

# **PETROL SEKTÖRÜ YATIRIMLARI İNŞAATLARINDA PROJE YÖNEYİMİ YAKLAŞIMI**

**S.Noyan OGULATA<sup>1</sup>, Oya ÇETİK<sup>2</sup>, Çetin Önder İNCEKARA<sup>3</sup>**

## **SUMMARY**

In order to state the Construction project is successful; it should meet the following general criteria: The project should reach the designated targets within the performance tolerances and it should be constructed within the dedicated time, cost and budget. In addition to these factors at the petroleum sector, the projects should be sensible to health, safety and environment. In petroleum sector success criteria can be listed as follows: highest score on the DAFWC (Days away from work case), highest score on the non-accident days, level of environment protection, loss of manpower and health & safety standards. A brilliant example of petroleum construction project is Ceyhan Marine Terminal (CMT) Offshore part of the Baku-Tbilisi-Ceyhan (BTC) project. CMT Offshore part is the most difficult part of the Baku-Tbilisi-Ceyhan (BTC) project which was determined by Critical Path Method (CPM) during the detail engineering phase of the project (pre-construction stage) via Primavera scheduling program. And with great penalty payments the project becomes more challenging and more difficult. (Penalty on the Turkish side is \$500,000 per day). Additional to these items, petroleum sector Health, Safety and Environment rules make the project more difficult. The outcome of the successful project management applications CMT Offshore Construction project was the first part of the project that was completed the construction first. One of the most prominent milestones of the project both for BTC project and Turkey was accomplished successfully. In the article CMT Offshore Construction part is studied from the project management point of view.

## **ÖZET**

Bir projenin başarılı sayılabilmesi için hedefe ulaşılmış olması ve bunun maliyet, tarih ve performans toleransları içinde yapılmış olması gerekir. Buna ilave olarak petrol sektöründeki projelerin çevreye ve insan sağlığına duyarlı inşaatlar olması zorunluğu vardır. Petrol sektöründe uygulanan projeler ne kadar çevreci ve insan sağlığına önem veriyorsa, kazasız geçen iş günü sayısı ne kadar fazlaysa, işgücü kaybı sıfıra ne kadar yakınsa proje/firma o kadar başarılı sayılır. Petrol sektöründeki uygulamaya örnek olarak Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hatı Projesi kapsamında Ceyhan deniz terminali inşaatının deniz kısmı projesi incelenmiştir. Bu kısım Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Projesinin en zor ve detay mühendislikte (ihale

<sup>1</sup> Yrd.Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>2</sup> Yrd.Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>3</sup> İnşaat Y. Mühendisi, BOTAS-BTC Ceyhan Deniz Terminali Kara ve Deniz kısımları

İnşaat ve Montaj Müdür Yrd., Adana

öncesi) yapılan CPM (Critical Path Method-Kritik Yol Methodu) analizinde (Primevera programı ile) Bakü den Ceyhan a kadar olan ihale kısımları içinde en kritik olan kısım idi. BTC projesinin ağır cezai şartları (iş gecikmesinde günlük 500,000 \$ ceza verilecektir) proje üzerinde bir baskı unsuru olarak proje koşullarını daha da ağırlaştırmıştır. Bir de bunlara petrol sektörünün ağır Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği kurallarını eklersek projenin zorluğu bir kat daha artmıştır. Fakat uygulanan başarılı proje yönetimiyle (yukarıda sıralanan tüm unsurlara dikkat ederek) bu kısım BTC Projesinin ilk biten kısmı olmuştur. Böylece hem BTC projesi açısından hem de Türkiye için gurur verici bir kilometre taşına başarıyla ulaşılmıştır. Yazımızda CMT Deniz İnşaat işleri, proje yönetimi açısından incelenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz gibi kaynaklarının sınırlı olduğu ve gelişme ihtiyacının en derinden hissedildiği ülkelerde Proje Yönetimi'nin önemi daha da büyüktür. Bir projenin amacı bir fayda sağlamak, bir ihtiyacı gidermek ve bir probleme çözüm bulmaktır. Günümüzün refahını oluşturan bütün sanayi üretim araçları, binalar, bütün mamuller, etrafımızda gördüğümüz tüm yapılar çeşitli projelerin ürünleridir. [1, 2]

Projenin uygulanması insan ve insan dışı kaynakların bir amacı gerçekleştirmek için belirli zaman dilimi/kısıtlaması içinde bir organizasyon dahilinde bir araya getirildikleri, bu belirli projenin sonunda ise başka yerlere tahsis edildikleri bir süreçtir. Projenin bir defalık veya tekrar eden bir proje dahi olsa yapıldığı yere özel olması (bulunduğu yer itibarıyla farklı zorlukları olabilir, tedarik edilmesi gereken malzeme kaynaklarına uzaklık, ihtiyaç ürünlerinin/kaynakların temin etme gücü/kolaylığı değişebilir), karmaşık olması, gerekli işlemler, iş programı ve kaynakların dağıtımını kapsayan eşgüdümlü bir plan gerektirir. Bu süreçler planlanırken çok iyi bir proje yönetimi ve planlanma gereklidir. Bir projenin başarılı sayılabilmesi için hedefe ulaşılmış olması ve bunun maliyet, tarih ve performans toleransları içinde yapılmış olması gerekir. [3, 4, 5, 6] Buna ilave olarak petrol sektöründeki projelerin çevreye ve insan sağlığına duyarlı inşaatlar olması zorunluğu vardır. Petrol sektöründe uygulanan projeler ne kadar çevreci ve insan sağlığına önem veriyorsa, kazasız geçen iş günü sayısı ne kadar fazlaysa, işgücü kaybı sıfıra ne kadar yakınsa proje/firma o kadar başarılı sayılır.

## 2. PROBLEMİN TANIMI

Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı Projesi kapsamında Ceyhan Deniz Terminali inşaatının deniz kısmı BTC projesinin en zor kısmıdır ve hazırlık aşamasında (ihale öncesi detay mühendislik aşaması) yapılan ayrıntılı analizler projenin deniz kısmının zamanında bitirilmesi olasılığının düşük olduğunu göstermekteydi.

BTC Deniz Terminalinin Deniz kısmı inşaatı ihalesinden öncesinde yapılan CPM (Critical Path Method-Kritik Yol Methodu) analizinde (Primevera programı ile) Bakü'den Ceyhan'a kadar olan ihale kısımları içinde en kritik olan kısım Ceyhan Deniz Terminalinin deniz kısmıdır. Bu duruma ek olarak petrol sektörünün ağır Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği kuralları da göz önüne alınırsa projenin zorluğu

bir kat daha artmaktadır. Fakat uygulanan başarılı proje yönetimiyle bu kısım BTC Projesinin ilk biten kısmı olmuştur. Böylece hem BTC projesi açısından hem de Türkiye için gurur verici bir kilometre taşına başarıyla ulaşılmıştır.

Aşağıda ayrıntılı olarak anlatılan petrol sektörü kuralları ile zamana karşı yönetilen proje hem zor, hem de cezai hükümleri çok ağır olan bir projedir. Bu kapsamda projenin inşaatı sırasında karşılaşılan proje sorunları ayrıntılı olarak anlatılacak ve projenin bu en kritik kısmının problemleri proje yönetimi açısından değerlendirilecektir.

### 3. MATERYAL ve METHOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. BTC Projesinin Tanıtılması

Bu proje kapsamında başta Azeri petrolü olmak üzere bölgede üretilecek yılda 50 milyon ton düzeyinde ham petrolün, toplam 1774 km uzunluğunda olan (Türkiye kesimi 1074 km) Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı ile, Gürcistan üzerinden Ceyhan'da inşa edilecek bir deniz terminaline, buradan da dünya pazarlarına ulaştırılması sağlanacaktır. [7]

BTC Projesi Aşamaları ise şöyledir:

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| • TEMEL MÜHENDİSLİK     | Kasım 2000-Mayıs 2001          |
| • DETAY MÜHENDİSLİK     | Haziran 2001-Ağustos 2002      |
| • ARAZİ TEMİN VE İNŞAAT | Eylül 2002-Mayıs 2005          |
| • PROJE BİTİŞ TARİHİ    | Mayıs 2005 (tüm testler dahil) |

- Çizelge 1: BTC Projesinin Teknik Özellikleri

MAKSİMUM KAPASİTE	50 MTA
TOPLAM UZUNLUK	1774 KM
AZERBA YCAN KESİMİ UZUNLUĞU	440 KM
GÜRCİSTAN KESİMİ UZUNLUĞU	260 KM
TÜRKİYE KESİMİ UZUNLUĞU	1074 KM
BORU ÇAPI	42" / 34"
TOPLAM POMPA İSTASYONU	10
TÜRKİYE KESİMİ POMPA İSTASYONU	4

##### 3.1.2. Ceyhan Deniz Terminalinin Deniz Kısmının Tanıtılması

Ceyhan Terminalinin Deniz inşaat işleri ihalesi kapsamında yapılan iskelenin teknik bilgileri ise şöyledir:

- |  |          |
|--|----------|
| • İskelenin Uzunluğu                       | 2,612 m  |
| • İskele Kazık Borularının Toplam Uzunluğu | 33,000 m |

- İskele Kazıkları 496 adet
- Yaklaşma Dolgusunun Uzunluğu (causeway) 365 m
- Uçucu Organik Bileşik (VOC)
- Yakma Ünitesinin Yüksekliği 32 m
- Borulama 15 km
- Yangın Binası, Kontrol Binası ve Yükleme Platformu
- Yanaşma ve Bağlama Dolfenleri

BTC projesi Türkiye ayağında BOTAŞ müteahhit, BTC Co. (konsorsiyum lideri BP) işveren; BOTAŞ'ın Terminal kara ve deniz kısımları yapımında alt müteahhiti TEKFEN, TEKFEN'in deniz işleri inşaat taşeronu ise Bektaşoğlu-Cesaş (BC) ortaklığıdır.

Ceyhan Deniz Terminali inşaatı Offshore-Deniz yapım aktiviteleri ana kalemleri ve ilgili altbaşlıkları aşağıda özetlenmiştir:

#### **A. İnşaat Aktiviteleri:**

- Kazıkların tedariki ve imalatı (test kazıkları ve kalıcı kazıklar)
- Kazık çakımı
- Başlık Kirişi imalatı
- Prefabrik Kiriş imalatı
- Başlıklar arası precast kirişlerin yerleştirilmesi
- İskele Döşemesi inşaatı
- Yaklaşma Dolgusu inşaatı (causeway)
- Kontrol Binası, Yangın Binası ve Yükleme Platformu inşaatı
- Yanaşma ve Bağlama Dolfenleri inşaatı

#### **B. Mekanik işleri:**

- İskele boyunca 2 x 42" Yükleme Hattı, 24" VOC Hattı kaynak ve montaj işleri
- 20" Yangın Suyu Hattı kaynak ve montaj işleri
- 6" Köpük Hattı ve 6" Tasfiye Hattı kaynak ve montaj işleri
- Yangın Suyu Pompaları Besleme Platformu boru kaynak ve montaj işleri
- Yükleme Platformu boru kaynak ve montaj işleri
- Mekanik montaj (vana, yükleme kolu.....)
- Ölçüm sisteminin montajı
- Uçucu Organik Bileşik (VOC) Yakma Ünitesi
- İzleme ve ulaşım kulelerinin imalatı ve montajı

#### **C. Elektrik ve SCADA işleri:**

- Aydınlatma (iç ve dış mekan)
- Kablo döşeme ve aydınlatma direği montajı
- Jeneratörlerin yerleştirilmesi
- Otomasyon sistemlerinin montajı
- Alçak gerilim ve orta gerilim hatları ve ilgili üniteleri
- CCTV, Gemi yanaşma sistemleri montajı....
- Enstrümanların montajı
- Bina içi elektrifikasyon

### 3.1.3. Deniz Ekipmanları

Kazık çakımı sırasında kullanılan dubaların (Tekfen-1 ve Tekfen-2 dubaları) ihale sırasında yurtdışından getirilmesi planlanırken, uygun dubaların yurtdışında bulunamaması sebebiyle dubaların Türkiye’de üretilmesine karar verildi. Bu durum, projenin sıkışık olan programını biraz daha sıkıştırmıştır. Dubalar proje verileri dikkate alınarak BC firması tarafından tasarlanmıştır. Söz konusu veriler; iskele ucu su derinliğinin max 28 metre olması, tüm kazıkların tek parça olarak karada (dolgu bölgesinde) otomatik kaynakla üretildikten sonra denizde eke gerek kalmadan çakılmasıdır. Bazı durumlarda denizde ek yapılmıştır. Kazık boyu en fazla 85 metredir (ortalama 70 metredir). Dubalar bu kazık boyunu çakacak şekilde tasarlanmıştır (Kazık boyu su derinliğine ve sağlam kayanın derinliğine göre değişmektedir). Tuzla’da imal edilen ve kazık çakma operasyonu sırasında kullanılan ekipmanlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir. (Kazık çakma inşaat aktivitesi bittikten sonra söz konusu dubalar diğer inşaat aktivitelerine yardım ettiler)

Çizelge 2. Kazık çakma aktivitesinde kullanılan dubalar

SIRA	İŞİM	BOYUT(m)	CİNSİ
1	TEKFEN-1	20x60x3,50	ÇAKIM DUBASI & LINKBELT 33100 TON' LUK PALETLİ VİNÇ
2	TEKFEN-2	20x60x3,50	ÇAKIM DUBASI & DERİK VİNÇ 30 TON KAPAŞITELİ

(dubalardaki kule yüksekliği 54 metredir)

Bu dubalara yardımcı olarak precast yerleştirilmesi, kalıp ve donatı konması, kalıp sökülmesi, beton dökülmesi, vb.... gibi diğer inşaat aktiviteleri için ise servis dubaları kullanılmıştır. Bunlar;

Çizelge 3. Diğer inşaat aktivitelerinde kullanılan dubalar

SIRA	İSİM	BOYUT(m)	CİNSİ
3	TEKFEN-3	16x45	200 TON'LUK VİNÇ DUBASI (precast yerleştirilmesi)
4*	HERKÜL	20x40x2.65	20 METRE RADIUS 120 TON'LUK VİNÇ DUBASI (test kazıkları kesimi ve precast yerleştirilmesi)
5	TOROS-2	16x32x2,25	LIEBHERR LR-1200 200 TON' LUK PALETLİ VİNÇ (kalıp taşınması/yapımı ve sökümü, mekanik montaj)
6	BC-1	16x32x2,25	AMERICAN-9299 165 TON' LUK PALETLİ VİNÇ (kalıp taşınması/yapımı ve sökümü, mekanik montaj)
7	ÇAKAR-1	12x24x2	2 BETON MİKSERİ (8 m <sup>3</sup> LÜK), 1 SABİT BET. POMP.
8	LEVENT	8,50x19x2	SERVİS DUBASI-(Hiyap vinç ve 4 Adet Kaynak Mak. var.)
9	BC-2	6x12x2	BOŞ SERVİS DUBASI-(kalıp,demir v.b. taşımada kullanıldı)
10	BC-3	6,5x12x2,40	Beton sulama ve nakliye işinde kullanıldı.
11	BC-4	6x12x1,20	MAZOT, ATIK SU, TATLI SU İKMAL DUBASI
12	CESUR	37x11x2,25	2 ADET BETON MİKSERİ ve POMPA DUBASI
13	BC-5	5,5*6	BOŞ SERVİS DUBASI-(kalıp,demir v.b. taşımada kullanıldı)
14	BC-6	4*8,5	BOŞ SERVİS DUBASI-(oksijen takımı taşıyordu)
15	BC-7	10*25*1,5	HIYAP VİNÇ ve KAYNAK EKİBİ DUBASI
16	BC-8	5*10*1	BOŞ SERVİS DUBASI-Beton Sulama ve nakliye

Bu dubalara yardımcı olarak inşaat işlerinde proje kapsamında 28 adet tekne çalışmıştır.

Proje kazıkları çakılırken 2 duba kullanıldığından, dubaların birbirine etkisi olmaması için aralarında en az 5 aks olmasına dikkat edildi. Kazık çakılmadan önce en az 3 aks olması planlanırken, deniz koşulları düşünülerek en az 5 aks olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu karar Duba boyutları ve manevra kabiliyetleri düşünülerek alınmıştır.

Tekfen in deniz alt taşeronu olan BC firması, Türkiye de daha önce yukarıdaki ikinci listedeki dubalarla iş yapmış olmasına rağmen proje kuralları/standartları (Offshore standartları) yüzünden tüm ekipmanlar işbaşı yapmadan elden geçirilerek eksikleri tamamlanmıştır. Bunlardan bazıları; Ek Lloyd sertifikaları (duba hesabını/tasarımını/mevcut durumunun/kaynaklarının kontrolünü içermektedir), yangın sistemi proje standartları eksikleri, can salları ve can simidi eksikliği, yangın kaçış yolları eksikliği, duba üzerinde emniyet kaçış yolları işaretlenmesi, personelin proje kurallarına göre yeniden eğitilmesi ve Sağlık Emniyet pasaportlarını almaları, paslı yerlerin boyanması, vb.dir.

4\* numaralı ekipman (Herkül dubası) sıkışık inşaat programından dolayı herhangi bir gecikme olmasın diye, proje başladıktan 12 ay sonra kiralanarak sahaya getirilmiştir. Duba ilk geldiğinde proje standartları (Offshore standartları) konusunda eksikleri (yukarıda sıralananlarla diğer dubalarla aynı eksiklikleri vardı) olduğundan eksiklerinin tamamlanıp göreve çıkması yaklaşık 2.5 ay sürmüştür.

Dubaların eksiklerinin tamamlanmasından sonraki en önemli iş, ekipmanın deniz koşullarına uygun olarak sevk ve idaresidir. Kazık çakım işi, kazığın kordinatlarına göre yapılan hassas bir aktivite olduğundan, dalga etkisi göz önüne alınarak planlanmalıdır. Hava koşullarının günlük hatta saatlik değiştiği düşünülürse, ekipman planlamasının ne kadar önemli ve dikkat edilmesi gereken bir proje parametresi olduğu ortaya çıkmaktadır.

### 3.1.4. İnsan Gücü

Terminalin Deniz inşaat kısmında pikte 2200 kişi çalışmıştır. Bu sayının ihalede planlanandan daha fazla olmasının nedenleri; ekipmanların kullanımı, personel eğitimi, deniz koşulları, petrol sektörünün ağır çevre, iş sağlığı ve güvenliği kurallarıdır. Bu durum proje maliyetlerini artırmıştır. Konu proje yönetimi açısından irdelediğinde en önemli olgu, işçi sayısının iş durumuna ve hava koşullarına göre iyi planlanmasının gerekliliğidir. Aksi takdirde bu durum projeye ek maliyet getirmektedir.

Projenin bir diğer önemli özelliği, öncelikli olarak projenin yapıldığı bölge insanın istihdam edilmiş olmasıdır. Burada en önemli problem işe alınan bu işçilerin iş tecrübesinin fazla olmaması ve petrol sektöründe hiç çalışmamış olmalarıdır. Bu yüzden işçilerin yetişmesi, eğitilmesi zaman almış ve proje yönetimi süresinde sıkıntı yaratmıştır. Deniz ekipmanlarında çalışan personel dağılımı ise çizelge 4'te verilmiştir:

Çizelge 4. Deniz Ekipmanlarında Çalışan Personelin Dağılımı

DENİZ EKİPMANI	PERSONEL SAYISI
ÇAKIM DUBASI- TEKFEN1	12 kişi
ÇAKIM DUBASI- TEKFEN2	12 kişi
TEKFEN3 DUBASI	10 kişi
BC1 DUBASI	8 kişi
TOROS2 DUBASI	8 kişi
BETON MİKSER DUBASI	6 kişi
HİYAP DUBASI	5 kişi
<b>TOPLAM</b>	<b>61 kişi</b>

### 3.2. Method

Projede kullanılan standartlar/programlar/yazılımlar uluslararası petrol sektörü yatırımlarında kullanılan standartlardır. (ilgili ASME, API, ASTM, BS, DIN, ISO, OHSAS standartları.....)

Proje Yönetiminin amacı, projelerin standart bir metod ve yöntemle ürünlerin ya da sonuçların kaliteli teslimini güvence altına alarak belirli bir bütçe ve zaman kısıtı altında gerçekleştirilmesidir. [8, 9, 10] Bu bağlamda projenin daha hızlı planlanabilmesi ve etkin kontrolünü sağlamak adına Primavera yazılımından faydalanılmıştır. Yazılım proje yönetimi süreç ve çıktı şablonlarının (plan, rapor, yazışma formu, iletişim/paylaşım araçları, hızlı bilgi akışı, kolay tablolama, vs.....) belirlenmesi, uygulamaya alınması aşamasını kolaylıkla modellemektedir. [11]

## 4. BULGULAR

Projenin başında proje iş aktivitelerinin ekipmanlara göre tam ve eksiksiz olarak planlanması gerekmektedir. Bu yüzden işveren işin önemli kısımları; işin bitiş süresi, inşaat fazı sonu, mekanik fazı sonu ve test fazı sonu tarihlerini kilometre taşları olarak belirler. Eğer bu kilometre taşlarına zamanında erişilmezse sözleşmeye ağır cezai hükümler konur. (Örneğin BTC Projesi sözleşmesine göre, 2005'in ilk altı ayında tamamlanması öngörülen projenin tamamlanmayan ayakları için günlük 500 bin dolar gecikme cezası konmuştur.) Petrol sektöründe iş programı, ihale şartı gereği (EPC-Engineering Procurement and Construction : Mühendislik, Satınalma ve Yapım) müteahhit firma tarafından ekipman durumuna göre planlanır, idareye sunulur ve idarenin onayını aldıktan sonra işe başlanabilir.

### 4.1. Planlama

Planlamanın aşamaları; program tipinin tanımlanması, kilometre taşlarının tanımlanması, önceliklerin tanımlanması, kritik yolun tanımlanması, risklerin tanımlanması ve sonuçların gözden geçirilmesidir.

Aşağıda ayrıntılı olarak verilen iş kalemleri ve tüm inşaat aktiviteleri için yapılan iş planlama analizi ile (CPM-Critical Path Method: Kritik Yol Methodu ile - Primavera programı yardımıyla) BTC projesinin en kritik kısmı, ilk biten kısmı olmuştur.

#### 4.1.1. İnşaat İş Programındaki Yapım Aktiviteleri ve Süreleri

Aşağıda örnek olarak verilen inşaat aktiviteleri toplam 3500 adet deniz iş aktivitesinden (inşaat, mekanik, elektrik&SCADA işleri toplamı) alınmış olup, petrol sektörü kuralları gereği yapılacak tüm aktivitelere ait Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği kurallarını içeren dokümanlar iş programına birer kilometre taşı olarak katılmıştır. (Yapım Methodu, Çevre-İş Sağlığı ve Güvenliği Risk değerlendirme dokümanları iş başlamadan idareye sunulur, onayı alındıktan sonra işe/aktiviteye başlanır.)



Çizelge 5 Deniz İnşaatı ana iş kalemleri ve öngörülen süreleri

Aktiv No:	Yapım Aktivitesi	Toplam Süre (gün)
A1	Ana hatları gösteren iş programının hazırlanması (Level-3)	10
A1.1	Ana hatları gösteren iş programının idare tarafından onaylanması (Level-3)	14
A2	Detaylı iş programı hazırlanması (Level-4)	50
A2.1	Detaylı iş programının idare tarafından onaylanması (Level-4)	28
B1	Sahaya Girme	0***
B1.1	Çevresel Etki Değerlendirme Planı Hazırlanması ve Onayı	35
B1.2	İnşaat sahasında habitat (hayvan ve bitki) araştırması	26
B2	Mobilizasyon (ilgili dokümanların üretilmesi ve onayı dahil)	100
B3	Detay Mühendislik projelerinin kontrolü ve inşaat projelerinin üretilmesi ve idareye onaylatılması	Proje süresince
1.1	Deniz dibi taraması ve sondajları Aktivitesi Dokümanları (EPC ihalesi kapsamındaki zemin bilgilerinin kontrolü amaçlı olarak yapıldı)	15
1.1.1	Deniz dibi taraması ve sondajlarının yapım yönteminin anlatıldığı doküman	0*
1.1.2	Söz konusu çalışmanın Sağlık Emniyet Yönünden Risk Değerlendirme dokümanı	0*
1.1.3	Söz konusu çalışmanın Çevresel Etki Değerlendirme Raporu	0*
1.1.4	Deniz dibi taraması ve sondajlarının yapılması	100
1.2	Kazık Çakımı Aktivitesi Dokümanları	A0*
1.2.1	İskele kazıklarının çakımı yapım yönteminin anlatıldığı doküman (tüm yapılar için ayrı ayrı sunulur-Test kazıkları, Appr. Trestle, BD, LP, MD.....)	0*
1.2.2	Söz konusu çalışmanın Sağlık Emniyet Yönünden Risk Değerlendirme dokümanı	0*
1.2.3	Söz konusu çalışmanın Çevresel Etki Değerlendirme Raporu	0*
1.3	İskele kazıklarının temini (36", 48", 60")	297
1.4	İskele kazıklarının imalatı (Appr. Trestle, BD, LP, MD.....)	496
1.5	Diğer Malzemelerin temini (Kazık başlığı kirişi kalıp çeliği, donatısı.....)	329
1.6	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks11	118
1.6.1	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks11 (Basınç deneyi-1)	31
1.6.2	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks11 (Basınç deneyi-2)	0
1.6.3	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks11 (Çekme deneyi-1)	7
1.6.4	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks11 (Çekme deneyi-2)	7
1.7	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks84	204
1.7.1	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks84 (Basınç deneyi-1)	92
1.7.2	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks84 (Basınç deneyi-2)	14
1.7.3	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks84 (Çekme deneyi-1)	7
1.7.4	Kazık Dinamik Yükleme Deneyi Aks84 (Çekme deneyi-2)	7
1.8	Kazık çakımı - her yapı için ayrı ayrı tanımlandı	**
1.8.1	Kazık Çakımı Aks1 Kazık No: P1 & P2 1524/19.1mm.....	2
1.9	Kazık başlığı kirişi donatısının hazırlanması - Aks1 P1,2 nolu kazıklar	1
2.0	Kazık başlığı kirişi kalıbının yapımı ve donatısının yerleştirilmesi - Aks1 P1,2 nolu kazıklar	16

2.1	Precast betonarme kirişlerin üretilmesi – 2 kiriş	2
2.2	Precast kirişlerin yerleştirilmesi - Aks1 & 2 arası	1
2.3	Precast kirişlerin yerleştirildikten sonra döşeme betonunun dökülmesi - Aks1 P1,2 nolu kazıklar arası	1

0\* : Sıfır diye gösterilen aktivitenin süresi, ana aktivite süresi içinde verilmiştir. Petrol sektöründe geçerli olan proje kuralları gereği, söz konusu aktivitenin ilgili dokümanları üretilip onayı alınmadan inşaat aktivitesine başlanamamaktadır. Bu yüzden bu aktiviteler birer dummy eleman ve kilometre taşıdır.

\*\* : Kazık çakımı her farklı yapı için ayrı ayrı verilmiştir. (Ulaşım Yolu için 271 gün, Yangın Binası için 28 gün, Yükleme Binası için 158 gün, Yanaşma Dolfeni-BD için 220 gün, Bağlanma Dolfeni-MD için 508 gün.)Burada dikkat edilmesi gereken nokta, çakım sürelerinin bindirmeli olmasıdır. Birbirinden bağımsız yapıların kazıklarının çakım süreleri farklı olarak değerlendirilmelidir.

0\*\*\* : Sağlık Emniyet Yönünden Risk Değerlendirme dokümanı ve Çevresel Etki Değerlendirme Raporu onaylandıktan sonra sahaya girilebilir.

A0\* : Kazık Çakımı aktivitesi dokümanları kazık çakımı sürelerine dahildir.

Kalıcı iskele kazıkları çakılmadan önce test kazıkları çakılıp, testi yapılp, test sonuçlarının onaylanması şartına göre iş programı yapılarak ve aktiviteler bu duruma göre birbirine bağlanmıştır. Kazık çakım sürelerinin içine kazık ekinin imalatı (eğer gerekirse) ve kazıkların kotunda kesilmesi işlemi dahil edilmiştir.

Kazık dışındaki malzemelerin temin süresi (Aktivite No 1.5) 329 gündür. Bu süre fazla gözükmese rağmen, aslında tüm inşaat süresince inşaat aktivitelerinde kullanılacak olan malzemelerin sahaya temini ve kullanılması partiler halinde olacağından uzun bir süre değildir. Burada malzeme lojistiği çok önemlidir. Aksi takdirde malzemenin her beklediği süre zarfında depo maliyeti, depoda bekleme süresi artar. Donatı demiri gibi malzemeler sahada/depoda fazla beklerse paslanabilir, pasın belli bir seviyeyi geçmesi durumunda ise pasın temizlenmesi gerekir ve bu durum ek maliyet getirir. Hassas ekipmanların (Enstrümanlar) ise sahada beklemeden yerine monte edilmesi gerekir. Herhangi bir beklemede sahada tozlanabilir, cihazlar hassas olduğundan bu durum cihazları bozabilir. Bu yüzden proje malzemelerinin lojistiğinin iyi planması gerekir.

Projenin en önemli özelliği (petrol sektöründe uygulanan genel yöntem), yukarıdaki iş aktivitesi tablosundan da görüldüğü gibi proje aktivitesi başlamadan önce ilgili aktivitenin dokümanlarının üretilip idareden onayının alınması zorunluluğunun olmasıdır. Ayrıca aktivitede kullanılacak tüm ekipmanların sertifikalarının olması şartıyla inşaat başlanabilir. İnşaatın başında proje aktiviteleri, proje ekipmanları dikkate alınarak mümkün olan maksimum bindirmeler yapılarak iş programı hazırlanmıştır. EPC kapsamında işin ana hatlarını gösteren iş programının (Level-3: ana iş kalemlerini kapsar) hazırlanıp onaylanması gerekmektedir. İş programında ana hatları ile hazırlanan proje onaylanmadan inşaat aktiviteleri başlayamayacak şekilde aktiviteler arasındaki bağlantı kurulur. Ana hatları gösteren iş programı onaylandıktan sonra müteahhitin detaylı iş programı hazırlamaya başlamasına izin verilir. (Level-4: tüm iş kalemlerini kapsar)

Petrol sektöründe Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği konuları (İş Sağlığı ve Güvenliği Altın Kuralları-Golden HSE rules: Çalışma izni kuralları, yüksekte çalışma kuralları, enerji izolasyonu kuralları, araç güvenliği kuralları, toprak işleri

kuralları, kapalı alanlarda çalışma kuralları, kaldırma işleri kuralları, değişiklik yönetimi kuralları) [12] dikkate alınarak konu inşaat aktivitesinin yapımını anlatan yapım dokümanları üretildikten sonra inşaat aktivitesine başlanılabilir, söz konusu dokümanlar iş programında birer kilometre taşıdır. Bu dokümanlar:

1. Yapımı planlanan inşaatın yapım metodunun detaylı anlatıldığı yapım yöntemi dokümanı
2. Söz konusu inşaat aktivitesinin Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği açısından risk analizinin yapıldığı risk değerlendirme dokümanı

Petrol sektörü imalatlarında projenin başarısı yukarıda belirtilen kurallarının ne kadar sıkı uygulandığına bağlıdır. Projenin kazalı olarak zamanında bitmesi sektörde hiçbir önem arz etmez, hatta sektörde kaza yapan firma/müteahhit/taşeron/alt taşeron kara listeye alınır. Bu yüzden yukarıda belirttiğimiz petrol sektörü kurallarına uyularak projenin gerçekleştirilmesi gerekir. Bu konudaki kriterler ise şöyledir:

- İşten Uzak Kalma (DAWC) adam-saatleri,
- Kazasız sürüş saatleri
- Gözlemlenen emniyetli/emniyetsiz davranışlarının rapor sayısı

Görüleceği gibi petrol sektöründe başarı kriteri inşaatın zamanında ve karlı bitirilmesinden çok, inşaatın kazasız bitirilmesi üzerinedir. (Bu duruma örnek olarak 1.2.2005 tarihinde BTC Ceyhan Deniz Terminali Kara ve Deniz kısmı inşaatının kazasız 10 Milyon Adam-Saat ve proje dilimi inşaatı çerçevesinde projeye ait muhtelif nakil araçları ile 15 milyon kilometre yol kazasız kat etme başarısı büyük bir törenle kutlanmasını örnek gösterebiliriz. Söz konusu örnekler BTC projesinin başarılı olarak yapıldığını gösteren birer başarı kriterleri olarak proje başarı sayfasına yazılmıştır.)

İyi bir planlama, zamanında yeterli kapasiteye sahip ekipman ve personel tedarikinden sonra projenin en önemli aşaması; projenin planlı programlı bir şekilde yürütülmesidir.

#### 4.2. Yürütme

Proje planlama aşamasından sonra projenin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda tüm inşaat malzemeleri zamanında sahaya ulaşmalıdır. İnşaat malzemeleri içinde en önemli olanı ise iskele kazıklarının zamanında teminidir. (Kazık borularının temini BOTAŞ ın kapsamındadır) Proje başında planlanan Kazık Borusu Metraj detayı (ihaleye çıkılan metraj):

Kazık boruları	Kapsız kazık borusu uzunluğu (m)	Kaplı kazık borusu uzunluğu (m)
35" 17.5 mm et kalınlıklı	800	240
48" 19.1 mm et kalınlıklı	800	260
48" 15.9 mm et kalınlıklı	1.700	650
60" 20.6 mm et kalınlıklı	650	190
60" 19.1 mm et kalınlıklı	18.800	5.200

Çakılması planlanan toplam kazık boyu 29,290 metre olup, çakılan toplam kazık boyu ise yaklaşık 33,000 metredir. Çakılan kapsız borunun, çakılan toplam kazık boyuna oranı yaklaşık %75 tir. Kazıklar sipariş verilirken kaplı boruların miktarları olması gerekenden %4-5 fazla sipariş verilmiştir. Bu durum kazıkların çakılması sırasında çakım esnekliği sağlamıştır ve çakım aktivitesinin güvenlik payı olmuştur. (Kaplı boru planlanandan daha az olduğunda, kazıklar daha çok dalgaya ve aşınmaya maruz kalacağından bu durum katotik koruma projelerinde sıkıntı yaşanmasına sebep olmaktadır).

İskele kazıklarında proje yönetimi açısından şu adımlar uygulanmıştır:

- Kazıkların zamanında siparişinin verilip, üretilmesi
- Kazık boruları ihalesi sonrasında deniz içindeki sağlam kaya derinliği ve kalınlığının ihale öncesinden farklı çıkmasından dolayı yaklaşık %10 fazla siparişin zamanında verilmesi
- İlave kazıkların zamanında üretilmesi ve sahaya naklinin zamanında yapılması

Söz konusu %10 fazla sipariş inşaat sırasında yapılan detaylı jeofizik çalışma sonucu sağlam kaya derinliği ve kalınlığı sonucuna göre verilmiştir. Detay mühendislik aşamasında (ihale öncesi) yapılan araştırmalarda kullanılan farklı ekipman ve analiz yönteminden dolayı sözkonusu ilave kazık miktarı ortaya çıkmıştır.

#### 4.2.1. Çakılan Kazık Detayları:

Çakılan iskele kazık detayları ise şöyledir:

Çizelge 7. Ceyhan Deniz Terminali kapsamında çakılan kazıkların detayları

İSKELE ÜZERİNDEKİ YAPILAR ve KAZIK SAYILARI	
YER	KAZIK SAYISI
ULAŞIM YOLU	234
YANGIN BİNASI	18
KONTROL BİNASI	23
YÜKLEME PLATFORMU	42
YANAŞMA DOLFENLERİ	80 (4 x 20 adet)
BAĞLANMA DOLFENLERİ	84
KEDİ YOLU	15 (3x 5 adet)
<b>TOPLAM</b>	<b>496 Adet</b>

Çizelge 8. İskele kazıklarının aylara göre çakım detayı

AYLAR	KAZIK SAYISI
EYLÜL 2003	3 Adet
EKİM 2003	34 Adet
KASIM 2003	45 Adet
ARALIK 2003	44 Adet
OCAK 2004	24 Adet
ŞUBAT 2004	50 Adet
MART 2004	76 Adet
NİSAN 2004	39 Adet
MAYIS 2004	10 Adet
HAZİRAN 2004	22 Adet
TEMMUZ 2004	62 Adet
AGUSTOS 2004	34 Adet
EYLÜL 2004	53 Adet
<b>TOPLAM</b>	<b>496 Adet</b>

İskele kazıkları inşaat aktiviteleri içinde en önemli aktivite olması sebebiyle, boru tedarikini BOTAS, CMT ihalesiyle aynı anda yaparak boru teminindeki zaman kaybını engellemiştir. (böylece boru temininden dolayı projede oluşabilecek gecikmeler engellenmiş oldu.)

Kazık çakımında en belirleyici parametre hava ve deniz koşulları olup, hava ve deniz koşullarının doğru tahmin edilmesi çok önemlidir. Bu kapsamda İngiltere den Fugro firmasıyla günlük hava ve deniz koşullarının raporlanması konusunda sözleşme yapılmıştır. [13] Gelen bu veriler meteorolojiden gelen verilerle karşılaştırılmıştır. Söz konusu değerlendirme sonucunda inşaat ekipmanları denize açılmıştır. Bu şekilde hava ve deniz koşullarının projeye etkisi minimize edilmeye çalışılmıştır.

Petrol sektöründe yukarıda detaylı olarak anlatılan Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği kuralları esasları çerçevesinde Offshore-Deniz inşaat aktivitelerinden en kritik olanı denizde kazık çakma operasyonudur. BTC Offshore ihalesi (EPC) kapsamında günde 1.0 kazık çakılması planlanmıştır. Bu rakam proje başında iyi bir tahmin olarak görülmektedir. Bu değer hesaplanırken ayın ortalama 10 günü kazık çakılamayacağı tahmini üzerine iş programı hazırlanmaktadır. İnşaatın ilk yılındaki kötü hava koşullarına rağmen günde ortalama 1.3 kazık çakılarak, öngörülenin yaklaşık %33 önünde tamamlanmıştır. [14]

Kaplı borular çakılan kazığın üst kısmındadır. Kazıkların dalga etkisinin koroziv etkisini önlemek için kazıkların üst kısmı kaplı olarak imal edilir. Burada en önemli ayrıntı ise kaplı boruların denizin içine projesinde belirtildiği kadar girmesidir. (minimum 6-7 metre)

Kazıklar çakıldıktan sonra kazık içi betonu dökülür. (üst 6-7 metrelik kısım) Bu beton kuruduktan sonra kazık başlık kirişi kalıbı yerleştirilir ve önceden hazırlanmış olan donatısı yerleştirilir. (Donatının yerleştirilmesi durumu ihale aşamasında kalıp yerleştirildikten sonra donatının yerinde hazırlanacağı planlanıyordu.) Donatının

çizimlere nazaran yerleştirilmesi işinin inşaat programını tanımlanmıştır. Fakat burada en önemli detay ise beton demir arasındaki paspayının projeye uygun olmasını sağlamaktır, bu yüzden kalıp kurulurken çok dikkatli olunmalıdır. (proje standartları çok yüksek olduğundan bu durum otomatik olarak sağlanmış oldu.) Donatı yerleştirildikten sonra 3 kademede başlık kirişi betonu dökülmüştür. Başlık kirişi betonu prizini aldıktan sonra precast kirişler yerleştirilir. Kirişler TEKFEN tarafından taşeron firmaya yaptırılmıştır. (Firma precast kirişleri Pozantı'da üretmiştir.) Firma işe başlamadan firmanın Pozantı şantiyesi proje kurallarına göre denetlenerek eksikleri belirlenmiştir. Firmanın raporlanan eksikleri tamamlaması 2.5 ayını almıştır. Üretilen kirişler Pozantı'dan şantiyeye Ankara-Adana-İskenderun otoyolu güzergahı üzerinden nakledilmiştir. (İlgaz firması bir otoyol projesi için Pozantı da kiriş ürettiğinden, proje kirişlerini Pozantı da üretmek daha ekonomik olmuştur. Precastların Pozantı'da üretilmesinin en büyük avantajı kurulu hazır bir sistemin olmasıdır, dezavantajı ise kirişlerin Pozantı'dan özel tırlarla taşınmasıdır. Nakil işlemi proje Sağlık Emniyet kurallarına göre yapılmıştır. Tırların proje kurallarına göre nakliyeyle hazır hale gelmesi 1.5 ayda olmuştur. Günde ortama 3 kiriş taşınmış, kirişler yerleştirildikten sonra ise yürüme yolu döşemesi kalıbı ve donatısı yerleştirilerek betonlama işlemi başlamıştır. Projede aynı anda ortalama 3-4 aks beraber dökülmüştür. Deniz işleri kapsamında (Offshore kapsamında) dökülen beton miktarlarının detayları ise şöyledir:

Çizelge 9. CMT Deniz işleri kapsamında dökülen beton miktarlarının detayları

<b>BETON MİKTARLARI</b>	
<b>DÖKÜLEN YER</b>	<b>MİKTAR, m3</b>
KAZIK İÇİ BETON- PLUG BETONU	6,384
KAZIK BAŞLIK KİRİŞİ	5,865
ARAÇ YOLU BETONU	3,150
PLATFORM BETONLARI	10,409
<b>TOPLAM</b>	<b>25,808</b>

İş programına göre, test kazıklarının (1. Test Bölgesi: Aks 11 ve 2. Test Bölgesi: Aks 84) sonuçları doğrulanmadan kalıcı kazıklar çakılmayacaktır. Test kazıkları çakıldıktan sonra müteahhit/alt taşeron test kazıklarının durumunu değerlendiren bir toplantı yaparak, durumdan emin olduktan sonra, beklemeden kalıcı kazıklar çakılmaya başlanacaktır. (Risk göze alınmıştır.) Bu riskin göze alınması projenin zamanında bitmesini sağlayan etkenlerden biridir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken husus herhangi bir riski göze alırken riski çok iyi değerlendirme gerekliliğidir.

## 5. SONUÇLAR

İnşaat sektöründe deniz inşaat projelerinin karada yapılan projelerden daha zor olduğu bilinen bir gerçektir. Fakat aynı durum petrol sektöründe de geçerli olmasına

ragmen, Deniz (Onshore) Sağlık Emniyet kuralları karadakinden daha ağır olduğu için zorluk derecesi daha da artmaktadır. [12]

Petrol sektöründe proje yöneticisinin işi normal inşaat sektörü projelerine göre daha zordur. Normal bir inşaat yapılırken Türkiye’de uygulanan inşaat yapım yöntemleriyle inşaata başlanamaz. Proje yöneticilerinin hem kendi konularını/mesleklerini iyi bilmesi hem de Petrol sektörü Sağlık Emniyet kurallarını iyi bilmesi/uygulatması ve bu kurallar çerçevesinde sonuçlar üretebilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde projenin zamanında, kazasız ve başarıyla bitirilmesi olasılığı yoktur.

Sonuç olarak, proje yönetimi içerdiği değişkenlerin fazlalığından, tek ve standart bir yol olarak çözüm sunamadığından, her organizasyon kendi bünyesinde oluşturduğu metodolojiyi proje bazında değerlendirmeli ve bu değerlendirmeden sonra proje çalışmalarına başlamalıdır. (Petrol sektöründe inşaat projeleri değerlendirmesi yapılırken petrol sektörünün Çevre, Sağlık Emniyet kuralları ve bunun maliyeti dikkatli değerlendirilmelidir.)

## 6. KAYNAKLAR

1. Burhan Albayrak, (1998), “Proje Yönetimi ve Danışmanlık”, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
2. Michael C. Thomsett, (1996), “Güçlü Şirket Başarılı Yönetim Proje Yönetimi”, Epsilon Yayınları, İstanbul.
3. Clough, R.H. and Sears, G.A., (1991), “İnşaat Projeleri Yönetimi”, John Wiley and Sons Yayınları, West Sussex, (İngilizce).
4. Halpin, D.W. and Woodhead, R.W., (1997), “İnşaat Yönetimi”, John Wiley and Sons Yayınları, West Sussex, (İngilizce).
5. Ritz, G.J., (1994), “Toplam İnşaat Projeleri Yönetimi”, McGraw Hill Yayınları, (İngilizce).
6. McGeorge, D. ve Palmer, A., (1998), “İnşaat Yönetimi-Yeni Yönler”, Blackwell Science Yayınları, Oxford (İngilizce).
7. www.btc.com.tr
8. Marchman, D.A., (1997), “Primavera programı ile İnşaatın Planlanması”, Delmar Yayınları, (İngilizce).
9. Naylor, H.F., (1995), “İnşaat Projeleri Yönetimi : Planlama ve İş Programı hazırlanma”, Delmar Yayınları, (İngilizce).
10. Zekai Yılmaz, (1997), “Projeleri Analizi ve Yönetimi”, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa.
11. www.primavera.com
12. www.bp.com
13. www.fugro.com
14. www.tekfen.com.tr