

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİYOLOJİK ARITMA TESİSİ PROJELERİ  
PROJE YÖNETİM METODOLOJİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MUSTAFA KIRMIZI  
(Y1213.090104)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
İnşaat Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Halil ÖNDER

MART, 2015



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi**

Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1213.090104 numaralı öğrencisi Mustafa KIRMIZI'nın "BİYOLOJİK ARITMA TESİSİ PROJELERİ PROJE YÖNETİM METODOLOJİSİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 04.02.2015 tarih ve 2015/02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliği... ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :10/03/2015

1)Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil ÖNDER

2) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet Fatih ALTAN

3) Jüri Üyesi : Dr. Kamil Emre CAN

Not: Öğrencinin Tez savunmasında Başarılı olması halinde bu form imzalanacaktır. Aksi halde geçersizdir.

## **YEMİN METNİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Biyolojik Arıtma Tesisi Projeleri Proje Yönetim Metodolojisi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (15.03.2015)

Mustafa KIRMIZI

## **ÖNSÖZ**

Bu çalışmayı, ileride proje yöneticisi olacak meslektaşlarımıza ışık tutması umuduyla gerçekleştirdim. Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyip bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren çok değerli danışman hocam Dr. Fulya İNAL'a, çalışmamın bu aşamaya gelmesinde pay sahibi olan Prof. Dr. Halil ÖNDER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek olan, öğrenim hayatımın mimarları babam Abdulkadir KIRMIZI'ya ve annem Nurten KIRMIZI'ya sonsuz sevgilerimi ve şükranlarımı sunarım.

Aralık, 2014

Mustafa KIRMIZI  
İnşaat Mühendisi

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖZET .....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemin Tanımı .....	1
1.2. Çalışma Gerekçesi .....	1
1.3. Çalışma Amacı .....	1
1.4. Çalışma Aşamaları .....	2
<b>2.ATIK SU ARITMA TESİSLERİ .....</b>	<b>4</b>
2.1. Atık Su Arıtma Tesislerinin Önemi .....	4
2.2. Türkiye'deki Mevcut Durum .....	4
<b>3.İKİNCİ DERECEDEDEN BİYOLOJİK ARITMA TESİSLERİ .....</b>	<b>6</b>
3.1. Terfi Haznesi.....	6
3.2. Oksidasyon Havuzu .....	10
3.3. Dağıtım Yapısı .....	12
3.4. Geri Devir Yapısı .....	14
3.5. Çökeltme Havuzu .....	14
3.6. Deşarj Rögarı.....	17
<b>4.İLERİ BİYOLOJİK ARITMA TESİSLERİ .....</b>	<b>19</b>
4.1. Kum Tutucu Izgaralar .....	19
4.2. Akım Ölçerler .....	19
4.3. Çamur Çürütme Haznesi .....	19
4.4. Kontrol Laboratuvarları .....	19
4.5. Koku Giderici Havuzlar .....	20
4.6. İdari Binalar.....	20
<b>5.ATIK SU ARITMA TESİSİ YAPIM PROJESİ PROJE YÖNETİM METODOLOJİSİ.....</b>	<b>21</b>
5.1. İş Kırılım Yapısının Oluşturulması (İKY) .....	23
5.2. Kaynakların Belirlenmesi Ve Kaynak Ataması .....	24
5.3. Kaynak Maliyetlerinin Belirlenmesi .....	27
5.4. İş Programı Hazırlanması .....	41
5.5. Aktivitelere Kaynak Ataması .....	42
<b>6.ÖRNEK ÇALIŞMA İSTANBUL AVRUPA YAKASI 1. KISIM ATIKSU VE YAĞMURSUYU KANAL İNŞAATI 2. DERECEDEDEN BİYOLOJİK ARITMA TESİSLERİ KAYNAK KULLANIMI GÖZLEM VE ANALİZLER .....</b>	<b>47</b>

<b>7.SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>59</b>
7.1. İmalat Aşaması.....	60
7.2. İşin İş Kırılım Yapısı(İKY) .....	62
7.3. Kaynakların Belirlenmesi .....	62
7.4. İş Programının Oluşturulması .....	63
7.5. Proje Yönetimin Yararları .....	63
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>65</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>67</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>69</b>

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 5.1 : Proje Yönetimi Süreç Grupları .....	22
Çizelge 5.2 : Kalıp İş Kalemi Analiz Sonuçları .....	28
Çizelge 5.3 : Kalıp İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi .....	30
Çizelge 5.4 : Kalıp İş Kalemi Birim Maliyeti .....	31
Çizelge 5.5 : Demir İş Kalemi Analiz Sonuçları .....	33
Çizelge 5.6 : Demir İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi .....	35
Çizelge 5.7 : Demir İş Kalemi Birim Maliyeti .....	35
Çizelge 5.8 : Beton Dökme İş Kalemi Analiz Sonuçları .....	36
Çizelge 5.9 : Beton Dökme İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi .....	37
Çizelge 5.10 : Beton Dökme İş Kalemi Birim Maliyeti .....	37
Çizelge 5.11 : Kazı ve Tesviye İş Kalemi Analiz Sonuçları .....	38
Çizelge 5.12 : Kazı ve Tesviye İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi .....	38
Çizelge 5.13 : Araçüstü Vinç İş Kalemi Analiz Sonuçları .....	39
Çizelge 5.14 : Araçüstü Vinç İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi .....	40
Çizelge 5.15 : Kamyon İş Kalemi Analiz Sonuçları .....	40
Çizelge 5.16 : Kamyon İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi .....	41
Çizelge 5.17 : İş Kalemlerine Göre Saatlik Maliyet Dağılımı .....	41
Çizelge 5.18 : Aktivite ve Kaynak İsimleri .....	43
Çizelge 5.19 : Aktivitelere Ait Kaynak Listesi .....	45
Çizelge 6.1 : Kaynakların Toplam Çalışma Saatleri .....	48
Çizelge 6.2 : Kaynakların Toplam Çalışma Saat Değerleri .....	49
Çizelge 6.3 : Kaynakların Toplam Maliyet Değerleri .....	50
Çizelge 6.4 : İş Kalemlerinin Maliyet Değerleri .....	52
Çizelge 6.5 : İş Zamanları Çalışma Saatleri Değerleri .....	54
Çizelge 6.6 : Çalışılan Çeyrek Yılların Toplam Maliyet Değerleri .....	55
Çizelge 6.7 : Çalışılan Çeyrek Yılların Haftalık Maliyet Değerleri .....	56
Çizelge 6.8 : Çalışılan Çeyrek Yılların Birikmeli Maliyet Değerleri .....	58

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışma Özeti.....	3
Şekil 3.1 : Terfi Haznesi .....	8
Şekil 3.2 : Terfi Haznesi Penceresi .....	8
Şekil 3.3 : Terfi Haznesi ve Kanal Kot Değerleri .....	9
Şekil 3.4 : Oksidasyon Havuzu .....	11
Şekil 3.5 : Atık Su Arıtma Sistematiği.....	12
Şekil 3.6 : Dağıtım Yapısı Sistematiği .....	13
Şekil 3.7 : Çökeltme Havuzu ve Deflektör .....	15
Şekil 3.8 : Çökeltme Havuzu İç Savak ve Çamur Haznesi.....	15
Şekil 3.9 : Çökeltme Havuzu ve Dış Savak .....	16
Şekil 3.10 : Deşarj Rögarı ve İletim Hatları .....	17
Şekil 5.1 : İkinci Dereceden Biyolojik Arıtma Tesisi İş Kırılım Yapısı .....	24
Şekil 6.1 : İş Kalemlerinin Çalışma Saatleri Grafiği .....	47
Şekil 6.2 : Kaynakların Toplam Çalışma Saatleri Grafiği.....	49
Şekil 6.3 : Kaynakların Maliyet Grafiği .....	50
Şekil 6.4 : İş Kalemlerinin Maliyet Grafiği .....	51
Şekil 6.5 : İş Zamanları Çalışma Saatleri Grafiği.....	53
Şekil 6.6 : Birinci Periyot Haftalık Çalışma Saatleri Grafiği .....	54
Şekil 6.7 : İkinci Çeyrek Yıl Haftalık Çalışma Saatleri Grafiği.....	55
Şekil 6.8 : Projeye Ait Bütçelenen Maliyet Raporu Grafiği .....	57



# BİYOLOJİK ARITMA TESİSİ PROJELERİ PROJE YÖNETİM METODOLOJİSİ

## ÖZET

Su, insan yaşamının ve doğal dengenin devam edip korunabilmesi için en önemli unsurlardan biridir. Suyun sürekli olarak değişik şekillerde kullanılması ve tüketilmesi, dünya üzerindeki su kaynaklarının kirlenmesine ve kullanım olanaklarının azalmasına neden olmakta, dünyamız üzerindeki mevcut temiz su kaynakları da günden güne azalmaktadır. Bu durum, kullanılan suların tekrar temizlenerek doğaya bırakılma gereksinimini çok önemli hale getirmektedir. Su arıtma tesisleri, suyun canlıların sağlığını etkilemeyecek şekilde dezenfekte edilmesini ve atık halde bulunan suların tekrar kullanılmasını sağlar.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, atık su arıtma tesislerinin fonksiyonları ve inşaat metodlarından bahsedilmiş olup, daha sonra tipik bir ikinci dereceden biyolojik atık su arıtma tesisi yapım projesi, Proje Yönetim Metodları kullanılarak analiz edilmiş ve işin yapımındaki önemli aşamaların ve iş kalemlerinin maliyet ve süreye etkileri gösterilmiştir. Bu çalışmada öncelikle, ele alınan örnek iş yerindeki gerçek performans değerleri, günlük kayıt altına alınmak sureti ile elde edilmiştir. Projenin İş Kırılım Yapısı (IKY) oluşturulmuştur. Bu IKY altındaki kaynakların da maliyet ve performansları daha önce saha kayıtları ile elde edilen gerçek değerler ile eşleştirilmiştir. Bu sayede bir atık su arıtma tesisinin, aktiviteleri, her aktivitenin süresi, ve gerekli olan kaynakları, iş programı oluşturulmuştur. Böylece kullanılan her kaynağın toplam süreleri, miktarları, maliyetleri ve bunların herbirinin işin toplamındaki önem dereceleri vurgulanmaya çalışılarak, bundan sonra yapılacak olan arıtma tesisi inşaatlarının yapımına ve bunu yapacak olan profesyonellere bir nebze de olsa ışık tutulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri, Proje Yönetim Metodolojisi, Atıksu Arıtma Tesisi Projeleri, İstanbul Avrupa Yakası 1. Kısım Atıksu ve Yağmursuyu Kanal İnşaatı, Proje İş Kırılım Yapısı

# PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGY OF BIOLOGICAL SEWAGE TREATMENT PLANT PROJECTS

## ABSTRACT

Water is an important element that ensures continuity and protection of living and natural balance. From day to day current clean water resources decrease due to consumption of water. Hence, water pollution increases and capability of water usage decreases. Accordingly, this situation requires to recycle effluent water. Sewage treatment plants ensure recycling of effluent water by disinfecting it without harming health of others.

The first chapter of this study, functions of sewage treatment plants and manufacturing methods were mentioned. And then, typical quadric biological sewage treatment plant was analyzed by using project management methods. Subsequently, important processes and work activities were indicated according to time and cost. Primarily, actual performance values at prototype construction site were obtained daily. Work breakdown structure (WBS) was established. Cost and performance of WBS values were matched with old records. Thus, schedule of sewage treatment plant construction project, was established according to WBS values defined. Consequently, It was tried to facilitate the work of professionals who would construct sewage treatment plants by through acted work program determining total times, quantities, costs, and level of significance of each used resource for the construction of sewage treatment plant.

**Keywords:** Biological sewage treatment plants, Project management methodology, Projects of sewage treatment plants, Sewage and rain water way construction of first section of Istanbul European Side, Project work breakdown structure

## **1. GİRİŞ**

### **1.1. Problemin Tanımı**

Türkiye de dahil olmak üzere bütün Dünya ülkelerinde içme suyu ve kullanım suyu hızla tükenmektedir. Mevcut su kaynakları gerek tarım alanında gerekse içme suyu olarak kullanılarak, su miktarları her geçen gün azalmaktadır. Sanayi sektöründe kullanılan su ise, mevcut su miktarının azalmasını hızlandırmaktadır. Kullanma ve su kaynaklarının belirli bir denge çerçevesinde ilerlemesi gerekmektedir. Mevcut su kaynaklarındaki azalma, bu dengenin yeterli olmadığını göstermektedir. Ekolojik dengenin düzgün olarak ilerleyebilmesi ve yaşamın devam ettirilebilmesi için sürekli suya ihtiyaç duyacağımız kaçınılmaz bir gerçektir. Mevcut su kaynaklarının, kullanım ihtiyacını karşılayabilmesi için takviye çalışmalarının yapılması gerekiyor.

### **1.2. Çalışma Gerekçesi**

Mevcut su kaynaklarının, kullanım ihtiyacını karşılayabilmesi için takviye çalışmaları yapılırken Atık suların arıtılarak tekrar kullanılabilmesi için 2. Dereceden biyolojik arıtma tesisleri, yapılabilecek çalışmaların sadece bir adımıdır. Biyolojik arıtma tesislerinin yapımı, kullanıldıktan sonra atık hale gelen suyun temizlenerek tekrar doğaya kazandırılmasını sağlar. Atık su arıtma tesisleri imalatı tamamlandıktan sonra, atık halde bulunan sular temizlenerek tekrar doğaya kazandırılır. Böylelikle mevcut su kaynaklarının kullanımı, arıtılan sular ile birlikte azalır. Tekrar doğaya kazandırılacak atık suların kullanılması ile birlikte mevcut su, ileri zamanlarda kullanılmak üzere mevcut halde durmaya devam edecektir. Yapılacak bu çalışmanın bir maliyeti olacaktır.

### **1.3. Çalışma Amacı**

Yapılan çalışmanın amacı yürütülecek projenin sistematik şekilde devam edebilmesi ve belirli bir bütçe çerçevesinde kalarak projenin sonlandırılması için gerekli bütün aktivitelerin zamanında yapılabilmesidir. Bu ve bunun gibi çalışmalar, buna benzer çalışma yapacak kişilere ön ayak olacaktır. İş verenlere büyük bir katkı sağlayacaktır. Oluşabilecek riskleri, aksaklıkları ve bütçe planlamasını kontrol

altında tutacaktır. Proje imalat aşamasındayken, bütçe veya zaman değişikliklerinde müdahale edilecek iş kalemlerini belirleyici özelliği bulunmaktadır. Örneğin 1000 günde tamamlanması gereken bir proje süresi, daha sonradan oluşan şartlardan dolayı 900 günde tamamlanması problemiyle karşı karşıya kaldığımız zaman “En düşük maliyetle bunu nasıl gerçekleştirebiliriz?” sorusuna yanıt bulmak için büyük kolaylık sağlayacaktır. Hangi iş kalemlerine, nasıl ve hangi tarihte müdahale yapılması gerektiğini gösterecektir.

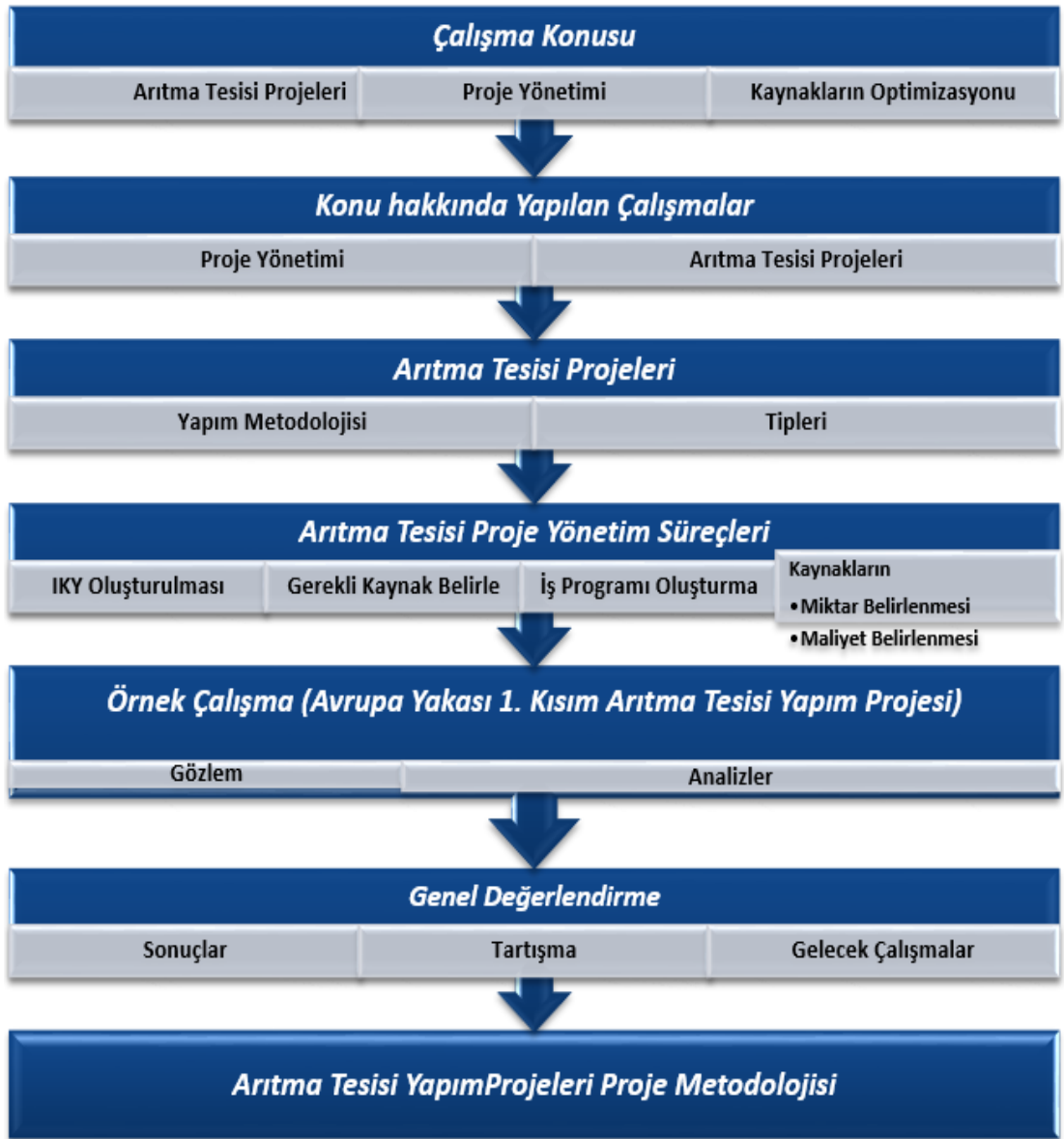
Buradaki çalışmayı bir adım öteye taşımak isteyen kişilerin, yapacakları analizleri daha ayrıntılı yapmaları gerekmektedir. Bu çalışmada yapılan analiz 1 günlük üretim kapasitesini kapsamaktadır. Yapılacak yeni çalışmada saatlik araştırmalar yapılabilir. Böylelikle hangi saatlerden daha çok verim alındığı ortaya çıkabilir. Edinilen verimlilik bilgilerine göre saatlik çalışma sistemleri dahi değiştirilebilir. İş kalemlerinin ayrı ayrı analiz edilmesi, çalışmanın daha profesyonelleşmesini sağlayacaktır. Örneğin “Çökeltme havuzu imalatı kaç günde tamamlanıyor? Terfi haznesi imalatı kaç günde tamamlanıyor?” sorularına yanıt veren çalışma, daha kesin sonuçlar verebilecektir.

#### **1.4. Çalışma Aşamaları**

Böyle bir çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli plan ve programların düzenlenip, yapılacak olan adımların belirlenmesi gerekmektedir. İlk aşama olarak literatür çalışması yapılmalıdır. Daha önce yapılacak işe ilişkin benzer çalışmaların toplanıp incelenmesi, yapılacak optimizasyonun doğruluğunu arttıracak ve yapılabilecek hataların önüne geçecektir. Daha sonra proje yönetimi konusunu ele alan çalışmalar incelenmelidir.

Yapılan çalışma, İSKİ tarafından yaptırılan “Avrupa Yakası 2010 Yılı 1. Kısım Atıksu ve Yağmursuyu Kanal İnşaatı” iş kapsamında bulunan 2. Dereceden Biyolojik Arıtma Tesislerinin fiyat, zaman, imalat optimizasyonudur. Çalışma aşamasında bu optimizasyonun proje maliyet kontrolü açısından bir çok yararı olmuştur. Gerçekleştirilen bu fiyat ve zaman optimizasyon çalışması, işveren tarafından incelenmiş ve gerekli kontroller sağlanmıştır. Bu bölümde açıklanacak bilgiler, böyle bir optimizasyonu kendi projenizde rahatlıkla uygulayabilmeniz için ön ayak olacaktır. Optimizasyon çalışmasına başlamadan önce şantiye alanı yerinde incelenmiştir. Statik, mimari, mekanik ve elektrik projeleri detayları ile birlikte incelenerek projeyi tanımamız gerekmektedir.

Optimizasyon bilgilerinin kayıt altına alınması kalem kalem ayrı olarak toplanmalıdır. İş üzerinde hakimiyet kurmuş birden çok kişi gerçekleştirirse, aynı anda birden çok kalem kayıt altına alınabilir. Böylelikle kayıt altına alacağımız bilgiler daha kesin sonuçlar verebilecek ve çalışmamız gerekli tedbirlerin alınabilmesi için daha erken sürede optimize edilebilecektir. Her kalemin takibi için ayrı bir klasör oluşturmak gerekmektedir. Bütün inceleme işlemleri bittikten sonra her kaleminde kendi içerisinde incelenmesi, varsa birbirleri ile ilişkili iş kalemleri birlikte incelenmelidir. Uzun vadede gerçekleştirilebilen bu çalışma büyük bir zamanınızı alabilir fakat harcanmış olan bu zaman, diğer projelerde hem kendinize hem de diğer kişilere ışık tutacaktır. Çalışmanın özeti aşağıda verilmiştir(**Şekil 1.1**).



**Şekil 1.1.** Çalışma Özeti



## **2. ATIK SU ARITMA TESİSLERİ**

### **2.1. Atık Su Arıtma Tesislerinin Önemi**

Nüfusu hızla artmakta olan dünya üzerinde su ihtiyacının da karşılanması gerekmektedir. Nüfusun artması, su kaynaklarının daha hızlı tükenmesi anlamı taşımaktadır. Yapılan bilimsel ve istatistiksel araştırmalar neticesinde arıtma tesisleri kapsamında, suyun dönüştürülerek tekrar kullanılması için çalışmalar başlamıştır. Çalışmalar, hızla kullanılan su kaynaklarında ki azalmayı önlemek, ekolojik döngüye katkı sağlamak, insan ve çevre sağlığını korumak vb. amaçları hedef almıştır.

### **2.2. Türkiye'deki Mevcut Durum**

Geliştirilen bilimsel teknikler ile atık suları dezenfeksiyon aşamalarından geçirecek tekrar doğaya kazandırarak kullanılmak üzere kurulmuştur. Bu tekniklerin verimliliğini arttırmak için Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik yöntemler denenmiştir. Biyolojik yöntemler, Fiziksel ve Kimyasal yöntemlere göre olumlu sonuçlar vermiş ve başta İstanbul olmak üzere tüm Türkiye genelinde Biyolojik Arıtma Tesislerine yönelim başlamıştır. Bu sayede dünya ve Türkiye'de atık sular arıtılarak tekrar kullanımı sağlanmakta, sağlanmaya çalışılmaktadır. İhtiyacın artması göz önüne alınarak her geçen zaman zarfında tesislerin de geliştirilmesi, genişletilmesi gerekmektedir. Gerekli çalışmalar yapılmadığı halde kaynakların tükenmesinin ardından ülkemiz büyük bir su sıkıntısının eşiğinden kurtulamayacağı göz önündedir.

“2010 yılında kanalizasyon şebekeleri ile toplanan 3,58 milyar m<sup>3</sup> atıksuyun %48,6'sı akarsuya, %41,8'i denize, %3,6'sı baraja, %2,1'i göle-gölete, %1'i araziye ve %2,8'i diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir.” [9]

Türkiye'de şu anda 326 atık su arıtma tesisi bulunmaktadır [9]. Bunların 35'i doğal, 39'u fiziksel, 53'ü kimyasal ve 199'u biyolojik arıtma tesisleri sistematiği olarak işlemektedir. Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı bilgilerine göre 326 tesisin yılda 2,72 milyar m<sup>3</sup> atık suyu arıttığı gözlemlenmiştir [1]. Arıtılan sular denize, baraja, akarsulara, göletlere iletilmektedir. Ülkemizde bir bireyin günde ortalama 182 litre suyu kullandıktan sonra atık su şebekelerine iletmektedir. Şu andaki mevcut nüfus

76 milyon 667 bin kişi olarak belirlenmiştir. Bu durum, günde 14 milyon  $m^3$  suyu arıtmamız gerektiği gerçeğini ortaya koymaktadır. İstatistiki bilgiler, faaliyette olan tesislerimizin yetersiz kaldığı gerçeğini gün yüzüne çıkartmaktadır.

Türkiye'de yönelim biyolojik arıtma tesislerine doğrudur. Bu tesisler kendi aralarında alt dallara ayrılmaktadır. şartlara uygun geliştirilen son rn İleri Biyolojik Arıtma Tesisidir. Bunun yanında 1. Derece ve 2. Derece Biyolojik Arıtma Tesisleri de bulunmaktadır. 2. Derece sistematığı ile çalışan tesisler bütün çeşitlere ön ayak olmuştur. Bundan dolaydır ki ikinci dereceden faaliyet göstermekte olan projelerin gerek yapım aşamaları gerekse proje yönetimleri bu dalda büyük önem kazanmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmada 2. Dereceden Biyolojik Arıtma Tesisi Proje Yönetim Esasları ve Kaynak Optimizasyon adımları üzerinde durulacaktır.



### **3. İKİNCİ DERECEDEDEN BİYOLOJİK ARITMA TESİSLERİ**

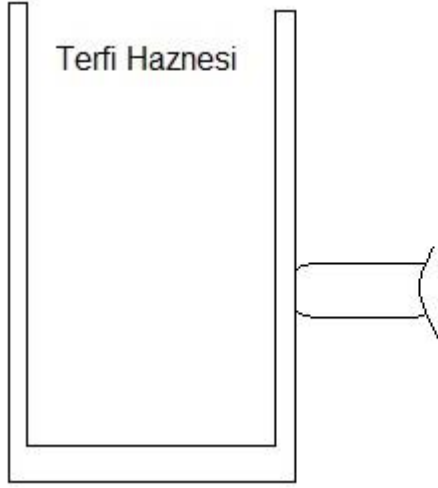
Bu tip tesisler terfi haznesi, oksidasyon havuzu, çökeltme havuzu, dağıtım yapısı, geri devir haznesi, çamur haznesi ve deşarj rögarından oluşmaktadır. Her bir hazne veya havuz farklı görevler üstlenmiştir. Atık su, parçacıklardan arınmak amacı ile her aşamada farklı müdahalelere maruz kalmaktadır. Bu müdahaleler sonucu temizlenerek en yakın akarsu veya denize iletilmektedir.

Tesislerin hizmet edeceği yerleşim yerinin nüfus yoğunluğu çok önemlidir. Çünkü tesislerin projelendirilmesinde nüfus göz önüne alınarak hesaplamalar gerçekleştirilir. Projelendirme esnasında minimum hizmet edeceği zaman olarak 20 yıl göz önüne alınmaktadır. Bundan dolayıdır ki mevcut nüfusa göre projelendirme yapılmaz. Mevcut nüfus göz önüne alınarak en az 20 yıl sonraki tahmini nüfus yoğunluğu hesaplanmaktadır. Bunun amacı, yapılacak tesisin ihtiyacı karşılayacak boyutlara projelendirilmesidir. Nüfus yoğunluğunun düşük olduğu yerleşim yerlerinde hidrolik çap düşük olacağından, tesis bu çapa hizmet edecek şekilde boyutlandırılır. Nüfus yoğunluğunun daha yüksek olduğu yerlerde, tesisler daha büyük boyutlarda inşa edilir. Havuz ve haznelerin boyutları bu değerlere göre belirlenir. Popülasyon analizi farklı yöntemlerle hesap edilerek karşılaştırılır.

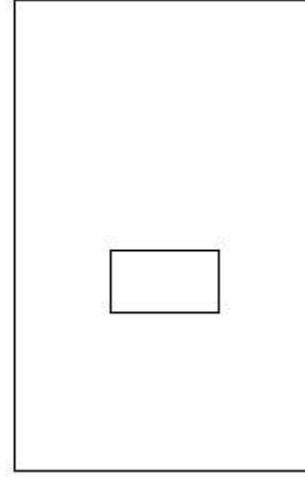
Arıtma tesisleri yerleşim yerinin en düşük kot değerine sahip bölgesine inşa edilir. Çünkü atık suların iletiği kanallarda enerji harcanmak istenmez. Suyun kot farkından dolayı, enerji harcanmadan tesise iletilmesi hedef alınır. Bundan dolayı iletim kanalları, tesise göre daha yüksek kot seviyesine sahip olmalıdır. Atık su, iletiği kanal içerisinde enerji kazanır. Terfi haznesine kadar bu enerji ile iletilir. Atık suyun terfi haznesine kavuşmasının ardından 2. Dereceden Biyolojik Arıtma Tesisi işlevine başlar. Artık suyun potansiyel enerjisi veya kinetik enerjisi kullanılarak iletim mümkün olmadığından elektrik enerjisi kullanarak iletimler başlar.

#### **3.1. Terfi Haznesi**

Tesisin atık suyu aldığı ilk bölümdür. Terfi haznesinin görevi iletilen kanaldan suyu almak ve su ile birlikte gelen yabancı cisimleri ayrıştırmaktır. Diğer bir deyişle, yabancı cisimlerin tesise girişini engelleyerek gelen atık suyun oksidasyon havuzuna transferini sağlamaktır.



**Şekil 3.1.** Terfi Haznesi

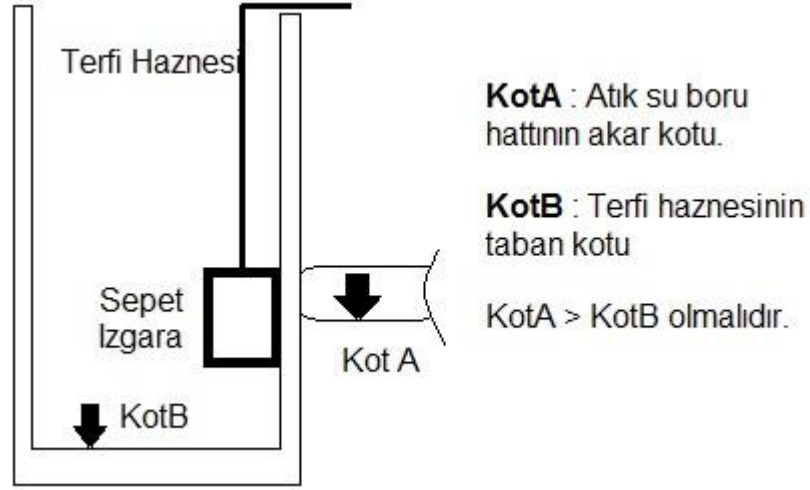


**Şekil 3.2.** Terfi Haznesi Penceresi

Terfi haznesi imalatı sırasında grobeton ve temelden sonra perde imalatlarına geçilir. Temel ile perde arasından su sızmaması için su tutucu bantlar kullanılır. Su tutucu bantların %50 genişliğindeki kısım temel betonu içerisinde, diğer %50 kısmı ise perde betonu içerisinde kalmalıdır. Perde imalatı gerçekleştirilirken atık suyun iletiği kanalın akar kotu dikkate alınır. Atık su kanalı terfi haznesinde son bulacağı için, kanalın akar kot seviyesinde borunun girişi için pencere bırakılır (**Şekil 3.1**). Aynı işlem acil tahliye için gerekli olan ve oksidasyon havuzundan gelen havuzlar arası iletim hattının giriş penceresi de yerleştirilir (**Şekil 3.2**). Terfi haznesine gelen hat dairesel olabilir. İmalatı yapılan pencere dikdörtgen olacağından, boru yerleştirildikten sonra çevresinde boşluklar meydana gelecektir. Bu boşluklar tamir harçları ile kapatılabilir fakat tamir harçları su geçirgenliğine dayanıklı olmayabilir. Suyun sızmaması gerektiği göz önüne alınarak özel harçlar kullanılmalıdır. Sızdırmazlığa karşı dayanıklı bölgelerde S-88 tamir harçları kullanıldığı zaman olumlu sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Bazı durumlarda terfi haznesinin perde imalatını tek seferde yapmak mümkün olmayabilir. Zemin koşulları, proje koşulları gibi nedenlerle iki veya daha fazla sayıda beton dökmek gerekebilir. Böyle durumlarda perde betonunda soğuk derzler oluşacaktır ve su soğuk derzler arasında suyun sızma ihtimali yüksektir. Bunu engellemek için soğuk derz oluşan bütün bölgelerde su tutucu bant kullanılmalıdır. Aksi halde soğuk derz bölgelerinde sızdırma problemi yaşanacaktır. Problem erken teşhis edilmediği takdirde aderans zamanla azalacak, donatılar paslanacak ve perde üzerinde çatlaklar oluşacaktır. İmalat tamamlandıktan sonra oluşan tayrot boşlukları mutlaka doldurulmalıdır. Doldurma işlemi özel macunlarla kapatılmalıdır. Aksi halde sızdırma problemi yine oluşacaktır. Bütün macunların sızdırmayı engelleyemeyeceği

bilinmektedir. Özel üretilen çelik macunlar bu problemi ortadan kaldırmak için en büyük silahtır. Çünkü çelik macunlar, diğer macunların sızdırmazlık değerlerine göre daha yüksek dayanıklılığa sahiptir. Tayrot borularının temas halinde olduğu bölgelerine çelik macun kullanılmakla birlikte, hava ile teması olan açık bölgelere ise sosis macunlar kullanılabilir. Sosis macunlar fabrikalarda karıştırılır ve yumuşak bir malzemedir. Yüzey tamamen sosis macun ile kapatıldığı takdirde tayrot boşluklarından oluşabilecek sızırmaların çok büyük oranda önüne geçmiş olunacaktır.



**Şekil 3.3.** Terfi Haznesi ve Kanal Kot Değerleri

Biyolojik veya kimyasal arıtma tesisleri fark etmeksizin genellikle yüksekliği en büyük olan bölüm terfi haznesidir. Çünkü tesisler akarsu, deniz, dere gibi bölgelere deşarj edildiği için bu bölgelere yakın imalat yapılır. Şayet hat, bu akarsu veya derenin altından geliyorsa suyu kendi enerjisi ile akabilmesi için suyun altından geçilmelidir (**Şekil 3.3**). Hat güvenliği için minimum derinliğin 2-3 metre olduğu ülkemizde suyun altından geçildiği de düşünülürse minimum 6 metre gibi bir derinlik karşımıza çıkmaktadır. Yine her terfi haznesinde yabancı cisimlerin tesise girişini engellemek için sepet ızgaralar kullanılmaktadır. Izgara giriş bölümünün alt bölümüne yerleştirildiği de göz önüne alınırsa en az 7 metre derinlik ile karşılaşılır. Bazı bölgelerde şartlar bahsedildiği kadar uygun olmayabilir. Bu bölgelerde ise derinlik artabilir. Sepet ızgarada biriken yabancı cisimler mekanik güç yardımı ile hazneden çıkartılarak tesisten uzaklaştırılır. Terfi hazne boyutları ise debiye göre değişkenlik göstermektedir. Debinin çok olduğu bölgelerde boyutlar daha geniş seçilir. Çünkü gelen debinin hazne tarafından karşılanabilir olması gerekmektedir.

Terfi merkezlerinin yeri seçilirken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

“1.Tesisin bulunduğu yere kolayca gidilip gelmelidir. Makine ve teçhizatın kolayca taşınması için yol kenarları tercih edilmelidir.

2.Su taşma bölgesinin dışında olmalıdır.

3. Taşıma gücü fazla olan zeminler seçilmelidir.

4. Yer altı su seviyesi fazla yüksek olmamalıdır.” [1]

Terfi havuzunun betonarme işleri tamamlandıktan sonra mekanik işlemler başlar. Mekanik işlemlerde hazne tabanına pompalar monte edilir. Yabancı cisimlerden arındırılmak üzere sepet ızgara hazne içerisine yerleştirilir. Sepet asansör işlemleri yapılır. Bu sayede biriken yabancı cisimler bu asansör yardımı ile hazneden çıkartılır ve uzaklaştırılır. Hazne üst bölümünden vanalı HDPE(High Density Polyethylene) boruların tesisatı yapılır. Tesisatın bir ucu terfi haznesinde olurken diğer ucu oksidasyon havuzuna bağlanır. Atık su buradan oksidasyon havuzuna transfer edilir.

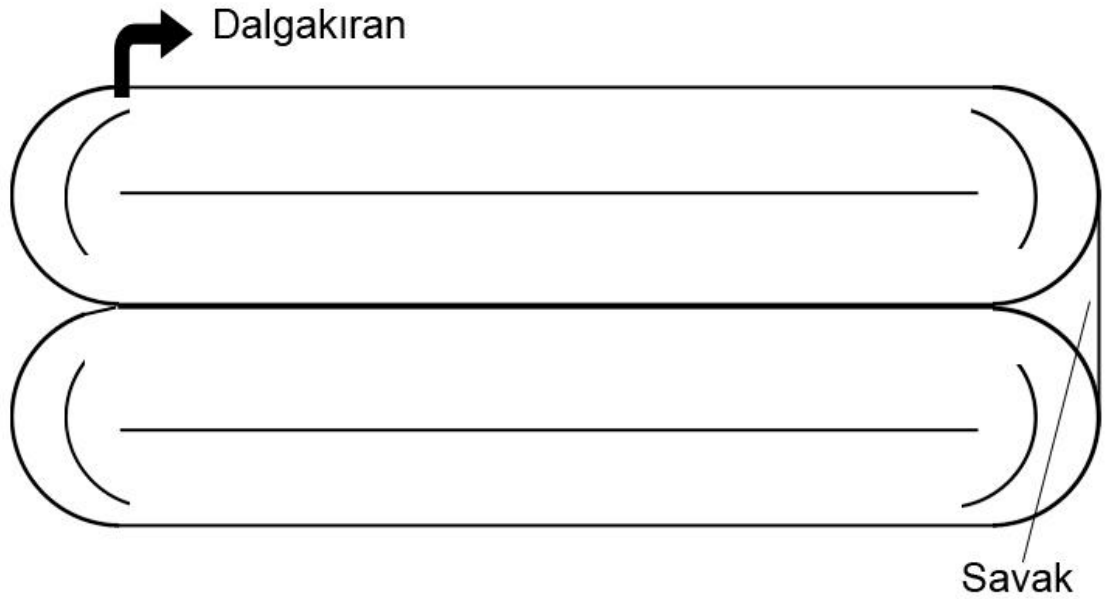
### **3.2. Oksidasyon Havuzu**

“Evsel kullanılmış sular, sığ havuzlarda doğal biyolojik işlemle stabilize edilebilir. Bu şekilde ham veya bir ön işlemde geçmiş suyun okside olmak üzere bırakıldığı havuzlara oksidasyon havuzu adı verilir.” [2] Oksidasyon havuzları genelde tesisin en büyük boyutlardaki havuzlarını oluşturur. Çünkü atık suya ilk işlem burada gerçekleştirilir. Su havuza HDPE(High Density Polyethylene) boru aracılığı ile terfi haznesinden gelir. Gelen suyun içerisinde parçacıklar bulunmaktadır. Havuz üzerine imalat edilen yürüme yolları ve vanalar tesise müdahale açısından çok önemlidir.

Su oksidasyon havuzuna(havalandırma yapısına) ilk girdiğinde enerjisinin büyük bölümünü kaybetmiş olacaktır. Suyun tekrar enerji kazanarak havalandırma yapısında belirli süre döngü sağlaması gerekmektedir. Tam bu noktada mekanik cihazlar devreye girer. Yürüme yollarına monte edilmek üzere havuz içerisine pervaneler yerleştirilir. Pervaneler elektrik enerjisi ile çalışır. Pervane belirlenen akış yönünde suyun enerjisini arttırmak için yapılır. Pervane su içerisinde dönmeye başladığında, su belirlenen yöne doğru pervanenin oluşturduğu enerji ile akmaya başlar. Akış sırasında oluşan vorteksler hem suyun bütün bölümünün havalanmasını hem kinetik enerji kazanmasını sağlar.

Havuz içerisinde küçük yapılar oluşturulur. Bu yapılara dalgakıran veya “J Baston” denilmektedir. Pervane etkisi ile kinetik enerji kazanan su, bu dalgakıranlara çarparak enerjisini tekrar yitirir. Kinetik enerji tekrar potansiyel enerjiye dönüştürülür. Bu olay aynı havuz içerisinde iki defa tekrarlanır. Yani suya iki defa kinetik enerji

verilir ve tekrar potansiyel enerjiye dönüştürülür. Havalandırma yapısına yapışık olarak haznenin dışında kalan 2 savak inşa edilir. Bazı durumlarda suyun fazla gelmesi ile oksidasyon havuzu taşabilir. Taşma sorununu gidermek için perdelerin belirli kot seviyelerinde pencereler bırakılır. İmalat sonunda pencereler kapatılmaz. Taşma anında pencere suyu oksidasyona bitişik savaklara iletir. Böylelikle hazne içerisindeki su taşma tehlikesinden kurtulmuş olur. Savaklara giden sular ise arıtılmak üzere Dağıtım Yapısı Haznesine gönderilir. Taşma olmadan işletimlerde havalandırma işleminden sonra atık su, dağıtım yapısına gönderilerek çökeltim havuzuna veya havuzlarına transfer edilir.



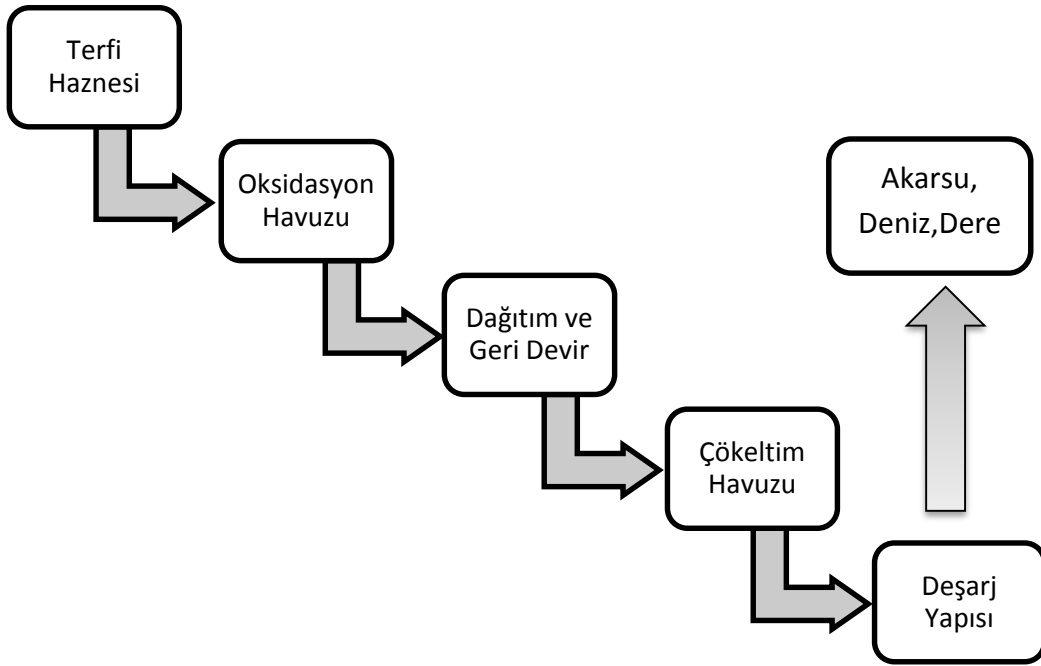
**Şekil 3.4.** Oksidasyon Havuzu

Havuzun iki bölümünün arasında perdeler bulunmaktadır (**Şekil 3.4**). Perdeler suyun döngüsünü sağlamak için yapılmaktadır. Mekanik teçhizat savak bölgesine yakın olan yere yapılır. Çünkü vanalar, HDPE(High Density Polyethylene) boruların yanında bulunmak zorundadır. Acil müdahale zamanlarında yürüme yollarının üzerine çıkarak vanalara müdahale edilir. Vanalar sistematüğün doğru şekilde işlememesi veya tamirat durumlarında büyük önem arz etmektedir.

İmalat aşamasında projeye göre HDPE(High Density Polyethylene) boru tesisatları olacaktır. Projeye bağlı kalarak boru yerlerinin kesinlikle atlanmaması gerekmektedir. Havalandırma yapısının zemininde büyüklüğüne göre iki veya daha fazla sayıda rögarlar bulunmaktadır. Bu rögarlar acil durumlarda haznenin boşaltılması için tahliye kanalı olarak bilinir. Yapım aşamasından sonra açıkta kalan tayrot boşluklar yine S-88 harçları ile doldurulmalıdır. Doldurulduktan sonra su geçirmezliği yüksek değerde olan macunlar kullanılarak kaplanır. Yapılmadığı

takdirde boşluklardan su sızıntıları oluşacaktır. Su sızması durumunda tesisin sağlıklı şekilde çalışması tehlikeye girecektir. Savak veya balkon savağın altına kolonlar yapılmalıdır. Aksi halde taşma halinde su balkon savağa geçecektir. Suyun ağırlığı ve enerjisi dolayısı ile balkona yayılı yük intikal etmiş olacaktır. Balkonun herhangi bir desteği olmadığı zaman sehim verecektir. Sehim verme durumu ise istenmeyen olaylardan biridir. Bunun önüne geçebilmek için balkon altlarına kolon yapılmalıdır.

### 3.3. Dağıtım Yapısı

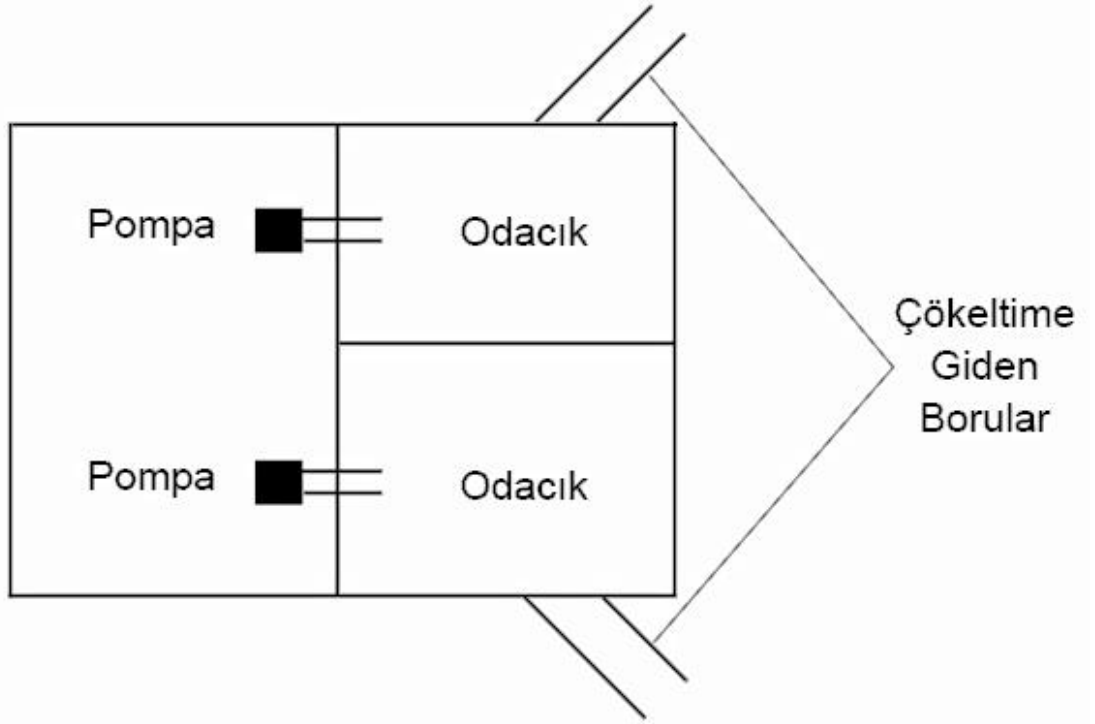


Şekil 3.5. Atık Su Arıtma Sistematığı

Oksidasyon havuzundan savağa aktarılan sular dağıtım yapısına gönderilir (Şekil 3.5). Dağıtım yapısı iki veya daha fazla çökeltme(çökeltim) havuzu olan tesislerde yapılır. Çünkü suyun arıtılması için çökeltme havuzuna girmesi gerekmektedir. İki veya daha fazla sayıda olduğu zaman bunların ayrılabilmesi için dağıtım yapısına ihtiyaç vardır. Dağıtım yapısının hemen temelini üstünde çökeltme havuzları sayısı kadar pencere bulunur. Bu pencerelerden borular çıkar ve çökeltme havuzuna aktarılır. Dağıtım yapısı, çökeltme havuzunun zemin kotuna göre daha yüksek kot seviyesine sahip olmalıdır. Çünkü suların havuzlar arasında aktarılması için enerji harcamak ek maliyet demektir. Maliyetsiz şekilde yapılabilmesi için eğim verilerek su, çökeltme havuzuna aktarılmaya çalışılır.

Dağıtım yapısından tahliye edilen atık su çökeltme havuzunun deflektör bölgesinin en alt bölümünden giriş yapar. Yani temel içerisinden geçerek orta bölümünden

aktarım yapılır. Minimum %5 eğim verilerek atık su çökeltim havuzuna aktarılır. İmalat sırasında dağıtım yapısında da tayrot boşlukları ve soğuk derzler oluşabilir. Diğer haznelerde kullanılan S-88 harçlar ve su tutucu bantlar bu havuzda da kullanılır. Bu yapı içerisinde odacıklar bulunmaktadır. Odacıkların sayısı çökeltim havuzlarının sayısından 1 fazla olacaktır. Fazla olan odacıkta oksidasyondan gelen suyun toplandığı bölge olacak ve diğer odacıklara eşit şekilde bölünecektir. Fazla odacıkta çökeltim havuzu sayısı kadar pompa olacaktır. Pompalar aynı güce ve değerlere sahip olacak. Böylelikle odacıklara eşit şekilde bölünebilecektir. Odacıkların hemen temel üstüne borular yerleştirilir. Boruların ucu oksidasyon havuzunun deflektör bölümüne yer altından bağlanır. Bu da çökeltim havuzunun temelini içerisinden geçer.



**Şekil 3.6.** Dağıtım Yapısı Sistematiği

Atık su çökeltim havuzuna odacıklar yardımıyla gönderilir (**Şekil 3.6**). Tesisin bundan sonraki aşaması çökeltme havuzudur. Yine bir taşma olayı varsa çökeltim havuzundan önce Geri Devir Haznesi bir sonraki aşama olacaktır (**Şekil 3.5**).

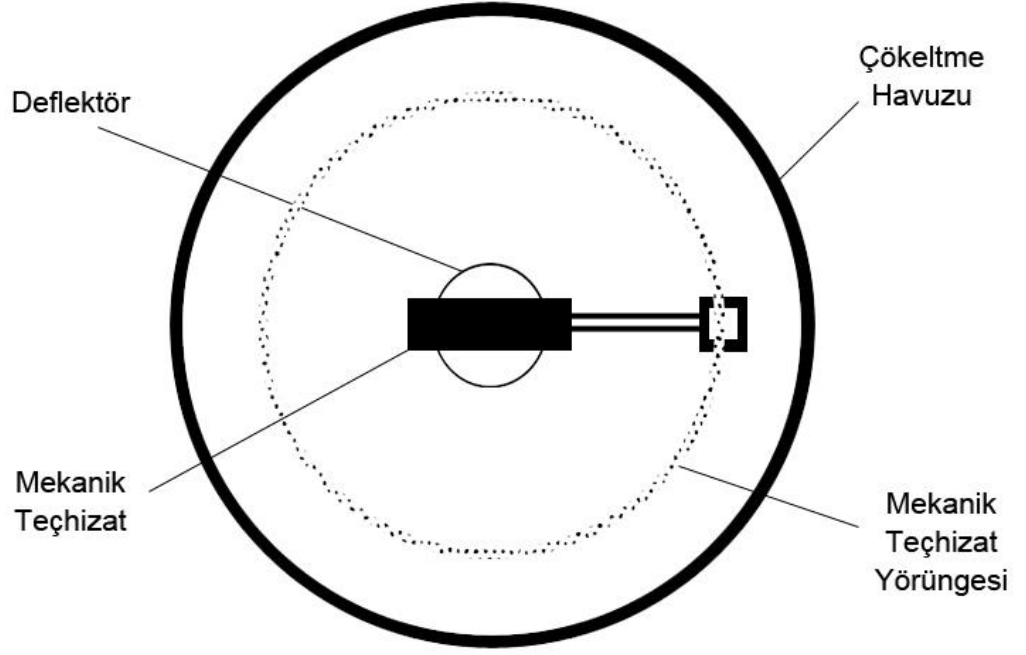
### 3.4. Geri Devir Yapısı

Çökeltme havuzuna bağlantısı olan, taşkın hallerde acil müdahale için gerekli olan yapıdır. Taşkın hallerde dağıtım yapısının devreye girdiği bazı zamanlarda, sadece dağıtım yapısı yeterli gelmeyebilir. Çünkü dağıtım yapısı taşkın olmayan hallerde de çökeltme havuzuna bağlıdır. Aşırı yüklenme sonucu bu havuz taşabilir. Bahsedilen durumun oluşmaması için geri devir yapısı inşa edilir. Geri devir yapısı oksidasyon havuzunun taşmaya yüz tutmaya başlaması ile devreye girer. Havalandırma yapısının üst bölümünden geri devir yapısına boru bağlantıları yapılır. Su seviyesinin normal kriterlerden daha üst seviyelere çıkması durumunda kontrol zorlaşır. Duruma müdahale olarak mekanik teçhizatlar devreye girer. Miktarı artan atık su motopomp yardımıyla geri devir yapısına gelir. Geri devir yapısının zemin üstünden HDPE(High Density Polyethylene) borular ile Şekil 3.6'ya benzer şekilde çökeltim havuzuna iletilir.

### 3.5. Çökeltme Havuzu

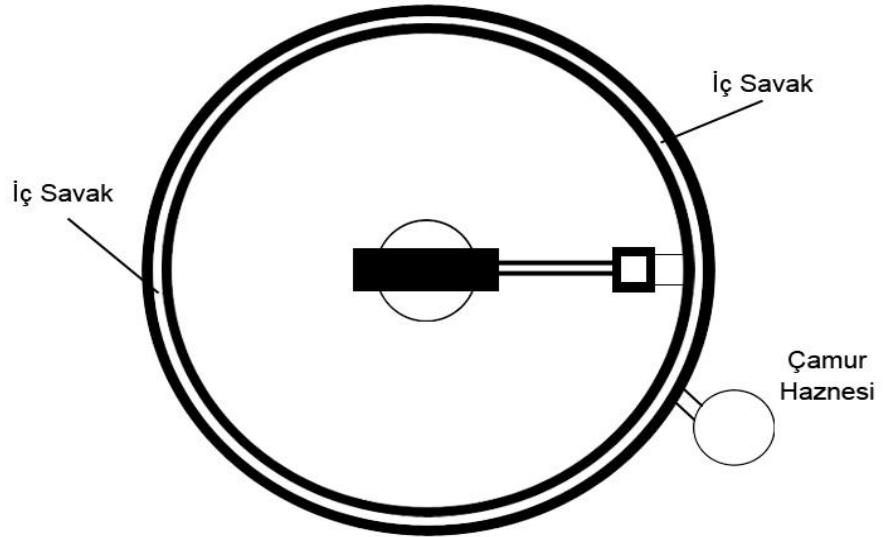
Diğer havuzlara göre tasarımı daha farklıdır. Her havuz köşegenlerden oluşurken çökeltme havuzu çember şeklinde oluşturulur. Atık suya fiziksel müdahalenin yapıldığı haznedir. Tam orta noktasında çember şeklinde deflektör bulunmaktadır. Deflektör, mekanik teçhizatın üstünde işlem görebilmesi için yapılması gereken küçük yapıdır. Altında koloncuklar bulunur ve perdelerinde oval delikler bırakılır. Dağıtım yapısından gelen iletim boruları deflektörün tam orta noktasından yer çekimine ters yönde yerleştirilir. Atık su deflektöre ulaştığı zaman, kendi enerjisi ile iletim hattından çıkar. Deflektör yapısının üstüne mekanik teçhizat monte edilir (**Şekil 3.7**). Bundan dolayı deflektörün temel alt kotu, çökeltme temeli alt kotundan daha düşüktür. Böylelikle su çökeltim haznesinin tabanından yapıya giriş yapar. Mekanik teçhizat Şekil 3.7'de belirtilen yörüngede daire çizerek döner. Dönüş esnasında atık su içerisine teçhizatın parçacıkları çöktürmek için kolları su içerisinde dönecektir. Dönüş işlemlerinde teçhizatın çek pasları çöken parçacıkları bir odacıkta toplayacak ve bu odacıktan çöken parçacıklar tesisten uzaklaştırılacaktır. Çökeltim havuzun boyutları gelen debiye göre değişkenlik göstermektedir. Debi ile hazne yarı çapı doğru orantılıdır. Debi arttıkça çökeltim havuzunun yarı çapı artmaktadır. Yani boyutun büyümesi anlamı taşımaktadır.





**Şekil 3.7.** Çökeltme Havuzu ve Deflektör

“Bu cihazlarda sadece çok iri partiküller tutulabilmektedir.” [3] Buna rağmen çökeltim havuzunun verimliliğini arttırmak için kimyasal ilaçlar kullanılarak ince parçacıkların da çöktürme işlemi yapılabilmektedir. Kimyasal ilaçlar verimliliği %100 yapamamaktadır.



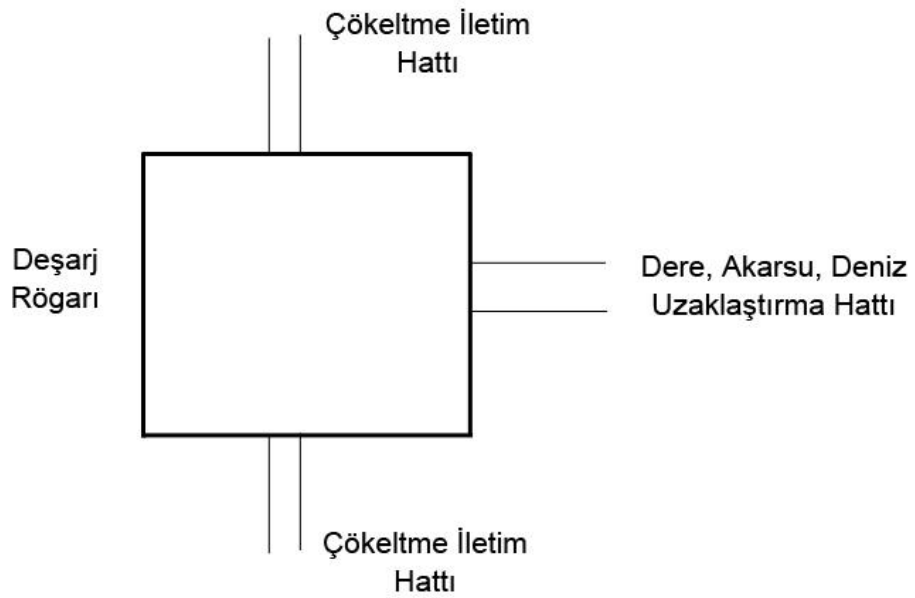
**Şekil 3.8.**Çökeltme Havuzu İç Savak ve Çamur Haznesi

Çökeltme havuzunun perdesine bitişik parçacıkların üst bölümünü arıtmak amacıyla savaklar yapılır. Bu savaklar balkon dar balkonlar şeklini andırır. Mekanik teçhizatın ayakları da bu savakların üstüne yerleştirilir. Böylelikle makinelerin havuzun içine



### 3.6. Deşarj Rögari

Arıtma tesisinin son halkasıdır. Suyun tesisten uzaklaşması sırasında geçtiği son havuzdur. Deşarj rögarında mekanik işlemler yoktur. Bazı durumlarda dere veya akarsuya gönderilecek bölge, rögardan daha yüksek kot seviyesinde olabilir. Bu durumlarda rögara motopomp yerleştirilir. Gönderilecek sudan numeneler almak ve çıkışı kontrol etmek açısından imalatı yapılır. Rögarda çökeltme havuzu sayısının 1 fazlası kadar boru girişi bulunmaktadır(Şekil 3.10). Fazla olan boru girişi ise suyun tesisten uzaklaştırılması içindir.



Şekil 3.10. Deşarj Rögari ve İletim Hatları

Deşarj yapısından suyun çıkışı ile tesis görevini tamamlamış olacaktır.



## **4. İLERİ BİYOLOJİK ARITMA TESİSLERİ**

İleri biyolojik arıtma tesislerinde, ikinci dereceden tesislere göre ek olarak havuzlar bulunmaktadır. Bu yapılar şöyle sıralanabilir.

- Kum tutucu ızgaralar
- Akım ölçerler
- Ön çöktürme havuzları
- Çamur yoğunlaştırma ve çürütme hazneleri
- Kontrol laboratuvarları
- Koku giderici havuzlar
- İdari ve hizmet binaları

### **4.1. Kum Tutucu Izgaralar**

Bu ızgaralar tesis girişlerinde bulunur. Terfi haznesine atık su ulaşmadan önce zararlı kum tanecikleri küçük gözenekli ızgaralarda tutulur. Daha sonra atık su tesise gönderilir.

### **4.2. Akım Ölçerler**

Tesis kontrolü açısından akım ölçerler havuzlar arası tesisat üzerine yerleştirilir. Bu ölçerler tesisi çalışma şartlarına uygunluğunu, tesis kapasitesini ve oluşabilecek taşkın olaylarını önceden tahmin etmek için bilgiler verir.

### **4.3. Çamur Çürütme Haznesi**

Bu hazneler oluşan çamur atıklarını fiziksel veya kimyasal yollarla ortadan kaldırmayı amaçlar.

### **4.4. Kontrol Laboratuvarları**

Tesise suyun ilk girişi ile laboratuvarlar devreye girer. Suyun kirlilik oranını hesaplanır ve değerleri kayıt altına alınır. Deşarj rögarı çıkışında doğaya kazandırılan suyun kirlilik oranı tekrar ölçülür. Bu sayede verimlilik kontrol edilir.

Kontrol laboratuvarları sadece kirlilik ölçmek için yapılmaz. Tesisdeki bütün veriler bu bölümde toplanır.

#### **4.5. Koku Giderici Havuzlar**

Tesisin çalışma kapasitesine göre çevreye kokular yayılabilir. Büyük şehirlerde bu soruna çok sık rastlanmaktadır. Çünkü gelen atık su debisi ne kadar yüksek ise çevreye koku yayılma ihtimali de o derece yüksektir. Sorunu gidermek için koku giderici havuzlar inşa edilir. Kimyasal yöntemler ve ilaçlar kullanılır.

#### **4.6. İdari Binalar**

Tesislerde havuzlar arasında kapakçıklar, vanalar ve çok sayıda havuzlar bulunabilir. Mekanik çalışmalar sırasında elektronik tesisat ile sayılan özellikler idari bina içerisinde kontrol mekanizması oluşturulur. Elektronik tesisatlar yardımı ile ana kumandadan suyun havuz aşamaları değiştirilebilir. Tamir yapılacak havuzlara suyun girişi engellenebilir, boşaltılması gereken havuzlar ana kumandadan tahliye hatlarını devreye sokması ile boşaltılabilmektedir. Tesisin bütün işlemleri idari binalardan kontrol edilebilmektedir.

## 5. ATIK SU ARITMA TESİSİ YAPIM PROJESİ PROJE YÖNETİMİ METODOLOJİSİ

Her bir proje diğer projelere benzememekle beraber benzer özellikler gösterir, aşağı yukarı aynı süreçlerden geçer. Bu nedenle Proje Yönetim süreç grupları oluşturulmuş ve bilgi alanları ile eşleştirilmiştir. **Çizelge 5.1** incelendiği zaman projenin başından sonuna kadar olan süreçteki adımlar özetlenmektedir. Bizim çalışmamız, İKY oluşturulması, kaynak ataması ve iş programı yapılması süreçlerini kapsamaktadır.

### Çizelge 5.1. Proje Yönetimi Süreç Grupları

Bilgi Alanı	Proje Yönetimi Süreç Grupları				
	Başlangıç Süreçleri Grubu	Planlama Süreçleri Grubu	Yürütme Süreçleri Grubu	İzleme Kontrol Süreçleri G.	Kapanış Süreçleri Grubu
Proje Entegrasyon Yönetimi	Proje Başlatma Belgesinin Geliştirilmesi	Proje Yönetim Planının Geliştirilmesi	Proje Yürütmesinin Yönetilmesi	Proje Çalışma. İzlenmesi İlk Kontrolün Gerçekleştirilmesi	Proje Ya da Fazın Kapatılması
Proje Kapsam Yönetimi		Kapsam Yönetiminin Panı Gereksinimlerin Toplanması Kapsamın Tamamlanması İş Kırılım Yapısı Oluşturulması		Kapsamın Onaylanması Kapsamın Kontrolü	
Proje Zaman Yönetimi		Zaman Çizelgesi Planı Aktivite Tanımla Aktivite Sırası Kaynak Tahmini Aktivite Süre Tahmini Zaman Çizelgesinin Geliştirilmesi		Zaman Çizelgesinin Kontrolü	
Proje Maliyet Yönetimi		Maliyet Yönetimi Maliyet Tahmini Bütçe Belirleme		Maliyetin Kontrolü	
Proje Kalite Yönetimi		Kalite Yönetim Planlama	Kalite Güvencesi Sağlama	Kalitenin Kontrolü	
Proje İnsan Kaynakları Yönetimi		İnsan Kaynakları Yönetimi Planı	Proje Ekibi Ekibin Gelişimi Ekip Yönetimi		



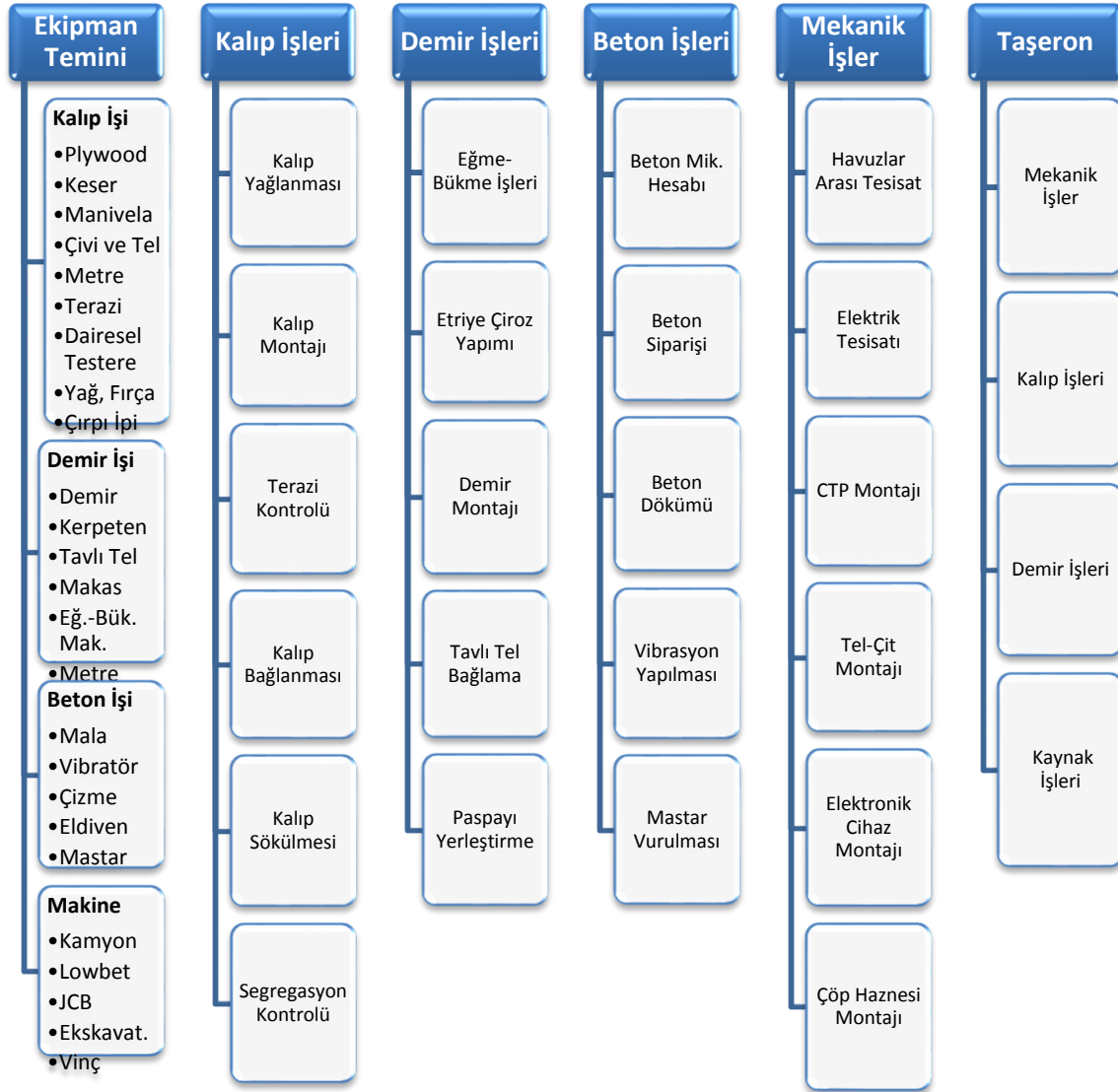
<b>Çizelge 5.1. Proje Yönetimi Süreç Grupları (Devamı)</b>					
Proje İletişim Yönetimi		İletişim Yönetimi Planı	İletişimin Yönetilmesi	İletişimin Kontrolü	
Proje Risk Yönetimi		Risk Planı Risk Tanımlama Niteliksel Risk Analizi Yapmak Niceliksel Risk Analizi Yapmak Risk Yanıtlarının Planı		Risklerin Kontrolü	
Proje Tedarik Yönetimi	Paydaşların Belirlenmesi	Tedarik Yönetimi Planı	Tedariklerin Yürütülmesi	Tedariklerin Kontrolü	Tedariklerin Kapanışı

### **5.1. İş Kırılım Yapısının Oluşturulması (IKY)**

IKY, proje ekibinin proje hedeflerine ulaşmak ve gerekli teslimatları yaratmak için yürüttüğü çalışmaların teslimata yönelik olarak hiyerarşik şekilde ayrıştırılmasıdır.[4] İş kırılım yapısı, projenin bütün ana iş kalemleri hiyerarşik olarak sıraya dizerek projeyi geliştirmek ve daha iyi yürütebilmek için en önemli yapılardan biridir. PMBOK'da IKY oluşturulması şu şekilde açıklanmıştır.

“Uzman görüşünden genellikle, etkili bir IKY oluşturmak amacıyla proje teslimatlarının daha küçük bileşenlere ayrıştırılmasına yönelik gerekli bilgileri analiz etme amaçlı yararlanılır. Bu tür görüşler ve uzmanlık bilgileri proje kapsamının teknik ayrıntılarına uygulanır ve genel proje kapsamının en iyi nasıl ayrıştırılacağına yönelik fikir ayrılıklarını ortadan kaldırmak için kullanılır. Bu seviyede bir uzmanlık bilgisi, benzer projelerde ya da iş alanlarında konuyla ilgili mesleki eğitimi, bilgisi veya deneyimi olan kişi veya gruplarca sağlanır. Uzman görüşü, ayrıca, yaygın teslimatların en etkili şekilde nasıl ayrıştırılacağına ilişkin yardım sağlayan, önceden belirlenmiş şablonlar biçiminde de olabilir. Bu tür şablonlar belli sektöre ya da disipline özgü şablonlar olabilir ya da benzer projelere ait deneyimlerden edinilebilir. Proje ekibiyle birlikte proje yöneticisi, proje kapsamının proje çalışmasının etkili bir biçimde yönetilmesine yönelik kullanılacak ayrı çalışma paketlerine ayrıştırılmasını belirler.” [5]

2. Derece biyolojik arıtma tesisi için iş kırılım yapısı(IKY) aşağıda verilmiştir (**Şekil 5.1**).



**Şekil 5.1.** İkinci Dereceden Biyolojik Arıtma Tesisi İş Kırılım Yapısı

## 5.2. Kaynakların Belirlenmesi ve Kaynak Ataması

Bir projede, “Aktivite kaynaklarının tahmin edilmesi her bir aktiviteyi yerine getirmek için gerekli malzeme, insan, teçhizat ya da gereçlerin türünü ve miktarlarını tahmin etme sürecidir.” [5] Kaynakların belirlenmesinde; ihtiyacın belirlenmesi, teknik kaynaklar, risk, yönetim yaklaşımı, teknik yaklaşım, mali kapasitede üretim kapasitesi vb. kriterler gözönüne alınır.

Kaynaklar belirlendikten sonra her bir kaynak için teknik özellikler, fiyat, satın alma, kiralama, alım zamanı ve benzeri gibi detaylı bir inceleme, analiz yapılmalıdır. Keskinel'e göre "Kaynak analizi insan gücü, malzeme, makina-ekipman, zaman, yer ve para kısıtlamaları olan bir işin planlanması ve eldeki kaynakların eylemlere tahsis

edilmesi işlevidir." [6] Analiz sonucu elde edilmiş olan bilgiler kullanılarak kaynak ataması yapılır.

Kaynak maliyetlerinin belirlenmesi konusu altında bir kalıp işçisinin 8  $m^2$ /sa, bir demir işçisinin 0,20 t/sa imalat yaptığı saptanmıştır. Bu saptama işlemi gerçek analizlere dayanmaktadır. Söz konusu çalışma esnasında; yapılacak iş kalemlerinin tamamlanabilmesi için kullanılacak bütün malzemeleri, ekipman, personel, makina göz önüne alınmalıdır. 9 adet iş kaleminde kullanacağımız kaynak aşağıda verilmiştir. Bu tür projelerde genellikle benzer tür kaynaklara ihtiyaç duyulur.

#### A. KALIP

- En az 4 işçi
- Büyüklüğüne göre plywood
- Yuvarlak yüzler için saç kalıp
- Standart ve beton çivisi
- Vinç
- Tayrot ve kelebek kelepçesi
- Teleskobik Dikme

#### B. DEMİR

- En az 3 işçi
- Donatı demirleri
- Etriye
- Bağlama teli

#### C. BETON

- En az 3 işçi
- Mikser
- Beton pompası
- Vibratör

#### D. ELEKTRİK TESİSATI

- En az 3 işçi
- Elektrik kabloları
- Elektrik buatı
- Priz
- Elektrik borusu

#### E. SU TESİSATI

- En az 3 işçi
- Pimaş boru ve dirsekler
- Karot

#### F. İNCE İŞLER

- Her iş için en az 4 işçi
- Kara ve pres tuğla
- Çimento
- Kaba ve ince kum
- Kireç
- İskele
- Mala
- İp
- Kalebodur
- Boya
- Fırça
- Derz dolgu malzemesi
- Su
- Sünger, Şakül
- Su Terazisi

#### G. BORU DÖŞEMELERİ

- En az 3 işçi
- HDPE(High Density Polyethylene) boru ve dirsek
- HDPE(High Density Polyethylene) manşon
- Boru kaynak cihazı

#### H. MEKANİK İŞLER

- En az 4 işçi
- HDPE(High Density Polyethylene) boru ve dirsek
- Boru kaynak cihazı
- Vana
- Kimyasal paslanmaz dübel
- Su pompası
- CTP(Cam Elyaf Takviyeli Polyester)
- Elektronik algılama cihazları
- Karot

- Su kapakları
- Elektrik borusu
- Elektrik kablosu
- Hilti ve matkap
- Havuzlar arası mekanik cihazlar
- Ekskavatör
- Kamyon

#### I. TECCRÜBE ALIMI

- En az 2 işçi
- Su
- Çelik macun
- Ani donma harcı
- Su borusu
- Tayrot boşluk doldurma harcı
- Su pompası

### **5.3. Kaynak Maliyetlerinin Belirlenmesi**

Kaynakların maliyetleri proje maliyetini ortaya çıkartacaktır. Bu nedenle önemlidir. 2. Dereceden biyolojik arıtma tesisi imalatı sırasında gerçek gözleme dayalı bir analiz yapılmıştır. Analiz her gün kayıt altına alınarak, detaylı bilgilere ulaşılmasına ön ayak olmuştur. Analiz sonuçları **Çizelge 5.2.** 'de verilmiştir.

**Çizelge 5.2. Kalıp İş Kalemi Analiz Sonuçları**

Tarih	İşlem Türü	İ.Sayı.	Brm	İma./G	Çalış.Sa.	İma./Sa
11.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	248,60	8,00	31,00
	Çivi	2	m2	248,60	6,00	41,00
12.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	196,80	6,00	32,00
	Çivi	2	m2	196,80	3,50	56,00
13.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	265,30	8,00	33,00
	Çivi	2	m2	265,30	6,00	44,00
14.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	200,00	7,00	28,00
	Çivi	2	m2	200,00	5,00	40,00
	Kalıp sök	3	m2	555,40	5,00	111,00
15.11.2013	Kalıp bağla	2	m2	102,60	8,00	12,00
	Çivi	2	m2	102,60	3,00	34,00
16.11.2013	Kalıp bağla	3	m2	168,7	7,00	24,00
	Çivi	2	m2	168,7	4,00	42,00
18.11.2013 20.11.2013	Hava Muhalefeti Nedeniyle Çalışma Yapılamadı					
21.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	210,76	8,00	26,00
	Çivi	2	m2	210,76	4,00	52,00
	Kalıp sök	3	m2	310,76	3,00	103,00
22.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	255,5	8,00	31,00
	Çivi	2	m2	255,5	6,00	42,00
	Kalıp sök	3	m2	580,94	6,00	96,00
23.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	275,12	8,00	34,00
	Çivi	2	m2	275,12	5,00	55,00
25.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	285,04	8,00	35,00

<b>Çizelge 5.2. Kalıp İş Kalemi Analiz Sonuçları (Devamı)</b>						
	Çivi	2	m2	285,04	5,00	57,00
26.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	236,56	8,00	29,00
	Çivi	2	m2	236,56	4,00	59,00
27.11.2013	Hava Muhalefeti Nedeniyle Çalışma Yapılmadı					
28.11.2013						
30.11.2013	Kalıp bağla	4	m2	190,98	8,00	23,00
	Çivi	2	m2	190,98	3,00	63,00
	Kalıp sök	3	m2	741,38	6,50	114,00
2.12.2013	Kalıp bağla	4	m2	300,06	8,00	37,00
	Çivi	2	m2	300,06	5,00	60,00
3.12.2013	Kalıp bağla	4	m2	290,54	8,00	36,00
	Çivi	2	m2	290,54	5,00	58,00
4.12.2013	Kalıp bağla	4	m2	246,80	8,00	30,00
	Çivi	2	m2	246,80	4,00	61,00
	Kalıp sök	3	m2	450,60	4,00	112,00
5.12.2013	Kalıp bağla	4	m2	275,44	8,00	34,00
	Çivi	2	m2	275,44	4,00	68,00
6.12.2013	Kalıp bağla	2	m2	135,00	8,00	16,00
	Çivi	2	m2	135,00	3,00	45,00
7.12.2013	Kalıp bağlama	2	m2	160,10	8,00	20,00
	Çivi	2	m2	160,10	4,00	40,00
	Kalıp sök	3	m2	837,40	7,00	119,00
9.12.2013	Kalıp sök	2	m2	817,34	8,00	102,00

Belirtilen tarihlerde işler günlük olarak takip edilip, sonuçları çizelgede verilmiştir(**Çizelge 5.2**). Toplam 4 043,90 m2 kalıp imalatı gerçekleştirilmiştir. Analize başlamadan önce yapılan imalatlar nedeniyle ise toplam 4 293,82 m2 kalıp söküm işlemi yapılmıştır. Bu inceleme sonuçları projemizin gidişatını büyük ölçüde değiştirebilir. Bilgileri kullanarak bazı analizler daha yapmamıza imkan doğar. Yapılan analiz sonucu derledikten sonra daha somut veriler çıkacak ve proje gidişatı için yol haritası çizilmesine yardımcı olacaktır.

**Çizelge 5.3.** Kalıp İş Kalem Analiz Değerlendirmesi

İşlem Adı	Metraj	Çalışma Saati	Birim	Ortalama	Periyot
Kalıp bağlanması	4 043,90	505,00	m2	8,00	/sa
Çivi	4 043,90	159,00	m2	25,00	/sa
Kalıp sökülmesi	4 293,82	110,50	m2	38,00	/sa

Analizin derlenmesi ile önemli bilgiler gün yüzüne çıkmıştır. Bir kalıp işçisinin 1 saatte ortalama 8,01 m2 kalıp imalatı yaptığı ve yine aynı işçinin 1 saatte ortalama 38,00 m2 alanın kalıbını söktüğü görülmüştür (**Çizelge 5.3**).



**Çizelge 5.4.** Kalıp İş Kalemli Birim Maliyeti

İşlem Türü	İşçi	B. Mal	İ. Mal	İmal.	Gıda	Br	Per.	Maliyet (TL)	
Plywood alma		36,00		1500,0		m2		54000,0	
Keser alma		20,00		9,0		adt		180,0	
Manivela alma		55,00		4,0		adt		220,0	
Kalıp çivisi alma		3,20		400,0		kg		1280,0	
Beton çivisi alma		8,00		120,0		kg		960,0	
Metre alma		5,00		6,0		adt		30,0	
D. testere alma		226,00		2,0		adt		452,0	
Yağ fırçası alma		6,00		3,0		adt		18,0	
Terazi		14,00		4,0		adt		56,0	
Çırpı İpi		600,00		0,05		m		30,0	
2,5+2,5 Dikme		34,25		400,0		adt		13700,0	
								70 926,0 TL	
Kalıp bağlama	4		40,00	32,0	2,48	m2	1 sa	<b>42,5</b>	
Çivi çak.	2		20,00	50,0	1,24	m2	1 sa	<b>21,2</b>	
Kalıp sök	3		30,00	114,0	1,86	m2	1 sa	<b>31,9</b>	
SSK(%14,5)	9	148,12		5,55		adt	1 sa	<b>5,6</b>	
İşsizlik Fonu(%2)	9	20,43		0,77		adt	1 sa	<b>0,8</b>	
								1sa	<b>101,90 TL</b>

Analiz sonucundan da anlaşılacağı üzere kalıp işlerinin başlayabilmesi için ilk aşamada 70 926,00 TL harcayacak kaynak temininin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Kaynak temininin ardından kalıp işlerinin devam ettiği her 1 saat için 101,90 TL maliyetin olacağı **Çizelge 5.4'**de görülmektedir.

Aynı analizler inşaat demir işleri için de gerçekleştirilmiştir. Çalışan işçi sayısı, saatlik demir bağlama istatistikleri kayıt altına alınarak gerçek bir çalışma yapılmıştır. Demir iş kaleminin analiz sonuçları **Çizelge 5.5'**de verilmiştir.

**Çizelge 5.5. Demir İş Kalemi Analiz Sonuçları**

Tarih	İşlem Türü	İşçi Sayısı	Birim	İmalat / Gün	Çalışılan Saat	İmalat / Sa
11.11.2013	Demir bağla	2	m2	126,70	7,00	18,00
	Tel bağla	1	m2	126,70	6,00	21,00
12.11.2013	Demir bağla	2	m2	135,65	7,00	19,00
	Tel bağla	1	m2	135,65	6,00	22,00
13.11.2013	Demir bağla	2	m2	125,60	7,00	17,00
	Tel bağla	1	m2	125,60	6,00	20,00
14.11.2013	Demir bağla	2	m2	110,14	6,00	18,00
	Tel bağla	1	m2	110,14	6,00	18,00
15.11.2013	Demir bağla	2	m2	108,90	6,00	18,00
	Tel bağla	1	m2	108,90	6,00	18,00
16.11.2013	Demir bağla	2	m2	104,80	7,00	14,00
	Tel bağla	1	m2	104,80	6,00	17,00
18.11.2013	Hava Muhalefeti Nedeniyle Çalışma Yapılamadı					
19.11.2013						
20.11.2013						
21.11.2013	Demir bağla	2	m2	105,00	7,00	15,00
	Tel bağla	1	m2	105,00	6,00	17,00
22.11.2013	Demir bağla	2	m2	112,40	7,00	16,00
	Tel bağla	1	m2	112,40	6,00	18,00
23.11.2013	Demir bağla	2	m2	118,60	6,00	19,00
	Tel bağla	1	m2	118,60	5,00	23,00
25.11.2013	Demir bağla	2	m2	110,00	6,00	18,00
	Tel bağla	1	m2	110,00	5,00	22,00
26.11.2013	Demir bağla	2	m2	120,50	7,00	17,00

**Çizelge 5.5. Demir İş Kalemi Analiz Sonuçları (Devamı)**

	Tel bağla	1	m2	120,50	6,00	20,00
27.11.2013	Hava Muhalefeti Nedeniyle Çalışma Yapılmadı					
28.11.2013						
29.11.2013						
30.11.2013	Demir bağla	2	m2	135,15	7,00	19,00
	Tel bağla	1	m2	135,15	6,00	22,00
2.12.2013	Demir bağla	2	m2	136,98	7,00	19,00
	Tel bağla	1	m2	136,98	7,00	19,00
3.12.2013	Demir bağla	2	m2	151,30	7,00	21,00
	Tel bağla	1	m2	151,30	7,00	21,00
4.12.2013	Demir bağla	2	m2	146,80	7,00	20,00
	Tel bağla	1	m2	146,80	7,00	20,00
5.12.2013	Demir bağla	2	m2	156,14	7,00	22,00
	Tel bağla	1	m2	156,14	8,00	19,00
6.12.2013	Demir bağla	2	m2	86,10	6,00	14,00
	Tel bağla	1	m2	86,10	6,00	14,00
7.12.2013	Demir bağla	2	m2	80,50	6,00	13,00
	Tel bağla	1	m2	80,50	5,00	16,00
9.12.2013	Demir bağla	2	m2	124,70	7,00	17,00
	Tel bağla	1	m2	124,70	7,00	17,00

Analiz edilen bütün günlerde toplam 2 295,96 m<sup>2</sup>alanın demir bağlama işlemi yapılmıştır (**Çizelge 5.5**).

**Çizelge 5.6.** Demir İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi

İşlem Adı	Metraj	Ç. Saati	Birim	Ortalama	Periyot	Toplam Malzeme
-----------	--------	----------	-------	----------	---------	----------------

Demir

Bağlanması 2295,96 422,00 m2 5,50 /sa 91,84

Tel Bağlama 2295,96 117,00 m2 19,00 /sa 229,596

Bir demir işçisinin saatte ortalama 5,50 m<sup>2</sup> alanın demir bağlama işlemini tamamladığı gözlemlenmiştir (**Çizelge 5.6**).

**Çizelge 5.7.** Demir İş Kalemi Birim Maliyeti

İşlem Türü	İşçi adt	B. Mal (TL)	İ. Mal. (TL)	İmalat	Gıda	Birim	Per.	Maliyet (TL)
Demir satın almak		1530,00		91,84		t		140515,2
Kerpeten almak		62,00		3,00		adt		186,00
Tavlı tel almak		2,70		229,60		adt		619,91
Makas almak		80,00		2,00		kg		160,00
Eğme-bükme mak. almak		4250,00		1,00		kg		4250,00
Metre almak		5,00		3,00		adt		15,00
Demir bağla.	2		20,00	11,00	1,24	m2	1 sa	<b>21,24</b>
Tel bağla.	1		10,00	19,00	0,62	m2	1 sa	<b>10,62</b>
İşçi SSK Primi (%14,5)	3	148,12		1,85		adt	1 sa	<b>1,85</b>
İşsizlik Sigorta Fonu(%2)	3	20,43		0,26		adt	1 sa	<b>0,26</b>
					<b>Toplam</b>	<b>33,97 TL /sa</b>		
					<b>Toplam</b>	145746 TL		

Analiz sonucunda demir işlemlerinin başlayabilmesi için 145 846,00 TL harcama yapılarak malzeme temini yapılmalıdır (**Çizelge 5.7**). Malzeme temini yapıldıktan sonra devam eden demir işleri için her saat 33,97 TL gider olacağı dikkatten kaçmamalıdır. Diğer ana kalemlerden olan beton döküm işinin de analizleri aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 5.8. Beton Dökme İş Kalemi Analiz Sonuçları**

Tarih	İşlem Türü	İşçi Sayısı	Birim	İmalat / Gün	Çalışılan Saat	İmalat / Sa
12.11.2013	Beton dök	3	m3	126,00	4,00	31,50
	Vibrasyon	2	m3	126,00	4,00	31,50
16.11.2013	Beton dök	3	m3	45,00	2,00	22,50
	Vibrasyon	2	m3	45,00	2,00	22,50
18.11.2013	Hava Muhalefeti Nedeniyle Çalışma Yapılmadı					
19.11.2013						
20.11.2013						
21.11.2013	Beton dök	3	m3	165,00	6,00	27,50
	Vibrasyon	2	m3	165,00	6,00	27,50
23.11.2013	Beton dök	3	m3	84,00	3,00	28,00
	Vibrasyon	2	m3	84,00	3,00	28,00
27.11.2013	Hava Muhalefeti Nedeniyle Çalışma Yapılmadı					
28.11.2013						
29.11.2013						
30.11.2013	Beton dök	3	m3	176,00	6,00	29,33
	Vibrasyon	2	m3	176,00	6,00	29,33
4.12.2013	Beton dök	3	m3	70,00	4,50	15,56
	Vibrasyon	2	m3	70,00	4,50	15,56
7.12.2013	Beton dök	3	m3	156,00	7,00	22,29
	Vibrasyon	2	m3	156,00	7,00	22,29

Analiz sonucunda 822,00 m3 beton döküldüğü görülebilmektedir (**Çizelge 5.8**).

**Çizelge 5.9.** Beton Dökme İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi

İşlem Adı	Metraj	Ç. Saati	Birim	Ortalama	Periyot
-----------	--------	----------	-------	----------	---------

Beton dökme 822,00 97,50 m3 8,43 /sa

Vibrasyon-Mala 822,00 65,00 m3 12,65 /sa

Bir işçinin saatte 8,43 m3 betonu döküdüğü ve bir işçinin saatte 12,65 m3 betonu malalayıp vibratör ile vibrasyon yaptığı **Çizelge 5.9**'da gözlemlenmiştir.

**Çizelge 5.10.** Beton Dökme İş Kalemi Birim Maliyeti

İşlem Türü	İşçi (adt)	B. Mal (TL)	İ. Mal. (TL)	İmalat	Gıda	Birim	Per.	Maliyet (TL)
Pompalı Beton Maliyeti		132,16		822,00		m2		108635,5
Mala Alma		22,00		3,00		adt		66,0
Vibratör Alma		1860,00		1,00		adt		1860,0
Çizme Alma		23,00		5,00		kg		115,0
Eldiven Alma		1,25		15,00		kg		18,8
Beton dökme	3		30,00	25,29	1,86	m2	1 sa	<b>31,9</b>
Vibrasyon-Mala	2		20,00	50,00	1,24	m2	1 sa	<b>21,2</b>
İşçi Primi(%14,5)	5	148,12		3,09		adt	1 sa	<b>3,1</b>
İşsizlik Fonu(%2)	5	20,43		0,43		adt	1 sa	<b>0,4</b>
Beton döküm işlemindeki saatlik maliyet								<b>56,61 TL</b>

Analiz sonucunda beton döküm işlemi yapılırken her geçen saate 56,61 TL maliyet yansıdığı ortaya çıkmıştır (**Çizelge 5.10**). Kazı ve tesviye işlerinde ekskavatör makinası çalışmaktadır. Ana iş kalemlerinden biri de kazı işlemidir. Kazı işleri de takip edilmiş ve bilgiler kayıt altına alınmıştır. Kayıt altına alınan bilgiler aşağıda verilip analizi gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 5.11.** Kazı ve Tesviye İş Kalemi Analiz Sonuçları

Ekipman Adı	Tarih	İmalat	Metraj	Brm	Aldığı Yakıt(lt)	Çalış. Saat
Ekskavatör	19.12.2013	Kazı, Tesviye	59,40	m3	110,00	1,00
Ekskavatör	26.12.2013	Kazı, Tesviye	345,60	m3	0,00	7,00
Ekskavatör	04.01.2014	Kazı, Tesviye	72,65	m3	120,00	1,15
Ekskavatör	08.01.2014	Kazı, Tesviye	148,70	m3	0,00	2,10
Ekskavatör	11.01.2014	Kazı, Tesviye	234,12	m3	100,00	6,00
Ekskavatör	14.01.2014	Kazı, Tesviye	39,00	m3	0,00	0,45
Ekskavatör	20.01.2014	Kazı, Tesviye	402,60	m3	95,00	7,50

**Çizelge 5.12.** Kazı ve Tesviye İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi

Ekipman	Kira (TL)/sa	Yakıt (lt) /sa	Y.B Fiyat (TL)	Mal. (TL)	İmalat Miktarı	Periyot
---------	--------------	----------------	----------------	-----------	----------------	---------

Ekskavatör 37,00 16,87 4,48 112,56 51,67 sa

Ekskavatörün saatte 51,67 m3 kazı ve tesviye yapabildiği analiz sonuçlarında belirlenmiştir (**Çizelge 5.12**). Kaynak maliyetleri belirlenirken analizin ne kadar önemli bir adım olduğu böylelikle anlaşılmıştır. Kalıp imalatı yapılırken sadece düz işçilerin bulunması yeterli değildir. Havuz boyutları büyük olduğu için el ile kalıp bağlanması çok uzun zaman alacağından hazır kalıplarla araçüstü vinç kullanılarak daha hızlı imalat yapılmaktadır. Analizi yapılan iş kapsamında bu şekilde



çalışılmaktadır (**Çizelge 5.11**). Her havuz kalıp ve demir imalatları yapılırken araçüstü vinç havuz kenarına yanaşarak kurulur. Kurulma işleminden sonra hazır kalıplar kalıp işçilerinin yardımı ile yerine monte edilir. Böylelikle kalıp işleri hızlanmış olup projemizi daha erken bitirmemizi sağlar.

**Çizelge 5.13.** Araçüstü Vinç İş Kalem Analiz Sonuçları

Ekipman Adı	Tarih	İmal.	Metraj	Birim	Aldığı Yakıt(It)	Çalıştığı Saat
Araçüstü Vinç	11.11.2013	Kalıp	248,60	m2	115,00	8,00
Araçüstü Vinç	12.11.2013	Kalıp	196,80	m2	0,00	6,00
Araçüstü Vinç	13.11.2013	Kalıp	265,30	m2	0,00	8,00
Araçüstü Vinç	14.11.2013	Kalıp	200,00	m2	100,00	7,00
Araçüstü Vinç	15.11.2013	Kalıp	102,60	m2	0,00	8,00
Araçüstü Vinç	16.11.2013	Kalıp	168,70	m2	0,00	7,00
Araçüstü Vinç	21.11.2013	Kalıp	210,76	m2	100,00	8,00
Araçüstü Vinç	22.11.2013	Kalıp	255,50	m2	0,00	8,00
Araçüstü Vinç	23.11.2013	Kalıp	275,12	m2	0,00	8,00
Araçüstü Vinç	25.11.2013	Kalıp	285,04	m2	105,00	8,00
Araçüstü Vinç	26.11.2013	Kalıp	236,56	m2	0,00	8,00
Araçüstü Vinç	30.11.2013	Kalıp	190,98	m2	0,00	8,00
Araçüstü Vinç	02.12.2013	Kalıp	300,06	m2	95,00	8,00
Araçüstü Vinç	03.12.2013	Kalıp	290,54	m2	0,00	8,00

Analizi yapılan günlerde toplam 3 226,56 m2 imalat yapıldığı görülmektedir (**Çizelge 5.13**). Çalıştığı saatler toplanarak toplam ne kadar süre çalıştığı belirlenir. Toplam imalat miktarı, çalıştığı toplam saate bölünerek saatlik üretim miktarını elde ederiz (**Çizelge 5.14**). O halde analiz **Çizelge 5.14**. halini alacaktır.

**Çizelge 5.14. Araçüstü Vinç İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi**

Ekipman Adı	Kira (TL)/sa	Yakıt (lt) /sa	Y.B. Fiyat (TL)	Maliyet (TL)	İmalat	Periyot
Araçüstü Vinç	29,00	4,77	4,48	50,36	29,88 m2	sa
Op. İşçi SSK Primi	0,00	0,00	0,00	5,55	0,00	sa
Op. İşsizlik S. Fonu	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	

Kazı işlemleri yapılırken çıkan hafriyatın bölgeden uzaklaştırılması gerekmektedir. Uzaklaştırma işlemi için kamyon gerekir. O halde kamyonunda maliyetini hesaplayarak analizinin yapılması gerekir. Aynı iş üzerinde kamyonun gerçekleştirdiği imalatlar kayıt altına alınıp Çizelge 5.15.'de sunulmuştur.

**Çizelge 5.15. Kamyon İş Kalemi Analiz Sonuçları**

Ekipman Adı	Tarih	İmalat	Metraj	Birim	Yakıt(lt)	Çalışma Saati
Kamyon	11.01.2014	Nakliye	82,00	m3, malzeme	160,00	7,00
Kamyon	13.01.2014	Nakliye	46,00	m3, malzeme	0,00	7,00
Kamyon	14.01.2014	Nakliye	55,00	m3, malzeme	0,00	7,00
Kamyon	15.01.2014	Nakliye	65,00	m3, malzeme	160,00	8,00
Kamyon	16.01.2014	Nakliye	58,00	m3, malzeme	0,00	7,00
Kamyon	17.01.2014	Nakliye	76,00	m3, malzeme	0,00	8,00
Kamyon	18.01.2014	Nakliye	12,00	m3, malzeme	160,00	7,00
Kamyon	20.01.2014	Nakliye	59,00	m3, malzeme	0,00	8,00
Kamyon	21.01.2014	Nakliye	68,00	m3, malzeme	0,00	7,00
Kamyon	22.01.2014	Nakliye	71,00	m3, malzeme	160,00	7,00
Kamyon	23.01.2014	Nakliye	57,00	m3, malzeme	0,00	8,00

**Çizelge 5.16.** Kamyon İş Kalemi Analiz Değerlendirmesi

Ekipman	Kira (TL)/sa	Yakıt (lt) /sa	Y.B. Fiyat (TL)	Maliyet (TL)	İmalat Periyot
Kamyon	20,00	7,90	4,48	55,40	8,01 sa

Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi bir kamyonun çalışması saatte 54,40 TL maliyet çıkartmaktadır (**Çizelge 5.16**). Projelerimizi planlarken bu maliyet çizelgeleri işimize yarayacak ve gerekli olan kaynakların adet ve maliyetlerini bulabilmemizi sağlayacaktır. Analiz sonuçlarını bir çok faktörün değiştirebileceğinin unutulmaması gerekmektedir (**Çizelge 5.15**). Kullanılan kamyonun saatlik ücreti ve tüketmiş olduğu yakıt maliyeti büyük ölçüde değiştirebilir. Şayet yakıt günlük alınıyorsa, yakıtın günlük pompa fiyatı da analiz sonucunu etkileyecektir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda iş kalemlerine göre saatlik maliyet dağılımları aşağıda verilmiştir. (**Çizelge 5.17**)

**Çizelge 5.17.** İş Kalemlerine Göre Saatlik Maliyet Dağılımı

İş	Periyot	Maliyet (TL)
Kalıp Bağlanması	sa	<b>101,90</b>
Beton Dökme	sa	<b>56,61</b>
Ekskavatör Çalışması	sa	<b>51,67</b>
Vinç Çalışması	sa	<b>56,68</b>
Kamyon Çalışması	sa	<b>55,40</b>
Demir Bağlanması	sa	<b>33,97</b>

#### 5.4. İş Programı Hazırlanması

Gerçekleştirilen analiz sonucunda iş programı oluşturabilmek için kaynaklar, iş kalemleri, kaynak maliyetleri, süre sınırları bulunmaktadır. İş programı oluştururken maliyeti en aza indirmeye çalışıp, en erken süre zarfı içerisinde işin bitirilmesini gerekecektir.

İlk aşama, havuzların temel imalatı için kazı yapılmasıdır. Projede her havuzun belirli temel altı kotları bulunmaktadır. Havuz temel demir ve kalıplarının imalatı başladığı zaman kazı işlemine başlanırsa, ekskavatörün imalat boyunca arıtma tesisi şantiyesinde durması gerekecektir. Bu da ek maliyet olup kaynağın etkili bir şekilde kullanılmaması demektir. Bunun için işe ilk başladığı sırada bütün havuzları, seri aktiviteler şeklinde, kotuna indirmek maliyeti azaltacaktır. Yani ilk kazı işi yapılmalı ve bütün havuzların kazısı tek seferde yapılmalıdır. İş programının ilk adımı ekskavatör yardımı ile kazı yapılmasıdır. Tek seferde stabilize serilmesi de gerekmektedir. Çünkü bütün havuzların temellerinin iyileştirme yapılmış sağlam zemin üstüne oturması, statik anlamda fayda sağlayacaktır.

İlk olarak terfi haznesinin imalatına başlanmalıdır. Çünkü atık su ilk olarak terfi haznesine girecektir. Önce demirleri bağlanmalı ve daha sonra kalıp imalatı yapılmalıdır. En son ise beton dökülmelidir. (EK A)

### **5.5. Aktivitelere Kaynak Ataması**

Projede kullanılacak kaynakların belirlenmesinin ardından iş kalemlerine kaynak ataması gerçekleştirilebilir. Projemizde bulunan her bir adım için gerekli kaynakları atanmalıdır. Atama sonunda iş programına yardımcı olacak bilgiler elde edebilir, toplam proje maliyetini hesaplanabilir. Bir aktivite için birden fazla kaynak gerekebilir. 2. Dereceden biyolojik arıtma tesisi için gerekli aktivite ve kaynakların belirlenmesi kaçınılmazdır.

İlk iş kalemi kazı yapılması olacaktır. Kazı işinin yapılması aktivitemizdir. Bu işlemi yapmak için gerekli olan makine, eleman ise kaynaklardır. Kazı işlemini yapacak bir makine gerekmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada ekskavatör kullanılmıştır. Kazı aktivitesinin kaynağı ilk olarak ekskavatör olacaktır. Ekskavatörün operatörü de bulunmalıdır. Çıkan hafriyatı sahadan uzaklaştırmak için kamyon ve kamyon şoförü olmak zorundadır. Kazı işleminin tamamlandığını doğrulamak üzere topoğraf ve kot okuma işlemleri yapılırken mirayı tutmak üzere bir adet saha elemanı gerekecektir. Belirtilen kaynakların hepsi Kazı aktivitesine ait olacaktır. Temel altlarına stabilize serilmesi için aynı kaynaklar gerekecektir. Yani kazı ve stabilize serilmesi aktiviteleri için aynı kaynaklar kullanılacaktır. Bu da Kazı ve Stabilize Serilmesi aktivitelerinin aynı zamanda başlayamayacağını gösterir. Kazı ve Stabilize Serilmesi aktivitelerinin aynı anda başlayabilmesi için kaynakların 2 katına çıkartılması ve buna oranla maliyetinde 2 kat artması anlamı taşımaktadır.

Kazı aktivitesi tamamlandıktan sonra temel altına grobeton dökmek için çalışmaların başlatılması gerekir. Yeni aktivite adı “Grobeton” ve gerekli kaynaklar, aktiviteyi gerçekleştirmek üzere belirlenmesi gereklidir. Projede betonarme işlemleri için kalıp ve demir ekipleri bulundurulmalıdır . Kullanılan kaynakların sayısı 4 adet kalıp işçisi ve 2 adet demir işçisi olacaktır. Grobeton dökmek için şayet yanlara sac kalıplar kullanılıyorsa 1 adet vinç ve operatörüne ihtiyaç duyulacağı aşıkardır. Bununla birlikte 4 adet kalıp işçisinin bulunacağı da görülmektedir. Vibrasyon için vibratör makinesi ve gerekli elektrik enerjisinin temin edilmesi gerekecektir. Arıtma tesisinin yapıldığı yerde elektrik varsa “elektrik” kaynağını kullanabiliriz fakat elektrik yoksa kaynaklarımızın arasına “jeneratör” eklemeliyiz. Beton dökülebilmek için beton döküm pompası bulunmalıdır. Bahsedilen kaynakların hepsi “Grobeton” aktivitesinin kaynaklarıdır. Diğer iş kalemlerinde kaynak sayısı ve maliyetleri artacaktır. Aktivite isimleri ve kaynak isimleri çizelge halinde verilmiştir (**Çizelge 5.18**).

**Çizelge 5.18.** Aktivite ve Kaynak İsimleri

Aktivite İsimleri	Kaynak İsimleri
✓ Kazı	✓ Kalıp ve Demir işçisi
✓ Dolgu	✓ Beton pompa ve operatörü
✓ Stabilize	✓ Boru ve ekipmanları
✓ Grobeton dökümü	✓ Boya
✓ Radye demiri bağlanması	✓ Caraskal
✓ Radye kalıbı çakılması	✓ Çimento
✓ Radye betonu dökülmesi	✓ Ekskavatör ve operatörü
✓ Su tutucu bant montajı	✓ Fırça, Yalıtım Malzemeleri
✓ Perde demiri bağlanması	✓ Formen, Topoğraf
✓ Perde kalıbı çakılması	✓ Düz işçi
✓ Perde betonu dökülmesi	✓ Jeneratör
✓ İşletme binası tesisat ve yalıtım	✓ Kablo
✓ İşletme binası tuğla duvar örme	✓ Kamyon ve sürücü
✓ İ. Binası sıva, boya	✓ Kapı
✓ İ. Binası PVC	✓ Kireç
✓ Havuzlar arası boru tesisatı	✓ Elektronik makineler
✓ Pompa montajları	✓ Matkap
✓ Caraskal montajı	✓ Pompa, Vibratör
✓ Elektronik tesisat	✓ PVC
✓ Makine montajları	✓ Rulo
✓ Havuzlar arası kablo montajları	✓ Elektrik sigortası
✓ İ. Binası elektrik tesisatı	✓ Su, Tuğla
✓ Havuzlar arası elektrik tesisatı	✓ Tesisat malzemeleri
✓ Dolgu işleri	✓ Vinç ve operatörü

Aktivite isimleri ve kaynak listesi çıkartıldıktan sonra her bir aktivite için gerekli olan kaynakların atanması gerekecektir. İlk kazı aktivitesinden başlayarak bütün aktivite isimlerine gerekli kaynak atamaları gerçekleştirilmelidir. Kazı aktivitesinde, kazının gerçekleşebilmesi için kepçe gerekmektedir. Yani ekskavatör ve makineyi kullanacak bir operatör. Bu adımdan sonra kazı aktivitesinin ilk kaynağı atanmış olacaktır. Kazı aktivitesini tamamlamak için sadece ekskavatör ve operatörü yeterli değildir. Hangi düzeye kadar kazı yapılacağını belirlemek üzere bir topoğraf ve kot okumalarında jalon veya mirayı tutmak üzere formen gerekecektir. Kazıdan çıkan hafriyatın sahadan uzaklaştırılabilmesi için kamyon ve şoförüne de ihtiyaç duyulacaktır. Yani kazı aktivitenin ihtiyaç duyduğu bütün kaynakların belirlenmesi gerekecektir. Diğer aktivitelerin kaynakları izelge halinde verilmiştir(**izelge 5.19**).

**Çizelge 5.19. Aktivitelere Ait Kaynak Listesi**

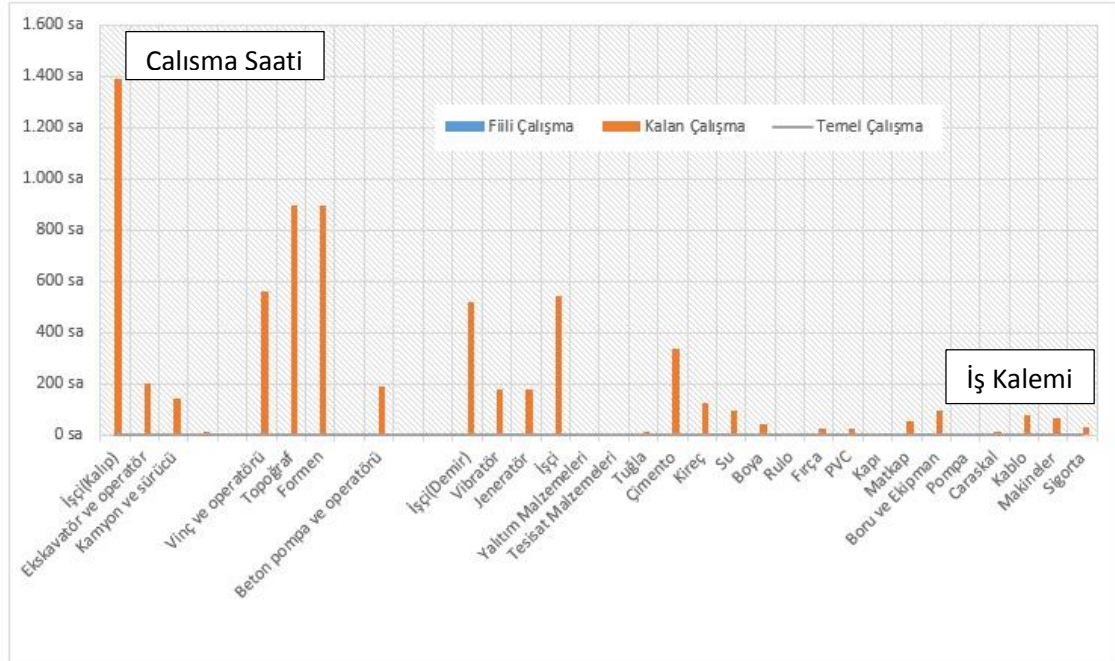
<b>Aktivite Adı</b>	<b>Kaynak Listesi</b>
Kazı	Ekskavatör ve Operatörü + Kamyon ve sürücü + Formen + Topoğraf
Dolgu	Ekskavatör ve Operatörü + Kamyon ve sürücü + Formen + Topoğraf
Stabilize	Ekskavatör ve Operatörü + Kamyon ve sürücü + Formen + Topoğraf
Grobeton dökümü	4 adet İşçi(Kalıp) + Formen + Vinç ve Opr. + Beton pompa ve Opr. + Topoğraf + Jeneratör + Vibratör
Demir İşleri	2 adet İşçi(Demir) + Vinç ve Opr. + Formen + Topoğraf
Kalıp İşleri	4 adet İşçi(Kalıp) + Formen + Vinç ve Opr. + Topoğraf
Radye betonu	4 adet İşçi(Kalıp) + Formen + Vinç ve Opr. + Beton pompa ve Opr. + Topoğraf + Jeneratör + Vibratör
Su tutucu bant	4 adet İşçi(Kalıp) + Formen + Topoğraf
Perde betonu	4 adet İşçi(Kalıp) + Formen + Vinç ve Opr. + Beton pompa ve Opr. + Topoğraf + Jeneratör + Vibratör
İ.B tesisat ve yalıtım	3 adet İşçi + Tesisat Malz. + Yalıtım Malz.
İ.B tuğla duvar örme	3 adet İşçi + Çimento + Kireç + Su + Tuğla
İ. Binası sıva	3 adet İşçi + Çimento + Kireç + Su
İ. Binası boya	3 adet İşçi + Boya + Fırça + Rulo
İ. Binası PVC	3 adet İşçi + Kapı + Matkap + PVC
Hvz. arası boru tesisatı	3 adet İşçi + Ekskavatör ve Opr. + Fırça
Pompa montajları	3 adet İşçi +Ekskavatör ve Opr.+Caraskal + Pompa
Caraskal montajı	3 adet İşçi + Caraskal + Ekskavatör ve Opr.
Elektronik tesisat	3 adet İşçi + Kablo + Sigorta + Makineler
Makine montajları	3 adet İşçi + Kablo + Matkap
Hvz. arası kablo montaj	3 adet İşçi + Kablo
İ. Binası elektrik tesisatı	3 adet İşçi + Kablo + Makineler + Matkap
Hvz. arası elektrik tesisat	3 adet İşçi + Boru ve Ekipman + Matkap + Sigorta + Ekskavatör ve Opr.
Dolgu işleri	Ekskavatör ve Opr. + İşçi + Kamyon ve Sürücü





## 6. ÖRNEK ÇALIŞMA İSTANBUL AVRUPA YAKASI 2010 YILI 1. KISIM ATIKSU VE YAĞMURSUYU KANAL İNŞAATI 2. DERECEDEN BİYOLOJİK ARITMA TESİSLERİ KAYNAK KULLANIMI GÖZLEM VE ANALİZLERİ

Kullanılan kaynakların analizinin yapılması, proje işleyişi açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Öncelikle kullanılan kaynakların genel kullanım çizelgelerinin çıkartılıp bilgi edinilmesi yarar sağlayacaktır. Kaynak kullanım istatistikleri grafiği oluşturulurken; her bir kaynağın işin başından sonuna kadar kullanılacağı toplam süreler tespit edilmelidir. İş programının başlayacağı ilk anda bütün kaynakların kullanımları sıfır saattir. Bu andan itibaren bütün çalışma gününü kapsayacak şekilde analizler yapılarak, bütün çalışma saatleri tek bir çizelge altında toplanır. İş programının bitiş noktasında bütün kaynakların görevleri tamamlanmış olacaktır. Görevini tamamlamış olan bütün kaynakların çalışma günlerinde kullanıldığı süreler, her kaynak için ayrı ayrı toplanır. Böylelikle kaynak kullanım istatistikleri elde edilmiş olur. Proje başlamadan, her bir kaynağın kullanılacağı saat veya gün miktarları belirlenmiş olur. Kaynak kullanım istatistikleri, iş programının aksamadan işleyebilmesi için kaynak tedariki konusunda ön bilgiler sunar. Bütçe planlaması alanında kaynak maliyetleri belirlenirken de ön bilgiler verir.



Şekil 6.1. İş Kalemlerinin Çalışma Saatleri Grafiği

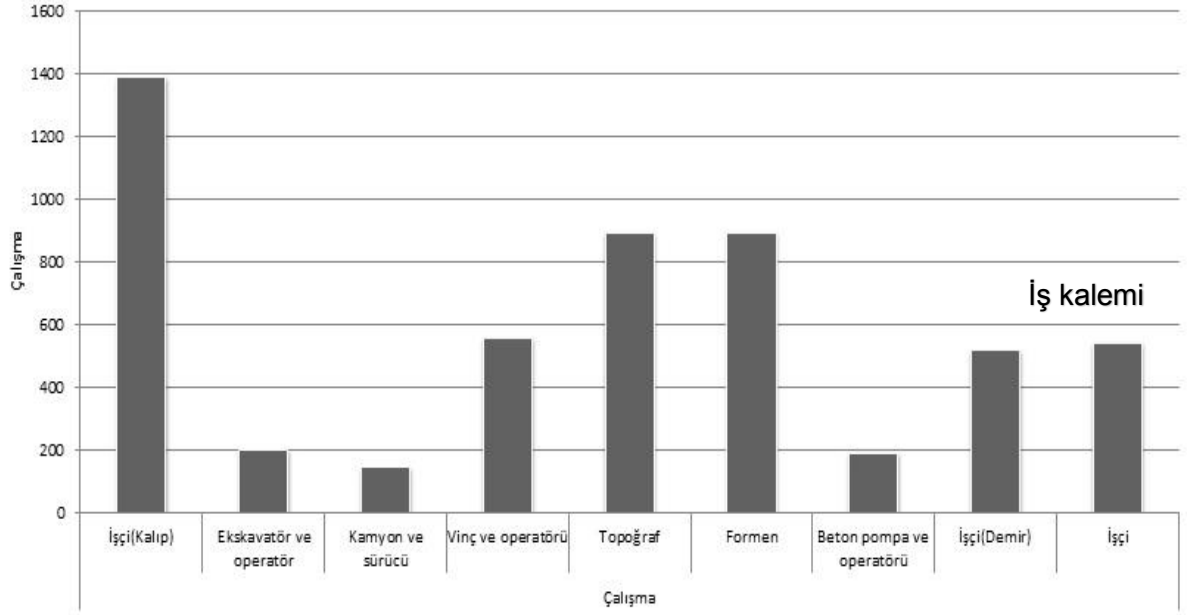
Grafikten görüldüğü üzere projemizin en yoğun aktivitesi kalıp işidir (**Şekil 6.1**). Kalıp işçilerinden sonra en çok ihtiyaç duyulan formen ve topoğraf, daha sonra demir ve düz işçilerdir. Grafiğe bakılarak bir çok sonuç çıkartılabilir (**Şekil 6.1**). Her bir kaynağın kaç saat çalıştığı istatistiklerini de aynı yöntemlerle elde edilebilir. Yapılan analiz sonucunda kaynakların proje imalatı boyunca kaç saat çalışması gerektiğini sorusunun cevabı da elde edilmiş olacaktır.

**Çizelge 6.1.** Kaynakların Toplam Çalışma Saatleri

Ad	Başlangıç	Bitiş	Kalan Çalışma
İşçi(Kalıp)	Sal 18.3.14	Per 3.7.14	1.392 sa
Ekskavatör ve operatör	Cmt 1.3.14	Cum 11.7.14	200 sa
Kamyon ve sürücü	Cmt 1.3.14	Sal 8.7.14	144 sa
Vinç ve operatörü	Sal 18.3.14	Per 3.7.14	560 sa
Topoğraf	Cmt 1.3.14	Per 3.7.14	896 sa
Formen	Cmt 1.3.14	Per 3.7.14	896 sa
Beton pompa ve operatörü	Sal 18.3.14	Çar 2.7.14	192 sa
İşçi(Demir)	Çar 19.3.14	Pzt 30.6.14	520 sa
Vibratör	Sal 18.3.14	Çar 2.7.14	
Jeneratör	Sal 18.3.14	Çar 2.7.14	
İşçi	Sal 24.6.14	Cum 11.7.14	544 sa
Yalıtım Malzemeleri	Cum 4.7.14	Cum 4.7.14	
Tesisat Malzemeleri	Cum 4.7.14	Cum 4.7.14	
Tuğla	Pzt 7.7.14	Sal 8.7.14	
Çimento	Pzt 7.7.14	Sal 8.7.14	
Kireç	Pzt 7.7.14	Sal 8.7.14	
Su	Pzt 7.7.14	Sal 8.7.14	
Boya	Sal 8.7.14	Sal 8.7.14	
Rulo	Sal 8.7.14	Sal 8.7.14	
Fırça	Sal 8.7.14	Cum 11.7.14	
PVC	Çar 9.7.14	Çar 9.7.14	
Kapı	Çar 9.7.14	Çar 9.7.14	
Matkap	Cum 27.6.14	Çar 9.7.14	
Boru ve Ekipman	Pzt 7.7.14	Sal 8.7.14	
Pompa	Sal 24.6.14	Sal 24.6.14	
Caraskal	Sal 24.6.14	Çar 25.6.14	
Kablo	Per 26.6.14	Cum 4.7.14	
Makineler	Per 26.6.14	Cum 4.7.14	
Sigorta	Per 26.6.14	Sal 8.7.14	

Çizelgede en çok çalışma saatleri bulunan kaynakları ayırmak, iş takibi ve planı açısından kolaylıklar sağlayabilir(**Çizelge 6.1**). Bütün kaynakların aynı çizelgede

veya grafikte gösterilmesi her olasılığın incelenmesi için daha çok dikkat gerektirir. Bu sebepten dolayı ana iş kalemleri daha detaylı grafikler haline dönüştürülebilir.



**Şekil 6.2.** Kaynakların Toplam Çalışma Saatleri Grafiği

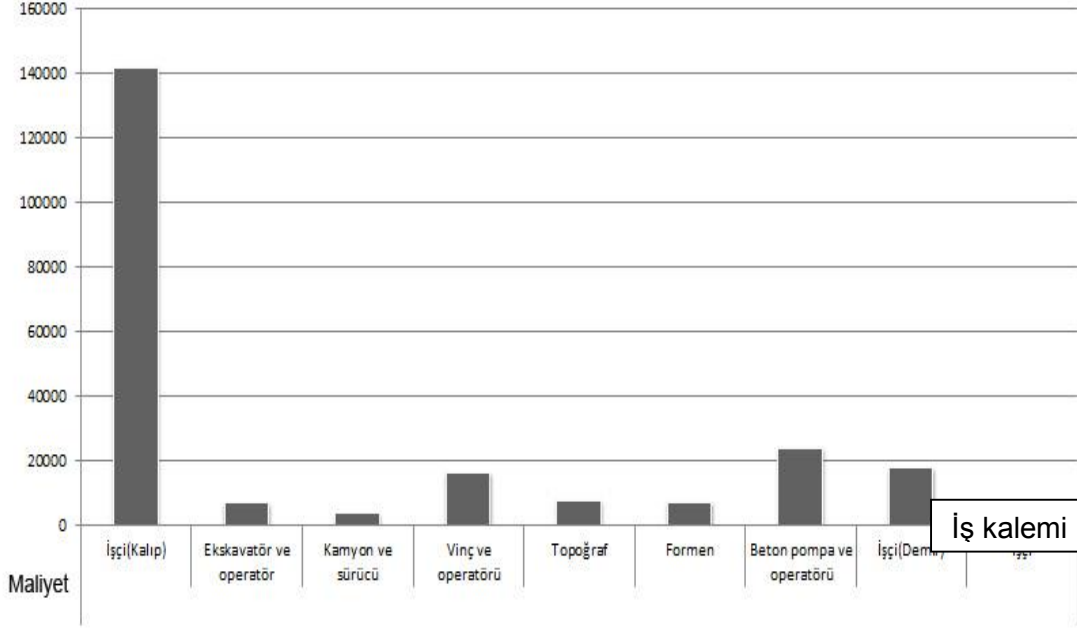
Grafikte görüldüğü üzere kalıp işçilerin çalışma saatleri diğer kaynakların çalışmalarına oranla daha yüksektir (**Şekil 6.2**). Topoğraf ve formenin, demir işçisinin, vinç ve operatörünün veya düz işçilerin çalışma saat önemi grafikten daha net anlaşılabilir (**Şekil 6.2**). Grafik üzerindeki verilerin, sayısal değerlerini çizelge halinde yapmak daha iyi inceleme fırsatı sunabilir.

**Çizelge 6.2.** Kaynakların Toplam Çalışma Saat Değerleri

Çalışma	Saat	
Tür	Kaynaklar	
Çalışma	İşçi(Kalıp)	1 392
	Ekskavatör ve operatör	200
	Kamyon ve sürücü	144
	Vinç ve operatörü	560
	Topoğraf	896
	Formen	896
	Beton pompa ve operatörü	192
	İşçi(Demir)	520
	İşçi	544
Toplam Çalışma	5 344	
Genel Toplam	5 344	

Çizelgeden anlaşılacağı üzere maliyetimizin en yoğun olduğu kalem kalıp imalatıdır (**Çizelge 6.2**). 2. Dereceden biyolojik arıtma tesislerinin imalatında en uzun iş

kalemi, kalıp işlemleridir. Demir bağlama işlerine nazaran daha çok özen gerekmekte ve daha çok işçilik harcamaktadır. Kalıp kaynağında göz ardı edilecek 1 cm'lik hata, yüksek havuzlarda karşımıza çok büyük problemler ve hatalar çıkartabilmektedir. Ana iş kalemlerinin maliyet grafikleri de bütçe hazırlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Yine en yüksek bütçe kalıp işlerine ayrılmalıdır (**Şekil 6.3**).



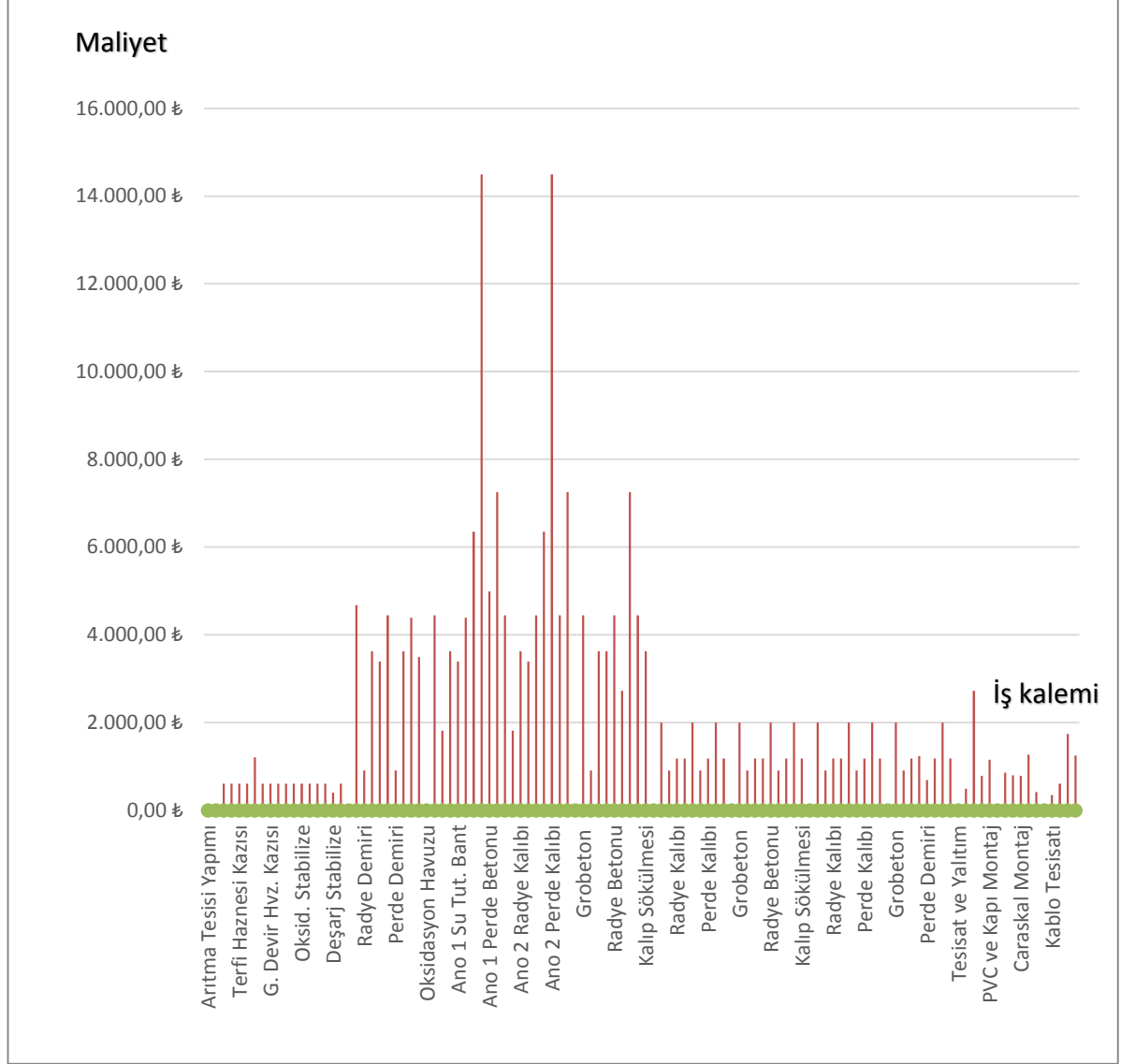
**Şekil 6.3.** Kaynakların Maliyet Grafiği

Maliyet analizinin sayısal çizelgesi aslında en önemli adımların başında gelmektedir. Çünkü asıl proje bedelimizi etkileyecek rakamlar burada bulunacaktır.

**Çizelge 6.3.** Kaynakların Toplam Maliyet Değerleri

Maliyet		Maliyet
Tür	Kaynaklar	Toplam
Çalışma	İşçi(Kalıp)	141 844,8
	Ekskavatör ve operatör	6 800,0
	Kamyon ve sürücü	3 600,0
	Vinç ve operatörü	16 296,0
	Topoğraf	7 463,68
	Formen	7 168
	Beton pompa ve operatörü	24 000,0
	İşçi(Demir)	17 664,4
	İşçi	3 400
Toplam Çalışma		236 904,88
Genel Toplam		236 904,88

Projenin büyük bir kısmını kalıp işleri oluşturmaktadır (**Çizelge 6.3**). Bunun nedeni arıtma tesisinde bulunan havuzların büyük boyutlarda olmasıdır. Yerleşim yerine ve gelecek atık su debisine göre havuzların uzunlukları 20 metreye kadar çıkabilir. Günümüz şartlarında hazır beton fiyatları yükselmeye devam etmektedir. Bu fiyat artışları da proje maliyetinin artmasına neden olacaktır.



**Şekil 6.4.** İş Kalemlerinin Maliyet Grafiği

Grafikten de anlaşılacağı üzere maliyetimizi büyük ölçüde etkileyebilecek hazır beton kalemi oldukça önemlidir (**Şekil 6.4**). Kalemlerin sistematik şekilde devam edebilmesi proje maliyetini de etkileyecektir. Analiz çalışmalarının yapılması maliyet ve zaman kontrolünü açısından büyük avantajlar sağlayacaktır.

Maliyet çizegelerini en çok etkileyen unsurların başında birim fiyatlar gelmektedir. Birim fiyatları minimum düzeyde tutulabilmesi proje maliyetini de minimum düzeyde olacaktır. Birim fiyatları minimum düzeyde tutabilmek için gerekli analizlerin en iyi

şekilde yapılması, bir çok yerden birim fiyat teklif fiyatlarının alınması ve gerçekleştirilen işte birim zamanda gerçekleştirilen imalatların düzenli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Kontrollerin ardından analizler yapılarak, hangi birim fiyatın proje maliyetini arttırdığı hangi birim fiyatın proje maliyetini azalttığı görülecektir. Böylelikle birim fiyat belirlenmiş olacaktır.

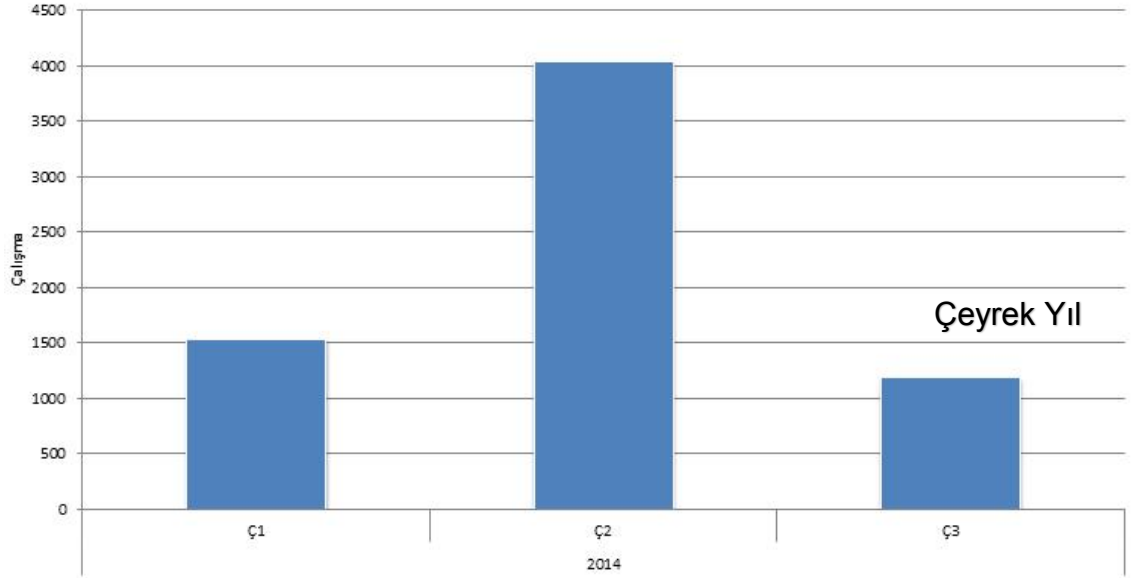
**Çizelge 6.4. İş Kalemlerinin Maliyet Değerleri**

İşin Adı	Maliyeti	İşin Adı	Maliyeti
İşçi(Kalıp)	101,90 ₺/sa	Kireç	4,50 ₺/adt
Ekskavatör ve operatör	34,00 ₺/sa	Su	2,00 ₺/t
Kamyon ve sürücü	25,00 ₺/sa	Boya	15,00 ₺/kg
Vinç ve operatörü	29,10 ₺/sa	Rulo	3,00 ₺/adt
Topoğraf	8,33 ₺/sa	Fırça	1,00 ₺/adt
Formen	8,00 ₺/sa	PVC	27,00 ₺/adt
Beton pompa ve operatörü	125,00 ₺/3	Kapı	40,00 ₺/adt
İşçi(Demir)	33,97 ₺/sa	Matkap	4,00 ₺/sa
Vibratör	2,50 ₺/sa	Boru Ekipman	4,00 ₺/3
Jeneratör	4,25 ₺/sa	Kapı	40,00 ₺/sa
İşçi	6,25 ₺/sa	Makineler	12,00 ₺/sa
Çimento	5,50 ₺/adt	Sigorta	28,00 ₺/sa
Caraskal	45,00 ₺/adt	Pompa	2,00 ₺/sa
Kablo	3,00 ₺/3		

Maliyet kontrolü için her bir iş kaleminin birim maliyetlerini göz önüne aldığımız zaman çok daha iyi optimizasyonlar gerçekleştirilebilir (**Çizelge 6.4**). Kritik maliyet olduğu durumlarda en hızlı çözümü hangi iş kaleminin etkileyeceğini bu fiyatların

analizi sonucu anlayabilir ve müdahale edilebilir. Projelerde iş kalemi listesinde bulunan aktivitelerin çok küçük birim fiyat artışının, proje maliyetini çok yükseltebileceğinin unutulmaması gerekmektedir. Örneğin hava şartları nedeniyle çalışma olmaması durumunda bir kısım maliyetlerin işverene ait olacağını göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Birim fiyatların analizi yapıldıktan sonra işlerin sistematik şekilde ilerleyebilmesi için planlama ve bütçe çalışmalarını da analiz edilmesi gerekmektedir. Çünkü iş programını ve birim fiyatları belirledikten sonra hangi tarihte ne kadar bütçeye ihtiyaç olduğu yapılacak çalışmalar sonucunda belirlenebilir (**Çizelge 6.4**). Böylelikle bir bütçe çalışması yapılabilir. Gerçek analizleri yapılan 2. Dereceden biyolojik arıtma tesisinde bütçelenen çalışma raporu çalışmalarının da incelenmesi gerekmektedir.

Çalışma zamanları 3 ayrı grupta ele alınabilir. İşin başlangıcı, işin sürdürülmesi ve işin sonu isimlerine Çalışma 1(Ç1, Çeyrek Yıl 1), Çalışma 2(Ç2, Çeyrek Yıl 2) ve Çalışma 3(Ç3, Çeyrek Yıl 3) kısa verilebilir (**Şekil 6.5**). İşin başlangıcı 6 hafta, işin sürdürülmesi 13 hafta ve işin sonu 1 hafta olarak toplam 20 hafta süre zarfında gerçekçi analizler yapılabilir.

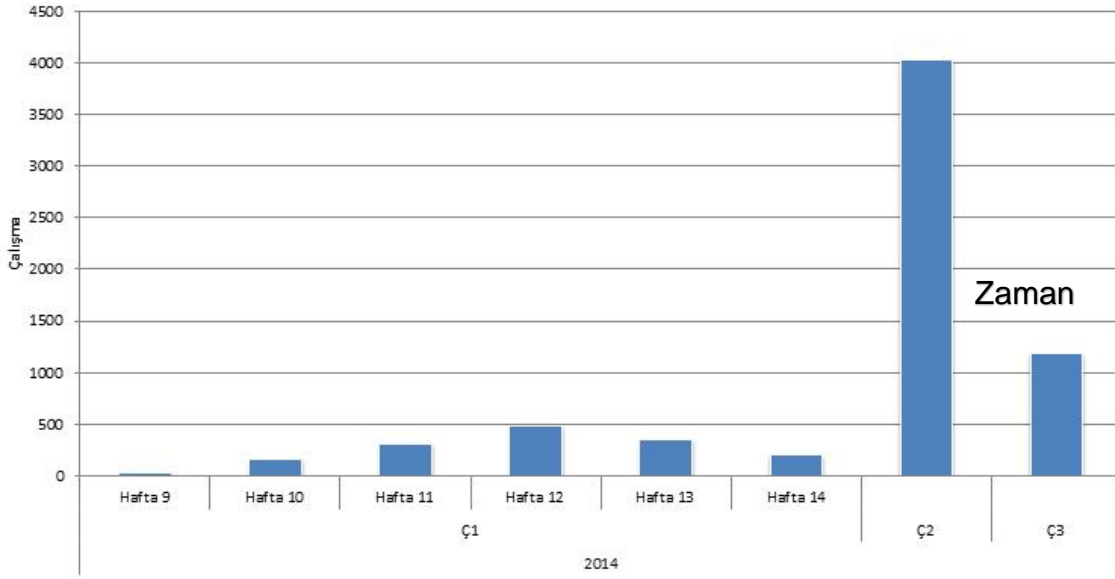


**Şekil 6.5.** İş Zamanları Çalışma Saatleri Grafiği

**Çizelge 6.5.** İş Zamanları Çalışma Saatleri Değerleri

Çalışma		sa
Yıl	Çeyrek Yıl	Toplam
2014	Ç1	1 536
	Ç2	4 040
	Ç3	1 184
Toplam 2014		6 760
Genel Toplam		6 760

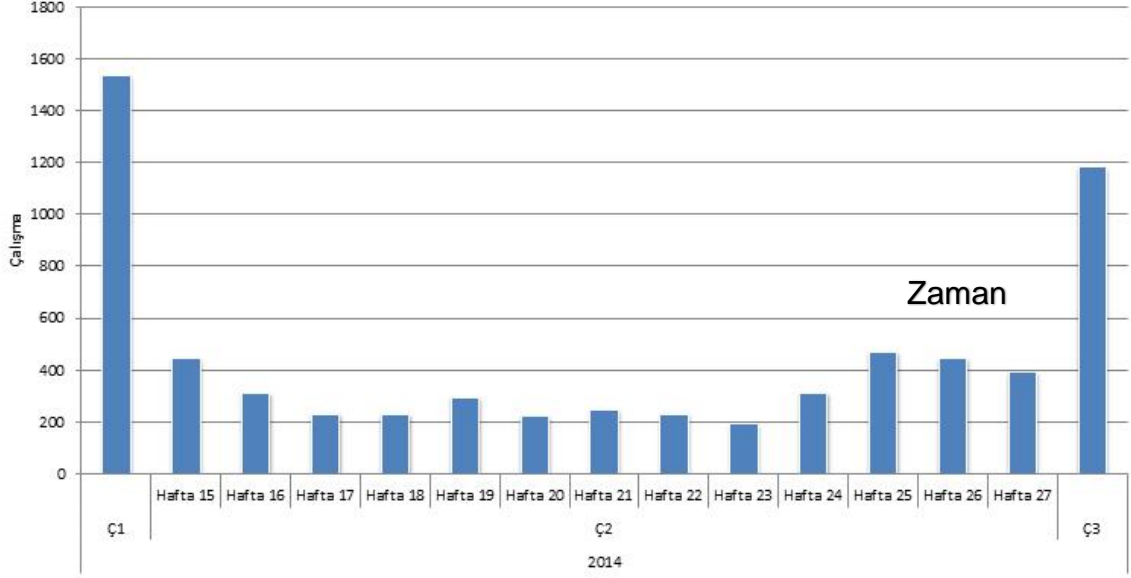
Analizlere göre bütçe çalışmaları gerçekleştirilebilir (**Çizelge 6.5**). Daha detaya indirgemek daha kesin sonuçlar verecektir. Ç1, Ç2 ve Ç3 zamanlarını kendi aralarında haftalara ayırarak daha kesin sonuçlar elde edilebilir.



**Şekil 6.6.** Birinci Periyot Haftalık Çalışma Saatleri Grafiği

Çalışma 1 aktivitesinin kendi arasında haftalara ayrılmış hali analiz edilmiştir(**Şekil 6.6**). Çalışma 1 aktivitesi, çalışılan ilk çeyrek yıl(Ç1) anlamına gelmektedir. İşin başlama tarihinden itibaren çalışma yoğunluğunu çok daha net şekilde görülebilir.





**Şekil 6.7.** İkinci Çeyrek Yıl Haftalık Çalışma Saatleri Grafiği

Çalışma 2 aktivitesinin kendi içinde hafta görünümü analizinin görünümüdür (**Şekil 6.7**).

Çalışma yoğunluğunun maliyet ile farklı olduğu durumlar da olabilmektedir. Çalışma 1 aktivitesinde yüksek birim fiyatlı çalışmalar toplandığı zaman, çalışma 2 aktivitesinde düşük birim fiyatları çalışmalar toplanırsa; çalışma 1 aktivitesinin maliyeti çalışma 2 aktivitesinin maliyetinden yüksek çıkabilir. Aynı durum tam tersi durum içinde geçerlidir.

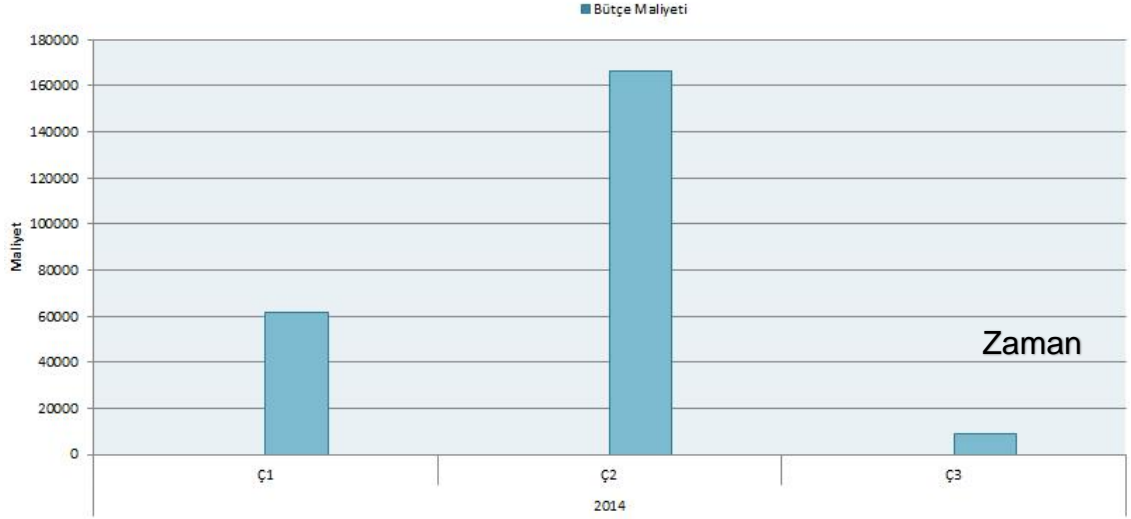
**Çizelge 6.6.** Çalışılan Çeyrek Yılların Toplam Maliyet Değerleri

Maliyet			TL
Yıl	Çeyrek Yıl	Hafta	Toplam
2014	Ç1		61 708,72
	Ç2		166 204,16
	Ç3		8 992
Toplam 2014			236 904,88
Genel Toplam			<b>236 904,88</b>

Maliyet bazında analiz sonuçlarına göre bütçe planlaması yapılmalıdır (**Çizelge 6.6**). Çalışma aktivitelerinin hafta bazlarına ayrılması planlanmanın daha sağlıklı yapılmasına olanak sağlayacaktır (**Çizelge 6.7**). Bütçe planlaması projelerin sağlıklı şekilde devam edebilmesi için kilit taşlarından birisidir. Proje imalatını gerçekleştiren işçi ödemeleri, taşeron firmaların hakedişleri, ana firmaya çalışan işçilerin maaş ödemelerinin zamanında ödenmesi için aksaklıklara uğramadan devam edebilmesine ön ayak olacaktır.

**Çizelge 6.7.** Çalışılan Çeyrek Yılların Haftalık Maliyet Değerleri

Maliyet			TL	
Yıl	Çeyrek Yıl	Hafta	Toplam	
2014	Ç1	Hafta 9	602,64	
		Hafta 10	3 013,2	
		Hafta 11	5 826,4	
		Hafta 12	26 571,6	
		Hafta 13	21 160,08	
		Hafta 14	4 534,8	
	Toplam Ç1			61 708,72
	Ç2	Hafta 15	24 924,08	
		Hafta 16	16 899,28	
		Hafta 17	8 073,28	
		Hafta 18	9 969,36	
		Hafta 19	18 942,4	
		Hafta 20	12 600,88	
		Hafta 21	10 790,56	
		Hafta 22	13 693,76	
		Hafta 23	6 171,04	
		Hafta 24	11 621,04	
Ç3	Hafta 25	16 613,44		
	Hafta 26	9 554,72		
	Hafta 27	6 350,32		
Toplam Ç2			166 204,16	
Ç3		Hafta 28	8 992	
Toplam Ç3			8 992	
Toplam 2014			236 904,88	
Genel Toplam			<b>236 904,88</b>	



**Şekil 6.8.** Projeye Ait Bütçelenen Maliyet Raporu Grafiği

Oluşturulan bütçe raporunun kümülatif çizelgesi, proje maliyet yönetimi konusunun temel taşlarından biridir (**Şekil 6.8**). Kümülatif giden olaylar neticesinde program dışı bir olgunun oluşması, yetkilileri önceden uyarabilecektir. Normal maliyetlerin dışına çıkmak, proje sonunda çok büyük zararlara sürükleyebilmektedir. Bunun gerçekleşmemesi için gerekli analizlerin yapılıp, periyodik olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Kümülatif analizden sonra görülmektedir ki bu projenin çalışma maliyeti 236 904,88 TL olarak belirlenmiştir (**Çizelge 6.8**).

**Çizelge 6.8. Çalışılan Çeyrek Yılların Birikmeli Maliyet Değerleri**

Yıl	Çeyrek Yıl	Hafta	Maliyet	Birikmeli Maliyet	
2014	Ç1	Hafta 9	602,64	602,64	
		Hafta 10	3 013,2	3 615,84	
		Hafta 11	5 826,4	9 442,24	
		Hafta 12	26 571,6	36 013,84	
		Hafta 13	21 160,08	57 173,92	
		Hafta 14	4 534,8	61 708,72	
	Toplam Ç1			61 708,72	61 708,72
	Ç2	Hafta 15	24 924,08	8 6632,8	
		Hafta 16	16 899,28	103 532,08	
		Hafta 17	8 073,28	111 605,36	
		Hafta 18	9 969,36	121 574,72	
		Hafta 19	18 942,4	140 517,12	
		Hafta 20	12 600,88	153 118	
		Hafta 21	10 790,56	163 908,56	
		Hafta 22	13 693,76	177 602,32	
		Hafta 23	6 171,04	183 773,36	
		Hafta 24	11 621,04	195 394,4	
		Hafta 25	16 613,44	212 007,84	
		Hafta 26	9 554,72	221 562,56	
		Hafta 27	6 350,32	227 912,88	
	Toplam Ç2			166 204,16	227 912,88
	Ç3	Hafta 28	8 992	236 904,88	
		Hafta 29	0	798	
	Toplam Ç3			8 992	236 904,88
	Toplam 2014			236 904,88	236 904,88
	Genel Toplam			<b>236 904,88</b>	<b>236 904,88</b>

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aritma tesislerinin projeleri hassas hesaplar sonucunda oluşturulur. Tesis mimarı tasarımı, hem statik hesaplara hem de hidrolik hesaplara cevap verebilmelidir. Tesislerin yapılacağı yerler dolayısı ile bir çok sorunlar yaşanabilir. Atık su tesisleri olabildiğince yerleşim yerlerine uzak yerlere kurulmak istenir. Çünkü atık su arıtma tesislerinde, parçacıkların çökmesi veya bakterilerin üremesi durumlarında, meydana koku çıkabilmektedir. İleri biyolojik arıtma tesislerinde koku giderici havuzlar ve odalar yapılarak bu sorun giderilebilmiştir. Şartların el vermesi durumunda yerleşim yerlerine uzak yerlere inşa edilir fakat bazı durumlarda yerleşim yerlerine yakın inşa edilmek zorunda kalır. Bu durum özellikle çanak bölgeler dediğimiz, çanağı andıran bölgelerde yapılır. Çünkü atık suların kendi enerjisi ile akabilmesi için, yerleşim yerinin dış kanatlarından merkezine doğru akması gerekir. Tesisin, yerleşim yerinin en düşük kot değerine sahip bölgesine yerleştirileceğini düşünürsek; yerleşim yerinin merkez noktasına dahi kurulabilir. Aksi halde atık suların tesise ulaşması için sürekli kullanılacak enerji gerekmektedir. Bu da ekonomik olarak büyük maliyetler ortaya çıkartmaktadır. Proje hazırlanmadan önce gerekli enerji ve işletme maliyetleri hesaplanarak, daha ekonomik olan çözümler kullanılabilir. Bazı durumlarda yerleşim yerine yakın, bazı durumlarda ise yerleşim yerine uzak inşa edilir.

İkinci dereceden biyolojik arıtma tesisinin sadece fiyat, kaynak, zaman optimizasyonlarından ibaret olmamakla beraber projenin zamanında, uygun fiyat ve kalitede uygulanabilmesi için önemlidir. Optimizasyon; proje kontrolü ile birlikte maliyet ve risk kontrolünü en doğru şekilde yönetebilmemizi sağlar. İmalat aşamasında büyük problemler ile karşı karşıya kalmamak için projenin en başında detaylı planlaması yapılmalıdır. Bu konuda en önemli husus, gerekli kaynakların miktarı ve kullanılabilirliği ve her bir kaynağın aktif ve boşta olacağı takvimlerinin belirlenmesi ve gerekirse iş programının kaynak durumuna göre revize edilmesidir. Karşılaşılabilecek problemler ve çözümlerini imalat aşamasından başlayarak adım adım ele almak gerekir.

Projeyi tüm detayları ile birlikte ele aldıktan sonra optimizasyona başlanabilir. Analiz sonuçlarında görülebileceği üzere, maliyetin büyük kısmını kalıp, demir ve beton iş

kalemleri oluşturmaktadır. Maliyeti yüksek kalemlerin büyük bir özveri ile planlı şekilde takip edilmesi gerekmektedir. Bunun için şantiyeye hakim mühendis ve kalifiye işçiye ihtiyaç duyulur. Çünkü yapılacak inceleme her gün kayıt altına alınacaktır. Takip mekanizmasının ilk adımı temin edilecek malzemelerin listesidir. Satın alınacak malzemelerin listesi çıkartılmalı ve analizimize dahil edilmelidir. Örneğin kalıp işinin başlayabilmesi için imalat çeşidine göre kalıp malzemeleri, keser, çivi, tel vb. gibi malzemeler gerekmektedir. Malzemeler temin edildikten sonra havuz yerlerinin tesviyesi için ekskavatör, kamyon , stabilize dolgu malzemelerinin analizi yapılmalıdır. Havuz yerlerinin tesviyesi yapılırken ekskavatörün her kova yüklemesinin ve çıkan hafriyatın yükleneceği kamyon damperinin ne kadar hafriyat alacağını kayıt altına almamız gerekir. Yüklenen hafriyat miktarı her saat ayrı ayrı analiz edilmelidir. Her analiz optimizasyonda kullanılmak üzere kayıt altına alınmalıdır. Yapılan bu çalışma “Bir ekskavatör bir saatte kaç metreküp hafriyat yükleyebilmektedir? Bir kamyon bir saatte kaç metreküp hafriyatı şantiye alanından uzaklaştırabilmektedir?” sorularına yanıt verebilmelidir. Aynı analiz yapılırken her saat çalışan araçların yakıt tüketimi de kontrol edilmelidir. Bunun amacı “Bir saatte çalışan araç ne kadar yakıt tüketmektedir?” sorusuna yanıt bulabilmektir. Bu soruların yanıtları proje maliyetini değiştirecektir. Yapılabilecek küçük bir hata, uzun vadede proje sürelerinin uzamasına, maliyetlerin artmasına neden olacaktır.

## **7.1. İmalat Aşaması**

Proje aşamasındaki planlar yapılıp, problemler çözüldükten sonra imalat aşamasına geçilebilir. İmalat aşamasına geçilmesi iş takibinin zorlaşacağına işarettir. İlk olarak kullanılacak şantiye alanının güvenliği sağlanmalıdır. Şantiye alanı girişleri tek bir yerden yapılmalı ve bu giriş bölgesi sürekli kontrol altında tutulmalıdır. Tesislerin yapılacağı yer özellikle yerleşim yerine uzak bölgeler ise, kullanılacak değerli malzemelerin çalınma olayları da sıklıkla yaşanacaktır. Bu nedenle proje maliyetinin artmaması için şantiye alanını himaye altına almak gerekir.

Havuzların boyutları tesise gelecek debiye göre değişmektedir. Debi arttıkça boyutlar da artacaktır. Bazı havuzların derinlikleri 20 metreye kadar çıkabilir... Özellikle büyük boyutlu havuzlarda su sızdırmazlık testinin yapılması kaçınılmazdır. Su testini yüklenici yapacağından dolayı, proje maliyetini de etkiler. Havuz için su doldurulması için suyun temini, motopomplar maliyeti küçük bir nebze olsa değiştirir. Şayet böyle testler yapılacaksa proje yaklaşık maliyetine bu konu da dahil edilmelidir. Yağış sıralarında havuzların içine su dolar. Havuz imalatlarının kış mevsimini göz önünde bulundurularak yapılması, yağmur suyunun kullanılması ile

yaklaşık maliyeti küçük bir ölçüde düşürebilir. Boyutlar yüksek ve havuz üstlerinin açık olmasından dolayı, yağmur veya kardan faydalanarak havuzun büyük bir kısmını doldurulabilir. İş programı yaparken meteoroloji genel müdürlüğünün hava tahmin raporlarını dikkatli şekilde takip etmek gerekir.

Yine imalat aşamasında yaşanan en büyük sorunlardan birisi de malzemelerin korunmasıdır. Özellikle tesiste kullanılacak mekanik cihazların, betonarme işi bitmeden şantiye alanına getirilmesi yanlış planlama olacaktır. Mekanik cihazların maliyetleri oldukça yüksek boyutlarda olabilir. Cihazların montajı, ancak betonarme işleri bittikten sonra yapılabilmektedir. İş planlaması yaparken maliyeti yüksek cihazların kullanıma yakın şantiye alanına getirilmesi daha uygun olacaktır. Çalınma olaylarına karşı alınabilecek kesin çözüm budur. Bunun yanında şantiye mimari planı da çok önemlidir. Şantiye alanı gerek plywoodlarla gerekse çitlerle çevrilmeli ve gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır. Şayet büyük bir arıtma tesisi yapılıyorsa havuzların temellerine su tutucu bantlar kullanılabilir. Su tutucu bantlar, temel ile perdenin soğuk derzini kaplayarak suyun geçişini engeller. Özellikle su tutucu bantlarda nervür şeklinde kademeli bölmeler var ise temel ile perde arasından su geçişini tamamen engelleyecektir. Bu da tesisi daha sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağlayacaktır.

İmalat sürelerinin uzaması maliyetlerin artacağına bir işarettir. Şayet işler planlanan tarihte tamamlanamıyorsa, yapılan yaklaşık maliyet hesabı da yanlış olacaktır. 2. Dereceden biyolojik arıtma tesisi iş kapsamında işleri en çok kalıp çakma ve demir bağlama kalemleri yavaşlatabilir. Böyle bir durumla karşılaşıldığı zaman çalışma sistemini değiştirmek gerekebilir. Büyük boyutlara sahip havuzların tek tek el ile kalıp çakılması büyük zaman alacaktır. Bunun yerine kalıpların belirli uzunluklarda pano haline getirilmesi veya birbirine montajının yapılması, kalıp çakma işlerini hızlandıracaktır. Kalıpların pano haline getirilmesi el ile taşınamayacağı anlamı taşımaktadır. Şayet böyle bir çalışma yöntemi seçilirse bütün kalıp işlerine kule vinç veya araçüstü vinç gerecektir. Analiz çalışması yapılan bu işte araçüstü vinç kullanılarak kalıp işleri hızlandırılmıştır. Demir bağlama işlerinde ise çok büyük boyutlarda havuzlar var ise ve süre problem aşılıyorsa, hazır bağlanmış demir veya çesanlar(demir hasılar) kullanarak demir bağlama işlerini de hızlandırılabilir. İki hızlandırma işleminde de maliyetin artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

## **7.2. İşin İş Kırılım Yapısı (IKY)**

“İKY, proje ekibinin proje hedeflerine ulaşmak ve gerekli teslimatları yaratmak için yürüttüğü çalışmaların teslimata yönelik olarak hiyerarşik şekilde ayrıştırılmasıdır. İKY projenin toplam kapsamını düzenler ve tanımlar ve onaylanmış mevcut proje kapsam bildiriminde belirtilen çalışmaları temsil eder.” [5]

İş yapısı belirlenirken sonuca götüren bütün çalışmaların ele alınması ile oluşur. Oluşturulacak bu yapının hiyerarşik sırası önem arz etmektedir. Yani imalat sırasına göre yapı belirlenir. Gerçekleştirilecek ilk iş kalemi ile başlayıp, işin tamamlanacağı son iş kalemine kadar sırasıyla dizilir. İKY oluşturulabilmesi için aktivite kaynaklarının belirlenmesi gerekir. İKY’de yer almayan iş kalemi proje kapsamında değildir. Bu nedenle İKY oluşturulurken proje kapsamında yer alan tüm aktivitelerin yer almasına özellikle dikkat etmek gerekir.

## **7.3. Kaynakların Belirlenmesi**

“Aktivite kaynaklarının tahmin edilmesi her bir aktiviteyi yerine getirmek için gerekli malzeme, insan, teçhizat ya da gereçlerin türünü ve miktarını tahmin etme sürecidir.” [5]

Aktivite kaynaklarının belirlenmesi detaylı incelemeler sonunda elde edilebilir. Gerçekleştirilecek projenin her kalemi ayrıntıları ile birlikte analiz edilmelidir. Bir iş kaleminde birden çok kaynağın olabileceğini unutmamak gerekir. Proje 10 iş kaleminden oluşuyorsa, kaynakların sayısı 50 olabilir. Örneğin “Elektrik Tesisatı” bir iş kalemi ise Topraklama, Paratoner İnşası, İç Tesisat İşlemleri ve Dış Tesisat İşlemleri kaynak isimleri olabilir. Aktivite kaynakları belirlenirken her kalem içerisinde bulunan işlemlerin sıralı halde listelenmesi gerekir. Böylelikle kaynaklar daha net şekilde çıkartılabilir. Proje aşamasında kullanılan her türlü malzeme, işçilik veya ekipman kaynak olarak belirtilmelidir. İş kalemlerinde kullanılan bütün araç ve gereçlerin kaynak olarak belirtilebilir. İmalat sırasına göre iş kalemleri ele alınırsa, mükerrer kaynak atamaları yapma riski de azalacaktır. Aktivite kaynakları kendi içerisinde de alt kaynaklara ayrılabilir.

## **7.4. İş Programının Oluşturulması**

Kaynakların belirlenmesinin ardından her bir iş kaleminin tamamlanması için gerekli sürenin tahmin edilip, iş programına entegre edilmesi gerekmektedir. İş programında kullanılan kaynak atamalarının sürelerini belirleyip, projenin daha iyi yönetilebilmesi



için iş programının oluşturulması gerekecektir. Çıkartılan kaynak isimleri burada kullanılacaktır. Oluşturulacak iş programı, işin hangi kalemlerinin ne kadar süre alacağını belirler. Her kalem için gerçekleştirildiğinde ise proje tamamlanma tarihini verecektir. Oluşturulduktan sonra bütçe planlaması, kontrol mekanizmasının güçlenmesi daha da kolaylaşacaktır. Hazırlık aşamasında her iş kalemi imalat sırasına göre sıraya yerleştirilir. İşin başlangıcı tesviye ile başlar ve en son iş kalemine kadar devam eder. Her iş için gerekli süreler belirlenir, programa aktarılır. İmalat aşamasında ise projenin kontrolü bir nebze daha kolaylaşır.

### **7.5. Proje Yönetiminin Yararları**

Proje yönetimi sadece iş programı ve iş yapısı değildir. İşin başlangıcı, planlanması, yürütmesi, izlemesi ve kontrol etmesi olarak 5 ana grupta ele alınır. “Proje yönetimi, bilgilerin, becerilerin, araçların ve tekniklerin, projenin gereksinimlerini yerine getirmek amacıyla proje aktivitelerine uygulanmasıdır.” [5]

Proje yönetimi, bilgilerin gereksinimlerinin ele alınması ile başlayıp işin sonuna kadar kontrol mekanizması bulunan bir süreçtir. Süreçte sadece maliyet ele alınmamaktadır. Riskler, kalite kontrol, maliyet ve bütçe planlanması gibi işin kapsamında kullanılabilen her türlü araç ve gerecin kontrolünün sağlanması için tüm dünyada doğruluğu kabul edilen yönetim sistemidir.

“Proje yönetimi yaklaşımını başarılı bir biçimde uygulamanın sağlayacağı önemli bir üstünlük, tüm çabaları yalnızca ulaşılabilir teknik, zaman ve maliyet amaçlarına yönetmesidir. Diğer bir üstünlük ise her projenin kendi özel durumuna göre planlanmasını, programlanmasını ve kontrol edilmesini ve böylelikle amaçlananların daha kolay elde edilmesini sağlamasıdır.” [7]

Proje yönetimi, belirlenen projenin hangi tarihte ve hangi bütçeyle tamamlanabileceğini ön bilgi olarak verir. Bu, sağladığı yararlardan sadece bir tanesidir. Proje imalatı devam ederken, aksaklıkları erken gösterir. Bütçe planlamasına yardımcı olur. Özellikle zaman ve risk yönetimi üzerinde bilgi vererek gerekli tedbirlerin alınmasını sağlar. Proje kontrolü açısından büyük kolaylıklar sağlayarak, sistemin işlemesi için gerekli bilgiler sunar.

- “Amaç ve hedeflere ne zaman ve nasıl ulaşılabileceğini önceden belirler.
- Zaman baştan belirlenir.
- Maliyet önceden belirlenir.
- Gerekli kaynakları en başta ortaya koyar.
- Teknoloji açıklanır.

- Kontrol sisteminin kurulmasını sağlar.
- Görevlerin organizasyon şemasını gösterir.
- Ekip üyelerinin proje geliştirme, uygulama ve tahmin yeteneklerinin gelişmesini sağlar.” [8]

## KAYNAKLAR

[1] **Karpuzcu, M. (2005)**, Su Temini ve Çevre Sağlığı İkinci Baskı. İstanbul: Kubbealtı Neşriyatı, 212

[2] **MEGEP (2008)**, Kimya Teknolojisi Su Arıtma, 24

[3] **Karpuzcu, M. (2007)**, Su Temini ve Çevre Sağlığı Dokuzuncu Baskı. İstanbul: Kubbealtı Neşriyatı, 202

[4] **PMBOK (2013a)**, Proje Yönetimi Bilgi Birikim Havuzu Dördüncü Baskı, 121

[5] **PMBOK (2013b)**, Proje Yönetimi Bilgi Birikim Havuzu Beşinci Baskı, 128

[6] **Keskinel, F. (2000)**, Şebeke Bazlı Bilgisayar Destekli Proje Yönetimi, İstanbul: Birsen Yayınevi, 200

[7] **Kabacalı, İ. (2001)**. Proje Yönetimi Sisteminin Bir Dış Cephe Üretim Firmasının Organizasyon Yapısındaki Yeri Ve Uygulaması, 11.

[8] **Agah, H. (2012)**. Proje Yönetim, 20.

## İNTERNET KAYNAKLARI :

[9] <<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10752>> , alındığı tarih: 23.02.2012



## **EKLER**

### **EK A: İş Programı**



## ÖZGEÇMİŞ

**Ad – Soyad** : Mustafa KIRMIZI  
**Doğum Tarihi ve Yeri:** 1990, Adıyaman  
**E-posta** : [mustafakirmizi@yahoo.com](mailto:mustafakirmizi@yahoo.com)



### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2011, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

### MESLEKİ DENEYİM:

- **2011 – 2012** : Çağrıkent Konut İnşaatı Saha Mühendisi, Başarı İnşaat San. Ve Ltd. Şti. , Adıyaman
- **2012 – 2014** : Avrupa Yakası 2010 Yılı 1. Kısım Atıksu ve Yağmursuyu Kanal İnşaatı Projesi Saha Mühendisi, İSKİ, İstanbul
- **2014 – 2015** : Avrupa Yakası 2010 Yılı 1. Kısım Atıksu ve Yağmursuyu Kanal İnşaatı Projesi Şantiye Şefliği, İSKİ, İstanbul