

**T.C**  
**DİCLE ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**DİYARBAKIR İÇME SUYU PROJESİNİN ARITIM TEKNİKLERİ  
VE KALİTE KONTROL PARAMETRELERİ AÇISINDAN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**MUZAFFER SÖZER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**(İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI)**

**DİYARBAKIR**  
**ARALIK-2006**

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DIYARBAKIR

Muzaffer SÖZER tarafından yapılan “Diyarbakır İçme Suyu Projesinin Arıtım Teknikleri ve Kalite Kontrol Parametreleri Açısından Değerlendirilmesi” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı

Adı Soyadı

İmza

Başkan: Prof.Dr.M.Sedat HAYALIOĞLU(Başkan).....

Üye : Yrd.Doç.Dr.Nizamettin HAMİDİ(Danışman).....

Üye : Yrd.Doç.Dr.Orhan KAVAK.....

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 08/12/2006

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

27.12./2006

Prof. Dr. Necmettin PINÇİOĞLU



## **TEŞEKKÜR**

Bu tezin hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen başta tez danışmanım Yrd.Doç Dr. Nizametin HAMİDİ'ye, Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof.Dr. M.Sedat HAYALİOĞLUN'a, Maden Mühendisliği öğretim üyesi Orhan KAVAK'a, tez konuyla ilgili detay, proje, yöntemler konusunda bana yön gösteren Diyarbakır D.S.İ Bölge Müdürlüğüne bağlı İçme Suyu Arıtma Tesisleri Bölümündeki İnşaat Mühendisi Mete Şekerci'ye ve Suat Ezber'e, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi İçme Suyu Arıtma Tesisleri Baş Mühendisliği bölümünde görev yapan Kimya Mühendisi Cihat Taşkıran'a ve diğer bütün çalışan arkadaşlara ayrıca Batman Belediyesi İçme Suyu Arıtma Tesisleri Baş Mühendisliği bölümünde görev yapan tüm meslektaşlarıma yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

**Sayfa**

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
AMAÇ.....	iv
ÖZET.....	v
SUMMARY.....	vi
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1 İçme Sularının Özellikleri.....	4
2.1.1 Fiziksel Özellikler.....	4
2.1.2 Kimyasal Özellikler.....	6
2.1.3 Biyolojik ve Bakteriyolojik Özellikler.....	9
2.1.4 Radyoaktif Özellikleri.....	10
2.2 İçme Suyu Kirliliğinin Kaynakları .....	10
2.3 Arıtım Teknikleri ve Metodları .....	13
2.3.1 İçme Suyu Arıtma Tesislerindeki Temel İşlemler.....	16
2.3.1.1 Biriktirme.....	16
2.3.1.2 Havalandırma.....	17
2.3.1.3 Yumaklaştırma.....	18
2.3.1.4 Hızlı Karıştırma.....	20
2.3.1.5.Çökeltme .....	21
2.3.1.6. Filtrasyon.....	23
2.3.1.7. Dezenfeksiyon.....	26
2.4 Suların Arıtım Akım Şemaları .....	28
3.DİYARBAKIR KENTİNİN TANITILMASI.....	31
3.1 Doğal Coğrafya.....	31
3.2 Kentin Tarihi.....	32
3.3 Genel İklim Özellikleri.....	34
3.4 Sosyal ve Ekonomik Yapısı.....	38

4.METERYAL VE METOD.....	42
4.1 .Materyal.....	42
4.2.Metod.....	43
4.2.1.Su Kalitesi İle İlgili Standartlar.....	43
4.2.2.İçme Suyu Standartları .....	45
5.BULGULAR.....	63
5.1. İçme Suyu Arıtma Tesisinin Tanıtımı ve Değerlendirilmesi.....	50
5.1.1.İçme Suyu Tesisi Giriş Yapısı.....	51
5.1.2.Karıştırma ve Dağıtma Yapısı.....	52
5.1.3.Durultucular.....	53
5.1.4.Filtreler.....	53
5.1.5.Yıkama Suyu Tesisi.....	55
5.1.6.Temas Tankı.....	55
5.1.7.Kimya Tesisi.....	55
5.1.8.Yıkama Suyu Geri Kazanım.....	57
5.1.9.Çamur Yoğunlaştırıcılar.....	57
5.1.10.Çamur Susuzlaştırma.....	57
5.1.11.By-Pass,Teknik Galeri ve Taşkın Kanal Yapıları .....	55
5.2 Su Kalitesinin İncelenmesi.....	58
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	71
EK RESİMLER.....	74
KAYNAKLAR.....	84
ŞEKİL LİSTESİ.....	87
TABLO LİSTESİ.....	88
RESİMLER LİSTESİ.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	90

## AMAÇ

Dünyada artan nüfus ve kentleşmeye bağlı olarak, özellikle büyük şehirlerde su temini ve kirlilik problemleri de önemli bir sorun haline gelmiştir.Halen dünyanın bir çok yerinde yeterli suyun bulunmaması önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.Yeterli ve sağlık şartlarına uygun içme ve kullanma suyunun bulunmayışı bir çok ülkede hastalıklara hatta ölümlere yol açmaktadır.

Su kaynakları zamanla nicelik yönünden azalmakla kalmayıp aynı zamanda kalitesi de bozulmaktadır.Özellikle endüstrileri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde büyük miktarda kirlenici maddeler alıcı ortam olarak kabul edilen akarsulara, yer altı sularına, göllere ve denizlere boşalmaktadır.Bunun sonucunda dünyada bir çok akarsu, evsel ve endüstriyel atıklarla o denli kirlenmektedir ki bu akarsuların bazı kesimleri atık taşınımı dışında başka amaçlar için yararlanılması sınırlandırılmaktadır.Ayrıca kimyasal gübre kullanımı sonucu tarım alanlarında yer alan yer altı sularında nitrat kirlenmesi gözlenmekte ve aşırı düzeyde azot ve fosfor yükleri birçok gölde kirlenmeye yol açmaktadır.Bütün bu olgular günümüzde su kaynaklarının hem korunması yani ekolojik bütünlüğünün göz önünde bulundurularak yönetilmesi, hem de ekonomik olarak kullanılması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.Çünkü daha önce bu anlayıştan uzak yaklaşım ve uygulamalar ile entegre olmayan çözüm arayışları sorunun çözümünden çok, daha fazla problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Son yıllarda nüfus, ekonomi ve sosyo-kültürel açıdan çok büyük bir gelişme içerisinde ve GAP'ın önemli şehirlerinden olan Diyarbakır'da içme suyu konusunda bir çalışma yapmak bir zorunluluk halini almıştır.Bu nedenle Diyarbakır kentine verilen içme suyunun kalite kontrol parametreleri açısından incelenmesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı Diyarbakır'ın gelecekteki gelişmesine paralel olarak su tüketimini tahmin etmek, mevcut kaynak, depo ve şebeke sistemini değerlendirmek ve kaynak, depo ve şebekedeki su kalitesini deneysel sonuçlarla kirlenme olup olmadığını tespit etmektir.Ayrıca bu çalışmayla Diyarbakır'ın içme suyu konusundaki sorunlarını bilimsel bir çalışmayla gündeme getirerek, öncelikle bilim adamlarının ve daha sonra yetkililerin ve halkın dikkatini bu konunun önemi üzerine çekerek bu konuda önemli aşamalar kat ederek katkıda bulunmaktır.

## ÖZET

Artan nüfus ve değişen ihtiyaçlar nedeniyle içme ve kullanma suyu miktarı her geçen gün artmaktadır. Günümüzde gelişmişliğin en önemli göstergelerinden birisi de kişi başına sunulan suyun miktarı ve kalitesidir. İnsan sağlığına önem veren ülkelerde su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması toplumun üzerinde ciddi olarak durduğu bir konudur. Bir yüzeysel ve yer altı su kaynağından alınan ham suyun içme ve kullanım amacıyla istenilen bir niteliğe getirilmesi için mutlaka arıtım tesisleri ve işlemlerine ihtiyaç vardır. İçme suyu arıtımındaki ana amaçlar, suda bulunan sağlık açısından sakınca yaratabilecek patojen mikroorganizmaların giderilmesi yani bulanık, renk, tat ve kokunun istenilen düzeye getirilmesinden ibarettir.

Gap kapsamında Dicle Barajı ve Kral Kızı Barajları gibi kilit projelerinin uygulandığı Diyarbakır'da gün geçtikçe nüfus, sosyo-kültürel ve ekonomik açıdan büyük bir gelişme sürecinin yaşandığı ve gelecekte de bu sürecin artarak devam edeceği açık bir şekilde görülmektedir. Bu gelişmelerin bir çok çevresel sorunu da beraberinde getireceği bir gerçektir. Çevresel sorunların en başında da gerek hayati bir ihtiyaç ve gerekse sağlık açısından kirliliği durumunda bir çok salgın hastalıkları beraberinde getireceğinden dolayı içme sularının kalitesi gelmektedir.

Bu çalışmada Diyarbakır içme suyu arıtım tesisi ile bilgiler ayrıntılı bir şekilde tanıtılmıştır. Ayrıca Diyarbakır kenti içme suyunun temin edildiği Dicle Baraj gölünden alınan ham suya ait içme suyu kalite parametreleri ile işletmeye açılan içme suyu arıtım tesisi çıkışındaki içme suyu kalite parametreleri karşılaştırılmış ve elde edilen analiz sonuçları, içme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri açısından içme suyu standartları olan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve TS-266 Standartları ile uyum içinde olup olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak içme suyu arıtım tesisinin işletmesi anında olabilecek olası aksaklıklarda Dicle Baraj gölünden gelen ham suyun içme suyuna elverişli olup olmayacağı tartışmaya açıktır.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Arıtma Tesisi, Suların Özellikleri, Su Kalitesi Parametreleri, İçme Suyu Standartları.

## **ABSTRACT**

Drinking and usage water supply amount is increasing because of population and changeable necessity. At present amount and quality of water shows the evolution of human beings. Precaution water supply and impuring water treatment is a serious subject in developing countries. Raw water which is used for drinking and usage water supply taken from underground and surface water has a necessity to pass from sewage purification plants and process. The main aim in water supply treatment, to dissappear patogean microorganism from the water for human health and to bring water level in a turbidty, colour, delicacy and smell.

The key project such as Dicle Dam and Kral Kızı Dam in Diyarbakır, there is a big development in present population, sosyo-culture and economic life and it is obvious that these developments will continue increasingly. It is fact that these developments will bring a lot of environmental problems in the quality of drinking water because of both vital necessity and health problems when it is polluted it brings a lot of epidemic diseases.

In this study, Diyarbakır water supply treatment is introduced in detils. Water supply of raw water quality parameters and water supply treatment of Diyarbakır which is taken it is water from Dicle Dam lake comparison also results of taken samples physically,chemically and bacteriologically have been compared with the drinking water standart of World Health Organisation(WHO) and TS 266 (Turkish Standart). Then the avaiable condition of drinking water of drinking has been brought up into public view. However if there will be any problem in water supply treatment the drinkable raw water which is taken from Dicle Dam can be disgust in it is parameters.

**KEYWORDS:** Water Treatment, Properties of Water, Quality Parameters of Water, Standarts of Drinking Wate



## 1. GİRİŞ

İnsan vücudunun % 90'ını teşkil eden su, hayatın başlangıcını ve devamını sağlar. Bunun yanında toplumun gelişmişlik ölçüsünü ortaya koyan ve besin kaynakları olan bitki ve hayvanların yetişmesinde temel unsurların başında gelir. Bir insanın içme suyu ihtiyacı günlük 3-5 litre olduğu halde toplumlar teşekkül edip köy, kasaba ve şehirler oluştuktan sonra, fertlerin su ihtiyacı büyük ölçüde artmış ve toplumların hayat standartlarına bağlı olarak kişi başına içme suyu ihtiyacı günde 100-400 litreyi bulmuştur.

Yeryüzündeki suları yüzeysel ve yer altı suları olarak sınıflandırmak mümkündür. Yeryüzündeki yüzeysel suların %97,6'sı tuzlu sulardır. Tatlı suların büyük bir kısmını kutuplardaki buzullar oluşturmaktadır.

Hastalık yapan bazı mikroorganizmalar için su çok uygun bir ortam teşkil eder. Tekniğe uygun şekilde projelendirilip inşa edilmeyen su temini tesislerinin işletilmesi hastalıklara neden olmaktadır. Örneğin kolera ve tifo, su ile taşınan iki önemli salgın hastalıktır. Yapılan bir araştırmaya göre gelişmekte olan 75 ülkeden özellikle kırsal yerleşimlerin ancak %10'unda uygun içme suyu bulunduğu tespit edilmiştir. Dünya sağlık teşkilatı (WHO) tarafından yapılan bir çalışmada itibariyle gelişmekte olan 90 ülkede kırsal yerleşim bölgelerindeki 1 milyar 672 milyon nüfusun ancak %12'sinin uygun içme ve kullanma suyuna sahip olduğu belirlenmiştir (Eroğlu, 1997;).

Tifo, kolera, virütik sarılık hastalık etmenleri kesinlikle sularla taşınmaktadır. Çocuk felci, amipli dizanteri ve basili dizanteri etmenlerinin ise sudan geçtiği sanılmaktadır. Paratifo taşınmasında da sular dolaylı bir rol oynamaktadır.

Tabii sular çözünmüş ve askı halde bulunan yabancı maddeleri ihtiva ederler. Genellikle suyu kullanılabilir hale getirmek için bu maddeler ya tamamen sudan ayrılır ya da miktarları belirli bir değerin altına düşürülür. Su içindeki yabancı maddelerin kabul edilebilecek miktarları suyun kullanma maksatlarına bağlıdır. İçme sularındaki mineral maddeleri tamamen sudan ayrılması gerekmez. Tabii sulara bulunan yabancı maddeler, bu suların temas ettiği hava, toprak, veya sanayide kullanılmış sulara karışır.

Herhangi bir kaynağın sularını bir yerleşim merkezine iletme üzere derlemeden önce, su kalitesinin standartlara uygun olup olmadığının araştırılması gerekir. Suların faydalı ve zararlı tarafları göz önünde bulundurulduğunda su kalitesi bakımından araştırma yapmanın önemi çok daha iyi ortaya çıkmaktadır.

Diyarbakır kenti yaz aylarında ülkemizin en sıcak illerinin başında gelir.Diyarbakır, Dicle Havzasında yer almasından dolayı da önemli yer altı ve yüzeysel su kaynaklarına sahip illerimizden biridir.GAP bölgesinde bulunan Diyarbakır, kırsal alandan kente göçlerden ve kullanma ve endüstri suyu ihtiyacını karşılayan su tesislerinin süratle devreye girmesini kaçınılmaz hale getirmiştir.Kentin su ihtiyacı 1957 yılına kadar doğal pınarlardan, bu tarihten sonrada açılmaya başlanılan derin kuyulardan karşılanmış ve şehrin su dağıtımı ile depolama artan ihtiyaca göre zaman içinde genişlemiştir.Bu çalışmalar herhangi bir projelendirme ve planlamaya dayalı olmadığından, bir su problemi yaşanmamakla birlikte ilerideki ihtiyacı karşılayacak kapasitede olmamıştır.Bu maksatla Diyarbakır kentinin uzun vadeli içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacını güvenilir su kaynaklarından karşılanması için son on yıl içinde DSİ Bölge Müdürlüğü tarafından bir seri çalışmalar yapılmıştır.Amaç hem kentin acil olan su ihtiyacını süratle karşılamak hem de su kaynağını etkileyen çevre sorunlarının çözüme kavuşturulması gereği ortaya çıkmıştır.Bu nedenle DSİ tarafından Diyarbakır kenti içme, kullanma ve endüstri suyu temini planlama raporu içeriğinde Dicle Barajının bir çözüm olabileceği belirtilmiştir.

Su temininin Dicle Barajından temin edilmesi öncesinde bazı ön etüd çalışmaları yapılmıştır.Bunlar;

- Dicle Barajı drenaj alanında bulunan kirletici kaynaklarının araştırılması ve tespiti,
- En son akım değerleri dikkate alınarak Dicle Barajı rezervuarına ait işletme çalışmasının yapılması ve kentin su ihtiyacının ne kadarının bu barajdan karşılanabileceğinin tespiti, eksik su ihtiyacının karşılanış biçiminin irdelenmesi,
- Analiz sonuçlarına göre kirlilik kaynağı ve lokasyonlarının belirlenmesi,
- Mevcut ham su kalitesinin belirlenmesi,
- Koruma alanlarının oluşturulması,
- Suları kirletici kaynakların önlenmesine yönelik alınacak tedbirlerin genişletilmesi,
- Evsel, endüstriyel, tarımsal ve petrol kaynaklı kirliliğin önlenmesine yönelik ön projelerin hazırlanmasıdır.

Su tasfiye tesislerinde başlıca iki türlü artık madde ortaya çıkar. Bunlar, kimyasal koagülasyon veya yumuşatma (sertlik giderme) reaksiyonlarından meydana gelen ve çökeltme havuzları tabanına çökelen katı maddeler (çamurlar) ile , filtrelerin geri yıkanması sırasında ortaya çıkan kirli sulardır. İlave edilen kimyasal maddelere ve su özelliğine bağlı

olarak bunların miktar ve bileşimleri değişik olur. Artık maddeler sürekli olarak meydana gelirse de bunların uzaklaştırılması kademeli olarak gerçekleştirilir. Normal olarak bunlar yakındaki bir dere, kuru dere veya su birikintisine tasfiye edilmeden verilirler. Fakat bunlarında temizlenmesi büyük kirlilik problemlerini ortadan kaldırmaktadır. Bundan dolayı son yıllarda Türkiye 'de içme suyu arıtma tesisleri yanında bir de atık su arıtma tesisleri büyük önem kazanmıştır.

İçme suyu ihtiyacının Dicle Barajından karşılanabileceği ve Dicle Barajından alınan ham suyla ilgili olarak yapılan analizler ve testlerinin sonuçlarının tasfiye için hiçbir problemin olmadığını ortaya çıkarılmıştır. Dicle Barajından alınan numunelerin sonuçları tasfiye işlemlerinden sonra içme suyu standartlarına uygun olacak kapasiteye getirilmesi konusunda yapılan çalışmalar sonucunda bu ham yüzeysel suyun arıtımı için 255000 m<sup>3</sup>/günlük bir azami kapasite ile çalışan su arıtma tesisi tasarlanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. İçme Sularının Özellikleri

İnsanın en zaruri ihtiyaç maddesi olan suyun, halk sağlığı ile yakın ilgisi dolayısı ile bazı kriterlere uygun olması istenir. Suyun içinde çökebilen, askıda, kolloid ve çözünmüş halde bulunan maddeler sağlığa, iletim ve biriktirme tesislerine zarar vermemelidir. Suyun kalitesinde istenen özellikler, kullanılış yerine bağlı olarak bazı değişiklikler göstermekle beraber, uygun bir içme suyunda aşağıda belirtilen kalite şartları aranır.

İyi bir içme suyu, kokusuz, renksiz, berrak ve içimi serinletici olmalıdır. İçimi hoş, tercihen 15 C°den aşağı sıcaklıkta olmalıdır. Yeterli derecede yumuşak olmalıdır. Korozitif veya borularda taş yapmamalıdır. Toksik ve zararlı maddeler ihtiva etmemelidir. Hastalık yapıcı (patojen) mikroorganizmalar ihtiva etmemelidir. Bol miktarda ve fiyatı ekonomik olmalıdır.

Suların bu özellikleri dört bölümde sınıflandırılır. Bunlar; fiziksel özellikler, kimyasal özellikler, biyolojik özellikler(hijyenik-bakteriyolojik) ve radyoaktif özelliklerdir.(İSKİ,1994)

#### 2.1.1. Fiziksel Özellikler

Bu özellikler suyun görünür yada duyulur (hissedilir) özelliklerini açıklamak amacıyla kullanılır. Bunlar; Renk, bulanıklık, koku, tad, sıcaklık gibi duyu organlarımızı etkileyen özelliklerdir.

**Renk**, suya genellikle organik maddeler renk verir, ama bazı metal iyonları da suyun rengini değiştirebilir. Sağlık açısından tipik bir gösterge olmamakla birlikte, yinede belli oranda yabancı maddenin varlığını düşündüren renk, duyuşal (tat, koku)açısından önem taşır. Sarı ve kahverengi sularda; organik maddeler, kırmızımtırak ve koyu kahverengi sularda; demir ve mangan, yeşilimsi sularda ise kireç bulunabilir. Kil, yeşil su yosunları, endüstri artığı boyalı maddeler de rengi değiştirir. 3 metre derinlikteki su mavi görünür. Renk, su örneğinin kalibre edilmiş ampüllü camlarla ya da konsantrasyonu bilinen renkli su örnekleriyle karşılaştırılması yöntemiyle aygıtlar yardımıyla ölçülebilir. Spektrofotometre de renk ölçme aygıtlarından bir tanesidir (Mutluay,1996).

**Bulanıklık**, suda bulunan ve suya bulanık bir görünüm veren askıda katı maddelerden(ince kum, kil, demir, mangan, mikroorganizmalar) kaynaklanır. Bu bulanık görünüm, sudaki parçacıkların ışığı emmesi ve dağıtmasından kaynaklanır. Askıda katı maddeler organik ya da inorganik olabilir. Parçacıkların küçük oluşu, bunların kolayca dibe çökmesini engeller. Suyun bulanıklığının azaltmak için artırılması gerekir. Bulanıklıkla, parçacıkların yoğunluğu arasındaki ilişkiyi belirlemek güçtür. Çünkü her maddenin ışığı

yayma özelliği değişir ve yalnızca parçacıkların yoğunluğuna bağlı değildir. Yüzeysel sular bulanık olur. Yer altı sularının bulanık olması yüzeysel suların doğrudan doğruya karıştığını ve kirli olabileceğini gösterir (Mutluay,1996).

**Koku**, en etkili koku alma duyusu insan burnudur. Düşük yoğunlukta kokulardan milyarda birlik (ppm) kokulara kadar hepsi hissedilebilir. Zararlı olabilecek ya da en azından suyun estetik niteliğine zarar verecek bir kirliliğin ilk belirtisi olarak yararlı bir özelliktir. Organik asıllı maddeler, fenol ve klor kokuyu bozarlar. Petrol ürünlerinin 0.05 mg/m<sup>3</sup> miktarı bile kokuya etki ederler. Koku veren gazlar hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) gazlarıdır (Şengül,1998).

**Tat**, tat duygusu, onda birkaç ile milyonda birkaç yüz gibi bir orandaki yoğunlukları ölçmede doğru sonuçlar verir. Yine de özel maddelerin belirlenmesinde yeterli olamaz. Suyun tadının kötü olması zararlı maddeler karışmış olacağını gösterebilir. Ama tüm zararlı maddeleri belirlemede güvenilir bir yöntem değildir. Humus asidi, ağır metal tuzları ve klorürler tadı bozarlar. Demir ve mangan suya mürekkep tadı verirler. Petrol ürünleri de suya tat verir. Deterjanlar da ek yerlerinden borulara girerek köpük yaparak akar ve tadı bozarlar. Tat ve kokusu bulunan sular havalandırılmak suretiyle çözünmüş gazlardan ileri gelen tat ve kokuları giderilebilir (Mutluay,1996; Karpuzcu,1988).

**Sıcaklık**, yüzeysel suların sıcaklığı mevsimlere göre değişken olur. İçilebilir bir suyun sıcaklığı +14 °C olmalıdır. Yer altı sularında ise derine inildikçe su sıcaklığı artar. Ancak yer altı suyu sıcaklığı mevsimlere bağlı olarak değişmemelidir. Su sıcaklığı değişim gösterirse yüzeysel suların karıştığı anlaşılır ve kirlenme ihtimali bulunmaktadır. Deniz kenarındaki yer altı suyu zemine sızmış olan tuzlu suyun üstünde kalır. Çünkü yer altı suyu yoğunluğu tuzlu suyun yoğunluğundan azdır (Karpuzcu,1988).

Bu özelliklerin yanında ayrıca içme sularının agresifliği de önemli sorunlar doğurabilir. Suların agresifliği, serbest karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ile bikarbonat (HCO<sub>3</sub>) iyonunun dengede olmamasından ileri gelir. Suların agresifliği, boruların korozyonuna (aşınmasına) sebep olur. Buda borularda çürümelere ve kısa zamanda kullanılamaz hale gelmesine sebep olur. Dolayısıyla ek masrafların ortaya çıkması söz konusudur. Ayrıca borulardan aşınma sebebiyle kopan parçalar suyun tadında ve kokusunda değişimlere sebep olmak-tadır(Aral,1994).

Tablo 2.1’de sularda bulunabilecek fiziksel ve kimyasal özelliklerin maksimum ve normal miktarları verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Suların Fiziksel – Kimyasal Özellikleri ve Limit Değerleri

Özellikler	Normal Miktar	Maksimum Miktar
Renk(birim)	5	50
Bulanıklık(birim)	5	25
Sıcaklık(°C)	7-12	15
Buharlaştırma kalıntısı(mg/Lt)	500	1500
KmnO <sub>4</sub> sarfiyatı(mg/Lt)	-----	12
PH	7-8,5	6.5-9.5
Klorürler(mg/Lt)	200	600
Nitratlar(mg/Lt)	-----	45
Demir(mg/Lt)	0.1(0.3)	1
Mangan(mg/Lt)	0.1	0,5
NaCl(mg/Lt)	-----	400
Sülfat(mg/Lt)	200	400
Bakır(mg/Lt)	1,0	1,5
Çinko(mg/Lt)	5,0	15
Kalsiyum(mg/Lt)	75	200
Magnezyum(mg/Lt)	50	150
ABS(deterjan) (mg/Lt)	0,5	1,0
Fenollu maddeler(mg/Lt)	0,001	0,002
Karbon kloroform(mg/Lt)	0,2	0,5

### 2.1.2. Kimyasal Özellikler

Suyun kimyasal yönden aktif olmasına sebep olan özelliklerdir. Suyun kimyasal özellikleri korozyona, paslanmaya, aşındırmaya, kireçlenmeye ve çökelmeye sebep olarak gösterilir. Ayrıca Hg, Pb, Cr; Fenol, Cn vb. zehirli maddeler ve bozuşup ayrışarak kokuşan organik maddeler suyun kimyasal özelliklerini kötüleştirir. TS 266’da ve Dünya Sağlık Örgütü’nün de belirttiği gibi bu maddeler zehirli, renk gibi içime etkili, sağlığa etkili (F; NO<sub>3</sub>)

ve kirlenmeye yol açan (organik madde;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{NH}_3$ ) maddeler olarak dört grupta toplanmıştır. (Aral,1994)

**pH değeri**, bir eriyiğin asit yada baz düzeyi pH değeri ile ölçülür. pH değeri sudaki hidrojen iyonu yoğunluğunu gösterir ve hidrojen iyon yoğunluğunun negatif logaritmasıdır. pH değeri 0-14 arasında değişir. 7.0 derecesindeki bir pH nötr (ne asit ne de baz) kabul edilir. Nötr değer eşit sayıda hidroksil (OH) ve hidrojen(H) iyonu taşır. 7.0'dan az pH değeri eriyiğin asitli olduğunu gösterir ve azaldıkça asit oranı artar.7.0'ın üzerindeki pH ise eriyiğin bazik olduğunu gösterir. Su içinde pH, serbest  $\text{CO}_2$  ve  $\text{HCO}_3$  dengede olmalıdır ki korozyon veya çökme olmasın. Eğer  $\text{pH}<7,5$  ise çelik ve font borularda şiddetli bir korozyon,  $7,5<\text{pH}<8,5$  ise hafif korozyon olabilir. Korozif sular metalleri etkiler. Asbesli çimento borularda ancak  $\text{pH}<6,0$  olduğunda korozyon olur.(Alarko Carrier,2000)

**$\text{KMnO}_4$** , suda  $\text{KMnO}_4$  miktarı ne kadar fazla ise mevcut organik madde de o kadar fazladır. $\text{KMnO}_4$  kuvvetli bir oksitleyicidir. **Buharlaştırma kalıntısı**,suyun sert olduğunu ve içindeki tuzları belirtir.

**Klorür**, klorün yükseltgenme hali olup sularda rastlanan en önemli anorganik anyonlardandır. Eğer sudaki klorür NaCl tuzunun çözünmesinden ileri geliyorsa, 250 mg/l Cl konsantrasyonu suda bir tuzluluk tadının hissedilmesine yeterlidir. Su içindeki klor, organik asıllı ise (organik maddeler, azot ) suyun kirli olduğunu, içine kanalizasyon suyunun karıştığını gösterir. (Mutluay,1996)

**$\text{H}_2\text{S}$ , Amonyak, Nitrit, Nitrat**, suyun kimyasal yapısında bulunmaz. Analiz sonucu bu maddelerden herhangi birinin bulunması suyun kullanılmış sularla kirlendiğini gösterir. İyi nitelikli içme sularında nitrat konsantrasyonu 10 mg/l'nin altındadır. İçme sularında nitrat konsantrasyonunun yüksek olması durumunda bebeklerde metahemoglobin(mavi hastalık) veya siyanoz kanının oksijen alamaması hastalığı yapar.(Türkman,1998;Şengül,1998)

**Karbondioksit**, yer altı suları ile tabakalaşmış göllerin ve rezervuarların alt kısımlarında önemli miktarda karbondioksit bulunmaktadır. Organik maddenin bakterilerle ayrışması sonucu oluşan  $\text{CO}_2$ , aerobik ve anaerobik bakteriyel yükseltgenmenin son ürünü olduğundan, miktarı çözülmüş oksijenle kısıtlı değildir. Yer altı sularında 30-50 mg/l, yüzey sularında 10 mg/l'den azdır.  $\text{CO}_2$ ' nin fazlası agresif bir karakter taşıyıp metalleri ve betonu aşındırır (Türkman,1998;Şengül,1998).

**Demir ve Mangan**, vadilerdeki dolgu zeminlerde siyah-kahverengi çamur şeklindeki kahverengi taşlarda ve daha çok, yer altı sularında demir(Fe)ve mangan (Mn) bulunur. Su içinde çözülmüş olan demir oksijenle oksitlenir ve çökler. Kırmızı leke bırakır. Demir aşırı korozyona sebep olur(Şengül,1998).

**Sülfat(SO<sub>4</sub>)**,doğada yaygın bir şekilde bulunur. Doğal sularda birkaç mg/l'den birkaç yüz mg/l'ye kadar değişen konsantrasyon aralığında sülfat bulunabilir. Maden drenaj atıkları pirit oksidasyonu ile çevreye büyük miktarlarda sülfat verebilmektedir. Sülfatlı sular kireç ve çimentoya etkir. İletim ve biriktirme yapılarına zarar verebilir(Mutluay,1996).

**Sularda sertlik**, suların kullanılan sabunu çöktürme kapasitesinin bir ölçüsü olarak tanımlanır. Sabun; genel olarak suda mevcut kalsiyum ve magnezyum iyonları ile birleşerek çöker. Bu iki iyon, doğal sularda sertlik yapan diğer iyonlardan daha fazla bulunduğundan ,çoğunlukla sertlik kalsiyum ve magnezyum iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı olarak ifade edilir. Sertlik; karbonat alkalitesi ve bikarbonat alkalitesinin toplamından daha büyük olduğunda; sertliğin toplam alkaliniteye eşdeğer olan kısmı 'karbonat sertliği; geri kalan kısmı ise 'karbonat olmayan sertlik' olarak tanımlanır. Sert sular; sıcak su borularında, ısıtıcılarda, kazanlarda kireç birikimi ve taşlaşma, sabun tüketimi, deride tahrişler, porselenlerde renk giderimi (özellikle lavabo ve küvetlerin beyaz rengini bozma gibi),sebzelerin katılaşması ve renksizleşmesi, kumaşların ömrünü azaltma ve yıpranma gibi birçok olumsuz etkileri bulunmaktadır. Dünya Sağlık Teşkilatının (WHO:World Health Organization) standartlarına göre içilebilir sularda en fazla 5m mol/l toplam sertlik olmalıdır. Ancak arzu edilen sertlik derecesi 1 mili mol/l'dir. (Suman,1982)

**Alkalinite**, belirlenen bir pH değerine kadar suyun kuvvetli asitlerle reaksiyona girmesinin kantitatif kapasitesi olarak tanımlanır. Ölçülen alkalinite değeri kullanılan pH değerine bağlı olarak değişir. Yüzeysel sularda alkalinite, karbonat(CO<sub>3</sub>), bikarbonat(HCO<sub>3</sub>) ve hidroksit(OH) içeriğinin bir fonksiyonu olduğundan bu bileşenlerin konsantrasyonunun bir ölçüsü olarak ele alınır. Bu iyonların yanında SiO<sub>3</sub>, bor(B) ve PO<sub>4</sub>'te olabilir. Bu iyonların tümü suların agresiflik (aşındırma) özelliğini belirler. Sulardaki alkalinite titrasyon deneyleri ile belirlenebilir. Titrasyon maddesi ilavesi ile elektrodun dengeye gelmesi arasında ilave bir zaman verilerek alkalinite giderilir. Ayrıca fikir vermesi açısından Tablo 3.2'de suyun yapısında bulunabilecek ve insan sağlığına zararlı maddelerin miktarları verilmiştir (Mutluay,1996).

**Florür**, suyun yapısında bilinen en aktif elementtir. Yaklaşık 1 mg/l florür konsantrasyonu diş sağlığı açısından gereklidir. Florür suda doğal olarak bulunabildiği gibi kontrollü olarak içme suyuna ilave edilmesi de mümkündür. Florür konsantrasyonunun yüksek olması durumunda insan ve hayvanlarda diş ve kemik rahatsızlıkları ortaya çıktığı için giderilmesi gerekir. Florür tayininin hassa bir şekilde yapılması halk sağlığı içinde çok önemlidir.



**Tuzluluk ve elektriksel iletkenlik**, bazı endüstriyel atıklar ve deniz suyu analizlerinde önemli bir yer tutar. Tuzluluk, tüm karbonatlar oksitlerine çevrildiğinde, tüm bromür ve iyodürler klorürlerle yer değiştirdiğinde ve tüm organik madde oksitlendiğinde sudaki toplam katı madde miktarı olarak tanımlanmaktadır. Tuzluluk, gram, kilogram veya binde olarak ifade edilir (Sungur,1977).

**Kalsiyum**, içme suyu temini amacı ile kullanılan sularda kalsiyum bulunması, kireçtaşı, dolomit ve jips içeren arazilerde suyun geçmesi sırasında suya karışması sebebiyledir. Suyun kaynağına ve uygulanan arıtma seviyesine göre sularda sıfır ile yüzlerce mg/l civarındadır. İçme sularındaki düşük kalsiyum karbonat içeriği metal boruların korozyonuna neden olur. Kalsiyum sudaki toplam sertliğe katkıda bulunan bir elementtir (Mutluay,1996).

**Fenol ve diğer maddeler**, klorla birleşince suya kötü bir koku verir. İçme sularında bunların dışında benzin, petrol atıkları, fay, deterjan, böceklerle mücadele ilaçları ve gübre atıkları bulunmamalıdır (Aral,1994).

### 2.1.3. Biyolojik ve Bakteriyolojik Özellikler

Sularda hastalık içeren patojenik mikropların mevcudiyeti insan sağlığı için tehlike arz eder ve bu maddelerin suyun içinde bulunması istenmez. Suların taşıdığı bakteriler insanlarda bir çok hastalığa neden olur. Sudaki bu pek çok çeşidi olan patojenik mikropların tespiti çok zor ve pahalı maliyetleri olan çalışmalardır. Bundan dolayı suda mikrop yerine koliform grubuna dahil E-KOLİ aranır. E-koli 'nin su içinde bulunması o suya insan dışkımasının karışmış olduğunun belirtisidir. E-koli insan ve hayvan dışkılarında bulunur. E-koli patojenik değildir. Suyun içinde bulunması organik artıkların suya karıştığını ve dolayısıyla hastalık yapan mikropların suda bulunabileceğini gösterir. Bir kişi günde ortalama  $200 \times 10^9$  koliform bakteri üretmektedir. 10.000 E-koliye karşılık 1 patojen bakterisi olma ihtimali vardır.

Tifo, Kolera, Şistosimiyasis (balıklar ve salyangozlar ile), Virütik Sarılık, Leptospirosis sular tarafından taşındığı kesinlikle bilinen hastalıklar, Polio (çocuk felci), Dizanteri su ile geçtiği hususunda kanıtların bulunduğu hastalıklar, Tenya, Trişin, Paratifo, Tuleremia su ile geçtiği sanılan hastalıklar, Sıtma, Sarı Humma, Filariasis, Ensefalit suyun hastalığın taşınmasında dolaylı olarak rol oynadığı hastalıklar olarak bilinmektedir. :

Yeterli bir klorlama su ile geçen hastalıkların mikroplarını öldürür. Fakat normal klor dozajı yumurta devresindeki mikroplara tesir etmemektedir. Hastalık sadece içilen sudan değil kirli suyla yıkanan kaplarda, yenilen yemeklerde, kirli suyla yıkanan çiğ yiyeceklerle de geçer. Bu bakımdan evdeki içme suyunun kirlenmemiş olması yeterli değildir. Aşağıdaki Tablo 2.2'de bakteri ve E-Koli konsantrasyonunun su özelliği bakımından karşılaştırılması verilmiştir (Muslu,1985).

**Tablo 2.2** Bakteriyel Açısından Suların Özellikleri(Aral,1994)

Suyun Özelliği	Bakteri Sayısı(1 cm <sup>3</sup> )	E-Koli(1cm <sup>3</sup> deki)
Zararsız	<10	0
Az zararlı	10-100	0
Zararlı	>100	0
Çok zararlı	----	+(var)

#### 2.1.4. Radyoaktif Özellikler

Radyoaktif maddeler ışın yayarak canlı organları tahrip ederler ve temas ettikleri canlı hücrelerinin yapılarında bozulmalara neden olurlar.Radyoaktif maddeler, suyun yapısına doğal ortam yardımıyla karışabilecekleri gibi farklı kaynaklardan da suyun yapısına karışırlar. Bunlar:

- 1-Atom enerjisi kullanan sanayi tesislerinden
- 2-Nükleer deneme merkezlerinden
- 3-Tıpta veya diğer araştırmalarda kullanılan radyoaktif maddelerden.
- 4- Uranyum madeni işletmelerinden

Sularda;  $<10^{-9}$  micro küri/m<sup>3</sup>

$\beta < 10^{-8}$  micro küri/m<sup>3</sup> olmalı ve ışınlar hiç bulunmamalıdır. Radyoaktiviteye karşı en iyi temizleyici yine sudur. Radyoaktif madde karışmış sular radyoaktif madde bulunmayan su ile karıştırılarak sulardaki radyoaktif maddelerin konsantrasyonu düşürülerek seyreltik hale getirilir (Aral,1994).

#### 2.2. İçme Suyu Kirliliğinin Kaynakları

Su kirliliğini oluşturan önemli kirlilik kaynakları, evsel ve endüstriyel atıklardır.Tarımsal mücadele sonucu kullanılan kimyasal ilaçlar, yanlış arazi kullanımı da dahil olmak üzere her türlü tarımsal çalışmalar sonucu katı ve sıvı atıkların oluşturduğu kirlilik olarak adlandırılmakta ve su kirliliğinin önemli kirletici kaynağını oluşturmaktadır.Su kirliliğine neden olan kaynaklar, yerel oluşumlarına göre noktasal ve alansal kaynaklar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.Evsel ve endüstriyel atıkların veya atıksuların boşaltıldığı bir kanalizasyon sisteminin çıkış ağzı noktasal bir kaynaktır.Öte yandan bir tarım arazisinde kullanılan gübrelerin azotlu ve fosforlu bileşikleri ve pestisidlerin yüzey akışlarıyla su kaynaklarını etkilemesi olayı ile erozyon sonucu meydana gelen toprak kayıpları ve buna bağlı sedimentin, su kaynaklarına taşınması olayında, alansal bir kirlilik söz konusudur (Muslu,1985;Türkman,1998).

Bir içme suyunun emniyetli ve rahatlıkla içilebilmesi için gerekli unsurlar şunlardır; Nispeten renksiz olmalı, bulanık olmamalı, kokusuz ve tatsız olmalı, lezzetli olmalı, sertlik derecesi düşük olmalı ve içinde patojenik organizmalar bulunmamalı. İçme suyu kirliliği kaynakları başlıca üç ana başlık altında toplanabilir. Bunlar:

1) Kanalizasyon, deterjanlar, yağış suları, erozyon yoluyla taşınan topraklar, gemi söküm yerleri, sahil doldurmaları, ve katı atık boşaltılması gibi evsel kaynaklı kirlenmeler,

2)Endüstriyel faaliyetler sonucu, buhar üretimi, yıkama, soğutma gibi çeşitli işlemlerde kullanılmak üzere bol miktarda su harcanmaya başlandı.Bu sular bir kısım çözünmüş ve süspansiyon halinde maddeler ihtiva etmektedir. Bu kirleticiler endüstri kökenli kirliliğin sebebini oluşturur.

3)Suni gübreler, insektisir, herbisit, gibi tarım korumada kullanılan bir takım maddelerin topraktan sulara karışması ile oluşan tarımsal kökenli kirlenmeler suların başlıca kirletici kaynaklarını oluşturur.Ayrıca kirletici kaynağı tipi ve kirletici cinsi ile ilgili bilgiler Tablo 2.3'te verilmektedir (Karpuzcu,1988).

**Tablo 2.3** Kirletici Kaynaklar(Karpuzcu,1988).

Kirletici Kaynağın Tipi	Kirleticinin Cinsi
DOĞAL KAYNAKLAR	Atmosferden oluşan kirleticiler Çözünmüş mineraller Çürümüş bitkiler Yağış suları Su hayatındaki aşırı büyüme
ZİRAİ KAYNAKLAR	Toprak erozyonu Çiftlik hayvanlarının artıkları Gübreler Koruma ilaçları(pestisitler)
KULLANILMIŞ SULAR	Belediye kanal suları Bölgelerden gelen yağmur suları Sanayi sıvı artıkları Gemilerde kullanılan sular
BİRİKTİRME YAPILARI	Çökeleklerin sızıntı ile sürüklenmesi Oksijen noksanlığı
DİĞER KAYNAKLAR	Maden işletmeleri Çöp dökme yerleri

Suyu kirleten materyaller organik, anorganik, bakteriyolojik, termal, radyoaktif olmak üzere suyu kirleten materyalleri oluşturmaktadır. Metaller, anorganik kirlenmeyi oluşturur. Suyu kirleten metallerin kaynağı topraktır. Toprakta suya geçen başlıca metaller şunlardır: Na, K, Ca, Mg, Bi, Sb, Fe ve kısmen Al'dir. Endüstri ve evsel atıklar yoluyla bir çok toksik metal suyu kirletmektedir. Bunlar: Al, Pb, Cd, Ni, Cu, Hg, As, Cr, Co, Mn, Zn gibi metallerdir. Sentetik deterjanlar, organik kirlenmeyi oluşturur.

Suyu kirleten önemli toksik elementler Pb, As, Se, Cr, Cd gibi elementlerdir. En tehlikeli toksik maddeler ise; Hg, Cd, Bi, Sb, Pb'dir.

Sularda kirlilik meydana getiren diğer bir madde grubu da pestisidlerdir. Zararlı böcek, bakteri, kemirgen ve mantar gibi zararlı kontrolü amacıyla kullanılan çok çeşitli kimyasal bileşime sahip organik ve inorganik bileşiklerdir. Bunlarda; Anorganik pestisidler, sentetik ve organik pestisidler ve doğal organik pestisidler'dir (Şengül,1998).

Bunların yanında doğada bulunan azot, canlı bünyesinde, besin maddelerinde ve ölü organizmalarda azot çevrimi dediğimiz bir döngü içinde sürekli bir dolanım içindedir. Azot döngüsü sırasında çeşitli aşamalardan geçer. Bu aşamalar, moleküler azotun bağlanması, amonyaklaşma, nitrifikasyon ve denitrifikasyondur. Moleküler azotun bağlanması; azotun hetetrof ve ototrof mikroorganizmalar tarafından indirgenerek protein sentezinde kullanımınıdır.

Amonyaklaşma; protein moleküllerinin anaerobik ve aerobik ortamlarda parçalanmasıdır.

Nitrifikasyon; amonyumun, oksijenli ortamlarda hızlı bir biçimde yükseltgenerek nitrite ve daha sonra nitrata dönüşümü olayıdır. Denitrifikasyon;  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  iyonlarının  $\text{N}_2\text{O}$  veya  $\text{N}_2$  ye biyolojik indirgenmesidir (Karpuzcu,1988).

$\text{NO}_3$  ve N konsantrasyonu sularda 10 mg/l'ye kadar tehlikeli sayılmamaktadır. Sulardaki  $\text{NO}_3$  iyonları aşağıdaki faktörlerden oluşmaktadır; hayvansal ve bitkisel artıkların içerdiği proteinin ayrışması sonucu ortaya çıkan amonyakın oksidasyonu, zirai alanlarda kullanılan nitratlı gübreler, atmosferdeki elektriksel deşarjlar sonucunda azotun doğrudan doğruya azot oksitlere yükseltgenmesi ve bu oksitlerin sudaki reaksiyonları sonucu nitrat( $\text{NO}_3$ ) iyonlarını oluşturan faktörlerdir. Nitritin içme sularında hiç bulunmaması gerekmektedir çünkü direkt olarak kanserojen madde ihtivasi oluşturmaktadır. Bu ortamı insan midesindeki pH oluşturmaktadır. İçilebilen sularda  $\text{NH}_3$  bulunması tehlikelidir. Sudaki fosfat varlığı da istenmeyen maddeler arasındadır. Suyun yapısındaki Fe ve Mn'de lezzet ve kullanma yönünden zararlıdır. Ayrıca suyun yapısında bulunan insan sağlığına zararlı mineraller ve zararlı olmayan minerallerin miktarları ile birlikte Tablo 2.4 ve Tablo 2.5'te verilmiştir (Muslu,1985).

**Tablo 2.4.** İnsan Sağlığına Zararlı Mineraller (Muslu,1985)

Maddenin Adı	Sembol	En Fazla Miktar(mg/l)
Kadmiyum	Cd	0,10
Selenyum	Se	0,01
Arsenik	As	0,05
Krom	Cr	0,05
Kurşun	Pb	0,05
Gümüş	Ag	0,05
Siyanür	Cn	0,05
Baryum	Ba	0,20
Flor	F	1,00

**Tablo 2.5.** İnsan Sağlığına Zararlı Olmayan Mineraller(Muslu,1985)

Maddenin Adı	Sembol	En Fazla Miktar(mg/l)
KLOR	Cl	250
SÜLFAT	SO <sub>4</sub>	250
MAGNEZYUM	Mg	50
NİTRAT	NO <sub>3</sub>	45
ÇİNKO	Zn	5
BAKIR	Cu	1
DETERJAN		0,5
DEMİR	Fe	0,3
MANGANEZ	Mn	0,05
FENOL BİRLEŞİM	Ph	0,001
TOPLAM KATI MADDE		500

### 2.3. Arıtım Teknikleri ve Metotları

Bir ham suyu arıtmak, onu içilebilir hale getirecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişikliklere tabii tutmaktır. O halde her özel durumda kullanılan arıtma işlemleri, arıtma olunan ham suyun kalite ve yapısına bağlıdır. Örneğin kuyu sularının genelde fiziksel ve kimyasal yolla arıtılması yeterlidir. Fakat yinede olabilecek bir bakteriyolojik kirlenmeye karşın yinede suyun yapısına göre bakteriyolojik arıtma yöntemlerine tabii tutulurlar. Buna karşılık lağım suları ile endüstri atıklarının kirlenmesiyle oluşan suların tasfiyesi tüm

biyolojik, kimyasal ve fiziksel arıtma şekillerine baş vurularak yapılır. Ham suyun kalitesi çeşitli faktörlere bağlıdır ve her su temin edilen kaynak ayrı olarak incelenir. Bir tasfiye programının yapılmasında ilk önce kaptaj suyunda bulunması istenen kriterler tespit edilir. Su kaynağından alınan suyun kullanma maksatlarına uygun hale getirilmesi için uygulanacak tasfiye işlemleri, su kaynağının özelliklerine bağlıdır. Arıtım tesisi yeri seçilirken ;

- Tesisin gelecekteki gelişme durumları dikkate alınarak, tesisin yapılacağı arazi istenilen büyüklükte olmalıdır.
- Arazinin topografyası tesisin çeşitli birimlerini inşa etmek için uygun olmalıdır. İnşaat esnasında malzemenin, alet ve cihazlarının sevkiyatı ile işletme sırasında çeşitli kimyasal maddelerin nakli için tesis yerinin karayolu ve demiryolu ile bağlantısının kolay olması gerekir.
- Arazinin fiyatı çok yüksek olmamalı. İler ki yıllarda gelişme için bu yer genişletilebilmeli.
- Feyezan durumu, zemin kazısı ve zemin mukavemeti, zemin tasfiyesi ve drenajı tesisin yatırım maliyetlerine çok etkidiğinden bu tür hususlar gözden kaçırılmamalı.
- İsale hattının tesis yerinden geçirilmesi uygun ve ekonomik olmalı.
- Tesisin inşası ve işletilmesi sırasında gerekli olacak elektrik enerjisi kolaylıkla temin edilmeli.
- Tesis yeri olarak seçilecek yerde tarihi ve doğal güzelliklere zarar vermemek için dikkat edilmeli
- İçme suyu kaynağına yapılabilecek sabotajlar dikkate alınarak tesis yerinin sivil savunma bakımından uygun bir arazi olmasına dikkat edilmeli (Eroğlu,1995).

İçme suları için uluslararası normlar Dünya Sağlık Teşkilatı(WHO)kullanılacak suların limitlerini, suların arıtılma metotlarını belirtmiştir. Bunlara uyulması içilebilir, sağlıklı suyun oluşmasına yeterli olacaktır. Genelde ülkemizde yerel yönetimler (belediyeler) kullandıkları suları çoğunlukla göller, ırmaklar ve barajlar gibi yüzey sularından alırlar. Özel su kaynakları çoğunlukla pompayla kuyulardan alınan yer altı sularıdır.(Muslu,1985)

İçme suları arıtımında istenilen sonuca ulaşabilmek için en genel halde kullanılan başlıca işlemler aşağıda verilmiştir.

1-Gaz transferi veya havalandırma: Suya oksijen veya CO<sub>2</sub> kazandırmak veya CO<sub>2</sub> , H<sub>2</sub>S , CH<sub>4</sub> gibi gazları sudan uzaklaştırmaktır.

2-Izgaradan geçirmek:Yüzcü ve iri maddeleri tutmak için uygulanır.

3-Mikroeleklerden geçirmek:Süspansiyon halindeki maddeleri veya algleri tutmak için uygulanır.

4-Biriktirme:Su kalitesini iyileştirmek , konsantrasyondaki dengeyi sağlamak için kullanılır.

5-Çöktürme:Çökebilen katıları gidermek için uygulanır.

6-Yüzdürme:Suda hafif yüzücü maddeleri ve yağları sudan ayırmak için kullanılır.

7-Suyun pH'ını ayarlamak:Suya asit veya baz ilave edilerek suyun pH'ını istenilen değerde tutmak için uygulanır.

8-Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma:Alüminyum ve demir tuzları gibi yumaklaştırıcı maddeleri ham suya ilave etmek suretiyle çökemeyen ve koloidal maddeleri çökebilen yumaklar haline getirerek suda ayırmak için uygulanır.

9-Filtrasyon:Suyu , daneli malzemedan oluşmuş filtreden geçirmekle yapısındaki kolloid ve süspansiyon maddelerin tutulması işlemi için kullanılır.

10-Dezenfeksiyon:Suda bulunan zararlı mikroorganizmaları yok etmek için uygulanan prosestir.

11-Kimyasal Stabilizasyon :İstenmeyen maddelerin zararsız hale getirilmesi işlemidir.

12-Adsorbsiyon:Aktif karbon gibi maddelerle suya koku ve tad veren maddelerin tutulması için yapılır.

13-İyon değiştirme:Suyun içinde bulunan istenmeyen iyonlar bu işlemde geçirilerek istenen iyonlarla değiştirilir.(Eroğlu,1985)

İçme sularının arıtılması ile arıtma teknikleri genel olarak üç grupta incelenmektedir.Bunlar;

1-Fiziksel arıtma:Izgaradan geçirme, çökeltme, filtrasyon ve gaz transferi.

2-Kimyasal arıtma:Yumaklaştırma, çökeltme ve iyon değiştirme.

3-Biyolojik arıtma:Biyojik filtrasyon ve aktif çamur arıtma sistemleri.

Seçilen arıtma tekniği ne olursa olsun ham atık suyu bir mekanik ön arıtmadan geçirmek gerekmektedir. Mekanik ön arıtmada amaç, arıtma sistemlerindeki ana ünitelerin etkin ve güvenilir bir şekilde işlemlerini temin etmek için ham suda bulunabilen büyük boyutlu yüzen paçavra, ağaç dalı ve süprüntü çöp gibi malzemelerin uzaklaştırılmasını temin etmektir. Mekanik ön arıtmanın bu amacını sağlamak için basit ızgaralar veya kum-çakıl uzaklaştırma sistemi kullanılır. Mekanik ön arıtımı takiben biyolojik arıtma uygulanmaktadır. Mekanik arıtmayı takip eden çökeltim işleminde sadece %35 civarında BOİ<sub>5</sub>(5 günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı ) sulardaki organik madde miktarını ölçmeye yarayan parametreler arasında

en yaygın kullanılan parametredir. Uzaklaştırılması gereken %50-60 civarında askıdaki katı madde için biyolojik arıtmanın şart olduğu ortaya çıkmaktadır. (Chow,1964)

### **2.3.1. İçme Suyu Arıtma Tesislerindeki Temel İşlemler**

#### **2.3.1.1. Biriktirme**

Özellikle nehir sularından alınan suların biriktirilmeleri büyük önem taşımaktadır. Biriktirme genelde 10-20 gün süresi boyunca uygulanmaktadır. Amaç, iri danelerin çökmesi, su kalitesinin düzeltilmesi ve debinin dengelenmesidir. Çökelen madde miktarı yüksek, mevsimlere göre kil muhtevası ve rengi değişken sular için çok kullanılan bir tasfiye şeklidir. Eğer sistemde biriktirme haznesinin yapılması mümkün değilse en azından bir dinlendirme havuzu ( kum tutucu) yapılmalıdır.

Biriktirme hazneleri olarak suni göller ve biriktirme yapılarından bahsedilebilir. Suların bu haznelerde biriktirilmesiyle suyun kalitesinde değişimler olur. Bu değişiklik hem su kalitesinin iyileşmesi hem de kötüleşmesi yönlerinde olmaktadır (Eroğlu,1995).

Biriktirme haznelerinin yapılmasıyla;

1-Suda bulunan iri daneler çöker.

2-Suyun bulanıklığı azalır.

3-Sudaki çözülmüş oksijende artma olabilir.

4-Su sertliğinde azalma olabilir.

5-Organik oksidasyon sebebi ile koku ve tad bakımından iyileşme , BOİ'de azalma , suyun rengi bakımından iyileşme olur.

6-Koliform sayısında ve hastalık yapan mikroorganizmalarda azalma görülür.

7-Su kalitesinde dengelenme olur.

Su kalitesindeki dengelemedeki amaç nehir suyu kalitesi zamanla çok değişmesine rağmen bir biriktirme haznesine verilip oradan su alınırsa nehir suyundaki her hangi bir parametredeki düzensizlikler giderilir (Eroğlu,1995).

Ayrıca biriktirme haznesinden kirletici konsantrasyonunun çok artması halinde su alma ağzı kapatılarak haznedeki su alınmasına başlanır böylece tasfiye tesisine çok yüklenilmemiş olunur ve böylece su kalitesinin bozulmasının önüne geçilmiş olunur. Bu biriktirme haznelerinden çıkan sudaki amonyum konsantrasyonu giren sudaki konsantrasyona göre daha azdır. Bu biriktirme haznesinin kendi kendini tasfiyesinden ileri gelir. Biriktirme haznelerindeki alglerin yapısında C ,O ,H ,N ,P elementleridir. Alglerin çoğalmasını önlemek için biriktirme haznesine giren sudaki C , N ve P konsantrasyonlarını azaltmak ve güneş ışığını kontrol etmek gerekir. Çünkü alglerin çoğalmasını bu elementler ve güneş ışığı



artırmaktadır. Sulardaki azotun giderilmesi biyolojik tasfiyelerle , damlatmalı filtre tasfiyeleri ile kum filtrelerinde süzme , klorlama ve iyon değiştirilmesiyle sağlanabilir. Biriktirme haznelindeki fosforun giderilmesi kimyasal olarak çöktürme , biyolojik tasfiye metotları ile , adsorpsiyon , iyon değiştirme ve revers (ters) osmoz ile sağlanır. Bunlardan en uygun olanı kimyasal çöktürmedir. Ayrıca alglerin kimyevi madde ile öldürülmesi de mümkündür (Eroğlu,1995).

### **2.3.1.2. Havalandırma**

Havalandırmadaki amaç gazların suya transferi veya sulardaki oranının azaltılmasıdır.

Sulardaki gazların konsantrasyonlarındaki değişme şekilleri:

1) Oksijen kazandırmak: Eğer sisteme demir, mangan oksidasyonu ve amonyumun giderilmesi için oksijen gerekli ise kullanılır. Biyolojik tasfiye metotları için sisteme oksijen gerekli ise verilir. Nehir veya göllerde çözülmüş oksijen standartlarının karşılanması için sisteme oksijen verilmesi gerekiyorsa suya oksijen transferi söz konusudur.

2) Karbondioksit gidermek veya kazandırmak: Sudaki karbonat miktarını ayarlamak ve dengede tutmak için bir miktar karbondioksitin sistemden uzaklaştırılması gerekebilir. Kireç-soda metodu ile sertlik giderilmesi için suya karbondioksit(CO<sub>2</sub>) verilmesi şarttır.

3) Hidrojen sülfürün giderilmesi: Suda istenmeyen koku ve tadın giderilmesi, metallerin korozyonunun azaltılması ve çimentonun ayrışmasının önlenmesi için hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S)giderilmesi gerekir.

4) Metanın giderilmesi: Anaerobik ayrışmadaki metan havalandırma sonucu elde edilir.

5)Uçucu yağlar ve kimyasal maddelerin giderilmesi: Bu maddeler suya istenmeyen tad ve koku verdiklerinden ve sağlığa zararlı olduklarından uçucu olan bu tür kimyasallar ve yağlar havalandırma ile giderilebilir.

6) Suların dezenfeksiyonunda: Dezenfeksiyonda kullanılan klor (Cl<sub>2</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>) gibi gazların suya verilmesi durumunda gaz transferi gerçekleştirilir.

İçme suların kullanımında kullanılan suların artımında;Cazibe ile çalışanlar, püskürtücüler, basınçlı hava (kabarık) ile havalandırma, mekanik havalandırıcılar olmak üzere dört ana grupta toplanır (Eroğlu,1995).

Cazibe ile çalışan havalandırıcılar, esası suyun bir yükseklikten düşerken hava ile temas ederek suya oksijen kazandırmasıdır. İçme sularının havalandırılmasında en çok kullanılan havalandırma tipi bu tiptir.

Püskürtücüler, su püskürtücülerden düşey veya eğimli bir açı ile yukarı doğru püskürtülür. Bu sırada su damlalara ayrılır. Böylece damlalara ayrılan suyun temas yüzeyi artar ve havadan oksijen alır. Ayrıca sudaki karbondioksit miktarı da azaltılmış olur.

Kabarcıklı havalandırıcılar, dikdörtgen kesitlidir. Bu havuzun tabanına veya belirli bir yüksekliğe yerleştirilen delikli borular veya gözenekli tüplerden basınçlı hava verilir. Böylece ham sudaki çözülmüş oksijen artırılır.

Mekanik havalandırıcılarda, türbün yapısı bulunmaktadır. Su ile temas halinde olan türbün her dönüşünde oksijen miktarını artırır.

### 2.3.1.3. Yumaklaştırma

Küçük partiküllerin yumaklar haline getirilerek çökeltilmesi işlemine yumaklaştırma denir. Bu aşama pıhtılaşma ve yumaklaşma olarak iki kademe gerçekleştirilir. Yüzey suları genel de  $10^{-7}$ -0.1 mm büyüklüğündedir. Bu maddeleri ; çözülmüş maddeler , kolloidler ve askıdaki katı maddeler olarak belirlenir.

Çözülmüş maddeler, çapları 0.001  $\mu\text{m}$ 'den küçük olan maddelerdir.(Na , Cl , O<sub>2</sub> , ve N<sub>2</sub> gibi maddeleri,

Kolloidler, 0.001-1  $\mu\text{m}$  arasındaki katı madde parçacıklarıdır.( Kil , SiO<sub>2</sub> , Fe(OH)<sub>3</sub> , virüsler gibi kolloidler,

Askıdaki katı maddeler, çapları 1  $\mu\text{m}$ 'dan büyüktür. (Bakteriler , kil , kum ,Fe(OH)<sub>3</sub> , bitki ve hayvan artıkları gibi askıda kalan maddelerdir.

Bir danenin çökelme hızı, danenin yoğunluğu, dane çapı ve sıvının viskozitesine bağlıdır. Dane çapı küçüldükçe çökelme hızı azalır. Buradan yumaklaştırmadaki amacın askıdaki taneciklerin yumak haline getirilmesidir. Bu yumaklaştırılan yumaklar buradan çökelme havuzlarında veya filtrasyonda sudan ayrılabilir. İçme suyunun tasfiyesinde suya renk ve bulanıklık veren maddeleri gidermek için filtrasyon işleminden önce yumaklaştırma yapılır. Yumaklaştırma ile sudaki bir çok madde yok edilir. Ayrıca çeşitli kirleticilerde yumaklaştırmadan verimliliği Tablo.2.6'da verilmiştir (Cox,1987).

Yumaklaştırma yapısında verimlilik alınabilmesi için kolloidlerin özelliklerinin çok iyi bir şekilde bilinmesi gerekir. Su ortamında kil gibi suda çözünmeyen maddeler vardır. Bunlara suyun sevmediği maddelerde denir . Nişasta , protein gibi organik polimerlerde suyun sevdiği maddeler olarak bilinir. Kolloidler buldukları sıvı ortamı içinde daime bir elektrik yüküne sahiptirler. Bu nedenle kolloid içine yerleştirilen pozitif ve negatif yüklü elektrotlar kolloidin ayrışmasını sağlarlar (Muslu,1985).

Yumaklaştırmadaki amaç çok küçük daneciklerin yumaklar haline getirilip çöktürülmesidir. Kimyasal maddelerin ilave edilmesiyle danecik etrafındaki çift tabakanın sıkıştırılması, danecik yüzeyindeki potansiyelin azaltılması ve kolloidlerin metal hidroksitler çökerken onlarla birlikte sürüklenmesinin sağlanmasına çalışılır.(Mays,1996)

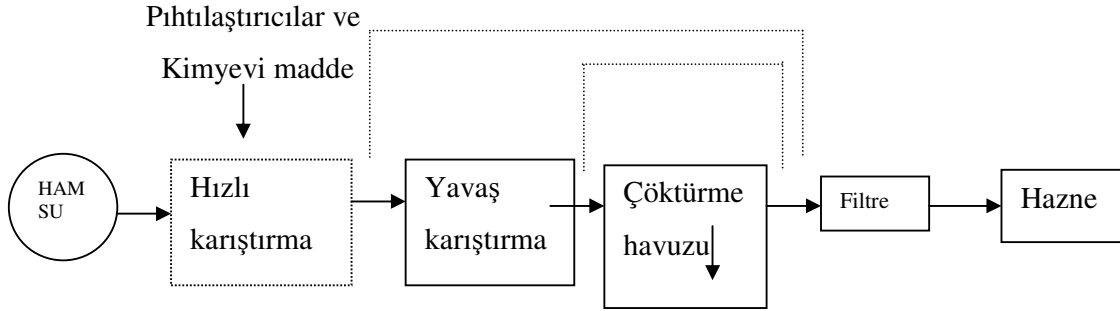
**Tablo 2.6.** Çeşitli Kirleticilerde Yumaklaştırmanın Verimliliği(Cox,1987)

PARAMETRELER	Giderme Verimi (%)
Bulanıklılık	60~100
Askıdaki katkılar	60~100
Fosfat	60~100
Nitrat	0
Florür	20~60
Demir	60~100
Manganez	0~20
Civa	20~60
Renk	60~100
Koku	0~20
BOİ	60~100
Virüsler	60~100
Bakteriler	60~100
Algler	60~100

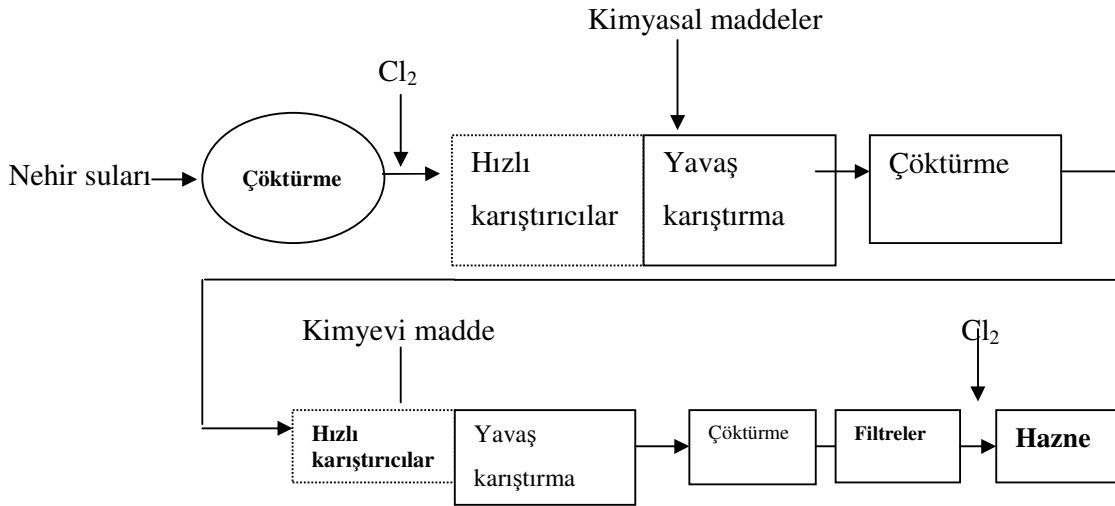
Alüminyum sülfat, sodyum alüminat, ferrik klorat, ferrik sülfat, ferrous sülfat, demir sülfat, kireç(sönmemiş ), kireç (sönmüş) olarak toparlayabiliriz. Buradan da görüldüğü gibi yumaklaştırıcıların yapısında Al, Fe ve Ca gibi elementler bulunmaktadır. İçme suyu arıtma tesislerinde yumaklaştırıcı olarak kullanılacak madde ilk önce kavanoz testlerinden geçirilir. Böylece yumuşatıcının cinsi ve miktarı belirlenmiş olur. Ayrıca suya Al ve Fe gibi yumuşatıcıların eklenmesi suyun pH değerini de düşürür (Mays,1996).

Sudaki yumaklaştırmanın daha fazla olması ve çabuk oluşması için yumaklaştırıcı yardımcıları kullanılır. Bunlar kullanılan Al ve Fe gibi yumaklaştırıcıların konsantrasyonunu azaltarak yumaklaştırmayı hızlandırır ve daha büyük yumakların oluşmasını sağlarlar. Ayrıca su sıcaklığının düşük olduğu durumlarda, viskozite yüksek olduğundan, yumakların çökme hızları düşüktür. Böyle durumlarda suya yardımcı yumaklaştırıcılar(kil ve kireç taşı gibi)ilave edilirse yumakların çökme hızları düzenlenmiş olur.

Yumaklaştırmanın tasfiyedeki yeri çok önemlidir. Yumaklaştırma kısımları hızlı karıştırma odası, yumaklaştırma havuzu ve çökeltme havuzlarından oluşmaktadır. Ayrıca kireç-soda metodu ile sertliğin giderilmesi de yumaklaştırmanın bir bölümü olarak incelenir.Ham su için tek kademeli ve nehir suları için iki kademeli yumaklaştırma yapılmaktadır.Bunlara ait tesis şemaları Şekil 2.1 ve 2.2'de verilmiştir (Hammer,1986).



Şekil 2.1. Tek Kademeli Yumaklaştırma Tesis Şeması(Hammer,1986)



Şekil 2.2. İki Kademeli Yumaklaştırma Tesis Şeması(Hammer,1986)

#### 2.3.1.4. Hızlı Karıştırma

Yumaklaştırmanın verimli olabilmesi için yumaklaştırıcı olarak kullanılan kimyevi maddelerin suyla homojen olarak karıştırılması için hızlı karıştırıcı yapıları inşa edilir. Dağılmanın daha iyi yapılabilmesi için bu yapılar genelde iki veya ikiden daha fazla bölmeli olarak inşa edilir. Hızlı karıştırma işlemi bir düşey mille, elektrik motoruna bağlı olan pedallar veya türbinlerle gerçekleştirilir. Mekanik karıştırıcıların kullanıldığı hızlı karıştırıcı odaları ya tek bölmeli veya iki bölmeli olarak yapılabilir. Mekanik karıştırıcıların kullanılması hızlı karıştırıcı yapısının verimliliğini artırır, debinin değişmesinden etkilenmez ve yük kayıpları da çok düşüktür. Karıştırıcıların bir diğer tipide perdeli olanıdır. Bu da dalgıç perdeli ve yatay perdeli olmak üzere iki bölümde inşa edilir. Eğer tesise gelen debide alçalmalar ve yükselmeler zamanla değişiyorsa bu tip karıştırıcıların kullanılması uygun olmaz. Bunların yanında hava ile karışımında sağlanabilir. Hava ile karışımında karıştırıcı havuzuna kimyevi madde verilir. Basit ve ucuz karıştırma işlemlerinden biride hidrolik karıştırımadır. Hidrolik

karıştırmanın esası hidrolik sıçramadır. Kimyevi maddeler sıçramadan önce verilir (Eroğlu,1995).

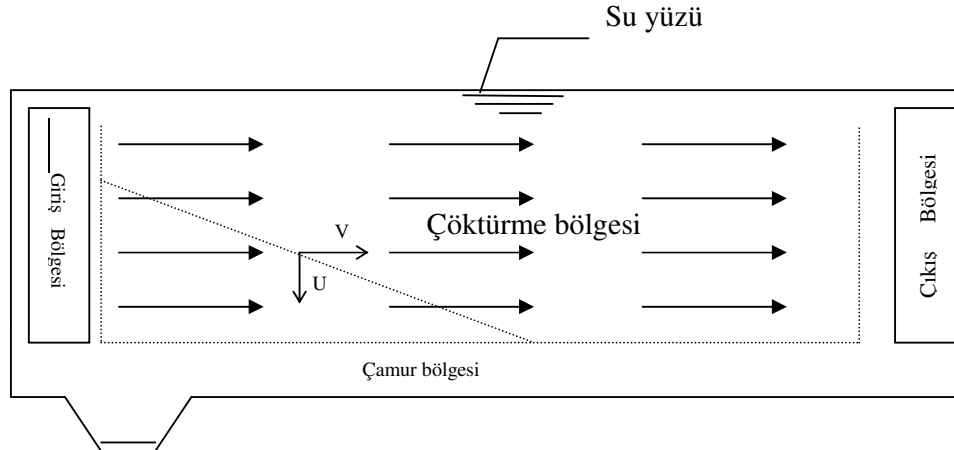
### 2.3.1.5. Çökeltme

Yumaklaştırmanın sonunda yumakların çöktürülmesi için çökeltme havuzları yapılır. Fakat çökeltme havuzlarına gelen yumakların bir bölümü çökebilecek kadar ağır olmayabilirler. Bundan dolayı bazı sistemlerde su hızlı karıştırıcıdan çökeltme havuzuna verilmeden direk olarak filtrelere gönderilir.Yumaklaştırmanın bütün kısımlarını, hızlı karıştırma, yumaklaştırma ve çöktürme havuzlarının birleştirilmesiyle birleşik sistemler oluşturulur. Birleşik sistemler; yatırım maliyeti yönünden ve yumaklaşma hızının fazlalığı yönünden yararlıdır. Bunun yanında; işletme güçlükleri fazladır, debideki artıştan dolayı verimliliklerinde düşüş olabilir.Suda bulunan askıdaki çökebilen katı maddelerin miktarlarının azaltılmasında kullanılır. Çöktürme içme suyu tasfiyesinde dezenfeksiyondan sonra en çok kullanılan işlemdir. Çöktürme içme sularında iki şekilde tatbik edilir. Bunlardan birincisi basit çöktürme, ikincisi ise hızlı karıştırma ve yumaklaştırmayı takip eden çöktürmedir. Basit çöktürme, suda bulunan çökebilen maddeleri sudan uzaklaştırmak için kullanılır. Bulanıklığın fazla olması halinde ise kendisinden sonraki tasfiye kademesinin yükünü azaltmak amacıyla kullanılır. Hızlı karıştırma ve yumaklaştırmayı takip eden çöktürme, renk ve bulanıklılığı gidermek için yumaklaştırıcıya kimyevi maddelerin ilavesi ve sertliği gidermek için kireç ve soda ilavesi ile meydana gelen çok miktardaki çökebilen maddeleri sudan uzaklaştırmak amacıyla kullanılır. (Al-Layla,1977)

Çöktürme havuzları gördükleri işlere göre dört bölgeye ayrılır.giren suyun yavaş bir şekilde çöktürme bölgesinde istenen üniform, kararlı akım şekline dönüşmesini sağlayan giriş bölgesi, çökebilen katı maddelerin uzaklaştırıldığı bölge çökeltme bölgesi, çöktürme bölgesinde çıkış kanalına suyun yavaş bir şekilde geçişini sağlayan çıkış bölgesi, çökelen katı maddelerin, çökeltme işlemini engellemeyecek bir şekilde toplandığı çamur bölgesi olmak üzere bölgelere ayrılır.Bir dikdörtgen çöktürme havuzundaki bölgeler Şekil 2.3'de verilmektedir (Eroğlu,1995).

Çöktürme havuzlarının verimliliği çöktürülecek olan asılı maddelerin özelliklerine ve çöktürme havuzunun hidrolik yapısına bağlıdır. Çöktürme havuzlarının yapısını havuzun geometrik yapısı ve suyun havuzdaki akış şekli belirler. İçme suyu tasfiyesinde en çok kullanılan havuzlar yatay akışlı havuzlardır. Yatay akışlı havuzlar dikdörtgen veya daire kesitli olabilir. Daire kesitli havuzlar çevreden ve merkezden beslenebilir. En kullanışlı olanı merkezden beslenen havuzlardır. Dikdörtgen kesitli havuzlarda akış paralel akış şeklindedir.

Yatay akışlı havuzların projelendirilmesinde amaç, çöktürme bölgesinde her bir düşey üzerindeki bütün noktalarda hızın eşit olmasını sağlamaktır.Şekil 2.3'te dikdörtgen çöktürme havuzundaki dört bölge kesit şekli ile verilmiştir. (Soyupak,1997).



**Şekil 2.3. Bir Dikdörtgen Çöktürme Havuzundaki Dört Bölge**(Eroğlu,1995)

İçme suyu arıtma tesislerinde kullanılacak çöktürme havuzlarını boyutlandırmadan önce laboratuarda yapılacak deneyler ile asılı maddelerin çökme özellikleri belirlenir. Çökelmeye su sıcaklığı, dane yoğunluğu, dane çapı ve danenin şekli gibi yapılar etkimektedir.

**Tablo 2.7 Bazı Taneciklerin Çökelme Hızları ve YüzeYükleri**(Soyupak,1997)

Dane çapı (mm)	Sınıflandırma	Çökelme hızı (mm/sn)	YüzeYükü (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *saat)
10,0	Çakıl	1000,0	3600
1,0		100,0	360
0,6		63,0	227
0,4	İri kum	42,0	152
0,2		21,0	76
0,1		8,0	29
0,06		3,8	14
0,04	İnce kum	2,1	7,58
0,02		0,62	2,22
0,01		0,154	0,555
0,04	Silt	0,0247	0,088

Tablo 2.7'de görüldüğü gibi yüzeYükü danelerin çökelme hızlarını belirler ve her boyut için farklı değer alır. Ayrıca su sıcaklığı da önemlidir. Vizkozite sıcaklık ile değiştiğinden

çökelme hızları da değişmektedir. Bu yüzden tasfiye edilecek su sıcaklığı azaldıkça çökelme hızı, böylece yüzey yükü azalmaktadır. Yüzey yükünün azalması gerekli havuz yüzey alanının artması demektir. Buda su sıcaklığının çöktürme havuzlarında ne kadar önemli olduğunu gösterir.

Danenin yoğunluğu da artıkça çökelme hızı artmaktadır. Çökeltme havuzlarının dizaynında buda dikkate alınmaktadır. Çöktürme havuzunun boyutlandırma parametresi olan yüzey yüküne bağlı olarak, yüzey alanı, bekleme süresine bağlı olarak havuzun derinliği, havuzun enkesit alanına bağlı olarak ise yatay su hızı hesaplanabilir.

Çöktürme havuzlarının boyutlandırılmasında yüzey yükü ( $s_0$ ) esas alınır. Yüzey yükü Tablo 2.8’de verildiği gibi geniş aralıklarla değişmektedir.

**Tablo 2.8.** Çökeltme Havuzlarında Yüzey Yükleri(Eroğlu,1995)

Suyun cinsi	Tasfiye şekli	Yüzey yükü ( $m^3/m^2 \times \text{saat}$ )
Yüzey suyu	Alum ile yumaklaştırma	0,6-1,0
Yüzey suyu veya Yer altı suyu	Kireç ile yumuşatma	0,9-3,4
	Yukarı akışlı durulama havuzu	1,8-2,5 (soğuk su) 2,5-4,5 (sıcak su)
	Yukarı akışlı yumuşatma havuzları	Yüzey sularında 3,0’a kadar yeraltı sularında 4,4’e kadardır.

### 2.3.1.6. Filtrasyon

İçme suyu yapılarında en eski ve en çok kullanılan işlemlerden biridir. Filtrasyon yapısıyla; suda asılı bulunan küçük taneciklerin sudan uzaklaştırılması, sudaki bulanıklığın giderilmesi, organik maddelerin okside olmasını sağlamak, mikroorganizmaların sudan uzaklaştırılmasını sağlamak, mangan ve demiri okside etmek, amonyumu okside etmek gibi görevleri bulunmaktadır. Filtrelerin, filtrasyon hızlarına göre sınıflandırılması Tablo 2.9’da verilmiştir (Eroğlu,1995).

**Tablo 2.9.** Filtre Çeşitlerinin Sınıflandırılması(Eroğlu,1995).

Filtrasyon hızına göre sınıflandırma	a)Yavaş filtreler (bati) b)Hızlı filtreler(seri)
İnşaat ve hidrolik şartlarına göre sınıflandırma	a)Yerçekimi ile çalışan filtreler b)Yukarı akışlı filtreler c)Basıncılı filtreler
Filtre malzemesine göre sınıflandırma	a)Kum filtreleri b)Antrasit kömürü ile oluşturulan filtreler c)Kum ve kömürün kullanıldığı filtreler d)Diatomit filtreler

Filtrasyon işlemi sırasında sudaki kirliliğin giderilmesi için birbirinden farklı mekanizmalar uygulanır. Bunlar:

A-Mekanik Süzme: Kullanılmış suların filtre yatağından geçerken bazı kirleticilerin filtre malzemesi tarafından tutulması işlemidir. Büyük çaplı danelerin boyutları, yatak malzemesi gözeneklerinden büyük olduğundan burada tutulurlar. Ancak süzülme sırasında bazı daneciklerin birbiriyle temas etmesi neticesi büyük yumaklar oluşur. Böylece kirletici maddelerin filtre yatağından süzülüp çıkış suyuna karışması engellenir. Mekanik süzme çok büyük filtrasyon sağlamamaktadır.

B-Çökeltme: Filtrede, filtre yatağının üzerinde durgun su sütunu bulunmaktadır. Bazı danecikler burada filtre yatağı üzerine çökebilir. Çökeltme havuzunda ,çökelen maddeler tabanda birikirler . Süzülme sırasında çökelen malzemeler, gözenek hacmini azaltır. Suyun geçtiği kesit daraldığından su hızı artar, filtre yatağındaki malzeme artan su hızı ile aşağıya taşınır, filtre yatağı kalınlığı sınırlı olduğundan çıkış suyu kalitesi bozulur. Böyle durumlarda hızlı kum filtrelerinin geri yıkanması gereklidir.

C-Adsorpsiyon:(tutulma), kolloidlerin ve küçük asılı maddelerin sudan uzaklaştırılması su tasfiyesinde en önemli işlemlerden biridir. Adsorpsiyon kuvvetleri ,kum tanecikleri üzerindeki film tabakasını tutacak kadar kuvvetli değildir. Bundan dolayı Adsorpsiyonun taneciklerin tutulması konusunda rolü olmayacağı ortaya çıkar. Fakat adsorpsiyon işlemine yardım eden taşınma mekanizmaları ile suda sulanan partiküller filtre malzemesini teşkil eden kum danesine doğru yaklaştırılır. Böylece mesafe azaldığından partiküller tutulmuş olur.

D-Kimyasal Reaksiyon: Filtrasyon işlemi sırasında bazı reaksiyonlar meydana gelir. Böylece çözülmüş haldeki kirletici maddeler ayrışır. Bunlar ayrışarak daha az zararlı maddeler haline dönüşür veya çözünmeyen maddelere dönüşerek çökeltme ve adsorpsiyon ile



sudan uzaklaşır. Suda oksijen mevcut ise organik maddeler aerobik olarak ayrışır. Burada oksijenin kullanılması ile suyun yapısı içindeki demir , mangan ve amonyumun oksidasyonu oluşur.

E-Biyolojik Faaliyet: Filtre yatağında ve yatak yüzeyinde yaşayan mikroorganizmalar biyolojik faaliyet gösterir. Suda bulunan besin maddeleri bunların yaşamaları için gerekli olan enerjiyi temin için(dissimilasyon), bir kısmı ise büyümeleri için (assimilasyon) harcanır. Bu biyolojik faaliyetleri hızlı ve yavaş kum filtreleri için farklılık gösterir. Hızlı kum filtrelerinde bakteriyolojik bakımdan emniyetli bir çıkış suyu temin edilmez. Yavaş kum filtrelerinde filtre yüzeyinde teşekkül eden biyofilm tabakası sebebiyle bakteriyolojik faaliyet fazladır. Ayrıca bakteri azalma faktörü hızlı kum filtrelerine göre çok iyidir (Eroğlu,1995).

Filtrasyon, çökelmiş katı madde parçacıklarının süzülerek sudan ayrılması işlemine verilen bir isimdir. Bu amaçla kum kullanılır. Buna göre iki türlü filtre ortaya çıkar: Suları yavaş ve hızlı süzen filtreler.Bu iki tip filtreyi bir birinden ayıran fark filtrasyon hızıdır. Bu hız, debiyi kumun doldurulduğu yapının alanına bölünerek bulunur.

Küçük filtrasyon hızlarının uygulandığı filtrelere suları yavaş süzen filtre(=yavaş filtre) adı verilir. Bu tip filtrelerde yabancı maddeler , filtrenin yüzeyindeki ince bir tabakada tutularak sudan ayrılırlar. Bu tabakaya kirli örtü adı verilir. Su hızı küçük olduğundan , yabancı madde parçacıklarının filtrenin derinliklerine nüfuz etme imkan yoktur. Tutulan maddeler , bu tabakanın geçirimsizliğini azaltır ve büyük yük kayıplarına sebep olur. Bu sebeple belirli bir işletme zamanından sonra , yüzeydeki birkaç santimetre kalınlığındaki kum tabakası elle veya makine ile çalışan tırmıklar tarafından kazınarak uzaklaştırılır. Yıkılarak tekrar kullanılmak üzere bir tarafta istif edilir. Devamlı olarak temizlemeden dolayı kum kalınlığı gittikçe azalacaktır. Bu sebeple minimum filtre kalınlığına ulaşıncaya temizlenen kum malzemesi tekrar yerine konur (Muslu,1988).

Kimyasal koagülasyon ve çökeltmeden sonra, geriye kalan çökelmemiş yumakların sudan ayrılması için bugün daha çok hızlı filtrasyon uygulanır. Filtre hızı yüksek olduğundan artık parçacıklar, filtrenin bütün derinliğine nüfuz edecektir. Bu sebeple filtrenin her tarafı kirlenir ve bütünüyle temizlenmesi gerekir. Tipik bir hızlı kum filtresi yaklaşık 2,7 m yüksekliğinde beton bir yapı içine kum doldurarak inşa edilir. Yaklaşık 0,6 m (0,6~0,75 m) kalınlığındaki kum, tane büyüklüklerine göre derecelenmiş bir çakıl tabakası üstüne oturur. Çakıl kalınlığı 0,4 ila 0,6 m arasında değişir. Bu çakıl tabakası, delikli borulardan meydana gelen bir temel üzerine yerleştirilmiş durumdadır. Bu delikli borular, ortada yer alan ve üstüne delikler açılmış, fonttan yapılmış bir esas toplayıcıda birleşirler.

Filtrasyon sırasında akım yukardan aşağıya doğrudur. Filtre, akımın yönünü değiştirerek yani aşağıdan yukarıya doğru su vererek yıkanır. Üst kenarı kum yüzeyinin 0,75 m üstünde bulunan yıkama suyu olukları, yıkama suyunu toplar ve bunları filtreden dışarıya çıkarırlar (Muslu,1985).

Geri yıkamadan sonra bir kum yatağı en inceleri üstte irileri altta olmak üzere hidrolik olarak derecelenmiş hale gelir. Bu durum su içindeki parçacıkların büyük kısmının filtrenin üst tabakalarında tutulmasına sebep olur. Bu istenmeyen bir durumdur. Bu sebeple tek cins malzemenin meydana gelen filtreden mümkün olduğu kadar iri taneli çakıl kullanmak istenir. İlk filtrelerde 0,4 ila 0,5 mm çaplı kum malzemesi kullanılmıştır. Daha sonra filtrede yapılan ilk değişiklik kum çapını 0,6 ila 0,8 mm ye çıkarmak böylece filtre çalışma süresini uzatarak parçacıkların daha derin tabakalara kadar nüfuz edilmelerine imkan hazırlamak olmuştur. Böylece malzemenin büyük kısmının yüzeyde tutulması yani yüzeyin bir süzgeç gibi çalışması azaltılmıştır. İlk filtrede ortaya çıkan bir başka sorunda geri yıkama sırasında filtrenin arzu edildiği kadar temizlenememesi olmuştur. Yatak genişirken bazı çamur yumruları, suyla birlikte sürüklenip yıkama oluklarına gideceği yerde aşağıya çakılın üstüne düşer. Bunu engellemek için daha yüksek filtre hızları uygulandığı zaman da derecelenmiş olan çakıl tabakası karışarak su ile birlikte yıkama oluklarına kum kaçtığı gözlenir (Cox,1977).

Kömür ve kumdan meydana gelen iki malzemeli filtreler de son zamanlarda kullanılmaya başlanılmıştır. Özgül kütlesi 1,4 ile 1,6 g/cm<sup>3</sup> olan kaba taneli kömür, 2,6 g/cm<sup>3</sup> özgül ağırlığında olan daha ince taneli bir kum tabakası üstünde yer almaktadır. Böylece daha iri taneli malzemenin kullanılması mümkün olmuştur. Her iki cins malzemenin kalınlığı da 30 cm dir. Daha kaba olan antrasitin boşlukları kumunkinden %20 daha fazladır. Böylece tane çaplarının akım doğrultusunda azalması temin edilmiş olmaktadır. Geri yıkamadan sonra da bu durum değişmeyecek tekrar hafif olan antrasit üstte, ağır olan kum altta yer alacaktır. Büyük çaplı yumak parçacıkları yukarda ki kömür tabakası, daha ince parçacıklar ise alttaki kum tarafından tutulur. Bu sebeple yüzeyin tıkanması önlenerek bütün filtre derinliklerinin iş görmesi sağlanmış olur(Muslu,1985;Eroğlu,1995).

### **2.3.1.7. Dezenfeksiyon**

Suyun içerdiği sağlığa zararlı mikroorganizmaların sudan giderilmesi işlemine ‘suyun dezenfeksiyonu’ denilir. Dezenfektanın amacı sudaki hastalıkların bulaşmasının önlenmesidir.

Suların dezenfeksiyonu birkaç şekilde yapılabilir. Çökeltme, yumaklaştırma ve filtrasyon gibi işlemlerle mikroorganizmaların azaltılması mümkündür. Fakat dezenfeksiyonun

yapılması aşamasında, dezenfektanın cinsi ve dozu, gerekli temas süresi, suyun sıcaklığı ve kimyevi özellikleri, giderilecek mikroorganizmaların cinsi ve özellikleri dikkate alınarak dezenfeksiyon işlemine başlanılmalıdır. Klorla ve ozonla dezenfeksiyon olmak üzere iki ayrı dezenfeksiyon çeşidi yapılmaktadır. Klor, normal ısı ve basınçta sarımsı-yeşil bir gaz olup havadan ağırdır. Çok keskin bir kokusu vardır. Aktif bir element yapısındadır. Sıvı olması halinde normal sıcaklıkta bütün elementlere etki eder. Sadece asal gazlar ve oksijen ile reaksiyona girmez. Küçük tesislerde dezenfeksiyonda sodyum hipoklorit çözeltisi kullanılır. Sodyum hipoklorit, sodyum hidroksit çözeltisine klor verilmesiyle hazırlanmaktadır. Klorla dezenfeksiyonda mikroorganizma giderme verimine;

- Mikroorganizmaların cinsi
- Mikroorganizmaların miktarı
- Kullanılan dezenfektan cinsi ve dozajı
- Temas süresi
- Suyun pH değeri
- Suyun sıcaklığı gibi unsurlar önemlidir. Dezenfeksiyonun hızını da bu unsurlar belirler. İçme suyunda bakteriyolojik dezenfeksiyonun sağlanması için klor konsantrasyonları önemlidir. bakteriyolojik dezenfeksiyon için önerilen klor miktarı Tablo 2.10'da verilmiştir (Eroğlu, 1995).

**Tablo 2.10.** Bakteriyolojik Dezenfeksiyon İçin Önerilen Klor Konsantrasyonu (Eroğlu, 1995)

PH	10 dakikalık temas süresi sonunda bulunması gerekli klor miktarı (mg/l)	60 dakikalık temas süresi sonunda bulunması gerekli klor miktarı (mg/l)
6,0	0,2	1,0
7,0	0,2	1,5
8,0	0,4	1,8
9,0	0,8	>3,0
10,0	0,8	>3,0

Ozon, oksijenin özel bir halidir. Bir oksijen molekülünün 2 oksijen atomundan oluşmasına rağmen ozon 3 oksijen atomundan oluşur. Ozon (O<sub>3</sub>) havadaki oksijenin çok yüksek voltajda elektrik akımına maruz kalmasıyla oluşur. Burada kullanılan alternatif akımın voltajı 7000-15000 volt civarındadır. Ozon üretimi için saf oksijen kullanılacağı gibi havada kullanılabilir. Ancak ozon üretiminde kullanılan havanın ısısı düşük (4 °C) ve kuru olmalıdır.

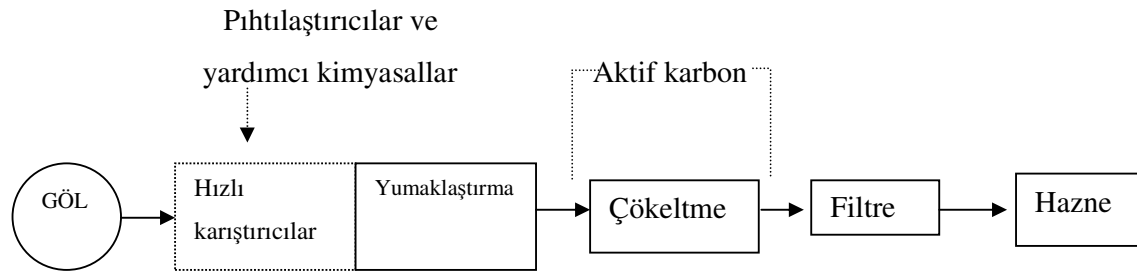
Havanın nemli ve toz şeklinde olması üretimin verimliliğini düşürür. Ozon çok kuvvetli bir dezenfeksiyon malzemesidir. Bakteri ve virüsleri öldürmek için gerekli doz 0,3~mg/l civarındadır. Ozonun dezenfeksiyonun yanında suyun koku ve tadının iyileştirilmesi gibi bir faydası da vardır. Bunun yanında ozonun üretimi çok pahalıdır. Bu yüzden çok büyük tesisler için kullanılması uygundur.

Klor ve ozonun yanında suyun dezenfeksiyonu için klor dioksit ( $\text{ClO}_2$ ) ve potasyum permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) gibi dezenfektanlarda kullanılır. Klor dioksitin daha kuvvetli ve kararlı olması nedeniyle daha geniş kullanıma alanları vardır (Eroğlu,1995).

#### 2.4. Suların Arıtma Akım Tesisleri

İçme sularının arıtılmasında en önemli problemlerden biri ham suyun kalitesi ve tasfiye edilmiş suyun kullanıma amaçlarına uygun tasfiye akım şemasını seçilmesidir. Ham suyun kalitesi kaynaktan kaynağa çok büyük değişiklik gösterebilir. Bazı kaynakların su özellikleri çok kaliteli olup, basit bir dezenfeksiyon yöntemi ile içme suyu şebekesine verilebilir. Bazı kaynaklarda ise; kirlenmiş nehirlerden su alınmasında olduğu gibi kötü kalitede olduklarından biriktirme, hızlı karıştırma, yumaklaştırma, filtrasyon ve dezenfeksiyon gibi pek çok arıtma kısmından geçirilerek içme suyu şebekesine verilir.

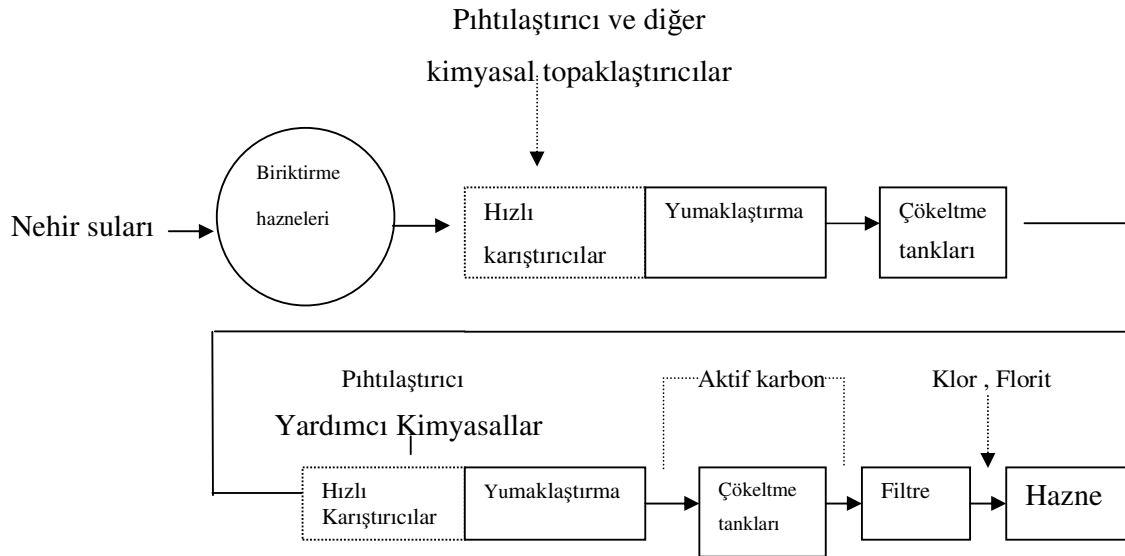
Yüzeysel suların tasfiyesinde temel işlemler; koagülasyon(pıhtılaştırma), çökeltme ve filtrasyondan ibarettir. Göl ve baraj suları, nehir sularına göre bütün yıl boyunca daha üniform bir su kalitesine sahiptirler. Tabiattaki kendi kendine biyolojik tasfiye, sulardaki bulanıklık, koliform bakteri ve rengi azaltır. Diğer taraftan, alg üremesi bulanıklığı artırabilir ve ilkbahar ve sonbaharda giderilmesi güç olan tad ve kokuya sebep olabilir. Tad ve kokuyu meydana getiren parametreleri yok etmek için ön klorlama ve aktif karbon tatbik edilir. Koagülasyon için uygulanacak kimyasal maddenin cinsi suyun karakterine ve ekonomik duruma bağlıdır.Şekil 3.4'de göl ve su hazneleri için akış şeması verilmiştir(Hammer,1986;Soyupak,1997).



Şekil 2.4 Göl ve Su Hazneleri için Akım Şemaları(Hammer,1986).

Pıhtılaştırıcı ve yardımcı kimyasallar arasında en yaygın olanı  $Cl_2$ 'dir. Bu tür maddeler yardımıyla tam olmasa da iri tanelerin çoğu topaklaştırılmış olur.

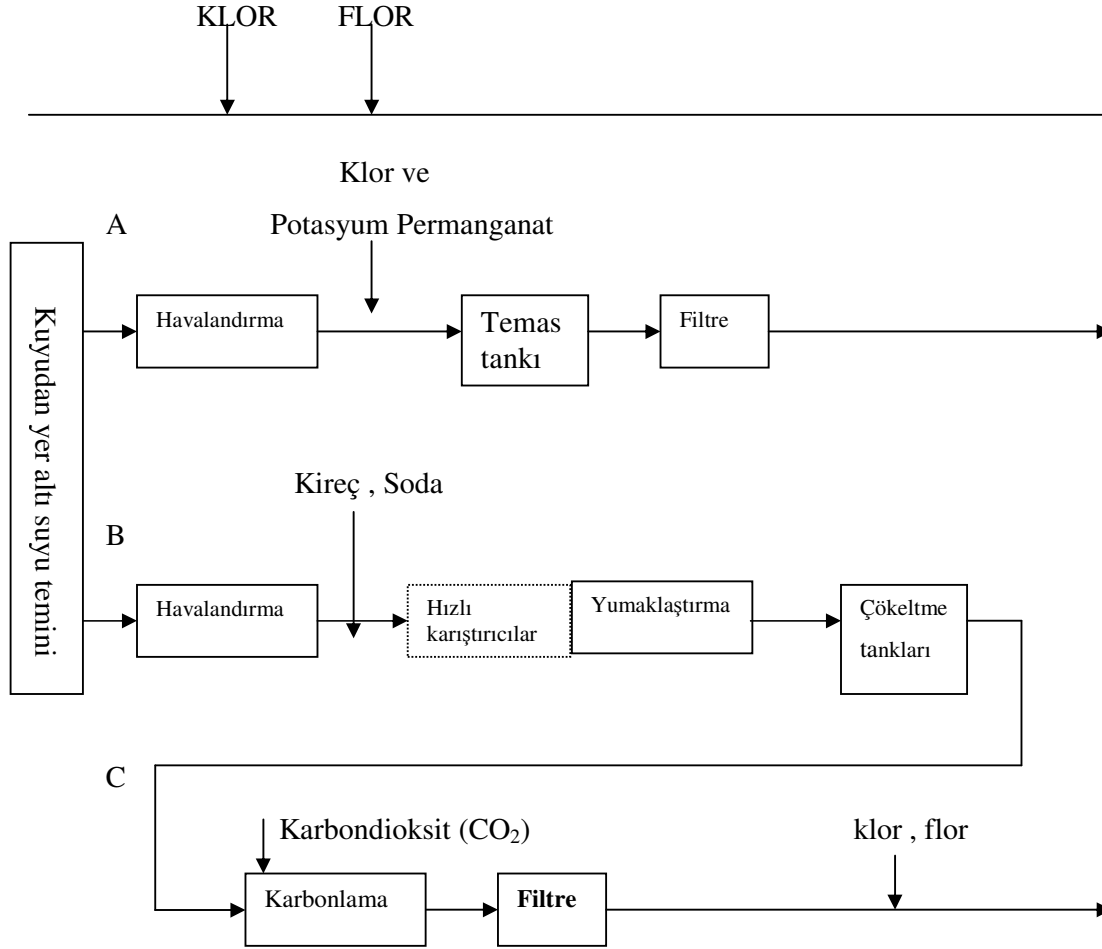
Nehir sularının tasfiyesi daha zordur. Tasfiye için uygulanacak işlemler her gün değişen su kalitesine uygun bir esnekliğe sahip olmalıdır Kimyasal tasfiyeden önce silt ve çökebilen organik maddeleri azaltmak için bir ön çökeltme tatbik edilmelidir. Nehir sularını tasfiye eden tesisler işletme esnekliği sağlamak maksadıyla genelde iki kademeli bir kimyasal tasfiye işlemi uygulanır. Bu iki kademe birbirine bağlanabileceği gibi ayrı ayrı kademeler olarak ta dizayn edilebilir. Bunlardan birinci kademe suyun yumuşatılması, ikincisinde koagülasyon olmak üzere tertiplenebilir. Şekil 3.5'te nehir sularına ait akım şeması verilmiştir(Cox,1987).



Şekil 2.5. Nehir Suları İçin Akım Şemaları (Hammer,1986).

Biriktirme süresi 10-20 gün olarak alınır. Amaç iri tanelerin çökmesi ve debinin dengelenmesidir. Biriktirme haznesi yerine kum tutucu yapısı yapılarak ta çökeltme sağlanabilir. Kuyu suları genel olarak serin ve temiz sular olup uygulanacak tasfiye işlemleri, erimiş gaz ve istenmeyen mineral maddelerin uzaklaştırılmasından ibarettir. En basit tasfiye işlemi, dezenfeksiyon( klorlama) ve florlamadır. Derin kuyulardan gelen sular, bakteriyel kirlenmeden korunmuş iseler bile bu sularında klorlanması gerekir. Yüzeysel sular tarafından beslenen sığ kuyu suları ise hem dezenfeksiyon hem de şebekedeki kirlenmeye karşı klorlanılır. Demirli ve manganezli kuyu suları, hava ile temas ettiği zaman oksitlenerek, suya renk veren pas parçacıkları meydana getirir. Demir ve manganlı sular, klor ve potasyum permanganatla oksitlenerek ve meydana gelen parçacıklar filtrasyonla sudan ayrılarak tasfiye edilir. Suyu sertlik veren maddeler ise yumuşatma metodu ile giderilebilir. Bunun için suya kireç ve soda karıştırılarak meydana gelen çökeltiler uzaklaştırılır. Filtrasyondan önce suyu stabil

hale getirmek için karbondioksit uygulanır. Yer altı sularına bundan dolayı uygulanacak ilk işlem havalandırarak çözülmüş gazları uzaklaştırmak ve suya havadan oksijen ilave etmektir.Şekil 2.6'te kuyu sularının arıtma akım şeması verilmiştir (Hammer,1986;Cox,1987).



**Şekil 2.6.** Yer altı Suları İçin Akım Şemaları (Hammer,1986).

- A- Bu kısımda yer altı suyunun florlanması ve dezenfeksiyonu sağlanılmıştır.
- B- Demir ve manganın uzaklaştırılması sağlanılmıştır.
- C- Tek kademeli yumuşatma gibi arıtma teknikleri uygulanmıştır.

### 3. DİYARBAKIR KENTİNİN TANITILMASI

#### 3.1. Doğal Coğrafya



Şekil 3.1. Diyarbakir İlinin Yeri

Diyarbakir ilinin büyük bölümü Dicle havzasında yer alır. İlin batısındaki Çüngüş ve Çermik ilçeleri ise Fırat havzasındadır. Arabistan-Suriye kıta çekirdeğinin kuzey kesimi, Yukarı Mezopotamya'nın Diyarbakir havzasını oluşturur.

Bu çekirdeği, kristalin kayalardan bir yapı gösteren sağlam bir platformdur. Prekambrien, temel arazi olduğu için kıvrılmamıştır. Fakat yer yer kırılmıştır. Daha sonraki Jeolojik çağlar boyunca deniz ilerlemesi boyunca sular altında kalmış, tortulanma alanı durumunu kazanmış ve deniz istilasından sonra bu tabakalar tortul alanları meydana getirmişlerdir. Tektonik hareketler sonucu yatay duruşlu tabakalar, yer yer eğilip bükülmüşler ve kıvrımlı özellikler kazanmışlardır. Diyarbakir ili Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer almakta olup 15354 km<sup>2</sup> alana yayılmıştır. İlin deniz seviyesine göre yüksekliği ortalama olarak 650 m'dir. İl merkezi 37° 55' kuzey enlemi ve 40° 15' doğu boylamında yer alır. (DİSKİ,2006)

Diyarbakir ili ulaşım açısından Doğu Anadolu Elazığ ve Bingöl üzerinden gelip Mardin üzerinden sınır kapısına bağlayan iki yolun kavşak noktasında yer almaktadır. Ayrıca Siirt ,Batman,Adıyaman ve Şanlıurfa illeri ile de bağlantıları bulunmaktadır. Malatya'dan Elazığ yönüne uzanan demiryolu Hankendin'de ikiye ayrılır. Bir yol Muş ve Tatvan doğrultusunda diğeri ise Diyarbakir üzerinden Kurtalan'a devam eder. İl merkezinin Ankara ve İstanbul ile hava yolu bağlantısı vardır. Kentin en yüksek dağı olan Karacadağ'ın en yüksek doruğu 1957 m. yükseklik gösteren Kollubaba tepesidir. Çevresine göre daha çok kar alan bu yüksek alan, bazı akarsularında kaynak ve beslenme yeridir. Örneğin, Dicle'ye ulaşan Devegeçidi Suyu, kaynağını Karacadağ'dan alır. Güneydoğu Torosların bir kesimini oluşturan Maden dağları 2230 m.lik doruklara sahiptir. Bunların doğuya doğru uzantılarına İnceburun dağları adı

verilir. Lice-Kulp çizgisinin kuzeyindeki dağların dorukları 2900 m.'yi geçer (Ömer tepesi, Tosun tepesi). Muş'un güneyindeki dağların birçok yeri sarp ve yalçıdır. Lice-Hazro-Silvan arasında da dağlık alanlar dikkati çeker. Burada Yumru dağı belirgin bir yükselti olarak görülür (DİSKİ,2006).

İlin güney kesiminde Mardin eşiği-basamağının kuzey etekleri yer almaktadır. Bu yöre vadilerle yarılmış olmakla birlikte düz alanların geniş yer tuttuğu hafif dalgalı, tepelik bir kesimdir. Böylece Diyarbakır ilinin ana yer şekil özellikleri ortaya çıkmaktadır. Burası, çevrede dağların ve tepelik alanların yer tuttuğu, ortası çukurlaşmış bir tekne özelliği gösterir ve coğrafyada tanımı yapılan " Plato " kavramına uyar.

Diyarbakır şehrinin kurulduğu zemin Tersiyer dönemine ait kara renkli, çatlak bazaltlardan oluşmuş bir yapıya sahiptir. Karacadağ'dan akan bu bazalt örtüsünün kalınlığı,

0-40 m. arasında değişir. Bazaltların 300-400 m. kalınlıkta kil kum ve çakıl tortularından oluşmuş bir seri yer alır. Bazaltların üzerinde 0-3 m. arasında değişen kalınlıkta toprak örtüsü vardır. Dicle vadisinde kil, kum, çakıl ve lığlardan oluşmuş genç Kuvaterner alüvyonları yer alır.

Diyarbakır 1. Dereceden tehlikeli deprem kuşağındadır. Şanlıurfa-Fırat-Dicle deprem bölgelerinin etki alanındadır. Şehrin zemini deprem bakımından sağlamdır. Deprem, tarihi eserlere hiç zarar vermemiştir. Bugüne kadar kaydedilen en önemli deprem 1934 yılının Kasım ayının 27'sinde olan 14 yapının hasar gördüğü 100'den çok insanın hayatını kaybettiği yer sarsıntısıdır(DBB,2006).

### **3.2. Kentin Tarihi**

Şehrimiz, M.Ö.14. yüzyıldan günümüze kadar Amidi, Amid, Amida, Augusta, Karaamid, Karakale, Karacakale, Hamid, Karahamid, Diyarbekir ve Diyarbakır isimleri ile anılmıştır.Diyarbakır ismi, yakın zamanlara kadar Diyarbakır merkezinde içinde bulunduğu geniş bir bölgenin adı olmuştur. Bu bölge, bugünkü Diyarbakır merkezinden başka Erbil, Erzen, Cizre, Hani, Silvan, Harran, Hasankeyf, Habur, Ceylanpınar, Rakka, Urfa, Siirt, Sincar, İmadiye, Mardin, Muş, ve Nusaybin gibi pek çok yerleşim birimini kapsamaktadır. Ancak günümüzde Diyarbakır ismi, sadece şehir merkezini ifade etmektedir.

Diyarbakır stratejik konumu itibariyle, kuzeyindeki dağlık arazi ve bu dağlar arasındaki ovalarla, güneyindeki çöl karakterli ovalar arasında bir genişlik teşkil etmektedir. Bu bölge aynı zamanda, uzak bölgeleri denizlere liman şehirlerine bağlayan ana yollar üzerinde bulunmaktadır. Bu yollardan biri, Anadolu ve Suriye'den gelerek Irak'a gitmektedir ki bu yol aynı zamanda Akdeniz sahillerini Basra Körfezine bağlamaktadır. Bu güzergahtan Diyarbakır'dan ikinci bir yol ayrılarak, kuzeydeki dağ settini Devegeçidi ile aşıp, Elazığ ve



Sivas üzerinden Samsun'a iniyordu. Bu suretle Mezopotamya ile Karadeniz sahilleri arasındaki bağlantı Diyarbakır üzerinden kuruluyordu. Yine Diyarbakır'dan ayrılan diğer bir yol ise, Bitlis Van Gölü Havzası üzerinden Azerbaycan ve İran'a bağlanmaktadır. İfade edilen stratejik konumu ve ana yolar üzerinde bulunması, çağlar boyunca Diyarbakır'ın gelişmesinde önemli bir faktör olmuştur(DBB,2005).

Bu özellikleri dolayısıyla Diyarbakır, çok eski çağlardan beri önemli bir yerleşim alanı olmuştur. Bölgede M.Ö.25000-10000 yıllarında ilkel kavimlerin yaşadıkları tahmin edilmektedir. M.Ö. 3000 yıllarından itibaren de medeni kavimlerin yerleştikleri bilinmektedir. Bölgemiz, M.Ö. 1700 yıllarından sonra yazılı tarih dönemine girmiştir.Kaynakların verdikleri bilgilere göre M.Ö 3000 yıllarından günümüze kadar Diyarbakır'dan gelip geçen uygarlıklar, hakimiyet kurmuş devlet ve hanedanlar şu şekilde taspit edilmiştir. Huriler (M.Ö. 3000-1260) , Mitanniler (M.Ö 3000-1260), Asurlular (M.Ö.1260-653), Urartular (M.Ö.1260-653), İskitler (M.Ö. 653-625), Medler (M.Ö.625-550) Persler (M.Ö.550-331), Makedonyalılar(İskender Devri) (M.Ö 331-323), Selökidler(Selevkos Hanedanı)(M.Ö.323-140), Partlar (M.Ö.140-85), Büyük Tigran Devri (M.Ö.85-69), Romalılar (M.Ö.69-M.S.53) Partlar ve Romalılar Dönemi(53-226), Sasaniler ve Romalılar Devri (226- 639), Bizans Devri (395-639), Diyarbakır'ın Müslümanlar tarafından fethi ve üç halife devri(639-750), Emeviler(661-750), Abbasiler(750-869), Şeyhoğulları(869-899), Abbasiler(899-930), Hamdaniler(930-978), Büveyhoğulları(978-984), Marvaniler(984-1085), Büyük Selçuklular(1085-1093), Suriye Selçukluları(1093-1097), Nisanoğulları(1142-1183), Hasankeyf Artuoğulları(1182-1232), Eyubiller(1232-1240), Türkiye Selçukluları(1240-1302), Mardin Selçukluları(1302-1394),Timur Hakimiyeti(1394-1401), Akkoyunlular(1401-1507), Şah İsmail İdaresi(1507-1515), Osmanlı Devri(1515-1923) (DBB,2006).

Bu tablodan da anlaşılabilceği gibi Diyarbakır, uzun bir tarihi geçmişi boyunca ilk çağlardan itibaren bir çok Asya kökenli, Makedonyalılar ve Romalılar gibi Avrupa kökenli ve hatta Azak Denizi civarından hareketle Kafkaslar ve Azerbaycan yolu ile Anadolu, Suriye ve Filistin bölgesine kadar Türk kökenli İskitler gibi hakimiyetler altında yaşamıştır. Daha sonra Romalılar'ın bölgede hakimiyet kurmaları ile Diyarbakır, Romalılar'la özellikle İran kökenli diğer hakimiyetler arasında bir mücadele sahası olarak görülmektedir. Bu arada Roma hakimiyeti esnasında Diyarbakır surlarında önemli ölçüde inşa edilmiştir. Roma hakimiyetinden Bizans'a intikal eden Diyarbakır, bu defa İslamiyet'in ortaya çıkışını takiben Müslüman Araplarla Bizans arasındaki mücadelelere sahne olmuştur. Bu mücadeleler esnasında halife Hz. Ömer zamanında, 699 yılında Diyarbakır, Müslümanlar tarafından feth edilmiştir. Emeviler ve Abbasiler gibi Arap idareleri geçiren Diyarbakır, Emeviler devrinde pek önemli bir gelişme kaydetmemişse de, Abbasiler devrinde eksiklerini tamamlayarak ,

İslam aleminin bölgedeki önemli şehirlerinden biri haline gelmiştir. Diyarbakır ve çevresi, Türk idaresinde daha da önem kazanmış ve geliştirilmiştir. Özellikle idari merkezi olan şehirler çok iyi imar edilmiş ve kültürel açıdan da ilerlemişlerdir. Başta Diyarbakır ve Silvan olmak üzere diğer şehirler; Bizans hakimiyetinden çıkarılarak “Darül- İslam” (İslam Ülkesi) haline getirilmeye çalışılan Anadolu’nun İslam medeniyetine intibak ettirilmesi hususunda önemli rol oynamıştır. Büyük Selçuklu hakimiyetinin sona ermesinin ardından İnanoğulları , Nisanoğulları, Artuklular, Eyyübililer, gibi mahalli hakimiyetler ve Türkiye Selçukluları, Timur dönemi, Akkoyunlular ve Şah İsmail idaresindeki İran egemenliğinden sonra Diyarbakır, 15 Eylül 1515 tarihinde Yavuz Sultan Selim devrinde Bıyıklı Mehmet Paşa tarafından fethedilerek Osmanlı birliğine katılmıştır. Fethi müteakip, eyalet merkezi haline getirilen Diyarbakır’a ilk beyler bey’i olarak Bıyıklı Mehmet Paşa tayin edilmiştir (DİSKİ,2006).

Diyarbakır Osmanlı devrinde en önemli ve geniş eyaletlerden biri olmuştur. Doğu istikametine hareket eden orduların önemli ikmal merkezi haline gelen Diyarbakır, aynı zamanda diğer eyaletlere nazaran en çok asker yetiştiren bir eyalet olmuştur. Bunların özellikle 16.yy. boyunca Diyarbakır’da büyük kalkınma ve imar faaliyetleri gerçekleştirildiği gibi, bu yüzyılda şehrimiz önemli bir ticaret ve sanat merkezi haline gelmiştir . Daha sonraki yüzyıllarda da öneminden pek fazla birşey kaybetmeyen Diyarbakır, Osmanlı Devletinin yıkılışına kadar bu konumu korumuştur.

### 3.3. Genel İklim Özellikleri

Kuzey Mezopotamya karasal kontinental iklimine “Sübtropik yayla iklimi”de diyebiliriz. İlin ikliminde karasal özellikler, Akdeniz Bölgesine özgü değerler ağır basar. Örneğin sıcak ve kurak bir yaz mevsimi, Doğu Anadolu’daki kadar sert ve soğuk geçmeyen bir kış mevsimi Diyarbakır Havzası ikliminin “kısmen bozulmuş, karasal özellikleri biraz değişmiş bir Akdeniz İklimi “ değerlendirmesini yapmamızı sağlar. Yağış, atmosfer basıncı, rüzgar, hız ve yönleri, sıcaklıklar, buharlaşma ve genel hava şartları ölçümleri yapan ana meteoroloji istasyonları Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü (DMİ) tarafından işletilmektedir. Diyarbakır Meteoroloji istasyonu 1930 yılından bu yana en uzun gözlem değerine sahip ve iklim verileri bakımından ana kaynak teşkil eden bir istasyon durumundadır(DMİ,1995).

Güneydoğu Toros Dağları bir duvar gibi kuzeydoğu rüzgarlarını keserek yukarı Mezopotamya’ya geçmesini önler. Soğuk ve serin hava kütlelerinin Diyarbakır havzasını geçmemesi nedeni ile kış mevsimi Doğu Anadolu yüksek yaylalarında olduğu gibi soğuk geçmez. Sıcaklığın -24° C olduğu görülmüştür. Fakat ortalama düşük sıcaklık 8.7 °C dir.

Kış mevsiminden yazı geçiş birdenbire olur. İlkbahar belirsizdir ve sıcaklar birden artar. Ortalama 4 ay insanlar bunalır. Özellikle temmuz ve ağustos ayları çok sıcaktır. Termometrenin 46 °C yi gösterdiği olur. Fakat ortalama yüksek sıcaklık 22.5 °C dir.

Açık günler bakımından da Diyarbakır yüksek değerler sunar. Ağustos ayında açık gün sayısı 25'i geçer. Mart ayında ise 5'tir. Diyarbakır'da ortalama olarak yılın 154 günü bulutlu geçer. Göküzünün kapalı olduğu gün sayısı ise 68 gün olarak belirlenmiştir (Gürgen,2002).

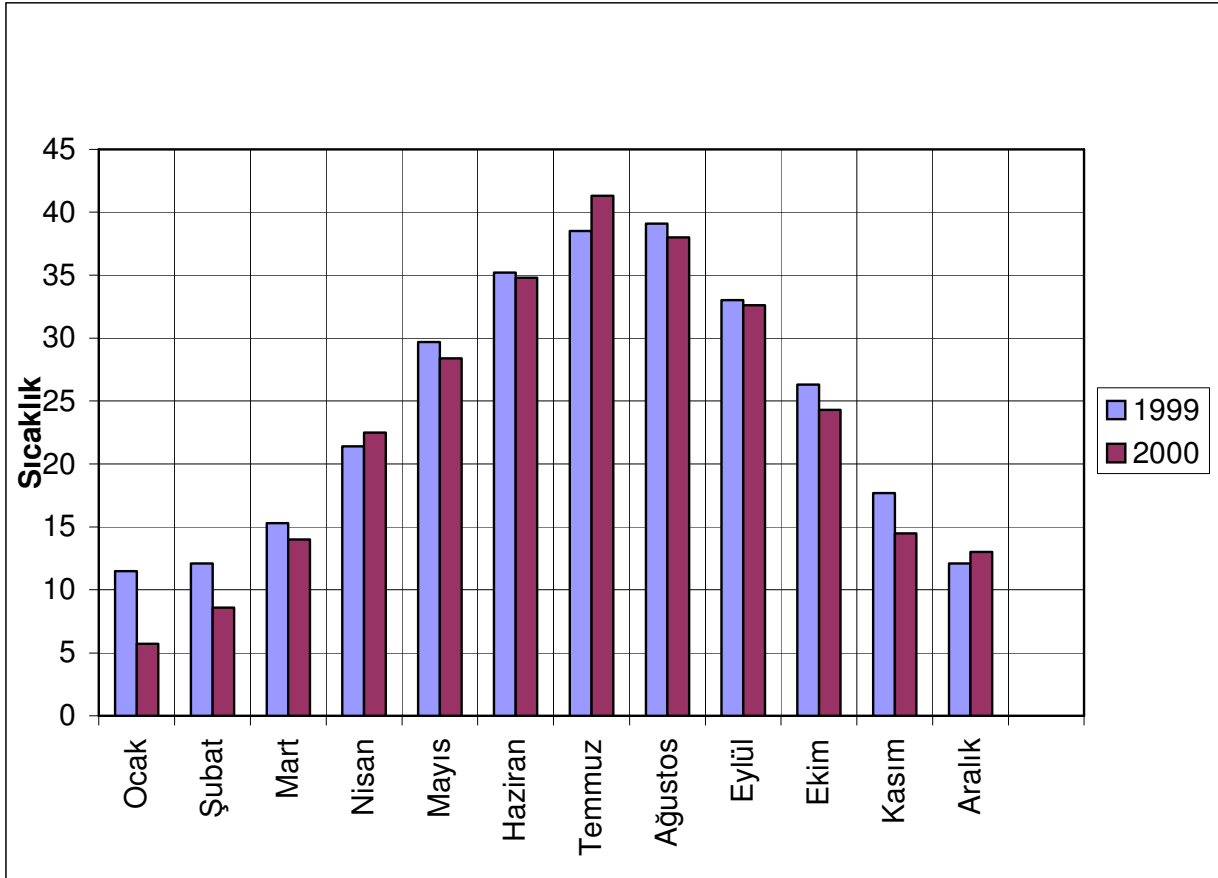
Diyarbakır havzasında, Mayıs ayında başlayan kuraklık, Ekim ve Kasım aylarına kadar sürer. Diyarbakır DMİ 'nin uzun yıllara dayanan verilerine göre, ortalama yıllık sıcaklık 15.9°C 'dir. En düşük sıcaklık ise -24.2°C olarak 1993 yılının ocak ayında tespit edilmiştir. En sıcak ay temmuz ve en soğuk ay ise ocak ayı olarak belirlenmiştir. Ortalama sıcaklıklar ocak ayında 2.0°C temmuz ayında ise 31°C olmuştur(DİE,1998).

Aşağıda DMİ'nin 1930-1996 yılları arasındaki gözlem değerlerine göre aylık ortalama sıcaklıklarla , maksimum ve minimum sıcaklıklar ve ortalama donlu günler karşılaştırmalı olarak verilmiştir (DMİ,1995).

**Tablo 3.1.** Diyarbakır'da Sıcaklıklar ve Ortalama Donlu Günler Sayısı(DMİ,1995).

Aylar	Ortalama Sıcaklık(°C)	Maksimum Sıcaklık(°C)	Minimum Sıcaklık(°C)	Ortalama Donlu Günler Sayısı
Ocak	2.0	16.9	-24.2	17.6
Şubat	3.9	21.3	-19.7	13.9
Mart	8.2	26.0	-12.7	10.2
Nisan	13.9	33.0	-6.1	--
Mayıs	19.3	39.8	0.8	--
Haziran	25.9	41.8	3.5	--
Temmuz	31.0	46.2	9.1	--
Ağustos	30.3	45.9	8.4	--
Eylül	24.9	42.0	4.0	--
Ekim	17.1	35.7	-8.0	2.0
Kasım	9.7	28.4	-12.8	4.7
Aralık	4.3	23.1	-17.9	13.7
Yıllık	15.9	46.2	-24.2	Toplam:64.4

Şekil 3.2'de Diyarbakır iline ait 1999-2000 yılı aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin karşılaştırılmalı olarak grafiği çizilmiştir. En yüksek değerlerin temmuz aylarında ve en düşük değerlerin ise ocak aylarında tespit edildiği gözlenmektedir.



Şekil 3.2. Diyarbakır İli Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık(DMİ,1995).

Diyarbakır havzası çanak şeklindedir. Yağmur şeklindeki yağışlar kışın ve ilkbaharda düşmektedir. Diyarbakır ve çevresi, Akdeniz ikliminden etkilenerek kış yağmurlarının etkisi altındadır. Diyarbakır'da yıllık yağış ortalaması 496 mm'dir. Diyarbakır havzasında yaz ve sonbahar ayları yağışsız geçer. Çünkü bu mevsimlerde bölge tropikal-kırsal kütlelerin egemenliğine girmiş olur.

Diyarbakır bölgesinde kış aylarında kar yağışı olağandır. Yılda ortalama 7 gün kar yağışlı geçmektedir. Yağmur olarak başlayan yağışın kara dönüşme ihtimali de vardır. Genelde kar kasım ayında yağmaya başlar. Diyarbakır'da karla örtülü günler ortalama 13'tür (DMİ,1995).

Diyarbakır'da nisbi nem ortalaması %53'tür. Yaz mevsimi çok sıcak olduğu halde nem azlığı havayı bunaltıcı olmaktan çıkartır. Diyarbakır'ın 45°C'lik sıcaklığına dayanılır. Çünkü aşırı nem yoktur. Hava kurudur. Fakat GAP projesi kapsamında yapılan sulama kanalları ve yapay göletler nemi hissedilir şekilde arttırmış ve sıcaklık bunaltıcı olamaya başlamıştır.

**Tablo 3.2.** Diyarbakır'da Yağışlar , Ortalama Yağışlı ve Karla Örtülü Günler(DMİ,1995).

Aylar	Ortalama Yağış (mm)	Maksimum Yağış (mm)	Ortalama Yağışlı Gün (mm)	Ortalama Karla Örtülü Gün
Ocak	74,7	20,1	13,4	5,8
Şubat	67,4	21,9	11,6	4,2
Mart	67,6	19,6	12,3	0,7
Nisan	72,7	22,2	11,5	--
Mayıs	41,8	13,5	8,8	--
Haziran	7,4	4,4	2,8	--
Temmuz	1,3	1,2	0,9	--
Ağustos	1,1	1,0	0,7	--
Eylül	3,4	2,7	1,4	--
Ekim	31,2	13,6	5,9	--
Kasım	55,1	19,0	8,8	0,1
Aralık	73,0	21,7	12,3	1,9
Yıllık	496,7	22,2	90,4	Toplam:12,8

Diyarbakır kentinin güney kesiminde buharlaşma miktarı, sıcaklık ve havanın nem durumu dolayısıyla, kuzey kesimine kıyasla daha fazladır. DMİ istasyonunun uzun süredir gözlemlerine göre yıllık toplam buharlaşma miktarı 2016.8 mm iken, biraz kuzeyde Devegeçidi DSİ gözlem istasyonunda yıllık toplam buharlaşma miktarı 1841.8 mm dir.

Tablo 3.3'te 1999 yılı aylık ortalama buharlaşma değerleri ölçümler sonucu bulunmuştur. Bu değerler DMİ istasyonu ile DSİ gözlem istasyonlarının karşılaştırılması sonucu olarak ortaya çıkmıştır (DMİ, 1995).

**Tablo 3.3.** Diyarbakır'da Aylık Ortalama Buharlaşma Değerleri(DMİ,1995).

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık toplam
Buharlaşma(mm)	9,9	15,4	65,8	129	193,3	305	397,1	384,6	268,6	156,5	62,8	28,8	2016,8

Ortalama aylık rüzgar hızı saniyede 2,6 m.sn'dir. Rüzgarın en süratli estiği aylar temmuz ve ağustos olarak belirlenmiştir. Fakat şubat ayında esen güney rüzgarlarının sürati saniyede 33,8 m'yi bulmuştur.

Diyarbakır'da egemen rüzgar kuzeybatı(karayel)yönlüdür. Yaz mevsiminde, bölgenin bozkır bitkileri kurduğundan ve nadasa bırakılmış tarlalarda yüzey kuru olduğundan ,esen rüzgarlar bol miktarda toz taşırlar. Rüzgarın tozunu süzecek süzgeç görevi yapacak ormanlar bulunmadığından Diyarbakır ve diğer yerleşim birimlerinin havası saydam ve duru değildir.

Yıllık ortalama aktüel basınç değeri 936 milibardır. Kış aylarında basınç değerlerinde bir artma; İlkbahar ve yaz mevsiminde ise düşme görülür. Bunun açıklamasını şöyle yapabiliriz; Kışın karalar denizlere oranla daha soğuktur ve serttir, yazın ise fazla sıcaktır (DMİ,1995).

### 3.4. Sosyal ve Ekonomik Yapı

Diyarbakır kenti nüfus bakımından bölgenin ikinci Türkiye'nin 11. yerleşim alanıdır.1990 yılı genel nüfus sayımına göre kentin nüfusu 381144'tür.İl nüfus yoğunluğu 71 ve kent merkezi nüfus yoğunluğu ise 201 olup Türkiye ortalamasının üstündedir.1990 yılı verilerine göre nüfus artış hızı, Türkiye ortalaması için %2,17 iken Diyarbakır ili için %3.7 ve kent merkezi için ise %4,4 olmuştur. Özellikle 1990 yılından sonra köyden kent merkezine olan göçler kent nüfusunun önemli derecede artmasına neden olmuştur. Kentin 1995 yılı nüfusu 495.000 kişi olarak belirlenmiştir. Fakat buna rağmen Büyükşehir Belediyesi ve İller Bankası yetkililerince ifade edildiğine göre son zamanlarda kırsal kesimden kaynaklanan aşırı göç olayı nedeniyle kent nüfusunun anormal şekilde arttığı belirtilmiştir.2001 yılı nüfus sayımında ise kesin sonuçlar belirtilmeksizin nüfusun 1100000'i aştığı belirtilmiştir. Bu rakam Büyükşehir Belediyesi ve Türk Mühendis ve Mimarlar Odaları Birliğince yaptırılan anketler sonucu doğruya yakın olduğu tespit edilmiştir (DİE,1998)

Kentin ekonomisi genelde tarıma ve kısmen de hayvancılığa dayanmaktadır .İş gücü sektörlerine göre yaklaşık olarak %76'sı tarıma, %8'i sanayi sektörüne ve %16'sı da hizmetler kısmına ayrılmıştır. Diyarbakır ilinde tarım arazisi alanı 714100 hektardır. Bu alanın 40150 hektarı sulanabilmektedir. Nüfusun % 60'lık bölümü tarımla işgal etmekte olup, çiftçi aile sayısı 60000 üzerindedir. Özellikle bağcılık, kavun ve karpuz üretiminde önde gelen illerimizden biridir. Bağcılık özellikle Ergani ilçesinde gelişmiş olup kavun, karpuz genellikle Dicle vadisinde yetiştirilmektedir. Güney Doğu Anadolu (GAP) projesinin tam anlamıyla faaliyete geçmesiyle tarımda büyük gelişme olması beklenmektedir. Geçmiş M.Ö. 7000 yıllarına dayanan ve tarihin her devrinde, büyük medeniyetlerin ve ekonomik hareketlerin merkezi olarak tanınan Diyarbakır'ın turizm potansiyelini değerlendirdiğimiz zaman “ Kültür

Turizmi” nin ağır bastığını görüyoruz. Özellikle son yıllarda yöremizde yapılan kazılarda ortaya çıkan yeni yerleşim bölgeleri, ilerisi için bu olgunun daha da gelişeceğini ve kültür alanında yoğunlaşacağını ortaya çıkarmıştır (DİSKİ,1996;GAP,1990a).

Turizm açısından ilimiz pek çok yerli ve yabancı turistin uğrak yeridir. Anadolu’da neolitik dönemden kalma ilk yer olan Ergani’nin Çayönü Tepesi kazıları Diyarbakır tarihine ışık tutmuş, göçebe yaşamdan toprağa ilk yerleşim, yani yönetim sürecinin ilk başladığı yer burası olmuş ve Diyarbakır tarihini M.Ö. 7500 yıllarına götürmüştür .Dünyada Çin Seddinden sonra ayakta kalan en uzun surlar ilimize turizm açısından ayrı bir önem kazandırmaktadır.

Yüzyıllar boyunca 26 medeniyete beşiklik etmiş olan Diyarbakır ‘da her devrin ayrı bir izini görmek mümkündür. M.Ö. 3000 yıllarında Hurri’ler döneminden başlayarak Osmanlılar’a kadar uzanan yoğun bir tarihi olan Diyarbakır’da turizm açısından ebedileştirilmiş ve güzelleştirilmiş yüzlerce yapı bir çok yabancı turisttin büyük ilgisini çekmektedir. İl dahilindeki tarihi önemi olan yerler; camiler, medreseler, hanlar, türbeler, kaleler, sarnıçlar, köprüler ve benzeri kalıntı ve harabeler bunun birer tanığı olarak her yerde karşımıza çıkmaktadır. Selçuklu ve Artuklu dönemlerinden kalan han, hamam, kervansaray ve özellikle köprüler ilimizin turistik zenginlikleri arasındadır. Belirli bir mimari üslubun ürünü olan çok sayıdaki tarihi eserleri Akkoyunlular’dan kalan Dört Ayaklı Minare, Anadolu’nun en eski camisi olan Ulu Cami, Anadolu’nun ilk Üniversitesi olan Mesudiye Medresesi turizm açısından ilimize bir önem kazandırmaktadır. İlin turizm sektörü açısından bölgedeki gelişimini inceleyecek olursak, turizm sektöründe gerek GAP Projesi ana hedefleri arasında yer alan ekonomide faaliyetlerin çeşidinin artırılması, bu doğrultuda diğer sektörlerin dolaylı etkileri, gerekse merkezi otoritenin ülke genelinde turizmin geliştirilmesi yönünde politika ve uygulamaların doğrudan etkileri ile olumlu bir gelişim görülecektir. Bölgenin çok zengin folklorik özellikleri, bölgeye has el sanatlarının varlığı, turizm potansiyeli oluşturan bir başka değerdir. Ayrıca Diyarbakır’ın en önemli sanatlarından birisi kuşkusuz kuyumculuktur. Hala eski tip törelerini sürdüren ailelerden işlenmiş ayna, gülabdan, nalin ve ziynet takılarını korumak için “Pestahtah” adı verilen gümüş işlemeli sandıklar bulunmaktadır. Kuyumculuğun yanında bakır işletmeciliği babadan oğula yıllardır geçmiş ve bu özelliğinde korunmasına dikkat edinilmiştir (DİSKİ,1996).

Akkoyunlu Devleti'nin çöküşü üzerine Diyarbakır ve çevresi 1507'den itibaren Şah İsmail'in idaresine geçmişti. Halk bu idareden memnun değildi. Yavuz Sultan Selim ile Şah İsmail arasında yapılan Çaldıran Savaşı'na Diyarbakır Valisi Ustaclu Muhammed Han'da katılmıştı. Bu savaşta Şah kuvvetleri büyük bir hezimete uğramış, Ustaclu Muhammed Han da ölmüştü. Bunu fırsat bilen Diyarbakır halkı ayaklandı. Şah'a bağlı olanlar dışarı atıldı.

Diyarbakır ve çevresinin Osmanlı Birliğine katılması ve bununda gerçekleştirilmesi için de büyük ilim ve devlet adamı Bitlisli İdris'in aracılığına başvurulması kararlaştırıldı. 10 Eylül 1515'te Pazartesi günü Osmanlı ordusu şehre girdi. Kale burçları Osmanlı bayrakları ile süslenerek , kale kapıları açılıp halk büyük bir sevinç ve törenle orduyu karşılamıştı. Böylece Diyarbakır ve çevresi Osmanlı Birliğine kendi arzu ve isteğiyle katılmış oldu. I.Dünya Savaşı'nın bütün yurdu saran perişanlığı arasında bu güzel gelenekte unutuldu. Diyarbakır'ı tekrar tanıtmak için, şehrin ticaret ve ekonomik hayatına bir canlılık kazandırmak ve bilhassa iç turizm yönünden büyük faydalar sağlamak için bu tarihi geleneği yeniden yaşatmak amacıyla her yılın 23 Eylül'ünde başlayıp bir hafta sürecek olan Karpuz Festivali düzenlemeye karar verilmiştir. Karpuz Festivali ilk olarak 1966 yılı 23 Eylül'ünde yapılmıştır. Bu festival Diyarbakır halkını azda olsa kültürel yönden temsil etmektedir.

Diyarbakır'da yüksek öğrenimin temelini Eğitim oluşturmaktadır. Diyarbakır Eğitim Enstitüsü, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı olarak 1962-1963 öğrenim yılında öğretime başlamıştır. Arkasından Tıp Fakültesi 1966 yılında Ankara Üniversitesine bağlı olarak açılmış ve Ankara'da öğretime başlanmıştır. Arkasından Tıp Fakültesinin öğrencileri Ankara'dan Diyarbakır'a gelerek ( 17.1.1969 ) öğrenimlerine eski Şehitlik Semtinde bulunan Hıfzısıhha Müdürlüğü, yani Sağlık Müdürlüğüne bağlı Hekim evinde başlanmıştır (MEB,2006).

1974 yılında Fen Fakültesinin kurulmasıyla Diyarbakır Üniversitesi kurulmuştur. Arkasından Dış Hekimliği Fakültesi (1976) Üniversiteye bağlı olarak Şanlıurfa Ziraat Fakültesi kurulmuştur. 2547 sayılı yasanın çıkmasıyla Diyarbakır Üniversitesinin adı, " Dicle Üniversitesi " olmuştur. Hukuk Fakültesi, Eğitim Fakültesi, Mimarlık- Mühendislik Fakültesi, Siirt Eğitim Fakültesi, İlahiyat Fakültesi, Veterinerlik Fakültesi sırasıyla açılmışlardır. Ayrıca Rektörlüğe bağlı olarak üç enstitü ve 6 Meslek Yüksek Okulu, 6 araştırma merkezi ve 3 vakıf vardır. Diyarbakır tarihi süreç içinde bir eğitim-öğretim merkezi olmuştur. Klasik anlamda yapılan eğitim camilerde yapılırken, bazı merkezlerde medreseler kurulmuştur. Bu medreselerde Üniversite anlamına gelen eğitim-öğretim yapılmaktaydı. Türkiye'de batılı anlamda eğitim-öğretimin başlamasının ardından, Diyarbakır'da da bu bağlamda 6 ilkokul açıldı. Ayrıca 1898' de ilk (bugünkü anlamda ) ortaokul açıldı. Sonraları (1919 ) lise haline geldi. Bu okul 1932 yılında lise olarak (Ziya Gökalp Lisesi ) eğitim-öğretime başladı. Diyarbakır'ın bugünkü projesini çizen ve sur dışına ilk resmi binaları yaptıran Kurt İsmail Paşa 1870 yılında kimsesiz çocuklar için "Islahane " yaptırdı. Bu okul zamanında Endüstri Meslek Lisesi'nin temelini oluşturmuştur. Cumhuriyetin kuruluşu ile ilk, orta, lise ve dengi okul sayıları çoğalma göstererek, eğitim faaliyetleri hızlanmıştır (MEB,2006).



Güneydoğu Anadolu Projesi(GAP)'ın devreye girmesi ile Diyarbakır ili üzerinde önemli bir ekonomik etki oluşturması beklenmektedir. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'ın, bir bölgesel kalkınma planı olup, Fırat ve Dicle nehirleri üzerinde yapımı öngörülen barajlar, hidroelektrik santralleri ve sulama tesislerinin yanı sıra, kentsel ve kırsal altyapı, tarım, ulaştırma, konut, sanayi, eğitim, sağlık, turizm ve diğer sektörleri de kapsayan entegre bir projedir. GAP'ın, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde meydana getireceği değişimlerle birlikte tüm Türkiye'yi etkileyecek çok yönlü bir bölgesel kalkınma projesi niteliğini taşımaktadır.

İnsanların gelir düzeyinin artması ile, tüketim alışkanlıkları da artacak, böylece bölge insanında ekonomik ve kültürel bazda bir değişim yaşanacaktır. Günümüzde Diyarbakır şehri endüstriyel bakımdan diğer illerimize göre geri kalmış durumdadır. İl kalkınmada öncelikli iller arasında gösterilmesine rağmen büyük ölçekli sanayi yatırımları sınırlı ölçüde kalmıştır. İmalat sanayisinde en çok yoğunlaşan sektörler gıda, içki, tütün ve dokumadır. Bunların yanında tuğla-kiremit, bisküvi, çeltik, un ve yem sanayii fabrikaları ile çeşitli atölye ve imalathaneler bulunmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan petrol yataklarının bir kısmı il sınırları içerisinde. Yabancı kuruluşlardan olan Shell Şirketinin faaliyetleri ağırlıktadır. 1980-1985 yılları arasında Türkiye'nin petrol ihtiyacının %56'sı Diyarbakır'da bulunan kuyulardan sağlanmıştır (MEB,2006).

## 4.MATERYAL VE METOT

### 4.1. Materyal

Diyarbakır kenti içme suyunun büyük bir kısmı daha önce açılmış özel kuyular ve diğer içme suyu kaynakları hariç olmak üzere yüzeysel su kaynağı olan Dicle Baraj gölünden temin edilmektedir. Buna göre Dicle Baraj yerindeki su potansiyeli 1924 hm<sup>3</sup>/yıl belirlenmiş ve kentin 2025 yılındaki su ihtiyacı 192.5 hm<sup>3</sup>/yıl olarak tahmin edilmiştir. Bu miktarın 45 hm<sup>3</sup>/yıl miktarı mevcut kaynaklardan, ihtiyaç açığı olarak diğer 147.5 hm<sup>3</sup>/yıl miktarı ise Dicle Baraj gölünden temin edilerek karşılanabileceği belirlenmiştir.

Bu nedenle Diyarbakır kentinin uzun vadeli içme , kullanma ve endüstri suyu ihtiyacının güvenilir su kaynaklarından karşılanması ve Diyarbakır kentinin acil durumda olan su ihtiyacını karşılamak için DSİ tarafından bir dizi çalışmalar yapılmıştır. Suyun Dicle Barajından getirilmesi suyun cazibeli akımı ve pompaj (3 adet pompa istasyonu) yardımıyla içme suyu arıtma tesisine getirilmesi bölgenin topografyasına göre uygun olacağı belirlenmiştir. 32 km isale hattı ile içme suyu arıtma tesisine getirilen su arıtma tesisinden içme suyu depoları ile içme suyu şebekesine verilip dağıtımı yapılmaktadır. İsale hattı boyunca suyun bir kısmı cazibeli olarak, bir kısmı 3 adet pompa istasyonunun yardımıyla iletilmesi sağlanmıştır. Bu pompa istasyonları 3 adet olup 2 adet pompa faal, birisi yedek olarak inşa edilmiştir. 2 adet Ø1600'luk borularla tesise getirilen isale hattı boyunca vantuzlar, tahliye vanaları, denge bacaları ve dengeleme perdeleri de bulunmaktadır.

İçme suyu ihtiyacının Dicle Barajından karşılanabileceği ve Dicle Barajından alınan ham suyla ilgili olarak yapılan analizler ve testlerinin sonuçlarının tasfiye için hiçbir problemin olmadığını ortaya çıkarılmıştır. Dicle Barajından alınan numunelerin sonuçları tasfiye işlemlerinden sonra içme suyu standartlarına uygun olacak kapasiteye getirilmesi konusunda yapılan çalışmalar sonucunda bu ham yüzeysel suyun arıtımı için 255000 m<sup>3</sup>/günlük bir azami kapasite ile çalışan su arıtma tesisi tasarlanmıştır.

DSİ kuruluşu tarafından işletilen ve 1987 yılından itibaren Dicle Baraj aksı gözlem istasyonunda su kalitesi ölçümleri ve Diyarbakır Belediyesi tarafından 2004 yılından itibaren işletmeye açılan Diyarbakır içme suyu arıtma tesisi çıkışında içme suyu kalitesi ölçümleri düzenli olarak yapılmaktadır. Su kalitesi parametreleri ölçüm sonuçları bilgilerine ait veriler, DSİ ve Diyarbakır Belediyesi tarafından yapılan içme suyu kalitesi ölçüm kayıtlarından alınmış ve bu ölçüm değerleri karşılaştırmalı bir şekilde çalışmanın materyali olarak sunulmuştur. Ayrıca Diyarbakır içme suyu arıtma tesisi ile bilgiler ayrıntılı bir şekilde tanıtılmıştır.

## 4.2 Metot

Diyarbakır kenti içme suyunun kalitesinin incelenmesi ve kalite parametreleri ile ilgili toplanan verilerin analiz ve değerlendirilmelerinin yapılabilmesi için içme suyu standartları çalışmanın yöntemi olarak sunulmuştur. Değerlendirme ve karşılaştırma yapılması amacı ile bu standartlarla ilgili ayrıntılı bilgiler ayrıca verilmiştir.

### 4.2.1. Su Kalitesi İle İlgili Standartlar

Çeşitli kullanma amaçları için yüzeysel suların sağlanması gereken şartlar standartlarla tespit edilmiştir. Bu şartların başında çözülmüş oksijen, katı madde ve koliform bakteri sayıları gelir. h ,sıcaklık,renk,tat,koku,toksik(zehirli) maddeler ve radyoaktivite ile ilgili standart değerlerde mevcuttur.

İçme sularının fiziksel,kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri standartlarla tesbit edilir.Çeşitli element ve tuzların müsaade edilen maksimum konsantrasyonları tablolar halinde verilir. İçme suyu kalitesi ve kullanımı hakkında üç önemli teşkilatın Dünya Sağlık Teşkilatı(WHO), Türk Standartları (TS 266) ve ABD Çevre koruma ajansının(EPA) suyun fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve radyoaktif özelliklerine koymuş oldukları standartların karşılaştırılması Tablo 4.1’de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi ABD Çevre koruma ajansının(EPA) standartlarına göre pH değeri 6,5-8,5 olduğu halde Türk Standartlarına (TS 266) göre 6,5-9,2 olmaktadır.Nitrat değeri ABD Çevre koruma ajansının(EPA) göre 25 mg/l, WHO’ya göre 44mg/l, Türk Standartlarına (TS 266) göre 45mg/l’dir. Bu örneklerden de anlaşıldığı gibi standartlar arasında farklılıklar mevcuttur.

Birincil düzenlemeler, inorganik maddeler, mikroplar, uçucu organik kimyasallar, böcek öldürücüler, bitki öldürücüler, PCB’ler, temizleyici kimyasallar, organik maddeler, mikrop öldürücüler, dezenfektan yan ürünleri ve radyonüklitler incelenmiş ve en önemlileri arasında kıyas yapılmıştır. İkincil düzenlemeler, kirletici maddeler arasında insan sağlığı için en önemli olanlar arasında kıyas yapılmıştır

**Tablo.4.1.** Dünya Sağlık Teşkilatı(WHO), Türk Standartları (TS 266) ve ABD Çevre Koruma Teşkilatı (EPA) Standartlarının Karşılaştırılması.

Parametre	Türk Standartları TSE 266	Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO)	ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA)
<b>Birincil Standartlar (Berraklık), Ntu</b>			
Bulanıklık	25,0	5,0	5,0
<b>Birincil Standartlar (Mikrobiyolojik), Ems/100 ml</b>			
Koliform Bakteri	<1	0	<1
<b>Birincil Standartlar (Organik Kimyasallar), mg/1</b>			
Toplam Trihalometanlar	--	460	100
<b>Birincil Standartlar (İnorganik Kimyasallar), mg/1</b>			
Alüminyum	0,2	0,2	1
Arsenik	0,05	0,05	0,05
Baryum	0,3	--	1
Kadmiyum	0,005	0,005	0,01
Krom (Toplam)	0,05	0,05	0,05
Florür	1,5	1,5	0,7-2,4
Kurşun	0,05	0,05	0,05
Cıva	0,001	0,001	0,002
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	50	50	45
Selenyum	0,01	--	0,01
Gümüş	0,01	--	0,05
Antimon	0,01	--	0,006
Berilyum	--	--	0,004
Asbest (10 mikrodan büyük rapcacak)	--	--	7 milyon Lif/l
<b>Birincil Standartlar (Radyolik), Pci/1</b>			
Gross Alfa	--	--	15
Gross Beta	--	--	50
<b>İkincil Standartlar (Estetik). Mg/l</b>			
Klorür	600	250	250
Renk (birim)	20	15	15
Bakır	3	--	1
Deterjanlar	0,2	--	0,5
Demir	0,2	--	0,3
Mangan	0,05	0,5	0,05
Koku Eşik Değeri (birim)	--	zararı hissedilmeyecek	3
PH	6,5-9,2	6,5-8,5	6,5-8,5
Sülfat	250	250	250
Toplam Çözünmüş Madde	1500	1000	500
Çinko	5	--	5
<b>İlave Parametreler, Mg/l</b>			
Kalsiyum	200	--	--
Sertlik (CaCO <sub>3</sub> )	--	500	--
Magnezyum	50	--	--
Potasyum	12	--	--
Sodyum	175	200	--
Bakiye Klor	0,1-0,5	5	--
Amonyum	0,05-0,5	1,5	--

#### 4.2.2. İçme Suyu Standartları

İçme sularının renksiz, berrak olması, hastalık yapıcı organizmaları, zararlı kimyasal maddeleri ihtiva etmemesi ve agresif olmaması gerekmektedir. Sularda bu şartları sağlamak ve suda bulunması istenmeyen maddelerin belirli bir seviyenin altında tutmak için çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) yanında Nisan 1997 tarihli Türk Standartları Enstitüsünün yayınladığı, içme ve kullanma sularına ilişkin olan TS 266 standardı da önemli yer tutmaktadır. Bu standart, içme ve kullanma sularının tarifine, sınıflandırma ve özelliklerine, numune alma, muayene ve deney metotlarına ve tüketime sunulan suların kontrol esaslarını kapsamaktadır.

İçme ve kullanma suları; genel olarak, içme, yemek yapma, temizlik, gıda maddelerinin hazırlanması (gıda maddesi ile doğrudan temas eden) v.b amaçlar için kullanılan, orijinal haliyle veya arıtıldıktan sonra bu standart da belirtilen özellikleri sağlayan, dere ,nehir, göl, baraj v.b suları ile kaynak sularıdır. Kaynak (menba) suları, geçirimli jeolojik teşekküllerde (akifer) toplanan, bir çıkış noktasından sürekli olarak kendiliğinden veya artezyen şeklinde akan, sıcaklık, debi ve özellikleri mevsimlere göre çok az değişim gösteren, yağışlar ve yüzey suları ile taban suyundan büyük ölçüde etkilenmeyen, göze, pınar, kuyu, galeri v.b. yeraltı sularıdır.

Bu standart, şehir şebekeleri, köy çeşmeleri, kuyular, artezyenler, kaynaklar(menba) ,daha genel anlamıyla toplumun istifadesine sunulan hijyenik içme ve kullanma sularını kapsamaktadır. Maden suyu(TS 9130), içme suyu ve kaplıca suyu gibi şifalı suları, sanayide kullanılan suları (gıda maddesi ile doğrudan teması olmayan ), tıbbi amaçla kullanılan suları ve analitik laboratuvarında kullanılan suları(TS ISO 3696) kapsamaz.

**Fiziksel Özellikler:** Su berrak ve tortusuz olmalı, suda çürük, yosun, küf, hidrojen, sülfür, amonyak, bataklık v.b gibi kokular bulunmamalıdır.

**Kimyasal Özellikler:** Suyun fizikokimyasal özellikleri tabloda verilen değerlere uygun olmak zorundadır. Bu özelliklerde dikkat edinilmesi gereken bazı hususlar vardır .Bunlar:

- 1) Kapalı kaplardaki suda pH özelliği aranmaz.
- 2) Sudaki minarel, madde muhtevasının bir göstergesidir. Ohm/cm cinsinden karşılık gelen değer 2500'dür.
- 3)Yaklaşık 200mg/l'nin üzerindeki konsantrasyonda olumsuz tesirler meydana gelebilir.
- 4) GL:Guide level(uyulan seviye) MAC:Maximum Admissible Concentration

Aşağıdaki Tablo 4.2’de TS-266’daki suyun kimyasal özelliklerinin sınıf derecelerine göre karşılaştırılması verilmiştir. Bu değerler belirlenirken yukarıdaki parametrelerde göz önünde tutulmalıdır.

**Tablo 4.2.** Suyun Fizikokimyasal Özellikleri

Özellikler	Sınıf-1		Sınıf-2
	Tavsiye edilen Değer (GL)	Müsaade edilebilecek Maksimum değer (MAC)	Müsaade edilebilecek Maksimum değer (MAC)
Sıcaklık °C	25	25	25
PH	6.5<pH<8.5	6.5<pH<9.2	6.5<pH<8.5
Renk mg/l Pt skalası	1	20	1
Bulanıklık	5 birim	25 birim	5 birim
İletkenlik 20°C’de,µS/cm	400	2000	650
Klorürler mg Cl/l	25	600	30
Serbest Klorür (Cl <sub>2</sub> ),mg/l	0.1	0.5	----
Sülfatlar mg SO <sub>4</sub> /l	25	250	25
Kalsiyüm mg Ca/l	100	200	100
Magnezyum mg Mg/l	30	50	30
Sodyum mg Na/l	20	175	20
Potasyum mg K/l	10	12	12
Alüminyum mg Al/l	0,05	0,2	0,2
Kurutma kalıntısı mg/l (180 °C’de kurutulduktan sonra)	-----	1500	500

Suda Fazla Miktarda Bulunması İstenmeyen Maddeler:Suyun iç yapısında istenmeyen maddeler bazen suda toksik etki meydana getirebilir. İstenmeyen maddeler Tablo 4.3’te belirtilmiştir. Bu değerler saptanırken bazı kriterlerin göz önünde tutulması şarttır. Bu kriterlerde hemen tablodan sonra verilmiştir (TS 266).

**Tablo 4.3.** Suda Fazla Miktarda Bulunması İstenmeyen Maddeler

Madde	Sınıf-1		Sınıf-2
	Tavsiye Edilen Değer (GL)	Müsaade Edilebilecek Maksimum Değer (MAC)	Müsaade Edilebilecek Maksimum Değer (MAC)
Nitratlar mgNO <sub>3</sub> /l	25	50	25
Nitritler mgNO <sub>2</sub> /l	---	0.1	0.1
Amonyum mgNH <sub>4</sub> /l	0.05	0.5	0.05
Kjeldahl Azotu mgN/l	---	1	1
Permanganat indeksi (Oksijenle yükseltgenebilir) mgO <sub>2</sub> /l	2	5	5
Kloroformla Ekstrakte Edilebilen madde mg/l	0.1	0.5	0.2
Çözünmüş veya Emülsifiye Hidrokarbonlar µg/l	----	10	10
Fenoller µgC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/l	----	0.5	0.5
Bor µgB/l	1000	2000	1000
Yüzey aktif maddeler µg/l	----	200	200
Demir µgFe/l	50	200	50
Bakır µgCu/l	100 veya 3000	3000	100
Çinko µgZn/l	100 veya 5000	5000	100
Fosfor µgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	400	5000	400
Florür µgF/l	----	700	700
Askıda katı madde mg/l	Bulunmamalıdır	1	0.5
Baryum µgBa/l	100	300	100
Gümüş µgAg/l	----	10	10

1) Klor ile reaksiyona girmeyen tabii fenoller hariç.

2) Pompa çıkışında ve/veya arıtma işlemlerinde ve bunların alt kademelerinde bu değer 100µg Cu/l'dir. Su şebekede 12 saat bekletildikten sonra ve tüketiciye ulaştığı noktada bu

değer 3000 µg Cu/l olabilir. 3000 µg Cu/l'den daha büyük konsantrasyonlar, suda hoş olmayan bir tat, renk değişmesi ve korozyon oluşturabilir.

3) Pompa çıkışında ve/veya arıtma işlemlerinde ve bunların alt kademelerinde bu değer 100 µg Zn/l'dir. Su şebekede 12 saat bekletildikten sonra ve tüketiciye ulaştığı noktada bu değer 5000 µg Zn/l olabilir. 5000 µg Zn/l'den daha büyük konsantrasyonlar, suda hoş olmayan bir tat, yanar dönerlik (opalesans) ve kuma benzer birikintiler oluşturabilir.

4) MAC değeri, ilgili coğrafik bölgedeki ortalama sıcaklığa göre değişir.

5) Sistematik olarak su arıtımında kullanılmayan gümüşün bu işlem için kullanılması halinde 80 µg Ag/l'lik MAC değerine izin verilebilir. (Muslu, 1988)

Toksik maddeler: Suyun iç yapısında bulunabilecek toksik maddelerin miktarı hakkında TS-266'daki maksimum ve minimum değerler Tablo 4.4'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Toksik Maddeler

MADDE	SINIF 1		SINIF 2
	Tavsiye edilen değer (GL)	Müsaade edilebilecek maksimum değer (MAC)	Müsaade edilebilecek maksimum değer (MAC)
Arsenik µgAs/l	-----	50	50
Kadmiyum µgCa/l	-----	5	50
Siyanürler µgCN/l	-----	50	50
Krom µgCr/l	-----	50	50
Civa µgHg/l	-----	1	1
Nikel µgNi/l	-----	50	50
Kurşun µgPb/l	-----	50	50
Antimon µgSb/l	-----	10	10
Selenyum µgSe/l	-----	10	10
Pestisitler µg/l	-----	0.1	0.1

**Mikrobiyolojik Özellikler:** Sular patojenik organizmaları ihtiva etmektedir. Ayrıca sularda salmonella, patojenik stafilocok, fekal bakteriofaglar, entero-virüsler bu mikrobiyolojik analizlerde yapılmak zorundadır. Sular parazitler, algler, mikroskopla görülebilecek v.b gibi organizmaları ihtiva etmemelidir. Suların bakteriyolojik özellikleri TS -266'da Tablo 4.5'deki gibi belirlenmiştir.



**Tablo 4.5.** Mikrobiyolojik Özellikler

Özellikler	Sınıf 1			Sınıf 2	
	Tavsiye edilen değer (GL)	Müsaade edilebilecek maksimum değer (MAC)		Müsaade edilebilecek maksimum değer (MAC)	
		Membran süzme metodu	Çoklu tüp metodu	Membran süzme metodu	Çoklu tüp metodu
Toplam koliformlar	-----	0	ÇTM<1	0	ÇTM<1
Fekal koliformlar	-----	0	ÇTM<1	0	ÇTM<1
Fekal streptokok	-----	0	ÇTM<1	0	ÇTM<1
Sülfid indirgeyen klostrida	-----	-----	ÇTM≤1	-----	ÇTM≤1

**Radyoaktiflik Özelliği:** TS-266 'da radyoaktiflik özellikler ile ilgili standartlar aşağıdaki Tablo 4.6'da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Suyun Radyoaktiflik Özelliği

Özellik	Sınıf 1		Sınıf 2
	Tavsiye edilen değer (GL)	Müsaade edilebilecek maksimum değer (MAC)	Müsaade edilebilecek maksimum değer (MAC)
-Alfa Aktivitesi	-----	1(0,037)	1(0,037)
-Beta Aktivitesi	-----	10(0,37)	10(0,37)

## 5. BULGULAR

### 5.1. İçme Suyu Arıtma Tesisinin Tanıtımı Ve Değerlendirme

Diyarbakır kenti içme suyu arıtma tesisinde arıtma işlemleri genel olarak aşağıda belirtilen kısımlardan oluşmaktadır:

- Havalandırma
- Pıhtılaştırma (Koagülasyon)
- Flokülasyon yardımcı ilavesi (Polielektrolit)
- Durultma
- Hızlı gravite kum filtrasyonu
- Klor ile dezenfekte etme
- Son pH ayarlaması
- Depolama

Ayrıca aktif karbon dozlama ve potasyum permanganat teçhizatları da inşa edilmiştir. Su arıtma tesisi, bir ana su hattını, kimyasal tesisleri, atık atma ünitelerini ve yardımcı sistemleri içermektedir.

#### ANA SU AKIMI :

- Giriş kontrol vanasını, bir adet izolasyon vanasını, denge tankını ve by-passlı bir kaskat havalandırıcıyı içeren giriş sistemi
- İlgili kimyasal karıştırma tankları, 6 adet durultucu yapısı ve durultucu by-passı
- Hızlı graviteli 8 adet filtre yapısı
- Klor temas tankları ve temiz su tankları
- Genel tesiste tüm sistemlerin by-pass yapıları

#### KİMYASAL TESİS:

- Ana pıhtılaştırıcı, polimer, potasyum permanganat ve kostik soda için depolama aktarma, hazırlama ve dozlama tesisleri
- Ek bir binada klor depolama ve dozlama imkanları
- Toz aktif karbon ünitelerinin montajı

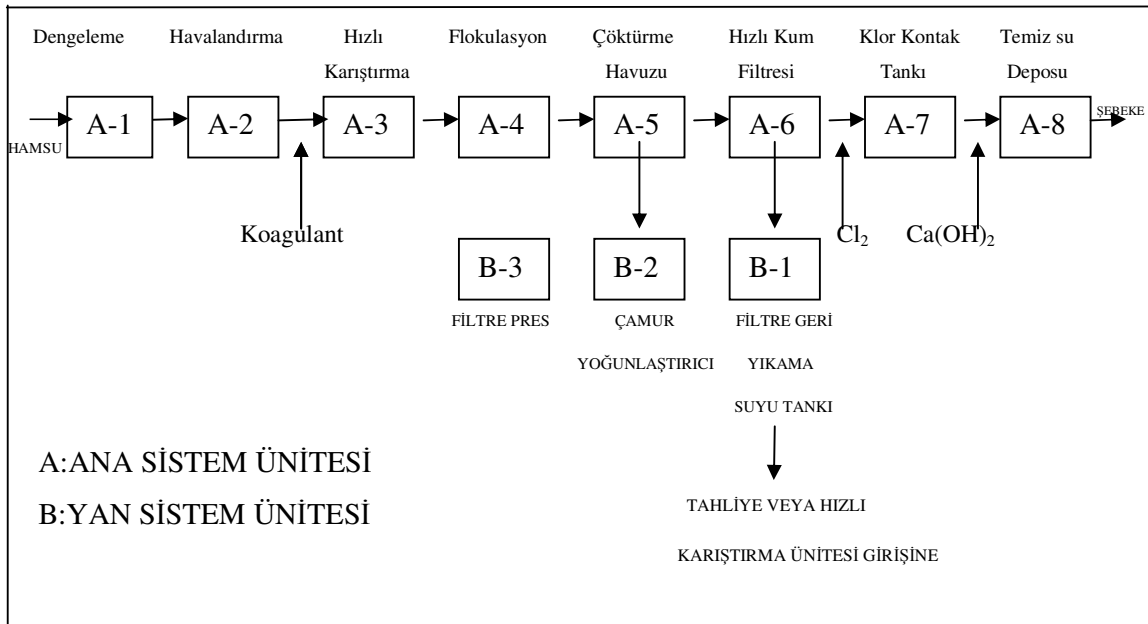
#### ATIK ATMA SİSTEMLERİ:

- Yıkama suyunun tesis girişine kazandırılması
- Durultucudan alınan yoğunlaştırılmış çamurun susuzlaştırılması
- Taşkın atılması ve drenajların gerçekleştirilmesi için sistemlerin inşası
- Kimyasal atıkları nötralizasyonu

## YARDIMCI SİSTEMLER:

- Basıncılı hava üretimi ve dağıtımı
- Servis suyu proses amaçlı dağıtım sistemi
- Örnekleme ve laboratuvar teçhizatları

Bu yapıların tümü tesiste yer almaktadır. Dicle barajından gelen suyun kullanılabilir hale gelmesi için bir takım işlemlerden geçmesi ve gelen suyun kimyasal maddelerin yardımıyla temizlenip insan sağlığına uygun bir hale gelmesi sağlanılmaktadır. Bu işlemlerle ilgili tesis şeması Şekil 5.1' de verilmiştir.



**Şekil 5.1.**Diyarbakir Kenti İçme Suyu Arıtım Tesisi Blok Şeması.

### 5.1.1. Dengeleme ve Havalandırma Üniteleri

Giriş yapısı Dicle barajından gelen ham suyu debisi kontrollü bir şekilde 1600 mm'lik ana hatla alınır. Debi kontrolü 1200 mm çapında 1,5 m<sup>3</sup>/s'lik bir debide kaybı 19-35,5 m su sütunu, 3 m<sup>3</sup>/s'lik debide kaybı 0-16 m su sütunu olan ve elektrikle çalışan bir vana aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu vana baraj seviyesindeki değişiklikleri ve çalışan pompaların sayısını göz önüne alarak dizayn edilmiştir. Suyun ilk giriş yeri olan dengeleme tankı yüzey alanı 30 m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Bu bölmede taşmaya meydan vermeden giren su miktarında %10 kadar olabilecek ani değişiklikler kontrol altında tutulur. Dengeleme tankı iki kademe olarak tasarlanmış olup, ilk etapta ilk göz aktif halde çalışır durumdadır. Eğer ilerde şehrin ihtiyacı artarsa ikinci dengeleme gözünün aktif hale geçmesi sağlanacaktır. Şu aşamada

yalnızca birinci etabın ekipmanları monte edilmiştir. Bu dengeleme tankı, her bir kompartımanı her bir faz için ayrılan iki kompartımanlı bir havalandırma kaskadını besler. Her kaskad toplam 2m'lik bir su kaybı için 4 kademeyi kapsamaktadır. Havalandırma kaskadında; Giren toplam akım 259.200 m<sup>3</sup>/gün veya 11160 m<sup>3</sup>/saat, oksijen içeriğinin artışı çözülmemiş oksijen noksanlığının %60'ı, toplam kayıp 2 m, her göz için savakların toplam uzunluğu 27.2 m olmaktadır.

Havalandırma ve dengeleme yapısı, sistemde suyun ilk olarak uğradığı yerdir. Burada suyun savaklanarak havalandırılması ve dengelenmesi sağlanır. Dengeleme tankından çıkan su havalandırma yapısında oksijen oranı olarak azda olsa doyurulmaya çalışılır ve suyun ilk kimyasal madde ile yani klor ile karıştırılması bu yapıda gerçekleşir. Ekte Resim-1 ve Resim-11'de dengeleme ve havalandırma yapısı verilmiştir. Havalandırma kaskadının ilk kademe bölgesi iki adet izolasyon penstoğu (Elektronik kapak yapısı) ve iki adet by-pass penstoğu ile donatılır, arıtmanın by-pass yapısı dengeleme tankından başlar ve elle çalıştırılan bir kayar kapak ile yalıtılır. Dengeleme tankından çıkan su havalandırma yapısında oksijen oranı olarak azda olsa doyurularak, suyun ilk kimyasal madde ile yani klor ile karıştırılması bu yapıda gerçekleştirilmektedir.

### 5.1.2. Karıştırma ve Dağıtım Yapısı

Kimyasal maddelerin karıştırılması durultma işleminin kabul edilebilir bir verime ulaşması için şarttır. Su durultuculara girmeden önce her biri elektrikli karıştırıcı ile donatılmış birbirini takip eden iki bölme halinde karıştırma hücreleri ve her iki durultucuya giden dağıtım savağı enjeksiyon yerleri göz önüne alınmalıdır.

Her karıştırma noktasında 10 °C'lik sıcaklıkta 250 s<sup>-1</sup>'den az olmayan hız gradyanına karşılık gelen bir enerji vardır. Tesisin işletmeye alınması sırasında kimyasal maddelerin enjekte edileceği en uygun yer tespit edilir. Kimyasal maddeler tesiste:

1) Ana pıhtılaştırıcıların birinci veya ikinci karıştırma hücrelerine enjeksiyonu .Demir klorürün karıştırılabilmesi için yeterli olan nominal kapasitedeki 20 sn'lik tutma zamanına karşılık gelen her karıştırma hücresinin 62 m<sup>2</sup>'lik net bir hacmi olacaktır. Her karıştırma tankında sabit hızda 5,1 kw'lık net enerji verebilen ve 10 °C'lik sıcaklık ta 250 s<sup>-1</sup>'den az olmayan hız gradyanına karşılık gelen bir elektrikli karıştırıcı vardır.

2) Polimerin enjeksiyonu koagülantın enjeksiyonundan sonra gerçekleştirilecektir. Bununla beraber akımı ikiye bölen savakların olduğu kısımda son bir polimer enjeksiyonu yapılabilir. Normal çalışma koşullarında kayıplar 11,8 kw'lık hidrolik güce karşılık gelen 0,4 m'lik bir su düşüşüne tekabül etmektedir.

Bütün durultucular faaliyette iken 4 dakikalık zamana karşılık gelen ilk karıştırma tankı ve dağıtım savağından geçen toplam su miktarı yaklaşık 740 m<sup>3</sup> civarındadır. Resim-2’de görülmekte olan hızlı karıştırma ve dağıtım yapısı görülmektedir. Su durultuculara girmeden önce bu yapıda kimyasal maddelerle karışması ve bol miktarda suyun şişirilmesiyle oksijen miktarının artırılması sağlanmaktadır. Hızlı karıştırıcı yapısı Ekte verilen Resim-12’de görülmektedir.

Her çıkış bölgesi bir durultucuyu beslemek kaydıyla her dağıtım hücresi 6 adet çıkış hücresiyle donatılmıştır. Her çıkış hücresine karşılık gelen durultucuya girişteki suyu izole edebilmek amacıyla bir adet elle çalışan kayar kapak ve her durultucuya giden suyu kontrol etmeye yarayan geniş omuzlu bir savak bulunmaktadır. Karıştırma yapısı tamamen kapalı olarak dizayn edilmiştir. Sistemde aktif karbonun içme suyunun yapısına girmesi ilk olarak bu yapıda gerçekleştirilir.

### **5.1.3. Durultucular**

Karıştırma ve dağıtım yapısından gelen su durultucularda farklı proseslerden geçirelerek filtreler verilmesi ile sistemdeki suyun arıtılmasına devam edilir. Durultucu yapısındaki pulsatörler (lamelli durultucu tipleri) yüzey yüklemesini 5 m<sup>3</sup>/saat/m<sup>2</sup> de tutarak inşaat işlerinin maliyetini azaltan bir yapıya sahiptir. Durultucularda arıtılmış suyun kalitesi çok yüksektir (genellikle 2 NTU’dan daha düşük) ve genellikle çok az miktarda polimer kalıntısı kalmaktadır. Ekte verilen Resim-3’te görülmekte olan durultucu yapısında altı göz ve 3 adet vakum odası bulunmaktadır. Vakum odaları çekilen suyu M kanallarına oradan da durultucu yapısına gönderir. Her bir gözde 5 metre derinliğinde su toplanması sağlanmaktadır. Bu su V kanalı diye adlandırılan yapılardan geçerek ana toplama kanalları olarak bilinen U kanallarına aktırılacak. Su penstock yapılarından geçerek V kanallarından savaklanıp filtre bölgesine aktırılmaktadır. Ekte verilen Resim-13’te durultucu yapısı görülmektedir. Durultucudaki pulsatör yapılarından herhangi biri devre dışı kalsa bile filtre tesisindeki kayıplar dikkate alınmadan tam kapasitede 255000 m<sup>3</sup>/gün arıtılmış su temini sağlanmış olmaktadır. Durultucu yapısının özellikleri detaylı bir şekilde Tablo 5.1’de verilmiştir. Burada N Normal 6 durultucunun birlikte çalışması durumunu, E ise acil durum için 5 durultucunun çalışması durumunu göstermektedir.

### **5.1.4. Filtreler**

Durultucu yapısındaki su buradan filtreler U kanalları yardımıyla savaklanır. Burada 12 m/saatlik bir filtrasyon hızı sağlayacak büyüklükte 8 adet hızlı kum filtresi inşa edilmiştir. Ekte Resim-4’de görülmekte olan filtre yapısı hızlı filtre yapısına göre tasarlanmıştır. Ayrıca filtre yapısındaki tıkanmalara ve buradaki askıda kalan maddelerin filtrasyonu durduracak

miktara gelmesiyle geri yıkama tankları inşa edilmiştir (Ek .Resim-5). Yıkama süresi asgari olarak 24 saat olacaktır. Geri yıkama durumunda en az 5 durultucu ve 7 adet filtrenin aktif durumda olması gerekmektedir. Açıkta kalan diğer filtre yapısında kaba daneli (1mm çapında) kum kullanılarak yıkanma konumuna geçer. Bundan dolayı bütün hacimin etkili olarak filtrasyonu için derinlemesine filtrasyon seçilmiştir. Su, filtre bölgesinde prekast (kare şeklinde prefabrik anolar) yapılar üzerinde bulunan 5 cm çakıl, 70 cm özel kum yapısı üzerine dökülerek filtrelenmesi sağlanır. 70 cm'lik kum yapısı Türkiye'de yalnızca DSİ Bölge Müdürlüğüne ait bir kum ocağından çıkarılmaktadır. Filtre yapısı Ekte verilen Resim-6 ve Resim 7'de görülmektedir. Kum üzerindeki su yüksekliğinden (yaklaşık 1,20 m) dolayı, filtrasyonun tamamı süresince filtre yatağında pozitif basınç oluşacaktır. İşte bu yüksek basıncın uzun süreli filtre işleminin devamı ve tıkanmaların önlenmesi için kum filtre yapısı seçilmiştir. Burada yapılan testlerde 9,7 m/saat'lik bir debide maksimum 12 m/saat'lik bir debinin devamlı filtrasyonu ve sistemde hiçbir aksaklığın görülmediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca kullanılan filtre yapısındaki kum katmanının kalınlığı ve yüksek miktarlardaki yabancı malzemeleri bünyesinde barındırması üzere tasarlanan bu yapı sayesinde iki yıkama arasında daha uzun süreli filtrasyon gerçekleştirilmektedir. Bu filtre yapısında havayla kaynatma yardımıyla filtre yapısının yıkanmasında kolaylıkla yapılmaktadır. Filtre tesisindeki tasarım kriterleri Tablo 5.2'de verilmiştir.

**Tablo 5.1.** Durultucu Yapısındaki Sistem Özellikleri(Degromont,1996;DSİ,1998).

Özellikler	Birim	N	E
Toplam arıtılmış su çıkışı	m <sup>3</sup> /saat	11160	11160
Durultucu sayısı		6	5
Birim çıkışı	m <sup>3</sup> /saat	1800	2232
Flokülasyon bölgesinde birim hacim	m <sup>3</sup>	724	724
Flokülasyonda bekleme zamanı	Dak	23	20
Lamelerin net birim yatay kesiti	m <sup>2</sup>	295	295
Lameler yapıda yükselme hızları	m <sup>3</sup> /saat	6.30	7.56
Birim yüzey alanı(vakuum hücresi net alanı)	m <sup>2</sup>	350	350
Yüzey alanındaki yükselme hızı	m/sa	5.31	6.38
Durultucu suyu toplama kenarları toplam uzunluğu	m	240	240
Savak yükü	m <sup>3</sup> /saat*m	7.75	9.3
Su yüksekliği	m	5.27	5.27

**Tablo 5.2.** Filtre Tesisinin Tasarım Kriterleri(Degromont,1996).

Filtre Özellikleri	
Filtre sayısı	8
Filtrelenmiş su akımı	255000m <sup>3</sup> /gün-10625m <sup>3</sup> /saat
Birim filtre akımı	1328 m <sup>3</sup> /saat
Birim yüzey alanı	13968 m <sup>2</sup>
Filtrasyon hız	9,70 m/saat~2,7 mm/sn
Yaklaşık iki yıkama arasında yıkama suyu miktarı	14 m <sup>3</sup> /saat/m <sup>2</sup>
Yaklaşık iki yıkama arasında yıkama suyu debisi	1816 m <sup>3</sup> /saat
Yaklaşık iki yıkama arasında hava miktarı	55 m <sup>3</sup> /saat/m <sup>2</sup>
Yaklaşık iki yıkama arasında hava debisi	7682 m <sup>3</sup> /saat
Kum dane ebatı	0,9~1 mm arasında
Kum derinliği	1,30 m
Net mevcut tıkanma	1,50 m

### 5.1.5. Yıkama Suyu Tesisi

Yıkama suyu tesisinde, yıkama suyu tankından su çeken üç pompa takımı (2'si faal 1'i yedek) bulunmaktadır. Filtrelerdeki yıkama suyu miktarı 2.5 ila 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/saatlik pompalanmış geri yıkama suyu gerektirmektedir . Bu miktarda yaklaşık 360 m<sup>3</sup>'lük bir debiye karşılık gelmektedir. Bu miktardaki su ise yıkama suyu geri kazanım tanklarından sağlanmaktadır. Yıkama suyu geri kazanım tankları 360 m<sup>3</sup>'lük debi göz önünde tutularak 700 m<sup>3</sup>'lük olarak filtrenin iki defa geri yıkanması esasına göre dizayn edilmiştir.

### 5.1.6. Temas Tankı

Filtrenin hemen alt kısmında bulunan temas tankı ve arıtılmış su tankı 10 000 m<sup>3</sup> kapasitede inşa edilmiştir. Bu yapı içinde suyun hızını kıran dalga kıran yapıları bulunmaktadır. Su bu dalga kıranlara çarparak sakinleştirilir. Temas tankındaki su seviyesi bir çıkış savağı ile kontrol edilmektedir. Ayrıca temas tankı ve arıtılmış su tankı yapısında yeterli sayıda havalandırma bacası yapılarak suyun klor kokusu azda olsa bu yapılardan giderilmektedir. Temas tankı ve arıtılmış su tankı yapısındaki manevra odasındaki Ø1600'lük borularla su şehir şebekesine verilmektedir.

### 5.1.7. Kimya Tesisi

Kimya binası iki binadan oluşmaktadır .Bunlardan birincisi klorlamaya(kimya ünitesi-A) diğeri ise demir klorüre, kostik sodaya, polimere, potasyum permanganata ve PAC üniteleri(kimya ünitesi-B) için inşa edilmiştir. Tesiste çamurun susuzlaştırılmasın da kullanı-

lacak kireç dozlaması çamur susuzlaştırma binasında inşa edilmiştir. Kimya binası da her iki etap için tasarlanarak inşa edilmiş, sadece ilk etabın ekipmanları monte edilmiştir. Ana pıhtılaştırıcılar Ekte verilen Resim-8’de görülmektedir. Ayrıca klorür tanklarının kimya ünitesindeki yapısı Resim-9’da verilmiştir.

Demir klorür, ana pıhtılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Bu madde sisteme sıvı olarak verilir. Kullanılan kimyasal maddeler durultucu yapısında enjekte edilmektedir. Ortalama 17,5 mg/l’lik sıvı kimyasal madde tüketimine ve 30 günlük süreye dayandırılarak demir klorür dozajı 140 ton/100 m<sup>3</sup> sıvı tüketilmektedir. Kimya ünitesinde her biri 130 m<sup>3</sup> olan aside dayanıklı kaplamayı , doldurma , boşaltma ve drenaj ekipmanlarını ihtiva eden iki betonarme tankına sahiptir. Ayrıca bu sistemde demir klorürün yoğunluğu dikkate alınarak kimyasal maddenin su içinde dağılımını artırmak amacıyla enjeksiyondan önce bir sulandırma gerçekleştirilir.

Polimer , kimya ünitesinde polimer tesisi hazırlama tankları ve dozlama olarak oluşturulmuştur. Bu ünite 0.2 mg/l’lik maksimum polimer tüketimine göre dizayn edilmiştir. Burada iki adet otomatik hazırlama ünitesi ile polimer hazırlanmaktadır. Bunlardan biri yedek olmak şartı ile 600 l/saat’lik kapasiteli 3 adet dozaj pompası bulunmaktadır.

pH ayarlaması , kimya ünitesinde kostik soda ile gerçekleştirilmektedir. Kostik sodanın sıvı olarak verilmesi öngörülmüştür. Kostik sodanın dozajı (ana kougulant olarak demir klorür kullanılması şartı ile) 1 ay süre için 108 m<sup>3</sup>’lük net hacim olarak belirlenmiştir. Kostik soda suya enjekte edilmeden önce enjekte edileceği suda dağılımını sağlamak amacıyla kimya ünitesinde sulandırılarak sisteme verilmektedir.

Potasyum permanganat, kimya ünitesinde hazırlama tankları ve dozlama birimleri olarak inşa edilmiştir. Bu ünite maksimum 2 ppm’lik permanganat tüketimi göz önüne alınarak boyutlandırılmıştır. Potasyum permanganat solüsyonu 10 m<sup>3</sup> kapasiteli iki beton tankta depolanmıştır.

Klor, dezenfeksiyon ve ön klorlama için kullanılmaktadır. Durultucu ve filtre arasında enjeksiyon yapılmaktadır. Klor binasında 3 ana oda bulunmaktadır. Bunlardan birincisinde 64+2 klor fiçisi bulunmaktadır .Elektrikli monoray vinç yardımıyla bu fiçilerin hareketleri kolaylaştırılmaktadır. İkinci odada ise birim kapasitesi 40 kg/saat olan dört vakum klorinatörü monte edilmiştir. Bunların yardımıyla klor gaz halinde fiçilerden çekilecektir. 8 fiçinin aynı anda çalışması sağlanılmıştır. Üçüncü odada da elektrik kontrol panosu bulunmaktadır.

Aktif karbon, bu yapını üniteleri daha iler ki aşamalarda kullanılabilir . Şu aşamada kullanılması gerekmemektedir.Çünkü Dicle Barajından gelen suyun beklenenden daha temiz çıkması aktif karbonun kış aylarında su dengesinin bozulmasıyla gerekli olabileceği



düşünülmektedir. Ana pıhtılaştırıcı ile ilgili bu yapılar Ekte verilen Resim-18, Resim-19, Resim-20’de verilmiştir.

#### 5.1.8. Yıkama Suyu Geri Kazanım

Filtre yıkama suyu ham su girişine iletilir. Planlanan dönüş noktası ilk karıştırma tankı olmaktadır. Her filtre yıkaması pompalanan geri yıkama suyu , çapraz yıkama ve filtrenin üst tabakasının drenajı dahil toplam 600 m<sup>3</sup> su atılması gerçekleştirilir. Yıkama suyu, by-paslı kum trape ile yıkama suyu tutma tankına gelir. Bu üniteye yıkama suyu tutma tankları net 1200 m<sup>3</sup> hacme sahiptir. Ekte Resim-14’te bu yapı görülmektedir.

#### 5.1.9. Çamur Yoğunlaştırıcılar

Durultucudan çekilen çamur 75 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli 3 adet dalgıç pompa kullanılarak yoğunlaştırıcılara basılır. Tesiste iki adet çamur yoğunlaştırıcı bulunmaktadır. Bu iki çamur yoğunlaştırıcıda merkezden beslenerek çamurun bertaraf edilmesini sağlamaktadır. 12 m çapındaki çamur yoğunlaştırıcılar çamuru 2g/l’den 20g/l’ye yoğunlaştıracaktır. Çamur çukurlarının eğimleri 2:1 eğimli olarak tertip edilmiştir. Çamur yoğunlaştırıcıların boyutlarının tespitinde göz önüne alınan unsurlar:

- Askıdaki katı maddelerin ortalama miktarı .....10 mg/l
- Demir klorürün ortalama miktarı.....25mg/l
- Renk.....10 H°
- Alkalinite.....120 ppmCaCO<sub>3</sub>
- Susuzlaştırma süresi.....16saat/gün-7gün/hafta

Çamur 10m<sup>3</sup>/saat kapasiteli 3 adet pompa kullanılarak filtre preslerde sıkıştırılmadan önce kireçle karıştırılmak üzere, çamur işleme binasına basılır.

#### 5.1.10. Çamur Susuzlaştırma

Yoğunlaştırıcıdan gelen çamur kireçle karıştırılacaktır. Toz kireç ilk önce 4 m<sup>3</sup> kapasiteli bir karıştırma tankında, ağırlıkça maksimum %40’lık bir dozaj kullanılmaktadır Daha sonra karıştırılan çamur 100 m<sup>3</sup> kapasiteli ikinci bir tanka akarak buradan da yüksek basınçlı pompalar kullanarak susuzlaştırma yapılacak filtre preslere pompalanır. Çamur susuzlaştırma ünitesinde birim kapasitesi 2350 l olan 2 filtre pres bulunmaktadır. Bu pres üniteleri günde 4 defa presleme yaparak haftada 7 gün çalışmaktadır. Ek Resim-15’te çamur koyulaştırıcılar görülmektedir Tablo 5.3’de çamur susuzlaştırma ünitesindeki parametrik sonuçlar görülmektedir.

#### 5.1.11. By-Pass Hattı , Teknik Galeri Ve Taşkın Kanal Yapıları

Tüm tesiste by-pass hattı inşa edilmiştir. Bu yapılar yardımıyla tesisteki doğabilecek aksaklıklardan dolayı suyun tesise zarar vermeden uzaklaştırılması sağlanır. Teknik galeri yapıları tüm sistemleri yer altından gezebilme imkanı vermektedir. Ayrıca sistemin elektrik,

su ve telefon yapıları da teknik galerilerden geçirilen bağlantılar ile yapılmaktadır. Bunların yanında klor, potasyum permanganat, kostik soda, polimer ve aktif karbon gibi kimyasal maddelerin sistemlere(durultucu, dengeleme vb.) verilmesi bu yapıdan geçen borular yardımıyla iletilir. Su sistemin temizlenmesi amacı ile taşkın kanalları ile tesis dışına atılır. Taşkın kanalının uzunluğu 5,3 km'dir.

**Tablo 5.3.** Çamur Susuzlaştırma Ünitesindeki Parametrik Sonuçlar(Degromont,1996;DSİ,1998).

Günlük katı miktar	4660 kg
Çamur konsantrasyonu	20 g/lt
Günlük çamur hacmi	233 m <sup>3</sup>
Çamur transfer pompa kapasitesi	2*10 m <sup>3</sup> /satt
Filtre pres	2*2350 litre
Beklenen kurutma	% 30
Çamur keklerinin ağırlıkları	21,8 ton/gün
Çamur keklerinin hacmi	18,2 m <sup>3</sup> /gün
Kireç tüketimi	120 kg/saat(%40 maksimum)

## 5.2. Su Kalitesinin İncelenmesi

DSİ kuruluşu tarafından işletilen ve 1987 yılından itibaren Diyarbakır kentinin içme suyu kaynağı olarak kullanılması planlanan Dicle Baraj aksı ölçüm istasyonundan su numuneleri alınarak içme suyu analizleri yapılmıştır. Bu istasyonda ham içme suyu kalitesi ölçümleri ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 5.4'te verilmiştir. Buna göre Dicle baraj aksında yapılan analizlerde pH değeri 7,2-8,4 arasında değişmektedir.Bu aralık yüzey suları standartlarında verilen aralığın içinde kalmaktadır.

Dicle Baraj aksından alınan su numunelerinde elektriksel iletkenlik değeri 225 ila 740 µmhos/cm arasında değişmektedir.Bu aralığın oluşacak baraj rezervuarının dengeleme özelliğinden dolayı da daralacağı beklenmektedir.Renk ve bulanıklık değerleri maksimum 30 Pt-Co ve 370 NTU olarak ölçülmüştür.Renk için ölçülen değer ham yüzey suyu kalite sınıfı için verilen standardın oldukça altında kalmaktadır.Ancak oluşacak baraj rezervuarında ilk yıllarda beklenen ötrofikasyonun etkisiyle rengin biraz daha yoğunlaşacağı beklenmektedir. Sertlik değerinin 113-350 mg/l CaCO<sub>3</sub> arasında gözlemlendiği baraj rezervuarında sert su özelliğine sahip olduğunu belirtmektedir.Ölçülen değerlerde klorür, sülfat, kalsiyum,

magnezyum, sodyum ve potasyum değerleri standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin altındadır.

Dicle baraj aksında ölçülen nitrat azotu değerleri 0-2.6 mg/l arasında değişmekte olup su kalite sınıfları için belirlenen standartların oldukça altındadır. Ancak nitrit azotu ve amonyak azotu Dicle suyunun içme suyu olarak kullanılması durumunda insan sağlığı açısından sorun oluşturur. Amonyak azotu için ölçülen değerler 0-9,5 arasında değişmektedir. Baraj aksından alınan 63 adet su numunesinden 3 tanesi de amonyak azotu değerleri standartların üstüne çıkmıştır. Nitrit azotu değerleri ise 0-1,82 mg/l arasında değişmektedir. Ölçülen bu değerler ham yüzey suları için verilen standart değerlerin oldukça üzerindedir. Orto fosfat (o-PO<sub>4</sub>) için yapılan analizlerde 0-1,45 mg/l arasındadır. Bu değerler yüzey suları için verilen standart değerlerin üzerindedir. Bu durumda Dicle baraj suyunun içme suyu kaynağı olarak kullanılması durumunda azot ve fosforlu bileşiklerin kontrol altında tutulması gerekir. Bu bileşikler drenaj alanında bulunan Maden, Dicle, Eğil ilçeleri ve diğer yerleşim yerlerinin atık sularının doğrudan nehre veya yan derelere deşarj edilmesinden veya yerleşim alanlarının çöplerinden sızan kirli suların dereler vasıtasıyla Dicle nehrine ulaşmasından kaynaklanmaktadır.

Dicle baraj aksında gözlenen bakır, demir ve diğer ağır metal değerleri Maden ilçesindeki madencilik faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Maden bakır işletmesinden Dicle nehrine deşarj edilen flotasyon atıksuyunun ağır metaller açısından kalitesi hakkında bilgiler mevcut değildir. Çalışmalarımızın yürütüldüğü sırada Maden giriş-çıkış ve flotasyon atıksuyu çıkışından alınan örneklerin ağır metal analizleri DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış ve değerlerin yüksek çıktığı standartlarca tespit edilmiştir. Bütün bu analiz sonuçları Tablo 5.4'de ayrıca ayrıntılı olarak verilmiş ve 1988 yılı Resmi Gazetede yayınlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğindeki (SKKY) kirlilik parametreleri açısından su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Burada I sınıf sular içme suyu, II sınıf sular rekreasyon amaçlı kullanma suyu, III sınıf sular endüstriyel amaçlı ve IV sınıf sular tarımsal amaçlı sulama suyu olarak değerlendirilmektedir.

**Tablo 5.4.** Dicle Baraj Aksı Analiz Sonuçları

Su Kalite Parametreleri	N	Değişim Aralığı			SKKY Sınıfı
		Minimum	Ortalama	Maksimum	
A.Fiziksel Parametreler					
Sıcaklık(°c)	58	3,0	15,6	34,0	I
pH	40	7,2	8,0	8,4	I
Çözünmüş Oksijen	18	4,0	7,9	12,0	II
Klorür İyonu	64	0	13,7	35,0	I
Sülfat İyonu	36	6,0	36,5	63,4	I
Amonyak Azotu	64	0	0,37	9,5	II
Nitrit Azotu	54	0	0,13	1,82	IV
Nitrat Azotu	46	0	0,96	2,60	I
Orto-Fosfat Fosforu	37	0	0,13	1,45	I
Renk	64	0	11	30	II
Sodyum	65	0,92	5,38	10,60	I
B.Organik Parametreler					
BOİ	-	-	-	-	-
Emülsifiye Yağ Ve Gres	2	1,0	1,0	1,0	IV
Metilen Mavisi Aktif Maddeler	1	0,004	0,004	0,004	I
C.İnorganik Endüstriyel Kirlenme Maddeleri					
Civa	2	0,0005	0,0005	0,0005	II
Kadmiyum	3	0,005	0,005	0,005	II
Kurşun	2	0,008	0,016	0,024	II
Arsenik	2	0,00	0,004	0,007	I
Bakır	9	0,00	0,227	1,000	IV
Krom	2	0,029	0,046	0,062	II
Çinko	3	0,015	0,054	0,125	I
Siyanür	-	-	-	-	-
Florür	-	-	-	-	-
Demir	25	0	0,46	5,5	II
Mangan	-	-	-	-	-
Bor	20	0	0,38	1,70	I
D.Bakteriyolojik Parametreler					
Toplam Koliform	-	-	-	-	-

Dicle Baraj gölünden getirilen ham suyun arıtılması için Diyarbakır Belediyesi tarafından işletilen içme suyu arıtma tesisi çıkışında düzenli olarak 2004 yılından itibaren içme suyu kalitesi ile ilgili ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümler ile ilgili elde edilen bulgular, aylık ortalama olarak tablolar halinde sunulmuştur. İçme suyu kalitesinin değerlendirilmesi açısından 2005 yılı aylarına ait ortalama analiz değerleri üçer aylık periyotlar halinde sırası ile Tablo 5.5, 5.6, 5.7, 5.8' de, 2006 yılı ilk altı aya ait ortalama analiz değerleri üçer aylık periyotlar halinde sırası ile Tablo 5.9 ve 5.10'da verilmiştir. Ayrıca toplam sertlik, serbest klor, klorür, iletkenlik, alkalinite ve pH gibi önemlilik arz eden kalite parametrelerinin Şekil 5.2'de toplam sertlik, Şekil 5.3'te serbest klor, Şekil 5.4'te alkalinite, Şekil 5.5'te pH, Şekil 5.6'da klorür, Şekil 5.7'de iletkenlik parametreleri olmak üzere fikir vermesi açısından 18 aylık ölçüm değerleri birlikte sunulmuştur. Buna göre, içme suyu şebekesine verilmek üzere arıtım tesisi çıkışında elde edilen analiz sonuçları, içme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri açısından içme suyu standartları olan Dünya Sağlık Örgütü(WHO) ve TS-266 Standartları ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Ancak içme suyu arıtım tesisinin işletmesi anında olabilecek olası aksaklıklarda Dicle Baraj gölünden gelen ham suyun içme suyuna elverişli olup olmayacağı tartışmaya aşıkardır. Bunun için yapılacak anket çalışmasının istatistiksel sonuçları halkın vereceği tepkinin değerlendirilmesi önemlidir. Zira yüzeysel su kaynakları çoğu zaman çevresel ortamın verdiği kirlilik tehdidi altında olduğundan yer altı su kaynaklarına göre içme suyu için elverişli değildir. Bu nedenle içme suyunu yüzeysel kaynaklardan temin eden bazı yerleşim alanlarında mutlak sağlıklı arıtmadan geçirilerek halkın sağlığı için içme suyu şebekesine verilmesi gerekir.

**Tablo 5.5.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Ocak,Şubat,Mart Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri.

Parametre	Birim	Ocak	Şubat	Mart
Toplam sertlik	°Fr	16	15	14
Bulanıklık	NTU	0,50	0,6	0,4
Serbest klor	mg/l	0,6	0,55	0,6
Fe	mg/l	0,02	0,02	0,02
Al	mg/l	0,01	0,01	0,01
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0,35	0,35	0,35
Mn	mg/l	0,0045	0,0045	0,0045
Zn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Pb	mg/l	0,001	0,001	0,001
Cu	mg/l	0	0	0
Siyanür	mg/l	0	0	0
PH		7,6	7,5	7,75
Klorur	mg/l	15	15	14
İletkenlik(EC)	µmhos/cm	370	360	365
Alkalinite(HCO <sub>3</sub> )	mg/l	150	150	160
Cr	mg/l	0	0	0
CaCO <sub>3</sub>	mg/l	105	105	110
MgCO <sub>3</sub>	mg/l	55	55	55
Ca	mg/l	4,3	4,3	4,3
Mg	mg/l	5,1	5,1	5,1
T-coli	EMS	0	0	0
Deterjan	mg/l	Yok	Yok	Yok
Sıcaklık(T)	°C	8	11	14
Renk	Pt-Ca	0	0	0
Yağ	mg/l	0	0	0

**Tablo 5.6.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Nisan,Mayıs,Haziran Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri.

Parametre	Birim	Nisan	Mayıs	Haziran
Toplam sertlik	°Fr	17	15	16
Bulanıklık	NTU	0,4	0,4	0,45
Serbest klor	mg/l	0,6	0,55	0,6
Fe	mg/l	0,01	0,02	0,02
Al	mg/l	0,01	0,01	0,01
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0,35	0,35	0,4
Mn	mg/l	0,005	0,0045	0,005
Zn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Pb	mg/l	0,001	0,001	0,001
Cu	mg/l	0	0	0
Siyanür	mg/l	0	0	0
PH		7,5	7,45	7,6
Klorur	mg/l	12	14	15
İletkenlik(EC)	µmhos/cm	360	370	365
Alkalinite(HCO <sub>3</sub> )	mg/l	150	145	160
Cr	mg/l	0	0	0
CaCO <sub>3</sub>	mg/l	105	105	110
MgCO <sub>3</sub>	mg/l	55	55	55
Ca	mg/l	4,3	4,3	4,3
Mg	mg/l	5,2	5,1	5,1
T-coli	EMS	0	0	0
Deterjan	mg/l	Yok	Yok	Yok
Sıcaklık(T)	°C	16	18	20
Renk	Pt-Ca	0	0	0
Yağ	mg/l	0	0	0

**Tablo 5.7.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Temmuz,Ağustos,Eylül Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri.

Parametre	Birim	Temmuz	Ağustos	Eylül
Toplam sertlik	°Fr	15	16	14
Bulanıklık	NTU	0.50	0.6	0.45
Serbest klor	mg/l	0.65	0.55	0.6
Fe	mg/l	0.02	0.02	0.02
Al	mg/l	0.01	0.01	0.01
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0.35	0.40	0.35
Mn	mg/l	0.0045	0.005	0.004
Zn	mg/l	0.1	0.1	0.1
Pb	mg/l	0.001	0.001	0.001
Cu	mg/l	0	0	0
Siyanür	mg/l	0	0	0
pH		7.65	7.6	7.55
Klorur	mg/l	15	15	14
İletkenlik(EC)	µmhos/cm	365	360	370
Alkalinite(HCO <sub>3</sub> )	mg/l	150	150	160
Cr	mg/l	0	0	0
CaCO <sub>3</sub>	mg/l	105	105	110
MgCO <sub>3</sub>	mg/l	55	55	55
Ca	mg/l	4.3	4.3	4.3
Mg	mg/l	5.1	5.1	5.1
T-coli	EMS	0	0	0
Deterjan	mg/l	Yok	Yok	Yok
Sıcaklık(T)	°C	24	26	20
Renk	Pt-Ca	0	0	0
Yağ	mg/l	0	0	0



**Tablo 5.8.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Ekim,Kasım,Aralık Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri.

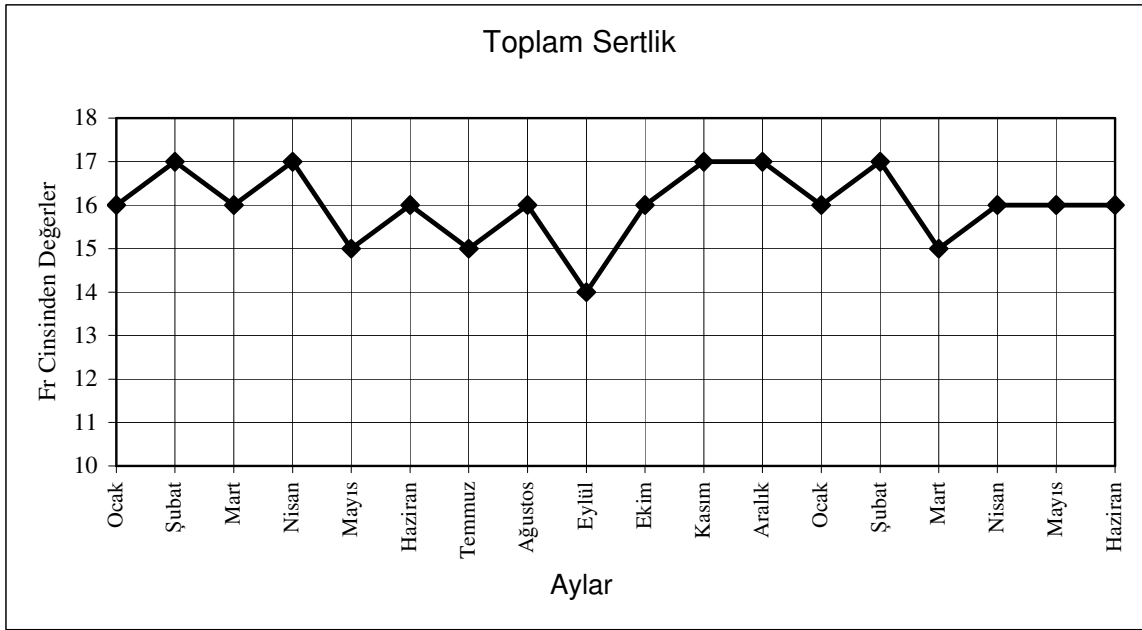
Parametre	Birim	Ekim	Kasım	Aralık
Toplam sertlik	°Fr	16	17	16
Bulanıklık	NTU	0,50	0,6	0,4
Serbest klor	mg/l	0,65	0,55	0,6
Fe	mg/l	0,02	0,02	0,02
Al	mg/l	0,01	0,01	0,01
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0,35	0,40	0,35
Mn	mg/l	0,0045	0,0045	0,0045
Zn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Pb	mg/l	0,001	0,001	0,001
Cu	mg/l	0	0	0
Siyanür	mg/l	0	0	0
pH		7,65	7,55	7,7
Klorur	mg/l	14	15	14
İletkenlik(EC)	µmhos/cm	355	365	370
Alkalinite(HCO <sub>3</sub> )	mg/l	150	150	160
Cr	mg/l	0	0	0
CaCO <sub>3</sub>	mg/l	105	105	110
MgCO <sub>3</sub>	mg/l	55	55	55
Ca	mg/l	4,3	4,3	4,3
Mg	mg/l	5,1	5,1	5,1
T-coli	EMS	0	0	0
Deterjan	mg/l	Yok	Yok	Yok
Sıcaklık(T)	°C	16	13	11
Renk	Pt-Ca	0	0	0
Yağ	mg/l	0	0	0

**Tablo 5.9.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2006 Yılı Ocak,Şubat,Mart Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri.

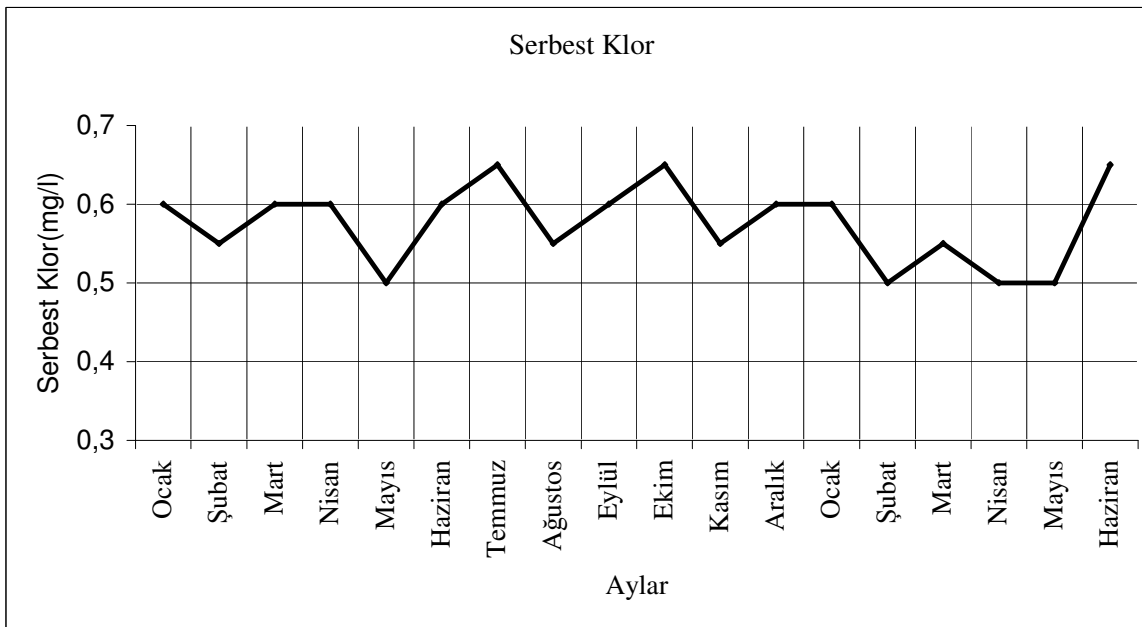
Parametre	Birim	Ocak	Şubat	Mart
Toplam sertlik	°Fr	17	15	16
Bulanıklık	NTU	0,55	0,6	04
Serbest klor	mg/l	0,6	0,5	0,6
Fe	mg/l	0,02	0,01	0,02
Al	mg/l	0,01	0,01	0,02
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0,35	0,40	0,35
Mn	mg/l	0,0045	0,005	0,004
Zn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Pb	mg/l	0,001	0,001	0,001
Cu	mg/l	0	0	0
Siyanür	mg/l	0	0	0
pH		7,6	7,55	7,65
Klorur	mg/l	15	15	14
İletkenlik(EC)	µmhos/cm	370	370	360
Alkalinite(HCO <sub>3</sub> )	mg/l	150	150	160
Cr	mg/l	0	0	0
CaCO <sub>3</sub>	mg/l	105	105	110
MgCO <sub>3</sub>	mg/l	55	55	55
Ca	mg/l	4,3	4,3	4,3
Mg	mg/l	5,1	5,1	5,1
T-coli	EMS	0	0	0
Deterjan	mg/l	Yok	Yok	Yok
Sıcaklık(T)	°C	9	12	13
Renk	Pt-Ca	0	0	0
Yağ	mg/l	0	0	0

**Tablo 5.10.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2006 Yılı Nisan,Mayıs,Haziran Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri.

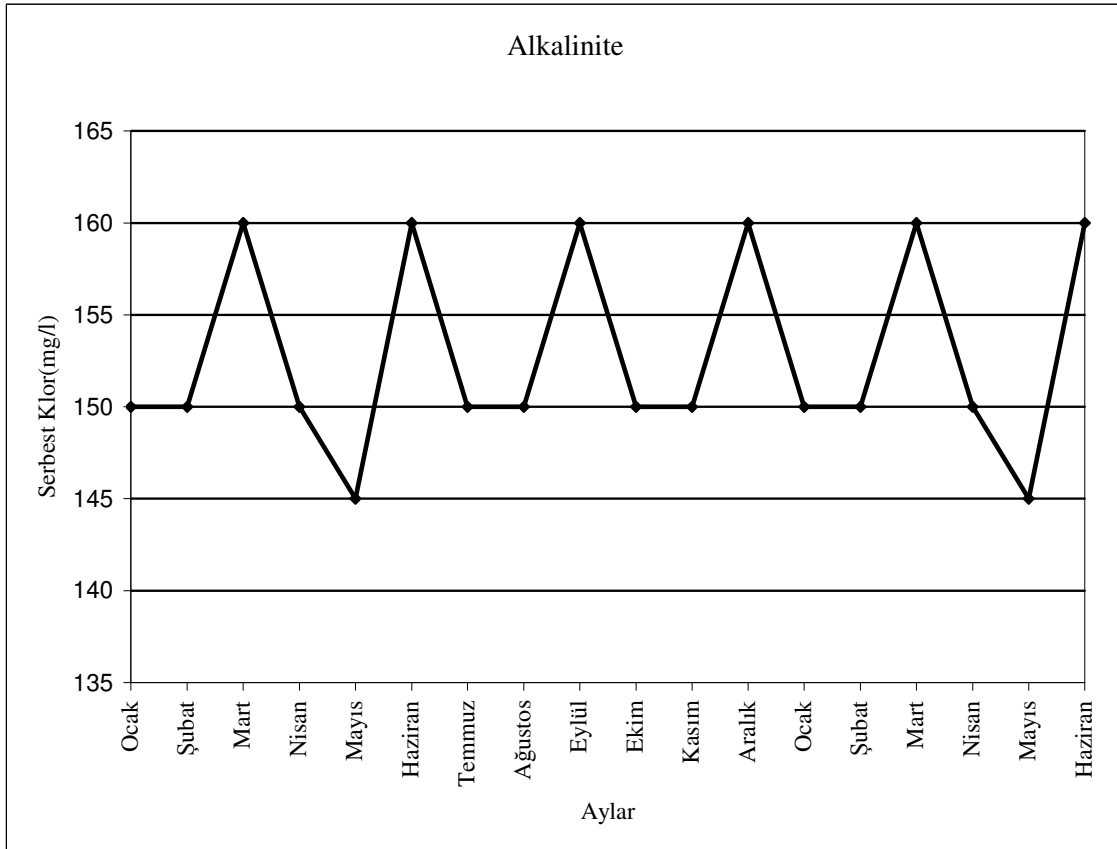
Parametre	Birim	Nisan	Mayıs	Haziran
Toplam sertlik	°Fr	16	16	17
Bulanıklık	NTU	0,40	0,45	0,5
Serbest klor	mg/l	0,5	0,5	0,6
Fe	mg/l	0,01	0,02	0,02
Al	mg/l	0,01	0,01	0,01
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0,4	0,35	0,45
Mn	mg/l	0,004	0,004	0,005
Zn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Pb	mg/l	0,001	0,001	0,001
Cu	mg/l	0	0	0
Siyanür	mg/l	0	0	0
pH		7,55	7,6	7,55
Klorur	mg/l	12	14	15
İletkenlik(EC)	µmhos/cm	360	365	370
Alkalinite(HCO <sub>3</sub> )	mg/l	150	145	160
Cr	mg/l	0	0	0
CaCO <sub>3</sub>	mg/l	105	105	110
MgCO <sub>3</sub>	mg/l	55	50	55
Ca	mg/l	4,3	4,3	4,3
Mg	mg/l	5,1	5,1	5,1
T-coli	EMS	0	0	0
Deterjan	mg/l	Yok	Yok	Yok
Sıcaklık(T)	°C	15	17	21
Renk	Pt-Ca	0	0	0
Yağ	mg/l	0	0	0



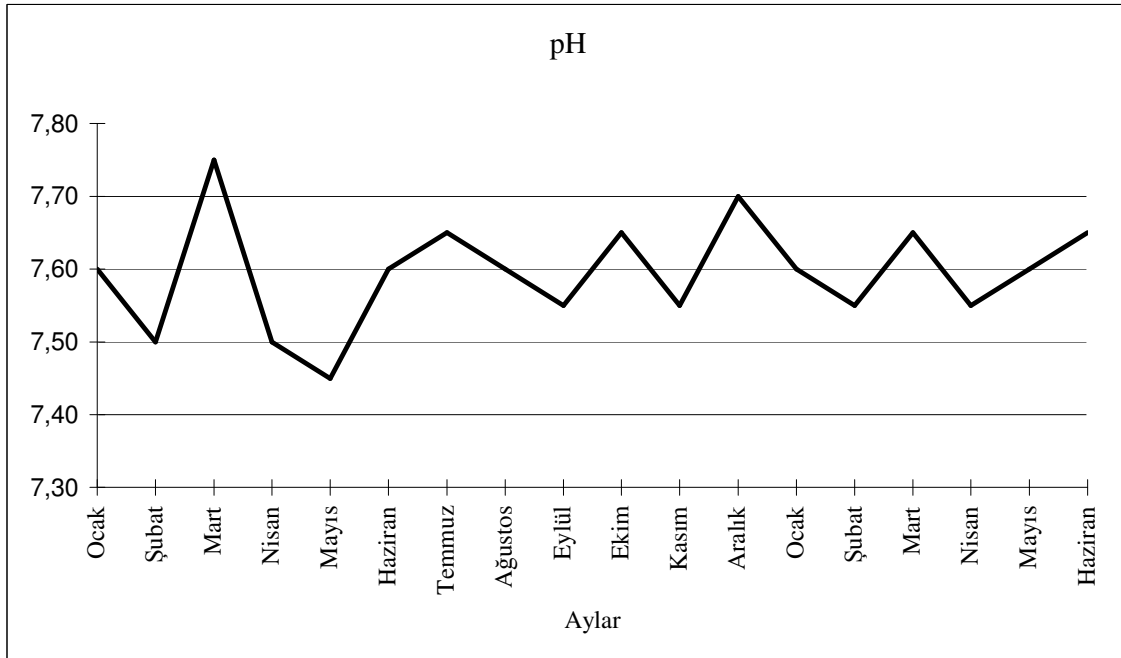
**Şekil 5.2.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Toplam Sertliğin Aylara Göre Değişimi



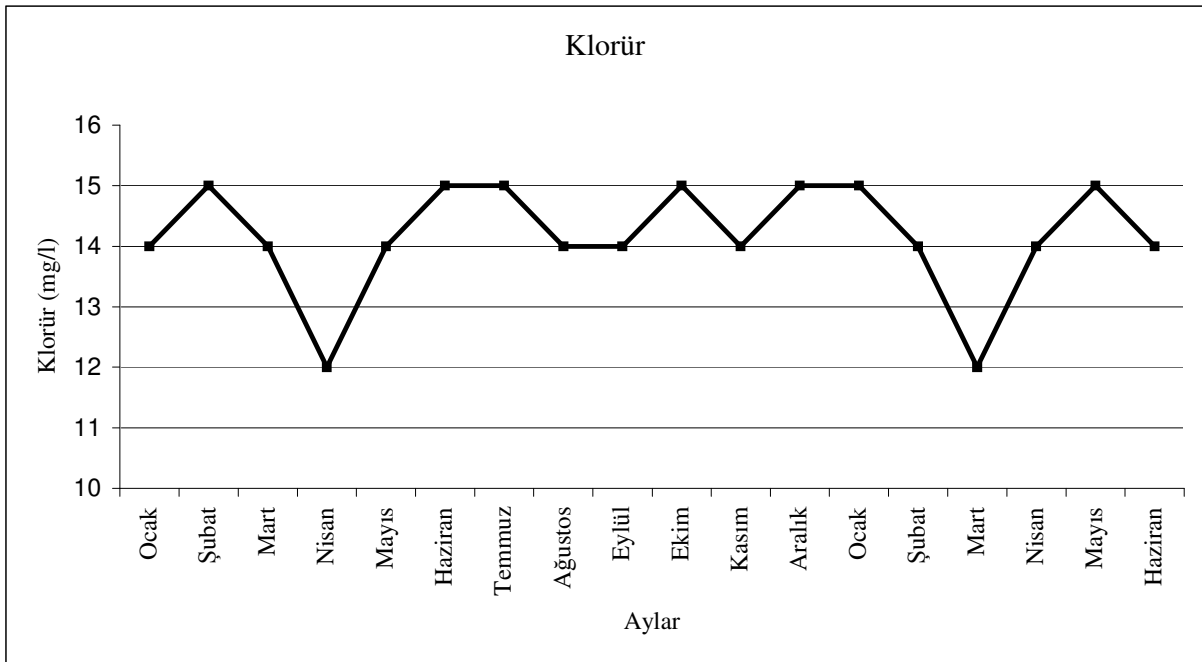
**Şekil 5.3.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Serbest Klorun Aylara Göre Değişimi



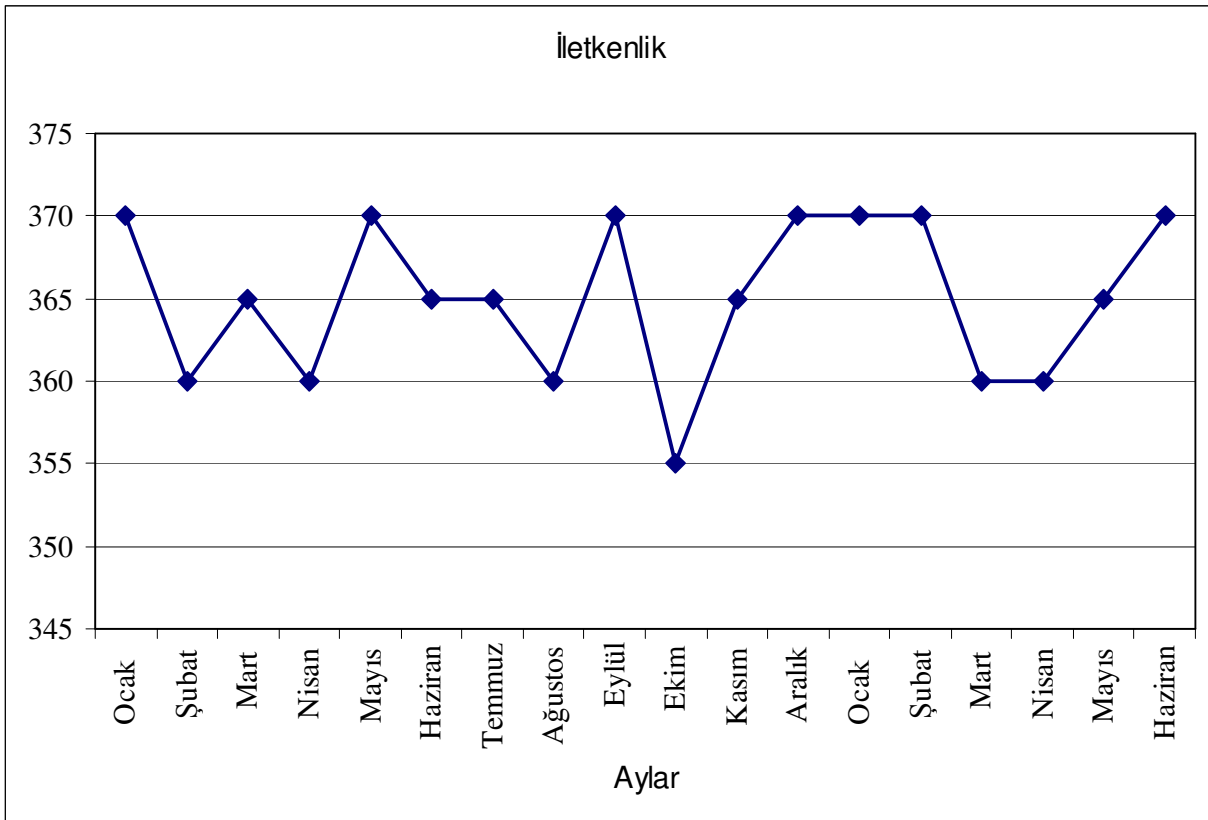
**Şekil 5.4.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Alkanitenin Aylara Göre Değişimi



**Şekil 5.5.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı pH'ın Aylara Göre Değişimi



**Şekil 5.6.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Klorürün Aylara Göre Değişimi.



**Şekil 5.7.** Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı İletkenliğin Aylara Göre Değişimi.

## 6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dicle Baraj gölünden alınan günde 255000 m<sup>3</sup> kapasiteli olan ham su içme suyu arıtma tesisindeki bütün işlemler tabi tutularak şehrin belli bölgelerine inşaa edilmiş su depolarına dinlendirilmek üzere gönderilmektedir. Elde edilen 18 aylık analiz sonuçları, içme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri açısından içme suyu standartları olan Dünya Sağlık Örgütü(WHO) ve TS-266 Standartları ile karşılaştırıldığında su kalitesi parametreleri açısından aşağıda belirtilen sonuçlara varılmıştır.

Dicle barajından alınan ham su kalitesi parametreleri ile ilgili ölçüm değerleri incelendiğinde, sıcaklığın 1°C ile 36 °C arasında büyük ölçüde değişken,. pH değerinin yüksek, bulanıklık değerinin düşük, rengin 12 ünite ile ortalama bir değer olduğu, mineral içeriği(140 ppm olarak) vasatın biraz üzerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca amonyak içeriği oldukça fazla, ortalama N 0,2 mg/l civarında, demir miktarı 2 mg/l'den fazla, manganez değeri 0,02 mg/l olarak az olduğu gözlenmiştir. Bu değerlere göre bazı parametrelerin standartlarla uyum içinde olmadığı saptanmıştır.

İçme suyu arıtma tesisi çıkışındaki su kalitesi parametreleri ile ilgili ölçüm değerleri incelendiğinde, suyun bulanıklığı tüm standartlarla tamamen örtüşmekte ve istenen minimum 0,5 maksimum 5 NTU arasındaki değerlere aynı değerde olduğu görülmüştür.

Diyarbakır içme suyu arıtma tesisindeki serbest klor değeri 0.5-0.65 arasında değişir iken Dünya Sağlık Örgütü, TS-266 ve Avrupa Sağlık Örgütleri de bu değeri 0,1-0,5 arasında olacak şekilde belirlemiştir.

Demir konsantrasyonu yönünden şehir şebekesine verilen su 0.01-0.02 mg/l arasında bir değerdir.Önerilen değerlerden 1/10 oranında daha az bir konsantrasyon değerinde olduğu saptanmıştır.Yine alüminyum değeri yönünden de içme suyu arıtma tesisinden çıkan suyun mg/l değeri 1/10 oranında daha az konsantrasyonda olduğu görülmüştür.

Nitrat değerine bakıldığında ise istenen değerlerle %90 olarak uyum içinde olduğu ve yer altı su kaynaklarından baraj suyuna herhangi bir etkinin olmadığı söylenebilir. Sulardaki nitrit ve amonyak miktarının daha çok suların dışkı maddelerinin konsantrasyonu ile alakalı bir değer olduğundan Dicle Baraj gölü bu etkileşimlerden çok uzakta olduğundan dolayı be değerler standartlarda belirtilen değerlerle tam uyumludur. Ayrıca şehir şebekesine verilen suyun pH değeri 7.5-7.65 arasında ölçülmüştür. Standartlarda öngörülen değerler 6.5-9.2 arasında olduğundan dolayı tam olarak istenen pH değerine ulaşıldığı söylenebilir.

Şebeke çıkışında ölçülen klorür miktarı standartlarla karşılaştırıldığında çok düşük konsantrasyonlarda seyretmektedir. Klorür miktarı suyun saflığı ile doğrudan ilgili

olduğundan dolayı bu ölçülen değerlere dikkat edilmesi hususunda ilgililerin yeni çalışmalar yapması gerekir.

Demir ve mangan miktarının fazla olması özellikle şehir şebekesinde ve evlerimizdeki tesisatlarda farklı oksitlenme sonuçlarını doğurabilir. Bu da hem maddi hem de sağlık problemleri açısından dikkat edilmesi gereken önemli parametrelerdir. Arıtma tesisinden çıkan suyun hem mangan hem de demir konsantrasyonu yönünden zayıf olduğunu görülmektedir. Standartlara çok yakın değerler olmayıp suyun içilebilirliğine olumsuz etkileri olmamaktadır.

Suyun sertliği; suların temas ettiği zemin formasyonunun özelliğinden meydana gelir. Şebekede ölçülen değerler yumuşak su değerleri arasına girdiğinden dolayı içilebilir değerler arasındadır. Sert suların hem içimde hem de sanayide bir çok sorun oluşturduğu bilinmektedir. Bundan dolayı Diyarbakır şehir şebekesine verilen içme suyu standartlarına göre yumuşak su sınırları içerisinde olması yönünden rahatlatıcı bir sonuçtur.

Sulardaki iletkenlik direkt olarak suda bulunan toplam çözünmüş katı madde miktarıyla orantılı olduğundan önemli bir parametredir. Ölçülen değerler 360-375  $\mu\text{mhos/cm}$  arasındaki direnç değerleridir. Dünya Sağlık Örgütü, TS-266 ve Avrupa Sağlık Örgütlerinin de öngördüğü değer 400  $\mu\text{mhos/cm}$  konsantrasyonu değerindedir. Buda istenen değere yakın bir konsantrasyon değeridir.

Yeryüzündeki suyun, bütün canlıların ihtiyacını karşılayacak kadar çok, kolay bulunan bitmez tükenmez, sıradan bir kaynak olduğu düşünülebilir. Ancak artan insan faaliyetleri sonucunda tatlı su kaynaklarına yönelik talep de artmakta olup her yirmi yılda bir dünya da bu talep iki katına çıkmaktadır. Ülkemizde de artan nüfus, gelişen sanayi, büyüyen şehirler ve her geçen gün yenisi eklenen tarımsal sulama şebekeleri, kullanılabilir suya olan ihtiyacımızı sürekli artırmaktadır. İnsan hayatının en önemli kaynağı olan suyun dikkatlice kullanılması şart olmuştur.

Sonuç olarak, içme suyu şebekesine verilmek üzere arıtım tesisi çıkışında elde edilen analiz sonuçları, içme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri açısından içme suyu standartları olan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve TS-266 Standartları ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Ancak içme suyu arıtım tesisinin işletmesi anında olabilecek olası aksaklıklarda Dicle Baraj gölünden gelen ham suyun içme suyuna elverişli olup olmayacağı tartışmaya aşıkardır. Bunun için yapılacak anket çalışmasının istatistiksel sonuçları halkın vereceği tepkinin değerlendirilmesi önemlidir. Zira yüzeysel su kaynakları çoğu zaman çevresel ortamın verdiği kirlilik tehdidi altında olduğundan yer altı su kaynaklarına göre içme suyu için elverişli değildir. Bu nedenle içme suyunu yüzeysel kaynaklardan temin eden bazı



yerleşim alanlarında mutlak sağlıklı arıtmadan geçirilerek halkın sağlığı için içme suyu şebekesine verilmesi gerekir.

Türkiye hızla büyümekte ve endüstrileşmektedir.Nüfusumuzun 2010 yıllarında 85-90 milyona ulaşacak olması ve Avrupa'nın en kalabalık ülkeler arasına girmesi gelmesi, nüfus artışı ve endüstrileşmenin gelişmesi sonucunda büyük boyutlara ulaşan çevre kirlenmesi ve su ihtiyacı sorunlarını da beraberinde getirmektedir.Bundan dolayı doğaya karşı insan oğlunun daha dikkatli bir yaşam sergilemesi yönünden önlemlerin alınması ve önerilerin dikkate alınması gerekmektedir.Bu amaçla;

1-Kıtaiçi yüzeysel ve yer altı su kaynaklarımız ile denizlerimiz, estetik ölçülerin çok ötesinde yaşamsal ve ekonomik değer taşımaktadır.Kısıtlı olan kıtaiçi su kaynaklarımız hızla artan kentsel içmesuyu ve endüstriyel su talebini karşılayabilmeleri için, ciddi ve etkili bir biçimde uzun vadeli programlar çerçevesinde korunmaları gerekmektedir.

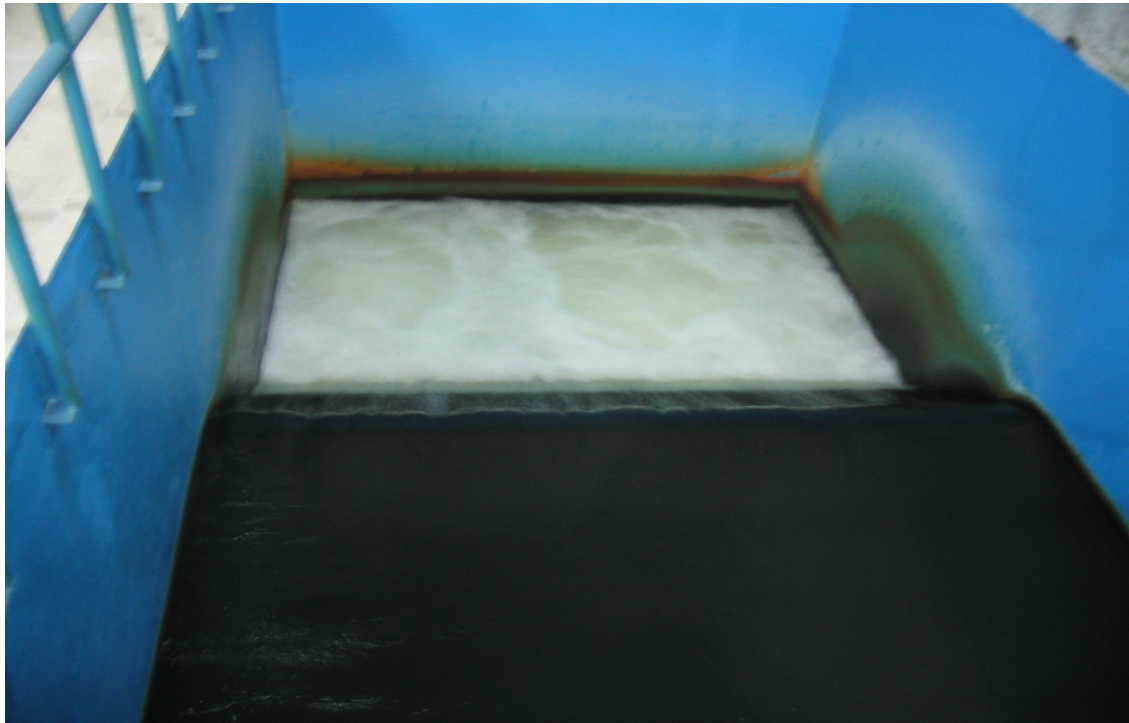
2-Su toplama havzalarındaki toprak erozyonunun azaltılması, bu amaçla toprakların ekolojik kaynaklar olarak kabiliyetlerine uygun biçimde kullanılması, ağaçlandırma faaliyetlerine önem verilmesi.

3-Suların taşkın,sulama ve farklı ekonomik amaçlar maksadıyla barajların inşaa edilmesi.

4-Her türlü endüstriyel atıkların çevre mevzuatına göre kontrollü bir şekilde takip edilmesi ve bu kirleticilerin tasfiye tesislerinde işletilmesi yönünde çalışmaların yapılması gerekli olan bir takım önlemleri ortaya çıkarmaktadır.

**EK- RESİMLER**

**Resim 1. Dengeleme ve Havalandırma Yapısı**



**Resim-2. Hızlı karıştırıcı ve Dağıtma Yapısı**



**Resim 3.**Durultucular



**Resim 4.**Su ile Dolu Fitre Yapısı



**Resim 5.** Kum ile Doldurulmuş Filtre Yapısı



**Resim 6.** Filtre Yapısı



**Resim 7.** Çamur Susuzlaştırma Ünitesi



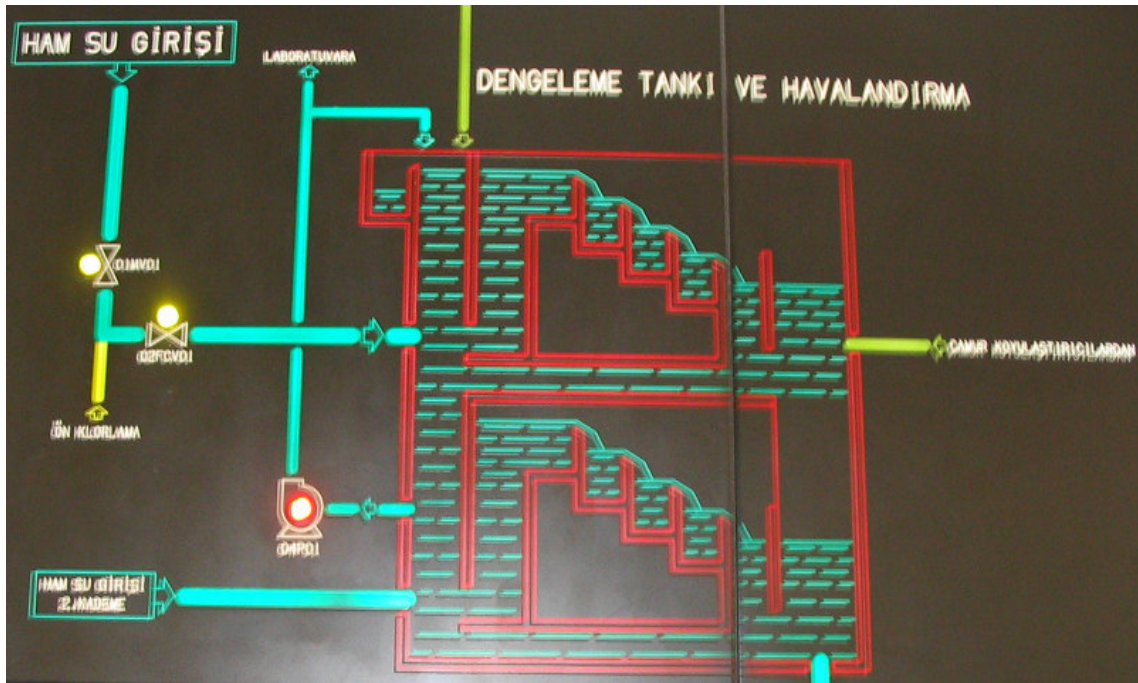
**Resim 8.** Çamur Susuzlaştırma Ünitesi



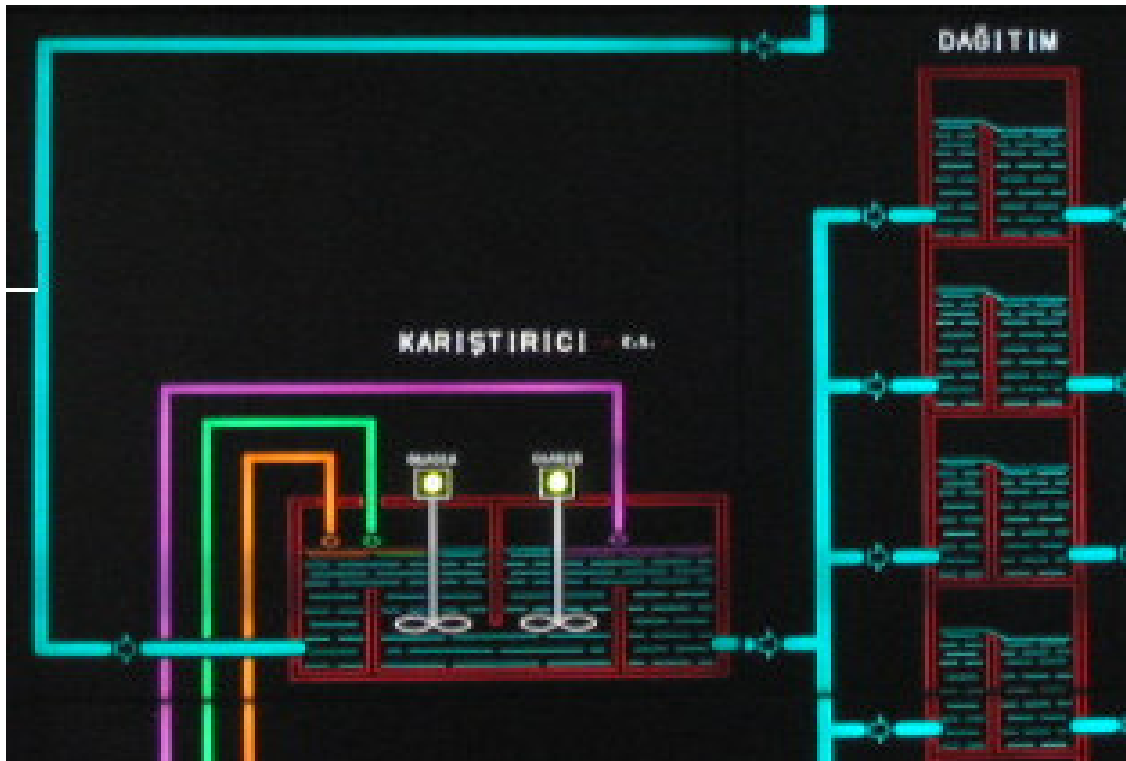
**Resim 9.** Kimya Ünitesi(Klorlama Tankları)



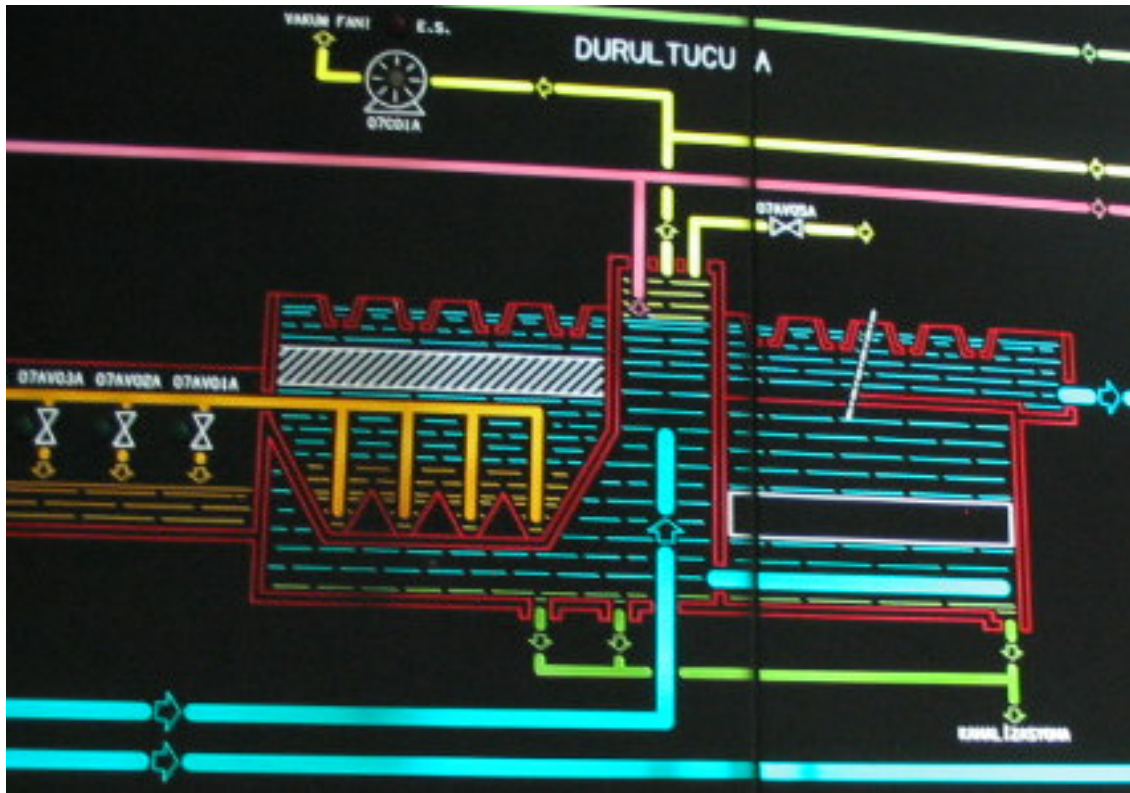
**Resim 10.** Kimya Laboratuvarı



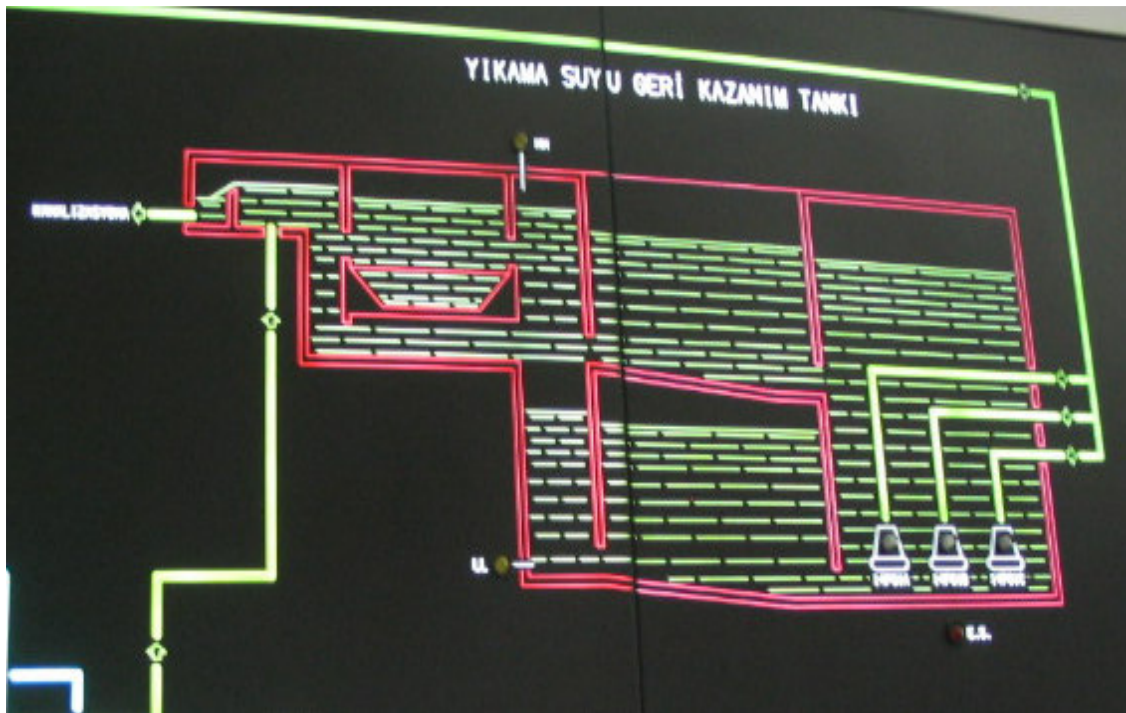
Resim 11. Dengeleme Tankı ve Havalandırma



Resim 12. Hızlı Karıştırıcılar

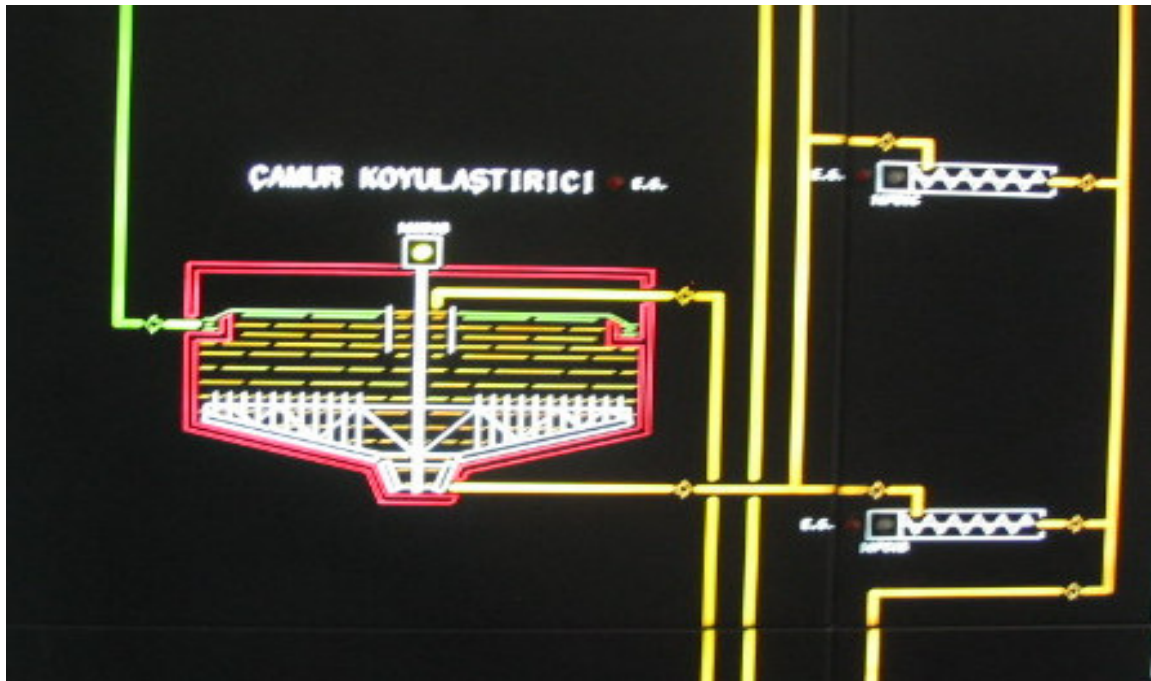


Resim 13. Durultucular

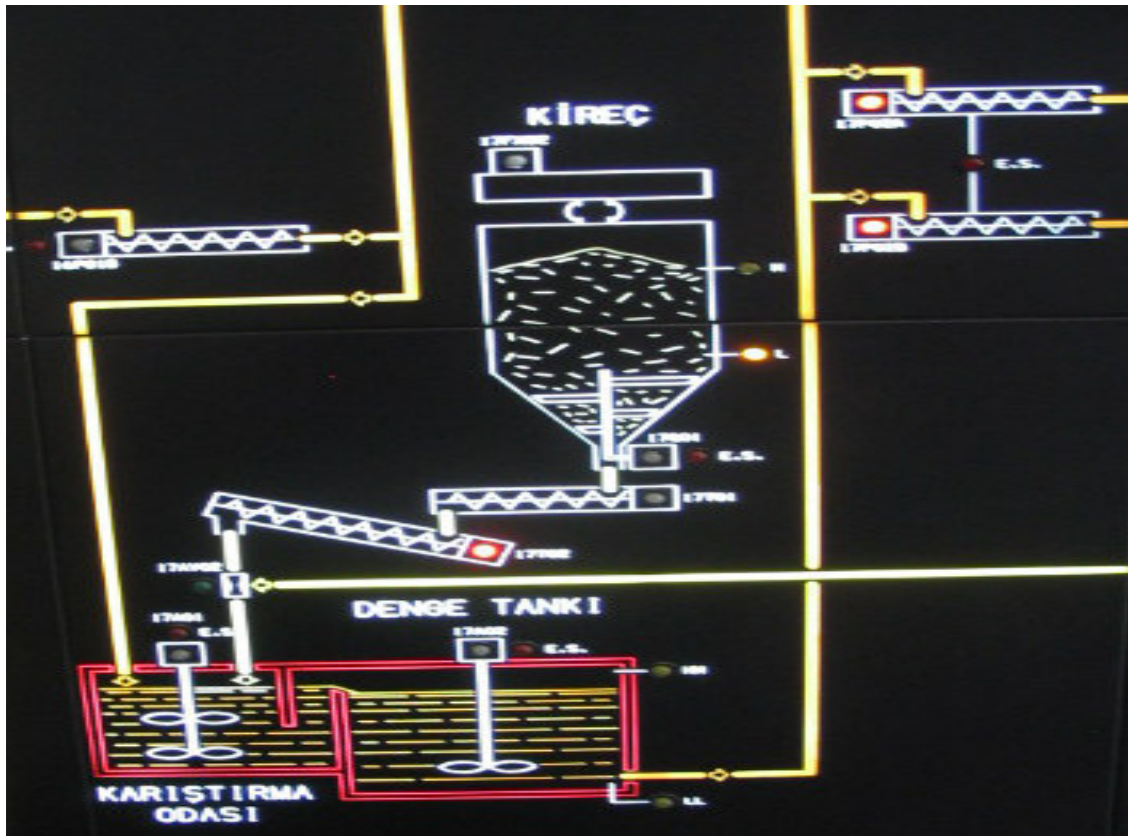


Resim 14. Yıkama Suyu Geri Kazanım Tankı

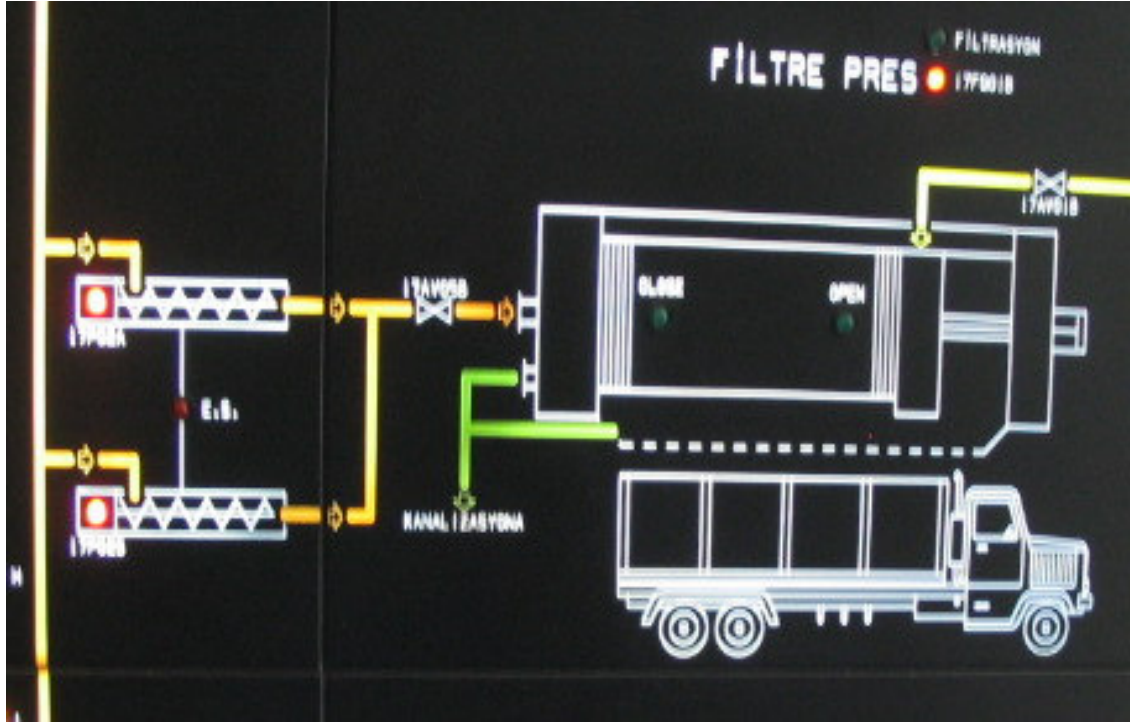




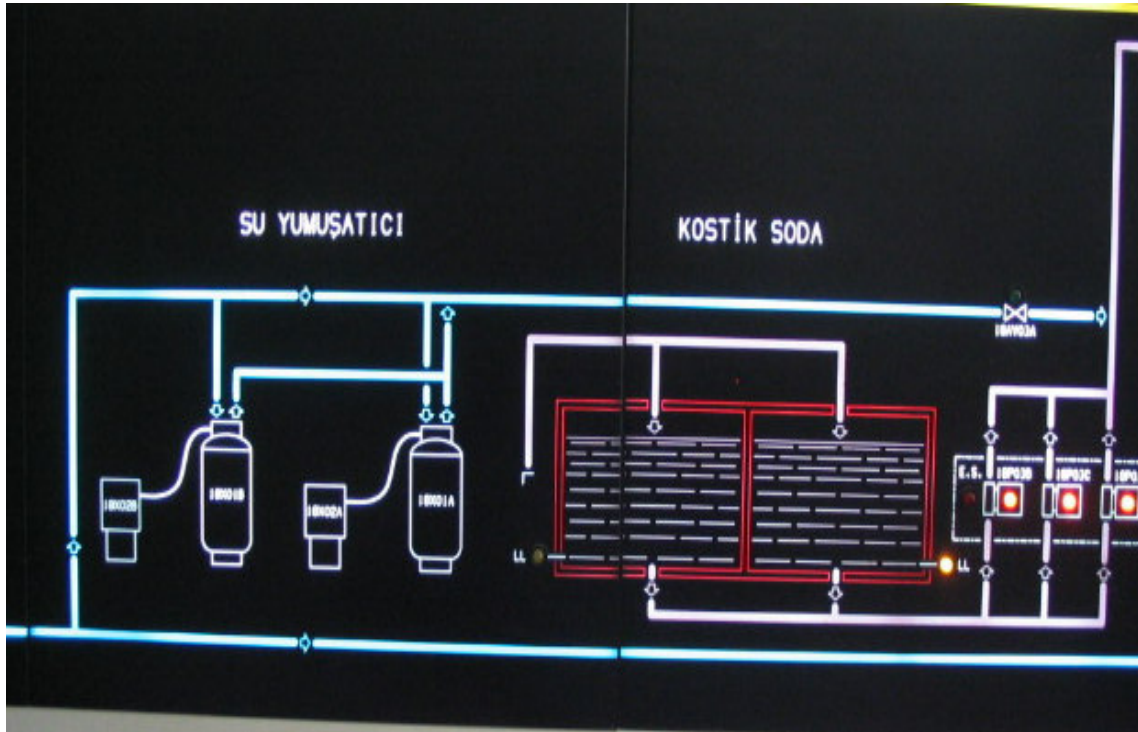
Resim 15. Çamur Koyulaştırıcılar



Resim 16. Dengeleme Tankı



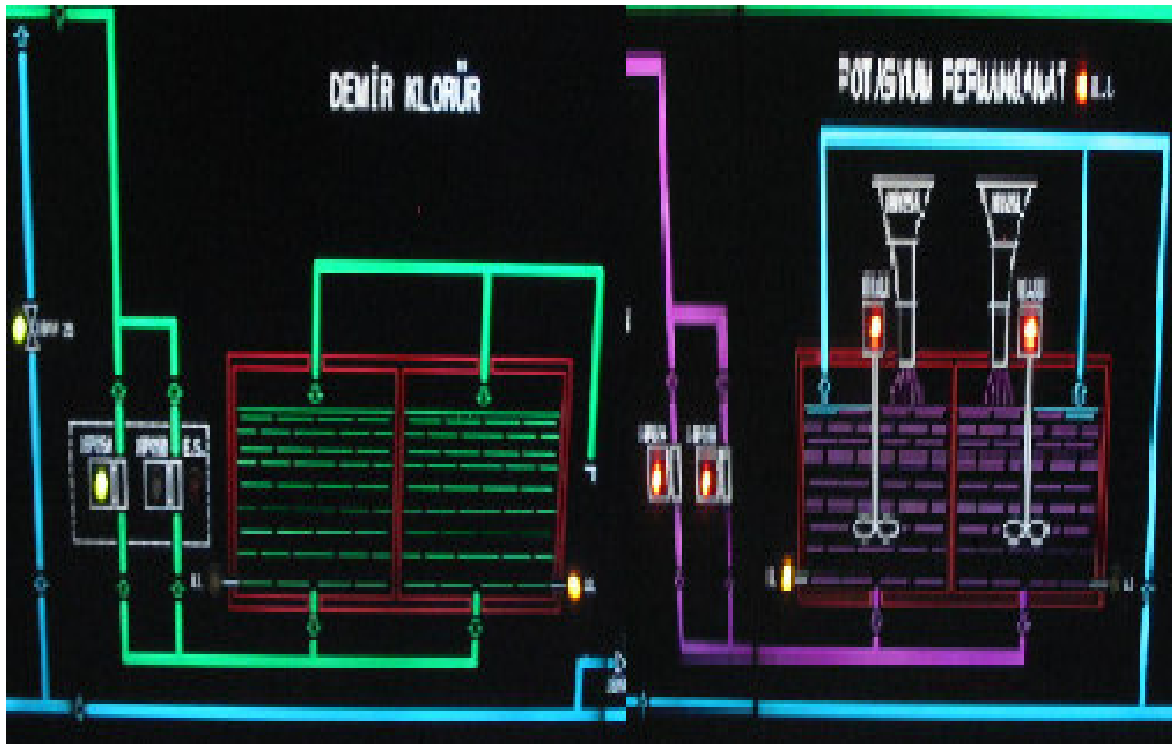
Resim 17. Filtre Pres



Resim 18. Kimya Odası



Resim-19 Kimya Odası



Resim 20. Kimya Odası

## **KAYNAKLAR**

- ALARKO CARRIER.,2000-2. Su Arıtımı Temel Bilgiler Standartları. Gebze.
- ASCE.,1971. Water Treatment Plant Design.American Society of Civil Engineers,America.
- AL-LAYLA, M.A. Shamin, A., Middlebrooks, E.J.,1977.Water Supply Engineering Design, Ann Arbor Science,America.
- ARAL,N.,1994.Su Getirme Kanalizasyon ve Çözümlü Problemler.Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- CHOW, V.T., 1964. Handbook of Applied Hydrology. McGraw Hill,America.
- COX,N.,1987. Suların Tasfiyesinin Teknikleri ve Kontrolü. Operation and Control of Water Treatment Process,NewYork.
- DBB.,2006.Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi.İnternet Bilgisi, <http://www.diyarbakir-bld.gov.tr/>,Ziyaret tarihi 03.03.2006,Diyarbakır.
- DEGREMONT, S.A.,1973. Water Treatment Handbook. Hugh K. Elliot , Ltd., London.
- DİE.,1998. Genel Nüfus Sayımı Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü.Ankara.
- DİSKİ.,2006.Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi.Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi İçmesuyu ve Kanalizasyon Daire Başkanlığı Yayını, İnternet Bilgisi,Ziyaret Tarihi 03.04.2006 . [www.diski.gov.tr](http://www.diski.gov.tr).Diyarbakır.
- DMİ.,1990. Ortalama Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni. Devlet Meteroloji Genel Müdürlüğü,Diyarbakır.
- DMİ.,1992. Türkiye'nin Yağış-Şiddet-Süre Eğrileri Bülteni. Devlet Meteroloji Genel Müdürlüğü,Diyarbakır.
- DMİ.,1995. Uzun Yıllar Ortalamasına Göre Aylık Yağış ve Sıcaklık Değerleri. Devlet Meteroloji Bölge Müdürlüğü Bilgi İşlem Merkezi ,Diyarbakır.
- DSİ.,1990.Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası Cilt I.Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü,Diyarbakır.
- DSİ.,1995. Su Kalitesi Gözlem Yıllığı. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İçme Suyu ve Kanalizasyon Daire Başkanlığı, Ankara.
- DSİ.,1995. Su Kalitesi Gözlem Yıllıkları(1993-1995).Devlet Su İşleri X Bölge Müdürlüğü,Yazılı Görüşme,Diyarbakır.
- DSİ.,1998. Göl ve Baraj Suları Kalitesi İnceleme Raporları ve Test Sonuçları.Devlet Su İşleri X Bölge Müdürlüğü,DSİ Matbaası,Diyarbakır.
- EROĞLU,V., 1995. Su Tasfiyesi. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Yayınlarından, İstanbul.

- FAİR,G.M., 1980. Geyer, J.C., Notlar ve Eklerle Çeviren Muslu-Y. Su Getirme ve Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları. 3.Baskı, Teknik Kitaplar Yayınevi,İstanbul.
- HAMMER, M.J.,1986. Water and Wastewater Technology. John Wiley and Sons Inc., New York.
- GAP.,1990a. Sayılarla Güneydoğu Anadolu Projesi. Güneydoğu Anadolu Projesi Tanıtma Bilgileri 9.Başbakanlık Gap Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı,Ankara.
- GAP.,1990b. Sayılarla Güneydoğu Anadolu Projesi. Güneydoğu Anadolu Projesi Tanıtma Bilgileri 8.Başbakanlık. Gap Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı,Ankara.
- GÜRGEN,C., 2002. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin İklimi. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Yayını No:12,Diyarbakır.
- İSKİ.,2004. Su Sempozyumu Dökümanları. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü,İstanbul.
- İSKİ.,1994. İstanbul İkitelli İçme Suyu Arıtma Tesisi.İnternet Bilgisi,Ziyaret Tarihi 10.02.2006,<http://www.iski.gov.tr>,İstanbul.
- İTÜ.,1997. Su Vakfı.Su Kaynakları Korunması ve İşletilmesi Sempozyumu,İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi,İstanbul.
- KARPUZCU, M.,1988. Çevre Mühendisliğine Giriş.İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi,İkinci Baskı.Sayı:1356, İstanbul.
- LİNSLEY, R.K., Kohler , M.A., Paulhus, J.L.H.,1975. Hydrology for Engineers. Mc Graw Hill,London.
- MAYS,H.,1996.Water Resources Handbook.Department of Civil Engineer and Environmental Engineering Arizona State University,Arizona.
- MEB.,2006. Milli Eğitim Bakanlığı Diyarbakır Milli Eğitim Müdürlüğü. İnternet Bilgisi, [www.meb.gov.tr](http://www.meb.gov.tr), Ziyaret, Tarihi 02.04.2006,Diyarbakır.
- MUSLU, Y., 1985. Su Temini ve Çevre Sağlığı.Cilt III, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi,İstanbul.
- MUSLU, Y., 2000. Ekoloji ve Çevre Sorunları. Aktif Yayınevi, İstanbul.
- MUSLU, Y.,1988. Çevre Mühendisliğinin Esasları. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınlarından, İstanbul.
- MUSLU, Y., 1988. Temel Su Prosesleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınlarından, İstanbul.
- MUTLUAY, H., 1996. Su kimyası. İstanbul Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi , İstanbul.

- ŞENGÜL, F., TÜRKMAN,A.,1988. Su ve Atıksu analizleri.TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir.
- SOYUPAK, S.,1977. İçme Suyu Arıtma Tesislerinin Planlanması.Yerel Yönetimler Araştırma ve Eğitim Merkezi Kentsel Hizmetler Dizisi-1, Ankara.
- PONTIUS, F.W.,1990. Water Quality and Treatment. American Water Works Association, Mc Graw Hill, Inc. New York.
- SCHROEDER, E.D.,1955. Water and Wastewater Treatment. American Water Works Association, Mc Graw Hill, Inc. New York.
- SUMAN, A.R.,1982. Su İnşaatı. Cilt 3. Devlet Su İşleri Yayınlarından,Ankara.
- SUNGUR, T.,1977. Su Yapıları. Cilt 2. Devlet Su İşleri Yayınlarından,Ankara.
- TS-266.,2006.İçme Suyu Standartları.Türk Standartları Yayınları,İnternet Bilgisi,Ziyaret Tarihi 20.05.2006., <https://www.tse.org.tr>.,Diyarbakır.
- TÇV.,1998. Türkiyenin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı Matbası, Yayın no:131,Ankara.
- VİESMAN, Jr. W, Hammer, M.J., 1985. Water Supply and Pollution Control. Fourth Edition, Harper and Row, Publishers, Cambridge.

## **SEKİLLER LİSTESİ**

Şekil 2.1. Tek Kademeli Yumaklaştırma Tesis Şemaları	20
Şekil 2.2. İki Kademeli Yumaklaştırma Tesis Şemaları	20
Şekil 2.3. Bir Dikdörtgen Çöktürme Havuzundaki Dört Bölge	22
Şekil 2.4. Göl ve Su Hazneleri İçin Akım Şemaları	28
Şekil 2.5. Nehir Suları İçin Akım Şemaları	29
Şekil 2.6. Yeraltı Suları İçin Akım Şemaları	30
Şekil 3.1. Diyarbakır İlinin Yeri	31
Şekil 3.2. Diyarbakır İli Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık	36
Şekil 5.1. Diyarbakır Kenti İçme Suyu Arıtma Tesisi Blok Şeması	51
Şekil 5.2. Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Toplam Sertliğin Aylara Göre Değişimi	68
Şekil 5.3. Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Serbest Klorun Aylara Göre Değişimi	68
Şekil 5.2. Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Alkalinitenin Aylara Göre Değişimi	69
Şekil 5.2. Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı pH'ın Aylara Göre Değişimi	69
Şekil 5.2. Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı Klorürün Aylara Göre Değişimi	70
Şekil 5.2. Diyarbakır İçme Suyu Arıtma Tesisi Çıkışı İletkenliğin Aylara Göre Değişimi	70

## **TABLolar LİSTESİ**

Tablo 2.1. Suların Fiziksel-Kimyasal Özellikleri ve Limit Değerleri	6
Tablo 2.2. Bakteriyel Açısından Suların Özellikleri	10
Tablo 2.3. Kirletici Kaynaklar	11
Tablo 2.4. İnsan Sağlığına Zararlı Mineraller	13
Tablo 2.5. İnsan Sağlığına Zararlı Olmayan Mineraller	13
Tablo 2.6. Çeşitli Kirleticilerde Yumaklaştırmanın Verimliliği	19
Tablo 2.7. Bazı Taneciklerin Çökelme Hızları ve Yüzey Yükleri	22
Tablo 2.8. Çökelme Havuzlarında Yüzey Yükleri	28
Tablo 2.9. Filtre Çeşitlerinin Sınıflandırılması	29
Tablo 2.10. Bakteriyolojik Dezenfeksiyon İçin Önerilen Klor Konsantrasyonu	30
Tablo 3.1. Diyarbakır'da Sıcaklıklar ve Ortalama Donlu Günler Sayısı	35
Tablo 3.2. Diyarbakır'da Yağışlar, Ortalama Yağışlı ve Karla Örtülü Günler	37
Tablo 3.3. Diyarbakır'da Aylık Ortalama Buharlaşma Değerleri	37
Tablo 4.1. Dünya Sağlık Teşkilatı(WHO), Türk Standartları(TS-266), ve ABD Çevre Koruma Teşkilatı (EPA) Standartlarının Karşılaştırılması	46
Tablo 4.2. Suyun Fizikokimyasal Özellikleri	47
Tablo 4.3.Suda Fazla Miktarla Bulunması İstenmeyen Maddeler	48
Tablo 4.4 Toksik Maddeler.	49
Tablo 4.5. Mikrobiyolojik Özellikler	49
Tablo 4.6.Suyun Radyoaktiflik Özelliği	49
Tablo 5.1. Durultucu Yapısındaki Sistem Özellikleri	54
Tablo 5.2. Filtre Tesisinin Tasarım Kriterleri	55
Tablo 5.3. Çamur Susuzlaştırma Ünitesindeki Parametrik Sonuçlar	58
Tablo 5.4. Dicle Baraj Aksı Analiz Sonuçları	60
Tablo 5.5 Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Ocak,Şubat,Mart Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri	62
Tablo 5.6 Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Nisan,Mayıs,Haziran Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri	63
Tablo 5.7 Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Temmuz,Ağustos,Eylül Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri	64



Tablo 5.8 Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2005 Yılı Ekim,Kasım,Aralık Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri	65
Tablo 5.9 Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2006 Yılı Ocak,Subat,Mart Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri	66
Tablo 5.10 Diyarbakır İçme Suyu Arıtım Tesisi Çıkışındaki 2006 Yılı Nisan,Mayıs,Haziran Aylarına Ait Ortalama Analiz Değerleri	67

**RESİMLER LİSTESİ**

Resim 1.Dengeleme ve Havalandırma Yapısı.	74
Resim-2.Hızlıkarıştırıcı ve Dağıtma Yapısı.	74
Resim-3.Durultucular.	75
Resim-4.Su ile Dolu Fitre Yapısı.	75
Resim-5.Kum ile Doldurulmuş Fitre Yapısı.	76
Resim-6. Fitre Yapısı.	76
Resim-7. Çamur Susuzlaştırma Ünitesi.	77
Resim-8. Çamur Susuzlaştırma Ünitesi.	77
Resim-9. Kimya Ünitesi(Klorlama Tankları).	78
Resim-10. Kimya Laboratuvarı.	78
Resim-11 Dengeleme Tankı ve Havalandırma.	79
Resim-12 Hızlı Karıştırıcılar.	79
Resim-13 Durultucular.	80
Resim-14 Yıkama Suyu Geri Kazanım Tankı.	80
Resim-15 Çamur Koyulaştırıcılar.	81
Resim-16 Dengeleme Tankı.	81
Resim-17 Fitre Pres	82
Resim-18 Kimya Odası.	82
Resim-19 Kimya Odası	83
Resim-20 Kimya Odası	83

## **ÖZGEÇMİŞ**

1977'de Batman'da doğdu.İlk,orta,lise eğitimini 1983-1995 tarihleri arasında Batman'da tamamladı. 1995 yılında Gaziantep Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü ile yüksek öğrenim hayatına başladı. 1996 Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliğine geçiş yaparak eğitimine devam etti. 1997 yılında yatay geçişle Dicle Üniversitesine geçerek eğitim dönemini 2001 yılında tamamladı.2000-2001 yılları arasında MNG Şirketler Grubuna bağlı MAPA firmasında görev yaptı.2001 yılından itibaren serbest mühendis olarak çalışmaktadır.