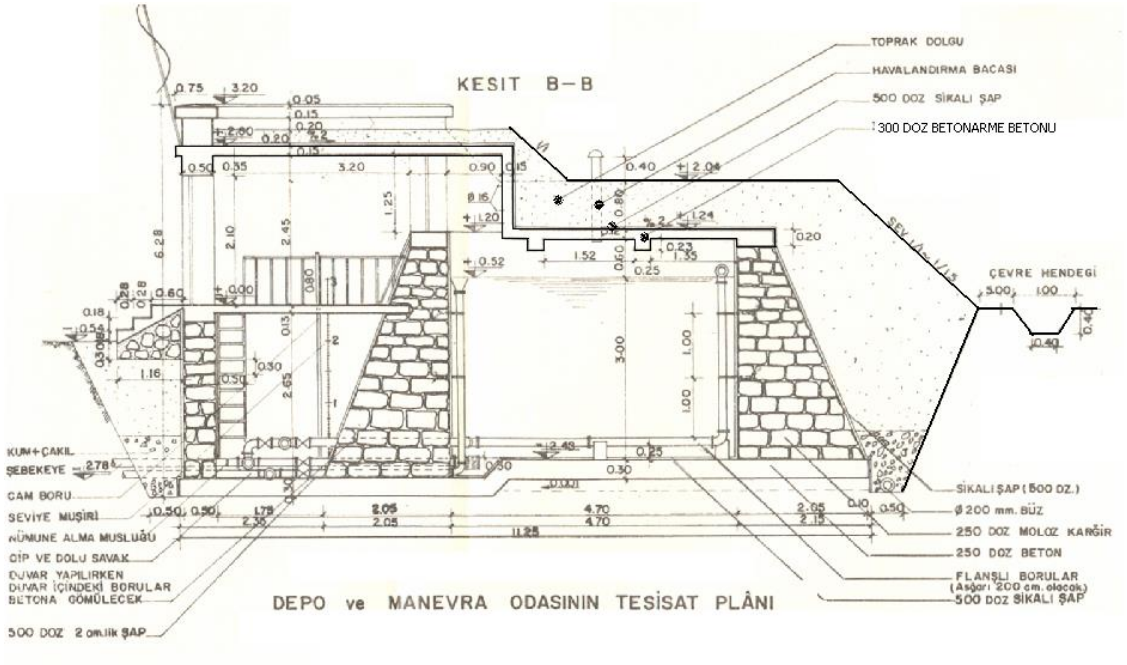
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ERZURUM M.Y.O.
İNŞAAT BÖLÜMÜ
DERS NOTLARI
YAYIN NO:9

SU TEMİNİ-İLETİMİ ve ATIK SULAR

Prof. Dr. Abdulkadir KAN

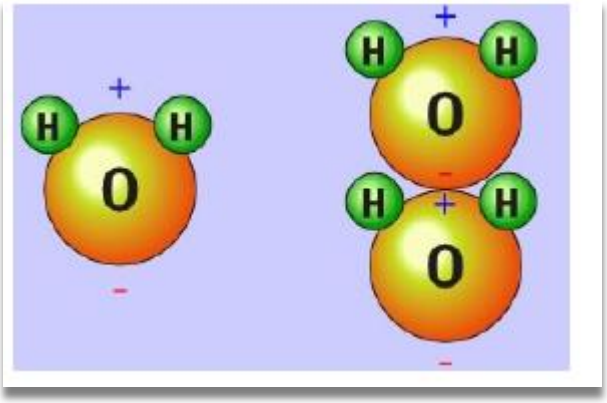


İÇİNDEKİLER

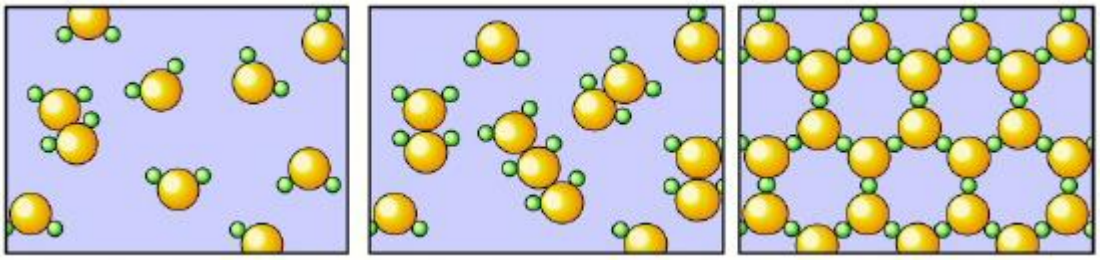
A-GİRİŞ	**3**
B-İÇME SUYUNUN ÖZELLİKLERİ ve STANDARTLARI	**5**
C-SU KUVVETLERİ İLE İLGİLİ GENEL KAVRAM VE TARİFLER	**9**
D-İÇME ve KULLANMA SUYUNUN OLUŞUMU	**17**
E-SULARIN DERLENMESİ	**21**
F-İÇME VE KULLANMA SUYUNUN İLETİLMESİ	**33**
G-İLETİM HATTI TESİSLERİ	**38**
H-ŞEHİR İÇME SULARININ BİRİKTİRİLMESİ (su depoları)	**51**
I-BELDE İÇME SUYU ŞEBEKESİ	**59**
J-ŞEHİR İÇME SUYU ŞEBEKESİ ELEMANLARI	**62**
K-BELDE İÇME SUYU PROJELERİNİN HAZIRLANMASI	**64**
L-BARAJLAR	**71**
M-SULAMA - DRENAJ	**83**
N- ATIK SULAR	**99**
O-KANALİZASYON (ÇEVRE SAĞLIĞI TESİSLERİ)	**110**
P- FOSSEPTİKLER (septik tank)	**132**
KAYNAKLAR	**134**

A-GİRİŞ

Su, tabiatta var olan ve canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan dört ana elementten birisidir. Su yaşamın ana kaynağıdır. Yaşadığımız gezegenin %70 kadarı suyla kaplıdır. Molekül yapısı iki hidrojen ve bir oksijen atomundan meydana gelmiştir (Şekil 1). Su fiziksel olarak katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç halde bulunur. Molekül dizilişleri, katı halde düzenli, gaz halinde düzensizdir (Şekil 2).



Şekil 1. Su molekülünün yapısı



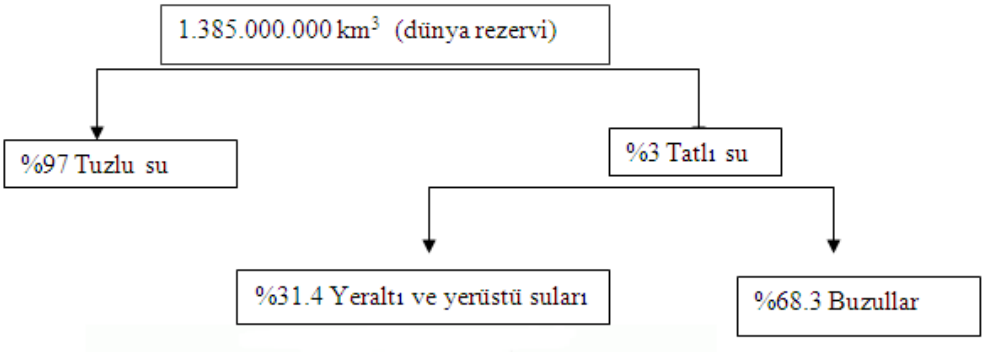
Şekil 2. Su moleküllerinin gaz, sıvı ve katı haldeki dizilişleri

Dünyadaki su rezervi

Dünya su rezervinin tahmini konusunda yapılan güncel çalışmalardan IHP-IV UNESCO (International hydrological Programme) projesinde dünyadaki 2 bin 500 adet hidroloji (subilim) istasyonuna ait veriler kullanılarak, dünyadaki su potansiyeli bölge bölge hesaplanmış ve elde edilen verilere göre, dünya yenilenebilir su rezervi, yıllık yaklaşık 42 trilyon 750 milyar m^3 düzeyinde bulunduğu belirtilmiştir. IHP-IV UNESCO projesine göre, dünyadaki aşırı nüfus artışı nedeniyle kişi başına düşen su miktarının azaldığı hesaplanmıştır, Özellikle 1970-1994 yılları arasında kaydedilen hızlı nüfus artışı nedeniyle 1995 yılı itibariyle tüketilen su miktarı 2070 kilometreküp olduğu belirlenmiştir. Bu miktarın yaklaşık %85'i tarımsal sulamada tüketiliyor. Dünyada sulanan toplam tarımsal alan 253 milyon hektar civarında ve bu miktarın 2010 yılında 290 milyon hektara, 2025 yılında ise 330 milyon hektara çıkacağı tahmin ediliyor[1].

Önümüzdeki on yıllarda, su savaşlarının petrol savaşlarından daha şiddetli olma ihtimali çok yüksektir. 80 Ülke ve dünya nüfusunun yarısı su sıkıntısı çekmektedir. BM'in Dünya Su Günü nedeniyle yayınladığı rapora göre dünya nüfusunun %40'nı oluşturan 2,4 milyar insan yeterli sağlık şartlarında yaşamıyor. Kirli su ve sağlıksız tuvaletlerin sebep olduğu ishal hastalıklarından dolayı günde 6 bin çocuk ölüyor.

[1] Atalık, A. 2008. Küresel Isınma ve Su Kaynaklarına Etkileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası İstanbul Şube Başkanı. www.zmo.org.tr

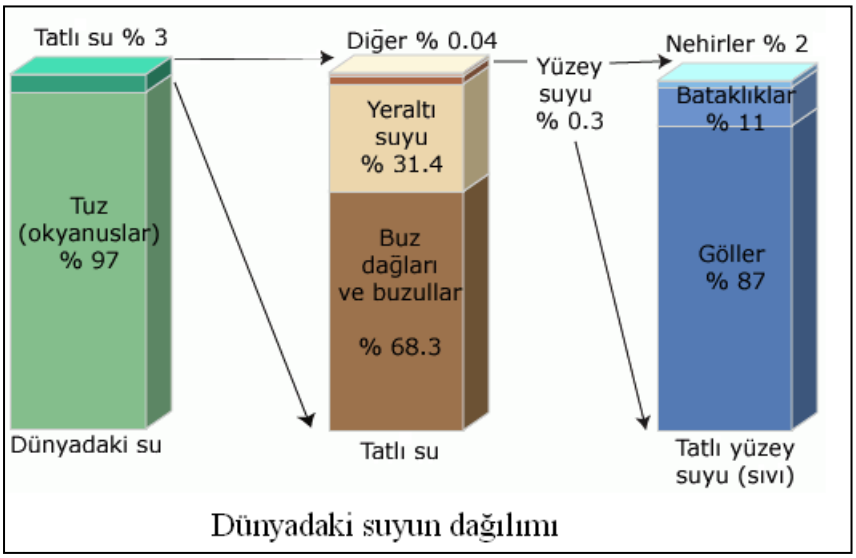


Şekil 3. Dünyadaki su rezervi

Dünya yüzeyindeki yaklaşık 1,4 milyar km^3'lük su rezervinin sadece %1'i kullanıma uygun, tatlı su niteliğinde. Bu devasa hacim içindeki sınırlı kaynak birbirini tetikleyen faktörler nedeniyle hızla tükeniyor.

Sürdürülebilir su kullanımı; suyun tek bir dam*l*asının bile israf edilmeden çevre ile uyumlu olacak şekilde etkin kullanımının sağlanması olarak tanımlanabilir. *Su kaynaklarının sürdürülebilirliği* ise suyun çevreye zarar vermeden kullanımının sağlanması, kalite ve nicelik açısından doğal dengesinin korunarak gelecek nesillere devredilmesidir.

Su kaynaklarını **miktar ve kalite** olarak bir genel plan çerçevesinde **belirlemek, korumak, kontrol etmek** ve en verimli şekilde **kullanmak** gibi amaçlara yönelik olarak yapılan mühendislik çalışmalarına "***su kaynaklarının geliştirilmesi*** " denir.[2]



Şekil 4. Dünyadaki suyun dağılımı

Suyun insan sağlığı için fayda ve önemi

Su, canlı hayatı için diğer üç element kadar önemli bir maddedir. Su; metabolizmanın düzenlenmesinde ve vücudumuzdaki tüm reaksiyonlarda görevlidir. Gün boyu içeceğimiz 2 lt su, enerji oluşumunu artırır ve zayıflamaya yardımcı olur, besin maddelerini ve oksijeni taşıyarak organ ve dokuları korur. Aç karnına içtiğimiz su; organizmayı zararlı toksin maddelerden arındırır.

İnsanlar yaşamlarını devam ettirebilmek için içme ve kullanma suyunu yeteri kadar bulup, sağlıklı bir şekilde elde etmek zorundadır. Bunun için, "suyun temin edildiği kaynaktan, kullanım yerine kadar kirlenmeden sağlıklı ve fenni bir şekilde getirilmesini, kontrolünü ve güvenliğini sağlayan bir takım yapıların yapılması gerekir. Bu tesislere genel olarak **"su yapıları"** denir."

[2] ***Su Kaynakları Mühendisliği***. Cevat ERKEK, Necati AGIRALİOGLU, Beta Yayınevi, 2006, İstanbul

İnsanlar, aşağıda bir kısmı belirtilmiş sebeplerden dolayı suyu elde etmek ve depolamak zorundadır.

- ✓ İçmek ve kullanmak için,
- ✓ Evsel ve endüstriyel temizlik için,
- ✓ Isıtma, soğutma, maden cevheri yıkama ve sondaj suyu için,
- ✓ Gıda sektöründe, örneğin şeker pancarı yıkamak için
- ✓ Su ürünleri mesela suni balık üretmek için,
- ✓ Rekreasyonal alanlar için,
- ✓ Belde yangın şebekesi için
- ✓ Kanalizasyon ve sanayi atıklarını arıtmak için,
- ✓ Termik santrallerde buhar elde etmek için,
- ✓ Nükleer santrallerde soğutma suyu için,
- ✓ Tarım ve hayvancılıkta besi ve tarla sulama suyu için,
- ✓ Hidroelektrik santral ve barajlarda elektrik üretmek için,
- ✓ Ulaşım, turizm ve sportif faaliyetleri gerçekleştirmek için
- ✓ Her türlü bayındırlık faaliyetlerinde inşaat işleri için
- ✓ Su ve kış sporları için (suni kar)

Buraya kadar sayılan su ihtiyaç ve tüketim alanlarını, beldenin (ülkenin) ekonomik ve kültürel gelişmişliğiyle paralel olarak artırmak mümkündür.

B-İÇME SUYUNUN ÖZELLİKLERİ ve STANDARTLARI

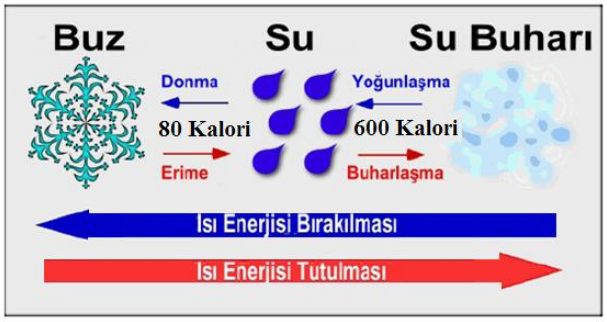
Toplumların ihtiyacı olan temiz suyun elde edilmesi ve elde edilen bu suyun kullanıldıktan sonra çevreye zarar vermeden uzaklaştırılması hayati önemi olan iki konudur.

İçme sularının renksiz, berrak olması, hastalık yapıcı organizmaları, zararlı kimyasal maddeleri içermemesi ve aşındırıcı olmaması gerekir. Sularda bu şartları sağlamak ve suda bulunması arzu edilmeyen maddelerin belirli bir seviyenin altında tutmak için çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında dikkate değer olanı Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından verilen standartlardır. Türkiye'de kabul edilen içme suyu standardı TS-266/2010[3]'dır. İçme ve kullanma sularının sahip olması gereken bazı kalite özellikleri vardır. Bu özellikler **Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün 425. Maddesinde özetle şu şekilde verilmiştir.**

1. Daima berrak, renksiz, kokusuz ve tortusuz olmalıdır.
2. Amonyak ve nitrit bulanmamalıdır.
3. Sertlik derecesi en fazla 50 Fransız derecesi olmalıdır.
4. pH 6.5 ile 9.2 arasında olmalıdır.
5. Nitrat litrede 45 mg.den fazla olmamalıdır.
6. Toplam organik madde miktarı litrede 3.5 mg'ı geçtiğinde mutlaka bakteriyolojik analiz yaptırılmalıdır.

- **<u>Suyun fiziksel özelikleri</u>**

✓Su özelikli (öz ısı) ısıya sahiptir. Bu ısı maddenin sıcaklığını değiştirmek için gerekli olan enerji miktarıdır. Su ısınıp soğurken büyük miktarda enerji depolar ve verir, böylece büyük su yatakları yeryüzü iklimini ayarlamada önemli görevler yapar. *Suyun Isınma (özgül) ısısı yüksektir(c)* 1 gr suyun sıcaklığını 1 °C arttırmak için yaklaşık 1 kalori gereklidir. Bu ısı, amonyak dışındaki tüm maddelerinkinden yüksektir (cal/g ºC veya j/g ºC birimiyle ifade edilir (1 cal=4.1868 Joule=gr kuvvet-cm).



Şekil 5. Suyun hal değişimi ve enerji transferi

[3] TS 166/2010:Sular-İnsani tüketim amaçlı sular.

✓Su saf haldedir, asidik ve bazik özelliği yoktur. Yağmur sularının pH değeri 5.6 dır.
✓Su, cıva hariç, ısıyı temas yoluyla en iyi ileten sıvı özelliğine sahiptir, bu da göl ve okyanuslardaki suyun düzenli bir dikey sıcaklık profiline sahip olmasını sağlamaktadır.
✓Su molekülleri 0-100 ^{0}C gibi geniş bir aralıkta sıvı halde bulunmaktadır. Bundan dolayı su yeryüzünün birçok yerinde bulunmasına neden olmaktadır.
✓Su çok iyi bir çözücüdür. Su içerisinde oksijen ve karbondioksit erir. Bu da suya hoş bir lezzet verir. Yüzey akışı, sızma ve yeraltı suyu akışının oluşumunda suyun çözücülük özelliği çok önemlidir (Kireç, tuz, soda, kil vs katmanların çözülmesi).
✓Su molekülleri yeryüzünde katı, sıvı ve gaz halinde bulunduğundan, hal değişimleri ısı değişimlerini de gerektirir. Atmosferdeki bu hal değişimleri ısı dengelemesinde önemli bir rol oynar.
✓ Su, +4^{o}C de en küçük hacim ve en büyük yoğunluğa sahiptir. Bu durumda suyun birim hacim ağırlığı (γ_w) 1.00 gr/cm^3 dür. Isı düştükçe suyun hacmi artar. Bu yüzden donunca genleşecek hacim bulamayan su, bulunduğu kabı çatlatır veya deforme eder. Su, sıvı halden katı hale geçtiğinde yani buz olduğunda hacmi %9-%11 oranında artar. Bu hacim değişimi, teknik açıdan çok önemlidir. Sık sık donma-çözünme etkisi altındaki yapı elemanlarının su emme oranları az ve dona dayanıklı olması gerekir.

Tablo 1. Su moleküllerinin değişik sıcaklıklardaki yoğunlukları

Sıcaklık (^{0}C)	**Yoğunluk (gr/cm^3)**
0 (Katı)	0.9150
0 (Sıvı)	0.9999
4	1.0000
20	0.9982
40	0.9922
60	0.9832
80	0.9718
100 (gaz)	0.0006

- ✓ Sıcaklık; İçilebilir nitelikteki suyun sıcaklığı 7-12 ^{o}C olmalıdır.
- ✓ Renk; İçme suyu renksiz ve saydam olmalıdır. Suda erimiş veya koloidal maddeler suya bir renk verirler. Bu renk su kütlesinin kalınlığı arttıkça belirginleşir. Su kütlesinin 40 cm. kalınlığına kadar rengi fark edilmemeli.
- ✓ Koku ve lezzet; içme suyunun içimi ve lezzeti hoş olmalıdır. Su içerisinde erimiş halde bulunan H_2S ve yosun suya kötü koku ve kötü lezzet verir. Bunun yanında erimiş O_2 ve CO_2 gazı hoş lezzet verir. Lezzet ve kokunun fenalığı sağlık bakımından tehlikeli olmayabilir (kaplıca suları gibi). Ancak suyun içimi güçleşir.
- ✓ Suyun yüzey gerilim katsayısı tüm sıvılarınkinden daha fazladır. Bu özelliği damla ve dalga oluşumunu etkilemektedir.

- ***Suyun Kimyasal özellikleri:***

Yer altı sularının kimyasal özellikleri, suyun süzüldüğü zeminin cinsine, yüzeysel suların kimyasal özellikleri ise hidrolojik havzanın karakterlerine bağlıdır.

İçilebilir suyun kimyasal özelliklerini şöyle sıralayabiliriz.

1-Suyun pH[4] derecesi

pH, suyun asitlik ve bazlık oranını gösteren ve çözeltide bulunan hidrojen iyonu konsantrasyonun 10 tabanına göre negatif logaritmik ölçüsüdür. pH, 0 dan 14 e kadar ölçülendirilmiştir. Nötr veya saf suların hidrojen ve OH^- iyonları denge halindedir ve pH değeri 7 olmaktadır. Eğer pH< 7 ise, hidrojen iyonu konsantrasyonu artmakta ve su ortamı asidik olmaktadır.

[4]"Power of Hydrogen" (Hidrojenin Gücü)

Eğer pH>7 ise, OH^- iyonu konsantrasyonu artmakta ve su ortamı da bazik olmaktadır. TS-266'ya göre içme sularındaki pH değerinin 6.5-9.5 arasında olması uygun görülmektedir. Ancak yine de bu parametre içme suyunun güvenliği hakkında doğrudan bilgi vermemektedir.

İçilerek tüketilen kaynak suları ve içme suları etiketinde ise pH değerinin gösterilmesi gerekmektedir. Doğal mineralli sular hakkında yönetmeliğe göre, "Doğal Mineralli Sular"ın etiketine pH değerini yazma zorunluluğu yoktur. Şişe sularının ve damacanalı suların tümünün etiketinde pH değerinin yazılması zorunluluğu vardır. Düşük pH'lı sular korozif oldukları ve bu özellikleri ile birtakım metalleri çözebildikleri için içilmemesi gereken sulardır. Yüksek pH'lı sular özellikle mide rahatsızlığı olanlara ve diyet yapanlara tavsiye edilmektedir. Mide sorunu olanlarda asidite arttıkça, rahatsızlıklar artar. Vücut, doğal olarak kanın pH'ının sürekli 7.35-7.45 aralığında kalmasına çalışır. Vücutta tüm metabolik işlemler dengeli bir pH'a bağlı olduğundan, "bazik" olan, yani pH'sı 7'den büyük olan suların tüketilmesi sağlığa yararlı sayılır.

Sadece pH değerine bakılarak su kalitesi ölçülmez. Suyun kalitesinde çeşitli tuzlarda büyük rol oynar. Düşük pH'lı ve TDS'lı (toplam çözünmüş katılar-Total Disolved Solids) sular korozif oldukları için borulardaki birtakım zehirli metalleri çözebilmektedirler. Yüksek miktarda pH'a sahip sularda pH'ı yükselten kimyasalların zararlı olup olmadığı belirlenmelidir.

2-Suyun sertliği

Yeryüzünden buharlaşarak bulutlarda depolanan sular yeryüzüne yağmur veya kar olarak dönerken atmosferdeki karbondioksiti çözer ve bir miktar asidik hale gelirler. Bu asidik yağmur suları kaya ve toprak katmanlarından geçerken bu defa da kayalardaki ve topraktaki kalsiyum karbonatı çözerler. *Su içerisinde kalsiyum ve magnezyum tuzlarının erimiş halde bulunması suya sertlik verir*. Bir suyun sertlik derecesi sudaki kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) miktarına bağlıdır. Su sadece kalsiyum karbonatı çözmez. Magnezyum sulfat ($MgSO_4$), klorid (ClO_2), asit silisit tuzu ve demirden de etkilenir ve bu maddeleri taşır. Ancak, çözülmüş haldeki kalsiyum karbonat bir suyun sertliğine en fazla katkı yapan elementtir. Sert sular sağlık açısından bir risk oluşturmazlar. Sabunu köpürtmeyen su sert sudur.

Fransız sertliği: Suların sertliği, Fransa'da geliştirilen ve uluslararası kabul gören standarda göre ölçülmektedir. Fransız sertliği (Fr) veya mg/*lt* $CaCO_3$ ülkemizde yaygın olarak sertlik sınıflandırmasında kullanılan birimlerdir. 1 Fr derecesi 10 mg/lt $CaCO_3$ sertliğine eşit olmaktadır.

Tablo 2. Sular sertlik derecelerine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır *(1gr=1000mg)*

Toplam Sertlik	Sınıflandırma
0-5 Fr	çok yumuşak su
5-10 Fr	yumuşak su
10-20 Fr	orta sert su
20-30 Fr	sert su
>30 Fr	çok sert su

Sular için 5-10 Fr derecesi en uygun sertlik derecesidir. Bu nedenle, sular eğer 10 Fr üzerinde sertlikte ise mutlaka yumuşatılması gerekmektedir. Bu nedenle sudaki sertliği gidermek için; kireç-soda yöntemi, sodyum hidroksit ile muamele, sodyum sülfatla yumuşatma veya iyon değiştirme yöntemlerinden biri kullanılabilmektedir.

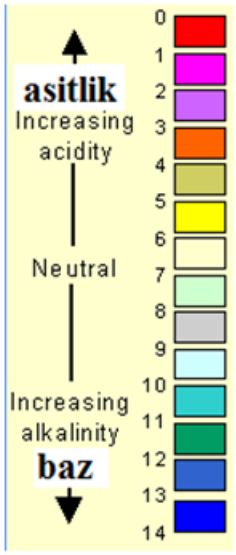
Suların sertliği üç guruba ayrılır.

a- Geçici sertlik: suda bulunan kalsiyum bikarbonat [$Ca(HCO_3)_2$] ve magnezyum bikarbonatın [$Mg(HCO_3)_2$], verdiği sertliğe geçici sertlik denir. Buna karbonat sertliği adı verilir. Bu sertlik suyun kaynatılmasıyla giderilebilir.

b- Kalıcı sertlik: kalsiyum sülfat ($CaSO_4$) ve magnezyum sülfatların ($MgSO_4$), verdiği sertliktir. Bu sertlikteki su kaynatıldığında, kaynatma kabı içerisinde bir kireç tabakası oluşturur.

c- Toplam sertlik. Geçici ve kalıcı sertliklerin toplamıdır. Sertliğin ölçülmesinde birim hacimde bulunan kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) esas alınır.

Tablo 3. Bazı Maddelerin pH Değerleri ve pH Ölçeği



Madde	pH
Hidroklorik asit	-2.0 - -0.5
Gastrik asit	1.5 – 2.0
Kola	2.5
Sirke	2.9-3.0
Portakal	3.5
Bira	4.5
Asit yağmuru	5.0
Kahve	5.0
Çay	5.5
Süt	6.5-6.8
Su	7.0
İnsan tükürüğü	6.5 - 7.4
Kan	7.34 – 7.45
Gözyaşı	7.4
Deniz Suyu	8.0
El Sabunu	9.0 – 10.0
Amonyak (NH_3)	11.5
Çamaşır Suyu	12.5
Sodyum Hidroksit	13.5
Beton	12.5-13.5
Kostik Soda	13.9

3-Sudaki kimyasal bileşikler.

CO_2 : Fazla miktarda CO_2 içeren sular, temas halinde bulundukları metallerde korozyona sebep olur. Sulardaki CO_2, serbest halde bulunabileceği gibi, CO_3 ve HCO_3 olarak ta bulunabilir.

Demir: Suya kötü bir tat verir. Fe miktarının 0,2 veya 0,3 mg/*l* 'yi geçmemesi gerekir.

Manganez: Suda genellikle demirle birlikte bulunur. Mn konsantrasyonunun 0,1 mg/*l* 'den az olması istenir. Daha büyük değerler suyun tadını bozabileceği gibi, suya siyah renk verir.

Klorürler: Sudaki klorür konsantrasyonu. 250 mg/*l* 'den fazla olmamalıdır. Bu miktardan fazla olması durumunda sağlık açısından tehlike olmasa bile tat olarak su içilemez hale gelir.

Azot bileşikleri: Azot suda amonyak, nitrit ve nitrat şeklinde bulunur. Amonyak ve nitritin bulunması organik bir kirlenmeyi gösterdiğinden, detaylı bir bakteriyolojik inceleme gerekir. İçme suyunda amonyak, nitrit ve nitratın bulunmaması istenir.

Toplam organik madde: Organik madde, bakteri ve mantarların suda çoğalmalarına neden olurlar. 3,5 mg/*l* den fazla olmaması istenir. Bu değeri aşması durumunda suda bakteriyolojik inceleme istenir.

Zehirli maddeler: Suda belirli bir limitin üzerinde bulunması halinde insan sağlığı için zararlı olan maddelerdir. Bu maddelerin üst limitleri şunlardır.

Tablo 4. Zehirli madde üst limitleri

Kurşun	0,05 mg/L
Arsenik	0,05 mg/L
Krom	0,05 mg/L
Kadmiyum	0,01 mg/L
Florür	1,5 mg/L
Selenyum	0,01 mg/L
Siyanür	0,20 mg/L
Baryum	1,00 mg/L

- ***Bakteriyolojik özellikler***:

Bir suyun temiz olup olmadığını anlamak için içerisinde koliform gurubu bakteri bulunup bulunmadığına bakılır. Bu tür bakteri gurubuna tifo, paratifo, basili dizanteri ve kolera bakterileri girer. Bu bakterilerin suda bulunmaması, suyun temizliğine işarettir.

Sularda hastalık yapan bakteri ve mikroorganizmaların varlığı ancak bakteriyolojik deneylerle ortaya çıkar. Suların bakterilerle kirlenmesi, kanal sularının, yerleşim bölgelerinden gelen kirli yağış sularının temiz sular ile karışması sonucu ortaya çıkar. Bakteriyolojik özelliklerin tayini için su temini tesisinin bütün kısımlarından yeterli sıklıkta numune alıp analiz edilmelidir.

- ***Mikroskobik özellikler:***

Mikropların en müsait yaşama yerlerinden biride sulardır. Bu mikropların çok çeşitleri olmakla beraber başlıcaları, şerit (tenya), mantar ve parazit mikroplardır. Bu gibi mikropların varlığı laboratuar analizlerinden sonra anlaşılır.

- ***Radyoaktif Özellikleri***

Radyoaktif maddeler sulara tabi yollardan ve aşağıdaki kaynaklardan karışır.

• Atomik enerji kullanan sanayi tesislerinden (Nükleer santraller)
• Nükleer deneme merkezlerinden
• Tıpta veya diğer araştırmalarda kullanılan radyoaktif maddelerden
• Uranyum maden işletmelerinden

C-SU KUVVETLERİ İLE İLGİLİ GENEL KAVRAM VE TARİFLER

1-Akışkanlar

Çok küçük bir kuvvetin tesiri ile şekil değiştiren ve konuldukları kabın şeklini alan cisimlere akışkanlar denir. Akışkanlar;

1- Gazlar
2- Sıvılar, olmak üzere iki kısma ayrılırlar.

Gazlar içerisine konuldukları kabı tamamen doldururlar ve fazla sıkışma kabiliyetine sahiptirler. Sıvılar ise, konuldukları kabın şeklini alırlar fakat sıkıştırılamazlar. Bu özelliklerinden dolayı sıvıların teknikte çok yönlü kullanım imkânları vardır.

2-Viskozite

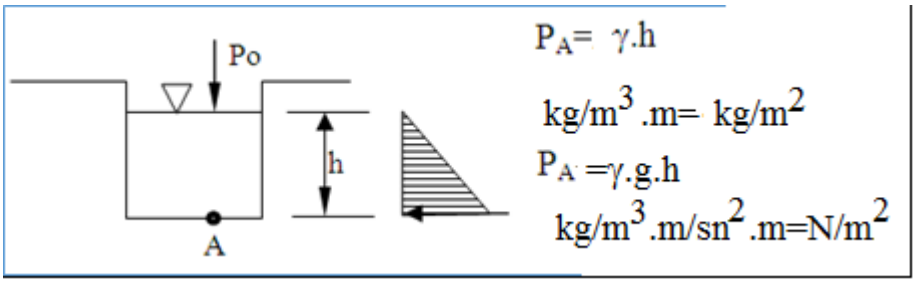
Sıvılar, viskoz sıvılar ve ideal sıvılar olmak üzere iki kısma ayrılır. Sıvıların deformasyonlara (bozulmalara) karşı mukavemet göstermesi özelliğine *viskozite* denir. Kolayca akabilen sıvılar viskoz değildir. Sıvılar ısındıkça viskozitesi azalır. Şu halde, viskozite, sıvıların akmaya karşı gösterdikleri direnç olarak ta tanımlanabilir. Bu durumda su viskoz değil fakat asfalt viskozdur diyebiliriz.

Sıvıların akmaya karşı direncini gösteren bir terimdir. Kalın bir yağın viskozitesi, ince bir yağın viskozitesinden daha fazladır. Bir akışkanın, iç sürtünmelerinden dolayı, harekete karşı direnç göstermesini sağlayan özelliği ve bu özelliğin kabul edilmiş bir metoda göre tayin edilen nümerik değeridir *(Newton teorisi).* Genellikle herhangi bir akış esnasında akışkanın tabakaları farklı hızlarda hareket ederler ve akışkanın viskozitesi, uygulanan kuvvete karşı direnç gösteren tabakalar arasındaki yüzey gerilimlerinden dolayı ortaya çıkar. Viskozite genellikle farklı viskozimetrelerle ve 25°C'de ölçülür. Bazı akışkanların viskozitesi, geniş bir yüzey gerilimi aralığında sabittir. Viskozitesi sabit olmayan akışkanlar Newtonyen olmayan akışkanlar olarak adlandırılır.

Sürtünmesiz ve sıkışmayan sıvılar ideal sıvılardır. Su, sürtünmesiz ve sıkışmadığından ideal bir sıvıdır ve viskoz değildir.

3-Hidrostatik basınç

Durgun su yüzeyinden "h" kadar aşağıda bir noktadaki basınç, o noktanın üzerinde bulunan su sütununun ağırlığı kadardır. P_A olarak ifade edilir.



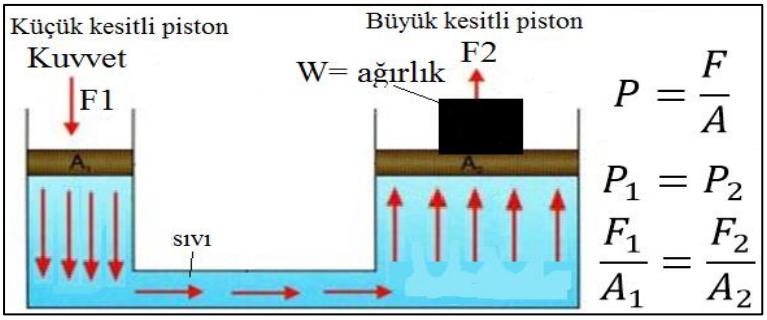
Şekil 6. Hidrostatik basınç

P_A, basıncı aynı zamanda **mutlak basıncı** gösterir. P_A-Po=γ.h eşitliği ise **rölatif basınçtır**. P_o, atmosfer basıncı olup, 10.33 m. lik su sütunu (mss) ile eş değerdir. Teknik atmosfer basıncı, 10 m. lik su sütununa karşılık gelen basınçtır. Bu basınç değeri 1.00 kg/cm^2 dir.

P_A=76x13.6=1033 g/cm^2 (10.33 m.) 76 cm civa sütununun yaptığı deniz yüzeyindeki basınç atmosfer basıncıdır. (1.0336 kg/cm^2)

4-Birleşik kaplar prensibi

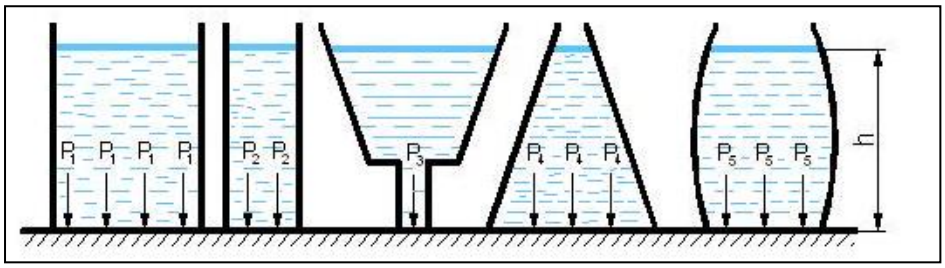
Şekilleri ve kalınlıkları farklı olan iki ya da daha fazla kabın tabanlarının birleştirilmesi ile elde edilen düzeneğe bileşik kaplar denir.



Şekil 7. Sıvı cenderesi

- ✓ Bileşik kaplarda tek cins sıvı varsa, her kaptaki sıvı yüksekliği eşit olur.
- ✓ Bileşik kaplarda birbirine karışmayan farklı cins sıvılar varsa, her kaptaki sıvı yüksekliği farklı olur.
- ✓ Bileşik kaplara konan farklı cins sıvılardan öz kütlesi büyük olanın yüksekliği az, öz kütlesi küçük olanın yüksekliği fazla olur.
- ✓ Bileşik kaplarda ister tek cins isterse de farklı cins sıvılar bulunsun her durumda kapların tabanlarındaki sıvı basınçları birbirine eşit olur.
- ✓ Bileşik kaplardan herhangi birine konan sıvının, diğer kaplara akışı, diğer kaplardaki sıvı yükseklikleri (yani basınçları) eşit oluncaya kadar sürer.

Taban genişlikleri aynı fakat şekilleri farklı olan sıvı dolu kapların taban basınçları aynı olur. Bu duruma *hidrostatik paradoks* denir.

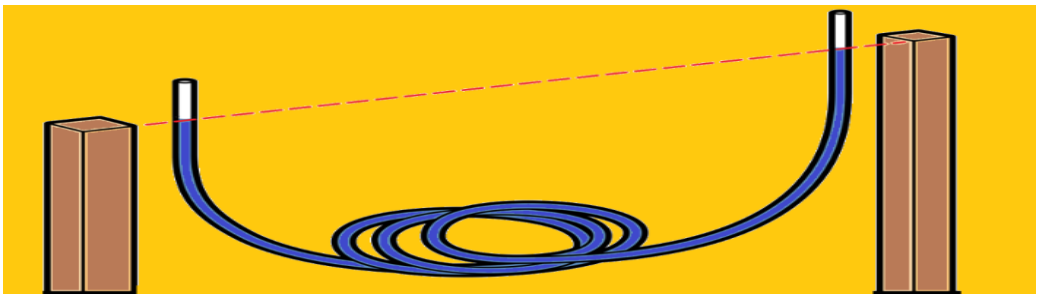


Şekil 8. Hidrostatik paradoks



Şekil 9. Beldelerdeki su şebekeleri de bileşik kap modeline göre çalışır. Artezyen kuyularındaki suyun fışkırması, bileşik kap modeline gerçekleşir. Su kaynağından daha alçakta bulunan yerlerde, su daha basınçlı şekilde çıkar.

Bileşik kaplar eğik duruma getirilince kollardaki sıvı seviyeleri yere paralel olur yani sıvı seviyeleri aynı olur. Bunun nedeni, bileşik kap eğik duruma getirildiğinde en altta bulunan koldaki sıvı, diğer kollardaki sıvılara dokunduğu için sadece kaplardaki sıvı miktarları değişir fakat açık yüzeye olan uzaklık değişmez. Her koldaki sıvının yüksekliği, aynı olacağı için bu yükseklik en alt noktaya göre alınır. Bu özellikten faydalanılarak inşaat işlerinde hortum terazi kullanılır. Hortumun içerisine temiz su doldurulur. Hava kabarcığının kalmamasına dikkat edilir. Sıvı hareketsiz bekletildiğinde hortumun her iki ucundaki su yüzeyleri birbirine paralel olacağından bir yerdeki ölçü diğer tarafa kolayca aktarılmış olur.

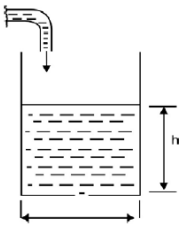


Şekil 10: Hortum terazisi

5- Debi

Birim zamanda, birim alandan, birim hızda geçen suyun miktarına debi denilir. "Q" ile gösterilir ve birimi, m^3/sn veya *lt*/sn dir. Debi, **Q= V.F** olarak ifade edilir. Burada;
Q= debi (m^3/sn), V= suyun hızı (m/sn), F= suyun içerisinde aktığı borunun enkesit alanı (m^2)

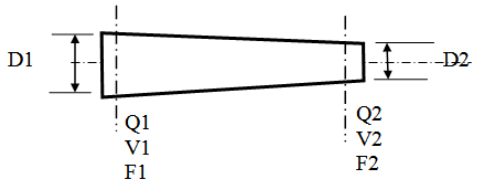
Bir sıvının debisini ölçmek için ölçekli bir kap ve kronometreye (süre ölçer) ihtiyaç vardır. Kabın doluş zamanı ölçülerek suyun debisi hesaplanmış olur. Bu debiye hacimsel debi denilir. Hacimsel debi ise (q), birim zamanda "t"(sn) akan suyun miktarı "*Q* "(*lt*) olarak tarif edilir.



q=Q/t .dir. Bir akarsuyun (derenin) debisi nasıl hesaplanır?

6-Süreklilik denklemi

Madde kaybolmadığına göre, borunun bir ucundan giren su, diğer taraftan aynı hacim ve miktarda dışarıya çıkar. Buna göre elde edilen bağıntıya süreklilik denklemi denir. Bernoulli prensibine göre, boru çapı küçüldükçe akışkanın hızı artar, basıncı düşer, boru çapı büyüdükçe akışkanın hızı azalır, basıncı artar.

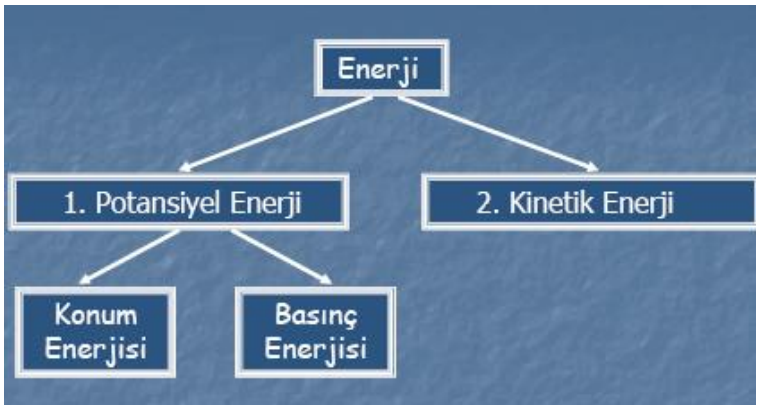


$Q_1=Q_2$ olduğundan, $F_1.V_1=F_2.V_2$ yazılabilir. Bu ifadeden faydalanarak tedricen daralan borunun her hangi bir noktasındaki debi, hız veya alan bulunabilir.

7-Bernoulli denklemi

Enerji, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır (Kg.m yada Kwh).

Bir sıvının enerjisi, sıvı birim ağırlığının sahip olduğu iş yapabilme yeteneğidir. Bernoulli prensibi, enerjinin korunumu yasasından çıkarılabilir. Buna göre sabit bir akımda, bir yolda hareket eden akışkanın sahip olduğu tüm mekanik enerjilerin toplamı bu yol üzerindeki her noktada eşittir. Bu ifade kinetik ve potansiyel enerji toplamlarının sabit olduğunu ifade eder. Bu yüzden akışkanın hızındaki herhangi bir artış, akışkanın dinamik basıncını ve kinetik enerjisini orantılı olarak artırırken statik basıncını ve potansiyel enerjisini düşürür.



Şekil 11. Enerji çeşitleri

Bir akışkanın kütlesinin sahip olduğu iki enerji vardır. Potansiyel enerji ve kinetik enerji

1. Potansiyel Enerji

Sıvıların bulunduğu konum veya durumdan dolayı sahip oldukları enerjiye "Potansiyel Enerji" denilmektedir. Potansiyel enerji iki enerjinin toplamıdır.

1.1. Konum Enerjisi: Yerçekimi etkisi altında bulunan bir çekim alanındaki su kütlesinin bulunduğu konum nedeniyle sahip olduğu enerjiye "Konum Enerjisi" denir.

E_{konum}= **Z** (söz konusu nokta ile kıyas düzlemi arasındaki düşey mesafe)

1.2. Basınç Enerjisi: Serbest su yüzeyinden söz konusu noktaya kadar olan su sütununun ağırlığına eşit olan enerjiye "Basınç Enerjisi" denir.

$P_{bas}=\gamma.h$ **h=P/γ** (söz konusu nokta ile serbest su yüzeyi arasındaki düşey mesafe)

2. Kinetik Enerji

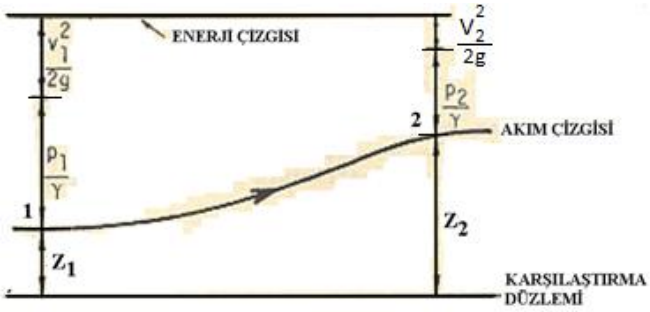
Akışkanın birim ağırlığının hızı nedeniyle sahip olduğu iş yapabilme yeteneği "Kinetik Enerji" olarak tanımlanır.

Kinetik enerji Ek=$\frac{1}{2}mV^2$ γ (W)=mg m=γ/g γ=1 ise m=1/g olur. **Ek=$\frac{1}{2}\frac{V^2}{g}$.**

$$\frac{V_1^2}{2.g}+\frac{P_1}{\gamma}+Z_1$$ Bu eşitlikteki her bir terim birim kütledeki enerjidir.

Bu formüldeki her terimin boyutu uzunluktur. Birinci terim yükseklik cinsinden **kinetik** enerjiyi, ikinci terim yükseklik cinsinden **basınç** enerjisini, üçüncü terim yine yükseklik cinsinden **konum** enerjisini ifade eder. Şekilden anlaşılacağı gibi, karşılaştırma (referans) düzlemi ile enerji çizgisi arasındaki mesafe sabittir.

$$\frac{V_1^2}{2.g}+\frac{P_1}{\gamma}+Z_1=\frac{V_2^2}{2.g}+\frac{P_2}{\gamma}+Z_2$$



Şekil 12. Bernoulli denklemi

8-Yük Kayıpları

Basınçlı ortamda suyun iletilmesini sağlayan atmosfere kapalı yapılara borulu sistemler denir. Normal şartlar altında suyu kısmen dolu olarak geçiren yapılar ise açık kanallardır. Boru ve açık kanallarda cereyan eden akımlarda aynı hidrolik prensipler geçerlidir, dolayısıyla her iki akıma ait hidrolik problemlerinin çözümünde aynı temel formüller kullanılır.

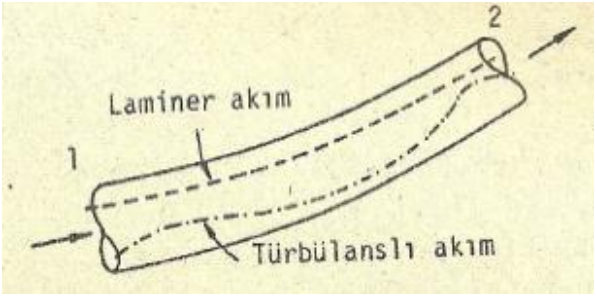
. Yük kayıpları, hesaplanacakları duruma göre,

1- *Dolu akan daire kesitli borularda yük kayıpları*
2- *Açık kanallardaki yük kayıpları*

Olmak üzere iki durumda hesaplanır.

Boru Hidroliği

Her türlü akımda olduğu gibi boru içindeki akımda da **laminer** ve **türbülanslı** olmak üzere iki akım tipi tespit edebiliriz. Laminer akım yaklaşık olarak tabakalar halinde oluşan bir akımdır. Bir tabakadan diğerine zerrecikler geçemezler dolayısıyla tabakalara dik yönde hız bileşenleri ve tabakalar arasında momentum alış verişi yoktur. Türbülanslı akımda ise boru eksenine dik yönde de hız bileşenleri mevcuttur. Dolayısıyla sıvı zerreleri boru eksenine paralel bir yörünge takip etmezler.



Şekil 13. Kaynak: A.Sığıner, B.M.Sümer. Hidrolik problemleri

Akımı laminer veya türbülanslı olarak iki sınıfa $Re = \frac{VD}{\nu}$ şeklinde tarif edilen boyutsuz Reynolds sayısı vasıtasıyla ayırırız. Burada D, boru çapı, v, ortalama hız, υ ise akışkanın kinematik viskozitesidir.

Re<2000 Laminer akım Re>2000 Türbülanslı akım

Borularda Enerji Kayıpları

Borulardaki enerji kayıpları iki türlüdür. Birincisi boru hattı boyunca sıvı ile boru cidarı arasındaki sürtünme neticesi açığa çıkan ısı dolayısıyla oluşan **sürekli kayıplar**, diğeri ise borunun geometrisinde meydana gelen değişikliklerden ötürü oluşan **yersel kayıplar**dır.

Basınçlı akıma sahip borularda; borunun çapına, içerisinde oluşan akım hızına, boru tipine ve özelliklerine bağlı olarak sürekli yük kayıpları oluşur. Sürekli yük kaybı; sıvının boru iç yüzeyi ile sürtünmesinden dolayı, 1 metre boru içinde sürtünmesiz ortama göre gideceği miktardan, ne kadar az mesafe gideceğini anlatır.

Birbiri ucuna eklenmiş ve içerisinde akışkan ileten dairesel borulardaki sürtünme neticesi **oluşan sürekli** yük kaybı Darcy- Weisbach sürekli yük kaybı denklemiyle bulunur. Bu denklem;

$h_f = J \cdot L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$ Şeklinde verilmiştir. Burada

h_f = yük kaybı. J=Hidrolik eğim.

g = yer çekimi ivmesi (m/sn^2)

f = sürtünme katsayısı,

L = boru uzunluğu (m),

D =boru çapı (m),

V = borudaki ortalama su hızı (m/sn),

Bu formüldeki f, sürtünme katsayısı, Reynolds sayısı ve k/D nin bir fonksiyonudur.

f=f (Re;k/D)

Darcy- Weisbach denkleminin uzun boru hatlarında kullanılması pek rahat değildir, bu yüzden basınçlı borulardaki hız ve debiyi bulmak için Gardner Williams- Allen Hazen' in önerdiği şu ifade kullanılır. Hazen-Williams formülü yük kaybı hesaplarında sıkça kullanılır

$V=0{,}85.C.R^{0,65}.J^{0,54}$ (m/sn.)

$Q=26{,}481.\ D^{2,63}.J^{1/2}$ (m^3/sn.) (font borular için)

C= Williams- Hazen katsayısı. D= Boru iç çapı (m)

Bir içme suyu şebekesinde, aşağıdaki tabloda verilen borular kullanılır. Bu tabloda borulara ait "C" cidar pürüzlülük katsayıları da verilmiştir.

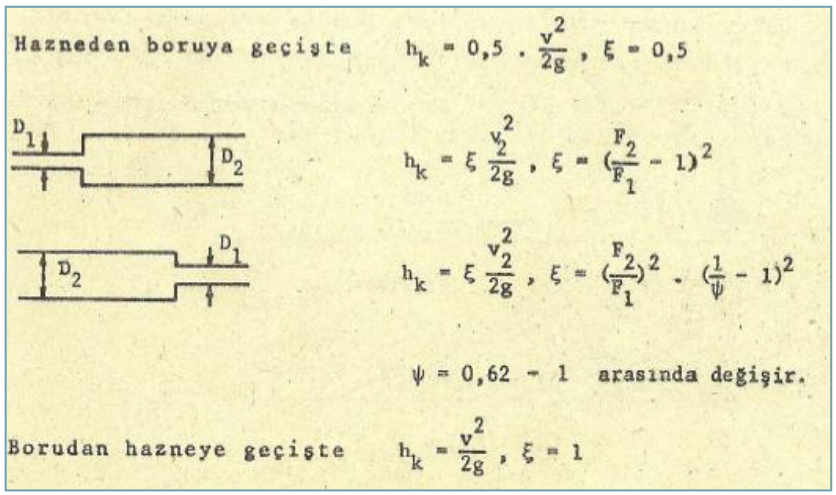
Tablo 5: Farklı boru malzemeleri için pürüzlülük ve Hazen-Williams katsayıları

Malzeme	Mutlak pürüzlülük (e, mm)	Hazen-Williams katsayısı (C)
Beton	0,3 – 3	140
CTP	0,0015	150
Çelik	0,045	135-150
Font	0,26	95
PE	0,02	150
PVC	0,0015	140-150
Düktil	0,05-0,10	130-150

CTP: Cam Elyaf Takviyeli Plastik, cam elyafı ile taşıyıcı matriks bir reçinenin birleştirilmesi ile elde edilen kompozit bir malzemedir.

Yersel kayıplar boru uzunluğuna bağlı değildir. Yersel kayıplar çok kısa mesafelerde enerji çizgisinde düşüşlere sebep olurlar. Yersel kayıplar, borunun ani veya tedrici olarak genişlemesi veya daralması, bir dirsek olması, bir hazneden boruya geçişte veya borudan hazneye geçişte, bir

vanadan geçişte meydana gelir. *Yersel yük kayıpları ise*, $h_k = \xi \frac{V^2}{2.g}$ şeklinde hız yüksekliği cinsinden hesaplanır.



Şekil 14. Kaynak: A.Sığıner, B.M.Sümer. Hidrolik problemleri

Borunun ani veya tedrici olarak genişlemesi veya daralması hallerinde boru cidarının, boru ekseni ile yaptığı açıya göre ξ katsayısı değişir. Bu değerler çeşitli hidrolik el kitaplarından alınabilir. Boru boyları çok uzun olduğu zaman, mertebe itibariyle yersel kayıplar sürekli kayıpların yanında ihmal edilebilirler.

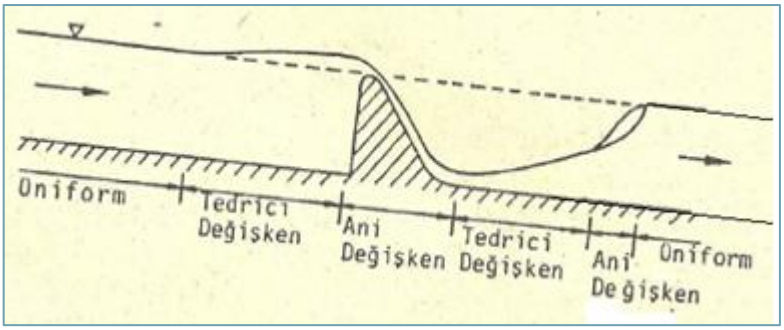
Açık Kanal Hidroliği

Açık kanallardaki akım serbest yüzeye sahiptir. Dolayısıyla basınçlı boru içerisindeki akımlardan büyük farkı vardır. Basınçlı boru akımlarında borunun döşendiği eğimin değil, piyezometre eğiminin önemi vardır. Buna karşılık serbest yüzeyli kanal akımlarında ise kanalın yapıldığı zeminin eğiminin önemi vardır.

Kanal içerisinde akan suyun rejimi, **üniform akım** ya da **tedrici değişken akım** olarak iki tür olabilir.

Üniform akım; kanal içerisindeki akımın derinliği bir kesitten diğerine değişmiyorsa akım üniform dur denilir. Bu durumda kanal boyuna eğimi, kesiti, pürüzlülüğü ve debi sabittir.

Tedrici değişken akım ise, permenant bir hareket olup, bir kanalda eğim, pürüzlülük veya debinin değişmesi durumunda veya kanal içerisine bir engel inşa edilmesi durumunda üniform olan kanal akımı değişir ve akım ani veya tedricen değişen akım tiplerinden biriyle akmaya başlar. Ani değişen akımda akım parametreleri süreksiz, tedrici değişen akımda ise sürekli değişimler gösterirler.



Şekil 15 Kaynak:A.Sığıner, B.M.Sümer. Hidrolik problemleri

Aynı zamanda açık kanallarda akım rejimi iki çeşittir.

-Sel rejimi (Fr>1) Akım sırasında akarsuda sıçrama oluyorsa sel rejimi denilir.

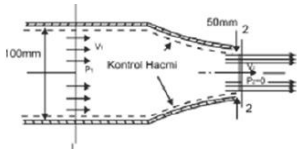
-Nehir rejimi (Fr<1) Akım sırasında akarsuda sıçrama olmuyorsa nehir rejimidir.

Bunu belirleyen birinci etken kritik su yüksekliği ve bu ifadeden yola çıkılarak hesaplanan Froud (Fr) katsayısıdır.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g.d}} \ldots\ldots\ldots\

Örnek problem

Çapı 100 mm olan boru içinde akmakta olan suyun hızı 3 m/sn. dir. Borunun ucuna bağlanmış bulunan nozılın çapı ise 50 mm dir. Nozıldan çıkan suyun hızını hesaplayınız.

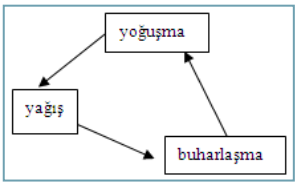


$$D_1^2.V_1 = D_2^2.V_2$$

$F_1.V_1=F_2.V_2$ $\quad D_1^2.V_1 = D_2^2.V_2$ $\quad (0,1)^2.3=(0,05)^2.v_2$ $\quad V_2=12$ m/sn

D-İÇME ve KULLANMA SUYUNUN OLUŞUMU

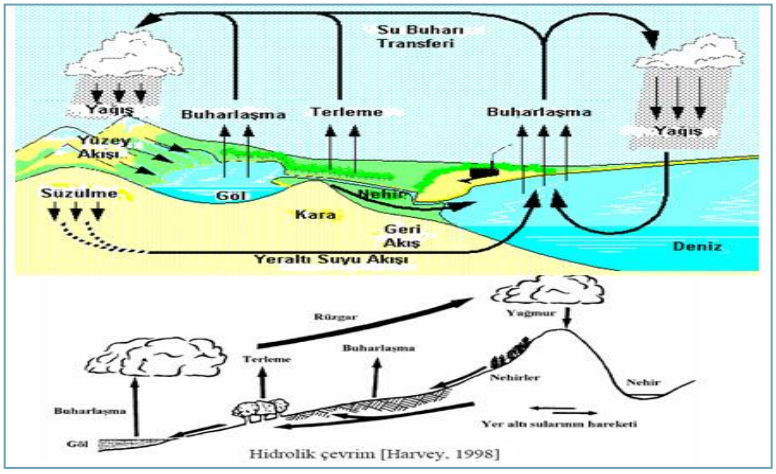
Toplumların gelişmişliği evlerinde uygun kalitede ve yeterli su bulunmasına bağlıdır. Toplumlar büyüdükçe suyun temini ve kullanılmış suların zararsız hale getirilmesi daha çok önem kazanmıştır. Doğanın su döngüsü, belirli bir prensip dâhilinde sürüp gitmektedir. Yağış sularının bir kısmı toprak tarafından emilir, diğer bir kısmı yüzeysel akışa geçerek küçük su birikintilerini, onlar da büyük su birikintilerini besleyerek damladan göle ulaşılır. Bu arada oluşan buharlaşma ve atmosferin üst kısımlarında ki yoğuşma olayları bize buharlaşan suyu tekrar yağış olarak geri getirir.



Şekil 16. Hidrolik çevrim

Bu hidrolojik çevrim esnasında içme ve kullanma suyu kaynakları da oluşur. İnsanlara sadece bu kaynakları bulup doğal dengeyi bozmadan, israf etmeden faydalanmak düşüyor. Su dünya üzerinde çeşitli yerlerde ve çeşitli hallerde (katı, sıvı, gaz) bulunmakta ve yer küre üzerinde ve atmosferde sürekli dönüp durmaktadır. Suyun tabiatta dönüp durduğu bu değişimlerin tümüne hidrolojik çevrim denir.

Her ne kadar atmosfer çok büyük bir su depolama yeri olmasa da, dünya etrafında suyun hareket etmesini sağlayan mükemmel bir ortamdır. Atmosferde her zaman su mevcuttur. Bulutlar atmosferdeki suyun en görünen biçimidir, su zerrelerinin görülmeyecek kadar küçük olduğu bulutsuz açık havalarda bile atmosferde su bulunmaktadır. *Her hangi bir zamanda atmosferde bulunan su hacmi yaklaşık 12 900 kilometreküp'tür.* Atmosferdeki bütün su miktarı yağış olarak yere bir defada düşmüş olsaydı, dünyanın zemini 2.5 santimetre kalınlığında su ile kaplanmış olurdu.



Şekil 17. Çeşitli gösterimlerle hidrolik çevrim

D1-Yeraltı Suyu

Yeraltı suyu, hidrolik çevrim içerisinde tatlı suyun en geniş kaynağıdır. Genel olarak, toprak yüzeyi altında bulunan su, yeraltı suyu olarak tanımlanır. Yeraltı suyunun miktarı, tatlı su kaynağı olan göl, nehir ve suni su birikintilerindeki toplam su miktarından daha fazladır. Bu nedenle, yeraltı suları içme ve kullanma suyu sağlanması bakımından önemlidir.

İçme suyuna bulaşan kirletici maddeler zemine sızan kirli sulardan ve özellikle kullanılmış su kanallarından sızan sulardan kaynaklandığı unutulmamalıdır.

Yeraltı suyunun oluşumu

Doğal yağışlardan, akarsulardan, göllerden ve suni su birikintilerinden geçirimli tabaka içerisine sızan su, yerçekimi etkisi ile zemin boşluk ve çatlaklarından aşağı doğru hareket eder ve geçirimsiz tabakaya ulaştığında bu tabaka üzerinde, yerçekimi zıddına doğru yükselmeye başlar. Bu yükselme, su tablasının kalınlığı atmosfer basıncına eşit oluncaya kadar devam eder. Bu şekilde Y.A.S.S. oluşur. Yeraltı suları genel olarak zemin danelerinin arasını doldurur ve onları birbirlerinden uzaklaştırır. Kimi zaman yeryüzünden sızan sular yeraltındaki geçirimsiz kaya katmanları arasındaki büyük boşluklara dolar. Bu durumda yer altı su tablası yâda **akifer** (aquifer) adını alır.

Akifer: Zemindeki boşlukları tamamen yer altı suyu ile doymuş olan ve bu suyu bir noktadan diğerine iletebilen oluşumlara akifer (su taşıyan tabaka) denir.



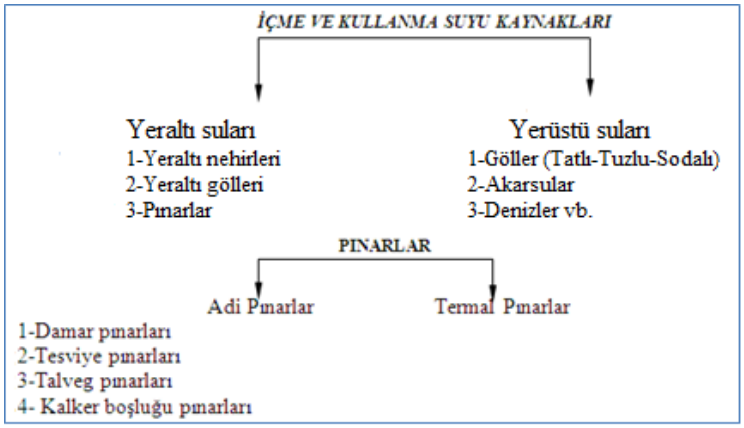
Şekil 18. Serbest yüzeyli akifer

Serbest yüzeyli akiferler: Bu tip akiferlerde su yüzeyi dalgalı bir biçimde suyun dolma ve boşalma alanına, kuyulardan çekilen debiye ve zeminin permeabilitesine bağlı olarak değişir. Akiferde depolanan su hacmindeki değişmeye bağlı olarak su yüzeyi alçalır veya yükselir. Yer altı su yüzeyi akifere giren kuyulardaki statik su seviyesi (kuyudan su çekilmemesi halindeki seviye) ile belirlenir.

Basınçlı akiferler: Bu tip akiferler su taşıyan tabakanın geçirimsiz iki tabaka arasında sıkışması halinde ortaya çıkarlar ve bunlara artezyen adı verilir. Yer altı suyunun basıncı atmosfer basıncından büyüktür. Bu tip akiferlerde bir kuyu açılınca yer altı suyu sıkışmış tabakanın tabanından piyezometre yüzeyine kadar kendiliğinden yükselir. Basınçlı akiferlerde açılmış kuyulardaki su yüzeyinin yükselip alçalması basınçtaki değişimlere bağlıdır. Serbest yüzeyli akiferlerdeki gibi su hacmindeki değişmelere bağlı değildir. Bundan dolayı basınçlı akiferlerde bulundurdukları suyun miktarında çok az bir değişmeyle beslenme bölgesinden suyu alarak ihtiyaç bölgesine iletebilirler.

D2-İçme ve Kullanma Suyu Kaynakları

Ülkemiz litolojik (Taşların yapısını inceleyen bilim, litoloji, petrografi, petroloji) yapı ve yer şekillerine bağlı olarak oluşan yeraltı suları bakımından oldukça zengindir. Yüzeyden sızan suların aşağı seviyelerde geçirimsiz bir tabaka önünde toplanması ile oluşan yeraltı sularının ülkemizdeki miktarı yıldan yıla değişiklikler göstermekle beraber 9 milyar m^3/yıl olarak hesaplanmaktadır. İçme ve kullanma suyu kaynakları, yağışlardan ve yeryüzü birikintilerindeki sızmalardan oluşur. Toprak bu oluşumda tabii filtre görevi yapar. Genel olarak su kaynaklarını şu şekilde gösterebiliriz.



Şekil 19. İnsani amaçlı su kaynakları

2-1-Pınarlar (Kaynak)

Yeraltı sularının kendiliğinden yeryüzüne çıktığı yere kaynak denir. Türkiye'de kaynaklara pınar, eşme, bulak ve göze gibi adlar da verilir. Kaynaklar, yer altı suyunun bulunuş biçimine, yüzeye çıktığı yere ve suların sıcaklığına göre gruplandırılabilir. Sularının sıcaklığına göre kaynaklar, soğuk ve sıcak su kaynakları olarak iki gruba ayrılır.

a-Soğuk Su Kaynakları

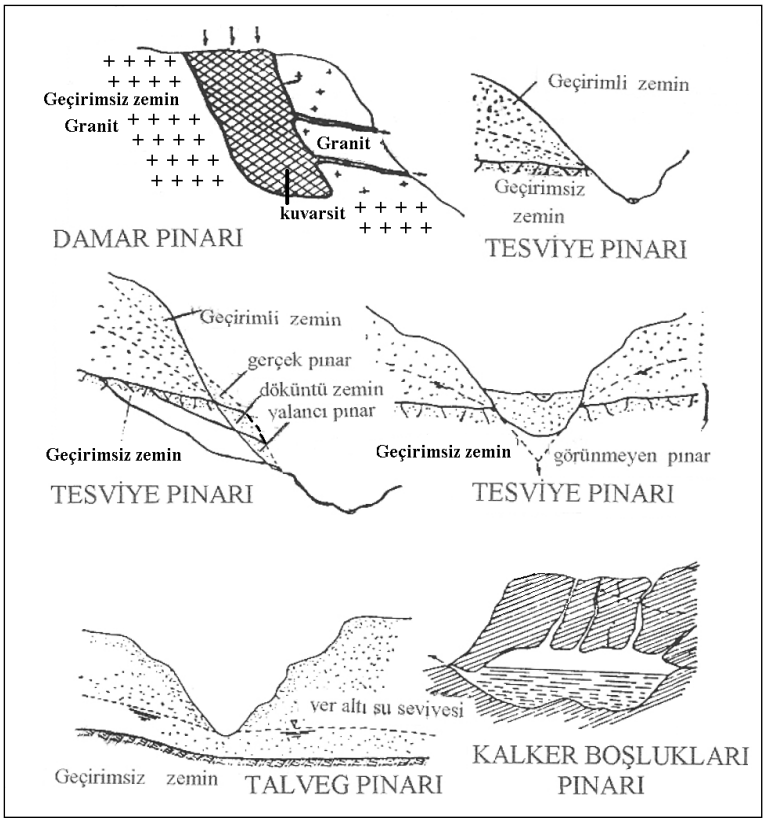
Yeryüzü sularının sızma yoluyla yeraltında birikerek yüzeye çıkması sonucunda oluşurlar. Genellikle yüzeye yakın oldukları için dış koşullardan daha çok etkilenirler. Bu nedenle suları soğuktur. Soğuk su kaynakları yeraltında bulunuş biçimine ve yüzeye çıktığı yere göre dört gruba ayrılır (Şekil 17).

1- *Damar pınarları:* Geçirimsiz tabakalar arasına sıkışmış geçirimli tabakada sızma yoluyla biriken suyun, bir yamaç ya da şevden yeryüzüne ulaşmasıyla bu tür içme suyu kaynakları oluşur.

2- *Tesviye pınarları:* Geçirimli zemin ile geçirimsiz zeminin bir şev yamacında kesişmesinden oluşan pınarlardır.

3- *Talveg pınarları:* YASS' nin bir geçirimsiz tabaka üzerinde yükselmesiyle yeryüzü çukurlarında ortaya çıkan pınarlardır.

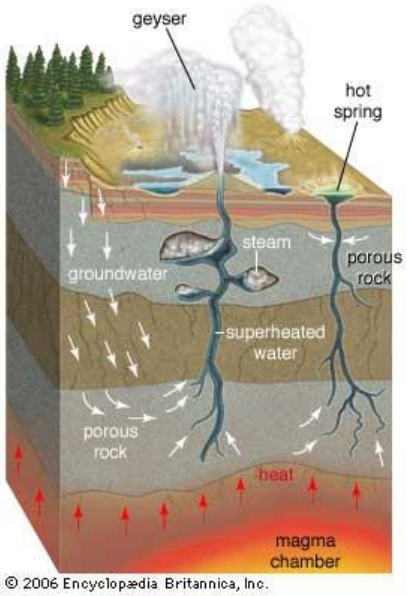
4- *Kalker boşluğu pınarları:* Jeolojik oluşumlar sırasında geçirimsiz kaya katmanları arasına sıkışmış kalker tabakalarının yüzeyden sızan su tesiriyle erimesinden oluşan boşluklara, yine sızma yoluyla dolan yer altı ve yerüstü suyunun oluşturduğu pınarlardır. Bu tür su kaynaklarına Karstik Kaynak (Voklüz) da denilir. Kalın kalker tabakaları arasındaki boşlukları doldurmuş olan yer altı sularının yüzeye çıktığı kaynaktır. Bol miktarda kireç içeren bu kaynakların suları genellikle sürekli değildir. Yağışlarla beslendikleri için karstik kaynakların suları soğuktur. Toroslar üzerindeki Şekerpınarı en tanınmış karstik kaynak örneklerinden biridir.



Şekil 20. Adi pınarlar (soğuk su kaynakları)

b-Sıcak Su Kaynakları

Yerkabuğundaki fay hatları üzerinde bulunan kaynaklardır. Fay kaynakları da denir. Suları yerin derinliklerinden geldiği için sıcaktır ve dış koşullardan etkilenmez. Sular geçtikleri taş ve tabakalardaki çeşitli mineralleri eriterek bünyelerine aldıkları için mineral bakımından zengindir. Bu tür kaynaklara; kaplıca, ılıca, içme gibi adlar verilir. Sıcak su kaynaklarının özel bir türüne gayzer denir. Bunlar, volkanik yörelerde yeraltındaki sıcak suyun belirli aralıklarla fışkırması ile oluşan kaynaklardır. Yerin derinliklerinde bulunan suların sıcaklığı yıl içinde fazla bir değişme göstermez. Fay kaynakları volkanik ve kırıklı bölgelerde görülür.



Şekil 21. Kaplıca ve gayzer oluşumu

E-SULARIN DERLENMESİ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından çıkarılan İçme ve Kullanma Suyu Temini ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik, 12 Ekim 2017 tarihli ve 30208 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır.

Belde nüfuslarının az olduğu zamanlarda tabii depolama sayılan pınar ve kaynaklar, insanların su ihtiyacını karşılayabiliyordu. Bunun için pişmiş kil ve künk borularla yerleşim bölgelerine getirilmesi yetiyordu. Ancak, nüfusun hızla artması beraberinde su ihtiyacını artırmış, daha bol miktarda ve kaliteli suyu başka şekillerde derleme ve depolama arayışlarına gidilmiştir.

Söz konusu olan ve su almayı zorlaştıran işlem, istenilen suyu almak değil, katı madde içermeyen suyu almaktır.

Yerüstü ve yer altı sularını insanların kullanımına sunmak ve kimi zaman dağınık halde bulunan su kaynaklarını bir yapı altında toplamak için yapılan sanat yapılarına *su derleme yapıları* denir. Suların derlenmesi şu başlıklar altında toplanabilir.

1. Yer altı sularının derlenmesi
2. Y.A.S. seviyesindeki yüzeysel suyun derlenmesi
3. Yerüstü sularının derlenmesi
4. Yağmur sularının derlenmesi

E1.Yer altı sularının derlenmesi

Bir beldenin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılama amacıyla, çevrede bulunan yer altı ve yerüstü sularının çeşitli yöntemler kullanılarak toparlanmasına suların derlenmesi veya suların kaptajı denilir. Suların kaynaktan alınması ve toplanması "kaptaj" kelimesi ile ifade edilir.

E1.1. Kaptajlar ve toplama odaları

Yerüstü ve yağış suları uygun bir zemine rastlayınca yer altına sızar. Bu sızma su geçirmeyen bir tabakaya kadar devam eder. Su geçirmeyen tabakanın biçimine göre yeraltı su tabakası veya gölü oluşur buna akifer (aquifer) denir. Eğer bu tabaka bir noktada yeryüzüne ulaşıyorsa bu sulara kaynak suları denir. Daha önce açıklanan pınar türlerinden biri şeklinde yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan bu suların kalitesi iyi ve debisi de ihtiyacı karşılayacak kadar verimli ise buraya bir su haznesi yapılır. Bu su haznelerine *kaptaj* denir. Aynı zamanda kaynak sularının derleme işlemine de kaptaj denilir.

Kaptajlar, şekil itibariyle tek veya çift gözlü yapılabilirler. Çift gözlü kaptajların birinci gözü suların getirdiği kumların dibe çökmesi ve suyun durulması için yapılır. İkinci gözde biriken sular, ucuna pirinçten veya paslanmaz çelikten (bakır+çinko alaşımı metal) pislik tutucu süzgeç takılmış (krepin) bir çıkış borusu ile belde veya depoya iletilir.

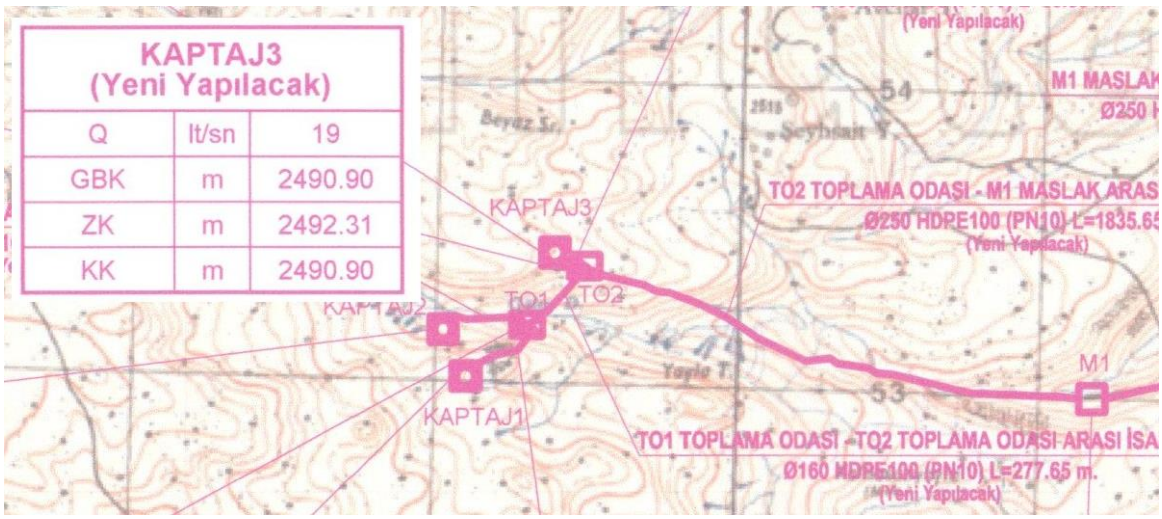
Kaptaj yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar:

- ✓ Kazı ve inşaa işleri sırasında geçirimsiz tabakanın örselenmemesine dikkat edilmeli.
- ✓ Kazı için dinamit kullanılmamalı.
- ✓ Kaptaj tesisi, suların tabiat olaylarından ve kötü niyetli kişiler tarafından kirletilmesine meydan vermeyecek şekilde inşaa edilmeli.
- ✓ Kaptaj, geçirimsiz tabakaya veya sağlam kayaya kadar uzatılmalıdır.
- ✓ Kaptajın yüzeysel sularla kirlenmesi ihtimaline karşı kaptaj çevresi kuşaklama hendeği ile çevrilmelidir.
- ✓ Kaptaj çevresinde ağaç yetiştirilmemeli, ağaç yetiştirilecekse kaptaja mesafesi en az 10 m olmalıdır.
- ✓ Kaptaj içinin sıva ve betonu için kireci az çimento harcı veya traslı çimento kullanılmalıdır.
- ✓ Kaptaj yapımında kalıcı olarak ahşap malzeme kullanılmamalıdır.

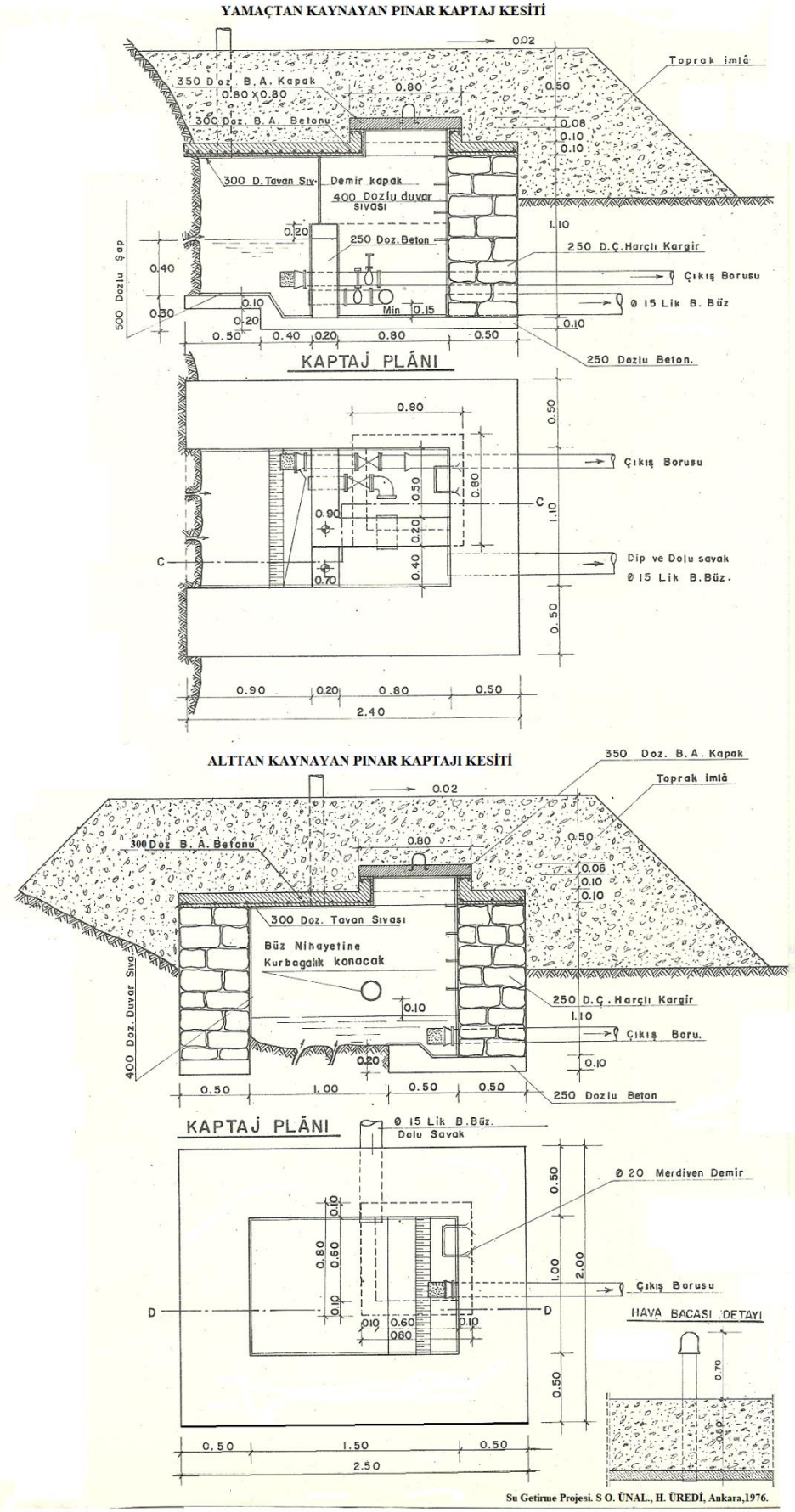
Birbirine yakın birden fazla kaptajdan elde edilen sular borularla bir başka su yapısına iletilerek orada toplanır ve iletim hattına verilir. Bu su yapısına toplama odası denilir. Bazı durumlarda ise membanın hemen yanına veya üzerine kaptaj yapmak mümkün olmayabilir. Dren borularıyla suları derlemek gerekir. Toplama odasına kaynak suları drenler vasıtasıyla getirilir. Kazı işlerinin membaya zarar vermemesi için toplama odası membadan biraz ilerde bir geçirimsiz tabaka teşkili ile birlikte yapılır. Toplama odaları iki kısımdan oluşur. Birinci kısım sızma yoluyla gelip drenlerle suyun aktığı hazne kısmı, ikinci kısım ise toplanan bu suyun sevk ve idare edildiği manevra odası kısmıdır. Manevra odasında, vanalar, süzgeçler ve kurbağalık gibi teknik donanım bulunur. Günümüzde kaptaj ve toplama odalarının boru, hazne ve vana oda takımları PE malzemeden yapılmakta ve çok pratik ve hızlı çözümler sunulmaktadır.



Şekil 22: Yamaçta toplama odası



Şekil 23. Kaptaj ve toplama odalarının iletim hattında gösterimi



Şekil 24: Taş duvarlı kaptaj plan ve kesitleri.

E1.2 Kuyular:

Yer altında birikmiş suları derlemek amacıyla inşaa edilen düşey tesislere kuyu denir. Kuyu açmak için seçilecek yer, kuyunun güvenliğini ve performansını etkileyebilir. Kuyu açılacak yer için çeşitli potansiyel noktalar belirlenmelidir. Bu bölgeler belirlenirken gelecekteki iskân durumu, genişleme alanı, ahırlar, depolama alanları, toplu yakıt depoları veya diğer olası ihtimaller göz önüne alınmalıdır ve kuyular bu gibi yerlerden uzakta açılmalıdır. Ayrıca kuyuların nerelerde açılabileceği veya bulunabileceğini belirleyen resmi düzenlemeler de dikkate alınmalıdır.

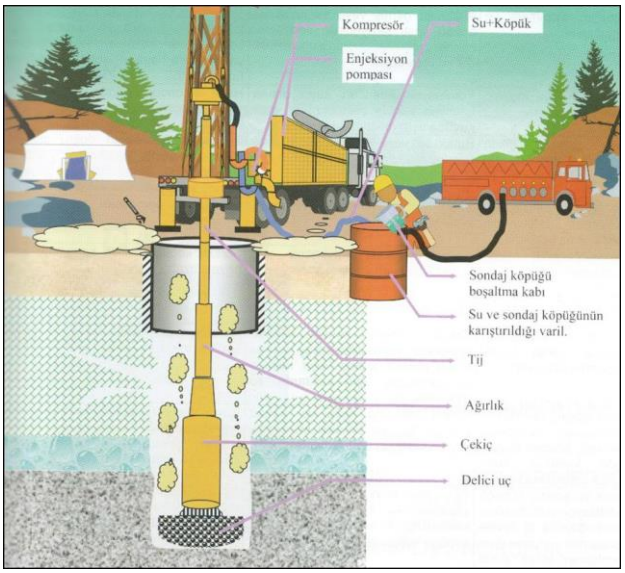
Kuyular temizlik, test ve izleme, bakım ve onarım için kolay ulaşılabilir yerlerde olmalıdır. Kuyu çevresi, yer üstü sularının ve çevresel pisliklerin kuyu içerisine dolmaması için eğimli yapılmalıdır. Kuyular ahır, mezarlık, tuvalet ve yer üstü su akımlarından etkilenmeyecek şekilde bu kirletici kaynakların üst kısmına açılmalıdır.

Belli başlı üç kuyu tipi vardır.

1- *Çökertme kuyular:* Beton, tuğla veya moloz taştan yapılırlar. En az 1 m çapında ve duruma göre 60 m derinliğe kadar yapılabilirler. Beton, ya dışarıda bilezikler halinde yapılır veya açılmış kuyu içerisindeki kalıplara dökülür. Kuyu içerisinde yükselen yeraltı suyu, ucunda pirinçten filtre bulunan dalgıç pompa vasıtasıyla yukarı alınır.

2- *Çakma kuyular:* Kumlu zeminde ve su seviyesinin pek derin olmadığı yerlerde çakma kuyu açılır. Çakma boru, iç içe geçmiş iki borudan oluşur. Dıştaki boru çakma borusu, içteki boru ise ucunda süzgeç bulunan emme borusudur. Boru çapları 25~60 mm arasındadır. Çakma borusunun uç kısmı delikli olup ucunda mahmuz bulunur. Emme borusunun yüzeydeki ucuna çakma işlemi bittikten sonra emme basma tulumba veya küçük güçte bir pompa bağlanır.

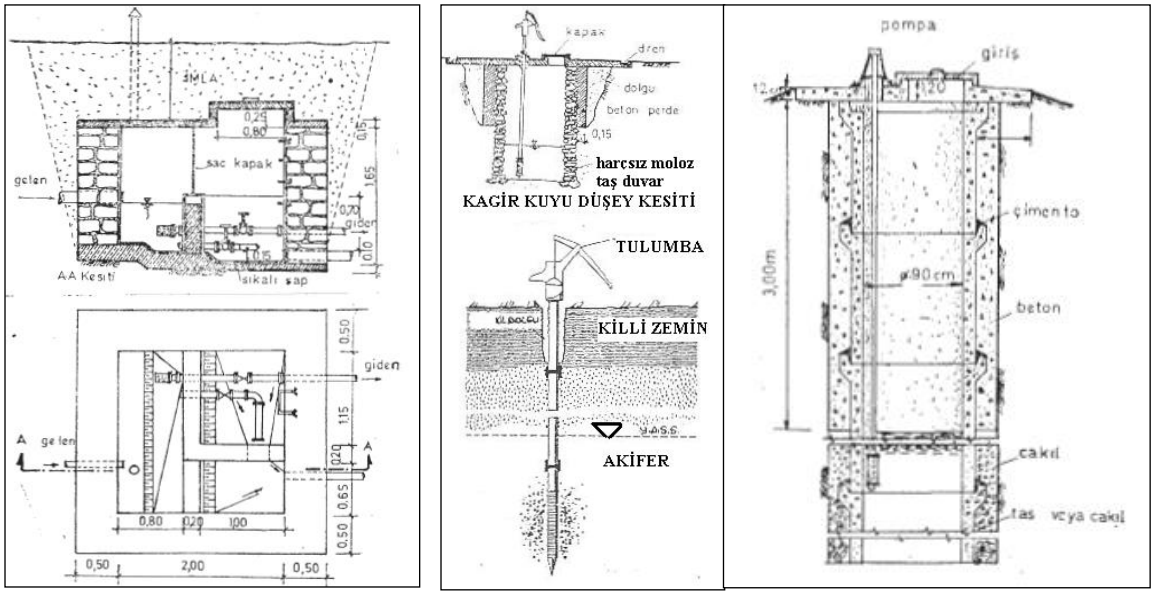
3- *Sondaj kuyuları:* (Well Drilling) Her çeşit zeminde ve derinlikte açılabilen kuyu tipidir. İçerisinde burgulu sondaj ucunun döndüğü bir borudan oluşur. Yeryüzünde sondajın yapılacağı yere betondan kuyu başı yapılır. Sondaj yapılırken aynı anda dış boruda açılan sondaj deliğine geçirilir. Yer altı suyu çok derinde ise borular birbirlerine manşonlu, vidalı veya kaynaklı olarak eklenirler. Borulu kuyular 250 m ye kadar inebilirler (rotary sondaj ve havalı sondaj).



Şekil 25. Sondaj işlemi



Şekil 26. Erzurum DSİ nin Somali'de yaptığı içme suyu sondajı

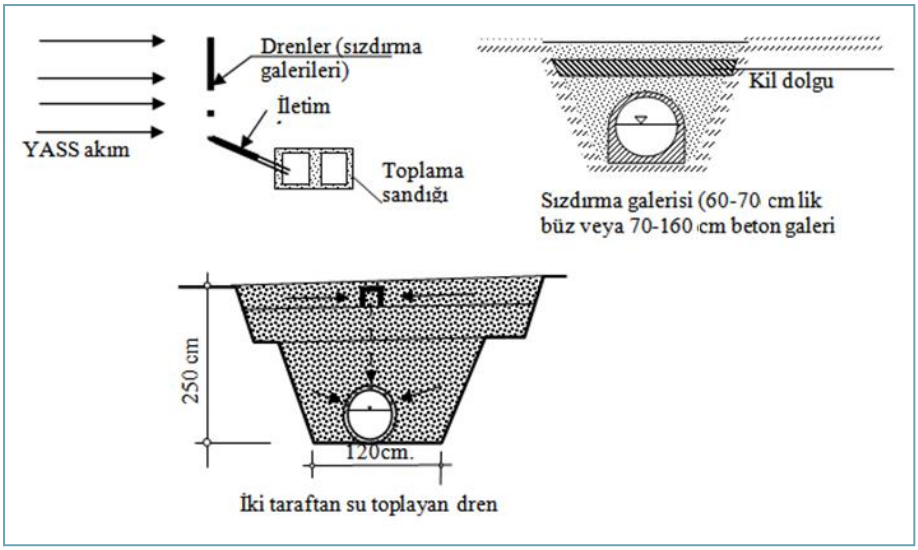


Şekil 27. Toplama odası, kargir ve borulu kuyu, Beton kuyu (keson) düşey kesiti

E2- Y.A.S. Seviyesindeki yüzeysel suyun derlenmesi.

Su taşıyan tabakanın derinliği az ise ve açılan düşey kuyulardan alınan su yeterli değilse yatay elemanlardan su derleme yoluna gidilir. Bunun için 5~10 cm çaplı, üzerinde suyun sızması için delikler bulunan künk veya plastik borular, geçirimsiz tabakaya kadar açılan hendek tabanına, yer altı suyu akım yönüne dik olarak döşenerek drenaj yapılır.

Yer altı suyu kalınlığı fazla ise ve debisi de yeterli ise içerisine insan girebilecek büyüklükte yumurta kesitli, beton veya taş galeriler yapılır. Bunlara sızdırma galerileri denir. Sızdırma galerileri, açık hendek şeklinde inşaa edilip sonradan üzeri kapatılır. Galeri duvarlarına suyun içeri sızmasını sağlayacak delikler bırakılır. Bu şekilde suyun derlenmesi, kuruda çalışmak için YAS seviyesinin indirilmesi safhası yüzünden masraflı olduğu için daha ziyade düşey kuyularla kaptaj imkânı araştırılır. Sızdırma galerilerini yamaçlar boyunca, vadilerde yer altı su akımına dik doğrultuda ve akarsulara paralel olarak inşaa etmek uygundur.

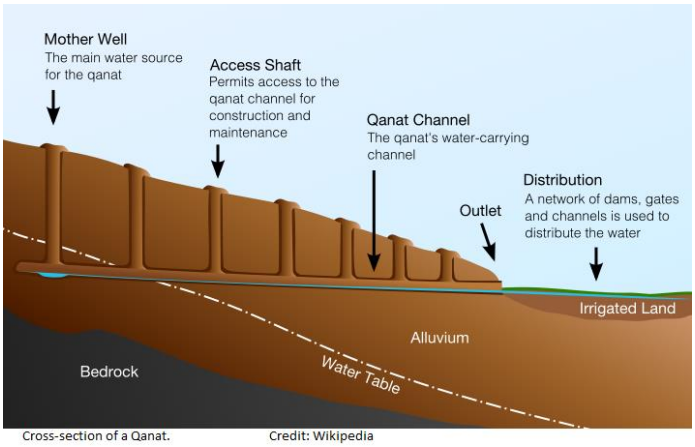


Şekil 28.YAS seviyesindeki suların derlenme şekilleri

E3. Yerüstü sularının derlenmesi

Akarsu, göl, deniz kenarında ki beldeler, içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarını bu gibi yüzeysel sulardan karşılarlar. Deniz sularının içme ve kullanma suyu haline getirilmesi oldukça güç ve pahalıdır. Buna kıyasla göl ve akarsulardan su derleme daha basit ve ucuzdur. Eğer akarsuyun debisi ve gölün kapasitesi bütün yıl gerekli miktarda suyu çekmeye yeterli ve suları da içme ve kullanmaya müsait ise su ihtiyacı bu kaynaklardan sürekli olarak temin edilebilir. İçme ve kullanma suyu yüzeysel sulardan derlenecek ise, bu potansiyellerin içerisine veya yanına yapılacak su alma tesisleri genelde şu kısımlardan oluşur.

- ✓ Kule veya vana odası şeklinde olan bir su alma yapısı
- ✓ Su alma borusu ve kanalı
- ✓ Pompa istasyonu ve arıtma tesisi



Şekil 29. YASS den galeri ile su derleme

E3.1. Nehirlerden su alma

Akarsularda katı madde hareketi

Akarsulardaki katı madde taşınımı akarsu yapılarının tasarım ve işletilmesi aşamalarında çok önemli olup kum ve çakıl büyüklüğündeki tanelerin hareketi önem kazanmaktadır.

Akarsularda katı madde hareketi üç şekilde gerçekleşmektedir. 1-Yıkantı maddesi; 2-Süspansiyon maddesi; 3-Sürüntü maddesi.

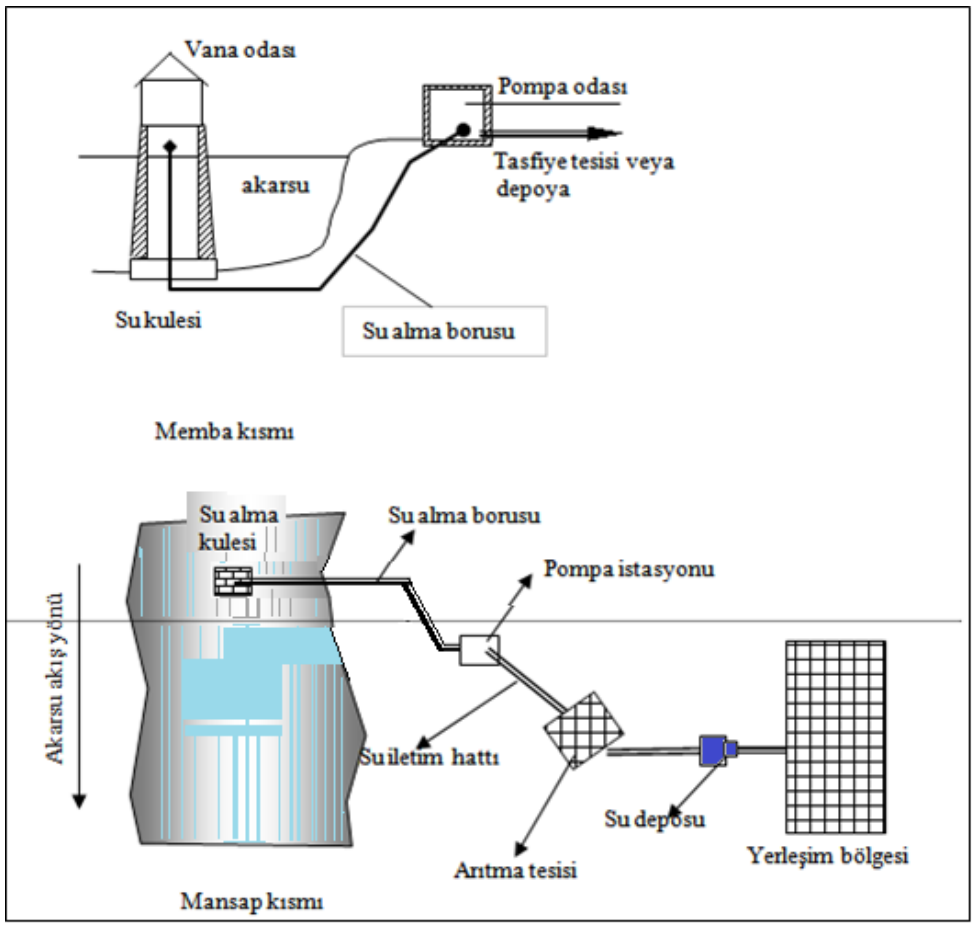
Yıkantı maddeleri, genelde durgun sular veya durguna yakın sularda çökelen küçük parçacıklardan oluştukları için akarsuyun morfolojisine etki etmezler.

Sürüntü maddesi, akarsu tabanında hareket eden ve yuvarlanan küçük parçalardan oluşur. Bu danelerin bir kısmı suda askıda tutulurlar. Bu askıdaki madde hareketine süspansiyon hareketi denilir. Akım hızı çok yüksek değerlere ulaşırsa bu maddeler sıçramaya başlar ve maddelerin çap ve yoğunlukları da artar. Bir süre sonra durgunlaşarak çökelirler. Bu duruma alüvyon veya sediment denilir.

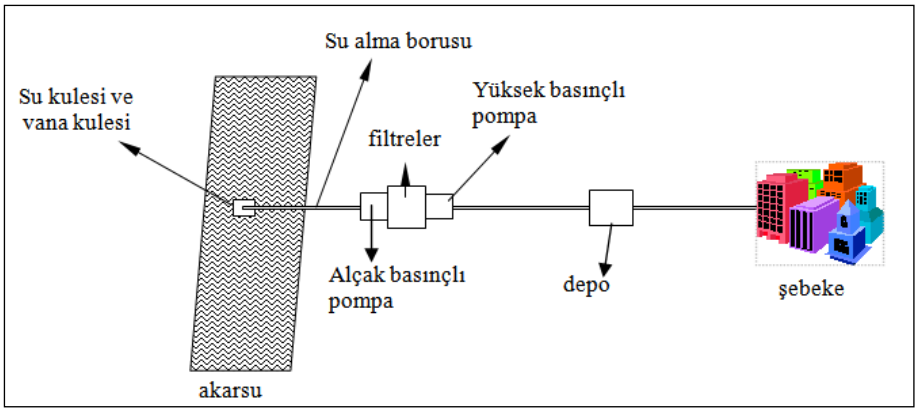
Gelen sürüntü maddesi, **taşınan sürüntü** maddesinden büyük olduğunda akarsu yatağında yığılmalar olacaktır. Sedimantasyon denen bu yığılmalar baraj ve diğer su yapılarının haznelerinin dolmasına sebep olur. Sürüntü ve süspansiyon maddeleri sürekli değişim gösterirler. Sedimentasyon birçok su alma yapısında tekrarlanan bir problemdir. Sedimentasyon dolayısıyla su çekme kapasitesi düşer, pompalarda ve pompalama sistemlerinde zararlara sebep olur. Bu nedenle su alma ağızlarının yerleşim tasarımında erozyon ve sedimentasyon tesirleri düşünülmeli ve taban malzemesinin su alma ağız yapısına minimum miktarda girecek şekilde yerleşimi sağlanmalıdır. Sediment birikimi nehrin akım taşıma kapasitesini düşürür ve ulaşım için faydalanılan nehirlerde gemi ulaşımına engel olur.

Nehir sularında kirlenme fazla olduğundan genel olarak kalite bakımından uygun değillerdir. Bu suların arıtılması zor ve pahalıdır. Bu yüzden son çare olarak ele alınırlar.

Nehirlerden su, yerleşim bölgelerine göre memba kısımlarından, akış hızının büyük olduğu, nispeten temiz bölgelerden alınmalıdır. Su alınacak noktaya su kulesi yapılır. Kule içerisine dolan su, kule içerisinde bulunan düşey milli dik türbin pompalar ve borular vasıtasıyla filtrelere veya depoya iletilirler.



Şekil 30. Nehirlerden su derlenmesi

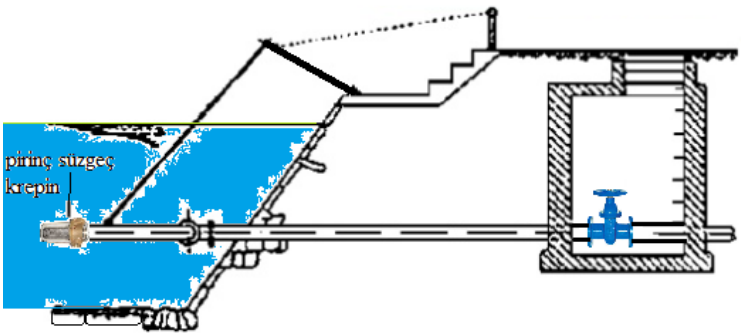


Şekil 31. Akarsulardan elde edilen kullanma suyunun beldeye iletimi aşamaları

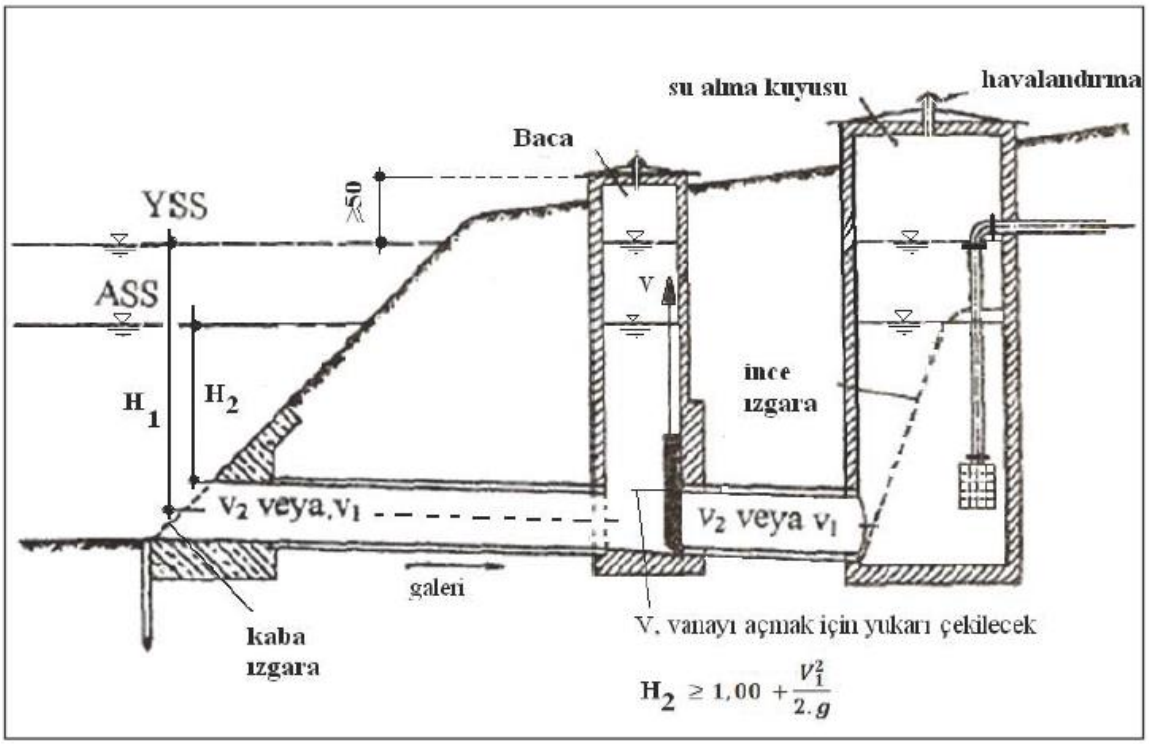
Bir akarsuyun kenarından (sahilinden), yatağından ya da yatağının altından (talvegden) su alınabilir.

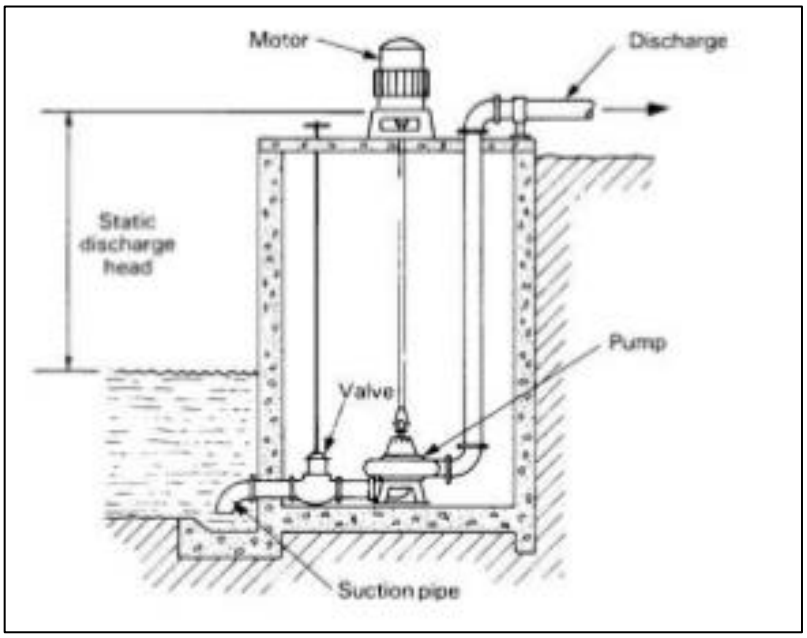
E3.1.1. Nehrin yamacından su alma

İçme –kullanma amaçlı su, akarsuyun uygun olan kıyı ya da yamacına priz yapısı yapılarak derlenebilir. Bu maksatla akarsu yatağının yanına önce bir çökeltme odası yapılır. Burada suyun kısmen de olsa durulması ve beraberinde getirdiği kum, bitki artığı vs. gibi katı maddelerin çökelmesi sağlanır. Durulmuş olan su pompa yardımıyla temizleme tesisine veya depoya iletilir. Direkt olarak şebekeye iletmek mahsurludur. Bu yapı tarzı nehirde gemi trafiğinin olması hali için de çok uygundur. Menfez tabanının nehirdeki su seviyesinden daha aşağıda bulunmasına özellikle dikkat edilir. Kanalın sonunda bir su alma kuyusu veya bir toplama odası yapılır. Vana odası ve su alma kuyusu feyezanlardan korunmuş olmalıdır (Yüksek su seviyesinin en aşağı 50 cm üstüne çıkması istenir). Suyla birlikte sürüklenen kum ve çamurlar su alma kuyusunda tabana çökelir. Yüzen büyük cisimlerin su alma yapısına girmesini önlemek için galerinin ağzına bir kaba ızgara konur. Su alma kuyusunda da bu suların bir ince ızgaradan geçmesi sağlanır. Ayrıca emme borusu bir süzgeç (krepin) ile donatılır. Bu yapı tarzının uygulanabilmesi için, nehirde su seviyesinin fazla oynamaması ve nehrin yamacının yeteri derecede dik olması gerekir. Fazla miktarda su alınması halinde, debi kontrolü için su alma yapısının bir vana ile teçhizi gerekir. Vananın birden bire açılması halinde yüksek hızlar meydana gelmemelidir (Muslu, 2005).



farklı su seviyelerinden su alma düzeneği

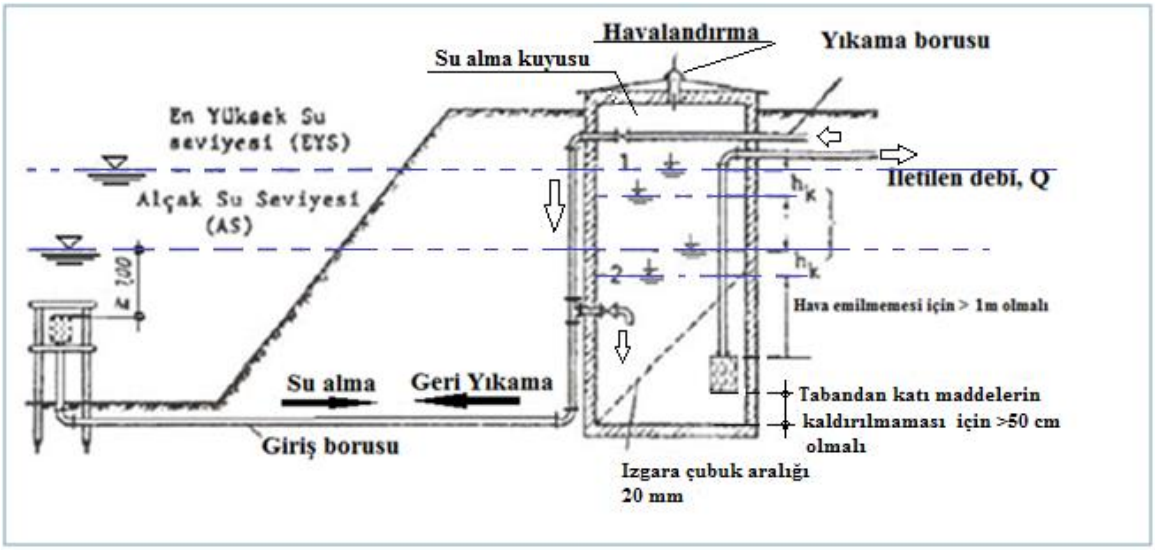




Şekil 32. Bir galeri aracılığıyla akarsu sahilinden (şevinden) su alınması

E3.1.2. Nehrin Ortasından Su Alınması

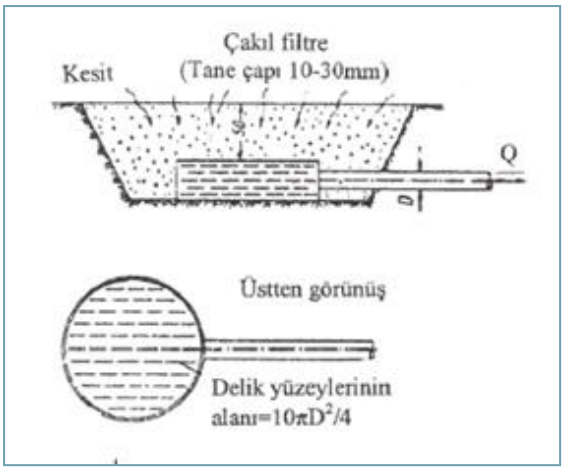
Herhangi bir nehrin ortasından akan sular kenarlara nazaran daha temizdir. Gemi trafiği olmayan nehirlerde akarsuyun ortasından su alınabilir. Nehrin ortasından ve tabandan 1m yukarıdan su alınması tercih edilir. Suyun alınacağı yere karar verildikten sonra buradan sahile kadar bir boru döşenir. Bu boru bir isale galerisi veya su alma kuyusunda son bulur (Muslu, 2005).



Şekil 33. Tabanda sürüntü maddesi hareketi olan akarsu yatağından su alma

E3.1.3. Nehir Tabanından Su Alınması

Bir akarsuda alçak su seviyesi tabana çok yaklaşırsa, diğer yöntemlerle su almaya imkân yoktur. Zira su alma borularında suyun en aşağı 60 cm'lik bir basınç altında akması istenir. Bu şartı sağlamak içi akarsuyun tabanı taranır ve buraya delikli font bir sandık konur. Bunun etrafı kum-çakıl filtresi ile doldurulur. Bu şekilde su alabilmek için akarsuyun sürüntü maddesi getirmemesi ve yatağın donmaması lazımdır.



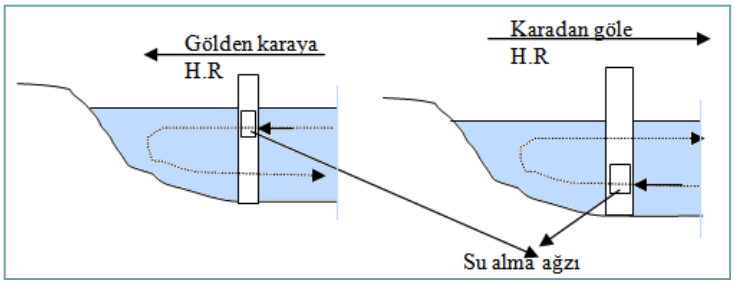
Şekil 34. Nehir tabanından su alma

E3.2. Göllerden su alma

Göl suları nehir sularına nazaran daha temizdir. Ancak göl sularının da kimyasal analizi yapıldıktan sonra kullanımına karar verilmelidir. Gölün çevresinde göle atıklarını boşaltan sanayi tesisi bulunmamalıdır. Belde atık suları da arıtıldıktan sonra göle deşarj edilmiş olmalıdır. Ayrıca tuzlu, sodalı göllerden içme suyu elde etmek için özel arıtma tesisi yapılmalıdır. Göllerden de, akarsularda olduğu gibi teknikler kullanılarak sular derlenebilir. Göl suları derlenirken şu hususlar göz önüne alınmalıdır.

- ✓ Su alma yeri mümkün mertebe rüzgâr ve dalga etkisi altında olmayacak şekilde seçilmelidir.
- ✓ Giriş hızları 15-20 cm/s. den fazla olmamalı, balık vesair hayvanların borulara girmesine mani olunmalıdır. Su alma ağzı ile kıyı arasında bağlantı sağlanır.
- ✓ Dibe çöken çamurun alınmaması için, su alma ağzı dipten 3~4 m üstte olmalıdır.

- ✓ Göle esen hâkim rüzgâr yönü araştırılmalıdır. Bu durum su alma yapısının kapaklarının konumuyla yakından alakalıdır.

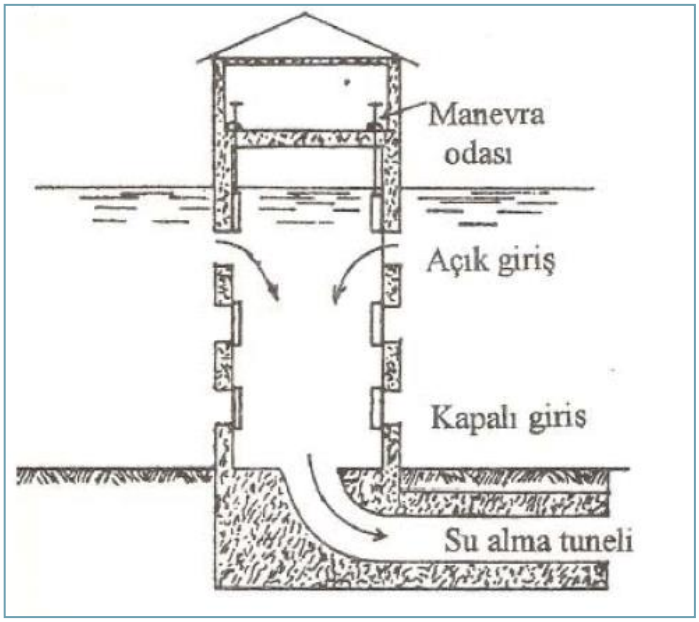


Şekil 35. HR yönüne göre su alma ağzının konumu

- ✓ Yüzey ve yüzey altı akıntıları göz önünde bulundurulmalıdır.
- ✓ Varsa su ulaşım vasıtalarının rotaları dikkate alınmalıdır.
- ✓ Mümkün olduğu kadar gölün açıklığından su alınmalı, sahilden alınmamalıdır.
- ✓ Su alma yerleri seçilirken kirlenme bölgeleri araştırılmalıdır. Kirlenmeye sebep olan unsurlar varsa iyileştirilme yoluna gidilmelidir.

Bazen gölün içinde bir su alma kulesi inşa edilerek sular bir boru ve tünel ile pompa istasyonuna alınır. Büyük masraflar gerektirdiği için suların tünellerle alınması sadece büyük debilerde söz konusu olur. Genelde su alma ağzının göl yüzeyinin 7,5 m altına konmasını tavsiye edilmektedir. Diğer yönetmeliklerde bu değer, derin göller için 15 m, sığ göller için 5 m olarak verilmektedir.

İçme ve kullanma suyunun diğer önemli kaynağı da göletlerdir. Göletlerde depolanan sular bir su alma yapısı ile derlenerek isale ile arıtma tesisine iletilir.



Şekil 36. Göl içerisine inşa edilen su alma kulesi

E4. Yağmur sularının derlenmesi

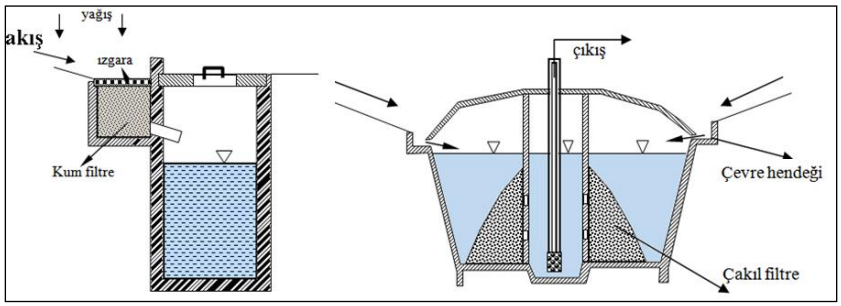
Yağmur sularının içim yönünden kalitesi iyi değildir. İçerisinde, içme suyunda olması gereken mineraller ve kimyasal maddeler yoktur. Bunlar buharlaşma sırasında yeryüzünde kalmışlardır. Sertlikleri azdır. Bu yüzden sabunu iyi köpürtürler. Kullanım suyu olarak yer altı ve yerüstü sularının bol olmadığı yerlerde, çatılardan veya özel olarak düzenlenen yüzeyler vasıtasıyla yağmur suları derlenebilir.

Sarnıçlar: Yağmur suları sarnıç adı verilen depolarda toplanır. Sarnıçlar genellikle zemine gömülü ve su sızdırmayacak şekilde yapılırlar. Basit sarnıçlarda, yağan yağmur suları özel olarak

hazırlanmış su emme oranı az yüzeylerden kanallar vasıtasıyla toplanarak filtre havuzlarından geçirildikten sonra sarnıca alınırlar. Sarnıçtaki suyun temiz kalması için pompa yardımıyla alınması uygun olur.

Sarnıçların hesabında, o beldeye düşen yıllık yağışın 3/4 'ünün sarnıçlara girebileceği kabul edilir. Sarnıçlar, beldenin yıllık yağışına ve kurak mevsimin uzunluğuna göre boyutlandırılır.

Sarnıçlarla ancak çok küçük yerleşim birimlerine su sağlanabilir. Yağış suları, yağmurun ilk anında toplama havzasındaki toz ve kiri temizledikleri için sarnıca gelmeden önce filtre edilmeli ve sarnıç içerisinde de dezenfekte işlemi yapılmalıdır. Bunu için her 1 m^3 su için 50 gr sodyum hipoklorit ($2NaOH + Cl_2 \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$) kullanılması tavsiye edilmiştir. Ev çamaşır sularında %5 oranında sodyum hipoklorit olduğu için her 1 m^3 yağmur suyu için 100 gr çamaşır suyu bu işi görebilir.



Şekil 37. Kutu sarnıç ve Silindirik gömme sarnıç

F-İÇME VE KULLANMA SUYUNUN İLETİLMESİ

İçme ve kullanma suyu olarak kullanılabilecek nitelikteki yeraltı ve yerüstü kaynaklarından çeşitli metotlarla derlenen sular şebekeye verilmeden önce depolanır. Gereğinde çeşitli temizleme ve filtrasyon işlemlerinden sonra belde içme suyu şebekesine iletilirler. *Beldelerin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak için kaptajdan alınan suyun, sarf edileceği yer civarındaki depo veya tasfiye tesislerine borularla getirilmesine suyun iletimi denilir*. Kaptaj ile deponun topoğrafik konumuna göre suyun iletilmesi üç şekilde yapılır.

F1-Yerçekimi etkisi ile iletim (cazibeli) : Suyun derlendiği kaynak, depodan veya beldeden kot olarak yeteri kadar yüksekte ise su bu yöntemle iletilir. Bu yöntemin esasını, kaptajdan bırakılan suyun, kendi ağırlığı altında yerçekimi etkisiyle akması oluşturur. Kendi ağırlığı altında akan su, borular içerisinde büyük yersel yük kayıplarına uğramazsa depoya kolayca ulaşır. Suyun iletiminde ayrı bir enerjiye (elektrikli veya akaryakıtlı pompa gibi) ihtiyaç duyulmaması bu sistemin en önemli özelliğidir.

Cazibeli iletim mantığı

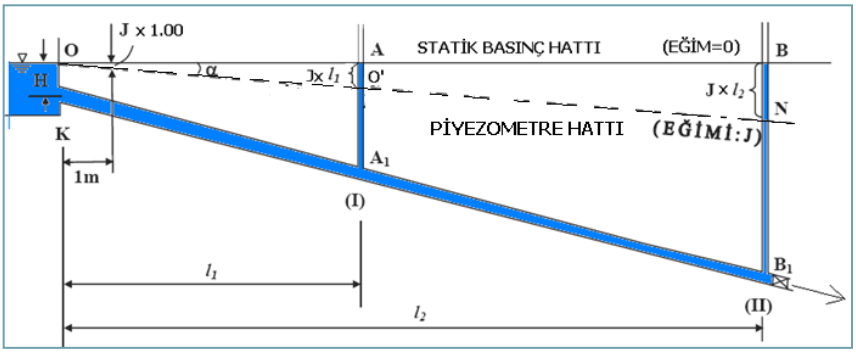
Suyun kaptajdan çıktığı boru kotuna krepin kotu denilir. Krepin kotundan yatay bir hat çizilirse, teorik olarak bu hattın altında kalan bütün noktalar suyu cazibe ile rahatça alabilir (Şekil 37). Bu hatta "statik seviye ya da hidrostatik basınç çizgisi" adı verilir. Statik seviye aynı zamanda boru taban kotuyla krepin kotu arasındaki farktır. Depoya suyun cazibeli olarak iletilebilmesi için bu farkın depo giriş kotundan büyük olması gerekir. Aşağıdaki şekil yardımıyla başka bir yaklaşım ile bakılacak olursa; B_1 vanası kapalı iken yani kalın boruda su akmazken, depodan l_1 uzaklığında bulunan birinci ince boruda su dikey olarak A noktasına kadar yükselir. Depodan l_2 uzaklığında bulunan ikinci ince boruda ise su, dikey olarak B noktasına kadar yükselir (Birleşik kaplar). Bu OAB yatay hattına *Statik Basınç Hattı* denir. Bu hattın eğimi sıfır olup her noktasındaki kot aynıdır (Erdemgil, 1995).Su, kaptajdan çıkarken iletim hattı içerisinde akarken ve depoya girişte bir takım enerji kayıplarına uğrar. Bu kayıpların çoğu boru ile su arasındaki sürtünmeden dolayı oluşur.

Dolayısıyla, su, çıkması beklenen seviyeden daha aşağı bir kota çıkabilir. Bu kota "*piyezometre kotu*" adı verilir. Piyezometre kotu, boru tipine göre alınan sürtünme katsayısı (J) ile, boru uzunluğunun (L) çarpımının, krepin kotundan çıkarılmasıyla elde edilir. Piyezometre kotları bir hat ile birleştirilirse " *piyezometre hattı* (OO'N) yada *hidrolik yük çizgisi*" elde edilir.

Sürekli kayıplar $\Delta h = (J.L)$ *olduğuna göre,*

Piyezometre kotu= (Krepin kotu $- \Delta h$*) olur.*

İletim hattının her noktasındaki işletme basıncı, statik seviyeden sürekli kayıplar düşüldükten sonra elde edilen değerdir. Bir başka ifadeyle, piyezometre kotundan boru taban kotu çıkarılarak işletme basıncı elde edilir (İşletme basıncı = Boru taban kotu - piyezometre kotu). Su iletiminde kullanılacak borular belli bir işletme basıncına dayanıklı olmalıdır. *Cazibeli iletim hatlarında ve şebekelerinde boru cins ve çapları statik basınçlara göre seçilir.* Minimum su hızı 0,30 m/sn, en fazla su hızı 3 m/sn olarak alınır.



Şekil 38. Cazibe ile iletim şeması

F2-Terfili iletim: Suyun iletileceği depo, kaptaj yerinden yukarıda ise, su pompalar yardımıyla kaptajdan depoya iletilir. Bu şekildeki iletime terfili iletim denir.

Terfili iletimde su pompası kullanılması gerekir. Pompalar akaryakıtlı veya elektrikle çalışırlar. Suyun iletimi esnasında sürekli olarak enerji harcanır. Bu yüzden suyun aboneye mal oluş bedeli pahalı olur. Terfili iletim hatlarında, işletme esnasında meydana gelen darbe tesirleri de dikkate alınarak boru çapı ve tipi hesaplanır. Genel olarak daire kesitli basınçlı çelik borular kullanılır. Boru çapı küçük seçildiği zaman tesis masrafı az, buna karşılık pompanın basma yüksekliği büyük çıkar. Bu da pompa masrafının fazla olması demektir. O halde, boru çapları seçilirken ekonomik boru çapı araştırması yapılmalıdır.

Muhtemel arızalara tedbir olarak yedek pompa ve jeneratörler terfi istasyonlarında hazır bulundurulmalıdırlar. Bir pompanın gücü şu ifade ile hesaplanabilir.

$$N = \frac{\gamma \cdot H \cdot Q}{75\eta} .....B.B \quad \text{dir.}$$ bu ifadede,

N= motor gücü (buhar beygiri),

γ = suyun b.h. ağırlığı. (kg/m^3),

Q= debi (m^3/sn),

H= terfi yüksekliği (m).

η = pompanın verimi (pistonlu pompalarda 0.80 ~ 0.9, merkezkaç (santrifüj, merkezkaç) pompalarda 0.6 ~ 0.7)

Q debisini, H yüksekliğine basmak için bir saatte sarf edilen enerji,

$$N = \frac{1000 \cdot H \cdot Q}{75\eta} \times 0.736 \quad \text{kw - h} \quad \text{dir.}$$ (1kw=1,36 B.B)

F3-Karma (kombine) iletim: Su iletilecek kaptaj ile depo arasındaki arazinin durumu hem terfili iletimi hem de cazibeli iletimi mecburi kılabilir. Kaptajla depo arasında topoğrafik bir engelin olması bu sistemin uygulanmasını gerektirir.

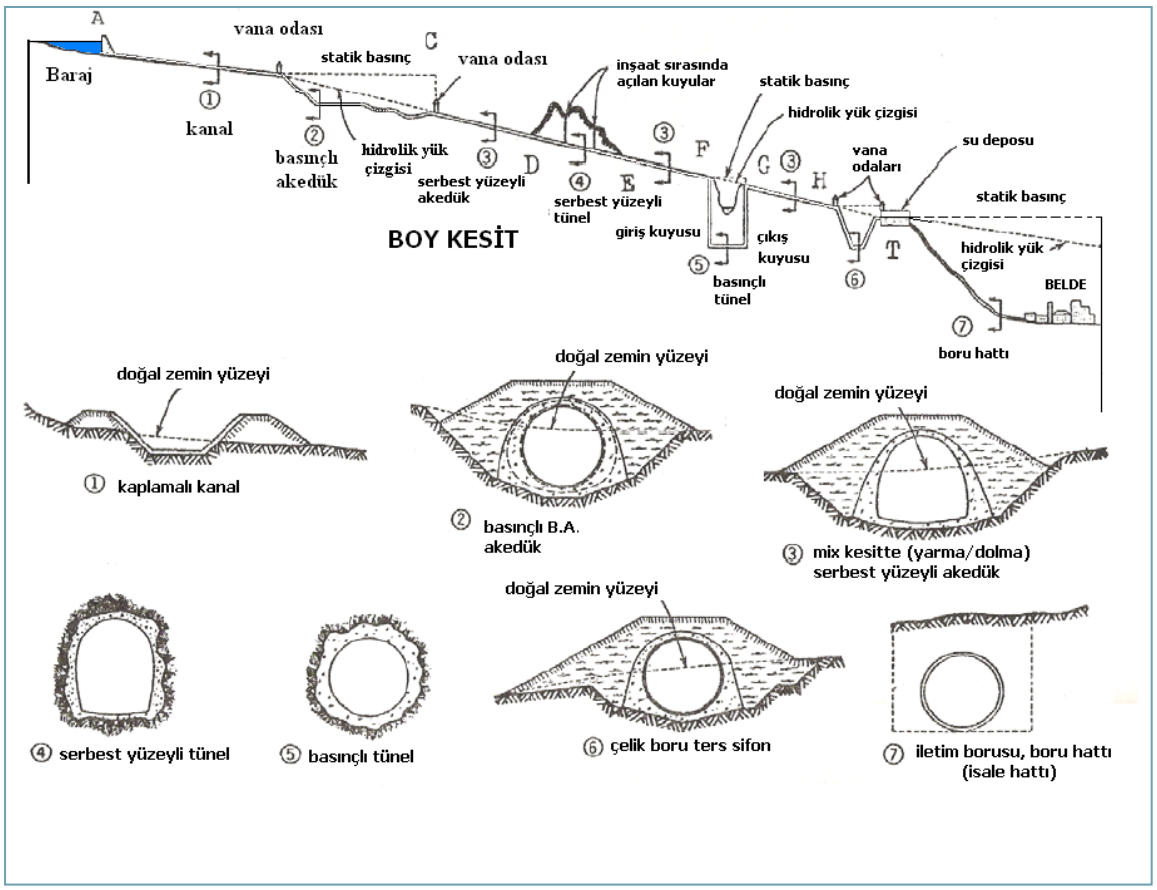
Bu sistemde, su, kaptajdan belirli bir notaya kadar pompa ile enerji sarf edilerek iletilir. Bundan sonra, depoya kadar yeterli yükseklik farkı varsa, yerçekimi etkisi ile enerji sarf edilmeden iletilir. Genelde, depodan şebekeye kadar suyu iletecek ana borunun cazibe ile çalışması arzu edilir. Böylece muhtemel pompa arızalarından şebeke ve pompalama sırasındaki darbe tesirlerinden de ev tesisatları etkilenmez.

İletim Hattı, Plan, Profil ve Şematik Profil

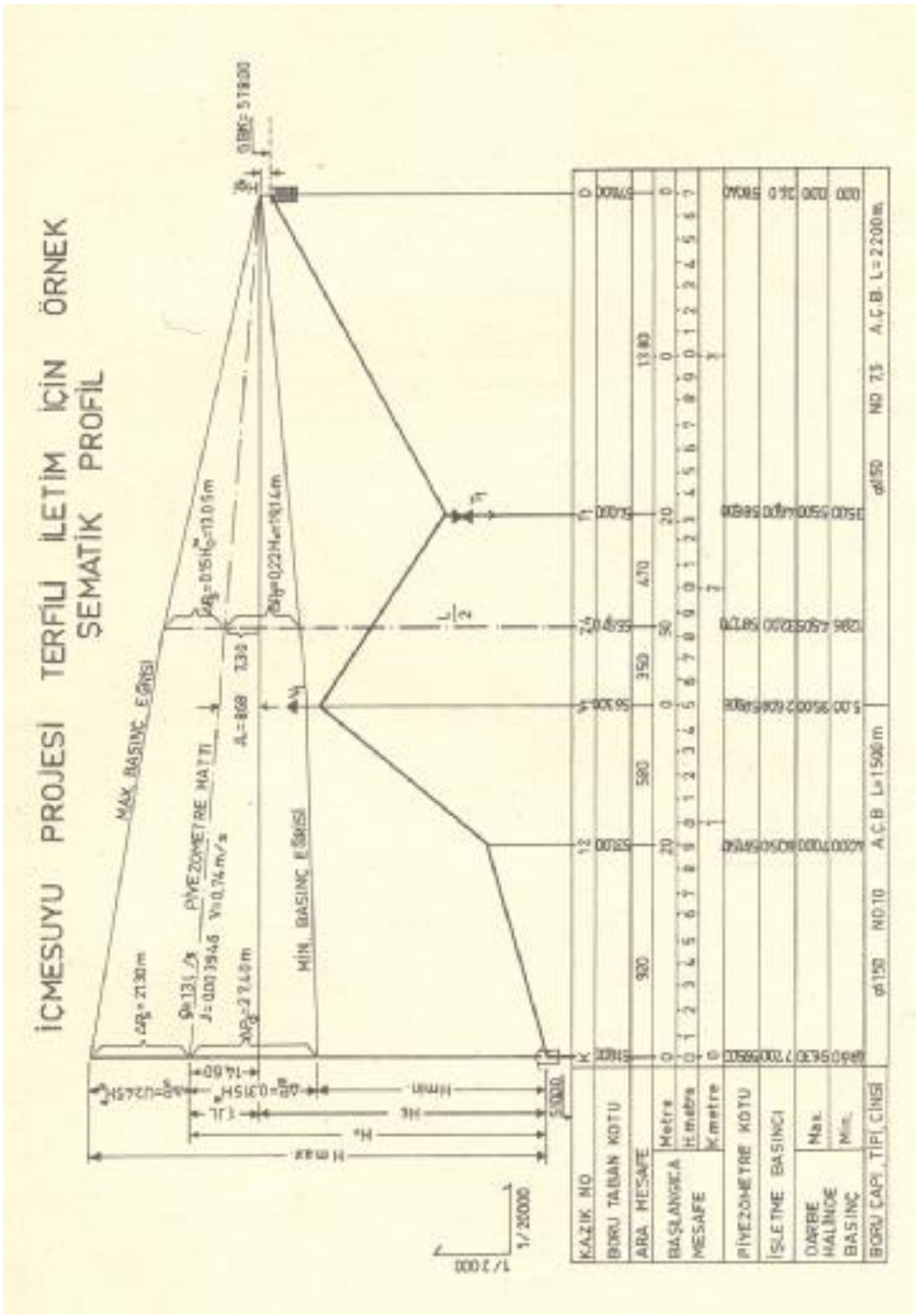
- Planlar : 1/1000 veya 1/2000 ölçeğinde,
- Profiller : 1/1000 – 1/100 veya 1/2000 – 1/200 ölçeğinde hazırlanır.

Profillerin altında; kazık numarası, zemin kotu, boru taban kotu, ara mesafeler, başlangıca mesafeler, hektometre-kilometre başlangıç yerleri, boru tipi, boru cinsi, boru eğimi, boru çapı ve dirsekler gösterilir. Profilde kaptaj, maslak, vantuz, kanal, dere, köprü, kara ve demiryolu geçişleri, tahliye, depo v.b. yapıların yerleri belirtilir. Eğimin % 30'u geçtiği yerlerde dolgu tutucu duvar da profilde işaretlenir.

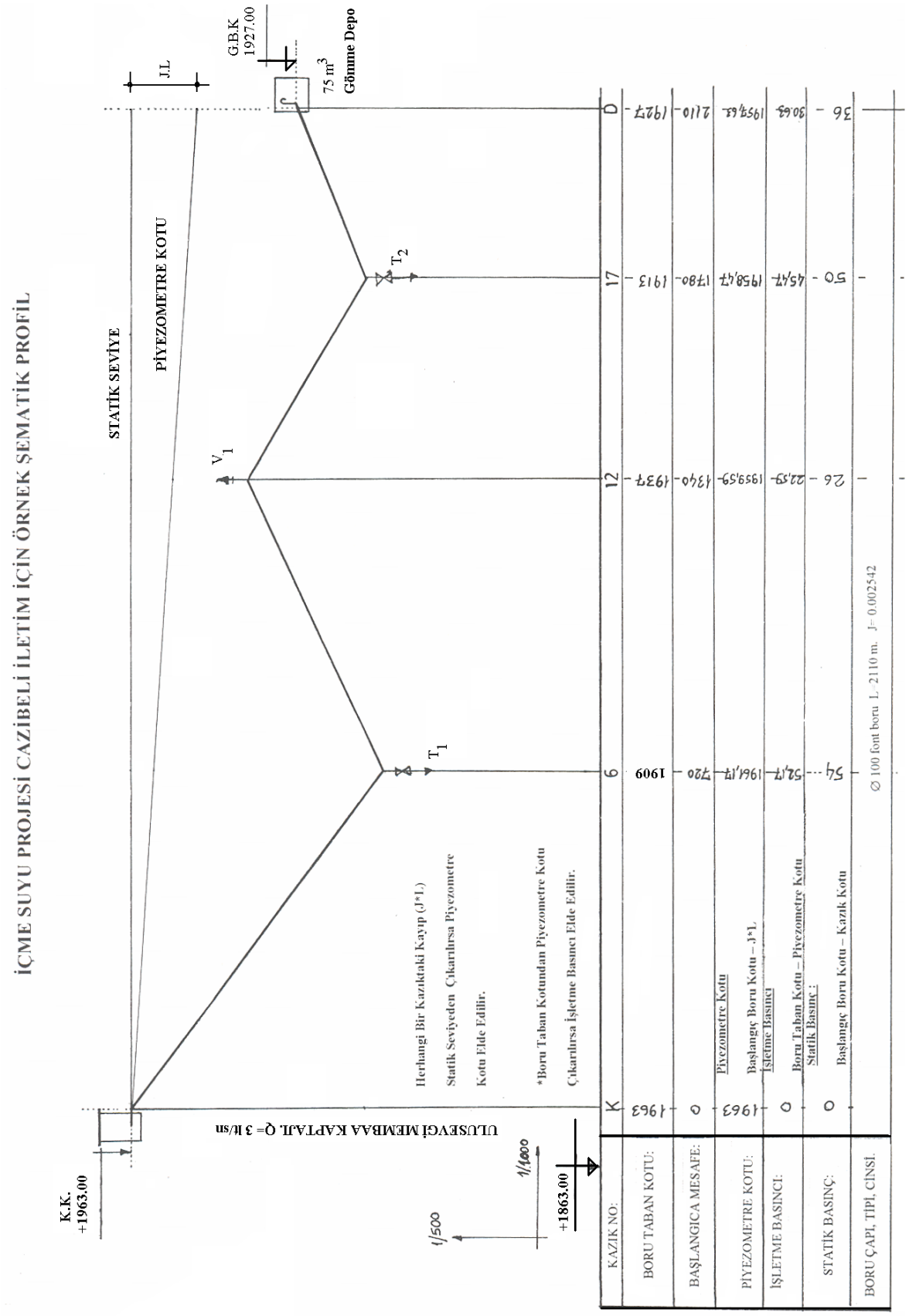
İletim hattında sanat yapıları projeleri 1/50 – 1/20 v.b. uygun bir ölçekle hazırlanır. Betonarme hesaplar ve vantuz, tahliye, maslak, hava boşaltım bacası, tespit kütleleri, akarsu sel yatağı ve çürük zemin geçişleri v.b. tip detaylar da projeye eklenir.



Şekil 39. Ana isale (iletim hattı) boy kesit ve elemanları



Şekil 40. İçme suyu projesi Terfili iletim için örnek şematik profil



Şekil 41. İçme suyu projesi cazibeli iletim için örnek şematik profil

İletim (isale) Hattı Güzergâhı Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

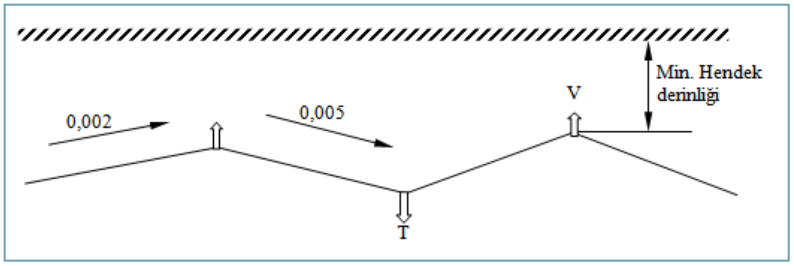
Kaptaj ile depo arasına döşenen ana su boru hattına isale hattı denilir. Bu hattın araştırılması, genel olarak 1/2000 veya 1/1000 ölçekli tesviye eğrili haritalar üzerinde yapılır. İletim hattı mümkün olduğu kadar kısa olarak yapım yerlerine boru ve diğer malzemelerin nakline kolaylıkla imkân sağlayacak şekilde yollara yakın, jeolojik bakımdan emin, vantuz, tahliyeleri az olacak şekilde seçilir. Cazibe ile iletim halinde ve özellikle terfi hatlarında boyuna profiller tercihen parabol şekline yaklaşık olması sağlanmalıdır. Kuru dere ve su yataklarından geçen iletim hatları en kısa şekilde yatak dışına alınır ve yukarıda belirtilen hususlar göz önünde tutularak en ekonomik güzergâh seçilir.

İletim hattından abonelere su verilmez. Ancak su verilecek bir yerleşim yeri civarından geçen ve depoya kadar uzun gidiş ve dönüş gerektiren hallerde önemli ekonomi sağladığı takdirde iletim hattı üzerinden dağıtım yapılabilir. Bu durumda dağıtım noktasından su, kolye ile alınmaz ve tercihen belirli aralıklarda teşkil edilecek T parçası ile tali boru üzerinden yapılır.

İsale hattı güzergâh araştırması yapılırken şu hususlara dikkat edilmelidir.

1. İletim hattının ekonomik olabilmesi için mümkün olduğu kadar kısa yol takip edilmelidir.
2. İletim hattı, askeri bölgeler, mezarlıklar, yerleşim alanı, bataklık vb. gibi bölgelerden geçirilmemeli.
3. Güzergâh seçiminde, iletim hattında oluşabilecek büyük basınçlar göz önüne alınmalıdır. Bu yüzden çok fazla eğime sahip bölgelerden geçmemek gerekir. Mecbur kalınırsa bu durumu telafi edecek çareler araştırılmalıdır.
4. Deprem bölgelerinde iletim hattının fay hattını kesmemesi sağlanmalıdır.
5. Heyelanlı bölgelerden kaçınılmalıdır.
6. Küçük kapasiteli iletim hatlarının güzergâh araştırmasında, karayolu, demiryolu, akarsu geçidi gibi sanat yapılarının yapılmasını gerektirecek masraflı güzergâh tercih edilmemelidir.
7. İletim hattı kanalı (kazı hendeği), tabii zeminin dengesini bozmamalıdır. Denge bozulursa yamaçlar kayarak iletim hattını kopartır. Bu gibi yerlerde, kanallar tek veya çift taraflı istinat duvarları ile takviye edilmelidir.
8. İletim hattında tünel açmayı gerektirecek bir güzergâh seçilmemeli, mecbur kalınırsa var olan karayolu ve demiryolu tünellerinden faydalanılmalıdır.
9. Dere veya akarsular geçilecekse, duruma göre borulu köprü veya alt geçit yapılmalıdır.
10. İletim hattının boru taban kotu EYYASS üzerinde olmalıdır.

11-Arazi düz veya çok az eğimli olduğu güzergâhlardan geçilecekse, isale hattına suni eğim verilmeli ve testere dişi gibi bir boy kesit uygulanmalıdır. Güzergâhta mümkün mertebe fazla inişler ve çıkışlar olmamalıdır. Borular yatay olarak sıfır eğimde döşenmez. Aksi takdirde bir arıza durumunda boruyu boşaltmak mümkün olmaz. Bunun için düz arazilerde döşenecek boru hatlarına suni eğim verilir. Yükselen boru kısmı eğimi 0.002, alçalan boru kısmı eğimi 0.005 eğimde olmalıdır.



Şekil 42. Düz yerlerde boy kesite verilecek şekil ve eğimler.

G-İLETİM HATTI TESİSLERİ

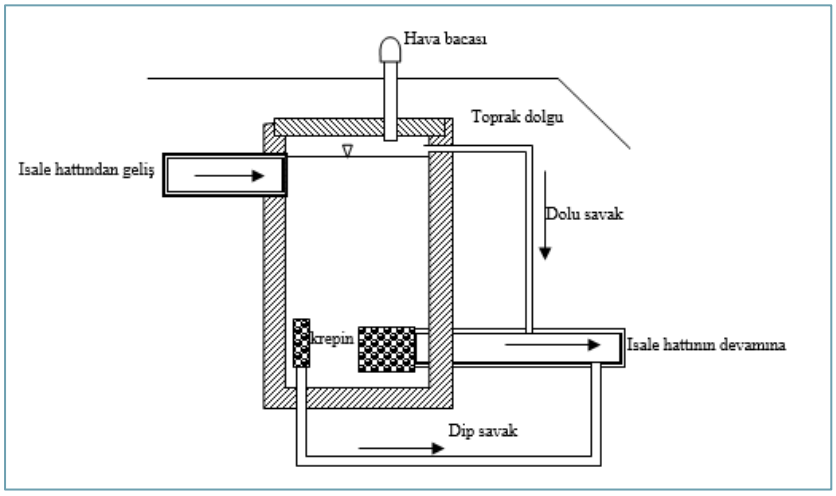
Ana isale hattı geçirilirken arazinin topoğrafik durumu ve iletim hattının eğimi bazı tesislerin yapılmasını zorunlu kılar. Bu tesisler iletim hattının ekonomik ömrünü uzatacağı gibi içme suyunun ve buna yapılan yatırımında güvenliğini sağlar. Borulardaki akışın kesintisiz bir şekilde sağlanması, boruların gerektiği hallerde boşaltılması, boruların çeşitli zararlardan korunması, gerektiğinde yüksek basınçların düşürülmesi, hatta basınçlı su akımının temin edilmesi vb. şartların yerine getirilmesi için borular çok sayıda işletme ve yardımcı elemanlarla donatılır. İletim hattı tesisleri şunlardır.

G1-Maslak (lar) (basınç düşürücüler)

Özellikle cazibeli iletim hattında, kaptaj ile depo arasında yükseklik farkı fazla olursa suyun hızı ve basıncı artar. Kullanılan borular çoğu kez fazla su basıncına dayanamaz, ek yerlerinden kopar yada çatlarlar. Bu yüzden iletim hattının en yüksek basınca sahip eğimlerinde, genellikle kot farkının 80 -100 m. olduğu yerlere basınç kırma odası olan maslaklar yapılırlar.

Boru cinsine ve boru eklerinin yapılma tarzına bağlı olarak bir isale hattının dayanabileceği bir basınç vardır. Cazibeli iletimde statik basınçlar, terfili iletimde ise işletme basınçları boruların dayanabileceği basınçtan düşük olmalıdır. Aksi halde basınç düşürme odaları yapılarak borudaki basınç atmosfer basıncına indirilir.

İsalenin şebekeye doğrudan doğruya bağlanması halinde, yani depo kullanılmaması durumunda, şebekede büyük basınçların oluşumunu önlemek amacıyla depoya en yakın maslak, şebekede maksimum 100,00 mt statik basınç sağlayabilecek yere yerleştirilmelidir. Maslaklar, manevra ve su odası olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Maslakların yapımında hava bacası, dip ve dolu savak, tahliye ucunda kurbağalık düşünülmeli, manevra odasına inilecek baca arazi üzerine kadar uzatılmalı ve fonttan kilitlenebilir kapağı olmalıdır. Maslak odasının kirlenme ve ısı gibi etkilere karşı korunması sağlanmalıdır.



Şekil 43. Kutu tipi basınç kırma odası (küçük kapasiteli isale hatlarında)

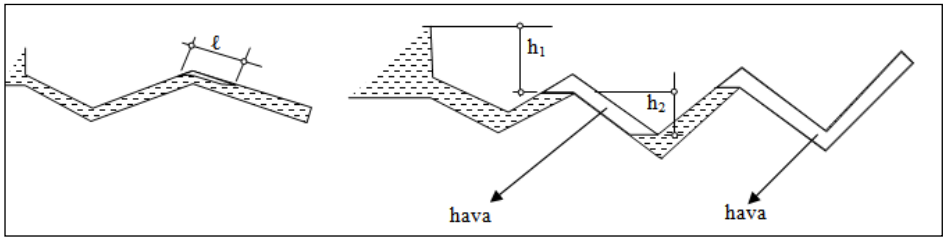
G2-Vantuz (lar) ve hava bacaları

Kaptaj ile depo arasında inşa edilen isale hattı, vadileri ve tepeleri aşabilir. İsale hattı tepeleri aşarken, boru içerisinde su ile sürüklenen hava kabarcıkları ve suda çözünmüş olan gazlar hattın yüksek kısımlarında birikir. Bu birikme suyun hesaplanan değerden daha az akmasına sebep olur.

İletim hattının tepe noktalarında biriken havayı boşaltmak için tepe veya gereken kırık noktalara konulan hava alma elemanlarına vantuz denilir. Vantuzların konulmaması halinde, özellikle hidrolik bakımdan yüksek noktalarda biriken hava boru kesitini daraltır. Biriken hava yük kaybına sebep olur. Hava birikmesi devam ederse, hava boru kesitini tamamen kaplar ve hava

kütlesi boru içerisinde her iki taraftan aynı basınçlara maruz kalacağından boru hattı hiç su iletmez olur.

Vantuzlar su akış yönüne göre önce vana sonra vantuz şeklinde yapılmalıdır. Vantuzlar bir oda içerisine konulmalı ve odanın kilitli font bir kapağı olmalıdır. Vantuzlar, boru hattı içerisinde biriken havayı tahliye etmek için kullanıldıklarından, boru hattının ilk defa su ile doldurulmasında da işe yararlar. Boru hattı su ile doldurulduğunda boruda bulunan havanın otomatik olarak atılmasını sağlar. Hava, suyun geriye basınç yaparak akışı olumsuz yönde etkilememesi için hızlı bir şekilde tahliye edilir. Boru hattındaki su boşaldığında ise, hava boru içinde vakum yaratmayacak şekilde hızla içeri nüfus eder. Genellikle pompa çıkışları, otomatik sulama kontrolörleri girişinde ve su kaynağı referans alınarak oluşan kot farklılıklarında uygulanır.



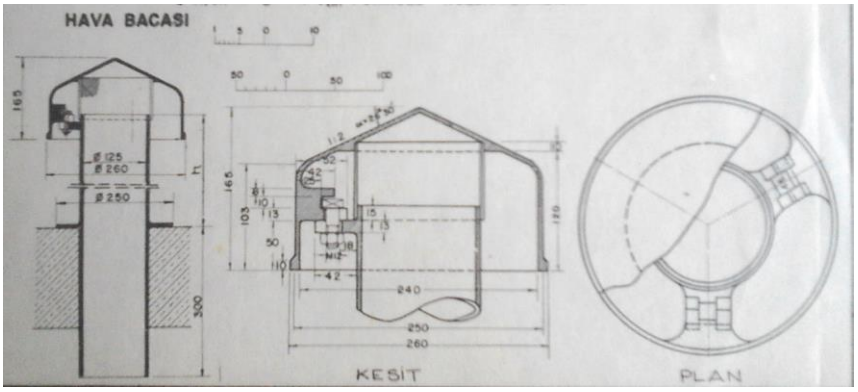
Şekil 44. İletim hattında hava birikmesi

Piyezometre hattının boru hattına çok yaklaşması ve vantuzun çalışmasının kritik olduğu hallerde, (3-4 m.) vantuz yerine hava boşaltım bacası kullanılır. Hattın geçtiği mahallin yakınında daha yüksek sırt varsa vantuz yerine sırta kadar boru döşenerek havanın boşaltımı sağlanır ve baca üstüne dışarıdan kirlenmeyi önleyecek tertibat yapılır. Hava bacası çapları vantuz çaplarına uygun seçilir.

İletim hatlarında vantuzların kendiliğinden çalışabilmeleri için en az 3-4 m işletme basıncının olması gerekir (boru taban kotu - piyezometre kotu). Bu basınç mevcut olmazsa vantuzlar çalışmaz. Basıncın çok düşük olduğu iletim hatlarında vantuz yerine hava bacaları kullanılır.

Elle kumanda edilen hava vanaları da, boru hattındaki su boşaltılırken, hattın vakum yapmasını engellemek ve hat içerisine hava girişini sağlamak için, tevkif vanalarının her iki tarafına, diğer vanalarında sadece mansap tarafına konulurlar.

Hava bacaları, iletim hattının yüksek yerlerine vantuzun yerine geçmek üzere monte edilen bir borudan oluşur. Hava bacaları da don tesirlerinden ve içerisine girebilecek haşereden korunmalıdır. Bu yüzden Şekil 44'de görüldüğü gibi özel bir yapısı vardır.



Şekil 45. İller Bankası Belgesine Göre Hava Bacası Detayı

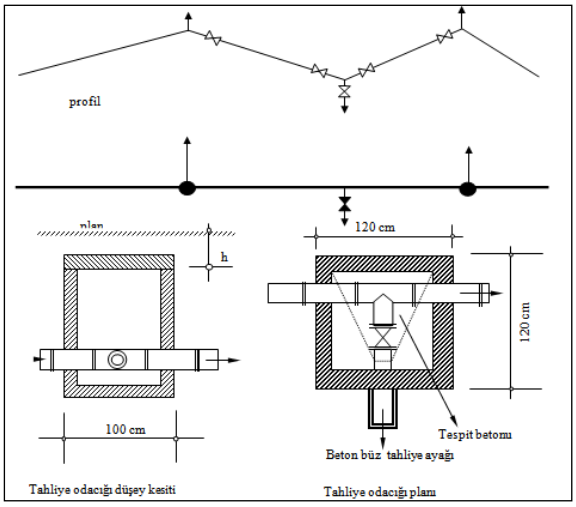


Şekil 46. Otomatik vantuz

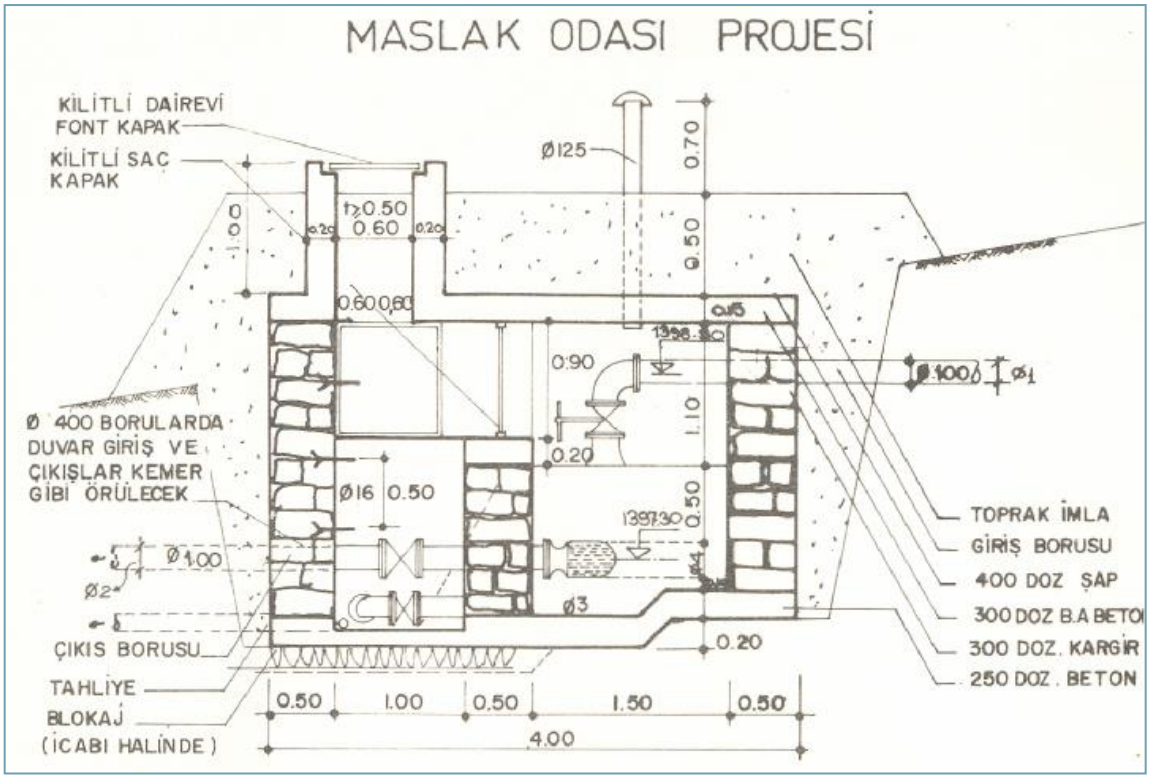
G3-Tahliye (ler)

İletim hattında olabilecek muhtemel arızaları gidermek için boru içerisindeki suyun boşaltılması gerekir. Bunun en ekonomik şekli, bütün boru hattı içerisindeki suyu boşaltmak yerine sadece arıza olan kısımdaki suyu boşaltılmasıyla olur. Bunun için iletim hattının en alçak noktalarına tahliye vanaları yapılır. Yani, vantuzların aksine, iletim hattının en düşük noktalarına inşa edilirler.

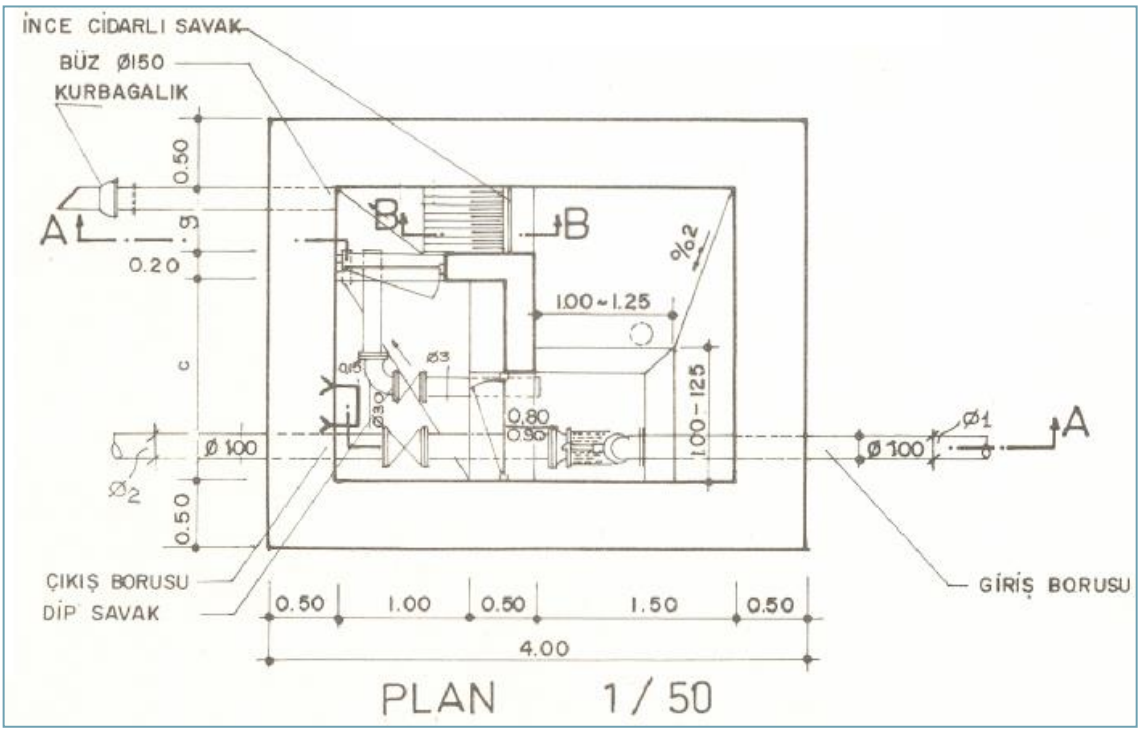
Suyun tahliyesi, vantuz yanında bulunan tevkif vanasının kapatılması ve tahliye vanasının açılmasıyla gerçekleştirilir. Tahliyeler de, vantuzlar gibi bir odacık içerisinde inşaa edilmeli ve tahliye edilen temiz su uygun bir şekilde kanalize edilmelidir. Ancak pis su kanallarıyla doğrudan doğruya hiçbir bağlantısı olmamalıdır.



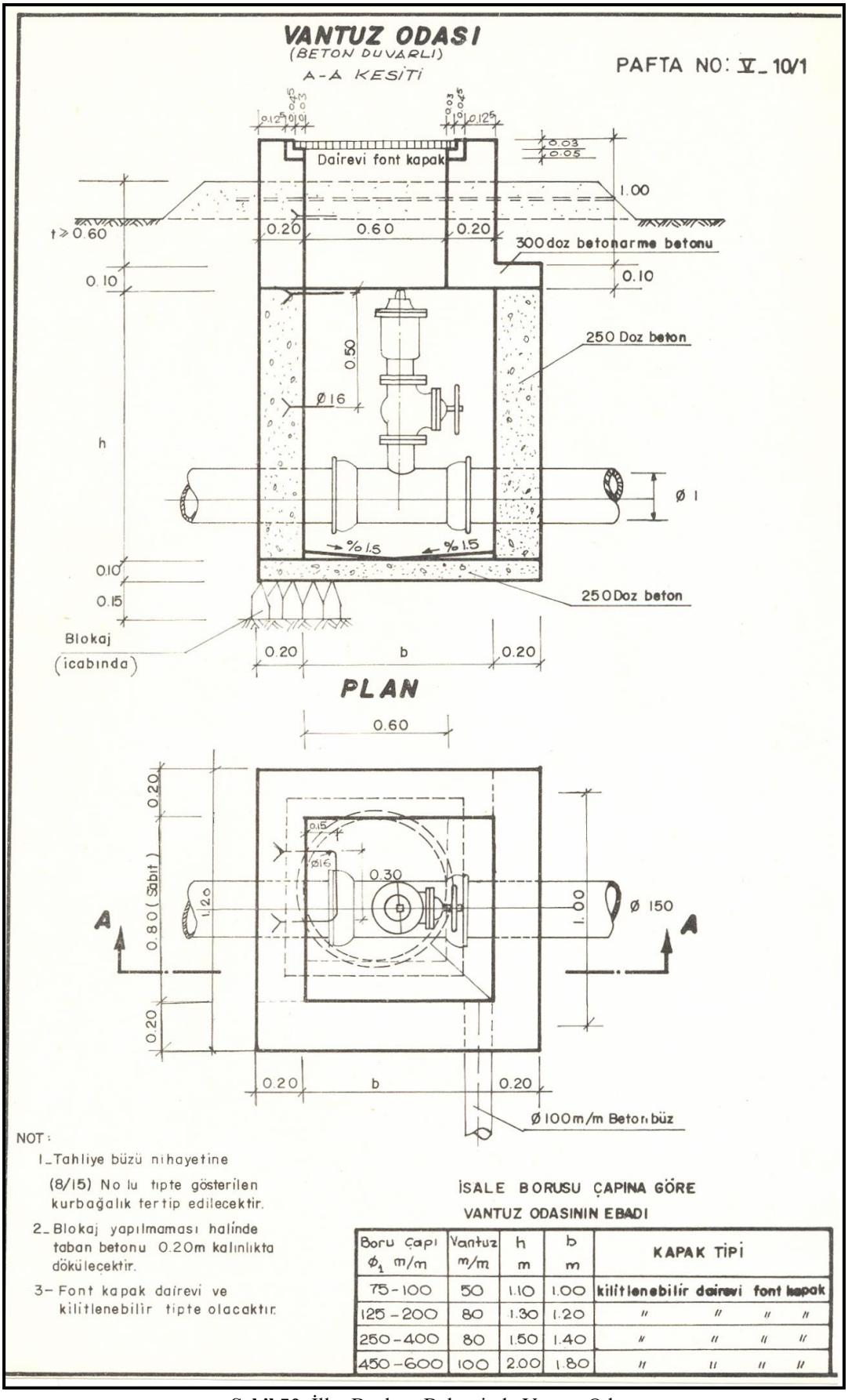
Şekil 47. Tahliye odası (vanası)



Şekil 48. Kâgir Maslak (kesit)



Şekil 49. Kâgir maslak (plan)



NOT:

1_Tahliye büzü nihayetine (8/15) No lu tipte gösterilen kurbağalık tertip edilecektir.

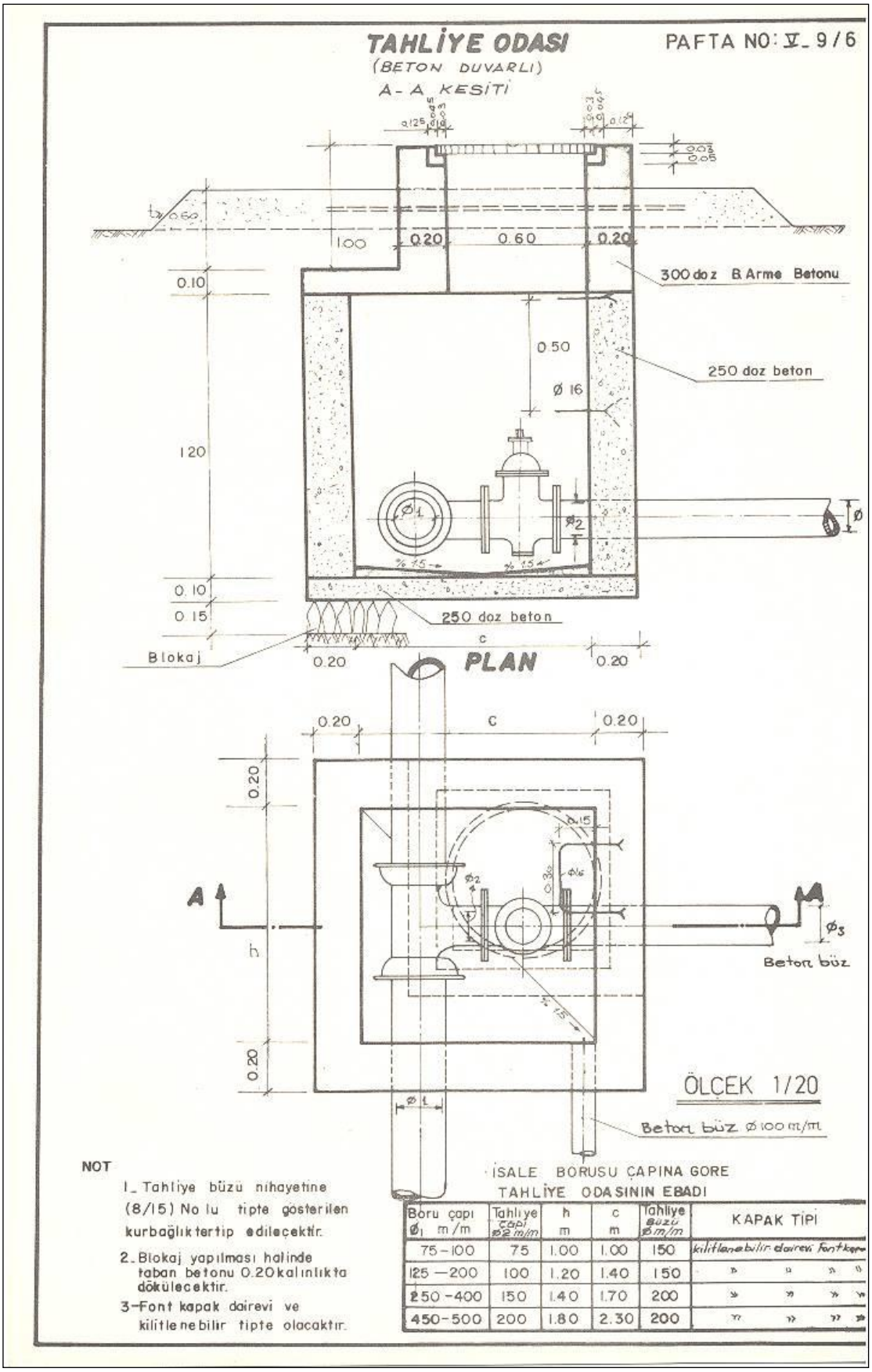
2_Blokaj yapılmaması halinde taban betonu 0.20m kalınlıkta dökülecektir.

3– Font kapak dairevi ve kilitlenebilir tipte olacaktır.

İSALE BORUSU ÇAPINA GÖRE
VANTUZ ODASININ EBADI

Boru Çapı ϕ_1 m/m	Vantuz m/m	h m	b m	KAPAK TİPİ
75-100	50	1.10	1.00	kilitlenebilir dairevi font kapak
125-200	80	1.30	1.20	〃 〃 〃 〃
250-400	80	1.50	1.40	〃 〃 〃 〃
450-600	100	2.00	1.80	〃 〃 〃 〃

Şekil 50. İller Bankası Belgesinde Vantuz Odası



Boru çapı Ø1 m/m	Tahliye çapı Ø2 m/m	h m	c m	Tahliye büzü Ø3 m/m	KAPAK TİPİ
75-100	75	1.00	1.00	150	kilitlenebilir dairevi font kapak
125-200	100	1.20	1.40	150	» » » »
250-400	150	1.40	1.70	200	» » » »
450-500	200	1.80	2.30	200	» » » »

Şekil 51. İller Bankası Belgesinde Tahliye Odası

G4-Tevkif (tahliye) vanası

İletim hattının kaçak denemesi (tecrübe edilmesi), muayenesi ve arızaların giderilmesi maksadıyla boru içerisindeki su akımını kesmek gerekir. Bu amaçla boru hattının genellikle yüksekte bulunan noktalarına tevkif vanaları konulur. İletim hattının yüksek noktalarında basınç azdır. Bu yüzden küçük çaplı ve ucuz vanaların kullanılmasına imkan sağlanır. Tahliye de denilmektedir.

Küçük vanalar vana kutuları, büyük vanalar, bakım ve işletme kolaylığı sağlamak için, vana odaları içerisine konulur veya zemine gömülürler. Tevkif vanaları don tesirinden ve diğer dış tesirlerden korunmalıdır. Tevkif vanalarının, iğne vanalar, sürgülü vanalar, kelebek vanalar, konik vanalar olmak üzere çeşitleri vardır.

G5-Tespit kitleleri

İletim hattının fazla eğimli olduğu yerlerde, boru içerisinde akan suyun hızından ve boru ile su arasında oluşan sürtünme kuvvetlerinden dolayı, boruların eğim doğrultusunda aşağı doğru kaymalarını engellemek için, gerektiği yerlerde genellikle prizmatik kalıplı kütle betonlarından tespit kitleleri yapılırlar. Su boruları bu kütle betonlarına çelik çember veya bu işi görecek bir düzenekle bağlanırlar.

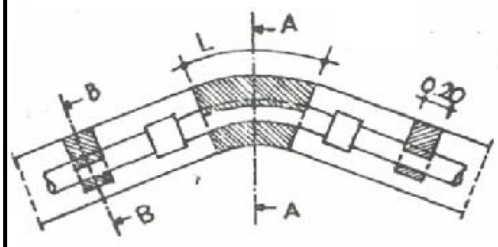
Daha genel olarak; tespit kitleleri iletim hattının şu durumlarında yapılmalıdırlar.

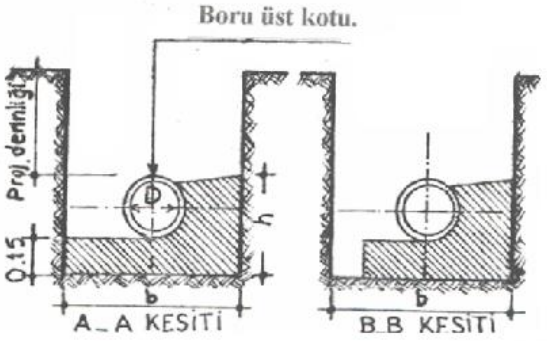
1. Terfili sistemlerde, boruların özellikle dirsek ek yerlerinden çıkmalarını engellemek için.
2. Arazi eğiminin fazla olduğu kısımlarda boru içerisindeki suyun hızından dolayı borunun akım doğrultusunda kaymasını engellemek için,
3. Yatay dirseklerde su kuvveti bileşenlerinin, boru hattını sağa ve sola kaydırmaması için,
4. Birbirlerine rijit bir şekilde bağlanmış boruların sıcaklık değişmeleri sonucunda genişleme ve büzülmelerine engel olmak için,
5. Boru çapının değiştiği noktalardaki su darbelerini sönümlemek için,

Tespit kitlelerinin çeşitli şekilleri olabilir. Aşağıdaki şekillerde, iletim hattının olumsuz durumlarına göre başlıca tespit kitlesi şekilleri görülmektedir.

A- DİRSEKLER

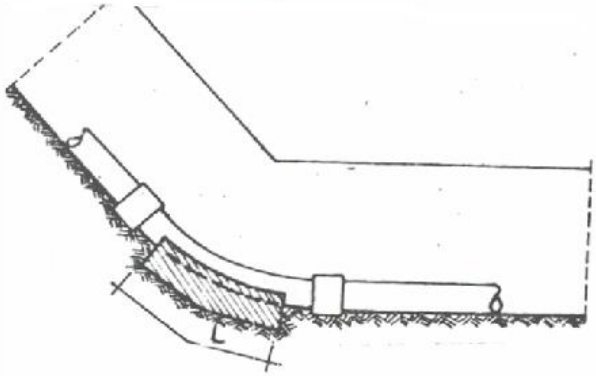
1- Yatay dirsekler.

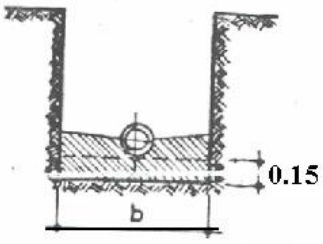




2- Düşey dirsekler.

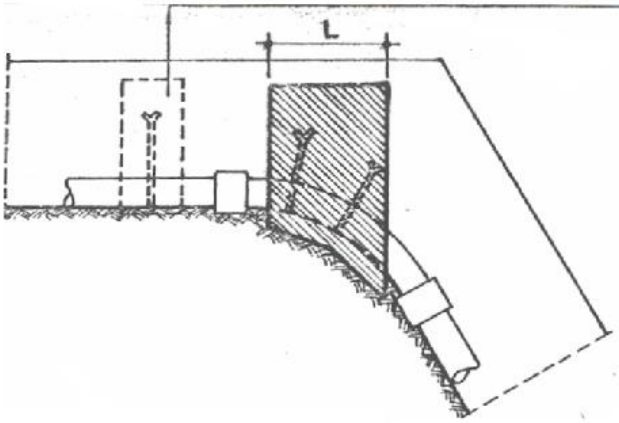
2 .a – iç bükey dirsekler.

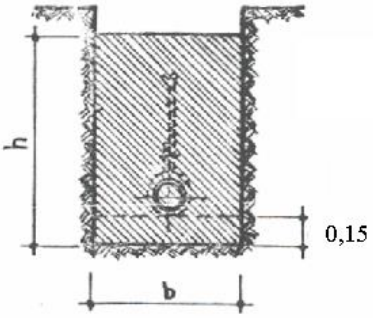


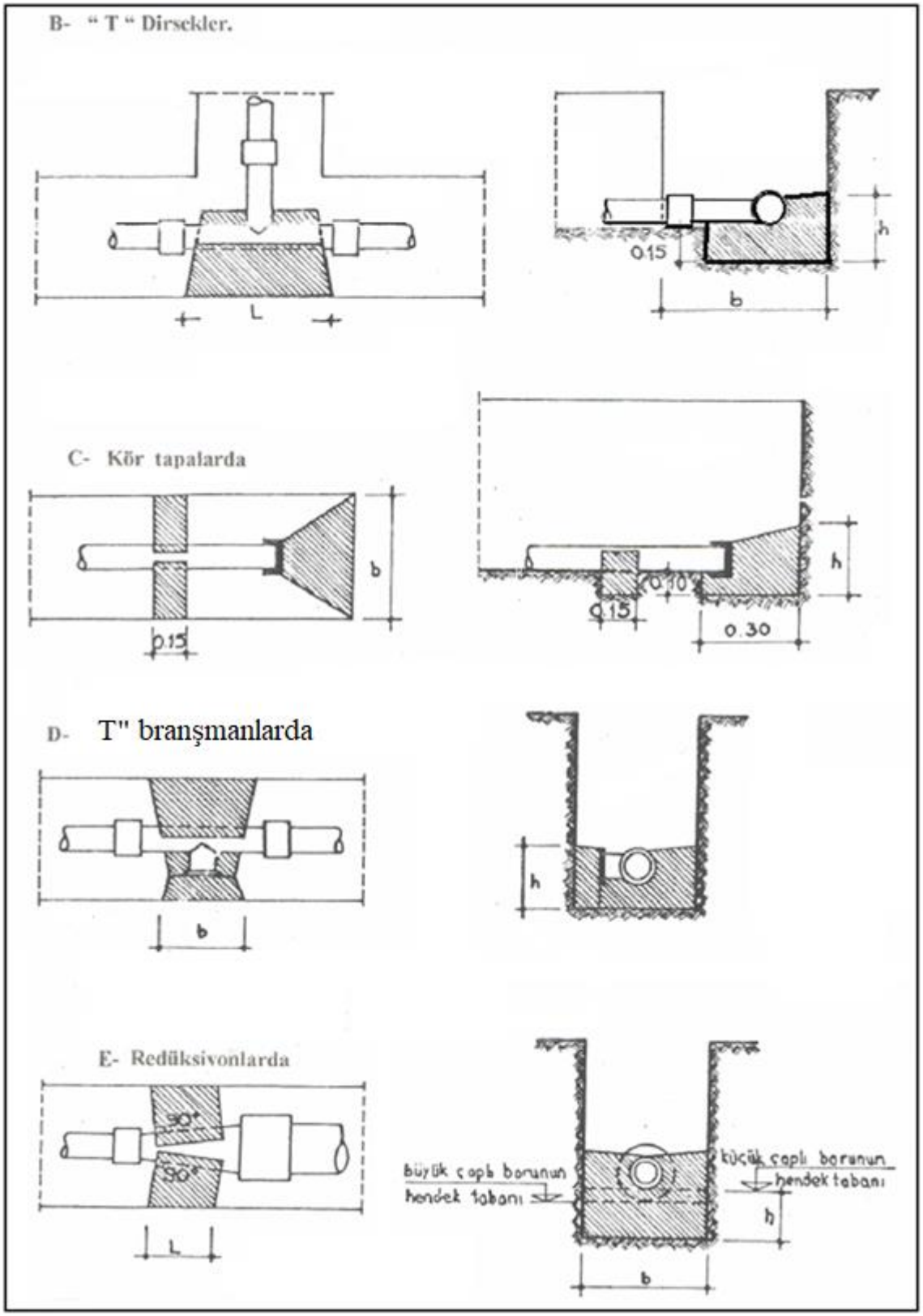


2 .b- dış bükey dirsekler.

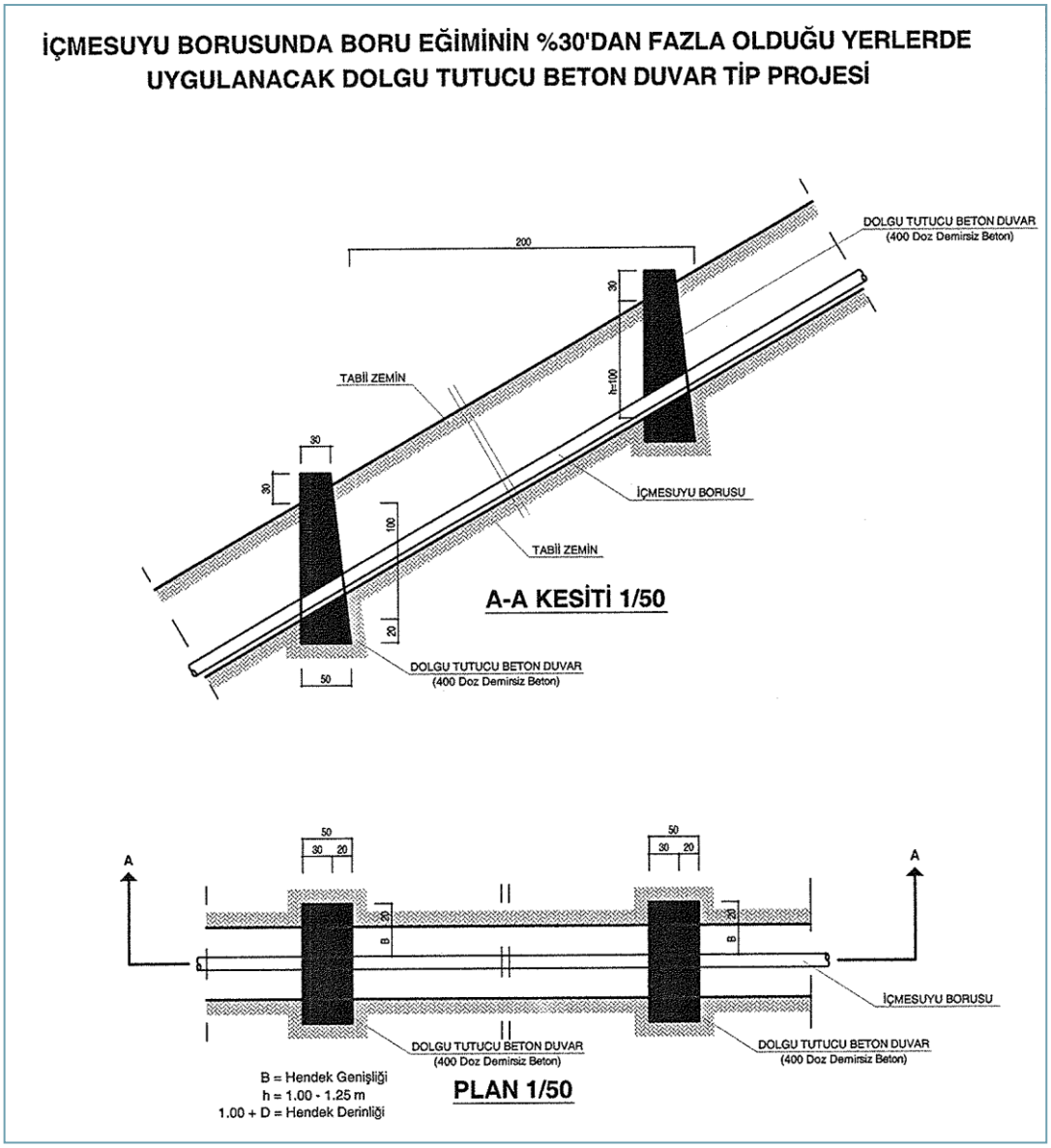
Gerektiğinde yapılacak ikinci kütle betonu. (diğer betonun üzerine de konulabilir.)







Şekil 52 . İletim hatlarında kullanılan Tespit Kitleleri (ankrajlar)



Şekil 53. İletim hatlarında kullanılan Tespit Kitleleri (ankrajlar)(İller Bankası)

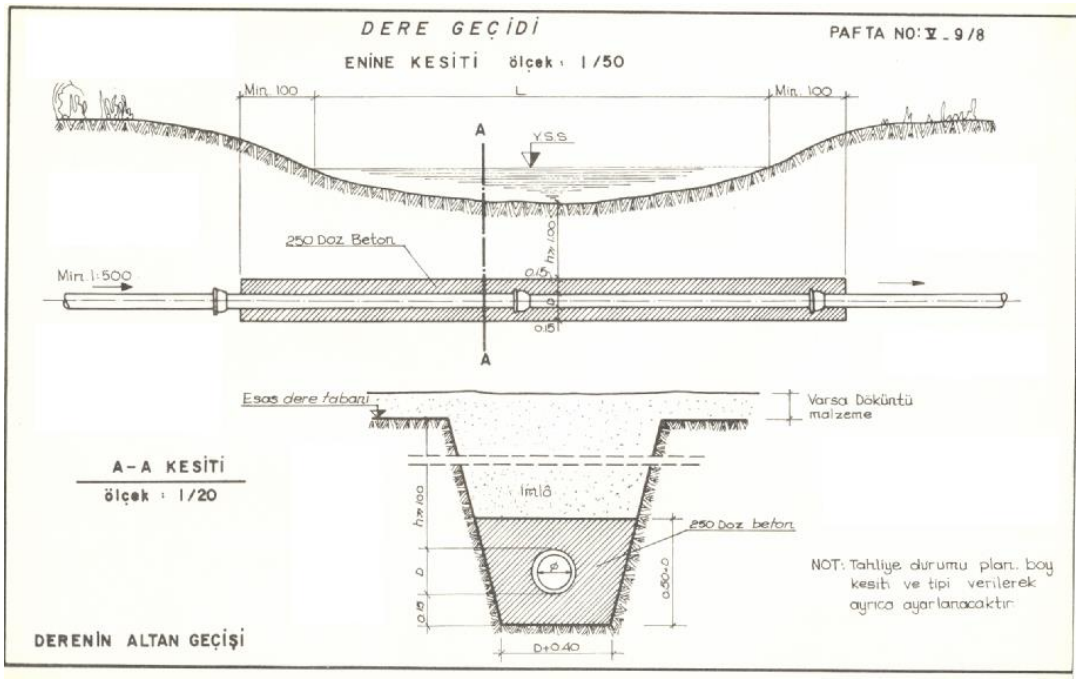
G6-Akarsu, Sel yatağı ve Çürük zemin geçitleri

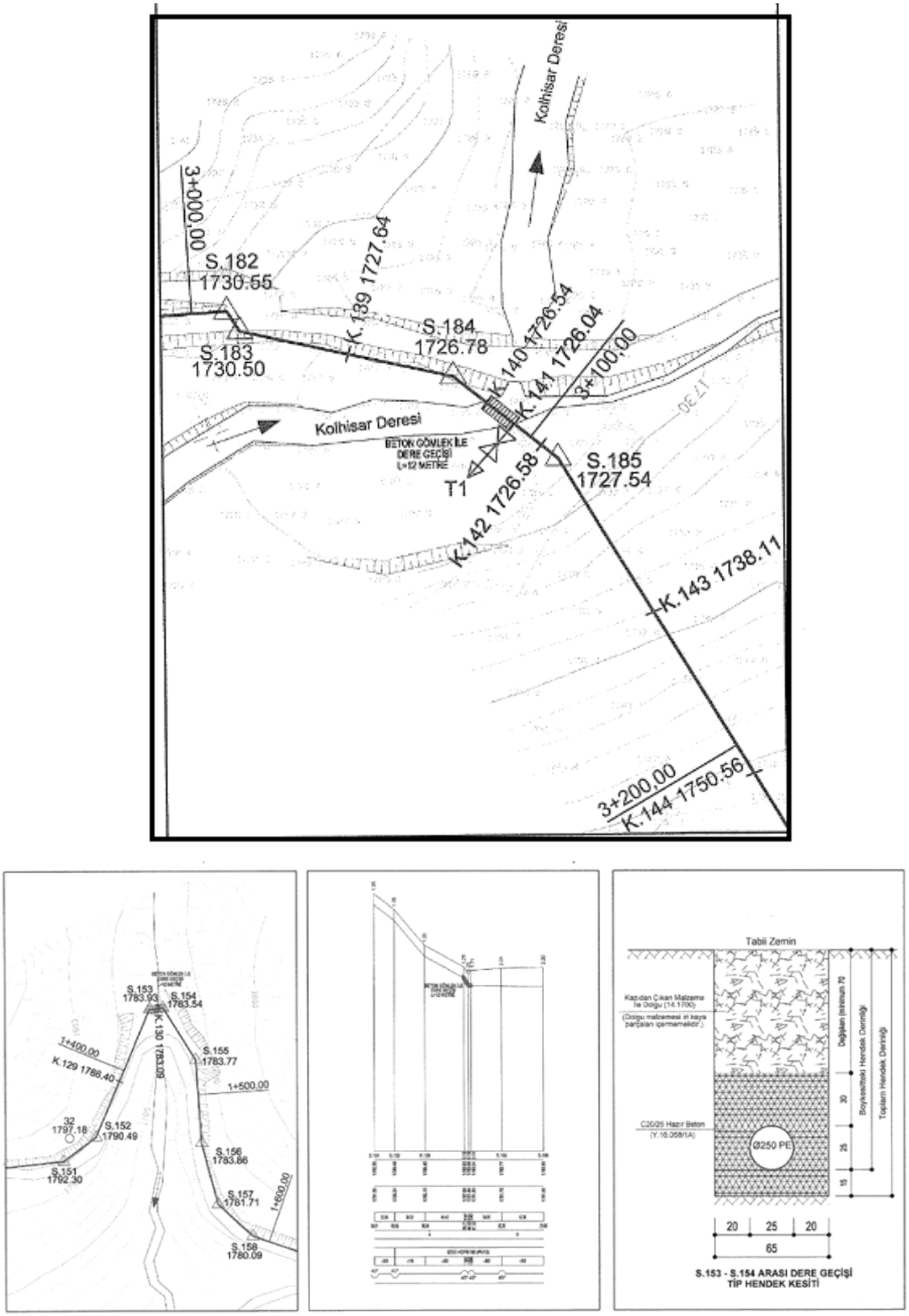
İsale hattının, tesviye eğrili haritalar üzerinde geçeceği güzergâh araştırılırken bazen, akarsu, sel yatağı ve heyelana müsait zeminlerden geçme mecburiyeti ile karşılaşılır. İletim hattının ekonomik olması için bu şekilde arızalı zeminlerden geçmemeye özen gösterilmelidir. Bu tür bölgelerden geçme mecburiyeti varsa şu sistemlerden uygun olanı yapılmalıdır.

- ✓ Kuru derelerden geçerken boru hattı daha derine gömülmelidir.
- ✓ Sulu derelerden geçerken akarsu, bir batardo düzeneği ile derive edilmeli ve iletim hattı dere yatağına gömülmelidir. Suyun, boru üzerindeki toprağı aşındırıcı etkisine engel olmak için boru hattının her iki tarafına da beton dayanma yapısı yapılmalıdır.
- ✓ Büyük dere ve nehirlerden geçerken,
  - İletim hattı kazıklar üzerine inşaa edilmeli,
  - Mevcut köprülerden faydalanılarak geçilmeli,
  - Asma halat düzeneği kurularak iletim hattı bu halatlara asılarak geçirilmelidir.
- ✓ Karayolu, demiryolu vs. gibi engeller geçilecekse tünel ya da menfez yapılmalıdır.



Şekil 54. Boru hattının mevcut bir köprüyü kullanarak geçirilmesi





Şekil 55. İletim hattı dere geçidi ve hendek derinliği



G7-İsale Hattı Hendek Derinliği

Gerek isale hattının ve gerekse şebeke hattının soğuktan, kötü niyetli kişilerden ve üst yapıda oluşacak darbelerden korunması için belli derinliğe kadar gömülmesi gerekir. Bu derinlik arazinin düz olduğu ve ılıman bölgelerde 1.00 m dir. 2000 m ve üzerindeki yerleşim birimlerinde hendek derinliği boru üstünden zemin yüzüne kadar 1.25 m dir. Kanal dolgu malzemesinin su geçirmeyecek şekilde istiflenmesine dikkat edilir.

Kayalık zeminlerde hendek derinliği gerekenden 20 cm fazla kazılır ve bu kısım kum-çakıl ile doldurulur. Kayalık zeminlerde yataklama kalınlığı 20+(D/10) cm olmalıdır. Yataklamalar borunun taşıma gücünü artırdığından yapımına özel itina gösterilmelidir.

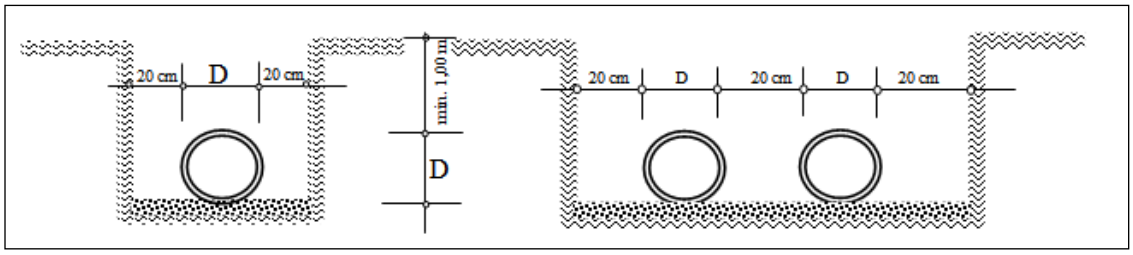
Hendek genişliği ise, boru çapına, iki adet 20 cm genişliğinde çalışma derzi eklenmesiyle bulunur (D+(2x20). Hendek genişliği hesaplanırken, zeminin kendini tutabilme durumuna göre yapılacak olan iksa veya palplanş tertibatı da göz önüne alınmalıdır.



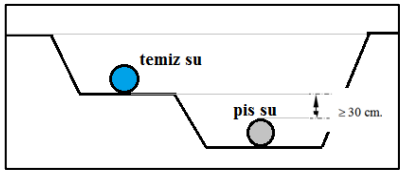




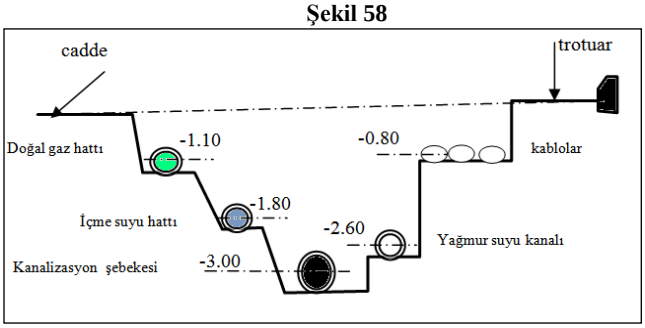
Şekil 56. Kaynaklı boru hattının yerleştirilmesi (sideboom, kaynak dozeri CAT D6)



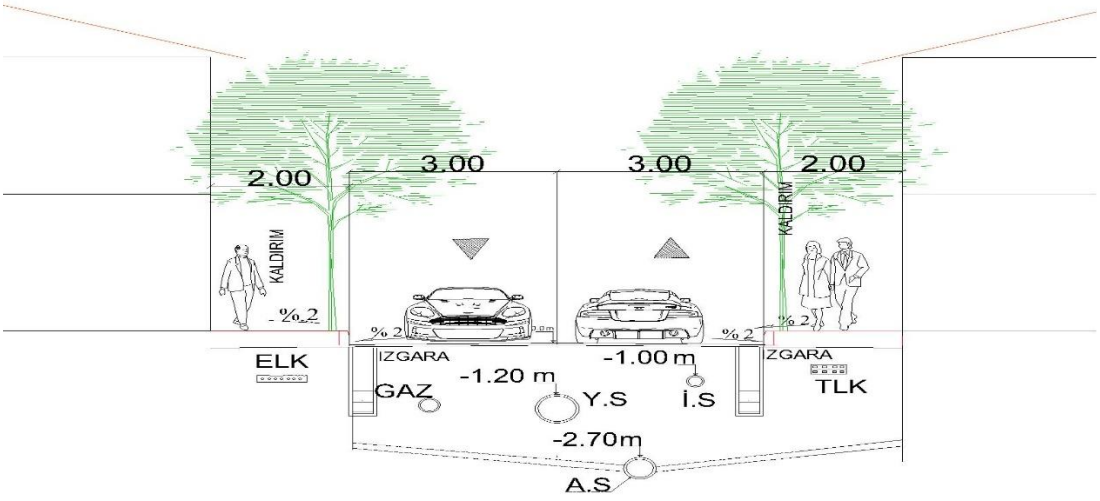
Şekil 57. Boru hendeği ölçüleri



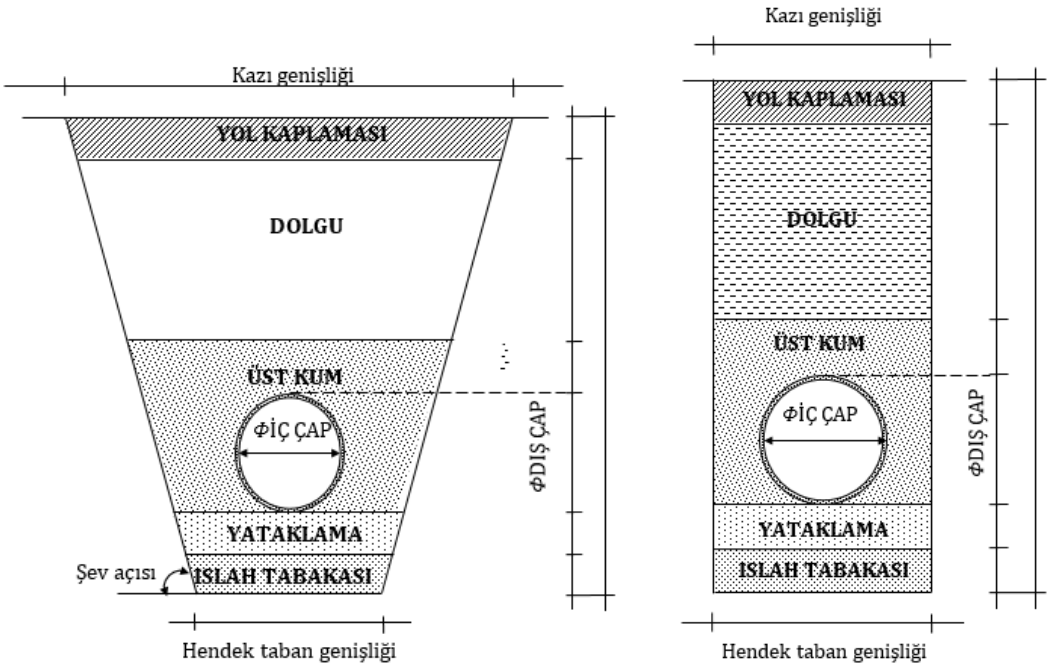
Şekil 58



Şekil 59. Aynı hendeğe döşenen temiz ve pis su boruları ile Belde caddelerinden geçen bütün yer altı tesisatları için örnek kanal en kesiti.



Şekil 60. 10 m'lik servis veya yaya yolu için teknik altyapı sistemlerinin konumlandırılması
ELK:elektrik, TLK: Telekominikasyon, YS:Yağmur suyu, İS: İçme suyu,AS:Atık su



Şevli (solda) ve İksalı (sağda) kazılarda kazı genişliği ve hendek taban genişliği

G8-Boru Hatlarının Atıksu Mecraları ve Sel Yatakları İle Kesişmesi

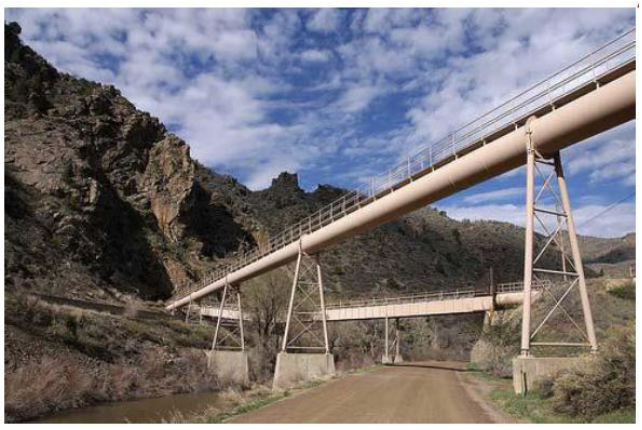
Kanalizasyon hatları ile kesişme veya yakınlaşma durumunda kesişme noktası projeleri hazırlanmalıdır. Bu durumlarda atıksu karışmasına engel olacak şekilde hendek derinlikleri azaltılabilir. Borular, aşındırıcı şartlara karşı koruma altına alınmalı; korozyona karşı tedbirler alınmalıdır. Borular, mümkünse atıksu borularına yatayda 3 m'den daha fazla yaklaştırılmamalı; kesişme noktalarının her iki tarafında en az 3 m mesafeye kadar boru alt kotu, atıksu borusu üst kotundan en az 30 cm yüksekte olmalıdır.

Sel yatakları ile kesişme durumunda ise içme suyu hatları altta, yağmursuyu hatları üstte olacak şekilde geçirilmelidir. Her iki geçiş için de içme suyu hatları beton zarf içine alınmalıdır.

Aynı Yönde Geçmeleri Hali

İçme suyu boru hatlarının atık su veya yağmursuyu mecraları ile boyuna kesişme durumu söz konusu olduğunda her iki mecra arasında 30 cm mesafe bulunması ve her iki boru arasında tabii zeminin kazı ile bozulmamasına itina gösterilmelidir. Bunun temin edilememesi durumunda içme suyu borusu beton zarf içine alınmalıdır.

Yağmursuyu mecraları ile boyuna kesişmeleri durumunda yağmur sularının içme suyu boru hattını tahrip ederek zarar vermemesi için gerekli tahkimat ve diğer önlemler alınmalıdır.



Şekil 61. İsale hattının bir engelden geçirilmesi

H-ŞEHİR İÇME SULARININ BİRİKTİRİLMESİ (su depoları)

Su deposu: Depo hacmi ve kararlı basınç seviyeleri sağlayarak su ihtiyacındaki salınımları dengeleyen, bir ya da daha fazla gözden oluşan, kontrol binası, işletme ekipmanları ve erişim yolları bulunan kapalı hazneyi tarif eder.

Su deposu;
a) Arz talep dengesi,
b) İsalede meydana gelebilecek arızaların giderilmesi için gerekli süre,
c) Pompa arızası ve elektrik kesintilerinin etkileri,
ç) Alternatif su kaynaklarının mevcudiyeti,
d) Su deposuna gelen isale hattının tek ya da yedekli olması,
e) Uzaktan izleme sisteminin mevcudiyeti ve seviyesi,
f) Saatlik maksimum debinin ortalama debiye oranı,
g) Endüstriyel su ihtiyacı, yangın debisi ve diğer özel durumlar için ayrılan su debileri, dikkate alınarak boyutlandırılır.

Beldenin ihtiyacından fazla su geldiği zamanlarda bu suyu biriktirmek ve talebin fazla olduğu anlarda şebekeye vermek gerekir. Bu maksatla yapılan yer üstü ve yeraltı yapılarına su deposu adı verilir.

Depoların, cins, kot, sayı ve konumları oturacağı yerin jeolojik durumu şebekenin kat ve beslenme bölgelerine ayrılması ile birlikte etüd edilir ve depo yerleri için değişik çözümler varsa emniyet ve ekonomik bakımdan karşılaştırma yapılır. Fark azsa gömme depolar, ayaklı depolara tercih edilebilir.

Depolar, beldenin, topoğrafik ve jeolojik durumunun uygun olduğu ve kolay inşa edilebilecek yerlerine inşa edilmelidir. Belde içme suyu şebekesi katlara ve besleme bölgelerine ayrılır. Böylece, her bir besleme bölgesi için ayrı depo düşünülür.

Depo yerleri besledikleri bölgelerin yakınında ve tercihen ağırlık merkezine isabet edecek şekilde araştırılır. Depo kotları şebekede talep edilen asgari basınçları sağlamak üzere saptanır. Beldenin katlara ayrılmasının gerekmesi hallerinde alt noktalarda maksimum 80 m. statik basınç olacak şekilde katlar belirlenir.

Depolarda biriktirilen su hacmi şu üç esas kısımdan meydana gelir.

- İşletme rezervi,
- Yangın rezervi,
- Tamir, arıza vs. durumlar için biriktirilen su hacmi.

Su depoları yapımında kullanılan malzemeye göre;

- Kagir
- Beton
- Betonarme,
- Paslanmaz çelik ve kompozit malzeme

Plandaki tiplerine göre;

- Kare, Dikdörtgen, Daire planlı,

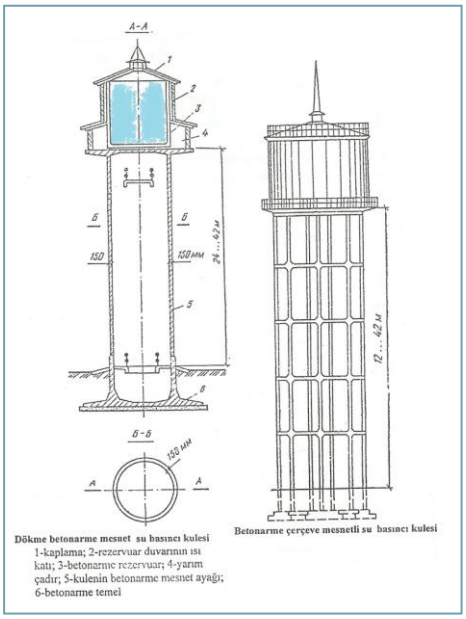
Mimari tiplerine göre ise, Ayaklı depolar, Gömme depolar, olmak üzere çeşitli tiplere ayrılırlar.

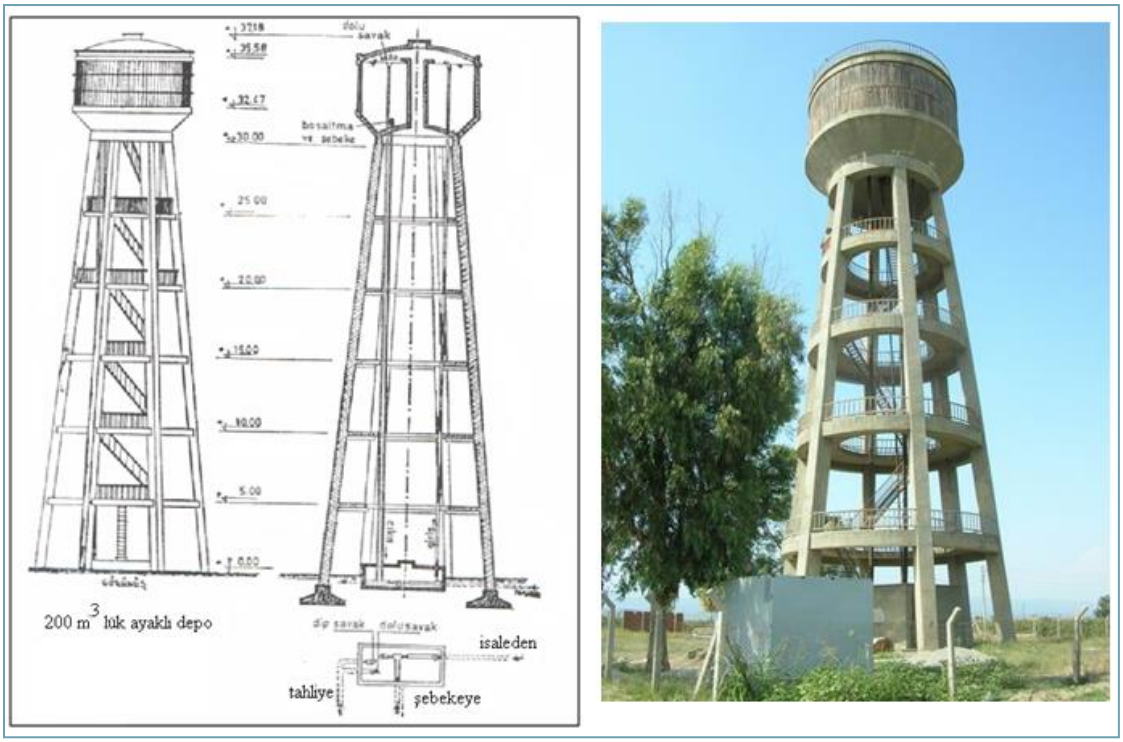
H1-Ayaklı su depoları (su kuleleri)

Şehir, köy, yerleşke ve sanayi bölgelerinde su basıncını kontrol etme ve kesintisiz su temini amacıyla ayaklı su kuleleri yapılır. Bu tür kulelerin esas parçası en üstte yapılan su rezervuarıdır. Rezervuarın hacmi, şebekedeki su ve pompa istasyonunun kullanma rejimlerine, zeminden yüksekliği ise oluşturulmak istenen işletme basıncı değerine bağlıdır.

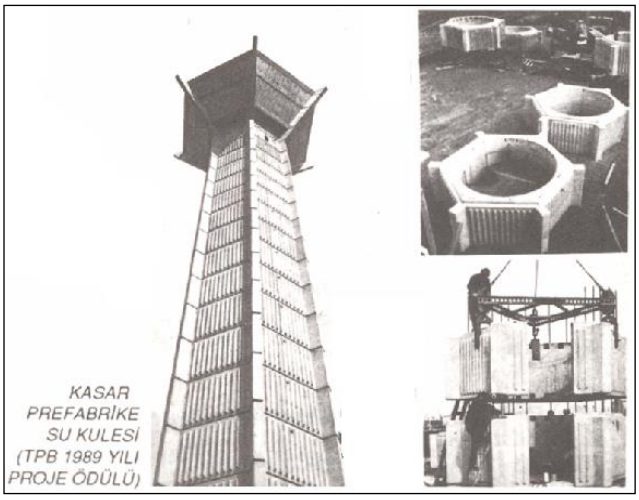
Tabii yüksekliğin yetersiz olduğu yerlerde ayaklı su deposu yapmak gerekir. Bir başka ifadeyle, ayaklı depolar, su ihtiyacının en fazla olduğu ve şebekenin arızadan dolayı kesilmesi sonucunda su sıkıntısının yaşanmasının istenmediği yerlerde, en yüksek kotlu yere inşa edilmelidir.

Ayaklı depolar, zati ağırlıklarının çok büyük olmaları sebebiyle küçük hacimlerde bile pahalıya mal olurlar. Maliyetleri hacimleri ile birlikte artar. Bu sebeple, 100 m^3 den küçük, 1000 m^3 den daha büyük hacimli ayaklı depo yapmak çok pahalıya mal olur. Ekonomik olmaz. Rezervuar hacimleri 15 ile 3000 m^3, kule yüksekliği ise 6 ile 50 m. arasında değişir. Dünyanın birçok büyük şehirlerinde 1000 m^3 den daha büyük ayaklı su deposu yapılmıştır. Ayaklı depolar, sürekli göz önünde bulunan bir yapı tipi olduğundan, şekilleri estetik düşüncelere ve beldenin genel görünüşüne uygun olmalıdır. Silindirik olanlar çelik ve betonarmeden, küresel olanlar çelikten yapılabilirler. Su basıncının karşılanması açısından dairesel olanları en uygun şekildir. Su derinliği depo tipine göre 5 ile 7 m arasında değişir. Donmaya karşı yalıtılmaları gerekir.





Şekil 62. Ayaklı su deposu



Şekil 63. Proje ödüllü ayaklı su deposu

H2-Gömme su depoları

Topoğrafik durum müsaitse, depolar tam veya yarım gömme olarak zemine inşa edilirler. Gömme depolar, zemin şartları iyi, su dağıtılacak beldeye hâkim bir tepede inşa edilmelidir. Gömme depoların kâgir, beton, betonarme veya çelik ve planda dikdörtgen veya dairesel olması ekonomik koşullara göre saptanır.

Büyük hacimlerde su biriktirme kapasiteleri olduğundan duvar, temel, perde duvar gibi taşıyıcı elemanlarının ölçüleri büyük olur. Tamir ve temizleme sırasında gözlerden birinde devamlı su dağıtılabilmesi için biriktirme hacmi en az iki bölmeli olmalıdır. Bazı tip depolarda dezenfeksiyon teşkilatı ve debi ölçüm odası birlikte yapılabilir.

İller Bankası yönetmeliklerine göre en küçük gömme depo hacmi 50 m^3 dür. Su haznelerinin plandaki şekilleri dikdörtgen veya dairesel olabilir, ancak en ideal plan dikdörtgen kesittir.

Gömme depo ebatları ekonomik ve güvenlik için $\frac{x}{y}=\frac{3}{4}$ şartını sağlamalıdır.

Depo hacimleri ise,

Cazibeli iletim sistemlerinde, $V_d=\frac{V}{3}+Vy$ ..... m^3

Terfili iletim sistemlerinde, $V_d=\frac{V}{4}+Vy$ .... m^3 olmalıdır.

Bu ifadelerde,

V_d=depo hacmi (m^3)

V= günlük su ihtiyacı

V_y = Yangın hacmini gösterir.

Hesapla bulunan depo hacimleri şu değerlere göre katları olarak yuvarlatılmalıdır.

Tablo 6. Gömme depo hacimleri için yuvarlatma değerleri

Hesapla bulunan depo hacmi (m^3)	**Yuvarlatılacak değer.**
50-500 m^3 arası	50 şer m^3
500-1000 m^3	100' er m^3
1000-2000 m^3	250' şer m^3
2000 m^3 >	500 er m^3

Örnek olarak hesapla bulunan depo hacmi 320 m^3 olsun, yuvarlatılarak bulunan depo hacmi 350 m^3 olur. Buna göre,

540 m^3 ise Vd=600 m^3

1100 m^3 ise Vd= 1250 m^3 'e yuvarlatılarak bulunur.

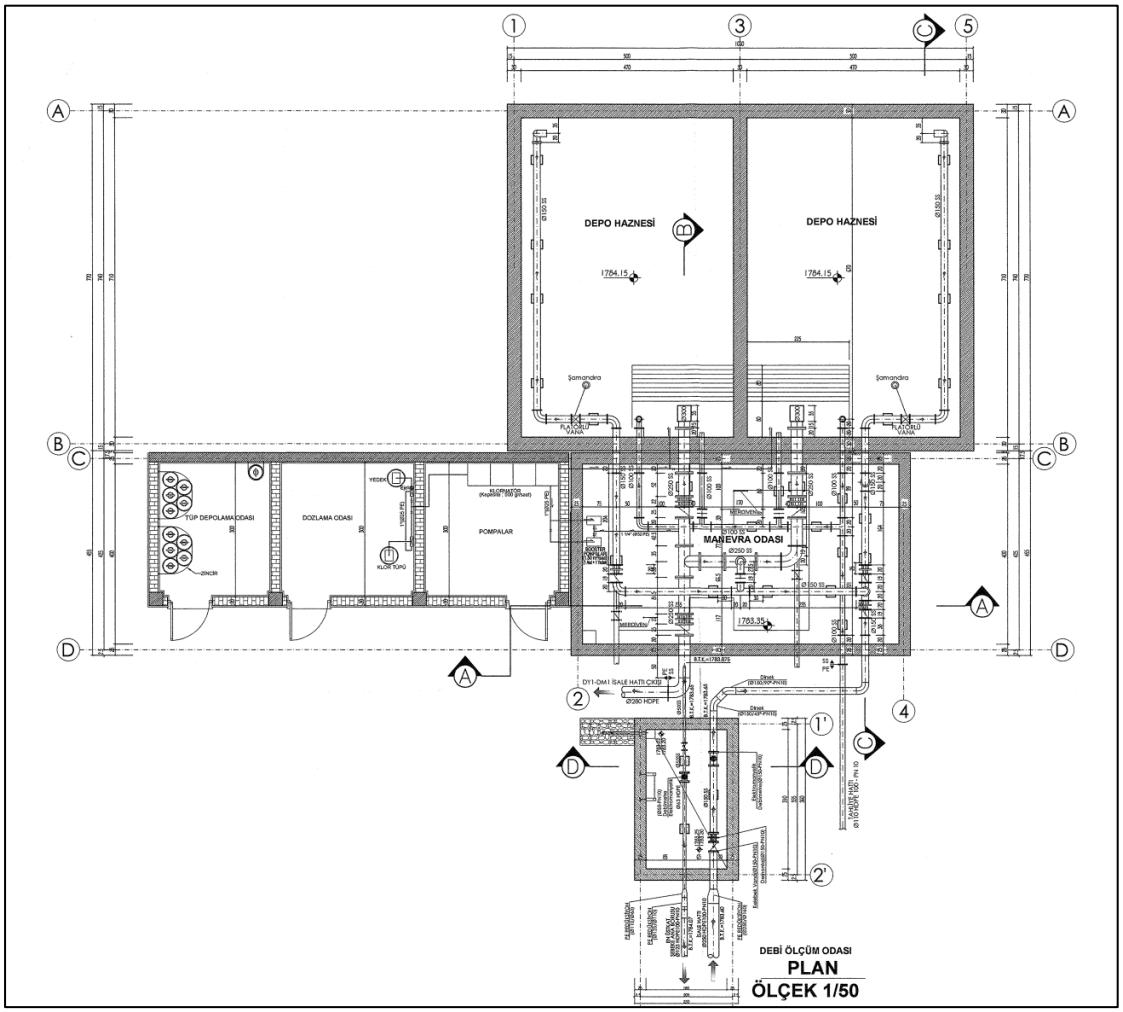
İller bankası, gömme depoların hacimlerine göre su yüksekliklerinin şu sınırlarda olmasını tavsiye etmektedir.

Tablo 7. Gömme depolarda su yüksekliği

Gömme depo hacmi (m^3)	Su yüksekliği (m)
50-350 m^3 arası	3,00
400-500 m^3	3,50
600-900 m^3	4,00
1000-2000 m^3	5,00
>2000 m^3	6,00



Şekil 64. Paslanmaz çelik su deposu



Şekil 65. Tam teşekküllü gömme su deposu planı (İller Bankası)

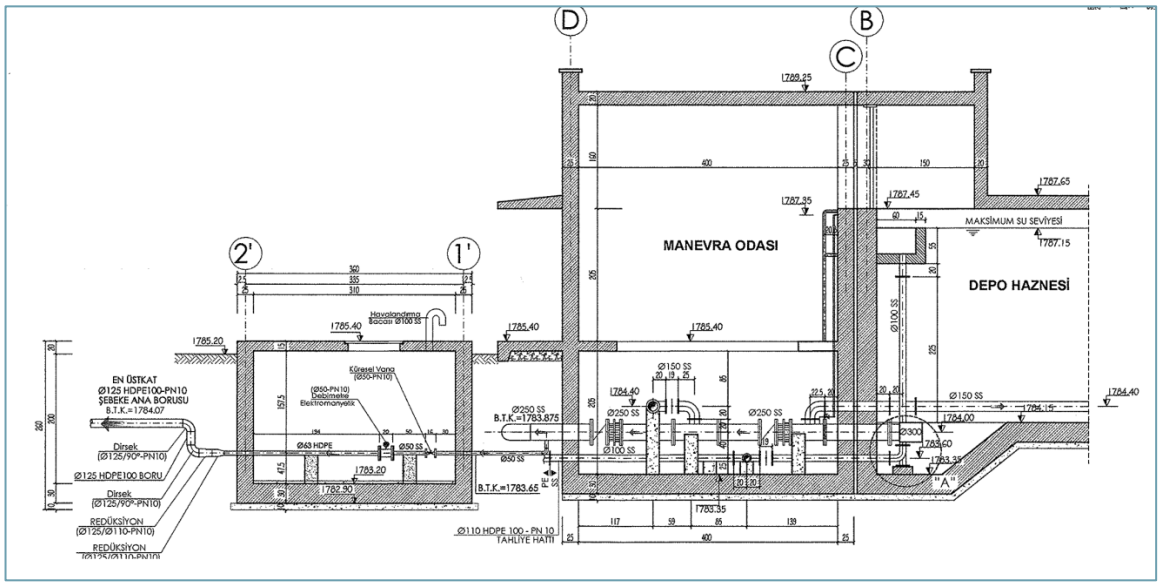
Bakteri üremesini önlemek maksadıyla depo haznelerine doğrudan ışık girmemesi için gerekli önlem alınır. Depolarda her 20 m³ hacim için bir havalandırma bacası bırakılır. Bu havalandırma bacalarından direk ışık ve yabancı madde ve haşerat girmemesi için ters dirsekler ve sinekliklerle teçhiz edilir.

Depolarda manevra odaları

Depo içerisindeki suyun sevk edildiği, gerektiğinde klorlandığı ve içerisinde;

- İletim hattı geliş borusu ve vanası,
- Şebekeye çıkış borusu ve vanası,
- Dip savak borusu,
- Dolu savak borusu,
- Debi ölçer,
- Su sayacı gibi cihaz ve vanaları kapsayan sevk ve kumanda odasıdır.

Ayaklı su depolarında manevra odası kule altında ve zemin üzerinde yapılır.



Şekil 66: Hazne, manevra odası ve debi ölçüm odası plan ve kesiti

Konu ile ilgili problemler:

1- Q_{il}= 10 lt/sn, ise beldenin günlük su ihtiyacı ne kadardır (V=?).

V= Q_{il} x 86400= 10 x 86400 = 864 000 lt = 864 m³ =864 ton.

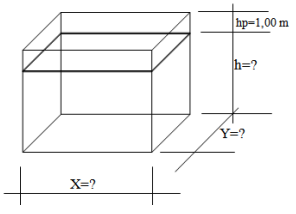
2- Vy = 36 m³ olduğuna göre depo hacmini cazibeli ve terfili sistemlere göre bulunuz.

$$V_d = \frac{V}{3} + Vy = \frac{864}{3} + 36 = 324 \text{ m}^3$$.....yuvarlatılarak V_d = 350 m³ olur. (cazibeli)

$$V_d = \frac{V}{4} + Vy = \frac{864}{4} + 36 = 252 \text{ m}^3$$.....yuvarlatılarak V_d = 300 m³ olur. (terfili)

3- Verilenlerden faydalanarak gömme deponun hacmini ve boyutlarını bulunuz. Depo plan ve kesitini çiziniz.

Q_{il} = 50 lt/sn, Vy = 40 m³ , Hava payı =1,00 m



Çözüm:

Vd=X.Y.h $\qquad \frac{x}{y}=\frac{3}{4}$

$V_{günlük}=Q_{il}$ X 86400= 50 x 86400 =4320000 lt.

$V_{günlük}$ =4320 m^3

Cazibeli sistemde depo hacmi.: $V_d=\frac{V}{3}+Vy=\frac{4320}{3}+40=1480$ m^3 ~ V_d = 1500 m^3 olur.

Terfili sistemde depo hacmi: $V_d=\frac{V}{4}+Vy=\frac{4320}{4}+40=1120$ m^3 ~ V_d = 1250 m^3 olur.

Cazibeli sistemde depo boyutları:

Vd=1500 m^3 için h= 5.00 m (tablodan)

$x=\frac{3}{4}y\rightarrow \quad V_d=\frac{3}{4}y^2h \rightarrow 1500=\frac{3}{4}y^2 5 \rightarrow y=20\,m.$ x = 15 m. iki hazneli yapılabilir.

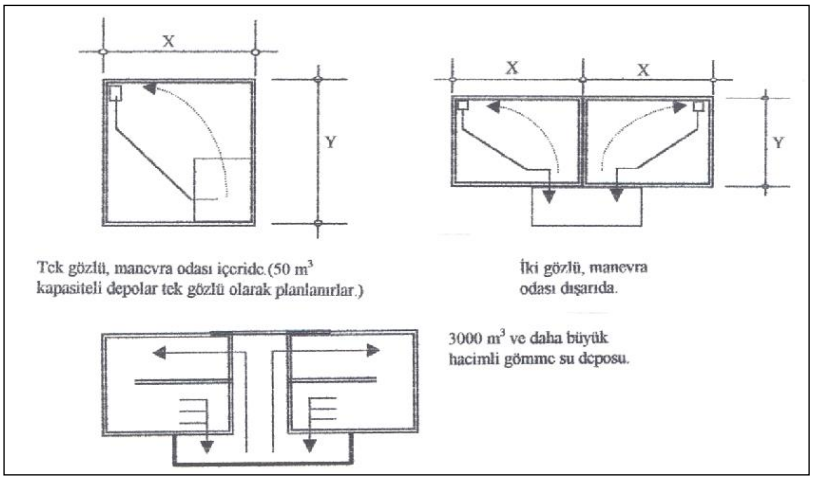
$x=\frac{3}{4}y\rightarrow \quad V_d=\frac{3}{4}y^2h \rightarrow 1250=\frac{3}{4}y^2 5 \rightarrow y=18{,}25\,m.$ x = 13,70 m.



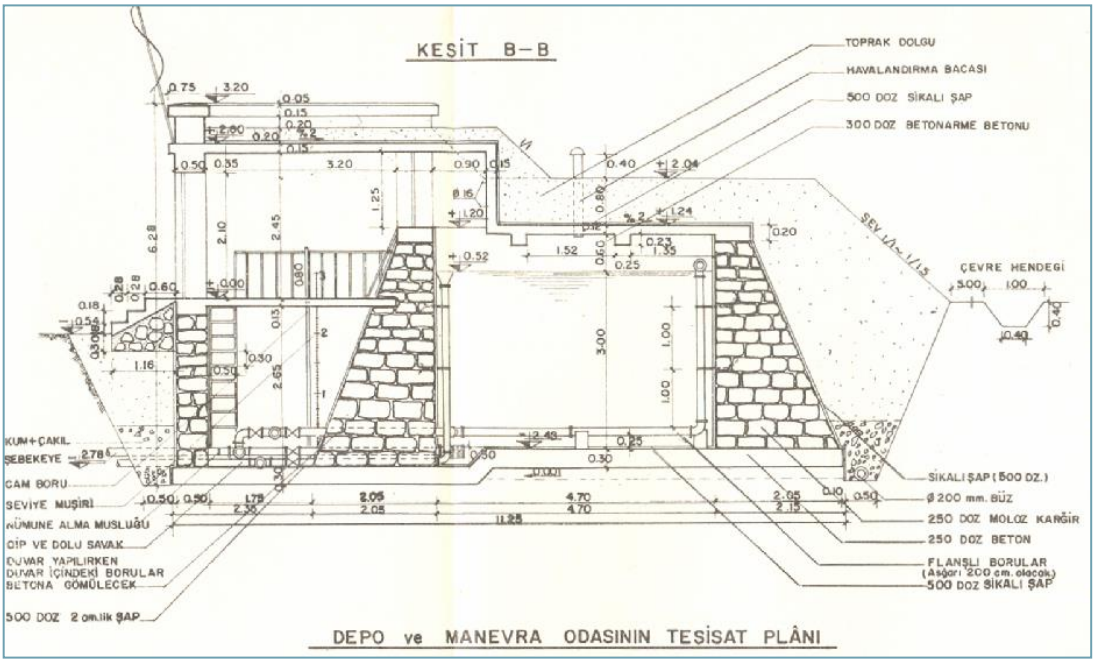
Şekil 67. Gömme su deposu manevra odası

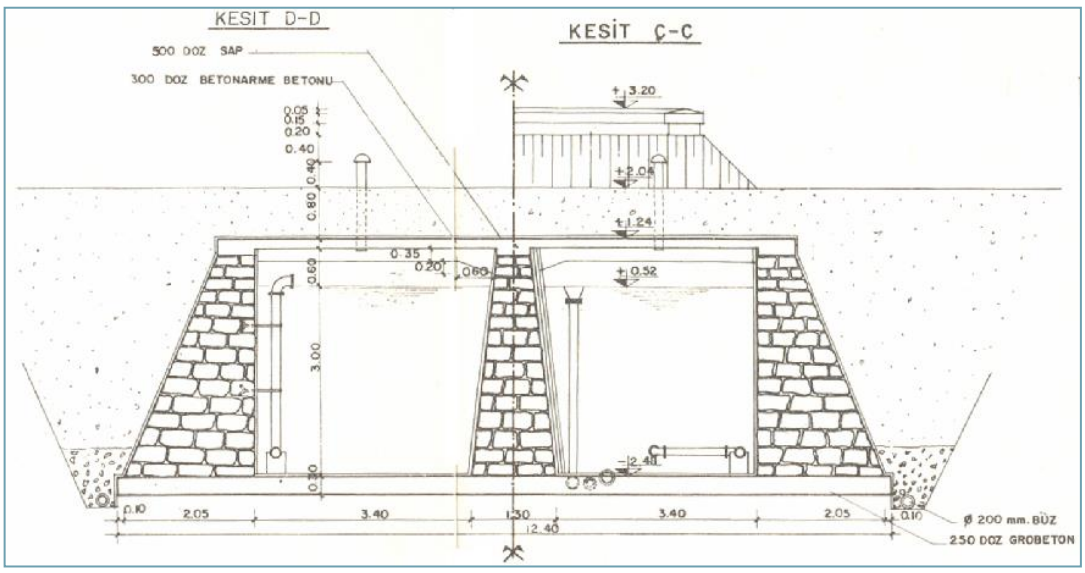


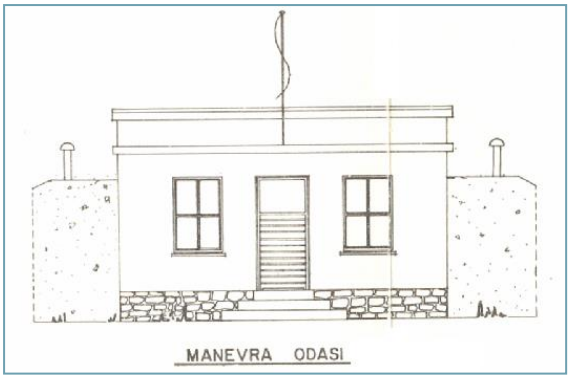
manevra odası



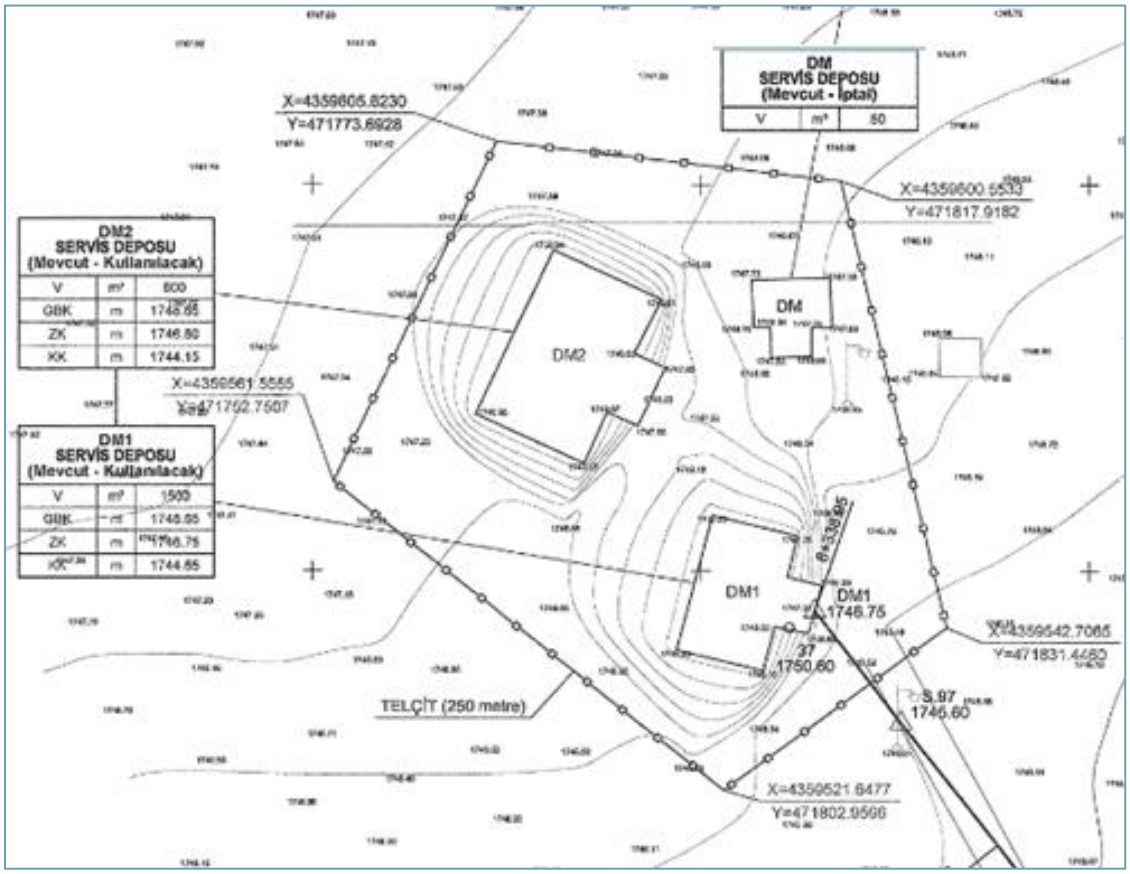
Şekil 68. Dikdörtgen kesitli depoların tasarım planları



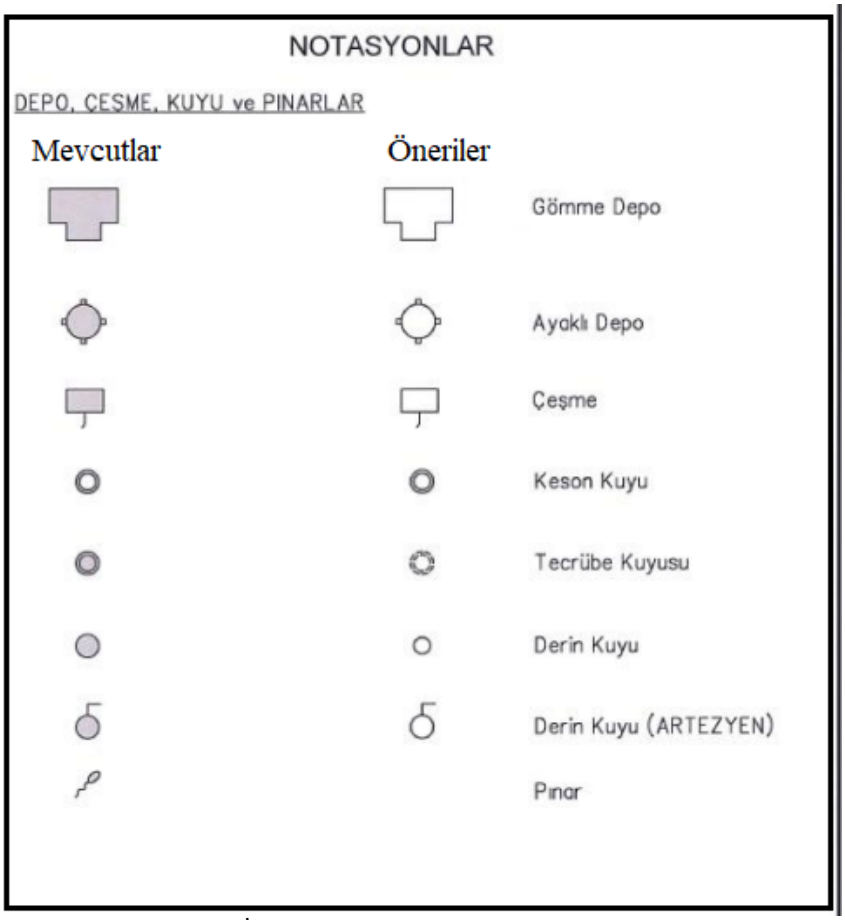




Şekil 69. Kagir gömme deposu hazne ve manevra odası kesitleri



Şekil 70: Depo yerleşim planı



Şekil 71: İletim hattı projelerinde kullanılan notasyonlar

I-BELDE İÇME SUYU ŞEBEKESİ

İçme Suyu Şebekesi: Depodan itibaren içme suyunu son kullanım yeri olan abone hatlarına kadar ileten boru ağına içme suyu şebekesi (kısaca şebeke) denir. Su dağıtım şebekeleri, suyu yeterli miktarda, istenilen basınçta ve kullanılabilir kalitede tüketiciye ulaştıran sistemlerdir.

Planlı kentleşme, çevre sağlığı, ekolojik ve doğal dengenin bozulmasını engellemek ve gelecek nesillere devamını sağlayabilmek için altyapı sorunlarının çözümlenmesi şarttır. Bu sorunlardan birinin çözüm şekli de belde halkını eskimiş su şebekesinden kurtarmaktır.

Bir içme suyu projesinin yapılmasındaki amaç, var olan içme suyu şebekelerinde; belde halkını ekonomik ömrünü doldurarak hijyen ortamından uzaklaşmış içme suyu tesislerini modernize ederek kurtarmak, yeni yapılacak içme suyu şebekelerinde ise, beldenin geleceğe dönük içme suyu ihtiyacını belirleyerek içme suyu tesislerini en son imar planlarına göre en ekonomik, en modern ve en sağlıklı şekilde yapmaktır.

Şebeke tipinin seçiminde ve su akımının karakterinin tayininde etkili olan faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- ✓ Belde imar planı ve sokakların durumu
- ✓ Beldenin topoğrafik ve jeolojik durumu
- ✓ Su iletim tesislerinin ve depoların yerleri
- ✓ Depo tipi ve sayısı
- ✓ Kaptaj yeri ve verimi
- ✓ Beldenin gelecekteki sosyo-ekonomik durumu ve buna bağlı olarak gelişen su ihtiyacı
- ✓ Beldenin muhtemel gelişme alanları

Yukarıda sayılanlara bağlı olarak su dağıtma şebekesinin tipi ortaya çıkar. Genel olarak uygulanan üç tip su dağıtma şebekesi vardır.

1)Dal sistem

2)Esas boruları dal şeklinde olan ağ sistemi (gözlü şebeke)

3)Esas boruları kapalı bir çevre oluşturan ağ sistemi (kapalı şebekeler).

Dal Sistem: Eski iskân bölgelerine içme suyu getirilmek istendiğinde beldenin imar durumunda cadde ve sokaklar düzensiz ise veya bir beldenin kenar semtlerinde veya sahil şeritlerindeki iskân bölgelerinde ya da ana cadde ve sokakları şerit şeklinde olan iskân bölgeleri için dal sistem şebeke yapımı söz konusu olabilir. Su dağıtma şebekesi, bir ağacın dallarına benzer. Bu sistemde, bir noktaya bir hattan su gelir. Dal sistemin tek mahsuru, ilerdeki muhtemel gelişmeler için bırakılan ölü uç noktalarının olmasıdır. Uç noktalar kör tapa ile kapatılır ve muhtemel bir gelişme alanı için boru hattı eki yapılması kolay olur.

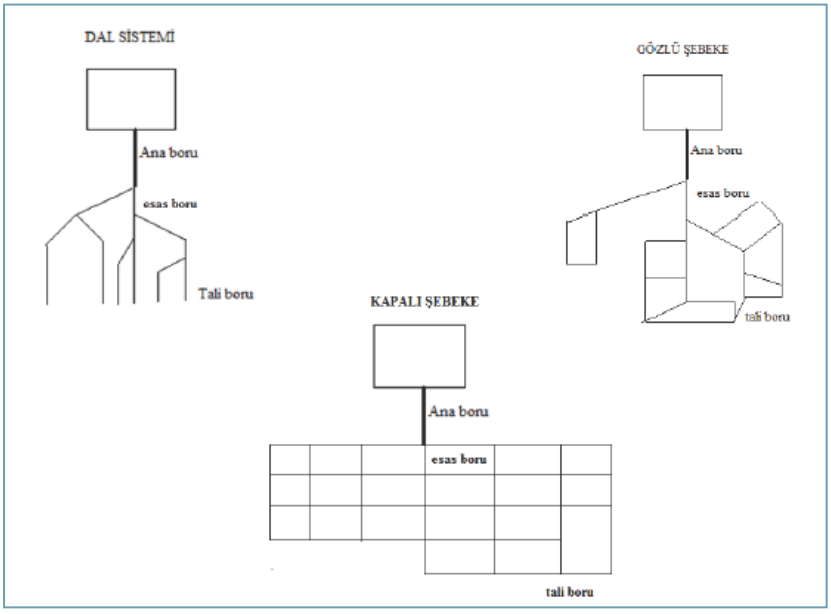
-Dal sisteminde; borular sadece bir yönden beslenirler.

-Boru hattının bir yerinde arıza olması halinde arızalı hattın mansap tarafında kalan kısmı susuz kalır.

-Kör tapaların bulunduğu hatlardaki su durgun halde bulunduğundan bayatlama ve soğuk havalarda donma ihtimali fazladır.

- Kör tapalarda zamanla madde birikerek tıkanmalara sebep olur.

Ancak boru sayısı az ve boyları kısa olduğundan, şebeke hesapları basit olup, en ekonomik çözümdür.



Şekil 72. İçme suyu şebeke tipleri

Dal şeklinde ağ ve kapalı gözlü sistem:

Ağ şeklinde tasarlanmış su dağıtım sistemidir. Bu sistemde bir aboneye iki koldan su gelir. Bir adı da çok gözlü su dağıtma sistemidir. Borular birbirleriyle kesişirler. Örümcek ağına benzetilirler. Hidrolik bakımdan çok gözlü su dağıtma sistemi, her hangi bir bölgeye, birden fazla yönden su iletme avantajına sahiptir. Bu sistemde şebeke gözlerinin her biri 20-30 Ha. lık bir alana su taşır (1 Ha. 10000m^2).

Ağ sistemindeki borular, iki yönden beslendiklerinden işletme emniyetleri yüksek olup, kırılma durumunda borular vanalar yardımıyla tecrit edilir ve küçük bir kısım susuz kalır.

Ağ sistemindeki şebekeler, işletme yönünden daha emniyetli olup, sarfiyat salınımlarına kolayca cevap verebilirler. Hesapları ancak basitleştirilerek yapılabilir. Boru boyları uzun olduğundan biraz pahalıdır.

İçme suyu şebekeleri gözlü sistemler olarak tasarlanmalıdır. Topografyanın elverişli olmadığı durumlarda dal şebeke olarak tasarlanabilir.

Şebekedeki Çap, Hız ve Basınç değerleri

(İller Bankası-şehir ve Kasaba içme suyu Projelerinin Hazırlanmasına Ait Yönetmelik)
Borulardaki su hızının 1.00 m/sn civarında olması sağlanmalıdır. Hızın mümkün olduğu kadar 1.50 m/sn 'nin üzerine çıkması engellenmelidir.

- Şehir şebekelerinde 80 mm den küçük çapta boru kullanılmamalıdır.
- Üzerinde yangın musluğu bulunan kuyular en az 100 mm çapında seçilmelidir.
- Şebeke borularında 1 büyük çap kendinden küçük çapa göre iki kat debi geçirmesine rağmen, maliyeti ancak %20 daha fazladır. Dolayısıyla büyük çapların tercihi yoluna gidilmelidir.

Şebekedeki kayıp kaçakların azaltılması amacıyla maksimum statik basınç 60 -65 m arasında olmalıdır.

* Max. gün max. saat sırasında şebekede en düşük işletme basıncı olarak 15 m olmalıdır.

**Şebeke kat sınırları (Zon) belirlenirken max statik basınç 60 m civarında seçilir, ancak şebeke çözümü yapılırken depo su yüksekliği dolayısıyla sonuçlar olduğundan yüksek çıkacaktır. Bu nedenle sınırları DGK da belirlemekte fayda vardır. Yada KK ya göre max. Statik basınç 60 m seçilebilir.

Proje nüfusuna göre min ve max basınçlar aşağıdaki tabloda verilen değerleri aşmamalıdır.

PROJE NUFUSU (kişi)	En az işletme basıncı (m)	En fazla işletme basıncı (m)
0-10.000	20	60-65
10.001-50.000	20	60-65
50.001-100.000	30	60-65
>100.001	30	60-65

ÖZEL: *İçme suyu borusunda kök salan ağaç, ilçeyi susuz bıraktı Düzce'nin Kaynaşlı ilçesine içme suyu sağlayan boruların içinde 13 metre büyüyen ağaç kökü, ilçede su kesintisi yaşanmasına neden oldu. Kaynaşlı Kalıcı Konutlar bölgesindeki isale hattından evlerine az su gelen mahalle sakinleri, belediyeye başvurdu. Gelen şikayetler üzerine su hattını inceleyen ekipler, yaklaşık bir haftalık çalışma sonucunda boruların içinde büyüyen ağaç kökünü tespit etti. Belediye ekiplerince su borularından çıkartılan 13 metrelik ağaç kökü, kent meydanına getirilerek belediye önünde sergilendi (soldaki resim).*





Suruç ilçesinde belediye ekipleri tarafından yapılan arıza giderme çalışmasında, su borusundan 17 metre boyunda ağaç kökü çıktı. Suruç Belediyesi su arıza ekipleri tarafından Yıldırım Mahallesi'nde yapılan arıza giderme çalışmaları sırasında içme suyu borusunda bulunan 17 metre boyundaki ağaç kökü, çalışanları hayrete düşürdü. Belediye ekipleri ilçede yaptıkları su arıza çalışmalarında ilk defa böyle bir olayla karşılaştıklarını söylerken, bunun sebebinin vatandaşların ucuz boru kelepçelerini takmaları olduğunu kaydetti. Yetkililer, vatandaşları belediye yetkililerine danışmadan su tesisatı çekmemeleri konusunda uyardı (sağdaki resim)

J-ŞEHİR İÇME SUYU ŞEBEKESİ ELEMANLARI

Şehir içme suyu şebekesi borulardan ve bu borular üzerine monte edilen bazı donanımlardan oluşur.

Borular:

Şehir içme suyu şebekesinde basınçlı borular kullanılır ve şebekedeki fonksiyonlarına göre şu isimlerle anılırlar.

1.Ana boru (ana hat) : Depodan suyu alıp, esas borulara kadar ileten büyük çaplı borulardır. Şebeke ana borularından kesinlikle abonelere su verilemez. Dolayısıyla, toplam izafi boya şebeke ana borusu dahil edilmez. Bir boru hem kendi üzerindeki tüketimi, hem de kendisinden sonra gelen sokağın tüketimini ve ayrıca varsa, karşılanacak herhangi bir özel tüketimin tamamını taşımak zorundadır.

2. Esas boru (esas hat): Ana borulardan bir dirsekle ayrılarak ana cadde ve güzergâhlara suyu ileten borulardır.
3. Tali boru (sokak hattı): Sadece döşendikleri sokaklara hizmet eden ve çap itibariyle esas borulardan küçük boru hatlarıdır.
4. Besleme borusu (abone hattı) : Genel olarak tali borunun özel bir matkapla delinmesiyle ve açılan deliğe galvanizli borunun takılmasıyla oluşturulan hattır.

Beslenme borusu belde içme suyu şebekesinin bir bölümüdür. İçerisindeki su henüz sayaca geçmediğinden abonenin değildir. Bu yüzden, binalara su alınması su şirketinin veya belediyelerin sorumluluğundadır.

İçme suyu iletim hatlarında basınçlı boruların kullanılmasıyla, iletim hatlarının boyu kısalır. Bu sayede su kayıpları azaldığından su tasarrufu da sağlanmaktadır. İletim hatları, büyük maliyetli yatırımlar olduğu için, bu tesisler projelendirilirken, kullanılacak malzemenin ekonomik, işletme masraflarının düşük, bakım ve onarımının kolay, montajının hızlı ve ekonomik olmasına dikkat edilmelidir.

İçme suyu iletim hatlarında çoğunlukla; çelik boru, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) boru ve cam elyaf takviyeli polyester (CTP) boru kullanılmaktadır.

Yangın muslukları (hidrant)

Yangın muslukları, muhtemel yangınları söndürmek, caddeleri sulamak, gerektiğinde içme suyu hattındaki suyu boşaltmak için yüksek miktarda su çekilmesini sağlayan yapılardır. Şebekelerde yangın muslukları teçhiz edilmelidir. Yangın muslukları arasındaki mesafeler çok riskli bölgelerde en fazla 50 m, riskli bölgelerde en fazla 100 m, orta riskli bölgelerde en fazla 125 m ve az riskli bölgelerde en fazla 150 m olmalıdır. Yangın muslukları yerüstüne olmalı ve 80 mm'den küçük çaplı musluk kullanılmamalıdır.

Yangın muslukları esas ve tali hatlar üzerine konulur. Bu yüzden içme suyu hesabı yapılırken beldenin su ihtiyacına ek olarak yangın debisi de eklenir.

Yangı musluğu ve vanaları, zemin altında veya zemin üzerinde inşaa edilebilir. Yangın musluklarındaki su hareketsiz kaldığı için soğuk iklimlerde zemin altına yapılması, suyun donmaması açısından uygun olur. Zemin altına yapılan yangın musluklarının, yüzeyde üzerine "yangın" ibaresi yazılı font bir kapağı vardır. Yangın musluklarının ara mesafeleri, beldenin nüfusuna, tarım ve ekonomik durumuna göre belirlenir.

<u>Yangın çıkması açısından Riskli Yerler</u>

Şebekeden yangın debisi çekilecek düğüm noktaları belirlenirken aşağıdaki kriterler dikkate alınmalıdır.

1-Çok can kaybına neden olacak yerler (sinema, okul, hastane vs.).

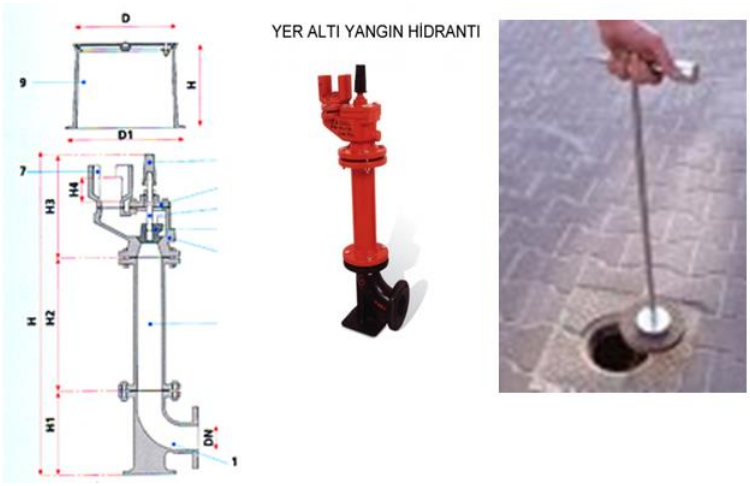
2-Kolay ve çabuk tutuşabilir malzemelerin üretildiği/depolandığı/kullanıldığı yerler (benzin istasyonu, servis istasyonu, tamirhaneler, kuru temizlemeciler vs.).

3-Ahşap üretilen/depolanan yerler.

4-Metal imalatı yapılan yerler.

5-Çeşitli malzemelerin yakılarak imha edildiği yerler (Incineration tesisleri).

6-Yanabilir/tutuşabilir malzemelerin bulunduğu/ kullanıldığı yerler (izolasyon malzemeleri, dekorasyon malzemeleri vs.)
7-Kibrit ve sigara depoları.
8-Yangına karşı direnci az olan malzemelerin kullanıldığı yapılar veya yerler (ahşap evler vs.)
9-Yüksek binaların olduğu yerler.
10-Çok dar sokakların olduğu yerler.
11-Binalara ulaşımın güç olduğu yerler (tek taraftan yaklaşma imkan olan yerler).
12-Yakınında müdahaleyi engelleyecek şeylerin olduğu yerler (park, otoyol, yüksek duvarla çevrili yerler, demiryolu, yo1 yapımı sırasında oluşturulan yüksek dolgular vs.).



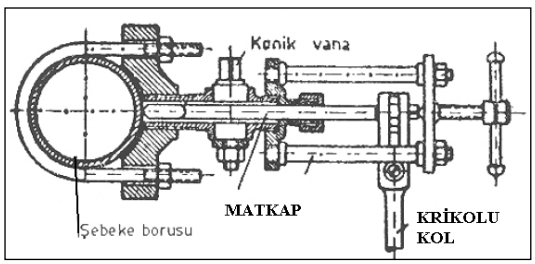
Şekil 73. Yer altı yangın hidrantı



Şekil 74. Yerüstü yangın hidrantı

İçme suyunun binaya alınması *(Abone, kullanıcı hattı)*

Belde içme suyu şebeke borusunda basınçlı su varken suyun binaya alınmasında özel bir alet kullanılır. Bu aletin adı salmastralı matkaptır.



Şekil 75. Abone hattı için salmastralı matkap

K-BELDE İÇME SUYU PROJELERİNİN HAZIRLANMASI

Bir beldeye içme suyu getirmek maksadıyla esaslı inceleme ve etüt gerektiren bazı işlemler vardır. Bu işlemlerin sonucunda beldeye getirilecek olan içme suyunun projelendirilmesine geçilir. Proje ve hesapların hazırlanmasında şu sıra takip edilir.

1. *Belde hakkında genel bilginin toplanması*

- ✓ İdari, coğrafi, tarihi durum
- ✓ Sosyo- ekonomik ve kültürel durum
- ✓ Kanalizasyon tesisleri durumu
- ✓ Mevcut yer altı Enerji ve haberleşme tesisleri durumu
- ✓ Mevcut petrol ve doğalgaz tesisleri (hatları ve depoları)
- ✓ Mevcut içme suyu kaynakları ve tesislerinin durumu
- ✓ Harita ve imar planı durumu
- ✓ Nüfus ve yerleşim durumu
- ✓ Malzeme ocaklarının, beton santrallerinin durumu ve ulaşımı

2. *Beldenin gelecekteki nüfusunun hesaplanması:*

Bu aşamada beldenin gelecekteki nüfusunun ne olacağı tahmin edilmesi gerekir. Gelecekteki nüfus tahmin hesabı şu şekillerde yapılabilir.

-iller bankası metodu (ardışık yıllara göre)

--Aritmetik artış metodu

---eksponensiyel (logaritmik) metot

-İller Bankası Yöntemiyle Nüfuz artış hesabı:

Bu hesap için ilk önce, beldenin en son nüfus sayımı ile önceki sayımlarındaki rakamlar alınır ve bunlara göre "nüfus artış katsayısı" hesaplanır (Ç) .

Bu katsayı,

$$Ç = \left(\sqrt[a]{\frac{Ny}{Ne}} - 1 \right) \cdot 100$$

Ç=nüfus artış katsayısı

Ny=beldenin son nüfus sayımındaki durumu

Ne=beldenin eski nüfus sayımındaki durumu

a= iki nüfus sayımı arasındaki yıl sayısıdır.

Çoğalma katsayısı değeri, $3 \geq Ç \geq 1$ olmalıdır. 3 den büyük çıkması halinde Ç=3, 1 den küçük çıkması halinde Ç=1 alınır.

Çoğalma katsayısı hesaplandıktan sonra, 30 yıl sonraki ihtiyacı karşılamak üzere beldenin gelecekteki nüfusu tahmin edilir. 30 yıllık süreye, projenin başlama ve bitiş süresi olarak ta 5 yıl eklenir. Buna göre beldenin 35 yıl sonraki tahmini nüfusu;

$N_{35} = Ny \cdot \left(1 + \frac{Ç}{100}\right)^{35+n}$ İfadesi ile hesaplanır. Buradaki "n", beldenin son nüfus sayımından projenin başlamasına kadar geçen süreyi ifade eder.

--Aritmetik artış metodu ile nüfuz artış hesabı

Bu yöntemde nüfusun aritmetik arttığı kabul edilir.

Aritmetik artış katsayısı;

$$k_a = \frac{N2 - N1}{t2 - t1}$$

Gelecekteki nüfus artışı;

$N=N_2+k_a(t-+t_2)$

Bağıntısı ile hesaplanır.

Burada;
k_a= aritmetik artış katsayısı
t_2=son nüfus sayımının yapıldığı yıl
t_1=önceki nüfus sayımının yapıldığı yıllar
t=gelecek için nüfus sayımının yapıldığı yıllar
N= Gelecekteki nüfus
N_1= t_1 yılındaki nüfus
N_2=t_2 yılındaki nüfus

--- Eksponensiyel (logaritmik) metot ile nüfus artış hesabı

Belde nüfusunun logaritmik bir fonksiyona bağlı olarak artacağı kabul edilerek yapılan hesaplamadır. Bu metotda da nüfus artış katsayısı hesaplanır.

$$k_g = \frac{lnN2 - lnN1}{t2 - t1}$$

Gelecekteki nüfus artışı ise;

$lnN=lnN_2+k_a(t-+t_2)$

k_g= aritmetik artış katsayısı
t_2=son nüfus sayımının yapıldığı yıl
t_1=önceki nüfus sayımının yapıldığı yıllar
t=gelecek için nüfus sayımının yapıldığı yıllar
N= Gelecekteki nüfus
N_1= t_1 yılındaki nüfus
N_2=t_2 yılındaki nüfus

3. *Beldenin gelecekteki içme suyu ihtiyacının hesaplanması:*

Bir beldenin gelecekteki su ihtiyacı, insanların, hayvanların, tarımın ve sanayinin, özel ihtiyaçların toplamıdır.

- ✓ *İnsan içme suyu ihtiyacı:* Kaçak kullanım ve şebekedeki kayıplarda dikkate alınarak, bir beldenin gelecekteki nüfusuna bağlı olarak insan başına günlük tüketim miktarı, aşağıda verilen tablo yardımıyla hesaplanır.

Tablo 8. İnsan başına alınacak günlük su ihtiyacı

Beldenin gelecekteki nüfusu	*lt* / gün / adam (q)
3000' e kadar	60
3001-5000 arası	70
5001-10000 arası	80
10001-30000 arası	100
30001- 50000 arası	120
50001- 100000 arası	170
100001- 200000 arası	200
200001-300000 arası	225

Bu tablodan nüfusa göre alınacak değerler yardımıyla beldenin gelecekteki toplam nüfusunun lt/sn cinsinden su ihtiyacı,

$$Q_{35} = \frac{N_{35} \cdot q}{86400} \quad \text{... lt/sn}$$ ifadesi yardımıyla bulunur.

✓ *Hayvan içme suyu ihtiyacı:* İller bankası yönetmeliğine göre, beldede var olan her büyük baş hayvan için günde 50 litre, küçükbaş hayvan için 15 litre hesabıyla hayvan su ihtiyacı bulunur.

$$Q_h = \frac{Nb \cdot 50 + Nk \cdot 15}{86400} \quad \text{lt/sn}$$

✓ *Sanayi ihtiyacı:* Belde de sanayi tesisi varsa, büyük sanayiler için kullanma suyu ihtiyacı içme suyu projesinden ayrı düşünülebilir. Küçük sanayiler için belirlenen miktarda su ihtiyacı eklenir. Buna ek olarak, beldenin diğer özel ihtiyaçları için ise 1,5 lt/sn lik bir debi hesaba katılır. Beldenin toplam su ihtiyacı,

$Q_{35\ toplam} = Q_{35} + Q_h + Q_{özel}$ lt/sn olarak bulunur.

✓ *Yangın Debisi hesabı:* Yangın suyu hacmi, bölgenin nüfusu, yangın debisi ve yangın sayısına göre belirlenir. İçme suyu altyapı tesislerinin hidrolik tasarımında kullanılacak yangın suyu hacimleri Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9:İçme suyu projelerinde kullanılacak yangın suyu miktarı, süresi ve adedi

Zon Nüfusu (kişi)	Eşzamanlı Yangın Sayısı	Yangın Süresi (sa)	Yangın Başına Yangın Suyu Miktarı (l/s)		Yangın Suyu Hacmi (m3)	
			İki Katlı Binaların Olduğu Yerleşim Alanı	Üç Kat ve Üzeri Binaların Olduğu Yerleşim Alanı	İki Katlı Binaların Olduğu Yerleşim Alanı	Üç Kat ve Üzeri Binaların Olduğu Yerleşim Alanı
<5.000	1	2	5	10	36	72
5.001-10.000	2	2	5	10	72	144
10.001-25.000	2	2	10	15	144	216
25.001-50.000	2	2	15	20	216	288
50.001-100.000	2	3	15	20	324	432
>100.000	2	5	-	25	-	900

Yangın debisi (Q_y), tali ve esas boru debisine ek olarak, beldenin her türlü karakteristiği göz önüne alınarak seçilir ve depo hacmine eklenir. Tali ve esas boru debileri de bu duruma göre artırılır ve boru çapları seçilir. Sinema, tiyatro, büyük iş hanı, mağaza gibi yerlerden geçen tali esas ve ana boruların taşıdığı yangın suyu miktarı %50 ve %100 oranında artırılır.

Gömme veya ayaklı depo hacmine eklenecek yangın hacmi şu ifade ile bulunur.

$$V_y = \frac{Q_y \cdot A \cdot B \cdot C}{1000} \quad \text{m}^3$$

V_y= depoda yangın hacmi (m^3)

Q_y= beldenin nüfusuna ve yangın musluğunun bulunduğu boru hattına göre tablodan alınan yangın debisi (lt/sn).

A= aynı anda çıkması muhtemel yangın âdeti

B= muhtemel yangın söndürme süresi (saat)
C=60x60 sn.

Tablo 10. İçme suyu şebeke hesabında yangın debisi miktarı ve boru çapları

Şebeke karakteristikleri	Yangın debileri Q_y (lt/sn)			Yangın adedi ve hacmi		**Depoda yangın hacmi (Vy)**	Basınçlar (m)			**Gözlerin büyüklüğü (ha)**	Şebekede kullanılacak tali ve esas borularda en küçük çaplar.(mm.)
(35 sene sonrası) Gelecekteki nüfuslar "N"	Ana boruda	Esas boruda	Tali boruda	Aynı andaki yangın sayısı(A)	Yangın süresi (saat) (B)		Min. İşletme bas.	Max. Statik bas.	Ölü noktalarda max.		
N≤10 000	5	5	2,5	1	2	36	20	80	1	**20** **30**	Tali boru 65-70 Esas boru 80
10 001≤N≤50 000	10	5	2,5	2	2	72	20	80	1	**20** **30**	Tali boru 80 Esas boru 100
50 001≤N≤100 000	20	10	5	2	5	360	30	80	2	**20** **30**	Tali boru 100 Esas boru 125
N≥100 001	20	10	5	2	5	360	30	80	2	**20** **30**	Tali boru 100 Esas boru 150

4. *Depo hacimleri, yangın debileri de eklenerek hesap edilir.*

5. *Su ihtiyacı hesabı yapıldıktan sonra isale hattı planı ve profilleri çizilir. Enerji seviyeleri gösterilir (Şekil..)*

6. *Belde içme suyu şebekesinin, vaziyet planları, inşaat planları, hesap planları ve şebeke nokta detayları çizilir.* Optimum hız aralığı 0,6-1,5 m/sn olacak şekilde boru çapları hesaplanır.

Örnek problem:

Belde nüfusu 75000 kişidir. Esas boru üzerinde bir yangın musluğu düşünülmektedir. Depoya eklenmesi gereken yangın hacmini bulunuz.

$$V_y = \frac{Q_y \cdot A \cdot B \cdot C}{1000} \quad \text{m}^3 \qquad Vy = \frac{10 \times 2 \times 5 \times 60 \times 60}{1000} = 360\ m^3 \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek problem:

2000 yılında bir beldeye içme suyu getirilmek isteniyor. Toplanan veriler şunlardır.

-1995 nüfus sayımı sonucu: 7800 kişi.

-1965 nüfus sayımı sonucu: 3500 kişi

- Küçük baş hayvan sayısı: 2000 adet

-Büyükbaş hayvan sayısı: 800 adet

-500 m^3 lük bir gömme depo var.

-Beldenin özel ihtiyaçları için 1,5 lt/sn lik debi gerekiyor.

-Depo kotu: 1963 m.

-Beldenin en düşük kotu: 1900 m.

Beldenin 2035 yılındaki toplam su ve depo ihtiyacını belirleyiniz.

Çözüm:

1-Beldenin gelecekteki nüfusu hesap edilir. Buna göre nüfus artış katsayısı,

$$Ç = \left(\sqrt[a]{\frac{Ny}{Ne}} - 1 \right) \cdot 100$$

Ny= 7800 kişi

Ne= 3500 kişi

a = 1995-1965=30 yıl.

$$Ç = \left(\sqrt[30]{\frac{7800}{3500}} - 1 \right) \cdot 100$$ =2,70 < 3 olduğundan Ç=2,70 alınır.

Beldenin gelecekteki nüfusu ise,

$$N_{35} = Ny \cdot \left(1 + \frac{Ç}{100} \right)^{35+n}$$

$$N_{35} = 7800 \cdot \left(1 + \frac{2,70}{100} \right)^{35+5}$$ =22642 kişi.

2- Gelecekteki su ihtiyacı: İnsan su ihtiyacı tablosundan 22642 kişi için, 100 *lt*/gün bulunur.

$$Q_{35} = \frac{N_{35} \cdot q}{86400}$$ ... lt/sn (insan su ihtiyacı)

$$Q_{35} = \frac{22642 \cdot 100}{86400} = 26,20$$ lt/sn Olarak hesap edilir

$$Q_h = \frac{Nb \cdot 50 + Nk \cdot 15}{86400}$$ lt/sn (hayvan su ihtiyacı)

$$Q_h = \frac{800 \cdot 50 + 2000 \cdot 15}{86400} = 0,81$$ lt/sn

$Q_{özel}$=1,5 lt/sn

$Q_{35\ toplam} = Q_{35} + Q_h + Q_{özel}$ =26,20 + 0,81 + 1,5 =2 8,51 lt/sn

$Q_{şebeke}$=1,5 $Q_{35Toplam}$=1,5 .28,51 = 42,76 ~ 43 lt/sn

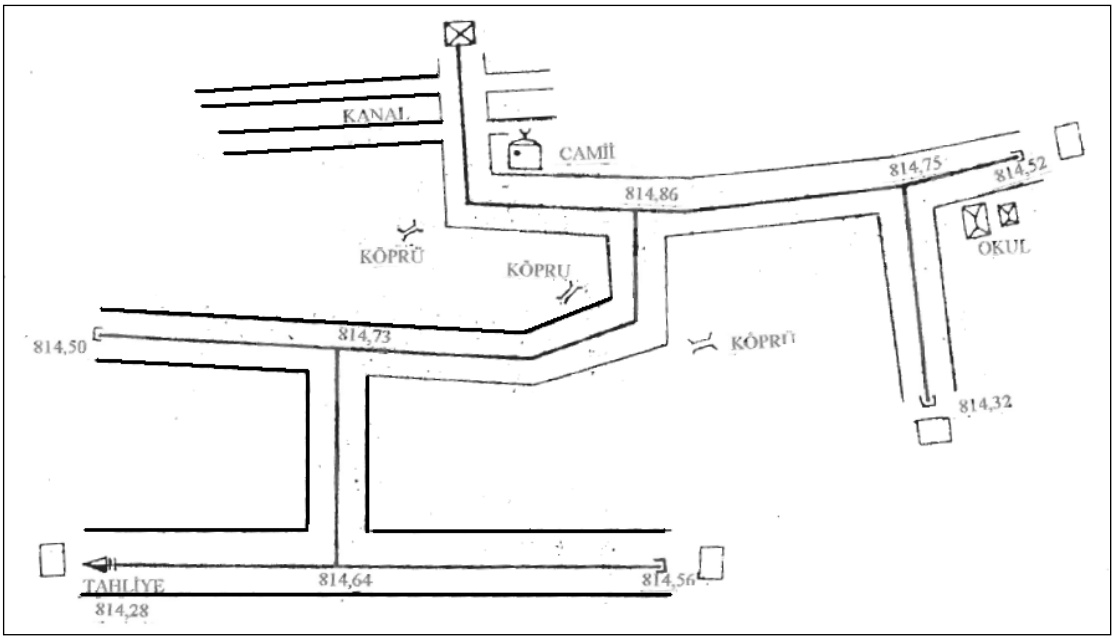
3- Depo hacmi hesabı:

$Q_{şebeke} = Q_{il} = V_{günlük}$=0,043 . 86400 =3715 m^3/ gün

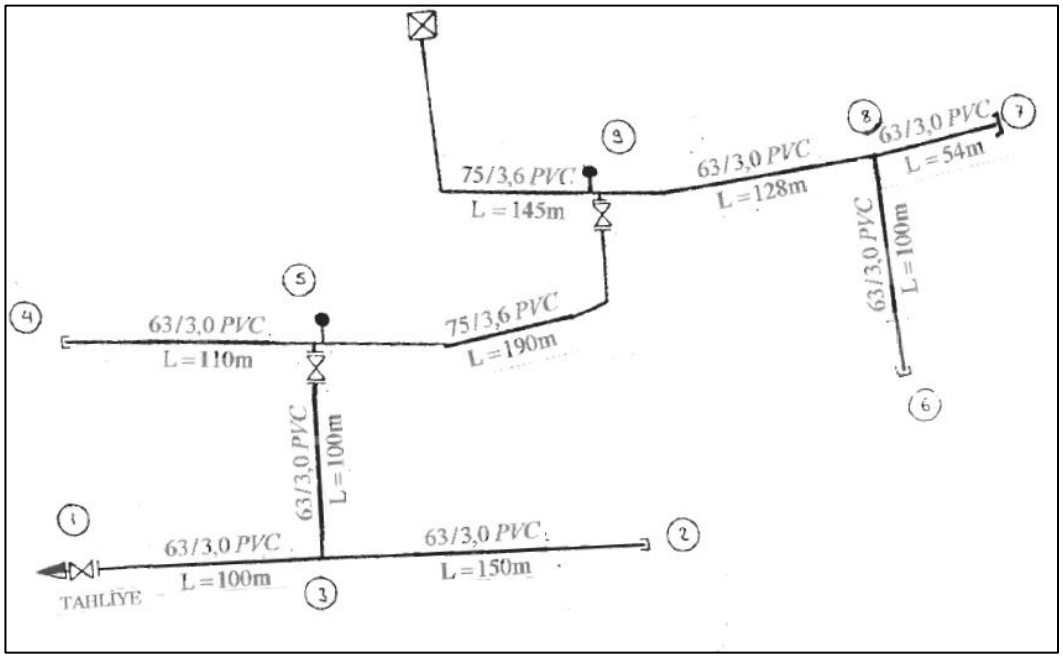
Vy= 22642 kişi için 72 m^3

$$V_D = \frac{Vc}{3} + Vy \ m^3$$

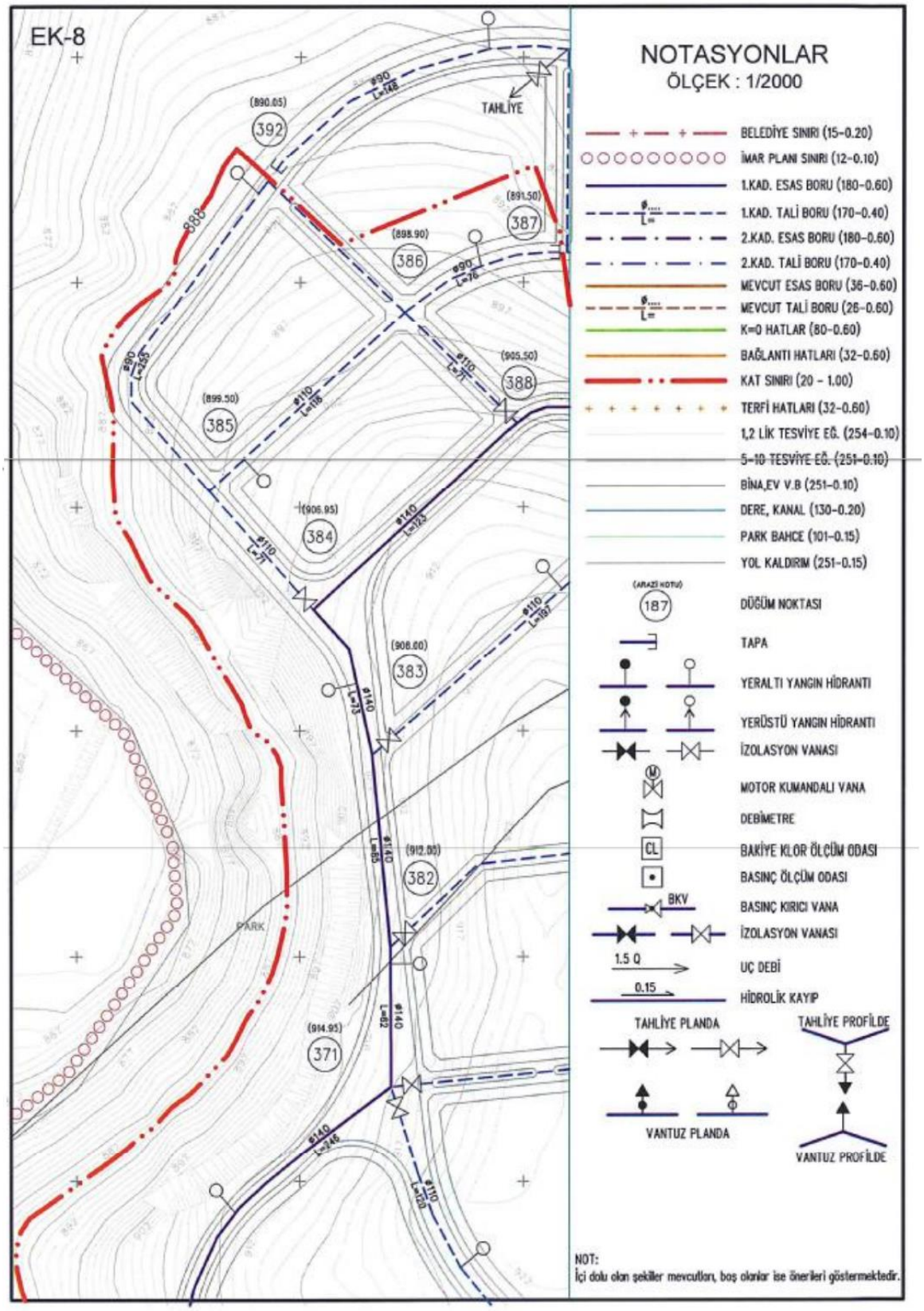
$$V_D = \frac{3715}{3} + 72 = 1310$$ m^3 ~ 1500 m^3 depo hacmine ihtiyaç gösteriyor. Mevcut olan 500 m^3 lük depoya ek olarak 1000 m^3 lük bir depo daha gereklidir.



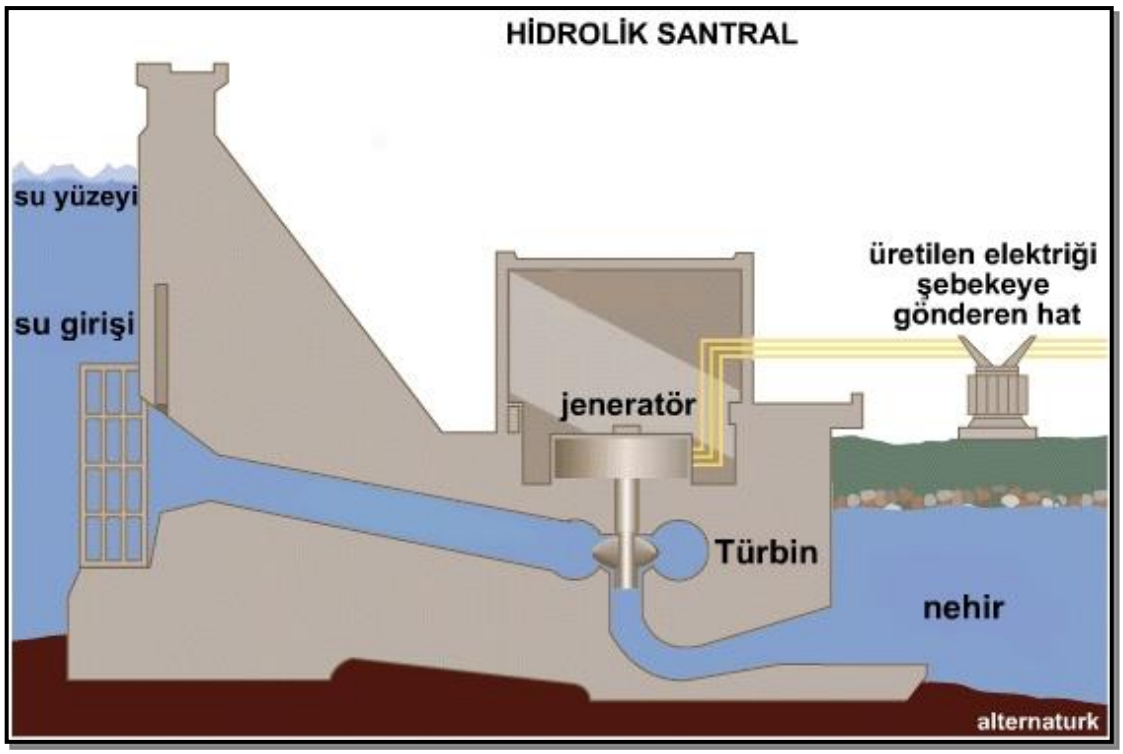
Şekil 76.İçme suyu şebekesi vaziyet planı



Şekil 77. İçme suyu şebekesi inşaat planı.



Şekil 78. İçme suyu projelerinde kullanılan notasyonlar



L-BARAJLAR

Çoğu kez tabiatta su, miktar, zaman, yer ve nitelik bakımından insanların ihtiyaçlarına uygun değildir. Tabiatta bulunan suyu insanların ihtiyaçlarına cevap verebilecek hale getirmek için bir takım su yapılarına ihtiyaç vardır. Bunlardan en önemlilerinden biride barajlardır.

Genel olarak, suların faydasını artırmak için, vadilerin kapatılması suretiyle yapılan, 15 m.den yüksek su depolayan yapay yapılara baraj denir. Bir başka şekilde tanımlamak gerekirse; akarsu taşkınını önlemek, enerji elde etmek, su depolamak maksadıyla akarsuların üzerine inşa edilen su tutucu ve depolayıcı bentlerdir. Yükseklikleri 15 m. den az olan ve barajlara göre daha basit su depolama tesislerine Gölet denir.

Barajlar, yapımı 3 ile 10 yıl gibi bir zaman alan ve yıkılması halinde çevresine çok büyük zararlar veren, can ve mal kaybına sebep olan yapılardır.

Bağlama ise su seviyesini yükseltmek amacı ile akarsuyun iki kıyısını birbirine bağlayan yapıdır. Aralarındaki en önemli fark, esas olarak **barajın** su biriktirmek, bağlamanın ise su seviyesini yükseltmek amacıyla yapılmasıdır. Geçmişte her iki terim yerine bent kullanılmıştır.

Barajların Yapılmasındaki Amaçlar.

Bir baraj aşağıdaki amaçlardan biri veya birkaçına hizmet etmek için yapılır.

1. Şehirlerin içme ve kullanma suyu ihtiyacı: Artan nüfus ve refah seviyesinin yükselmesi ile birlikte yerleşim yerlerinin içme ve kullanma suyu talepleri de artmaktadır.

2. Sanayi su temini: Sanayide üretim için mutlaka suya ihtiyaç duyulur. Dolayısıyla sanayinin su talebi de büyük ölçüde baraj ve göletlerden temin edilmektedir.

3. Sulama suyu: Ülkemizde günümüz itibariyle teknik ve ekonomik olarak sulanabilen 8,5 milyon ha (hektar) arazi mevcuttur. Sulu ziraat yapılması halinde susuz ziraata nazaran 5 ila 14 misli bir gelir artısı olmaktadır. Ayrıca ürün deseni de zenginleşmektedir. Susuz tarımla arpa-buğday ekilen arazilere pamuk, patates, mısır gibi ürünler de yetiştirilebilmektedir. Sulama suyu genellikle akarsular üzerine inşa edilen baraj ve göletlerden sağlanmaktadır.

4. Hidroelektrik enerji üretimi: Su kaynaklarından ekonomik olarak istifade edilmesi açısından Hidroelektrik Enerji Üretiminin rolü çok büyüktür. Zira hidroelektrik enerji, ülke kaynaklarının kullanılması ile üretildiği için, dışa bağımlı değildir. Bir ülkenin elektrik enerjisi tüketimi o ülkenin kalkınmışlığının bir göstergesidir. Ülkemizin 2005 yılında kişi basına yıllık elektrik enerjisi sarfiyatı 2 100 kWh iken, gelişmiş ülkelerde 9 000 kWh, ABD ve Kanada gibi ülkelerde ise 12 000 kWh'dır. Ülkemizde 2005 yılı sonunda 160,332 milyar kWh elektrik tüketilmiştir. Elektrik sarfiyatı yılda % 6 ila % 8 arasında bir artıs göstermektedir. Yani yılda % 7 civarında bir artıs söz konusudur. Buna göre 2010 yılında 225 milyar kWh, 2020 yılında ise 440 milyar kWh civarında bir ihtiyaç olacağı tahmin edilmektedir. Günümüz itibariyle Türkiye'de 137 adet hidroelektrik santral isletmededir. 137 santral 12 846 MW 'lik bir kurulu güce ve 45 milyar kWh yıllık ortalama üretim kapasitesine sahiptir. Bu durumda ekonomik potansiyelimizin % 35'i, teknik potansiyelin ise % 21'i kullanılabilmektedir. ABD, Kanada hatta Norveç gibi ülkelerde bu oran % 80'lere ulaşmıştır.

5. Su ürünlerinin üretimi: İnsaa edilen barajların göllerinde balıkçılık yapılmak suretiyle önemli ölçüde gelir sağlanır. DSİ'nin; İzmir (Ürkmez), Adana (Seyhan), Elazığ (Keban), Şanlıurfa (Atatürk Barajı), Bolu (Gölköy), Amasya (Yedikır), Edirne (İpsala), Sivas (Çamlıgöze) olmak üzere 8 adet su ürünleri üretim tesisinde yılda 28 milyon adet yavru balık üretilerek barajlara bırakılmaktadır.

6. Mesirelik kullanım: Barajlar inşa edildikleri bölgeye hayat vermektedir. Baraj civarlarında teşkil edilen rekreasyon sahaları, yasıl alanlar, orman alanları civarda yasayan insanların mesirelik olarak kullanabilecekleri dinlenme yerleridir.

Barajların Faydaları

.Tarım arazilerinin ihtiyacı olan sulama suyu elde edilir ve tarım arazilerinin zamanında ve yeterli olarak sulanmasını sağlar.
.Hidroelektrik enerji üretir.
.İçme, kullanma ve endüstri için gerekli suyu sürekli sağlar.
.Yerleşim ve tarım alanlarını taşkınlardan korur.
.Su üzerinde ulaşıma imkân sağlar.
.Su ürünleri üretimine, özellikle balıkçılığın gelişmesine imkân sağlar. Bu durumda yöre halkına ek gelir kazandırır.
.Kara ve su avcılığının gelişmesine imkan sağlar.
.Baraj çevresinde rekreasyon alanları oluşur.
.Toprak erozyonunu önler. Toprak muhafazasını sağlar.
.Milli güvenlik üzerine olumlu etki yapar.
.İklim değişikliklerine olumlu yönde etki eder.
.İstihdam oluşturma bakımından olumlu etkisi vardır.
.Barajlardan elde edilen gelir sayesinde, gelir dağılımının düzelmesine yardımcı olur.
.Su kalitesinin ve kirlenmenin kontrolü sağlanır.
.Su sporlarının yaygınlaşmasına imkân sağlar.

Barajların Muhtemel Zararları

.Rezervuar sahası içerisinde kalan tarım alanlarının ve tabii kaynakların kullanılamaması.
.Rezervuar sahası içerisinde kalan yerleşim merkezlerinin güvenli alanlara nakledilmesi zorunluluğu
.Rezervuar sahası içerisinde kalan yol, köprü, vb. yatırımların yerine yeni yatırım yapma zorunluluğu.
.YASS nin yükselmesiyle meydana gelen olumsuz etkiler.
.Su yükünün artmasıyla oluşan tehlikeli heyelanlar ve diğer jeolojik olaylar.
.Delta ovalarının besleyici maddelerden mahrum kalması
.Rezervuar sahası içerisinde kıyı erozyonunun artması
.Rezervuar sahası içerisinde kalması muhtemel tarihi eserler
.Komşu ülkeler ile doğabilecek su anlaşmazlıkları

Barajların Çevre Etkileri

Bir akarsu vadisinde yapılan baraj bölgenin ve çevrenin bazı özelliklerinde önemli değişmelere sebep olabilir. Bu etkilerin en önemlileri şunlardır:

-Ekonomi ve sosyal yasam üzerindeki etkisi
-Bölge ekolojisi üzerindeki etkiler
-Bölgenin iklimine etkisi ve bitki örtüsüne etkisi
-Gaz emisyonları ile sera etkisi
-Balıkçılığa etkisi
-Memba ve mansap bölgesindeki yeraltı sularına etkisi
-Akarsu ulaşımına etkisi
-Mansap kesimindeki yatay oyulmalarına ve akış rejimine etkisi
-Rekreasyon ve turistik aktivitelere etkisi

Baraj Yapımında İzlenen Yol

Baraj yapımı ülkenin ihtiyacından doğar ve düşünceden yapım haline gelinceye kadar bir çok araştırma, yatırım ve emek gerektirir. Bunun için çok yönlü etütler yapılır. Bu etütleri; teknik yapılabilirlik (fizibilite) etüdü, teknik personel etüdü, mali kaynak etüdü gibi sınıflandırmakla beraber planlama ve inşaat aşamaları aşağıdaki çalışmaları kapsar.

1. Hidrolojik çalışmalar.
2. Jeolojik çalışmalar.
3. Topoğrafik çalışmalar.
4. Ekonomik analiz.

Her biri ayrı bir uzmanlı dalı olan bu çalışmaların sonunda baraj yapılmasına karar verilebilir. Bu aşamada söz konusu barajın rezervuar hacmi, yüksekliği, tipi, dolusavak kotu ve kapasitesi, tünel ve su alma yapılarının kapasiteleri belirlenmiş olur. Bu özellikleri belirlenen barajın projelerinin yapılmasına başlanır.

Barajların Sınıflandırılması

A. Yapılış maksatlarına göre sınıflandırma

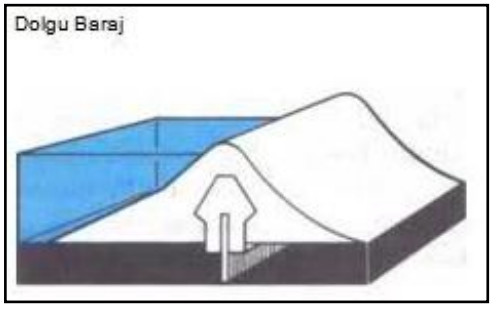
1- Tek amaçlı barajlar.

a- İçme, kullanma ve endüstri suyu sağlayan barajlar (içme ve kullanma suyu amaçlı)
b- Tarım arazilerinin sulama suyu ihtiyacını sağlayan barajlar (sulama amaçlı)
c- Hidroelektrik enerji üreten barajlar (enerji amaçlı)
d- Taşkın koruma barajları.
e- Başka bir barajın mansap şartlarının düzenlenmesi, yer altı suyunun beslenmesi, su ürünlerinin yetiştirilmesi amaçlı barajlar.

2-Yukarıda sayılan amaçların birden fazlasını sağlamak için yapılan çok amaçlı barajlar.

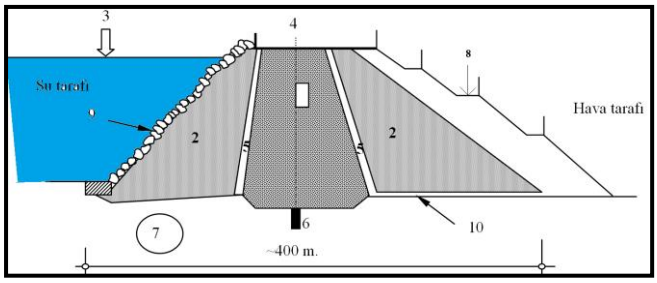
B- Gövde yapısında kullanılan malzemeye göre sınıflandırma

1- Dolgu barajlar: Kaya, taş, kum, çakıl, toprak, silt ve kil gibi tabii malzemelerle inşa edilen barajlara dolgu barajlar denir.



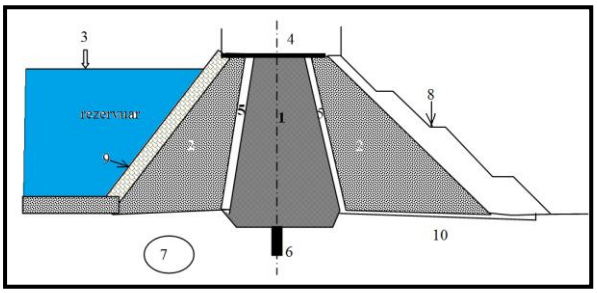
Şekil 79. Dolgu baraj

1-a-Toprak Dolgu Barajlar (Earthfill Dams): Gövde hacminin %50 den fazlasının sıkıştırılmış toprak olması durumunda toprak dolgu baraj adını alır. En çok kullanılan baraj tipidir. Malzemesi her zaman her yerde kolayca bulunur ve pek fazla işleme tabii tutulmaz. Hemen hemen her türlü temel şartlarında yapılabilir. Toprağın tabakalar halinde serilip sıkıştırılmasıyla yapılırlar. Taşkın anında üzerinden suyun akması halinde yıkılırlar. Bu yüzden serbest alışlı dolu savak yapısı ile donatılırlar. Homojen, zonlu ve diyaframlı olmak üzere üç şekilde yapılabilirler.



Şekil 80. Dolgu baraj kesiti 1-kil çekirdek 2-toprak dolgu 3-baraj göl seviyesi 4-kret 5-filtreler 6-Enjeksiyon perdesi (akıtma) 7-baraj gövdesi 8-ulaşım yolu 9-taş kaplama (riprap) 10-yatay filtre

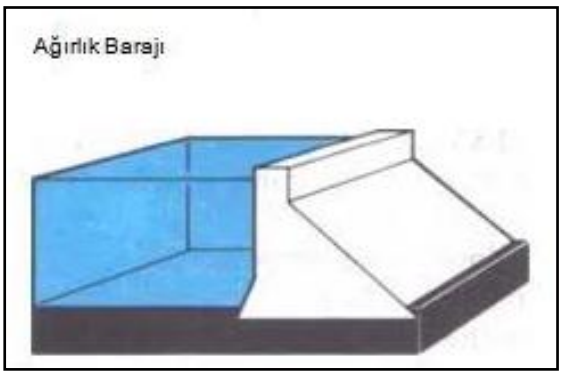
1-b-Kaya dolgu barajlar: Dolgunun % 50 den fazlasının kaya ile teşkil edildiği baraj tipidir. Toprak dolgu barajlardan farkı, stabilitenin toprak yerine kaya malzeme kullanılarak sağlanmasıdır. Geçirimsizlikleri, gövde merkezindeki kil çekirdek ile sağlanır. Geçirimsizliği, memba yüzüne yapılmış beton asfalt veya çelik kaplama olanları da vardır. Toprak dolgu barajlara nazaran daha sağlam zemine inşaa edilmeleri gerekir. Toprak dolgu barajlarda olduğu gibi, suyun baraj üzerinden aşması halinde baraj yıkılır. Bu nedenle özel dolusavak yapısı gerektirir.



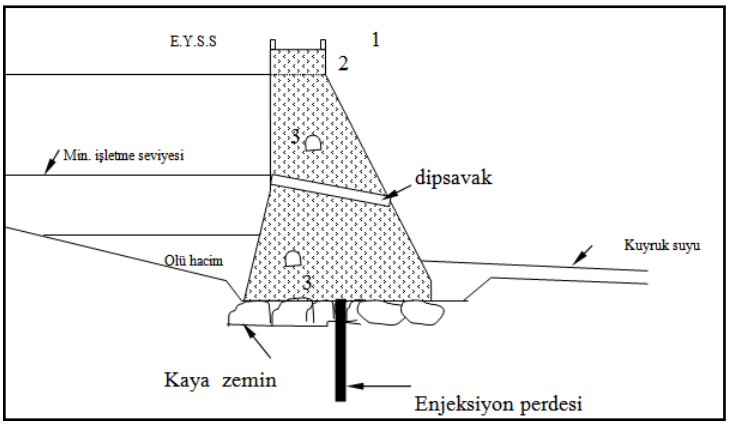
Şekil 81. Kaya dolgu baraj kesiti. 1-Kil çekirdek, 2-Kaya dolgu, 3-E.Y.S.S., 4-Kret, 5-Filtreler 6-Enjeksiyon 7-baraj gövdesi 8-ulaşım yolu 9-riprap 10-yatay filtre

2. Ağırlık barajları:

2-a-Beton Ağırlık Barajları: Beton ağırlık barajları, genellikle bir dik üçgeni veya trapezi andıran şekilleri ile maruz kaldıkları kuvvetlere (suyun itme ve kaldırma kuvveti), ağırlıkları sayesinde karşı koyarlar. Memba yüzleri dik veya dike yakın olarak düzenlenir. Beton ağırlık barajları genellikle sağlam kaya temellere oturtulurlar. Kanyon tipli ve "V" şeklindeki vadiler beton barajların yapımı için en ekonomik ve uygun yerlerdir.

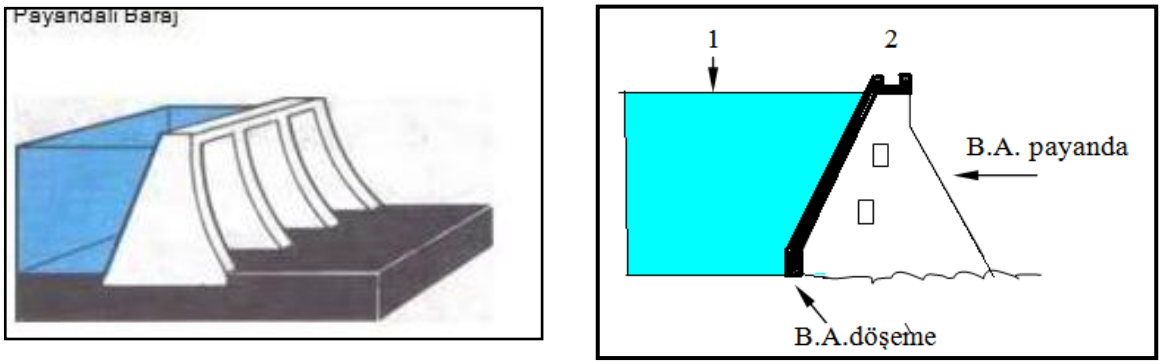


Şekil 82. Beton ağırlık barajı



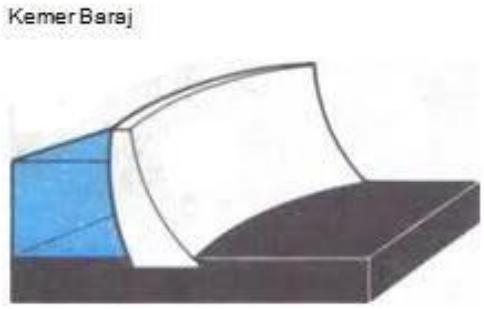
Şekil 83. Beton ağırlık barajı 1-Kret 2-Parapet (ulaşım ve bakım yolu için) 3-Galeriler

2-b-Payandalı Beton Barajlar: Bu tip barajlar, su basıncına karşı koymada düz yada hafif eğimli bir duvar ve duvarı takviye eden desteklerden oluşur. Su basıncı destekler tarafından temele aktarılır. Dolu savakları, beton ağırlık barajlarda olduğu gibi gövde üstünde düzenlenir. Düz döşemeli (plaklı) payandalı, başlıklı payandalı, sürekli kemerli payandalı tipleri vardır. Elmalı II, yurdumuzdaki tek, payandalı beton ağırlık barajıdır.

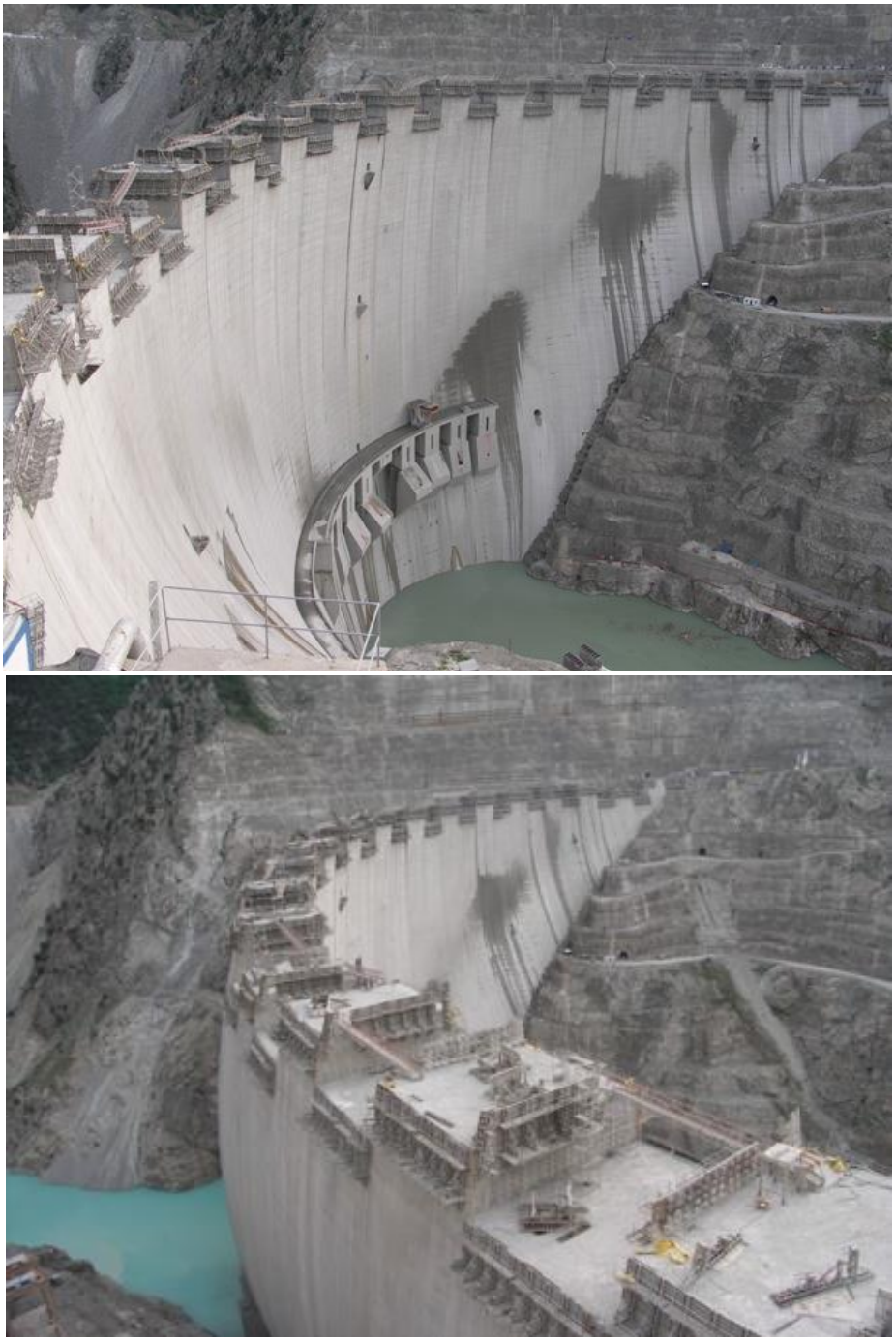


Şekil 84. Payandalı baraj Payandalı baraj kesiti

3-Kemer Barajlar: Akarsuyun memba tarafına kavisli, bir beton duvardan oluşan barajlardır. Yamaçları oluşturan kayaların sağlam olduğu dar vadilerde inşaa edilirler. Kemer barajlar diğer baraj tiplerine nazaran daha emniyetlidir.



Şekil 85. Kemer baraj (çift eğrili)



Şekil 86. Kemer baraj.

(Resimlerde Deriner Barajı: Çoruh Nehri üzerindeki ilk kilit baraj olan Deriner Barajı Çift Eğrilikli Beton Kemer Barajlar arasında Türkiye'nin birinci Dünya'nın 4. büyük barajı olacaktır. Deriner Barajı'nın temelden yüksekliği 249 metre, uzunluğu 720 metre ve genişliği temelde 55-60 metre krette 12-18 metre olacak şekilde planlanmıştır. 1969 hektometre küp su toplanacak olan barajda yılda 2 milyar 300 milyon KWH Elektrik Enerjisi üretilecektir)



Şekil 87. Kemer baraj yapımı için en uygun arazi şekli (Deriner barajı aksı)

C-Büyüklüklerine göre sınıflandırma

Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (ICOLD: International Comission on Large Dam) büyük baraj tanımı için aşağıdaki şartları vermektedir:

- Kreti ile temeli arasındaki yükseklik 15 m'den fazla olan barajlar ile
- yüksekliği 10-15 m arasında olan fakat buna ek olarak,
- kret uzunluğu > 500m
- hazne hacmi > 1.10^6 m^3
- en büyük taşkın debisi > 1000 m^3/sn

olma özelliklerinden en az birisini taşıyan barajlar büyük baraj olarak isimlendirilir.

Gölet (küçük baraj): Büyük baraj tanımının dışında kalan, projesi daha basit ve çabuk sonuç alınan yapılardır.

Yüksek baraj: Yüksekliği 50 m'den fazla olan barajlara denir.

Baraj gövde yüksekliklerinin artması ve buna bağlı olarak rezervuar hacimlerinin büyümesiyle dolgu ve beton barajlar, günümüzde en sık yapılan barajlar olmuşlardır. Kesme taş ve ahşap barajlar eskiden yapılmış olup birçoğu günümüze kadar gelebilmişlerdir. Bir baraj, yukarıda sayılan malzemelerin bir kaçının karışımıyla yapılabilir. Bir barajın kullanım amacı, yapılacağı yerin jeolojisi ve coğrafyası baraj tipinin seçimine etki eden belli başlı faktörlerdir. O halde baraj tipinin seçimine etki eden faktörleri şöyle tanımlayabiliriz.

Baraj Tipi Seçimine Etki Eden Faktörler

Bir baraj yerinde genellikle birden fazla baraj tipinin yapımı söz konusudur. Bu nedenle baraj yerine ve yapılış amacına uygun ve en ekonomik olan baraj tipinin belirlenmesi için birçok faktörün

incelenmesi gerekmektedir. Baraj tipinin seçilmesi en önemli aşama olup, bu seçim keyfi değildir ve bazı kriterlere bağlıdır. En ekonomik ve güvenilir baraj tipi seçiminde aşağıdaki faktörler etkilidir.

1. Topografya

Baraj yeri seçiminde topoğrafik yönden en ideal yerler dar vadilerdir. Bu konuda hava fotoğraflarından faydalanılır. Bir vadinin dar olması, yüksek ve sağlam kayalıkların bulunması beton baraj, vadinin geniş olması dolgu baraj için bir işarettir.

2. Jeoloji ve Temel zemini durumu

Baraj gövdesinin oturacağı zemin ve jeolojik özellikler, baraj tipi seçiminde oldukça etkilidir. Baraj ekseninin çürük zemine oturtulması halinde temel problemleri, geçirimli zeminlerde sızma problemleri baraj maliyetini çok artırabilir. Buna göre,

a- Sağlam kaya zeminler: her türlü baraj yapılabilir.
b- Çakıllı zeminler: iyi sıkıştırılırsa, toprak dolgu, kaya dolgu veya alçak beton baraj için uygundur.
c- Silt ve ince kumlu zeminler: alçak beton ve toprak dolgu barajlar için uygun zeminlerdir. Bu tür zeminler kaya dolgu barajlar için uygun değillerdir.
d- Killi zeminler: özel uygulamalar yapılmak şartıyla toprak dolgu barajlar yapılabilir.
e-

3- Malzemenin yeri

Geçirimsiz, yarı geçirimli filtre malzemesi, kaya, çimento, beton agregası gibi esas gereçlerin bulunduğu yerler, bu ocakların taşıma mesafeleri, yol durumu göz önüne alınmalıdır.

4- Dolu savak büyüklüğü ve yeri

Dolu savak, baraj rezervuarı dolduktan sonra fazla suyun kendiliğinden mansaba boşaldığı ekseri beton yapıdır. Büyük taşkın debilerinin olduğu akarsularda dolusavak yapısı büyük olacağından, baraj maliyetini artırır. Bu gibi hallerde dolu savağı üstte olan beton barajlar ekonomik olabilir.

5- Baraj Yerinin Depremselliği

Depremler, barajların gövdesine ilave yük etki ettirirler. Baraj hesapları yapılırken deprem her zaman göz önünde bulundurulur. Bu yüzden bölgenin deprem açısından güvenilirliği, baraj tipinin seçimine etki eder.

Barajın yapılacağı alan aktif bir deprem bölgesi ise, depremden doğacak dinamik yüklerin dikkate alınması gerekir. Deprem etkilerine karsı barajların hassaslık sırası kemer, payandalı, kaya dolgu, ağırlık, silindirle sıkıştırılan beton ve toprak dolgu barajlardır. Bu durumda Deprem bölgelerinde en uygun baraj tipi dolgu barajlardır.

6-Ulaşım imkânları

Baraj yerinin, mevcut yollara yakın olması yeni yol yapımını azaltacağından, maliyeti düşürür. Baraj yeri seçilirken malzeme ocaklarına ulaşım olanakları da önemlidir.

Tablo 11. Türkiyedeki başlıca barajlar

TURKIYE'DEKI YUKSEK BARAJLAR
Türkiye'deki Beton Barajlar (H>70 m)

Baraj	Nehir	Talvegden yükseklik (m)	Amacı*	Tipi**	Tamamlanma yılı	Gövde hacmi (x1000 m³)	Rezervuar kapasitesi (hm³)
Ermenek	Ermenek	280	E	BK	u/c***	273	4580
Deriner	Çoruh	207	E	BK	u/c	3500	1969
Berke	Ceyhan	186	E	BK	2001	735	427
Karakaya	Fırat	158	E	BK	1987	2000	9580
Oymapınar	Manavgat	157	E	BK	1984	676	300
Gökçekaya	Sakarya	115	E	BK	1972	650	910
Kemer	Akçay	108.5	E+S+TK	BA	1954	740	544
Sır	Ceyhan	106	E	BK	1991	443	1120
Sarıyar	Sakarya	90	E	BA	1956	568	1900
Gezende	Ermenek	75	E	BK	1990	83	91.9

* E:Enerji S: Sulama TK: Taşkın Kontrol
** BK: Beton Kemer BA: Beton ağırlık KD: Kaya Dolgu
*** u/c: İnşa Halinde

Türkiye'deki Dolgu Barajlar (H>70 m)

Baraj	Nehir	Talvegten yükseklik (m)	Amacı*	Tipi**	Tamamlanma yılı	Gövde hacmi (x1000 m³)	Rezervuar kapasitesi (hm³)
Atatürk	Fırat	166	S+E	KD	1992	84500	48700
Keban	Fırat	163	E	BA+KD	1975	15585	31000
Kığı	Peri	146	E	KD	u/c	14790	507.6
Adıgüzel	B.Menderes	144	S+E+TK	KD	1989	7125	1188
Altınkaya	Kızılırmak	140	E	KD	1988	16000	5763
Hasan Uğurlu	Yeşilırmak	135	E	KD	1981	9223	1073.8
Menzelet	Ceyhan	136.5	S+E	KD	1989	8700	1950
Özlüce	Peri	124	E	KD	1998	14000	1075
Konaktepe	Munzur	118.5	E	KD	u/c	4750	450
Kuzgun	Serçeme	114	S+E	KD	1995	2500	312
Kralkızı	Dicle	113	E	TD+KD	1997	12700	1914
Kılıçkaya	Kelkit	103	E	KD	1989	6900	1400.4
Kirazdere	Kirazdere	102.5	ST	KD	1999	5200	60
Çamlıdere	Bayındır	101.7	ST	KD	1985	2487	1226
Alpaslan I	Murat	88	E	KD	u/c	2600	2993
Madra	Madra	86	S	KD	1997	3120	79.4
Karacaören I	Aksu	85	S+TK+E	TD	1989	4000	1234
Yazıcı	Altınçayır	83.5	S	TD	u/c	6900	196
Yoncalı	Yoncalı	81	S	KD	u/c	3137	122
Kozan	Kilgen	78.5	S	TD+KD	1972	1680	163
Hirfanlı	Kızılırmak	78	E+TK	KD	1959	2000	5980
Aslantaş	Ceyhan	78	S+TK+E	TD	1984	8493	1150
Almus	Yeşilırmak	78	S+TK+E	TD	1966	3405	950
Kalecik	Kalecik	77	S	KD	1985	1000	32.8
Güzelhisar	Güzelhisar	77	ST	TD+KD	1981	3205	158
Demirköprü	Gediz	74	S+TK+E	TD	1960	4300	1320
Dicle	Dicle	75	S+E	TD+KD	1997	2180	595
Akyar	Bulak	74	ST	TD	1999	2660	56
Derinöz	Derinöz	74	S	TD+KD	u/c***	1681	18.9
Erzincan	Gönye	73	S	TD	1997	3000	8.39
Çayboğazı	Kapalıçay	71.8	S	TD	2000	8072	56
Batman	Batman	71.5	S+E	TD+KD	1998	5400	1175
Hasanlar	K:Melen	70.8	S+TK	KD	1972	1651	55
Yaylakavak	Kocaçay	70.0	S	TD	1996	4688	31.1
Gönen	Gönen	70.0	S+E+TK	TD+KD	1996	2357	164.0
Çatalan	Seyhan	70.0	E+TK	TD	1996	17000	2126.3

* E:Enerji S: Sulama TK:Taşkın Kontrol ST:Su Temini
** KD: Kaya Dolgu TD:Toprak Dolgu
*** u/c: İnşa Halinde

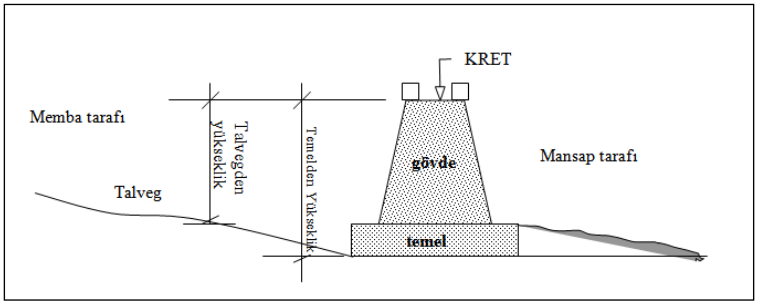
Kaynak: www.barajguvenligi.org

Baraj ile ilgili terimler

1- **Baraj Gövdesi:** Vadiyi kapatmak maksadıyla, toprak, kaya, beton veya bunların karışımıyla yapılan sedde.

2- **Baraj yüksekliği:** Baraj yüksekliği iki şekilde tarif edilir.

- **Temelden yükseklik:** Baraj temel tabanından, krete kadar olan yüksekliktir.
- **Talvegden yükseklik:** Orijinal nehir tabanından baraj kretine kadar olan yüksekliktir.



Şekil 88. Tipik baraj yükseklikleri

3- **Baraj kreti:** Baraj gövdesinin en yüksek noktalarının geometrik yeri.

4- **Cebri boru:** Su alma yapısından, enerji santralına su ileten basınca dayanıklı boru.

5- **Baraj çekirdeği:** Dolgu tipi barajlarda, gövdede su sızmasını azaltmak için kilden yapılan dolgu perde.

6- **Derivasyon:** (derivation) Bir akarsuyun yatağından başka yöne çevrilmesi.

7- **Dipsavak:** Barajdan sulama suyu almak için yapılan tesis.

8- **Dolusavak:** Baraj gölünde biriken fazla suların baraja zarar vermeden akıtıldığı yapı.

9- **Ölü hacim:** Baraj gölünden boşaltılmasına imkan olmayan su hacmi.



Şekil 89. Baraj elemanları (Kuzgun barajı)

10- Regülatör (bağlama) : Akarsu üzerinde yapılan ve suyun bir kısmını veya tamamını sulama kanalına çeviren yapı.

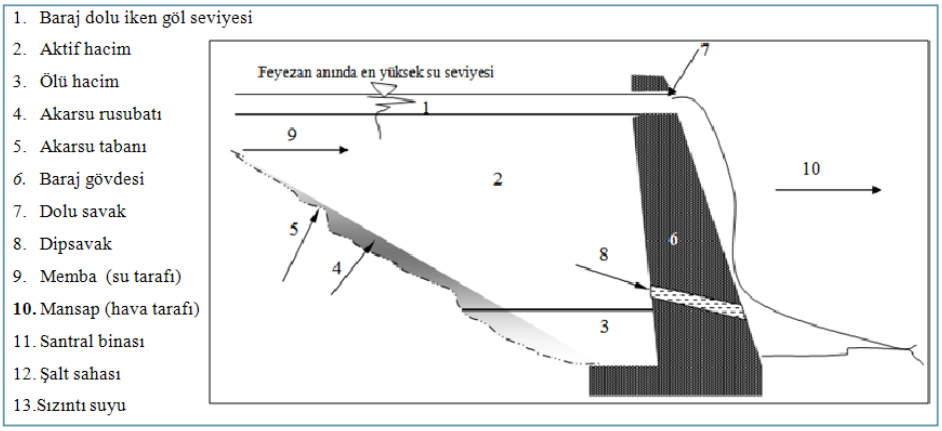
11- Denge bacası: Kapakların ani kapanması halinde meydana gelen basıncı sönümleme amacıyla yapılmış yapıdır.

12- Kuyruk suyu: Enerjisi alınmış ve tabii yatağına bırakılmış su.

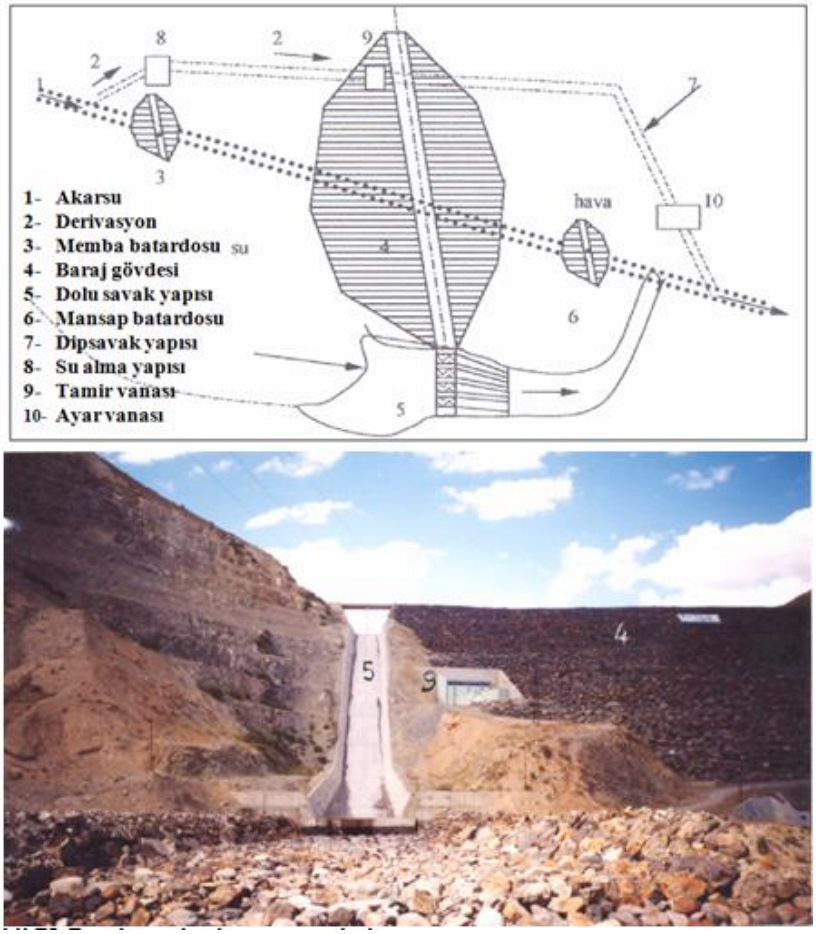
13- Galeri: Çıkışı olmayan, enjeksiyon ve yeraltı sularını drene etmek gibi amaçları olan tünellerdir

14- Tünel: Doğal zemin altında yapılan ve iki tarafıda açık olan ve su taşıma, ulaşımı sağlamak gibi amaçlar taşıyan kazı.

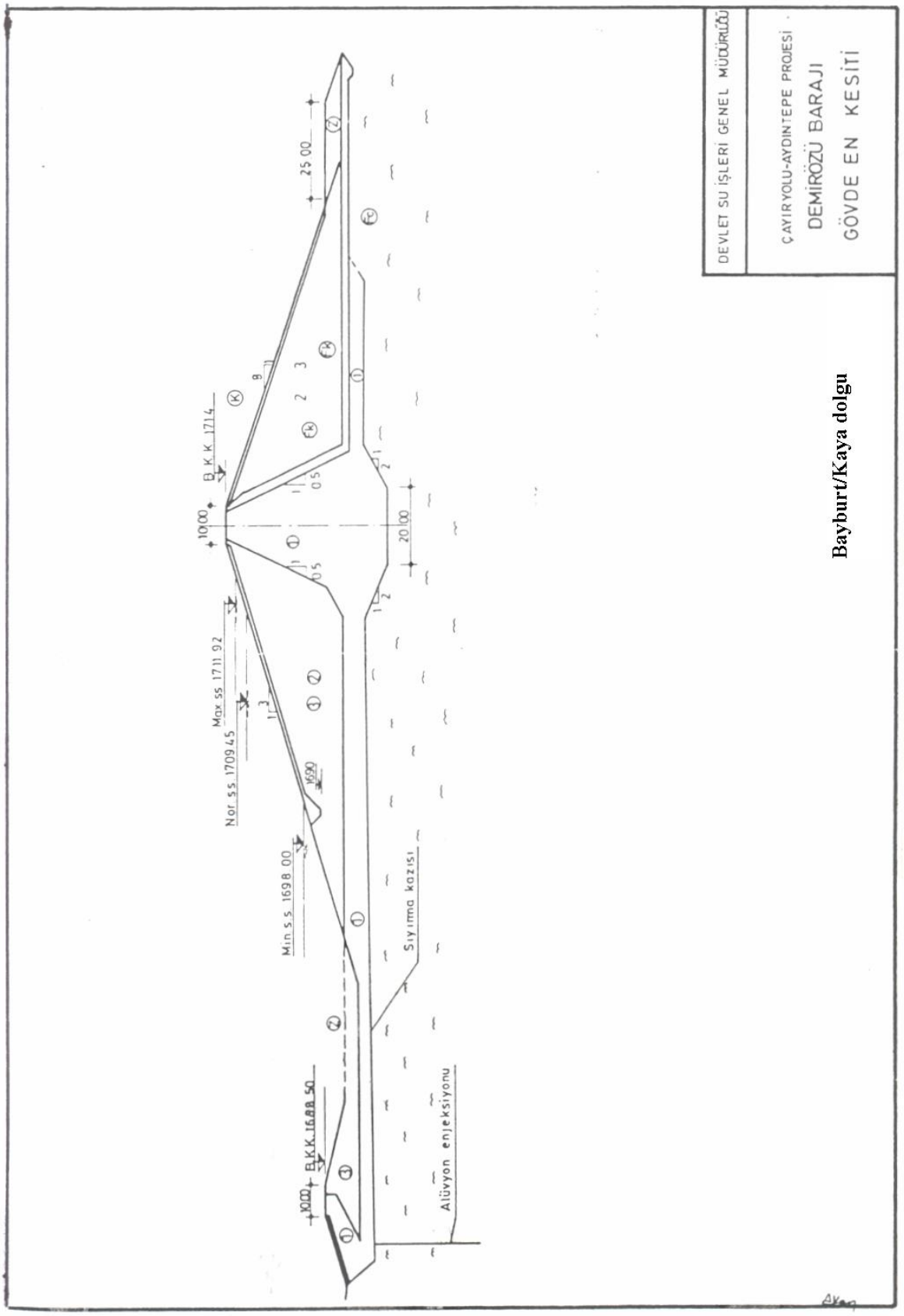
15- Talveg: Akarsu olsun veya olmasın bir vadinin en derin noktalarının oluşturduğu hat.



Şekil 90. Baraj enkesiti ve Baraj elemanları



Şekil 91. Baraj gövde aksı ve genel planı



Şekil 92. Baraj enkesiti örneği



Şekil 93. Elektrik Enerjisi Üreten Türbin.

M-SULAMA - DRENAJ

Tarım bitkilerinin ihtiyacı olan suyun, yağışlardan karşılanamayan kadarını, bitkilerin ihtiyacı olduğu zaman tarım arazisine suni olarak, kontrollü ve ölçekli bir şekilde verilmesine Sulama denir.

Bitkilerin büyüyüp gelişebilmeleri için, kök bölgelerinde su ve havanın belirli oranlarda bulundurulması gerekir. Kurak mevsimlerde veya çorak arazilerde bitki gelişimi olmayacağı gibi çok sulu arazilerde de durum bunun aynısı olur. Yani, yağış sularıyla birlikte suni sulama da yapıldığı zaman toprak doygun hale gelir. Bir başka ifadeyle, bitki kök bölgesindeki daneler arası boşluklar tamamen su ile dolu olur. Bu durumda bitkinin yaşaması için gerekli maddelerden biri olan oksijen kök bölgesinden uzaklaşır. Bir zaman zarfında kök bölgesinde oksijen temin edilmez ise bitki ölecektir. Bunun için sulama konusundan söz edildiği zaman, sulama suyu drenajı da birlikte anılmalıdır. Şu halde, bitki kök bölgesinde bulunan fazla suyun uzaklaştırılmasına *Drenaj* denir.

Drenaj, sulama kanallarının yanına açılan, çoğunlukla trapez kesitli, şevleri ve tabanı kaplamasız kanallar sayesinde yapılır.

Sulamada sürdürülebilirliğin sağlanması için alınacak önlemler;

_ Aşırı su kullanımının önlenmesi
_ Suyun etkin kullanımının sağlanması
_ Su tasarrufunun sağlanması
_ Su kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması
_ Su kalitesinin izleme ve değerlendirilmesi
_ Sulamanın çevresel etkilerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi
_ İklim değişikliklerinin bitkinin gelişimine, su tüketimine etkilerinin araştırılması

_ Sulamada düşük kaliteli suların kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi
_ Sulama ile ilgili kuruluş ve organizasyonlar için farklı iklim senaryoları için su yönetim rehberlerinin oluşturulması, olarak sıralanabilir.
Akarsu havzalarının korunabilmesi ve kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilmesi için uzun dönemli politikalar uygulanmalıdır. Koruma ve kullanım dengesini sağlayacak Su Yasası çıkarılmalı, su kaynaklarının korunmasından sorumlu kuruluşlar güçlendirilmelidir. Toprak kaynaklarının korunması, kullanımı ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması gerekmektedir. Bu amaçla tarım ve orman arazilerinin amaç dışı kullanımı engellenmeli; ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, erozyon kontrolü ve çayır/mera ıslahı için gerekli finansman sağlanmalıdır[5].

Sulama Metotları

Bitkilerin ihtiyacı olan besin suyunu kök bölgesinde suni olarak temin etmek için sulama metotları geliştirilmiştir. Gerekli olan su, sulama maksatlı yapılmış barajlardan, göletlerden ve sondaj kuyularından elde edilebilir. Genellikle bu sulama metotlarını dört grupta toplamak mümkündür.

Yüzeysel sulama

1- Yağmurlama sulama
2- Damla sulaması
3- Sızdırma sulaması

1-Yüzeysel sulama:

Kanal, kanalet boru gibi su taşıyıcı elemanlardan oluşturulan sulama şebekesi yardımıyla yapılan sulamalardır. Kanallar, ilerdeki bahislerde görülebileceği gibi bir ön proje dâhilinde hesaplanır ve uygulamaya konulur. Kanallardan tarlalara su, tersiyer kanallar ve çiftçi arklarıyla verilir.



2- Yağmurlama sulama:

Bu metot da, su toprağa tabii yağışta olduğu gibi küçük zerreler halinde yağmurlanarak verilir. Yağmurlama sulama bu sebeple tabii sulamaya en yakın sulama çeşididir.

Yağmurlama sulama elemanları, springler (yağmurlama başlıkları), basınçlı borular ve motopomplardan oluşur. Sabit ve taşınabilir olmak üzere iki çeşidi vardır. Sabit çeşidinde su getiren borular toprağın işleme derinliği altına gömülür ve yüzeye kadar ince borular çıkarılır ve bu boruların uçlarına yağmurlama başlıkları takılır.

Taşınabilir tipte ise bütün sistem tarla üzerinde monte edilir ve kış gelince ya da sulama mevsimi bitince sökülür. Bu metot da, sulanmak istenmeyen arazi kısımları sulanmaz.

[5] Su Yönetimi, Su Kullanım Stratejileri ve Sınır Aşan Sular. Türkiye Ziraat Mühendisligi VII. Teknik Kongresi
Prof. Dr. A.Nejat EVSAHİBİOGLU Prof. Dr.Turhan AKÜZÜM Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK



3- Damla sulaması:

En verimli ve en yaygın yöntemdir. Sulama sırasında buharlaşma ve sızmanın azaltılması ve suyun tarım bitkileri tarafından en verimli bir biçimde kullanılmasına imkân veren bir metot dur.

Damla sulaması; genel olarak zemin üstünde veya gömülü olan borular, damlalıklar vasıtasıyla bitki köklerine veya kök bölgesine suda eritilmiş suni gübrelerin, su ile birlikte hesaplanan miktarda verilmesi olarak tarif edilmektedir.

Damla sulaması, kontrol ve dağıtım merkezi, pompa, filtre, basınç ve debi regülâtörü, suni gübre karışım deposu, suni gübre enjektörü, ana isale borusu, dağıtım borusu ve damlalıklardan oluşur.



4- Sızdırma sulaması:

Bu metot da su, bitki köklerine toprak altından gelir. Tarlanın 30-75 cm. altına döşenmiş delikli borulardan veya künklerden sızan su, bitki için suni bir taban suyu oluşturur. Taban suyu yukarıya doğru kapilarite ile yükselir ve bitki kökleri tarafından emilir. Bu şekilde sulama gerçekleştirilmiş olur.

Açık Kanallı Sulama Şebekeleri ve Açık Kanallar

Açık kanallı sulama sistemlerine klasik sistem sulama şebekeleri de denir. Sulama maksatlı barajdan veya suni göletlerden regülâtörlerle alınan sulama suyu, arazi üzerine özel kanal kazıcılarla veya diğer iş makineleriyle kazılmış çoğunlukla trapez kesitli ve beton kaplamalı kanallar vasıtasıyla çiftçiye kadar ulaştırılır.

Açık kanallı bir sulama şebekesi şu elemanlardan meydana gelir.

1- *İletim kanalı (isale kanalı):*

Sulama suyunu barajdan, göletten veya su alma yapılarından alarak sulama ana kanalına ileten kanaldır.

- Bu kanal sulama yapmaz, suyu iletir.
- Sulanacak arazi su alma yerine yakınsa iletim kanalı yapılmaz.
- Debisi sabit olduğundan kanal kesiti de sabittir.

- İletim kanalının en önemli fonksiyonu sulama suyunu mümkün olduğu kadar sulama alanının en yüksek noktasına iletmektir. Bu yüzden boyuna eğimleri küçük seçilir. (J=0,0001 m/m. ile J=0,0005 m/m.)
- Engebeli araziden geçerler. Tesviye eğrilerini takip ederler, kanal güzergâhı karışık ve kurplu olurlar.
- İletim kanalı ile birlikte en az onun kadar masraflı olan ulaşım yolu da inşaa edilir.
- Çok eğimli arazilerden geçerken beton kanallar yada çelik borular kullanılır.

2- *Ana sulama kanalı*:
Sulama suyunu, sulama alanı içinde taşıyan ve yedek kanallara ileten kanallardır.

- Ana kanal, sulama alanının en yüksek yerinden tesviye eğrilerine paralel olarak geçirilir.
- Sulama alanının büyüklüğüne göre boyları 100-150 km. ye kadar ulaşabilir.
- Ana kanallarda su hızı 0,70 m/sn ile 2,5 m/sn arasında olacak şekilde projelendirilir.
- Genel olarak ana kanalların ova tarafına bakım ve işletme yolu yapılır.



Şekil 94. Yumuşak zeminde ana sulama kanalı kazısı

3- *Yedek sulama kanalı:*
Yedek kanallar, ana kanaldan suyu alarak tersiyer kanallara suyu ileten kanallardır.

- Tesviye eğrilerini dik olarak keserler. Bu yüzden su hızı fazladır ve enerji kırıcı tesis yapılması gerekir.
- Yedek kanal aralıkları arazi topografyasına bağlı olmakla beraber 4-5 km. dir
- Uzunlukları için bir sınırlama yoktur. Sulama alanın büyüklüğüne bağlıdır.
- Yedek kanal üzerinde çiftçilerin sulama suyu alabilmeleri için prizler bulunur.
- Yedek sulama kanalı priz sayısının fazla olduğu tarafında işletme ve bakım yolu bulunur.
- Yedek kanalın bir tarafında da kaplamasız drenaj kanalı bulunur.

4- Tersiyer sulama kanalı:

Tersiyer sulama kanalları, yedek sulama kanalından aldığı suyu sulama sahasına taşıyan kanallardır.

- Üzerinde ortalama 200-250 m. de bir çiftçi arkı prizleri bulunur.
- Tersiyer kanallar tesviye eğrilerini takip ederler.
- Eğimleri 0,0004 m/m. dir.
- Aralıkları 350-400 m. olacak şekilde ayarlanırlar.
- Uzunlukları 2-2,5 km. dir.
- Yedek kanallardan balık kılçığı şeklinde ayrılırlar.
- Bir tersiyer kanal maksimum 120 Ha. Alanı sular.

5-Çiftçi arkları:

Tersiyer kanal prizlerinden alınan sulama suyunu tarlaya kadar getiren kanallardır. Genellikle bu kanallar sulama projesine dâhil değildir. Kaplamasız olan bu kanallar, çiftçiler tarafından yapılırlar. Çiftçi arkları genellikle tarla sınırlarını takip ederler.



Şekil 95. Ana sulama kanalı beton kaplaması yapılması

Sulama kanallarında yapılan Sanat Yapıları

Sulama şebekelerinde kullanılan sanat yapıları üç gurup altında toplamak mümkündür.

A-İletim Görevi Yapan Sanat Yapıları:

Kanallardaki suyu bir noktadan diğer bir noktaya ileten yapılardır. Bunlar; geçiş yapısı (rakortman), ters sifon, şüt, düşü, akedük, tünel, galeri, ve çökeltim havuzlarıdır.

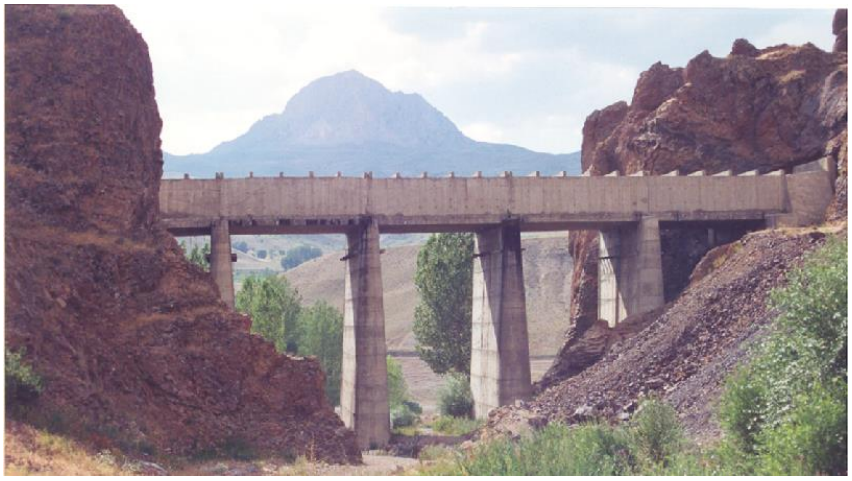
B- Kontrol görevi yapan sanat yapıları:

Kanallardaki su seviyesini istenilen düzeyde tutmaya yarayan yapılardır. Kanalın taşıyabileceği fazla su gelmesi durumunda fazla suyu uzaklaştırırlar. Diğer bir görevleri de suyun debisini ölçmektir. Bunlar; debi ölçme yapıları (savak), su alma yapısı (priz), su seviyesini kontrol yapısı (çek) ve emniyet yapısı (yan savak, otomatik sifon) olarak gruplandırılırlar.

C-Geçit Görevi Yapan Sanat Yapıları

Sulama kanalları uzun mesafeler kat ettiği için, bazen yerleşim yerleri arasındaki yolları, demiryollarını kesebilir. Bu tür geçişler köprü veya menfez biçiminde olur. Kararlı zeminlerde köprü, kararlı olmayan zeminlerde menfezler inşa edilir. İller arasındaki büyük kapasiteli yollarda

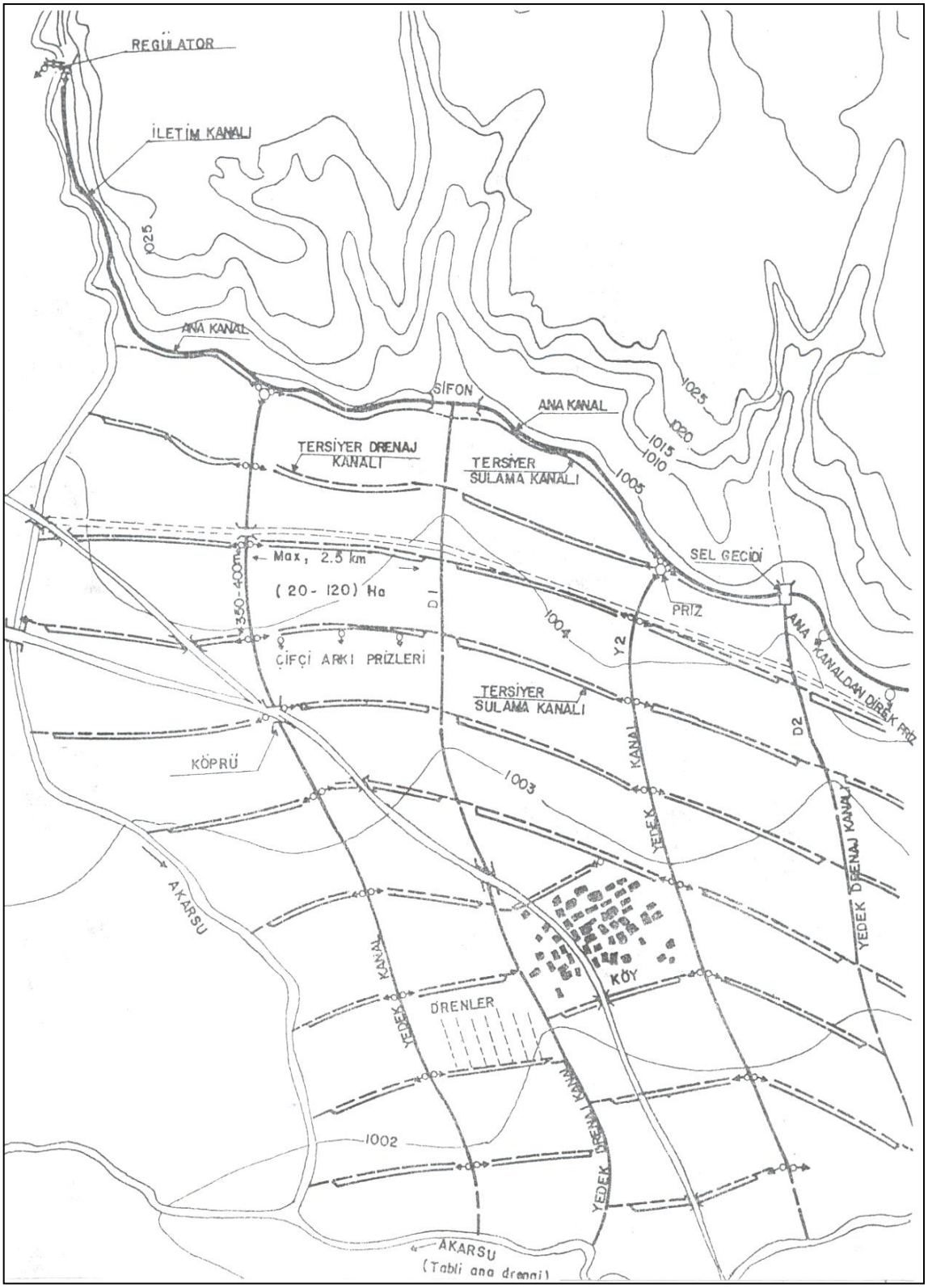
karayolu köprüleri inşa edilir. Yol veya demiryolu kanal kotuna göre çok düşük ise sifon biçiminde bir alt geçit inşa edilir.



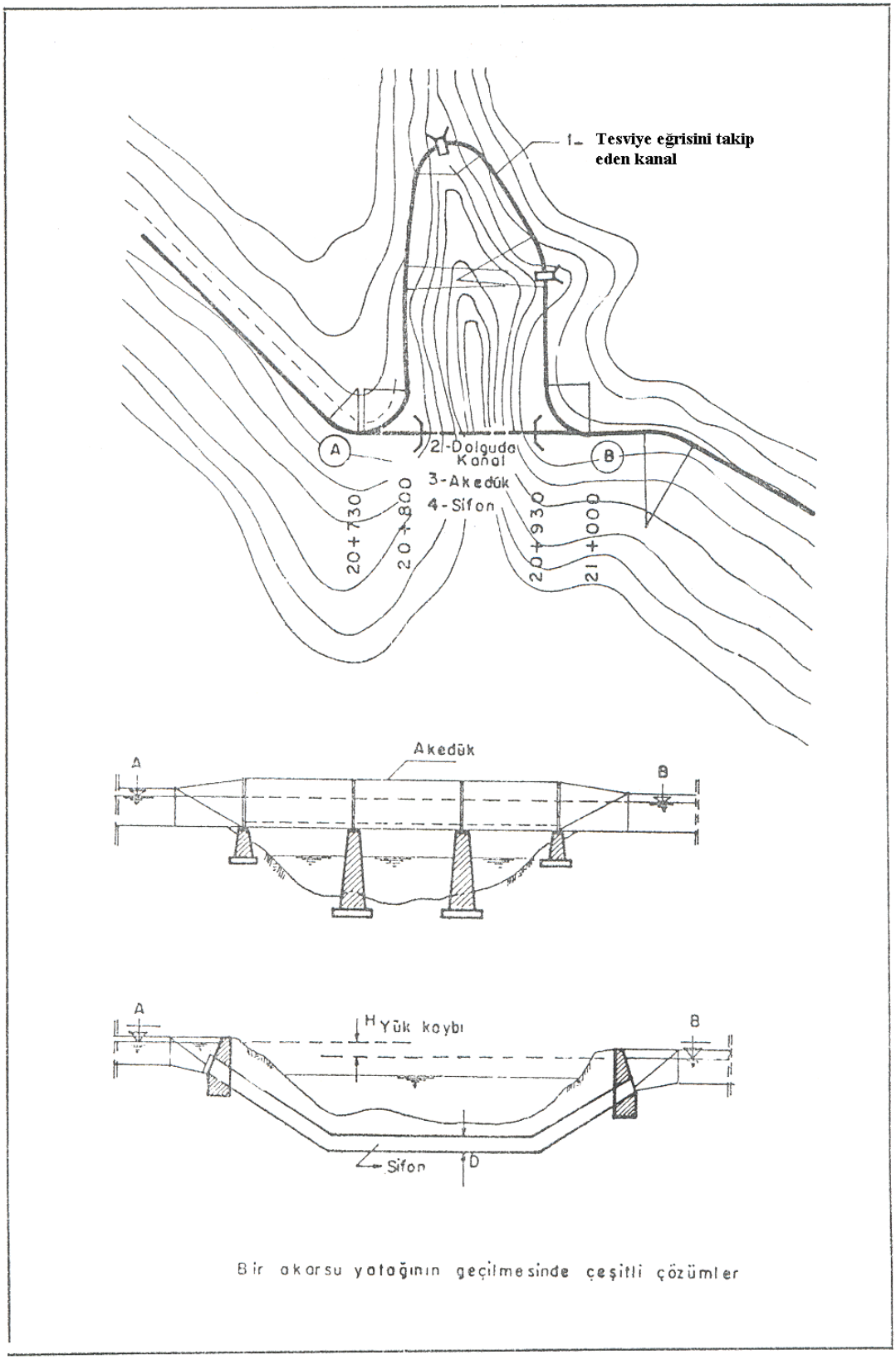
Şekil 96**.** Akedük (Erzurum Daphan Ovası sulaması)



Şekil 97. Ana sulama kanalında yatay kurpv ve Ana kanaldan yedek kanala şüt yapısıyla su alınması



Şekil 98. Geleneksel sistem Sulama şebekesi planı



Şekil 99. Bir akarsu yatağının geçilmesinde çeşitli çözümler



Şekil 100. Çelik sifon ve beton tespit kitleleri

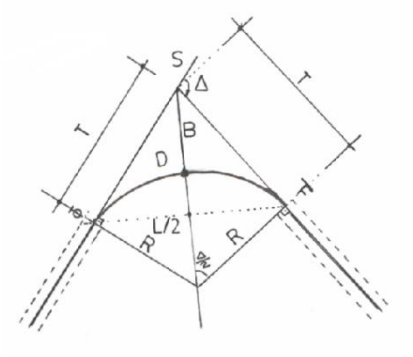


Şekil 101. Düzlükte beton sifon (2xØ270)

Sulama Kanalı Geometrik Karakteristikleri Hesabı:

Karayolu ulaşım projelerinde olduğu gibi sulama kanallarında da güzergâh hesapları yapılır. Bir sulama kanalı güzergahı, yatay kurplar ve aliymanlar dan oluşur.

Kurp: Sulama kanalı tesviye eğrilerini takip ederken sağa, sola veya yukarı, aşağı yönelmeyi sağlayan geometrik elemanlardır. Yatay ve düşey kurp olmak üzere iki çeşidi vardır. Açık kanallarda düşey kurplar beton veya çelik borulardan yapılır ve sifon adını alır.





Sulama kanallarında min. kurp yarıçapı:

Açık kanallarda minimum kurp yarıçapları (R), kanaldaki su yüksekliğinin 15 katından az olmamalıdır veya Rmin= ≥15h ve R_{min}= ≥ (5~7).L olmalıdır. Burada, h, kanaldaki su yüksekliğini L ise kanaldaki su yüzü genişliğini gösterir.

Bir sulama kanalı yatay kurbuna ait geometrik karakterler şunlardır.

Δ=Sapma açısı (derece)

R= Kurp yarıçapı (m)

L= Kiriş boyu (m)

D=Kurp yay boyu, developman (m)

B=Bisektrist boyu (m)

T=Teğet boyu (m)

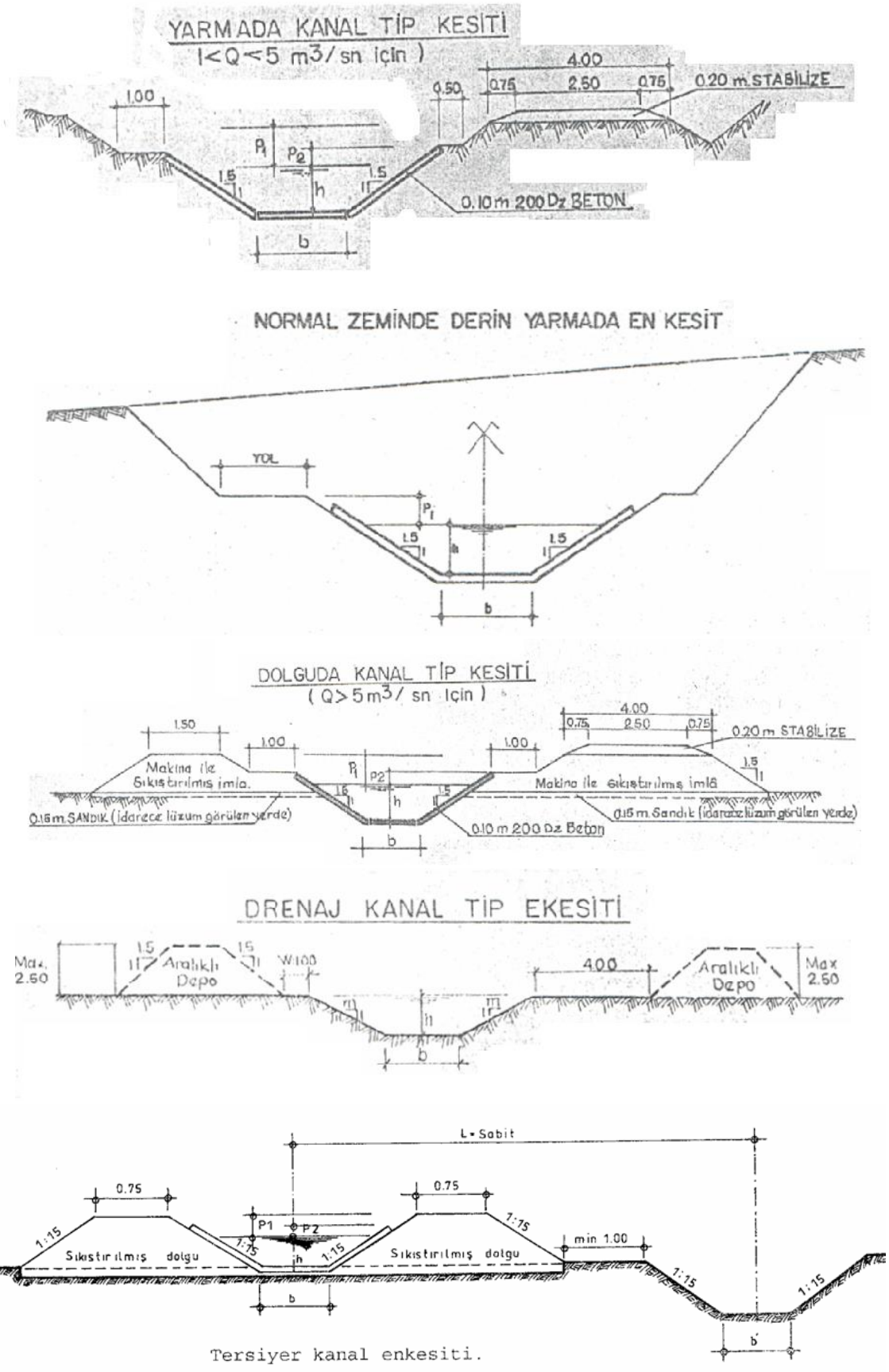
$$D = \frac{2\pi R}{360} \cdot \Delta .....(m)$$

$$L = 2RSin\frac{\Delta}{2} .....(m)$$

$$T = R \cdot tg \cdot \frac{\Delta}{2} .....(m)$$

$$B = \frac{R \cdot (1 - Cos\frac{\Delta}{2})}{Cos\frac{\Delta}{2}} .....veya..... B = \frac{T}{Sin\frac{\Delta}{2}} - R.....(m)$$

ifadeleri yardımıyla sulama kanalı yatay kurbuna ait karakteristikler hesaplanabilir.



Şekil 102. Sulama kanalı enkesit tipleri

Açık Kanallarda Akım Hesabı

Sulama kanallarındaki akımın hesabı için Bazin ve Manning ifadeleri kullanılır. Bu ifadelere göre kanallardaki akım üniformdur. Manning formülü yamuk kesitli kanallarda gerçeğe yakın sonuçlar verir. Manning ifadesine göre, açık kanal içerisindeki suyun hızı;

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} .....m/sn$$

ifadesi ile hesaplanabilir. Debi Q= F.V olarak bilindiğinden, Manning formülününü şu şekilde düzeltebiliriz.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \cdot F .....m^3/sn..$$

Bu ifadelerde;

V= kanaldaki suyun hızı (m/sn)

Q= debi (m^3/sn)

F= kanal en kesit alanı. (m^2)

R=hidrolik yarıçap,

Hidrolik yarıçap (R), kanal en kesit alanının, ıslak çevreye oranıdır. Kanal en kesit alanı F, ıslak çevreyi de "U" ile gösterirsek hidrolik yarıçap,

$R = \frac{F}{U} .....m.$ ile ifade edilir.

U= ıslak çevre: suyun kanal içerisinde bizzat ıslattığı yüzeyin toplam uzunluğudur.

J=Kanal boyunca eğim. Kanallarda boyuna eğim 0,0001 ile 0,0005 arasında alınır.

n= kanalın kaplama cinsine göre değişen Manning pürüzlülük katsayısı (cidar pürüzlülük katsayısı)

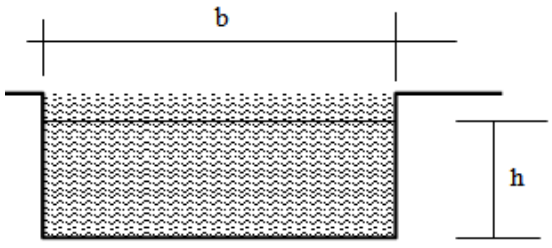
Tablo 12. Manning pürüzlülük katsayısı

Kanal kaplama cinsi	n
Ahşap kanallarda	n=0,011
Perdahlı beton kaplı kanallarda	n=0,011
Eski beton yüzeylerde	n=0,019
Tuğla veya kesme taş kanallarda	n=0,014
Harçlı pere kaplama	n=0,018
Çakıllı yüzeyli kanallarda	n=0,02

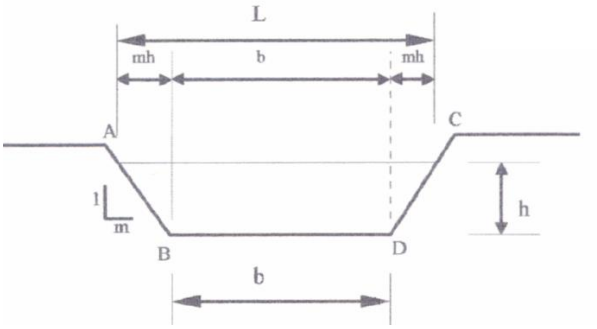
Dikdörtgen kesitli kanallarda

F=b.h U=2h+b

$R = \frac{b.h}{2h+b} ....dir.$



Yamuk kesitli kanallarda:



m= cotg veya oran cinsinden eğim dir.

$$F=\frac{L+b}{2}\cdot h.....m^2$$

$$tg\alpha=\frac{1}{m}=\frac{h}{n}\rightarrow n=m.h \quad \text{olur.}$$

L=2mh+b $\qquad F=\dfrac{b+(2mh+b)}{2}\cdot h\rightarrow F=(b+mh)\cdot h.....olur.$

Yamuk kesitli kanallarda ıslak çevre (U),

$$U=AB+b+CD...dir.$$

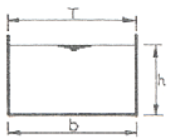
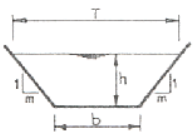
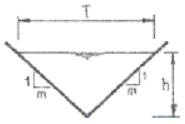
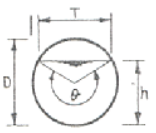
$$AB=CD=\sqrt{h^2+m^2h^2}\rightarrow\sqrt{h^2(1+m^2)}\rightarrow h\sqrt{1+m^2}$$

$$U=2h\sqrt{1+m^2}+b.....olarakbulunur.$$

Yamuk kesitlerde hidrolik yarıçap (R),

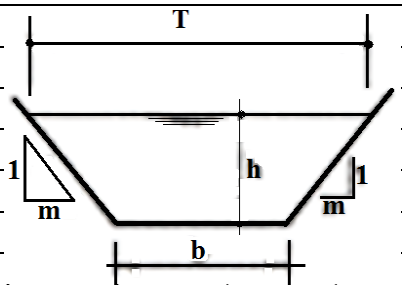
$$R=\frac{F}{U}=\frac{(b+mh)h}{b+2h\sqrt{1+m^2}}.....m....dir.$$

Tablo 13. En sık tasarlanan kanal kesitlerinin geometrik elemanları

	DİKDÖRTGEN	YAMUK	ÜÇGEN	DAİRE
KESİT ELEMANLARI				
ISLAK ALAN F	$F=b\cdot h$	$F=(b+m\cdot h)h$	$F=m\cdot h^2$	$F=\frac{1}{8}(\theta-Sin\theta)D^2$
ISLAK ÇEVRE P	$P=b+2h$	$P=b+2h\sqrt{1+m^2}$	$P=2h\sqrt{1+m^2}$	$P=\frac{1}{2}\theta\cdot D$
HİDROLİK YARIÇAP $R=F/P$	$R=\frac{b\cdot h}{b+2h}$	$R=\frac{(b+m\cdot h)h}{b+2h\sqrt{1+m^2}}$	$R=\frac{m\cdot h^2}{2h\sqrt{1+m^2}}$	$R=\frac{(\theta-Sin\theta)D}{4\theta}$
ÜST SUYÜZÜ GENİŞLİĞİ T	$T=b$	$T=b+2m\cdot h$	$T=2m\cdot h$	$T=2\sqrt{h(D-h)}$ $T=D\,Sin\frac{\theta}{2}$
HİDROLİK DERİNLİK $d=F/T$	$d=h$	$d=\frac{(b+m\cdot h)h}{b+2m\cdot h}$	$d=\frac{1}{2}h$	$d=\frac{(\theta-Sin\theta)D}{8Sin\frac{\theta}{2}}$
KESİT FAKTÖRÜ $Z=F\sqrt{d}$	$Z=b\cdot h^{3/2}$	$Z=\frac{(b+m)^{3/2}\cdot h^{3/2}}{\sqrt{b+2m\cdot h}}$	$Z=\frac{\sqrt{2}\,m\cdot h^{5/2}}{2}$	$Z=\frac{\sqrt{2}(\theta-Sin\theta)^{3/2}D^{5/2}}{32(Sin\frac{\theta}{2})^{1/2}}$

Tablo 14. Zemin cinslerine göre kabul edilen şev değerleri

Zemin Cinsi	Şev 1/m
Kaya	1/5
Gevşek kaya	1/2
Sert kik	1/1
Kil	1,5/1
Tın	2/1
Kumlu lem	2/1
Kum	2,5/1
Çok kumlu	3/1
Mil (Silt) ve turblu zemin	4/1
Beton kaplamalı kanallar	1,5/1



Kritik su yüksekliği:

Açık kanallarda "b" taban genişliğine bağlı olarak kritik su yüksekliği şu ifade yardımıyla bulunur.

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 \cdot g}} .....m.$$

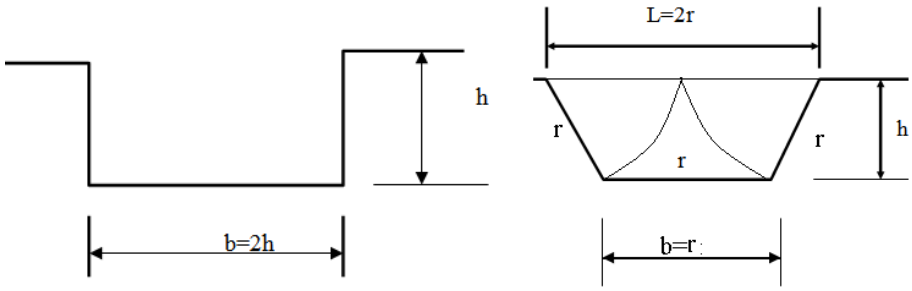
Burada

Q=debi, b=kanal taban genişliğini, g=9,81 m/sn^2 olarak yerçekimi ivmesini gösterir.

En uygun kesit kavramı

İdeal trapez ve dikdörtgen kanal ebatları arasındaki oranlar şunlardır.

Dikdörtgen kanallarda ideal boyutlar.



F=bxh

U=2h+b

R=F/U

Trapez kanallarda ideal boyutlar.

$$\sin 60 = \frac{h}{r} \rightarrow h = \frac{\sqrt{3}}{2} r. \qquad F = \frac{2r + r}{2} \cdot h$$

$$h, \text{ yerine konursa, } F = \frac{2r + r}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} r$$

$$F = \frac{3\sqrt{3} r^2}{4} \quad \text{olur. } r = b,$$

$$b = 0{,}878\sqrt{F}$$

$$h = 0{,}76\sqrt{F}$$

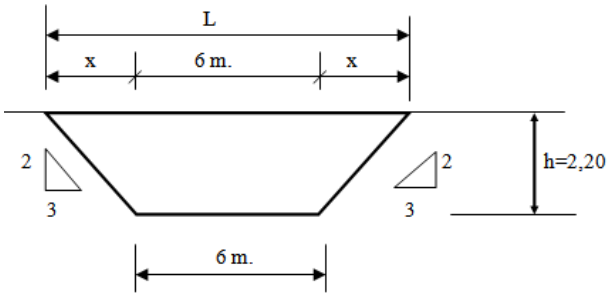
$$R = 0{,}38\sqrt{F} \quad \text{olarak bulunur.}$$

ÖRNEK PROBLEM:

Şekilde verilen trapez kesitli sulama kanalını,

a- Boyutlandırınız,

b- n=0,02 ve J=0,0004 olduğuna göre kanaldaki su hızını ve debiyi bulunuz.



Çözüm:

$$\text{tg}\alpha = \frac{2}{3} = \frac{h}{x} \rightarrow x = 3{,}30 \quad m.$$

$$L = 2x + b \rightarrow L = 2 \times 3{,}30 + 6 = 12{,}60 \text{ m.}$$

$$F = (b + mh)h \rightarrow F = (6 + \frac{3}{2} \cdot 2{,}20) \cdot 2{,}20 = 20{,}46 \text{ m}^2$$

Enkesit alanını, düzgün geometrik şekillere bölerekte bulabiliriz.

b- U= ıslak çevre,

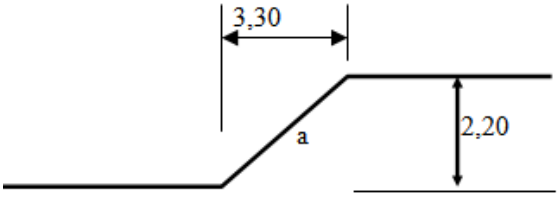
$$a = \sqrt{(2{,}20)^2 + (3{,}30)^2} = 3{,}96 \text{ m.}$$

U=3,96+6+3,96=13,92 m.

$$R = \frac{F}{U} = \frac{20{,}46}{13{,}92} = 1{,}47 \quad \text{m.}$$

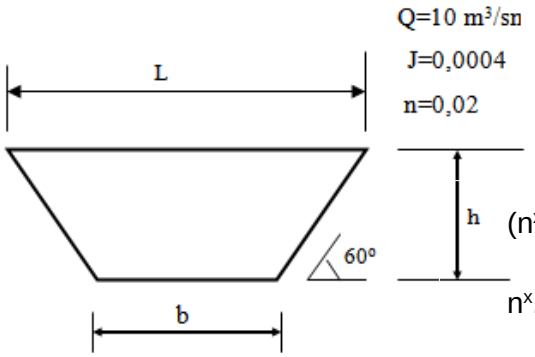
$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} = \frac{1}{0{,}02} \cdot (1{,}47)^{2/3} \cdot (0{,}0004)^{1/2} = 1{,}29 \quad \text{m/sn.}$$

$$Q = V \cdot F = 1{,}29 \cdot 20{,}46 = 26{,}45 \quad \text{m}^3 / sn.$$



ÖRNEK PROBLEM 2:

Trapez kesitli bir kanalda verilenlerden faydalanarak, bu kanalı 10 m^3/sn lik bir debiyi geçirecek şekilde boyutlandırınız.



$(n^x)^y = n^{x.y}$ dir. $F^{1/2.2/3} = F^{2/6} = \sqrt[3]{F}$

$n^x.n^y = n^{x+y}$ dir. $F.F^{1/3} = F^{4/3} = \sqrt[3]{F^4}$

Çözüm:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \cdot F.....m^3 / sn..$$

$$10 = F \cdot \frac{1}{0{,}02} \cdot R^{2/3} \cdot 0{,}0004^{1/2}$$

$$10 = F \cdot (0{,}38\sqrt{F})^{2/3}$$

$$10 = F.[(0{,}38^{2/3})(F^{1/2})^{2/3}] \text{ olur.}$$

$$10 = \text{F}.0{,}52.\sqrt[3]{\text{F}}$$

$$\frac{10}{0{,}52} = F.\sqrt[3]{F}$$

$$19{,}06 = \sqrt[3]{F^4}$$

$$F = 9{,}18 \ \text{m}^2$$

$(19{,}06)^3 = F^4$

$\sqrt[4]{6924} = F$

$F = 9{,}12 \ \text{m}^2$

F,alanı bulunduktan sonra, ideal kanal boyutlarını veren ifadeler yardımıyla kanal boyutları hesaplanabilir.

N- ATIK SULAR (Effluent, waste water, sewage)

Yeryüzündeki içme ve kullanma suyunun miktarı sınırlıdır. Zamanla su kaynaklarının azalması, insan nüfusunun artması ve daha önemlisi, suların kirlenmesi yaşamı giderek zorlaştırmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artmasına rağmen su kaynaklarının sabit olması, bu kaynakların kirletilmemesini ve çok iyi kullanılmasını gerektirmektedir. Bilinçli su kullanımıyla, yaşam kalitemizi bozmadan alacağımız basit tedbirlerle su kaynaklarımızın kirlenmesini ve tükenmesini önleyebiliriz. Su kirliliğini oluşturan etmenlerin başında lağım sularıyla sanayi atık suları gelmektedir. Bunun yanında petrol atıkları, nükleer atıklar, katı sanayi ve ev atıkları da önemli kirleticilerdir. Sanayinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi diğer faktörlerden çok daha fazladır. Sanayi kuruluşlarının; sıvı atıkları ile su kirliliğine, buna bağlı olarak gelişen toprak ve bitki örtüsü üzerinde aşırı kirlenmelere sebep olduğu ve doğa tahribine yol açtığı bilinmektedir. Ayrıca son yıllarda sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesi sonucu köyden kente göç olayı artmış, bu durum hızlı ve düzensiz yapılaşmaya yol açmıştır.

Yeni yeni kurulmaya başlanan arıtma tesisleri, lağım ve sanayi atık sularını hem kimyasal hem de biyolojik olarak temizlemektedir. Böylece hem sulama suyu gibi yeniden kullanılabilir su kazanılmakta hem de denizlerin kirlenmesi önlenmektedir. Bu nedenle sanayileşme mutlaka iş yerleri planlanırken arıtma tesisleri ile birlikte düşünülmelidir.

SU KİRLİLİĞİ

A- Yer altı Suları ve Kirliliği

Yağmur suyu yeryüzüne indiği andan itibaren kirlilik oranında ani bir artış olur. Hayvansal ve bitkisel artıklar, doğal ve suni gübreler, pestisitler ve mikroorganizmalar su ile yeraltına doğru taşınır. Suyun yüzey kısımlarındaki toprak tabakasından süzülmesi sonucunda, zemin cinsi özelliklerine de bağlı olarak kalitesinde önemli miktarlarda artış olur. Askıdaki maddelerin tamamına yakını topraktaki süzülme yoluyla uzaklaşır. Bunun sonucunda mikroorganizmalar büyük ölçüde azalırken, suyun karbondioksit[6] miktarı artar, oksijen miktarı ise azalır.

Yeraltı suyu kirlenmesinin en büyük sebebi, evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan alıcı ortamlara verilmesidir. Katı, sıvı ve gaz atıklar alıcı ortama verildikten sonra; iklim durumuna, toprağın yapısına, yeryüzü şekline, atığın cinsine ve zamana bağlı olarak yeraltı sularına karışır. Ayrıca zirai mücadele ilaçlarının aşırı ve bilinçsiz kullanımı önemli bir kirlilik sebebidir. Kanalizasyon sisteminin bulunmadığı yerlerde, tuvalet çukurlarından ve gübrelerden sızan kirli sular yeraltı suyuna karışarak, özellikle yaz aylarında ölümlere yol açan bulaşıcı hastalıklara sebep olmaktadır.

B- Yerüstü Suları ve Kirliliği

Akarsu, göl ve denizler yerüstü sularını oluştururlar. Bununla birlikte; üç tarafı denizlerle çevrili olan ve çok sayıda yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının bulunduğu ülkemizde sular, evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmektedir. Bu atıkların arıtılmadan su yataklarına verilmesi, katı atıkların düzensiz olarak alıcı ortama bırakılması, ayrıca bilinçsizce yapılan zirai ilaçlama ve gübrelemeden dolayı yerüstü suları kirlenmektedir.

C-Akarsu Kirliliği:

[6] **Karbonik asit,** karbondioksidin sulu çözeltisi olan zayıf asittir. Gazozun içinde bulunur. Ayrıca, yağmur suyu da zayıf karbonik asit çözeltisidir. Formülü H_2CO_3 şeklindedir. Suda çözündüğünde H^+/H_3O^+ ve HCO_3^-(bikarbonat) iyonlarına ayrılır.

$$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCO_3^-$$

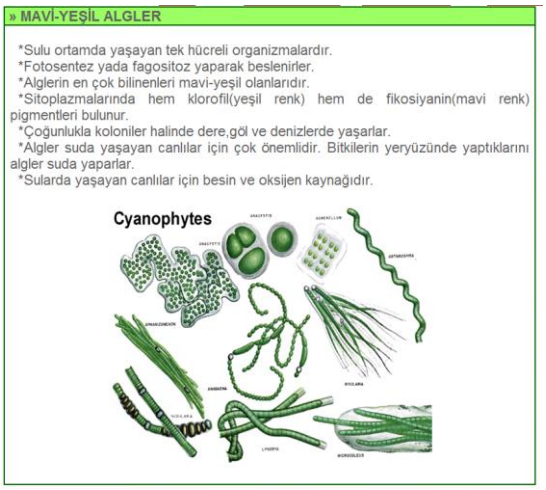
Akarsular; küçük dereler, yağmur, kar ve kaynak sularıyla beslenirler. Kanalizasyon suları, fabrika atıkları ile havayı kirleten etkenlerin yağmur ve yüzey akışlarıyla taşınması, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan pestisit ve gübre gibi kimyasal atıklar, akarsuları kirleten başlıca etkenlerdir. Akarsular ve okyanuslar belli bir seviyeye kadar olan kirliliği arıtma özelliğine sahiptir. Bu sınır aşıldığında suda aşırı kirlilik ve bozulma başlar. Akarsuların bazı etkenlerle kirlenmesi sonucu akarsularda mevcut olan ekolojik[7] denge bozulmakta, bitkiler ve hayvanlar olumsuz yönde etkilenmektedir.

D-Göl Kirliliği:

Göl kirlenmesinin ana unsurları akarsular ve atmosferik olaylardır. Akarsularla taşınan çözünmüş ve askıdaki maddelerin önemli miktarı erozyon ve kimyasal çözünme sonucu oluşur. Ayrıca asit yağmurları da kirliliği artırmaktadır. Göle karışan kirleticilerin büyük bir kısmı akarsular, endüstriyel atıklar ve drenaj yoluyla taşınmasına karşılık, atmosferle kirliliğin taşınması da son derece önemlidir. Havadaki kirleticilerin yağışlar ve rüzgar gibi atmosferik etkenlerle uzun mesafelere taşınması ve yerüstü sularına karışması sonucu su kirliliği meydana gelmektedir.

E-Deniz Kirliliği:

Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olduğundan deniz kirliliği hayati önem taşımaktadır. Denizlerin taşımacılık ve turizm amacıyla kullanılması, evsel, endüstriyel atıkların arıtılmadan veya kısmen arıtılarak denize verilmesi, deniz kazaları sonucu meydana gelen petrol akıntıları, akarsulardan denizlere ulaşan tarımsal atıklar, kirlenmeyi meydana getiren başlıca etkenlerdir. Deniz kirliliğine sebep olan atıklar belirli bir zamanda, bir bölgedeki kirlenme yoğunluğuna bağlı olarak insan sağlığına ve çevreye olumsuz yönde etki etmektedir.



Şekil 103. Mavi-yeşil algler

Su kaynaklarının kirlenmesinin nedenleri

Yaşamımızda çok önemli bir yeri olan ve yeryüzünün büyük bir bölümünü oluşturan suyun çeşitli nedenlerle kirlendiği bilinmektedir. Yeryüzündeki su kaynaklarının zamanla azalması, dünya nüfusunun giderek artmasına (2011 sonu 7 milyar) bağlı olarak su tüketiminin artması ve daha da önemlisi suların ve su kaynaklarının çeşitli nedenlerle kirlenmesi yaşamımızı giderek zorlaştırmaktadır.

[7] Çevre dengesi

Yeryüzündeki sular, güneşin sağladığı enerji ile birlikte sürekli bir döngü içinde bulunurlar. İnsanoğlu, ihtiyaçlarını karşılayabilmek için, suyu bu doğal döngüden alır ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye geri verir.

Bu doğal süreç sırasında suya karışan her türlü zararlı madde suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek "su kirliliği" ne sebep olur. *Su kirliliğini oluşturan etmenleri* dört gurupta toplayabiliriz.

1. Nüfus artışı
2. Düzensiz ve hızlı kentleşme
3. Sanayileşme
4. Tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler.

Yukarıda belirtilen dört ana başlık içerisinde yer alan endüstriyel ve kentleşmenin önemi tartışılmazdır. Endüstri kuruluş atıklarının arıtılmadan akarsulara verilmesi veya bu atıkların toprağa gömülmesi sonucu bu atıklar yağmur sularına karışarak yeraltı sularının kirlenmesine sebep olabilmektedir.



Şekil 104



Şekil 105

Enerji santralleri, çelik, kâğıt ve otomobil fabrikaları, rafineriler çevreye zararlı maddeler açığa çıkaran önemli etmenlerin başında gelmektedirler. Özellikle büyük şehirlerde kurulan ağır sanayi fabrikalarının sıvı ve katı atıklarının da su kirliliğine neden oldukları bilinmektedir. Ayrıca, sanayileşmenin gelişmesi ile şehirlere göç olayı daha da hızlanmış, bunun sonucunda da hızlı ve düzensiz şehirleşme ortaya çıkmıştır.

Şehirlerdeki nüfus artışı ve buna bağlı olarak kentleşmenin yarattığı atıkların artış göstermesi, tarımsal mücadele ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin bilinçsizce ve kontrolsüz kullanımı da göz önüne alındığında "su kirliliğine" etki eden unsurların önemi ortaya çıkmaktadır.

Su kirliliğinin önemli bir başka nedeni olan evsel atıklarda bulunan "sert (biyolojik parçalanmaya dayanıklı) deterjan[8] kalıntılarının doğal su kaynaklarının kirletilmesinde önemli payı olduğu bilinmektedir. Deniz ve göl kenarı gibi ortamlara yakın kurulan büyük şehirlerde evsel atıkların fazlalığı göz önüne alınırsa, kirlenmenin buralarda önemli boyutlarda yaşandığı açıkça görülebilir.

Su kirliliğini oluşturan diğer etmenlerin başında lağım suları, petrol atıkları ve nükleer atıklar, kimyasal kirleticiler ve tarımda verimi artırma amacıyla kullanılan doğal ve yapay maddeler, tarım ilaçları ve radyoaktif atıklar yer almaktadır. Bu atıklar arıtılmadan su ortamlarına boşaltıldıklarında ya da bu atıklarla kirlenen topraklardan sulara taşındıkları zaman su kirliliğine neden olurlar.



Şekil 106

Özellikle tarımsal alanlarda üretimi artırmak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, böceklerle savaşmakta kullanılan bir takım kimyasal zehirler yağmur suları ile toprak altına geçerek yeraltı sularının kirlenmesine sebep olabilmektedirler.

(*Yoğun yapılan kimyasal gübreleme sonucunda toprakta organik madde miktarı ve dolayısıyla topraktaki humus oranı azalacak ve biyolojik aktivite, yani toprak canlılarının aktivitesi de azalıp verilen gübreler toprakta tutunamadığı için yıkanıp gidecektir. Bitki besin elementlerinin, bitkilerin alabileceği şekile dönüşmeleri duracak ve böylece toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri menfi manada bozulacaktır. Neticede toprağın üst kısımları kumlaşırken, alt kısımları da taşlaşacaktır (sertleşecektir).*

Bu durum topraklarımızda;

Toprak Tuzu konsantrasyonunun yükselmesine,

Mikroorganizma faaliyetlerinin azalmasına,

Yeraltı sularının kirlenmesine,

Kimyasal olarak verilen gübrelerin topraktan çabucak yıkanmasına,

Verim ve elde edilen ürünün kalitesinin düşmesine,

[8] Deterjan, petrol türevlerinden elde edilen, temizleme, arıtma özelliği bulunan, toz, sıvı veya krem durumunda olabilen kimyasal madde, arıtıcı. Deterjanın, kelime anlamı kir sökücü olup sabun dışındaki temizleyicilerin tümünü kapsar. Yüzey aktif özelliği nedeniyle temizleme işlerinde kullanılan, içinde yardımcı kimyasal maddeler de bulunduran karışımlara deterjan denilmektedir.

Erozyonla toprak kaybına neden olacaktır.

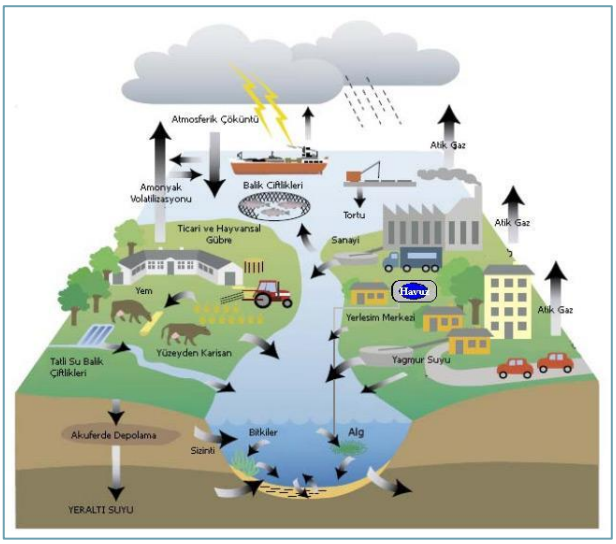
Bu zararları ortadan kaldırabilmek için, topraklarımızın organik madde ihtiyacını karşılamak üzere ORGANİK GÜBRELEME yapmamız ŞARTTIR.

Su Kaynaklarının Kirlenmesinin Sonuçları

Çeşitli yollarla kirlenen suların birçok etkileri vardır. Suların kirlenmesi, insanları, hayvanları, bitkileri ve çevre estetiğini olumsuz yönde etkilemektedir. Kirli sularla insan ve hayvan sağlığı tehlikeye girmekte, bitkilere hayat tanımamaktadır. Su kirliliği insan sağlığını, içme veya çeşitli amaçlarla kullanılması sonucu etkilemektedir. Birçok bulaşıcı ve salgın hastalığın kaynağı **patojen** (hastalık yapan mikro organizmalar) içeren su kaynaklarıdır. Bu nedenle patojenlerin uzaklaştırılabilmesi için sular dezenfekte edilmektedir. Dezenfeksiyon işleminin yapılmaması ya da yetersiz kalması durumunda çeşitli salgın hastalıklar insan sağlığını tehdit etmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü, bulaşıcı hastalıkların % 80 oranında kirli sulardan kaynaklandığını belirtmektedir. Dünyada her yıl 5 ila10 milyon insan kirli sulardan kaynaklı hastalıklar sebebi ile ölmektedir. Bu nedenle temel ihtiyacımız olan suyun dezenfeksiyonu, içme ve kullanma sularında büyük önem arz etmektedir.

Su kirliliğinde en önemli etken mikrobiyal kirlilik, özellikle de "patojenik (hastalık yapıcı) organizmalar" dır. Su kirliliğinin en tehlikeli şekli ise su ortamına insan dışkısının girmesidir. Su ortamında yaşayan patojenler ve insan sağlığına yaptıkların etkiler şunlardır:

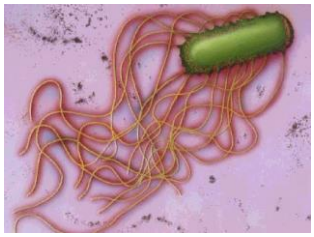


Şekil 107. Endüstriyel ve evsel atık suların, kullandığımız yeraltı ve yerüstü sularını nasıl kirlettiğinin resmidir



Şekil 108

Salmonella: Genellikle mide krampları, ateş, bulantı, kusma şeklinde görülür. Salmonella mideden geçmekte ve bağırsaklarda çoğalmaktadır 1500-2000 türü var olduğu biliniyor.



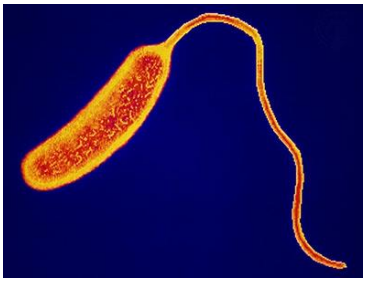
Şekil 109. Salmonella

Shigella: Shigella adı verilen basil tipi, bakterilerin sebep olduğu bir dizanteri şekli olup, "basilli dizanteri" olarak adlandırılmaktadır. Bu hastalık, taşıyıcının dışkısı ile yayılmakta ve çoğunlukla akut diyarenin sebebi olmaktadır.



Şekil 110. Shigella

Vibrio Kolera: Kolera, Vibrio cholerae isimli bir bakterinin sebep olduğu ciddi bir akut bağırsak hastalığıdır. Vibriyonların dış etkilere karşı direnci azdır. Vibriyon 55°C'de 10-15 dakikada, kaynama derecesinde ise 1-2 dakikada ölür. Kuruluğa, güneş ışığına ve asitlere hiç dayanamaz. Mide asiditesi, vibrioları kısa sürede inaktive eder; bu durum birçok insanı kolera olmaktan kurtarır. Hastalık diyare, kusma, idrar azalması, hızlı su kaybı, kan basıncı azalması, düşük vücut sıcaklığı karakterize edilmektedir. Kolera salgınları genellikle halka temin edilen suların kirlenmesiyle ortaya çıkmıştır.



Şekil 111

Tularemia: Kan dolaşımına, deri sıyrıkları ve mukozalar yoluyla girmekte, üşüme ve ateş, lenf düğümlerinde şişme ve halsizlik gibi durumların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Hastalık, dışkı, idrar, hasta hayvan ve ölülerinin su kaynağını kirletmesi sonucu ortaya çıkmakta ve yayılmaktadır.

Parazitler: Lağım suyunda bir kaç tür parazit, bağırsak kurtları vardır. Bunların çoğu vücuda ağız yoluyla bir kısmı da deriyle girmektedir. İçme sularında bu organizmaların bulunması, modern su arıtma teknikleriyle engellenebilmektedir. Ancak katı atık sularlarla kirlenmiş sularda yüzme ve ham atık suların sulamada kullanılması bağırsak enfeksiyonuna sebep olmaktadır.

Yukarıda sayılan patojenlerin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri görülmüştür. Pestisitlerin de kullanımı sonucunda patojenler gibi olumsuz etkiler görülmektedir.

Pestisitler, istenmeyen böcek, kemirgen, bitki, yosun ve diğer zararlıların önlenmesi için kullanılan maddelerdir. Pestisitler su ortamına püskürtme, yağmur suyu ve atık deşarjlarıyla girmektedir. Yeraltı suyuna ise topraktan süzülme ve kaza ile dökülme sonucu ulaşmaktadır. Pestisitler içerisinde bulunan cıva önemli bir çevre kirleticisidir. Hayvanlarda birikime uğradığında gıda zincirinde yüksek değişmelere ulaşabilmektedir. Gerçekten de balık ve midyelerde yüksek yoğunluklara ulaşan cıva, bu hayvanların yenilmesiyle insan ölümlerine sebep olmaktadır. DDT[9] nin okyanusta, belli bir yoğunlukta bulunduğu bilinmekte ve fitoplanktonlar[10] üzerine etkisi sonucu, atmosferin oksijen dengesi olumsuz yönde etkileyeceği tahmin edilmektedir.

Petrol kirliliklerinin en önemli etkilerinden biri de suların estetiğini bozmasıdır. Endüstriyel atıklar, tankerler, rafineri artıkları su yüzeyini kirletmektedir. Kıyılarda denize girilmesini engellemekte, çok kötü bir görünüm olmaktadır. Bu da üç yanı denizlerle çevrili ülkemizin sahillerini kullanılmaz hale getirmekte, bunun yanı sıra turizmimizi de etkilemektedir. Yukarıda belirtilen sebeplerden su kirliliğinin insan sağlığına olan etkilerinin yanında, ekonomik etkileri de vardır. Ancak bu etkenlerin birbirinden ayrı düşünülmesi mümkün değildir. İnsan sağlığının etkilenmesi, sonuçta ekonomik kayıplarda beslenme ve giderek sağlık üzerinde etkili olabilmektedir.



Şekil 112

[9] **DDT**, *(dikloro difenil trikloroethan)* çok zehirli ve inatçı bir böcek öldürücüdür. Kolayca vücut dokusundaki yağlarda çözülür ve gıda zincirinde birikmeye başlar.

[10] Bitkisel planktonlara **fitoplankton**, hayvansal olanlarına ise zooplankton adı verilir.

Su kirliliğinin ekonomik yönden yarattığı sorunları şöyle sıralayabiliriz

-Atık temizleme ve içme suyu arıtma tesislerinde daha fazla işlem gerekmesi nedeniyle giderlerin artması.

-Kirli sular sulama suyu olarak kullanıldığında, sulanan alanların kirlenmesi ve bunun sonucunda verim düşmesine sebep olması,

-Su ortamında doğal dengeyi bozan kirleticilerin, bu ortamdaki yaşamı etkilemesi ve bunun sonucunda su ürünlerinde azalmanın meydana gelmesi, su kaynağında estetik yönden bozulmaların olması, turizm, su sporları ve dinlenme amacıyla yararlanmayı kısıtlanması.



Şekil 113

Su kaynaklarının kirlenmesini önleyici tedbirler

Su Kirliliğine Karşı Alınacak Kişisel Tedbirler:

- Canlı artıklarının sulara atılmaması,
- Sentetik deterjanlı suların bir yerde toplanması,
- Tarımda kullanılan ilaçların ve gübrelerin sulara karışmasının önlenmesi,
- Sanayi artık ve atık sularının suları kirletmesinin önlenmesi,
- Su kaynakları çevresinin temiz tutulması,
- Çöp ve diğer atıkların sulara bırakılmaması,
- İçme sularının on dakika kaynatılıp, bütün parazit yumurtalarının tahrip edilerek dezenfekte edilmesi,
- Suları kirletenlerin uyarılması

ATIK SULARIN TEMİZLENMESİ

Dünyada içilebilir tatlı su kaynakları azdır. Bu yüzden kullanılmış atık suların ve derlenmiş suların içme suyu standartlarına ulaştırılması gerekir.

Suların arıtılması

1-Belde ihtiyacını karşılamak amacıyla derlenen içme ve kullanma sularını içme suyu standartlarına getirmek için yapılan arıtma

2-Kullanılmış suların arıtılması

ATIK SU ARITMA

Atık su: Konutlar başta olmak üzere sanayi, tarım gibi alanlarda zorunlu ihtiyaçlar sonuncunda oluşan sular atık su olarak ifade edilir.

Atık su arıtımında **temel hedef**, atık suyun deşarj edildiği ortamlarda halk sağlığına ve ekolojik dengeye olabilecek menfi etkilerin en az düzeye indirilmesidir.

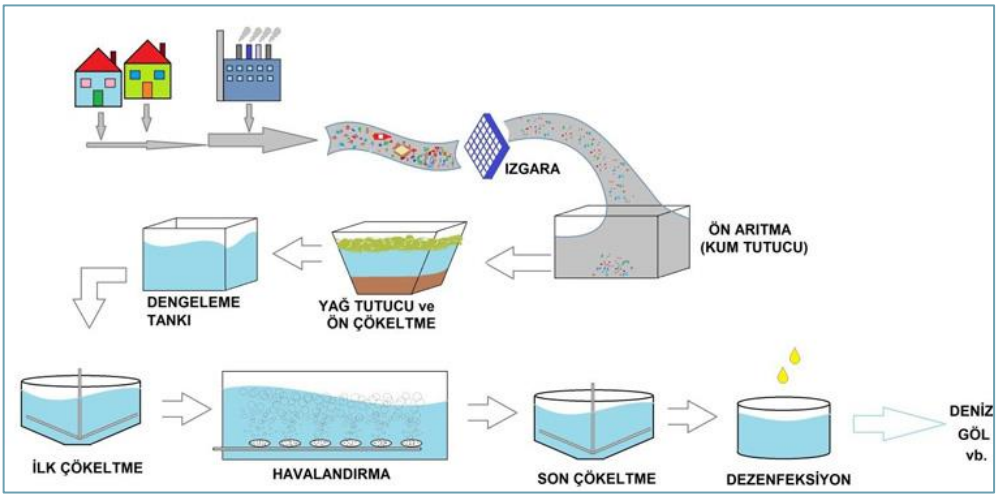
Arıtılmış atık su: Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinden birinin veya birkaçının uygulanması sonucu elde edilen sudur.

Şehir atık suları, hayvansal, organik maddeler, atık sıvılar ve süspansiyonlar, emülsiyonlar, zararsız bakteriler ile evsel ve endüstriyel atıkları içermektedir. Bu sular hiçbir zaman bir ön arıtmaya tabii tutulmadan nehirlere, göllere, denizlere verilmemelidir. Doğal ortamında su içerisinde yaşayan bitkiler, mikroorganizmalar, balıklar ve diğer canlılar organik maddeleri parçalayacak durumdadırlar. Bütün reaksiyonların cereyan edebilmesi için oksijene ihtiyaç vardır.

Atık su arıtımında gerçekleşen temel aşamalar şunlardır;

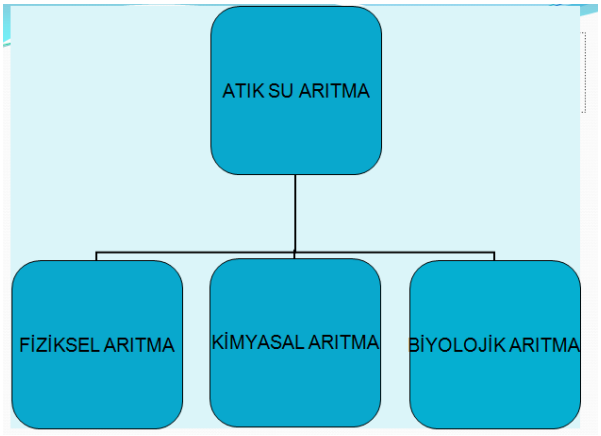
1. Askıdaki katı maddelerin uzaklaştırılması
2. Zararlı ağır metal ve zehirli bileşiklerin uzaklaştırılması
3. Biyolojik olarak parçalanabilen organik maddelerin uzaklaştırılması
4. Alıcı ortam durumuna bağlı olarak a;ot ve fosforun uzaklaştırılması
5. Patojenik organizmaların yok edilmesi

Atıksu arıtma tesisleri, çeşitli faaliyetler sonucu ortaya çıkan sıvı atıkların arıtıldıkları, içerisindeki kirletici parametrelerin giderildiği tesislerdir. Arıtma tesisleri genellikle birbirini takip eden ardışık havuz veya tanklardan meydana gelirler. Atık suların temizlenmesinde genel bir metot bulmak mümkün değildir. Şehir kanalizasyon suları, mezbaha atıkları, deri fabrikalarının atıkları, süt fabrikaları, tekstil endüstrisi hepsinde farklı yöntemlerle arıtma yöntemleri uygulanır.



Şekil 114

Şehir atık sularının nehir, ırmak, göl ve denizlere verilmeden önce arıtılması gerekir. Bu tür evsel arıtma sistemi 3 aşamada yapılır. Fakat her atık su arıtma 3 aşamalı olmayabilir. Bazı evsel arıtmalar birinci veya ikinci kademede sonuçlandırılabilir.



Şekil 115

Mekanik Arıtma (fiziksel arıtma):

Atık sulardaki katı parçacıklar organik inorganik ayrılır ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) daha az olan bir su haline getirilir. Bu arıtmaya fiziksel arıtma denir. Fiziksel arıtma; Atık su içerisindeki kirletici maddelerin fiziksel işlemlerle atık sudan alınması amacı ile kullanılan proseslerdir. Uygulamaları; ızgaralar, elekler, kum tutucular, yüzdürme sistemleri, çöktürme havuzları, dengeleme havuzlarıdır.

İkinci Kademe (Biyolojik):

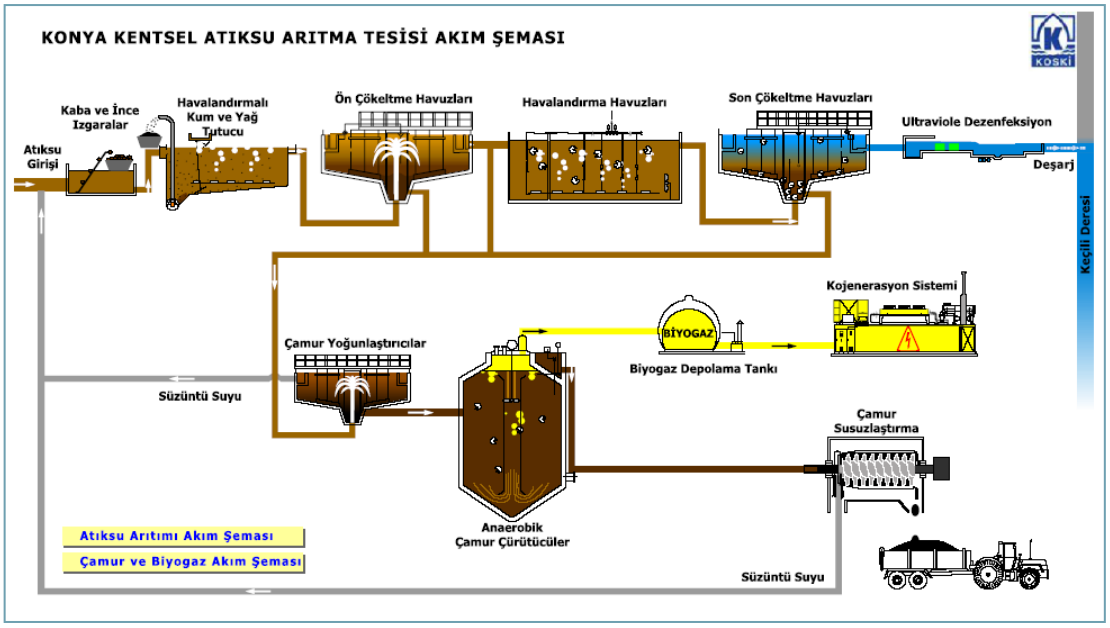
Atık suların **b**iyolojik **o**ksijen ihtiyacı (BOD[11]) daha az olan bir dereceye getirilir. Yani atık sular organik maddelerden büyük oranda arıtılmış olur. Ancak emilsiyon ve süspansiyon halindeki atıklar, suda çözünen maddeleri ortamda kalır. Bu kademe arıtmasına biyolojik arıtma denir. Biyolojik arıtma atık su içerisindeki çözünmüş organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetlerle ayrıştırılarak giderilmesi işlemidir. Bakterilerin arıtma işlemini gerçekleştirebilmeleri için pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, toksik maddeler gibi parametrelerin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Uygulamaları; aktif çamur sistemleri, biyofilm sistemleri, stabilizasyon havuzları, havalandırmalı lagünler ve damlatmalı filtrelerdir.

Üçüncü Kademe(Kimyasal):

Kimyasal arıtma sistemleri suda çözünmüş veya askıda bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek çökelmelerini sağlamak üzere uygulanan arıtma prosesleridir. Kimyasal arıtma işleminde, uygun pH değerinde atıksuya kimyasal maddeler (koagülant, polielektrolit vb.) ilave edilmesi sonucu, çöktürülmek istenen maddeler çökeltilerek çamur halinde sudan ayrılır. Süspansiyon halinde parçacıklar kalmadığı gibi, çözünen organik ve inorganik maddelerinde tamamı ayrılır. Böylece arıtılmış su nehirlere, göllere, denizlere verilebilir.

[11] (Biochemical oxygen demand) Organik kirliliğin bir ölçüsü olarak kullanılan ifade. Bir su veya atık sudaki organik maddelerin biyokimyasal süreçlerle tam ayrışmaları için bu işlemi yapan mikroorganizmaların, suyun birim hacimi başına gereksinim duydukları oksijen miktarı. Evsel atık su işleme süreçlerinin etkinliğini ölçmede de kullanılır.



Şekil 116. Konya atık su arıtma tesisi şeması

Evsel atık suların uzaklaştırıldığı kanalizasyon sistemleri ve arıtıldığı biyolojik arıtma tesisleri şu ünitelerinden oluşmaktadır

- Kanalizasyon sistemi
- Izgara, kum tutucu ve yağın tutulması,
- Ön çöktürme ünitesi,
- Havalandırma ünitesi,
- Son çöktürme ünitesi ve geri dönüş çamurunun ayarlanması,
- Ham çamurun yoğunlaştırılması,
- Çamurun özümlenmesi, metan gazının alınması ve depolanması,
- Elektrik enerjisi üretme ve ısıtma,
- Özümlenmiş çamuru yoğunlaştırma ve çamurun susuzlaştırılması,
- Çamur kekinin depolanması veya nakledilmesi,

Ülkemizdeki kanalizasyon şebekesi borularının fiziki ömrünün, doğru inşa edilmesi ve işletilmesi kaydıyla, yaklaşık olarak 30 yıl'dır. Standartlara uygun olarak kurulmayan ve işletilmeyen kanalizasyon sistemleri kısa süre içinde çöker ve ülkeye maliyeti çok yüksek olur.

İÇME VE KULLANMA SUYUNUN ARITILMASI

İçme ve kullanma suyu olarak derlenmiş suların temizlenmesi aşamasını ise altı kategoriye ayırabiliriz.

1- Durulma
2- Gaz ve asidin giderilmesi
3- Süzme (filtrasyon)
4- Dezenfeksiyon
5- Demir ve manganın giderilmesi
6- Yumuşatma

Durulma:

Sudaki asılı veya koloidal maddeleri dibe çöktürmek için yapılır. Durulma ameliyesi iki şekilde yapılabilir.

1- Mekanik durulma: derinliği 2-5 m. kadar olan havuzlara alınan suyun hızı 2-10 m/sn ye kadar düşürülür ve burada 4-24 saat bekletilirler. Çok yavaş hareket eden su içindeki maddeler dibe çöker.
2- Kimyasal durulma: durulma işlemini hızlandırmak için su içerisine alüminyum, demir tuzları, kireç katılır. Bu maddeler sudaki koloidal maddeleri çabucak pıhtılaştırır ve dibe çökertir. Dibe çöken çamur özel bir şekilde kazınarak alınır.

Gaz ve asidin giderilmesi:

Yer altı içme sularında H_2S (hidrojen sülfür), ve SO_2 (kükürt di oksit) gazlarına sıkça rastlanır. Bu kötü koku ve tat veren gazlar, kok kömürü, tuğla, taş parçaları veya özel olarak hazırlanmış ızgaralar üzerinden ince bir tabaka halinde akıtılan veya fıskiye şeklinde havaya püskürtülen suyun bol hava ile temas ettirilmesiyle uzaklaştırılır.

Süzme (filtrasyon):

Durulma işlemine rağmen suda kalan asılı maddeleri ayırmak amacıyla yapılır. Süzme işleminde kum kullanılır. Su, düşey olarak bir kum tabakasından süzdürülür. Süzülen su dezenfekte edilmek için havuzlara alınır.

Dezenfeksiyon:

Temizleme işleminde mikroplar kısmen azalmakla beraber tamamıyla ortadan kalkmaz. Suyun mikroplardan tamamen temizlenmesi için;

- ✓ Ozonlamak,
- ✓ Kireçlemek,
- ✓ Morötesi (ultraviyole), ışınlarından geçirmek gibi yöntemler uygulanır.

En çok uygulanan yöntem gaz veya sıvı haldeki kloru, suya boşaltmaktır. Her bir litre suya 1-5 gr. Klor katılarak hazırlanan sıvı havuza bırakılır. Suda, milyonda 0,1-0,3 kısım kadar serbest klor kalır. Bu kadar miktardaki klor, suyun tesisat içerisinde mikroplanmasını önler.

Demir ve Manganın Giderilmesi:

Suda, bulunmasının bazı sakıncaları olan demir ve mangan, suyun bol hava ile temas ettirilmesiyle kolayca çöktürülür. Bunu için su, merdiven basamakları gibi yapılmış düşü havuzlarından akıtılarak oksijenle teması sağlanır.

Y*umuşatma:*

Çok sert sular içmeye ve ev işlerinde kullanılamaya elverişsizdir. Buna karşılık sert sular, sanayide kullanılabilir. Bu suların, kullanılma amacına uygun dereceye kadar yumuşatılması gerekir. Bunun için, başlıca iki yöntem vardır.

- Kireç - soda yöntemi,
- İyon değiştirme yöntemi

1- Kireç- soda yöntemi: Bilinen en eski usul, suya kireç katarak sertliğini gidermektir. Çok büyük miktarlardaki şehir suyu bu yöntemle yumuşatılır. İçme sularındaki karbonat sertliğini gidermek için kireç sütü (kalsiyum hidroksit, ($Ca(OH_2)$) kullanılır. Endüstride kullanılacak suyu yumuşatmak için soda (Na_2CO_3), kullanılır. Suyun toplam sertliğini gidermek için hem kireç, hem de soda kullanılır.
2- İyon değiştirme yöntemi: Suya sertlik veren kalsiyum ve magnezyum iyonlarının sodyum ya da hidrojen iyonları ile yer değiştirmesi prensibine dayanır. Çok sert ve bulanık olmayan sularda iyi netice verir.

O-KANALİZASYON (ÇEVRE SAĞLIĞI TESİSLERİ)

Su temini ve iletimi yapıları ile son kullanıcısına kadar (abone) iletilen sular, çeşitli şekillerde kullanıldıktan sonra tekrar toplanarak başka bir sistemle son kullanıcısından uzaklaştırılırlar.

Yerleşim bölgelerine düşen yağış suları da yağmur suyu kanal sistemi ile toplanarak uzaklaştırılır. Kullanılmış sular ve yağmur suları kanallarda toplandıktan sonra çevreye zarar vermeyecek şekilde hızlı ve güvenli bir şekilde bertaraf edilmelidir. Yağmur suları, içerik açısından, kullanılmış sulara nazaran daha temiz olduğundan, yüzey sularına verilmeleri, sulama suyu olarak kullanılmak üzere göletlerde biriktirilmeleri, kuru vadilere veya zemine sızdırılmaları mümkündür. Ancak, yağmur başlangıcında yerleşin bölgesi caddelerindeki kirleticiler bu sular ile yıkanacağından dikkatli olmak gerekir. Kullanılmış sular da yerleşim bölgeleri dışında arıtma tesislerinde arıtıldıktan sonra yüzey sularına veya zemine verilerek bertaraf edilebilir.

Kullanılmış suların verildiği ortama "**alıcı ortam**" adı verilir. Alıcı ortamlar, deniz, göl, akarsu olabilir. Bu durumda kullanılmış sular alıcı ortama verilmeden önce, alıcı ortamın özelliklerine ve kullanma maksatlarına bağlı olarak belirli derecelerde temizlenmelidir. Kullanılmış suları ve yağış sularını toplayan, alıcı ortamlara götüren, alıcı ortamlara veren, verilmeden önce gerektiği kadar temizleyen tesislerin hepsine birden **Çevre Sağlığı Tesisleri** adı verilir.

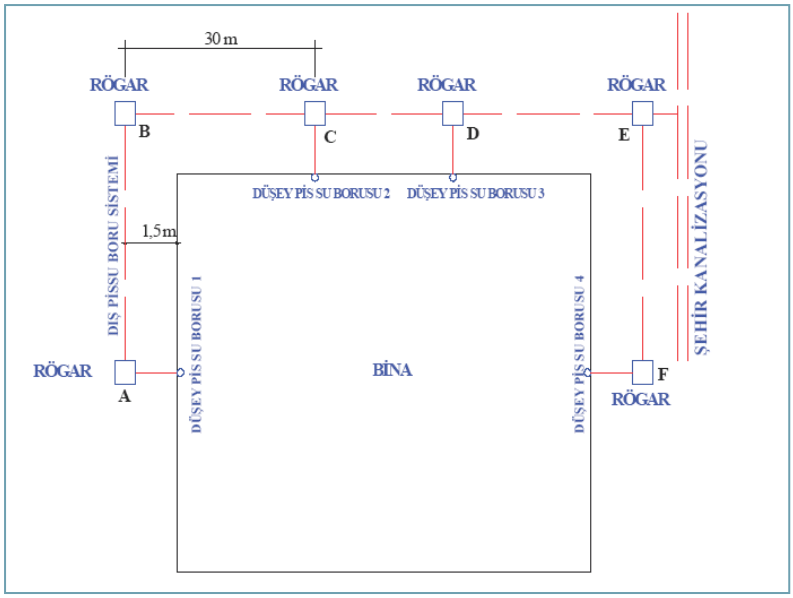


Şekil 117

İnsanların her türlü ihtiyaçlarını gidermek için istifadelerine sunulan temiz su, kullanıldıktan sonra kirlenir. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak bu kirlenme çeşitliliği artmış ve büyük boyutlara ulaşmıştır. Kirlenmiş suların içerisinde, asitler, yağlar ve çeşitli mikro organizmaların varlığı biliniyor. Bu yüzden kullanılmış sular insan ve çevreye zarar vermeden yerleşim bölgelerinden uzaklaştırılmalıdır.

Kullanılmış suları, kullanıldıkları yerlerden alarak bir arıtma tesisine veya tabii su kaynaklarına ileten özel ağlara ***"Kanalizasyon"*** denir. Kanalizasyon şebekeleri, basınçsız hatlar olup, şehir kanalizasyonu, bina dış pis su tesisatının bittiği noktadan başlar, bir arıtma tesisinde veya zararsız hale getirildiği yerde son bulur.

(Bina Dışı Atık Su Tesisatı Binanın 1,0 -1,5 metre dışından başlayıp şehir kanalizasyonunda ya da çürütme çukurunda (fosseptik) son bulan atık su tesisatının boru bölümüdür. Binanın uygun olan çeşitli yerlerinden çıkartılan atık su boruları rögarlar aracılığı ile birleştirilip şehir kanalizasyonuna bağlanır.)



Şekil 118 Bina dış pis su tesisatı planı

Başka bir açıdan bakılırsa, İçme suyu şebekesi ile abonelere dağıtılan suyun kullanıldıktan sonra düzenli olarak toplanması, çevreye zarar vermeyecek şekilde arıtıldıktan sonra bir alıcı ortama verilmesi için kullanılmış suları ve yağmur sularını yerleşim bölgesinden toplayan, uzaklaştıran sistemlere " kanalizasyon sistemi" denir.

Bir yerleşim bölgesine kanalizasyon şebekesi inşa edilebilmesi için

1- Bu beldenin basınçlı içme suyu şebekesine sahip olması,
2- Akışın gerçekleşebilmesi için yeterli debinin toplanması
3- Projelendirmede dikkate alınacak gelecekteki nüfusun iskân edileceği bir imar planının bulunması gerekir.

Çevre Sağlığı Tesislerine Gelen Suların Kaynağı ve Özellikleri

Kaynak itibariyle kanallara gelen kullanılmış sular:

1. Evlerden gelen kullanılmış sular,
2. Sanayi tesislerinden gelen kullanılmış sular,
3. Yerleşim bölgelerinden gelen yağış suları,
4. Sızıntı suları, olmak üzere dört grupta incelenir

1. Evlerden gelen kullanılmış sular: Bu sular şehir içme suyu şebekesiyle evlere verilen temiz suların çeşitli şekillerde kullanıldıktan sonra aldıkları şekildir. İçerisinde bol miktarda organik madde, sabun, deterjan atıkları, kağıt parçaları ve mutfak artıkları içerir. Bu suların içindeki maddeler zamanla ayrışacak niteliktedir. Ayrışma esnasında kötü kokular etrafa yayılır. Ayrıca evlerden gelen kullanılmış sular patojen bakterileri de içerir. Bunlardan dolayı bu sular hiç bekletilmeden ve tekniğine uygun bir şekilde uzaklaştırılmalıdır.

2. Sanayi tesislerinden gelen sular: Bu suların özelliği meydana geldiği sanayi tipine bağlıdır. Alıcı ortamlara doğrudan verilebilecek kadar temiz olanların yanında, belediye kanallarına ve tasfiye tesislerine verilemeyecek derecede kirli olanları vardır. Sanayi tesislerinden gelen asitli sular; sıcak (ekseri 400C - 500C'den fazla) sular; benzin, benzol ve gazolin gibi maddeleri içeren sular; fenol, siyanür ve arsenik gibi zehirli kimyasal madde ihtiva eden sular belediye kanallarına doğrudan bağlanamazlar.

3. Yağış suları: Binaların çatılarından, caddelerden, bahçe ve parklardan gelen yağmur sularıdır. Bu sular toz, toprak, kum ve çakıl gibi inorganik maddelerle, yaprak, süprüntü ve çöp artıkları gibi organik maddeleri ihtiva ederler. Sokakları temiz olmayan yerleşim merkezlerinde ilk düşen yağmurlardan sonra oluşan yağış suları alıcı sular için zaman zaman tehlikeli olabilir; dikkatli olunması gerekir.

4. Sızıntı suları: Yer altında kanalların bağlantı yerlerinde kanallara sızan sular özellik itibarı ile genel olarak temizdir. Bölgedeki zemin ve yer altı suyunun durumuna göre kanal debisinin hesabında miktar olarak göz önünde tutulur.

Kanalizasyon Şebekesinin Yapılmasındaki Kriterler

Kanalizasyon şebekesini projelendirme aşamasında dikkat edilmesi ve değerlendirilmesi gereken bazı unsurlar vardır. Bu unsurlar;

- Şehrin topografik yapısı,
- Yağış bilgileri,
- Yağış yoğunluğu ve dağılışı,
- Muhtemel gelişme bölgeleri,
-Endüstriyel gelişme ve sanayi siteleri,
- Şehrin tarihi durumu,
- Atıksu tesisinin yeri,
- Kullanılacak malzemeleri ve özellikleri,
- Kanallardan akması gereken atıksu miktarı,
- Şehrin nüfusu,
- Finans kaynağı,
- Zemin şartları,
- Tünel, yer altı geçitleri gibi yapılar,
- Mevcut gaz, su, içme suyu, telefon gibi yer altı tesisatları,
- Mevcut kanalizasyon sisteminin yapısı vb. unsurlar olarak sayabiliriz.

Kanalizasyon sistemlerinde amaç atıksuların normal bir eğimle ve en kısa zamanda arıtma tesisine ulaştırılması esastır.

Kanalizasyon projeleri beldenin 35 yıl sonraki gelecek nüfusu dikkate alınarak düzenlenir. Halen yerleşim halinde bulunan yerler birinci kademe, sonra yerleşime açılacak yerler ise kademeli olarak inşa edilir. Ancak, birinci kademe olarak inşaatı yapılacak kesimlere gelecekte inşa edilecek kesimlerden üst debi gelmesi söz konusu ise bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Bir kanalizasyon projesinin hazırlanabilmesi için öncelikle bir planlama raporunun hazırlanması gereklidir.

$$N_{35} = Ny \cdot \left(1 + \frac{Ç}{100}\right)^{35+n}$$

$$Ç = \left(\sqrt[q]{\frac{Ny}{Ne}} - 1\right) \cdot 100$$

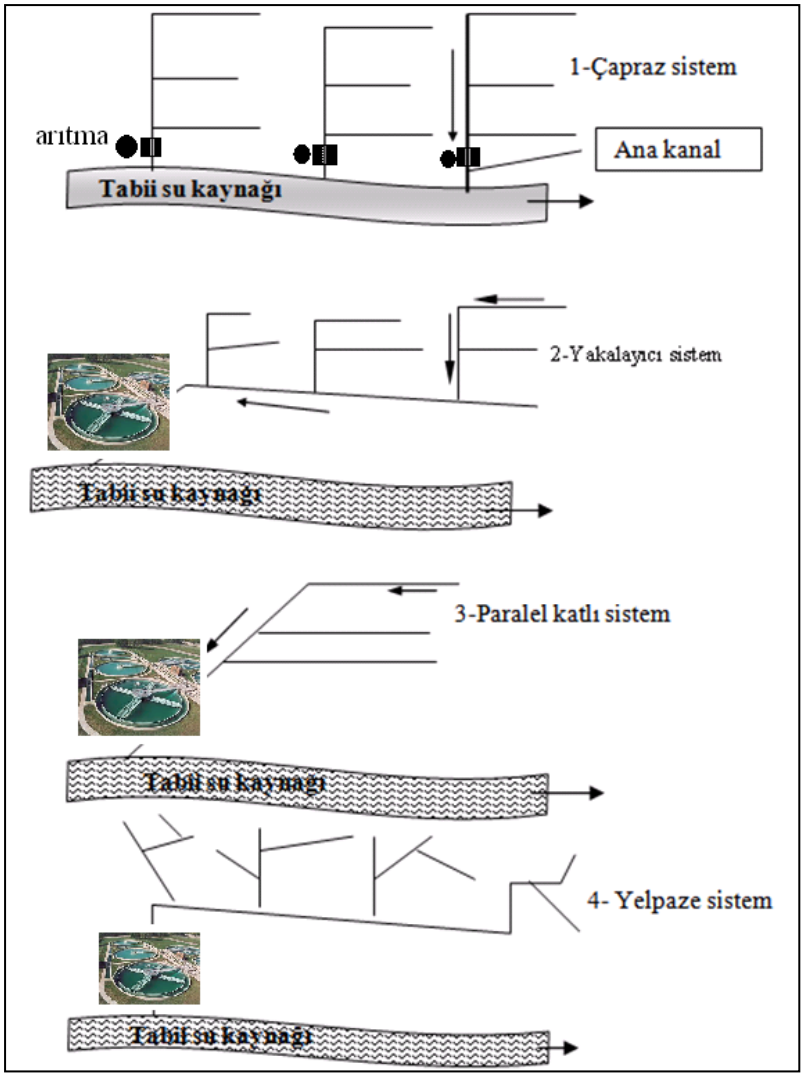
Bunlara göre **bir kanalizasyon ağı**, dört şekilde tasarlanabilir.

1-çapraz sistem

2-yakalayıcı sistem

3-paralel katlı sistem

4-yelpaze sistem



Şekil 119. Kanalizasyon ağ çeşitleri

Kanal döşenecek veya döşenmeyecek sokaklar; mevcut durumları, imar durumu, sokak genişliği, oluşacak *kullanılmış su debisine göre* belirlenir. Sokak genişliği, her türlü önleme rağmen inşaat yapmaya uygun olmayan, çevredeki binaların zarar görmesi söz konusu olan, akış için gerekli debiyi oluşturmayan, halen mevcut olup imar planında bulunmayan sokaklara kanalizasyon borusu döşenmez. İskân halinde olup imar planına uymayan sokaklardan sadece kendi kullanılmış sularını taşıyacak şekilde kanal ağı geçirilir.



Şekil 120

KANALİZASYON ŞEBEKE (sistem) TİPLERİ

Kanalizasyon sisteminde kullanılmış sular ve yağmur suları birlikte toplanıyorsa **"birleşik sistem"**, ayrı şebekelerle toplanıyorsa "**ayrık sistem**" kanalizasyon şebekesi adı verilir.

Her iki sistemin de birbirlerine göre iyi ve kötü tarafları vardır. Bu nedenle yerleşim bölgesinin iklim ve topografyasına, atık suların arıtıldıktan sonra boşaltılacakları ortamın durumuna, var olan kanalizasyon ve yağmursuyu drenaj kanallarının yerlerine ve kapasitelerine, mali kaynaklara göre uygun olan sistem seçilir. Ülkemizde, genellikle ayrık sistem tercih edilmekte, öncelikle kanalizasyon sistemi inşa edilmekte, yağmur suyu drenaj sistemleri ise yerleşim yerlerinin düşük kotlu, taşkın riski yüksek olan bölgelerinde yapılmaktadır.

1. ***Karışık sistem:***

Bir kanalizasyon şebekesi, ev, endüstri ve yağış sularını aynı mecradan akıtıyorsa karışık sistem adını alır. Bu sistemde tek bir kanal bütün atık suları toplayarak uzaklaştırır. Hesapları yapılırken, sağanak yağmurlu zamanlarda kanalizasyondan fazla miktarda debi geçebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Karışık sistemin şu avantajları vardır.

- ✓ Belde sokak ve caddelerine tek bir kanal kazısı yapılır.
- ✓ Evlerden yalnız bir bağlantı hattı döşenir.
- ✓ İşletme ve bakım için kanal uzunluğu azdır.
- ✓ Yağmur suyu da bu kanaldan akıtıldığı için, dibe çöken katı maddeleri temizler. Bu yüzden bakımı kolaydır.
- ✓ Kanal ölçüleri büyük olmakla beraber ucuza mal olur. Bakım ve işletme giderleri azalır.

2. ***Ayrık sistem***.

Biri bina pis sularını diğeri yağış sularını almak üzere iki kanal ağı yapılır. Pis su kanalı aşağıda, yağış suları kanalı ise daha yukarıda bulunur. Bu iki kanal arasında en az 30 cm lik mesafe olması gerekir.

Bu sistemde, yağış suları kanalı arıtma tesisine ulaştırılarak içme ve kullanma suyu olarak geri dönüşümü sağlanabilir. Bazı durumlarda, pis su kanalına da bağlantı yapılarak kanalın zaman zaman temizlenmesi sağlanır. Ayrıca yine bu sistemde, endüstriye ait zararsız sular (az kirlenmiş sular), yağmur suyu kanalına verilebilir.

Ayrık sistemde iki kanal ağı yapıldığı için daha pahalıya mal olur. Modern şehircilik ve çevre anlayışında ayrık sistem uygulaması eğilimi vardır.

Tablo 15

Birleşik kanalizasyon sistemi	Ayrık kanalizasyon sistemi
* Yatırım maliyeti düşüktür.	*Yatırım maliyeti birleşik kanalizasyon sistemine göre %40-60 oranında fazladır.
*Yapılacak arıtma tesisinin boyutu büyüktür.	*Arıtma tesisinin boyutu küçüktür.
*Yağmurlu zamanlarda arıtma tesisine gelen atıksu miktarı düzensizdir, arıtmada sorunlara sebep olabilir.	*Yağmurlu zamanlarda arıtma tesisine gelen atıksu miktarı sabittir, arıtmada sorunlara yol açmaz.
*caddelerden gelen tuz, kum, toprak vs gibi arıtmada problem oluşturabilecek maddeler kanalizasyon sistemine girer.	*Caddelerden gelen kum, tuz, toprak vs maddeler atıksudan farklı kanala girdiği için arıtma tesisinde gitmez.
*Kanallarda akı hızı az olabileceğinden kanallarda septik şartlar oluşabilir oksijensiz ortam oluşabilir buda kötü kokulara sebep olabilir.	*Kanallarda akış hızı sabit ve hızlı olduğundan septik şartlar ve oksijensiz ortam nadir oluşur.
*Kanallar sık sık yıkanarak temizlenmelidir.	*Sık sık yıkanmasına gerek yoktur.
*Şiddetli yağışlarda bodrum katlarına su basabilir.	*Şiddetli yağışlarda bodrum katlarına su basma durumu olmaz.
*Kanal ağını büyütmek kolaydır.	*Dar sokaklarda iki kanal döşemesi zor olabilir.

Kanalizasyon Hattı Eğimleri

Bir kanalizasyon hattının hesaplanan kısmının başlangıcı ile sonu arasındaki kot farkının hat uzunluğuna oranı, kanalizasyon eğimini verir. Planda cadde ve sokaklar boyunca alınmış boy kesitlerden yararlanılarak kanal eğimleri hakkında bir ön fikir elde etmek mümkündür. Ancak, gerçek kanal eğimlerinin hesaplanabilmesi için mecra iç sırt derinliklerinin belirlenmesi gerekir. Mecra iç sırt derinliklerinin belirlenmesinde ise binaların bodrum derinlikleri, cadde üzerindeki diğer tesisatın konumu, trafik yükü, uygun akış hızları ve doluluk oranlarının sağlanması ile bacaya birleşen diğer kanalların kotları rol oynar.

Pis su kanalına verilecek boyuna eğim ve buna bağlı olarak gelişen suyun hızı önemlidir. Hızın 50 cm/sn den az olması halinde kanal dibinde katı madde birikir, yani su gider, katı madde kalır. Uygun su hızının sağlanabilmesi için, boyuna eğim kanalın büyüklüğüne göre 0,01 ile 0,005 arasında olmalıdır. Bazı özel hallerde, eğim verilemeyen kanalların suları uygun yerlerde toplanarak pompalarla yükseltilebilir.

Kanalda çökelme olmaması için akış hızının 50-60 cm/s den büyük olması istenir. Maksimum akış hızı İller Bankasınca 2-2.5 m/s olarak sınırlandırılmıştır. Büyük hızlar borunun aşınmasına ve özellikle debinin büyük olduğu kanallarda akım yönünün değiştiği yerlerde büyük itki kuvvetlerinin oluşmasına neden olurlar.

Kanalizasyon Ağının Özel Yapıları

Hidrolik bakımdan, kanalizasyon şebekeleri, kısmen veya tamamen dolu akan "açık kanallar" olarak hesap edilir ve projelendirilir. Buradaki açık kanal tabiri, basınçsız bir ortam ve suyun cazibe ile aktığı yatak anlamındadır. Bir kanalizasyon ağının güvenli bir şekilde uzun müddet hizmet edebilmesi için, yapımında kullanılacak malzemelerin dikkatlice seçilmesi ve tekniğine uygun olarak yapılması şarttır. Bunu sağlamak için, kanalizasyon ağı üzerine bir takım yapıların yapılması gerekir. Bu yapılara "kanalizasyon ağının özel yapıları" denir.

1-Borular:

Kanalizasyon ve yağmur suyu hatları genel olarak üzerinde devamlı değişken trafik yüklerinin olduğu, yerleşim alanlarının cadde ve sokaklarından geçen, üzeri değişik malzemeler ile kaplanmış, ilk yatırım maliyeti de çok yüksek olan hatlardır. Konumu gereği bu hatlara sık müdahale edilemez ve müdahale maliyetleri de çok yüksektir. Bu nedenle kanalizasyon hatlarının çok uzun yıllar sağlıklı olarak hizmet verebilmesi için iyi bir projelendirme kadar, boruların seçiminin de çok iyi yapılmış olması büyük önem taşımaktadır. Kanalizasyon hatlarında en çok karşılaşılan sorunlar, çökme ve kırlıma, boru içine bitki köklerinin girmesi gibi çeşitli nedenlerle oluşan tıkanmalar ve zemin sularının boru içerisine sızmasıdır. Özellikle zemin suyunun boru içerisine sızması, kanalizasyon hatlarının kapasitesinin dolmasına neden olduğu gibi arıtma tesisi olan sistemlerde arıtmanın işletme maliyetini de artırmaktadır. Deniz kenarında olan hatlarda tuzlu suyun boru içerisine girmesi arıtma tesislerinde mekanik donanımların hızla korozyona uğramasına neden olduğu gibi, biyolojik arıtmalarda bakterileri yok ederek sistemin tamamen devre dışı kalmasına neden olmaktadır.

Kanalizasyon şebekesinde genellikle beton veya betonarme boru kullanılır. Bunların yanında PE, PVC, HDPE esaslı plastik borularda kullanılmaktadır. Ancak yer altı suyu seviyesinin altında kalan kullanılmış su kanallarının birleşim noktalarında sızdırmazlığın sağlanması gerekir. Ayrık sistem kanalizasyon şebekelerinde minimum çap 20 cm, yağmursuyu kanallarında ise 30 cm dir.

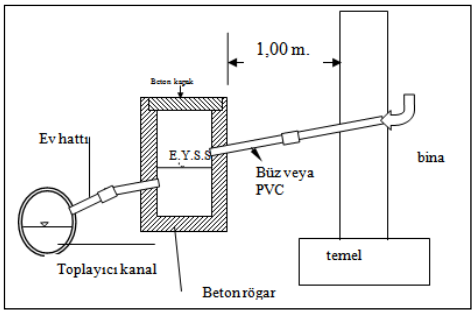
Kanalizasyon şebekeleri, suyun cazibe ile aktığı sistemler olduğuna göre çelik veya font boru yerine genel olarak, küçük mecralar için beton büzler, büyük mecralar için özel yapılmış büz ve galeriler kullanılır. Font borular günümüzde pek kullanılmamaktadır. Büzlerin bir ucu muflu olup birbirlerine geçirilmek suretiyle çimento harcıyla tespit edilirler. Sağa veya sola dönüşü sağlamak için yine betondan yapılmış dirsekler kullanılır. Bina hatlarını veya sokak bağlantılarını ana kanala bağlamak için de muflu çatal borular kullanılır. Evlerden şehir kanalizasyonuna bağlantılar ise rögarlar yardımıyla yapılır. Kanalizasyon sistemlerinde kullanılan diğer boru tiplerini şöyle sıralayabiliriz.

- Beton borular: Betondan yapılanlar 2-3 m., betonarmeden yapılanlar 5,00 m.ye kadar imal edilirler. Çapları 100 ile 1000 mm. arasında değişir.
- Kargir borular (galeriler) : Beton kanallar yapılıp kalıp alındıktan sonra içerisi tuğla ile örülen kanal tipidir.

-Sırlı künk borular: Çapları 45 mm., boyları ise 1500 mm. olarak tuğla fabrikaları tarafından imal edilirler. Günümüzde pek kullanılmazlar.

- Asbestli çimento borular: Bu borular, basınçlı ve basınçsız tip olmak üzere üretilirler. Boyları 6,00 m dir. Esnek olmadıklarından şehir içerisindeki kanal ağında kullanılmazlar.
- Font ve çelik borular: Pompa tesislerinde, kanalizasyon borularının deniz içerisine ve nehir yataklarına uzanan mansap yerleri ile, pis suyun hiç sızmaması gerektiği yerlerde çelik yada döküm borular kullanılır. Bina içi pis su tesisatında da font borular yerine PVC boru kullanılmaktadır. Çelik borular kanalizasyon ağında şu hallerde kullanılır.

- Bina içerisinde
- Yol-demiryolu kesişmelerinde
- Kanal hattının heyelan ve çökme yapabilecek bölgelerden geçmesi halinde
- Kanaldaki su hızının fazla olduğu ve aşındırma etkisi olan fazla eğimlerde,
- Ters sifon, pompa tesisi giriş ve çıkışlarında, mansap yerlerinde



Şekil 121. Bina pis su tesisatının cadde kanalına bağlanması.

Tablo 16. Boru Çaplarına Göre Eğim Değerleri

Kanal Türü ve Boru Çapı	En az Eğim	En Fazla Eğim		En Uygun Eğim
		Normal	Özel Durum	
Ev bağlantıları D=15 cm	1:100	1:15	1:7	1:50
Başlangıç kanalları D=20-30 cm	1:300	1:15	1:7	1:50 -1:150
Tali kanallar D=35-60 cm	1:500	1:25	1:15	1:100 - 1:200

Maksimum kazı derinliği 4 m dir. Kazı masraflarının düşük tutulması için kanalların fazla derine döşenmemesi gerekir. Kazı derinliği arttıkça, hendek kenarlarının kendini tutması güçleşir. Bu durumda hendeğin göçmemesi için ya iksa yapmak, ya da hendek şevlerini yatık yapmak gerekir. Her iki durumda da inşaat maliyeti artar. Ayrıca, hendek derinliği arttıkça yeraltı suyu da sorun olur.



Şekil 122. Pis su kanalı kazısı



Şekil 123. Büzlerin döşenmesi.



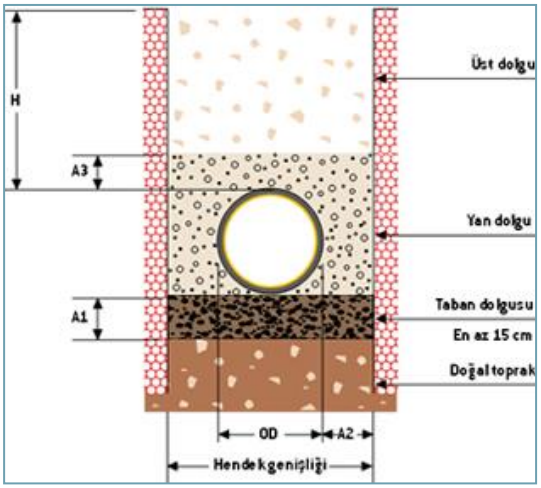
Şekil 124. Kanal dolgusunun yapılması

Kanalizasyon sistemlerinde basınçlı olmayan cazibeli (serbest) bir akış söz konusudur. Fakat yer altına döşendikleri için dış yüklere maruz kalırlar. Bu nedenle toprak ve trafik yükü gibi dış yüklerin etkisi çok önem kazanır. Özel üretim (Triplex) borular ise bu tür yüklere dayanaklı olacak şekilde tasarlanmıştır. Atık su kanalizasyon sistemlerinde toprak altına yapılan boru uygulamalarında uyulması gereken bazı döşeme kuralları söz konusudur.

Triplex boru ve ek parçalarının uzun yıllar sorunsuzca hizmet verebilmesi için kanal kazılarak yapılan toprak altı uygulamalarında; kanal doldurulurken boruların etrafında zayıf bölge kalmaması için katman katman sıkıştırma yapılmalıdır. Özellikle boru altının dolgu malzemesi ile doldurulması çok önemlidir. Dolgu işlemi şartnameye uygun şekilde iyice sıkıştırılarak yapıldığı

takdirde, boruya gelen trafik ve toprak yükü kısmen dolguya aktarılacağından boru ömrü boyunca görevini sorunsuzca yerine getirir. Sıkıştırma iyi yapılmadığı takdirde oluşacak boşluklardan dolayı, boru maruz kaldığı yükü, üstündeki diğer kuvvetlere aktaramayacağı için çökme riski oluşur

- Taban doğrultusu: 15 cm olmalı ve minimum %95 oranında sıkıştırma yapılmalıdır.
- Yan dolgu genişliği: A2=50 cm olmalıdır.
- Yan dolgu: Her 30 cm'de bir olmalı ve minimum %95 oranında sıkıştırma yapılmalıdır.
- Üst dolgu: Minimum 30 cm ve normal sıkıştırma yapılmalıdır.
- Malzeme: 0-20 mm çaplı taneli ve azami % 20 nem ihtiva eden sıkıştırmaya el verişli malzemeler olmalıdır.
- Boru üstü yükseklik: Minimum 50 cm olmalıdır.



Şekil 125

2-Bacalar: Kanal şebekesinin muayenesi, tıkanıklık ve birikintilerin temizlenmesi için şebeke üzerine belirli aralıklarla kuyular yapılır. Bu kuyulara baca denir ve üç çeşittir.

1-Muayene bacaları
2-Şütlü (düşülü) bacalar
3-Yıkama bacaları

İnşaat maliyetini artırmamak için bacaların yerleşimine dikkat edilmeli ve gereksiz yere baca kullanılmamalıdır.

Kanalizasyon şebekelerinde bacalar şu durumlarda kullanılırlar.

- Kavşaklarda,
- Akımın yön değiştirdiği yerlerde,
- Kot değişikliklerinde,
- Büyük eğim değişikliklerinde,
- İki baca arasındaki uzunluk çapa göre belli değerleri geçtiğinde

2-1- Kontrol (muayene) Bacaları

Kanal ağının kavşak yerlerinde, eğim ve istikametin değiştiği yerlerde yeryüzünden kanal içerisine kontrol bacaları yapılır. Kontrol bacaları; akımın kontrol edilmesini, kanal içinde akan suyun atmosfere açık olmasını ve aerobik koşullarda kalmasını ve kanallar tıkandığında açılmasını sağlayan bacalardır. Kontrol bacaları, baca tabanı, düz kısım, baca boynu ve baca kapağı olmak üzere dört kısma ayrılır. Genellikle, betondan veya plastikten daire kesitli ve 1,00 m ye kadar çeşitli çaplarda imal edilirler. Betondan yerinde dökme olabileceği gibi prefabrik olarak ta yapılabilir. En çok kullanılan PP plastik bacalardır. Derin bacalarda içerisine rahat inebilmek için bir merdiveni

bulunmalıdır. Kapak kısmı dökme demirden, Reaktif Pudra Betonu veya Silikopolimer malzemeden yapılırlar.



Şekil 126. Prefabrik baca, Plastik baca, yerinde dökme beton baca ve konisi



Şekil 127. Beton baca da sızıntı yalıtımı

Muayene bacaları arasındaki maksimum mesafe mecra borusu çaplarına göre aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çap (mm.)	∅ 200	∅ 300	∅ 400	∅ 500	∅ 600	∅ 800	∅ 1000
Ara Mesafe (m)	50	60	70	70	70	80	100

İçine girilmek suretiyle temizlenmesi mümkün olan mecralarda (box v.b.) meyilin ve istikametin değiştiği her yerde baca konulması gerekmemektedir.

Muayene bacaları kapakları; bacanın tretuvar, yol, park gibi yerlerde olmasına göre üzerinden geçecek trafik hesap edilerek belirlenecektir.

Araziden geçen mecralarda muayene bacalarının kapak üst kotu, yağmur suyunun şebekeye girmemesi için zemin kotundan yukarıda (maksimum 50 cm.) olacaktır.

Baca kotları yol kırmızı kotlarına uygun olacaktır. Kanalizasyon hatlarının yol dışına döşenmesi durumunda, baca kotları nivelmanla tespit edilecek ve nivelman defteri İdareye teslim edilecektir. Bacaların hangi yolun, hangi km.'sinde olduğu boy profilinde gösterilecektir.



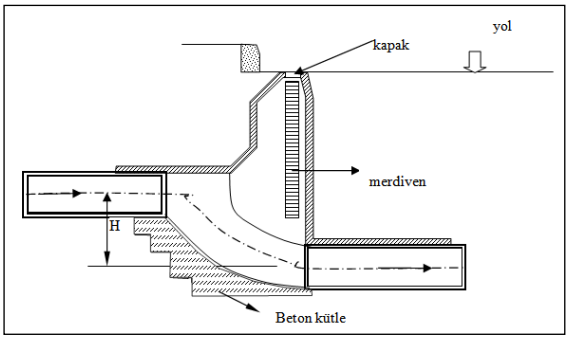
Şekil 128. Beton büzlerin taşınması ve depolanması



Şekil 129. Rastgele atılmış büzler.

2-2- Şütlü (düşülü) Bacalar:

Sokak eğimlerinin kanallar için kabul edilen maksimum eğimlerden daha fazla olması durumunda, kanal ağı üzerinde düşüler yapılarak istenilen eğimler elde edilir. Düşü gereken yerlerdeki kontrol bacalarının giriş ve çıkış kotları arasında genellikle 2 metreyi geçmeyecek şekilde kot farkları düzenlenir. Özel durumlarda, gerekli koşulları sağlamak kaydıyla 4 metreye kadar düşü yapılabilir.



Şekil 130. Şütlü (düşülü) kontrol bacası

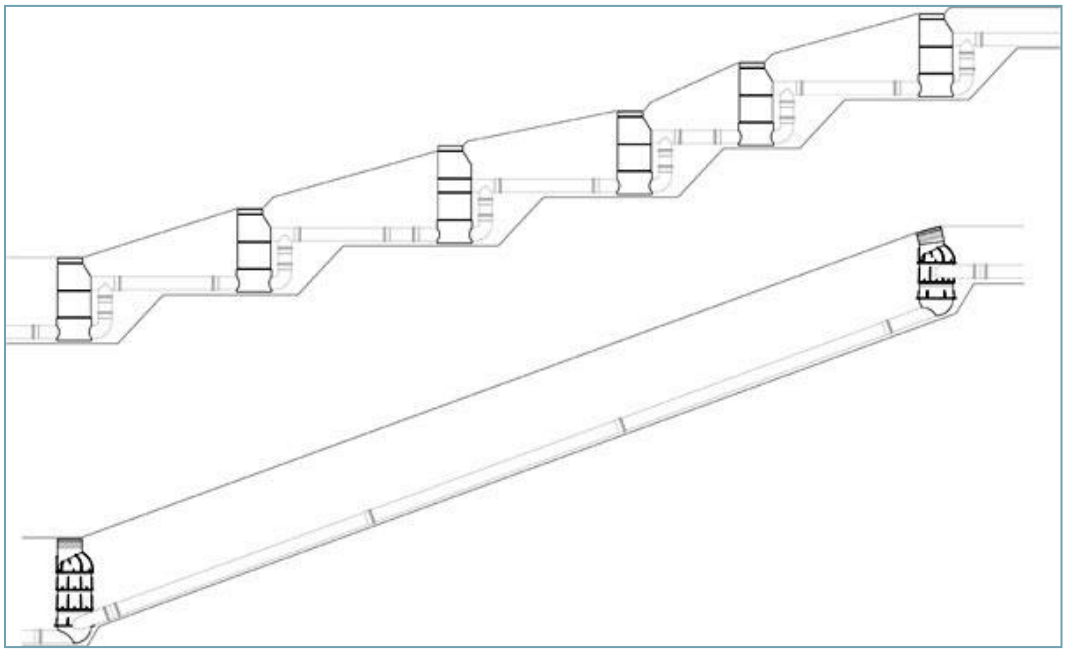


Şekil 131

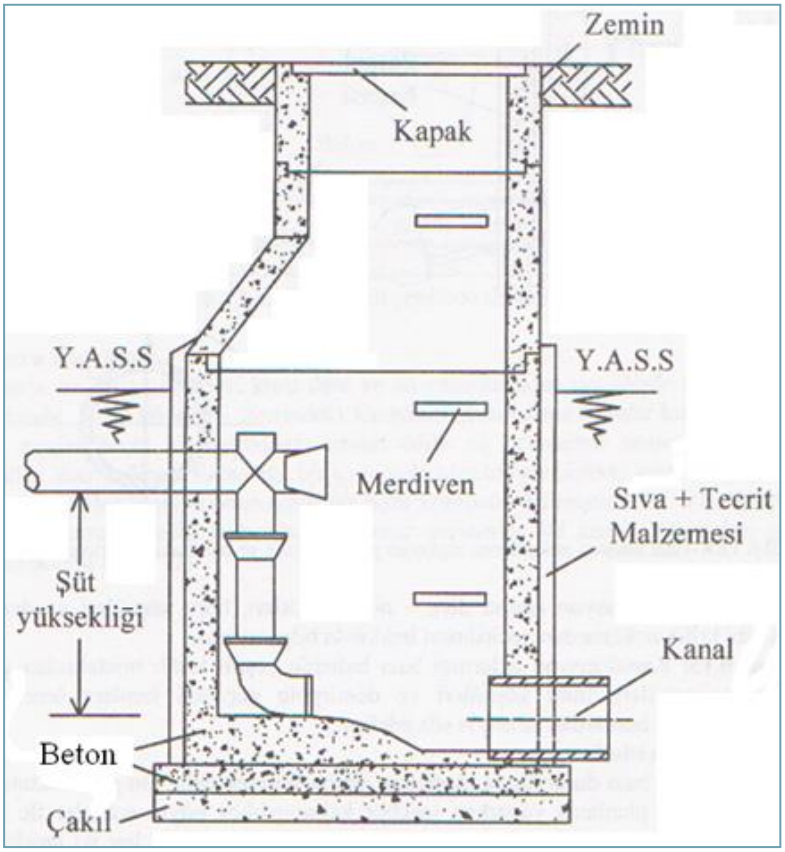


Şekil 132. 4.00 m düşülü baca

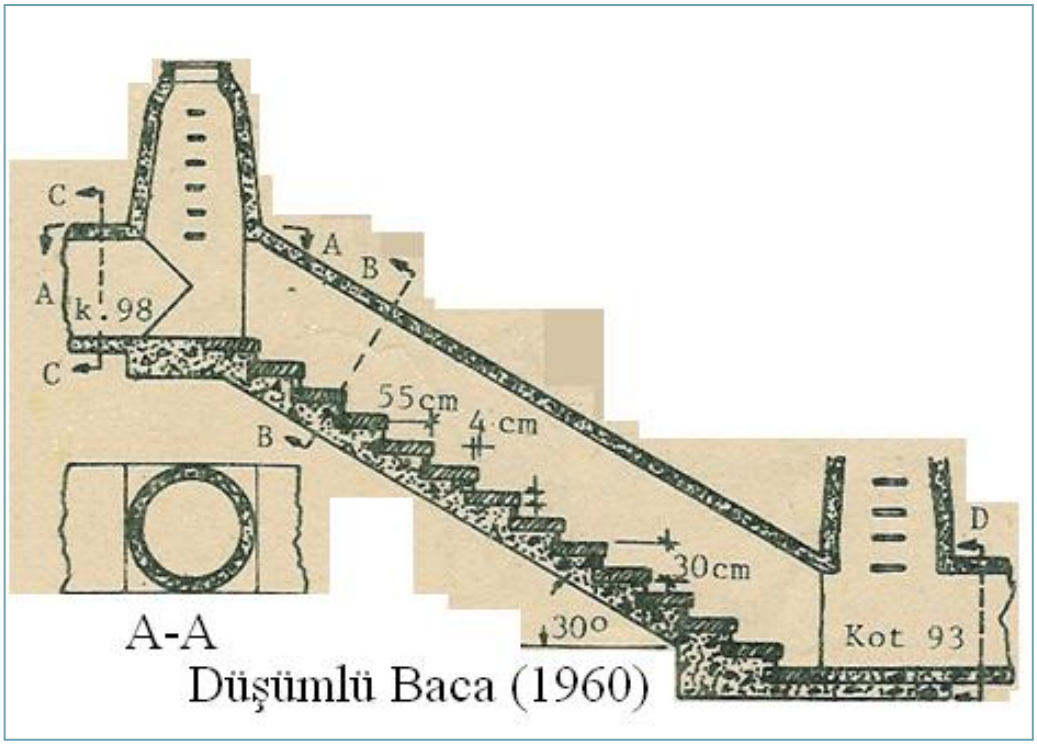
Özel tasarım yamaç bacaları polietilenden imal edilmiş olup, yamaçlarda (eğimli arazilerde) şutlu baca kullanımına gerek bırakmaz. Yamaç bacasının yüksekliği değişken, çapı ise DN 800 mm, DN 1000 mm veya DN 1250 mm olabilir. Gövdeye teğetsel olarak giriş yapılan borudan gelen hız kazanmış yağmur suyu, çevresel olarak dönerek enerjisini boşaltır ve tabandan hızı azalmış olarak çıkış yaparak sisteme bağlanır. Konik parçasının boğaz kısmını normal bir el testeresi ile işaretli çizgilerden keserek yamaç bacasının yüksekliği zemin kotuna göre hassas olarak ayarlanabilir.



Şekil 133.Eğimli arazide düşülü baca kullanılarak kanalizasyon kanal imalatı



Şekil 134. İçten düşülü baca kesiti.



Şekil 135. Basamaklı düşülü baca (1960 model)

2-3- Yıkama Bacaları:

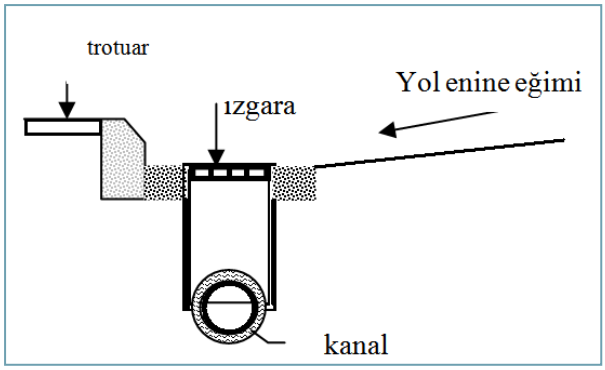
Özellikle başlangıç kanallarında debiler çok az olduğu için akımın gerçekleşmesi için gerekli su derinliğinin ve akış hızının sağlanması zordur. Kanalizasyondaki su hızının 50 cm/sn ve su yüksekliğinin 2,00 cm. den küçük olduğu hallerde kanalizasyon mecrası içerisinde katı madde birikimi olur. Özellikle ayrık sistemlerde sorun olan bu durum kanalın tıkanmasına sebep olur. Tıkanmanın önüne geçmek için mecranın zaman zaman yıkanması gerekir. Bunun için 500 mm. çapa kadar olan kanallarda yıkama bacası yapılır. Şekil itibari ile kontrol bacalarının aynısıdır. Mecranın baş kısmına ve boyuna eğimin az olduğu yerlerde yapılır.

3- Izgaralar Zemine düşen yağış ve yerüstü sularını kanalizasyona iletmek maksadıyla cadde boylarına ve kavşaklara ızgaralar yapılır. Izgaraların aralıkları cadde boyuna eğimine göre şu sınırlarda seçilir.

Tablo 17.Izgara aralıkları

Cadde eğimi	Izgara aralığı
%0- %1	40 m.
%3- %5	60-80 m.
%10-%20	80-100 m.
%20- %30	100-140 m.
%40- %50	150 m.

Cadde ızgaralarının bacaları, Plastik, beton veya büzlerden yapılarak üzerlerine dökme demirden ızgara konur. Izgaralar suyun gelişine göre paralel olarak teşkil edilmelidir.



Şekil 136.



Şekil 137. Cadde Ağızlığı (Plastik Rögar)



Şekil 138. Döküm ızgara ve cadde ağızlığı kesiti

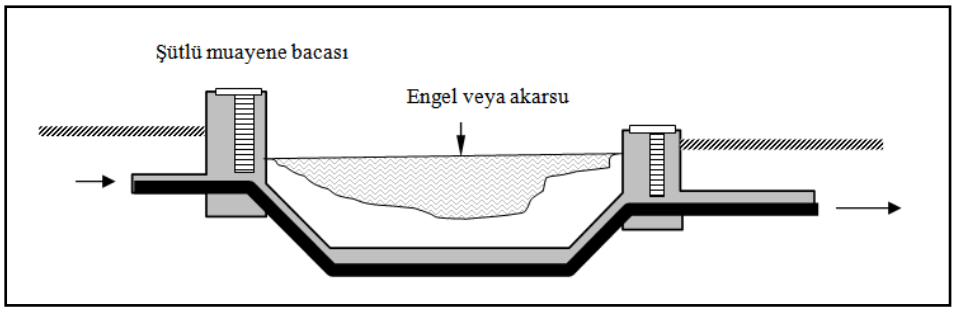


Şekil 139. RPB ızgara (30 ton)



Şekil 140

4-Sifon ve Ters Sifonlar: Pis su kanalının nehir, yol vs gibi her hangi bir engelle karşılaşması halinde, bu engelleri alttan geçmek için yapılan yapıya ters sifon denir. Ters sifonlar, birleşik kaplar prensibine göre düşünülmüştür. Ters sifonun çıkış ucu, giriş ucundan bir miktar aşağıda yapılır. Suyun sifona giriş kısmında şütlü baca yapılır. Kanalizasyon şebekelerinde sifon çözümü en son çare olmalıdır. Pis su, sifona girmeden önce kum ve çakıl kapanlarından geçirilmelidir.



Şekil 141 Ters sifon boyuna kesiti



Şekil 142. Kanalizasyon ağında ters sifon yapımı

5- Kuşaklama Kanalları: Şehir dışı bölgelerden gelen yağış sularının şehir kanalizasyon mecrasına girmesini önleyerek şehir dışına veya ayrık sistemlerde pis su kanalına vererek kanalın temizlenmesini sağlayan sistemlerdir.



Şekil 143. Kuşaklama kanalı

6-Pompa Tesisleri: Pis su kanalı hendek derinliği fazla derine inmişse veya derindeki kanalın suyu daha yukarıdaki bir kanala verilecekse, sular bir pompa tesisiyle yükseltilir. Topografyasının elverişsiz olduğu özellikle kırsal bölgelerde veya kanal eğimi atık suyun cazibeyle akması için yetersiz ise basınçlı kanalizasyon ağı ve pompa kullanılır. Zorunlu olmadıkca, bir pompa tesisini gerektiren kanalizasyon güzergahı seçilmemelidir.



Şekil 144.

Basınçlı kanalizasyonlar özellikle eğimin elverişsiz olduğu yerler için uygundur, ayrıca kanal içerisinde çökelme oluşmaz.

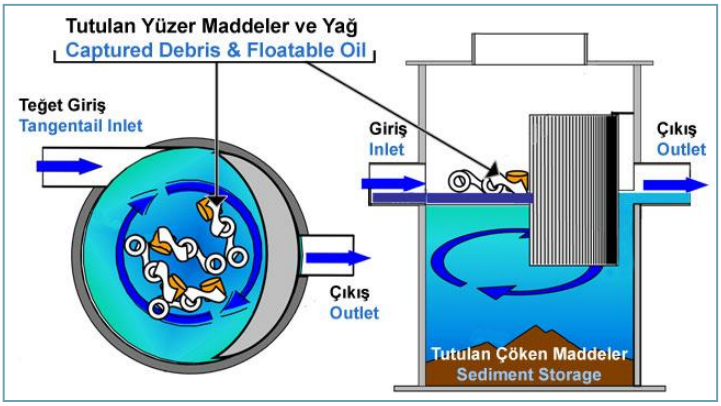
•İlk yatırım maliyetleri ve bakım, onarım maliyetleri yüksek İstasyonlar her yıl temizlenmeli bunun yanında 4 yılda 1 elektronik aksamların bakımı gerekir.

7- Mansap yerleri: Arıtılmış kanalizasyon suları genelde göl, deniz yada bir akarsuya deşarj edilir. Mecranın bu gibi yerlerdeki ucuna mansap yeri denir. Mansap yerleri, tabii su kaynağının su seviyesi altına inşaa edilmelidir. Dalga, rüzgar vb. etkilerden korunmalıdır.

8-Dolu Savaklar: Şiddetli yağmurlardan sonra mecranın fazla yüklenmemesi için bu mecralar üzerine dolu savaklar inşaa edilir. Kanalizasyona fazla gelen su, dolu savaklar vasıtasıyla en yakın tahliye kanalına boşaltılırlar.

9-Kum ve yağ tutucular: Kum ve yağ tutucu aparatlar yol ve yüzey kaplaması olan her yerde kullanılabilir. Kum tutucular atıksu içinde bulunan ve uzaklaştırılmamaları halinde arıtma sisteminin havalandırma ve çökeltim kademelerine giderek buralarda çökelen ve düşük akım zamanlarında borularda tıkanmalar yapan ağır katı maddelerin tutulmasında kullanılırlar.

Şekil 141 deki dairesel tip kum tutuculardа atıksu tanka teğetsel olarak girmekte ve radyal olarak çıkmaktadır. Tank içinde yer alan bir mikser yardımı ile sular yavaş ama sabit bir teğetsel hız ile dolaşmaktadır. Bu sırada ağır olan kum tanecikleri tank tabanına çökelmekte ve buradan bir pompa yardımıyla emilerek toplama ve bekletme tanklarına alınmaktadır.



Şekil 145. Kum ve yağ tutucu

Kanalizasyon Ağlarının İşletilmesi ve Bakımı

•Kanalizasyon sisteminin bakımı ve iyi işletilmesindeki temel amaçlar;

- Atık suyun yeraltı suyu ve yüzeysel sulara karışmasını engellemek,
- Taşkın frekansının azaltılması,
- İnsan sağlığı ve yaşamının korunması
- Mevcut çevrenin ve altyapı-üstyapının korunması
- Kanalizasyon sisteminin işler konumunun korunması
- Kötü kokuların önlenmesi

Tehlikeli ve Patlayıcı gazlar:

•H_2S ve CH_4

•H_2S oldukça patlayıcı ve zehirli bir gazdır. 10 ppm'in üzerindeki konsantrasyonlarda işçiler kanala girmemelidir.

•Metan ise havayla %5-15 arasındaki karışımlarında patlayıcıdır. Ölçüm cihazları ortamdaki CH_4 oranının %4 olduğu durumlarda alarm vermelidir.

Koku Problemleri

•Kanalizasyonlardaki koku problemlerinin temel nedeni,

- çok düşük su hızı (yetersiz eğim),
- su tüketiminin azalması

•gibi nedenlerle organik maddenin çökelerek birikmesidir. Birikintilerde oluşan anaerobik ortamlar nedeniyle özellikle proteinli maddelerin içerisindeki sülfat hidrojen sülfür gibi kokulu gazlara dönüşmektedir. Kanalizasyon sistemlerinde koku yapıcı temel gaz H2S'dir.

Kanalizasyonlarda kokunun önlenebilmesi için kullanılabilecek yöntemler

- Oksidasyon kimyasalları (O_2, nitrat, H_2O_2),
- Çökeltme kimyasalları ($FeCl_2$),
- pH ayarlaması

Abonelerden ihbar telefonları geldiğinde koku problemlerine müdahale edilmelidir. Koku problemleri daha çok oksidasyon kimyasalları (O_2, nitrat, H_2O_2) kullanılarak çözülmelidir. Koku problemlerinin çok sık yaşandığı yerlerde koku arıtma tesisleri (biyofiltreler, aktif karbon filtreler) kurulmalıdır.

Kanalizasyon tesislerinin bakım ve güvenliği ile ilgili genel bilgiler

Menhollerde ve kanalizasyon borularında katı maddelerin çökelmesi, bloklaşmaya, bloklaşma kanalın daralmasına ve arzu edilmeyen gazların, korrozif hidrojen sülfür gazı gibi, oluşumuna neden olur.

Menhollerin kapakları açılmadan önce hidrojen sülfür konsantrasyonu ölçülmelidir. Kanalizasyona girmeden önce kişiler gerekli güvenlik elbiselerini giymelidirler. Bu tür işler yerel yönetimlerin asli görevidir.

Aşırı atıksu debisinden ve kanalizasyon borusunda oluşan korrozif gazlardan dolayı kanalizasyon sisteminde zamanla çökmeler olur.

Kötü ve yanlış yapılmış kanalizasyon boruları ve kötü işletme şartları kanalizasyon borularının kırılmasına, aşınmasına veya bağlantı yerlerinin açılmasına neden olur. Kanalizasyon sistemi üzerinde yeterli ızgara sisteminin olmaması kanal sistemini tıkar. Keza kanalizasyon sistemine giren ağaç kökleri, toprak, çakıl gibi maddeler sisteme zarar vermektedir.

Kanalizasyon sistemindeki çıkıntılar önemli problemler oluşturur. Bu tür olumsuzluklar özellikle kanal sisteminin kapasitesini düşürür. Kanal sisteminde sık sık tıkanmalara neden olur.

Kanalizasyon borusunun duvarlarına çamur, gres ve viskoz maddelerin birikmesi sonucu borunun çapı daralır. Bu durum atık suların akışını engeller ve bloklaştırır.

Kum, çakıl gibi katı atıklar, menhollerde toplanır ve kanalizasyon sistemini bloke eder.

Bozulan veya tahrip olan kanalizasyon sisteminin bakım ve onarımı gerekli önlemler alındıktan sonra uzman kişilerce yapılmalıdır. Kanalizasyon sistemlerinde çok zararlı ve zehirli gazların (hidrojen sülfür ve metan ve C_2 gibi) olduğu unutulmamalıdır. Kanalizasyon sisteminin bakım ve onarımında çalışacak kişiler yeterli eğitimi almış olmalıdırlar. Bozulan/tahrip olan ve bakım/onarımı yapılacak kanalizasyon sistemi çevresinde gerekli koruyucu önlemler alınmalıdır. Halkın bu tür yerlere girmesi önlenmelidir. Önlem alınmayan ve açıkta bırakılan kanalizasyon sistemlerinden dolayı her yıl onlarca kişi zehirlenerek ölmektedir.

Yerel yönetimler kanalizasyon sistemlerini sürekli kontrol altında tutmalıdırlar. Kanalizasyon sistemine bağlanmış ve bağlanacak olan başta sanayi tesisleri, mezbahana, mermer atölyeleri, lokantalar, restoranlar, fast foodlar, laboratuarlar, fotoğrafçılık atölyeleri, organize sanayi tesisleri, kaplama sanayi, kuyumculuk atölyeleri gibi tüm tesislerin atık suları kontrol altına alınmalı ve izlenmelidir. Bu tesislerin sınır değerlerin üzerinde atık su vermelerine izin verilmemelidir. Yerel yönetimler bu tür atık suların izlenmesi ve değerlendirilmesi konusunda uzman kurumlardan teknik ve uygulamalı destek almalıdırlar.

Kanalizasyon borularının belli aralıklarda bakım ve onarımı yapılmalıdır. Kanalizasyon boruların bakımı ve onarımı konusunda ciddi teknolojik uygulamalar geliştirilmiştir



Şekil 146. Kanalizasyon kazısında iksa**.**

FOSSEPTİKLER (septik tank) fosse septique

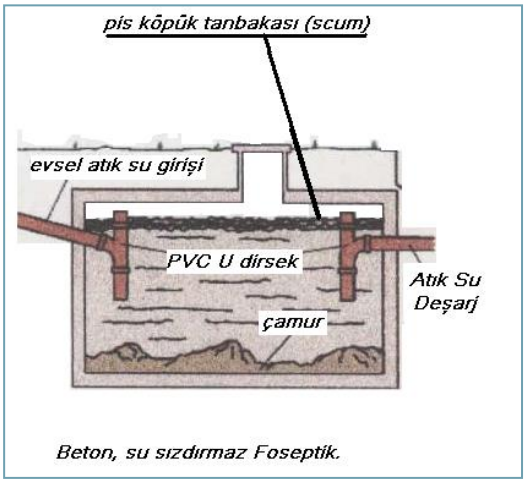
Kanalizasyon sistemi olmayan yerlerde atık sular, fosseptik adı verilen yer altı yapılarında biriktirilir. Taş, tuğla ve beton gibi malzemelerden, sızdırmalı ve sızdırmasız olmak üzere iki çeşit yapılabilir.

Harçsız taş duvarlı olanlarında atık suyun toprağa sızmasına izin verecek kadar derzler bırakılır. Sızdırmalı tip olan taş duvarlı fosseptiklerden sızan atık sular 300 m. kadar uzağa

yayılabileceğinden yer altı su kaynaklarının kirlenebileceği göz önüne alınmalıdır. Bir hane için, duvarları kaplamasız sızdırma çukurları da bu guruba girer.

Betonarme olarak yapılan fosseptikler ise sızdırmasız tiptir. Sızdırmasız fosseptiklerde suyun birikmesi sağlanır. Muayene kapağından bakılarak fosseptiğin dolması durumunda vidanjörler yardımıyla atık su çekilerek bir arıtma tesisine veya uygun bir yere deşarj edilir. Betonarme olarak yapılan fosseptikler tek veya iki bölmeli olarak yapılabilirler.

Betonarme fosseptikler aynı zamanda çürütme çukuru olarakta tasarlanabilirler. Çürütme çukurlarında biriken atık sular zararsız hale getirilebilirler. Bu çukurda durgunlaşan pis su içindeki katı maddeler, atıklar çamur halinde dibe çöker, hafif, yüzücü maddeler suyun yüzeyinde birikir. Pis su ve dibe çöken atıklar hidroliz ve gazlaşma için bekletilir. Bu beklemenin sonunda suyun çamurdan ayrılması kolaylaşır. Çukurun dibinde biriken çamur vidanjörlerle ve ya çamur pompasıyla dışarı alınır. Çürütme çukurunun zemini düz olabildiği gibi çamurun dipte birikmesini kolaylaştırmak için bir tarafa doğru eğimli ya da çukur da yapılabilir.



Şekil 147



Şekil 148

KAYNAKLAR

C. Sıdal, E.S. Öz; Yapıda Sıhhi Tesisat. Emel Matbaacılık Ankara.1984

A. Sığıner, M. Sümer; Hidrolik Problemleri. Birsen Yayınevi. 1974

Ö. Bilen; Sulama Yapıları Üzerindeki Yapıların Projelendirilmesi. D.S.İ. 1988

T. Özbek.; Su Yapıları. G.Ü Yayınları. No:112. Ankara. 1987
T. Uzel; Barajların Güvenliği. Yıldız Ü. Yayını. No:221. İst. 1991
M.Turfan; Özetle Baraj Nedir. D.S.İ. Ankara. 1996
Y. Muslu. Su ve Atıksu Teknolojisi-Su Getirme ve Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları, Bilim Teknik Yayınevi.
Y. Muslu; Su Getirme Ve Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları. Uluğ Kit. İst. 1993
Y. Muslu, Su Temini Ve Çevre Sağlığı", İTÜ İnşaat Fakültesi, 1974.
T. Kızılkaya; Sulama Drenaj. D.S.İ Yayını.
T. Kızılkaya; Ü Yengül. Su Yapıları. M.E.B. İst.1978
T. Kızılkaya, Sulama Drenaj Notları. Y.T.Ö.O. Matbaası. Ankara.1985
TS 266 Nisan 2005. Sular - İnsanî Tüketim Amaçlı Sular Water Intended For Human Consumption. Türk Standardları Enstitüsü Ankara
Kanalizasyon İnşaatlarına Ait Özel Teknik Şartname. Köy Hiz. Gen. Müd. Ankara.1993
İçme Suyu Özel Ve Teknik Şartnamesi. İller Bankası. Ankara. 1986
İçme Suyu Projesi Özel Şartnamesi. İller Bankası. Ankara 1986
İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite Ve Projelerinin Hazirlanmasina Ait Teknik Şartname, 2013,İller bankası
Şehir ve Kasaba İçme Suyu Projelerinin Hazırlanmasına Ait Yönetmelik. İller Bankası Ankara 1985
Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı–Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara 2001
Türkiye'de İçme Suyu Sektörü Sorunları ve Çözüm Önerileri, İTO Yayın No:56-Eylül 1999
Prof. Dr. Dincer Topacık, Prof. Dr. Veysel Eroğlu. Su Temini ve Atıksu Uzaklaştırılması Uygulamaları, İTÜ İnşaat Fak. Matbaası.
Prof. Dr. Adem Baştürk. Su Getirme ve Kanalizasyon.
Yrd. Doç. Dr. A.Dilek ATASOY Su Yapıları Ders Notları
Karahan, H., "Yağış Şiddet-Süre Frekans Bağıntısının Bilgisayar Yardımıyla Elde Edilmesi", Çevre "87" Sempozyumu, Ekim 1987, İzmir.
Karpuzcu, M., "Su Temini Ve Çevre Sağlığı", İTÜ, 1985, İstanbul.
Samsunlu, A., "Su Getirme Ve Kanalizasyon Yapıtlarının Boyutlandırma Esasları", DEÜ Müh.Mim. Fak. Yayını
Ulugür, M., "Su Mühendisliği", Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleturkish.html#atmosphere
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İçme Ve Kullanma Suyu Temini Ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik,