

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞEKER PANCARINDAN ŞEKER ÜRETİMİ YAPAN  
FABRİKALARIN SU BÜTÇESİ DENGESİNİN  
ÇIKARILMASI VE ATIKSU KARAKTERİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çev. Müh. Metin TANRIVERDİ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**  
**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bülent ŞENGÖRÜR**

**Eylül 2009**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

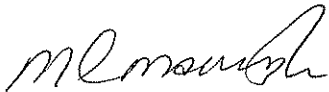
ŞEKER PANCARINDAN ŞEKER ÜRETİMİ YAPAN  
FABRİKALARIN SU BÜTÇESİ DENGESİNİN  
ÇIKARILMASI VE ATIKSU KAREKTERİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

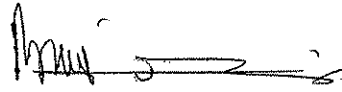
Çev. Müh. Metin TANRIVERDİ

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 11 / 09 /2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr.  
Mustafa İMAMOĞLU  
Jüri Başkanı



Prof. Dr.  
Bülent ŞENGÖRÜR  
Üye



Yrd. Doç.  
Füsun BOYSAN  
Üye

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışmanın hazırlanmasında çok yakın ilgi ve desteğini gördüğüm, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danıőman hocam Prof. Dr. Bülent ŞENGÖRÜR'e teşekkür ederim.

Tez çalıőmamda yardımcı olan Muş Şeker Fabrikası alıőanı ev. Müh. Fatma HAKSYLER'e ve diğer tüm fabrika personeline teşekkür ederim.

Metin TANRIVERDİ

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
ŞEKER PANCARI VE ÖZELLİKLERİ.....	4
2.1. Şeker Pancarının Bitkisel Özellikleri.....	4
2.2. Şeker Pancarının Morfolojik Yapısı.....	4
2.3. Şeker Pancarının Bileşimi.....	4
BÖLÜM 3. ŞEKER ÜRETİM TEKNOLOJİSİ VE ŞEKER ÜRETİMİ AKIM	
ŞEMASI.....	5
3.1. Meydan Tesisleri.....	5
3.1.1. Pancarın boşaltılması ve silolanması.....	5
3.1.2. Pancarın silolardan fabrikaya sevki.....	5
3.1.3. Pancar yıkama.....	6
3.2. Ham Fabrika.....	6
3.2.1. Pancar kıyım makineleri.....	6
3.2.2. Haşlama teknesi.....	7
3.2.3. Difüzör tesisleri.....	7

3.2.4. Birinci kireçleme.....	8
3.2.5. İkinci kireçleme .....	8
3.2.6. Birinci karbonatlama.....	8
3.2.8. Buharlaştırıcılar.....	9
3.3. Rafineri.....	10
3.3.1. Basınçlı filtreler .....	10
3.3.2. Şeker pişirimi – Kristal lapa pişirimi .....	10
3.3.3. Kristal lapa refrijerantları.....	11
3.3.4. Santrifüjler (Kristal şeker) .....	11
3.3.5. Orta şeker lapası pişirimi .....	11
3.3.6. Son şeker lapası pişirimi ve soğutma kristalizasyonu.....	11
3.3.7. Şekerin kurutulması ve ambalajlanması .....	12
3.4. Enerji Üretimi ve Diğer Yan Tesisler .....	12
3.4.1. Kireç ocağı ve kireç üretimi.....	12
3.4.2. Buhar kazanları .....	12
3.4.3. Buhar türbinleri .....	13
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>ŞEKER PANCARI ENDÜSTRİSİNDE SU KULLANIMI.....</b>	<b>15</b>
<b>BÖLÜM 5.</b>	
<b>ATIKSU KARAKTERİZASYONU.....</b>	<b>17</b>
<b>BÖLÜM 6.</b>	
<b>ŞEKER FABRİKASINDA KULLANILAN SULARIN SINIFLANDIRILMASI VE</b>	
<b>TANIMLANMASI.....</b>	<b>25</b>
6.1. Geri Alınabilen Sular .....	25
6.1.1. Pancar yüzdürme ve yıkama suları .....	25
6.1.2. Kondansatör soğutma suyu .....	26
6.1.3. Kondensat suları.....	27
6.1.4. Difüzyon ve prese suları .....	27
6.2. Atılan Artık Kirli Sular .....	28

6.2.1. Yıkama suları .....	28
6.2.2. Temizlik ve taşkan suları .....	29
6.2.3. Kazan blöf suları .....	30
6.2.4. Çamur sevk suları .....	30
6.2.5. İyon değıştirici tesislerin rejenerasyon suları .....	30
6.2.6. Pompa soğutma, türbin soğutma ve lavör ( CO <sub>2</sub> yıkama ) suları..	31
6.2.7. Evsel atıksu niteliğindeki kullanma suları .....	32
6.2.8. Meydan ve yağmur suları.....	33

## BÖLÜM 7.

SU BÜTÇESİ DENGESİ.....	34
7.1. Metot .....	34
7.2. Su bütçesinin hesaplanması .....	34
7.2.1. Pancar yüzdürme ve yıkama.....	34
7.2.2. Ana fabrika su bilançosu .....	35
7.2.3. Kireç dairesi su bilançosu.....	37
7.2.4. Kazan dairesi su bilançosu .....	37
7.2.5. Diğer tüketimler.....	38
7.2.6. Kondanser soğutma suyu.....	38
7.2.7. Arıtma tesisi su bilançosu.....	39

## BÖLÜM 8.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	40
KAYNAKLAR.....	42
EKLER.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	56

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Pg	: Pancara Göre
<sup>0</sup> C	: Santigrad Derece
AKM	: Askıda katı madde
BOI	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
m <sup>3</sup>	: Metreküp
mg	: Miligram
L	: Litre
t	: Ton
h	: Saat
KW	: Kilowatt
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
KOI	: Kimyasal oksijen ihtiyacı

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Şeker üretim akış şeması.....	14
--	----



## TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.	Şeker pancarı endüstrisinde kullanılan su miktarı.....	16
Tablo 5.1	Şeker Fabrikası Atıksularının Çeşitleri ve BOI <sub>5</sub> içerikleri .....	18
Tablo 5.2.	Şeker Fabrikası Atıklarının Karakteristikleri ( Taşıma, Yıkama ve Süreç Suları).....	19
Tablo 5.3.	Şeker fabrikası Atıklarının Karakteristikleri ( 1000 Ton Pancar İşlemesine Karşılık Oluşan Atıksu Miktarı ve Kirlilik Yüğü ) .....	21
Tablo 5.4.	Yabancı Ülkeler İçin Şeker Fabrikası Atıklarının Karakteristikleri.....	22
Tablo 5.5	Tablo 5.4'ün Parçalanmış 1 ton Pancar Esas Alınarak Değerlendirilmesi.....	24
Tablo 6.1.	Atıksu Karakterizasyonu (pamcar yüzdürme).....	26
Tablo 6.2.	Atıksu Karakterizasyonu (kondansatör soğutma suyu).....	27
Tablo 6.3.	Atıksu Karakterizasyonu (difüzyon ve prese suları) .....	27
Tablo 6.4.	Atıksu Karakterizasyonu (yıkama suları).....	29
Tablo 6.5.	Atıksu Karakterizasyonu (çamur sevk suları) .....	30
Tablo 6.6.	Atıksu Karakterizasyonu (lavör suları).....	31
Tablo 6.7.	Atıksu Karakterizasyonu (meydan suları) .....	33
Tablo 7.1.	Ana fabrika su bilançosu	36
Tablo 7.2.	Şeker fabrikasında oluşan su kayıpları .....	39

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Şeker, Pancar, Atıksu Karakterizasyonu, Su Bütçesi

Endüstriler ülke ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Tarıma dayalı önemli sanayi sektörlerinden biri olan şeker endüstrisi ülkemizde büyük öneme sahiptir. Şeker endüstrisinin de diğer endüstriler gibi çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır. Çevre kirliliği etkilerine göre gruplandırılmış endüstriler içinde ilk grupta yer almaktadır.

Her bir endüstri türü kendi üretim ürünlerini elde ederken diğer endüstrilerden farklı karakterde atık oluşturmaktadır. Bu yüzden endüstriyel kirlenmeleri incelerken endüstrinin prosesleri sonucunda oluşan atıkların karakterleri, çevreye verdikleri zararlar her bir endüstri türü için ayrı ayrı ele alınmalıdır.

Bu çalışmada endüstri sektöründe önemli bir yer tutan şeker endüstrisinin prosesleri sonucunda ortaya çıkan atık sularının karakterizasyonu ortaya konulmuş ve su bütçesi dengesi ile ilgili bilgisayar programı hazırlanarak uygulanmıştır. Su miktarı azaltımı detaylı incelenmiştir. Bu çalışmanın su ve atıksu yönetimi konusunda çalışanlara katkı sağlanması beklenmektedir.

# **FINDING OUT WATER BUDGET BALANCE OF PLANTS THAT PRUDUCT SUGAR FROM BEET AND CAHARACTERISATION OF WASTE WATER**

## **SUMMARY**

Key Words: sugar, beet, characterisation of waste water, water budget

Industries take an important place in the country economy. Sugar industry, one of the most important industrial sectors that base on agriculture, has a great importance in Turkey. Such as other industries, sugar industry has also some adverse effects on environment and in industries that are grouped according to effects of environmental pollution; it takes place in the first group.

While product its production, every industry creates some kind of pollution. Thus, examining industrial pollutions, the characters of pollution that are formed in the end of process of the industry and its damages to environment should be handled separately.

In this thesis, the characterisation of waste water which arises in the end of process of sugar industry, an important one in the industry sector, has examined and water budget has applied via prepared computer programme. Reducing water quantity has been examined in detailed. This study has been expected to be a contribution for those who study on area of water and waste water.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Üzerinde yaşadığımız dünya sınırlı kaynaklara sahiptir. Dünya nüfusunun hızla çoğalması ihtiyaçları arttırmakta bu durum beraberinde üretim ve teknolojiye gelişmeye neden olmaktadır. Kaynaklar tükendikçe çevre kirliliği artmaktadır. Ekolojik dengenin korunabilmesi için gerekli ekonomik yükün endüstriye minimum düzeyde olumsuz etki sağlayacak önlemler alınmalıdır. İnsan yaşamının en önemli gereksinimlerinden biri olan şeker, nüfusun hızla artmasıyla birlikte bu endüstri sektörünün gelişmesine neden olmuştur.

Endüstriyel kirlenmenin önlenmesi karmaşık, maliyeti yüksek çalışmalar gerekmektedir. Endüstriyel atıksuların çok çeşitli kirleticiler bulunmaktadır. Bunlar arasında asitler, bazlar, organik yapıdaki maddeler, inorganik maddeler, zehirli maddeler, mikrobiyolojik kirleticiler, azot, fosfor ve sıcaklık sayılabilir. Bu kirleticilerin karakterizasyonu için kullanılan çevre mühendisliği parametrelerin tür ve sayıları da bu çeşitliliğe paralel, çok geniş bir dağılıma sahiptir.

Endüstriyel tesislerde farklı kaynaklardan atıksu oluşabilmektedir. Bu kaynaklar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- 1-Proses ve işletmeden kaynaklanan atıksular,
- 2- Soğutma suları,
- 3-Alet, teçhizat, bina vb. temizlik suları,
- 4-Yardımcı işletmelerden kaynaklanan atıksular,
- 5-Evsel nitelikli atıksular,
- 6-Yağmur suları ve saha drenaj sularıdır (Şengül, 1991).

Geçmişte su kaynağı kapasitesi sınırsız olduğu için su kullanımı azaltma konusunda fazla düşünülmemiştir. Günümüzde pek çok endüstri su kullanımı ve atıksu üretimini

azaltıcı tedbirleri almak durumunda kalmıştır. Genelde bu azaltma deşarj edilen atıksu miktar ve kalitesi ile ilgili yönetmeliklerdeki kısıtlar, ekonomik düşünceler, çevre kalitesi ile ilgilenenlerin sayısındaki artış v.b. nedenler ile yapılır. Atık minimizasyonu teknikleri aşağıda verilmiştir.

- 1- Kaynak azaltma
  - a. Ürün değişimi
  - b. Kaynak kontrolü
  - c. Girdi malzemesinin değişimi
  - d. Teknoloji değişimi
  - e. İyi işletme pratiği
- 2- Geri dönüşüm
  - a. Tekrar kullanma
  - b. İyileştirme

Şeker endüstrisi başlıca su kullanıcı ve atıksu üreticisidir. Atıksu azaltılması düşünülen endüstrilerden biri şeker endüstrisidir. Çünkü burada özellikle şeker pancarının yıkanması sırasında büyük oranda su kullanılmaktadır. Bu suyun geri dönüştürülmesi önem kazanır. Yeni kurulan tesisler su tüketimini azaltma konusunda çaba harcarlar (Nemerow 1995).

Şeker üretimi esnasında bölgesel koşullara bağlı olarak bir ton pancar için yaklaşık 14-15 m<sup>3</sup> su kullanılmakta. Örnek olarak 2000 ton şeker pancarı işleyen bir fabrikada ortalama su tüketimi ihtiyacı 3000 m<sup>3</sup>/gün olur. Bu miktar 150 L/kişi/gün su kullanan 200000 nüfuslu bir şehrin su tüketimine eşdeğerdir. Bir şeker fabrikasında gerçekte geri devir suyu kullanımı suretiyle yukarıda verilen değerin altında bir su tüketimi olmaktadır (Ülkü, 1979).

Dolayısıyla bugün işletmeler bu suyu önemli bir kısmını geri kazanarak tekrar kullanmaktadırlar. Geri kazanılan su miktarı 12-15 ton su/ton pancardır. Atılan atıksu miktarı ise 0,3-2 ton su/ton pancardır. İşletme için gerekli taze su miktarı 100 pg 50-100 arasında değişmektedir (Kanat, 1992).

Şeker fabrikalarında çok miktarda su kullanımı ve atıksu oluşumu yalnız kampanya zamanında söz konusu olmaktadır. Çok az taze su kullanarak, kirlilik yükü fazla en az miktarda kirli suyun fabrikadan çıkarılabilmesi için, iyi bir su ekonomisi uygulamak ve tekrar fabrikaya alınabilecek su devrelerini gerçekleştirmek gerekir. Ayrıca temiz, az kirli ve çok kirli su devrelerinin birbirinden ayrılması, temiz su devrelerinden çıkabilecek artık suların az kirli su devrelerinde ve oradan çıkan suların da çok kirli su devrelerinde kullanılması yoluyla fabrikada kullanılan su miktarını azaltmak mümkündür (Ülkü, 1976).

Zbontar, L.(2005), Şeker fabrikalarından su azaltma çalışmalarında, su kullanımında toplam hacimde %69 azalabileceğini göstermiştir.

Vaccari ve ark. (2005), şeker fabrikalarında üç alt sistemde çevrim yapılabileceğini; bunlardan birincisinin pancarların taşınım suları ve yıkanma suları, ikincisinin güç tesisi ve şeker üretim tesisi suları, üçüncüsünün ise buharların çevrimi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bilgisayar programları ile su miktarını azaltacak analizler yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Ullmer ve ark. (2005), rejenerasyon ve suyun yeniden kullanımı gibi çeşitli durumları ve çoklu kirleticileri içeren su ağının optimum maliyetini belirlemeye çalışmışlardır. Maliyetin optimal çözümünü belirlemek için de matematiksel optimizasyon metotlarını kullanmışlardır.

Bu çalışmanın amacı; Türk Şeker Endüstrisini üretim işlemleri sonucunda oluşturduğu atıksuların karakterizasyonunun tespiti ve su bütçesi dengesini hesaplanmasıdır. Böylece bu tür tesislerde su ve atıksu azaltılması konusu detaylı bir biçimde değerlendirilmiştir. Su yönetimi çalışanlarına bir kaynak teşkil edeceği düşünülmüştür.

## **BÖLÜM 2. ŞEKER PANCARI VE ÖZELLİKLERİ**

### **2.1. Şeker Pancarının Bitkisel Özellikleri**

Şeker pancarı iki yıllık bir bitkidir. Birinci yılda kök ve yaprakları oluşur, ikinci yıl ise çiçek açarak tohum verir. Boyu yetiştirildiği yere, iklime ve türüne göre 85-180 cm arasında değişmektedir. İlk yılın baharında ekimi yapılır, sonbaharda olgunlaşmasını tamamlar. Kışı geçirmek için besin maddesi olarak şeker depolar. Şeker oranı en yüksek olduğu bu dönemde hasat edilir (Pancar, 1991).

### **2.2. Şeker Pancarının Morfolojik Yapısı**

Bir kültür bitkisi olan pancar iki kısımdan oluşur:

Yapraklar: Bir pancarda ortalama 0,5 kg kadardır.

Pancar kök gövdesi: Kök gövdesi dört kısımdan oluşur.

-Baş

-Pancar boynu

-Gerçek kök gövdesi

-Kuyruk

Pancar kök gövdesinin ortalama 1 kg ağırlığındadır (Şeker Pancarı, 2009).

### **2.3. Şeker Pancarının Bileşimi**

Şeker pancarının ortalama %75'i su ve %25'i kuru maddeden meydana gelir. Bu kuru maddenin %17,5'i sakkaroz (şeker) , geri kalan %7,5'i anorganik ve organik şeker dışı maddelerden oluşmaktadır (Şeker Pancarı, 2009).

## **BÖLÜM 3. ŞEKER ÜRETİM TEKNOLOJİSİ VE ŞEKER ÜRETİMİ AKIM ŞEMASI**

Pancardan şeker üretiminde temel prosesler ve kullanılan başlıca makine ve tesislerde yapılan işlemler.

### **3.1. Meydan Tesisleri**

#### **3.1.1. Pancarın boşaltılması ve silolanması**

Şeker fabrikasına doğrudan çiftçi tarafından getirilen veya teslim merkezlerinde çiftçiden alınarak fabrikaya sevk edilen pancar, fabrika meydanındaki kantarlarda tartılır. Toprak firesi tespit edilir ve meydandaki pancar silolarına boşaltılır.

Fabrikaya gelen pancar iki şekilde boşaltılır.

1-Otomatik (Mekanik) boşaltma ile

2-Basınçlı su ile

Karayolu ile gelen pancar, kamyonun hidrolik sistemle kaldırılan bir platformda belli bir eğime getirilmesi ile boşaltılarak transportlar aracılığı ile silolara sevk edilir. Bu sistemlerde pancardan toprağı ayıracak bir kısmı bulunduğuundan toprağın fabrikaya girmesi önlenmiş olur. Teslim merkezlerinden fabrikaya gelen pancarın bir kısmı da basınçlı su ile pancar yüzdürme kanallarına boşaltılır (Şeker Üretimi, 2009).

#### **3.1.2. Pancarın silolardan fabrikaya sevki**

Fabrika sahasında iki üç günlük pancarı depolayabilecek siloların yanında, genel sökümden sonraki aylarda işlenecek olan pancarlar teslim merkezlerinde veya fabrika sahasında tahsis edilen silolarda depolanır. Silolarda bulunan pancar,



yüzdürme kanallarından fabrikaya su ile sevk edilir. Pancar yüzdürme kanalları vasıtasıyla fabrikaya sevk edilen pancar içindeki otlar, kanallar üzerinde bulunan ot tutucuda ot, taşlar ise taş tutucuda ayrıştırılır.

### **3.1.3. Pancar yıkama**

Taşından, kumundan, toprağından kısmen ayrılan pancar; döner kollu yıkama teknesinde 10-15 dakika döndürülerek yıkanır. Pancar yıkama makinesinde yıkama görevi, hareketli bir mile bağlı olarak dönen aktarıcı, karıştırıcı ve atıcı kollar yerine getirir. Aktarıcı kollar pancarın makine içinde karıştırıcı kollara doğru ilerlemesini sağlar. Karıştırıcı kollar pancarın makine içinde hareketini sağlayarak, çamur ve yabancı maddelerden temizlenmesini, atıcı kollar ise yıkanmış pancarın çıkış helezonuna atılmasını sağlar. Yıkama teknesinin tabanındaki süzgeçten toprak, kum, kuyruk ve taşlar ayrılır. Yıkama işlemi ön yıkama, esas yıkama ve durulamadan ibarettir. Yıkama işleminin amacı pancar ile birlikte fabrikaya gelen taş, çamur ve pancar kuyruğundan pancarı arındırmaktır. Bazı fabrikalarda aynı işlemi gören dönel silindir yıkama makineleri bulunmaktadır (Şeker Üretim Teknolojisi, 2009).

## **3.2. Ham Fabrika**

### **3.2.1. Pancar kıyım makineleri**

Kıyım makinelerinde pancar teknolojik değerlere uygun kıyılır. Kıyım işlemi sırasında pancar hücre dokusu bozulmamalıdır. Pancar kıyım makineleri genellikle ekseni üzerinde dikilmiş silindirik bir bunker ve bu eksene dik dönebilen bir pancar kıyım tablasından oluşur. Bu tabla üzerinde bıçak kasaları yerleştirilmiştir. Ağırlığı ile bıçaklara gelen pancar dönen bıçaklar vasıtasıyla kıyım haline getirilir. Pancar bıçaklarında kıyılan pancar kıyımları nakil bandında sürekli otomatik kantarda tartılarak haşlama teknesine verilir. Bazı fabrikalarda dikey tipi kıyım makineleri bulunmaktadır.

### 3.2.2. Haşlama teknesi

Haşlama teknesi kule difüzöründen çekilen sirkülasyon şerbeti ile kıyımların karıştırıldığı silindirik bir kazandır. Burada amaç hem ısıtıcıdan geçirilen sirkülasyon şerbeti ile kıyımları ısıtarak difüzör kule ortasında sıcaklığını optimal difüzyon sıcaklığı olan 70-72 °C ye getirmek ve pancarın hücrelerini denatüre ederek şeker çıkışını sağlamak, hem de şerbetle karıştırılarak difüzöre pompalanabilir hale getirmektir. Haşlama teknesine verilen şerbetin bir kısmı kıyım giriş tarafındaki alın süzgecinden ham şerbet olarak çekilerek arıtıma verilir.

### 3.2.3. Difüzör tesisleri

Kule difüzörü yaklaşık 16 m yüksekliğinde çapı kapasiteye göre 3,30 m ile 5,20 m arasında değişen dikey silindirik bir kazandır. Kazan içinde kıyım taşıyıcı kollar vardır. Haşlama teknesinde pancar kıyımı şerbetle karıştırılarak difüzyon kulesinin alt süzgecinin hemen üzerine basılır. Şekerin ters akım prensibine göre su ile ekstraksiyonu burada gerçekleşir. Difüzyonun orta kısmındaki Sıcaklığı 70-72 0C civarındadır. pH:5,8 altına düşmemelidir. Difüzyona su ve prese suyu üst kısımdan verilir. Difüzyonun içinde yatayla 30°'lik açı yapan kanatlar taşıyan mil vardır(Şeker Üretim Teknolojisi, 2009). Dönen kanatlar vasıtasıyla kıyımlar kulenin altından tepesine doğru, ham şerbet ise kulenin alt kısmına doğru ilerler. Kulenin üstünden şekeri alınmış yaş pancar posası preslerine verilir. Kıyımlar difüzyonu yaklaşık 60-75 dakikada terk eder. Difüzörün alt ve yan süzgeçlerinden alınan sirkülasyon şerbeti haşlama teknesine verilir.

D.D.S difüzörü, 22.5 m boyunda kapasitesine göre 3.7 m-5.5 m genişliğinde yatay eğimli silindirik bir kazandır. İçindeki bir mile bağlı karıştırıcı ve iletici helezon vardır. Difüzör ters akım prensibine göre çalışır. Şekeri alınmış kıyım çıkışından, Sıcak su ve prese suyu 70-75 0C da girer. Kıyım baş taraftan girer. Kıyım içindeki şekeri çözen sıcak su ve prese suyu difüzörün kıyım giriş tarafındaki süzgeçten ham şerbet olarak sistemden çıkar.

### 3.2.4. Birinci kireçleme

Birinci kireçlemede amaç, ham şerbetteki şeker dışı maddeleri, kademeli olarak pH:11'e getirilerek çöktürmektir. Difüzyondan alınan şerbetin kuru maddesi %12-17 şeker ve ağırlığı yaklaşık 84-89 civarındadır. Birinci kireçleme altı bölmeli, U kesitinde tabandan biraz yüksekte olan levhalara bölünmüştür. Bu levhaların üst kısmında hareket edebilir kanatlar mevcuttur. Bu levhalarla bölümler arasında şerbet geçiş hızı artırılıp azaltılabilir. Tekneyi baştanbaşa kateden bir mil ve üzerinde her bölmeye alt kanatlar vardır. Teknenin bir ucundan ham şerbet verilerek bölmeden bölmeye ilerlerken, diğer ucundan alttan verilen kireç sütü  $[Ca(OH)_2]$  sabit kanatların altından ters istikamette ilerleyerek ham şerbete karışır. Birinci kireçleme pancara göre % 0,2 CaO kapsar ve kireçleme süresi 20 dakika, sıcaklığı 65 °C, son bölmenin pH:11 civarındadır. Birinci kireçlemenin 3. Bölmesine çökmeyi hızlandırıcı bir miktar (pancara göre %20) Birinci karbonatlama şerbeti verilir (Şeker Üretim Teknolojisi, 2009).

### 3.2.5. İkinci kireçleme

Birinci kireçleme sonunda şeker dışı maddeler pıhtılaşmış ve süzölmeye hazır hale gelmiştir. Sıcaklık 86-88 °C, p.g. % CaO miktarı 1,2, pH:12.6, süre ise 10-15 dakikadır. İkinci kireçlemede amaç şerbet içindeki invert şekerini parçalamak ve bakteri faaliyetini durdurmaaktır.

### 3.2.6. Birinci karbonatlama

Birinci ve İkinci kireçlemeden geçen ham şerbet 80-82 °C de Birinci Karbonatlamaya gelir. Karbonatlama kazanı silindirik bir kuleye benzemekte olup, ters akım prensibine göre çalışmaktadır. Kireçlenmiş şerbet üstten, karbondioksit gazı ise alt kısımdan verilir. Çökme işlemi tamamlanmış şerbet karbonatlama kazanının alt kısmından alınır. Karbonatlama için gerekli olan CO<sub>2</sub> gazı kireç ocağından kirecin yanması ile elde edilir. I. Karbonatlamaya pH:12 olarak gelen kireçli şerbet Birinci karbonatlamayı 10,8-11,2 arasındaki pH da terk eder.

Birinci karbonatlama çamurlu şerbeti dekantörde çöktürülür. Dekantörler yoğunluk farkı dolayısıyla çamur parçacıkların dibe çökmesi ilkesine dayanır. Dekantörün üstünde berrak şerbet altında çamur birikir. Dekantör çamuru pompa vasıtasıyla pres filtrelelere veya döner filtrelelere gönderilerek şerbet çamurundan ayrılır. Dekantörün üstündeki berrak şerbet I.Gp filtrelerine pompa ile basılır ve süzülür, süzülen bu iki şerbet ısıtıcılara gitmeden birleştirilir. Isıtıcılarda 94-96 °C ye kadar ısıtılan şerbet İkinci karbonatlamaya basılır.

### **3.2.7. İkinci karbonatlama**

Filtre edilen Birinci karbonatlama şerbeti, içindeki kalan kireci de alabilmek için İkinci karbonatlamaya tabi tutulur. İkinci karbonatlama kazanı Birinci karbonatlama kazanı gibi çalışır. Sıcaklık 92-95 °C civarındadır, şerbet 2.GP filtrelerinden süzülerek sulu şerbet elde edilir. Sulu şerbetin kuru maddesi %12-15 arasındadır. Rengi açık sarı ve berraktır.

### **3.2.8. Buharlaştırıcılar**

Sulu şerbetin koyulaştırıldığı istasyondur. Buharlaştırma aparatları buhar kamarası ve şerbet buharı kamarasından ibarettir. Şerbet buharlaştırıcıya alttan girer, buhar kamarası içinden geçen boruların dışındaki ısıtma buharının etkisiyle buharlaşarak yükselir ve ısıtma kamarasının tam ortasındaki sirkülasyon borusundan tekrar aşağı inerek diğer buharlaştırıcıya geçer. Brüde olarak adlandırılan şerbet buharı ise, aparatın üstünden alınır ve diğer buharlaştırıcının buhar kamarasına verilir. Beş kademeli buharlaştırıcıların beşinci buharlaştırıcısı üstten kondensere bağlıdır. Böylece tüm buharlaştırıcılarda kademeli olarak basınç düşürülmüş ve şerbet kaynaması kolaylaştırılmış ve buharlaştırıcıdaki yüksek sıcaklık nedeniyle sakaroz parçalanması önlenmiş olur.

Beşinci buharlaştırıcıdan alınan şerbete koyu şerbet denir. Koyu şerbetin kuru maddesi 60-65, arılığı sulu şerbetten bir birim daha fazla, koyu sarı ile açık

kahverengi arası, renkli, viskoz bir şeker çözeltilisidir. Koyu şerbet pişirime elverişli hale geldiği için artık rafineriye gönderilir.

### **3.3. Rafineri**

#### **3.3.1. Basınçlı filtreler**

Rafineride ilk işlem % 60-65 kuru maddeli koyu şerbetin süzülmesidir. Bu işlem için basınçlı filtreler kullanılmaktadır. Basınçlı filtre delikli silindirik elemanlar üzerine bez takılmış kapalı silindirik bir aparatır. Üzerleri bez kaplanmış süzme elemanları süzmeden önce kaplama maddesi perlit ile sıvanır ve daha sonra filtre yardımcı maddesi (perlit) katılmış koyu şerbet bu elemanlardan süzülür. Şerbet yandan aparata verilir. Silindirik süzme elemanlarının içinden geçerek üstten temiz şerbet debisinin düşmesi filtre süzme alanının tıkanıp olduğunu gösterir. Süzme bitirilip, kirlenen süzme elemanları şerbet akışı yönünün tersinden hava-su verilerek yıkanıp temizlenir. Basınçlı filtrelerin süzme yüzeyleri  $45 \text{ m}^2$  , her  $\text{m}^2$  için kullanılacak filtre yardımcı maddesi perlit ise  $0.6 \text{ kg}$  dır.

#### **3.3.2. Şeker pişirimi – Kristal lapa pişirimi**

Kristalizasyon işlemi; vakum altında çalışan ve bir buhar kamarası aracılığıyla ısıtılan, dikey silindir kazanlarda yapılır. Kazanların ısıtma yüzeyleri  $280 \text{ m}^2$  , çapları  $4,2 \text{ m}$  ve  $60 \text{ ton}$  lapa üretimi şekilde tasarlanmıştır. Pişirim aparatı şu ana kısımlardan oluşur.

- Şurup kamarası
- Buhar kamarası
- Mekanik karıştırıcı

Pişirim başlangıcından önce buhar kamarasının üstüne pişirim için gerekli şurup çekilir ve buharlaştırılarak aşırı doymun hale gelinceye kadar koyulaştırılır. Aşırı doymun şuruba pudra şekeri maya olarak verilerek kristal taneleri oluşturulur ve

koyulaştırmaya devam edilerek bu taneler büyütülür. Pişirim süresince lapa sürekli karıştırılır. Lapanın kuru maddesi %92-94 e gelince pişirime son verilip, aparatın alt kapağı açılarak lapa refrijantlara alınır. Kristal lapa pişirimi için üçüncü buharlaştırıcının şerbet buharı kullanılır. Pişirim cihazlarında vakum, çıkan brüdenin (şerbet buharı) kondeser denilen cihazlarda soğuk su ile yoğunlaştırılması ile elde edilir.

### **3.3.3. Kristal lapa refrijerantları**

Kristal şeker lapası refrijerantlara alınır. Refrijerantlar çapları 2,5 m, boyları 9m olan U şeklinde teknelerdir. Refrijerantlardaki lapa santrifüjlerin ihtiyacı kadar bir debi ile santrifüjlere işlenmek üzere sevk edilir. Tekneye alınan lapa donmaması için sürekli karıştırılır.

### **3.3.4. Santrifüjler (Kristal şeker)**

Kristal lapa içindeki sakaroz kristallerinin ayrılması işlemi santrifüjlerde yapılır. Santrifüj üstten bir motorla çevrilen etrafı delikli levhayla kaplı silindirik yapıya sahiptir. Lapa santrifüjlerinde kristaller silindirinin içinde kalırken şurup dışındaki gövdeye savrulur ve buradan depoya gönderilir. Şurubu ayrılan şeker kristalleri su ve buhar püskürtülerek yıkanır ve kurutma ünitesine gönderilir.

### **3.3.5. Orta şeker lapası pişirimi**

Bu pişirim kristal lapa şurupları ile yapılır. Sürekli santrifüjler kullanılmaktadır. Santrifüjden çıkan orta şeker, standart şurup hazırlama teknesinde koyu şerbetle eritilerek, standart şurup elde edilir.

### **3.3.6. Son şeker lapası pişirimi ve soğutma kristalizasyonu**

Orta şekerin şurupları son şeker pişirim aparatına alınır. Son şekerde pişirim süreleri kristal ve orta şekere göre çok daha uzundur. Son şeker refrijerantlarına indirilen

lapanın şurubunda kalan şekerin bir kısmına da, lapanın bu refrijerantlarda 25-35 saat soğutulması ile kazanılır. Sürekli santrifüjlerde ayrılan şeker, orta şekerle birlikte eritilerek kristal lapa pişiriminde kullanılır. Ayrılan şurup ise melas olarak isimlendirilir. Bu şurupta hala % 50 oranında şeker vardır. Ancak, bu şekeri kazanmak için tekrar pişirim yapmak ekonomik değildir. Melas etil alkol, maya, sitrik asit üretiminde ve yem sanayinde kullanılan bir yan üründür.

### **3.3.7. Şekerin kurutulması ve ambalajlanması**

Santrifüjlerden çıkan şeker kurutma ünitesine nakledilir. Karıştırılarak sıcak hava ile kurutulan şeker soğutulmuş kristal şeker bunkerine gider. Kristal şeker depoya girmeden önce elenir. Artık kristal şeker elde edilmiş olup, ambalajlama işlemine hazırdır. Bunkerin alt kısmında hassas kantarda tartılır, 50 kg.lık polipropilen torbalara konarak ambara sevk edilir.

## **3.4. Enerji Üretimi ve Diğer Yan Tesisler**

Yan tesislerden en önemlileri; kireç ocağı, buhar kazanı ve türbin dairesidir.

### **3.4.1. Kireç ocağı ve kireç üretimi**

Arıtımda kullanılan kireç fabrika sahasındaki kireç ocaklarında üretilir. Dikey bir silindir şeklinde olan kireç ocağına üstten kireç taşı ve kok karışımı verilir. Ocak içinde yanan kok, kireç taşıyı 1000-1100 °C ye ısıtılarak, kireç ve karbondioksit ayırışmasını sağlar. Kireç su ile söndürülerek, şerbet arıtımında kullanılmak üzere, kireç sütü hazırlanır. Ocağın üst bölümünde çekilen CO<sub>2</sub> ise arıtımda kullanılan kirecin fazlasını çöktürmesinde kullanılır.

### **3.4.2. Buhar kazanları**

Şeker üretim prosesinde kullanılan ısı ve elektrik enerjisi fabrika içerisinde yer alan kazan ve türbin dairesinden oluşan tesislerden elde edilir. Şeker fabrikalarında

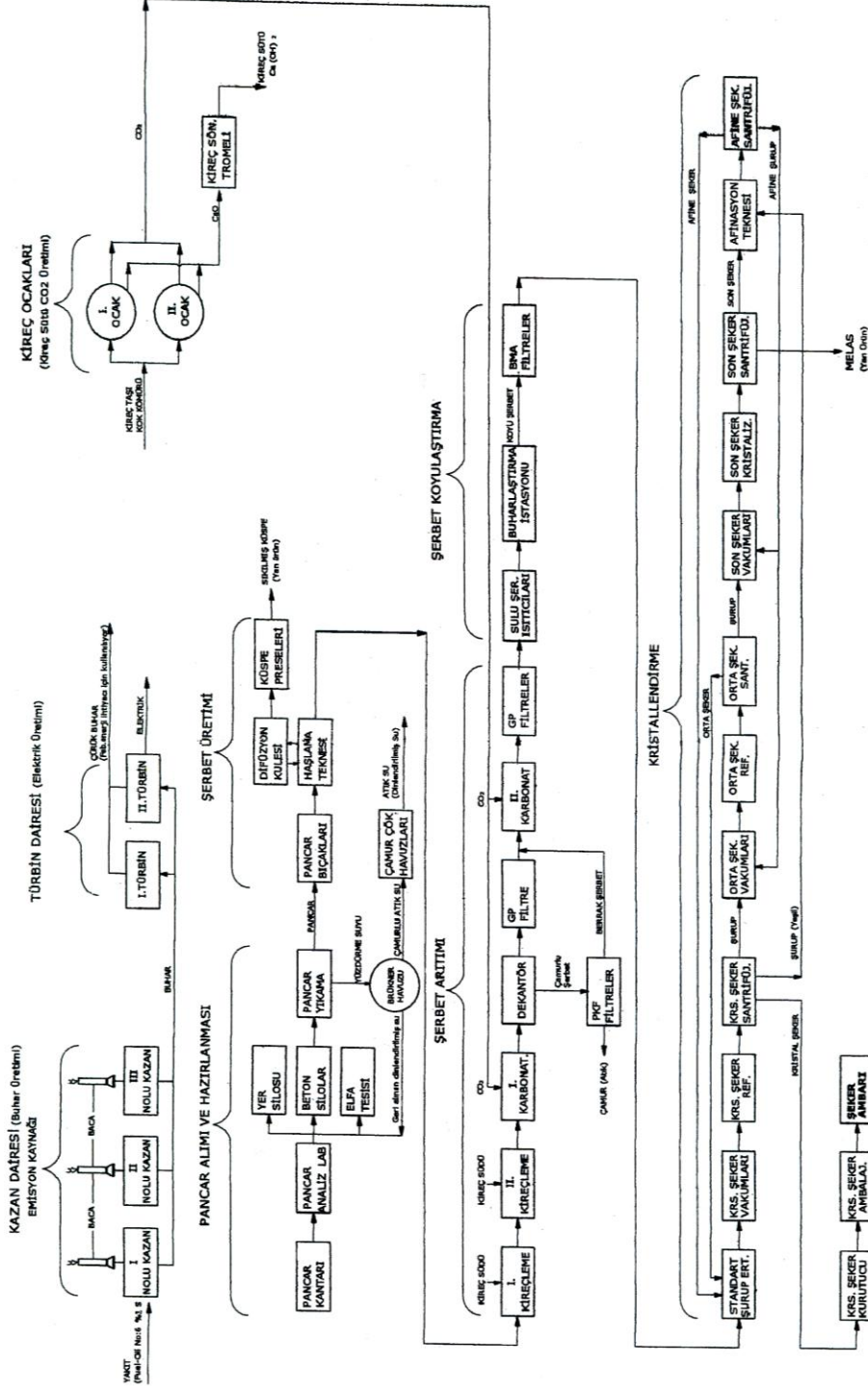
basınçlı kızgın buhar üreten kazanlar kullanılmaktadır. Fabrikanın pancar işleme kapasitesine göre kazan özellikleri belirlenir. Kazanlarda yakıt olarak kömür, fueloil ve doğalgaz kullanılmaktadır. Fabrika ihtiyacına göre 10-100 t/h arasında buhar üreten çeşitli kazanlar kullanılmaktadır. Kazanlarda elde edilen yüksek buhar türbinden geçirilerek fabrikanın kullanacağı elektrik enerjisi elde edilir.

### **3.4.3. Buhar türbinleri**

Şeker fabrikalarında üretim teknolojisi gereği hiç durmadan çalışması zorunluluğundan dolayı kullanılan tüm elektrik enerjisi, buhar kazanlarından elde edilen 17-40 bar ve 380-400 0C deki sağlam buharla çalışan buhar türbinlerine bağlı 1400-6400 KW'lık jeneratörlerden elde edilir. Elektrik enerjisinde kullanılan sağlam buhar daha sonra retür (çürük) buhar olarak işletmede kullanılır.



# ŞEKER ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI



Şekil 3.1. Şeker üretim akış şeması

## **BÖLÜM 4. ŞEKER PANCARI ENDÜSTRİSİNDE SU KULLANIMI**

Şeker pancarı fabrikalarının kampanya dönemi, bir yılda yaklaşık olarak 120 gündür. Günde 24 saat çalışan çok yoğun bir süreçtir. Üretim aktiviteleri Eylül ayının sonunda başlar ve Ocak-Şubat aylarında sona erer. Avrupa'da yaklaşık 50-70 gündür, maksimum 100 gün devam eder.

Şeker fabrikaları genellikle çok fazla su tüketen proseslerdir. 100 ton şeker pancarı işlemek için, ortalama 1500-1900 m<sup>3</sup> suya ihtiyaç duyulur. Bu suyun büyük bir kısmı geri devir suretiyle tekrar kullanılır. İyi bir su uygulayan bir fabrikada ortaya çıkan atıksu miktarı toplam su stokunun yaklaşık % 30-50'sidir. Başka bir deyişle, 100 ton şeker pancarının işlenmesi sonucunda tasfiye edilmesi gereken atıksu miktarı 450-950 m<sup>3</sup> olacaktır (Ülkü, 1986).

Şeker pancarı fabrikalarında su tüketimine neden olan faktörleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- 1- Pancarların taşınması ve yıkanması,
- 2- Ham fabrika işlemlerinde şerbetin ayrılması ve temizlenmesi,
- 3- Şerbetin yoğunlaştırması ve kristalleştirilmesi,
- 4- Soğutma suyu,
- 5-Fabrika temizleme,
- 6-Evsel amaçlar.

Pancarlar, kanallardaki su akışı vasıtasıyla fabrikaya nakledilir. Bu suyun büyük kısmını soğutucu ve vakum tavalarında kullanılan barometrik kondansatörden geri devrettirilen sular oluşturur. Soğutma havuzlarına verilen soğutma suyu, burada soğutulmuş olarak tekrar kullanılır. Kullanılan su miktarları Tablo 4.1 verilmiştir.

Tablo 4.1. Şeker pancarı endüstrisinde kullanılan su miktarı

Su kullanımı	Miktarı(m <sup>3</sup> /100 ton şeker pancarı)
Taşıma suyu	500-800
Yıkama suyu	150-200
Kondansatör soğutma suyu	400-800
Difüzyon suyu	40-60
Mekanik devre soğutma suyu	40-50
Soğutucu soğutma suyu	50-60
CO2 yıkama suyu	7-10
Bez ve torba filtre yıkama suyu	3-6
Fabrika temizleme suyu	2-3
Çamur taşıma suyu	8-12
Kimyasal arıtma çamuru taşıma suyu	4-6

Kaynak: Ülku 1986

## **BÖLÜM 5. ATIKSU KARAKTERİZASYONU**

Şeker fabrikalarının atıksuları ana madde olarak şeker içerdiği için tek yönlü kirlenmiş atık sulardır. Bunun yanı sıra, şeker pancarı azot ve fosfor da içerdiğinden atıksuda kirletici parametre olarak azot ve fosfor bileşikleri de bulunmaktadır. Bunlardan başka şeker pancarının bileşiminden kaynaklanmayan fakat üstünde bulunan toprak ve çamurun suya geçmesi ile oluşturduğu askıda katılar vardır ve dolayısıyla bulanıklık oluştururlar. Şeker fabrikalarında sıcaklık da bir kirletici parametre olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü tesisin pek çok yerinde soğutma suyu kullanımı vardır. Şeker fabrikasının atıksuları çok miktarda şeker içerdiğinden BOI değeri yüksektir. Şeker Fabrikasının atıksu çeşitleri ve BOI<sub>5</sub> içerikleri Tablo 5.1’ de verilmiştir.

Bütün bunlara dayanarak şeker pancarından şeker üretimi ile çıkan şeker rafine atıksularının karakteristiği BOI<sub>5</sub>, KOI, askıda katı madde, alkalinite, çözünmüş katılar, azot formları, toplam fosfor derişimleri, toplam ve fekal koliform, sıcaklık ve pH değerleri ile tanımlanabilir. BOI<sub>5</sub>, askıda katı maddeler ve pH değeri en önemli çıkış suyu parametreleridir. Şeker pancarının işlenmesi sonucu çıkan süreç atıksularının karakteristiklerinin Türkiye genelinde değerleri Tablo 5.2 ve Tablo 5.3’ de diğer ülkeler için ölçülmüş parametreler ve karakteristikler ise Tablo 5.4 ve Tablo 5.5’ de verilmiştir. Bu değerler ülkemiz için verilenlerin daha altında olup uygulanan arıtma teknolojisinin farklılığından ileri gelmektedir (Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş, 2009).

Tablo 5.1 Şeker Fabrikası Atıksularının Çeşitleri ve BOI<sub>5</sub> içerikleri (Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş, 2009)

Şeker Fabrikasının Az Kullanılmış Suları	Miktarı %	KMnO <sub>4</sub> Tüketimi	BOI <sub>5</sub> mg/L
Pompa Soğutma Suyu	12,3	10	7
Türbin Soğutma Suyu	9,3	13	8
Gaz Pompaları Suyu	7,3	24	23
Kondense Fazlası	3,1	60	34
Lavör Suyu	5,0	84	26
Daha Az Kirlenmiş Sular	47,0	27	17
Şeker Fabrikasının Fazla Kullanılmış Suları	Miktarı %	KMnO <sub>4</sub> Tüketimi	BOI <sub>5</sub> mg/L
Temizlik Suları	2-3	10000	3500
Bez Yıkama Suları	1-1,5	25000	5000
Torba Filtre Yıkama Suları	1-1,5	30000	6000
Rejenerasyon Suları	3-5	9000	4000
Yoğunlaşmış Buhar Fazlası	0-5	800	400
Evsel Atıksular	3-5	500	300
Meydan Suları	1-5	3500	1500

Tablo 5.2.Şeker Fabrikası Atıklarının Karakteristikleri ( Taşıma, Yıkama ve Süreç Suları)

Parametre	Pancar yıkımı ve kanal suları ( Karışık )						Difüzyon Suları			Küspe Presleme Suları		
	Kapalı Devre			Açık Devre								
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Sıcaklık	8	22	6,5	6,5	20	12	34	51	43	37	52	44
Bulanıklık ( SiO <sub>2</sub> ) mg/L	600	10000	3300	700	1800	800	1200	5000	7000	1800		7800
Koku	z4 üstü veya z 5s		z1s	z1s	z4s	z4s	z2s	z5s	z3s	z2s	z5s	z4s
pH	5,0	7,0	6,2	7,1	7,8	7,5	4,2	5,9	4,9	4,3	4,9	4,5
BOI <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> ) mg/L	45	3000	1300	105	210	160	1400	3000	2200	1050	3600	2600
KMnO <sub>2</sub> Değeri mgO <sub>2</sub> /L	120	1900	540	125	185	150	1100	4000	2200	2700	4300	3350
Çürüebilme (Saat)	0,5	7	4	6	8	7	4	10	6	6	45	16
Amonyak (N) mg/L	1,5	5,0	3,0	1,2	3,5	2,0	2,5	6,5	3,9	2,0	4,6	3,2
Organik Azot (N) mg/L	18,0	90,0	45,0	7,0	15,0	10,0	55	110	85	58	186	107
Fosfat (PO <sub>4</sub> ) mg/L	2,0	4,0	2,9	1,5	5,6	3,0	4,2	14,1	8,1	8,4	13,0	10,7
Potasyum(K) mg/L	40	130	76	8	11	10	90	170	110	100	140	120
Top. Kuru Tortu mg/L	1500	8700	4700	1100	1700	1500	3600	6700	5250	5500	8100	6600
Yanabilir Maddeler mg/L	600	2400	140	330	580	420	3000	5700	4500	4800	7400	5800
Toplam Asılı Katılar	850	6200	2800	580	1050	780	1200	2600	1930	1450	2250	1800
Yanabilir Maddeler mg/L	160	780	360	100	220	140	1000	2300	1580	1150	1950	1450
*Çamur Hacmi cm <sup>3</sup> /L	6	38	14	5	9	7	15	100	60	20	130	75

(Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. 2009)

Tablo 5.2. (Devam)

Parametre	Gaz Yıkayıcıdan Gelen Sular			Filtre Bezlerinin Yıkandığı Odadan Gelen Sular			Barometrik Kondensatörden Gelen Sular			Çamur Ayırımından Gelenler (Kok-Kireç Çamuru)		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Sıcaklık	10	42	25	43	80	65	30	65	43	8	22	16
Bulanıklık ( SiO <sub>2</sub> ) mg/L	40	800	200	10000	50000	21000	15	250	93	220	9000	4600
Koku	z1s	z5s	z3s	z2s	z5s	z3s	z1s	z5s	z4s	z1s	z3s	z2s
pH	4,8	6,7	6,1	8,5	10,0	9,4	6,6	8,5		6,0	6,3	6,2
BOİ5 (O <sub>2</sub> ) mg/L	30	840	370	8400	24000	14000	20	500	187	12000	17000	15000
KMnO <sub>2</sub> Değeri mgO <sub>2</sub> /L	13	260	74	6300	18000	13000	15	65	40	2300	3900	3200
Çürüyebilme (Saat)	4			2	36	12	1	6	4	0,17	1	0,5
Amonyak (N) mg/L	3,5	21,0	11,0	2,0	35,0	20,0	6,0	30,0	18,0	7,0	16,0	12,0
Fosfat (PO <sub>4</sub> ) mg/L	0,2	4,8	1,6	0,7	3,5	2,4	0,1	1,1	0,5	10,5		–
Potasyum(K) mg/L	10	55	28	120	260	200	6	55	28	95		–
Top. Kuru Tortu mg/L	660	2000	1200	20000	78000	43500	275	1600	873	10200	25300	19600
Yanabilir Maddeler mg/L	180	860	480	19000	32000	26000	90	990	360	5500	1300	10600
Toplam Asılı Katılar	15	85	39	3400	55000	82000	6	60	27	720	4100	1300
Yanabilir Maddeler mg/L	4	35	14	2600	27000	9500	1	35	12	500	1520	830
*Çamur Hacmi cm <sup>3</sup> /L		0,2	0,1	6	800	330	Görülmedi			15	7	

(Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş, 2009)

Tablo 5.3. Şeker fabrikası Atıklarının Karakteristikleri ( 1000 Ton Pancar İşlemesine Karşılık Oluşan Atıksu Miktarı ve Kirlilik Yüğü )

Parametre	Pancar Yıkama ve Kanal Suları Karışık	Gaz Yıkayıcıdan Gelen	Filtre Bezi Yıkama	Difüzyon Suları	Küspe Presleme Suları	Barometrik Yoğuşturuculardan Gelen Sular	Kok-Kireç Çamuru Ayırımından Gelen	Kireç-Çökeltme Tonlu Drenajı	Küspe Çukurları Drenaj Suları	Meydan Suları	Evsel Nitelikli Atıksular	
											Temizlik	Evsel
Debi m <sup>3</sup> /1000 tp	13520	150	150	1500	500	5000					133	50
BOİ <sub>5</sub> m <sup>3</sup> /1000 tp	2704	55,4	2100	3300	1300	100	120	120	260	50	399	15
Askıda Katı madde m <sup>3</sup> /1000 tp	10816	5,85	3300	2895	900	150	1800	170,4	260	50		
Toplam Azot m <sup>3</sup> /1000 tp	162,24	1,65	3	133,35	55,1	100	156	54				
Toplam Fosfor m <sup>3</sup> /1000 tp	40,56	0,24	0,36	12,15	5,35		1,44					
Eşdeğer Kirlilik Kişi/gün	50074	1028	38889	61111	24074	18515	33333	3155	96296	1389	7667	

(Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş, 2009)



Tablo 5.4. Yabancı Ülkeler İçin Şeker Fabrikası Atıklarının Karakteristikleri

Kirli Su Tipi	Debi m <sup>3</sup> /kgÜrün	BOİ <sub>5</sub> mg/L	KOİ mg/L	Askıda Katı Madde mg/L	Amonyak Azotu mg/L	Kjeldahl Azotu mg/L
Şeker Pancarı Su Kanalı	7,85	200-210	175	400-4300	3	
Barometrik Yoğuşturucu Suyu	6,89	30-40		77	6,8	9,4
Küspe Bölmesi Suyu	1,38	910-1020				
Küspe Presleme Suyu	0,62	1710		420		
Toplam Süreç Kirli Suyu	2,27	1230-1600	1500	1100-130		
Kok-Kireç Çamuru	0,31	1420-8600		120000		
Kok-Kireç Havuzları Taşkınları	0,26	1420		450		
Hamur Silosu Drenaj Suları	0,72	7000		270		

(Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş, 2009)

Tablo 5.4 (Devamı)

Kirlı Su Tipi	Debi m <sup>3</sup> /ton ürün	BOİ <sub>5</sub>		AKM	
		mg/L	kg/ton ürün	mg/L	kg/ton ürün
Steffen Kirliliği	041	10000-10500		100-700	
Şeker Pancarı Yüzdürme Suyu	10,84	210	2,25	800-4300	8,5-41,7
Bölme Suyu	1,67	910	1,50	1020	1,7
Pres Suyu	0,75	1700	1,30	420	0,3
Depo Suyu	0,88	7000	6,15	270	0,25
Kireçli Sulu Çamur	0,38	8600	3,25	120000	45
Yoğuşturucu Suyu	8,34	40	0,35		
Steffen Filtresi	0,50	10500	5,20	100-700	0,05-0,35
Toplam Su	23,35		20,0		55,8-94,1
Süreç Suyu					

(Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş, 2009)

Tablo 5.5 Tablo 5.4'ün Parçalanmış 1 ton Pancar Esas Alınarak Değerlendirilmesi

Kirli Su Tipi	Nitrat Azotu mg/L	Toplam Fosfor mg/L	Alkalinite mg/L	pH	Çözünmüş Katılar mg/L	Sülfat mg/L	Toplam Koliform EMS/100ml	Fekal Koliform EMS/100 ml
Şeker Pancarı Yüzdürme Suyu					780			
Barometrik Yoğuşturucu Suyu	0,2	0,6	296	8,5	780	105	1,424	143
Küspe Bölmesi Suyu								
Küspe Presi Suyu								
Küspe Depo Drenaj								
Toplam Süreç Kirli Suyu					1120			
Kok-Kireç Çamuru					2850			
Kok-Kireç Havuzu Taşkını								
Steffen Kirliliği					42900			

( Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.,2009)

## **BÖLÜM 6. ŞEKER FABRİKASINDA KULLANILAN SULARIN SINIFLANDIRILMASI VE TANIMLANMASI**

Tablo 5.1 de gösterildiği gibi şeker fabrikalarında kullanılan su miktarı çok farklıdır. Bu su miktarının taze su olarak karşılanması çok güçtür. Diğer taraftan fabrikadan çıkan kirli suların doğrudan deşarj edilmesi çok sakıncalı olması ve bu kadar fazla miktardaki suyun temizlendikten sonra deşarj edilmesi çok masraflı olması, kullanılmış suların tekrar kullanma zorunluluğu doğmuştur. Fabrikadan çıkan her kullanılmış su tekrar kullanılamaz. Çünkü çok kirlidir ve temizlenmesi için uzun zaman ister. Bu nedenle fabrikadan çıkan kullanılmış suları iki grupta toplayabiliriz.

1-Geri alınabilen sular

2-Atılan atık kirli sular

### **6.1. Geri Alınabilen Sular**

#### **6.1.1. Pancar yüzdürme ve yıkama suları**

Pancarın fabrikaya sevki için pg yaklaşık olarak % 500-800 ve yıkanması için de pg gene yaklaşık olarak % 200 su gereklidir. Bu duruma göre toplam su ihtiyacı pg yaklaşık olarak % 700- 1000 olarak hesaplanmalıdır.

Pancar üzerine yapışmış olan toprak, pancarın yüzdürülmesi ve yıkanması sırasında suya geçer. Fabrikaya getirilen pancarlar normal olarak % 10-20 kirlilik içermektedir. Kuru mevsimlerde miktarı % 5'e kadar düştüğü halde kuvvetli yağmurlu zamanlarda % 60'ın üstüne çıkmaktadır. Bu duruma öre, şayet bu su miktarı % 750 hesaplanır ise, yüzdürme ve yıkama işlemlerinde çöken miktarı her m<sup>3</sup> su için 70 ve 80 kg arasında değişmektedir.

Çökebilen maddelerin yanında, pancarda bulunan özellikle şeker ve azotlu maddeler ile topraktaki çözünebilen maddeler suya geçer. Şayet soğuk su kullanılır ve pancarlar da fazla zedelenmemiş ise pancardaki diğer maddelerle beraber pg yaklaşık olarak % 0,05 şekerde yüzdürme ve yıkama suyuna geçer. Atıksu karakterizasyonu aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 6.1. Atıksu Karakterizasyonu (pancar yüzdürme)

KOİ	2500 mg/L
Askıda katı maddeler	2800 mg/L
Sıcaklık	15 °C
pH	6,2

### 6.1.2. Kondansatör soğutma suyu

Brüdenin yoğunlaşmasından meydana gelen kondense suyu 100 pg yaklaşık olarak 400–600 kadardır. Brüdenin yoğunlaşması ile su miktarı artar, bundan başka sıcaklığı genellikle 40–50 °C'dir ve organik maddeler tarafından pek az kirlenmiştir.

Piştirim istasyonun ve kondansatör tesisatın özelliği kondansatör suyunun kirlilik derecesini etkiler. Kondense soğutma suyunda fazla miktarda amonyak bulunur. Brüde deki azot miktarı 50–80 mg/L kadardır, pH değeri ise 8 ile 9 arasındadır. Sıçrayan şerbet fazla miktarda şeker içerdiğinden kondense suyunun organik madde bakımından kirlenmesine sebep olur; bu sebepten rafinerideki şerbetin, şerbet tutuculara geri tutulması zorunludur. Bu şerbet tutucular lüzumu halinde bütün lapayı alabilecek büyüklükte olmalıdır. Bu şekilde, pek ender de olsa, vakumdan lapanın tamamı da kaçsa kondens suyuna karışması önlenmiş olur.

Kondansatör soğutma suyunun soğuması bir buharlaşma kaybına sebep olur. Genel olarak 100 pg 400–600 kondansatör suyunu zorunluluğu olduğundan, şayet suyun soğutma tesisinden geçirilmesi esnasında sıcaklığı 15 °C düşürebilir ise buharlaşma kaybı 100 pg 11-16'ya erişmektedir. Geri alınan kondansatör soğutma suyu için her bir derece soğutmada 100 pg su kaybı % 1 kadar olabilir.

Tablo 6.2. Atıksu Karakterizasyonu (kondansatör soğutma suyu)

KOİ	80 mg/L
Askıda katı maddeler	27 mg/L
Sıcaklık	43 °C
pH	6,9

### 6.1.3. Kondensat suları

Tephir, ısıtıcılar ve pişirim sonucu elde edilen sular kondense suyu denir. Bu suların hemen hemen tamamı tekrar kullanılmak için geri alınır. Kondense suyunun fazlası şeker eritmede kullanılır. Şerbet üretiminde kullanılan taze suda kondense suyudur. Bu nedenle kondense suyunun miktarında bir arıtma olmaz. Tephir aparatlarının, sıçrayan şerbet tutan, şerbet tutucular iyi çalıştığı ve ısıtıcılarda boruların patlak olmadığı sürece kondense sularının fazla kirlenmesi düşünülemez.

### 6.1.4. Difüzyon ve prese suları

Difüzyon aparatlarında pancar kıyımından şekerin ekstrakte edilmesi su ile yapılır. Difüzyonda kullanılan suyun miktarı difüzyonun sistemine göre değişik miktarlarda olur. Batarya sisteminde pg % 100–110 difüzyon suyu, % 25–70 yıkama suyu ve % 55–60 prese suyu tekrar kullanılmadan deşarj edilir. Batarya difüzyonu yerine devamlı çalışan sistemlerde fabrikalardan atılan kirli suların miktarını azaltmıştır. Devamlı çalışan sistemlerde difüzyon sularının atılması tamamıyla önlemiştir. Bu sistemlerde pg % 55–60 olan prese suyu da herhangi bir güçlkle karşılaşmadan geri alınabilmektedir.

Tablo 6.3. Atıksu Karakterizasyonu (difüzyon ve prese suları)

KOİ	2200 mg/L
Askıda katı maddeler	1930 mg/L
Sıcaklık	43 °C
pH	4,9

## 6.2. Atılan Artık Kirli Sular

Fabrikanın, depoların ve tesislerin temizliğinde kullanılan bütün temizlik ve yıkama suları artık kirli sular kısmına girer. Bez yıkama, torba filtreleri yıkama, temizlik suları gibi yıkama sularının yanında iyon değıştirici tesislerin rejenerasyon suları, çamur sevk suları, kazan blöf suları, WC suları da artık kirli su olarak hesaplanır.

Şeker fabrikalarında sular tekrar kullanılmazken pancarın işlenmesi için çok fazla su sarf edildiğinden, miktarının az olması bakımından artık kirli sular ihmal edilebiliyordu. Günümüzde suları devrettirilmesi ile suların büyük bir kısmının atılması önlendikten sonra, daha önce ağırlık olarak miktar bakımından geri alınmayan kirli suların büyük bir bölümünü oluşturur ve bu suların arıtmaya tabi tutulması zorunluluğı vardır.

### 6.2.1. Yıkama suları

Bez yıkama: Filtrelerden çıkan kirlenmiş torbalar bez yıkama tanburunda yıkanır. Filtrenin son yıkamasından sonra bir miktar şeker kalan ve takriben % 10 oranında çökmüş organik madde kapsayan karbonatlaştırma çamuru sebep olmuş ise, bu bezlerden çıkan sular çok kirlidir. Bezlerin kirlenmesi veya değıştirilme sıklığı şerbetin arıtılması ve pancar kalitesine bağlı olmaktadır; bundan başka I. karbonatlaştırmadan sonra çamur filtrelerinin cinsi de önemli rol oynamaktadır. Bu amaç için şu imkanlar vardır:

1-Çamur filtreleri ile filtrasyon

2-Döner filtreler ile filtrasyondan sonra çamur filtreleri üzerinden son filtrasyon

3-Döner filtreler ile filtrasyondan sonra kizelgur filtrelerinden son filtrasyon

Bez yıkamadan gelen suların sebep olduğu kirlilik çalışma şekline göre çok farklıdır. Bu kirlilik, filtrasyon için yalnız çamur filtreleri kullanıldığı zaman en yüksek olduğu halde döner filtrelerden sonra kizelgur filtreleri kullanıldığında çok az olmaktadır. Kirli su miktarı pg 1,0- 1,5 civarındadır (Schneider, 1971).

Torba filtrelerin yıkanması: Torba filtrelerin temizlenmesinde suyun kirlenmesi bez yıkamadakine benzer şekilde olmaktadır. Kirli su miktarı pg 1,0- 1,5 civarındadır, klere ve koyu şerbeti filtre etmek için kullanılan filtreler de hesaba alınmıştır.

Süzme yardımcı maddesi kullanılan filtreler: Böyle filtrelerde filtre edilen maddeler geri tutulur. Zaman zaman filtre elemanlarının temizlenme zorunluluğu vardır. Bu arada çıkan kirli su miktarı ve sebep olduğu kirlilik önemsizdir.

Tablo 6.4. Atıksu Karakterizasyonu (yıkama suları)

KOİ	14000 mg/L
Askıda katı maddeler	55000 mg/L
Sıcaklık	65 °C
pH	9,4

### 6.2.2. Temizlik ve taşkan suları

Gerek kampanyada gerek kampanya dışında fabrikanın ve cihazların temizlenmesi için kullanılan suların tümü temizlik suyu olarak sayılır. Arızalarda meydana gelen şerbet ve su taşkanları da buna ilave olur. Bu su miktarı ağırlık olarak pg % 2 ila 3 arasındadır ve kirliliği büyük miktarda şekerli şerbetlerin taşan miktarları ile damlama ve köpükle taşan miktarlara ve şerbetlerin taşan miktarlara ve şerbetlerin kirli su kanalı üzerinden kirli suya karışmasına bağlıdır. Fabrikalarda taşan şerbetleri geri almak için geniş tesisler olmasına rağmen, işletmeler arasında fark olabilir.

Şekerli suların geri alınması için kullanılan tesisler yalnızca fitre, pres ve karbonatlaştırma kısımları için değil bütün işletmelerde kullanılacak şekilde mevcut olmalıdır. Pompa salmastlarından damlayan şerbetler de birlikte toplanmalıdır. Bu konuda dikkat edilecek husus, toplanan şerbetlerde enfeksiyonun meydana gelmesidir. Bakterileri işletmeye almamak için, şerbetler kireçlemeye geri alınmalıdır; buradaki yüksek alkalite ve yüksek sıcaklıkta bakteriler ölür (Ülkü, 1979).



Özellikle pancar kampanyası sona erdikten sonra fabrikanın temizliği yapılırken çıkan sular kirlidir. Bu sular direk deşarj edilmez fabrikadan çıkan diğer çok kirli sularla beraber arıtılmalıdır.

### 6.2.3. Kazan blöf suları

Kazanlarda atılan blöf sularının miktarı 100 pg 0,5-3 civarındadır. Bu suların kirlilik derecesi çok değişiktir. Blöf suları gerektiği kadar soğutulduktan sonra deşarj edilebilir. Ancak zaman zaman suyun kirlilik derecesi kontrol edilmeli, çok kirli olduğu zaman arıtmaya verilmelidir.

### 6.2.4. Çamur sevk suları

Çamur filtre preslerinde pg % 8 çamur çıkar. Bu çamur çeşitli metotlarla fabrikalardan uzaklaştırılır. Burada bizi ilgilendiren çamurun su yardımı ile atılmasıdır.

Şerbet arıtımında karbonatlaştırma çamurunu ayırmak için döner filtrelerin daha çok kullanılması ile filtrelerden elde edilen çamura kıyasla, daha yumuşak çamur elde edilmektedir. Fazla masraf yapmadan çamuru atabilmek için, çamur 1:1 oranında su ile karıştırılarak pompa ile atılabilecek duruma getirilir. Çamurun sulandırılmasında kullanılacak su çok kirli olabilir; örneğin atık kirli sular gibi.

Tablo 1.5. Atıksu Karakterizasyonu (çamur sevk suları)

KOİ	15000 mg/L
Askıda katı maddeler	1300 mg/L
Sıcaklık	16 °C
pH	6,2

### 6.2.5. İyon değiştirici tesislerin rejenerasyon suları

Fabrikalarda çeşitli amaçlar için iyon değiştiriciler kullanılır. Bunlar şu şekilde sıralaya biliriz. şerbetin kireçsizlendirilmesi, şerbetin renksileştirilmesi, Quentin

sistemi, şerbetin tam tuzsuzlandırılması. İyon değiştirici rejenerasyonu şu sraya göre yapılır: Yıkama, ters yıkama, rejenerasyon, tuzsuzlaştırma yıkaması. Kullanılmış ve krlenmiş iyon değiştirici, içinde bulunan şerbetin alınması için, taze su ile yıkanır. Yıkamada suyun akış istikameti şerbetin akış istikametinde olur. ıkan yıkama suyu işletmeye geri alınır ve tekrar iyon değiştiricisinin yıkamasında tekrar kullanılır ( Schneider, 1971).

Ters yıkamadan amaç sıkışmış olan iyon değiştiricisinin tanelerini gevşetmektir. İyon değiştirici tanelerin arasında kalan ve yıkama ile alınamayan şerbet atıkları ve kirleri dışarı alınır. Bundan sonra iyon değiştiricinin rejenerasyonu yapılır. Rejenerasyonda, iyon değiştiricinin cinsine göre, yemek tuzu, magnezyum klorür, seyreltilmiş asit veya kalevi kullanılır. Bunu yıkama takip eder ki, buna tuzsuzlaştırma da denir. Tuzsuzlaştırmada amaç; rejenerasyon için kullanılan maddeleri ortamdaki uzaklaştırmaktır. İyon değiştiriciden şekerli su çıkıncaya kadar şerbet veya ilk yıkamadan elde edilen tatlı su geçirilir ve böylece iyon değiştirici kolonu şerbetle doldurulmuş olur. İyon değiştiriciden çıkan kirli suyun miktarı 100 pg 4-5 civarındadır. Bu sular da tekrar kullanılmaz ve ancak temizlendikten sonra deşarj edilebilir. KOİ'si 9000 mg/L'dir (Schneider, 1971).

#### 6.2.6. Pompa soğutma, türbin soğutma ve lavr ( CO<sub>2</sub> yıkama ) suları

Türbinlerin soğutma suları oldukça temiz sulardır. Ancak pek azı az miktarda yağ içerebilir. Böyle sular yağ temizleyiciden geçirilerek temizlenir. Gerek pompaların soğutma suları ve gerekse lavrn suyu herhangi bir kaçak olmadığı sürece, fazla kirlenmezler. Bu suları geri alarak tekrar kullanılır.

Tablo 6.6. Atıksu Karakterizasyonu (lavr suları)

KOİ	800 mg/L
Askıda katı maddeler	39 mg/L
Sıcaklık	25 °C
pH	6,1

### 6.2.7. Evsel atıksu niteliğindeki kullanma suları

İşçilerin kullandıkları suların miktarı fabrikan fabrikaya değişir. Nedeni çıkan kirli sular sadece fabrikada vardiyalarda çalışan işçilerin kullandıkları sular olduğu gibi, fabrikada sosyal tesislerin bulunması veya kampanya işçileri ve ailelerinin fabrika civarında oturup oturmamalarına bağlı olarak değişmesidir. Evsel kullanım suyu miktarı 100 pg % 3-5 civarındadır.

Yerel kanalizasyon sistemi olduğu müddetçe bu kirli sular genellikle kanalizasyona verilir. Şayet bu kirli suları akarsulara verme zorunluluğu varsa, önce çok sayıda bölmeleri bulunan durultma havuzlarından geçirilerek içindeki katı maddeler ayrılır.

Bu suları, fabrika kirli suları için kullanılan arıtma tesislerine vermek mümkündür. Bu şekilde çalışmanın faydası, evsel atık sularda bulunan fazla miktardaki azot ve bakteri ile şeker fabrikası kirli sularının parçalanmasını kolaylaştırmasıdır.

### 6.2.8. Meydan ve yağmur suları

Evsel kullanım sularında olduğu gibi meydan ve yağmur sularının miktarı da fabrikadan fabrikaya çok değişmektedir. Bu durum yağmur sularından daha çok vagon, kamyon ve arabaların elfa ile boşaltılmasında değişik miktarlarda yüzdürme suyunun sızarak meydan sularına karışmasının bir sonucudur. Bazen kontrol altına alınamayan fabrika suları da yağmur suyu kanalına karışır.

Küspe kurutmadan çıkan ve fabrika çatısına yayılmış olan tozları beraberce sürüklendiğinden yağmurun yağması ile ilk meydana gelen yağmur suları daha kirli olur.

Yağmur ve meydan suları yerel kanalizasyona veya devreden pancar yüzdürme suyuna verilebilir. Bu suları temiz sularla beraber atmak doğru değildir. Çünkü en azından toplam kirliliğin zaman zaman daha yüksek olmasına sebep olabilir.

Tablo 6.7. Atıksu Karakterizasyonu (meydan suları)

KOİ	70 mg/L
Askıda katı maddeler	50 mg/L
Sıcaklık	18 °C
pH	6,2

## **BÖLÜM 7. SU BÜTÇESİ DENGESİ**

### **7.1. Metot**

Şeker fabrikalarının üretim süreçlerinde kullandıkları su miktarının nasıl optimal düzeyde en aza indirilebileceğini araştırmaya çalışan bu tezde Muş Şeker Fabrikası'nın üretim süreçleri incelenmiştir. Burada ilgili fabrikanın su ve atıksu akım şeması kullanılarak su bütçesi hesaplanmıştır. Hesaplanan bu bütçe hazırlanan bilgisayar programı ile de gösterilmiştir.

### **7.2. Su bütçesinin hesaplanması**

Kampanya başında brükner çamur çökeltme havuzu veya Aqua-pura havuzları taze su ile doldurulur. Suyun pH'ı taze su ile söndürülmüş kireç sütü ile 11'e getirilir. Kampanya başından pancar yüzdürme ve yıkama suyunda fabrikaya gelebilecek bakterilerin faaliyetleri dondurulmuş olur.

#### **7.2.1. Pancar yüzdürme ve yıkama**

Pancarın boşaltılması elfa ( basınçlı su ile ) boşaltması yapılmakta ve silolanmaktadır. Silodan pancarın sevki su ile yapılmaktadır. Pancarın taşınması için gerekli su miktarı pg % 753,8 dir. Bu suyun Pg % 744 brükner havuzundan alınmaktadır. Pg % 9,8 kısmı kondenser soğutma suyu fazlasından alınmaktadır. Pancarın boşaltılması ve pancar yüzdürmeye gönderilmesi esnasında suda kayıp oluşmaktadır. Bu kayıp pg %3 olarak kabul edilebilir. Pancarla birlikte gelen ot ve taşlardan temizlenmesi gerekmektedir. Bunun için ot ve taş tutucuya gönderilen pancar ot ve taşından ayrılırken taş ve otlar bir miktar su kaybı meydana gelmektedir. Bu kayıp pg % 1 dir. Pancar kuyruk, kum, pulp tutucudan geçirilmektedir. Pancar kuyruk tutucudan geçerken kuyruk ayrılmaktadır ve

kuyruklar fabrika dışına alınmaktadır. Ayrılan kuyruk hayvancılıkta yem olarak kullanılmaktadır. Bu işlem sırasında kum, pulp ve kuyrukla beraber su kaybı meydana gelmektedir. Bu kayıp pg % 3 olmaktadır. Pancar yıkama için gerekli su miktarı pg % 90 dır. Son yıkama için pancar bıçakları hidrolik soğutma suyu ve lavör (CO<sub>2</sub> yıkama ) yıkamadan alınan Pg % 12,4 su ile yıkanmaktadır. Bu suyun kullanılması su tasarrufu sağlamaktadır. Pancar yüzdürme, yıkama ve pancar son yıkama için kullanılan sular su ayırımından sonra brüknere gönderilmektedir. Bu suyun miktarı pg % 845,4 tür. Bu su brüknerde içindeki katı atıklardan ayrıldıktan sonra tekrar kullanılmak için pancar yıkama ve yüzdürmeye gönderilmektedir. Geri devredilen su miktarı pg % 834 tür. Devredilen su deşarj edilen su miktarını azalttığından arıtma giderlerinin azalmasını sağlamaktadır. Bu kadar taze suyun temininde ki güçlükler giderilmiş olmaktadır.

Brüknere gönderilen sudaki organik atıkların bozulması ve mikroorganizmaların gelişmesini önlemek için pH 11 çivarına getirmek gerekmektedir. Bunun için kireç dairesinden artık kireç brüknerde gönderilmektedir. Miktarı pg % 3 tür. Brüknerde giren toplam su miktarı pg 848,4 tür. Brüknerde çöken çamur pg % 23,7 olan bu su çamur biriktirme havuzuna gönderilmektedir. Ayrıca brüknerden sızma sonucu oluşan kayıp pg % 3 tür.

### **7.2.2. Ana fabrika su bilançosu**

Ana fabrikaya alınana pancar 76 su içermektedir. Kireçleme için alınana kireç sütü miktarı pg % 9,6 dır. Fabrikaya giren toplam su pg % 85,6 olmaktadır. Şeker kurutma ve santrifüjde pg % 0,5 su kaybı olmaktadır. Melas pg % 1,4 su içermektedir. Melas işlenen pancara göre % 4-5 oranında elde edilir ve ispiroto, yem sanayisinde kullanılır. Sıkılmış küspede kalan su miktarı pg % 16 dır. Küspe hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Küspe şeker pancarı üreticilerine verilmektedir. Genelde şeker fabrikaları etrafında büyükbaş hayvancılığı gelişmektedir. Filtrasyon çamuru ile kaybolan su pg % 1,4 tür. Buharlaşama kaybı pg % 1,2 olmaktadır. Aparat- bez filtre yıkama için kullanılan su pg % 5,1, yer yıkama için pg % 4 ve lavabo mutfak sıcak suyu için pg %1 su kullanılmaktadır.

Absüs suyu sıcak su kireç dairesine gönderilen su miktarı pg % 10 dur. Ana fabrikada oluşan fazla sıcak su pg % 37,8 dir. Barometrik kondensatör pg % 6,7 dir.

Tablo 7.1. Ana fabrika su bilançosu

Pancar	100	
Pancarın içerdiği su	76	
<hr/>		
Ana fabrika girdi	Pancarın içerdiği su	76
	Kireç sütü	9,6
Ana fabrika çıktı	Şeker kurutma, santrifüj	0,5
	Sıkılmış küspe	16
	Filtrasyon çamuru	1,4
	Buharlaşma kaybı	1,2
	Sıcak su fazlası	37,8
	Aparat bez yıkama	5,1
	Yer yıkama	4
	Lavabo ve mutfak, Sıcak su	1
	Absüs suyu Sıcak su	10
	Barometrik kondensatör	6,7

Tablo 7.1. görüldüğü gibi ana fabrikaya pancarla gelen su fabrika için su ihtiyacını karşılamaktadır.

Fabrika için halen pg % 79,5 taze suya ihtiyaç vardır. Bu su nehir ve ya derin kuyulardan temin edilir. Pg % 20 si türbin soğutma suyu olarak kullanılır. Bu su pek kirlenmemiş olarak fabrikayı terk eder. Bu su tekrar kullanılmak için soğuk su havuzuna gönderilir. Bundan dolayı alıcı kaynaktan alınması gerekli su miktarı pg % 59,5 olur.

Taze suyun pg % 12 si kullanma suyu olarak işçiler tarafından kullanılır. Duş tuvalet için kullanılan kısmı pg % 10, mutfakta kullanılan su pg % 0,5 lavabo soğuksuyu için pg %1 ve diğer ölçülemeyen tüketimler için pg % 0,5 olmaktadır.

Bu sular evsel atıksu niteliğindedir ve var ise evsel atıksu arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra deşarj edilir ve ya yerel kanalizasyon sistemine doğrudan deşarj edilir.

### 7.2.3. Kireç dairesi su bilançosu

Kireç dairesi için gerekli su miktarı pg % 35 tir. Pg % 25 taze sudan sağlanmaktadır. Pg % 10 ana fabrikadan absüs suyu ve sıcak sudan karşılanmaktadır. Kireç sütü hazırlamak için kullanılan su miktarı pg % 9,6 dir. CO<sub>2</sub> yıkama için kullanılan su pg % 13 tür. Bu suyun pg % 1,1 cüruf söndürmede kullanılmaktadır. Pg % 10,4 pancar son yıkanmasında kullanılmaktadır. CO<sub>2</sub> yıkamadan (lavor) deşarj edilen pg % 1,5 su dengeleme havuzuna gönderilmektedir.CO<sub>2</sub> pompaları soğutma suyu olarak pg % 10 su kullanılmaktadır. Pg %9'u rafineri vakum pompalarına gönderilmektedir. Pg % 1 de yer yıkama suyu brüknera gönderilmektedir. Kazan dairesi yer yıkaması için pg %2 su kullanılmaktadır. Kireç dairesinde oluşan buharlaşma kaybı Pg % 0,4 tür.

### 7.2.4. Kazan dairesi su bilançosu

Kazan dairesi su hazırlaması için pg % 5,2 taze su kullanılmaktadır. Suyun pg %3,8 buhar kazanına gönderilmektedir. Buhar kazanını blöf suyu pg % 2 dir ve bu su kül havuzuna gönderilmektedir. Buhar kazanında genişmeden dolayı pg % 1,1 su kaybı olmaktadır. Santrifüj yıkama için pg % 0,2 su kullanılmaktadır. Kayıp miktarı ise pg % 0,5 olmaktadır. Kazan su hazırlama da deşarj edilen pg % 1,4 su kül havuzuna gönderilmektedir. Kül havuzunda külün çökmesi için kullanılan su organik bakımından kirlenmediği ve KOİ si düşük olduğundan cüruf söndürmede kullanılmaktadır. Cüruf söndürmede kullanılan su pg % 24,5 tir. Bu suyun pg % 23,4 kül havuzunda külün çökmesiyle elde edilen berrak su kullanılmaktadır. Pg % 1,1 ise lavörden karşılanmaktadır. Cüruf söndürmede buharlaşma olur ve buharlaşma kaybı pg % 0,5 tir. Kül çökmesi için kullanılan su cüruf söndürmede tekrar kullanılarak su tasarrufunda bulunmaktadır.



### 7.2.5. Diğer tüketimler

Taze suyun pg % 17,3 aşağıdaki tüketimler için kullanılmaktadır.

Pancar bıçakları hidrolik soğutma suyu için pg % 2 taze su kullanılmaktadır.

Bıçaklar için kullanılan su pancar son yıkamaya gönderilmektedir.

Pancar analiz, laboratuvar – fire tespiti için gerekli su miktarı pg % 10 dur. Bu su atıksu arıtma tesisi su dengeleme havuzuna gönderilmektedir.

Pompa yatak soğutması için kullanılan su miktarı pg % 2 dır. Çıkan su Barometrik ayak deposuna gönderilir ve buradan kondansatör soğutma kulesinde soğutulmaktadır.

Dik refrijerant hidrolik soğutma suyu için pg % 1,8 taze su kullanılmaktadır. Geriye kalan pg % 1 taze su rafineri vakum pompalarına gönderilmektedir.

### 7.2.6. Kondanser soğutma suyu

Kondanser soğutma suyu pg % 474,3 tür. Kondanser soğutma suyu soğutulduktan sonra tekrar kullanılmaktadır. Bunun için kullanılan su pg % 464,5 tekrar kullanılması için pg % 453 barometrik kondensatöre verilmektedir. Pg % 11,5 rafineri vakum pompalarına gönderilmektedir.

Rafineri vakum pompalarından Barometrik ayak deposuna pg % 20,5 su gönderilmektedir. Barometrik ayak deposundan pg % 484 su soğutulması için kondansatör suyu soğutma kulesine gönderilmektedir. Oluşan buhar kaybı pg % 4,2' dir. Pg % 5,5 kondense suyu havuzuna gönderilir ve buradan atıksu arıtma tesisinde aerobik tank gönderilmektedir.

### 7.2.7. Arıtma tesisi su bilançosu

Arıtma tesisine brükner çamuru biriktirme havuzundan pg % 16,7 su arıtıma alınmaktadır. Fabrikadan çamur hattıyla gelen pg % 25,3 su dengeleme havuzuna verilmektedir. Dengeleme havuzundan biyogaz reaktörüne pg % 42 su alınmaktadır. Biyogaz reaktöründen çıkan su plakalı dekantöre geçmektedir. Buradan anaerop çamur geri dönüşü ile biyogaz reaktörüne geri verilmektedir. Plakalı dekantörden su aerobik tanka verilmekte ve kondansatör havuzundan gelen pg % 5,5 su ile birleşerek arıtımı gerçekleştiren su son durulma havuzuna verilmektedir. Son durulmada çıkan fazla çamur brükner çamuru biriktirme havuzuna verilmektedir. Son durulmadan aktif çamur geri dönüşü ile aerobik tanka çamur verilmektedir. Deşarj edilen toplam su pg % 47,5 tir. Bu suyun pg % 12,3 brüknerlere verilmektedir. Deşarj edilen pg % 35,2 su alıcı ortama verilmektedir.

Tablo 7.2. Şeker fabrikasında oluşan su kayıpları

Pancar yüzdürme	3,0
Ot-taş tutucu	1,0
Kum kuyruk pülp ayırma	3,0
Şeker kurutma santrifüj	0,5
Melas	1,4
Sıkılmış küspede	16,0
Filtrasyon çamuru	1,4
Ana fabrikada oluşan buharlaşma	1,2
Kül havuzu	2,0
Cüruf söndürmede	0,5
Buhar kazanı	1,8
Kireç dairesi	0,4
Kondensatör suyu soğutma kulesin	4,2
Brüknerde	3,0
Brükner çamuru biriktirme havuzunda	7,0
Toplam	46,4

## **BÖLÜM 8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA**

Şeker üretimi ülkemizde Eylül, Ekim, Kasım, Aralık olmak üzere 120 günde yapılmaktadır. Üretim yapan fabrikalar çok fazla miktarda su kullanırlar. Dolayısıyla kullandıkları suya bağlı olarak da kirli su hacimleri fazladır. Üretim proseslerinin meydana getirdiği atıksuların içerdiği kirlilik parametrelerinin yüksek değerler taşıdığı görülmektedir.

Günde 2000 ton şeker pancarı işleyen bir fabrikanın çıkardığı atıksuyun 150 L/kişi/gün su kullanan 200000 nüfuslu bir şehrin günlük atıksu miktarına eşdeğer olduğu düşünülecek olursak şeker endüstrisinin, endüstriyel kirlenmede önemli bir yer tuttuğu sonucuna varılabilir.

Şeker üretimi sonunda pancar posası, pres filtre ve döner filtre çamuru ve melas yan ürün olarak ortaya çıkar. Organik içeriği yüksek olan bu ürünlerin en uygun şekilde yeniden kullanılması atıkların değerlendirilmesi ve katı atık minimizasyonu bakımından önem arz etmektedir. Pancar posası, biyogaz üretiminde çok kıymetli bir hammadDEDİR. %93-97 organik madde içeren posadan anaerobik şartlar altında biyogaz elde etmek mümkündür. Melas sığır yemi olarak veya alkol, maya ve yem endüstrileri için hammadde olarak kullanılan bir yan üründür. Şeker pancarı fabrikalarının en değerli yan ürünü olan melas en uygun şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Şeker fabrikası atıkları yalnız atıksu ile sınırlı olmayıp, katı atıklar, havaya verdiği gaz ve partikül halindeki maddelerle de çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu atıklar akarsuları, gölleri ve havayı da kirleterek çevre sağlığı açısından sakıncalı bir durum oluşturur. Dolayısıyla bu atıkların etkilerini yok etmek için kullanılan yöntemleri ciddiyle uygulayıp, verecekleri zararları en aza indirmek gerekmektedir.

Bu çalışmada hazırlanan bilgisayar programında da gösterildiği gibi Muş Şeker Fabrikası'nda işlenecek 1 ton pancar için 14-15 m<sup>3</sup> su kullanılırken, bu suyun sadece 0,56 m<sup>3</sup>'ü atıksu olarak deşarj edilmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi (Zbontar, L., 2005), Şeker fabrikalarından su azaltma çalışmalarında, su kullanımında toplam hacimde %69 azalabileceğini göstermiştir.

Belirtilen su miktarının geri kalan kısmı ise üretim sürecinde tekrar kullanılmaktadır. Bu süreç önemli düzeyde su tasarrufu sağlayarak hem su kaynaklarının tüketilmesi noktasında fabrikaları büyük tüketiciler konumundan uzaklaştırırken öte yandan ekonomik anlamda da bir getiri sağlamaktadır. Bu getiri artırılacak atıksu miktarı azaldığı için artıma maliyetlerinin azalması ile sağlanmaktadır.

Kullanım suları ile atıksuların ve kanalizasyon hatlarının ayrıntılı olarak yer aldığı fabrika genel su dağılım şemasının hazırlanması, kullanılan ve atılan suların izlenmesi ve azaltılması yönünde yapılması gereken çabaların en önemli bölümlerinden birisini oluşturmaktadır.

Ullmer ve ark. (2005), rejenerasyon ve suyun yeniden kullanımı gibi çeşitli durumları ve çoklu kirleticileri içeren su ağının optimum maliyetini belirlemeye çalışmışlardır. Maliyetin optimal çözümünü belirlemek için de matematiksel optimizasyon metotlarını kullanmışlardır. Bu çalışmada da matematiksel hesaplamaların yanında hazırlanan bilgisayar programı ile üretim sürecinde kullanılan su miktarı hesaplanmıştır. Böylece her bir süreçte kullanılan su miktarı ve sirkülasyonda kullanılan su miktarları tespit edilerek Muş Şeker Fabrikası'nın su tüketimi gösterilmiş olmaktadır.

## KAYNAKLAR

KANAT, G. , “Şeker Sanayi Atıksularının Arıtımı ve Su Yönetimi” Ekoloji Dergisi, Ekim-Kasım-Aralık, Sayı 5, 1992

NEMEROW, N.L., Zero pollution industry; waste minimization through industrial complexes, A Wiley-Interscience Publication, 1995.

Pancar, “Üç Aylık 1. Tarım- Türkiye-Sürelı Yayınlar”, Türkiye Şeker Fabrikaları, Ankara ,1991

SCHNEIDER, F. , “Şekerin Teknolojisi” Ankara, 1971

Şeker Pancarı, <http://tr.wikipedia.org/wiki/şeker>, mart, 2009

Şeker Üretim Teknolojisi, <http://www.turkseker.gov.tr/Default.aspx>, mart, 2009

Şeker Üretimi, <http://www.food-info.net/tr/products/sugar/>, mart, 2009

ŞENGÜL, F., “Endüstriyel Atıksularının Özellikleri ve Arıtılması” Dokuz Eylül üniversitesi mühendislik mimarlık fakültesi No. 172 İzmir, 1991

Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü, Çevre Bölüm Başkanlığı Verileri, Ankara, 2009

ULLMER, C., Kunde, N., Lassahn, A., Gruhn, G., Schulz, K., (2005) WADO: water design optimization methodology and software for the synthesis of process water systems, Journal of Cleaner Production, 13, 485-494.

ÜLKÜ, G , Taygun, N “ Şeker Fabrikaları atıksularının biyolojik yöntemlerle arıtılması” Şeker Enstitüsü Çalışma Yıllığı, Sayı 4, 252-258, Ankara 1979

ÜLKÜ, G , Taygun, N “Burdur Şeker Fabrikasının İşletme Suyu Gereksinmesinin Azaltılması ve Fabrika kirli Suyunun Biyolojik Arıtımı” Şeker Enstitüsü Çalışma Yıllığı, Sayı 3, 252-258, Ankara 1976

ÜLKÜ, G. , “Gıda Sanayi Atıksularının Biyolojik Arıtımı Ve Şeker Sanayinde Uygulama”, Ankara, 1986

VACCARİ, G., Tamburini, E., Sgualdino, G., Urbaniec, K., Klemes, J., (2005) Overview of the environmental problems in beet sugar processing: possible solutions, Journal of Cleaner Production, 13, 499-507.

ŽBONTAR Zver, L., Glavi, P., (2005), Water minimization in process industries:case study in beet sugar plant, Resources, Conservation and Recycling, 43, 133–145.

## **EKLER**

**EK-1: Bir adet CD (Su bütçesi hesaplama programı)**

**EK-2: Şeker Fabrikası Genel Su Dağılım Şeması**

100 Atıksu Arıtma

101 - Brükner Durultma Havuzu

102 – Çamur Havuzu

103 – Durulma Havuzu

104 – Biyolojik Havuz

109- Kayıp (Çamur Çöktürme Havuzları)

110 – Kayıp (Brüknel Havuzu)

120 – Deşarj

200 Meydan ve Ham Fabrika

201 – Pancar Yıkama Ve Yüzdürme Cebi

202 – Kondeser Soğutma Suyu Cebi

203 – Soğuk Su Cebi

204 – Final Yıkama

205 – Pancar Yıkama

206 – Pancar Siloları, Pancar Boşaltma, Pancar Yüzdürme

207 – Silo Suyu Dönüş Cebi

208 – Ot- Taş Tutucu

209 – Kum Tutucu

210 – Su Ayırma

211 – Kayıp (Pancar Siloları, Pancar Boşaltma, Pancar Yüzdürme)

212 – Kayıp (Ot- Taş Tutucu)

213 – Kayıp (Kum- Kuyruk Ayırma)

214 – Kum Sıyırıcı, Pülp Tutucu

215 – Kayıp (Kum Sıyırıcı-Pülp Tutucu)

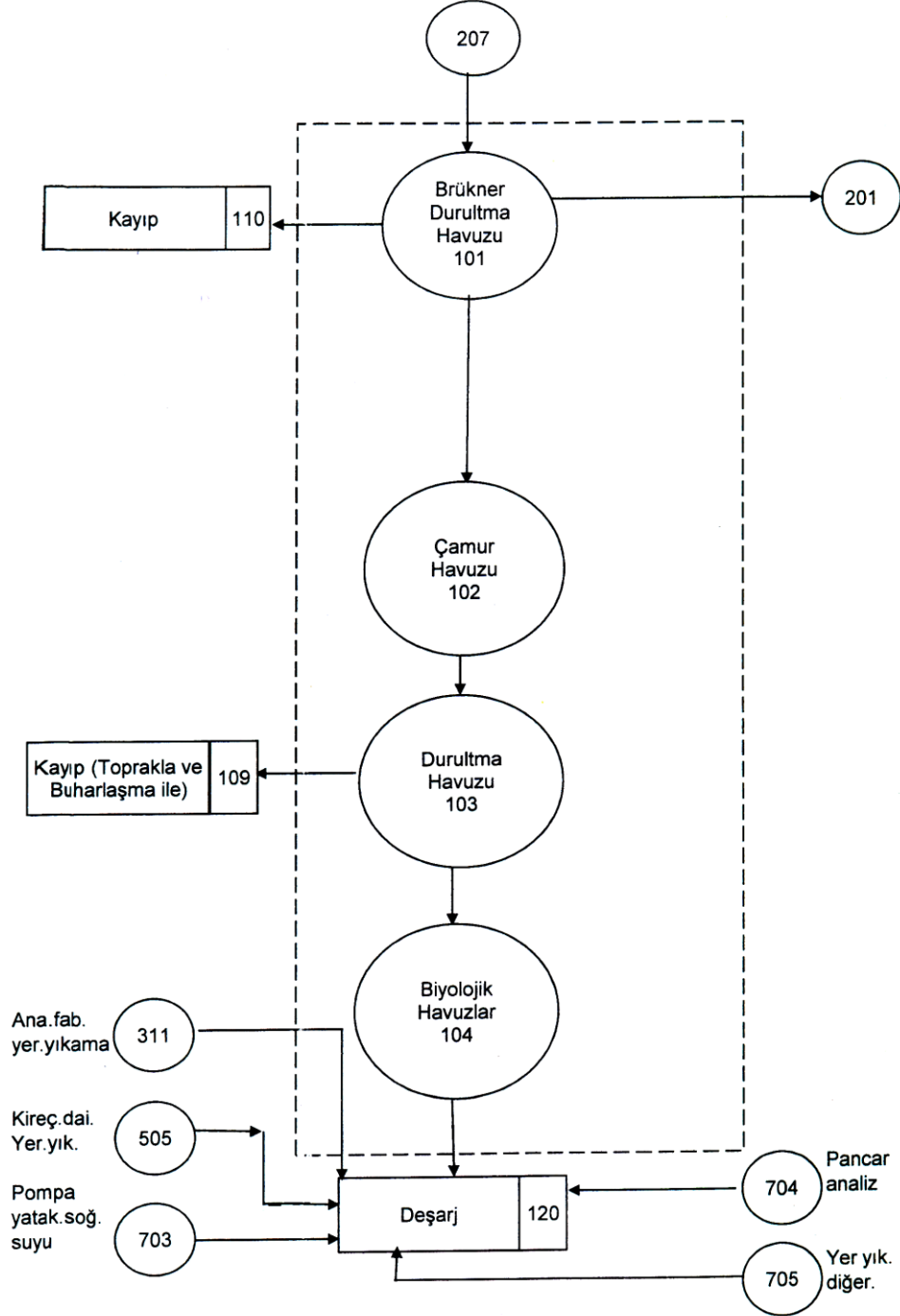
300 Ana Fabrika

- 301 – Pancarın İçerdiği Su
- 302 – Difüzyonlar
- 303 – Tephirler
- 304 – Şeker Kurutma Santrifüjü
- 305 – Melas
- 306 – Sıkılmış Küspe
- 307 – Filtrasyon Çamuru
- 308 – Buhalaşma Kaybı
- 309 – Sıcak Su Taşkını
- 310 – Aparat–Bez- Filtre Yıkama
- 311 – Yer Yıkama
- 312 – Laboratuar ve Mutfak Sıcak Suyu
- 313 – Absüs Suyu (Sıcak Su)
- 314 – Vakumlar
- 315 – Kireçlemeler
- 400 Kazan türbin
- 401 – Derin Kuyu 1
- 402 – Derin Kuyu 2
- 403 – Derin Kuyu 3
- 404 – Derin Kuyu 4
- 405. – Derin Kuyu5
- 406 – Derin Kuyular
- 407 – Fabrika İçi Soğuk Su Deposu
- 408 - Soğuk Su Deposu 2
- 409 - Soğuk Su Deposu 3
- 410 – Türbin Soğutma
- 411 – Türbin Soğutma Kulesi
- 412 – Kazan Su Deposu
- 413 – Cüruf Söndürme
- 414 – Kazan Su Hazırlama
- 415 – Kül Havuzu
- 416 – Buhar Kazanları
- 417 – Kayıp (Kül Havuzu)



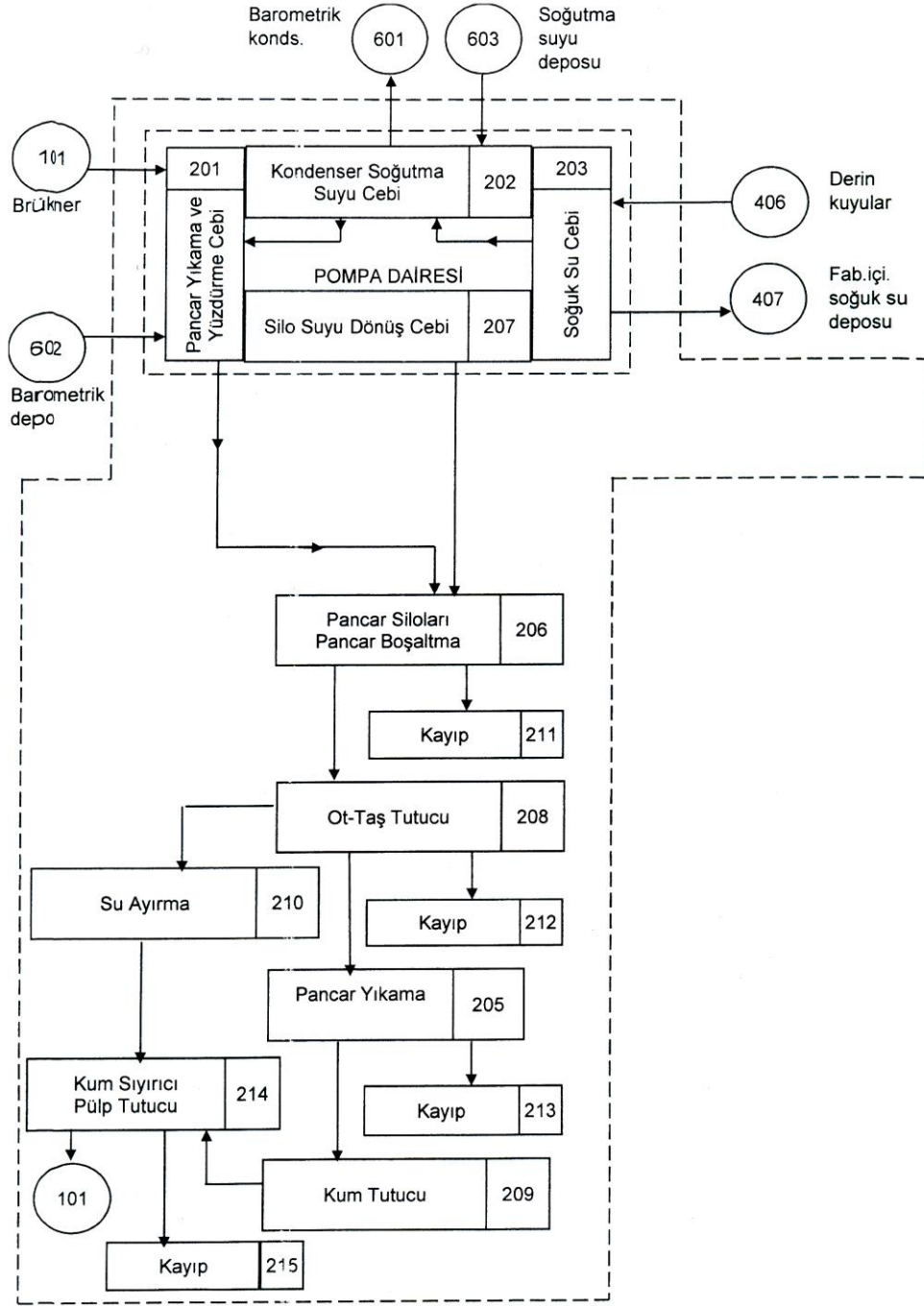
- 418 – Kayıp (Buhar Kazanları)
- 419 – Santrifüj ve Kızak Yıkama
- 420 – Genleşme
- 500 Kireç Dairesi
- 501 – Kireç Dairesi
- 502 – Kireç Sütü
- 503 - CO2 Yıkama (Lavör)
- 504 – CO2 Pompaları
- 505 – Yer Yıkama
- 506 – Buharlaştırma
- 600 Rafineri
- 601 – Barometrik Kondensatör
- 602 – Barometrik Depo
- 603 – Soğutma Kulesi
- 604 – Rafineri Vakum Pompaları
- 605 – Buharlaştırma
- 700 Diğer Tüketimler
- 701 – Pancar Bıçakları Soğutma Suyu
- 702 – Refrijant Yıkama Suyu
- 703 – Pompa Yatak Soğutma Suyu
- 704 – Pancar Analiz
- 705 – Yer Yıkama Ölçülemeyen
- 800 Sosyal Tesisler
- 801 – Kullanma Suyu
- 802 – Sosyal Tesisler
- 803 Ölçülemeyen
- 804 – Laboratuvar Soğuk Suyu
- 805 – Mutfak
- 806 – Duş-WC
- 807 – Yangın
- 808 – Belediye Kanalizasyonu
- 809 - Deşarj

## 100 - ATIK SU ARITIM



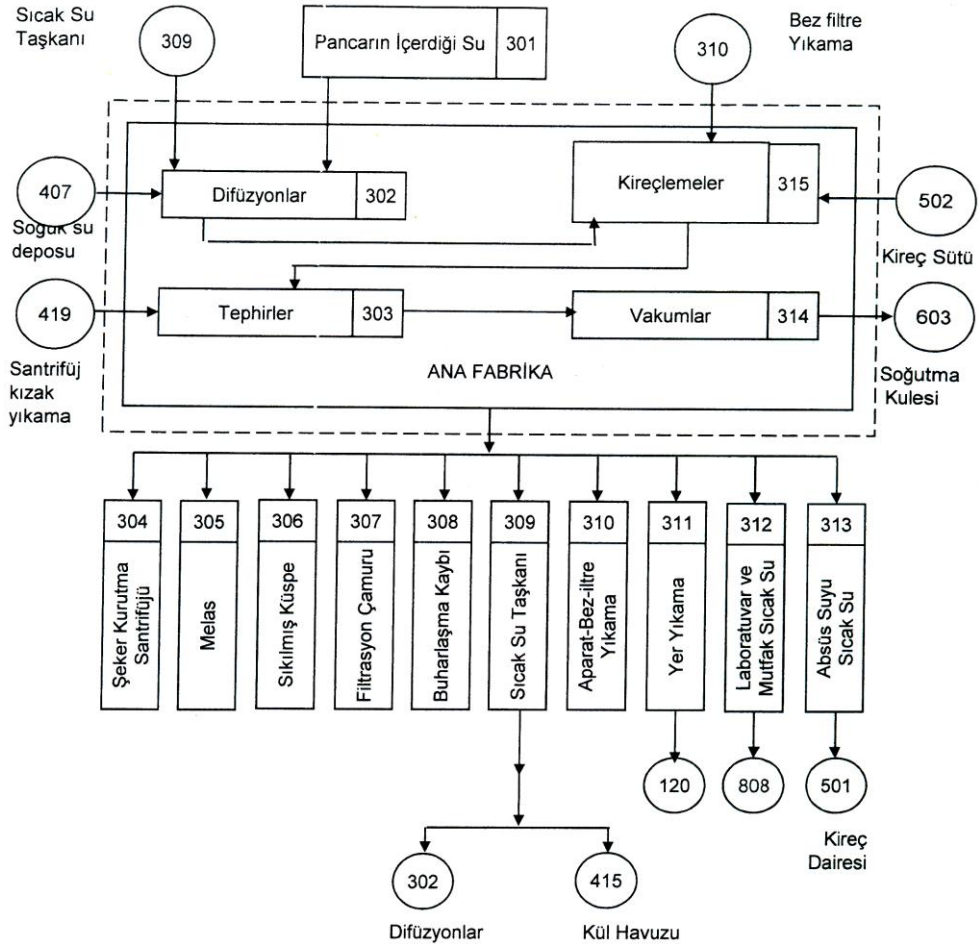
Şekil 1. Atıksu arıtımı

## 200 - MEYDAN ve HAM FABRİKA

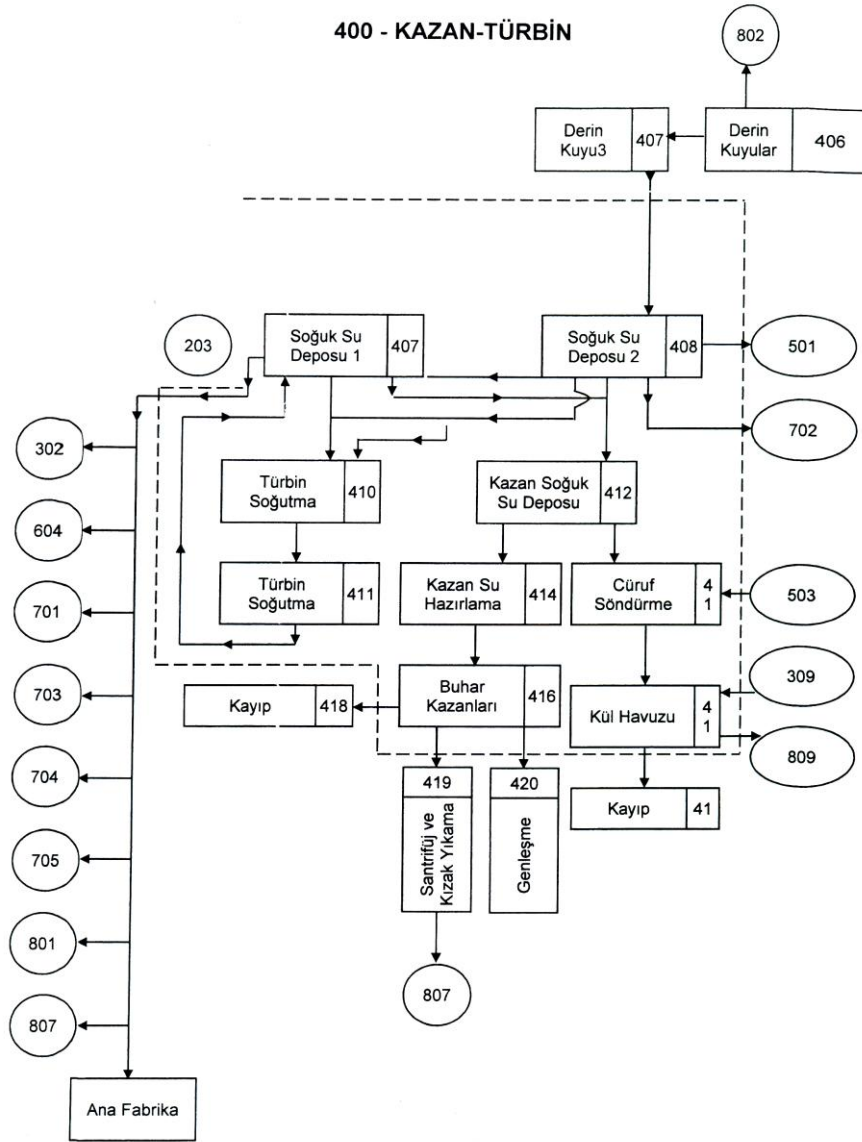


Şekil 1. Meydan ve ham fabrika

## 300 - ANA FABRİKA

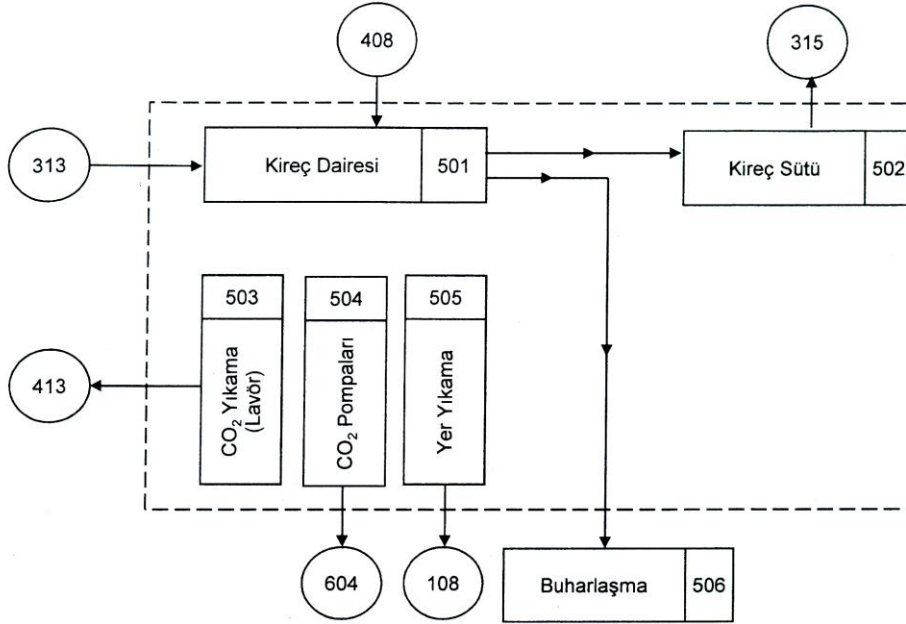


Şekil 2 Ana fabrika



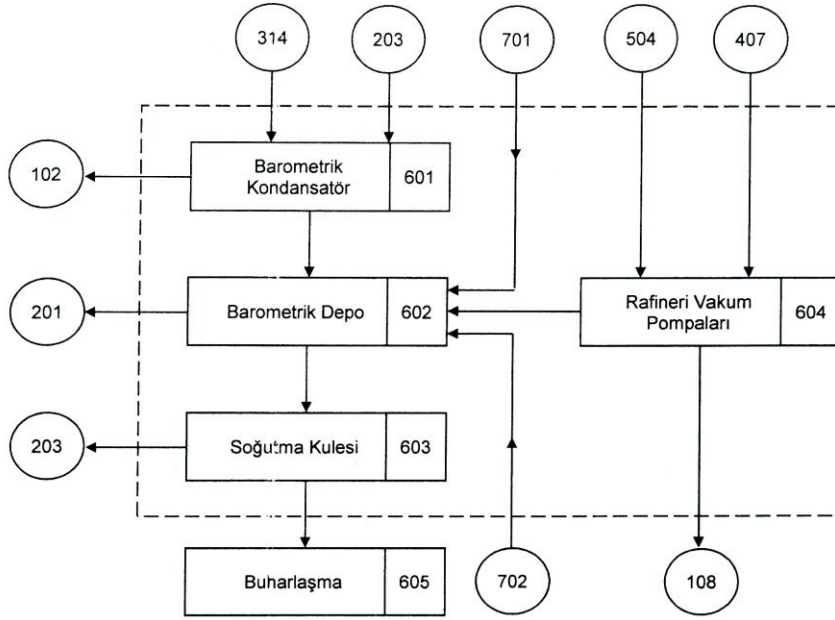
Şekil 3. Kazan-Türbin

## 500 - KİREÇ DAİRESİ



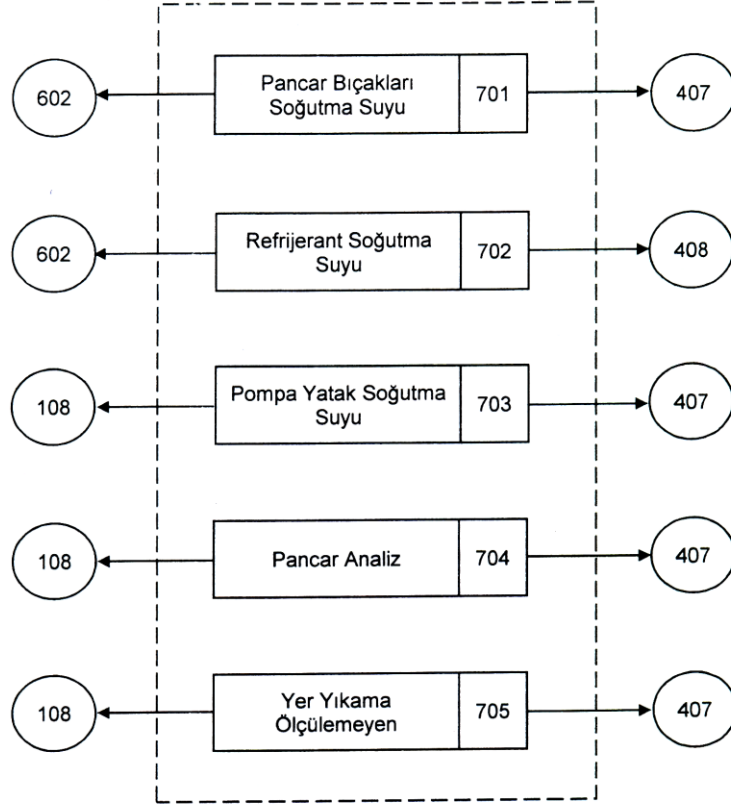
Şekil 4 Kireç dairesi

## 600 - RAFİNERİ



Şekil 5 Rafineri

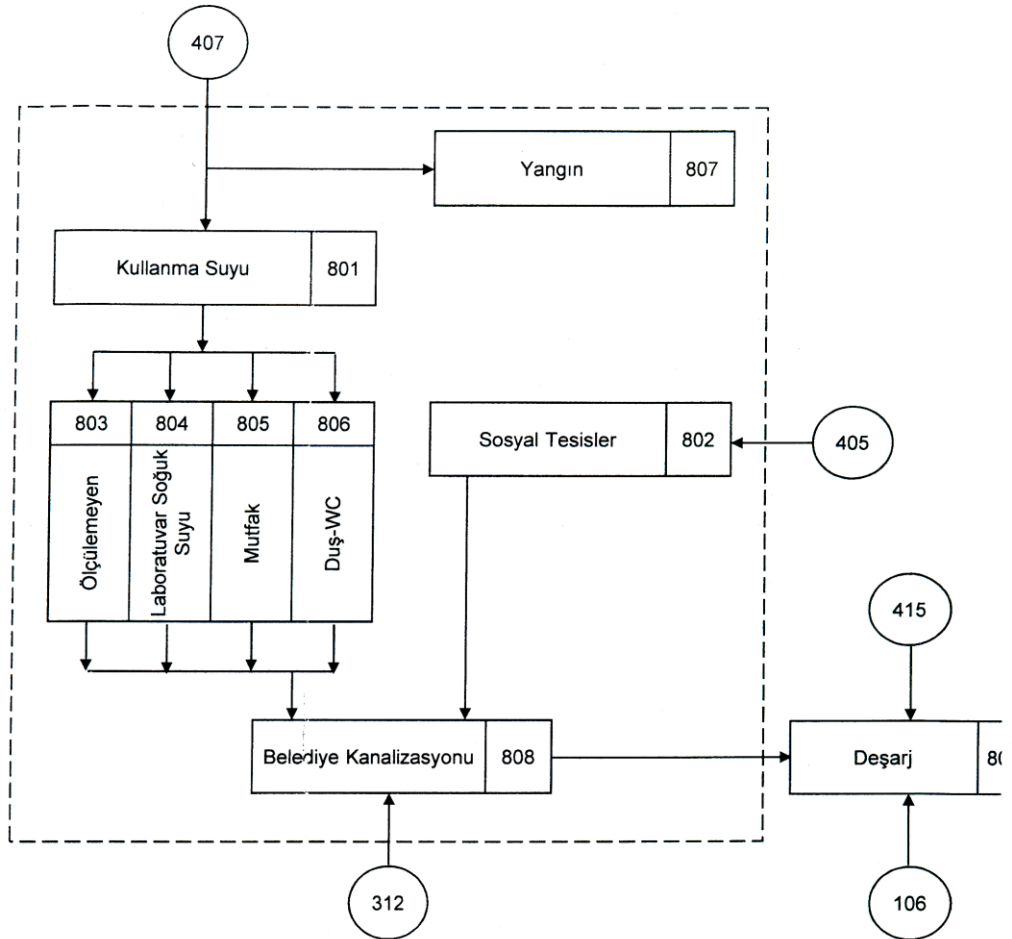
## 700 - DİĞER TÜKETİMLER



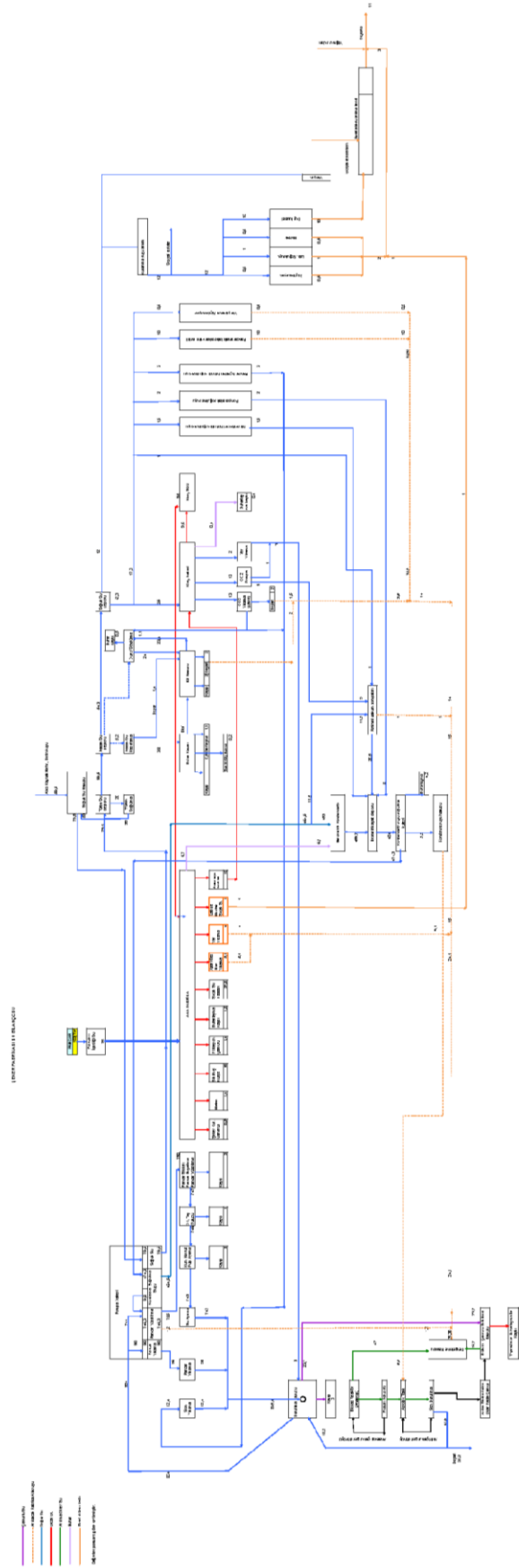
Şekil 6. Diğer Tüketimler



## 800 - SOSYAL TESİSLER



Şekil 7. Sosyal tesisler



Şekil 9. Su Bütçesi Hesaplama Programı Ön Görünümü

## ÖZGEÇMİŞ

Metin TANRIVERDİ 10.09.1974 de İdil'de doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini İdil'de tamamladı. 1994 yılında İdil Lisesinden mezun oldu. 1995 yılında başladığı Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü 1999 yılında bitirdi. 2002 yılında Sakarya Üniversitesinde Memur olarak çalışmaya başladı. Halen Muş Alparslan Üniversitesinde Mühendis olarak çalışmaktadır.