

57456

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DENGELİ AKIM DURUMUNDA SERBEST YÜZLÜ
AKİFERLERDE AÇILAN KUYULARDA GİRİŞİM
PROBLEMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

İnşaat Yük. Müh. Mehmet Emin BİRPINAR

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Su Programında
hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet YÜCEL

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
SEMBOL LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
TÜRKÇE ÖZET	xv
YABANCI DİLDE ÖZET	xvi
I. BÖLÜM	
GİRİŞ	
1.1 Genel	1
1.2 Yeraltı Suları İle İlgili Önceki Çalışmalar	1
1.3. Yeraltı Suyu Akımının Temel Denklemleri	3
1.3.1 Darcy Kanunu	3
1.3.2 Permeabilite (Geçirgenlik)	7
1.3.3 Süreklilik Denklemi	9
1.4 Tez Çalışmasının Amacı	11
II. BÖLÜM	
DENGELİ AKIM DURUMUNDA KUYU HİDROLİĞİ	
2.1 Giriş	13
2.2. Dengeli Akım Durumundaki Varsayımlar	14
2.2.1 Akifer Varsayımları	14
2.2.2. Yeraltı Suyu Akımı Varsayımları	15

	<u>Sayfa No</u>
2.2.2.1 Dupuit-Forchheimer Varsayımları	15
2.2.3 Kuyu Varsayımları	16
2.3. Akiferler	16
2.3.1. Basınçlı Akiferler	17
2.3.1.1 Basınçlı Akiferlerde Açılan Tek Kuyu	19
2.3.2. Sızdırmalı Akiferler	21
2.3.2.1 Sızdırmalı Akiferde Açılan Tek Kuyu	23
2.3.3. Serbest Yüzlü Akiferler	25
2.3.3.1 Serbest Yüzlü Akiferlerde Açılan Tek Kuyu	27
2.4. Sınırlı Akifer Durumunda Kuyu Hidroliği	28
2.4.1 Beslemeli Akifer Yakınına Açılan Tek Kuyu	29
2.4.2 Geçirimsiz Sınırlı Akifer Yakınına Açılan Tek Kuyu	34

III. BÖLÜM

KUYULARDAKİ GİRİŞİM İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

3.1 Giriş	37
3.2 Kuyular Arasındaki Girişim	37

IV. BÖLÜM

FİZİKSEL MODEL ÇALIŞMASI

4.1 Giriş	50
4.2 Fiziksel Model İnşası	50
4.3. Yapılan Deneyler	57
4.3.1. Tam Dairesel Ada Durumunda Yapılan Deneysel Çalışmalar	57
4.3.1.1 Tek Kuyu Deneyleri	57

	<u>Sayfa No</u>
4.3.1.2 İkili Kuyu Grupları	62
4.3.1.3 Üçlü Kuyu Grupları	63
4.3.1.4 Dörtlü Kuyu Grupları	64
4.3.1.5 Beşli Kuyu Grupları	64
4.3.1.6 Altılı Kuyu Grubu	64
4.3.2. Dairesel Ada Üzerine Yerleştirilen Düşey Geçirimsiz Sınırlı Durumda Yapılan Deneysel Çalışmalar	65
4.3.2.1 Tek Kuyu Deneyleri	65
4.3.2.2 İkili Kuyu Grupları	65
4.3.1.3 Üçlü Kuyu Grupları	65
4.3.1.4 Dörtlü Kuyu Grubu	66

V. BÖLÜM

DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Giriş	67
5.2 Herbir Kuyu İçin Etki Yarıçapı (R_0) Değerinin Belirlenmesi	67
5.3. Hidrolik İletkenlik (k) Katsayısının Belirlenmesi	71
5.4 Model Üzerindeki Kuyuların Debi-Düşüm Eğrilerinin Belirlenmesi ve Hesaplanan Değerlerle Karşılaştırılması	71
5.5. Dairesel Ada Üzerindeki Kuyuların Konum (c) Katsayılarının Belirlenmesi	81
5.5.1. Giriş	81
5.5.1.1 1 No' lu Kuyu	82
5.5.1.2 2 No' lu Kuyu	82
5.5.1.3 3 No' lu Kuyu	85

	<u>Sayfa No</u>
5.5.1.4 4 No' lu Kuyu	85
5.5.1.5 5 No' lu Kuyu	86
5.5.1.6 6 No' lu Kuyu	88
5.5.2 Dairesel Ada Üzerinde Bulunan Tüm Kuyulara Ait Konum Katsayılarının Beraberce Değerlendirilmesi	90
5.5.3 Dairesel Ada Kısmi Geçirimsiz Sınır Durumunda Konum Katsayılarının Belirlenmesi	90
5.6. Serbest Yüzlü Akiferlerdeki Kuyular Arasındaki Girişim Hesapları	96
5.6.1 Serbest Yüzlü Akiferlerdeki Girişim Hesapları İçin Geliştirilen Bilgisayar Programı	98
5.6.2 Girişim Deney Neticelerinin Geliştirilen Matematiksel Model Sonuçlarıyla Karşılaştırılması	101

VI. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	109
-----------------------------	------------

KAYNAKLAR	112
------------------	------------

EKLER	116
--------------	------------

EK I Deney Sonuçları	117
-----------------------------	------------

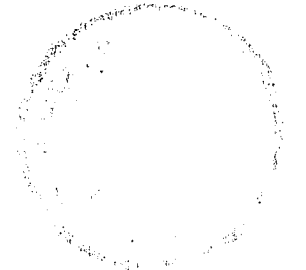
EK II Bilgisayar Programı	149
----------------------------------	------------

EK III Tahkikler	156
-------------------------	------------

ÖZGEÇMİŞ

SEMBOL LİSTESİ

a	: Kuyunun sınıra uzaklığı [L]
a	: Şekle bağlı uzunluk [L]
A	: Diferansiyel sabiti
A	: Kesit alanı [L^2]
B	: Diferansiyel sabiti
b	: Kuyunun daire merkezine uzaklığı [L]
b	: Basınçlı yeraltı suyu tabakası kalınlığı [L]
c	: Kil tabakasının direnci [T]
c	: Kuyu konum katsayısı
d	: Ortalama dane çapı [L]
D_i	: Kuyu grubundaki bir (i) kuyusunun su tablasının belirli bir noktasındaki düşüm tesiri [L]
D_T	: Kuyudaki toplam düşüm [L]
D_{Ti}	: Dairesel adanın etrafındaki sabit su yüksekliği [L]
D_w	: Pompaj sırasında kuyudaki düşüm [L]
g	: Yerçekimi ivmesi [L^2 / T]
G(x,y)	: Green fonksiyonu (Dietz, 1943)
h_T	: Kuyudaki su yüksekliği [L]
h_r	: Kuyu ekseninden (r) uzaklığındaki bir noktada, su taşıyan tabaka tabanından itibaren suyun piyezometrik basınç yüksekliği [L]
h_w	: Pompaj sırasında kuyudaki su seviyesi [L]
H	: Basınçlı su taşıyan tabakanın altındaki geçirimsiz tabaka Yüzeyinden itibaren statik su basıncı yüksekliği [L]
H	: Besleyici sınırdaki su yüksekliği [L]
I₀ (x)	: Bessel fonksiyonu



k	: Hidrolik iletkenlik [L / T]
K₀ (x)	: Bessel fonksiyonu
k_j	: j' ninci kuyunun hidrolik iletkenlik katsayısı [L / T]
L	: Sızma [L / T]
L	: Dairesel adanın yarıçapı [L]
N	: Yağıştan dolayı üstten sızma
n	: Zeminin porozitesi
Q	: Kuyudan çekilen debi [L ³ / T]
Q_i	: Kuyudan alınan debi [L ³ / T]
Q_j	: j' ninci kuyunun debisi [L ³ / T]
p	: Sıvı İçerisindeki basınç [M / L ²]
Re	: Reynolds sayısı
r	: Düşüm eğrisi üzerindeki herhangi bir noktanın kuyu eksenine olan uzaklığı [L]
r_w	: Kuyu yarıçapı [L]
r_{ij}	: i' ninci kuyu ile j' ninci kuyu arasındaki mesafe [L]
R	: Kuyu tesir yarıçapı [L]
R₀	: Etki yarıçapı [L]
R_i	: Kuyunun tesir yarıçapı [L]
R_j , R_{0j}	: j' ninci kuyunun tesir yarıçapı [L]
s_m	: x ₁ , y ₁ koordinatlarındaki bir noktada oluşacak düşüm [L]
S	: Depolama katsayısı
t	: Kuyu işletme süresi [T]
T	: Akiferin iletim kapasitesi [L ² / T]



- x_1, y_1** : Akifer üzerindeki düşümün hesaplanacağı noktanın koordinatları
[L]
- x_w, y_w** : Pompaj kuyusunun koordinatları [L]
- w** : Kuyular arasındaki mesafe [L]
- z** : Pompaj kuyusunun merkezi ile sınır arasındaki mesafe [L]
- a** : Bir katsayı (Özyol, 1993)
- b** : Bir katsayı (Özyol, 1981)
- l** : Sızdırma faktörü [L]
- r** : Sıvı yoğunluğu [M / L³]
- m** : Akışkanın viskozitesi [M T / L²]
- k** : Boşluklu ortamın permeabilitesi [L²]
- q_x, q_y, q_z** : Birim debi değerleri [L² / T]
- n** : Kinematik viskozite [L² / T]

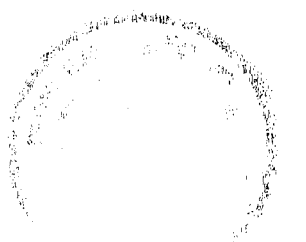


ŞEKİL LİSTESİ

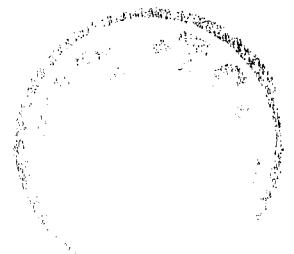
	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Darcy deney düzeneği	6
Şekil 1.2. Kütlenin korunumu	9
Şekil 2.1. Akifer tipleri	17
Şekil 2.2. Basıncılı akiferler	18
Şekil 2.3. Basıncılı bir akiferde açılmış tek kuyu	19
Şekil 2.4. Sızdırmalı akifer	21
Şekil 2.5. Sızdırmalı akiferde açılan tek kuyu	23
Şekil 2.6. Serbest yüzlü akiferler	25
Şekil 2.7. Serbest yüzlü akiferde açılmış tek kuyu	27
Şekil 2.8. Beslemeli sınır yakınına açılmış bir kuyuda düşüm eğrileri	31
Şekil 2.9. Besleyici sınırlı akiferdeki kuyu sistemleri (Dietz Metodu).	33
Şekil 2.10. Geçirimsiz bir sınıra yakın açılmış bir kuyuda düşüm eğrileri	35
Şekil 4.1a. Fiziksel model planı	51
Şekil 4.1b. Fiziksel modelin boyutlu planı	52
Şekil 4.2. Fiziksel modelin A-A kesiti	53
Şekil 4.3. Fiziksel modelin (a) genel (b) kuşbakışı görünüşleri	55
Şekil 4.4. Kuyulara ait piyezometre tüpleri ve kuyu çıkış vanaları	56
Şekil 4.5. Fiziksel modeldeki kuyuların debilerinin ölçülmesi	56
Şekil 4.6. Kuyuların geçirimsiz sınıra uzaklıkları	58
Şekil 4.7. Geçirimsiz düşey sınırlı durumda fiziksel modelin planı	59
Şekil 4.8. Fiziksel modelin geçirimsiz sınırlı haldeki görünüşü	60
Şekil 4.9. Fiziksel model üzerinde deneylerin yapılması	60
Şekil 4.10. Fiziksel modelin akış şeması	61
Şekil 5.1. Kuyuların merkez ve merkez dışı konumundaki R_0 değerleri	68

Şekil 5.2.	Dört no'lu kuyu için fiziksel model üzerinde yapılan hidrolik iletkenlik deneyi	71
Şekil 5.3.	Bir no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi	74
Şekil 5.4.	İki no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi	74
Şekil 5.5.	Üç no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi	75
Şekil 5.6.	Dört no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi	75
Şekil 5.7.	Beş no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi	76
Şekil 5.8.	Altı no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi	76
Şekil 5.9.	Dairesel besleyici sınıryı halde bütün kuyuların debi düşüm değişimleri	77
Şekil 5.10.	Geçirimsiz sınırlı halde incelenen 4 kuyunun debi düşüm eğrileri	77
Şekil 5.11.	Bir no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması	78
Şekil 5.12.	İki no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması	78
Şekil 5.13.	Üç no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması	79
Şekil 5.14.	Dört no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması	79
Şekil 5.15.	Beş no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması	80
Şekil 5.16.	Altı no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması	80
Şekil 5.17.	Bir no'lu kuyunun fiziksel model üzerindeki konum (c) katsayılarının belirlenmesi	84
Şekil 5.18.	İki no'lu kuyunun fiziksel model üzerindeki konum (c) katsayılarının belirlenmesi	84
Şekil 5.19.	Üç no'lu kuyunun fiziksel model üzerindeki konum (c) katsayılarının belirlenmesi	87
Şekil 5.20.	Dört no'lu kuyunun fiziksel model üzerindeki konum (c) katsayılarının belirlenmesi	87

Şekil 5.21.	Beş no'lu kuyunun fiziksel model üzerindeki konum (c) katsayılarının belirlenmesi	89
Şekil 5.22.	Altı no'lu kuyunun fiziksel model üzerindeki konum (c) katsayılarının belirlenmesi	89
Şekil 5.23.	Dairesel ada modelindeki bütün kuyuların konum (c) katsayılarının beraberce değerlendirilmesi	91
Şekil 5.24.	Konum katsayılarının (c) merkezden uzaklıkla değişimi	91
Şekil 5.25.	Geçirimsiz sınırlı halde 1 no'lu kuyuda konum katsayısı	93
Şekil 5.26.	Geçirimsiz sınırlı halde 2 no'lu kuyuda konum katsayısı	93
Şekil 5.27.	Geçirimsiz sınırlı halde 4 no'lu kuyuda konum katsayısı	94
Şekil 5.28.	Geçirimsiz sınırlı halde 5 no'lu kuyuda konum katsayısı	94
Şekil 5.29.	Geçirimsiz sınırlı halde kuyu konum (c) katsayılarının geçirimsiz sınıra uzaklıkla değişimi	95
Şekil 5.30.	1 ve 2 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	102
Şekil 5.31.	2 ve 3 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	102
Şekil 5.32.	3 ve 4 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	103
Şekil 5.33.	4 ve 5 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	103
Şekil 5.34.	5 ve 6 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	104
Şekil 5.35.	1,2 ve 3 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	104



Şekil 5.36.	2,3 ve 4 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	105
Şekil 5.37.	3,4 ve 5 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	105
Şekil 5.38.	4,5 ve 6 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	106
Şekil 5.39.	1,2,3 ve 4 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	106
Şekil 5.40.	1,2,3,4 ve 5 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	107
Şekil 5.41.	1,2,3,4,5 ve 6 no'lu kuyuların beraberce çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması	107



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1	Tabii zeminlerde permeabilite ve hidrolik iletkenlik değerleri
	8
Tablo 5.1	Değişik konumdaki kuyulara ait etki yarıçapı (R_O) değerleri
	69
Tablo 5.2	Dört no'lu kuyuda yapılan hidrolik iletkenlik deney sonuçları
	70
Tablo 5.3	1 no' lu kuyuya ait debi-düşüm tablosu
	72
Tablo 5.4	2 no' lu kuyuya ait debi-düşüm tablosu
	72
Tablo 5.5	3 no' lu kuyuya ait debi-düşüm tablosu
	72
Tablo 5.6	4 no' lu kuyuya ait debi-düşüm tablosu
	72
Tablo 5.7	5 no' lu kuyuya ait debi-düşüm tablosu
	73
Tablo 5.8	6 no' lu kuyuya ait debi-düşüm tablosu
	73
Tablo 5.9	1 no' lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu
	83
Tablo 5.10	2 no' lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu
	83
Tablo 5.11	3 no' lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu
	86
Tablo 5.12	4 no' lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu
	86
Tablo 5.13	5 no' lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu
	88
Tablo 5.14	6 no' lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu
	88
Tablo 5.15	Dairesel ada üzerinde bulunan tüm kuyuların konum katsayıları
	90
Tablo 5.16	Geçirimsiz sınırlı durum için bulunan konum katsayısı değerleri
	95



TEŞEKKÜR

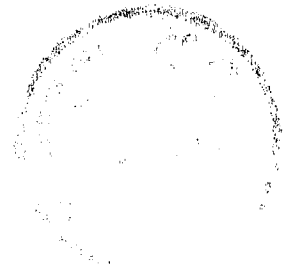
Bu tez çalışmasını yöneten ve çalışma süresince teşvik ve ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Mehmet YÜCEL' e şükranlarımı sunarım.

Çalışmalar süresince ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli görüş ve tavsiyelerinden itifade ettiğim sayın Dr. A. Hikmet ÖZYOL ve sayın Prof. Dr. Zekai ŞEN' e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca kıymetli bilgilerinden istifade ettiğim Hollandalı Prof. Dr. A. VERRUÏT ' a da teşekkür ederim.

Gösterdikleri yakın ilgi ve yardımlardan dolayı Prof.Dr. Necdet ARAL , Doç.Dr. M.Talha GÖNÜLLÜ ve Prof. Mustafa ERSİN' e de teşekkürü bir borç bilirim.

Fiziksel modelin inşası ve deneylerin yapılması esnasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Ş. Ayhan GAZİOĞLU ve Arş. Gör. Birol ASLAN' a bu vesileyle teşekkür ve şükranlarımı arz ederim.

Hidrolik Anabilim Dalı ve Çevre Mühendisliği bölümünün bütün elemanlarına ve bu çalışmayı destekleyen Türk Petrol ve İbn-ül Emin Kemal İnal Vakfı ilgililerine teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Dengeli akım durumunda serbest yüzölçekli akiferlerde açılan kuyular arasındaki girişim problemi üzerinde yapılan bu çalışma altı bölümden oluşmuştur.

Birinci bölümde, yeraltı suları ile ilgili önceki çalışmalar özetlenmiş ve yeraltı suyu temel denklemleri verilmiştir. Ayrıca bu bölümde çalışmanın amacı verilmiştir.

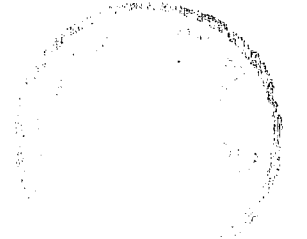
Çalışmanın ikinci bölümünde, dengeli akım durumunda kuyu hidroliği konusu teorik olarak incelenmiştir. Bu incelemede dengeli akım durumundaki varsayımlar ve akifer tipleri ile sınırlı akiferlerin hidroliği teorik olarak incelenerek bazı örneklerle açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde ise, literatürde geçen ve kuyular arasındaki girişim problemi ile ilgili yapılan teorik ve deneysel çalışmalar araştırılmıştır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde, laboratuvarla kurulan fiziksel modelin inşası ve yapılan deneysel çalışmalar üzerinde durulmuştur. Burada, tam dairesel ada ve düşey geçirimsiz sınırlı durumlara ait yapılan deneysel çalışmalara ait ölçüm teknikleri ve deneylerin nasıl yapıldıkları hakkında çeşitli bilgiler verilmiştir.

Beşinci bölümde ise, yapılan deneysel çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, herbir kuyuya ait permeabilite değerlerinin belirlenmesi, kuyuların debi-permeabilite ve debi-düşüm ilişkileri belirlenmiştir. Ayrıca serbest yüzölçekli akiferlerdeki kuyular arasındaki girişim hesapları ile ilgili bir bilgisayar programı QBasic yazılım dilinde yazılmıştır. Daha sonra ise, yapılan girişim deney sonuçlarının matematiksel model çalışmasının vermiş olduğu değerlerle karşılaştırılması yapılmıştır.

Altıncı bölümde ise, tez çalışmasının sonucunda elde edilen sonuçlar özetlenmiştir. Ayrıca ileriye dönük yapılacak çalışmalara ışık tutması amacı ile bazı öneriler yapılmıştır.



ABSTRACT

This study, in which interference between gravity wells in unconfined aquifers is investigated, consists of six chapters.

In the first chapter, the previous studies on ground water and the basic ground water equations have been given. The scope of the study has also been explained.

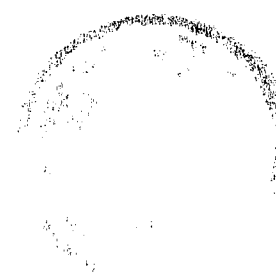
In the second chapter of this study, well-hydraulics in steady state flow have been theoretically investigated. The assumptions of steady state flow on ground water, the aquifer types, hydraulic of wells in different types of aquifers and bounded aquifers have also been theoretically analyzed.

In the third chapter, literature studies of both theoretical and experimental studies of the interference between wells have been investigated.

In the fourth chapter of the study, the physical model that was built in the lab has been explained and the experimental studies and the measurement techniques have been given.

In the fifth chapter, the data that were taken from the experimental studies have been evaluated. For this reason permeability of each well, discharge-permeability and discharge-drawdown relation of the wells have been investigated. On the other hand, a computer program on the interference between gravity wells in steady state flow has been written with the help of QBasic computer program language. And also the results of this mathematical model have been compared with the results of experimental studies.

In the six chapter, the results of the study have been summarized and some proposals for the future studies on this subject have been proposed.



BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1 Genel

Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması ve insanların birer tüketim toplumu haline dönüşmesi neticesinde insanoğlunun suya olan ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Yer yüzünde bulunan yeraltı ve yerüstü tatlı su kaynaklarının sınırlı olması sebebiyle, mevcut olan su kaynaklarının insanlar tarafından optimum şekilde kullanılması ve korunması gerekmektedir. Günümüz insanının en önemli ihtiyaçlarından olan suyun öneminin bu derece büyük olması, bilim adamlarını bu konuda çalışmaya sevketmektedir.

Yeryüzündeki tatlı su kaynaklarını, yerüstü ve yeraltı su kaynakları olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Dünyamızdaki, mevcut yeraltı su kaynakları, yerüstü su kaynaklarına nazaran çok zengindir. Yeryüzündeki toplam su kaynaklarının % 4' lük bir kısmını yeraltı su kaynakları oluşturmaktadır. Ancak dünyamızda yeraltı sularından yeterince yararlanılamamaktadır. Özellikle, kurak bölgelerde yerüstü sularının azlığı sebebiyle insanoğlu ihtiyacı olan suyu yeraltından temin etme yoluna gitmektedir. İçme, kullanma ve sulama amacıyla kuyular, galeriler ve pınarlar vasıtasıyla yeryüzüne çıkartılan yeraltı suyunun hidroliğinin çok detaylı bir şekilde bilinmesi gerekmektedir.

1.2 Yeraltı Suları ile İlgili Önceki Çalışmalar

Yeraltı suyu hidroliği konusunda literatüre geçen ilk çalışmalar 1856 yılına dayanmaktadır. Bu yılda Darcy ismindeki Fransız mühendis, Fransa'nın Dijon kasabasının su ihtiyacını kasabanın belirli yerlerine kuyular açarak temin etmesiyle başlamıştır. Daha sonra aynı mühendis kendi adıyla bilinen "Darcy" kanununu ortaya atmış ve önerilen bu kanun bilim çevrelerince kabul görerek günümüze dek kullanıla gelmiştir. Bundan sonra yapılan birçok çalışma genellikle Darcy temel kanununa dayanılarak ortaya çıkmıştır. Darcy kanunu daha sonra yapılan birçok çalışmaların da temelini oluşturmuştur. Dupuit (1863) ilk defa dengeli akım halinde kuyu problemlerini çözmeyi başarmıştır. Dupuit tarafından

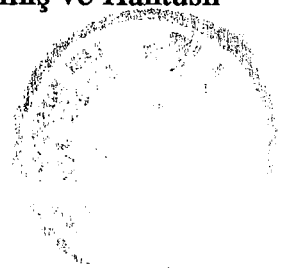
yapılan basitleştirici bir takım varsayımlar, çok karışık olan yeraltı suyu hareketinin pratikte tatminkar sonuçlar verecek şekilde çözülmesini sağlamıştır. Thiem (1906) galeri ve kuyulara doğru olan yeraltı suyu hareketini inceleyerek bazı denklemler elde etmiştir. Ancak Forchheimer (1886) , yukarıda adı geçen araştırmacılardan farklı olarak akım ağının özellikleri ile konform tasvir kavramını yeraltı suyu hareketine uygulamıştır. Aynı araştırmacı meselelerin daha da detayına girerek "imaj" yöntemleri ile matematiksel incelemeye bir hazırlık teşkil eden kompleks sayılı fonksiyonları yeraltı suyuna etkin bir şekilde adapte etmiştir. Yarı sonsuz formasyondaki yeraltı suyunun kuyularla çekilmesi ve beslenen bir yeraltı suyu tabakasından aynı zamanda kuyular ile su alınması problemlerinin bilimsel çözümleri bu araştırmacının önemli çalışmaları arasındadır.

Pompa deney tecrübeleri ile ilgili ilk çalışmalar Thiem (1906) tarafından başlatılarak, zeminin geçirgenliği ve kuyudan çekilebilecek su miktarının belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Theis (1935) dengeli olmayan yeraltı suyu problemini ilk defa inceleyerek günümüzde dahi çok yaygın olarak kullanılan ve pompa deneyi datalarının değerlendirilmesine yarayan formülleri ortaya koymuştur. Bu formüllerin çıkarılmasında ısı transferi konusunda yapılan çalışmalarla bir benzerlik kurarak o konudaki mevcut matematiksel ifadelerden faydalanmıştır.

Geçirimli ortamdaki akışkanların hareketi ile ilgili bir çalışmayı Muskat (1937) yapmıştır. Aynı yazarın kum tankları ile yeraltı suyu hareketinin incelenmesi deneyleri ve su taşıyan tabakaya (akifere) kısmen giren kuyular etrafındaki dağılımı konularında önemli çalışmaları olmuştur.

Basıncılı yeraltı suyu taşıyan tabakaların elastik olma özellikleri Jacop (1940) tarafından gözlenerek, sayısal olarak depolama katsayısı elde edilmiştir. Bundan sonra, Theis (1941) yüzeysel akışların ortaya çıkardığı sızma dolayısıyla kenarlardaki kuyuların beslenmesi problemini inceleyerek pratik yararlılıkta olan ifadeler elde etmiştir.

Sızdırmalı akifer çalışmaları Jacop (1946) tarafından başlatılmış ve Hantush (1964) tarafından da matematiksel esaslara bağlanmıştır.



1.3 Yeraltı Suyu Akımının Temel Denklemleri

Bu kısımda sadece dengeli akım durumu için yeraltı sularının temel denklemleri verilmiştir. Bunlar, Darcy kanunu, geçirimsizlik ve süreklilik denklemleridir.

1.3.1 Darcy Kanunu

Yeraltı suları akımı bilimi, Henry Darcy adlı (1863) bir Fransız mühendisin, Fransa' nın Dijon kasabasında yapmış olduğu bir araştırmayı yayınlamasıyla başlamıştır. Darcy, Dijon kasabasına su getirmek amacıyla etraftaki yağmur sularıyla beslenen ve geçirimli zemin tabakalarının bulunduğu vadideki yeraltı suyunun kasabaya temini hususunda bir çalışma yapmıştır. Bu zamandan beri, temel yeraltı suları hareketi kanunu onun ismiyle tanınmakla birlikte, bu kanun geliştirilmiş ve bir çok yönde genelleştirilmiştir.

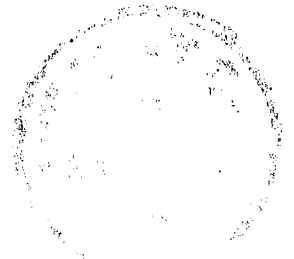
Darcy kanununu tanıtmadan önce, ρ yoğunluğundaki bir sıvı ile tamamen doldurulmuş boşluklu bir ortamın hidrostatikliğini dikkate almak faydalı olacaktır. Sıvı içerisindeki basınç p ile gösterilecek olursa, hidrostatik prensiplerine göre, akım olmaması halinde basınç derinlikle artacaktır ve yersel basınç değişimi ρg olacaktır. Buradaki g , yerçekimi ivmesidir. Böylece, kartezyen koordinat sisteminde pozitif z ekseninin yukarıyı göstermesi ve akımın olmaması halinde,

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g = 0 \quad (1.1)$$

olur. Bu eşitlikler gözenekli bir ortamda bulunan sıvının denge durumunu ifade etmektedir. Bunlar, bütün gözeneklerin birbirleriyle iç içe geçmiş olması halinde, gerçek boşluk geometrisinden bağımsızdır.



Gözenekli ortamda bulunan sıvının, içinde bulunduğu katı maddeye bağlı olarak hareket etmesi halinde, sıvının viskozitesine ve gözeneklerin çaplarına bağlı olarak bir sürtünme kuvveti oluşacaktır. Darcy' nin deneysel sonuçları ve ondan sonra gelen diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmaların özü, oldukça yavaş hareketler için sürtünme kuvvetinin debi ile orantılı olmasıdır. Şayet içsel sürtünme etkileri ihmal edilir ve gözenekli ortam da izotropik (gözenek boşluklarının akım yönünden bağımsız olması) ise denge eşitlikleri aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\mu}{\kappa} q_x = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\mu}{\kappa} q_y = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g + \frac{\mu}{\kappa} q_z = 0 \quad (1.2)$$

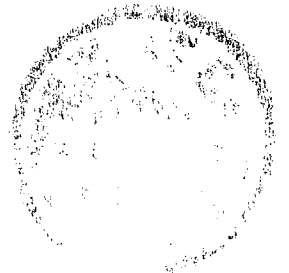
Bu denklemdeki μ , akışkanın viskozitesi ve κ , boşluklu ortamın permeabilitesidir. q_x , q_y ve q_z ifadeleri ise birim debi vektörleridirler. Birim debi, zeminin herhangi bir bölgesinden geçen debi değerinin o kesit alanına bölünmesiyle elde edilir. Yukarıdaki (1.2) denklemi, hidrodinamikteki ince bir tüp içerisinde geçen viskoz bir sıvının hareketine veya aralarında küçük bir mesafe olan iki paralel tabaka arasındaki akım hallerine ait formüllerle uygunluk (benzerlik) gösterir.

Yukarıdaki (1.2) denklemden q_x , q_y ve q_z değerleri çekilecek olursa ,

$$q_x = - \frac{\mu}{\kappa} \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$q_y = - \frac{\mu}{\kappa} \frac{\partial p}{\partial y}$$

$$q_z = - \frac{\kappa}{\mu} \left(\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g \right) \quad (1.3)$$



ρ sıvı yoğunluğu sabit ise yeni bir değişken tanımlamak faydalı olacaktır. Bu değişken yeraltı suyu yüksekliği olarak tanımlanırsa,

$$h = z + \frac{p}{\rho g} \quad (1.4)$$

olur. ρ 'nun sabit, zeminin homojen ve izotrop olması durumunda ise yeni denklem,

$$q_x = -k \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$q_y = -k \frac{\partial h}{\partial y}$$

$$q_z = -k \frac{\partial h}{\partial z} \quad (1.5)$$

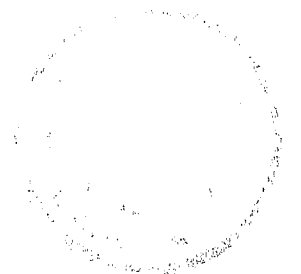
şeklinde yazılabilir. Buradaki k , yeni bir ifade olarak tanımlanır ve hidrolik iletkenlik adını alır (Verruijt, 1982):

$$k = \kappa \frac{\rho g}{\mu} \quad (1.6)$$

Birçok yayında k parametresi, permeabilite katsayısı olarak geçer. (1.5) denklemini Darcy' nin deneysel çalışmasının neticesi olarak ortaya çıkan Darcy kanununun genel ifadesidir. Darcy, yapmış olduğu deneyler neticesinde, **Şekil 1.1**, kum nümunesi içerisinden geçen debinin, nümunenin her iki uçundaki su seviyeleri farkıyla doğru orantılı olduğunu bulmuştur. Ayrıca debinin, nümunenin bulunduğu kesit alanı ile de doğru orantılı, ve nümune uzunluğu ile ters orantılı olduğunu göstermiştir.

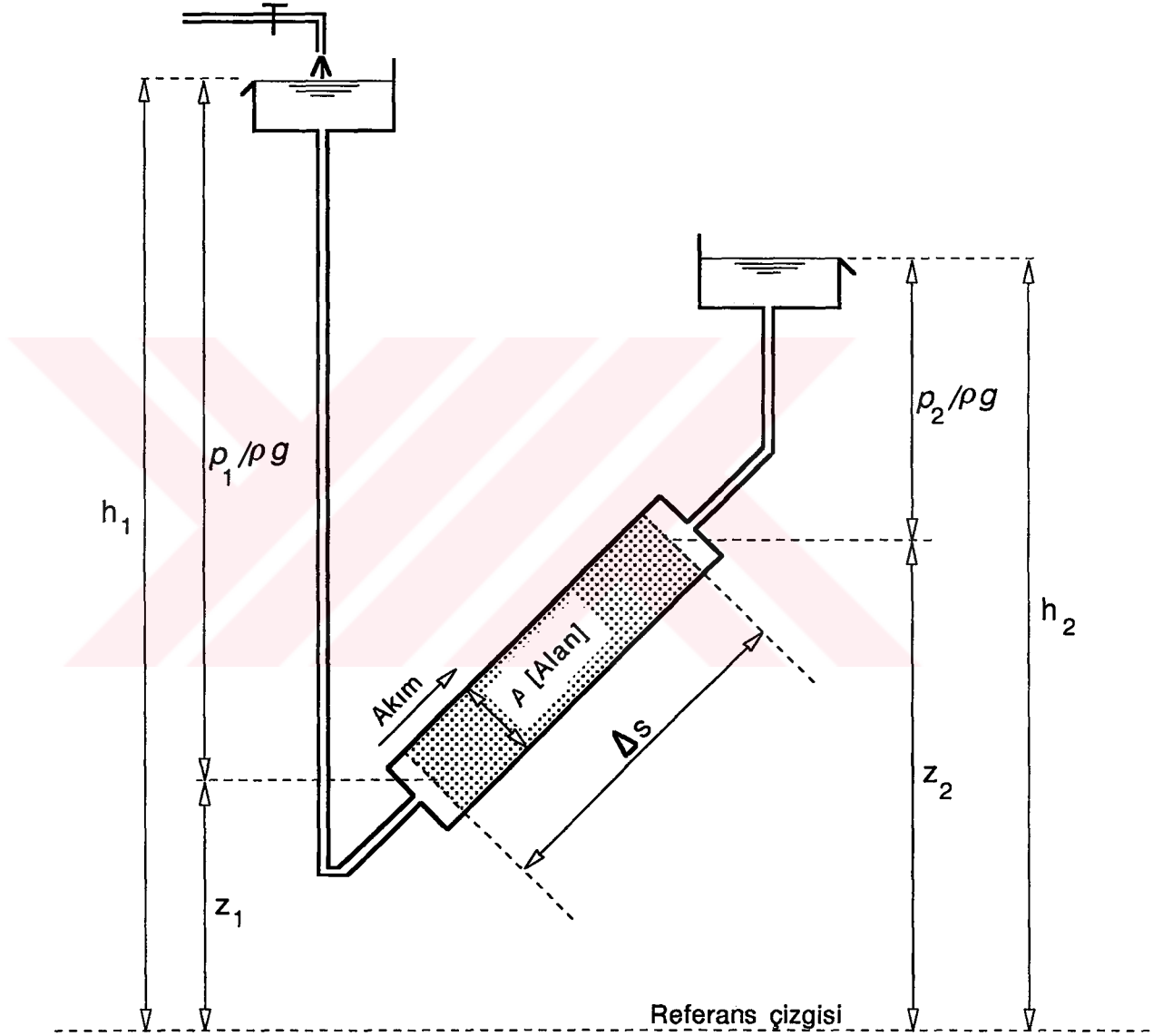
$$Q = k A \frac{h_1 - h_2}{\Delta s} = -k A \frac{\Delta h}{\Delta s} \quad (1.7)$$

Şayet birim debi q , Q/A olarak tanımlanırsa ve $\Delta s \rightarrow 0$ olursa,

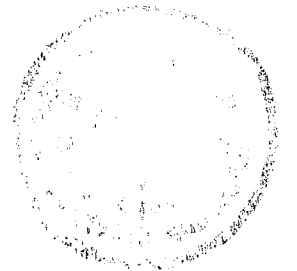


$$q = -k \frac{dh}{ds} \quad (1.8)$$

elde edilir. 1.8 denklemi, 1.5 ifadesinin farklı bir yazılışıdır.



Şekil 1.1. Darcy deney düzeneği



1.3.2 Permeabilite (Geçirimsizlik)

Önceki bölümde permeabilite tanımlanırken iki adet ifade tanıtılmıştır. Bunlar, permeabilite (κ) ve hidrolik iletkenlik (k) değerleri olup birbirleriyle ilişkisi (1.6) denkleminde aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

$$k = \kappa \frac{\rho g}{\mu}$$

κ permeabilitesi, malzemenin gözeneklerinde bulunan boşlukların özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. k hidrolik iletkenlik değeri ise, ρ ve μ gibi faktörlerden dolayı, akışkanın vasıflarına, özellikle de viskozitesine bağlıdır. Hidrolik iletkenliğin aynı zamanda viskoziteye bağlı olmasından dolayı, sıcaklığa da bağlıdır. Kış ve yaz aylarındaki büyük sıcaklık değişimlerinin bulunduğu bölgelerde, yeraltı suyu pompaj debilerinde mevsimsel değişiklikler ortaya çıkacaktır. Permeabilite değerinin tahmini için yapılan teorik ve deneysel çalışmaların neticesinde elde edilen en tanınmış denklem, Kozeny - Karman eşitliğidir. Bu eşitlik,

$$\kappa = c d^2 \frac{n^3}{(1 - n)^2} \quad (1.9)$$

şeklinde dir. Burada n zeminin porozitesini, c bir katsayıyı ve d ise ortalama dane çapını göstermektedir.

Yukarıdaki permeabilite denklemi en iyi şartlarda bile yaklaşık bir sonuç verebilir. Danelerin açılma durumları gibi bazı faktörler ihmal edildiğinden, tahmin edilen değer gerçek değerle farklılık gösterebilir (Verruijt, 1982).

Permeabilitenin, laboratuvar ve arazi gibi yeraltı suyunun kontrol edilebildiği yerlerde, belirlenmesi oldukça kolaydır. Denklem (1.9) gibi olan ampirik formüller, permeabilitenin poroziteyle değişimi veya granülometre analizleri bulunan, ancak nümunesi olmayan zeminlerdeki permeabilitenin ilk tahmini değerlerini vermesi açısından önemlidirler.

Yeraltı suyu akımı ile ilgili uygulamaların çoğunda tek bir sıvı gözönüne alınmaktadır. Bu da genellikle tatlı sudur. Bu durumda hidrolik iletkenliğin formülize edilmesi (denklem 1.5) daha uygun olacaktır. Bu tez çalışmasında tatlı sulardaki permeabilite değeri gözönüne alınarak (1.5) Darcy denklemi kullanılmıştır.

κ permeabilite ve k hidrolik iletkenliklerini (tatlı yeraltı suları için) nümerik olarak ifade eden değerler Tablo 1.1' de bazı mühendislik uygulamalarında sıkça karşılaşılan zeminler için verilmiştir.

Tablo 1.1 Tabii zeminlerde permeabilite ve hidrolik iletkenlik değerleri

Zemin cinsi	κ (m ²)	k (m / sn)
Kil	10 ⁻¹⁷ - 10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁰ - 10 ⁻⁸
Silt	10 ⁻¹⁵ - 10 ⁻¹³	10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁶
Kum	10 ⁻¹² - 10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁵ - 10 ⁻³
Çakıl	10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁸	10 ⁻² - 10 ⁻¹

Yeraltı suyu akımı, hidrodinamikte ince bir tüpteki viskoz bir sıvının hareketine benzerliği sebebiyle, laminar olması gerekmektedir (Verruijt, 1982).

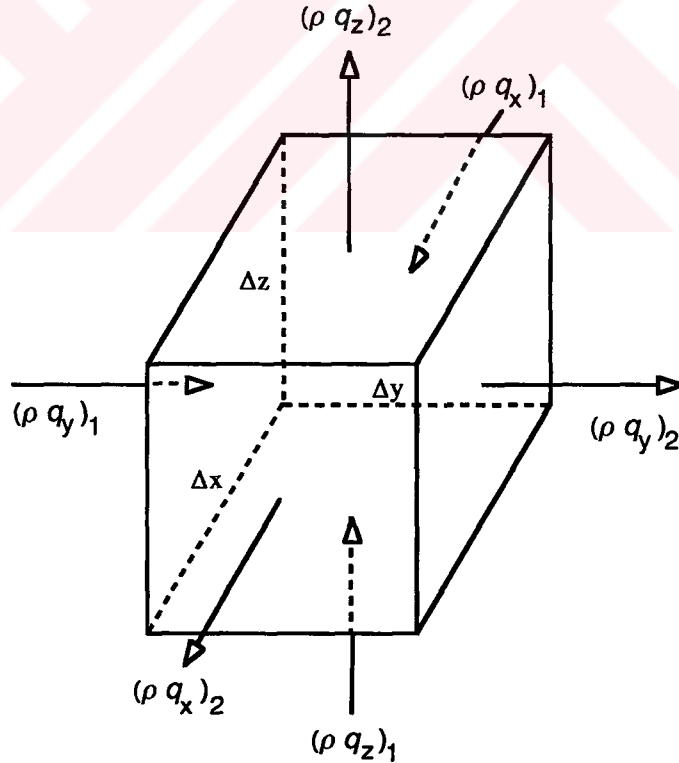
Darcy kanununun uygulama alanı, Reynolds sayısı cinsinden ifade edilecek olursa,

$$Re = \frac{Vd}{\nu} \quad (1.10)$$

dir. Burada, d ortalama boşluk çapını, V ortalama akım hızını ve ν ise kinematik viskoziteyi ($\nu = \frac{\mu}{\rho}$) göstermektedir. Yeraltı suları için Reynolds sayısının kritik değeri 10 büyüklüğündedir (Verruijt, 1982).

1.3.3 Süreklilik Denklemi

Yeraltı suyu hareketinin incelenmesinde, yeraltı su seviyesini gösteren h değerinin bütün zemin kalınlığı boyunca dağılımı ölçülmedikçe Darcy kanunu yalnız başına yeterli olmayacaktır. Özellikle mühendislikte, gelecekle ilgili durumların tahmin edilmesi hallerinde h değerinin önceden bilinmesi oldukça zordur. Bu durumda Darcy kanunu, dört bilinmeyenli üç denklem halinde ortaya çıkar. Bunlar, birim debi vektörünün x , y , z eksenlerindeki değerlerdir. Dördüncü denklem, kütlenin korunumu prensibi olarak bilinen temel fizik kanunu yardımıyla elde edilebilir. Bu kanuna göre, akımın şekli ne olursa olsun, hiçbir kütle kazanılmayacak veya kaybedilmeyecektir. Burada, tamamen doymuş ve sıkışamaz olan gözenekli bir ortamın var olduğu kabulü yapılarak, kütlenin korunumu prensibine göre, zemindeki kontrol hacmine giren ve çıkan miktarlar eşit olacaktır.



Şekil 1.2. Kütlenin korunumu

Şekil 1.2' de görülen kontrol hacminin sol yüzeyinden birim zamanda giren su kütlesi,

$$(\rho q_y)_1 \Delta x \Delta z$$

şeklindedir. Kontrol hacminin altı yüzeyindeki akış göz önüne alınarak oluşacak net değişim aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$[(\rho q_x)_2 - (\rho q_x)_1] \Delta z \Delta y + [(\rho q_y)_2 - (\rho q_y)_1] \Delta z \Delta x + [(\rho q_z)_2 - (\rho q_z)_1] \Delta x \Delta y$$

Bu değişim miktarının kütlenin korunumu prensibine göre (Hidrolojide su dengesi olarak bilinir) sifıra eşit olması gerekir. Çünkü zeminin sıkışamaz ve tamamen doymuş olması faraziyelerine göre kontrol hacminde depolamanın olması ihtimali yoktur. Yukarıdaki ifade sifıra eşitlenip her iki tarafı $\Delta x \Delta y \Delta z$ ' e bölünecek olursa,

$$\frac{\partial (\rho q_x)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho q_y)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho q_z)}{\partial z} = 0 \quad (1.11)$$

bulunur. Elde edilen bu ifade, depolamanın olmadığı durumda (dengeli akım halinde) kütlenin korunumu eşitliğidir. Birçok durumda ρ yoğunluk değerindeki değişim gözardı edilmektedir. Dolayısıyla (1.11) denklemi, ρ sabit alınarak tekrar yazılacak olursa,

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} = 0 \quad (1.12)$$

elde edilir. Bu denklem, genellikle dengeli akım durumundaki süreklilik denklemi olarak adlandırılır ve yeraltısu akımı ile ilgili Darcy kanunu ile birlikte gerekli olan dördüncü eşitlik olarak kullanılır (Verruijt, 1982).

Denklem (1.5)' de verilen Darcy kanunundaki q değerleri (1.12) denkleminde yerine yazılacak olursa,

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial h}{\partial z} \right) = 0 \quad (1.13)$$

elde edilir. Bu eşitlik, tek bilinmeyenli (h) bir denklemdir. Şayet hidrolik iletkenliğin sabit olduğu düşünülürse, bu durumda homojen boşluklu bir ortam gözönüne alınmış olur. Dolayısıyla (1.13) ifadesi, Laplace eşitliği olarak bilinen aşağıdaki denklem haline gelir:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \quad (1.14)$$

Bu ifade, genellikle Laplace operatörü (∇^2) kullanılarak,

$$\nabla^2 h = 0 \quad (1.15)$$

şeklinde yazılır.

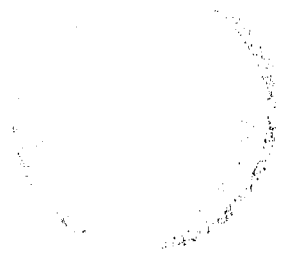
Dengeli yeraltı suyu akımının temel problemi, uygun sınır şartları hesaba katılarak, Laplace denkleminin veya daha genel olarak (1.13) denkleminin çözümünden ibarettir. Bu, tabii ki uygulamalı matematiğin bir problemidir ve ancak birçok durumda bazı problemlerin çözümünde mühendislik açısından uygun kabullerin ve basitleştirmelerin yapılması gerekir.

1.4 Tez Çalışmasının Amacı

Kuyular arasındaki girişim problemi üzerinde yapılan ve literatüre geçen çalışmaların büyük bir kısmı teoriktir. Dengeli akım durumunda ve serbest yüzülü akiferlere ait kuyu gruplarının laboratuvar şartlarında incelenmesi konusunda sadece Babbitt ve Caldwell (1948) tarafından yapılmış çalışma mevcuttur. Bu araştırmacılar, laboratuvarında yapmış oldukları fiziksel model çalışmalarında Muskat (1937)'in teorik olarak vermiş olduğu ve çeşitli konumlardaki kuyu grupları için geçerli olan formüllerin varlığının laboratuvar şartlarında da geçerli olduklarını tesbit etmişlerdir. 1948 yılında yapılan bu çalışmada serbest yüzülü bir akifer üzerine açılan beş adet kuyunun girişimi üzerinde durulmuş ve

bütün kuyuların sınır şartlarından etkilenmedikleri kabulü yapılmıştır. Bu çalışmadan başka literatürde kuyular arasındaki girişim konusunda yapılan herhangi bir laboratuvar çalışmasına rastlanamamıştır.

Bu tez çalışmasında, dengeli akım durumunda serbest yüzlü bir akifer üzerinde sınır şartlarından etkilenen kuyuların girişiminin laboratuvar şartlarında incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Öncelikle dairesel ada şeklinde inşa edilen akiferin üzerinde bulunan kuyuların beslemeli sınırdan ne şekilde etkilendikleri araştırılmıştır. Ayrıca, akiferin belirli bir kısmı geçirimsiz hale getirilerek, kuyuların geçirimsiz sınırdan nasıl etkilendikleri gözlenmiştir.



BÖLÜM II

DENGELİ AKIM DURUMUNDA KUYU HİDROLİĞİ

2.1 Giriş

Darcy kanunu ve bununla ilgili olan bağıntılar ancak bazı özel haller için yeraltı sularına uygulanabilir. Genel olarak yeraltı suyu akımı ile ilgili problemlerin matematiksel çözümünde, sınır koşulları ve akım türü için bazı varsayımların yapılması gerekmektedir. Bu varsayımlara göre düşünülen ve ideal bir ortam için geliştirilen bağıntıların doğa şartlarındaki ortama uygulanmasında bazı farklar görülecektir. Diğer yünden çok karışık ve çeşitli şartlar altında bulunan doğa ortamındaki yeraltı suyu akımını, varsayımlarla birleştirmeden inceleme imkanı da yoktur. Bu nedenle gerçeğe ancak doğadaki şartların, varsayımlara uygunluğu oranında yaklaşılabilmektedir (Erguvanlı, 1973).

Kuyu hidroliği, yeraltı sularından yararlanmayı düşünenlere, ortamın ve yeraltı suyu akımının fiziksel parametreleri hakkında sayısal bilgiler veren hidroliğin bir koludur. Yeraltı sularından çeşitli kuyularla yararlanmanın yaygınlaşmasına paralel olarak, kuyulara yeraltı suyunun akışı hakkında pratik bağıntılar arama çabası da artmıştır. 1850' den sonra başlayan bu tür çalışmalar günümüze kadar gelmiştir.

Kuyu hidroliği kapsamı içine giren yeraltı suyu problemleri, yeraltı suyu akımının denge halinde bulunduğu ve bulunmadığı haller için ayrı ayrı ele alınmaktadır (Guzetti, 1991).

Bir kuyudan sabit debi ile su çekildiğinde kuyudaki düşüm hemen sabit hale gelmez, zaman dilimi içindeki miktarı azalarak gittikçe artar. Su taşıyan tabakada alınan debiyi karşılayacak bir besleme mevcut ise bir süre sonra kuyudaki düşüm sabit hale gelir. Pompajın başladığı andan kuyudaki düşümün sabit hale geldiği (dengeleniği) ana kadar geçen müddet içinde kuyuya gelen akıma "**Dengesiz Akım**" , kuyudaki düşümün sabit hale gelmesinden itibaren kuyuya gelen akıma "**Dengeli Akım**" denir (Van Dam, 1975).

Dengeli akım durumu pratik olarak denklemlerin basitliği, gerekli arazi ölçümlerinin ve pompa, boru sistemleri ve projelendirme, kuyular arasındaki mesafe ve debiyle ilişkili bazı temel karar verme denklemlerinin değerlendirilmesi bakımından önemlidir. Dengeli akım haline ait temel formülasyonlar Thiem (1906) ve Muskat (1937) tarafından geliştirilmiş ve daha sonra diğer araştırmacılarca desteklenmiştir. Ancak bütün formülasyonlar, ideal akifer ve kuyu davranışlarının olduğu kabulüne dayanmaktadır. Hesaplanmış değerler bu yüzden, doğal sistemin yaklaşıklığı olarak ifade edilir (Şen, 1995).

Dengesiz akım durumu yeraltı sularının pratik olarak incelenmesinde fazla bir önem taşımamakla birlikte jeo-hidrolojik sabitlerin belirlenmesi için yapılan pompa testlerinde kullanılmaktadır (Huisman, 1975a). Bu bölümde, dengeli akım durumundaki kuyu hidroliği üzerinde durulacak ve bu hal için yapılan varsayımlar, geliştirilmiş bağıntılar ve günümüzdeki uygulama alanları gözden geçirilecektir.

2.2 Dengeli Akım Durumundaki Varsayımlar

Temel yeraltı suyu kanunları ve süreklilik denklemlerinin gerçek şartlara uygulanmasında, matematiksel çözümlerin yapılabilmesi için bazı varsayımların yapılması gereklidir. Varsayımların çokluğu ve bağlayıcılığı arttıkça, bundan dolayı ortaya çıkacak sonuçların ifadesi zorlaşacaktır. Varsayımlardan kaçınmak mümkün değildir ancak onların bağlayıcılıkları ve sayıları tam matematiksel yaklaşımlarla azaltılabilir.

Varsayımlar, akifer, kuyu ve yeraltı suyu akımı özelliklerine göre üç sınıfta toplanabilir.

2.2.1 Akifer Varsayımları

a) Akifer malzemesi izotrop ve homojendir. Yani akifer sadece bir tabakadan oluşmakta, alansal jeolojik yüzeylerde bir değişikliğin olmadığı ve akiferin sürekli olduğu kabul edilir. Homojenlik ve izotropluğun fiziksel manası, eş potansiyel çizgilerin akım çizgilerine dik olmasıdır.

b) Akiferin sonsuza kadar yayıldığı, üniform kalınlıkta ve yatay olduğu kabul edilir. Basınçlı akiferlerin yataylığı jeolojik çalışmalarla belirlenebilir. Ancak

serbest yüzlü akiferlerde, yeraltı su tablasını etkileyen hidrojeolojik faktörler de (sızma, filtrasyon, beslenme gibi) önem kazanır. Bu yüzden aynı serbest yüzlü akifer değişik zamanlarda hem yatay olabilir, hem de olmayabilir. Sızdırmalı akiferlerin yatay oluşları, basınçlı akiferler gibi jeolojik bilgilerden faydalanılarak belirlenebilir. Yatay bir akiferde, kuyunun tam penetrasyonlu açılmış olması durumunda, yeraltı suyu akımı da yatay olacaktır.

c) Akifer malzemesinin boşluklu olduğu dolayısıyla boşluklu ortamın varlığı kabulü yapılmaktadır (Şen, 1995).

2.2.2 Yeraltı Suyu Akımı Varsayımları

Buradaki varsayımlar, yeraltı suyu akım hızı, debi, hidrolik iletkenlik ve akım türleri ile ilgilidir. Bunlar,

a) Akım dengeli veya kısmi dengelidir. Tamamen dengeli durumda, akiferden çekilen suyun yerine anında beslenmenin bulunduğu varsayımdır. Düşümün sadece mesafeyle değiştiği varsayılır.

b) Akım laminardır ve Darcy Kanunu geçerlidir. Yani suyun kinetik enerjisinin önemli olmaması, birim debinin küçük olması ve sürtünme ve viskoziteye bağlı hakim kuvvetlerin olması kabulleri yapılır.

c) Pompaj debisinin sabit olduğu kabulü yapılmaktadır.

2.2.2.1 Dupuit - Forchheimer Varsayımları

Dupuit (1863), bazı varsayımlar önermiş daha sonra Forchheimer (1930) da bu varsayımları geliştirerek aşağıdaki hale getirmiştir:

a) Akiferdeki su homojen ve her yönde aynı özelliklere sahiptir.

b) Akım çizgileri yatay ve buna bağlı olarak eş potansiyel eğrilere diktir. Bu varsayım yatay bir yeraltı suyu hızının olduğunu ve bu hızın tüm doymuş tabaka boyunca üniform olarak dağıldığını belirtmektedir.

c) Düşey bir çizgi boyunca her noktadaki hidrolik eğim, serbest su yüzeyinin eğimine eşittir.

- d) Kapiler bölge ihmal edilecek kadar küçüktür.
- e) Serbest yüzlü akiferlerde iletkenlik sabittir.
- f) Akifer malzemesi ve su sıkışamaz haldedir.

Bütün bu kabuller, düşey akımın varlığını tamamen ihmal etmektedir. Dupuit - Forchheimer varsayımlarının en önemli yanı, üç boyutlu akımı çok daha kolay iki boyutlu akım haline dönüştürmesidir.

2.2.3 Kuyu Varsayımları

a) Kuyu kesiti daireseldir. Bu, akiferden alınan debinin bulunmasında, silindirin yan yüzeylerinden gelen suyun hacminin belirlenmesi açısından, matematiksel yönden kolaylık sağlar. Yeraltı suyu, kuyuya bütün yan yüzeyler boyunca radyal olarak girer.

b) Kuyu yarıçapı küçüktür. Bunun sebebi kuyu depolamasının süreklilik denkleminde önemli bir rol oynamasını önlemektir. Yani pompajın başlangıcından sonuna kadar debisinin sadece akiferden gelmesini sağlamaktır.

c) Tam penetrasyonlu kuyuların, akiferin üstünden altına kadar tüm doygun tabaka boyunca açılmasıdır.

d) Kuyu kaybının olmayışıdır. Yani akiferde oluşan maksimum düşümün esas kuyuda oluşan düşüme eşit olmasıdır (Şen, 1995).

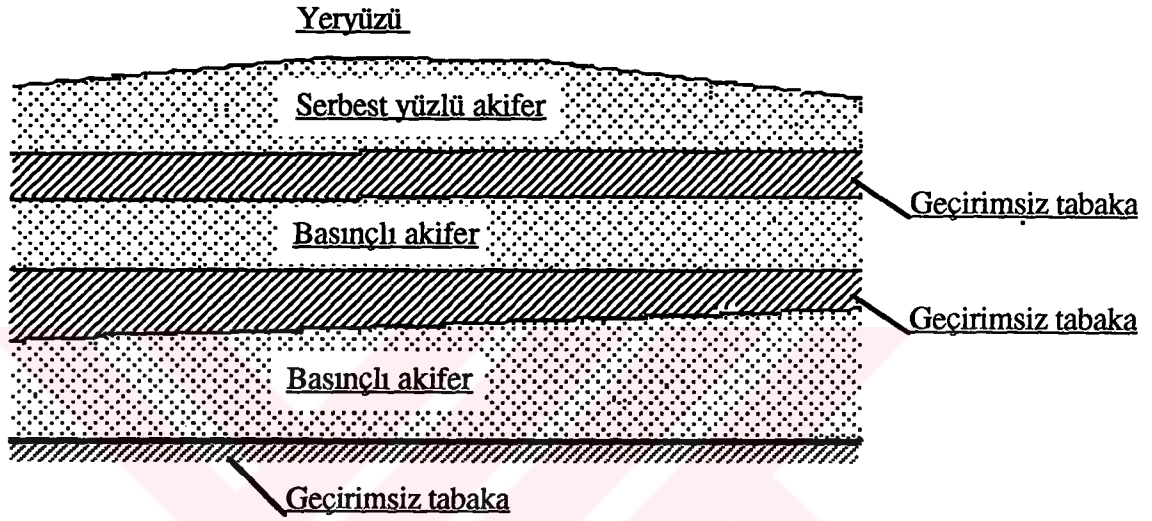
2.3 Akiferler

Akiferler, alt ve üst kısımları geçirgen, az geçirgen veya geçirimsiz tabakalardan ibaret olan ve yeraltı sularını taşıyan tabakalardır (Şekil 2.1). Alt ve üst kısımları tamamen geçirimsiz tabakalardan ibaret olan akiferlere basınçlı akiferler denir. Sızdırmalı akiferler diye bilinen akiferler de ise, tabakalardan bir veya her ikisinden birine sızma olayı tamamen ihmal edilmemektedir. Ancak



akiferdeki akımın da hala yatay olduğu varsayılmaktadır. Üçüncü tip akiferler ise, yeraltı suyunun üst yüzeyi serbest yüzlü olan akiferlerdir. Şekil 2.1' de görülen en üstteki akifer, serbest yüzlü bir akifer olarak gösterilebilir.

Bu kısımda üç tip akifer haline ait temel denklemler üzerinde durulacaktır.



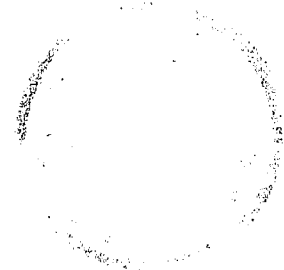
Şekil 2.1. Akifer tipleri

2.3.1 Basınçlı Akiferler

Yatay ve tamamen basınçlı bir akiferde (Şekil 2.2) , alt ve üst kısımdan akifere herhangi bir akış söz konusu değildir. Bu yüzden, akifer düzlemine dik akım bulunmamaktadır. Bunun manası, h su yükünün z ekseninden bağımsız yani düzlemsel akım olmasıdır:

$$h = h(x, y) \quad (2.1)$$

Bütün akifer durumlarında bu varsayım esas alınmıştır. Bu durumda sadece iki esas birim debi denklemi söz konusu olacaktır. Bunlar,



$$q_x = -k \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$q_y = -k \frac{\partial h}{\partial y} \quad (2.2)$$

dır. Şayet akifer tamamen doymun ve sıkışamaz ise, yeraltı suyu depolaması olmayacak, dolayısıyla, Δx , Δy ve b boyutlarındaki kontrol kesitine giren ve çıkan değerlerin eşit olduğu düşünülerek süreklilik denklemi;

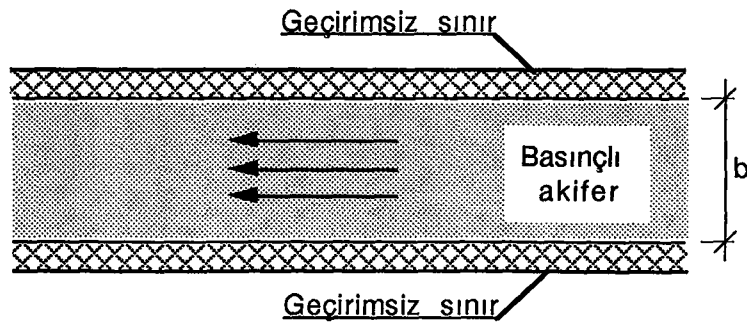
$$\frac{\partial}{\partial x} (q_x b) + \frac{\partial}{\partial y} (q_y b) = 0 \quad (2.3)$$

şeklinde yazılacaktır. (2.3) denkleminde (2.2) eşitlikleri yerine konulduğu takdirde ise,

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T \frac{\partial h}{\partial y} \right) = 0 \quad (2.4)$$

elde edilir. Bu denklem, dengeli akım durumunda, basınçlı akiferlerdeki yeraltı suyu temel denklemdir. Buradaki $T = (kb)$ olup b kalınlığındaki akiferin iletkenliği olarak tanımlanır. Eğer T iletkenliği sabit ise, yukarıdaki (2.4) diferansiyel denklemi iki boyutlu Laplace denklemine dönüşür:

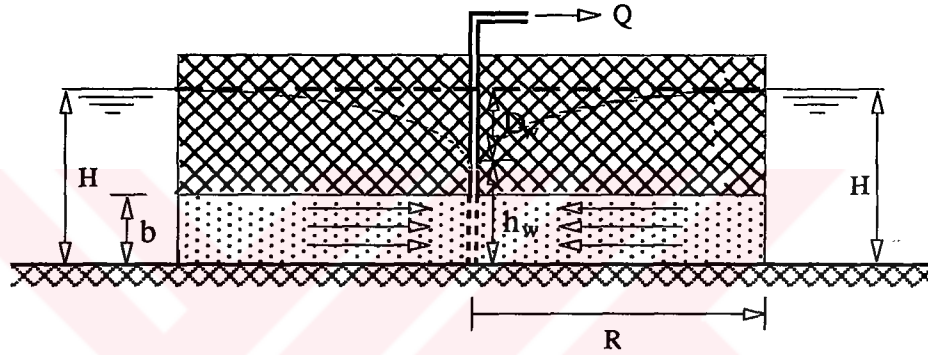
$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (2.5)$$



Şekil 2.2. Basınçlı akiferler

2.3.1.1 Basınçlı Akiferde Açılan Tek Kuyu

Dengeli akım durumunda basınçlı akiferlerde dairesel bir alanın merkezine açılan herhangi bir kuyu hali Şekil 2.3 üzerinde gösterilmiştir. Burada kuyuya gelen akım, radyal bir akımdır yani akiferdeki su, kuyuya yatayda her yönde girmektedir. Bu durumda, r ve θ kutupsal koordinatlarını tanımlamak uygun olacaktır. Zira, h su yüksekliği, sadece r radyal uzaklığın bir fonksiyonu olmaktadır.



Şekil 2.3. Basınçlı bir akiferde açılmış tek kuyu

Buradan aşağıda diferansiyel kuralı kullanılarak,

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{d^2 h}{dr^2} \left(\frac{\partial r}{\partial x} \right)^2 + \frac{dh}{dr} \frac{\partial^2 r}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{d^2 h}{dr^2} \left(\frac{\partial r}{\partial y} \right)^2 + \frac{dh}{dr} \frac{\partial^2 r}{\partial y^2}$$

ve $r = (x^2 + y^2)^{1/2}$ alınarak (2.5) denklemi

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{d^2 h}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dh}{dr} \quad (2.6)$$

şeklini alır. Buradan diferansiyel denklem,

$$\frac{d^2h}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dh}{dr} = 0 \quad (2.7)$$

olur. Bu ifade aşağıdaki gibi de yazılabilir:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dh}{dr} \right) = 0 \quad (2.8)$$

Bunun ise genel çözümü,

$$h = A \ln r + B \quad (2.9)$$

olarak bulunur. Buradaki A ve B değerleri, sınır şartlarından belirlenmesi gereken sabitlerdir. Sınır şartlarında, R tesir yarıçapı, H akifer kalınlığı, T iletkenlik, r_w kuyu yarıçapı ve Q çekilen debi olmak üzere,

$$r = R \quad \text{için} \quad h = H$$

$$r = r_w \quad \text{için} \quad 2\pi r b q_r = -2\pi T r \frac{dh}{dr} = -Q \quad (2.10)$$

olmaktadır. Burada Darcy kanunu, $q_r = -k \frac{dh}{dr}$ şeklinde kullanılmıştır. Kuyudan çekilen debi Q' nun önündeki eksi işareti, akımın, r istikameti tersine, yani kuyuya doğru olmasından kaynaklanmaktadır. Sınır şartlarından A ve B sabitleri çözülerek, aşağıdaki eşitlik elde edilir:

$$h = H - \frac{Q}{2\pi T} \ln \left(\frac{R}{r} \right) \quad (2.11)$$

Kuyudaki su yüksekliği, (2.11) denkleminde $r = r_w$ değeri yazılarak :

$$h_w = H - \frac{Q}{2\pi T} \text{Ln} \left(\frac{R}{r_w} \right) \quad (2.12)$$

bulunur. Kuyuda meydana gelecek düşüm ise,

$$D_w = H - h_w = \frac{Q}{2\pi T} \text{Ln} \left(\frac{R}{r_w} \right) \quad (2.13)$$

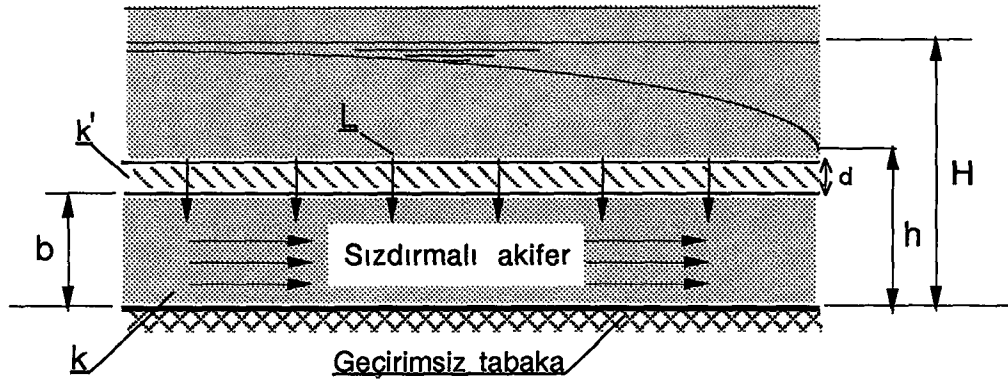
dir. Kuyudan çekilen debi değeri ise,

$$Q = 2\pi T \frac{H - h_w}{\text{Ln} \left(\frac{R}{r_w} \right)} \quad (2.14)$$

şeklinde elde edilir. Burada h_w kuyudaki suyun derinliğidir.

2.3.2 Sızdırmalı Akiferler

Sızdırmalı akiferler, Şekil 2.4' de görüldüğü gibi, üst kısmı boyunca küçük miktarda su sızdırarak akiferdeki debi miktarının artmasını sağlayan bir veya birden fazla düşük permeabiliteli tabakalarla sınırlı su taşıyan akiferlerdir. Bu durumda düşey akımın az olmasından dolayı, akiferdeki akımın yatay olduğu kabul edilmektedir.



Şekil 2.4. Sızdırmalı akifer

Darcy kanununun birim debi için esas denklemi,

$$q_x b = -T \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$q_y b = -T \frac{\partial h}{\partial y} \quad (2.15)$$

şeklinde olacaktır. Süreklilik denkleminde, kontrol hacmine sızdırmadan dolayı sağlanan su miktarının da hesaba katılması gerekir. Böylece,

$$\frac{\partial}{\partial x} (q_x b) + \frac{\partial}{\partial y} (q_y b) = L \quad (2.16)$$

olur. Burada L , birim debi cinsinden ifade edilen sızmadır. Şayet sızdırma, d kalınlığı ve k' hidrolik iletkenliğine sahip tek bir kil tabakası boyunca akifere gelecek düşey akım, Darcy kanununa göre,

$$L = k' \frac{H - h}{d} \quad (2.17)$$

olur. Burada H , akiferdeki ilk statik su yüksekliğidir. Bu denklem,

$$L = \frac{H - h}{c} \quad (2.18)$$

şeklinde yazılabilir. Buradaki c 'ye kil tabakasının direnci denir ve $c = d/k'$ halinde ifade edilir. (2.15) ve (2.18) denklemleri (2.16) denkleminde yerine yazılacak olursa,

$$\frac{\partial}{\partial x} (T \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (T \frac{\partial h}{\partial y}) - \frac{h - H}{c} = 0 \quad (2.19)$$

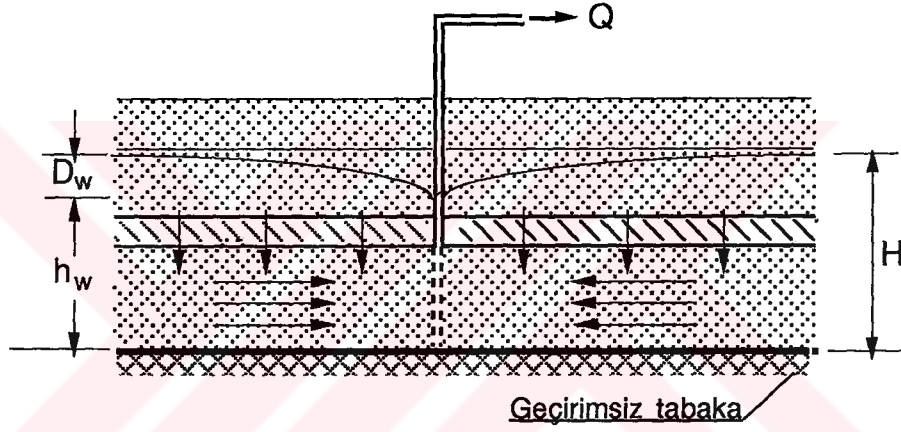
elde edilir. Denklemlerdeki T iletkenliği sabit olarak kabul edilirse,

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} - \frac{h - H}{\lambda^2} = 0 \quad (2.20)$$

olur. Burada λ , yeni bir parametre olarak tanımlanan sızdırma faktörü olup uzunluk boyutundadır ve $\lambda^2 = Tc$ şeklindedir.

2.3.2.1 Sızdırmalı Akiferde Açılan Tek Kuyu

Burada Şekil 2.5' de gösterildiği gibi sonsuz sızdırmalı bir akifer üzerinde durulacaktır.



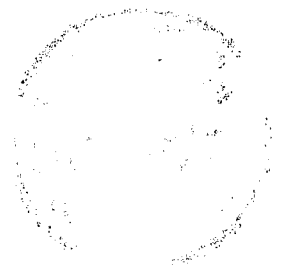
Şekil 2.5. Sızdırmalı akiferde açılan tek kuyu

Kuyuya gelen akım tamamen radyal olup (2.6) eşitliği yardımıyla (2.20) diferansiyel denklemi,

$$\frac{d^2h}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dh}{dr} - \frac{h - H}{\lambda^2} = 0 \quad (2.21)$$

şeklini alır. Bu diferansiyel denklemin genel çözümü, klasik matematik kitaplarında

$$h = H + A I_0(r/\lambda) + B K_0(r/\lambda) \quad (2.22)$$



şeklinde verilmiştir. Burada $I_0(x)$ ve $K_0(x)$ değerleri, modifiye edilmiş birinci ve ikinci çeşit Bessel fonksiyonları olarak bilinirler. Sınır şartları,

$$r = r_w \text{ için } r \frac{dh}{dr} = \frac{Q}{2\pi T}$$

$$r \rightarrow \infty \text{ için } h = H$$

dır. İkinci sınır şartından, $A = 0$ bulunur çünkü $I_0(x)$ değeri, $x \rightarrow \infty$ 'a giderken sonsuz, $K_0(x)$ değeri de $x \rightarrow \infty$ için 0 olmaktadır. Birinci sınır şartından ise B değeri,

$$B = -\frac{Q}{2\pi T} \frac{1}{(r_w / \lambda) K_1(r_w / \lambda)} \quad (2.23)$$

bulunur. Pratikte λ değerinin büyüklüğü yüzlerce metre olup r_w kuyu yarıçapının değeri ise çok küçüktür. Bu yüzden $r_w / \lambda \ll 1$ olur. Bu durumda $(r_w / \lambda) K_1(r_w / \lambda)$ değeri 1'e çok yakın olacaktır. Dolayısıyla denklem,

$$B = -\frac{Q}{2\pi T} \quad (2.24)$$

şekline indirgenmiş olacaktır. A ve B değerleri (2.22) denkleminde yerine yazılacak olursa,

$$h = H - \frac{Q}{2\pi T} K_0(r / \lambda) \quad (2.25)$$

bulunur. Kuyuya yakın yerlerde bu denklemi kullanmak pratik değildir, çünkü tablolar küçük değerler için değerler vermemektedir. Bu durumda Bessel fonksiyonu logaritmik olarak aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$r \ll \lambda \text{ için } h = H + \frac{Q}{2\pi T} \ln \left(\frac{r}{1.123 \lambda} \right) \quad (2.26)$$

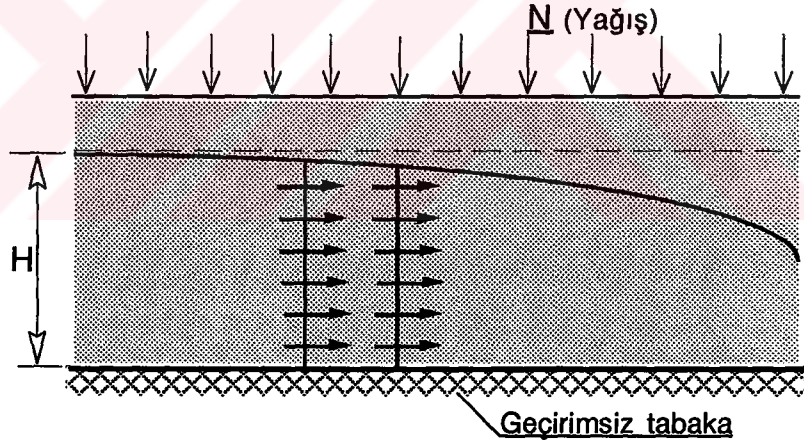
Kuyudaki düşüm değeri ise,

$$D_w = H - h = -\frac{Q}{2\pi T} \ln\left(\frac{r}{R_{eq}}\right) \quad (2.27)$$

olur. Buradaki R_{eq} , eşdeğer yarıçap olup $R_{eq} = 1.123\lambda$ şeklinde ifade edilir.

2.3.3 Serbest Yüzlü Akiferler

Serbest yüzlü akiferler, Şekil 2.6' da gösterildiği gibi üst sınırı açık hava ile temaslı olan yeraltı suyu taşıyan tabakalardır. Serbest yüzlü akiferlerdeki zorluk, akımın düşey elemanlarının ihmal edilememesidir. Çünkü su tablası yatay olmayabilir. Böylece su, yüksek noktadan aşağıya doğru hareket etme imkanına sahip olabilir.



Şekil 2.6. Serbest yüzlü akifer

Serbest yüzlü akiferlerdeki akımın analitik olarak izahı, yeraltı suyu akımının kuyuya yaklaşırken doygun akifer kalınlığının düşmesi ve buna bağlı olarak iletkenliğin azalmasından dolayı oldukça zordur. Buna ilave olarak, akım çizgileri birbirlerine paralel değildir. Sızma yüzeyinin bulunması kompleks sınır şartlarının oluşmasına sebep olur (Şen, 1995).

Bu şartlar altında, serbest yüzlü akiferlerdeki yeraltı suyu problemleri teorik olarak kesinlik göstermezler. Ancak, Dupuit - Forchheimer varsayımları sayesinde küçük hata limitleri ile problemin çözümü için iyi bir yaklaşım sağlanabilir.

Darcy kanunundan x ve y yönlerindeki birim debi elemanları (2.2) denklemi ile daha önce verilmiştir. Dengeli akım şartları için süreklilik denklemi, seçilen kontrol hacmi içerisinde Şekil 2.6' da gösterildiği gibi su depolamasına izin vermez. Bu, matematiksel olarak ifade edilecek olursa,

$$\frac{\partial}{\partial x}(q_x h) + \frac{\partial}{\partial y}(q_y h) - N = 0 \quad (2.28)$$

olur. Denklem (2.2)' den birim debi değerleri (2.28) denkleminde yerine yazılacak olursa elde edilen yeni denklem,

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k h \frac{\partial h}{\partial x} \right)$$

olur. Bu ifade h cinsinden lineer değildir. Ancak Dupuit, h^2 değişkenini tanımlayarak,

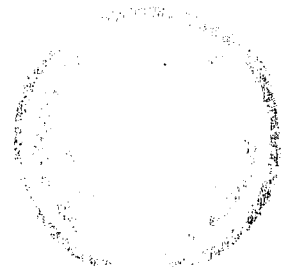
$$h \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{1}{2} \frac{\partial(h^2)}{\partial x}$$

ifadesini kullanmıştır. Homojen akiferlerde (2.28) denklemi, birim debi ifadeleri yardımıyla önce,

$$\frac{\partial^2(h^2)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(h^2)}{\partial y^2} + \frac{2N}{k} = 0$$

olarak veya N (Yağış) = 0 için,

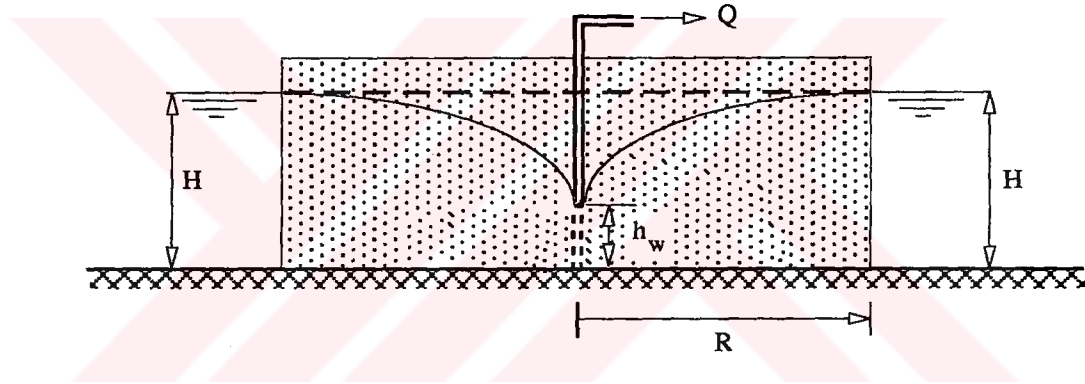
$$\frac{\partial^2(h^2)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(h^2)}{\partial y^2} = 0 \quad (2.29)$$



şeklinde bulunur. Buradaki N , yağıştan dolayı üstten gelen sızmadır. Yukarıdaki denklem, h^2 değişkenine göre lineer bir ifadedir. Bu ifade sadece diferansiyel denklemin çözümünün kolaylığı yönünden değil aynı zamanda üst üste gelme prensibinin uygulanabilmesi bakımından da önemlidir.

2.3.3.1 Serbest Yüzlü Akiferde Açılan Tek Kuyu

Dairesel bir ada merkezinde ve serbest yüzlü bir akiferde açılmış tek kuyu halı Şekil 2.7 üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Serbest yüzlü bir akiferde açılmış tek kuyu

Bu durumda (2.29) diferansiyel denklemi radyal akım için,

$$\frac{d^2(h^2)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d(h^2)}{dr} = 0 \quad (2.30)$$

şeklinde olur. Bu denklemin çözümü, basınçlı akiferlere benzer şekilde yapıldığı takdirde,

$$h^2 = A \ln r + B \quad (2.31)$$

bulunur. Buradaki **A** ve **B** sabitleri, aşağıdaki sınır şartlarından,

$$r = R \text{ için } h = H$$

$$r = r_w \text{ için } 2 \pi r h q_r = -\pi k r \frac{d(h^2)}{dr} = -Q \quad (2.32)$$

elde edilir. Yukarıdaki sınır şartlarından **A** ve **B** sabitleri bulunarak (2.31) denkleminde yerine yazılırsa,

$$h^2 = H^2 - \frac{Q}{\pi k} \ln \left(\frac{R}{r} \right) \quad (2.33)$$

Dupuit-Forchheimer denklemi olarak bilinen ifade bulunur. Burada düşüm ile mesafe arasındaki ilişki, basınçlı akiferlerde olduğu gibi değildir. Bu son denklem söz konusu kuyudaki su yüksekliği için yazılacak olursa,

$$H^2 - h_w^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \left(\frac{R}{r_w} \right) \quad (2.34)$$

elde edilir. Bu kuyudan çekilen debi ise,

$$Q = \pi k \frac{(H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R}{r_w} \right)} \quad (2.35)$$

şeklindedir.

2.4 Sınırlı Akifer Durumunda Kuyu Hidroliği

Arazi üzerine açılacak olan kuyularda her zaman sonsuz akifer şartları geçerli olmayabilir. Pompaj yapılacak kuyu sınırlara yakın bölgelerde konumlandırılmış olabilir. Bu sınır bazen nehir veya kanal gibi besleme sınırı veya geçirimsiz bir tabakanın bulunduğu bir vadi olabilir. Pompaj yapılacak kuyu şayet bu tip herhangi bir sınır yakınında açılmış ise veya başka bir deyişle kuyu bu sınırlardan

etkilenmeye başladığı takdirde, akiferlerin sınırsız şartları için geçerli olan kabüller artık geçersiz olacaktır.

Sınırlı akiferlere ait akımı analiz etmek için, genellikle süperpozisyon metodu kullanılmaktadır. Bu prensibe göre, iki veya daha fazla kuyunun oluşturduğu düşüm, herbir kuyunun ayrı ayrı oluşturdukları düşümlerin toplamına eşittir. Böylece, imaj veya imajiner kuyular kullanılarak, sistem sonsuz akifer haline getirilip, sonsuz akifer şartlarında geçerli olan formüllerin kullanımı sağlanmış olmaktadır (Kruselman and de Ridder, 1990).

2.4.1 Beslemeli Akifer Yakınına Açılan Tek Kuyu

Şekil 2.8A' da görülen kuyu, arazi üzerinde bulunan bir kanala veya nehre yakın bir yerde açılmıştır. Akifer sınırında bulunan kanal bir besleme sınırı olarak çalışmakta ve kanaldaki su seviyesi sabit olarak kabul edilmektedir. Şekil 2.8.B' de Şekil 2.8.A' nın eşdeğeri gösterilmiş ve besleme sınırı yerine imajiner bir besleme kuyusu yerleştirilmiştir. Bu sistemde, sol tarafta gerçek pompaj kuyusu ve sağ tarafta bir imajiner besleme kuyusu olmak üzere iki adet kuyu bulunmaktadır. Bu imajiner kuyu, mevcut akiferi gerçek pompaj debisine eşdeğer bir Q debisi ile beslemektedir. Pompaj kuyusu ve besleme kuyusu bir doğru üzerinde ve sınıra eşit uzaklıkta bulunmaktadır (Şekil 2.8.C). Gerçek kuyunun düşüm eğrisi ile imajiner kuyunun düşüm eğrisini birbirine eklediğimiz takdirde, akiferin kanal ile kesiştiği noktada düşüm sıfır olacaktır (Kruselman and de Ridder, 1990).

Şekil 2.8' deki gibi basınçlı bir akifer üzerinde besleyici bir sınır kenarına yakın açılmış bir kuyu ele alınsın. Sonsuz akifer şartlarında, basınçlı akiferde açılan pompaj kuyusundaki su seviyesini veren (2.12) denklemindeki h_w değeri

$$h_w = H - \frac{Q}{2\pi T} \ln \left(\frac{R}{r_w} \right)$$

şeklindedir. Denklemin sağ tarafındaki H ifadesi $z=R$ noktasındaki sabit su yüksekliğini, ikinci ifade ise kuyudaki Q pompaj debisinin oluşturduğu tesirdir. Hakiki kuyu ve imajiner kuyusunun beraberce çalıştığı düşünülerek, pompaj kuyusunda meydana gelecek yeni su yükeklığı;

$$h_w = \left[H - \frac{Q}{2\pi bk} \ln \left(\frac{R}{r_w} \right) \right] + \frac{Q}{2\pi bk} \ln \left(\frac{R}{2z} \right) \quad (2.36)$$

şeklinde yazılabilir. Buradaki z ifadesi ise hakiki kuyunun merkezinden besleme sınırına olan uzaklıktır. Bu denklem düzenlendiği takdirde,

$$h_w = H - \frac{Q}{2\pi bk} \ln \left(\frac{2z}{r_w} \right) \quad (2.37)$$

bulunur. Elde edilen bu denklem, besleme sınırlı bir basınçlı akiferde Q pompaj debisiyle su alınan kuyuda meydana gelecek su yüksekliğini veren ifade olarak bilinir.

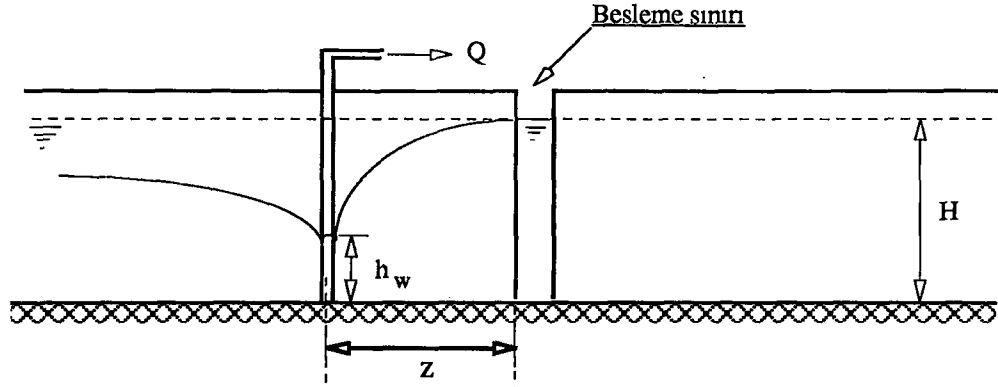
Serbest yüzlü bir akiferde, besleyici bir sınır kenarına açılmış bir kuyudaki su yüksekliğini veren nihai denklem, yukarıdaki gibi hareket edilerek (2.34) denklemini yardımıyla,

$$h_w^2 = H^2 - \frac{Q}{\pi k} \ln \left(\frac{2z}{r_w} \right) \quad (2.38)$$

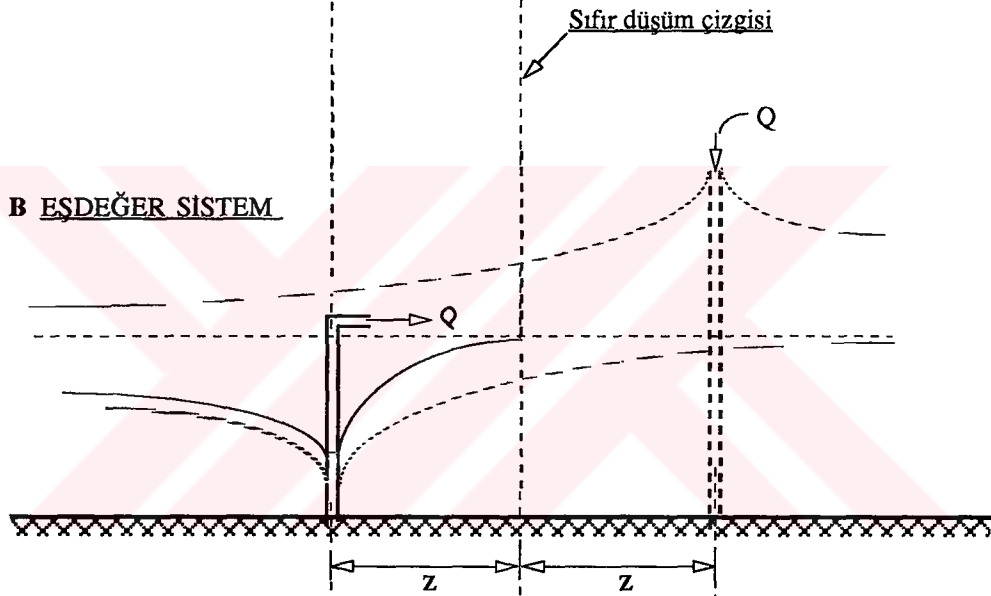
olarak bulunur. Bu ifade yardımıyla, besleyici bir sınıra yakın serbest yüzlü bir akiferde açılmış bulunan bir kuyuda Q pompaj debisinin oluşturacağı su yüksekliği bulunabilir.

Dietz (1943) yapmış olduğu araştırmada, dengeli akım durumunda basınçlı serbest yüzlü ve bir veya birden fazla besleyici sınıra sahip akifer üzerinde açılan bir kuyuya ait düşüm denklemlerinin çıkartılması üzerinde durmuştur. Dietz' in metodunun esası Muskat' ın 1937' de yapmış olduğu çalışmaya dayanmaktadır. Dietz çalışmasında, sınırların tesirlerini ifade etmekte olan Green fonksiyonu diye bir fonksiyon tanımlamaktadır. Bu tanımlanan Green fonksiyonu, sınır şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Dengeli akım durumunda olan ve x_w ve y_w koordinatlarında bulunan bir kuyuya ait genel düşüm formülü ;

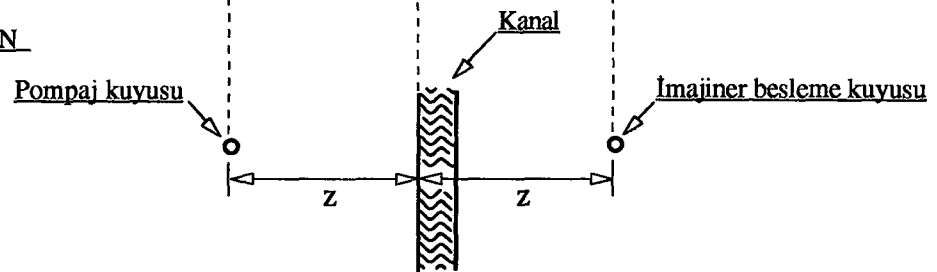
A GERÇEK SINIRLI SİSTEM



B EŞDEĞER SİSTEM



C PLAN



Şekil 2.8. Beslemeli sınır yakınına açılmış bir kuyuda düşüm eğrileri .

$$s_m = \frac{Q}{2\pi kH} G(x,y) \quad (2.39)$$

şeklindedir. Buradaki $G(x,y)$, belirli sınır konfigürasyonları için verilen Green fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

Şekil 2.9A' da görülen ve sadece bir tane doğrusal besleyici sınırı bulunan akifer için x_1 ve y_1 akifer üzerinde düşümün hesaplanacağı noktanın koordinatları olmak üzere Green fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$G(x,y) = \frac{1}{2} \ln \frac{(x_1+x_w)^2 + (y_1-y_w)^2}{(x_1-x_w)^2 + (y_1-y_w)^2} \quad (2.40)$$

Şekil 2.9B' de görülen ve birbirlerine 90° olan iki doğrusal besleyici sınırla çevrilmiş bir akiferde açılan bir kuyu için Green fonksiyonu ise,

$$G(x,y) = \frac{1}{2} \ln \frac{[(x_1-x_w)^2 + (y_1+y_w)^2] [(x_1+x_w)^2 + (y_1-y_w)^2]}{[(x_1-x_w)^2 + (y_1-y_w)^2] [(x_1+x_w)^2 + (y_1+y_w)^2]} \quad (2.41)$$

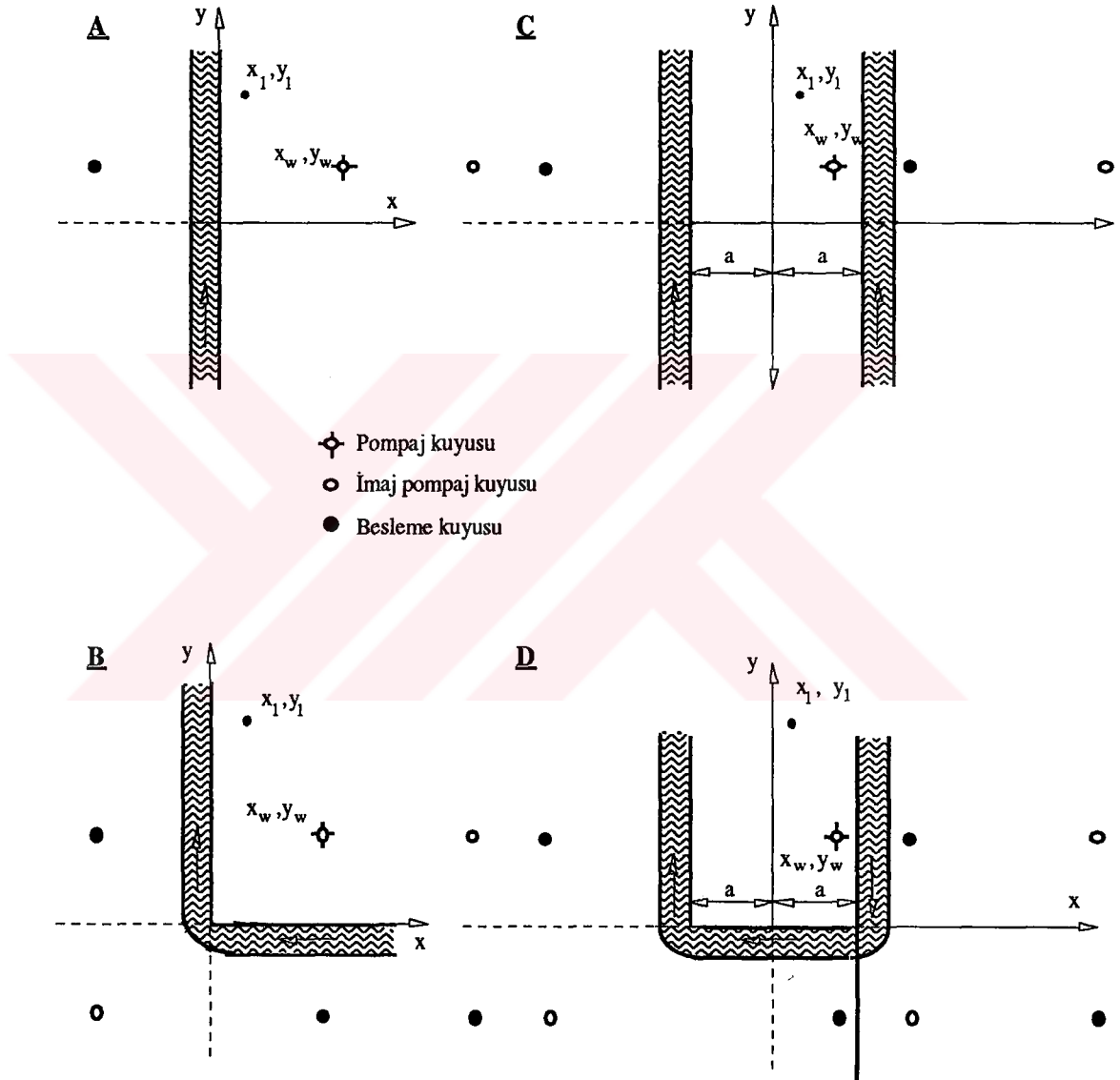
şeklinde olur.

Şekil 2.9C' de gösterilen ve birbirlerine paralel iki doğrusal besleyici sınır arasında herhangi bir noktada açılmış olan kuyu için Green fonksiyonu,

$$G(x,y) = \frac{1}{2} \ln \frac{\cos \frac{\pi(y_1 - y_w)}{2a} + \cos \frac{\pi(x_1 + x_w)}{2a}}{\cos \frac{\pi(y_1 - y_w)}{2a} - \cos \frac{\pi(x_1 - x_w)}{2a}} \quad (2.42)$$

ifadesi ile verilmektedir.

Şekil 2.9D' de görülen ve U şeklindeki bir besleyici sınır hali için verilen Green fonksiyonu ise,



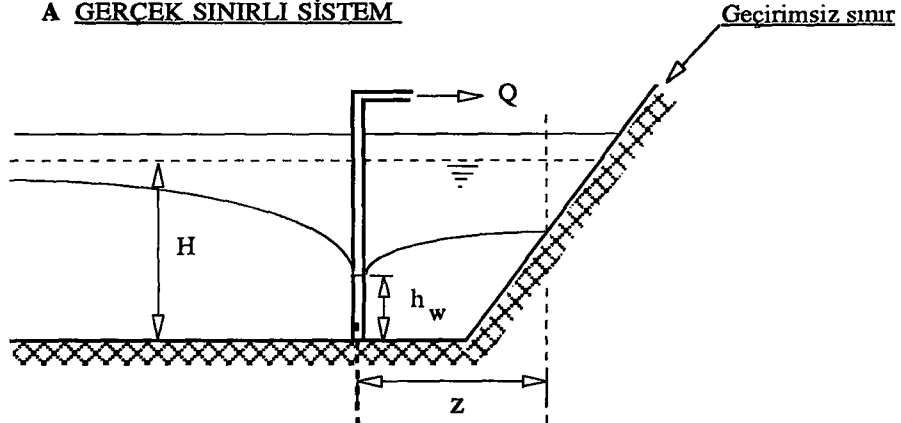
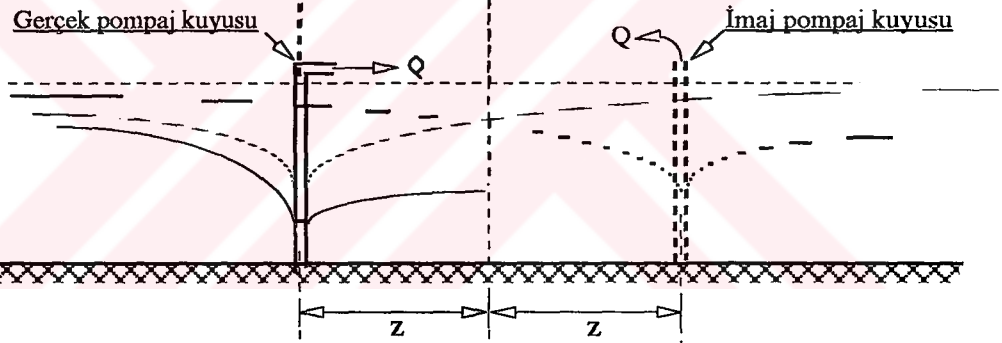
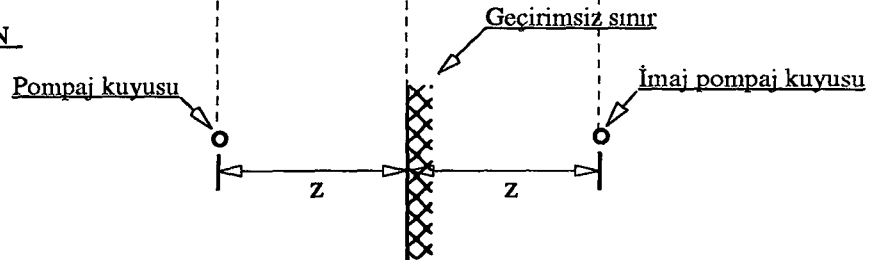
Şekil 2.9. Besleyici sınırlı akiferdeki imaj kuyu sistemleri (Dietz Metodu).

$$G(x,y) = \frac{1}{2} \ln \frac{\left[\cos \frac{\pi(y_1 - y_w)}{2a} + \cos \frac{\pi(x_1 + x_w)}{2a} \right]}{\left[\cos \frac{\pi(y_1 - y_w)}{2a} - \cos \frac{\pi(x_1 - x_w)}{2a} \right]} \times \frac{\left[\cos \frac{\pi(y_1 + y_w)}{2a} + \cos \frac{\pi(x_1 - x_w)}{2a} \right]}{\left[\cos \frac{\pi(y_1 + y_w)}{2a} - \cos \frac{\pi(x_1 + x_w)}{2a} \right]} \quad (2.43)$$

şeklinde verilmiştir (Dietz, 1943).

2.4.2 Geçirimsiz Sınırlı Akifer Yakınına Açılan Tek Kuyu

Şekil 2.10A' da görülen kuyu, arazi üzerinde bulunan bir vadi kenarına yakın açılmıştır. Şekil 2.10B' de ise bu sınırlı akifer sistemi yerine sonsuz akifer haline dönüştürülmüş eşdeğer sistem görülmektedir. Bu imajiner sistem, sol tarafta hakiki pompaj kuyusu ve sağ tarafta imajiner bir kuyu bulunması halinde çalışmaktadır. Buradaki her iki kuyudan da aynı miktarda debinin beraberce çekildiği farzedilmektedir. Burada hakiki pompaj kuyusunda oluşacak nihai düşüm, herbir kuyudan çekilen Q debilerinin oluşturacağı düşümlerin toplamı kadar olacaktır. Geçirimsiz sınır bölgesine herhangi bir akış olmadığından bu bölgedeki su seviyesi düşecektir. Burada dikkat edilmesi gereken diğer husus ise, gerçek pompaj kuyusu ile sınır arasındaki gerçek düşüm konisinin, sınır olmaması durumunda oluşabilecek düşüm konisi eğrisinden daha düz bir hal almasıdır. Sistemin sol tarafında ise bu koni daha dik olarak gözükmemektedir.

A GERÇEK SINIRLI SİSTEM**B EŞDEĞER SİSTEM****C PLAN**

Şekil 2.10. Geçirimsiz bir sınıra yakın açılmış bir kuyuda düşüm eğrileri

Sonsuz akifer şartlarında, basınçlı akiferde açılan pompaj kuyusundaki su seviyesini veren (2.12) denklemindeki h_w değeri,

$$h_w = H - \frac{Q}{2\pi T} \ln \left(\frac{R}{r_w} \right)$$

şeklinde yazılabilir. Bu denklemin sağ tarafındaki H ifadesi $z=R$ noktasındaki sabit su yüksekliğini, sağ taraftaki ikinci ifade ise kuyudaki Q pompaj debisinin oluşturduğu tesirdir. Hakiki ve imajiner kuyuların beraberce çalıştığı düşünülerek, pompaj kuyusunda meydana gelecek yeni su seviyesi,

$$h_w = \left[H - \frac{Q}{2\pi bk} \ln \left(\frac{R}{r_w} \right) \right] - \frac{Q}{2\pi bk} \ln \left(\frac{R}{2z} \right) \quad (2.44)$$

olur. Bu denklem düzenlendiği takdirde,

$$h_w = H - \frac{Q}{2\pi bk} \ln \left(\frac{R^2}{2z r_w} \right) \quad (2.45)$$

halini alır. Burada z hakiki kuyunun merkezinden geçirimsiz sınıra uzaklıktır. Elde edilen bu son denklem, geçirimsiz sınırlı ve basınçlı akiferde Q pompaj debisiyle su alınan kuyuda meydana gelecek su yüksekliğini veren ifade olarak bilinir.

Serbest yüzlü bir akiferde, geçirimsiz bir sınır kenarına açılmış kuyudaki su yüksekliğini veren nihai ifade, (2.34) denklemini yardımıyla,

$$h_w^2 = H^2 - \frac{Q}{\pi k} \ln \left(\frac{R^2}{2z r_w} \right) \quad (2.46)$$

olarak elde edilir. $2z=R$ ise bu bağıntı (2.35)' e dönüşür. Başka bir ifade ile (2.35) (2.46)' nın özel halidir.

BÖLÜM III

KUYULARDAKİ GİRİŞİM İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

3.1 Giriş

Kuyular arasındaki girişim olayı, teorik olarak "Süperpozisyon" yöntemi veya Türkçe tabirle "Üst üste gelme" metodu ile incelenebilir. Serbest ve basınçlı akiferlerde açılan kuyuların alçalma konileri ayrı ayrı biliniyorsa, kuyuların birlikte çalıştırılması halinde girişim olayına bağlı olarak, yeraltı su seviyesinin alacağı yeni şekil, çizimle veya hesaplara belirlenebilir (Freeze and Cherry, 1979).

Bu bölümde, kuyular arasındaki girişim problemi üzerinde günümüze kadar yapılan çalışmalar gözden geçirilmiştir.

3.2 Kuyular Arasındaki Girişim

Sonsuz akifer şartlarında ve dengeli akım durumunda kuyular arasındaki girişimin teorik olarak incelenmesi ilk önce Muskat (1937) tarafından yapılmıştır. Muskat, basınçlı akiferlerde açılan kuyuların girişimi ile ilgili olarak,

$$D_T = H - h_T = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{2\pi kb} \ln \left(\frac{R_i}{r_i} \right) \quad (3.1)$$

genel süperpozisyon denklemini vermiştir. Burada D_T toplam düşüm, h_T ise kuyulardaki toplam yüksekliklerini, Q_i , R_i ve r_i sırasıyla i -ninci kuyunun debisini, tesir yarıçapını ve kuyu yarıçapını gösterir.

Dengeli akım halinde serbest yüzölçümlü akiferler için vermiş olduğu genel girişim denklemi ise, üst üste gelme yönetiminin uygulanması sonunda,

$$H^2 - h_T^2 = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{\pi k} \ln \left(\frac{R_i}{r_i} \right) \quad (3.2)$$

şeklinde ifade edilir (Hantush, 1964). Bu denklemlere toplam düşüm - debi denklemleri adı verilmektedir. Yukarıdaki (3.1) denklemi, genel üst üste gelme denklemi olan,

$$D_T = \sum_{i=1}^n D_i \quad (3.3)$$

eşitliğindeki, kuyu grubundaki bir i-ninci kuyusunun su tabakasının belirli bir noktasındaki düşüm tesiri D_i yerine aşağıdaki

$$D_i = \frac{Q_i}{2\pi kb} \ln \left(\frac{R_i}{r_i} \right) \quad (3.4)$$

değeri yerine konularak elde edilmiştir. Denklem (3.3) de D_T , akiferin herhangi bir noktasındaki kuyu grubundaki kuyulardan ileri gelen düşümlerin toplamını göstermektedir.

Denklem (3.2) ise, serbest yüzlü akifer şartlarında kullanılan yaklaşık bir eşitlik olup, düşümlerin çok küçük olması halinde kullanılabilir. ($D_T \ll 2H$) (Hantush, 1964).

Muskat, serbest yüzlü ve basınçlı akifer durumlarındaki kuyu grupları arasındaki düşümleri, kuyu çaplarının ve çalışma sürelerinin eşit olması halini ve kuyuların planda bazı özel yerleşme durumlarını göz önüne alarak çeşitli çözümler vermiştir. Bunlar aralarındaki mesafe w olan iki kuyu hali için, eşkenar bir üçgenin köşelerine yerleştirilmiş üç kuyu hali için, bir doğru üzerine eşit aralıklarla açılmış üç kuyu hali için, karenin dört köşesine açılmış dört kuyu hali ve yine karenin dört köşesine ve bir de ortasına açılmış beş kuyu haline ait girişim denklemleridir (Muskat, 1937).

a- Serbest yüzlü akiferlerde açılan kuyu grupları:

1 . Aralarında w mesafesi olan ve girişim yapan iki kuyu için pompaj debisi;

$$Q_1 = Q_2 = \frac{\pi k (H^2 - h_T^2)}{\ln \left(\frac{R^2}{r_w w} \right)} \quad (3.5)$$

2 . Bir doğru üzerinde aralarında w mesafesi olan üç kuyu hali için ;

- Sağ ve sol kenardaki kuyulara ait debi formülleri;

$$Q_1 = Q_3 = \frac{\pi k (H^2 - h_T^2) \ln (w/r_w)}{2 \ln (R/w) \ln (w/r_w) + \ln (w/2r_w) \ln (R/r_w)} \quad (3.6)$$

- Ortadaki kuyuya ait debi formülü;

$$Q_2 = \frac{\pi k (H^2 - h_T^2) \ln (w/2r_w)}{2 \ln (w/r_w) \ln (R/w) + \ln (w/2r_w) \ln (R/r_w)} \quad (3.7)$$

3 . Eşkenar üçgenin köşelerine açılan ve kuyular arası w mesafesi olan üç kuyu hali için pompaj debisi ;

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \frac{\pi k (H^2 - h_T^2)}{\ln \left(\frac{R^3}{r_w w^2} \right)} \quad (3.8)$$

4 . Bir karenin dört köşesine yerleştirilen dört kuyu halindeki debi ;



$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = \frac{\pi k (H^2 - h_T^2)}{\text{Ln} \left(\frac{R^4}{r_w w^3 \sqrt{2}} \right)} \quad (3.9)$$

5. Bir karenin dört köşesine yerleştirilen dört kuyu ve ortada bir kuyu halinde ;

- Köşelerdeki kuyulara ait debi formülü;

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = \frac{\pi k (H^2 - h_T^2) \text{Log} (w/\sqrt{2} r_w)}{2.3 \left(4 \text{Log} \sqrt{2} \frac{R}{w} \text{Log} \frac{w}{\sqrt{2} r_w} + \text{Log} \frac{R}{r_w} \text{Log} \frac{w}{4\sqrt{2} r_w} \right)} \quad (3.10)$$

- Merkezdeki kuyuya ait debi formülü;

$$Q_5 = \frac{\pi k (H^2 - h_T^2) \text{Log} \frac{w}{4\sqrt{2} r_w}}{2.3 \left(4 \text{Log} \sqrt{2} \frac{R}{w} \text{Log} \frac{w}{\sqrt{2} r_w} + \text{Log} \frac{R}{w} \text{Log} \frac{w}{4\sqrt{2} r_w} \right)} \quad (3.11)$$

şeklinde verilmiştir(Muskat, 1937).

b- Basıncılı akiferlerde açılan kuyu grupları :

Bu gruba ait pompaj debilerini veren ifadelerini elde etmek için yukarıdaki serbest yüzölçümlü akiferlere ait formüllerdeki (H^2) yerine $(2bH)$ ve (h_T^2) yerine $(2bh_T)$ yazmak yeterli olacaktır (Muskat, 1937).

Babbitt and Caldwell, (1948) Illinois Üniversitesi hidrolik laboratuvarında yapmış oldukları çalışmada, Muskat' ın yukarıda serbest yüzölçümlü akifer ve sonsuz akifer şartları için vermiş olduğu formüllerin gerçeğe uygun olup olmadığı üzerinde durmuşlardır. Laboratuvarında yapmış oldukları bu model çalışmasında, boyutları yaklaşık 4.0x4.0 m olan bir kum sandığı kullanmışlardır. Bu kum

sandığı içerisine her birinin yarı çapı yaklaşık 13 mm olan 5 adet kuyu yerleştirilmiştir. Beş kuyudan bir tanesi kum sandığın tam ortasına yerleştirilmiş, diğerleri ise bu kuyunun etrafına ve yaklaşık 61 cm' lik eşit aralıklarla yerleştirilmiştir. Sandık içerisindeki kumun yüksekliği ise yaklaşık 33 cm olarak belirlenmiştir. Kum sandık içerisindeki su seviyesinin sabit kalmasını sağlayan su girişleri ve çıkışları inşa edilmiştir. Kum sandık içerisindeki su seviyesi deneyler süresince sabit ve kum üst seviyesinin $1/4$ aşağısında tutulmuştur.

Bu çalışmada, kuyuların sınırlardan etkilenmelerini önlemek amacıyla kuyular merkeze oldukça yakın açılmışlardır. Dolayısıyla R etki yarıçapı değeri yaklaşık 200 cm civarında seçilmiştir. Model oluşturulduktan sonra deneyler kısmına geçilmiş ve modelin merkezindeki kuyuya göre kum malzemenin permeabilite katsayısı belirlenmiş ve bu katsayı bütün deneylerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Daha sonra kuyuların birbirleriyle debi-düşüm yönünden benzer oldukları, çizilen grafik yardımıyla tesbit edilmiştir.

Model üzerine yerleştirilen kumun permeabilitesinin ve kuyuların birbirleriyle benzerliklerinin tesbitinden sonra girişim deneylerine başlanmıştır. Girişim deneyleri, ikili kuyu gurupları ve daha sonra da sırasıyla üçlü, dörtlü ve beşli kuyu gurupları için tekrarlanmıştır.

Girişim deneyleri sırasında yüksek düşümlere müsaade edilmiş ve belirlenen düşüm değerleri , Muskat' ın serbest yüzlü akifer ve dengeli akım şartları için vermiş olduğu formüllerle karşılaştırılmıştır. Burada dikkati çeken nokta, Muskat' ın vermiş olduğu girişim denklemlerinin küçük düşümler için geçerli olduğu söylenmesine rağmen, bu iki araştırmacı yapmış olduğu deney çalışmasında Muskat'a ait bu yaklaşık denklemleri büyük düşümler için de kullanmış olmasıdır.

Yapılan girişim deneyleri esnasında, kuyulardaki düşüm değerleri eşitleninceye kadar beklenilmiş ve herbir kuyudaki düşüm eşit ve sabit olduktan sonra herbir kuyuya ait debi değerleri ölçülmüştür. Dolayısıyla kuyulardaki düşüm seviyeleri sabit ancak debi değerleri değişken olarak ortaya çıkmıştır. Bu şekilde en az 5 kademe şeklinde deneylere devam edilmiş ve herbir kademedeki sabit düşümler için debi değerleri okunmuştur.

Girişim deneyleri tamamlandıktan sonra, deneysel olarak bulunan sonuçların Muskat formülleriyle karşılaştırılması işlemine başlanmıştır. Muskat formüllerinde ölçülen düşüme karşılık gelen debi değerleri herbir kuyu için ayrı ayrı hesaplanmış ve gözlenen debi değerleriyle karşılaştırılmıştır. Daha sonra ise hesaplanan debi değerleri ile gözlenen debi değerleri arasındaki farklar yardımıyla formüllerin deneysel sonuçlara ne derece uyduğu belirlenmiştir. Burada tesbit edilen maksimum hata, %15 ve minimum hata ise %0 olarak belirlenmiştir. Hata limiti ise % 12 seçilmiştir. Ortalama hatanın %8 civarında olması mühendislik hesaplarında kabul edilebilir sınırlar içinde kalmaktadır.

Netice olarak, deneysel çalışmalarla elde edilen sonuçların, Muskat formüllerine uygun olduğu tesbit edilmiş ve Muskat' a ait yukarıda verilen denklemlerin dengeli akım şartlarında serbest yüzlü akiferlere uygulanabilirliği tesbit edilmiştir.

Hantush ve Jacob, (1960) yapmış oldukları çalışmada, beslemeli sınırlı ve geçirimsiz sınırlı dairesel bir ada şeklindeki akifer üzerinde açılan eksantrik kuyular üzerinde durmuşlardır. Bu çalışmada dairesel adanın merkezinden değişik uzaklıktaki (δ) kuyulara ait yeni denklemlerin çıkarılması yapılmıştır. Burada dengeli akım şartlarında ve sonsuz akiferler için Muskat' ın (1937)' de vermiş olduğu tek kuyu düşüm denklemlerini eksantrik konumunda bulunan sınırlı akifer şartlarına uygulanması çalışması yapılmıştır. Araştırmacılar yapmış oldukları bu çalışmada dengeli akım durumunda beslemeli sınırlı dairesel bir akifer üzerine açılmış bulunan ve merkezden eksantrik konumda bulunan kuyulardaki düşüm denklemini aşağıdaki gibi vermiştir.

$$s_w = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{[r_e^2 - (\delta \pm r_w)\delta]}{r_w r_e} \quad (3.12)$$

Bu denklemde şayet r_w değeri δ ' ya nazaran çok küçük ise ihmal edilebilir bu durumda ise yeni denklem;

$$s_w = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{[r_e^2 - \delta^2]}{r_w r_e} \quad (3.13)$$

halini alır.

Kashef, (1970) yapmış olduğu çalışmada, dengeli akım durumunda serbest yüzlü akiferlerdeki girişim konusu üzerinde durmuştur. Bu çalışmada araştırmacı, belirli hidrolik kuvvetler arasındaki ilişkilere dayanarak, serbest yüzlü bir akiferde açılan tek bir kuyuyu dengeli akım durumunda incelemiştir. Bu çalışmada ayrıca yazar, tek bir kuyu veya kuyu gurupları için geleneksel olarak kullanılan ve Dupuit-Forchheimer varsayımı olarak bilinen kabullerin elimine edildiğini iddia etmektedir. Ayrıca bu varsayımlar yerine aşağıdaki iki esas ileri sürmektedir. Bunlar,

1. Akım bölgesi içerisinde herhangi bir düşey kesit boyunca hidrolik yük dağılım parabolünün varlığı ve,

2. Çevresel hızların ihmal edilebileceği varsayımlarıdır.

Sharma, (1972) yapmış olduğu teorik çalışmada, basınçlı akiferlerde açılan kısmi penetrasyonlu kuyuların girişimi konusu üzerinde durmuştur. Dairesel ada şeklindeki bir basınçlı akiferde açılmış küçük guruplar halinde ve değişik konfigürasyonlardaki, kısmi penetrasyonlu kuyulara ait denklemlerin elde edilmesi üzerinde çalışmıştır. Kısmi penetrasyonlu kuyu gurupları için vermiş olduğu girişim denklemlerinden elde edilen sonuçları, tam penetrasyonlu hal için daha önce Muskat tarafından bulunan değerlerle karşılaştırmıştır. Ayrıca analitik olarak elde ettiği sonuçları, üç boyutlu sürekli elektriksel analog metodla elde edilen deneysel sonuçlara test etmiştir.

Babu and Narasimha, (1973) yapmış oldukları araştırmada, serbest yüzlü bir akifer ve besleyici bir sınır yakınına açılmış kuyu guruplarındaki zamandan bağımsız düşümlerin hesaplanması ile ilgili bir metod geliştirmişlerdir. Geliştirilen matematiksel tekniğin çok geniş bir kullanım alanı olduğu ve diğer akifer tipleri ve sınır şartlarına da uygulanabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca bu araştırmada girişim katsayısından da bahsedilmektedir. Sonuç olarak, bu araştırma yeraltı suyu işlemlerinin planlanması ve tasarımı oldukça kullanışlı olduğu savunulmaktadır.

Kaul and Michail, (1973) yapmış oldukları bilimsel çalışmada, birden fazla sığ borulu kuyuların hidroliği üzerinde durmuşlardır. Hindistan' ın New Delhi şehrinde bulunan özel seçilmiş bir arazi üzerinde açılan birden fazla sığ borulu kuyu üzerinde yapılan pompa testleri yardımıyla bu tip kuyuların hidroliği hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bunun için arazi üzerinde açılan ve aralarındaki mesafe 20 m olan eşkenar üçgenin köşelerine üç adet kuyu açılmıştır. Kuyuların herbiri 18 m derinliğinde ve 10 cm çapında açılmışlardır. Daha sonra bu eşkenar üçgenin kenar ortaylarının kesiştiği noktaya bir pompa yerleştirilmiş ve açılan üç kuyunun pompaya bağlantısı sağlanmıştır. Sırasıyla herbir kuyunun, ikili kuyu guruplarının ve üçlü kuyu guruplarının pompa testleri, su tablasının alacağı profili belirlemek için yapılmıştır. Akiferdeki düşüm miktarını gözlemleyebilmek için, bir seri gözlem kuyusu yerleştirilmiştir. Pompa testlerinden alınan sonuçlar, akifer parametrelerinin bulunmasında, kuyular arasındaki girişim tesirinin hesaplanmasında ve kuyu bölgesindeki zaman-debi, zaman-düşüm ve mesafe-düşüm ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Akifer parametreleri olarak bilinen permeabilite, iletkenlik ve depolama katsayıları, Theim, Jacob, Theis ve Chow metodları kullanılarak tesbit edilmiştir. Değişik kuyulardan elde edilen mesafe-düşüm ilişkisi göstermektedir ki, 8 m ye kadar olan uzaklıkta düşüm eğrileri dik olarak ortaya çıkmış ancak bu mesafeden sonra eğim düzleşmeye başlamıştır. 16 m'lik mesafeden sonra ise dikkate değer bir düşüm gözlenememiştir. Sonuç olarak arazi üzerinde açılacak olan sığ borulu kuyular arası mesafenin en az 16 m olması tavsiye edilmektedir. Ayrıca, Jacob ve Theim metodları ile belirlenen kuyuda bulunan iletkenlik ve depolama katsayıları arasında farklılıklar göze çarpmaktadır. Permeabilite değeri ise, genellikle debi değerinin artırılmasıyla yükselen bir değer aldığı tesbit edilmiştir.

Harp and Laguros (1975) yapmış oldukları araştırmada, herhangi bir akifer üzerine açılmış bir kuyuya tesir eden komşu kuyu guruplarının girişim tesirlerinin belirlenmesi için yeni bir metod önermektedir. Geliştirilen bu metod, özellikle azalan akiferlerle alakalıdır. Bu araştırmada geliştirilen metod sayesinde, herhangi bir arazi sahibinin kendi arazisinde açmış olduğu bir kuyuya, arazi etrafında bulunan diğer komşu arazilerde açılmış birden fazla kuyunun yakınlık derecelerine göre tesirlerinin yüzde olarak ifade edilebileceği tezi savunulmuş ve bu tez nümerik ve pratik örneklerle açıklanmıştır.

Sharma and Chauhan, (1981) kuyular arasındaki girişim konusunda Darcy akım şartlarına uygun olmayan ve dengeli akım haline ait bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada, Darcy akımının geçerli olmadığı akım şartlarında çeşitli konfigürasyonlarda bulunan kuyu gruplarının birbirlerine tesirlerinin hesaplanması için geçerli olan matematiksel ifadeler elde edilmiştir. Bunlar, aralarında d mesafesi olan iki kuyu, bir doğru üzerine yerleştirilmiş üç kuyu, eşkenar üçgenin köşelerine yerleştirilmiş üç kuyu, karenin köşelerine açılmış dört kuyu, ve bir dairenin kenarlarına açılmış birden fazla kuyu hallerine ait düşüm ve debi formülleridir.

Özyol, (1981 ve 1982), kuyular arasındaki girişim konusunda yapmış olduğu teorik çalışmalarda, dengeli ve dengesiz akım şartlarında, basınçlı veya serbest yüzü akiferlerde açılan birden fazla kuyunun girişim problemi üzerinde durmuştur. Muskat'dan farklı olarak, farklı debi, düşüm ve kuyu yarıçaplarına sahip birden fazla kuyunun arazide rastgele açılması haline ait girişim denklem takımlarını vermiştir. Burada, sonsuz akifer şartları için verilen bu denklem takımları üzerinde durulacaktır.

Özyol, araştırmasında, üst üste gelme prensibini kuyular için uygulayarak kuyular arasındaki girişim için diğer araştırmacılardan farklı olarak çift indis kullanmış ve genel süperpozisyon denklemini aşağıdaki gibi vermiştir. Dengeli ve dengesiz akım şartlarında geçerli olan ve basınçlı akiferler için i -ninci kuyudaki toplam düşüm D_{Ti} , j kuyusunun i kuyusunda yaptığı düşümler, D_{ij} cinsinden :

$$D_{Ti} = \sum_{j=1}^n D_{ij} \quad (i=1, \dots, n) \quad (3.14)$$

şeklinde yazılabilir. Serbest yüzü akiferler için ise bu denklem,

$$H^2 - h_{Ti}^2 = \sum_{j=1}^n (H^2 - h_{ij}^2) \quad (i=1, \dots, n) \quad (3.15)$$

halini alır. Burada,

$$h_{Ti} = H - D_{Ti} \quad , [L],$$

$$h_{ij} = H - D_{ij} \quad , [L].$$

dir.

(3.14) denklemi gerçek süperpozisyon kuralını ve (3.15) eşitliği ise yaklaşık süperpozisyon denklemini ifade etmektedir. (3.15) denklemi küçük düşümler için de geçerlidir.

Denklem (3.15)' daki ifade (2.33) denkleminden yararlanarak aşağıdaki gibi açık bir şekilde yazıldığı takdirde;

$$(H^2 - h_{ij}^2) = \frac{\text{Ln} (R_j / r_{ij})}{\pi k} Q_j \quad (3.16)$$

şeklini alır. Bu denklem, dengeli akım durumundaki Dupuit denklemi olarak bilinmektedir. Burada,

Q_j , j' ninci kuyunun debisini, R_j , j' ninci kuyunun tesir yarıçapını ve r_{ij} , i' ninci kuyu ile j' ninci kuyu arasındaki mesafeyi gösterir.

Eğer (3.16) eşitliğinin sağ tarafındaki birinci çarpan β_{ij} ile gösterilirse;

$$(H^2 - h_{ij}^2) = \beta_{ij} Q_j \quad (3.17)$$

olur. Burada tanım olarak,

$$\beta_{ij} = \frac{\text{Ln} (R_j / r_{ij})}{\pi k} \quad (3.18)$$

dir. Buradan (3.15) denklemine geçildiği takdirde,

$$H^2 - h_{Ti}^2 = \sum_{j=1}^n (\beta_{ij} Q_j) \quad (i=1, \dots, n) \quad (3.19)$$

ifadesi elde edilmiş olur. Bu ifade daha açık bir şekilde yazılırsa ;

$$H^2 - h_{T1}^2 = \beta_{11} Q_1 + \beta_{12} Q_2 + \dots + \beta_{1n} Q_n$$

$$H^2 - h_{T2}^2 = \beta_{21} Q_1 + \beta_{22} Q_2 + \dots + \beta_{2n} Q_n$$

.....

$$H^2 - h_{Tn}^2 = \beta_{n1} Q_1 + \beta_{n2} Q_2 + \dots + \beta_{nn} Q_n \quad (3.20)$$

denklem takımı elde edilir. Bu denklem takımı, çok küçük düşümler için ($D_T \ll 2H$) geçerli olan dengeli akım durumundaki kuyulara ait genel yaklaşık girişim denklem takımı olarak bilinmektedir. Ayrıca (3.20) denklem sistemi yardımıyla, Muskat' ın çeşitli kuyu konfigürasyonları için vermiş olduğu denklemler de elde edilebilir.

Özyol (1981), tarafından önerilmiş olan denklemlerde, yukarıdaki yaklaşık denklem takımları yardımıyla artezyen akiferler için kullanılan tam süperpozisyon kuralı uygulanarak serbest yüzlü akiferler için tam girişim denklem takımları elde edilmiştir. Ayrıca (3.17) denklemini yardımıyla ,

$$h_{ij} = \sqrt{H^2 - \beta_{ij} Q_j} \quad (3.21)$$

bulunur. Diğer taraftan ,

$$D_{ij} = H - h_{ij} \quad (3.22)$$

şeklinde yazılabilir. (3.21) ve (3.22) denklemleri yardımıyla da

$$D_{ij} = H - \sqrt{H^2 - \beta_{ij} Q_j}$$

veya kısaca

$$D_{ij} = f(\beta_{ij} Q_j) \quad (3.23)$$

bağıntısı daha sonra da (3.14) denkleminde yerine yazıldığı takdirde,

$$D_{Ti} = \sum_{j=1}^n f(\beta_{ij} Q_j) \quad (i=1, \dots, n) \quad (3.24)$$

bulunur. Bu ifade daha açık yazılacak olursa;

$$\begin{aligned} D_{T1} &= f(\beta_{11} Q_1) + f(\beta_{12} Q_2) + \dots + f(\beta_{1n} Q_n) \\ D_{T2} &= f(\beta_{21} Q_1) + f(\beta_{22} Q_2) + \dots + f(\beta_{2n} Q_n) \\ &\dots\dots\dots \\ D_{Tn} &= f(\beta_{n1} Q_1) + f(\beta_{n2} Q_2) + \dots + f(\beta_{nn} Q_n) \end{aligned} \quad (3.25)$$

denklem takımı elde edilmiş olur. Yukarıdaki (3.25) ifadesi, dengeli akım durumunda serbest yüzölçü akiferlerde açılan kuyular için, tam süperpozisyon kuralına göre elde edilmiş denklem takımıdır.

Lerner (1989) yapmış olduğu bilimsel çalışmada bölgesel yeraltı suyu modelleri yardımıyla, arazi üzerine açılmış bulunan tek veya birden fazla kuyudaki su seviyelerinin tahmini üzerinde durmuştur.

Chachadi and Paleksar (1991) Hindistanda yapmış oldukları çalışmada, arazi üzerine açılmış ve geniş çaplı kuyularda sabit debi çekilmesi durumunda, kuyuların birbirlerine tesirleri üzerinde durmuştur.

Özyol ve Birpınar (1993) yapmış oldukları çalışmada, dengeli akım durumunda basınçlı akiferlerde rastgele açılan kuyu grupları için genel girişim denklemini vermişlerdir. Bu denklem



$$D_{Ti} = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} Q_j \quad (i=1, \dots, n) \quad (3.26)$$

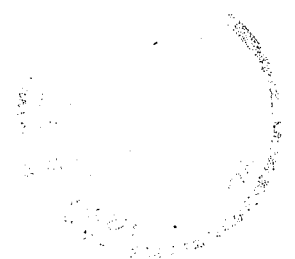
şeklindedir. Daha da açık yazılacak olursa,

$$\begin{aligned} D_{T1} &= \alpha_{11} Q_1 + \alpha_{12} Q_2 + \dots + \alpha_{1n} Q_n \\ D_{T2} &= \alpha_{21} Q_1 + \alpha_{22} Q_2 + \dots + \alpha_{2n} Q_n \\ &\dots\dots\dots \\ D_{Tn} &= \alpha_{n1} Q_1 + \alpha_{n2} Q_2 + \dots + \alpha_{nn} Q_n \end{aligned} \quad (3.27)$$

denklem takımı elde edilmiş olur. Buradaki α_{ij} ler ,

$$\alpha_{ij} = \frac{\ln(R_j / r_{ij})}{2\pi k b} \quad (3.28)$$

şeklindedir.



BÖLÜM IV

FİZİKSEL MODEL ÇALIŞMASI

4.1 Giriş

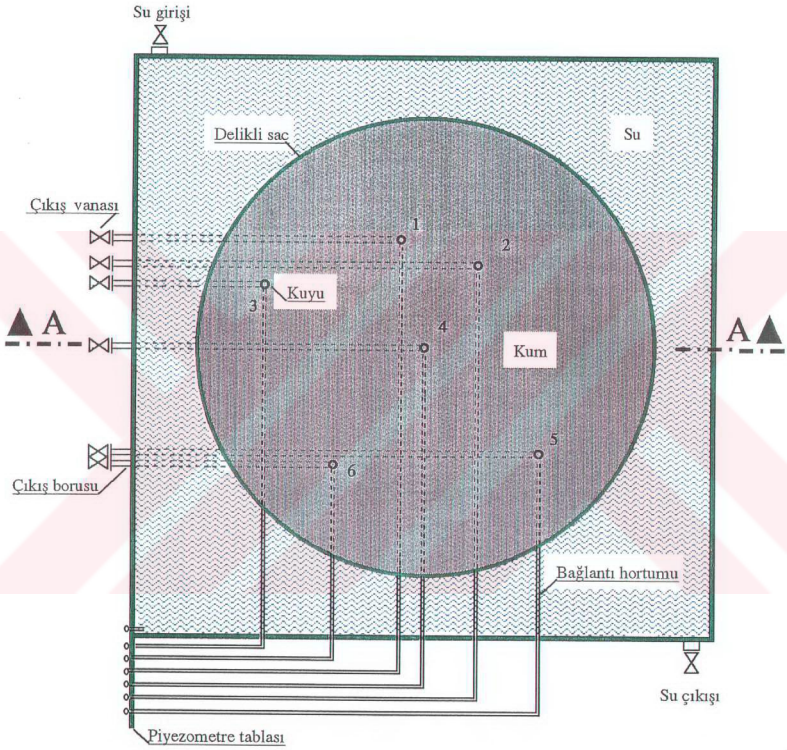
Dengeli akım durumunda, serbest yüzlü akiferlerde açılan kuyular arasındaki girişim ile ilgili çalışmaların laboratuvar şartlarında incelenmesi ve matematiksel model ile karşılaştırabilmesi için fiziksel model çalışmaları yapılmıştır. Matematiksel model sonuçlarının fiziksel model deneyleri ile tahkiki ve matematiksel modellerin gerçeğe uygunluk derecelerinin belirlenmesi bu sayede mümkün olmaktadır (Crider and Sill, 1989).

Bu bölümde modelin kurulması, ölçme teknikleri, yapılan deneyler ve deney sonuçları üzerinde durulacaktır.

4.2 Fiziksel Model İnşası

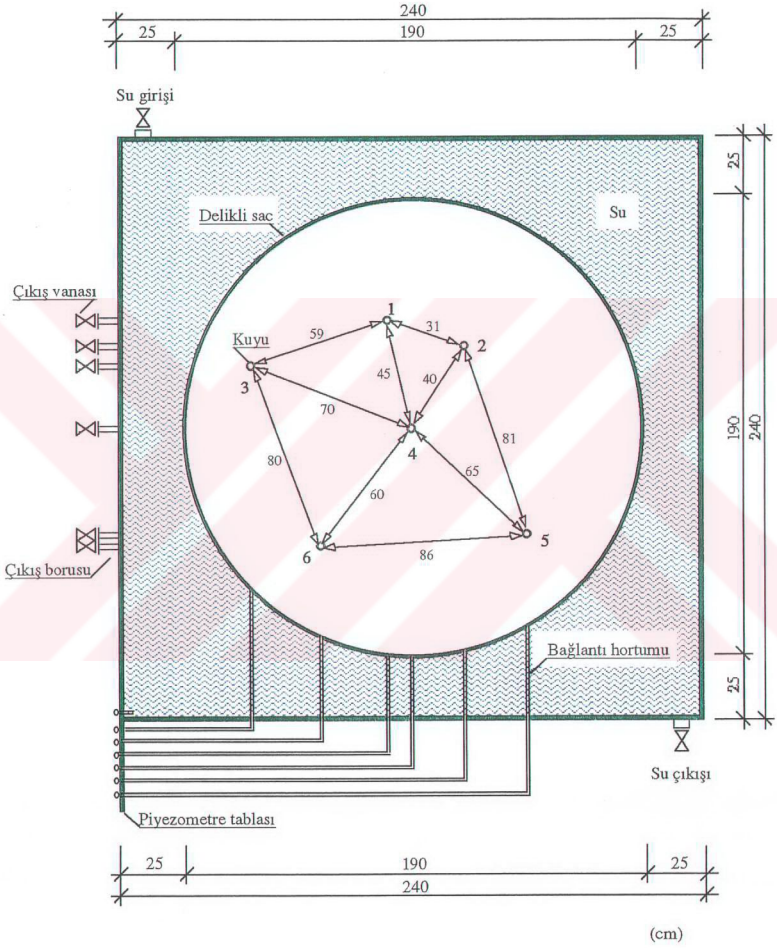
Dengeli akım durumunda serbest yüzlü akiferlerde açılan kuyuların girişimlerinin hesaplanması için, Yıldız Teknik Üniversitesi Hidrolik Anabilim Dalı laboratuvarında fiziksel model inşaa edilmiştir.

Model, laboratuvarın yer ve su imkanları göz önüne alınarak boyutlandırılmıştır. Deney tesisi için taban boyutları 240x240 cm ve yüksekliği 120 cm olan bir hazne inşa edilmiştir (Şekil 4.1a, b). Hazneyi, laboratuvar tabanından 40 cm yükseklikte teşkil edilen sekiz adet profil ayak taşımaktadır (Şekil 4.2). Ayaklar üzerinde bulunan haznenin kenarlarını ve tabanını teşkil eden sac tabakaların et kalınlığı 3 mm olarak seçilmiştir. Haznenin içerisine, kenarlardan 25 cm uzaklıkta olmak üzere, 100 cm yüksekliğinde ve 2 mm et kalınlığında daire şekline getirilmiş delikli sac yerleştirilmiştir. Bu delikli sac hazne tabanına kaynakla tutturulmuştur. Ayrıca haznenin iç yan yüzeylerine de 25 cm'lik profillerle çeşitli noktalardan sabitlenmiştir. Delikli sacın üzerinde bulunan deliklerin çapları eşit ve 2 mm dir. Daha sonra, aynı delikli sac malzemeden



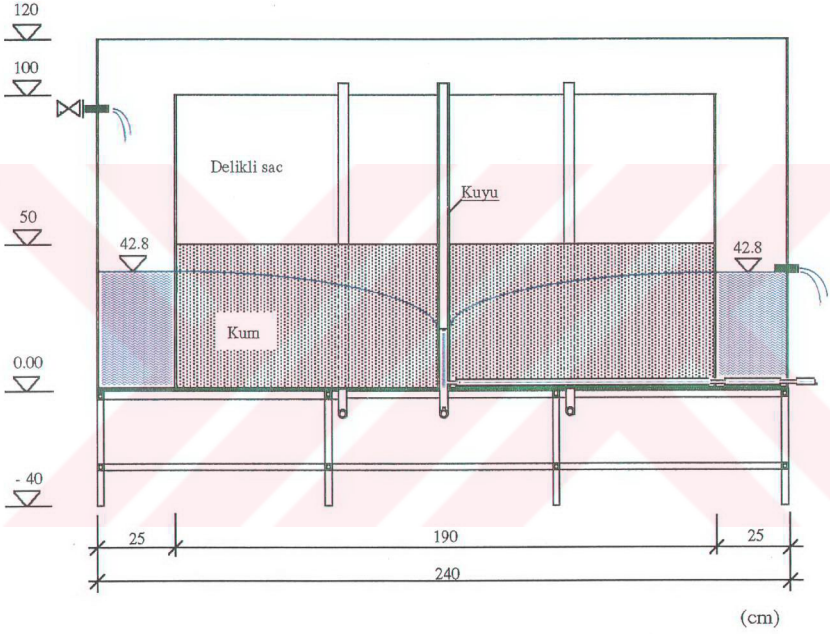
Şekil 4.1a. Fiziksel model planı





Şekil 4.1b. Fiziksel modelin boyutlu planı





Şekil 4.2. Fiziksel modelin A-A kesiti

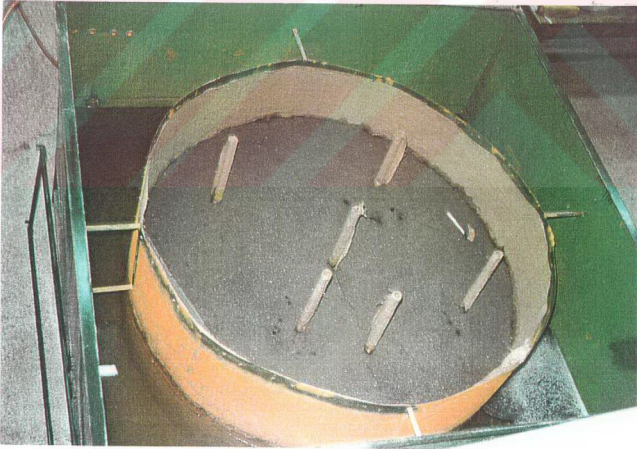
bükülerek inşaa edilen 3.5 cm çapında ve 100 cm yüksekliğinde 6 adet kuyu modeli dairesel adanın önceden belirlenen noktalarına kaynakla tutturulmuştur (Şekil 4.3). Bu kuyu modelleri için, tabanına yakın bir noktada piyezometre tablasına giden hortumların gireceği küçük çıkış boruları konmuştur. Ayrıca hazne üzerinde sisteme su girişini ve çıkışını sağlayan vana ve dolu savak yerleri yapılarak sisteme sürekli gelen suyun bu vana ve dolu savakla kontrolü sağlanmıştır. Kuyulardaki su seviyesini ölçmeye yarayan piyezometre tüpleri ve bunlara ait bağlantı hortumları yerleştirilmiştir. Bağlantı yerleri sızdırmazlığı, kelepçelerle sağlanmıştır (Şekil 4.4).

Herbir kuyudan alınacak debinin belirlenmesi için, kuyu modellerinin dip kısımlarından ölçüm noktasına kadar çıkış boruları inşa edilmiştir. Bu boruların çıkış noktasına, ölçümlerde debi değişkenliğini sağlayacak olan küresel vanalar monte edilmiştir. Kullanılacak altı adet çıkış vanasının alt kısmına fazla suyun uzaklaştırılması için bir tahliye kabı yapılmıştır (Şekil 4.5).

Haznenin içerisinde bulunan dairesel ada şeklindeki delikli sacın iç kısmına ve kuyu modellerinin dış kısmına, filtre vazifesi görecek, plastik malzemeden üretilmiş kılıflar yerleştirilmiştir. Dairesel adanın kenarları boyunca yerleştirilen kılıfın amacı, dairesel ada içerisine konulacak olan kum malzemesinin dışarıya çıkmasını önlemek ve dış bölgede bulunan suyun içeriye düzenli girmesini sağlamaktır. Kuyu modellerinin dış yüzeyine sarılan kılıfların amacı ise, kum malzemenin kuyu içerisine girmesine engel olmak ve suyun kuyu içerisine düzenli olarak girmesini temin etmektir.

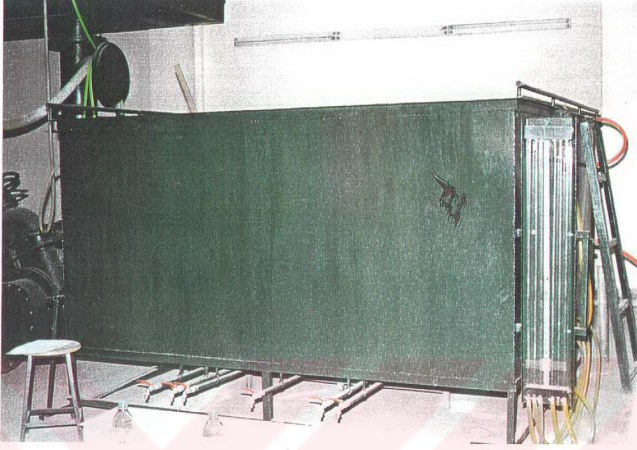
Bu işlemler tamamlandıktan sonra, dairesel adanın iç kısmına kum malzemenin yerleştirilmesi işlemine başlanmıştır. Tabiattaki normal akifer şartlarını mümkün olduğunca laboratuvarında oluşturmak amacı ile, ortalama dane çapı 1 mm olan kum malzeme seçilmiştir. Kum malzeme dairesel adanın iç kısmına 10 cm'lik katmanlar halinde sıkıştırılarak yerleştirilmiş ve bu işleme 50 cm yüksekliğe kadar devam edilmiştir.

Dairesel ada deneyleri yapıldıktan sonra, geçirimsiz düşey sınırlı duruma ait deneylerin yapılabilmesi için, fiziksel model üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Bunun için, dairesel ada içerisine, 1 no'lu kuyudan 55 cm, 2 no'lu



Şekil 4.3. Fiziksel modelin (a) genel, (b) kuşbakışı görünüşü





Şekil 4.4. Kuyulara ait piyezometre tüpleri ve kuyu çıkış vanaları



Şekil 4.5. Fiziksel modeldeki kuyuların debilerinin ölçülmesi

kuyudan 36 cm , 3 no' lu kuyudan 112 cm , 4 no' lu kuyudan 71 cm , 5 no' lu kuyudan 40 cm ve 6 no' lu kuyudan 123 cm dik uzaklıkta olmak üzere 120x50 cm boyutlarında saç malzemeden imal edilmiş düşey bir levha yerleştirilmiştir (Şekil 4.6). Levha haznenin tabanına monte edilmiş ve dışarıdan akifere suyun girişi önlenerek geçirimsiz düşey bir sınır oluşturulmuştur (Şekil 4.7 ve 4.8).

4.3 Yapılan Deneyler

Fiziksel model üzerinde yapılan deneysel çalışmaları iki ana grupta toplamak mümkündür. Bunlar;

- Tam dairesel ada durumunda yapılan deneysel çalışmalar
- Dairesel ada üzerine yerleştirilen düşey geçirimsiz bir tabakanın bulunması durumunda yapılan deneysel çalışmalar

Her iki grupta yapılan deneysel çalışmalarda (Şekil 4.10)'daki model akış şeması kullanılmıştır.

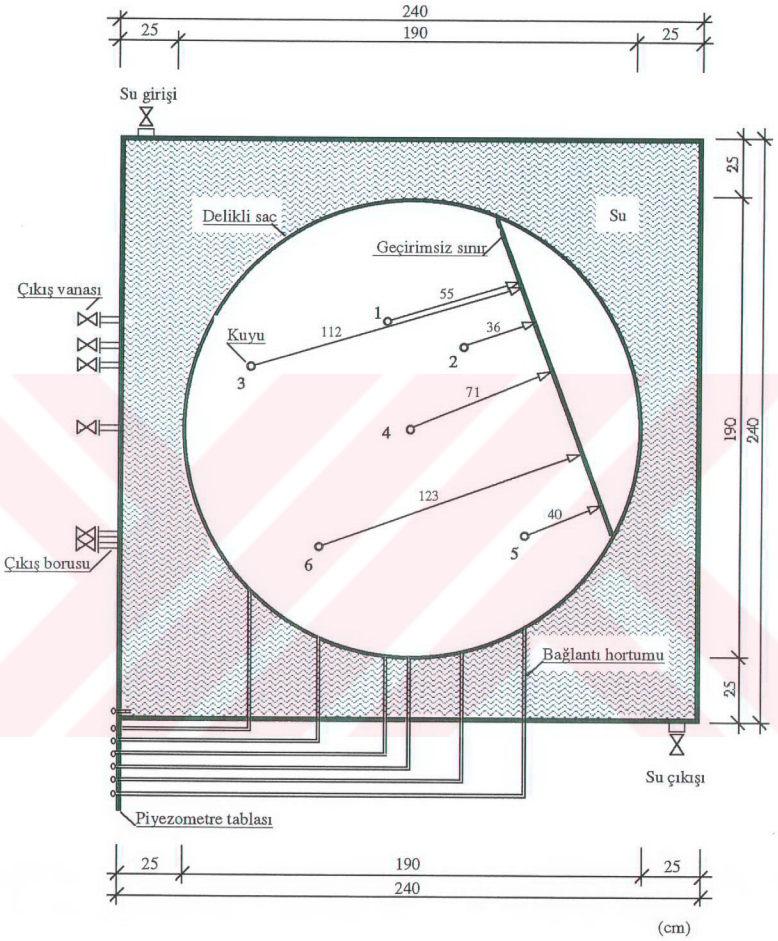
4.3.1 Tam Dairesel Ada Durumunda Yapılan Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada, fiziksel model üzerinde bulunan kuyulara ait, tekli, ikili , üçlü, dörtlü, beşli ve altılı kuyu grupları için yapılan deneyler yer almaktadır.

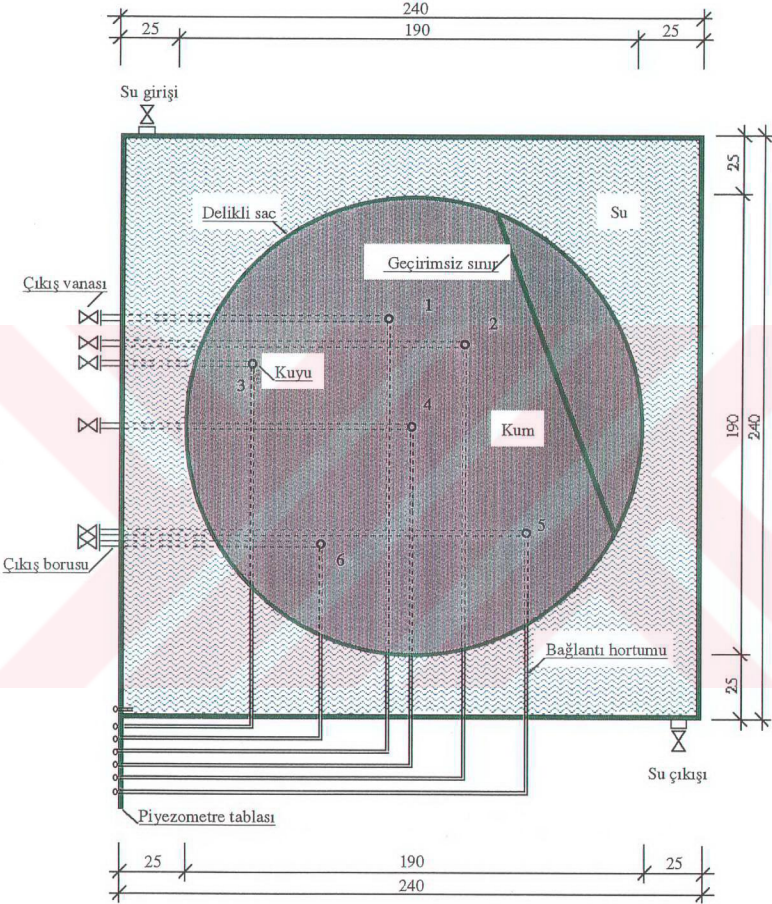
4.3.1.1 Tek Kuyu Deneyleri

Model üzerinde bulunan her bir kuyuya ait hidrolik iletkenlik katsayısının belirlenebilmesi ve yine kuyulara ait debi-düşüm eğrilerinin çizilebilmesi için tek kuyu deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler, dairesel ada üzerine yerleştirilen altı adet kuyu için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Tek kuyu deneylerine ait deney prosedürü aşağıdaki gibidir.

Dairesel adanın üzerinde bulunan herhangi bir kuyuya ait gözlemler sırasında kuyudaki su seviyeleri h_w piyezometreler vasıtasıyla belirlenmiştir.

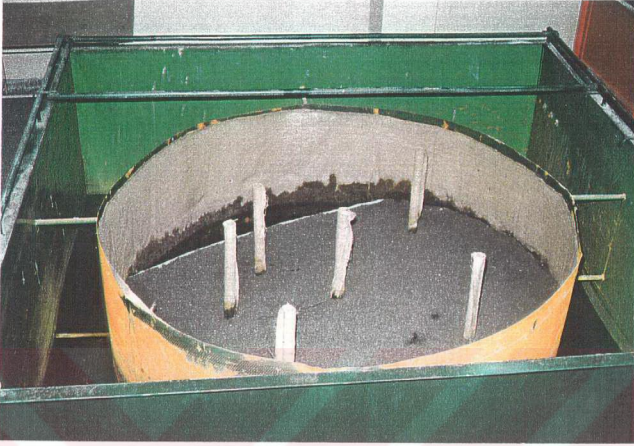


Şekil 4.6. Kuyuların geçirimsiz sınıra uzaklıkları

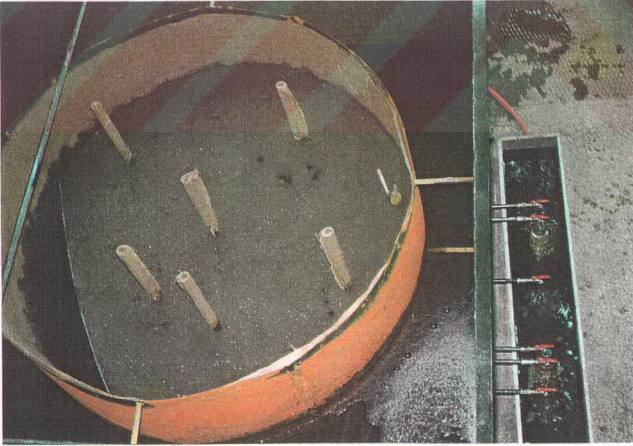


Şekil 4.7. Geçirimsiz düşey sınırlı durumda fiziksel modelin planı



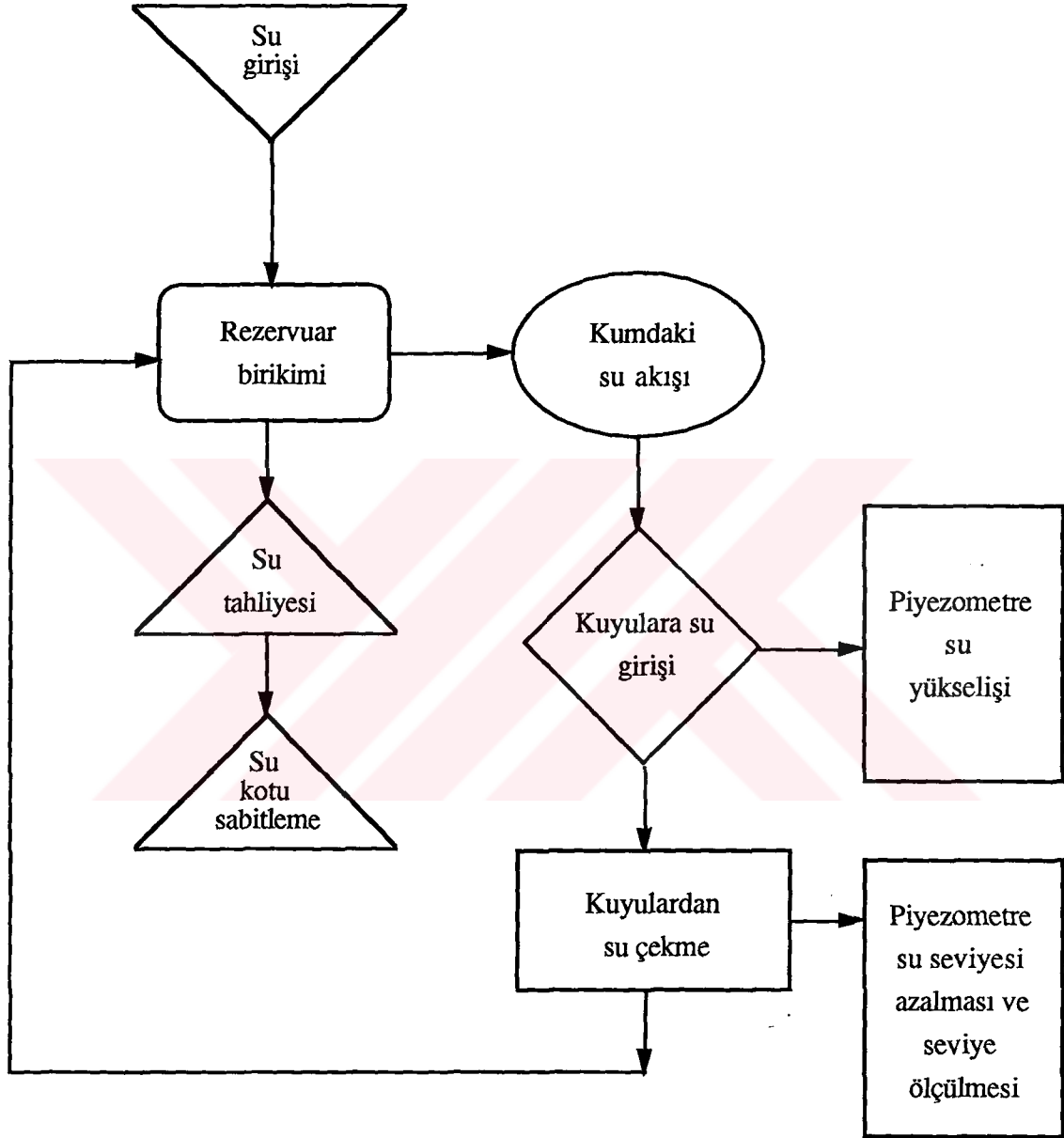


Şekil 4.8. Fiziksel modelin geçirimsiz sınırlı haldeki görünüşü



Şekil 4.9. Fiziksel model üzerinde deneylerin yapılması





Şekil 4.10. Fiziksel modelin akış şeması

Değişik seviyelerde o kuyuya ait musluktan alınan su hacmi, V ve bu hacimdeki suyun ne kadar zaman t içerisinde alındığı kronometre yardımıyla belirlenmiştir. Böylece ölçülen hacimi, zamana bölerek debi, Q , değeri bulunur. Kuyudaki su seviyesi, ilk numune alındıktan sonra, o kuyuya ait olan musluk debisinin belirli bir miktar artırılması ile düşürülmüş ve ölçümler tekrarlanmıştır. Dengeli akım durumunu elde etmek için bütün bu test işlemleri, dairesel adanın etrafındaki su seviyesi H sabit hale geldikten sonra yapılmıştır. Bu sabit seviye, Şekil 4.2' de de görüldüğü gibi, bütün deneylerde 42.8 cm olarak alınmıştır. Her seviye için yapılan testlerde dengeli halin oluşması için belirli bir süre beklenmiş ve dairesel adanın etrafındaki su seviyesini ölçen piyezometre vasıtasıyla denge durumu gözlemlendikten sonra nümune alma işlemi yapılmıştır. Daha sonra bu testler 10 değişik seviye için tekrarlanarak her bir seviyeye ait kuyudaki su yükseklikleri ve debiler test numarasına göre sıra ile yazılarak tablolastırılmıştır. Tek kuyu deneylerinden elde edilen değerler Ek 1'de verilmiştir.

4.3.1.2 İkili Kuyu Grupları

Fiziksel model üzerindeki dairesel ada'ya yerleştirilen altı kuyu arasında mümkün olabilen tüm ikili kuyu kombinasyonları oluşturulmuştur. (1 , 2); (1 , 3); (1 , 4); (1 , 5) ve (1 , 6) kuyu çiftleri çalıştırılmıştır. Daha sonra aynı işlem sırasıyla 2, 3, 4, 5, 6 no' lu kuyular için tekrarlanmıştır. Ölçüm tekniği ve prosedürü tüm ikili kuyu grupları için aynı olduğundan, burada sadece 1 ve 2 no' lu kuyu grubuna ait ölçüm tekniği ve prosedürü izah edilmiştir. İkili kuyu grupları için mümkün olan grup sayısı 15 tanedir.

Dairesel ada üzerinde bulunan 1 ve 2 no' lu kuyu grubuna ait deneylere başlamadan önce, bu kuyuların içerisindeki su seviyelerini okumamıza yardımcı olan piyezometre tüpleri ve debi değerlerini belirlemekte kullanılan vanalar tesbit edilmiştir. Daha sonra sisteme devamlı besleme yapan su tankı ve sabit seviyeyi koruyan dolu savak haznesi kontrol edilmiştir. Dairesel adanın etrafında bulunan ve dengeli akım halini sağlamaya yarayan su kütlesinin piyezometrik su seviyesi yine o kısma ait piyezometre tüpü vasıtasıyla 42.8 cm değerinde sabitlenmiştir. Bu sabit seviye, bütün deneylerde besleme vanası yardımıyla korunmuştur. Dairesel adanın etrafındaki su seviyesi sabitlendikten sonra kuyulara ait vanalar belirli bir

miktar su alınacak şekilde açılmıştır. 1 ve 2 no' lu kuyulardaki su seviyeleri ayrı ayrı sabit bir seviyeye gelinceye kadar beklenmiştir. Daha sonra kuyulardaki su seviyeleri h_w piyezometre tüpleri yardımıyla ayrı ayrı okunmuştur. Bu seviyelere ait debi değerleri ise, yine herbir kuyu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu işlemde de, tek kuyu deneylerinde kullanılan 1000 ml' lik hassas ölçüm kabı kullanılmıştır. Kuyular içerisindeki su seviyeleri sabitlendikten sonra, 1 nolu kuyudan başlanarak 1000 ml' lik ölçüm kabının herbir kuyu tarafından ne kadarlık bir zaman sürecinde doldurulduğu tesbit edilmiştir. Daha sonra ölçülen sabit hacim değerleri, her bir kuyuya ait süreler bölünerek debi değerleri elde edilmiştir. Debi ölçüm prosedürü, belirlenen sabit seviyeler için en az üç kez tekrarlanmış ve o seviye için elde edilen zaman süreçlerinin ortalaması alınarak debi ölçümünden doğabilecek mümkün hatalar minimuma indirgenmiştir. Kuyulara ait debi ve su seviyeleri değerleri bu kademe için belirlendikten sonra, vanalardan gelen su belirli bir miktar daha artırılarak ikinci kademeye ait ölçümlerin yapılmasına geçilmiştir. Bu işlem, her ikili kuyu grupları için 5 defa tekrarlanmıştır. Bunun manası, kuyulardaki su seviyesini mümkün olabilecek minimum değere kadar düşürülmeye çalışılması ve buna bağlı olarak çekilen debi değerinin de maksimum seviyeye yükseltilmesidir. İkili kuyu gruplarına ait deney neticeleri, tablolar halinde **Ek 1'** de verilmiştir. İkili kuyu grupları için mümkün olan kuyu grup adedi 15 olarak tesbit edilmiştir.

4.3.1.3 Üçlü Kuyu Grupları

Üçlü kuyu grupları için yapılan deneysel çalışmaların ikili kuyu grupları için yapılan testlerden çok farklı olduğu söylenemez. Ancak üçlü testlerde 3 adet kuyunun beraberce çalışması söz konusu olduğu için, piyezometre borularındaki kuyu su seviyelerinin okunması ve debi değerlerinin belirlenmesi işleminde çok dikkatli ve hassas olunması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Zira beraber çalışan kuyu adedi arttıkça debi ölçümleri, seviye okumaları ve rezervuarın seviyesini dengeli akım şartlarına uydurma işlemi zorlaşmaktadır. Üçlü kuyu grupları için yapılan testler de yine 5 kademe olarak yapılmış ancak genellikle son kademede piyezometre tüplerinde sağlıklı okuma sağlanamamıştır. Bunun için burada esas olarak 4 kademe üzerinden deneyler tekrarlanmıştır. Deneysel çalışmalar neticesinde oluşturulan tablolar yine **Ek 1'** de verilmiştir. Üçlü kuyu grupları için

mümkün olan kuyu grup adedi 20 olarak tesbit edilmiş ve bütün bu kuyu grupları için deneyler aynı hassaslıkla tekrar edilmiştir.

4.3.1.4 Dörtlü Kuyu Grupları

Dörtlü kuyu grupları için mümkün olan olası kuyu grup adedi, ikili kuyu gruplarında olduğu gibi 15 adet olduğu belirlenmiştir. Deneyler, dört kuyudan beraberce su çekilmesi hali için tekrarlanarak kuyulara ait gerekli su seviyeleri okunmuştur. Bu bölümdeki testler, 4 ayrı kademe için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Dörtlü kuyu grupları deneylerinden alınan sonuçlar tablolastırılarak Ek 1' de verilmiştir.

4.3.1.5 Beşli Kuyu Grupları

Beşli kuyu grupları için 6 adet deney yapılmıştır. Bu da mümkün olan maksimum grup sayısıdır. Burada seçilen kademe sayısı ise herbir deney için 4 adet olarak tesbit edilmiştir. Dörtlü kuyu grupları için yapılan deney sonuçlarını gösteren tablolar, Ek 1 kısmında verilmiştir.

4.3.1.6 Altılı Kuyu Grubu

Burada, fiziksel model üzerinde bulunan tüm kuyuların beraberce çalışması sözkonusudur (Şekil 4.9). Herbir kuyuya ait ölçülen debi değerlerine karşılık kuyulardaki düşüm değerleri piyezometre tüplerinden okunmuştur. Bu işleme 4 kademe devam edilmiş ve sonuçlar tablolastırılarak Ek 1' de verilmiştir.

4.3.2 Dairesel Ada Üzerine Yerleştirilen Düşey Geçirimsiz Sınırlı Durumda Yapılan Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada, fiziksel model üzerinde bulunan kuyulara ait, tekli, ikili, üçlü ve dörtlü kuyu grupları için yapılan deneyler yer almıştır.

4.3.2.1 Tek Kuyu Deneyleri

Fiziksel model üzerine düşey geçirimsiz levha yerleştirildikten sonra girişim deneyleri bu hal için tekrarlanmıştır. Ancak burada oluşturulan düşey geçirimsiz sınırdan etkilendiği tesbit edilen 1, 2, 4 ve 5 no' lu kuyular üzerinde tek kuyu deneyleri yapılmıştır. 3 ve 6 no' lu kuyular için deneyler yapılmış ancak değerlendirmeye alınmamıştır. Zira bu kuyular geçirimsiz düşey tabakadan oldukça uzak noktadadırlar. Girişim deneyleri yapılan kuyulardan 1 no' lu kuyunun geçirimsiz sınıra dik uzaklığı 55 cm, 2 no' lu kuyunun geçirimsiz sınıra dik uzaklığı 36 cm, 4 no' lu kuyunun uzaklığı 71 cm ve 5 no' lu kuyunun ise 40 cm olarak tesbit edilmişlerdir (Şekil 4.6). Buradaki deney tekniği ve prosedürü Bölüm 4.2' deki tek kuyu deneyleriyle aynıdır. Bu hale ait deney sonuçları, Ek 1' de tablolar halinde verilmiştir.

4.3.2.2 İkili Kuyu Grupları

Sisteme düşey geçirimsiz levha yerleştirildikten sonra, (1 , 2) ; (1 , 4) ; (1 , 5); (2 , 4); (2 , 5) ve (4 , 5) ikili kuyu grupları için beş kademede girişim deneyleri tekrarlanmıştır. Burada kullanılan ölçüm metodu, Bölüm (4.3.1.2)' de izah edilen ölçüm metodundan farklı değildir. İkili kuyu gruplarına ait deney sonuçları Ek 1' de verilmiştir.

4.3.2.3 Üçlü Kuyu Grupları

Üçlü kuyu grupları için düşey geçirimsiz sınırlı hale ait yapılan deney adedi 4' tür. Burada deneyler 4 kademe üzerinden yapılmıştır. Üçlü kuyu grupları

deneylerine ait ölçüm ve deney prosedürleri, Bölüm (4.3.1.3)' de izah edilen tekniklerden farklı değildir.

4.3.2.4 Dörtlü Kuyu Grubu

Fiziksel model üzerine yerleştirilen geçirimsiz levhadan sonra, bu tabakadan etkilenen 1, 2, 4 ve 5 kuyularının beraberce çalışması durumunda yapılan deney 4 kademedede tekrarlanmıştır (Şekil 4.9).



BÖLÜM V

DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Giriş

Fiziksel model üzerinde yapılan girişim deneylerinin değerlendirilmesi ve tam girişim denklemleri ile karşılaştırılabilmesi için öncelikle girişim yapan herbir kuyunun özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle fiziksel model üzerinde bulunan herbir kuyuya ait R_o etki yarıçaplarının dairesel ada durumuna göre belirlenmesi gerekir. Daha sonra ise, tam dairesel ada durumunda merkezdeki kuyu verileri kullanılarak ortamın hidrolik iletkenlik katsayısı belirlenmesi işlemi yapılır.

Bu bölümde ayrıca, fiziksel model üzerinde bulunan yine herbir kuyu için çizilen debi - düşüm eğrileri vasıtasıyla kuyuların benzerlikleri tesbit edilmiştir. Ayrıca ekzantrik kuyulara ait konum katsayılarının belirlenmesi çalışması yapılmıştır.

Diğer taraftan Dairesel ada şartları için geliştirilen girişim denklemlerinin deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması işlemi yapılmıştır. Daha sonra geçirimsiz sınırın bulunması haline ait girişim hesapları yapılarak deneysel sonuçlarla karşılaştırılması yapılmıştır.

5.2 Herbir Kuyu İçin Etki Yarıçapı (R_o) Değerlerinin Belirlenmesi

Herbir kuyuya ait düşüm değerlerinin belirlenmesinde kullanılan denklemlerde çok önemli bir parametre olan R_o etki yarıçapı değeri dairesel ada modeli üzerinde bulunan herbir kuyu için değişik değerler almaktadır. Bu etki yarıçapı (R_o) değerlerinin hesaplanması için Huisman (1975)' de Hantush ve Jacob' un (1960)' da vermiş oldukları dengeli akım şartlarında geçerli olan ve dairesel beslemeli sınırlı dairesel ada şeklindeki bir akiferin üzerine açılan merkez dışı yani eksantrik kuyulara ait olan (3.13) denklemini düzenlemiş ve yeni notasyonlar ($\delta = b$ ve $r_e = L$) kullanarak sonsuz akifer şartlarında kullanılan $\ln(R_o/r_w)$ ifadesindeki R_o değerini;

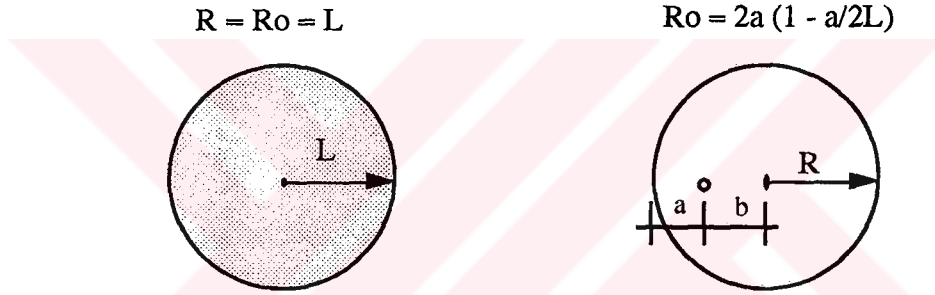
$$R_o = L(1 - \frac{b^2}{L^2})$$

veya

$$R_o = 2a(1 - \frac{a}{2L}) \quad (5.1)$$

şeklinde vermiştir.

Burada, L , dairesel ada'nın yarıçapı, b kuyunun daire merkezine uzaklığı, a kuyunun sınıra uzaklığıdır.



Şekil 5.1 Kuyuların merkez ve merkez dışı konumundaki R_o değerleri.

Yukarıdaki (5.1) denkleminde de anlaşılabileceği gibi R_o değeri b ye bağlı olarak doğrusal olmayan bir değişim göstermektedir. Dairesel ada modeli üzerinde bulunan değişik konumdaki kuyular için hesaplanacak olan R_o etki yarıçapı değerleri merkezden uzaklaşan kuyular için $R_o=L$ değerinden daha küçük değerler almaktadır. Merkezdeki kuyunun R_o değeri Şekil 5.1' de de görüldüğü gibi $R=R_o=L$ olmaktadır (Huisman, 1975).

Dairesel adanın merkezinden değişik uzaklıktaki kuyular için R_o değerleri (5.1) denklemi yardımı ile hesaplanarak aşağıdaki Tablo 5.1' de verilmiştir.

Tablo 5.1. Değişik konumdaki kuyulara ait etki yarıçapı (R_o) değerleri

Kuyu No:	Merkeze uzaklık b (cm)	Hesaplanan etki yarıçapı R_o (cm)
1	45.00	74.906
2	40.00	79.333
3	70.00	44.958
4	0.00	96.00
5	65.00	51.989
6	60.00	58.500

5.3 Hidrolik İletkenlik (k) Katsayısının Belirlenmesi

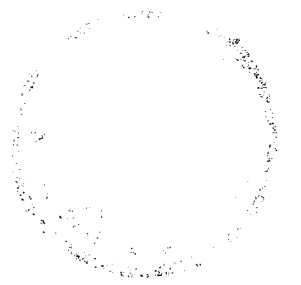
Fiziksel model üzerinde yapılan tek kuyu deneylerinde, hidrolik iletkenlik değeri, merkezdeki dördüncü kuyu için incelenerek bulunmuştur. Dupuit'in dengeli akım hali için serbest yüzlü akifer için daha önceden verilen (2.33) denkleminde yararlanılarak

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)} \quad (5.2)$$

şeklinde yazılabilir. Burada H akifer kalınlığı ve R_o tesir yarıçapını gösterir. Bu denklemden k değeri çekildiği takdirde;

$$k = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot (H^2 - h_w^2)}{\ln \frac{R_o}{r_w}}} \quad (5.3)$$

bulunur.



Dairesel adanın merkezinde bulunan dört no'lu kuyu için 10 kademede yapılan deneylerde, ölçülen Q değerleri ordinata ve hesaplanan $\frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ değerleri absise yerleştirilerek k hidrolik iletkenlik değişimi elde edilmiştir. Değişim, yaklaşık olarak bir doğru halinde olmaktadır. Bu doğrunun eğimi, kuyuya ait hidrolik iletkenlik katsayısını verecektir.

Bu kuyu planda dairesele adanın tam merkezinde bulunmaktadır. Merkezde bulunan bu kuyu bütün sınırlardan eşit uzaklıktadır. Bu uzaklık 96 cm dir. Hidrolik iletkenliğin belirlenmesi için gerekli değerler hesaplanarak **Tablo 5.2** teşkil edilmiştir.

Tablo 5.2 Dört no'lu kuyuda yapılan hidrolik iletkenlik deney sonuçları

K A D E M E	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	$\frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ (cm ²)
1	200.00	386.179
2	324.32	731.000
3	422.53	938.854
4	512.82	1134.122
5	582.52	1285.456

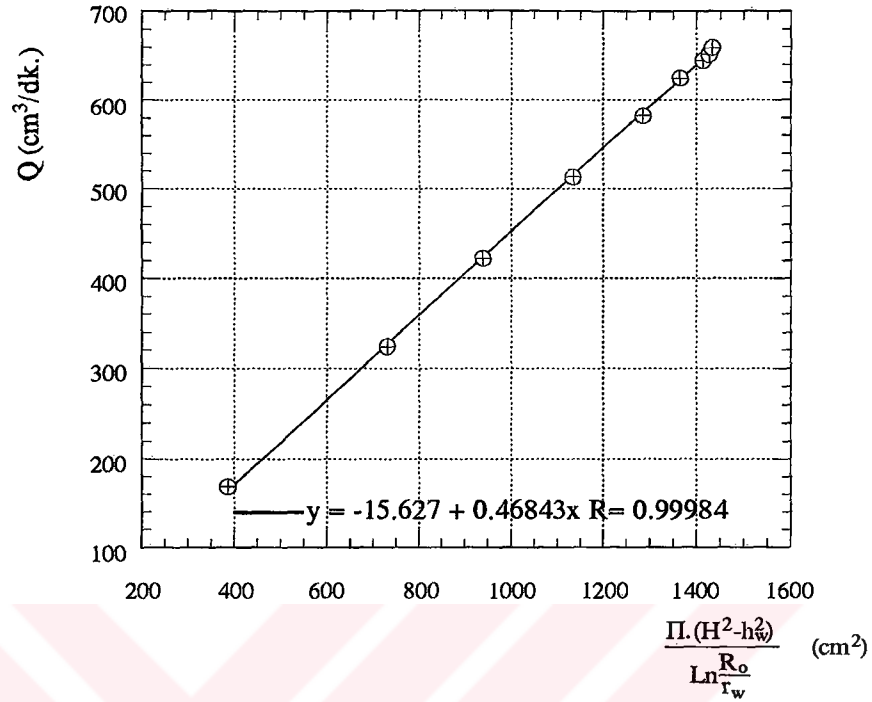
K A D E M E	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	$\frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ (cm ²)
6	624.99	1364.727
7	645.16	1413.293
8	652.17	1426.857
9	659.34	1432.691
10	659.34	1432.691

Şekil 5.2' den elde edilen doğru denkleminin x' e göre türevi bu doğrunun eğimini vereceğinden doğru denklemi,

$$y = -15.627 + 0.468 x \quad (5.4)$$

olup hidrolik iletkenlik

$k = 0.468$ cm/dak olarak bulunur.



Şekil 5.2 Dört no'lu kuyu için fiziksel model üzerinde yapılan hidrolik iletkenlik deneyi

5.4 Model Üzerindeki Kuyuların Debi-Düşüm Eğrilerinin Belirlenmesi ve Hesaplanan Değerlerle Karşılaştırılması

Model üzerine yerleştirilen kuyuların debi ile düşüm değerleri arasında bir ilişki kurabilmek amacı ile, her bir kuyu ayrı ayrı test edilmiştir. Burada, kuyulara ait debi-düşüm tabloları hazırlanmıştır (Tablo 5.3, 4, 5, 6, 7, 8). Oluşturulan debi-düşüm tabloları yardımıyla her bir kuyu için debi-düşüm eğrileri çizilmiştir. (Şekil 5.3, 4, 5, 6, 7, 8). Bu eğriler, absisine debi Q ve ordinatına düşüm D_w değerleri yazılarak elde edilmiştir. Ayrıca bu eğrilerin tümü bir grafik üzerinde gösterilerek kuyuların birbirleriyle benzerliklerinin olup olmadığı rahatlıkla araştırılmıştır (Şekil 5.9). Diğer taraftan geçirimsiz sınırlı halde üzerinde durulan 1, 2, 4 ve 5 no'lu kuyuların debi düşüm eğrileri topluca Şekil 5.10' da verilmiştir. Ayrıca tek kuyu deneylerinde elde edilen düşümler için debiler hesaplanmış ve bu değerler yine debi-düşüm tablolarında gösterilmiştir. Aynı düşüm için hesaplanan debi değerleri ile ölçülen debi değerleri karşılaştırılarak Şekil 5.11,12,13,14,15,16 elde edilmiştir. Her bir kuyu

için oluşturulan debi-düşüm eğrilerinin ayrı ayrı çizilmesinin faydası ise, herhangi bir düşümde o kuyudan alınabilecek debi miktarının bulunabilmesidir. Dairesel besleyici sınırlı halde elde edilen herbir eğri daha önce (5.3)' de verilmiştir.

Tablo 5.3 1 no' lu kuyuya ait
debi-düşüm tablosu

Test No	Q _{Hesap} (cm ³ /dk)	Q _{Deney} (cm ³ /dk)	Düşüm D _w (cm)
1	201.23	250.20	6.50
2	322.41	425.40	11.05
3	460.45	638.40	17.20
4	545.99	769.20	21.90
5	620.47	882.60	27.10
6	672.97	983.40	32.20
7	695.51	1052.40	35.40
8	707.55	1111.20	37.90
9	712.68	1132.20	39.50
10	713.88	1153.80	40.00

Tablo 5.4 2 no' lu kuyuya ait
debi-düşüm tablosu

Test No	Q _{Hesap} (cm ³ /dk)	Q _{Deney} (cm ³ /dk)	Düşüm D _w (cm)
1	134.76	130.80	4.30
2	335.70	348.60	11.80
3	469.06	504.00	18.00
4	574.22	638.40	24.30
5	629.51	705.60	28.70
6	672.81	769.20	33.50
7	689.36	799.80	36.20
8	699.35	810.60	38.60
9	702.20	822.00	39.60
10	704.11	833.40	40.50

Tablo 5.5 3 no' lu kuyuya ait
debi-düşüm tablosu

Test No	Q _{Hesap} (cm ³ /dk)	Q _{Deney} (cm ³ /dk)	Düşüm D _w (cm)
1	255.67	428.57	7.20
2	354.23	615.38	10.40
3	511.63	895.52	16.30
4	620.33	1090.91	21.30
5	678.01	1224.49	24.50
6	748.37	1363.64	29.40
7	786.20	1463.41	33.00
8	804.22	1518.99	35.30
9	819.69	1578.95	38.10
10	819.69	1578.95	38.10

Tablo 5.6 4 no' lu kuyuya ait
debi-düşüm tablosu

Test No	Q _{Hesap} (cm ³ /dk)	Q _{Deney} (cm ³ /dk)	Düşüm D _w (cm)
1	180.73	169.01	6.20
2	342.11	324.32	12.80
3	439.38	422.53	17.60
4	530.77	512.82	23.15
5	601.59	582.52	28.90
6	638.69	624.99	33.20
7	661.42	645.16	37.30
8	667.77	652.17	39.20
9	670.50	659.34	40.45
10	670.50	659.34	40.45

Tablo 5.7 5 no' lu kuyuya ait
debi-düşüm tablosu

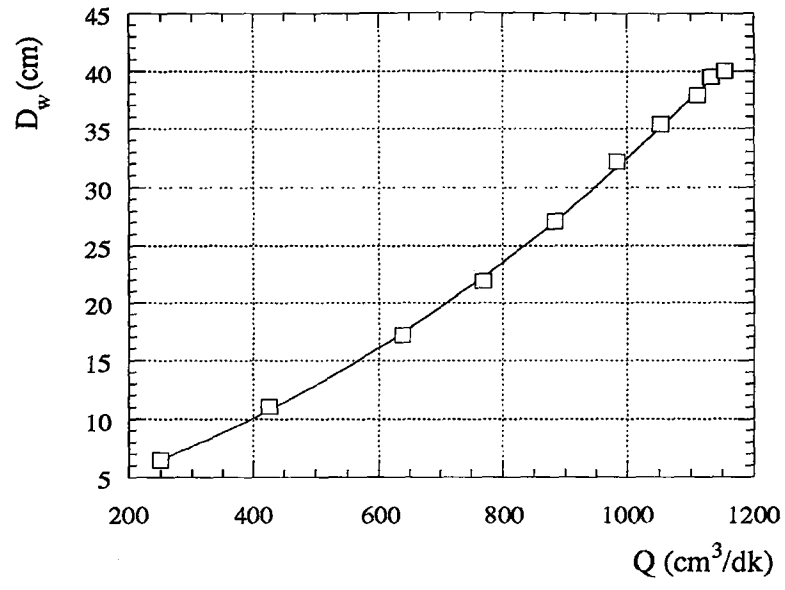
Test No	Q _{Hesap} (cm ³ /dk)	Q _{Deney} (cm ³ /dk)	Düşüm D _w (cm)
1	226.04	295.57	6.60
2	385.55	491.80	12.10
3	542.35	674.16	18.70
4	624.19	800.00	23.00
5	695.30	923.08	27.70
6	741.69	1000.00	31.80
7	774.97	1061.95	36.15
8	785.75	1121.50	38.40
9	791.65	1132.07	39.20
10	791.65	1132.07	39.20

Tablo 5.8 6 no' lu kuyuya ait
debi-düşüm tablosu

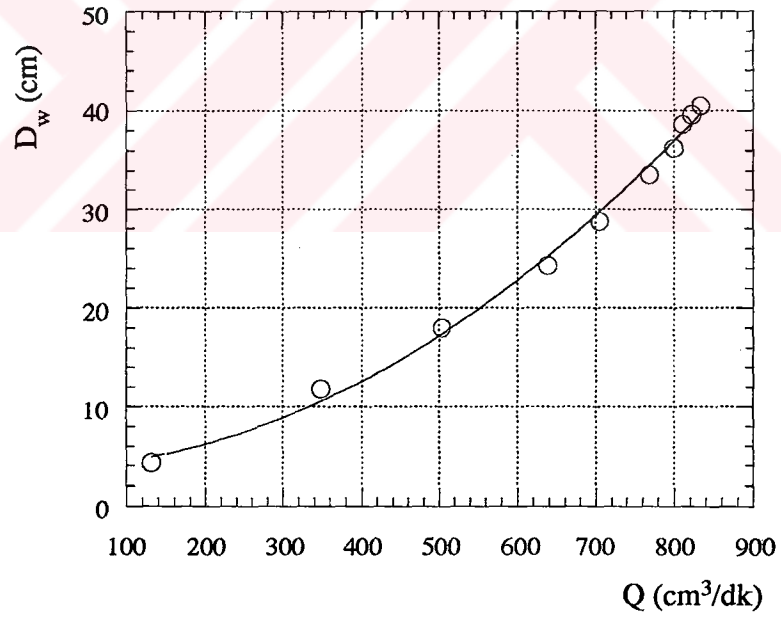
Test No	Q _{Hesap} (cm ³ /dk)	Q _{Deney} (cm ³ /dk)	Düşüm D _w (cm)
1	187.69	322.58	5.60
2	385.35	689.65	12.60
3	511.85	923.08	18.10
4	604.86	1111.11	23.10
5	675.68	1276.60	28.00
6	721.26	1395.00	32.30
7	745.73	1463.41	35.60
8	761.40	1500.00	39.00
9	763.80	1538.46	39.85
10	763.80	1538.46	39.85

Şekil 5.9' dan da görüldüğü gibi fiziksel model üzerinde bulunan kuyular debi-düşüm bakımından birbirleriyle farklı bir görünüm arz etmektedirler. 1 ve 5 numaralı kuyular birbirlerine oldukça benzemekte, ancak diğer 2, 3, 4 ve 6 numaralı kuyular için aynı sonuca varmak mümkün görülmemektedir. Bu grafikte göze çarpan diğer bir nokta ise, dairesel adanın merkezinden sınıra doğru ilerledikçe kuyulardan çekilen debi değerlerinde oldukça önemli bir artış gözlenmektedir. Ancak 5 no' lu kuyudaki durum hariçtir. Bu kuyuya ait debi - düşüm eğrisi 6 ve 3 no' lu kuyulara ait eğriler arasında kalması beklenirken, böyle olmamıştır. Deneyler, aynı kuyu için kuyu çevresindeki filtre yenilenerek ve borular temizlenerek çok kere tekrarlanmış, sonuç değişmemiştir. 5 no' lu kuyunun çıkış noktasına yakın olması, böyle bir duruma sebebiyet verebileceği kanaatine varılmıştır. Sınıra yakın açılan kuyuların, sınırdan etkilendikleri söylenebilir. Bu şartlar altında, birden fazla kuyunun beraberce çalıştırılması hali için sonsuz akifer şartları geçerliliğini kaybedecektir.

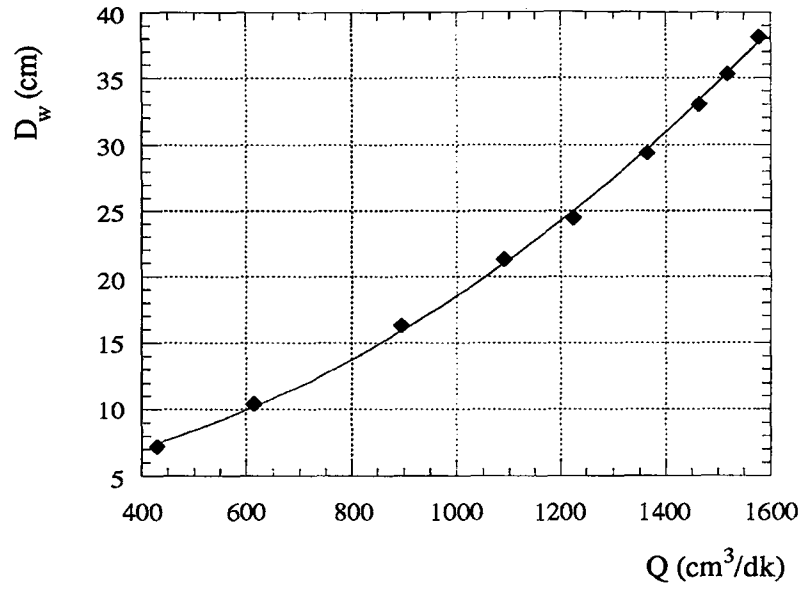
Ayrıca kuyulardaki aynı düşüm değerleri için deneylerden elde edilen debi değerleri ile hesaplanan debi değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere çizilen ve **Şekil 5.11,12,13,14,15,16'** da gösterilen grafikler oldukça enteresan bir görüntü vermektedir. Dairesel adanın merkezinde bulunan 4 no'lu kuyu'da aynı düşüm için hesaplanan debi değeriyle deneylerde ölçülen debi değerleri birbirlerine



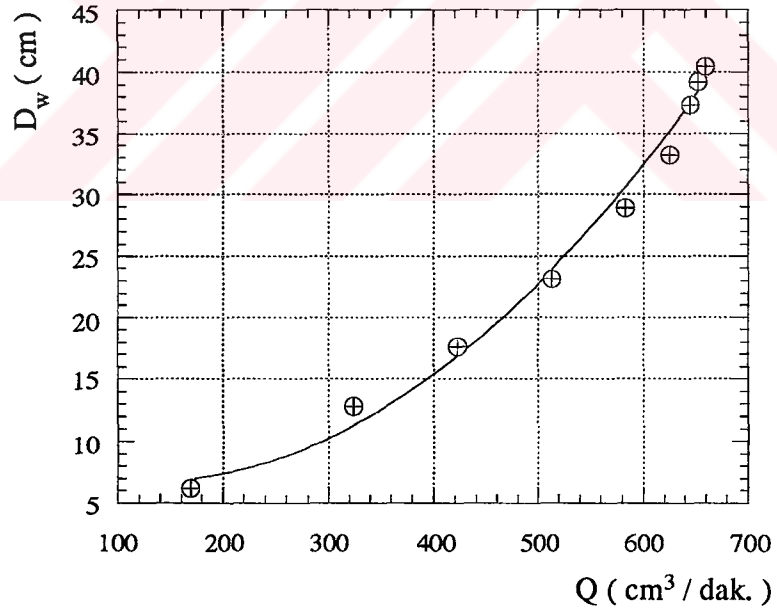
Şekil 5.3 Bir no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi



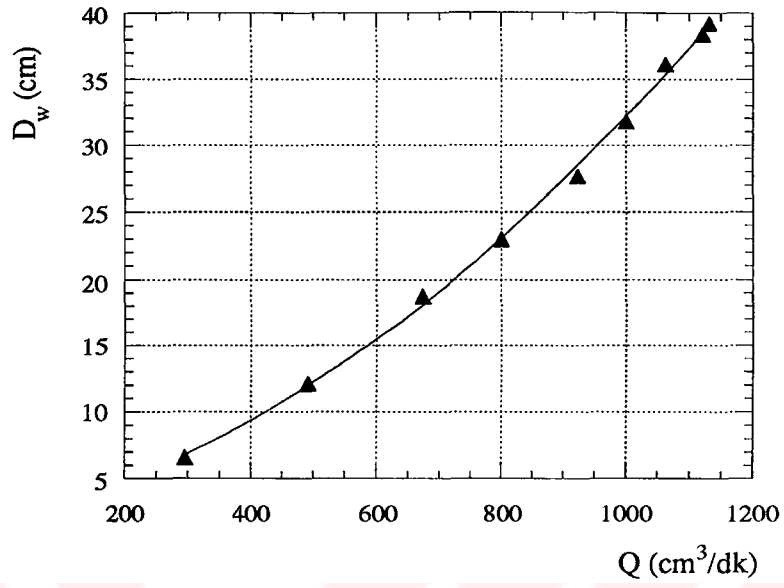
Şekil 5.4 İki no' lu kuyu için debi-düşüm eğrisi



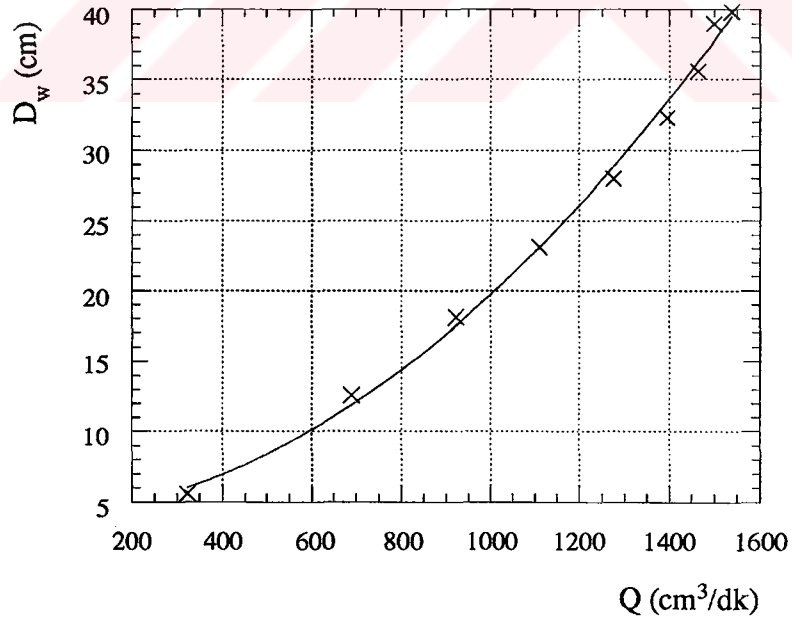
Şekil 5.5 Üç no'lu kuyu için debi-düşüm eğrisi



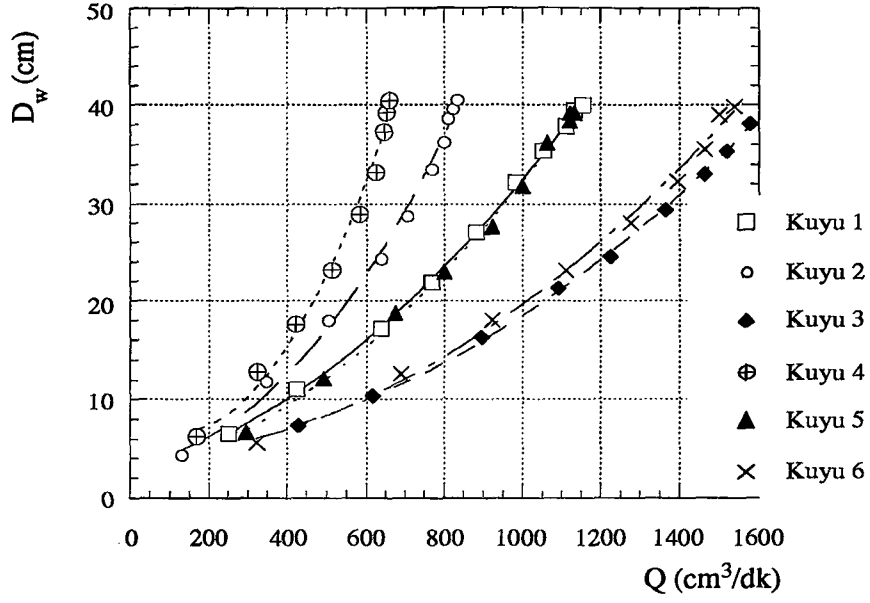
Şekil 5.6 Dört no'lu kuyu için debi-düşüm eğrisi



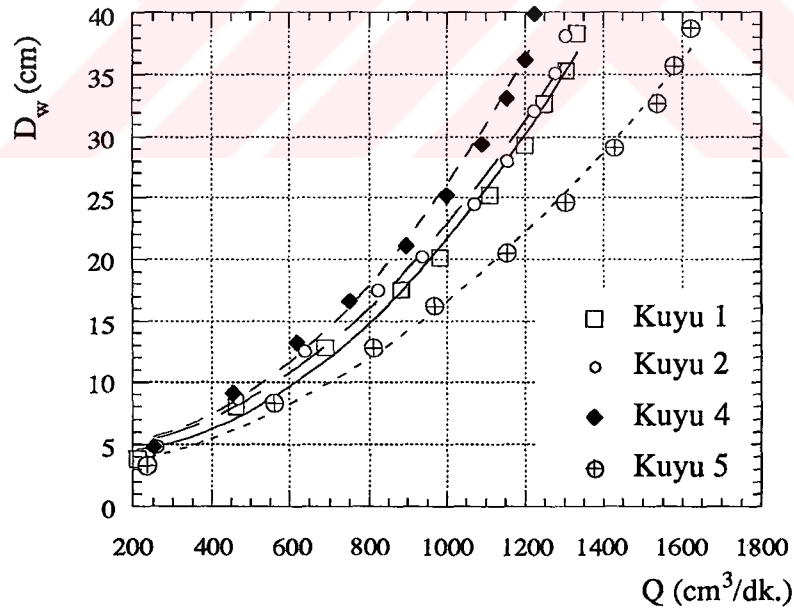
Şekil 5.7 Beş no'lu kuyu için debi-düşüm eğrisi



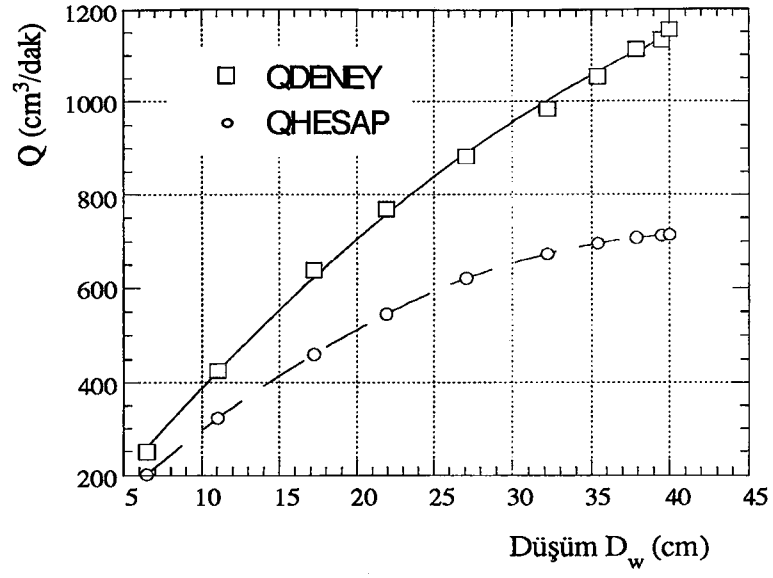
Şekil 5.8 Altı no'lu kuyu için debi-düşüm eğrisi



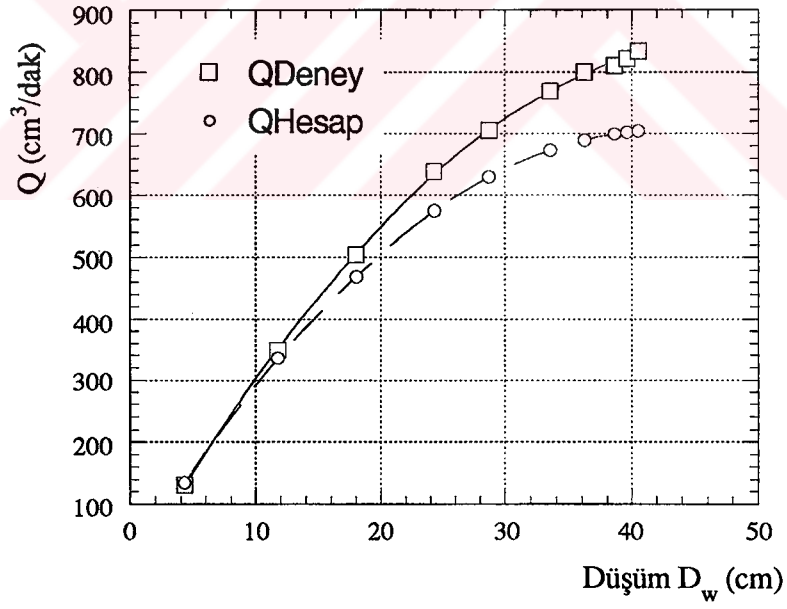
Şekil 5.9 Dairesel besleyici sınırlı halde bütün kuyuların
debi-düşüm değişimleri



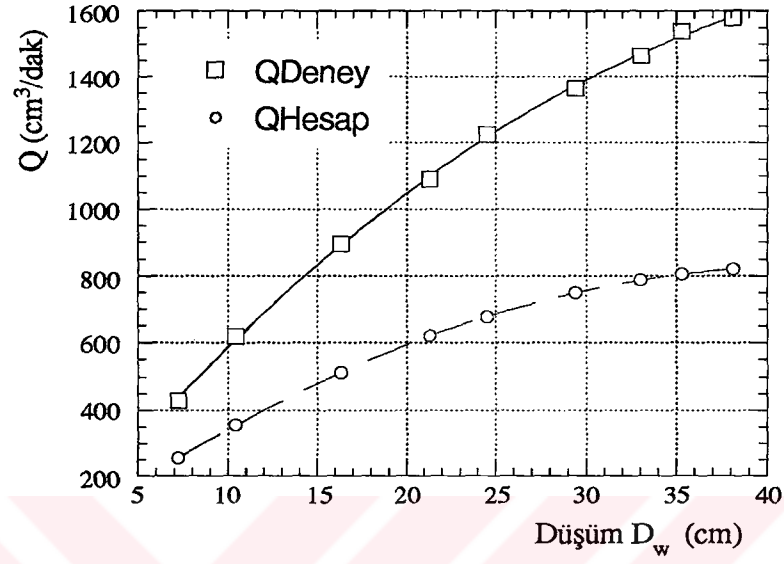
Şekil 5.10 Geçirimsiz sınırlı halde incelenen 4 kuyunun
debi-düşüm eğrileri



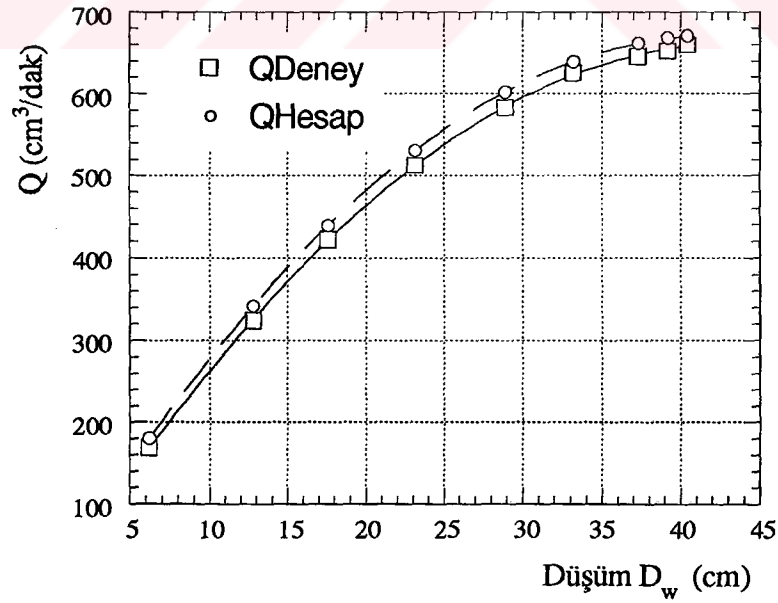
Şekil 5.11 Bir no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması



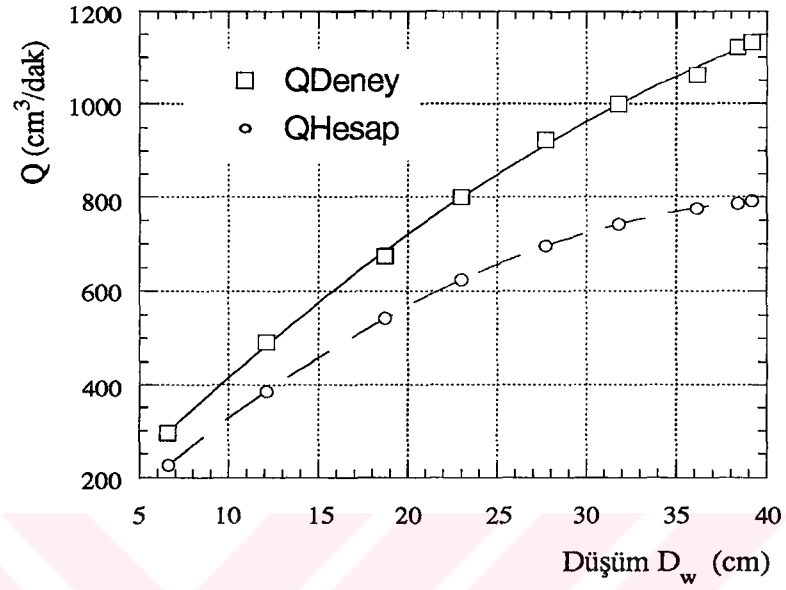
Şekil 5.12 İki no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması



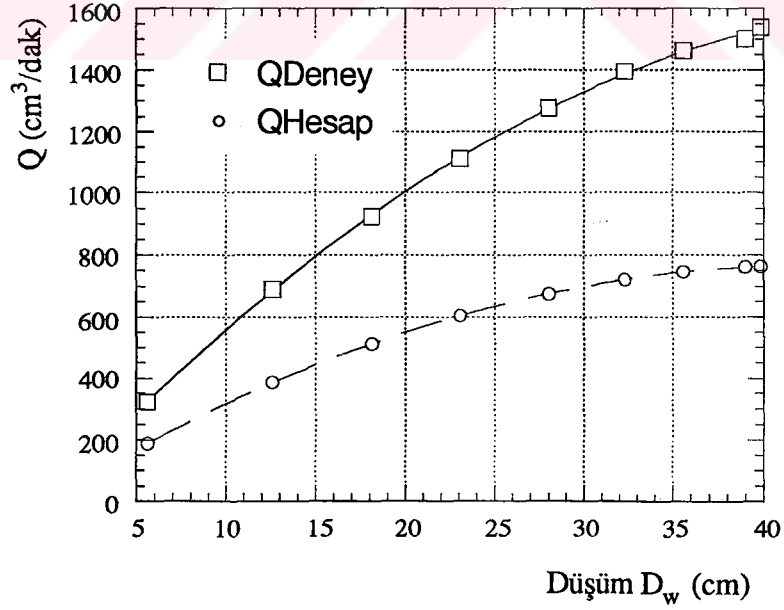
Şekil 5.13 Üç no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması



Şekil 5.14 Dört no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması



Şekil 5.15 Beş no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması



Şekil 5.16 Altı no'lu kuyu için debi-düşüm karşılaştırması

oldukca yakın çıkmış ve bu değerler grafik üzerinde birbirleriyle çakışmıştır. Bu ise beslemeli sınıra her taraftan eşit uzaklıkta bulunan merkezdeki kuyudan elde edilen sonuçların teoriye tam uyduğunu göstermektedir. Ayrıca merkeze en yakın konumda bulunan 2 no'lu kuyu'da da ölçülen değerler ile hesaplanan debi değerleri aynı düşüm için birbirlerine oldukça yakın değerler aldığı görülmüştür. Ancak merkezden uzaklaştıkça hesaplanan debi değerleri ile ölçülen debi değerleri arasındaki fark gittikçe artmaktadır. Bu fark küçük düşümler için oldukça az ancak düşüm arttıkça ölçülen debi değerler ile hesaplanan debi değerleri arasındaki farkın büyüdüğü görülmektedir. Elde edilen bütün grafiklerde deneyler neticesinde elde edilen debi değerlerinin hesap değerlerine nazaran sürekli büyük çıktığı da görülmektedir. Hesaplanan debi değerleri açılan bütün kuyularda maksimum 700 cm³/dak ila 800 cm³/dak arasında değişmesine rağmen ölçülen debi değerleri 1600 cm³/dak değerine ulaşmaktadır. Özellikle beslemeli sınıra yakın kuyular olan 3 ve 6 no'lu kuyular'da büyük düşümler için ölçülen debi değerleri hesaplanan debi değerlerinden yaklaşık iki kat daha fazla çıkmıştır. Küçük düşümler için ise hesaplanan debi değerleri ile ölçülen debi değerleri arasındaki fark büyük düşümlerde olduğu kadar fazla olmamaktadır.

Beslemeli sınırlı dairesel bir akiferde açılan ve eksantrik kuyular için M.S.Hantush ve C.E. Jacob' un 1960 'da vermiş olduğu (3.13) denkleminin küçük düşümler için geçerli olduğu ancak büyük düşümler için geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır.

5.5 Dairesel Ada Üzerindeki Kuyuların Konum (c) Katsayılarının Belirlenmesi

5.5.1 Giriş

Fiziksel model üzerinde bulunan kuyuların merkezden uzaklaştıkça debi-düşüm bakımından merkezdeki kuyuya nazaran farklı özellikler gösterdiği **Şekil 5.9** ve **5.10'** da görülmektedir. Dolayısıyla merkez ve merkez dışı kuyuların (ekzantrik kuyuların) konumlarını belirlemek amacıyla konum (c) katsayıları belirlenmelidir.

Bunun için herbir kuyu için konum katsayıları aşağıdaki gibi belirlenecektir.

5.5.1 1 No'lu Kuyu

1 no' lu kuyu, Şekil 4.1.b' de görüldüğü gibi dairesel adanın merkezinden 45 cm uzaklıkta bulunmaktadır. Bu kuyuya ait gözlemler sırasında kuyudaki h_w su seviyeleri, piyezometreler vasıtasıyla belirlenmiştir. Herbir

seviye için ölçülen Q değerleri ile hesaplanan $k \cdot \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ değerleri

Tablo 5.9' da verilmiştir. Hesaplarda $H=42.8$ cm, $R_o=74.906$ cm ve $r_w=1.75$ cm olarak alınmıştır. Tablo 5.9' da bulunan Q değerleri ile $k \cdot \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$

değerleri yardımıyla çizilen ve Şekil 5.11' deki doğru vasıtasıyla 1 no' lu kuyunun konum katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Şekil 5.11' den elde edilen doğru denkleminin x 'e göre türevi bu doğrunun eğimini yani konum katsayısını verecektir.

Doğru denklemi;

$$y = -129 + 1.7139 x \quad (5.5)$$

halinde olup, eğim, konum katsayısına eşdeğer olduğundan,

$$c_1 = 1.7139 \text{ dır.}$$

5.5.1.2 2 No'lu Kuyu

2 nolu kuyu Şekil 4.1.b' de görüldüğü gibi dairesel adanın merkezinden 40 cm ve 1 nolu kuyudan 31 cm uzaklıkta yer almaktadır. Bu kuyuya ait permeabilitenin belirlenmesi için gerekli değerler hesaplanarak Tablo 5.10' da verilmiştir. Ayrıca, Şekil 5.12 bu kuyuya ait permeabilite katsayısının belirlenmesi için yararlıdır. Bu grafik yardımıyla permeabilite katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Şekil 5.12' den elde edilen doğru denkleminin x 'e göre türevi bu doğrunun eğimini verecektir. Doğru denklemi;

$$y = -54.634 + 1.2313 x \quad (5.6)$$

Buradan da konum katsayısı yaklaşık olarak,

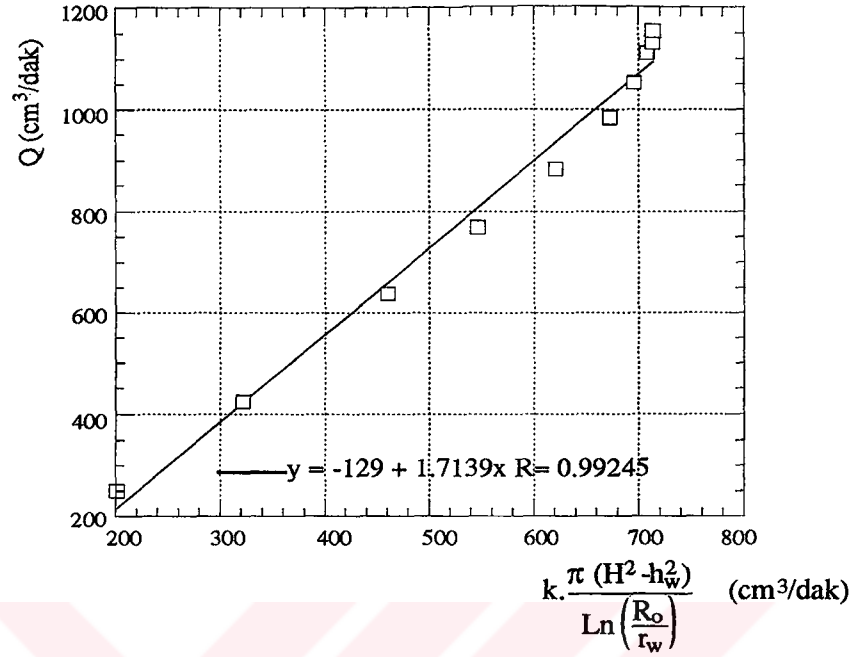
$$c_2 = 1.2313 \text{ dür.}$$

Tablo 5.9 1 no' lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu

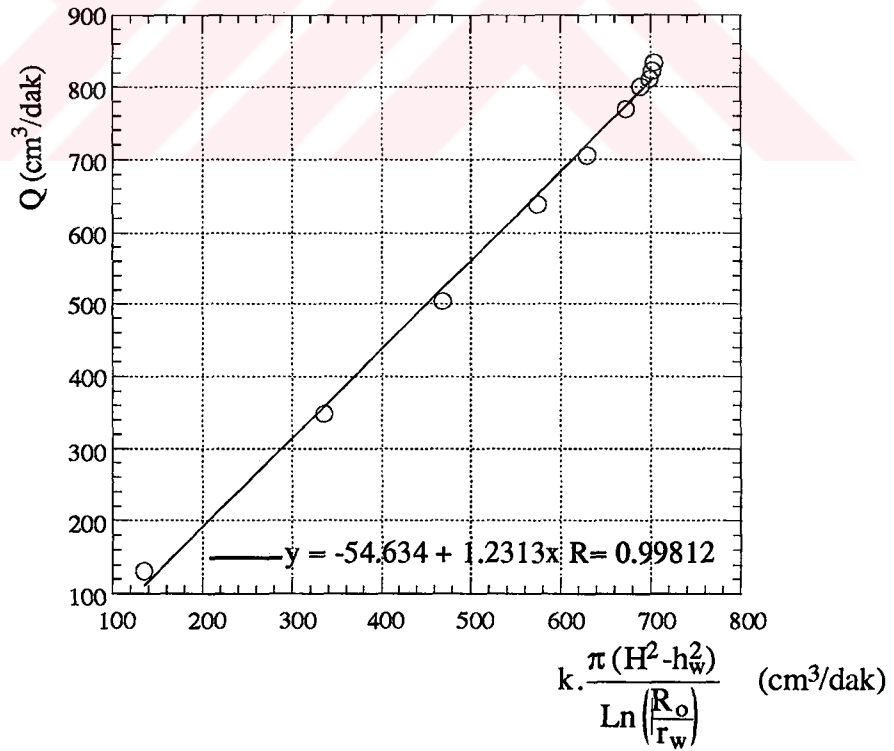
K A D E M E	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	$k. \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ (cm ³ /dk)
1	250.20	201.228
2	425.40	322.410
3	638.40	460.451
4	769.20	545.987
5	882.60	620.474
6	983.40	672.970
7	1052.40	695.514
8	1111.20	707.549
9	1132.20	712.684
10	1153.80	713.877

Tablo 5.10 2 no'lu kuyu konum katsayısı hesap tablosu

K A D E M E	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	$k. \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ (cm ³ /dk)
1	130.80	134.762
2	348.60	335.698
3	504.00	469.061
4	638.40	574.219
5	705.60	629.513
6	769.20	672.811
7	799.80	689.360
8	810.60	699.352
9	822.00	702.205
10	833.40	704.113



Şekil 5.17 Bir no'lu kuyunun fiziksel model üzerindeki konum (c) katsayılarının belirlenmesi



Şekil 5.18 İki no'lu kuyunun fiziksel modeldeki konum (c) katsayısının belirlenmesi

5.5.1.3 3 No'lu Kuyu

3 nolu kuyu, Şekil 4.1.b' de görüleceği üzere, dairesel adanın merkezinden 70 cm uzaklıkta ve sınıra oldukça yakın bir konumda bulunmaktadır. Bu kuyuya ait permeabilitenin belirlenmesi için gerekli değerler hesaplanarak Tablo 5.11' de verilmiştir.

Şekil 5.13' den elde edilen doğru denkleminin x 'e göre türevi bu doğrunun eğimini dolayısı ile de konum katsayısını sırasıyla

$$y = -115.33 + 2.0217 x \quad (5.7)$$

ve

$$c_3 = 2.0217$$

verir.

5.5.1.4 4 No'lu Kuyu

Bu kuyu planda dairesel adanın tam merkezinde bulunmaktadır. Merkezde bulunan bu kuyu bütün sınırlardan eşit uzaklıktadır. Bu uzaklık 96 cm dir. Konum katsayısının belirlenmesi için gerekli değerler hesaplanarak Tablo 5.12 teşkil edilmiştir.

Şekil 5.14' den elde edilen doğru denkleminin x 'e göre türevi bu doğrunun eğimini dolayısı ile de konum katsayısını sırasıyla

$$y = -15.627 + 1.0009 x \quad (5.8)$$

ve

$$c_3 = 1.0009$$

verir.



Tablo 5.11 3 no' lu kuyu konum katsayısı
hesap tablosu

K A D E M E	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	$k. \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ (cm ³ /dk)
1	428.57	255.671
2	618.57	354.228
3	895.52	511.626
4	1090.91	620.330
5	1224.49	678.015
6	1363.64	748.369
7	1463.41	786.198
8	1538.46	804.220
9	1578.95	819.692
10	1578.95	819.692

Tablo 5.12 4 no'lu kuyu konum katsayısı
hesap tablosu

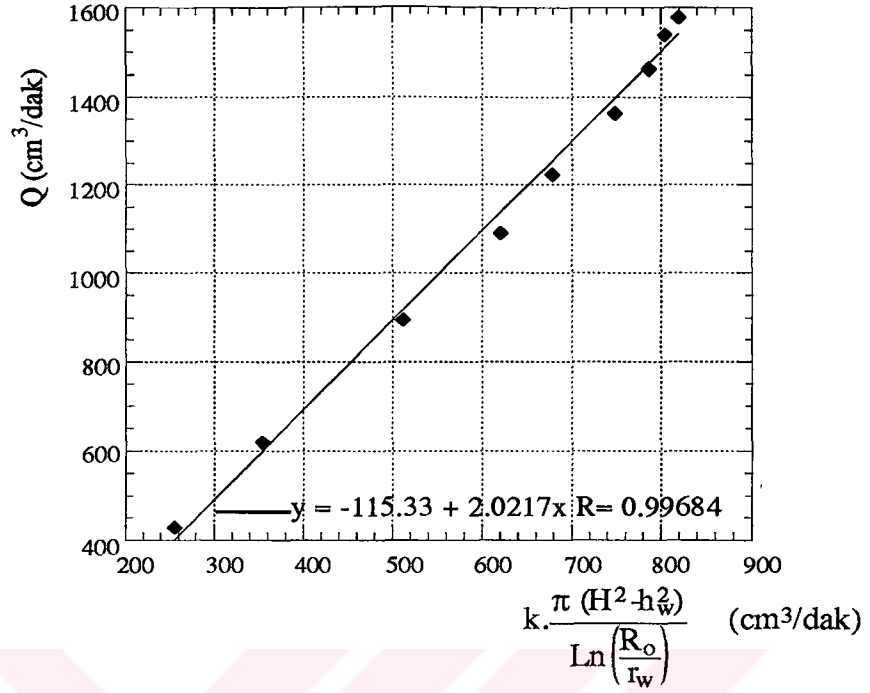
K A D E M E	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	$k. \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$ (cm ³ /dk)
1	169.01	180.732
2	324.32	342.108
3	422.53	439.384
4	512.82	530.769
5	582.52	601.593
6	624.99	638.692
7	645.16	661.421
8	652.17	667.769
9	659.34	670.499
10	659.34	670.499

5.5.1.5 5 No'lu Kuyu

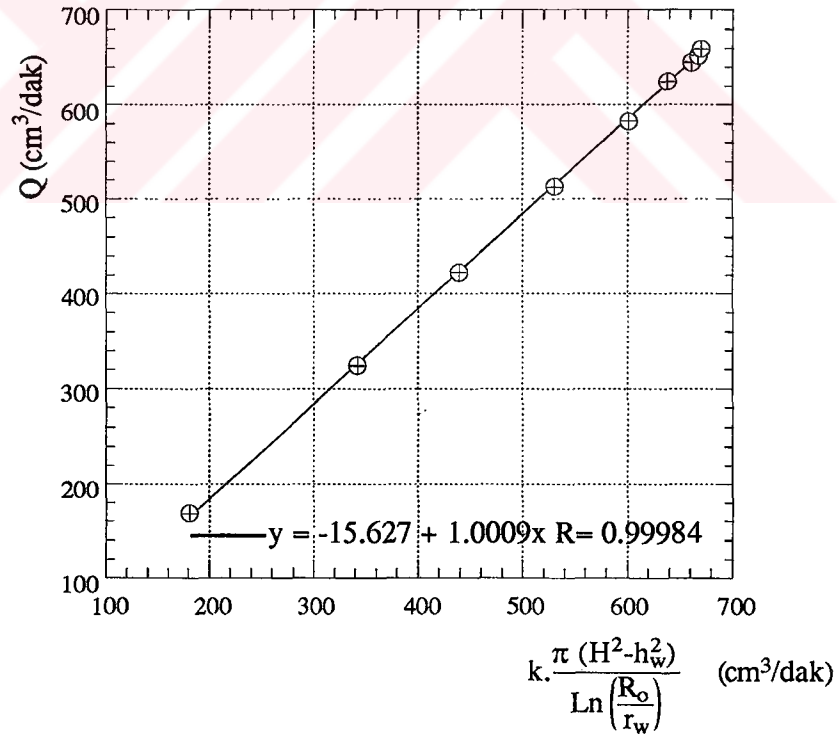
Şekil 4.1.b' de de görüldüğü gibi bu kuyu dairesel adanın merkezinden 65 cm mesafede yer almaktadır. Bu kuyuya ait konum katsayısının belirlenmesi için gerekli değerler hesaplanarak Tablo 5.13 oluşturulmuştur. Şekil 5.15 dan elde edilen doğru denklemi,

$$y = -81.999 + 1.4864 x \quad (5.9)$$

ve böylece konum katsayısı $c_5=1.4864$ olur.



Şekil 5.19 Üç no'lu kuyunun fiziksel modeldeki konum (c) katsayısının belirlenmesi



Şekil 5.20 Dört no'lu kuyunun fiziksel modeldeki konum (c) katsayısının belirlenmesi

5.5.1.6 6 No'lu Kuyu

Şekil 4.1.b' deki gibi dairesel adanın merkezinden 60 cm uzaklıktadır. Bu kuyuya ait permeabilitenin belirlenmesi için gerekli değerler hesaplanarak Tablo 5.14 ve Şekil 5.16 yardımıyla elde edilen doğru denklemi

$$y = -115.78 + 2.110 x \quad (5.10)$$

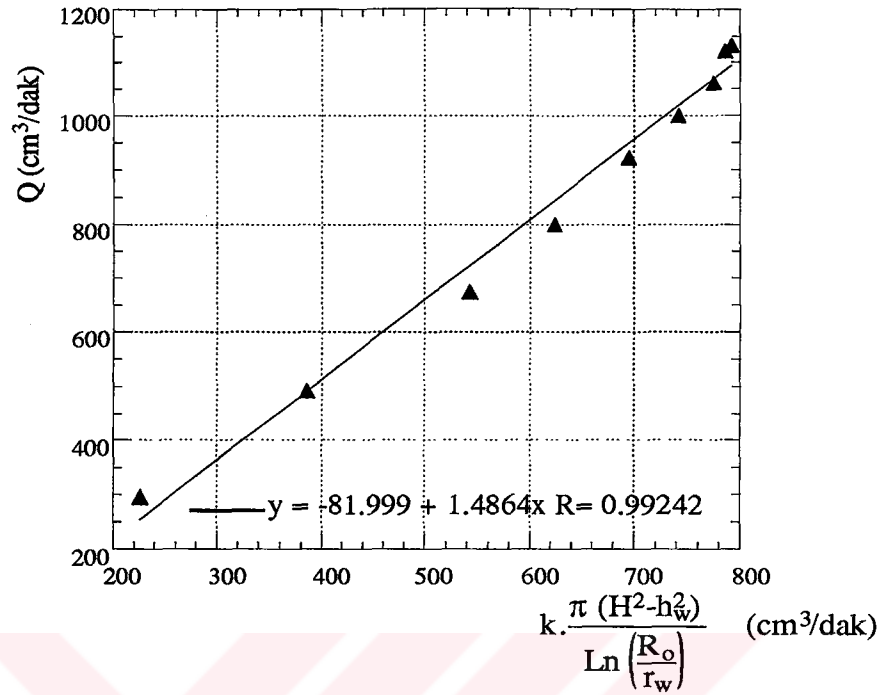
ve $c_6 = 2.110$ olarak bulunur.

Tablo 5.13 5 no' lu kuyu konum katsayısı
hesap tablosu

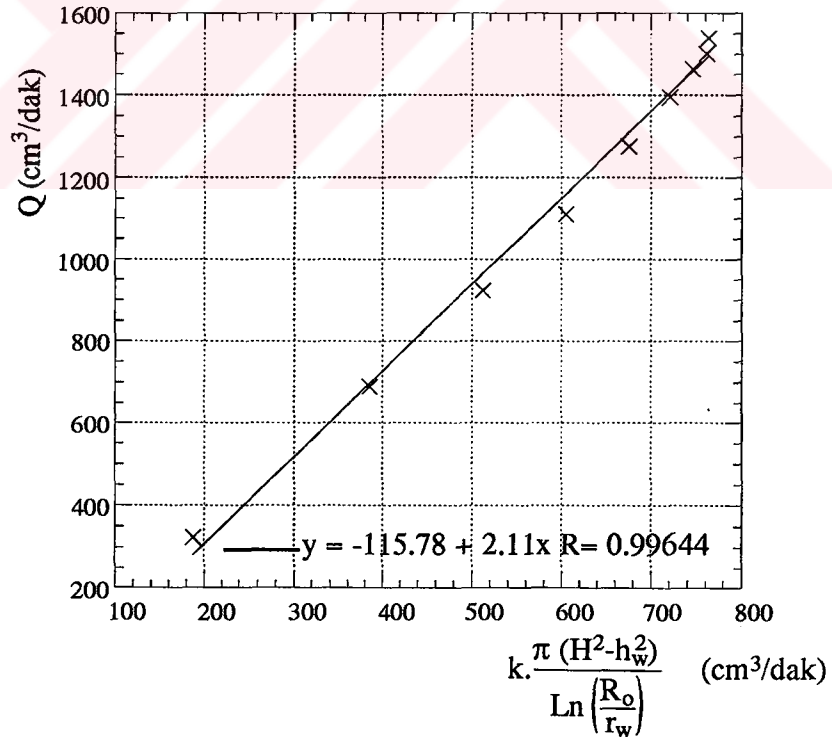
K	GÖZLENEN	$k \cdot \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$
A	DEBİ	
D		
E	Q	
M		(cm ³ /dk)
E	(cm ³ /dk)	
1	295.57	226.039
2	491.80	385.555
3	674.16	542.351
4	800.00	624.188
5	923.08	695.299
6	1000.00	741.690
7	1061.95	774.975
8	1121.50	785.753
9	1132.07	791.650
10	1132.07	791.650

Tablo 5.14 6 no'lu kuyu konum katsayısı
hesap tablosu

K	GÖZLENEN	$k \cdot \frac{\pi (H^2 - h_w^2)}{\ln \left(\frac{R_o}{r_w} \right)}$
A	DEBİ	
D		
E	Q	
M		(cm ³ /dk)
E	(cm ³ /dk)	
1	322.58	187.690
2	689.65	385.350
3	923.08	511.851
4	1111.11	604.858
5	1276.60	675.682
6	1395.00	721.259
7	1463.41	745.730
8	1500.00	761.399
9	1538.46	763.802
10	1538.46	763.802



Şekil 5.21 Beş no'lu kuyunun fiziksel modeldeki konum (c) katsayısının belirlenmesi



Şekil 5.22 Altı no'lu kuyunun fiziksel modeldeki konum (c) katsayısının belirlenmesi

5.5.2 Dairesel Ada Üzerinde Bulunan Tüm Kuyulara Ait Konum Katsayılarının Beraberce Değerlendirilmesi

Dairesel ada üzerinde bulunan 6 adet kuyuya ait yukarıda hesaplanan konum katsayısı değerleri **Tablo 5.15'** de topluca verilmiştir. Ayrıca **Şekil 5.17'** de 6 kuyuya ait bundan önce elde edilen eğriler beraberce gösterilmiştir. **Tablo 5.15** yardımıyla her bir kuyuya ait konum katsayılarının merkezden sınıra olan uzaklık değişimi de etki yarıçapının değişken olması halinde, **Şekil 5.18'** de verilmiştir.

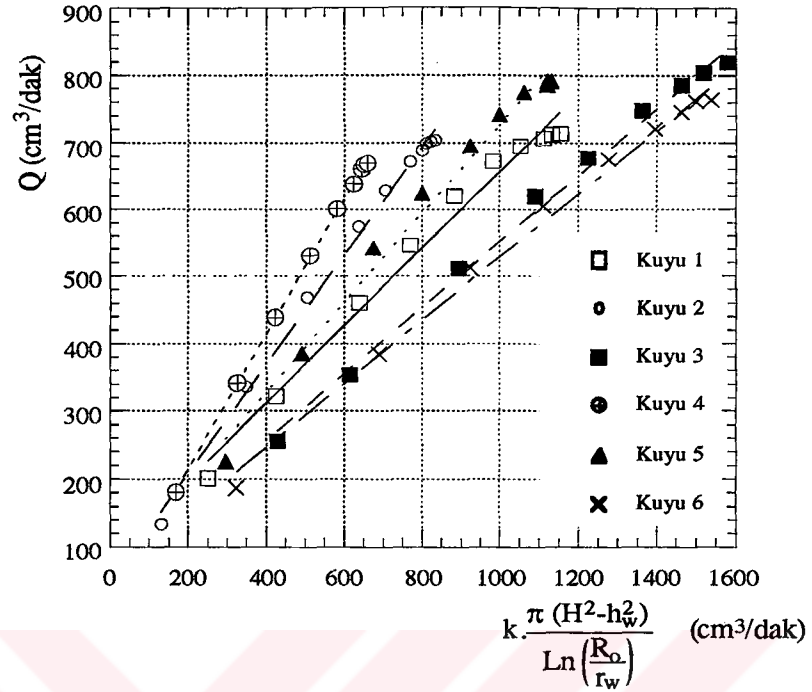
Tablo 5.15 Dairesel ada üzerinde bulunan tüm kuyuların konum katsayıları

KUYU NO	MERKEZE UZAKLIK (cm)	KUYU KONUM KATSAYISI c
1	45.00	1.7139
2	40.00	1.2313
3	70.00	2.0217
4	0.00	1.0009
5	65.00	1.4864
6	60.00	2.1100

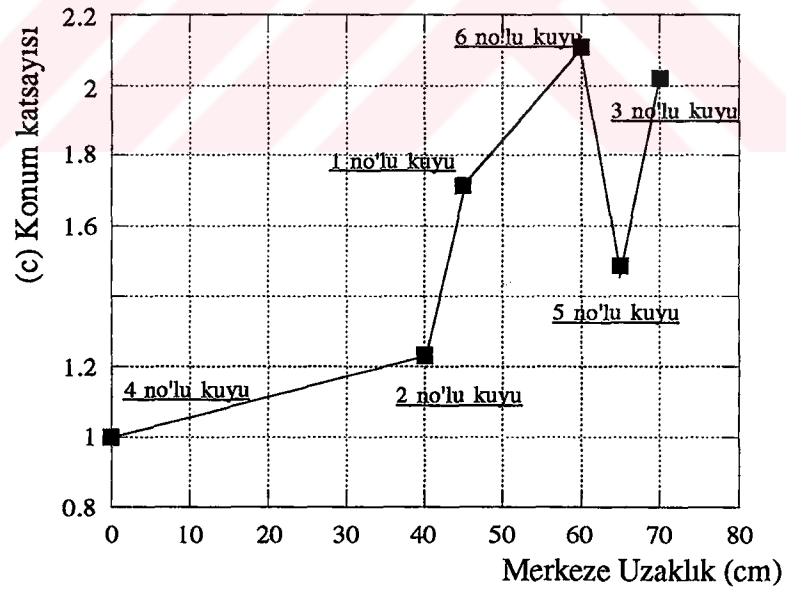
5.5.3 Dairesel Ada Kısmi Geçirimsiz Sınır Durumunda Konum Katsayılarının Belirlenmesi

Fiziksel model üzerinde oluşturulan geçirimsiz sınırlı durum göz önüne alınarak, bu hale ait tek kuyu deneyleri tekrarlanmıştır. Ancak burada **Kısım 5.3.2'** den farklı olarak, 3 ve 6 no' lu kuyuların geçirimsiz sınırdan etkilenmedikleri gözlenerek bu kuyulara ait konum katsayıları değerleri belirlenmemiştir.

Sistemde geçirimsiz sınırın bulunması halinde kuyulara ait konum katsayısı değerleri, yine Dupuit' in dengeli akım halinde serbest yüzölçümü akiferlere göre



Şekil 5.23 Dairesel ada modelindeki bütün kuyuların konum (c) katsayılarının beraberce değerlendirilmesi



Şekil 5.24 Konum katsayılarının (c) merkezden uzaklıkla değişimi

vermiş olduğu (2.46) denklemindeki iki kuyuya ait debi formülü yardımı ile hesaplanmıştır. Böylece (2.46) eşitliğinden elde edilen bu formül,

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h_w^2)}{\text{Ln} \left(\frac{R_o^2}{r_w 2z} \right)} \quad (5.11)$$

şeklindedir. Bu denklemden k değeri çekildiği takdirde

$$k = \frac{\text{Ln} \left(\frac{R_o^2}{r_w 2z} \right)}{\pi (H^2 - h_w^2)} Q \quad (5.12)$$

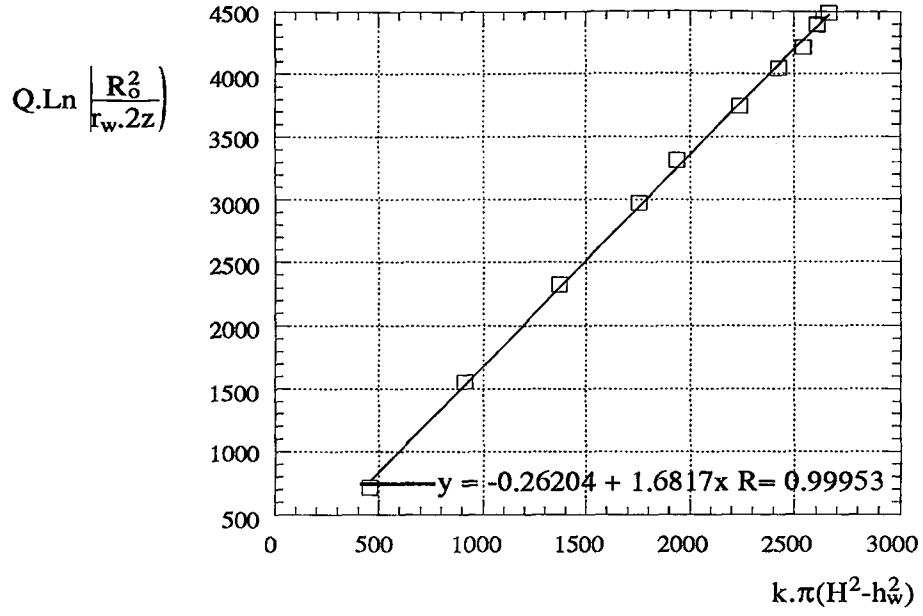
bulunur. Buradan konum katsayısı olarak tanımlanan ve hidrolik iletkenliğin yanında bulunması gereken (c) katsayısı ise,

$$c = \frac{\text{Ln} \left(\frac{R_o^2}{r_w 2z} \right)}{k \cdot \pi (H^2 - h_w^2)} Q \quad (5.13)$$

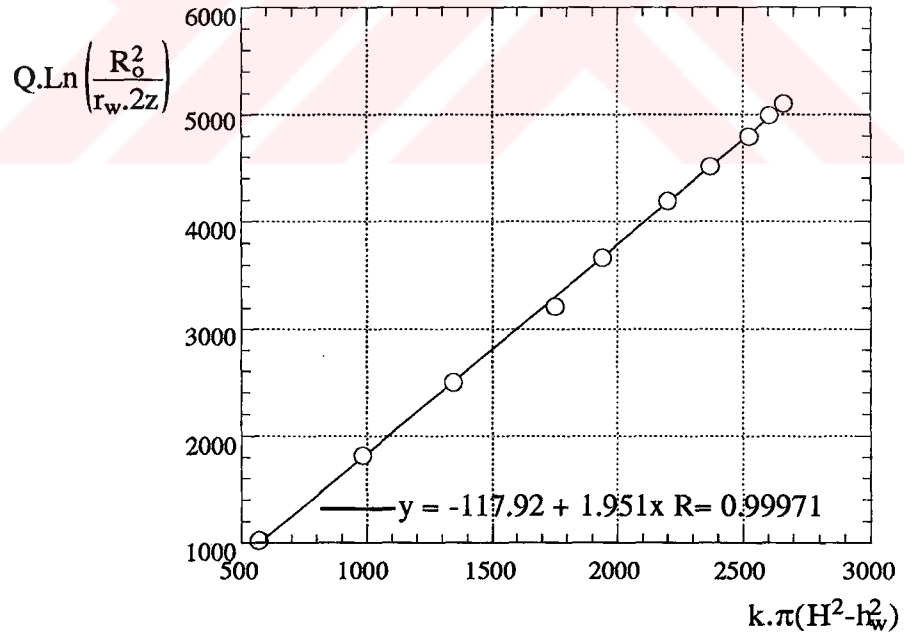
şeklinde elde edilir.

Bu formül, fiziksel model üzerinde bulunan 3 ve 6 kuyusu hariç diğer dört kuyu için geçerli olacaktır. Burada z pompaj kuyusunun merkezi ile sınır arasındaki mesafedir. Kuyuların geçirimsiz sınırlı durumdaki konumları ve z değerleri **Şekil 4.6'** da gösterilmiştir.

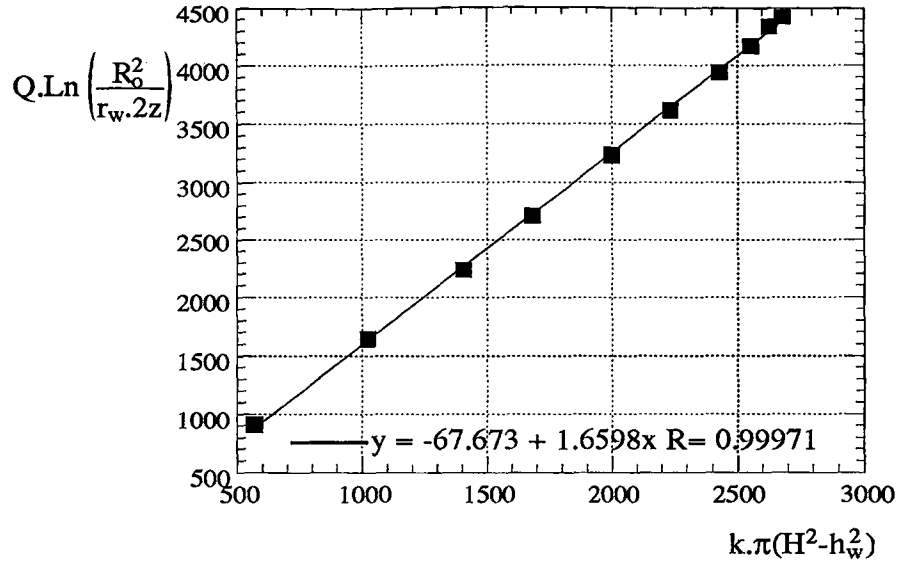
Geçirimsiz sınırlı duruma ait konum katsayısı değerleri, geçirimsiz düşey sınıra ait tek kuyu deney neticeleri ve (5.13) denklemini yardımı ile bulunmuştur. Buradaki işlem, (5.13) denkleminin payında bulunan ifadenin grafik üzerinde ordinata ve paydada bulunan ifadenin de absise yazılıp elde edilen doğruların eğimleri herbir kuyu için gerekli konum katsayısı değerlerini verecektir. Elde edilen yeni konum katsayısı değerleri **Tablo 5.16'** da verilmiştir.



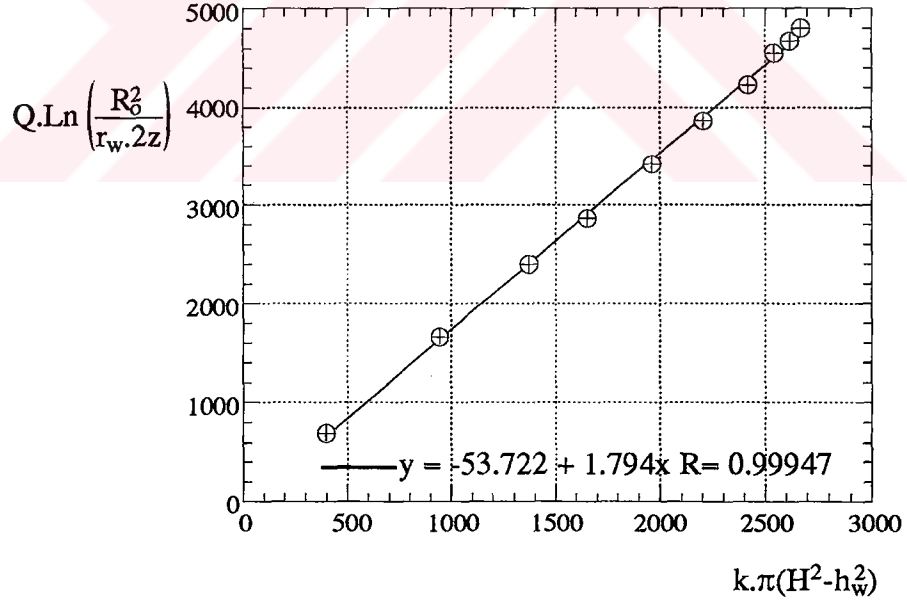
Şekil 5.25 Geçirimsiz sınırlı halde 1 no'lu kuyuda konum katsayısı



Şekil 5.26 Geçirimsiz sınırlı halde 2 no'lu kuyuda konum katsayısı



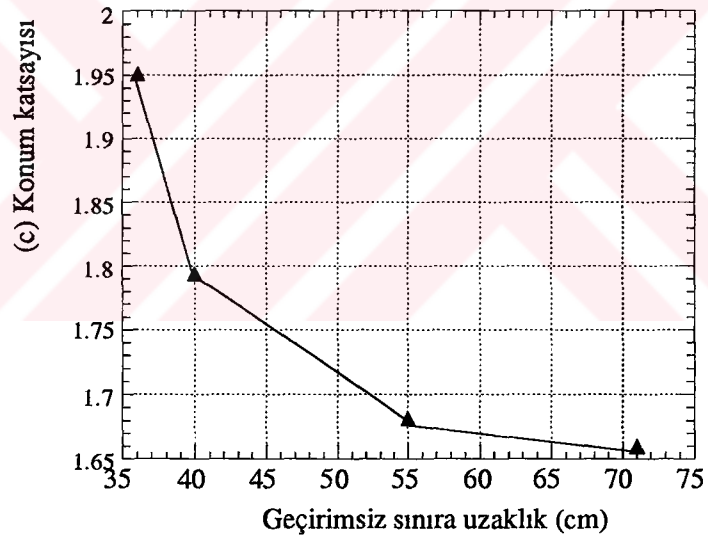
Şekil 5.27 Geçirimsiz sınırlı halde 4 no'lu kuyuda konum katsayısı



Şekil 5.28 Geçirimsiz sınırlı halde 5 no'lu kuyuda konum katsayısı

Tablo 5.16. Geçirimsiz sınırlı durum İçin bulunan konum katsayısı değerleri

Kuyu no	İmajiner kuyuya uzaklık $2z$ (cm)	Etki yarıçapı R_o (cm)	Konum katsayıları c
1	110	74.906	1.6817
2	72	79.333	1.9510
4	142	96.000	1.6598
5	80	51.990	1.7940



Şekil 5.29 Geçirimsiz sınırlı halde kuyu konum (c) katsayılarının geçirimsiz sınıra uzaklıkla değişimi

5.6 Serbest Yüzlü Akiferlerdeki Kuyular Arasındaki Girişim Hesapları

Dengeli akım durumunda dairesel bir ada üzerinde açılan kuyular arasındaki girişim olayı sonsuz akifer şartlarına uymamaktadır. Burada sınırlı akifer durumu söz konusudur. Dolayısıyla dairesel ada şeklindeki bir akifer üzerine açılan değişik kuyuların girişimlerinin hesaplanabilmesi için değişik bir metodun kullanılması gerekmektedir. Burada imajiner metod adı verilen ve dairesel ada üzerinde bulunan her bir kuyunun daire sınırı boyunca birden fazla belki de sonsuz imajiner kuyu görüntüsünün varlığından söz edilebilir. Bu durum ise, dairesel ada üzerinde bulunan kuyulara ait girişim hesaplarının yapılmasını zorlaştırmaktadır.

Ancak, Hantush ve Jacop (1960) yapmış oldukları araştırmada, Dupuit' in dengeli akım durumunda sonsuz akifer şartları için geçerli olan ve tek kuyu için vermiş olduğu debi denkleminde dairesel ada durumu için bazı değişiklikler yapmıştır.

Dupuit' in sonsuz akifer şartlarında dengeli akım için vermiş olduğu tek kuyu debi denklemindeki R etki yarıçapı ifadesinin, bu bölümün başında verilen (5.1) denklemi yardımıyla her bir kuyu için ayrı ayrı hesaplanarak, girişim denklemlerinde yerine yazılması gerekmektedir. Bu durumda ise R etki yarıçapı ifadesi yerine R_{0j} ifadesinin kullanılması uygun olacaktır.

Bölüm 2' de verilen ve dengeli akım durumunda serbest yüzlü akiferlerde açılan tek kuyu haline ait (2.8) debi denklemindeki R etki yarıçapı ifadesinin dairesel ada durumu için değiştirilmiş yeni hali, (5.3) denklemindeki gibi olacaktır.

Dairesel ada modellemesi için önerilen R_0 ifadesi, birden fazla kuyunun beraberce çalışması durumunda merkezden farklı uzaklıkta bulunan herbir kuyu için farklı değerler alacaktır.

Ayrıca, bir akifer üzerinde açılan birden fazla kuyunun aynı özelliklerde olmaması ve sınır şartlarından etkilenmesi halinde her bir kuyunun konum (c) katsayıları farklı olacaktır. Bu durumda, akiferde açılan kuyuların girişim

hesaplarının yapılabilmesi için kuyulara ait belirlenen konum katsayıları değerlerinin kullanılması gerekir. Aksi takdirde girişim hesapları doğru netice vermeyecektir. Bu yüzden aynı akifer üzerinde bulunan herbir kuyuya ait konum katsayılarının varlığı sözkonusudur. Girişim denklemlerinde bu konum katsayısı Hidrolik iletkenlik değerinin yanına yazılacağından bu k' ifadesiyle gösterilmiştir.

Dolayısıyla dairesel ada modeli üzerinde açılan kuyuların girişimlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller üzerinde değişiklik yapılması gerekmektedir. Burada Özyol (1981) tarafından verilmiş olan tam girişim denklemlerinden (3.22) denklemi üzerinde bu değişiklik yapılarak,

$$\beta_{ij} = \frac{\ln(R_{oj} / r_{ij})}{\pi k'_j} \quad (5.14)$$

elde edilmiştir. Bu ifade (3.26) eşitliğinde yerine yazıldığı takdirde dairesel ada üzerine açılmış herhangi bir kuyudaki D_{ij} düşüm değeri,

$$D_{ij} = H - \sqrt{H^2 - \beta_{ij} Q_j} \quad (5.15)$$

bulunur. Dairesel ada üzerinde bulunan n adet kuyu için ise bu denklem süperpozisyon ilkesi kullanılması sonucu,

$$D_{Ti} = n H - \sum_{j=1}^n \sqrt{H^2 - \beta_{ij} Q_j} \quad (i=1, \dots, n) \quad (5.16)$$

olur. Bu ifade yardımıyla herbir kuyuda oluşacak toplam düşüm değerleri hesaplanabilir ve açık yazıldığı takdirde;

$$\begin{aligned}
D_{T1} &= n H - \sqrt{H^2 - \beta_{11} Q_1} + \sqrt{H^2 - \beta_{12} Q_2} + \dots + \sqrt{H^2 - \beta_{1n} Q_n} \\
D_{T2} &= n H - \sqrt{H^2 - \beta_{21} Q_1} + \sqrt{H^2 - \beta_{22} Q_2} + \dots + \sqrt{H^2 - \beta_{2n} Q_n} \\
&\dots\dots\dots \\
D_{Tn} &= n H - \sqrt{H^2 - \beta_{n1} Q_1} + \sqrt{H^2 - \beta_{n2} Q_2} + \dots + \sqrt{H^2 - \beta_{nn} Q_n}
\end{aligned} \tag{5.17}$$

denklem takımı elde edilmiş olur. Yukarıdaki denklemlerde;

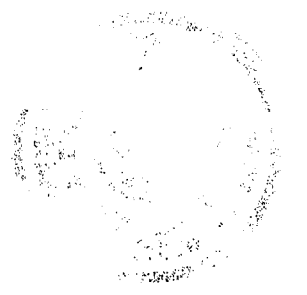
R_{0j} : j' ninci kuyunun tesir yarıçapı [L],

D_{Ti} : i' ninci kuyudaki toplam düşüm [L] dir.

Elde edilen (5.17) denklem takımı, dairesel ada durumunda serbest yüzlü bir akifer üzerinde rastgele açılan birden fazla kuyu için geçerli olan girişim denklem takımıdır. Bu denklem takımı sayesinde kuyulardan çekilen debiler bilindiği takdirde kuyulara ait düşüm değerleri kolaylıkla tesbit edilebilir. Yine aynı şekilde kuyulardaki su seviyeleri biliniyorsa, o kuyulardan alınan debiler bu denklem takımı yardımıyla bulunabilir.

5.6.1 Serbest Yüzlü Akiferlerdeki Girişim Hesapları İçin Geliştirilen Bilgisayar Programı

Fiziksel model üzerinde yapılan ikili, üçlü, dörtlü, beşli ve altılı kuyu grupları için olan girişim ile ilgili deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçların Kısım 5.6' deki dairesel ada modeli için geliştirilen matematiksel modelden elde edilen neticelerle karşılaştırılması gerekmektedir. Dairesel bir ada üzerinde bulunan ve farklı özelliklerde rastgele açılmış n adet kuyu girişiminin hesaplanmasında kullanılan yukarıdaki denklem takımının çözümü, QBASIC programlama dilinde yazılan bir program yardımıyla yapılmıştır. Bu programın listesi Ek 2' de verilmiştir.



Geliştirilen bu program, sadece dairesel ada modeli için değil aynı zamanda değişik sınır şartları ve sonsuz akifer şartlarını da kapsamaktadır. Bu girişim programının çalışma şekli aşağıdaki gibidir.

Program, öncelikle kuyu adedini sormaktadır. Burada akifer üzerine açılan pompaj yapılacak kaç tane kuyu var ise bunun adedinin girilmesi yeterlidir. Daha sonra ise r_{ij} değerleri yani kuyular arasındaki mesafeler istenmektedir. Buradaki işlem ise plan üzerinde mevcut ve pompaj yapılan kuyuların birbirlerine uzaklıkları giriş olarak verilmesinden ibarettir. Örneğin, program " r_{12} " nedir diye sorduğunda, 1 no' lu kuyu ile 2 no' lu kuyu arasındaki mesafe anlaşılabacaktır. Program öncelikle birinci kuyudan başlamak suretiyle $r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1n}$ gibi değerleri sormaya başlayacaktır. Daha sonra ise ikinci kuyuya geçerek $r_{21}, r_{22}, \dots, r_{2n}$ değerlerini soracaktır. Program bu işleme sistemde kaç tane kuyu var ise o kadar kuyu için sormaya devam edecektir. Burada aynı indisli r' lerin, yani $r_{11}, r_{12}, \dots, r_{nn}'$ lerin 1, ..., n kuyularının yarıçaplarıdır.

Kuyular arasındaki mesafelerin girilmesi işlemi bittikten sonra program, tesir yarıçapı R_{0j} değerlerinin girilmesini isteyecektir. Eğer sonsuz akifer üzerinde açılmış kuyuların girişim hesaplarının yapılması isteniyorsa bütün R_{0j} değerleri eşit olacaktır. Şayet dairesel ada şartlarında bir çalışma yapılıyorsa o takdirde R_{0j} değerleri tabii olarak değişiklik arz edecektir. Bu durumda farklı R_{0j} değerlerinin programa girilmesi istenecektir. Bu halde bilgisayar her bir kuyu için R_{0j} etki yarıçapı değerlerini soracaktır.

Daha sonra program giriş olarak k'_j konum katsayısıyla çarpılmış hidrolik iletkenlik değerlerinin girilmesini isteyecektir. Burada yine akifer homojen bir yapıya sahip ise, istenen hidrolik iletkenlik katsayıları sabit ve eşit alınacaktır. Ancak akifer homojen değil ve sınır şartlarından fazlaca etkileniyorsa, k'_j değerlerinin her bir kuyu için ayrı ayrı programa girilmesi gerekecektir.

Program, " kuyu adedi, r_{ij} , R_{ij} ve k'_j " değerleri girildikten sonra, akiferdeki sabit su seviyesi olan " H " değerini soracaktır. Bu değer, dairesel ada modeli için, dairesel adanın dışındaki statik su yüksekliğidir. Sonsuz akifer şartlarında ise bu " H " değeri, akiferde pompajdan etkilenmeyen su yüksekliği olarak tanımlanabilir.

Bütün bu verilerin giriş esnasında yanlış yazılma ihtimali göz önüne alınarak her kademede " **Değerleri doğru girdiniz mi?** " şeklinde uyarıcı mesajlar yerleştirilmiştir. Bu mesajlar sayesinde kullanıcı her kademede girilen değerlerin doğru olup olmadıklarını kontrol etme imkanına sahip olmuştur. Bu işlemin faydası kuyu adedi artıkcı daha iyi görölmektedir.

Programa veri girişleri tamamlandıktan sonra, program kendiliğinden D_{Ti} herbir kuyudaki toplam düşüm değeri veya Q_j herbir kuyudan çekilecek debi miktarının mı hesaplanmak istendiğini soracaktır. Eğer her bir kuyudaki düşüm değeri hesaplanmak isteniyorsa klavye üzerindeki " **D** " tuşuna basılması yeterli olacaktır. Ortaya çıkan menüde ise düşümlerin hesaplanacağı kuyulara ait debi değerleri yani Q_j ' lerin girilmesi istenecektir. Q_j değerlerinin mevcut kuyu adedine göre girilmesi işleminden sonra " **ENTER** " tuşuna basılarak, kuyularda verilen debilere karşı oluşacak düşüm değeri ekranda görölebilecektir. Aynı şekilde, şayet Q_j kuyulardan çekilebilecek debi miktarlarının belirlenmesi isteniyorsa bu takdirde klavye üzerindeki " **Q** " tuşuna basılması gerekecektir. Bu işlemten sonra ekrana gelen menüde her bir kuyudaki düşüm değeri veri olarak istenecek ve bu değerler girildikten sonra, yine " **ENTER** " tuşuna basılarak hesaplanması istenilen debi değeri ekranda göröülecektir.

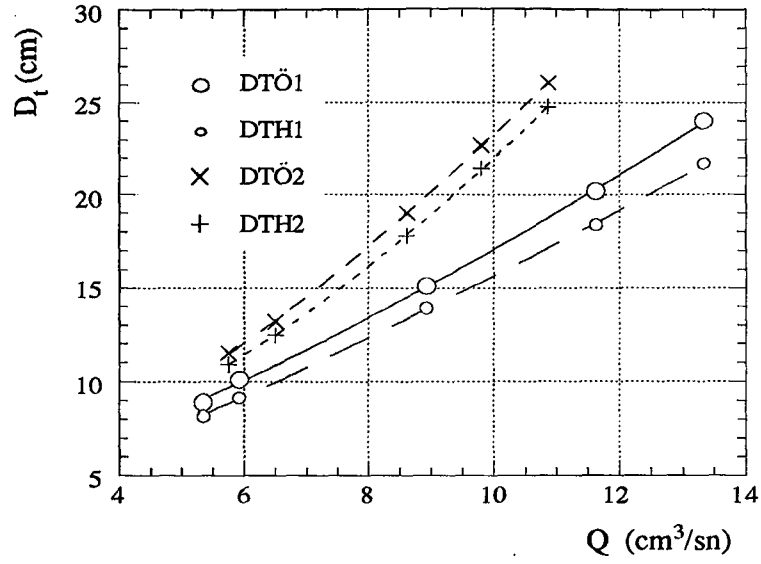
Daha sonra, yeni bir hesap yapılması istenirse, program, " **Yeni Bir Hesap Yapayım mı ?** " şeklinde bir komutla sizi uyaracaktır. Şayet yeniden bir takım hesapların yapılması veya değışik debi veya düşümler için hesapların tekrarlanması isteniyorsa, " **E** " tuşu yardımıyla hesaplara tekrar başlanabilecektir. Programın diğeri bir özelliğı ise " **UPDATE** " mekanizmasının bulunmasıdır. Şayet önceden girilen değerler üzerinde herhangi bir değışiklik söz konusu değilse " **H** " tuşuyla bu kısma ait verilerin tekrardan girilmesine gerek kalmayacak fakat program önceden girilen değeri hesaba katacaktır. Örneğiri, başlangıçta sisteme girilen " **kuyu adedi** ", " r_{ij} ", " R_{oj} ", " k'_j " ve " **H** " değeriğinde herhangi bir değışiklik söz konusu değil ise " **Bu Değeri UPDATE edeyim mi ?** " sorusuna " **H** " tuşuyla cevap vermek yeterli olacaktır. Daha sonra ise yeni Q_j veya D_{Ti} değeri girilebilecektir. Bu " **UPDATE** " mekanizması sayesinde program çok kullanışlı bir hale gelmiştir. Aksi takdirde, aynı kuyu grubu için birden fazla kademede bütün verilerin tekrar tekrar girilmesi oldukça büyük zaman kaybına sebep olacaktır.

5.6.2 Girişim Deney Neticelerinin Geliştirilen Matematiksel Model Sonuçlarıyla Karşılaştırılması

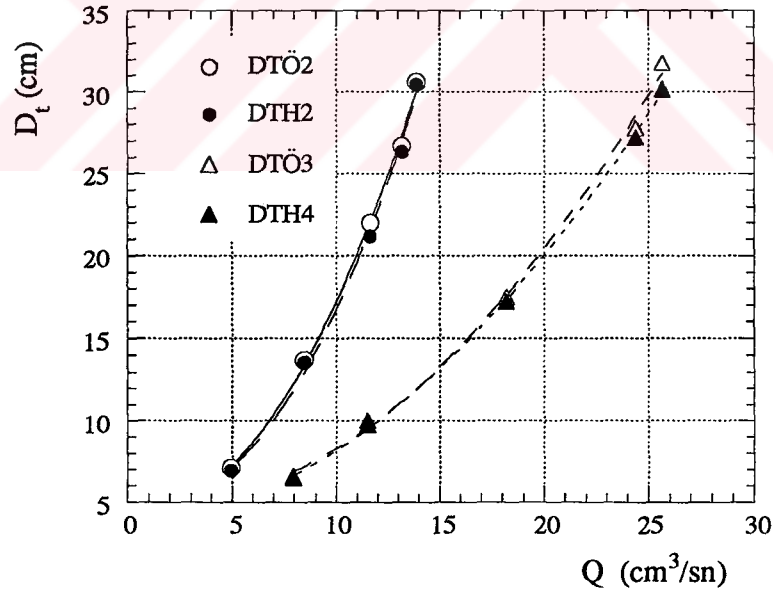
Geliştirilen matematiksel modelin vermiş olduğu sonuçların, fiziksel model deneyleri ile tahkiki matematiksel modelin gerçeğe uygunluk derecesinin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Burada, tam dairesel ada ve geçirimsiz sınırlı halleri için gerçekleştirilen ve Bölüm IV' de sonuçları verilen ikili, üçlü, dördü, beşli ve altılı kuyu grupları için yapılan girişim deney neticelerinin geliştirilen matematiksel modelle karşılaştırılması çalışması yapılmıştır.

Hesaplarda genellikle deneyler esnasında her bir kademede her bir kuyuda ölçülen debiler programa girilmiş ve düşünüm değerlerinin hesaplanması istenmiştir. Daha sonra ise, matematiksel modelin vermiş olduğu düşünüm değerleri , deneylerde gözlenen düşünüm değerleriyle mukayese edilmiştir. Bu hususta matematiksel modelin vermiş olduğu sonuçların, deneylerle elde edilen sonuçlara ne derece uyduğu tesbit edilmiştir. Ayrıca hata yüzdeleri de verilmiştir. Kabul edilebilir hata yüzdesi %10 olarak seçilmiştir. Tahkikler tam dairesel ada durumunda açılan bütün ikili, üçlü, dördü, beşli ve altılı kuyu gruplarında olduğu kadar geçirimsiz sınırlı hale ait göz önüne alınan tüm ikili, üçlü ve dördü kuyu grupları için tekrarlanmıştır.

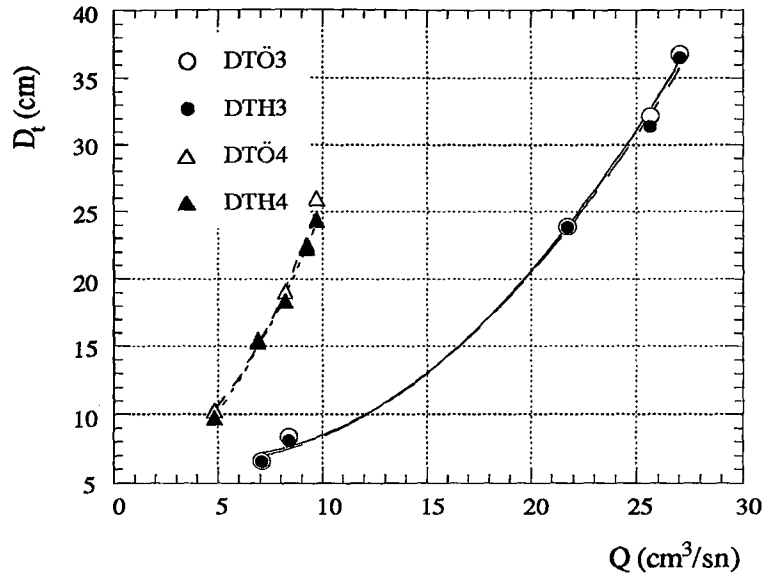
Yapılan tahkikler neticesinde elde edilen sonuçları ve hata yüzdelerini içeren tablolar hazırlanmış ve bu tablolar Ek 3' de verilmiştir. Fiziksel model üzerindeki dairesel şekilli ve beslemeli sınırlı akifer üzerinde açılan kuyuların ikili, üçlü, dördü, beşli ve altılı kuyu grupları halinde çalışmaları halinde aynı debi için elde edilen düşünüm değerleri ile hesaplanan düşünüm değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonucu elde değerler ikili kuyular için Şekil 5.30,31,32,33 ve 34 üzerinde karakteristik eğriler vasıtasıyla örneklenmiştir. Üçlü kuyu grupları için ise Şekil 5.35,36,37 ve 38 elde edilmiş ve hesaplanan düşünüm ile gözlenen düşünüm değerlerinin birbirlerine yakınlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca dördü, beşli ve altılı kuyular için Şekil 5.39,40 ve 41 grafikleri verilmiştir. Bu verilen bütün grafikler sadece bazı kuyu grupları için verilmiş diğerleri ise tablolar halinde Ek 3'de gösterilmiştir.



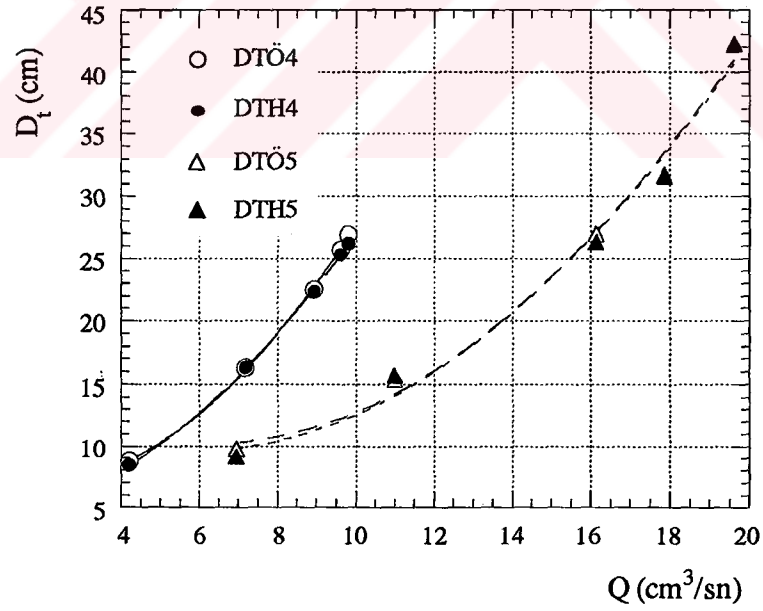
Şekil 5.30 1 ve 2 no'lu kuyuların beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



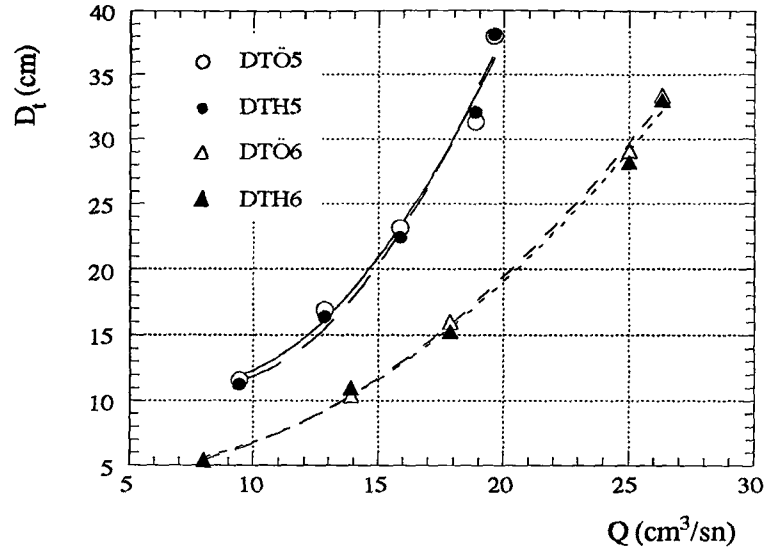
Şekil 5.31 2 ve 3 no'lu kuyuların beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



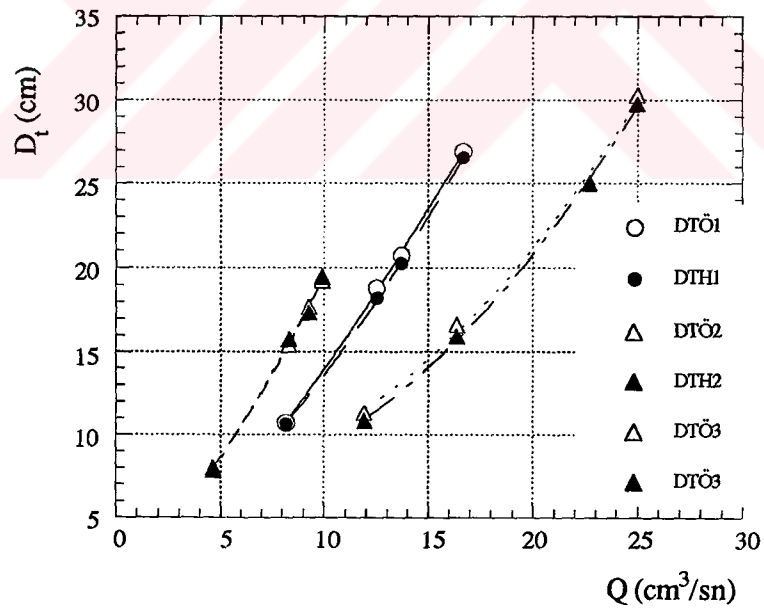
Şekil 5.32 3 ve 4 no'lu kuyuların beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



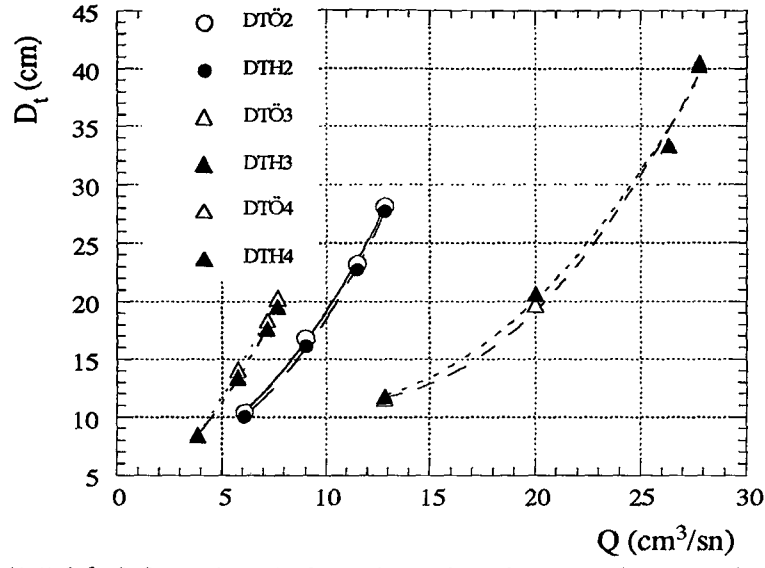
Şekil 5.33 4 ve 5 no'lu kuyuların beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



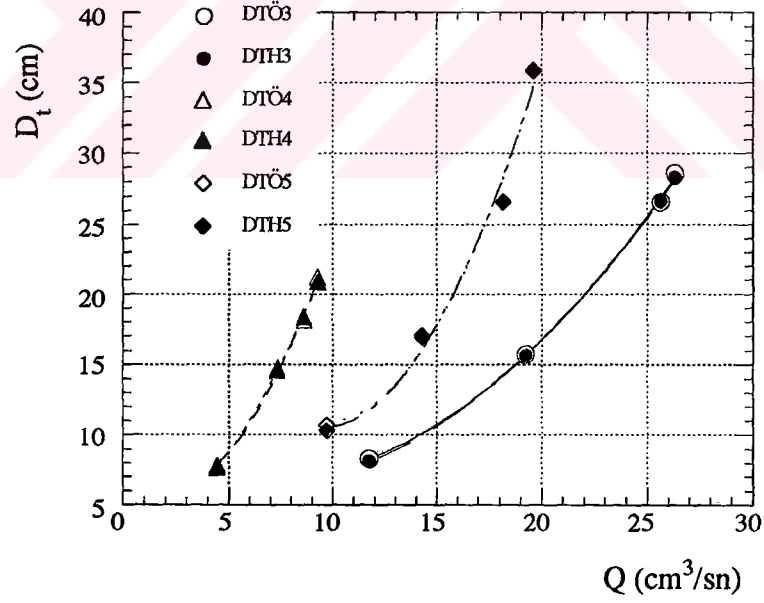
Şekil 5.34 5 ve 6 kuyularının beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



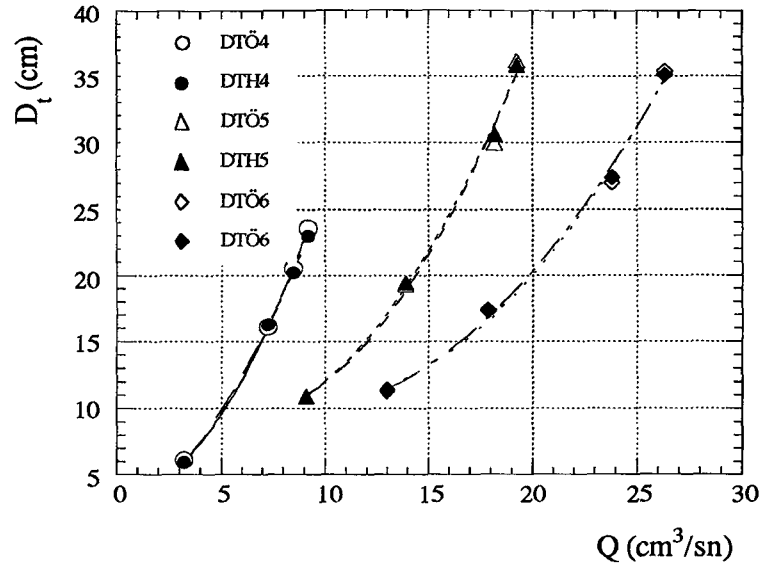
Şekil 5.35 1, 2 ve 3 no'lu kuyuların beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



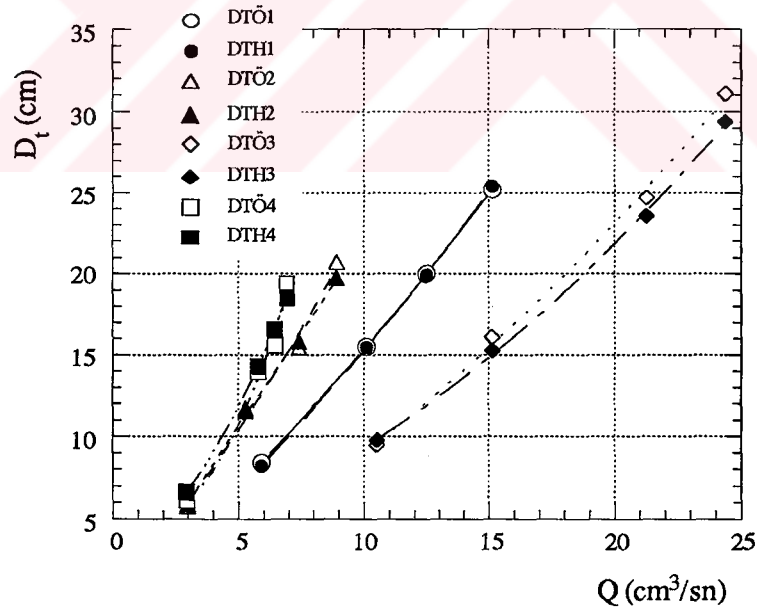
Şekil 5.36 2,3 ve 4 no'lu kuyuların beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



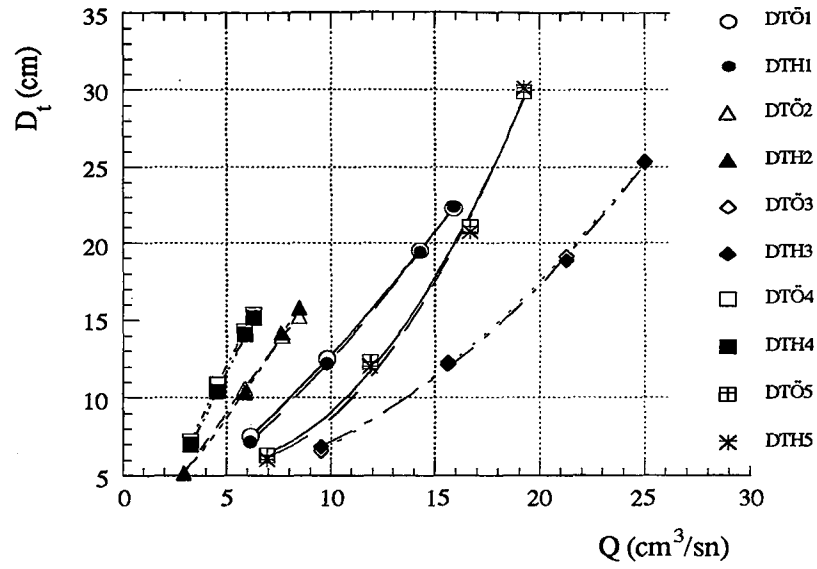
Şekil 5.37 3,4 ve 5 no'lu kuyuların beraberçe çalışması durumunda ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



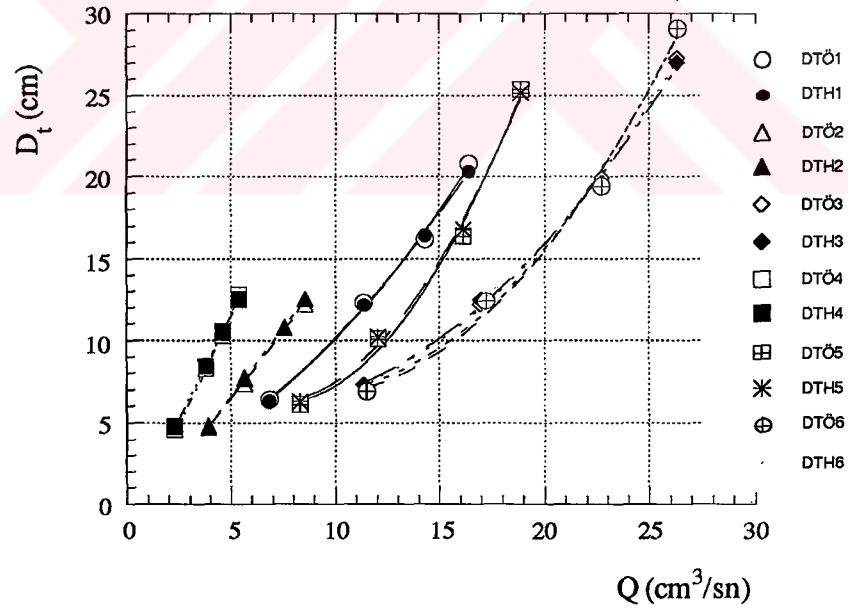
Şekil 5.38 4,5 ve 6 no'lu kuyuların beraberçe çalışması halinde ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 5.39 1,2,3 ve 4 no'lu kuyuların beraberçe çalışması halinde ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması

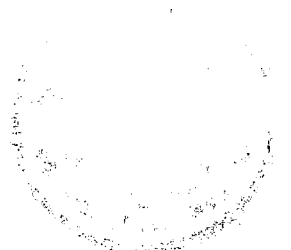


Şekil 5.40 1,2,3,4 ve 5 no'lu kuyuların beraberçe çalışması halinde ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması



Şekil5.41 1,2,3,4,5 ve 6 no'lu kuyuların beraberçe çalışması halinde ölçülen ve hesaplanan düşüm değerlerinin karşılaştırılması

Netice olarak, birbirlerinden farklı özelliklere sahip kuyular için geliştirilen matematiksel modelin vermiş olduğu sonuçlar, deneylerden elde edilen sonuçlarla uygunluk göstermiş ve hata yüzdesi maksimum yüzde 10 olarak tesbit edilmiştir. Belirlenen hata ise ölçümlerdeki muhtemel hatalar veya fiziksel modelin tabii akifer şartlarına tam uydurulamaması ile izah edilebilir. Hesaplanan değerler ile ölçülen değerler arasında çok hassas benzerliklerin olması beklenilmemelidir. Zira bütün bunlara rağmen deney neticelerinin matematiksel model sonuçlarıyla karşılaştırıldığında maksimum yüzde 10' luk bir hata vermesi, geliştirilen (5.17) denkleminin kullanılabileceğini göstermektedir.



BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, homojen, izotrop bir ortamda, dengeli akım durumundaki serbest yüzlü ve sınırlı akiferler üzerinde rastgele açılmış kuyular için debi-konum katsayısı (c) ve debi-düşüm bağıntıları ile kuyu girişim problemleri incelenmiştir.

Bu maksatla, dairesel ada şeklindeki serbest yüzlü ve sınırlı bir akiferde rastgele açılan altı adet kuyu üzerinde deneyler yapılmış ve matematiksel bir model geliştirilmiştir.

Yapılan bu çalışma neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- 1) Kuyulardaki girişim konusunda literatürde rastlanan çalışmalar sonsuz akifer ve bunun sonucu olarak aynı debi-düşüm özelliği kabulüne dayanmaktadır. Bu araştırmada ise sınırlı akifer ve değişken debi-düşüm durumları incelenmiştir.
- 2) Bu çalışmadaki deneyler sonucu beslemeli sınırlı ve geçirimsiz sınırlı akiferlerdeki kuyuların debi-düşüm yönünden birbirinden farklı özellikler gösterdiği ortaya konmuştur.
- 3) Dairesel beslemeli sınırlı akiferlerde, merkezden beslemeli sınıra doğru açılan kuyulardaki debi değerlerinin, aynı düşüm için, gittikçe artmakta olduğu gözlenmiştir. Ancak, küçük düşümlerde bu artış daha küçük kalmaktadır.
- 4) Dairesel adanın merkezinde bulunan 4 no'lu kuyuda aynı düşüm için hesaplanan debi değerleriyle deneylerde ölçülen debi değerleri birbirine oldukça yakın çıkmış ve bu değerler grafik üzerinde birbirleriyle çıkmıştır. Bu ise beslemeli sınıra her taraftan eşit uzaklıkta bulunan merkezdeki kuyudan elde edilen sonuçların teoriye tam uyduğu göstermektedir. Ancak merkezden uzaklaştıkça aynı düşüm için hesaplanan debi değerleri ile ölçülen debi değerleri arasındaki farkın büyüdüğü gözlenmiştir. Bu fark küçük düşümler için oldukça az ancak düşüm

arttıkça ölçülen debi değerleri ile hesaplanan debi değerleri arasındaki farkın büyüdüğü tespit edilmiştir.

5) Beslemeli sınırlı dairesel bir akiferde açılan ve eksantrik kuyular için M.S.Hantush ve C.E.Jacop'un 1960'da vermiş olduğu (3.13) denkleminin küçük düşümler için geçerli olduğu ancak büyük düşümler için aynı şeyin söylenemeyeceği sonucuna varılmıştır.

6) Dairesel ada modeli üzerinde bulunan kuyuların merkezden uzaklaştıkça debi-düşüm bakımından farklı özellikler göstermesi sonucundan yola çıkarak merkez dışı (eksantrik) kuyulara ait (c) konum katsayıları belirlenmiştir.

7) Dairesel beslemeli sınırlı akiferlerde herbir kuyudaki debi değerleri arttıkça konum katsayıları (c) değerleri de artmaktadır. Bu artış doğrusal veya doğrusala çok yakın olmaktadır.

8) Dairesel beslemeli sınırlı akiferlerde herbir kuyu için belirlenen konum katsayıları değerlerinin farklı oldukları belirlenmiştir. Bu konum katsayısı değerlerinin, dairesel adanın merkezinde açılan kuyudan başlayarak beslemeli sınıra doğru değişik uzaklıktaki kuyular için, artarak değiştiği görülmüştür.

9) Geçirimsiz sınırlı akiferlerde herbir kuyu için belirlenen konum katsayısı değerlerinin, geçirimsiz sınırdan uzaklaştıkça azaldığı görülmüştür.

7) Uygulamada sıkça karşılaşılan sınırlı akifer şartlarında açılan kuyuların girişim hesaplarında herbir kuyu için ayrı ayrı belirlenen değişik konum katsayısı değerlerinin kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

8) Sonsuz akifer şartları için verilen tam girişim denklemlerinin sonlu akiferlerde uygulanabilmesi için mevcut formüller üzerinde bazı değişiklikler yapılarak (5.17)'deki yeni girişim denklem takımı elde edilmiştir. Bu denklem takımı QBasic program dili yardımıyla bir yazılım haline dönüştürülmüştür.

9) Girişim deneylerinden elde edilen sonuçlar, geliştirilen matematimsel modelin vermiş olduğu değerlerle karşılaştırılarak modelin güvenilirliği belirlenmiştir.

10) Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu ve ortalama hatanın mühendislik uygulamaları için kabul edilen % 8 den daha düşük olduğu tesbit edilmiştir.

Dengeli akım durumunda serbest yüzlü akiferde rastgele açılan kuyuların girişimi ile ilgili bu çalışma, dengesiz akım durumunda da yapılabilir. Ayrıca, yine dengeli akım durumunda basınçlı akiferler için laboratuvar şartlarında herhangi bir dairesel ada modeli üzerinde açılan kuyuların besleyici sınırdan nasıl etkilendikleri araştırılabilir. Model üzerinde birden fazla geçirimsiz sınır oluşturularak, bu sınırların kuyulardaki debi-düşüm, debi-permeabilite gibi değişimlere etkileri incelenebilir.

Bütün bunlara ilave olarak, mevcut modele su girişleri dört değişik taraftan verilerek yapılan deneyler tekrarlanabilir.

KAYNAKLAR

- 1- Babbitt, H.E. and Caldwell, D.H., 1948. The Free Surface Around and Interference between Gravity Wells. University of Illinois, Bulletin Vol. 45, No: 48 Engineering Experiment Station-Bulletion series, No.371, U.S.A
- 2- Babu R. D. and Narasimha M. K., 1973. Seepage In Well Systems Near a Barrier Boundary. Proc. Int. Symp. On Development of Ground Water Resources. Vol. 2, pp. 3.53 - 65
- 3- Chachadi, A.G and Paleksar., 1991. Interference of Large-Diameter Wells Due to Constant Abstraction. Koteswaram, P. Ninth Annual Convention and National Seminar of Association of Hydrologists of India; Souvenir and Abstract Valume. Indian Metropol. Dep. India. p.9
- 4- Crider, S.S and Sill, B.L., 1989. Simple Groundwater Laboratory Models. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 115, No. 6 pp. 818-822.
- 5- Darcy, H., 1856. Les Fontaines Publiques de La Ville de Dijon. V. Dalmont, Paris, 647 pp. France.
- 6- Dietz, D.N., 1943. Een Modelprofe Ter Besttudeering Van Niet-Stationnaire Bewegingen Van Het Groundwater, Water, Vol. 25, The Hague, The Netherlands.
- 7- Dupuit, J., 1863. Etudes Theoretiques et Pratiques Sur le Mouvement des eaux dans les Canaux de Couverts et a Travers les Terrains Permeables. 2 nd. ed., Dunod, 304 pp. , Paris, France.
- 8- Erguvanlı, K., 1973. Yeraltı Suları Jeolojisi. İ.T.Ü Maden Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- 9- Forchheimer, P., 1886. Über die Ergiebigkeit von Brunnen-Anlagen und Sicker Schlitzer. Vol. 32, pp.539-564, Hannover, Germany.

- 10- Forchheimer, P.V., 1930. Grundwasserbewegung und Hydraulik. Tubrier, Leipzig.
- 11- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979 Ground Water. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.U.S.A
- 12- Guzzetti, F., 1991. Ground Water Resources Evaluation Using Pumping Tests. Lecture Notes, WARREDOC. La Colombella, Perugia, Italya.
- 13- Hantush, M.S., 1964. Hydraulics of Wells., Advances in Hydrosience, Vol.1, Academic Press, pp. 281-432, New York, U.S.A
- 14- Hantush, M.S and Jacop, C.E., 1960 Flow to an Eccentric Well in a Leaky Circular Aquifer., Journal of Geophysical Research, Vol. 63, No,10, U.S.A.
- 15- Harp, J.F. and Laguros J.G., 1975. Deprivation Contribution and Interference Effects of Multiple Wells in a Common Aquifer. Journal of Groundwater, Vol. 13, No. 3, pp. 251-253.
- 16- Huisman, L., 1975a. Ground Water Recovery . Technische Hogeschool , Delft, The Netherlands.
- 17- Huisman, L., 1975b. Ground Water Recovery Problems and Their Solution. Technische hogeschool , Delft, The Netherlands.
- 18- Jacop, C. E., 1940. On the Flow of Water in an Elastic Artesian Aquifer. Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 21 pp. 574-589,
- 19- Jacop, C. E., 1946. Radial Flow in a Leaky Artesian Aquifer. Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 27 pp. 198-208,

- 20- Kashef, A.A.I., 1970. Interference Between Gravity Wells Steady State Flow. Water Resources Bulletin, July-August 1970, Vol.6, No.4, p. 617-630
- 21- Kaul, R.K. and Michail, A. M., 1973. Hydraulics of Shallow Tube Wells In Multiple Operation. Journal of the Indian Academy of Geoscience, Vol. 16, No. 2, pp. 33-46.
- 22- Kruseman, G.P. and de Ridder, N.A., 1990. Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Publication No. 47, pp. 109-123
- 23- Lerner D. N., 1989. Predicting Pumping Water Levels in Single and Multiple Wells Using Regional Groundwater Models. Journal of Hydrology. 105. (1-2). pp. 39-55.
- 24- Muskat, M. 1937. The Flow of Homogenous Fluids Through Porous Media. , Mc Graw - Hill Book Company, New York.
- 25- Özyol, A.H., 1981. Discharge Calculation in Interfering Wells by Modified Total Drowdown-Discharge Equations., Bulletin of the School of Engineering and Architecture of Sakarya., SEA-10, August , pp. 127-139 Sakarya
- 26- Özyol, A.H., 1982. Kuyularda Girişim Problemi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. İ.T.Ü, İstanbul
- 27- Özyol, A.H. and Birpınar, M.E. 1993. A new approach to the Interference Between Artesian Wells for teady Flows. Advances in Civil Engineering, First Technical Congress, Volume 2, pp. 870-877, Gazi Magusa-North Cyprus, October 25-27.
- 28- Sharma, S.N.P., 1972. Interference Between Partially Penetrating Wells In An Artesian Aquifer. Journal of Hydraulic Research, vol.10 pp.447- 474.

- 29- Sharma, H.C. and Chauhan H.S., 1981. Mutual Interference of Wells due to Steady Non-Darcian Flow. Journal -CI, Vol. 62, pp. 44-49.
- 30- Şen, Z., 1995. Applied Hydrogeology for Engineers and Earth Scientists., Lewis Publishers, Boca Raton, 444p.
- 31- Theis, C. V., 1935. The Relationship between the Lowering of the Piezometric Surface and the Rate and Duration of Discharge of a Well Using Ground Water Storage. Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 16, pp. 519-524,
- 32- Theis, C. V., 1941. The Effect of a Well on the Flow of a Nearby Stream. . Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 22 pp. 734-738,
- 33- Thiem, G., 1906. Hidrologishe Methoden. J.M. Gepart Leipzig, 56 pp.
- 34- Van Dam, J.C., 1975. Ground Water Recovery . University of Delft, The Netherlands.
- 35- Verruijt, A., 1982. Theory of Ground Water Flow. University of Delft, The Netherlands. p. 143.

EKLER

EK I

DENEY SONUÇLARI

Tablo 1. Tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	240	250.20	36.30
2	42.8	1000	141	425.40	31.75
3	42.8	1000	94	638.40	25.60
4	42.8	1000	78	769.20	20.90
5	42.8	1000	68	882.60	15.70
6	42.8	1000	61	983.40	10.60
7	42.8	1000	57	1052.40	7.40
8	42.8	1000	54	1111.20	4.90
9	42.8	1000	53	1132.20	3.30
10	42.8	1000	52	1153.80	2.80

Tablo 2. Tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	456	130.80	38.50
2	42.8	1000	172	348.60	31.00
3	42.8	1000	119	504.00	24.80
4	42.8	1000	94	638.40	18.50
5	42.8	1000	85	705.60	14.10
6	42.8	1000	78	769.20	9.30
7	42.8	1000	75	799.80	6.60
8	42.8	1000	74	810.60	4.20
9	42.8	1000	73	822.00	3.20
10	42.8	1000	72	833.40	2.30

Tablo 3. Tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)	ORTALAMA ZAMAN t (sn)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)
1	42.8	1000	140	428.57	35.60
2	42.8	1000	97	618.57	32.40
3	42.8	1000	67	895.52	26.50
4	42.8	1000	55	1090.91	21.50
5	42.8	1000	49	1224.49	18.30
6	42.8	1000	44	1363.64	13.40
7	42.8	1000	41	1463.41	9.80
8	42.8	1000	39	1538.46	7.50
9	42.8	1000	38	1578.95	4.70
10	42.8	1000	38	1578.95	4.70

Tablo 4. Tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)	ORTALAMA ZAMAN t (sn)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /dk)	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)
1	42.8	1000	355	169.01	36.60
2	42.8	1000	185	324.32	30.00
3	42.8	1000	142	422.53	25.20
4	42.8	1000	117	512.82	19.65
5	42.8	1000	103	582.52	13.90
6	42.8	1000	96	624.99	9.60
7	42.8	1000	93	645.16	5.50
8	42.8	1000	92	652.17	3.60
9	42.8	1000	91	659.34	2.35
10	42.8	1000	91	659.34	2.35

Tablo 5. Tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	202	295.57	36.20
2	42.8	1000	122	491.80	30.70
3	42.8	1000	89	674.16	24.10
4	42.8	1000	75	800.00	19.80
5	42.8	1000	65	923.08	15.10
6	42.8	1000	60	1000.00	11.00
7	42.8	1000	56	1061.95	6.65
8	42.8	1000	54	1121.50	4.40
9	42.8	1000	53	1132.07	3.60
10	42.8	1000	53	1132.07	3.60

Tablo 6. Tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	185	322.58	37.20
2	42.8	1000	87	689.65	30.20
3	42.8	1000	65	923.08	24.70
4	42.8	1000	54	1111.11	19.70
5	42.8	1000	47	1276.60	14.80
6	42.8	1000	43	1395.00	10.50
7	42.8	1000	41	1463.41	7.20
8	42.8	1000	40	1500.00	3.80
9	42.8	1000	39	1538.46	2.95
10	42.8	1000	39	1538.46	2.95

Tablo 7. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1 ve 2

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	187	174	5.35	5.75	33.90	31.30
2	42.8	1000	1000	169	154	5.92	6.49	32.70	29.60
3	42.8	1000	1000	112	116	8.93	8.62	27.70	23.8
4	42.8	1000	1000	86	102	11.63	9.80	22.60	20.10
5	42.8	1000	1000	75	92	13.33	10.87	18.80	16.70

Tablo 8. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1 ve 3

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	160	200	6.25	5.00	35.70	38.10
2	42.8	1000	1000	125	133	8.00	7.52	33.20	35.90
3	42.8	1000	1000	89	79	11.24	12.66	28.70	30.20
4	42.8	1000	1000	68	65	14.71	15.38	22.80	26.80
5	42.8	1000	1000	58	59	17.24	16.95	17.60	24.60

Tablo 9. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	112	256	8.93	3.91	30.70	32.60
2	42.8	1000	1000	70	146	14.29	6.85	20.80	23.50
3	42.8	1000	1000	57	131	17.54	7.63	13.20	20.30
4	42.8	1000	1000	52	121	19.23	8.26	7.10	18.10
5	42.8	1000	1000	50	119	20.00	8.40	2.90	16.70

Tablo 10. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	149	148	6.71	6.76	1.3	1.0
2	42.8	1000	1000	79	74	12.66	11.91	2.3	0.9
3	42.8	1000	1000	59	64	16.95	15.62	2.3	1.1
4	42.8	1000	1000	52	54	19.23	18.52	2.9	0.9
5	42.8	1000	1000	50	52	20.00	19.30	4.4	1.1

Tablo 11. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	153	147	6.54	6.80	36.00	37.40
2	42.8	1000	1000	77	77	12.99	12.99	27.10	31.50
3	42.8	1000	1000	64	68	15.62	14.71	21.90	29.70
4	42.8	1000	1000	55	52	18.18	19.23	16.00	23.70
5	42.8	1000	1000	50	43	20.00	23.26	8.30	16.30

Tablo 12. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2 ve 3

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	202	126	4.95	7.94	35.70	36.20
2	42.8	1000	1000	118	87	8.47	11.49	29.10	32.80
3	42.8	1000	1000	86	55	11.63	18.18	20.80	25.30
4	42.8	1000	1000	76	41	13.16	24.39	16.10	15.00
5	42.8	1000	1000	72	39	13.89	25.64	12.20	11.00

Tablo 13. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	180	225	5.55	4.44	31.50	31.40
2	42.8	1000	1000	118	157	8.47	6.37	24.20	25.00
3	42.8	1000	1000	92	127	10.87	7.87	17.80	19.10
4	42.8	1000	1000	81	120	12.35	8.33	12.00	17.20
5	42.8	1000	1000	79	115	12.66	8.70	10.00	15.80

Tablo 14. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	148	163	6.76	6.13	31.80	35.50
2	42.8	1000	1000	107	92	9.35	10.87	26.90	28.30
3	42.8	1000	1000	86	64	11.63	15.62	21.10	19.30
4	42.8	1000	1000	75	54	13.33	18.52	14.60	10.20
5	42.8	1000	1000	72	51	13.89	19.61	10.50	2.00

Tablo 15. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	211	162	4.74	6.17	35.80	38.00
2	42.8	1000	1000	118	88	8.47	11.36	28.75	32.90
3	42.8	1000	1000	79	52	12.66	19.23	17.20	23.70
4	42.8	1000	1000	75	45	13.33	22.22	14.30	19.10
5	42.8	1000	1000	71	43	14.08	23.26	9.80	17.00

Tablo 16. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	141	207	7.09	4.83	36.20	32.50
2	42.8	1000	1000	119	145	8.40	6.90	34.40	27.30
3	42.8	1000	1000	46	122	21.74	8.20	18.90	23.70
4	42.8	1000	1000	39	108	25.64	9.26	10.60	20.30
5	42.8	1000	1000	37	103	27.03	9.71	6.00	16.80

Tablo 17. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	106	150	9.43	6.67	36.50	37.00
2	42.8	1000	1000	62	88	16.13	11.36	31.00	31.10
3	42.8	1000	1000	49	65	20.41	15.38	26.30	24.40
4	42.8	1000	1000	38	55	26.32	18.18	15.10	17.10
5	42.8	1000	1000	37	51	27.03	19.61	13.25	8.70

Tablo 18. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	94	103	10.64	9.71	34.00	35.50
2	42.8	1000	1000	60	66	16.67	15.15	28.30	30.30
3	42.8	1000	1000	46	51	21.74	19.61	21.50	25.50
4	42.8	1000	1000	38	40	26.32	25.00	11.50	14.80
5	42.8	1000	1000	37	38	27.03	26.32	9.00	10.00

Tablo 19. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 4 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	238	144	4.20	6.94	34.00	33.00
2	42.8	1000	1000	139	91	7.19	10.99	26.50	27.40
3	42.8	1000	1000	112	62	8.93	16.13	20.30	15.80
4	42.8	1000	1000	104	56	9.61	17.86	17.10	11.10
5	42.8	1000	1000	102	51	9.80	19.61	15.90	0.50

Tablo 20. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 4 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	229	99	4.37	10.10	33.40	33.20
2	42.8	1000	1000	150	56	6.67	17.86	27.20	24.10
3	42.8	1000	1000	126	47	7.94	21.28	23.30	19.00
4	42.8	1000	1000	116	41	8.62	24.39	20.20	14.00
5	42.8	1000	1000	110	38	9.09	26.32	17.90	8.10

Tablo 21. İki kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 5 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	106	125	9.43	8.00	31.20	37.40
2	42.8	1000	1000	78	72	12.82	13.89	25.90	32.40
3	42.8	1000	1000	63	56	15.87	17.86	19.60	26.80
4	42.8	1000	1000	53	40	18.87	25.00	11.50	13.70
5	42.8	1000	1000	51	38	19.61	26.32	4.80	9.40

Tablo 22. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	122	216	84	8.20	4.63	11.90	32.10	34.80	31.50
2	42.8	1000	1000	1000	80	120	61	12.50	8.33	16.39	24.00	27.40	26.20
3	42.8	1000	1000	1000	73	98	44	13.70	9.26	22.73	22.10	25.10	17.80
4	42.8	1000	1000	1000	60	101	40	16.67	9.90	25.00	15.90	23.50	7.00

Tablo 23. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	121	210	263	8.26	4.76	3.80	30.10	31.30	32.00
2	42.8	1000	1000	1000	83	137	189	12.05	7.30	5.29	23.80	25.00	26.70
3	42.8	1000	1000	1000	62	123	150	16.13	8.13	6.67	14.80	20.70	22.20
4	42.8	1000	1000	1000	57	107	142	17.54	9.35	7.04	9.00	17.40	19.80

Tablo 24. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	135	264	116	7.41	3.79	8.62	34.40	35.70	32.70
2	42.8	1000	1000	1000	85	136	74	11.76	7.35	13.51	28.30	28.6	25.20
3	42.8	1000	1000	1000	58	105	57	17.24	9.52	17.54	15.70	22.40	17.80
4	42.8	1000	1000	1000	55	95	51	18.18	10.53	19.61	13.10	19.30	4.60

Tablo 25. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 6

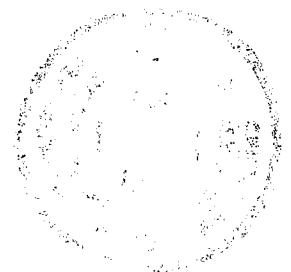
TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	136	245	97	7.35	4.08	10.31	33.50	35.50	34.30
2	42.8	1000	1000	1000	88	145	62	11.36	6.90	16.13	27.90	29.70	28.00
3	42.8	1000	1000	1000	63	115	43	15.87	8.70	23.26	17.00	24.90	17.80
4	42.8	1000	1000	1000	55	101	40	18.18	9.90	25.00	13.00	22.60	13.60

Tablo 26. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 3 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	102	86	292	9.80	11.63	3.43	29.80	31.80	34.90
2	42.8	1000	1000	1000	79	57	201	12.66	17.54	4.98	25.30	24.10	31.40
3	42.8	1000	1000	1000	60	44	143	16.67	22.73	6.99	17.10	16.10	26.00
4	42.8	1000	1000	1000	54	38	126	18.52	26.32	7.94	11.70	8.20	22.60

Tablo 27. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 3 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	101	87	101	9.90	11.49	9.90	33.00	35.40	34.00
2	42.8	1000	1000	1000	67	56	72	14.92	17.86	13.89	26.50	28.40	28.60
3	42.8	1000	1000	1000	56	40	54	17.86	25.00	18.52	20.60	18.00	16.80
4	42.8	1000	1000	1000	51	39	51	19.61	25.64	19.61	14.60	16.60	9.50



Tablo 28. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 3 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	103	99	86	9.71	10.10	11.63	32.70	34.20	34.40
2	42.8	1000	1000	1000	74	57	54	13.51	17.54	18.52	27.80	26.30	26.90
3	42.8	1000	1000	1000	57	45	43	17.54	22.22	23.26	20.10	20.20	19.70
4	42.8	1000	1000	1000	51	39	38	19.61	25.64	26.32	12.50	13.10	11.10

Tablo 29. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	116	303	120	8.62	3.30	8.33	32.50	35.40	32.80
2	42.8	1000	1000	1000	73	196	78	13.70	5.10	12.82	25.60	30.30	26.10
3	42.8	1000	1000	1000	55	128	57	18.18	7.81	17.54	15.00	21.80	14.20
4	42.8	1000	1000	1000	51	122	53	19.61	8.20	18.87	9.70	19.80	9.10

Tablo 30. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	103	248	100	9.71	4.03	10.00	31.00	32.50	33.60
2	42.8	1000	1000	1000	71	201	58	14.08	4.97	17.24	24.40	30.20	25.10
3	42.8	1000	1000	1000	56	155	44	17.86	6.45	22.73	14.90	24.70	16.50
4	42.8	1000	1000	1000	50	144	39	20.00	6.94	25.64	6.80	22.60	9.90

Tablo 31. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları

Kuyu numarası: 1- 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	110	102	77	9.09	9.80	12.99	35.50	31.70	33.00
2	42.8	1000	1000	1000	80	74	56	12.50	13.51	17.86	32.00	26.30	27.30
3	42.8	1000	1000	1000	53	57	41	18.87	17.54	24.39	17.40	17.70	18.00
4	42.8	1000	1000	1000	49	53	37	20.41	18.87	27.03	10.00	11.70	8.80

Tablo 32. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları

Kuyu numarası: 2- 3 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	163	78	260	6.10	12.82	3.85	32.40	31.20	34.40
2	42.8	1000	1000	1000	111	50	173	9.01	20.00	5.78	26.00	23.10	28.70
3	42.8	1000	1000	1000	87	38	139	11.49	26.32	7.19	19.60	9.50	24.40
4	42.8	1000	1000	1000	78	36	130	12.82	27.78	7.69	14.70	2.30	22.50

Tablo 33. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları

Kuyu numarası: 2- 3 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	169	90	116	5.92	11.11	8.77	35.30	36.30	34.30
2	42.8	1000	1000	1000	108	59	81	9.26	16.95	12.35	29.90	30.40	29.80
3	42.8	1000	1000	1000	97	45	65	10.31	22.22	15.38	27.80	23.30	25.70
4	42.8	1000	1000	1000	86	39	56	11.63	25.64	17.86	24.40	16.50	18.90

Tablo 34. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 3 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	168	74	94	5.95	13.51	10.64	35.70	31.50	35.20
2	42.8	1000	1000	1000	112	57	57	8.93	17.54	17.54	30.40	27.80	28.00
3	42.8	1000	1000	1000	80	42	42	12.50	23.81	23.81	21.70	17.70	18.50
4	42.8	1000	1000	1000	74	39	39	13.51	25.64	25.64	18.10	14.10	13.80

Tablo 35. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	160	260	111	6.25	3.85	9.01	32.00	33.40	31.20
2	42.8	1000	1000	1000	101	167	73	9.90	5.99	13.70	22.30	27.10	22.50
3	42.8	1000	1000	1000	90	127	56	11.11	7.87	17.86	19.30	20.90	11.70
4	42.8	1000	1000	1000	79	121	51	12.66	8.26	19.61	13.80	19.50	3.80

Tablo 36. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	164	235	89	6.10	3.92	11.24	31.80	32.70	32.40
2	42.8	1000	1000	1000	106	176	53	9.43	5.68	18.87	25.40	27.80	23.30
3	42.8	1000	1000	1000	91	164	41	10.99	6.10	24.39	21.30	26.10	13.80
4	42.8	1000	1000	1000	77	137	38	12.99	7.30	26.31	14.00	21.90	5.50

Tablo 37. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	150	113	109	6.67	8.85	9.17	33.40	32.20	37.00
2	42.8	1000	1000	1000	111	77	58	9.90	12.99	17.24	28.20	26.80	28.40
3	42.8	1000	1000	1000	85	60	42	11.76	16.67	23.81	23.40	18.50	19.10
4	42.8	1000	1000	1000	72	51	39	13.89	19.61	25.64	14.90	5.20	13.70

Tablo 38. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	85	225	103	11.76	4.44	9.71	34.50	35.00	32.10
2	42.8	1000	1000	1000	52	136	70	19.23	7.35	14.29	27.10	28.20	25.90
3	42.8	1000	1000	1000	39	116	55	25.64	8.62	18.18	16.20	24.70	16.20
4	42.8	1000	1000	1000	38	108	51	26.31	9.26	19.61	14.20	21.60	7.00

Tablo 39. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3- 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	94	251	91	10.64	3.98	10.99	34.40	35.50	33.20
2	42.8	1000	1000	1000	53	156	56	18.87	6.41	17.86	24.20	30.00	25.60
3	42.8	1000	1000	1000	40	123	41	25.00	8.13	24.39	14.50	25.10	14.60
4	42.8	1000	1000	1000	38	115	38	26.31	8.70	26.31	10.20	23.30	8.10

Tablo 40. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3- 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	90	115	90	11.11	8.70	11.11	36.40	35.50	35.20
2	42.8	1000	1000	1000	58	74	58	17.24	15.63	17.24	32.70	25.20	30.70
3	42.8	1000	1000	1000	40	54	41	25.00	18.52	24.39	20.70	18.80	19.80
4	42.8	1000	1000	1000	39	52	39	25.64	19.23	25.64	18.60	14.60	15.80

Tablo 41. Üç kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 4- 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	312	110	77	3.21	9.09	12.99	36.70	31.90	31.40
2	42.8	1000	1000	1000	138	72	56	7.25	13.89	17.86	26.70	23.50	25.50
3	42.8	1000	1000	1000	118	55	42	8.47	18.18	23.81	22.30	12.80	15.80
4	42.8	1000	1000	1000	109	52	38	9.17	19.23	26.31	19.20	6.60	7.40

Tablo 42. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ				ORTALAMA ZAMAN				GÖZLENEN DEBİ				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ			
	H (cm)	V (cm ³)				t (sn)				Q (cm ³ /sn)				h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	169	335	95	339	5.92	2.99	10.53	2.95	34.40	37.00	33.30	36.70
2	42.8	1000	1000	1000	1000	99	189	66	173	10.10	5.29	15.15	5.78	27.30	31.10	26.70	28.80
3	42.8	1000	1000	1000	1000	80	135	47	155	12.50	7.41	21.28	6.45	22.80	27.30	18.10	27.20
4	42.8	1000	1000	1000	1000	66	112	41	144	15.15	8.93	24.39	6.94	17.60	22.10	11.70	23.40

Tablo 43. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ				ORTALAMA ZAMAN				GÖZLENEN DEBİ				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ			
	H (cm)	V (cm ³)				t (sn)				Q (cm ³ /sn)				h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	182	261	90	110	5.49	3.83	11.11	9.09	38.00	38.40	35.50	34.80
2	42.8	1000	1000	1000	1000	89	135	56	75	11.24	7.41	17.86	13.33	30.20	31.30	29.20	29.90
3	42.8	1000	1000	1000	1000	70	105	46	61	14.29	9.52	21.74	16.39	24.70	26.80	24.00	24.00
4	42.8	1000	1000	1000	1000	63	98	39	51	15.87	10.20	25.64	19.61	22.10	25.10	17.00	10.50

Tablo 44. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ				ORTALAMA ZAMAN				GÖZLENEN DEBİ				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ			
	H (cm)	V (cm ³)				t (sn)				Q (cm ³ /sn)				h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	146	280	112	106	6.85	3.57	8.93	9.43	35.50	38.00	35.70	36.70
2	42.8	1000	1000	1000	1000	94	150	62	60	10.64	6.67	16.13	16.67	30.10	32.80	28.30	29.80
3	42.8	1000	1000	1000	1000	67	120	45	43	14.93	8.33	22.22	23.26	22.70	29.70	19.80	20.10
4	42.8	1000	1000	1000	1000	62	104	40	39	16.13	9.62	25.00	25.64	20.00	27.40	14.30	14.80

Tablo 45. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ				ORTALAMA ZAMAN				GÖZLENEN DEBİ				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ			
	H (cm)	V (cm ³)				t (sn)				Q (cm ³ /sn)				h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	139	237	300	128	7.19	4.22	3.33	7.81	33.00	34.00	34.20	33.50
2	42.8	1000	1000	1000	1000	85	174	210	86	11.76	5.75	4.76	11.63	25.90	29.20	30.20	27.00
3	42.8	1000	1000	1000	1000	65	127	155	63	15.38	7.87	6.45	15.87	19.40	24.80	24.30	19.00
4	42.8	1000	1000	1000	1000	58	119	142	53	17.24	8.40	7.04	18.87	15.00	23.10	22.00	10.00

Tablo 46. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ				ORTALAMA ZAMAN				GÖZLENEN DEBİ				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ			
	H (cm)	V (cm ³)				t (sn)				Q (cm ³ /sn)				h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	135	265	361	97	7.41	3.77	2.77	10.31	33.10	35.30	35.00	33.70
2	42.8	1000	1000	1000	1000	90	187	235	59	11.11	5.35	4.26	16.95	27.70	31.70	30.70	26.50
3	42.8	1000	1000	1000	1000	69	123	182	45	14.49	8.13	5.49	22.22	20.20	24.30	26.30	18.20
4	42.8	1000	1000	1000	1000	56	114	152	39	17.86	8.77	6.58	25.64	12.10	22.30	23.10	10.80

Tablo 47. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ				ORTALAMA ZAMAN				GÖZLENEN DEBİ				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ			
	H (cm)	V (cm ³)				t (sn)				Q (cm ³ /sn)				h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	134	199	130	88	7.46	5.03	7.69	11.36	35.00	35.40	34.70	35.00
2	42.8	1000	1000	1000	1000	90	166	84	61	11.11	6.02	11.90	16.39	31.30	33.40	29.70	30.50
3	42.8	1000	1000	1000	1000	62	116	61	43	16.13	8.62	16.39	23.26	22.60	27.90	21.30	20.30
4	42.8	1000	1000	1000	1000	57	107	53	39	17.54	9.35	18.87	25.64	19.00	26.30	12.30	14.50

Tablo 48. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 3 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	140	118	233	120	7.14	8.47	4.29	8.33	35.50	37.00	34.20	33.60
2	42.8	1000	1000	1000	1000	86	54	204	86	11.63	18.52	4.90	11.63	30.30	26.20	32.80	32.30
3	42.8	1000	1000	1000	1000	63	46	148	60	15.87	21.74	6.76	16.67	22.50	22.80	28.20	21.80
4	42.8	1000	1000	1000	1000	57	42	134	52	17.54	23.81	7.46	19.23	18.80	19.60	26.00	12.20

Tablo 49. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 3 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	122	108	314	110	8.20	9.26	3.18	9.09	33.60	35.00	35.70	36.50
2	42.8	1000	1000	1000	1000	87	64	200	61	11.49	15.62	5.00	16.39	28.80	27.60	32.40	28.50
3	42.8	1000	1000	1000	1000	63	48	165	47	15.87	20.83	6.06	21.28	21.70	21.10	29.10	22.20
4	42.8	1000	1000	1000	1000	55	42	150	40	18.18	23.81	6.67	25.00	16.10	16.00	27.50	14.40

Tablo 50. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 3 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	127	93	126	101	7.87	10.75	7.94	9.90	37.30	35.80	37.60	37.20
2	42.8	1000	1000	1000	1000	88	65	82	63	11.36	15.38	12.19	15.87	33.90	32.40	32.90	32.50
3	42.8	1000	1000	1000	1000	62	46	61	43	16.13	21.74	16.39	23.26	27.00	25.10	26.40	22.20
4	42.8	1000	1000	1000	1000	54	42	52	40	18.52	23.81	19.23	25.00	22.00	21.90	16.00	19.30

Tablo 51. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	104	253	128	97	9.62	3.95	7.81	10.31	32.50	33.40	34.10	34.30
2	42.8	1000	1000	1000	1000	73	192	87	62	13.70	5.21	11.49	16.13	27.30	30.70	28.90	29.00
3	42.8	1000	1000	1000	1000	59	153	63	44	16.95	6.54	15.87	22.73	21.10	26.60	21.40	19.00
4	42.8	1000	1000	1000	1000	50	142	53	39	20.00	7.04	18.87	25.64	9.90	24.20	11.30	11.10

Tablo 52. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 3 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	230	101	261	130	4.35	9.90	3.83	7.69	36.90	36.00	34.80	35.40
2	42.8	1000	1000	1000	1000	132	58	215	85	7.58	17.24	4.65	11.76	31.30	29.10	33.00	30.60
3	42.8	1000	1000	1000	1000	101	46	146	62	9.90	21.74	6.85	16.13	26.80	24.00	27.20	22.10
4	42.8	1000	1000	1000	1000	89	39	134	54	11.24	25.64	7.46	18.52	23.20	16.90	25.90	15.10

Tablo 53. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 3 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	171	96	324	98	5.85	10.42	3.09	10.20	34.40	34.20	35.90	35.30
2	42.8	1000	1000	1000	1000	122	63	229	65	8.20	15.87	4.37	15.38	30.10	29.10	33.40	30.30
3	42.8	1000	1000	1000	1000	101	46	160	47	9.90	21.74	6.25	21.28	26.70	20.80	27.70	21.70
4	42.8	1000	1000	1000	1000	89	41	143	40	11.24	24.39	6.99	25.00	23.50	16.50	25.40	13.80

Tablo 54. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 3 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	183	93	120	91	5.46	10.75	8.33	10.99	37.80	36.60	36.10	36.50
2	42.8	1000	1000	1000	1000	128	61	82	59	7.81	16.39	12.19	16.95	35.2	32.10	31.50	30.50
3	42.8	1000	1000	1000	1000	92	44	62	46	10.87	22.73	16.13	21.74	29.8	24.30	26.00	25.80
4	42.8	1000	1000	1000	1000	80	39	53	40	12.50	25.64	18.87	25.00	25.4	19.80	17.40	19.50

Tablo 55. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	197	323	120	99	5.08	3.10	8.33	10.10	35.30	35.60	32.30	34.80
2	42.8	1000	1000	1000	1000	116	206	86	61	8.62	4.85	11.63	16.39	28.50	30.50	28.50	28.30
3	42.8	1000	1000	1000	1000	96	160	64	44	10.42	6.25	15.62	22.73	24.80	26.40	20.50	19.40
4	42.8	1000	1000	1000	1000	85	144	55	39	11.76	6.94	18.18	25.64	20.90	24.70	12.30	11.70

Tablo 56. Dört kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 3- 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)				ORTALAMA ZAMAN t (sn)				GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)			
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	102	288	126	109	9.80	3.47	7.94	9.17	37.00	36.90	35.30	36.30
2	42.8	1000	1000	1000	1000	65	199	84	62	15.38	5.03	11.90	16.13	32.70	34.70	31.40	29.60
3	42.8	1000	1000	1000	1000	46	139	64	47	21.74	7.19	15.62	21.28	25.30	29.20	24.90	23.70
4	42.8	1000	1000	1000	1000	40	127	54	41	25.00	7.87	18.52	24.39	19.20	27.50	17.30	17.60

Tablo 57. Beş kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)					ORTALAMA ZAMAN t (sn)					GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)					KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)				
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	163	338	105	306	144	6.13	2.96	9.52	3.27	6.94	35.30	37.60	36.20	35.60	36.50
2	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	102	170	64	219	84	9.80	5.88	15.62	4.57	11.90	30.30	32.20	30.50	31.90	30.50
3	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	70	131	47	170	60	14.29	7.63	21.28	5.88	16.67	23.30	28.80	23.70	28.50	21.70
4	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	63	118	40	159	52	15.87	8.47	25.00	6.29	19.23	20.50	27.50	17.40	27.40	12.90

Tablo 58. Beş kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)						ORTALAMA ZAMAN t (sn)						GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)						KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)					
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu				
1	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	171	340	132	645	115	5.85	2.94	7.58	1.55	8.70	36.00	38.30	36.60	38.90	36.60				
2	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	109	165	71	256	66	9.17	6.06	14.08	3.91	15.15	30.20	32.70	30.20	32.80	30.30				
3	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	72	125	47	202	44	13.89	8.00	21.28	4.95	22.73	23.00	28.40	20.70	30.20	20.30				
4	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	64	110	42	168	39	15.62	9.09	23.81	5.95	25.64	19.80	25.9	16.40	27.60	13.00				

Tablo 59. Beş kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ						ORTALAMA ZAMAN						GÖZLENEN DEBİ						KUYUDAKİ SU SEVİYESİ					
		V (cm ³)						t (sn)						Q (cm ³ /sn)						h _w (cm)					
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu				
1	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	137	260	91	138	89	7.30	3.85	10.99	7.25	11.24	36.30	38.80	35.80	38.20	36.30				
2	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	96	164	62	84	62	10.42	6.10	16.13	11.90	16.13	32.80	36.40	31.70	33.20	32.00				
3	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	65	116	42	61	42	15.38	8.62	23.81	16.39	23.81	25.60	31.60	21.60	26.60	22.20				
4	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	57	104	38	51	37	17.54	9.62	25.64	19.61	26.31	21.00	29.50	18.10	13.50	15.80				

Tablo 60. Beş kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)						ORTALAMA ZAMAN t (sn)						GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)						KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)					
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu				
1	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	142	254	388	130	91	7.04	3.94	2.58	7.69	10.99	35.50	35.70	34.20	34.00					
2	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	91	177	248	87	60	10.99	5.65	4.03	11.49	16.67	30.00	32.60	32.10	28.90					
3	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	65	132	183	62	43	15.38	7.58	5.46	16.13	23.26	22.20	28.60	27.60	20.80					
4	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	58	115	168	54	39	17.24	8.70	5.95	18.52	25.64	17.90	25.30	25.70	12.50					

Tablo 61. Beş kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 3 - 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)						ORTALAMA ZAMAN t (sn)						GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)						KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)					
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu				
1	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	143	113	372	121	97	6.99	8.85	2.69	8.26	10.31	37.30	37.80	37.80	36.10	35.80				
2	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	88	64	223	84	65	11.36	15.62	4.48	11.90	15.38	32.40	31.10	34.20	32.10	32.10				
3	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	61	46	174	62	45	16.39	21.74	5.75	16.13	22.22	24.70	24.50	30.70	25.10	23.20				
4	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	54	39	157	53	39	18.52	25.64	6.40	18.87	25.64	19.30	17.40	29.30	16.80	15.60				

Tablo 62. Beş kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2- 3 - 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)						ORTALAMA ZAMAN t (sn)						GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)						KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)											
		2.Nolu Kuyu		3.Nolu Kuyu		4.Nolu Kuyu		5.Nolu Kuyu		6.Nolu Kuyu		2.Nolu Kuyu		3.Nolu Kuyu		4.Nolu Kuyu		5.Nolu Kuyu		6.Nolu Kuyu		2.Nolu Kuyu		3.Nolu Kuyu		4.Nolu Kuyu		5.Nolu Kuyu		6.Nolu Kuyu	
1	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	195	96	272	119	95	5.13	10.42	3.68	8.40	10.53	36.80	36.60	35.80	35.50	35.50	31.80	31.70	31.30	23.60	20.70	15.90		
2	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	132	61	228	84	64	7.58	16.39	4.39	11.90	15.62	33.50	31.20	34.10	31.70	31.80	31.70	31.30	23.60	20.70	15.90			
3	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	104	45	177	61	43	9.62	22.22	5.65	16.39	23.26	30.30	24.70	31.30	23.60	20.70	15.90	16.3	15.90	15.90	15.90	15.90		
4	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	88	38	161	53	39	11.36	26.32	6.21	18.87	25.64	26.70	17.10	29.50	16.3	15.90	15.90	16.3	15.90	15.90	15.90	15.90		

Tablo 63. Altı kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4 - 5 - 6

T E S T N O	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)						ORTALAMA ZAMAN t (sn)						GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)						KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)					
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
		1000	1000	1000	1000	1000	1000	146	256	88	441	120	87	6.85	3.91	11.36	2.27	8.33	11.49	36.40	38.00	35.50	38.20	36.70	35.90
1	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	88	256	88	441	120	87	6.85	3.91	11.36	2.27	8.33	11.49	36.40	38.00	35.50	38.20	36.70	35.90
2	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	88	177	59	264	83	58	11.36	5.65	16.95	3.79	12.05	17.24	30.50	35.40	30.60	34.50	32.70	30.40
3	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	70	132	44	217	62	44	14.29	7.58	22.73	4.61	16.13	22.73	26.60	32.00	22.90	32.50	26.40	23.40
4	42.8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	61	117	38	186	53	38	16.39	8.55	26.32	5.38	18.87	26.32	22.00	30.60	15.50	30.00	17.40	13.70

Tablo 64. Geçirimsiz sınırlı halde tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 1

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	283	212.01	39.00
2	42.8	1000	130	461.54	34.80
3	42.8	1000	87	689.66	30.00
4	42.8	1000	68	882.35	25.30
5	42.8	1000	61	983.61	22.70
6	42.8	1000	54	1111.11	17.60
7	42.8	1000	50	1200.00	13.50
8	42.8	1000	48	1250.00	10.10
9	42.8	1000	46	1304.35	7.50
10	42.8	1000	45	1333.33	4.50

Tablo 65. Geçirimsiz sınırlı halde tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 2

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	230	260.87	38.00
2	42.8	1000	129	465.12	34.10
3	42.8	1000	94	638.30	30.30
4	42.8	1000	73	821.92	25.30
5	42.8	1000	64	937.50	22.60
6	42.8	1000	56	1071.43	18.30
7	42.8	1000	52	1153.85	14.80
8	42.8	1000	49	1224.49	10.70
9	42.8	1000	47	1276.60	7.70
10	42.8	1000	46	1304.35	4.70

Tablo 66. Geçirimsiz sınırlı halde tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	238	252.10	38.00
2	42.8	1000	132	454.54	33.70
3	42.8	1000	97	618.56	29.60
4	42.8	1000	80	750.00	26.20
5	42.8	1000	67	895.52	21.70
6	42.8	1000	60	1000.00	17.60
7	42.8	1000	55	1090.91	13.40
8	42.8	1000	52	1153.85	9.70
9	42.8	1000	50	1200.00	6.60
10	42.8	1000	49	1224.49	2.90

Tablo 67. Geçirimsiz sınırlı halde tek kuyu üzerinde yapılan deney sonuçları
Kuyu numarası: 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ	ORTALAMA ZAMAN	GÖZLENEN DEBİ	KUYUDAKİ SU SEVİYESİ
	H (cm)	V (cm ³)	t (sn)	Q (cm ³ /dk)	h _w (cm)
1	42.8	1000	255	235.29	39.50
2	42.8	1000	107	560.75	34.50
3	42.8	1000	74	810.81	30.00
4	42.8	1000	72	967.74	26.60
5	42.8	1000	52	1153.85	22.30
6	42.8	1000	46	1304.35	18.20
7	42.8	1000	42	1428.57	13.70
8	42.8	1000	39	1538.46	10.10
9	42.8	1000	38	1578.95	7.10
10	42.8	1000	37	1621.62	4.10



Tablo 68. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 1 ve 2

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	186	178	5.38	5.62	36.20	36.20
2	42.8	1000	1000	90	91	11.11	10.99	28.20	28.30
3	42.8	1000	1000	66	72	15.15	13.89	20.60	23.70
4	42.8	1000	1000	56	58	17.86	17.24	12.10	17.80

Tablo 69. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 1 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	147	197	6.80	5.08	34.60	37.30
2	42.8	1000	1000	89	103	12.24	9.71	27.50	31.40
3	42.8	1000	1000	70	77	14.29	12.99	21.90	24.80
4	42.8	1000	1000	59	64	16.95	15.63	17.10	19.00

Tablo 70. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 1 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	164	145	6.10	6.90	39.40	38.50
2	42.8	1000	1000	84	75	11.90	13.33	34.40	33.00
3	42.8	1000	1000	57	52	17.54	19.23	25.60	25.50
4	42.8	1000	1000	47	42	20.00	22.72	14.90	16.40

Tablo 71. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 2 ve 4

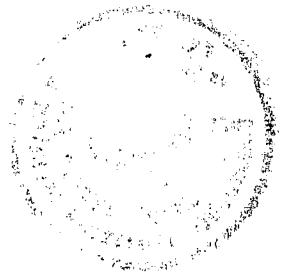
TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	156	216	6.41	4.63	34.80	36.90
2	42.8	1000	1000	87	102	11.49	9.80	27.50	29.70
3	42.8	1000	1000	68	72	14.71	13.89	22.20	21.50
4	42.8	1000	1000	58	59	17.24	16.95	16.50	12.60

Tablo 72. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 2 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	191	145	5.24	6.90	39.70	36.80
2	42.8	1000	1000	90	67	11.11	14.93	35.20	28.20
3	42.8	1000	1000	60	51	16.67	19.61	28.20	21.40
4	42.8	1000	1000	52	43	19.23	23.26	24.10	12.70

Tablo 73. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 4 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ		ORTALAMA ZAMAN		GÖZLENEN DEBİ		KUYUDAKİ SU SEVİYESİ	
	H (cm)	V (cm ³)		t (sn)		Q (cm ³ /sn)		h _w (cm)	
		4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	181	143	5.52	6.99	38.40	36.70
2	42.8	100	1000	97	72	10.31	13.89	33.50	28.50
3	42.8	1000	1000	69	53	14.49	18.87	26.80	21.40
4	42.8	1000	1000	54	42	17.24	21.74	19.20	14.50

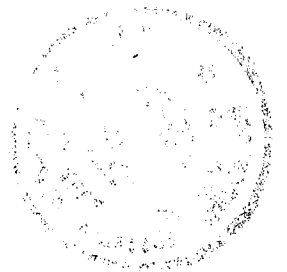


Tablo 74. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 1-2- 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	186	217	221	5.38	4.61	4.52	35.60	36.00	37.50
2	42.8	1000	1000	1000	104	130	124	9.62	7.69	8.06	29.00	30.80	32.30
3	42.8	1000	1000	1000	77	94	90	12.99	10.64	11.11	22.40	26.40	27.10
4	42.8	1000	1000	1000	65	73	70	15.38	13.70	14.29	17.50	20.10	20.70

Tablo 75. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 1- 2 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	200	249	165	5.00	4.02	6.06	39.50	39.60	39.40
2	42.8	1000	1000	1000	90	108	79	11.11	9.26	12.66	33.70	34.80	34.40
3	42.8	1000	1000	1000	69	77	50	14.49	12.99	20.00	30.70	31.20	24.60
4	42.8	1000	1000	1000	59	65	43	16.95	15.38	23.26	25.40	28.20	14.30



Tablo 76. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 1- 4 - 5

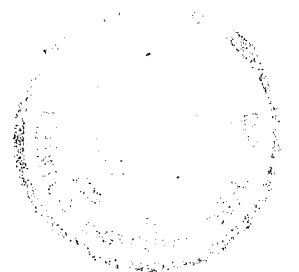
TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	175	267	157	5.71	3.75	6.37	39.20	40.50	38.80
2	42.8	1000	1000	1000	103	139	89	9.71	7.19	12.24	36.10	37.80	33.50
3	42.8	1000	1000	1000	72	89	57	13.89	12.24	17.54	31.30	31.30	27.30
4	42.8	1000	1000	1000	58	69	46	17.24	14.49	21.74	25.30	27.50	19.20

Tablo 77. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 2- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ			ORTALAMA ZAMAN			GÖZLENEN DEBİ			KUYUDAKİ SU SEVİYESİ		
	H (cm)	V (cm ³)			t (sn)			Q (cm ³ /sn)			h _w (cm)		
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	184	272	164	5.43	3.68	6.10	38.50	39.80	37.80
2	42.8	1000	1000	1000	114	118	74	8.77	8.47	13.51	35.50	35.20	30.10
3	42.8	1000	1000	1000	80	83	56	12.50	12.05	17.86	31.40	30.40	23.70
4	42.8	1000	1000	1000	66	71	47	15.15	14.08	21.28	27.50	27.40	17.30

Tablo 78. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	KUYUDAN ALINAN SU HACMİ V (cm ³)					ORTALAMA ZAMAN t (sn)					GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)					KUYUDAKİ SU SEVİYESİ h _w (cm)				
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	1000	1000	1000	1000	237	263	352	176	4.22	3.80	2.84	5.68	39.90	39.30	41.00	39.20	39.90	39.30	41.00	39.20
2	42.8	1000	1000	1000	1000	113	146	165	83	8.85	6.85	6.06	12.05	36.50	36.40	38.30	34.50	36.50	36.40	38.30	34.50
3	42.8	1000	1000	1000	1000	82	105	103	59	12.20	9.52	9.71	16.95	32.50	32.90	30.00	28.40	32.50	32.90	30.00	28.40
4	42.8	1000	1000	1000	1000	68	85	82	49	14.71	11.76	12.20	20.41	28.60	30.50	31.30	22.20	28.60	30.50	31.30	22.20



EK II

BİLGİSAYAR PROGRAMI

DAİRESEL ADA MODELİ İÇİN GELİŞTİRİLEN GİRİŞİM PROGRAMI

```

11 CLS
n=200
FOR y= 1 TO n
PRINT
18 PRINT "Kuyu Adedi Update!"
INPUT "      E veya H   ",c$

IF c$="e" OR c$="E" THEN GOTO 24
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 28
GOTO 18
24 LOCATE 5,5
INPUT " Kuyu Adedi =",bo
IF bo < 0 THEN GOTO 24
PRINT "Kuyu Adedini Doğru Girdiniz mi?"
INPUT " E veya H"; c$
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 24
DIM s(bo),t(bo),f(bo),m(bo,bo),b(bo,bo),q(bo),g(bo),r(bo),o(bo,bo),E(bo)
28 INPUT "r(cm), Ro(cm), k(cm3/sn) ve h(cm) Update   E veya H ",c$
IF c$="e" OR c$="E" THEN GOTO 34
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 35
GOTO 28
34 PRINT "r(i,j): cm girişleri!"
FOR i=1 TO bo

36 FOR j=1 TO bo
PRINT"r(";i;j;")=";
INPUT o(i,j)
NEXT j

72 PRINT "Bu adımdaki r(i,j) değerlerini doğru girdiniz mi?"
INPUT "E veya H";c$

```

```

IF c$="e" OR c$="E" THEN GOTO 71
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 36
GOTO 72
71 NEXT i

```

```

PRINT "Ro(j): cm girişleri!"
736 FOR j=1 TO bo
PRINT"Ro('";j;"")=";
INPUT r(j)
NEXT j

```

```

772 PRINT "Bu adımdaki Ro(j) değerlerini doğru girdiniz mi?"
INPUT "E veya H";c$
IF c$="e" OR c$="E" THEN GOTO 771
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 736
GOTO 772

```

```

771 PRINT "k'(j): cm/sn girişleri!"
FOR j=1 TO bo
PRINT"k'('";j;"")=      cm/sn olarak ";
INPUT k'(j)
NEXT j

```

```

172 PRINT "k'(j) değerlerini doğru girdiniz mi?"
INPUT "E veya H";c$
IF c$="e" OR c$="E" THEN GOTO 171
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 71
GOTO 172

```

```

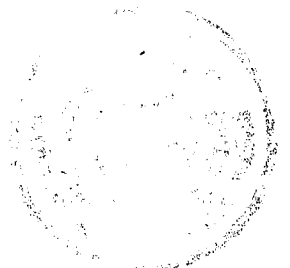
171 INPUT "H (cm)=";H

```

```

175 PRINT "H(cm) değerlerini doğru girdiniz mi?"

```



```

INPUT "E veya H";c$
IF c$="e" OR c$="E" THEN GOTO 35
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 171
GOTO 175

```

```

35 CLS
LOCATE 10,10

```

```

90 INPUT " Q veya D  ",c$
IF c$="d" OR c$="D" THEN GOTO 250
IF c$="q" OR c$="Q" THEN GOTO 120
GOTO 90

```

```

REM  Dt girip Q hesaplanan Blok Başlangıcı
120 PRINT "Dt(i): cm girişleri!"
FOR i=1 TO bo
PRINT "Dt(";i;")=    cm olarak";
INPUT s(i)
NEXT i

```

```

177 PRINT "Dt(i) değerlerini doğru girdiniz mi?"
INPUT "E veya H";c$
IF c$="e" OR c$="E" THEN GOTO 77
IF c$="h" OR c$="H" THEN GOTO 120
GOTO 177

```

```

z=0
77 PRINT "b(i,j) Değerleri:"
PRINT "=====
FOR i=1 TO bo
FOR j=1 TO bo
b(i,j)=LOG(r(j)/o(i,j))/(3.14159*k(j))
PRINT "b(";i;",";j;")=";
PRINT USING"#####.#####";b(i,j);

```

```

PRINT "  ";

```



```

IF INT(j/3)=j/3 THEN PRINT
z=z+1
IF INT(z/10)=z/10 THEN STOP

```

```

NEXT j
PRINT
NEXT i

```

```

PRINT " Dt(i) cm    Q(i) (cm3/sn) Değerleri:"
PRINT "=====

```

```

FOR i=1 TO bo

```

```

E(i)=H-s(i)
IF r(i)=o(i,i) THEN PRINT"YANLIŞ İŞLEM"

```

```

r=r(i)
o=o(i,i)
w=LOG(r/o)

```

```

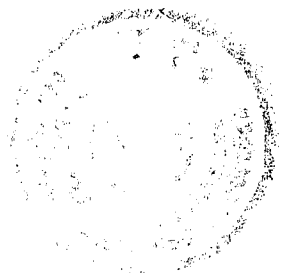
q(i)=3.14159*k'(i)*(H*H-E(i)*E(i))/w
NEXT i

```

```

FOR p=1 TO 500
GOSUB 888
FOR i=1 TO bo
f(i)=s(i)-t(i)
IF ABS(f(i)) <=.0001 THEN GOTO 500
g(i)=s(i)/t(i)
q(i)=q(i)*g(i)
NEXT i
GOSUB 888
NEXT p
REM  Dt girip Q hesaplanan Blok Sonu

```



REM Q girip Dt hesaplanan Blok Başlangıcı

250 PRINT "Q(i) Değerlerinin Girişi!"

FOR i=1 TO bo

PRINT "q(";i;")= cm3/sn olarak ";

INPUT q(i)

NEXT i

377 PRINT "Q(i) değerlerini doğru girdiniz mi?"

INPUT "E veya H";c\$

IF c\$="e" OR c\$="E" THEN GOTO 328

IF c\$="h" OR c\$="H" THEN GOTO 250

GOTO 377

328 z=0

PRINT "b(i,j) Değerleri:"

PRINT "=====

FOR i=1 TO bo

FOR j=1 TO bo

b(i,j)=LOG(r(j)/o(i,j))/(3.14159*k(j))

PRINT "b(";i;",";j;")=";

PRINT USING"###.####";b(i,j);

PRINT " ";

IF INT(j/3)=j/3 THEN PRINT

z=z+1

IF INT(z/10)=z/10 THEN STOP

NEXT j

PRINT

NEXT i

GOSUB 888

FOR i=1 TO bo

s(i)=t(i)



NEXT i

500 FOR i=1 TO bo

PRINT "Dt(";i;")=";s(i);"cm "; "Q(";i;")=";q(i);"cm3/sn "

NEXT i

PRINT

PRINT

600 INPUT "Yeni Bir Hesap Yapayım mı?! E veya H",c\$

IF c\$="e" OR c\$="E" THEN GOTO 555

IF c\$="h" OR c\$="H" THEN GOTO 556

GOTO 600

555 NEXT y

556 any\$=INPUT\$(1)

END

888 FOR i=1 TO bo

FOR j=1 TO bo

m(i,j)=SQR(H*H-b(i,j)*q(j))

NEXT j

NEXT i

FOR i=1 TO bo

sum=0

FOR j=1 TO bo

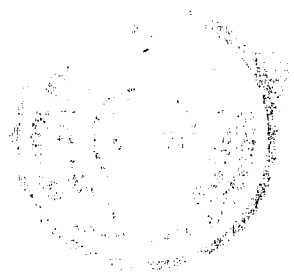
sum=sum+m(i,j)

NEXT j

t(i)=bo*H-sum

NEXT i

RETURN



EK III

TAHKİKLER



Tablo 1. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 2

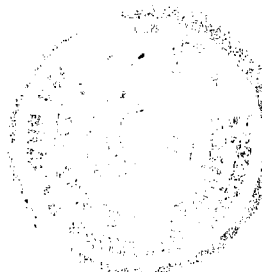
TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLCÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu
1	42.8	5.35	5.75	8.90	11.50	8.16	10.90	9.0	5.5
2	42.8	5.92	6.49	10.10	13.20	9.14	12.48	10.5	5.8
3	42.8	8.93	8.62	15.10	19.00	13.92	17.81	8.5	6.7
4	42.8	11.63	9.80	20.20	22.70	18.39	21.42	9.8	6.0
5	42.8	13.33	10.87	24.00	26.10	21.67	24.81	10.7	5.2

Tablo 2. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 3

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLCÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu
1	42.8	6.25	5.00	7.10	4.70	6.80	4.43	4.4	6.0
2	42.8	8.00	7.52	9.60	6.90	8.91	6.74	7.7	2.4
3	42.8	11.24	12.66	14.10	12.60	13.25	11.89	6.4	6.0
4	42.8	14.71	15.38	20.00	16.00	19.11	15.08	4.7	6.1
5	42.8	17.24	16.95	25.20	18.20	24.71	17.11	2.0	6.4

Tablo 3. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLCÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	8.93	3.91	12.10	10.20	12.09	9.54	0.1	6.9
2	42.8	14.29	6.85	22.00	19.30	21.82	18.17	0.8	6.2
3	42.8	17.54	7.63	29.60	22.50	29.43	21.16	0.6	6.3
4	42.8	19.23	8.26	35.70	24.70	35.32	23.64	1.1	4.5
5	42.8	20.00	8.40	39.9	26.10	39.40	24.28	1.3	7.5



Tablo 4. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	6.71	6.76	6.30	7.60	6.22	7.52	1.3	1.0
2	42.8	12.66	11.91	14.10	14.90	13.78	14.77	2.3	0.9
3	42.8	16.95	15.62	22.20	22.10	21.69	21.85	2.3	1.1
4	42.8	19.23	18.52	29.10	31.00	28.29	30.72	2.9	0.9
5	42.8	20.00	19.30	33.60	35.50	32.16	35.12	4.4	1.1

Tablo 5. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	6.54	6.80	6.80	5.40	6.72	5.32	1.2	1.5
2	42.8	12.99	12.99	15.70	11.30	15.46	11.05	1.5	2.3
3	42.8	15.62	14.71	20.90	13.10	20.30	12.82	3.0	2.2
4	42.8	18.18	19.23	26.80	19.10	26.32	18.56	1.8	2.9
5	42.8	20.00	23.26	34.50	26.50	33.67	25.48	2.5	4.0

Tablo 6. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2 ve 3

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu
1	42.8	4.95	7.94	7.10	6.60	6.92	6.48	2.6	1.8
2	42.8	8.47	11.49	13.70	10.00	13.55	9.77	1.1	2.3
3	42.8	11.63	18.18	22.00	17.50	21.18	17.23	3.9	1.6
4	42.8	13.16	24.39	26.70	27.80	26.37	27.22	1.2	2.1
5	42.8	13.89	25.64	30.60	31.80	30.46	30.17	0.5	5.4

Tablo 7. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)		HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)		HATA YÜZDESİ %	
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	5.55	4.44	11.30	11.40	11.07	11.03	2.1	3.3
2	42.8	8.47	6.37	18.60	17.80	17.96	16.97	3.6	4.9
3	42.8	10.87	7.87	25.00	23.70	24.82	22.40	0.7	5.8
4	42.8	12.35	8.33	30.80	25.60	29.98	24.49	2.7	4.5
5	42.8	12.66	8.70	32.80	27.00	31.38	26.02	4.5	3.8

Tablo 8. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)		HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)		HATA YÜZDESİ %	
		2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	6.76	6.13	11.00	7.30	10.68	7.23	3.0	1.0
2	42.8	9.35	10.87	15.90	14.50	15.79	14.09	0.7	2.9
3	42.8	11.63	15.62	21.70	23.50	21.62	23.28	0.4	1.0
4	42.8	13.33	18.52	28.20	32.60	28.13	32.33	0.2	0.8
5	42.8	13.89	19.61	32.30	40.80	31.38	40.26	2.9	1.3

Tablo 9. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)		HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)		HATA YÜZDESİ %	
		2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	4.74	6.17	7.00	4.80	6.95	4.79	0.7	0.2
2	42.8	8.47	11.36	14.05	9.90	13.86	9.48	1.4	4.4
3	42.8	12.66	19.23	25.60	19.10	25.32	18.73	1.1	2.0
4	42.8	13.33	22.22	28.50	23.70	28.07	23.63	1.5	0.3
5	42.8	14.08	23.26	33.00	25.80	32.86	25.65	0.4	0.6

Tablo 10. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 3 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	7.09	4.83	6.60	10.30	6.56	9.78	0.6	5.3
2	42.8	8.40	6.90	8.40	15.50	8.05	15.38	4.3	0.8
3	42.8	21.74	8.20	23.90	19.10	23.87	18.39	0.1	3.9
4	42.8	25.64	9.26	32.20	22.50	31.40	22.32	2.5	0.8
5	42.8	27.03	9.71	36.80	26.00	36.50	24.37	0.8	6.7

Tablo 11. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 3 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	9.43	6.67	6.30	5.80	6.01	5.67	4.8	2.3
2	42.8	16.13	11.36	11.80	11.70	11.69	11.06	0.9	5.8
3	42.8	20.41	15.38	16.50	18.40	16.19	17.90	1.9	2.8
4	42.8	26.32	18.18	27.70	25.70	27.32	24.78	1.4	3.7
5	42.8	27.03	19.61	29.55	34.10	29.50	33.98	0.2	0.3

Tablo 12. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 3 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	10.64	9.71	8.80	7.30	8.43	7.13	4.4	2.4
2	42.8	16.67	15.15	14.50	12.50	14.55	12.25	0.3	2.0
3	42.8	21.74	19.61	21.30	17.30	21.25	17.56	0.2	1.5
4	42.8	26.32	25.00	31.30	28.00	30.71	27.75	1.9	0.9
5	42.8	27.03	26.32	33.80	32.80	33.19	32.54	1.8	0.8

Tablo 13. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 4 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	4.20	6.94	8.80	9.80	8.45	9.15	4.1	7.1
2	42.8	7.19	10.99	16.30	15.40	16.37	15.72	0.4	2.0
3	42.8	8.93	16.13	22.50	27.00	22.33	26.33	0.8	2.5
4	42.8	9.61	17.86	25.70	31.70	25.33	31.63	1.5	0.2
5	42.8	9.80	19.61	26.90	42.30	26.20	42.20	2.7	0.2

Tablo 14. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 4 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	4.37	10.10	9.40	9.60	9.30	9.93	1.1	3.3
2	42.8	6.67	17.86	15.60	18.70	15.44	19.43	1.0	3.7
3	42.8	7.94	21.28	19.50	23.80	19.54	24.93	0.2	4.5
4	42.8	8.62	24.39	22.60	28.80	22.06	31.50	2.4	8.6
5	42.8	9.09	26.32	24.90	34.70	24.00	38.15	3.7	9.0

Tablo 15. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 5 ve 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	9.43	8.00	11.60	5.40	11.23	5.40	3.3	0.0
2	42.8	12.82	13.89	16.90	10.40	16.35	10.96	3.4	5.1
3	42.8	15.87	17.86	23.20	16.00	22.46	15.28	3.3	4.7
4	42.8	18.87	25.00	31.30	29.10	32.03	28.24	2.3	3.0
5	42.8	19.61	26.32	38.00	33.40	38.14	33.01	0.4	1.2

Tablo 16. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu
1	42.8	8.20	4.63	11.90	10.70	8.00	11.30	10.62	7.84	10.81	0.7	2.0	4.5
2	42.8	12.50	8.33	16.39	18.80	15.40	16.60	18.20	15.73	15.93	3.2	2.1	4.2
3	42.8	13.70	9.26	22.73	20.70	17.70	25.00	20.26	17.36	25.01	2.2	2.0	0.0
4	42.8	16.67	9.90	25.00	26.90	19.30	30.30	26.54	19.48	29.78	1.3	0.9	1.7

Tablo 17. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	8.26	4.76	3.80	12.70	11.50	10.80	12.90	11.42	10.46	1.5	0.7	3.2
2	42.8	12.05	7.30	5.29	19.00	17.80	16.10	20.03	17.98	15.41	5.1	1.0	4.5
3	42.8	16.13	8.13	6.67	28.00	22.10	20.60	28.62	21.48	20.11	2.2	2.9	2.4
4	42.8	17.54	9.35	7.04	33.80	25.40	23.00	32.76	24.90	21.80	3.2	2.0	5.5

Tablo 18. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	7.41	3.79	8.62	8.40	7.10	10.10	8.14	6.67	10.02	3.2	6.4	0.8
2	42.8	11.76	7.35	13.51	14.50	14.20	17.60	14.73	13.87	17.72	1.6	2.4	0.6
3	42.8	17.24	9.52	17.54	27.10	20.40	25.00	25.66	19.77	27.08	5.6	3.2	7.7
4	42.8	18.18	10.53	19.61	29.70	23.50	38.20	28.32	22.44	38.66	4.9	4.7	1.2

Tablo 19. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	7.35	4.08	10.31	9.30	7.30	8.50	8.88	7.13	8.26	4.7	2.4	2.9
2	42.8	11.36	6.90	16.13	14.90	13.10	14.80	15.02	12.80	14.23	0.8	2.3	4.0
3	42.8	15.87	8.70	23.26	25.80	17.90	25.00	23.21	17.10	24.99	11.1	4.7	0.0
4	42.8	18.18	9.90	25.00	29.80	20.20	29.20	29.46	20.50	29.10	1.1	1.5	0.3

Tablo 20. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 3 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	9.80	11.63	3.43	13.00	11.00	7.90	12.41	11.26	7.35	4.7	2.3	7.5
2	42.8	12.66	17.54	4.98	17.50	18.70	11.40	17.08	18.28	10.93	2.5	2.3	4.3
3	42.8	16.67	22.73	6.99	25.70	26.70	16.80	25.51	26.48	16.64	0.7	0.8	1.0
4	42.8	18.52	26.32	7.94	31.10	34.60	20.20	30.88	34.90	19.70	0.7	0.9	2.5

Tablo 21. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 3 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	9.90	11.49	9.90	9.80	7.40	8.80	9.16	7.75	8.91	7.0	4.5	1.2
2	42.8	14.92	17.86	13.89	16.30	14.40	14.20	16.40	14.11	13.93	0.6	2.0	1.9
3	42.8	17.86	25.00	18.52	22.20	24.80	26.00	21.98	24.87	24.90	1.0	0.3	4.4
4	42.8	19.61	25.64	19.61	28.20	26.20	33.30	27.50	26.10	32.56	2.5	0.4	2.3

Tablo 22. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 3 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)			HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)			HATA YÜZDESİ %		
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	9.71	10.10	11.63	10.10	8.60	8.40	9.81	8.43	8.47	2.9	2.0	0.8
2	42.8	13.51	17.54	18.52	15.00	16.50	15.90	14.66	16.29	15.54	2.3	1.3	2.3
3	42.8	17.54	22.22	23.26	22.70	22.60	23.10	22.60	22.98	22.73	0.4	1.6	1.6
4	42.8	19.61	25.64	26.32	30.30	29.70	31.70	29.46	29.98	31.32	2.8	0.9	1.2

Tablo 23. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)			HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)			HATA YÜZDESİ %		
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	8.62	3.30	8.33	10.30	7.40	10.00	9.62	7.49	10.14	7.1	1.2	1.4
2	42.8	13.70	5.10	12.82	17.20	12.50	16.70	17.30	12.27	17.26	0.6	1.9	3.2
3	42.8	18.18	7.81	17.54	27.80	21.00	28.60	27.64	20.63	28.55	0.6	1.8	0.2
4	42.8	19.61	8.20	18.87	33.10	23.00	33.70	32.83	22.03	33.95	0.8	4.4	0.7

Tablo 24. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)			HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)			HATA YÜZDESİ %		
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	9.71	4.03	10.00	11.80	10.30	9.20	12.12	9.88	9.06	2.6	4.2	1.5
2	42.8	14.08	4.97	17.24	18.40	12.60	17.70	18.78	12.80	17.20	2.0	1.6	2.9
3	42.8	17.86	6.45	22.73	27.90	18.10	26.30	27.37	17.38	26.00	1.9	4.1	1.1
4	42.8	20.00	6.94	25.57	36.00	20.20	32.90	36.01	19.16	33.16	0.0	5.4	0.8

Tablo 25. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 5 - 6

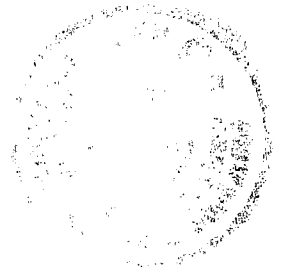
TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	9.09	9.80	12.99	7.50	11.10	9.80	7.02	10.55	9.78	6.8	5.2	0.2
2	42.8	12.50	13.51	17.86	10.80	16.50	15.50	11.18	16.19	14.89	3.4	1.9	4.1
3	42.8	18.87	17.54	24.39	25.40	25.10	24.80	24.36	24.94	25.44	4.3	0.6	2.5
4	42.8	20.41	18.87	27.03	32.80	31.10	34.00	33.35	30.06	34.23	1.6	3.5	0.7

Tablo 26. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 3 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	6.10	12.82	3.85	10.40	11.60	8.40	10.02	11.76	8.44	3.8	1.4	0.5
2	42.8	9.01	20.00	5.78	16.80	19.70	14.10	16.11	20.65	13.42	4.3	4.6	5.1
3	42.8	11.49	26.32	7.19	23.20	33.30	18.40	22.72	33.29	17.65	2.1	0.0	4.2
4	42.8	12.82	27.78	7.69	28.10	40.50	20.30	27.69	40.29	19.54	1.5	0.5	3.9

Tablo 27. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 3 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	5.92	11.11	8.77	7.50	6.50	8.50	7.05	6.90	8.15	6.4	5.8	4.3
2	42.8	9.26	16.95	12.35	12.90	12.40	13.00	12.93	12.20	12.50	0.2	1.6	4.0
3	42.8	10.31	22.22	15.38	15.00	19.50	17.10	14.52	18.81	17.41	3.3	3.7	1.8
4	42.8	11.63	25.64	17.86	18.40	26.30	23.90	17.69	25.18	23.63	4.0	4.4	1.1



Tablo 28. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 3 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	5.95	13.51	10.64	7.10	11.30	7.60	6.72	11.16	7.16	5.6	1.2	6.1
2	42.8	8.93	17.54	17.54	12.40	15.00	14.80	11.70	15.25	14.36	6.0	1.6	3.1
3	42.8	12.50	23.81	23.81	21.10	25.10	24.30	20.77	24.39	23.88	1.6	2.9	1.8
4	42.8	13.51	25.64	25.64	24.70	28.70	29.00	25.04	28.41	28.69	1.4	1.0	1.1

Tablo 29. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	6.25	3.85	9.01	10.80	9.40	11.60	10.90	9.16	11.96	0.9	2.6	3.0
2	42.8	9.90	5.99	13.70	20.50	15.70	20.30	19.38	15.32	20.26	5.8	2.5	0.2
3	42.8	11.11	7.87	17.86	23.50	21.90	31.10	23.08	21.21	31.20	1.8	3.2	0.3
4	42.8	12.66	8.36	19.61	29.00	23.30	39.00	28.50	22.95	39.50	1.8	1.5	1.3

Tablo 30. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	6.10	3.92	11.24	11.00	10.10	10.40	10.56	9.86	10.45	4.2	2.4	0.5
2	42.8	9.43	5.68	18.87	17.40	15.00	19.50	17.72	15.20	19.78	1.8	1.3	1.4
3	42.8	10.99	6.10	24.39	21.50	16.70	29.00	21.53	16.77	29.93	0.1	0.4	3.1
4	42.8	12.99	7.30	26.31	28.80	20.90	37.30	29.11	20.95	36.53	1.1	0.2	2.1

Tablo 31. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	6.67	8.85	9.17	9.40	10.60	5.80	9.02	10.21	6.02	4.2	3.8	3.6
2	42.8	9.90	12.99	17.24	14.60	16.00	14.40	14.86	16.30	14.15	1.7	1.8	1.8
3	42.8	11.76	16.67	23.81	19.40	24.30	23.70	19.12	23.96	24.46	1.5	1.4	3.1
4	42.8	13.89	19.61	25.64	27.90	37.60	29.10	28.38	38.08	28.95	1.7	1.3	0.5

Tablo 32. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 3- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	11.76	4.44	9.71	8.30	7.80	10.70	8.09	7.63	10.29	2.6	2.2	4.0
2	42.8	19.23	7.35	14.29	15.70	14.60	16.90	15.63	14.69	17.00	1.4	0.6	0.6
3	42.8	25.64	8.62	18.18	26.60	18.10	26.60	26.67	18.32	26.56	0.3	1.2	0.1
4	42.8	26.31	9.26	19.61	28.60	21.20	35.80	28.32	20.87	35.90	1.0	1.6	0.3

Tablo 33. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 3- 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	10.64	3.98	10.99	8.40	7.30	9.60	8.95	7.26	9.33	6.1	0.5	2.9
2	42.8	18.87	6.41	17.86	18.60	12.80	17.20	18.13	12.75	16.88	2.6	0.4	1.9
3	42.8	25.00	8.13	24.39	28.30	17.70	28.20	28.43	17.67	28.11	0.5	0.2	0.3
4	42.8	26.31	8.70	26.31	32.60	19.50	34.70	31.92	19.70	34.57	2.1	1.0	0.4

Tablo 34. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 3- 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)			HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)			HATA YÜZDESİ %		
		3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	11.11	8.70	11.11	6.40	7.30	7.60	6.27	7.14	7.11	2.1	2.2	6.9
2	42.8	17.24	15.63	17.24	10.10	17.60	12.10	10.66	17.75	12.34	5.2	0.8	1.9
3	42.8	25.00	18.52	24.39	22.10	24.00	23.00	21.97	24.43	23.36	0.6	1.8	1.5
4	42.8	25.64	19.23	25.64	24.20	28.20	27.00	23.30	28.12	26.88	3.9	0.3	0.4

Tablo 35. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 4- 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)			HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)			HATA YÜZDESİ %		
		4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	3.21	9.09	12.99	6.10	10.90	11.40	5.92	10.89	11.26	3.0	0.1	1.2
2	42.8	7.25	13.89	17.86	16.10	19.30	17.30	16.26	19.43	17.38	1.0	0.7	0.5
3	42.8	8.47	18.18	23.81	20.50	30.00	27.00	20.19	30.59	27.41	1.5	1.9	0.8
4	42.8	9.17	19.23	26.31	23.60	36.20	35.40	23.00	35.88	35.12	2.6	0.9	0.8

Tablo 36. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	5.92	2.99	10.53	2.95	8.40	5.80	9.50	6.10	8.22	5.87	9.78	6.62	2.2	1.2	2.9	7.8
2	42.8	10.10	5.29	15.15	5.78	15.50	11.70	16.10	14.00	15.48	11.56	15.27	14.33	0.1	1.2	5.4	2.3
3	42.8	12.50	7.41	21.28	6.45	20.00	15.50	24.70	15.60	19.92	15.82	23.54	16.55	0.4	2.0	4.9	5.7
4	42.8	15.15	8.93	24.39	6.94	25.20	20.70	31.10	19.40	25.40	19.73	29.39	18.53	0.8	4.9	5.8	4.7

Tablo 37. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	5.49	3.83	11.11	9.09	4.80	4.40	7.30	8.00	4.92	4.58	7.22	8.14	2.4	3.9	1.1	1.7
2	42.8	11.24	7.41	17.86	13.33	12.60	11.50	13.60	12.90	12.84	11.32	13.85	13.10	1.9	1.6	1.8	1.5
3	42.8	14.29	9.52	21.74	16.39	18.10	16.00	18.80	18.80	18.01	16.03	18.72	18.75	0.5	0.2	0.4	0.3
4	42.8	15.87	10.20	25.64	19.61	20.70	17.70	25.80	32.30	20.61	17.27	25.82	32.78	0.4	2.5	0.1	1.5

Tablo 38. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	6.85	3.57	8.93	9.43	7.30	4.80	7.10	6.10	7.57	4.94	7.21	6.27	3.6	2.8	1.5	2.7
2	42.8	10.64	6.67	16.13	16.67	12.70	10.00	14.50	13.00	12.75	9.76	14.36	12.85	0.4	2.5	0.1	1.2
3	42.8	14.93	8.33	22.22	23.26	20.10	13.10	23.00	22.70	19.69	12.84	22.62	22.17	2.1	2.0	1.7	2.4
4	42.8	16.13	9.62	25.00	25.64	22.80	15.40	28.50	28.00	22.32	15.61	27.98	27.96	2.1	1.3	1.8	0.1

Tablo 39. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	7.19	4.22	3.33	7.81	9.80	8.80	8.60	9.30	9.40	8.88	8.52	9.50	4.2	0.1	0.9	2.1
2	42.8	11.76	5.75	4.76	11.63	16.90	13.60	12.60	15.80	16.26	12.96	12.75	15.22	3.9	4.9	1.2	3.8
3	42.8	15.38	7.87	6.45	15.87	23.40	18.00	18.50	23.80	23.41	18.41	18.15	23.75	0.0	2.2	1.9	0.2
4	42.8	17.24	8.40	7.04	18.87	27.80	19.70	20.80	32.80	27.56	19.95	20.15	33.87	0.9	1.2	3.2	3.2

Tablo 40. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	7.41	3.77	2.77	10.31	9.70	7.50	7.80	9.10	9.85	7.78	7.67	8.91	1.5	3.6	1.7	2.1
2	42.8	11.11	5.35	4.26	16.95	15.10	11.10	12.10	16.30	15.52	11.43	12.04	16.39	2.7	2.9	0.5	0.5
3	42.8	14.49	8.13	5.49	22.22	22.60	18.50	16.50	24.60	22.28	17.90	16.41	24.31	1.4	3.3	0.5	1.2
4	42.8	17.86	8.77	6.58	25.64	30.70	20.50	19.70	32.00	30.42	20.39	20.14	32.69	0.9	0.5	0.2	2.1

Tablo 41. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	7.46	5.03	7.69	11.36	7.80	7.40	8.10	7.80	7.59	7.65	7.70	8.03	2.8	3.3	5.2	2.9
2	42.8	11.11	6.02	11.90	16.39	11.50	9.40	13.10	12.30	11.70	9.29	13.44	12.77	1.7	1.2	2.5	3.7
3	42.8	16.13	8.62	16.39	23.26	20.20	14.90	21.50	22.50	20.26	14.72	21.28	22.41	0.3	1.2	1.5	0.4
4	42.8	17.54	9.35	18.87	25.64	23.80	16.50	30.50	28.30	23.29	16.25	30.33	28.22	2.2	1.5	0.6	0.3

Tablo 42. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 3 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	7.14	8.47	4.29	8.33	7.30	5.80	8.60	9.20	7.48	5.77	8.72	9.36	2.4	0.5	1.4	1.7
2	42.8	11.63	18.52	4.90	11.63	12.50	16.60	10.00	10.50	12.79	16.11	9.64	10.83	2.3	3.0	3.7	3.0
3	42.8	15.87	21.74	6.76	16.67	20.30	20.00	14.60	21.00	20.08	19.99	14.74	20.72	1.1	0.0	1.0	1.4
4	42.8	17.54	23.81	7.46	19.23	24.00	23.20	16.80	30.60	23.79	23.23	16.81	30.54	0.9	0.1	0.1	0.2

Tablo 43. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 3 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	8.20	9.26	3.18	9.09	9.20	7.80	7.10	6.30	9.21	8.19	6.74	6.84	0.1	4.8	5.3	7.9
2	42.8	11.49	15.62	5.00	16.39	14.00	15.20	10.40	14.30	13.47	14.75	10.90	14.22	3.9	3.0	4.6	0.6
3	42.8	15.87	20.83	6.06	21.28	21.10	21.70	13.70	20.60	21.06	21.70	13.84	20.63	0.2	0.0	1.0	0.1
4	42.8	18.18	23.81	6.67	25.00	26.70	26.80	15.30	28.40	26.67	26.82	15.65	28.29	0.1	0.1	2.2	0.4

Tablo 44. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 3 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	7.87	10.75	7.94	9.90	5.50	7.00	5.20	5.60	5.69	6.74	5.53	5.48	3.3	3.8	6.0	2.2
2	42.8	11.36	15.38	12.19	15.87	8.90	10.40	9.90	10.30	8.86	10.25	10.28	10.55	0.4	1.5	3.7	2.4
3	42.8	16.13	21.74	16.39	23.26	15.80	17.70	16.40	20.60	15.62	17.44	16.68	20.32	1.1	1.5	1.7	1.4
4	42.8	18.52	23.81	19.23	25.00	20.80	20.90	26.80	23.50	21.21	20.42	26.92	23.75	1.9	2.3	0.4	1.0

Tablo 45. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	9.62	3.95	7.81	10.31	10.30	9.40	8.70	8.50	10.22	9.12	8.55	8.12	0.8	3.1	1.7	4.7
2	42.8	13.70	5.21	11.49	16.13	15.50	12.10	13.90	13.80	15.81	12.56	13.56	14.04	2.0	3.7	2.5	1.7
3	42.8	16.95	6.54	15.87	22.73	21.70	16.20	21.40	23.80	21.54	16.38	21.76	23.66	0.7	1.1	1.6	0.6
4	42.8	20.00	7.04	18.87	25.64	32.90	18.60	31.50	31.70	32.03	18.14	31.51	30.48	2.7	2.5	0.0	4.0

Tablo 46. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 3 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	4.35	9.90	3.83	7.69	5.90	6.80	8.00	7.40	6.11	6.65	7.67	7.63	3.4	2.2	4.3	3.0
2	42.8	7.58	17.24	4.65	11.76	11.50	13.70	9.80	12.20	11.12	13.46	9.51	12.29	3.4	1.8	3.0	0.6
3	42.8	9.90	21.74	6.85	16.13	16.00	18.80	15.60	20.70	16.34	18.87	15.45	20.64	2.1	0.4	1.0	0.3
4	42.8	11.24	25.64	7.46	18.52	19.60	25.90	16.90	27.70	19.58	26.15	17.21	27.67	0.1	1.0	1.8	0.1

Tablo 47. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 3 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	5.85	10.42	3.09	10.20	8.40	8.60	6.90	7.50	8.33	8.52	6.82	7.83	0.8	0.9	1.2	4.2
2	42.8	8.20	15.87	4.37	15.38	12.70	13.70	9.40	12.50	12.36	14.07	9.88	12.89	2.7	2.6	4.8	3.0
3	42.8	9.90	21.74	6.25	21.28	16.10	22.00	15.10	21.10	15.80	21.87	14.69	20.80	1.9	0.6	2.8	1.4
4	42.8	11.24	24.39	6.99	25.00	19.30	26.30	17.40	29.00	19.17	26.60	17.00	28.59	0.7	1.1	2.3	1.4

Tablo 48. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 3 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	5.46	10.75	8.33	10.99	5.00	6.20	6.70	6.30	4.98	5.91	6.66	6.60	0.4	4.9	0.6	4.5
2	42.8	7.81	16.39	12.19	16.95	7.60	10.70	11.30	12.30	7.68	10.42	10.91	11.91	1.0	2.7	3.6	3.3
3	42.8	10.87	22.73	16.13	21.74	13.00	18.50	16.80	17.00	13.38	17.97	17.27	17.45	2.8	2.9	2.7	2.6
4	42.8	12.50	25.64	18.87	25.00	17.40	23.00	25.40	23.30	17.78	23.16	25.85	23.78	2.1	0.7	1.7	2.0

Tablo 49. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	5.08	3.10	8.33	10.10	7.50	7.20	10.50	8.00	7.25	7.11	9.97	7.87	3.4	1.3	5.3	1.6
2	42.8	8.62	4.85	11.63	16.39	14.30	12.30	14.30	14.50	14.07	11.98	14.87	14.48	1.6	2.7	3.8	0.1
3	42.8	10.42	6.25	15.62	22.73	18.00	16.40	22.30	23.40	17.97	15.94	22.53	23.85	0.2	2.9	1.0	1.9
4	42.8	11.76	6.94	18.18	25.64	21.90	18.10	30.50	31.10	21.71	18.18	30.05	30.93	0.9	0.4	1.5	0.5

Tablo 50. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 3- 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)				ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)				HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)				HATA YÜZDESİ %			
		3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	9.80	3.47	7.94	9.17	5.80	5.90	7.50	6.50	5.88	5.60	7.18	6.23	1.4	5.4	4.4	4.3
2	42.8	15.38	5.03	11.90	16.13	10.10	8.10	11.40	13.20	10.31	8.50	11.72	12.87	2.0	4.7	2.7	2.6
3	42.8	21.74	7.19	15.62	21.28	17.50	13.60	17.90	19.10	17.80	13.71	17.71	19.45	1.7	0.8	1.1	1.8
4	42.8	25.00	7.87	18.52	24.39	23.60	15.30	25.50	25.20	23.17	15.43	25.91	25.16	1.8	0.8	1.6	0.2

Tablo 51. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)					ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)					HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)					HATA YÜZDESİ %				
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	6.13	2.96	9.52	3.27	6.94	7.50	5.20	6.60	7.20	6.30	7.14	5.18	6.86	6.97	6.05	5.0	0.4	3.8	3.3	4.1
2	42.8	9.80	5.88	15.62	4.57	11.90	12.50	10.60	12.30	10.90	12.30	12.21	10.33	12.17	10.41	12.02	2.4	2.6	1.1	4.7	2.3
3	42.8	14.29	7.63	21.28	5.88	16.67	19.50	14.00	19.10	14.30	21.10	19.42	14.20	18.85	14.08	20.74	0.4	1.4	1.3	1.6	1.7
4	42.8	15.87	8.47	25.00	6.29	19.23	22.30	15.30	25.40	15.40	29.90	22.38	15.82	25.31	15.16	30.13	0.4	3.3	0.4	1.6	0.8

Tablo 52. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)					ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)					HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)					HATA YÜZDESİ %				
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	5.85	2.94	7.58	1.55	8.70	6.80	4.50	6.20	3.90	6.20	6.81	4.56	6.21	3.86	6.22	0.1	1.3	0.2	1.0	0.3
2	42.8	9.17	6.06	14.08	3.91	15.15	12.60	10.10	12.60	10.00	12.50	12.10	10.30	12.66	9.68	12.27	4.1	1.9	0.5	3.3	1.9
3	42.8	13.89	8.00	21.28	4.95	22.73	19.80	14.40	22.10	12.60	22.50	19.50	14.13	21.81	12.70	22.42	1.5	1.9	1.3	0.8	0.4
4	42.8	15.62	9.09	23.81	5.95	25.64	23.00	16.90	26.40	15.20	29.80	23.27	16.87	26.29	15.66	29.55	1.2	0.2	0.4	2.9	0.8

Tablo 53. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ						ÖLÇÜLEN DÜŞÜM						HESAPLANAN DÜŞÜM						HATA YÜZDESİ						
		Q (cm ³ /sn)						D _T (cm)						D _T (cm)						%						
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	7.30	3.85	10.99	7.25	11.24	6.50	4.00	7.00	4.60	6.50	6.34	4.00	6.96	4.42	6.62	2.5	0.0	0.6	4.1	1.8					
2	42.8	10.42	6.10	16.13	11.90	16.13	10.00	6.40	11.10	9.60	10.80	9.69	6.98	10.98	9.61	10.35	3.2	8.3	1.1	0.1	4.3					
3	42.8	15.38	8.62	23.81	16.39	23.81	17.20	11.20	21.20	16.20	20.60	17.06	11.07	20.86	16.17	20.56	0.8	1.2	1.6	0.2	0.2					
4	42.8	17.54	9.62	25.64	19.61	26.31	21.80	13.30	24.70	29.30	27.10	21.56	13.13	24.12	30.41	27.51	1.1	1.3	2.4	3.6	1.5					

Tablo 54. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ						ÖLÇÜLEN DÜŞÜM						HESAPLANAN DÜŞÜM						HATA YÜZDESİ					
		Q (cm ³ /sn)						D _T (cm)						D _T (cm)						%					
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu				
1	42.8	7.04	3.94	2.58	7.69	10.99	7.30	7.10	7.10	8.60	8.80	7.61	6.74	6.70	8.26	8.35	4.1	5.3	6.0	4.1	5.4				
2	42.8	10.99	5.65	4.03	11.49	16.67	12.80	10.20	10.70	13.90	14.30	12.91	10.29	10.74	13.49	14.14	0.8	0.9	0.4	3.0	1.1				
3	42.8	15.38	7.58	5.46	16.13	23.26	20.60	14.20	15.20	22.00	23.60	20.29	14.57	15.16	22.24	23.84	1.5	2.5	4.3	1.1	1.0				
4	42.8	17.24	8.70	5.95	18.52	25.64	24.90	17.50	17.10	30.30	30.20	24.50	17.21	16.91	29.76	29.70	1.6	1.7	1.1	1.8	1.7				

Tablo 55. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 3 - 4 - 5 - 6

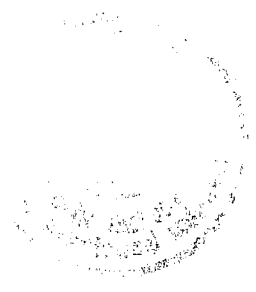
TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ						ÖLÇÜLEN DÜŞÜM						HESAPLANAN DÜŞÜM						HATA YÜZDESİ						
		Q (cm ³ /sn)						D _T (cm)						D _T (cm)						%						
		1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	6.99	8.85	2.69	8.26	10.31	5.50	5.00	5.00	6.70	7.00	5.52	5.16	4.92	7.01	6.76	0.4	3.1	1.6	4.4	3.5	0.4	3.1	1.6	4.4	3.5
2	42.8	11.36	15.62	4.48	11.90	15.38	10.40	11.70	8.60	10.70	10.70	10.60	11.31	8.74	10.63	10.98	1.9	3.4	1.6	0.7	2.5	1.9	3.4	1.6	0.7	2.5
3	42.8	16.39	21.74	5.75	16.13	22.22	18.10	18.30	12.10	17.70	19.60	18.51	18.47	11.83	17.22	19.56	2.2	0.9	2.3	2.8	0.2	2.2	0.9	2.3	2.8	0.2
4	42.8	18.52	25.64	6.40	18.87	25.64	23.50	25.40	13.50	26.00	27.20	23.47	25.61	13.38	25.62	27.08	0.1	0.8	0.9	1.5	0.4	0.1	0.8	0.9	1.5	0.4

Tablo 56. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 3 - 4 - 5 - 6

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ						ÖLÇÜLEN DÜŞÜM						HESAPLANAN DÜŞÜM						HATA YÜZDESİ					
		Q (cm ³ /sn)						D _T (cm)						D _T (cm)						%					
		2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu
1	42.8	5.13	10.42	3.68	8.40	10.53	6.00	6.20	7.00	7.30	7.30	6.02	6.17	7.37	7.57	7.02	0.3	0.5	5.0	3.6	4.0				
2	42.8	7.58	16.39	4.39	11.90	15.62	9.30	11.60	8.70	11.10	11.00	9.25	11.26	8.86	11.34	11.29	0.5	3.0	1.8	2.1	2.6				
3	42.8	9.62	22.22	5.65	16.39	23.26	12.50	18.10	11.50	19.20	22.10	12.25	17.80	11.73	19.01	21.83	2.0	1.7	2.0	1.0	1.2				
4	42.8	11.36	26.32	6.21	18.87	25.64	16.10	25.70	13.30	26.50	26.90	16.26	26.05	13.19	26.82	27.26	1.0	1.3	0.8	1.2	1.3				

Tablo 57. Deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 3 - 4 - 5 - 6

T E S T N O	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)						ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)						HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)						HATA YÜZDESİ %						
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	3.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	6.Nolu Kuyu	
1	42.8	6.85	3.91	11.36	2.27	8.33	11.49	6.40	4.80	7.30	4.60	6.10	6.90	6.33	4.72	7.31	4.78	6.29	7.20	1.1	1.1	1.7	0.1	3.8	3.0	4.2
2	42.8	11.36	5.65	16.95	3.79	12.05	17.24	12.30	7.40	12.20	8.30	10.10	12.40	12.14	7.72	12.49	8.45	10.21	12.47	1.3	1.3	4.1	2.3	1.8	1.1	0.6
3	42.8	14.29	7.58	22.73	4.61	16.13	22.73	16.20	10.80	19.90	10.30	16.40	19.40	16.42	10.74	19.63	10.50	16.79	19.64	1.3	0.6	1.4	2.0	2.0	1.2	1.2
4	42.8	16.39	8.55	26.32	5.38	18.87	26.32	20.80	12.20	27.30	12.80	25.40	29.10	20.32	12.53	27.04	12.50	25.16	28.98	2.4	2.6	1.0	2.4	0.9	0.4	0.4



Tablo 58. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 2

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu
1	42.8	5.38	5.62	6.60	6.60	6.62	6.72	0.3	1.8
2	42.8	11.11	10.99	14.60	14.50	15.04	14.24	3.0	1.8
3	42.8	15.15	13.89	22.20	19.10	22.56	19.13	1.6	0.1
4	42.8	17.86	17.24	30.70	25.00	29.90	25.32	2.6	1.3

Tablo 59. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	6.80	5.08	8.20	5.50	7.87	5.61	4.0	2.0
2	42.8	12.24	9.71	15.30	11.40	15.94	11.92	4.1	4.5
3	42.8	14.29	12.99	20.90	18.00	19.91	17.62	4.8	2.0
4	42.8	16.95	15.63	25.70	23.80	26.06	23.70	1.4	0.4

Tablo 60. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	6.10	6.90	3.40	4.30	3.35	4.30	1.5	0.0
2	42.8	11.90	13.33	8.40	9.80	8.34	9.73	0.7	0.7
3	42.8	17.54	19.23	17.20	17.30	17.33	17.27	0.7	0.1
4	42.8	20.00	22.72	27.90	26.40	27.73	26.00	0.6	1.5

Tablo 61. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2 ve 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	6.41	4.63	8.00	5.90	7.68	5.83	4.0	1.2
2	42.8	11.49	9.80	15.30	13.10	15.12	13.44	1.2	2.6
3	42.8	14.71	13.89	20.60	21.30	20.81	21.23	1.0	0.3
4	42.8	17.24	16.95	26.30	30.20	25.94	29.93	1.4	0.9

Tablo 62. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	5.24	6.90	3.10	6.00	3.17	5.52	2.2	8.0
2	42.8	11.11	14.93	7.60	14.60	7.73	14.10	1.7	3.4
3	42.8	16.67	19.61	14.60	21.40	14.84	21.33	1.6	0.3
4	42.8	19.23	23.26	18.70	30.10	19.00	32.42	1.6	7.7

Tablo 63. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 4 ve 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ		ÖLÇÜLEN DÜŞÜM		HESAPLANAN DÜŞÜM		HATA YÜZDESİ	
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)		D _T (cm)		D _T (cm)		%	
		4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	5.52	6.99	4.40	6.10	4.30	6.28	2.3	3.0
2	42.8	10.31	13.89	9.30	14.30	9.18	14.10	1.2	1.4
3	42.8	14.49	18.87	16.00	21.40	15.81	21.92	1.2	2.4
4	42.8	17.24	21.74	23.60	28.30	23.25	28.68	1.5	1.3

Tablo 64. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 4

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)			HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)			HATA YÜZDESİ %		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu
1	42.8	5.38	4.61	4.52	7.20	6.80	5.30	6.99	6.66	5.42	2.9	2.1	2.3
2	42.8	9.62	7.69	8.06	13.80	12.00	10.50	13.29	11.74	10.30	3.7	2.2	1.9
3	42.8	12.99	10.64	11.11	20.40	16.40	15.70	19.36	16.76	15.30	5.1	2.2	2.5
4	42.8	15.38	13.70	14.29	25.30	22.70	22.10	24.87	22.28	21.82	1.7	1.8	1.3

Tablo 65. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)			HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)			HATA YÜZDESİ %		
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	5.00	4.02	6.06	3.30	3.20	3.40	3.19	3.03	3.46	3.3	5.3	1.7
2	42.8	11.11	9.26	12.66	9.10	8.00	8.40	9.15	8.12	8.33	0.5	1.5	0.8
3	42.8	14.49	12.99	20.00	12.10	11.60	18.20	12.47	11.56	18.55	3.1	0.3	1.9
4	42.8	16.95	15.38	23.26	17.40	14.60	28.50	17.02	14.79	28.19	2.2	1.3	1.1

Tablo 66. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	1.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	5.71	3.75	6.37	3.60	2.30	4.00	3.59	2.21	4.06	0.3	3.9	1.5
2	42.8	9.71	7.19	12.24	6.70	5.00	9.30	6.50	4.87	9.29	2.9	2.6	0.1
3	42.8	13.89	12.24	17.54	11.50	11.50	15.50	11.48	11.32	15.73	0.2	1.6	1.5
4	42.8	17.24	14.49	21.74	17.50	15.30	23.60	17.34	14.83	23.92	0.9	3.1	1.4

Tablo 67. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 2- 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ	GÖZLENEN DEBİ			ÖLÇÜLEN DÜŞÜM			HESAPLANAN DÜŞÜM			HATA YÜZDESİ		
	H (cm)	Q (cm ³ /sn)			D _T (cm)			D _T (cm)			%		
		2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu
1	42.8	5.43	3.68	6.10	4.30	3.00	5.00	4.47	2.86	4.90	4.0	4.7	2.0
2	42.8	8.77	8.47	13.51	7.30	7.60	12.70	7.17	7.37	12.79	1.8	3.0	0.7
3	42.8	12.50	12.05	17.86	11.40	12.40	19.10	11.59	12.38	18.95	1.7	0.1	0.7
4	42.8	15.15	14.08	21.28	15.30	15.40	25.50	15.08	15.83	25.96	1.4	2.8	1.8

Tablo 68. Geçirimsiz sınırlı halde deney neticeleri ile matematiksel model sonuçlarının karşılaştırılması
Kuyu numarası: 1- 2 - 4 - 5

TEST NO	STATİK SU SEVİYESİ H (cm)	GÖZLENEN DEBİ Q (cm ³ /sn)					ÖLÇÜLEN DÜŞÜM D _T (cm)					HESAPLANAN DÜŞÜM D _T (cm)					HATA YÜZDESİ %				
		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu		1.Nolu Kuyu	2.Nolu Kuyu	4.Nolu Kuyu	5.Nolu Kuyu	
1	42.8	4.22	3.80	2.84	5.68		2.90	3.50	1.80	3.60		2.80	3.42	1.76	3.46		3.4	2.3	2.3	3.9	
2	42.8	8.85	6.85	6.06	12.05		6.30	6.40	4.50	8.30		6.55	6.41	4.13	8.67		4.0	0.1	8.2	4.4	
3	42.8	12.20	9.52	9.71	16.95		10.30	9.90	8.30	14.40		10.30	9.64	8.19	14.31		0.0	2.6	1.3	0.6	
4	42.8	14.71	11.76	12.20	20.41		14.20	12.30	11.50	20.60		14.05	12.63	11.69	20.04		1.0	2.7	1.6	2.7	

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Emin BİRPINAR
Doğum Tarihi : 14 Haziran 1966
Doğum Yeri : Konya
Medeni Hali : Evli ve Bir Çocuk Sahibi

ÖĞRENİM DURUMU

<u>Bitirdiği Okul</u>	<u>Bölüm</u>	<u>Öğrenim Yılı</u>
Fatih Vatan Lisesi	Lise	1980 - 1983
Yıldız Teknik Üniversitesi	İnşaat Müh. (Lisans)	1983 - 1988
Yıldız Teknik Üniversitesi	İnşaat Müh. (Y.Lisans)	1988 - 1990
Yıldız Teknik Üniversitesi	İnşaat Müh. (Doktora)	1990 -
Universita Italiana Per Stranieri (Water Resource Research and Documantation Centre,WARREDOC) Perugia, Italya	International Advanced Course on Water Resources Management.	1991 - 1992
I.H.E (International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering.) Delft, Hollanda.	International Post - Graduate Diploma Course for Hydrological Engineering. (M. Sc.)	1993-1994

MESLEKİ TECRÜBESİ

<u>Çalıştığı Yer</u>	<u>İşin Türü</u>	<u>Başlama Tarihi</u>
Y.T.Ü İnşaat Mühendisliği Bölümü	Araştırma Görevlisi	Haziran 1989

YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce iyi
İtalyanca iyi

