

## İÇİNDEKİLER

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>KAPSAM</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>DOLGU BARAJLAR ÖLÇÜM SİSTEMLERİ</b> .....                       | <b>4</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Dolgu Tipleri</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>2.2</b> | <b>a-b-c Tipindeki Barajlarda Kullanılan Ölçüm Cihazları</b> ..... | <b>4</b>  |
| 2.2.1      | Piyozetreler .....   | 5         |
| 2.2.1.1    | Temel /Dolgu Tipi Piyezometre.....                                 | 5         |
| 2.2.1.1.1  | Yerleştirilmesi.....   | 6         |
| 2.2.1.1.2  | Uçların Bohçalanması .....   | 6         |
| 2.2.1.1.3  | Okuma ve Formların Doldurulması .....                              | 6         |
| 2.2.2      | Toplam Basınç Ölçer .....  | 7         |
| 2.2.2.1    | Okuma Ünitesi .....  | 8         |
| 2.2.3      | Magnetic Extensometer .....  | 9         |
| 2.2.3.1    | Yerleştirilmesi.....   | 10        |
| 2.2.3.2    | Okumaların Yapılması .....   | 10        |
| 2.2.4      | Su Basınç Ölçer.....   | 11        |
| <b>2.3</b> | <b>d –Tipindeki Barajlarda Kullanılan Ölçüm Cihazları</b> .....    | <b>12</b> |
| 2.3.1      | Çökme Ölçer .....  | 13        |
| 2.3.1.1    | Çökme Ölçer ve Basınç Ölçerler İçin Yerleştirme Esasları.....      | 14        |
| 2.3.2      | Derz Ölçer (Joint Meter).....                                      | 15        |
| 2.3.2.1    | Okuma Ünitesi .....  | 15        |
| 2.3.3      | İnklinometre.....  | 15        |
| 2.3.3.1    | Okuma Formları ve Grafik Gösterimler .....                         | 15        |
| 2.3.3.2    | Okuma Ünitesi .....  | 15        |
| 2.3.4      | Harici Çökme Röperleri.....  | 15        |

|            |                                   |           |
|------------|-----------------------------------|-----------|
| <b>3</b>   | <b>BETON BARAJLAR .....</b>       | <b>17</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Kemer Barajlar .....</b>       | <b>17</b> |
| 3.1.1      | Pendulum .....                    | 18        |
| 3.1.1.1    | Okuma ve Grafik Gösterimler ..... | 18        |
| 3.1.1.2    | Yerleştirilmesi.....              | 18        |
| 3.1.2      | Extensometer-Rockmeter.....       | 19        |
| 3.1.2.1    | Okuma ve Grafik Gösterimler ..... | 19        |
| 3.1.3      | Clinometer.....                   | 19        |
| 3.1.3.1    | Okuma ve Grafik Gösterimler ..... | 20        |
| 3.1.4      | Jointmeter.....                   | 20        |
| 3.1.4.1    | Okuma ve Grafik Gösterimler ..... | 20        |
| 3.1.5      | Uplift-Pressure .....             | 20        |
| 3.1.5.1    | Okuma ve Grafik Gösterimler ..... | 21        |
| 3.1.6      | Piyezometre.....                  | 21        |
| 3.1.7      | V –Ağızlı savak.....              | 22        |
| 3.1.8      | Optical Coordinatör .....         | 22        |
| 3.1.9      | Bench Marks .....                 | 22        |
| 3.1.10     | Strain Meter .....                | 23        |
| 3.1.10.1   | Teknik Özellikleri .....          | 23        |
| 3.1.10.2   | Okuma ve Grafik Gösterimler ..... | 23        |

# BARAJ ÖLÇÜM CİHAZLARI TEKNİK ŞARTNAMESİ

## 1 KAPSAM

Bu şartname projesinde öngörüldüğü şekilde barajlara yerleştirilecek olan ölçüm cihazlarının teknik özelliklerini , temin etme yöntemlerini, yerleştirme prosedürlerini ve gerek Yüklenici'nin gerekse cihaz firmasının sorumluluklarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

İdare Bünyesinde inşaatı biten, inşaatı devam eden veya planlama aşamasında olan barajlar, **Dolgu Barajlar** (Kil Çekirdekli Kaya Dolgu, Kil Çekirdekli Toprak Dolgu), Homojen Toprak Dolgu veya Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu ), **Beton Barajlar** (Beton Ağırlık, Beton Kemer) ve **RCC** olmak üzere 3 ana başlık altında toplanabilir. Bunların her biri için kullanılan cihazların isimleri ve işlevleri ayrı ayrı anlatılacak olup, bu cihazlardan hangilerinin kullanılıp, kullanılmayacağı Baraj Ölçüm Tesisleri ve Baraj Gövde Şube Müdürlüğü yetkilileri tarafından kararlaştırılacaktır.

Ölçüm Tesisleri Tatbikat Projeleri, Gövde projelerini hazırlayan firmanın sorumluluğunda olup, Malzeme Teknik Şartnameleri Baraj Ölçüm Tesisleri Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanıp onaylanan Ölçüm Tesisleri Tatbikat Projeleri ekinde ilgili bölgeye ve Yüklenici'ye gönderilecektir.

## 2 DOLGU BARAJLAR ÖLÇÜM SİSTEMLERİ

---

### 2.1 Dolgu Tipleri

---

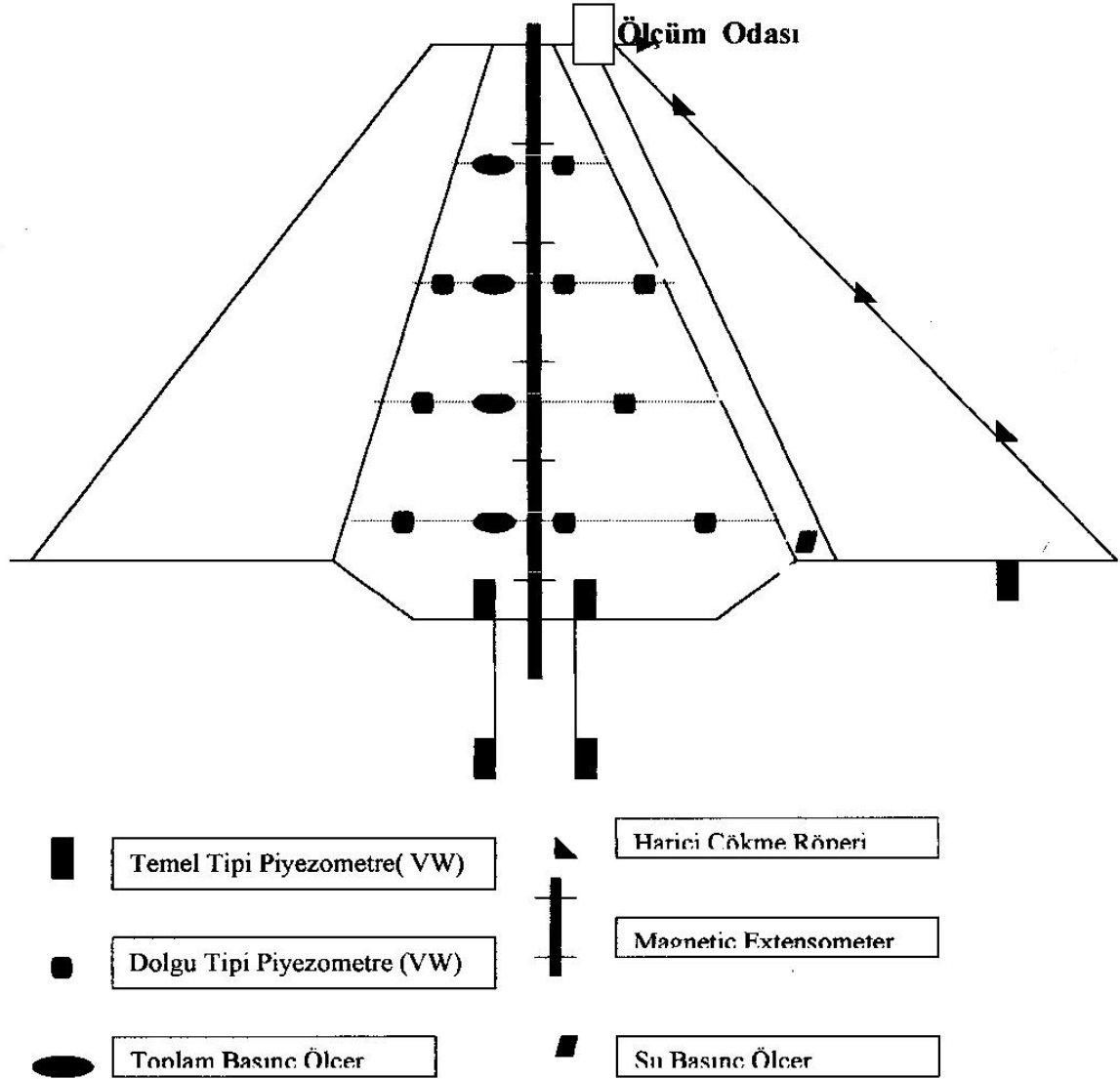
- a-Kil Çekirdekli Toprak Dolgu
- b-Kil Çekirdekli Kaya Dolgu
- c-Homojen Toprak Dolgu
- d-Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu

---

### 2.2 a-b-c Tipindeki Barajlarda Kullanılan Ölçüm Cihazları

---

Bunlardan ilk üçü (a,b,c) için kullanılan ölçüm sistemleri aynı olup aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu ölçüm sistemleri 50 m ve daha fazla yüksekliğe sahip barajlar için geçerlidir. Daha az yüksekliğe sahip barajlar için hangi tip cihazların kullanılacağına İdare karar verecektir.



## 2.2.1 Piyozetreler

### 2.2.1.1 Temel /Dolgu Tipi Piyezometre



50 m den yüksek olan barajlarda; temeldeki sızmayı, enjeksiyon perdesinin etkinliğini ve YAS seviyesini kontrol etmek amacıyla kullanılan Vibrating-Wire tipinde, %0,5 doğruluk ve %0,1 hassasiyetinde ölçüm alma kapasitesine sahip, baraj yüksekliğine bağlı olarak ölçüm aralığı (0 -1,7

Mpa, -3 Mpa ...vs) tespit edilecek olan, her uç üzerinde tag plakaları takılı vaziyette ve kabloları (4 damarlı-çelik zırlı) makaralara sarılı olarak temin edilen elektrikli piyozometrelerdir.

#### **2.2.1.1.1 Yerleştirilmesi**

Katoff hendeğine veya katoff'dan açılan delik içerisine istenen kotlarda ve sayıda (projesine göre) yerleştirilebilirler. Bunun için önce yerleştirilecek uç sayısına bağlı olarak cihaz firmasının önerdiği delik çapı tespit edilir. Yüklenici firma ölçüm firmasının önerdiği çapta ve projede gösterilen derinlikteki kuyuyu kılavuzlu olarak hazırlar ve ölçüm firması yetkililerine teslim eder. Önce kuyu dibine 30-40 cm kalınlıkta 1 mm elenmiş kum serilir, sonra aşağıdaki şekilde hazırlanmış uçlar (bohçalar) yerleştirilir ve yerleştirilme kotu ile sıfır (ilk) okuması alınıp ilgili formlara işlenir ve uçların üzeri 30-40 cm kalınlığında 1 mm elenmiş kum ile doldurulur, daha sonra 40-50 cm kalınlığında bentonit-kil karışımı tıkaç yapılır kalan kısım dolgu malzemesi ile doldurulup kılavuz boru yukarı çekilir. Bu işlem her bir uç için ayrı ,ayrı tekrarlanır. Her bir uçtan gelen kablolar projesinde gösterildiği şekilde ve üzerinde her türlü olumsuz şartlara karşı dayanıklı numaratorleri takılı vaziyette makaralara sarılı olarak üst kotlara taşınır. Her 5 m de bir numarator takılması gerekir.

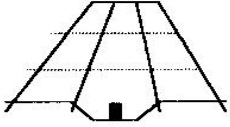
#### **2.2.1.1.2 Uçların Bohçalanması**

İlk olarak yerleştirilecek uçlar sıcak su dolu bir kap içerisinde 2-3 saat bekletilir sonra çıkartılıp içerisinde soğuk su dolu bir kap içerisinde 2-3 saat bekletilir bu sırada dışarıda yeteri kadar büyüklükte tenis torbaların içerisine 1 mm elenmiş ve yıkanmış kum doldurulmuş vaziyette bohçalar hazırlanır. Yerleştirilecek uçlar su dolu tankın içerisinden çıkartılmadan (hava almayacak şekilde) dışarıda hazırlanmış bohçaların içine yerleştirilir ve ağızları bağlanarak hazır hale getirilir.

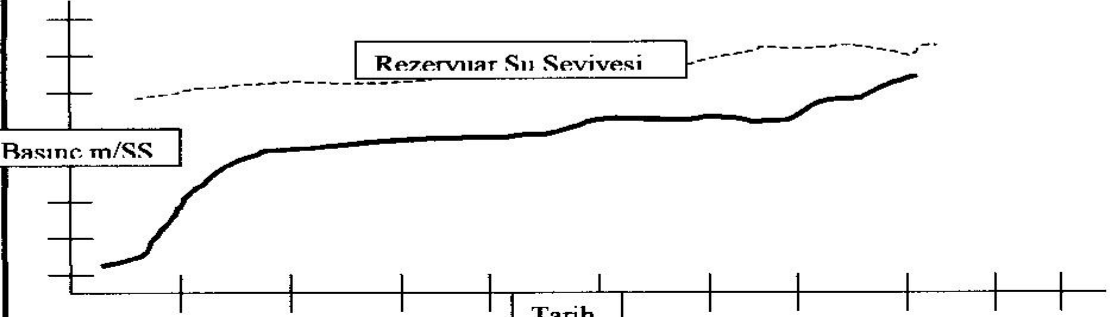
#### **2.2.1.1.3 Okuma ve Formların Doldurulması**

Okumalar İdare'nin belirleyeceği sıklıkta ve şekilde geçici kabul aşamasına kadar Yüklenici'nin, geçici kabul aşamasından sonra İdare'nin yetkili teknik elemanları marifetiyle alınıp formlara işlenecektir. Bu formlar en az 3 suret olacak bir sureti DSİ Barajlar ve HES Dairesine, bir sureti Bölgenin ilgili birimine, bir sureti de Yüklenici'ye verilecektir. Mümkün olduğu takdirde bu okumalar dijital ortamda saklanacak ve 6 ayda bir CD'ye aktarılacak yukarıdaki sıralamaya göre ilgili birimlere dağıtımı yapılacaktır.

**PİYEZOMETRE OKUMA FORMU**  
**Şekil-1**

| <br><b>KESİT NO</b> | <b>Barajın Adı :</b>          |                          |                | <b>Tarih:</b>                           |                       |         |
|--|-------------------------------|--------------------------|----------------|---|-----------------------|---------|
|  | <b>Rezervuar Su Seviyesi:</b> |                          |                | <b>Kuyruk Suyu seviyesi:</b>            |                       |         |
|  | <b>Ölçümü Yapan:</b>          |                          |                | $P=(L^2 \times A)+(L \times B)+C$ (kPa) |                       |         |
| Uç No  | Yerleştirilme Kotu            | Kalibrasyon Sabiti A-B-C | İlk Okuma (Hz) | Son Okuma (Hz)                          | Basınç Değeri P (mPa) | m/SS    |
| a  | b                             | c                        | d              | e                                       | f                     | g = b+f |
|  |                               |                          |                |   |                       |         |
|  |                               |                          |                |   |                       |         |
|  |                               |                          |                |   |                       |         |
|  |                               |                          |                |   |                       |         |
|  |                               |                          |                |   |                       |         |
|  |                               |                          |                |   |                       |         |
|  |                               |                          |                |   |                       |         |

|  |                              |              |
|--|------------------------------|--------------|
| <br><b>Basınç m/SS</b> | <b>Rezervuar Su Seviyesi</b> | <b>Tarih</b> |
|--|------------------------------|--------------|

### 2.2.2 Toplam Basınç Ölçer

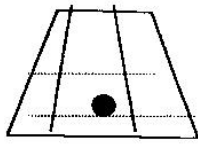
Aynı anda hem dolgu hem boşluk suyu basınçlarını ölçmeye yarayan cihazlardır. Kil dolgu içerisine piyezometrelerle beraber yerleştirildiği zaman boşluk suyu basıncı/toplam basınç =0,60 oranı dikkate alınarak dolgu hızını kontrol etmek için kullanılır.Kaya dolgu içerisine yerleştirildiği zaman ise sadece dolgu ağırlığından oluşan basınçları veya kemerleşmeleri tespit etmek mümkündür. Bu cihazlar, paslanmaz çelikten , plakaların arası havası alınmış sıvı (yağ) ile dolu olan ,çapı 200 mm

'den az olmayan, bir tanesi hassas bir yüzeye sahip iki adet dairesel veya dikdörtgen plakanın birbirine kaynaklanması ve bir ucuna Basınç sinyal dönüştürücüsü monte edilmesi suretiyle elde edilir. Basınç sinyal dönüştürücüsü titreşen telli, ölçüm kapasitesi 0-3000 kPa, ölçüm hassasiyeti en az %0,5, çözünürlüğü %0,1 olacaktır. Plaka kalınlığı plaka çapının en az 20 de biri kadar olmalı, plakaların hassas yüzeyi ölçüm yapılması planlanan yöne doğru yerleştirilmelidir ( Üzerine lastik veya kauçuk yerleştirilebilir). Cihazın üzeri 1 mm elenmiş 50 cm'den az olmamak üzere kum yastıkla doldurulmadan esas dolguya geçilmeyecektir. Ölçüm kablosu dairesel,4 damarlı ve çelik zırlı olacaktır. Her sensöre ait kablo şantiyeye ilgili sensöre sabit ve makaraya sarılı olarak getirilecek ve mümkün olduğunca ekleme yapmaktan kaçınılacaktır.

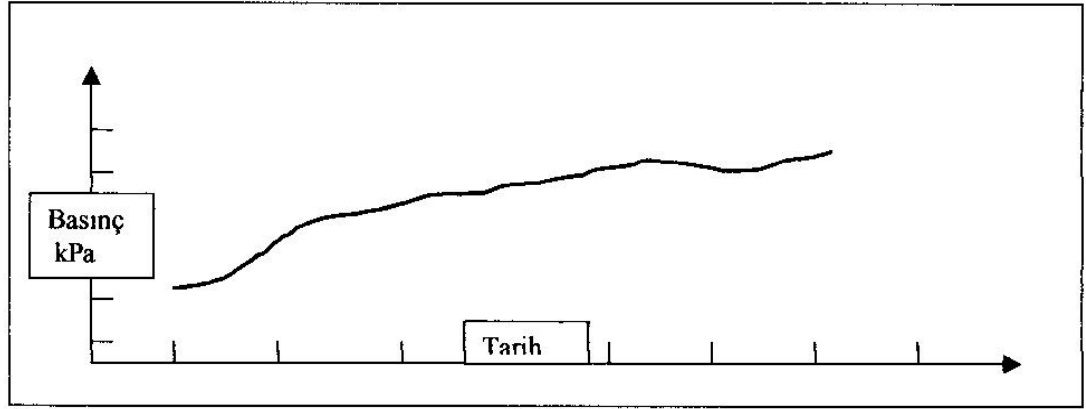
### 2.2.2.1 Okuma ünitesi

Okumalar, Dijital, LCD göstergeli, en az 2 Mbyte veri hafıza kapasiteli, bilgisayara veri aktarabilecek , şarj edilebilir dahili pilli ve su geçirmez olan taşınabilir okuma cihazları ile yapılacaktır.

**Toplam Basınç Ölçer Okuma Formu / Şekil -2**

|  |                    | <b>Barajın Adı :</b>          |                 | <b>Tarih :</b>  |   |   |    |          |
|---|--------------------|-------------------------------|-----------------|---|---|---|----|----------|
|   |                    | <b>Rezervuar Su Seviyesi:</b> |                 | <b>Dolgu Yüksekliği ve (γ k )</b>                     |   |   |    |          |
|   |                    | <b>Ölçümü Yapan:</b>          |                 | $L=L_1-L_0$<br>$P(kPa)=(L^2 \times A)+(L \times B)+C$ |   |   |    |          |
| Uç No   | Yerleştirilme Kotu | İlk Okuma<br>Lo               | Son Okuma<br>L1 | Kaibrasyon Değerleri                                  |   |   |    | P<br>kPa |
|   |                    |                               |                 | A   | B | C | T° |          |
|   |                    |                               |                 |   |   |   |    |          |
|   |                    |                               |                 |   |   |   |    |          |
|   |                    |                               |                 |   |   |   |    |          |
|   |                    |                               |                 |   |   |   |    |          |
|   |                    |                               |                 |   |   |   |    |          |





### 2.2.3 Magnetic Extensometer

Çapraz Kollu Çökme Ölçerin muadili olan ve düşey deplasmanları (**çökme,kabarma**) ölçmeye yarayan bir ölçüm tesisidir. Şayet yatay deplasmanları da ölçmek istersek bunun için servo inclinometer borularının üzerine **plate magnet** veya **spider magnet** monte etmek suretiyle elde edilen **çift yönlü inclinometer** sistemleri tercih edilebilir. Magnetic Extensometer'ler dolgu aşamasında yerleştirilecekse **plate magnet'li**, bitmiş barajlara yerleştirilecekse **spider magnet'li** olarak tesis edilmelidir. Bu magnetler spiral boruların üzerine ve idarenin belirleyeceği sıklıkta monte edilmelidir. Bu sistemler krette kilitli koruma kabı, 20-25 mm çapında ve 1.5-3 m uzunluğunda PVC borular, bu boruların üzerine geçirilmiş 33 mm çapında spiral borular, temel kısmına yerleştirilen ve üzerinde referans(datum) magnet monte edilmiş telescopic Section'dan oluşmalı, bitmiş barajlarda kuyu içerisine monte edilecekse mutlaka kılavuz boru kullanılmalıdır. Magnetic Extensometer için magnetic duyarlılığa sahip dijital ses ve ışıklı göstergeli, paslanmaz çelik veya PVC 'den mamül, +/-1 mm hassasiyette okuma yapabilen, gerekli derinlik için yeterli kablosu üzerine zımbalanmış bulunan ve  $-40^{\circ}$  ila  $+100^{\circ}$  arasında çalışma sıcaklığına sahip Magnetic probe(torpil) kullanılacaktır. Şayet çift yönlü inklinometer kullanılıyorsa o zaman her sistem için iki adet probe temin edilmeli,bunlardan bir tanesi yukarıda tarif edilen ve düşey deplasmanları ölçmeye yarayan Magnetic Probe, diğeri de yatay deplasmanları ölçmek için kullanılan Servo İnklinometer probu olmalıdır.

### **2.2.3.1 Yerleştirilmesi**

İlk olarak projesine göre yerleştirileceği kesitte cihaz firmasının ürettiği Telescopic Bottom boyu dikkate alınarak ve 30 cm yastık boyu ilave edilerek cut-off dan itibaren 10-12 cm çapında bir kuyu açılır. Kuyunun dibi 30 cm kadar 1 mm elenmiş kum ile doldurulup sıkıştırılır. Üzerinde referans magneti monte edilmiş vaziyette Telescopic Bottom kuyunun içine indirilir ve şakülü kontrol edilerek etrafı dolgu malzemesi ile doldurulup sıkıştırılır. Bunun üzerine dışarıda dışına spiral boru ve plate magneti monte edilmiş PVC borular ara birleştirme elemanları kullanılmak suretiyle eklenir ve plate'lerin kotu not edilir. Dolgu yüksekliğine bağlı olarak bu işlem krete ulaşınca kadar devam eder. Boruların etrafı sıkıştırılırken her bir istikametın eşit ve el tokmağı ile sıkıştırılması, boru düşeyliliğinin korunması gerekir. Mutlaka boruların üzeri manşonla kapatılmalı içerisine yabancı madde atılıp, tıkanması önlenmelidir.

Şayet bitmiş barajlarda sonradan tesis edilecekse kret üzerinden gösterilen kesitte ve derinlikte cihaz firmasının önerdiği çapta bir kuyu açılır. Kuyu göçmelerine karşı kılavuz kullanmak faydalıdır. Dışarıda aynı şekilde hazırlanmış borular (tek fark plate magnet yerine spider magnet kullanılır) ve ucuna monte edilmiş telescopic bottom yavaş yavaş kuyuya indirilir. Bu işlem bitince kılavuz borular yukarı doğru çekilir ve spiderlerin açılması sağlanır. Son olarak aradaki boşluklar enjeksiyonla doldurulur ve krette beton bir rögar içerisinde tespit edilir ve boru ağzına kilitli kapağı takılır. Bu sistem 60-70 m yüksekliğindeki barajlar için uygundur. Daha yüksek barajlar için düşeylilik sağlanması konusunda problem yaratacağı için tercih edilmez.

### **2.2.3.2 Okumaların Yapılması**

Kuyunun içine dummy probe indirilerek borunun açık olup olmadığı kontrol edilir. Sonra magnet probe kuyunun dibine kadar indirilip datum magnetin kotu alınır ve yavaş yavaş yukarı çekilerek diğer plate magnetlerin kotu okunur ve ölçüm formlarına işlenir.

### Magnetic Extensometer Okuma Formu/ Şekil-3

| Barajın Adı  |                |                             | Ölçüm Tarihi / Rez. S. S. |                             |                        |
|--------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Ölçümü Yapan |                |                             | Notlar                    |                             |                        |
| Kol No:<br>a | İlk Okuma<br>b | Kollar arasındaki fark<br>c | Son Okuma<br>d            | Kollar arasındaki fark<br>f | Düsey Hareket<br>g=c-f |
| Datum        |                |                             |                           |                             |                        |
|              |                |                             |                           |                             |                        |
|              |                |                             |                           |                             |                        |
|              |                |                             |                           |                             |                        |
|              |                |                             |                           |                             |                        |
|              |                |                             |                           |                             |                        |
|              |                |                             |                           |                             |                        |

#### 2.2.4 Su Basınç Ölçer

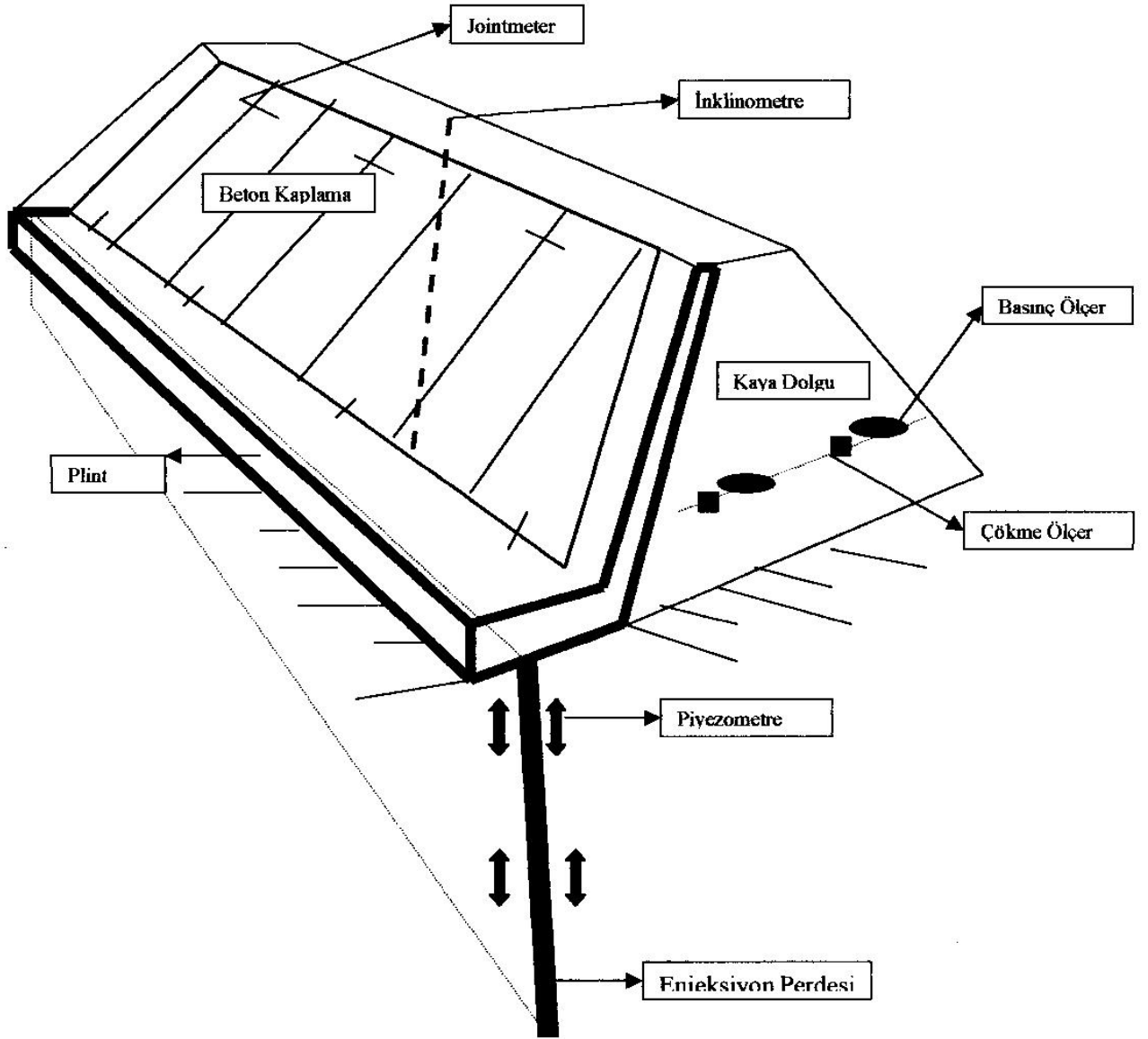
- Dolgu barajlarda rasat kuyusunun işlevini görür. Mansap tarafında ve filitre zonunun tabanına yerleştirilir. Cihaz olarak normal dolgu ve temel tipi elektrikli veya titreşen telli piyezometrelerin aynısıdır. Tek farkı ise filitre ünitesinin bulunmamasıdır. Teknik özellikleri ; 1,7-3,5 Mpa okuma kapasiteli, %0,1 duyarlılıkta,%0,5 doğrulukta ve -20° ila +100° ölçüm sıcaklığına sahip olması gerekir. Kabloları 4 damarlı ve çelik zırlı dairesel olmalı uçlarına tag plakaları takılı ve makaralara sarılı vaziyette olmalı diğer piyezometre kabloları ile birlikte dolgu yüksekliğine bağlı olarak filitre zonunun içerisinde krete kadar belirli bir esneme payı bırakılarak (%15 ) çekilmelidir. Uçlarında mutlaka numaratorleri bulunmalı ve ölçüm odasında kurulacak panoda bu numaralarla anılmalıdır.

### Su Basınç Ölçer Okuma Formu /Şekil -4

| Barajın Adı:    |              | Ölçümü Yapan:                          |      |              |          |
|-----------------|--------------|--|------|--------------|----------|
| Tarih / Rez.S.S |              | $P(kPa)=(L^2 \times A)+(L \times B)+C$ |      |              |          |
| Kesit No        | İlk Okuma Po | Son Okuma Pt                           | Fark | Cih.Yer.Kotu | Kuyu S.S |
|                 |              |  |      |              |          |
|                 |              |  |      |              |          |
|                 |              |  |      |              |          |
|                 |              |  |      |              |          |
|                 |              |  |      |              |          |
|                 |              |  |      |              |          |

### 2.3 d –Tipindeki Barajlarda Kullanılan Ölçüm Cihazları

Bu tip barajları oluşturan **Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu Barajlar** için kullanılan ölçüm cihazlarını Basınç Ölçerler,Hidrolik Çökme Ölçerler, İn-place veya Servo İncinometerler,Derz Ölçerler(jointmeter) VW temel tipi piyezometreler ile Harici Çökme Röperleri oluşturmaktadır.



### 2.3.1 Çökme Ölçer

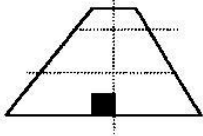
■ %0,5 hassasiyette ,titreşen telli veya analog 4-20 mA çıkışlı, titreşen tel dışında tüm aksamı korozyona dayanıklı paslanmaz çelikten mamül sinyal dönüştürücüsü (sensör)ve buna bağlı twin-tube özellikte  $\varnothing 8 \times 10$  'luk içi havadan arındırılmış, yosun bakteri üretmeyecek hidrolik sıvı dolu polietilen borular ile içerisinde nem atmosfer basıncı sıcaklık değerlerini gösteren mini meteoroloji istasyonu bulunan ve alet yerleştirme kotunun 5-15 m yukarısında tesis edilen referans hücrelerinden oluşmalı,

borular referans hücrelerine %10 gevşeklikte ve kavisli olarak çekilmelidir. Sensöre bağlı kablolar 4 damarlı ve çelik zırlı olacak, şantiyeye tag plakaları üzerinde takılı ve makaralara sarılı vaziyette getirilecek olup, kablo ekleri özel kaynakla yapılacaktır

### 2.3.1.1 Çökme Ölçer ve Basınç Ölçerler İçin Yerleştirme Esasları

Hem Basınç Ölçer hem Çökme Ölçer Ölçüm cihazları gövde yerleştirme kotlarına doğrudan yerleştirilecek olup, hendek içine alınmayacaktır. Basınç ölçer üzeri 60 cm kum tabakası, çökme ölçer üzeri beton zarfla kaplandıktan sonra, kablo ve plastik borular çelik veya dayanıklı PVC borular içerisinde ve yine üzeri 60 cm kum tabakası ile kaplanmış vaziyette, dik açı yapmayacak şekilde gövde dolgusu dışarısına çıkartılacak ve gövde dolgusuna bu hususlar tamamlandıktan sonra devam edilecektir. Çökme ölçer referans hücrelerinin yeri her ne kadar projesinde gösterilse de bu yerler kesin olmayıp yamaçların durumu göz önünde bulundurularak değiştirilebilir ancak, referans hücresi kotu ile çökme ölçer arasındaki yükseklik farkı 15 m yi geçmemelidir.

### Hidrolik Çökme Ölçer Formu / Şekil-5

|  |       |   | Barajın Adı:  |   |    | Tarih:  |             |            |
|--|-------|---|---------------|---|----|---|-------------|------------|
|  |       |   | Ölçümü Yapan: |   |    | Sıcaklık: Basınç:<br>$D=(L^2 \times A)+(L \times B)+C$ (mm) |             |            |
| Uç No  | Okuma | A | B             | C | T° | Yerleştirme Kotu  | Şimdiki Kot | Çökme (mm) |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |
|  |       |   |               |   |    |   |             |            |

### 2.3.2 Derz Ölçer (Joint Meter)

Projesinde ön görüldüğü şekilde ve sayıda, 3 eksenli, Titreşen Telli(vibrating wire) veya 4-20 mA tipinde yatayda 25 mm açılma ve 5 mm kapanmaları %0,5 hassasiyet'te ölçebilecek, şase kısmı paslanmaz çelikten olacaktır. Kabloları anahtar kutusuna kadar sensöre zımbalı, çelik zırlı 4 damarlı olacak ve anahtar kutusundan sonra ihtiyaca göre damar sayısı artırılabilir.

#### 2.3.2.1 Okuma Ünitesi

Diğer aletler için kullanılanlarla uyumlu olacaktır.

### 2.3.3 İnklinometre

- Projesinde gösterilen kesitte ve derinlikte yatay deplasmanları ölçmek için yerleştirilen ve iki
- ana parçadan oluşan bir sistemdir. Bu parçalardan biri, üzerinde birbirleriyle 90° lik açı yapan 4 yiv
- bulunan Alüminyum, Fiberglas veya dayanıklı PVC den mamül klavuz boruları, teleskopik bağlantı
- kaplinleri, kilitlenebilir alt ve üst koruma kapları, enjeksiyon valfi, kablo indirme ve çekme
- adaptöründen oluşan şase kısmı, diğeride iki yönlü servo -ivmeli metrik , ölçme aralığı  $\pm 90^\circ$  olacak şekilde tekerleri klavuz boruları içinde rahatça hareket edebilen inklinometre ölçüm torpilinden oluşacaktır. Torpilin okuma hassasiyeti 30 m'de 4 mm 'yi geçmemelidir.

#### 2.3.3.1 Okuma Formları ve Grafik Gösterimler

Temin edilen firmadan temin edilecek olup, kuyu tabanından zemin üst kotuna kadar olan yatay hareketleri metrik (mm, cm, m) olarak gösterecektir.

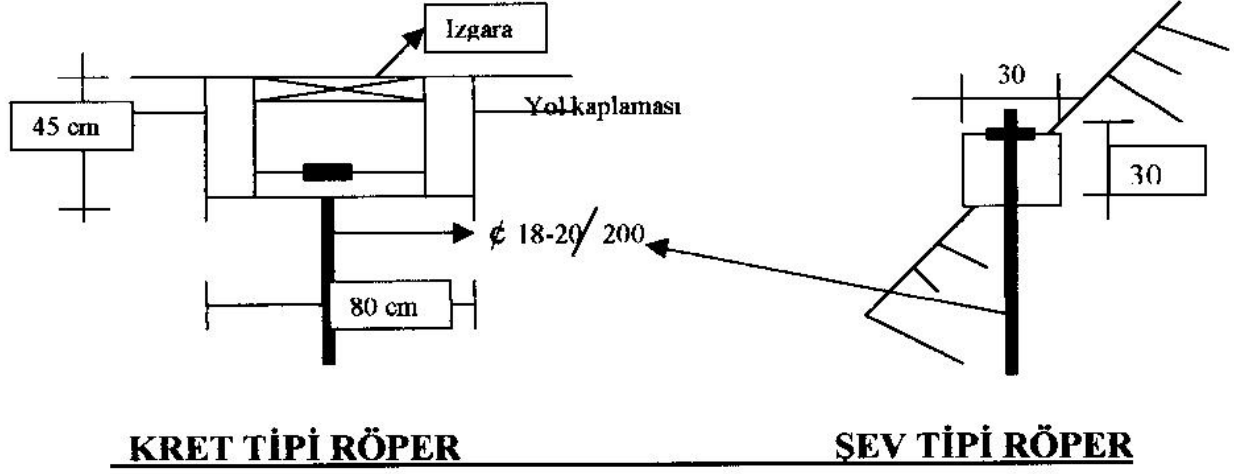
#### 2.3.3.2 Okuma Ünitesi

En az 2 MB depolama hafızalı, 12 V şarj edilebilir pille çalışan ( 1 adet yedek piliyle birlikte) dijital göstergeli, hafızasındaki bilgileri kişisel bilgisayarlara aktarabilen, %0,01 doğrulukta ve -30° ila +60° arası sıcaklıkta çalışabilen , taşınabilir tipte olacak ve Software ile birlikte temin edilecektir.

### 2.3.4 Harici Çökme Röperleri

- ▲ Dolgunun düşey ve yatay doğrultu boyunca yer değiştirme miktarlarını ölçmek için baraj kretine ve mansap sevi üzerine tesis edilen ölçüm sistemleridir. Yerleştirme işlemi dolgu biter bitmez yapılmalı ve ilk değerler alınmalıdır. Bu röperler dolgu dışında ve sağlam zeminde tesis edilmiş SRR(

Sigorta Referans Röperi) ve AMR (Alet Merkezleme Röperi) 'lerine bağlanmıştır. Röperler içine  $\phi 18-20$  mm çapında ve en az 2 m boyunda demir çubuk yerleştirilmiş,300 doz betondan mamül,20/30/35 cm boyutlarında bir koni şeklinde olmalı ,üzerinde pirinç veya bakırdan 16.5 mm çapında ve 22.5 mm genişliğinde röper noktası ihtiva etmelidir.



- **Otomatik Veri Toplama Sistemi** : Sensörlerden gelen verileri ölçüm odasında önce veri toplayıcıya (data logger) sonra da istenirse bilgisayar veya tel.modem vasıtasıyla uzaktaki merkezlere aktarabilmelidir.



### 3 BETON BARAJLAR

a-Kemer Barajlar

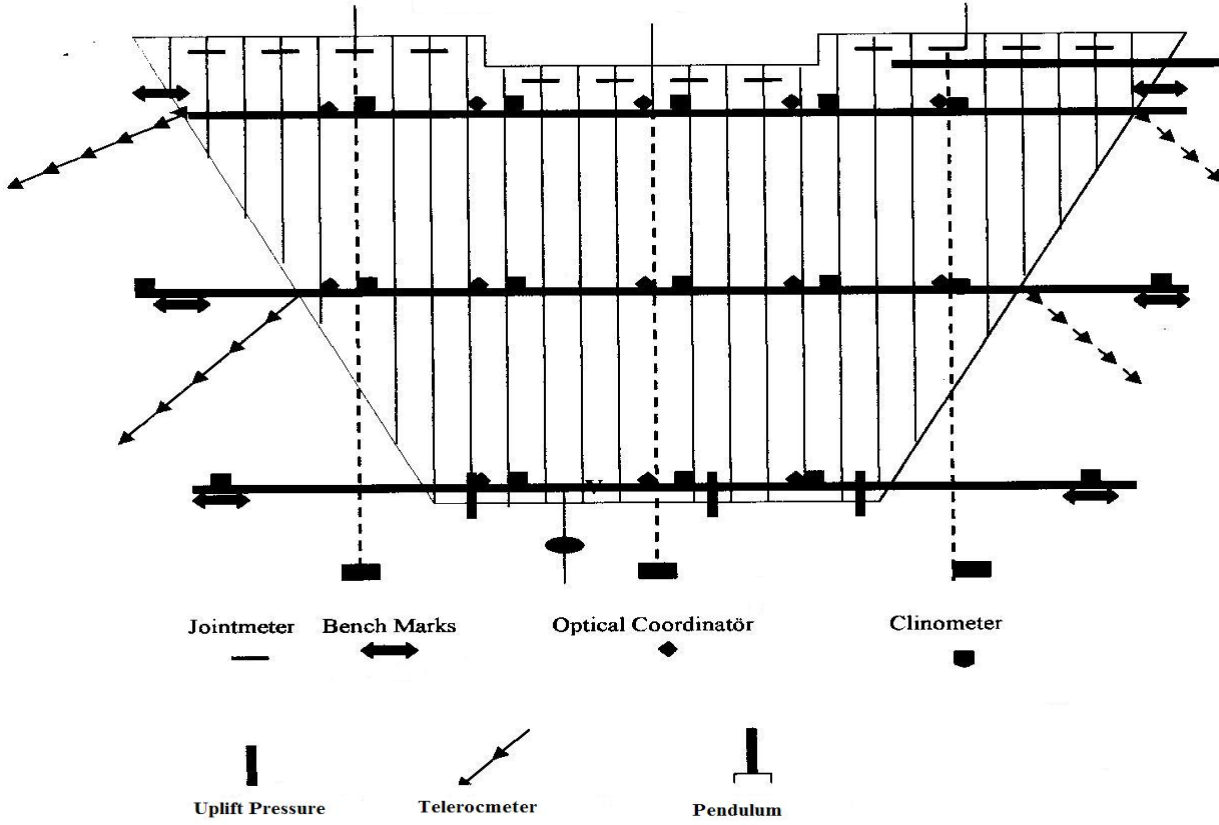
b-Beton Ağırlık

c-RCC

Olmak üzere üç başlıkta ele alınacak olup, benzer ölçüm sistemlerine sahip olduğu için (a)( b) ve ( c) birlikte incelenecektir.

#### 3.1 Kemer Barajlar

##### KEMER BARAJ ÖLÇÜM SİSTEMLERİ



### 3.1.1 Pendulum

□ Beton Barajlarda bloklar arasındaki düşey hareketi ölçmek için kullanılan bir sistemdir. Asılı (Hanging) ve Ters(inverted) Pendulum olarak iki tip'te tesis edilebilir. Sistem basit olarak bir ucu barajın üst kotlarına tespit edilen, diğer ucu ağırlığa bağlı olan yeterli çapta ve uzunlukta paslanmaz çelik tel, teldeki gerilmeyi istenen şekilde sağlayabilecek ağırlık, ağırlığın rüzgar ve hava akımı nedeniyle hareket etmesini önlemek için içi yağ veya su doldurulmuş kap ve projesinde gösterilen noktalarda manual veya otomatik ölçüm yapmak için yerleştirilen okuma ünitelerinden oluşur. Inverted Pendulumda ise barajın üst noktalarına tespit edilen telin bir ucu, temelde açılan yaklaşık 0,50 cm çapında ve 60-70 m derinlikte kuyu tabanına tespit edilir ,bu durumda ağırlık ve sıvı tankı üsttedir. Bu tip pendulumlar tabanda bir referans noktasına bağlandığı için daha sağlıklı sonuçlar verir. Bir barajda bu sistemlerden sadece biri kullanılabilirdiği gibi,her ikisi birden de kullanılabilir. Her iki sistem içinde telin gerilmesinin 200 MPa'ı aşmaması, ağırlığın buna göre seçilmesi gerekir. Düşey pendulumda ise pendulum boyunun 50-80 m arasında olması gerekir. Şayet baraj yüksekliği 80 m'den fazla ise aynı kesitte birden fazla sistem konulabilir. Okuma üniteleri ise ölçüm odasında bir konsola tespit edilen ve ortasından düşey çelik telin geçtiği derecelendirilmiş tablolardan manual veya Remote (otomatik) olarak okuma yapılabilen, her parçası korozyona ve paslanmaya dayanıklı malzemelerden mamül sistemler olup; manual olanlarda resolution (kararlılık) 0,02, Accuracy (doğruluk) 0,1 mertebesinde olmalı, her ölçümün en az 3 kere yapılıp ortalaması alınarak formlara işlenmesi gerekir.

Remote olanlarda resolution 0,01,accuracy  $\pm 0,1$  olmalı,  $-20^{\circ}$  ila  $+60^{\circ}$  arası sıcaklıkta çalışabilmeli ve **x**- istikametinde 75 mm, **y**- istikametinde 150 mm 'e kadar okuma yapabilmelidir.

Fiyat analizi yapılarak baraja yerleştirilecek sistemlerde hem manual hem de remote olarak okuma yapılabilen sistemler tesis edilmelidir.

#### 3.1.1.1 Okuma ve Grafik Gösterimler

Cihaz firması tarafından temin edilecektir.

#### 3.1.1.2 Yerleştirilmesi

Inverted pendulumlar ilk galeride, projesinde gösterilen kesitte Yüklenici tarafından açılan 50 cm çapında ve projede verilen derinlikteki kuyuya ölçüm firmasının uzmanlarınca yerleştirilecek ve ilk okuması alınıp kaydedilecektir. Asılı Pendulumlar ise baraj kretinden düşey olarak bırakılan 1 m çapındaki shaft içerisine yine ölçüm firması uzmanları marifetiyle tesis edilecektir.

### 3.1.2 Extensometer-Rockmeter

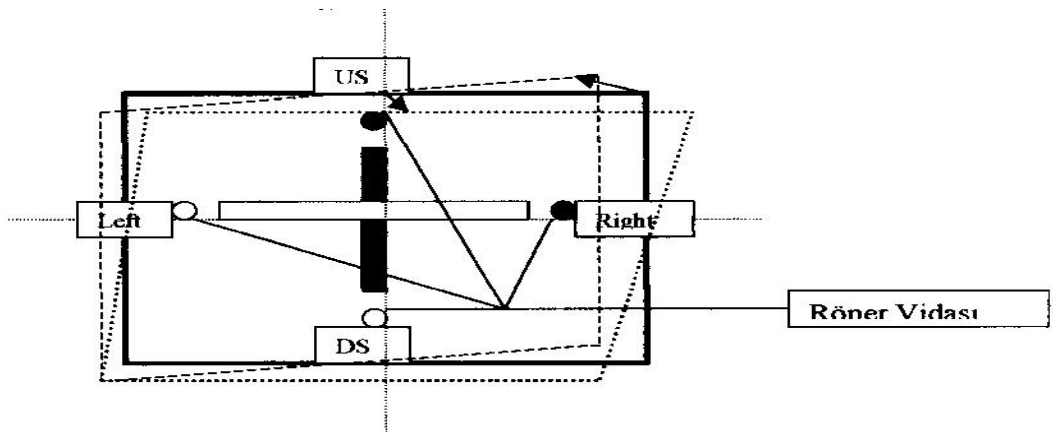
Kaya hareketlerini(uzama-kısalma) ölçmek için tesis edilirler.Çalışma prensibi olarak her ikisi de aynı olup extensometer'ler kaya içerisine açılmış muhtelif derinlikteki delikler içerisine ışınal olarak, rockmeterler ise yine kaya içerisine aynı ekseninde fakat farklı derinlikte yerleştirilen elektrikli veya VW tipi sensörlerden oluşur. Bu sensörlerin ölçüm aralığı0-200 mm ,Resolution %0,1,accuracy %0,2 ve ölçüm sıcaklığı  $-20^{\circ}$  ila  $+70^{\circ}$  olmalı her ölçüm alındığında okuma ünitesinin sıcaklık değeri de okunup, değer düzeltilmesi yapılmalıdır.

#### 3.1.2.1 Okuma ve Grafik Gösterimler

Cihaz firması tarafından temin edilecektir.

### 3.1.3 Clinometer

Baraj gövdesinde galerilere ve projesinde gösterilen noktalara tesis edilen anoların yatay ve düşey eğimlerini ölçmeye yarayan, manual veya remote olarak ölçüm yapılabilen ölçüm sistemleridir. Genelde pendulum ölçüm noktalarının yakınına tesis edilirler. Bunun nedeni de okunan değerlerin bir birini doğrulayıp doğrulamadığının araştırılmasına yardımcı olması içindir. Her bir clinometer sistemi galerilerde bu amaçla yerleştirilmiş röper noktalarından okuma yapabilecek, iki yönde eğimi ölçebilecek Ölçüm aralığı  $>2000$  arc sec , Accuracy 1 arc sec,olan yüksek doğrulukta taşınabilir okuma cihazı,her istasyon için koruma kabıyla birlikte yerleştirilen 4 adet röper vidası (yatay-menba/mansap ve Sağ/Sol yamaç istikametinde konulmuş)



### **3.1.3.1 Okuma ve Grafik Gösterimler**

Okumalar SI birim cinsinden olacak ve cihaz firması tarafından temin edilecektir.

### **3.1.4 Jointmeter**

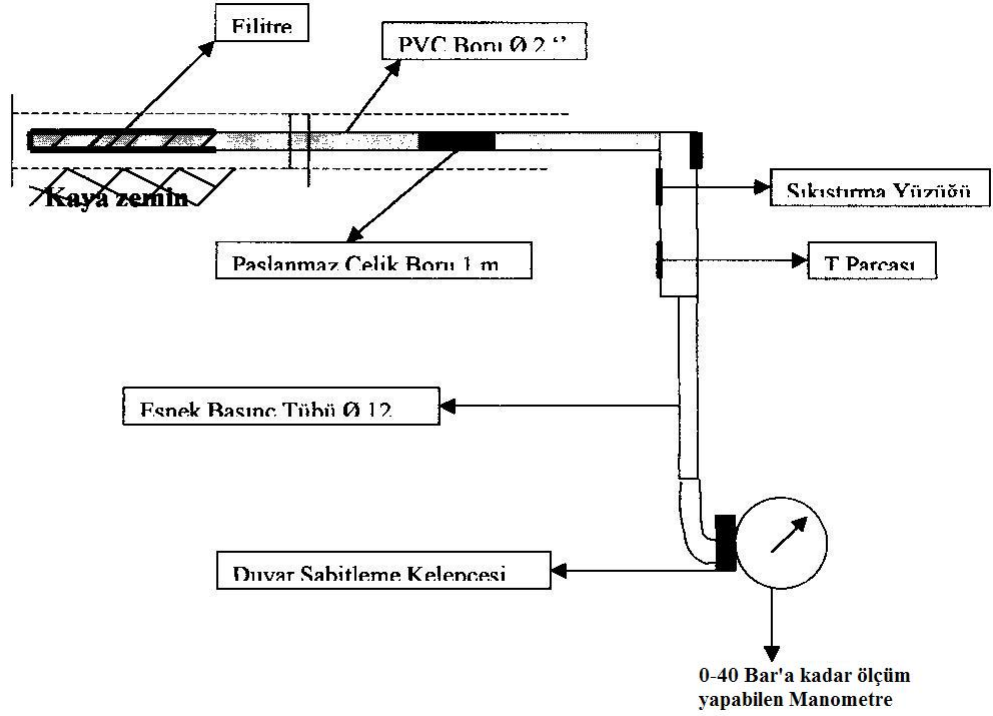
■ Beton bloklar arasındaki derz açılma ve kapanmalarını ölçmek için kullanılan ölçüm sistemidir. Rosette denilen aparat kullanılmak suretiyle 2 veya 3 yönlü(x,y,z) olarak yerleştirilirler. Mekanik (manual) veya otomatik (remote) olarak ölçüm alınabilir (projesinde gösterilen tipte) , tüm aksamı paslanmaz çelikten mamül , 10 mm açılma ve 5 mm kapanmaları okuyabilmeli, remote (dijital) olarak okuma yapılacaksa resolution 0,01,accuracy 0,05 olmalıdır.

### **3.1.4.1 Okuma ve Grafik Gösterimler**

Okumalar SI birim cinsinden olacak ve cihaz firması tarafından temin edilecektir.

### **3.1.5 Uplift-Pressure**

■ Alt basınçları ölçmek için kullanılan, 1/2''lik galvanizli çelik borunun ucuna yüksek doğrulukta manometre monte edilmesi suretiyle oluşturulan bir ölçüm sistemidir. Sistem aşağıda gösterilmiş olup,0-40 Bar'a kadar ölçüm yapabilmeli ve min.accuracy  $\pm 0,2$  % FS olmalı ve sistemin içi giliserinle doldurulmalıdır.

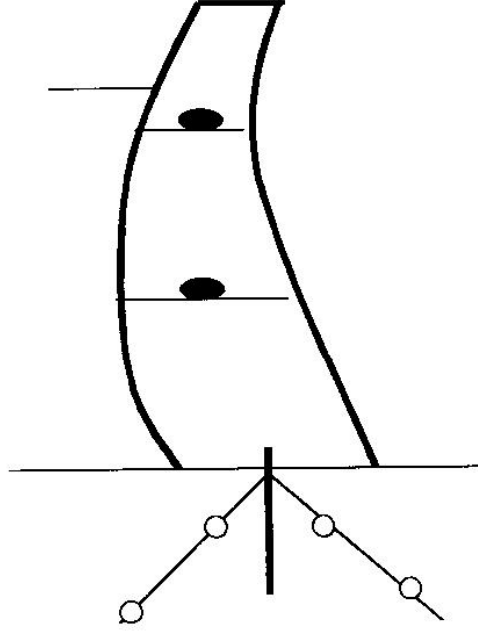


### 3.1.5.1 Okuma ve Grafik Gösterimler

Okumalar SI birim cinsinden olacak ve cihaz firması tarafından temin edilecektir.

### 3.1.6 Piyezometre

Gövde altı, ve yamaçlarda zemin delinerek temel tipi VW tipi piyezometrelerin çeşitli kotlarda tesis edilmesiyle oluşturulan bir sistemdir. Enjeksiyon perdesinin menba ve mansap tarafına ışınsal olarak yerleştirilerek zeminin farklı katmanlarındaki boşluk suyu basınçlarını ölçer. Piyezometre özellikleri dolgu barajlar kısmında anlatılmıştır. Okuma aralığı (Range) baraj yüksekliğine göre belirlenir.



### 3.1.7 V –Ağızlı savak

□ Kaya içindeki galerilerde V gövde içindeki galerilerde kesitli olarak tesis edilirler. Eşel kullanarak manual olarak,otomatik su seviye ölçer kullanarak ise remote (otomatik) okuma yapılması mümkündür. Drenaj galerilerinde 900 mm, gövde galerilerinde 650 mm genişlikte olmalı, 0-500 mm okuma aralığına,  $\pm 0,5$  % accuracy şartını sağlamalıdır.

### 3.1.8 Optical Coordinatör

◆ Baraj kretine ve mansap yüzeyine Jeodezik ölçümler için yerleştirilen nirengi noktalarıdır. Alt kotlarda 1 m genişlikte inşaa edilen ölçüm ölçüm balkonlarına tesis edilirler .

### 3.1.9 Bench Marks

↔ Optical Coordinatör' lerin galerilerde bağlandığı jeodezik ölçüm noktalarıdır. Bir bakıma SRR (Sigorta Referans Röperi) vazifesi görürler.

### 3.1.10 Strain Meter

Gövde içerisinde betonun birim deformasyon ve zorlarını ölçmeye yarayan cihazlardır. Bunlar ya betonun içine gömülürler yada yüzeye bağlanırlar. Aletler sağlam bir kılavuzla tespit edilmeli, beton dökümü sırasında zarar görmemelidir. Cihazın etrafında gerilme dağılımını engelleyecek destek veya sıkıştırılmış nesne (takoz vs.) olmamalıdır. Cihazlar yatay inşaat derzlerinden en az 10 cm, düşey derzlerden ise en az 1 m uzağa yerleştirilmeli, beton doğrudan üzerine değil yanlarına dökülüp kürekle veya vibratörle arada boşluk kalmayacak şekilde sıkıştırılmalıdır. RCC Barajlarda ise yerleştirilecek kotun 50 cm üstüne kadar dolgu yapılır. Daha sonra yerleştirilecek noktada sandık kazı yapılır ve alet yerleştirilerek etrafı beton dökülerek sıkıştırılır. Her strain meter'in 2 m uzağına yüksüz ,betonla gösterge arasındaki termal genişmeden dolayı meydana gelen deformasyonların düzeltilmesine yarayan No-Stress Meter yerleştirilmeli bunların yalnız uç kısımları betondan gelecek ısı transferlerini nakledecek şekilde yapılmalıdır.

#### 3.1.10.1 Teknik Özellikleri

Resistive veya VW tipinde , faal cihaz genişliği 150 mm 'den az olmamalı, 3000  $\mu$ strain okuma kapasitesi, 1 $\mu$  duyarlılık, <0,1 accuracy ve -20° ila +70° arası sıcaklık ölçebilen thermometer'e sahip olması gerekir.

#### 3.1.10.2 Okuma ve Grafik Gösterimler

Okumalar SI birim cinsinden olacak ve cihaz firması tarafından temin edilecektir.

Beton Barajlarda ölçüm odasının yeri proje safhasında belirlenmeli, kablo boyları buraya çekilecek şekilde hesaplanmalıdır. Şayet İdare GPS, GPRS, İnternet, Tel.Modem. vs. gibi uzaktan algılama sistemleri arzu ederse proje firması gerekli alternatif altyapı projelerini geliştirmek zorundadır. Data-Acquistion Sistemleri uzaktan algılama yapılabilecek şekilde seçilmelidir.