' yi bulan tepeler, bu sahanın en yüksek yerleşme bölgeleri olmaktadır. Oldukça dik bir şekilde kuzeye doğru alçalan ve kentin en yoğun merkez bölgsinde düz bir görünüm kazanan yerleşim sahasının en düşük kotlarında yine bu orta bölgededir. Kuzeye doğru hafifçe yükselen arazi topoğrafyası, kuzey-batı daki tepelerde 840 m yüksekliğe kadar ulaşmaktadır. Buna karşılık, merkez bölgedeki düzlükler çok az yükseklik farkı ile kuzey-doğu'ya doğru

devam etmektedir. Güney, kuzey arasındaki çukurluk Porsuk suyunun geçtiği vadiyi teşkil etmektedir.

2.3 Bölgenin İklimi

Eskişehir Orta Anadolu Bölgesinin batısında, tipik kara iklimine sahip bir kenttir; kuru ve sıcak yazlara karşı kışlar oldukça sert ve nisbeten yağışlı geçmektedir. Mevsimlik ve günlük sıcaklık farkları yüksektir. Kışların sert geçtiği Eskişehir'de, son 34 yılın gözlem sonuçlarına göre, yılın yedi ayında don olayı ihtimal dailindedir.

Eskişehir'de yüksek ortalama sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos aylarında (21.5°C - 21.4°C) gözlenmiştir. En düşük ortalama sıcaklıklar ise Aralık, Ocak, Şubat aylarındadır. Son 42 yılın değerlerine göre yıllık sıcaklık ortalaması 10.9°C dir. Aynı dönemde yağış ortalaması 383.68 mm dir. Yıllık yağış miktarlarının aylara göre dağılımı, beklendiği gibi aylık ortalama sıcaklıklara göre ters yönde bir korelasyon göstermektedir. En düşük yağışlar, en sıcak aylardadır. Temmuz (12.1 mm) ve Ağustos (4.7 mm) en yağışlı aylar ise, Aralık (50 mm) ve Ocak (43.6 mm) aylarıdır. Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarının, kuru aylar olduğu söylenebilir. Ortalama günlük sıcaklık 10.9°C ve ortalama buharlaşma miktarı ise 913.5 mm dir.

Eskişehir'de yıllık ortalama rölatif nemliliğin aylara göre dağılımı, ortalama yağış miktarlarının aylara göre dağılımına kıyasla, daha az değişme göstermektedir. En düşük rölatif nemlilik Temmuz ve Ağustos aylarında %54 en yüksek rölatif nemlilik ise Aralık (%81) ayındadır. Rölatif nemli-

liğin yıllık ortalaması ise %67 dir.

6

2.4 Hidrojeoloji

Bölgedeki akiferin ve formasyonların hidrojeolejik özelliklerinin Eskişehir kentine su sağlaması yönünden incelenmesi bu başlık adı altında yapılacaktır.

2.4.1 Akiferin özellikleri

Eskişehir ovasında yeraltısuyunu taşıyan formasyon Alüvyondur. Bu alüvyonlar, Keskin deresi Vadisi, eski alüvyonları, Porsuk çayı ve Sarısu' dan beslenmektedir. Sağ;sol ana kanal ve tali kanallardan da beslenme olmaktadır. Havza çıkışında, Çavlum köyünde yeraltısuyunun toplam boşalımı Porsuk çayı'ndan hesaplanabilir. Zira Porsuk çayı yeraltısuyunu beslemektedir.

Eskişehir belediyesi sular idaresi tarafından, Eskişehir'e içme ve kullanma suyu sağlamak amacıyla açılmış olan kuyular ile şehir merkezi ve çevresindeki resmi kuruluşlar, özel kuruluşlar ve kişilere ait kuyular söz konusu edilen bu alüvyonda açılmıştır. Alüvyon tabakaların kalınlığı 5-95 m arasında değişir. En kalın olduğu yer Hasanbey köyünün kuzeyidir. Ovanın batısında, Porsuk ve Sarısu'yun birleştiği alanda alüvyon kalınlığı 20 m doğusundaki Çavlum köyünde ise 35 m dir.Eskisehir'in içinde alüvyon kalınlığı 15-35 m arasında değişmektedir.

2.4.2 Formasyonların hidrojeolojik özellikleri

Yeraltı suyu taşıyan formasyonların hidrojeolejik özellikleri Tablo 2.1 de yer almaktadır. Bu tablodan görüleceği gibi ovadaki alüvyonlar bol su taşıma özelliğine sahiptir ve bu alüvyonlardan su sağlanabilmektedir.

Tablo 2.1 Eskişehir Ovasında Formasyonların Hidrojeolojik Özellikleri (Dapta Projesi, 1975)

Jeoloji Zaman Birimleri		Kalınlık (m)	Litoloji	Fiziksel ve Hidrolojik Özellikler
Kuatener	Holosen	15-90	Alüvyon	Çakıl, kum, silt kumlu kil Yüzeyde killi ; derine gidildikçe çakıl ve kum miktarı artıyor. Bol yeraltısuyu temin edilebiliyor. T=300-1700 m ³ /gün/m Q/D=0.11-16.2 lt/sn/m EC=700-2850 mmho/cm(25 ⁰ C'de)
	Pleistosen	30-50	Kil, kum, çakıl	Gevşek istifli yer yer kil bantlı yeraltısuyu taşır. T=100-200 m ³ /gün/m Q/D=0.54-1.84 lt/sn/m EC=550-650 mmho/cm(25 ⁰ C'de)
Tersiyer	Neojen	10-150	Bazalt	Sert, az çatlaklı ve yeraltısuyu yoktur.
		20-200	Kalker	Kirli beyaz, boşluklu ve çatlaklı az debili kaynaklar çıkmaktadır.
		40-150	Tüfit	İri elemanlı silisleşmiştir. Yeraltısuyu az
		200	Fliş	Konglomera, kum taşı, marn, kiltası ve kil çimentolu Yeraltısuyu yoktur.

2.5 Eskişehir İçme ve Kullanma Suyu Olarak Porsuk Çayından Yararlanma Çalışması

Porsuk çayı kaynağında temiz olup güzergahı üzerindeki Kütahya' dan geçerken kent nüfusunun, tümünün evsel atıksularını almaktadır. Daha sonra, Kütahya şeker fabrikasının, kent mezbahasının atıksularını ve en önemlisi de Kütahya azot fabrikasının yüksek oranda azot bileşikleri içeren atıksularını almasıdır. Kütahya azot fabrikasının bir arıtma birimi olmakla birlikte verimli çalışmamaktadır. Bu durum, Eskişehir kenti için içme ve kullanma suyu kaynağı olarak planlanan Porsuk suyunun baraj çıkışında 6,8 mg/lt'ye kadar yükselen Nitrat Azot'una neden olmaktadır. (Porsuk çayı pr, 1980) Bununla birlikte Porsuk Barajı, Kütahya'dan Porsuk çayına verilen atıklar için çöktürme havuzu ve biyolojik arıtma tesisi görevini görmektedir. Bu sebeple sudaki organik kirlenme yükünde (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacında) belli ölçüde azalma olmaktadır.

Eskişehir kenti nüfusu artmasıyla birlikte kuyulardan sağlanan içme ve kullanma sularının bir çok sebepten (fosseptikler ve yeraltısularını besleyen Porsuk çayının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesi, tarımsal mücadele ilaçları, kimyevi gübreler vb.) dolayı yeraltısularının kirlenmeye maruz kalması sonucunda Eskişehir ve civarındaki su kaynaklarından içme ve kullanma suyu temin etmek amacıyla birtakım çalışmalar yapılmıştır. (Dahta Projesi, Kıta İçi Su Kaynaklarının Korunması Porsuk çayı Pilot Projesi vb.) yapılmıştır. Gerçekte Porsuk çayının içme ve kullanma suyu temini için

uygun olmadığı söylenemez. Porsuk çayı üzerinde çeşitli tesisler ve arıtma tesisi kurmak suretiyle Eskişehir içme ve kullanma suyunun temini konusunda çalışmalara 1975 yılından önce başlanmıştır.

Bu çalışmalar sonucunda Eskişehir içme ve kullanma suyu temini için Porsuk Barajının mansabında Karacaşehir sulama regülatörünün membasında, içme ve kullanma suyu arıtma tesisi inşa edilmiştir. Ancak bu tesisle birlikte Kütahya şehrinden gelecek kirliliği önleyecek tedbirlerinde alınması gerekmektedir.

2.6 Eskişehir İçme ve Kullanma Suyu Arıtma Tesisi Projesi Hakkında Genel Bilgiler

Proje, Porsuk çayından alınacak suyun fiziksel ve kimyasal işlemler sonucu arıtılması ve klorlanması esasına dayanmaktadır. Arıtma tesisinin kapasitesi iki kademe olarak düşünülmüştür.

1. kademede tesisin kapasitesi 320000 m³/gün dür. 2.kademedenin devreye girmesiyle bu kapasite 480000 m³/gün 'e çıkarılabilmektedir. Planlamada (tesise giren akım, tesisten çıkan akımla arıtma esnasında meydana gelen cüzi kayıpların toplamına eşit) süreklilik denklemleri esas alınmıştır.

Tesise giren ham suyun arıtılarak tamamen içilebilir su haline dönüşebilmesi için uygulanan işlemler kısaca şu şekilde özetlenebilir. (Dapta projesi, 1975)

a) Ham suyun Porsuk çayından tesis girişine pompalanması

b) Oksidasyona yardım etmek ve bir miktar dezenfeksiyon temin etmek üzere ham suyun klorlanması

c) H_2SO_4 (Sülfirik asit) ile PH ayarlaması

d) Yeteri kadar karıştırma ile Alüminyum sülfat tatbiki ve bunu takiben meydana gelen flokulasyonun kararlılığını arttırmak için polielektrolit ilavesi. Bu iki işlemin 5 dakika ara ile yapılması projelendirme kriteri olarak kabul edilmiştir. Ayrıca ileride gerek duyulursa demir ve manganez oksidasyonu için toz aktif karbon kullanılmasında düşünülmüştür. Bütün bu işlemler durultucuların başındaki kimya binası dozlama bölümünde icra edilecektir.

e) Kimyasal işlem görmüş suyun düz tabanlı P.C.I durultma tanklarında durultulması

f) Durultucuların girişinde klorlama uygulanması yerine durultucuların çıkışında klor tatbiki.

Gelecekte bu noktada (durultucuların çıkışında) aktif karbon ve potasyum permanganat dozlamasıda yapılabilecektir.

g) P.C.I "D" tipi filtreleri ile süzme işlemi .

h) Temas (karışım) tankı girmeden önce filtrelenmiş suyun dezenfeksiyon amacıyla klorlanması ve pH düzeltilmesi için sönmüş kireç tatbiki.

i) Karışım tankında suyun 20 dakikadan az olmayan bir süre içinde alıkonulması.

Ham su pompa istasyonu

Ham su Porsuk çayından her birinin kapasitesi $1.2 \text{ m}^3/\text{sn}$ olan 6 adet pompayla pompalanmaktadır. Pompa istasyonu yüzen maddeleri tutacak kafes ve ızgaralarla techiz edilmiştir.

1. Kademedeki ham su arıtma tesisine 1500 mm çaplı boru hattından pompalanacaktır. Tesise giren akım $3.70 \text{ m}^3/\text{sn}$ dir.

2. Kademe genişletme durumu için 1000 mm çaplı boru

hattı döşenmesi öngörülmektedir.

Arıtma tesisi 1991 yılının başında kısmen çalışmaya başlamış ve yılın ikinci yarısından sonra Eskişehir'e sürekli su vermeye başlamıştır.

2.7 Eskişehir Sıcaksu Potansiyeli Hakkında Bilgiler

2.7.1 Sıcaksu kaynakları bakımından yapısal jeoloji

Eskişehir'in kuzey ve güney'inden geçen genellikle doğu-batı olan fay sistemleri bölgede graben havzalarını oluşturmaktadır. Bu yöndeki faylar Eskişehir'e yaklaştıkça Güneydoğu'ya dönmekte ve daha sonra tekrar doğu-batı yönünü izlemektedir. Eskişehir'in kuzeyinden geçen düşey fay sistemleri metamorfik kayalar üzerinde tektonik deformasyonlar meydana getirmiştir. (Ölmez, 1985)

Eskişehir'in içinden geçen eğim atımlı normal fay kuzey doğu-güneybatı yönlü olup şehir içinde yaklaşık 1.5 km izlenmiştir. Güney bloğu düşen ve kuzey bloğu yükselen bu fay güneydoğu'ya eğimlidir. Şehir içindeki sıcaksu kaynakları bu faya bağlı olarak çıkmaktadır. Ayrıca Jeofizik (Erden, 1975) verilerine göre kuzeybatı-güneydoğu yönlü Eskişehir içinden geçen düşey bir fay da saptamıştır.

2.7.2. Sıcaksu kaynakları

2.7.2.1. Çıkış yerleri ve sıcaklıkları

Eskişehir içindeki kaynakların sıcaklıkları 26-44.5 °C arasında değişmektedir. Ana kaynak olarak Hamamyolu caddesi üzerinde Çarşı camii kaynağı olmak üzere irili ufaklı kaynaklar belirlenmiştir. (Ek. 3 ve Ek. 4)

Yukarıda bahsedilen kaynaklardan başka sıcaklıkları 26-40 °C arasında değişen sular tulumba keson kuyu, çakma boru şeklinde yüzeye çıkarılmaktadır. Ayrıca derinlikleri 80 m'yi geçmeyen sondajlar da yer yer sıcaksulara rastlanmaktadır.

Bunlardan başka, sıcaksuyun artezyen-pınar şeklinde yeryüzüne ulaşan kaynaklar vardır. Bunlar;

Kızılınler kaynağı, Kızılınler köyüne girişte bulunur ve sıcaklığı 38 °C'dir.

Pınarbaşı Ilıca kaynağı İnönü ilçesinin güneybatısında fay boyunca görülür ve sıcaklığı 26 °C'dir.

2.7.2.2 Debileri

Eskişehir içindeki sıcaksu kaynakları Hamamyolu caddesi, Köprübaşı, Atatürk caddesi ve civarında yeryüzüne çıkmış doğal kaynak olarak ve ayrıca, keson kuyulardan, tulumba ve siğ sondajlardan bu sıcaksular alınmakta ve kullanılmaktadır.

Hamamyolu caddesi üzerindeki Çarşı camii kaynağı debisi 50 lt/sn (Ölçenoğlu, 1974) dir. Yörede sıcaksu elde etmek amacı ile açılan keson kuyu ve siğ sıcaksu kuyularının debileri 0.3 ile 5 lt/sn arasında değişmektedir.

Kızılınler kaynağı 0.36 lt/sn İnönü Pınarbaşı Ilıca kaynağının debisi 60 lt/sn dir ve bu debiler zamanla değişebilir.

2.7.3. Sıcaksu içeren formasyonların akifer özellikleri

Eskişehir ve yöresinde bulunan sıcaksu kaynaklarının akifer kayacı ofiyalitli melanjdır.

Ofiyalitli melanj, sıcaksuların geçtiği yerlerde bol kırıklı, boşluklu zonlar mevcuttur. Sekonder porozite içeren

bu zonlar sıcaksular için akifer niteliği taşır. Metamorfik şistler sıcaksular için akifer özelliği taşımazlar.

Eskişehir içinde yapılan sığ nitelikli sıcaksu sondajları ile elde edilen sıcak sular, tali akifer olan Neojen'e ait kireç taşı seviyelerinden alınmaktadır. Ayrıca Eskişehir içinde açılan keson kuyulardan azda olsa sıcak su alınmaktadır.

2.7.4 Sıcaksu kaynaklarının kökeni ve oluşumu

Yüzeylerden derinlere doğru süzülen yağmur suları, su tutma ve iletme özelliği olan (akifer) kayalarda toplanarak çeşitli derinliklerde bulunan rezervuarları oluştururlar. Farklı bileşimdeki kayaların erittikleri mineralleri de beraberinde taşıyarak iyon bakımından zenginleştirirler. Yüzeylerden derinlikle doğru oluşan bu hareket esnasında sular jeotermik gradyan ile ısınırlar. Isınan sular basıncın etkisi ile hareket ederek, fay zonları, kırık ve çatlaklar aracılığı ile yeryüzüne çıkar ve sıcaksu kaynaklarını oluştururlar. Bu zonların geçirgen olmayan bir örtü tabakası ile örtülü olması durumunda Jeotermal alanlar veya sıcaksu havuzları oluşmaktadır. (Ölmez, 1985)

2.7.5. Sıcaksu kaynaklarının fizikokimyasal özellikleri

Eskişehir yöresine ait sıcaksu kaynakları renksiz, kokusuz ve tuzsuzdur.

Eskişehir için ana kaynağının sıcaklığı 44.5 °C ve debisi 50 lt/sn dir. (Ölçenoğlu, 1974) Suyun kimyasal bileşiminin karakteristik formülleri $Ca > Mg > Na$, $HCO_3 > SO_4 > Cl$ şeklindedir. Alman kaplıcalar birliği sınıflamasına göre "mineralce

fakir sıcaksular" (Akoterm) sınıfına girmektedir.

Eskişehir içinde yapılan sıcaksu arama amaçlı sığ sondajlardan birinden alınan sıcak su numunesi tüm özellikleri ile Eskişehir içindeki ana kaynakda bulunan sıcak suya benzemektedir. Bu kuyuya ait suyun sıcaklığı 29°C ve debisi 0.4 lt/sn dir. Bu su İstanbul Tıp. Fak. Hidroklimatoloji sınıflamasına göre oligometalik alkali ve toprak alkali bikarbonatlı termal sular sınıfına girmektedir.

Kızılınler sıcak su kaynağının; sıcaklığı 38°C ve debisi 0.36 lt/sn dir. Suyun kimyasal bileşiminin karakteristik formülü $\text{Na}>\text{Ca}>\text{Mg}$, $\text{HCO}_3>\text{SO}_4>\text{Cl}$ şeklindedir.

Pınarbaşı ılıca sıcak su kaynağının sıcaklığı 26°C debisi 60 lt/sn dir. Suyun kimyasal bileşimi;

$\text{Ca}>\text{Mg}>\text{Na}$, $\text{HCO}_3>\text{SO}_4>\text{Cl}$ şeklindedir.

2.7.6. Sıcaksuların soğuk yeraltısuları ile ilişkisi

Eskişehir ve yöresindeki sıcaksular soğuk yeraltı ve yüzey suları ile karışmaktadır.

Eskişehir içindeki sıcaksu kaynakları, Porsuk çayı ile beslenen aluvyon örtüsü altında bulunan fay boyunca yayılarak sıcaklıkları değişik sıcaksu kaynaklarını oluştururlar.

Ayrıca sıcaksu kaynaklarının sıcaklıkları yeraltı su tablasının yükseldiği yağışlı mevsimlerde değişmektedir.

Bu da bize Eskişehir içindeki sıcaksu kaynaklarının alüvyondaki yeraltısuları ile karıştığını göstermektedir.

Kızılınler sıcaksu kaynağı sıcaklığının mevsimlere göre değişimi (Özbek, 1974) kaynağın yeraltı suyundan etkilendiğini göstermektedir.

İnönü, Pınarbaşı kaynağının sıcaklığı yağışlara bağlı olarak azalmaktadır. Bu da kaynağın soğuksu ile beslendiğini, dolayısıyla karıştığını göstermektedir.

2.7.7. Jeotermal enerji potansiyeli

Eskişehir bölgesinin potansiyelini ortaya koymak için, bölgede jeoloji, jeofizik. etütler yanında civar kaynaklardan alınan nünunelerin analizleri yapılmıştır (Tablo. 2.2). Bu çalışmalar sonucunda jeolejik yapı belirlenmiş, düşük resistiviteli alanlar, örtü kaya kalınlığı ve bunlara bağlı olarak beklenebilecek jeotermal enerji potansiyeli ortaya konmuştur. Bölgedeki Jeotermal alanın beslenmesi, sahanın hidrojeolojik koşullarına bağlıdır. Beslenme Porsuk çayı ve horstlar boyunca olmaktadır. (Ölmez, 1985)

2.7.8. Sıcaksuların kullanım alanları

Eskişehir merkezindeki sıcaksu kaynağından alınan sıcaksu ile halen Belediye 'ye ait sular idaresi binası ısıtılmaktadır. Camiler ve benzeri yerlerde son zamanlarda bu sıcaksu kaynaklarından ısınmada faydalanılmaktadır. Geriye kalan su ise civar hamamlarda kullanılmaktadır. Şehir içindeki turistik amaçlı tesislerce de kullanılan sıcaksu bölgenin gerek turizm potansiyelinin gelişmesine, gerekse çeşitli hastalıkların tedavisinde azda olsa hizmet etmektedir. Bölgede yapılacak olan araştırmalar sonunda bu kaynaklardan daha geniş bir biçimde yararlanılması düşünülebilir. Üniversitenin bu konuda öncülük etmesi, kapsamlı bir çalışmaya girmesi tabii sıcaksu kaynaklarının değerlendirilmesi açısından çok yararlı olacaktır.

TABLO 2-2 . ESKİŞEHİR VE YÖRESİNE AİT SICAKSU ANALİZLERİ

(DEĞERLER Mg/lt) (Erdoğan ÖLMEZ)

KAYNAK ADI	T (C°)	Q (lt/sn)	Tarih	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺⁺	As ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	F ⁻	B ⁺⁺⁺	SiO ₂	PH
Ana kaynak Eskişehir sıcak su	44.5	50	13.12.84	15	1.6	48	29	<0.02	12	23	244	0	0.27	<0.1	30	8.4
Eskişehir İçi sıcak su sondajı	29	0.4	"	13	1.2	44	24	<0.02	12	35	244	0	0.25	<0.1	30	8.3
Kızılınler sıcaksu	38	0.36	"	120	6	64	24	<0.02	21	54	519	0	2.5	1.9	47	8
Pınarbaşı Ilıca (İnönü)	26	60	"	8	0.60	48	29	<0.02	6	19	244	0	0.25	0.1	98	8.3
Hasırca Kızılay Ilıca	29	5.8	"	23	2	64	41	<0.02	12	58	342	0	0.83	0.1	30	8.2
Porsuk Çayı Suyu	16	80	"	10.50	3.28	52.10	43.29	-	14.45	43.62	250.10	21.00	0.45	0.2	12.75	8.6

2.8. Eskişehir Yeraltı Suları Potansiyeli

Eskişehir yeraltı sularının beslenimi yağış ve porsuk çayı ile olmaktadır. Boşalım ise, buharlaşma-terleme, Porsuk çayı ve sulama kanalları aracılığı ile ovayı terk eden akımlardan oluşur. Beslenme ile boşalım arasındaki fark ovadaki yeraltısuyunun yıllık beslenme miktarını vermektedir. Eskişehir ovası için hesaplanan su bilançosu tablo 2.3 deki gibidir. (Kaçaroğlu, 1991)

Tablo - 2.3 Eskişehir Ovası Su Bilançosu

Beslenme			Boşalım		
Türü	Miktarı	Yıl. T p.	Türü	Miktarı	Yıl.Top
		10^6 m^3			(10^6 m^3)
Yağış	353.8 (mm/yıl)	227.71	Buhar.	358.80	277.71
1 .Göz.ist	10.69 (m^3/sn)	337.12	Por.Ç.Ak	6.18	195.02
2.Göz.ist.	1.23 (m^3/sn)	38.79	Sağ Kanal	0.86	27.91
			Sol Kanal	1.64	51.81
			(m^3/sn)		
Beslenme Toplam		653.52	Boşalım toplamı		551.66

$$\text{Y.A.S Beslenimi} = 653.62 - 551.66 = 101.96 \text{ } 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Eskişehir ovasındaki yeraltısuyu boşalımı kaynaklarla boşalım (doğal boşalım) ve kuyulardan çekim (yapay boşalım) şeklinde olmaktadır.

Sular idaresince şehre verilen yıllık su miktarı $32.85 \text{ } 10^6 \text{ m}^3$ 'dür. Ayrıca resmi kuruluşlar, özel kuruluşlar su ihtiyaçlarını (kullanma, endüstri, sulama) yeraltısuyundan

karşılamaktadırlar. Bu kuruluşların kullandıkları yıllık yeraltısuyu miktarı $17.30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ dür. Sıcaksu bölgesindeki kaynaklar, sığ ve keson kuyularla boşalan yıllık yeraltı suyu miktarı $1.825 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Ova için hazırlanmış yeraltısuyu blançosu tablo 2.4 de verilmiştir.

Tablo - 2.4 Eskişehir Ovası Y.A.S Bilançosu(Kaçaroğlu, 1991)

Beslenim :

Eskişehir ovası su blançosu ile hesaplanan Y.A.S. beslenimi $101.96 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

Boşalım:

Boşalım Şekli	Toplam Verim (lt/sn)	Günlük Boş. (m^3)	Yıllık Boş. (10^6 m^3)
Soğuk su kay.	100	8600	3153
Eskişehir Bel. kuyuları	1200.	90000	32850
Resmi kuruluş kuy.	230	47125	14358
Özel kuruluş kuy.	--	8490	2496
Sıcak su bölgesi kaynak ve kuy.	--	5000	1825
Toplam			51978

Eskişehir ovasında yeraltı suyunun doğal yolla ve kuyulardan çekimle yıllık boşalımını 51.98 m^3 olarak hesaplanmıştır.

B Ö L Ü M - 3

3 - ÇALIŞMA BÖLGESİ İÇİNDE KALAN KUYULARA AİT VERİLER VE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Kuyular

Eskişehir'e içme ve kullanma suyu sağlayan kuyular iki türdür. Bunlar; sığ kuyular ve sondaj kuyularıdır.

3.1.1. Sığ kuyular

Eskişehir ovasındaki sığ kuyular, derinlikleri 10 m'ye kadar varan çapları 25 cm'yi geçmeyen sığ sondajlar ile çapları 1-5 m, derinlikleri 10-50 m arasında değişen keson kuyulardan oluşur. Keson kuyular sulama, kullanma ve endüstriye su sağlama amaçlarıyla kullanılmaktadır.

3.1.2. Sondaj kuyuları

Eskişehir ovasında yeraltı suyu araştırması; İçme, kullanma, endüstri, sulama suyu sağlama ve sıcaksu araştırması amaçlarıyla 1940'lı yıllardan itibaren sondaj kuyuları açılmaya başlanmıştır. Kuyular D.S.İ., E.İ.E, İller Bankası, Köy Hizmetleri, M.T.A., Şeker Fabrikası, Sümerbank ve özel şirketler tarafından açılmıştır. Bu güne kadar açılan sondaj kuyuları 150 civarında olup bazıları zamanla iptal edilmiştir. Çalışma bölgesinde kalan mevcut kuyuları tanımlayan harita hazırlanmış olup Ek.1'de sunulmuştur.

3.2. Verilerin Elde Edilmesi

Çalışma bölgesi içinde kalan kuyular, D.S.İ. tarafından açılan ve Eskişehir Belediyesi Sular İdaresi tarafından işletilmekte olan sondaj tipi kuyulardır. (Bu kuyuların içinde resmi ve özel kuruluşlara ait olan kuyularda vardır.)

Bu çalışmada kullanılan kuyulara ait veriler Eskişehir Belediyesi Sular İdaresi İşletme Müdürlüğünden ve D.S.İ. 3. Bölge Müdürlüğünden derlenmiştir.

Kuyulara ait veriler, su kuyusu kütüğü ve pompaj deneyleri başlığı adı altında hazırlanmış standart form kağıtlara işlenip daha sonra tablo haline getirilmiştir.

Su kuyusu kütüğün'de, ova adı, kuyu no, kuyu adı, kuyu koordinatı, kuyu çapı, kuyu kotu, statik su seviyesi, dinamik su seviyesi, kuyu verimi ve kuyu'ya ait litolojik log bilgileri yer almaktadır.

Formdaki pompaj deneylerinin yapılışı, kuyudan sabit bir debi çekilmesi durumunda belli bir zaman başlangıç alınarak, bu zamandan itibaren belli aralıklarla su seviyesindeki değişikliklerin (düşüm veya yükselim) ölçülerek elde edilmesi şeklindedir.

3.3. Verilerin Tablo Haline Getirilmesi

Eskişehir yeraltı suları hakkında fikir veren kuyulara ait mevcut bilgilerin topluca bir arada değerlendirilebilmesi amacıyla bir tablo (tablo 3.1) oluşturulmuştur. Bu mevcut bilgilerin ışığı altında kuyuları ve akiferi karakterize eden parametrelerin tanımlanmasına çalışılmıştır. Bunlar:

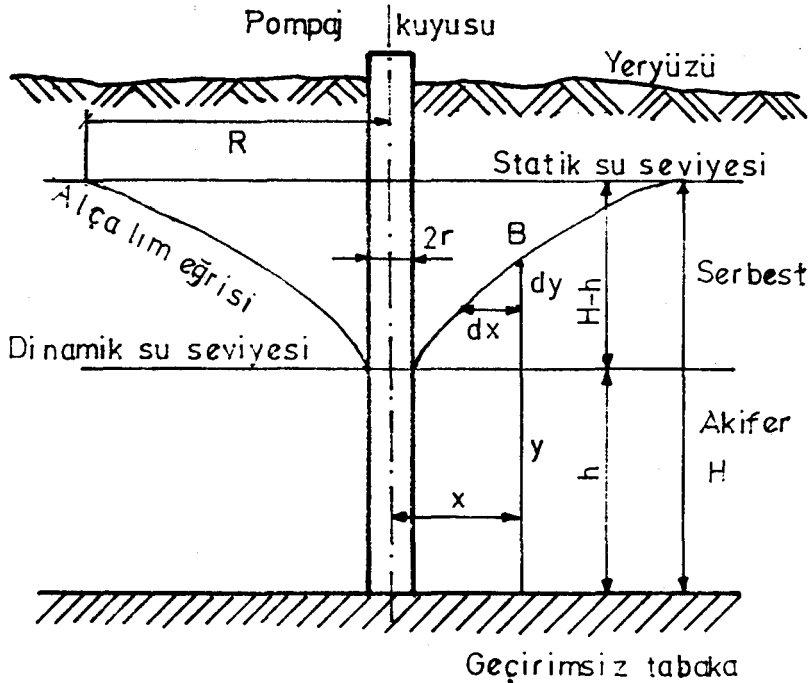
Akiferi karakterize eden, ortalama permeabilite (geçirgenlik) katsayısı (k) ve zeminin ortalama iletkenlik katsayısı olarak tanımlanan transmisibilite (T) değerleri hesaplanmıştır.

Kuyuları karakterize eden, kuyuların tesir yarıçapları (R) ve kuyulardan pompajla sabit debi çekilmesi halinde oluşan alçalma eğrisinin eğimine göre ortalama hız ve çekilmesi-

ne müsaade edilen en büyük debiyi aşp aşmadığını kontrol etmek üzere max hız değerleri hesaplanıp birbirleriyle mukayese edilmiştir.

Yukarıda bahsedilen parametrelerin hesaplanabilmesi için bir takım kabuller yapılmıştır. Bu kabulleri şöylece sıralayabilme imkanı vardır:

- a) Zeminin homojen ve izotrop olduğu,
 - b) Zeminin her yönden (düşey ve her iki yönde yatay) permeabilite katsayılarının aynı olduğu,
 - c) Hesaplarda akifer kalınlığının, statik su seviyesi ile kuyu tabanı arasındaki mesafe olduğu,
 - d) Akımın laminer olduğu,
 - e) Kuyudan pompajla su alınması sonucu oluşan etki yarıçapının her yönde değişmediği,
 - f) Bütün kuyularda akifer'in serbest akifer olduğu
- kabülleri yapılmıştır.



Şekil: 3.1- Serbest bir akiferde, akifer kalınlığı boyunca açılmış kuyu.

3.4. Kuyu Parametrelerinin Hesaplanması

Serbest akiferli kuyulardan Q debisi çekilmesi ile oluşan alçalma eğrisi şekil 3.1 deki gibidir.

Darcy Kanuna göre kuyudan çekilen debi;

$$Q = \pi k \frac{(H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r}} \dots\dots\dots 3.1$$

Burada:

H = Pompajdan önce akiferin toplam kalınlığı (m)

h = Kuyudan sabit debi çekilmesi halinde su seviyesi (m)

R = Etki yarıçapı (m)

r = Kuyu yarı çapı (m)

Denklem 3.1 deki; Q, H, h ve r pompaj deneyleri ile bilinmektedir. Ancak bilinmeyen k ve R değerleri hesaplanacaktır. Buradan Permeabilite (k) 'yı hesaplayabilmek için R'nin k'yı içeren ampirik formüllerden yararlanmak gerekecektir.

Bu formüllerden; **W.SICHRDT** formülü kabul edilmek sureti ile hesaplar yapılmıştır.

$$R = 3000 (H - h) \sqrt{k} \dots\dots\dots 3.2$$

3.4.1 Permeabilite hesabı

Permeabilite (geçirimsizlik) : Birim hidrolik eğim altında zeminin birim alanından geçen akımın debisi olarak tanımlanabilir ve k (m/sn) veya (cm/sn), (m/gün), (m/yıl) birimlerinden birisi ile gösterilebilir.

Denklem 3.1 deki R yerine denklem 3.2 deki eşidi konulmak suretiyle permeabilite (k) değeri hesaplanabilir.

$$Q = \pi k \frac{(H^2 - h^2)}{\ln \frac{3000(H-h)\sqrt{k}}{r}} \quad \dots\dots\dots 3.3$$

Denklemdaki bilinmeyen k değeri iterasyon yöntemi ile yapılmış basit bir bilgisayar proramı ile hesaplanmıştır.

Burada, Q(m₃/sn) ,r,H,h (m) alınmak suretiyle k(m/sn) olarak hesaplanmıştır.

Permeabilite (k) değeri hesaplandıktan sonra denklem 3.2 de yerine konularak tesir yarıçapı (R) hesaplanmıştır.

```

5 REM "KUYU PARAMETRELERERININ HESABI"
10 REM KC=KUYU CAPI(INC),KD=KUYU DERINLIGI,QQ=CEKILEN DEBI
20 REM SS=STATIK SEVIYE ,DS=DINAMIK SEVIYE
30 READ KD,SS,DS,QQ,KC
40 Q=QQ/1000
50 H1=KD-SS
60 H2=KD-DS
70 R=.0254*KC/2
80 KA=1E-09:KU=1
90 KORT=(KA+KU)/2
100 AU=3.14159*(H1^2 -H2^2)*KORT
110 AA=LOG((3000*(H1-H2)*SQR(KORT))/R)
120 Q1=AU/AA
130 IF ABS(Q-Q1)<1E-09 THEN 150
140 IF Q>Q1 THEN KA=KORT :GOTO 90 ELSE KU=KORT : GOTO 90
150 LPRINT"PERMEABILITE KATSAYISI=":KORT
153 T=KORT*H1*86400!
155 LPRINT "TRANSMISIBILITE KATS ="T
160 TYC=3000*(H1-H2)*SQR(KORT)
170 LPRINT"TESIR YARI CAPI      ="TYC
180 DATA 20,3.40,4.68,16.2,17.5
190 VD=Q/(2*3.14*R*H2)
200 LPRINT"ORTALAMA HIZ      ="VD
210 VM=SQR(KORT)/15
220 LPRINT"MAKSIMUM HIZ      ="VM
230 END

```

```

PERMEABILITE KATSAYISI= 7.798461E-04
TRANSMISIBILITE KATS  = 1118.487
TESIR YARI CAPI      = 107.2348
ORTALAMA HIZ        = 7.57626E-04
MAKSIMUM HIZ        = 1.861715E-03

```

3.4.2. Transmisibilite (iletkenlik katsayısı) hesabı

Transmisibilite, bir akiferin suyu iletme kapasitesidir. (T) ile gösterilir ve şöyle ifade edilir. Birim hidrolik eğim altında ve birim genişlikteki bütün akifer kalınlığındaki akıma dik bir kesitten geçen debiye eşittir. (Dilek, 1982)

Transmisibilite, ortalama permeabilite katsayısı (k) ile akifer kalınlığının çarpımıdır.

$$T = k H \dots\dots\dots 3.4$$

(T) nin birimi metrik sistemde,

$m^3/sn/m$; m^2/sn , cm^2/sn ve $m^3/gün/m$

3.4.3. Ortalama (hesap) Hızı ve Maksimum Hız 'ın Hesabı

Kuyuların işletilmesinde stabilite bakımından ortalama hız ve max hız hesaplanıp birbirleri ile mukayese edilmiştir.

Hesap hızı,

$$Q = V A \dots\dots\dots 3.5$$

Buradan $V = Q / A$ yazılabilir.

$Q =$ Kuyudan çekilen debi

$A =$ Alçalma yüzeyi eğrisinin alanı. Başka bir deyişle alçalma eğrisi altındaki kuyu alanı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$A = 2 \pi r h \dots\dots\dots 3.6$$

Buradan;

$$V_{ort} = \frac{Q}{2 \pi r h} \dots\dots\dots 3.7$$

bağıntısı ile (V_{ort}) ortalama hız hesaplanabilir.

Maksimum hızın (V_{max}) hesaplanması

Kuyularda debi ve seviye alçalmaları arasındaki bağıntı denklem 3.1 de verilmişti. Bu denklem belli şartlar altında kuyuya giren yeraltısuyu debisini vermektedir.

Bir kuyudan çekilmesine izin verilen en büyük debi ise kuyu filtresinin ıslak yüzey alanı ve izin verilen maksimum giriş hızına bağlıdır. Hız, bu değeri geçerse kuyuya kum sürüklenir ve kuyu filtresi tıkanır. En büyük giriş hızı, su yüzü eğiminin en büyük olduğu yerde ortaya çıkar \dot{I} ile gösterilen bu eğimin izin verilen bir maksimum değeri olacaktır. Buna göre Darcy kanunu yardımıyla

$$V_{max} = k \dot{I}_{max} \dots\dots\dots 3.8$$

yazılabilir. Bu durumda kuyudan çekilmesine izin verilen en büyük debi

$$Q = 2 \pi r h V_{max} \dots\dots\dots 3.9$$

Bir kuyudan su çekilmesi durumunda su seviyesindeki en büyük eğim, kuyu cidarında (filtre kenarında) meydana gelir. Bu eğimin müsaade edilen en büyük değeri permeabilite katsayısı azaldıkça artar. Bu eğime sınır eğim de denilebilir. Adı geçen sınır eğim, **Sichardt** tarafından ampirik olarak

$$\dot{I}_{max} = \frac{1}{15 \sqrt{k}} \dots\dots\dots 3.10$$

formülü ile verilmiştir. Buna göre yukarıdaki ampirik formül denklem 3.8 de yerine konulmak suretiyle maksimum hız hesaplanabilmektedir.

$$V_{max} = k \frac{1}{15 \sqrt{k}} = \frac{\sqrt{k}}{15} \dots\dots 3.11$$

Bu hızın geçilmesi yani $\dot{I} > \dot{I}_{max}$ olması halinde kuyuya kum sürüklenmesi ve filtrenin tıkanması tehlikesi vardır.

Yapılan hesaplar sonucunda, tablodan da görüleceği gibi D8, D13, D19, D20, D21, D32, D38, D43, D47, D50, D53, D55, D57, D58, D62 kuyularında yukarıda bahsedilen durum söz konusudur. Başka bir deyişle aynı sabit debi çekilmeye devam edilirse, kuyuya kum sürüklenmesi ve bunun sonucunda kum filtrelerinin tıkanması, kuyunun verimli çalışmaması olayı ortaya çıkacaktır. Bu durumda V_{max} ' a göre çekilebilecek debi denklem 3.9 dan hesaplanmıştır. Bu hesaplanan debi çekilmek suretiyle kuyunun işletilmesi bakımından güvenlik sağlanmış olacaktır.

3.5 Tablo 3.1 ile Harita Arasındaki İlişki

Tablo 3.1 de, kuyu adları kendi orjinal numaraları ile birlikte mevcuttur. Kuyulara ait verilerin alındığı kuruluşa göre (D.S.İ. ve Belediye) iki ayrı grup tablo oluşturulmuştur. Kuyuların numaralandırılması bilgilerin alındığı kurumların adlarının ilk harfleri kuyu numarasının önüne konmak suretiyle yapılmıştır. Bilgileri Devlet Su İşleri 3. Bölge Müdürlüğünden alınan kuyular D1, D2,,Dn olarak, Belediye Sular İdaresi İşletme Müdürlüğünden alınan kuyular ise B1, B2,.....Bn olarak numaralandırılmıştır.

Tabloda yukarıda bahsedilen biçimde yer alan kuyular 1/25000 ölçekli haritada kuyu koordinatlarına göre yerleştirilmiştir.(Ek. 1)

Kuyular arası koordinasyonu sağlamak amacıyla her bir kuyuya hesap numarası verilmiştir. Kuyular arası koordinasyonu gösteren harita (Ek.2) de sunulmuştur. Ayrıca her bir kuyunun diğer kuyulara olan uzaklıkları basit bir bilgisayar programı yardımıyla hesaplanabilmektedir.

Kuyu Adı Kuyu No	Bu Çalışmada		Kuyu Koordinatları		Arazi Kotu	Kuyu Derinliği	Statik Seviye	Dinamik Seviye	Cekilen Debi	Kuyu Çapı	Permeabi- lite	Transmi- sibilite	Tesir Yarıçapı	Hesap Hızı	Max.Hız	Düşünceler
	Kuyu no	Hesap no	X	Y	m	m	m	m	lt/sn	inch	m/sn	m ³ /gün/m ²	m	m/sn	m/sn	
Mezbaha bah.	D1	72	90680	05500	783	100	4.70	7.10	20	20"	7.78x10 ⁻³	640.8	63.52	1.3x10 ⁻⁴	5.88x10 ⁻⁴	
Hava Hast. 20836	D2	42	86825	06625	794	37	3.50	4.91	39.06	15"	8.72x10 ⁻⁴	2523.7	124.9	1.02x10 ⁻³	1.96x10 ⁻³	
Gökmeşdan 20837	D3	70	90175	05225	790	46	6.80	18.06	25.95	19"	7.77x10 ⁻³	263.42	297.9	6.13x10 ⁻⁴	5.88x10 ⁻³	
Hava Hast. 35726	D4	36	86875	05500	794	38	5.68	16.78	33.05	17 ^{1/2} "	1.318x10 ⁻⁴	368.3	382.4	1.115x10 ⁻³	7.66x10 ⁻⁴	
Makina İkm. D.S.İ. III. Böl.Gör.Tes.	D5	81	91400	04025	801	65	9.30	21.50	8	15"	1.38x10 ⁻⁵	66.54	136.1	1.53x10 ⁻⁴	2.47x10 ⁻⁴	
D.S.İ.Gör.Sah. C25/2797	D6	82	91550	04170	798	167	5.50	19	1.5	17 ^{1/2} "	5.618x10 ⁻⁷	7.84	30.36	7.26x10 ⁻⁶	4.997x10 ⁻⁵	
D.S.İ.Gör.Gar. 5779 (B)	D7	49	90725	05625	785	100.50	4.70	7.10	20	20"	7.737x10 ⁻³	640.43	63.33	1.34x10 ⁻⁴	5.86x10 ⁻⁴	
Makina İkm. 26827	D8	75	91375	04250	801	95	11.50	40.39	25.30	17 ^{1/2} "	1.475x10 ⁻⁵	106.47	332.95	3.32x10 ⁻⁴	2.56x10 ⁻⁴	V > V _{max} olduğunda Q _{max} =6.48 lt/sn. 0.1m ²
Y.S.E. Tes. 26/34 (S)	D9	73	91625	04025	798	64	4.13	10.24	15	15"	4.445x10 ⁻⁵	229.94	122.2	2.33x10 ⁻⁴	4.44x10 ⁻⁴	
Devlet Hast. 1	D10	69	89625	04950	795	74	13.25	40.01	4	15"	3.337x10 ⁻⁵	17.52	146.67	9.83x10 ⁻⁵	1.22x10 ⁻⁴	
D.S.İ.Böl.Bah. 16670	D11	40	86600	05375	794	20	3.40	4.68	16.2	17 ^{1/2} "	7.798x10 ⁻⁴	1118.5	107.23	7.57x10 ⁻⁴	1.86x10 ⁻³	
İller. Ban. Böl.Mah. 8	D12	39	86400	05275	794	24	4.15	20.20	20.2	17 ^{1/2} "	2.245x10 ⁻⁴	385.11	271.98	1.05x10 ⁻³	9.99x10 ⁻⁴	
Vişnelik mah. 30357	D13	59	86500	05300	793	50	4.45	18.77	25.6	17 ^{1/2} "	5.378x10 ⁻⁵	211.66	315.05	5.87x10 ⁻⁴	4.89x10 ⁻⁴	Q _{max} = 12.52 lt/sn
Vişnelik mah. 35925	D14	64	86125	04425	797	50	7.05	23.00	12.30	15"	2.504x10 ⁻⁵	92.93	239.45	3.8x10 ⁻⁴	3.33x10 ⁻⁴	
Yeni Hast.Yan. C25/5190	D15	56	86900	04025	790	21	3.24	5.28	11	15"	3.262x10 ⁻⁴	500.58	110.54	5.85x10 ⁻⁴	1.204x10 ⁻³	
T.C.C.D.Lok. 18633	D16	32	86150	06025	795	85	5.40	7.55	20	17 ^{1/2} "	1.076x10 ⁻⁴	740.1	66,9	1.85x10 ⁻⁴	6.91x10 ⁻⁴	

TABLO 3-1 (devam)

Kuyu Adı Kuyu No	Bu Çalışmada		Kuyu Koordinatları		Arazi Kotu	Kuyu Derinliği	Statik Seviye	Dinamik Seviye	Cekilen Debi	Kuyu Çapı	Permeabi- lite	Transmi- sibilite	Tesir Yarıçapı	Hesap Hızı	Max.Hız	Düşünceler
	Kuyu no	Hesap no	X	Y	m	m	m	m	lt/sn	inch	m/sn	m ² /gün/m ²	m	m/sn	m/sn	
T.C.D.D. Lok. 186634	D17	31	85825	06050	795	50	4.85	6.65	20	17 ^{1/2} "	2.367x10 ⁻⁴	923.5	83.1	3.30x10 ⁻⁴	1.02x10 ⁻³	
Sümerbank Bas 17025	D18	30	84575	05150	795	114	5	18.5	45	17 ^{1/2} "	3.632x10 ⁻⁵	342.11	244.1	3.37x10 ⁻⁴	4.01x10 ⁻⁴	
Sümer.Bank. Bas. Fab. 31969	D19	29	84475	05325	794	105	3.00	35.10	40.62	17 ^{1/2} "	1.758x10 ⁻⁴	154.98	403.83	4.16x10 ⁻⁴	2.795x10 ⁻⁴	Q _{max} =11.35 lt/sn olmalı
Zira.Arş.Ens. 32776	D20	60	83750	04500	794	70	4.60	44.80	22.70	15"	1.551x10 ⁻⁵	87.68	475.06	7.52x10 ⁻⁴	2.62x10 ⁻⁴	Q _{max} =5.96 lt/sn olmalı
Boyacıoğlu 27427	D21		77400	06700	802	133	2.40	40.52	28.25	17 ^{1/2} "	7.68x10 ⁻⁶	86.65	316.9	2.1x10 ⁻⁴	1.84x10 ⁻⁴	Q _{max} =5.22 lt/sn olmalı
Zincirli Kuyu 20614	D22	3	84100	08050	808	61	16.35	24.97	9.14	19"	2.64x10 ⁻⁵	101.85	132.87	1.67x10 ⁻⁴	3.425x10 ⁻⁵	
Anadolu Lise.	D23	2	83650	07650	805	93	32	34.20	7	12"	4.824x10 ⁻⁵	254.26	45.84	1.24x10 ⁻⁴	4.63x10 ⁻⁵	
Seğir ve dilsiz. Okulu C-25/5007	D24	1	82625	07250	815	213.8	13.78	24.41	8	10"	3.81x10 ⁻⁶	65.86	62.25	5.29x10 ⁻⁵	1.3x10 ⁻⁴	
Akademi 14768	D25	16	86200	07700	810	157	17.00	18.20	12	17 ^{1/2} "	5.46x10 ⁻⁵	660.85	26.61	6.194x10 ⁻⁵	4.92x10 ⁻⁴	
I.T.İ.A. Saha 20914	D26	17	86300	07750	802	90	12.50	16.85	20	17 ^{1/2} "	5.94x10 ⁻⁵	397.77	100.58	1.96x10 ⁻⁴	5.14x10 ⁻⁴	
A.Ü.Biy.Der.Kan. 27278	D27	78	85050	03850	805	70	9.65	18.01	25.95	15"	6.1x10 ⁻⁵	318.07	195.9	4.17x10 ⁻⁴	5.21x10 ⁻⁴	
A.Ü.Biy.Der.Mah. 27279	D28	79	84900	03900	805	70	9.70	20.80	18.86	15"	3.423x10 ⁻⁵	178.33	194.8	3.2x10 ⁻⁴	3.9x10 ⁻⁴	
A.Ü.Yun.Kamp. 34861	D29	15	86075	07650	812	100	8.25	23.80	30.27	17 ^{1/2} "	2.572x10 ⁻⁵	203.85	236.56	2.84x10 ⁻⁴	3.38x10 ⁻⁴	
S.S.K. Hast. 15774	D30	12	85525	07125	798.60	100	9.20	18.42	17	17 ^{1/2} "	2.166x10 ⁻⁵	169.9	128.72	1.49x10 ⁻⁴	3.1x10 ⁻⁴	
S.S.K. Hast. 17301	D31	13	85250	07225	800	85	15.20	26.30	20.16	17 ^{1/2} "	3.02x10 ⁻⁵	132.15	183	2.46x10 ⁻⁴	3.66x10 ⁻⁴	
S.S.K. Esk. Tes. 22026	D32	11	84450	06875	800	80	8.85	38.55	23	17 ^{1/2} "	1.616x10 ⁻⁵	99.39	358.26	3.97x10 ⁻⁴	2.68x10 ⁻⁴	Q _{max} =6.16 lt/sn olmalı

TABLO 3-1 (devam)

Kuyu Adı Kuyu No	Bu Çalışmada		Kuyu Koordinatları		Arazi Kotu	Kuyu Derinliği	Statik Seviye	Dinamik Seviye	Cekilen Debi	Kuyu Çapı	Permeabi- lite	Transmi- sibilite	Tesir Yarıçapı	Hesap Hızı	Max.Hız	Düşünceler
	Kuyu no	Hesap no	X	Y	m	m	m	m	lt/sn	inch	m/sn	m ³ /gün/m ²	m	m/sn	m/sn	
S.S.K.Es.Tes Top.Kon. 22028	D33	9	84075	07600	821	100	29.30	45.00	20	15"	2.282x10 ⁻⁴	139.39	225	3.04x10 ⁻⁴	3.18x10 ⁻⁴	
S.S.K. Disp. Ala 30333	D34	84	93700	03300	800	270	7.60	41.35	13.56	17 ¹ / ₂ "	1.66x10 ⁻⁵	37.64	130.46	4.25x10 ⁻⁵	8.59x10 ⁻⁵	
Sazova 20613	D35	28	83275	05000	795	54.30	2.30	4.98	36.68	20"	2.688x10 ⁻⁴	1207.75	131.82	4.66x10 ⁻⁴	1.09x10 ⁻³	
Yeşiltepe Mah. 20616	D36	7	86400	09375	793	60.50	6.90	15.34	32.13	20"	8.362x10 ⁻⁵	387.25	231.54	4.46x10 ⁻⁴	6.09x10 ⁻⁴	
Sitlice Bel. Kıyusu 35828	D37	34	87825	06925	783	90	7.45	19.92	51.60	17 ¹ / ₂ "	6.204x10 ⁻⁵	442.53	294.67	5.275x10 ⁻⁴	5.25x10 ⁻⁴	Q _{max} =27.09 lt/sn olmalı
Muttalip cad. 30742	D38	22	88600	07500	793	50	6.15	7.45	29.30	17 ¹ / ₂ "	4.955x10 ⁻⁴	1877.4	86.81	4.93x10 ⁻⁴	1.48x10 ⁻³	
Muttalip Çay. 32996	D39	20	90000	08750	785	133	2.40	10.45	71	17 ¹ / ₂ "	7.60x10 ⁻⁵	857.66	210.54	4.15x10 ⁻⁴	5.81x10 ⁻⁴	
Et Kom.Binası Al 30177	D40		89650	10750	784.5	125	1.30	11.20	40	17 ¹ / ₂ "	3.622x10 ⁻⁵	387.19	178.76	2.51x10 ⁻⁴	4.01x10 ⁻⁴	
Sağır ve Dil.Ök. 17147	D41	10	82875	06475	815	140	20.90	32.74	10.33	17 ¹ / ₂ "	7.457x10 ⁻⁶	76.74	97	6.9x10 ⁻⁵	1.82x10 ⁻⁴	
Çocuk Islah Evi 17148	D42	19	89200	08475	796	64	5.80	14.05	32	15"	8.062x10 ⁻⁵	405.39	222.2	5.355x10 ⁻⁴	5.98x10 ⁻⁴	
Akarbaşı Mah. 22231	D43	57	86650	05400	793	50	4.50	12.25	48	17 ¹ / ₂ "	1.71x10 ⁻⁴	672.25	304.04	9.11x10 ⁻⁴	8.72x10 ⁻⁴	Q _{max} = 41.84 lt/sn olmalı
Ömer Mah. 22232	D44		83175	02950	798	47	5.00	12.35	49	17 ¹ / ₂ "	2.006x10 ⁻⁴	728.17	312.35	1.01x10 ⁻³	9.44x10 ⁻⁴	Q _{max} = 46.26 lt/sn olmalı
Karacaşehir Regula. 35413	D45		82675	02450	800	74	5.45	18.96	33.05	15"	4.582x10 ⁻⁵	271.38	274.35	5.01x10 ⁻⁴	4.51x10 ⁻⁴	Q _{max} =14.91 lt/sn olmalı
Kurtuluş Mah. 22233	D46	52	88250	05550	788	50	5.60	10.05	52	17 ¹ / ₂ "	3.068x10 ⁻⁵	1177.15	233.86	9.32x10 ⁻⁴	1.16x10 ⁻³	
Gündoğdu Mah. 22234	D47	71	91000	05350	785	50	6.10	15.55	40	17 ¹ / ₂ "	1.248x10 ⁻⁴	473.69	316.82	8.31x10 ⁻⁴	7.45x10 ⁻⁴	Q _{max} = 29.79 lt/sn olmalı
Kanal Yanı 8049	D48	24	86700	07150	798	6	6.65	10.83	7	12 ¹ / ₂ "	2.931x10 ⁻⁵	144.75	67.70	1.32x10 ⁻⁴	3.6x10 ⁻⁴	

Kuyu Adı Kuyu No	Bu Çalışmada		Kuyu Koordinatları		Arazi Kotu	Kuyu Derinliği	Statik Seviye	Dinamik Seviye	Çekilen Debi	Kuyu Çapı	Permeabi- lite	Transmi- sibilite	Tesir Yarıçapı	Hesap Hızı	Max.Hız	Düşünceler
	Kuyu no	Hesap no	X	Y	m	m	m	m	lt/sn	inch	m/sn	m ² /gün/m ²	m	m/sn	m/sn	
61 Evler 9071	D49	65	86900	04875	790	11.50	2.55	6.06	5	12"	2.183x10 ⁻⁴	168.82	155.59	9.6x10 ⁻⁴	9.85x10 ⁻⁴	
Otagar Yanı 8072	D50	53	88050	05825	792	50	2.95	10.30	50	12"	1.396x10 ⁻⁴	770.88	303.64	1.31x10 ⁻³	9.18x10 ⁻⁴	Q _{max} =43.82 lt/sn olmalı
Organize San. Böl. 17256	D51		97500	04000	784	45	2.20	7.20	30.27	17 ¹ / ₂ "	1.614x10 ⁻⁴	597.16	190.6	5.73x10 ⁻⁴	8.47x10 ⁻⁴	
Organize San. Böl. 17257	D52		97250	04300	784	42	1.20	6.20	18	17 ¹ / ₂ "	9.725x10 ⁻⁴	342.81	147.92	3.6x10 ⁻⁴	6.57x10 ⁻⁴	
Terziler Yapı Ko. 20165	D53	83	92900	03750	790	50	1.50	21.51	17.34	20"	2.537x10 ⁻⁴	106.32	302.38	3.81x10 ⁻³	3.359x10 ⁻⁴	Q _{max} =5.82 lt/sn olmalı
Hava İkmal	D54	48	91150	05750	784.5	30	5.25	7.28	51.10	15"	1.182x10 ⁻⁴	2527.4	209.37	1.88x10 ⁻³	2.29x10 ⁻³	
Hava Alanı I 2964	D55	47	92425	06550	784	64.40	4.81	12.85	45	15"	1.156x10 ⁻⁴	595.6	259.4	7.29x10 ⁻⁴	7.17x10 ⁻⁴	
Hava Alanı II 2964	D56	46	91550	06450	784	154.90	5.50	28.19	5	15"	1.549x10 ⁻⁴	19.99	84.72	3.29x10 ⁻⁵	8.29x10 ⁻⁵	
An. Ün. I 36863	D57	25	86425	07200	790	100	11.43	25.37	57.20	17 ¹ / ₄ "	5.83x10 ⁻⁵	446.13	319.3	5.57x10 ⁻⁴	5.09x10 ⁻⁴	Q _{max} =29 lt/sn olmalı
Beden Terbi. 37402	D58	63	85000	03875	800	50	10.59	30.13	10.85	15"	2.167x10 ⁻⁴	73.77	272.86	4.56x10 ⁻⁴	3.10x10 ⁻⁴	Q _{max} =3.37 lt/sn olmalı
D.S.İ. Tesis. 37400	D59	41	86650	05475	794	179	6.30	62.65	6	22"	7.328x10 ⁻⁴	10.94	144.72	2.938x10 ⁻⁴	5.707x10 ⁻⁵	
Hava Hast. 38525	D60	58	86825	05375	794	40	6.00	9.17	16	17 ¹ / ₂ "	1.556x10 ⁻⁴	457.18	118.64	3.72x10 ⁻⁴	8.31x10 ⁻⁴	
Ceza Evi 39016	D61	80	89625	03625	870	100	43.45	65.95	4	15"	4.108x10 ⁻⁶	20.07	136.80	9.81x10 ⁻⁵	1.35x10 ⁻⁴	
A. Ün. Hav. Al. 39017	D62	5	87850	09850	786	60	2.44	20.30	47.11	19"	6.463x10 ⁻⁴	321.44	430.76	7.83x10 ⁻⁴	5.36x10 ⁻⁴	Q _{max} =25.25 lt/sn olmalı
Tülomsaş 38672	D63	55	87750	05950	791	60	7	10.60	50.46	17 ¹ / ₂ "	4.929x10 ⁻⁴	1341.47	184.85	7.32x10 ⁻⁴	1.141x10 ⁻⁴	
Tülomsaş 38673	D64	35	87625	06325	791	60	5.70	11.30	43.65	17 ¹ / ₂ "	1.657x10 ⁻⁴	777.58	216.28	6.42x10 ⁻⁴	8.58x10 ⁻⁴	

TABLO 3-1 (devam)

Kuyu Adı Kuyu No	Bu Çalışmada		Kuyu Koordinatları		Arazi Kotu	Kuyu Derinliği	Statik Seviye	Dinamik Seviye	Cekilen Debi	Kuyu Çapı	Permeabi- lite	Transmi- sibilite	Teşir Yarıçapı	Hesap Hızı	Max.Hız	Düşünceler
	Kuyu no	Hesap no	X	Y	m	m	m	m	lt/sn	inch	m/sn	m ³ /gün/m ²	m	m/sn	m/sn	
Botaş Tes. 39345	D65		96325	11200	789	50	1.40	42.10	2	15"	1.876x10 ⁻⁴	7.88	167.25	2.11x10 ⁻⁴	9.131x10 ⁻³	Q _{max} =0.18 lt/sn. olmalı
Bel.Asf. San. 39346	D66		99300	05100	790	100	49.80	71.82	2	17 ^{1/4} "	2.256x10 ⁻⁴	9.78	99.22	5.16x10 ⁻⁴	1.0x10 ⁻⁴	Q _{max} =0.20 lt/sn. olmalı
Yassı Höyük Çakıl elene Tesisleri 39411	D67		99750	05625	785	105	8.90	41.71	40.62	15"	1.91x10 ⁻⁵	158.5	430.1	5.36x10 ⁻⁴	2.91x10 ⁻⁴	Q _{max} =11.83 lt/sn. olmalı.
Orman Fid. 39342/B	D68		80125	02500	805	50	3.00	29.55	9.14	15"	1.81x10 ⁻⁵	47.96	273.73	3.73x10 ⁻⁴	2.29x10 ⁻⁴	Q _{max} =2.59 lt/sn olmalı.
Sultandere D.S.İ	D69		94750	00625	815	44	3.50	29.70	7	15"	1.122x10 ⁻⁵	39.27	263.31	4.09x10 ⁻⁴	2.23x10 ⁻⁴	Q _{max} = 1.56 lt/sn. olmalı
Sıcak sular	B1	44	87675	06060	789	50.50	3.50	24	5.5	15"	7.914x10 ⁻⁶	32.14	173	1.73x10 ⁻⁴	1.87x10 ⁻⁴	
Daire Önü	B2	43	87300	05800	794	81	5.50	7.25	15	17 ^{1/2} "	9.98x10 ⁻⁵	651.59	52.47	1.45x10 ⁻⁴	6.66x10 ⁻⁴	
Yediler	B3	54	87900	05425	792	60	6.20	8.35	12	17 ^{1/2} "	9.511x10 ⁻⁵	442.1	62.90	1.66x10 ⁻⁴	6.5x10 ⁻⁴	
Alaadin Parkı	B4	77	87850	04900	796	46	6	11	20	15"	1.145x10 ⁻⁴	395.20	160.40	4.77x10 ⁻⁴	7.13x10 ⁻⁴	
Porsuk İkl.	B5	37	86450	05250	794	51	3.75	5.49	9	17 ^{1/2} "	9.66x10 ⁻⁵	394.3	51.30	1.41x10 ⁻⁴	6.55x10 ⁻⁴	
Mithat Paşa	B6	23	87000	07025	791	59	4.10	6.61	13	17 ^{1/2} "	8.58x10 ⁻⁵	420.17	70.87	1.77x10 ⁻⁴	6.27x10 ⁻⁴	
Kumlubel	B7	18	88050	08100	792	60	3.65	5.29	9	16"	8.507x10 ⁻⁵	414.17	45.38	1.29x10 ⁻⁴	6.14x10 ⁻⁴	
Dekavil	B8	45	88775	06150	794	60	6.20	7.00	15	17 ^{1/2} "	2.91x10 ⁻⁴	1355.18	40.98	2.02x10 ⁻⁴	1.338x10 ⁻⁴	
Şarhöyük	B9	21	90075	07750	795	48	6.12	7.00	17	17 ^{1/2} "	4.06x10 ⁻⁴	1470.78	53.22	2.97x10 ⁻⁴	1.344x10 ⁻³	
Karapınar	B10	76	89000	04650	870	54	4.10	5.00	22	17 ^{1/2} "	4.354x10 ⁻⁴	1877.6	56.34	3.21x10 ⁻⁴	1.39x10 ⁻³	

TABLO 3-1 (devam)

Kuyu Adı Kuyu No	Bu Çalışmada		Kuyu Koordinatları		Arazi Kotu	Kuyu Derinliği	Statik Seviye	Dinamik Seviye	Çekilen Debi	Kuyu Çapı	Permeabi- lite	Transmi- sibilite	Tesir Yarıçapı	Hesap Hızı	Max.Hız	Düşünceler
	Kuyu No	Hesap No	X	Y	m	m	m	m	lt /sn	inch	m/ sn	m ² /gün/m ²	m	m/sn	m/sn	
Beton Direk	B11	74	91250	04225	799	70	3.70	8.00	18	17 ^{1/2} "	6.375x10 ⁻⁵	365.2	103.00	2.08x10 ⁻⁴	5.32x10 ⁻⁴	
Hacı Mahmut	B12	67	87050	05100	793	50	4.10	5.00	15	17 ^{1/2} "	3.134x10 ⁻⁵	1243.1	47.8	2.38x10 ⁻⁴	1.18x10 ⁻³	
Müze	B13	66	86975	04950	794	49	3.96	5.20	15	17 ^{1/2} "	2.41x10 ⁻⁵	937.78	57.75	2.45x10 ⁻⁴	1.03x10 ⁻³	
Eski Vişnelik (Büyük dere)	B14	62	84550	03975	797	40	3.75	5.71	9	16"	1.192x10 ⁻⁵	373.53	64.21	2.056x10 ⁻⁴	7.28x10 ⁻⁴	
Eski Vişnelik (Yıldız tepe)	B15	61	84325	03925	798	26	7.5	10.25	6	16"	1.239x10 ⁻⁵	198.15	91.86	2.98x10 ⁻⁴	7.42x10 ⁻⁴	
Ertuğrul Gazi	B16	27	84100	06075	793	30.50	4.20	10.90	20	17 ^{1/2} "	1.447x10 ⁻⁵	328.91	241.82	7.31x10 ⁻⁴	8.02x10 ⁻⁴	
Çamlıca	B17	30	85090	05650	792	37	0.70	1.72	10	17 ^{1/2} "	2.331x10 ⁻⁵	731.29	46.72	2.03x10 ⁻⁴	1.01x10 ⁻³	
İncesu Evleri	B18	26	85310	06720	793	70	4.60	6.55	25.9	17 ^{1/2} "	1.937x10 ⁻⁵	1094.33	81.42	2.92x10 ⁻⁴	9.27x10 ⁻⁴	
Mühendisler	B19	14	85700	07275	795	23.50	3.35	4.51	18	17 ^{1/4} "	7.682x10 ⁻⁵	1337.4	96.45	5.88x10 ⁻⁴	1.85x10 ⁻³	
Yayla Caddesi	B20	4	85270	08325	810	40	8.35	9.35	4	15"	7.288x10 ⁻⁵	199.32	38.41	1.11x10 ⁻⁴	5.69x10 ⁻⁵	
Yeşiltepe (Okan Sokak)	B21	8	86400	08425	794	30	8.10	11.96	5	27 ^{1/2} "	5.70x10 ⁻⁵	107.88	87.44	1.26x10 ⁻⁴	5.04x10 ⁻⁴	
İki Eylül	B22	33	87250	06550	790	61	5.50	6.10	12	17 ^{1/2} "	2.834x10 ⁻⁵	1359.1	30.30	1.56x10 ⁻⁴	1.12x10 ⁻³	
Ermu	B23	51	88990	05525	786	32	4.90	5.90	14	17 ^{1/2} "	4.762x10 ⁻⁵	1115.1	64.47	3.84x10 ⁻⁴	1.45x10 ⁻³	
Alaadin Park	B24	68	88000	05200	789	45	11	13	14	17 ^{1/2} "	2.007x10 ⁻⁵	589.7	85	3.13x10 ⁻⁴	9.44x10 ⁻⁴	
Esentepe	B25	6	87620	08850	792	60	8	11	11	17 ^{1/2} "	6.707x10 ⁻⁵	301.33	73.71	1.61x10 ⁻⁴	5.46x10 ⁻⁴	
Atatürk Kor.	B26	50	89675	05500	784	40	5.65	6.70	15	17 ^{1/2} "	3.77x10 ⁻⁵	1120.8	61.22	3.22x10 ⁻⁴	1.29x10 ⁻³	

B Ö L Ü M - 4

4 - SU KİRLİLİĞİ VE KALİTESİ HAKKINDA BİLGİLER

4.1 Su Kirliliği Kaynakları

Eskişehir ovasında alüvyon akiferdeki yeraltısuyu kirliliği, Porsuk çayı ve sulama kanallarındaki yüzey suyu kirliliğine endüstriyel atıklar, evsel atıklar ve tarımsal çalışmalar neden olmaktadır. Su kirliliğine akarsu kirliliği veya yüzeysel suların kirliliği ve yeraltısuyu kirliliği olarak iki kısımda incelemek uygun olabilir.

4.1.1 Yüzeysel suların ve akarsu kirliliğinin kaynakları

İncelenen bölgenin en önemli su kaynağı olan ve Kütahya'nın güneyinde Tokul köyü yakınlarından doğan Porsuk çayı, Kütahya'ya gelinceye kadar kirlenmemiş durumdadır. Kütahya'dan geçerken evsel ve endüstriyel atıksularla kirletilir. Kütahya ile Eskişehir arasındaki Porsuk barajında dinlenen suyun kalitesinde bir miktar düzelme görülür. Eskişehir'de evsel ve endüstriyel atıksularla tekrar kirletilen Porsuk çayı, Eskişehir çıkışında ağır bir şekilde kirlenmiş olarak akışına devam eder.

Şimdiye kadar (Ağustos 1991) Kütahya'da akarsuya boşaltılan endüstriyel ve evsel atıksular hiç bir arıtma işleminden geçirilmeden Porsuk çayına verilmektedir. Keza Eskişehir'de de durum aynıdır. Kütahya ve Eskişehir'de Porsuk çayında kirliliğe neden olan kaynakları şu şekilde sıralayabiliriz.

a) Kütahya Bölgesinde

1- Şeker Fabrikası

2- Mezbaha

- 3- Azot Fabrikası
- 4- Kumaş Manyezit Fabrikası
- 5- Şehir evsel atıksuları
- 6- Tarım'da kullanılan gübre ve ilaçlar

b) Eskişehir Bölgesinde

- 1- Sümerbank Tekstil Fabrikası
- 2- Vagon ve Lokomotif Fabrikası (Tülomsaş)
- 3- Şeker Fabrikası
- 4- Şeker Sanayii - İspirto Fabrikası
- 5- Şeker Sanayii - Makina Fabrikası
- 6- Mezbaha
- 7- Organize Sanayi Bölgesi
- 8- Şehir evsel atıksuları
- 9- Sulamadan dönen sular

Evsel atıksular, çoğunluğu organik maddelerden oluşan kirleticiler içerirler.

Endüstriyel atıksuların içerdikleri kirletici madde ve özellikleri endüstri türüne ve kullanılan üretim teknolojisi-ne göre değişimler gösterir. Örneğin, Sümerbank Tekstil Fabrikası atıksuyu, yüksek sıcaklık, pH, EC değerleri, yüksek miktarda toplam katı madde, toplam çözünmüş katılar, askıdaki katı madde, Sodyum, Klorür, içeriğine sahiptir. Bu fabrika atıksuyu, fabrikada kullanılan kumaş boyaları nedeniyle çoğu zaman renklidir.

Önceden de belirtildiği gibi Porsuk çayını kirleten kaynaklardan biri Kütahya'daki Azot Fabrikası atıksularıdır. Bu fabrikanının atıksuları arıtılmaksızın Porsuk çayına boşaltılmakta ve bu akarsu daki azot kililiğinin en önemli kayna-

ğını oluşturmaktadır.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre (Ağacık, 1974) Porsuk çayı Azot Fabrikası atıksuları ile azot bileşikleri (NH_3 , NO_2 , NO_3) yönünden belirgin bir şekilde kirlenmektedir. Yapılan hesaplara göre fabrikadan Porsuk çayına 100-700 kg/saat toplam azot verildiği saptanmıştır.

Porsuk barajı çıkışında NO_3 miktarı bazan 40 mg/lt 'ye kadar yükselmektedir. Fabrika atıksuları ile NO_3 'ın yanısıra NH_3 ve NO_2 de Porsuk çayına verilmektedir. Porsuk çayı suyunun Porsuk Barajında dinlenmesiyle kirlilik bir miktar azalmakta bununla birlikte Baraj-Eskişehir arasındaki tarımsal çalışmalar nedeniyle akarsu Eskişehir'e bir miktar azot kirliliği ile yüklü girmektedir.

4.1.2 Yeraltısuyu kirliliğinin kaynakları

Eskişehir 'de bütün şehri kapsayan (henüz inşa halinde Ağustos 1991) kanalizasyon sistemi bulunmamaktadır. Porsuk çayı ve sulama kanallarına yakın kesimlerde evsel atıklar arıtma yapılmaksızın doğrudan akarsuya ve kanallara verilmekte, diğer kesimlerde ise sızdıran fosseptik çukurlarında toplanmaktadır. Şehir yerleşim alanına yayılmış olan binlerce fosseptik çukuru yeraltısuyu için önemli bir kirlilik kaynağıdır. Ayrıca Eskişehir ovasında yapılan tarımda gübre ve ilaç kullanımı oldukça yaygındır. Bu açıklamalar ışığı altında yeraltısuyunu kirleten kaynakları şöyle sıralayabiliriz.

a)Porsuk çayı ve sulama kanallarından yeraltısuyu beslenimi nedeniyle kirlilik.

b)Evsel atıkların toplandığı fosseptik çukurlarından sı-

Tablo - 4.1. Eskişehir ovası yeraltısuyunda incelenen parametrelerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri (Kaçaroğlu 1991)

Parametre	Birimi	Veri Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama
T	C	400	6.00	26.00	14.98
pH		400	6.96	8.30	7.51
EC	fs/cm	400	351.00	1860.00	971.63
Bul.	NBB	355	0.10	46.00	4.34
TKM	mg/lt	355	245.00	1450.00	733.06
TCK	mg/lt	355	230.00	1335.00	676.15
AK	mg/lt	355	5.00	125.00	26.42
Na	mg/lt	400	5.50	134.00	45.27
K	mg/lt	400	0.40	1837.00	13.79
Ca	mg/lt	400	20.00	130.00	65.70
Mg	mg/lt	400	9.70	115.40	53.25
CO ₃	mg/lt	400	0.00	30.00	1.42
HCO ₃	mg/lt	400	5.90	781.00	388.98
Cl	mg/lt	400	12.40	191.00	64.24
SO ₄	mg/lt	400	8.70	220.00	74.17
T. Sr.	F.S.	400	14.00	64.50	38.31
Det.	mg/lt	90	0.010	5.660	0.502
B	mg/lt	272	0.100	0.790	0.375
NH ₃	mg/lt	355	0.003	1.650	0.275
NO ₂	mg/lt	400	0.002	1.790	0.053
O-PO ₄	mg/lt	355	0.007	1.260	0.181
Cöz. O.	mg/lt	355	1.00	10.00	4.37
Org.M.	mg/lt O ₂	314	0.64	12.20	2.01
Fe	mg/lt	358	0.010	3.150	
Cu	mg/lt	391	<0.002	0.720	
Cr ₊₆	mg/lt	400	<0.001	0.107	
Pb	mg/lt	324	<0.090	0.500	
Zn	mg/lt	359	0.002	1.560	
Ni	mg/lt	359	0.028	0.750	
Cd	mg/lt	359	<0.001	0.420	
Mn	mg/lt	186	0.002	1.170	0.138

zıntılar nedeniyle kirlilik.

c) Tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar.

4.2 Eskişehir Yeraltısuyunun Kimyasal Özellikleri ve Değerlendirilmesi

Eskişehir yeraltısuyunu kirleten kaynaklar, önceden belirtildiği gibi akarsu ve kanallar, evsel atıkların toplandığı fosseptikler ve tarımsal kaynaklardan oluşmaktadır. Fosseptikler, yerleşim alanı içerisinde yaygın bir şekilde dağılmış durumdadır. Başka bir deyişle yerleşim alanı içerisinde dağılmış bulunan fosseptikler kirlenme kaynağını oluşturmaktadırlar. Kirletici kaynakların ova içerisindeki konumları, akiferin fiziksel ve hidrolik özellikleri ile sondaj kuyularının özellikleri (derinlik, teçhiz durumu) ve kullanımı, kirliliğin yayılımını etkilemektedir. Eskişehir yeraltısuyunda incelenen parametrelerin minimum, maximum ve ortalama değerler tablo 4.1 de verilmiştir. (Kaçaroğlu, 1991)

Eskişehir yeraltısuyunda ortalama NH_3 derişimi 0.104 mg/lt (D61 kuyusunda) ile 0.469 mg/lt (D2 kuyusunda) arasında değişir. Mevsimlik analizlerde en yüksek NH_3 derişimi (1.65 mg/lt) Kasım 1986 döneminde D2 nolu kuyuda gözlenmiştir. NH_3 'ın yeraltı suyunda dağılımı ortalama değerler ve mevsimlik değerler için, genelde benzerlik göstermektedir. Ortalama değerlerin dağılımında şehir merkezindeki B5, D2, D50, D25 ve D29 kuyularının bulunduğu yerde pik değerler gözlenmiştir. (Kaçaroğlu, 1991)

Görüldüğü gibi yoğun yerleşime bağlı olarak yeraltı suyunda NH_3 derişimleri yüksek değerlere ulaşmaktadır. Buna

göre bu kuyulardaki yeraltısuyunun evsel atıklar tarafından sürekli olarak kirletildiği söylenebilir. NH_3 evsel atıklarının yaygın bileşenlerinden biridir ve azotlu organik bileşiklerle NO_3 arasında geçiş formudur. NH_3 bulunuşu taze kirlenmeyi gösterir.

Ovadaki yeraltısuyunda ortalama NO_2 derişimi 0.009 mg/lt (D61 kuyusunda) ile 0.561 mg/lt (D54 kuyusunda) arasında değişmektedir. NO_2 'nin yeraltısuyunda dağılımına bakıldığında özellikle yerleşim bölgelerinde pik değerler görülmektedir. (Kaçaroğlu, 1991) Yeraltı suyunda NO_2 bulunuşu hayvansal ve evsel atıklarla taze kirlenmeye ve aktif biyolojik süreçlerin varlığına işaret eder. Nitrit iyonu oksijenin bulunduğu ortamda kararsız halde olduğundan, amonyak ve nitrat arasında geçiş formu olarak bulunur.

Yerleşim alanının orta ve doğu kesimindeki B6, B8, B9 ve D2 nolu kuyular Porsuk çayı ve sağ kanal arasında kalan B4 D3 nolu kuyular ve sol kanal kuzeyindeki B20, D25 ve D29 nolu kuyuların bulunduğu bölgede en yüksek NO_3 derişimi gözlenmiştir. Ortalama değerlerde en düşük NO_3 derişimi (5.44 mg/lt) D21 nolu kuyuda, en yüksek NO_3 derişimi (100 mg/lt) D3 nolu kuyuda gözlenmiştir. Porsuk çayı ve sulama kanallarından çok uzaktaki kuyularda yüksek miktarda NO_3 bulunmakatadır. Bu sonuçlar yeraltı suyundaki kirliliğin nedenin yalnızca Porsuk çayı ve sulama kanallarından taşınan NO_3 'lı sular olmadığını, evsel atıkların nitrat kirliliğinde önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Yapılan analiz sonucu Fe, Cr^{+6} gibi ağır metallerin yeraltı suyunu kirlettiği saptanmıştır. (Kaçaroğlu, 1991)

B3 ve B4 kuyularında Fe 'nin pik değerleri saptanmıştır. B5 ve D2 kuyularında ise en düşük değerler olduğu gözlenmiştir. Fe iyonunun yeraltısuyunda dağılımı genel olarak değerlendirildiğinde yüksek derişimlerin yerleşim alanı içinde akarsu ve kanallara yakın kuyularda gözlendiği göze çarpmaktadır. (Kaçaroğlu, 1991)

Yeraltısuyundaki Cr^{+6} derişimi ise Hava üssüne ait D54 nolu kuyuda ve civarında en yüksek miktarda olduğu (0.107 mg/lt) saptanmıştır. Bu kuyu hava üssünde tamir ve bakımın yapıldığı fabrikanın bitişiğinde bulunmaktadır. Dolayısıyla kuyudaki yüksek derişimin fabrika atıksuyundan kaynaklandığı söylenebilir.

Eskişehir yeraltısuyunun kalitesi ve kirliliği mevsimsel değişimler göstermektedir. Ancak burada periyodik bir özelliğe rastlanamamıştır. Yeraltısuyu kalitesi ve kirliliği; yeraltısuyunun beslenme koşulları, kirletici kaynaklar dan gelen kirlilikteki mevsimsel değişimler, iklim koşulları, yeraltısuyu seviyesi değişimler, tarımsal çalışmalar gibi faktörlere bağlı olarak mevsimsel değişimleri göstermektedir.

Kirlilik parametrelerinden Bulanıklılık, Toplam Katı Madde ve Askıda Katı madde genellikle yağışlı dönemlerde yüksek, kurak dönemlerde düşük değerler almıştır. Çözünmüş Oksijen ve Organik Madde genellikle kuyudan kuyuya farklı dönemlerde yüksek ve düşük değerlere sahip olmaktadır. Bununla birlikte Çözünmüş Oksijen çoğunlukla yağışlı dönemlerde, Organik Madde kurak dönemlerde yüksek derişimler gösterdiği söylenebilir.

4.3 Eskişehir Yeraltısuyunun T.S 266 İle Kıyaslanması

Yeraltısularının kimyasal analizlerin de elde edilen verilere ait ortalama değerler, T.S.E.(1984) tarafından yayınlanmış olan "İçme Suyu Standartları" (Tablo 4.2) ile karşılaştırılmış ve standartlarda tavsiye edilen ve müsaade edilen sınırları aşan parametreler saptanmıştır.(Kaçaroğlu, 1991)

Tablo 4.3 de görüldüğü gibi tavsiye edilen miktarı aşan parametreler genel olarak Bul, T.K.M., Ca, T. Sr, Det, NH₃, NO₂, Fe, Cr⁺⁶, Pb, Cd ve Mn dan oluşmaktadır. İzin verilebilecek max miktarları aşan parametreler ise genel olarak Det, NH₃, NO₂, NO₃, ve bazı kuyularda Fe ve Mn dir. Şehrin merkezi kesiminde bulunan kirliliğin fazla olduğu bölgedeki kuyularda tavsiye edilen ve izin verilebilecek max değerleri aşan parametre sayısı daha fazladır. Şehrin kenar kesiminde veya dışında bulunan kuyularda tavsiye edilen veya izin verilebilecek max. sınırları aşan parametre sayısı daha azdır.

Eskişehir yeraltısuyunda içmesuyu standartları açısından en önemli kirlilik azot (NH₃, NO₂, NO₃) kirliliğidir. Azot kirliliği açısından bazı kuyularda (B4, B6, B8, B9, D3) hemen hemen her mevsimde izin verilen max. miktarı aşan düzeyde NO₃ saptanmıştır. B3 ve B4 kuyularında yüksek oranda Det. olduğu görülmüştür. (Kaçaroğlu, 1991)

Tablo - 4.2 İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (TS 266, 1984)

Maddenin Adı	Tavsiye edilen miktar a) mg/lit	Müsaade edilebilecek max miktar mg/lit
1 - Zehirli Maddeler		
1.1 - Kurşun (Pb)	--c)	0.05
1.2 - Krom IV (Cr ^{VI})	--	0.05
1.3 - Arsenik (As)	--	0.05
1.4 - Selenyum (Se)	--	0.01
1.5 - Siyanür (CN)	--	0.01
1.6 - Kadmiyum (Cd)	--	0.0005
1.7 - Gümüş (Ag)	--	0.05
2 - Sağlığa Zararlı Maddeler		
2.1 - Florür (F ⁻)	0.8-1.7	1.4-2.4 ^a
2.2 - Nitrat (NO ₃ ⁻)		45
3 - Sağlığa ve/veya içilebilme özelliğine Etki Eden Maddeler		
3.1 - Renk	5 birim	50 birim
3.2 - Bulanıklık	5 birim	25 birim
3.3 - Buharlaşma kalıntısı	500	15000
3.4 - Klorür (Cl)	200	600
3.5 - Serbest Klor (Cl ₂)	0.1	0.5
3.6 - Sülfat (SO ₄ ⁻²)	200	400
3.7 - Demir (Fe)	0.3	1.0
3.8 - Manganez (Mn)	0.1	0.5
3.9 - Bakır (Cu)	1.0	1.5
3.10 - Çinko (Zn)	5	15
3.11 - Kalsiyum (Ca)	75	200
3.12 - Magnezyum (Mg)	50	150
3.13 - Magnezyum (Mg) + Sodyum Sülfat (Na ₂ SO ₄)	100	500
3.14 - Alkil Benzen Sülfanat (ABS)	0.5	1.0
3.15 - Fenolik Maddeler (fenol cinsinden)		0.002
3.16 - pH	7.0-8.5	6.5-0.2
3.17 - Sertlik (CaCO ₃ cinsinden)	500	
4 - Kirlenmeyi Gösteren Maddeler		
4.1 - Karbon - Kloroform Ekstraktı	0.2 ^{b)}	0.5 ^{b)}
4.2 - Nitrit (NO ₂ ⁻)	--	--
4.3 - Amonyak (NH ₃)	--	--
5 - Radyoaktivite		
5.1 - Alfa aktivitesi	2.7pCi/l (0.1 Bq/l)	
5.2 - Beta aktivitesi	27 pCi/l (1 Bq/l) 270 pCi/l (10 Bq/l)	

a) Tavsiye edilen miktarları aşmayan su kaynaklarının varlığı halinde bu miktarlardan fazla madde bulunduran sular içilmemelidir.

b) Müsaade edilebilecek maksimum miktarlardan fazla madde bulunduran sular içme suyu olarak kullanılamazlar.

c) Bulunmalıdır.

Tablo - 4.3 Eskisehir Belediyesi Kuyu Sularında

İçme Suyu Standartlarındaki Sınırları Aşan Parametreler

	Önerilen Miktarı Aşan Parametreler	İzin Verilen Miktarı Aşan Parametreler	
D1	Mezbaşa Bahçesi	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd, Mn	NH ₃ , NO ₂
D2	Hava Hastanesi	Bul, TKM, Ca, Mg, Det, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO, NO ₃ , Cr, Cd
D3	Gökmeşdan	TKM, Mg, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
D13	Vişnelik Mah.	Bul, TKM, Mg, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
D17	TULOMSAS Lok.	TKM, Mg, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd, Mn	NH ₃ , NO ₂ , Cd
D18	Sümerbank	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
D22	Zincirli Kuyu	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
D23	Anadolu Lisesi	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
D24	Sağ. ve Dilsiz. Ok.	Bul, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
D25	Akademi	Bul, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , Fe
D29	A.Ü Yun.Em.Kam.	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd, Mn	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
D35	Sazova	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
D36	Yesiltepe	Bul, TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
D39	Muttalıp Cad.	NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
D51	Org. San. Böl.	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd, Mn	NH ₃ , NO ₂
D53	Terzi Evleri	Bul, TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd, Mn	NH ₃ , NO ₂
D54	Hava İkmal	TKM, Mg, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
D61	Caşaevi	NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
B3	Yediler	Bul, TKM, Ca, Mg, Det, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd, Mn	NH ₃ , NO ₂ , Fe
B4	Alaattin Farkı	TKM, Ca, Mg, T. Sr. Det, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	Det, NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
B5	Forsuk İlkokulu	Bul, TKM, Ca, Mg, Det, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd, Mn	NH ₃ , NO ₂
B6	Mithat Fasa	TKM, Ca, Mg, Det, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
B8	Dekavil	Bul, TKM, Ca, Mg, Det, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
B9	Sarhöyük	TKM, Ca, Mg, T. Sr., NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
B11	Beton Direk	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
B18	Incesu Evleri	TKM, Mg, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂
B20	Yayla Cad.	TKM, NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂ , NO ₃
B25	Esentepe	NH ₃ , NO ₂ , Fe, Cr ⁺⁶ , Pb, Cd	NH ₃ , NO ₂

4.4 Kuruluşlardan Alınan Su Kalitesi Sonuçları ve Değerlendirilmesi

4.4.1 Eskişehir yeraltısularının su güvenliği sonuçları

Eskişehir yeraltısuları kalitesi hakkında D.S.İ. 3 Bölge Müdürlüğünden bilgi edilememesi ve kuyulardan tek tek numune alınarak uzunca bir periyotta kirlilik parametrelerinin incelenmesi imkansız oluşu sebebiyle bu konudaki bilgiler, Eskişehir İl Sağlık Müdürlüğünden alınmıştır. Alınan bilgilerin içeriği, Eskişehir İl Sağlık Müdürlüğü elemanlarının şehir şebekesinden almış oldukları (çeşitli yerlerden) numunelerin aylık ortalamalarının değerleri kullanılmak suretiyle incelenen parametrelerin bakteriyolojik, kimyasal analiz ve bakiye klor açısından gıda maddesi tüzüğüne uygun olup olmadığı araştırma sonuçlarından oluşmaktadır. Bu veriler tablo 4.4 de sunulmuştur. 1983 yılından itibaren 1990 yılına kadar olan yıllık verilerden oluşmaktadır. Tablo incelendiğinde numunelerin: Bakteriyolojik su numunelerinde %8 nin, kimyasal analiz yapılan su numunelerinde %40 ve bakiye klor ölçümlerinde ise %8 'nin izin verilen değeri aşmasının doğal olduğu görülmektedir. Örneğin, bakteriyolojik su numuneleri; 1983 yılında toplam 1747 numune alınmış bunun %92 'si gıda maddesi tüzüğüne uygun %8'i uygun değil. Başka bir deyişle 1601 numune uygun, 146 numune uygun değil. Limit dışına çıkacak numunelerin beklenen sayısı ise 140 adettir. Bu da bize gösterir ki bu su bakteriyolojik yönden kullanılabılır bir sudur. Diğer analizler içinde aynı durum söz konusudur. Ancak

BAKTERİYOLOJİK-KİMYASAL ANALİZ VE BAKİYE KLOR ARAŞTIRMA SONUÇLARI LİSTESİDİR

YILLAR	BAKTERİYOLOJİK SU NUMUNELERİ				KİMYASAL SU NUMUNELERİ				BAKİYE KLOR ÖLÇÜMLERİ			
	Gıda Mad. Tüzüğüne		TOPLAM	Rehbere göre % 8	Gıda Mad. Tüzüğüne		TOPLAM	Rehbere göre % 40	KLOR		TOPLAM	Rehbere göre % 8
	Uygun	Aykırı			Uygun	Aykırı			Uygun	Aykırı		
1983	1601 % 92	146 % 8	1747	140	141 % 49	151 % 51	292	117	2322 % 98	65 % 2	2387	191
1984	1181 % 79	328 % 21	1509	120	165 % 70	71 % 30	236	95	2725 % 96	87 % 4	2812	225
1985	1307 % 81	306 % 19	1613	129	356 % 64	199 % 36	555	222	2570 % 88	337 % 12	2907	232
1986	1020 % 84	186 % 16	1206	96	363 % 55	291 % 45	654	261	1598 % 94	101 % 6	1699	135
1987	927 % 73	342 % 27	1269	102	224 % 63	128 % 37	352	140	1020 % 92	87 % 8	1107	88
1988	1505 % 73	549 % 27	2054	164	388 % 56	308 % 44	696	279	1232 % 94	79 % 6	1311	105
1989	2514 % 75	826 % 25	3340	267	615 % 61	391 % 39	1006	402	6401 % 68	3102 % 32	9503	760
1990	2323 % 80	560 % 20	3153	252	607 % 56	469 % 44	2076	431	6932 % 53	6210 % 47	13142	1051
8 YILLIK ORTALAMA %												

1990 yılına doğru, bozuk çıkan numunelerin sayısı, limit değeri aşması beklenen numune sayısından daha fazladır. Bu da bize yeraltısuyundaki kirlenmenin hızla arttığını söyleyebilme hakkını vermektedir.

4.4.2 Yuzey sularının arıtma öncesi ve arıtma sonrası analiz sonuçları

Eskişehir'e içme ve kullanma suyu temin etmek amacı ile kurulmuş arıtma tesisi, projesine 1975 yılında başlanıp, 1984 yılında uygulamaya konulmuş ve 1990 yılının sonunda da tamamlanmıştır.

Arıtma tesisi 1991 yılının başında kısmen çalışmaya başlamış ve yılın ikinci yarısından itibaren de Eskişehir'e su sağlayacak şekilde çalışmasını sürdürmektedir. Arıtmadan önceki ve arıtmadan sonraki suların kalite analizleri arıtma tesisi laboratuvarı yetkililerince günlük yapılmakta ve T.S 266 'ya uygunluğu kontrol edilmektedir. Arıtma Tesisi Müdürlüğünden alınan veriler tablo 4.5 de verilmiştir.

Arıtma tesisinden alınan analiz sonuçları incelendiğinde, analiz yapılan parametreler genel olarak T.S. 266'ya ve Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) 'nın vermiş olduğu standartlara uymaktadır. Ancak Mayıs (ayında) 1991' de arıtılmış su daki bazı parametrelerin (NH_3 ve NO_3) T.S 266 ve WHO da belirtilen sınır değerleri aştığı görülmektedir. Örneğin 9/5/1991 tarihinde yapılan analizlerde hamsu da 7.13 mg/lt NH_3 ve 7.08 mg/lt NO_3 (nitrat) mevcutken, arıtma işleminden sonra 5.87 mg/lt NH_3 ve 8.86 mg/lt NO_3 olduğu görülmüştür. Burada görüldüğü gibi NO_3 miktarı arıtmadan sonra azalmamış tersine

artmıştır. Bunun sebebi arıtma işlemleri sırasında, arıtma amacıyla katılan kimyasal maddelerden kaynaklanıyor olabilir. Kütahya Azot Fabrikasının'dan kaynaklanan bu kirliliğin, arıtma işlemi görüldüğü gibi tam olarak yapılamamakta bu da insan sağlığı açısından büyük bir tehlike yaratmaktadır.

İçme sularında amonyak derişimlerinin yüksek olması durumunda bazı güçlükler ortaya çıkmaktadır. Şöyleki; suların dezenfeksiyonu (klorlama) sırasında dezenfeksiyonun etkinliğini azaltmakta, klor kullanımı ve miktarı çok artmakta ve kanserojen olma ihtimali yüksek olan klorlu organik maddeler oluşabilecektir. Ayrıca amonyak içeren içme suları dağıtım şebekelerinde bakteri üremesine neden olmaktadır. (McNeely et al, 1979; Uslu ve Türkmen, 1987).

Bu nedenlerden dolayı içme suyu sağlama amacıyla kullanılacak yüzeysel sularda amonyum derişimlerinin en fazla 0.20-1.5 mg/l olması istenir. (Uslu ve Türkmen, 1987) T.S.E İçme suyu standartlarına göre içme sularında amonyak bulunmamalıdır. (TSE, 1984). Ancak WHO Avrupa standardına göre izin verilen limit 0.8 mg/lt ve kabul edilen maksimum değer 1.2 mg/lt olarak verilmiştir. Buraya kadar yapılan incelemelerde içme suyu kalitesi ve kirleticilerin limit değerleri çeşitli standartlarda (Tablo 4.6 'da) verilmektedir.

TABLO 4-5 ESKİŞEHİR İÇME VE KULLANMA SUYU ARITMA TESİSİ SU ANALİZ DEĞERLERİ

TARİH	HAM SU PARAMETRELERİ													ARITILMIŞ SU PARAMETRELERİ															
	Debi	pH	Renk	Bula nıklık	Toplam askı mad	Demir Fe	Manga Mn	Alüm. Al	Sıcaklık T	Alkali nite	Nitrat NO ₃	Nitrit NO ₂	Amon. NH ₃	pH	Renk	Bula nıklık	Topla Cöz. Katılar	Alüm. Al	Demir Fe	Manga Mn	Klor Bakıye	Coli Bakter	Alkali nite	Nitrat NO ₃	Nitrit NO ₂	Amon. NH ₃	Org. mad.	Klorür	Sertlik
	mg/gün x 10 ³		°H	NTU	mg/lit	mg/lit	mg/lit	mg/lit	°C	mg/lit CaCO ₃	mg/lit	mg/lit	mg/lit		°H	NTU	mg/lit	mg/lit	mg/lit	mg/lit	mg/lit	MPN/100 ml	mg/lit CaCO ₃	mg/lit	mg/lit	mg/lit	mg/lit	O ₂	F°
14.3.1991	64	8.2	<5	9.5	16	1.11	0.03	0.00	8.5	203.7	1.11	0.044		7.3	<5	0.34	-	0.02	1.55	0.06	0.9	-	176.6	1.55	0				23.4
15.3.1991	64	8.4	<5	9.5	24.8	1.10	0.16	0.008	8	201.7	1.10	0.048		7.4	<5	0.43	-	0.038	0.88	0.04	0.9	-	170.6	0.88	0				23.2
18.3.1991	64	8.2	<5	14	28.8	2.22	0.39	0.018	8.5	189.6	2.22	0.08		7.4	<5	0.44	-	0.05	1.99	0.00	0.6	-	171.6	0.88	0				21.8
19.3.1991	64	7.4	<5	79	106	1.99	1.45	0.34	9		1.99	-		FİLTRELER			ÇALIŞMIYOR												
20.3.1991	64	7.8	<5	32	57.6	1.66	0.59	0.09	9.5	109.3	1.66	0.11		6.9	<5	0.56	-	0.09	1.11	0.0	0.5	-	89.3	1.11	0.0	-			15.2
21.3.1991	64	7.7	<5	24	44	0.48	0.33	0.22	9.5	112.4	0.48	0.076		6.8	<5	1.2	200	0.12	0.88	0.005	0.7	-	77.2	0.88	0.0001	-			14
22.3.1991	64	8	<5	23	39.6	1.11	0.36	0.14	9.5	124.4	1.11	0.092		7	<5	0.41	168	0.08	0.22	0.003	0.5	-	95.3	0.22	0.0046	-			16
25.3.1991	64	8	<5	17		1.32	0.24	0.38	10	167.6	1.32	0.101	0.53	7.2	<5	0.36	-	0.183	1.21	0.04	0.7	-	132.4	1.21	0.0007	0.43			19.4
26.3.1991	64	8	<5	14	37	0	0.182	-	10.5	167.6	0.99	0.043	0.16	7.2	<5	0.38	-	0.028	-	0.008	0.6	-	145.5	0.66	0.036	0.25			20.6
27.3.1991	64	8	<5	15	21	-	0.26	0.08	12.5	189.6	0.12	0.042	0.18	7.3	<5	0.52	-	0.04	-	0.026	0.5	-	168.6	0.77	0.016	0.11			21.6
28.3.1991	64	7.8	<5	9.7	17	0	0.235	0.162	12.5	188.6	1.44	0.035	0.93	7.4	<5	0.5	-	0.178	-	0.005	0.4	-	163.6	1.33	0.006	0.53			23.6
29.3.1991	64	7.9	<5	9.8	14.8	0	0.22	0.21	12	190.6	2.22	0.040	0.31	7.5	<5	0.5	-	0.160	-	0.022	0.7	-	175.6	1.55	0.0	0.44	-	-	-
1.4.1991	64	7.8	<5	6	4	-	0.132	0.0	11.5	204.7	2.32	0.036	0.36	7.2	<5	0.55	-	0.02	-	0.013	0.5	-	186.6	2.17	0.0	0.20			24.4
2.4.1991	64	7.8	<5	6.9	2.4	-	0.152	0.012	12.5	206.7	2.32	0.039	0.28	7.3	<5	0.55	288	0.014	-	0.0	0.5	-	193.6	1.86	0.0	0.55			34.6
3.4.1991	64	8.21	<5	18	24.4	-	0.28	0.118	10.5	210.7	2.44	0.088	0.206	7.5	<5	0.51	136	0.032	-	0.006	0.35	-	188.6	2.22	0.057	0.66			24.2
4.4.1991	64	8.1	<5	14	24	-	0.182	0.016	10	-	2.658	0.042	0.28	7.5	<5	0.48	-	0.048	-	0.0	0.8	-	-	2.436	0.00	0.14	1.52	9.99	24
5.4.1991	64	8.2	<5	19	8.8	-	0.161	0.226	9.5	224.6	2.215	0.042	0.275	7.4	<5	0.46	260	0.224	-	0.0	0.4	-	174.2	1.994	Eser miktar	0.178	-	18.99	24.6
8.4.1991	64	8.4	<5	13	8	-	0.145	0.184	11	212.8	2.879	0.029	0.039	7.6	<5	0.55	320	0.144	-	0.0	0.5	-	198.9	2.658	0.0	0.065	-	-	-
9.4.1991	64	8.2	<5	16	22	-	0.207	0.012	10.5		1.55	0.051	-	7.5	<5	0.54	246	0.016	-	0.012	0.5	-		2.21	0.43	-	-	-	
10.4.1991	64	8.2	<5	22	36.4	-	0.208	0.016	9	181.13	1.66	0.051	0.373	7.5	<5	1.2	228	0.032	-	0.02	0.6	-	171.23	1.329	0.0019	0.566	5.12	23.99	22.5
11.4.1991	64	7.8	<5	57		0	1.15		8		-	-	=	FİLTRELER			ÇALIŞMIYOR												

Tablo - 4.6 İÇME SUYU STANDARTLARI

Fiziksel ve kimyasal parametreler	WHO ULUSLARARASI			WHO AVRUPA		WWA	TS 266		Gıda Ma Tüzüğü
	İzin verilen	max kabul ed.	İçler an limit	İzin verilen	max kabul ed.	Tavsiye Edilen	İzin verilen	Max kabul ed.	
RENK (Pt/Co)	5	50	--	--	--	3	5	50	Renksiz
KOKU	Birşey Denilmez	--	--	--	--	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz
TAD	Birşey Denilmez	--	--	--	--	İtiraz Edilemez	Normal	Normal	--
BULANIKLIK (birim)	5	25	--	--	--	<0.1	5	25	Tortusuz
KLORÜR	200	600	--	150	600	--	200	600	600
KROM ⁺⁺	--	--	0.05	--	0.05	--	--	0.2	--
KURSUM (Pb)	--	--	0.05	--	0.05	--	--	0.05	0.05
MAGNEZYUM (Mg)	50	150	--	--	--	--	50	150	--
MANGAN (Mn)	0.1	0.5	--	--	0.05	<0.01	0.1	0.5	--
NİTRAT (NO ₃)	--	45	--	--	--	--	--	45	45
NİTRİT (NO ₂)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
PH	7.5-8.5	6.5-9.2	--	6.5-8.5	--	--	7.0-8.5	6.5-9.2	6.5-9.2
SELENYUM (Se)	--	--	0.01	--	0.01	--	--	0.01	0.01
SERTLİK (ppmCaCO ₃)	100	500	--	100	500	80-100	--	500	500
SİYANÜR (CN)	--	--	0.2	--	0.05	--	--	0.02-0.01	0.2
SÜLFAT (SO ₄)	200	400	--	150	250	--	200	400	400
ALUMİNYUM (Al)	--	--	--	--	--	<0.05	--	--	--
AMONYAK (NH ₃)	--	--	--	0.8	1.2	--	0.00	0.00	0.00
ARSENİK (As)	--	0.05	<0.05	--	0.05	--	--	0.05	0.05
BAKİR (Cu)	1.0	1.5	--	0.1	--	<0.2	1.0	1.5	1.5

Tablo - 4.6 İÇME SUYU STANDARTLARI (Devamı)

Fiziksel ve kimyasal parametreler	WHO ULUSLARARASI			WHO AVRUPA		WWA	TS 266		Gıda Ma Tüzüğü
	İzin verilen	max kabul ed.	İçler an limit	İzin verilen	max kabul ed.	Tavsiye Edilen	İzin verilen	Max kabul ed.	
BARYUM (Ba)	--	--	1.0	1.0	--	--	--	--	--
ÇİNKÜ (Zn)	5	15	--	5	--	1.0	5	15	15
ÇÖZÜNÜMÜS O ₂	--	--	--	--	>5	--	--	--	--
DEMİR (Fe)	0.3	1.0	--	0.1	--	<0.05	0.3	1.0	0.3
FENOLİK BİLEŞİKLER (Fenolikler)	0.001	0.002	--	--	0.001	--	--	0.002	0.002
FLORÜR (F)	--	10-15	--	0.7-1.7	--	--	1.0	1.5	1.5
FOSFAT (P)	--	--	--	--	0.3	--	--	--	--
KADMIYUM (Cd)	--	--	0.01	0.001	0.01	--	--	0.01	0.01
KALSİYUM (Ca)	75	200	--	--	--	--	75	200	--
HİDREJEN SÜLFÜR	--	--	--	--	0.05	--	--	--	--
KARBON ALKOL EKSTRAK (CAE)	--	--	--	--	--	<0.1	--	--	--
KARBON KLOROFORM EKSTRAK (CCE)	0.2	0.5	--	--	--	<0.04	--	--	--
BOR	--	--	--	--	1.0	--	--	--	--
ALKİL BENZ. SÜLFANAT (ABS)	0.5	1.0	--	--	--	<0.2	0.5	1.0	--
TOPLAM ORGANİK MADDE (O ₂ CİNSİ)	--	--	--	--	--	--	--	3.5	3.5
TOPLAM ERİYİK KATILAR	500	1500	--	--	--	--	500	1500	--
ANYONİK DETERJAN	0.2	1.0	--	--	0.2	--	0.5	1.0	--
SICAKLIK (°C)	--	--	--	2.2	2.5	--	--	--	--

Verilen değerler (sıcaklık, pH, renk, koku ve tad hariç) Mg/lit cinsindedir.

B Ö L Ü M - 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışma ile Eskişehir merkezi ve civarındaki (84 km² lik alanda) bütün derin kuyuların bilgileri çeşitli kaynaklardan toplanmıştır. Bu bilgiler topluca tablo haline getirilmiş ve kuyuların konumlarını gösterir bir harita hazırlanmıştır.

Eskişehir'in ileriki 30 yıl içinde nüfus projeksiyonu da gözönünde bulundurularak, yeraltısuyunun içme ve kullanma suyu olarak ihtiyaçları karşılayıp karşılayamayacağı üzerinde yapılacak bir araştırmada, bu veriler kullanılabilir.

Eskişehir'in içinden geçen Porsuk çayı ve kanallardaki kirlilik, yeraltısularını önemli ölçüde etkilemektedir. Yeraltısuyu kirliliğinin en yoğun olduğu bölgeler az çok farklılık göstermekle birlikte, genellikle en yoğun yerleşimin görüldüğü şehrin merkezi ile, doğu kesimindeki (B3, B4, B5, B6, B8, B9, D3, D54) kuyularının bulunduğu bölgeyi kapsamaktadır. Birçok kirlilik parametreleri açısından, en yüksek kirlilik, bu bölgedeki kuyularda gözlenmiştir. Yerleşim alanının kenar kesiminde veya dışında bulunan kuyularda kirlilik, yerleşim alanı içindeki kuyulara göre çok azdır. (Kaçaroğlu, 1991)

Eskişehir ovasındaki kuyularda kirlilik miktarı; kuyu derinliği filtre derinliği, filtre seviyeleri üzerinde kil tabakasının varlığı veya devam eden filtre bölgesinin kalınlığı, akarsu ve kanalların kuyuya yakınlığı, akiferin

hidrolik iletkenliđi gibi özellikler tarafından kontrol edilmektedir.

Eskişehir yeraltısuyunda içme suyu standartları açısından en önemli kirlilik azot bileşikleri olan (NH_3 , NO_2 , NO_3) kirliliğidir.

Ancak halen Porsuk ayından alınmak suretiyle arıtılan suyun da kirlilik parametreleri nazara alındığında, daha önce kullanılan yeraltı suları ile pek byuk bir farklılığın olmadığı söylenebilir.

Önceleri, Eskişehir su Şebekesine verilen suyun temini, çok miktarda kuyunun işletilmesi ile mümkün oluyordu. Bu ise Őebeke hesaplarında debi ve basınç yönünden kontrol edilemez Őartları meydana getiriyor ve kontrolsuz bir işletme mümkün oluyordu. Ayrıca bu durum 84 km^2 'ye dağılan 90 kadar kuyunun işletme ve bakım çalıŐmalarını da son derece gc hale getiriyordu.

Yeni arıtma tesisinin devreye girmesiyle Şebekeye su dağıtımı kontrol altına alınmış olmaktadır.

5.2 Öneriler

Bu çalışmada elde edilen veriler ve ulaşılan sonuçların ışığı altında bir takım önerilerde bulunulabilir.

Yapılan kabuller altında, kuyu parametrelerinden ortalama (yaklaşım) hız ile max hız hesaplanarak birbirleriyle kıyaslanmış ve bazı kuyularda $V_{ort} > V_{max}$ olduğu görülmüştür. Bu durumda kuyuların stabilitesi açısından bu kuyulardan daha az debinin çekilmesi gerektiği söylenebilir.

Eskişehir içme suyu arıtma tesislerine su sağlayan Porsuk barajındaki kirliliğin azaltılması ve giderilmesi için Kütahyadan kaynaklanan evsel ve endüstriyel kirliliğin önlenmesi sağlanmalıdır. Bunun için Kütahya atık su arıtma tesisleri ve endüstriyel kuruluşların kurmayı planladıkları arıtma tesisleri en kısa sürede tamamlanmalıdır.

Porsuk çayının ve yeraltısuyunun Eskişehir'deki kuruluşların endüstriyel atıklarıyla kirlenmesini önlemek amacıyla, bu akarsuyu kirleten kuruluşların atıksu arıtma tesislerini kurmaları sağlanmalıdır.

Eskişehir yeraltı sularının fosseptiklerden sızan evsel atıksularla kirlenmesinin durdurulması ve önlenmesi amacıyla devam etmekte olan Eskişehir kanalizasyon inşaatının en kısa zamanda tamamlanması gerekmektedir.

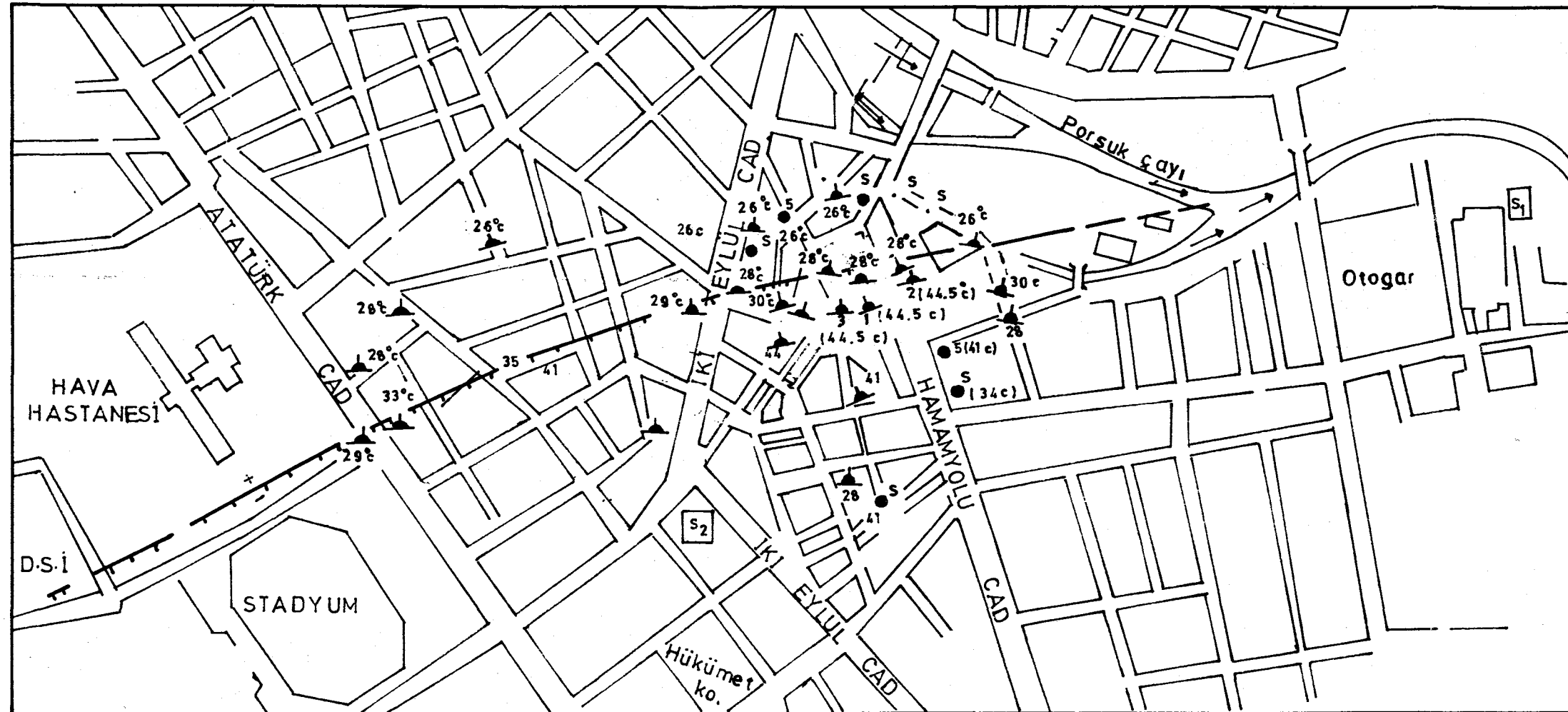
Eskişehir yeraltısularının kirlenmesini önleyici çalışmalarından sonra, azot kirliliği yönünden zengin yeraltısularından sulama suyu olarak yararlanılabilir. Ancak bu şekildeki sulama suyu temini ekonomik olmayabilir. Fakat kirlenmiş olan yeraltısularının ve akiferinin temizlenmesi sağlanabilir.

Eskişehirde bulunan sıcak su kaynaklarından konutların ısıtılması ve Sağlık Turizmi yönünden yararlanmak için kapsamlı entegre bir projenin başlatılması ve bu proje içinde üniversitemizin aktif rol oynaması uygun olacaktır.

- Ağacık, G., 1974, Porsuk Barajının Kütahya Azot Fabrikası atıklarıyla kirlenmesi: DSİ Araştırma ve geliştirme Da.rapor no. 575, 20 s. (yayınlanmamış)
- Dapta Proje Taahüt Kollektif Şirketi, 1975, Eskişehir İçmesuyu Projesi Ana plan ve fizibilite raporu, İller Bankası Genel Müdürlüğü Su ve Kanalizasyon Da., Ankara, 580 s.
- D.S.İ., 1975, Eskişehir ve İnönü ovaları hidrojeolojik etüd raporu: D.S.İ. Jeoteknik Hiz.ve YAS Da., 49 s. (yayınlanmamış)
- D.S.İ., 1980 Protection of inland water quality, Porsuk river pilot project report (TUR/77/019 DSİ-UNDP-WHO Project) : State Hydraulic Works (DSİ) Dept. of Water Supply and Sewarage, 207 p.
- Erguvanlı, K.ve Yüzer, E., 1973, Yeraltısuları jeolojisi, İst.Teknik Ün. Kütüphanesi, İstanbul, 340 s
- Fair, G.M. and Geyer, J.C., 1980, Su getirme ve kullanılmış sulsrı uzaklaştırma esasları (Çev.Y.Muslu), Teknik Kitaplar Yayınevi, 542 s.
- Giritlioğlu, T., 1981, Eskişehir-Porsuk içmesuyu projesi su kalitesi incelemeleri : İller Bankası yayın no.,30 35 s.
- Groot, S., 1991, Water qualtiy managment, Iternational Course on Water Resoursces Engineering, 120 s.
- İller Bankası Genel Müdürlüğü, 1981, Eskişehir su tasfiye tesisleri,cilt 11., 15 s
- Kaçaroğlu, F.,1991, Eskişehir ovası yeraltısuyu kirliliği incelemesi, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji müh. Böl., 332 s.
- Kruseman, G.P. and Ridder, N.A., 1982, Hidrojeolojide pompaj deney verilerinin analizi ve değerlendirilmesi, (Çev. R.Dilek),Karadeniz Üniversitesi, Trabzon, 185 s.
- McNeely, R.N., Neimanis, V.P.,Dwyer, L., 1979, Water Qality Sourcebook-A guide to water quality parameters:Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottava, Canada, 88 p.

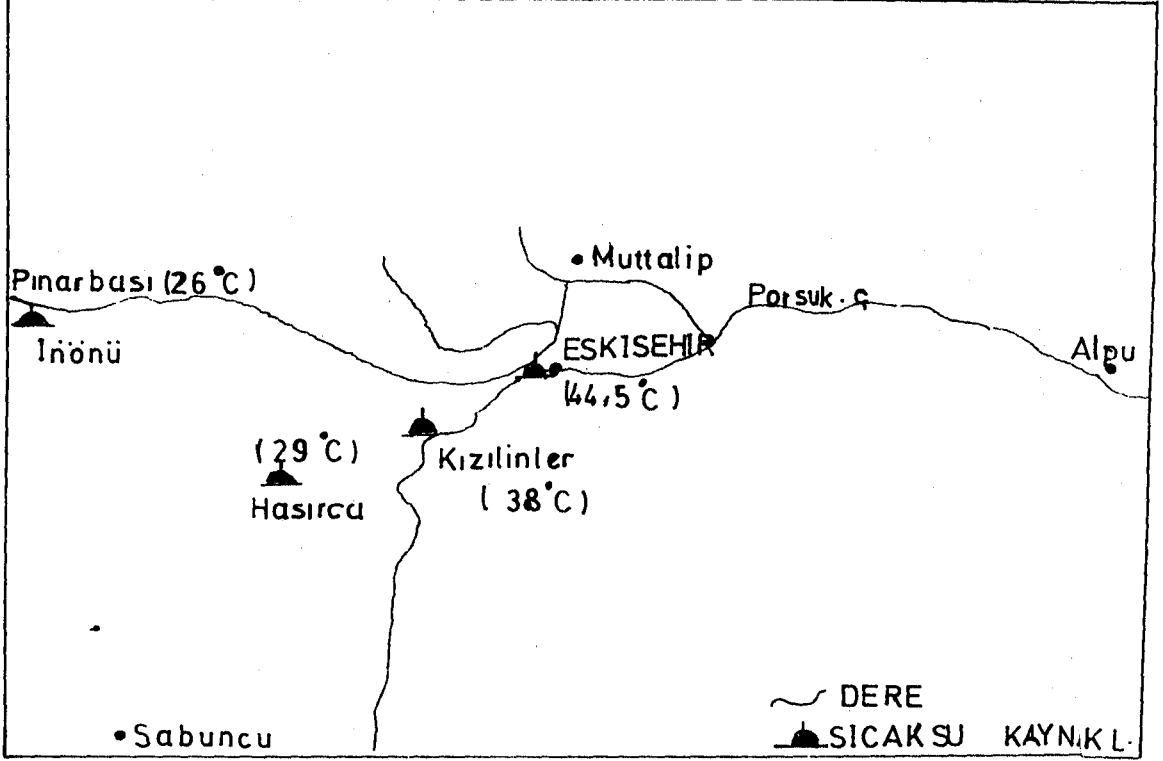
- Ölmez, E., Yücel, B., 1985, Eskişehir ve yöresinin jeotermal enerji olanakları: MTA Gn. Md. rap. no 7798, 32 s.
- Ölmez, E., Demirel, Z., Uzel, Ö.F, 1986, Eskişehir ES-1 ve ES-2 sıcaksu sondajları kuyu bitirme raporu: MTA Gn. Md. rap. no.8142, 9 s (yayınlanmamış).
- Özbek, T., 1976, Eskişehir yöresi jeoloji-hidrojeoloji etüdü (Yüksek lisans tezi): Ankara Ün. Fen Fak. Jeoloji Müh .Böl., 42 (yayınlanmamış)
- T.S.E, 1984, İçme suları: Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 97 s.
- Uslu, O. Türkman, A. 1987, Su kirliliği ve kontrolü: Çevre Genel Md. Yay. Eğitim dizisi, 1, 364 s.

ESKİŞEHİR İÇİNDEN GEÇEN FAYI ve SICAK SU KAYNAKLARINI GÖSTERİR HARİTA



- ▲ Sıcak su kaynağı (1, 2, 3, no ile gösterilenler ana kaynaklar)
- Sıcak su içeren sondajlar
- Sıcak su amacı ile açılmış boş sondajlar
- Teklif edilen sondaj lokasyonu

ÖLÇEK = 1 / 5000



ESKİSEHİR BÖLGESİNDEKİ SICAKSU KAYNAKLARI

ÖLÇEK= 1/50000

D54

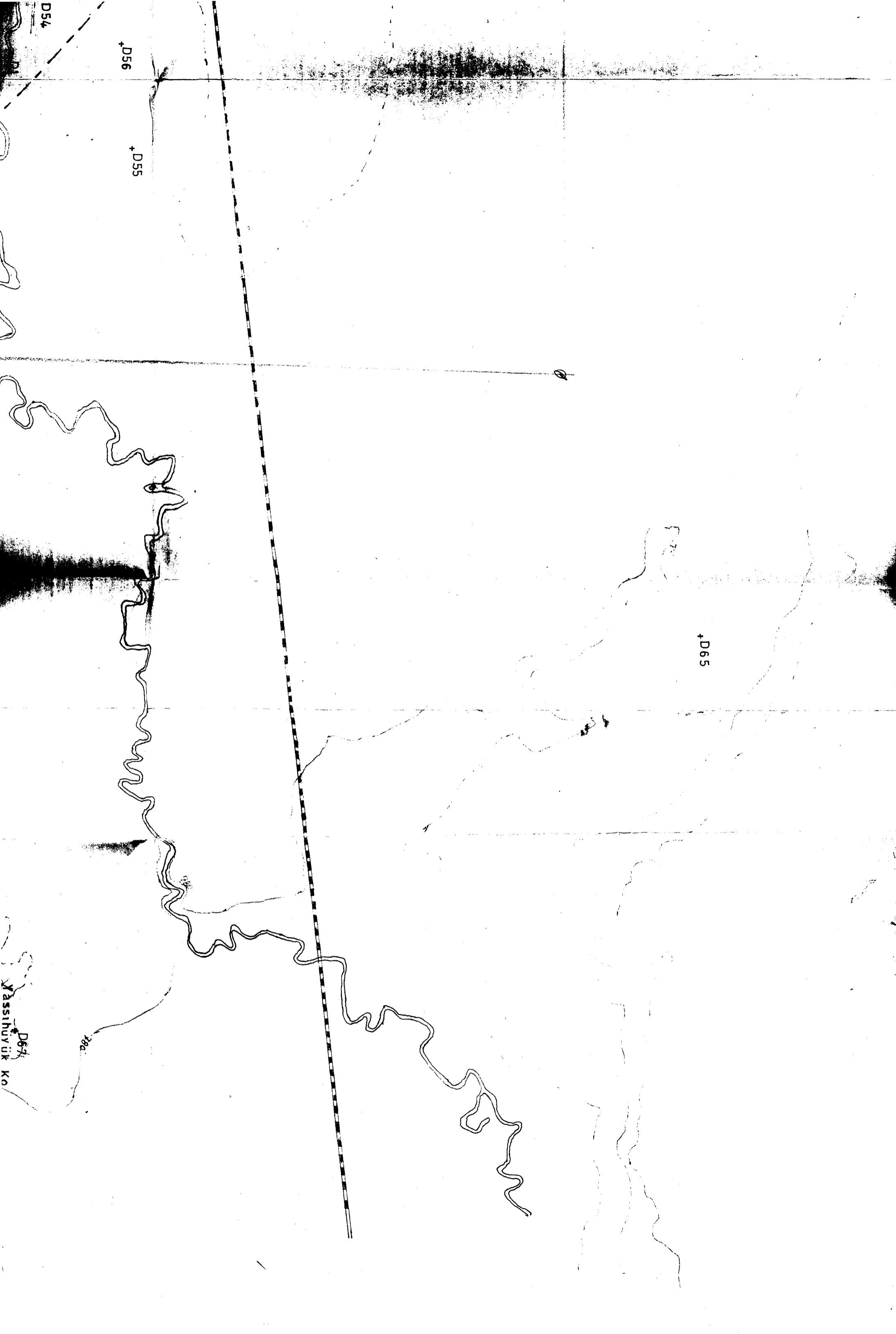
+D56

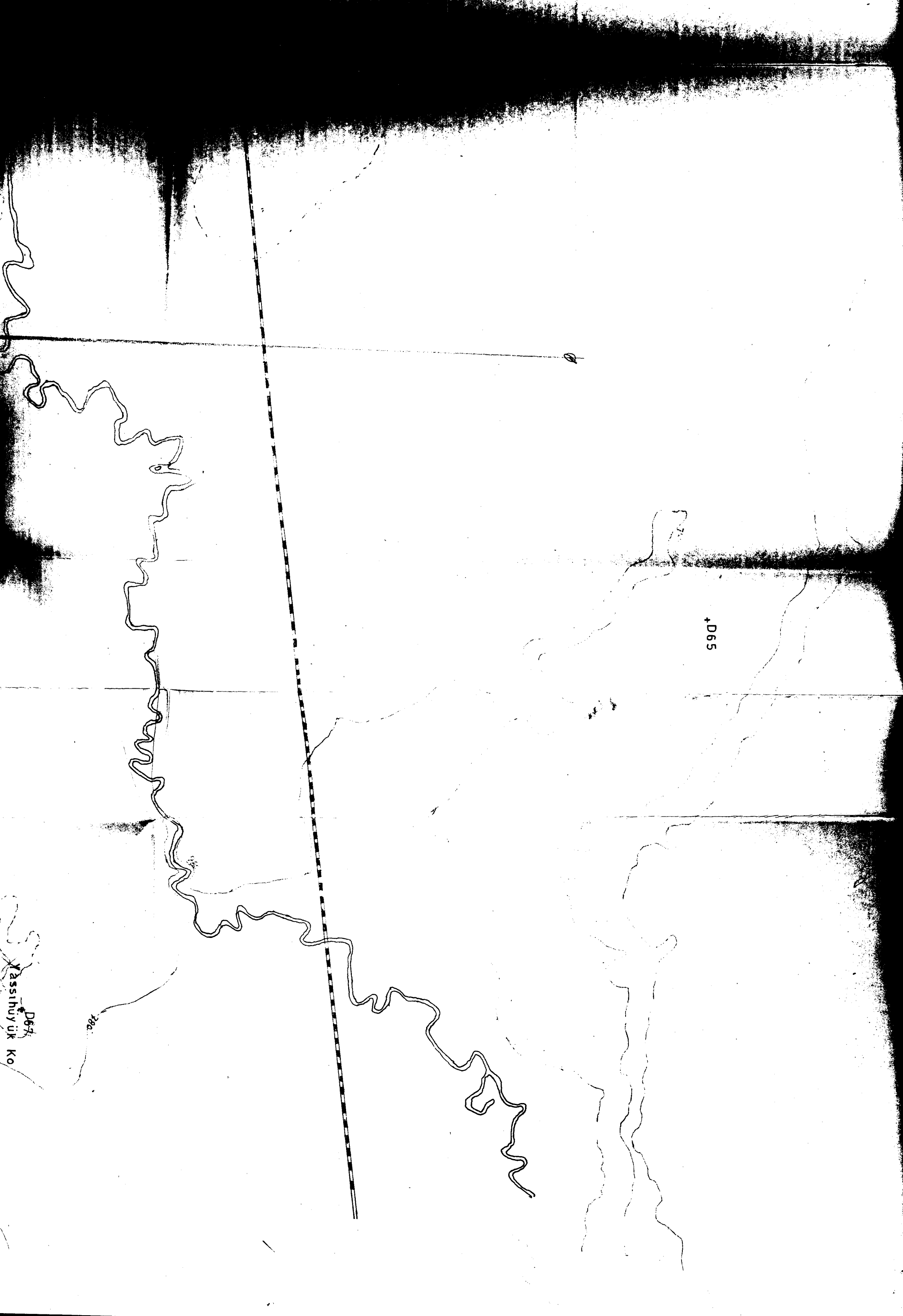
+D55

+D65

280

D64
Yassihuyük Ko

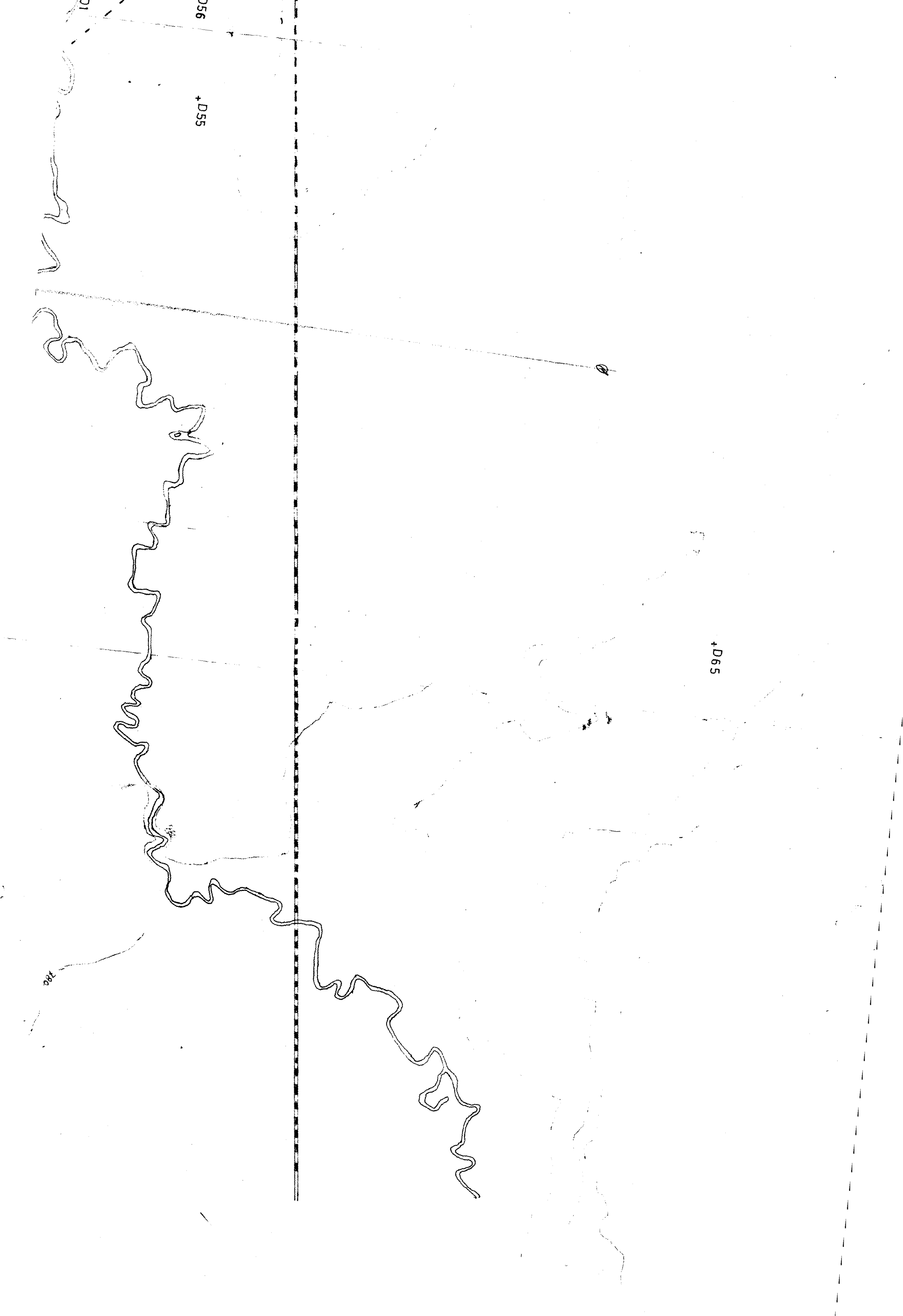




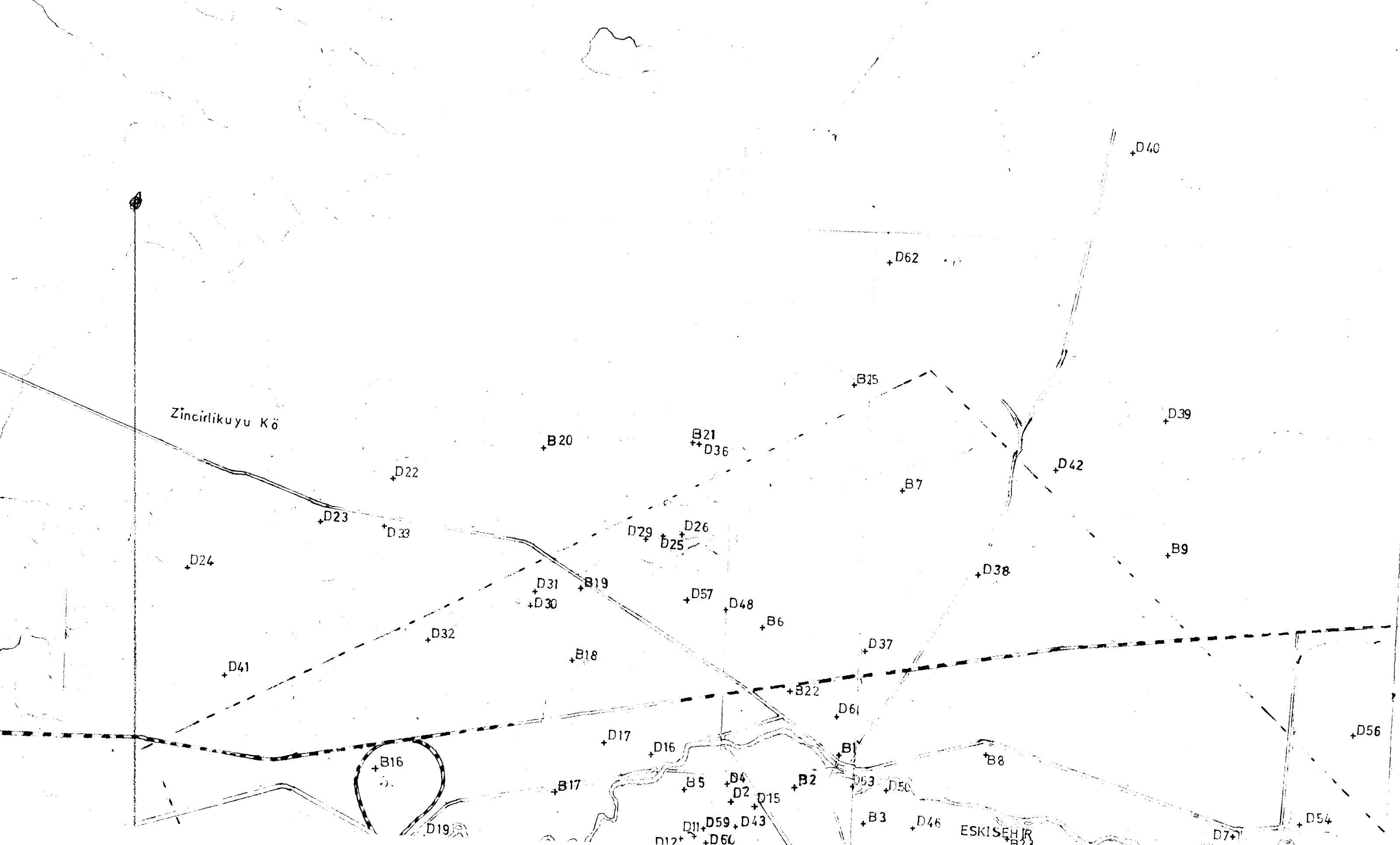
D65

D67
Yassihuyük Ko

280

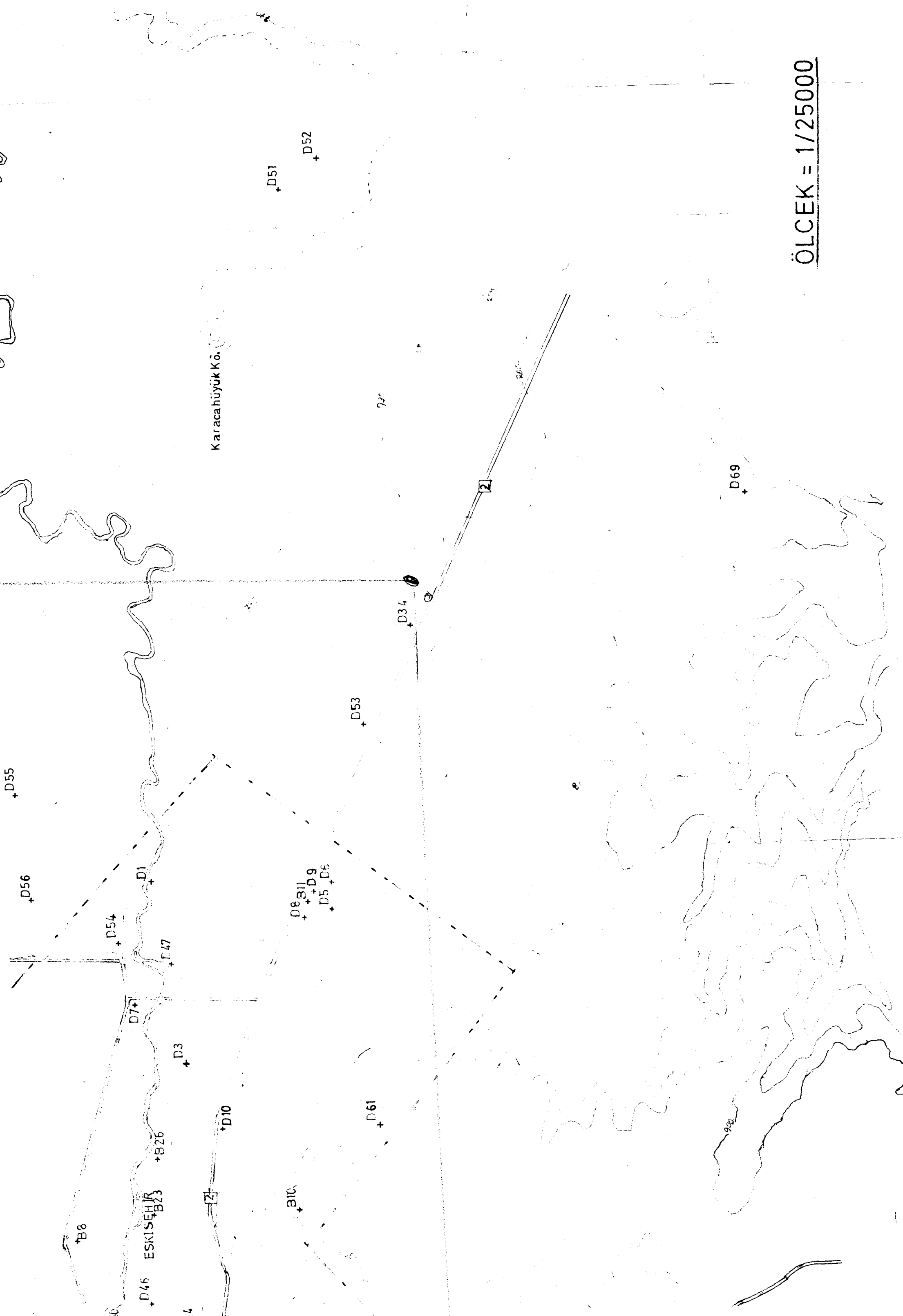


ESKISEHIR YERALTISUYU KUYULARI









Karacahüyük Kö.

ÖLÇEK = 1/25000

+D55

+D56

+D54

+D1

+D47

+D7

+B26

+B23

+D46

+B8

+D3

+D10

+D8

+D9

+D5

+D6

+B10

+D53

+D61

+D34

+D51

+D52

+D69

2

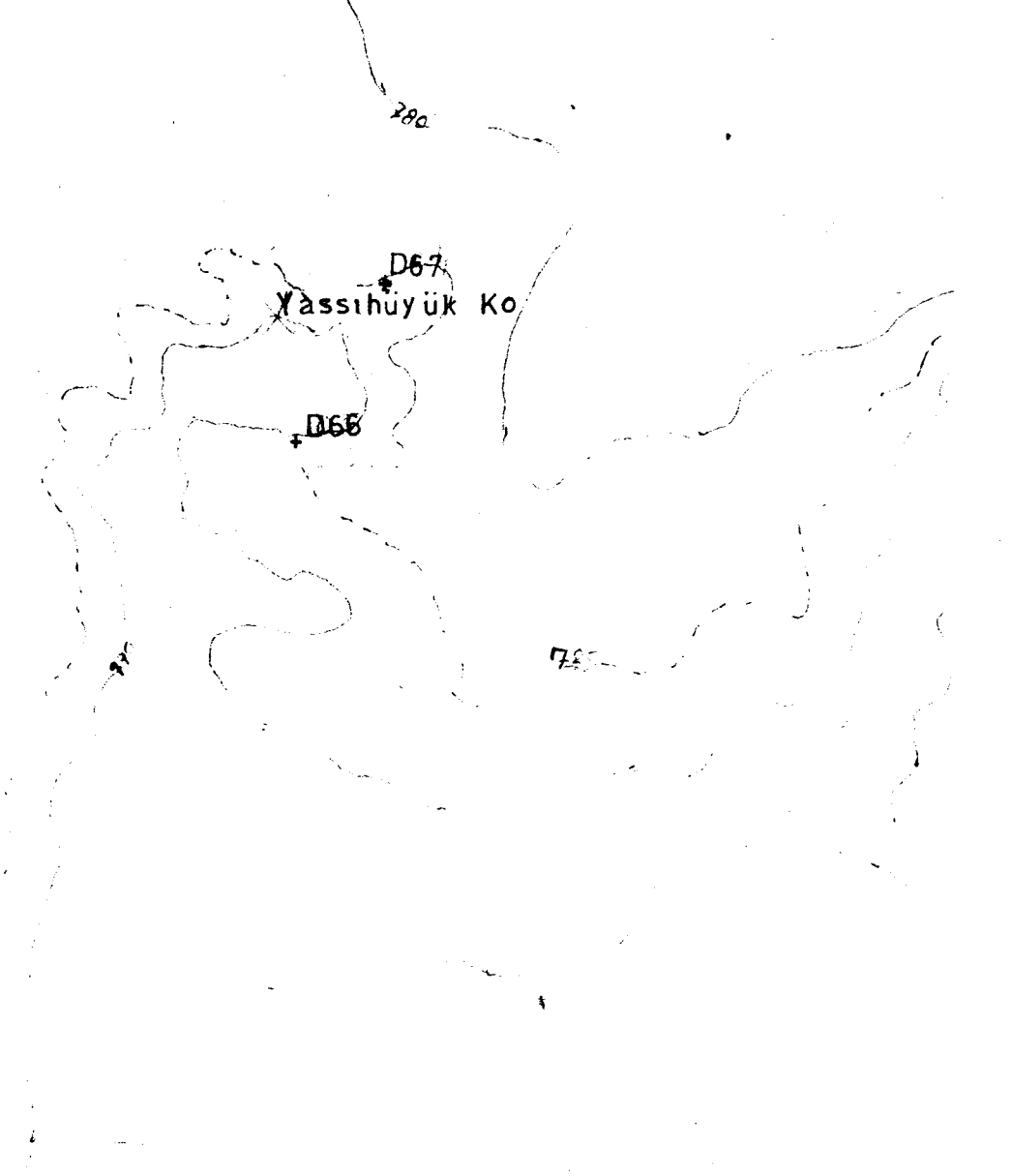
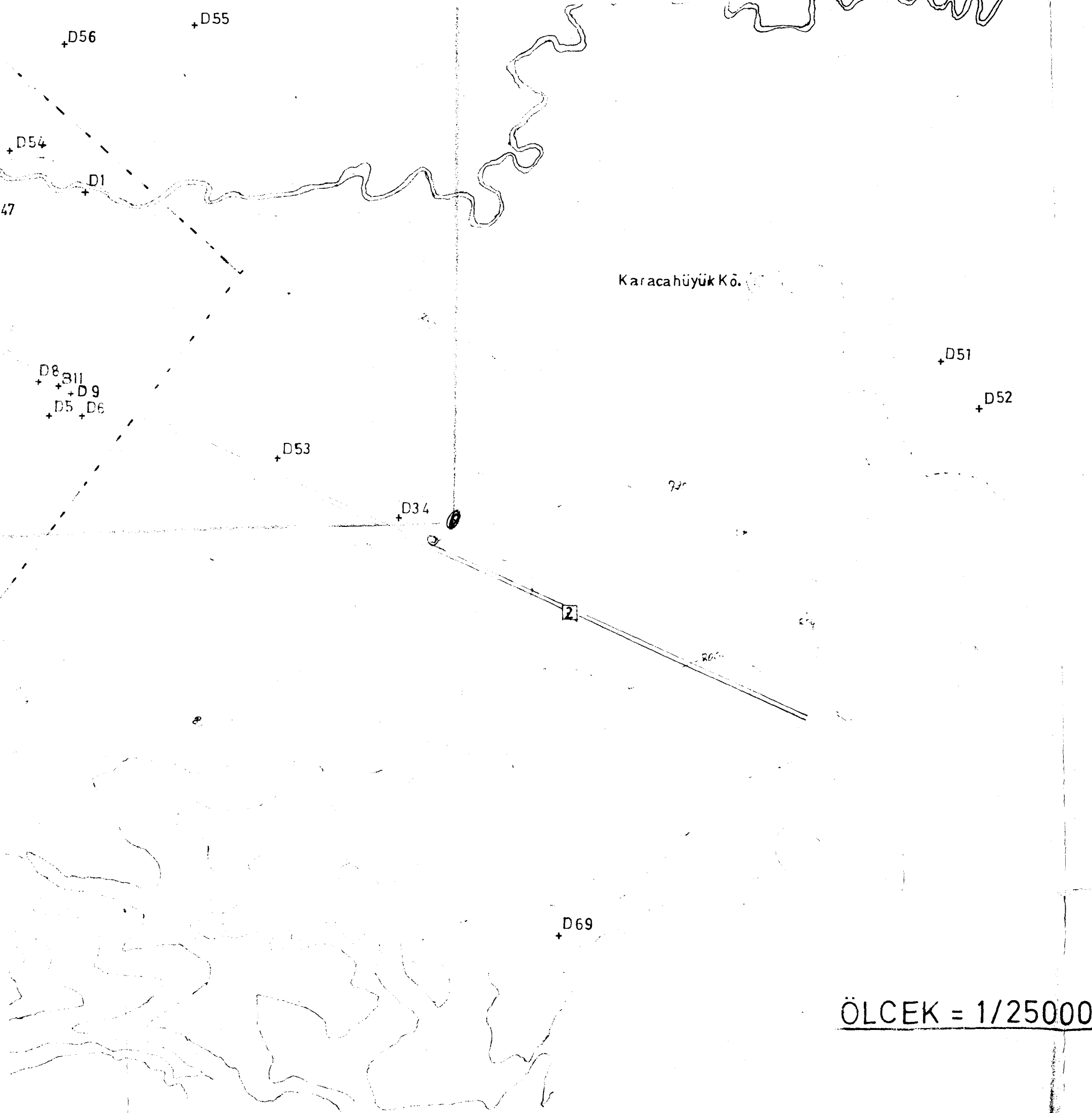
Z

900

800

730

650



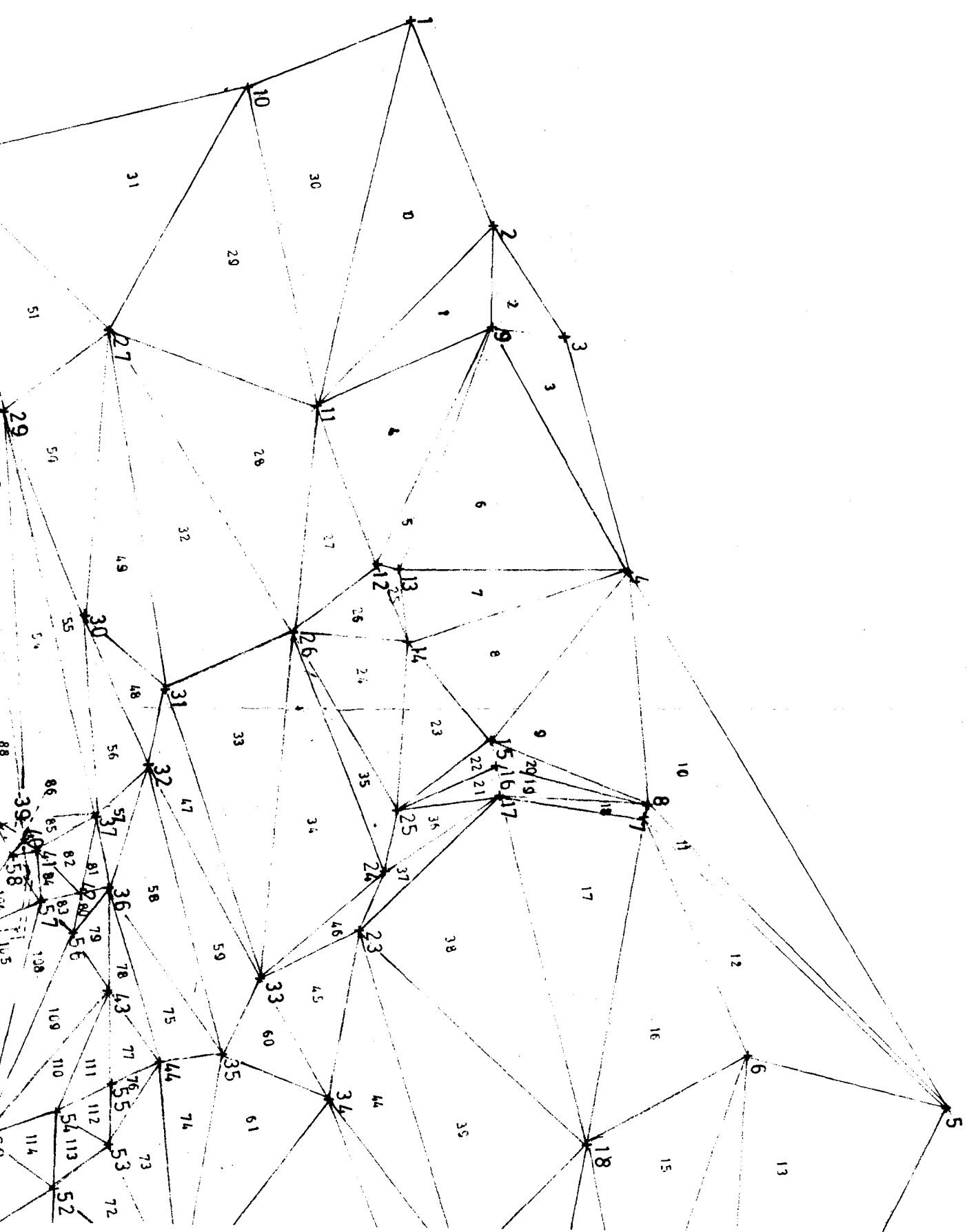
NOTASYONLAR

- MÜCAVİR ALAN
- === KARAYOLU
- === DEMİRYOLU
- /// KANAL
- ~ PORSUK CAYI
- ~ MÜNHANİLER
- +D1 D:S.I KUYUSU
- +B1 BELEDİYE KUYUSU

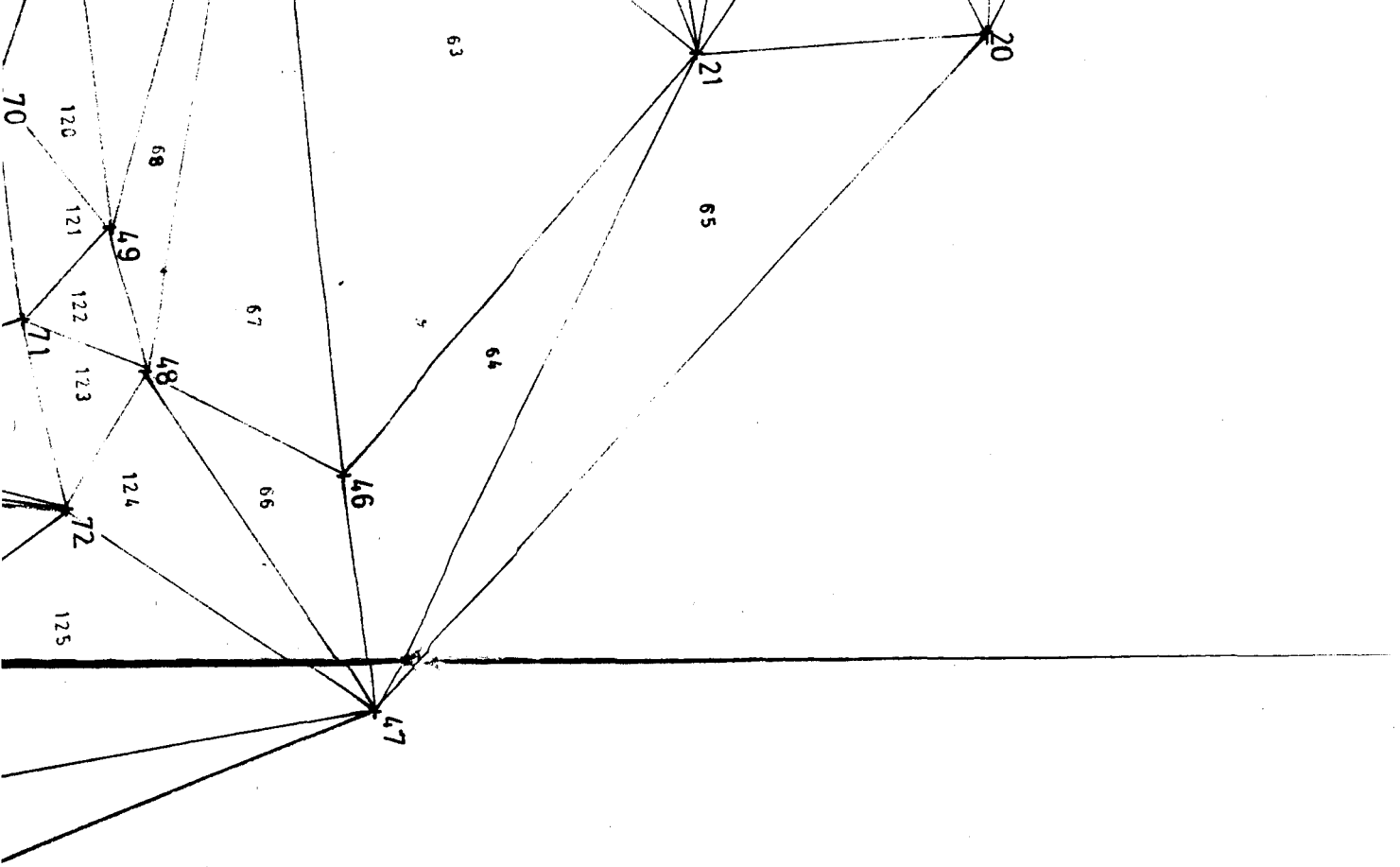
ÖLÇEK = 1/25000

EK -1

KUYULAR ARASI

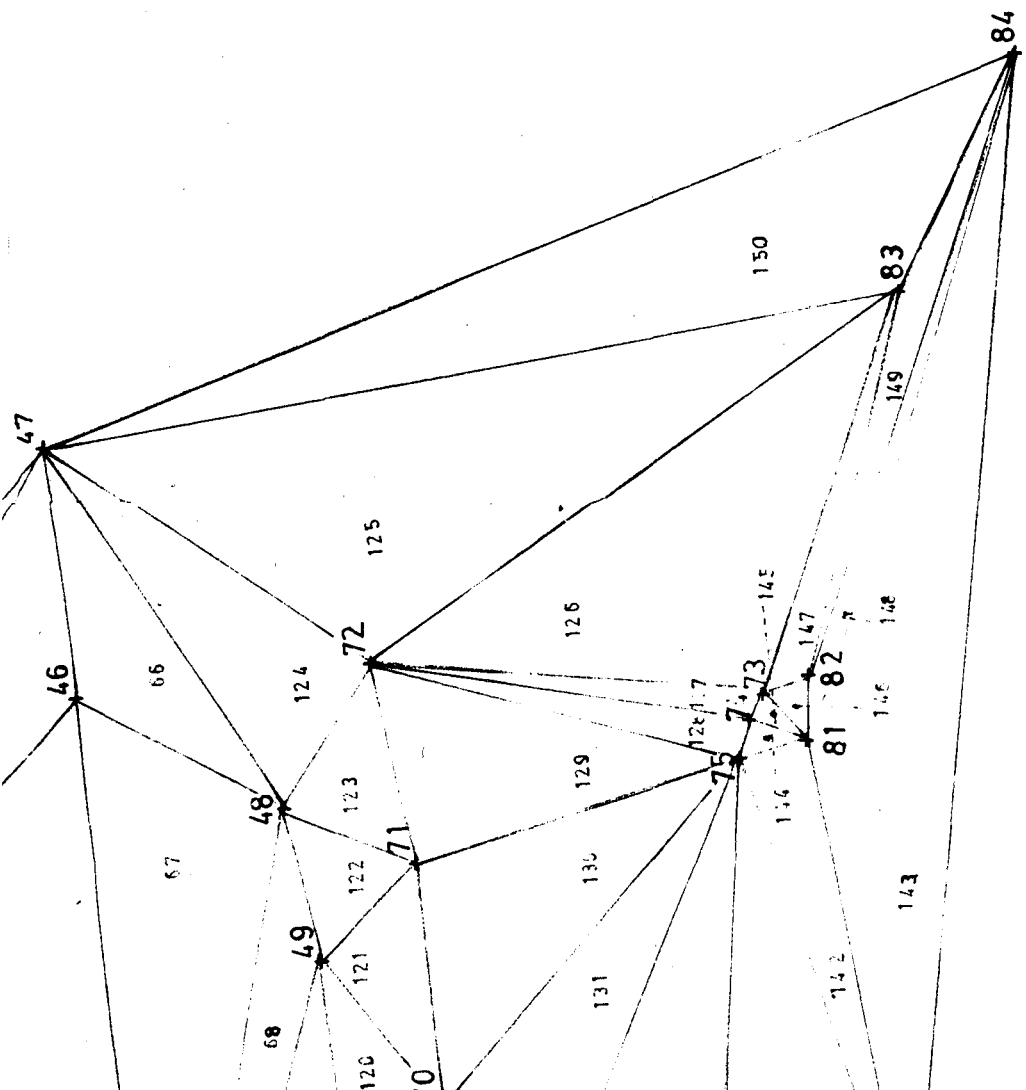


JASON



+

+



+

+

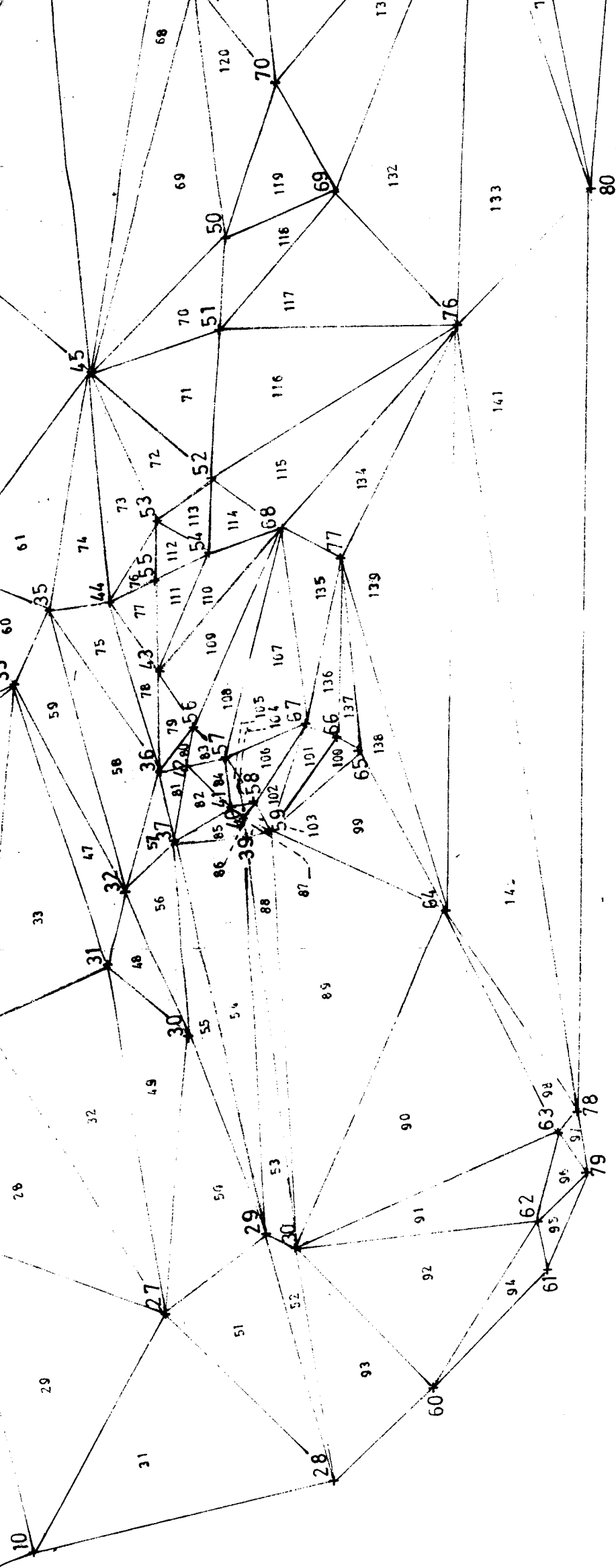
+

+

+

NOTASYONLAR

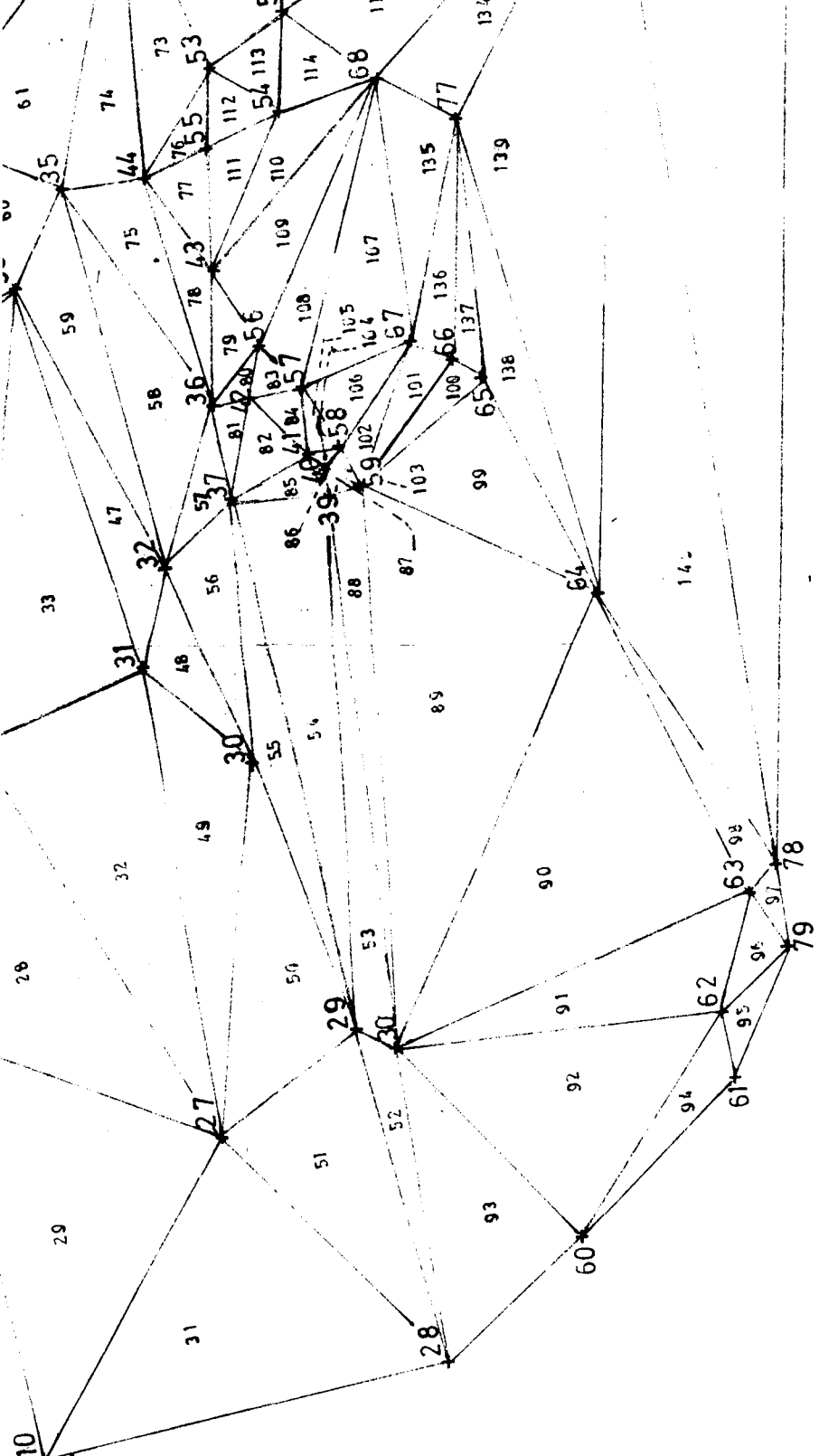
+1	DÜĞÜM	NO
△	ÜÇGEN	NO



+

+

+



+

+

+