



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Soğuk haddehane montaj sürecinin verimliliğinin artırılması

Increase in efficiency of cold rolling mill erection process

Yazar(lar) (Author(s)): Hatice ÇETİN¹, Erol ARCAKLIOĞLU², Rukiye ÇETİN³

ORCID¹: 0000-0002-7886-0073

ORCID²: 0000-0001-8073-5207

ORCID³: 0000-0003-2205-714X

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Çetin H., Arcaklıoğlu E. ve Çetin R., “Soğuk haddehane montaj sürecinin verimliliğinin artırılması”, *Politeknik Dergisi*, 23(4): 1245-1253, (2020).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.647597

Soğuk Haddehane Montajının Verimliliğinin Artırılması

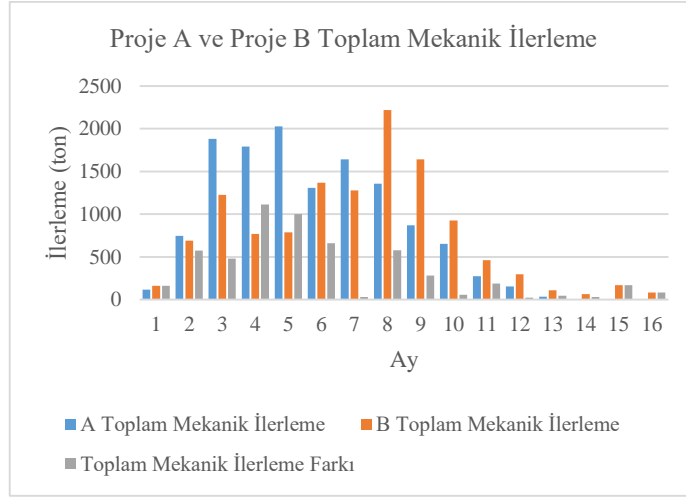
Increase in Efficiency of Cold Rolling Mill Erection Process

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Soğuk Haddehane montaj süreci, proje yönetimi üzerinden incelendi. / Examination of cold rolling mill complex erection process is compared over the project management
- ❖ Soğuk haddehane tesis projesi için en elverişli montaj süresi hesaplandı. / The optimum total assembly time of cold Rolling mill complex project was calculated.

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Proje süreci üç kalem üzerinden incelendi. Bunlar sırasıyla mekanik, borulama ve elektrik ilerlemesidir. İki benzer projenin mekanik ilerleme düzeyleri karşılaştırılmıştır. / Project process is evaluated under three items. These are mechanical, piping, and electrical progress. Two similar projects are compared in terms of mechanical progress.



Şekil. Proje A ve Proje B 'deki toplam mekanik işlerindeki ilerleme / **Figure.** Total progress in mechanical works of Project A and Project B

Amaç (Aim)

Soğuk haddehane projesinin uygulanması sırasında ortaya çıkabilecek tüm risk ve sorunlara rağmen, hedeflenen sürenin proje yönetim esaslarına uygunluğu ve optimum süresinin hesaplanması amaçlanmıştır. / Despite all the risks and problems that may occur during the implementation of the cold rolling mill project, it is aimed to calculate compliance of the targeted period with the project management principles and the optimum time.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Birimlere ait ilerlemelerin karşılaştırma tabloları ve PERT yöntemiyle optimum süre belirlendi. / The optimum time was determined using the PERT method and the comparison tables of the progress of the units.

Özgünlük (Originality)

Soğuk haddehane proje yönetimi ile ilgili literatürde zaman analizlerini içeren başka bir çalışma bulunmamaktadır. / There are no other study in the literature on cold rolling mill project management that includes time analysis.

Bulgular (Findings)

Bir soğuk haddehane projesinin beklenen süre içerisinde tamamlanma olasılığı düşük olduğu gözlemlendi. / It was observed that a cold rolling mill project is unlikely to be completed within the expected time

Sonuç (Conclusion)

Çelik sektörünün artan talebi göz önüne alındığında, bu çalışma montaj şirketlerine hizmet edecektir. / Given the increasing demand of the steel sector, the study will serve to assembly companies.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Soğuk Haddehane Montaj Sürecinin Verimliliğinin Artırılması

Araştırma Makalesi / Research Article

Hatice ÇETİN^{1*}, Erol ARCAKLIOĞLU¹, Rukiye ÇETİN²

¹Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

²Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 19.11.2019 ; Kabul/Accepted : 12.12.2019)

ÖZ

1930'lu yıllarda Türkiye'de demir çelik sektörünün altyapısı atılmış, 1937 yılında Karabük Demir çelik yassı ürün talebini karşılamak için kurulmuştur. Çelik sektörü özellikle 2001 yılından sonra, hızlı bir büyüme ivmesi kazanmıştır. Yassı ve yapısal çelik üretim tesislerine artan yatırımlarla, farklı iş sahaları ortaya çıkmıştır. Bunlardan birisi de soğuk haddehane kurulum süreçleridir. Soğuk haddehane montajında süreç yönetimi üç ana bölümde mekanik, borulama ve elektrik olmak üzere çalışılmaktadır. Bu yüzden birimler arasında iletişimin ve koordinasyonun etkin bir şekilde sağlanması önemlidir. Bu sürecin doğru planlanması ve sistemlerin organizasyonu etkin bir şekilde sağlanması proje verimliliğini arttıracaktır. Bu yazıda iki benzer soğuk haddehane kompleks montajının incelenmesi, proje planlama süreci üzerinden karşılaştırılmıştır. Öncelikle, bu iki haddehanenin sistemleri tanımlanmış ve farklılıkları ile benzer yönleri tarif edilmiştir. Proje detayları karşılaştırılarak, karşılaşılan sorunlar ve bu sorunların muhtemel sebepleri tanımlanarak, proje yönetim tekniklerinden PERT analizi ile en uygun toplam montaj süresi belirlenmiştir. Sonrasında üretim hatlarını gerçekleştiren süreler ve çalışan eleman sayıları ile karşılaştırma yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soğuk haddehane, montaj, PERT, proje yönetim, zaman analizi, adam-saat.

Increase in Efficiency of Cold Rolling Mill Erection Process

ABSTRACT

By 1930s, infrastructure of the iron and steel industry in Turkey has been shaped. KARDEMİR was established in 1937 to meet the demand for iron and steel flat demands. Particularly after 2001, the steel sector gained a rapid growth. With the increasing investments on flat and structural steel production facilities, various courses of businesses have emerged. One of them is processes of cold rolling mill erection which involves a relatively complex process. The process management is carried out in three main sections such as mechanical, piping and electrical works. Therefore, it is important to ensure effective communication and coordination between these departments. Proper planning of this process and efficient organization of systems may increase project efficiency. In this paper, examination of two similar cold rolling mill complex erection is compared over the project planning process. Initially, the encountered problems and the possible causes of these problems were identified by comparing the project details, and the most appropriate total assembly time was determined by using one of the project management techniques, in this case, the PERT Analysis. Then, erection progresses of the production lines were compared in terms of actual times and the number of employees.

Keywords: Cold rolling mill complex, erection progress, PERT, project management, time analysis, man-hour.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Demir-Çelik ürünleri, günlük hayatımızın hemen her alanında kullanılmaktadır. Otomobiller, bisikletler, bilgisayarlar ve kablolar bunlardan sadece birkaçıdır. Aynı zamanda, çelik hem tüketim malları hem de yatırım malları endüstrisinde ana girdi sayılmaktadır. Ayrıca, inşaat, otomotiv ve makine gibi birçok endüstride kullanılan bir ara malzemedir. Yani, çelik bazı üretim, endüstrinin önde gelen sektörlerinden biridir ve büyük ölçekli yatırımlar gerektirir [1].

Demir - çelik endüstrisi, ürünlerin etkin bir şekilde sunulması ve etkinliği, bankacılık ve finans kuruluşlarının karını artırma potansiyeline sahiptir. Demir, dayanıklı ve güvenilir, uzun ömürlü ve uygun fiyatlı, geri dönüştürülebilir ve çevre dostu özelliğinden

dolayı tüm ülkeler için vazgeçilmez bir üründür. Böylece diyebiliriz ki, yaygın kullanımı olan temel bir endüstriyel girdi olarak çelik, kalkınmanın itici gücü olmaya katkıda bulunur. Bu da demir çelik endüstrisi, ilgili ülkenin gelişmişlik seviyesini tanımladığını gösterir [2].

1928 yılında, savunma sanayinin ihtiyaçlarını karşılamak için Mekanik ve Kimya Endüstrisi Kurumu şirket kuruluşu tarafından Türkiye'de çelik üretimi başlamıştır. 1930'lara gelindiğinde Çelik Üretimi, sanayileşmenin yanı sıra ulusal ekonominin gelişmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. İlerleyen yıllarda, demir çelik sektöründeki yatırımlarla çelik üretimi artmaya devam etti. 2001'den sonra çelik sektörü, özellikle yassı çelik ve yapısal çelik imalatlarında hızlı bir büyüme ivmesi kazandı ve yassı çelik üretimindeki yatırımlar arttı. Yatırımların sonucunda, slab üretim kapasitesi 2016 yılına kadar 18,4 milyon tona ulaştı. Yassı ürünlere

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta: haticetin19@gmail.com

yapılan yatırımlar, üretim tüketim oranının ulusal talebe karşılama oranından dolayı artarak devam etmektedir [3]. Sürekli demir-çelik tüketimi artan ve aynı zamanda üretim kapasitesi tüketim oranını karşılayan ülkelerin daha güçlü ekonomiye sahip olduğu kabul edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde toplam demir çelik üretiminin yassı çelik üretim ve tüketim oranlarının, gelişmekte olan ülkelere göre daha yüksek olması, çelik tüketimi ile ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir [1]. Çelik üretim tesisleri, ülke ekonomisine büyük ölçüde katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda bu tesisler milyarlarca dolarlık bir yatırımlardır. Bu amaçla, ulusal kalkınma planı olarak yatırım ve üretim fırsatları kolaylaştırılmakta ve desteklenmektedir [4].

Demir-çelik malzemesinin üretiminde ve bakımında iyi bir verimlilik seviyesine ulaşmak, ilgili ülkelerin kalkınma planlarının lehine sonuçlanacağından tesislerin kurulumundan üretimlerine kadar olan tüm süreçlerde kaliteli çalışmak verimlilik için önemlidir. Yapılan yatırımların hedefe ulaşması için proje yönetimi önemli bir rol oynamaktadır ve son zamanlarda yatırım firmalarının sorunu haline gelmiştir. Çünkü, yatırım projelerinin zorlukları çoktur. Her proje kendi özelliklerine göre değerlendirilmelidir, çünkü her biri benzersizdir, tekrar edilmez ve çok sayıda belirsizlik daima resmin bir parçası olacaktır [5]. Yeni yatırımlar sonucu, demir-çelik üretim kapasitesini artırmak için yeni fabrikalar devreye girecektir. Söz konusu fabrikalar bir kurulum sürecinden geçecektir. Fabrika montaj süreçleri de aynı zorluklar ile karşı karşıya kalacaktır. Bu süreçte, başarılı bir yönetim planı yürütmek, zamandan, paradan tasarruf ve işgücünü azaltma açısından faydalar sağlayacaktır.

Montaj çalışmalarında proje yönetiminin temel amacı, kurulum projesinin uygulanması sırasında ortaya çıkabilecek tüm risk ve sorunlara rağmen, projenin belirlenen hedeflere uygun olarak yürütülmesini sağlamaktır. Yani, iyi bir planlama ve deneyimli kadro ile iyi bir uygulama esastır.

Projeler, zaman tahminlerine göre planlanmaktadır. Ancak söz konusu proje süreçlerinin zaman tahminleri çok detaya inmeden sadece tecrübelerle oluşturulmaktadır. Proje yönetim esasına göre ise zaman tahminleri ile çalışmak için çeşitli teknikler vardır. GANT diyagramları, CPM ve PERT yöntemleri söz konusu tekniklerden bazılarıdır [6].

Yatırım projelerinde ve inşaat projelerinde, proje yönetimine ilişkin çok sayıda çalışma vardır [7] - [8]. Fakat, fabrika kurulumu [9], [10] ile ilgili veya endüstriyel tesislerde ekipman montaj süreci yönetimi alanında daha az sayıda çalışma yapılmıştır [11]. Endüstri tesislerine yapılan büyük yatırım miktarları göz önüne alındığında, uygun bir planlama üretim verimliliğini artıracak, hem işveren firma hem de ilgili ülke / ülkeler zamandan, paradan ve iş gücünden yararlanacaktır. Bu nedenle, hem endüstriyel tesisin inşasında hem de ekipman montajında başarılı bir proje

yönetimi yapılması önemli faaliyetlerden biridir. Daha öncede bahsedildiği üzere fabrika montajında proje yönetimi ile ilgili pek fazla çalışma yapılmamıştır.

Fabrika montajı konusunda uzmanlaşmış şirketler mevcuttur. Genelde bu firmalar proje yönetimi için kendi yöntemlerini kullanırlar ve deneyim proje yönetiminin büyük bir kısmı kapsar. Kısa vadede, bu işleyiş verimli çözümler sunar. Yine de bazen düzenli raporlar ve/veya tamamlanmış işlerin dokümantasyonunu oluşturan süreç doğru bir şekilde işlemebilir. Bu süreçte firmanın, deneyimli personeli işten ayrıldığında güvenilirliğini kaybetme olasılığı vardır. Bu nedenle, fabrika montajında proje yönetimi için uygulama kılavuzu, şirketlerin sadece projeleri verimli bir şekilde yürütmelerini sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda deneyimlediklerini kaybetme tehdidinde bulunmayacak şekilde aktaracaktır.

Öte yandan, bir montaj sürecini yönetmek, inşaat projelerini yönetmeye oldukça benzer, bu nedenle aynı proje planlama teknikleri montaj süreci için kolayca uyarlanabilir. Bu teknikler esas olarak projelerin planlanması ve kontrolünde kullanılır. Yani, projedeki faaliyetlerin süresini ve arkasındaki faaliyetleri belirlememize yardımcı olurlar. Montaj sırasında, bir problemle karşılaşıldığında zaman ve maliyet parametrelerinin gerçek zamanlı analizi yapıldığında, derhal müdahale etmek ve planı değiştirmek mümkün olacaktır [6].

Ne yazık ki, Türkiye'de proje yönetimi kültürü henüz tam olarak oluşturulmamıştır. İnşaat alanlarının proje yönetimi konusundaki yetersiz standartları, inşaat proje yönetimi alanının karşılaştığı en büyük zorluklardandır. [8].

2. SOĞUK HADDE (COLD MILL)

Haddeleme, malzemelerin dönen silindireler arasında geçmesi ve belirli bir boyut ve malzemenin kalitesi için belirli bir basınç uygulanması ile malzemenin ezilme işlemidir. Haddeleme işlemi sırasında malzemelerin genişliği uzunlukları ile birlikte artar. Deformasyon oranları nedeniyle bir kerde çok ince malzemeler üretmek mümkün değildir [12], [13].

Genel olarak, çelik üretimi sürekli döküm ve haddeleme işlemini içerir. Sürekli döküm makineleri, üretilen ürünün boyutuna göre üç ana gruba ayrılabilir: blum, kütük ve slab. Kütük, 160x160 mm kare kesite kadar döküm yapılabilen, uzun ürünlerdir. Blumun boyutları kütüğün boyutlarından daha büyüktür. Blum, 160-400 mm genişliğe ve 600 mm'ye kadar kalınlığa sahip uzun ürünlerdir. Slab, sac üretimi için üretilen ürünlerdir. Slab kalınlığı 130-300 mm, genişliği 750-2700 mm arasında değişmektedir [14].

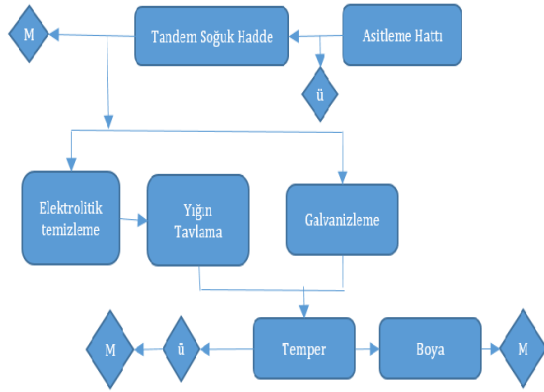
Haddeleme işlemi yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Basitçe ifade etmek gerekirse, sıcak haddeleme işleminin sebebi malzemelerin içindeki çatlakları ve boşlukları ortadan kaldırmaktır. Kaba işleme sonrasındaki sıcak haddeleme işleminde malzemelerin daha ince taneli

yapılardan oluşmasını sağlar. Mukavemet ve sertlik gibi çeşitli özellikler bu sayede artırılır. Daha yüksek mukavemet ve sertlik seviyelerine ve daha pürüzsüz yüzeylere sahip haddelenmiş ürünler elde etmek için ise soğuk haddeleme işlemi gerçekleştirilir.

Çelik soğuk haddeleme prosesleri yüzey işlemleri (çoğunlukla asitleme), soğuk haddeleme, ısıl işlem (tavlama) ve bitirme işlemlerinden oluşur.

2.1. Montaj yapılan hatlar (Mounted Lines and Their Functions)

Pazar talebine göre yassı çelik üretim yöntemleri seçilir ve ona göre tesis kurulumu yapılır. Şekil 1 gösterilen soğuk haddeleme tesisi ürün akış şeması, bu yöntemlerden biridir. Akış şemasında gösterildiği gibi, bazı hatlardan gelen ürünler doğrudan pazara sunulabilirken, nihai ürün farklı işlemlerden geçer. Bu hatlara ek olarak, yardımcı tesisler de vardır. Örneğin, asit rejenerasyon tesisi (ARP), su arıtma tesisi bunlardan birkaçıdır. Ayrıca kesme, dilme ve trapez sac üretimi vb. gibi bölümlerden oluşan çelik servis merkezleri de vardır.



Şekil 1. Soğuk Haddeleme ürün akış şeması (Cold Rolling mill flow chart)

2.2. Asitleme Hattı ve Tandem Soğuk Haddeleme (PL&TCM) (Pickling Line and Tandem Cold Mill)

Soğuk haddelemede, genellikle işlenmeden önce iş parçasına ısı uygulanmaz. Sadece yay çeliği, takım çeliği veya tavlama çeliği gibi bazı özel çelikler, asitleme ve haddeleme işleminden önce ısıl işleme tabi tutulabilir.

Sıcak haddelenmiş şerit önce tufallarından arındırılır (genellikle asitlenir), bazen de hem kumlanır hem de asitlenir), sonra soğuk haddelenir ve ısıl işleme tabi tutulur. Yani, asitleme işleminde, sıcak haddelenmiş çelik ruloların yüzeyinde oluşan tufal ve oksit tabakasını çıkarmak için kademeli olarak hidroklorik asit çok tanklı bir sistemde dolaşır. Kurutma işleminden önce, şerit tamamen temiz ve kuru bir şerit sağlamak için kullanılan bir durulama bölümünden geçer. Asitleme işleminden sonra şerit, Tandem Hadde hattı tarafından soğuk olarak haddelenir [15].

2.3. Elektrolitik Temizleme Hattı (ECL) (Electrolytic Cleaning Line)

ECL, şerit yüzeyindeki haddeleme emülsiyonunun ve geri kalan demir taneciklerin, soğuk haddeleme işleminden sonra temizlendiği bir işlemdir. Soğuk haddelenmiş şeritlerde yüksek akım yoğunluğu kullanılarak temizleme işlemi gerçekleştirilir. Bu işleme alkali temizleme denir. Böylece, tavlama işleminden önce temiz bir şerit yüzeyi elde edilir [16].

2.4. Yiğın Tavlama (BAF) (Batch Annealing Furnace)

Tavlama, bir malzemenin yüksek bir sıcaklıkta ısıtılması ve bir süre belirli bir sıcaklıkta tutulması işlemidir. Ardından, malzeme oda sıcaklığına ulaşana kadar yavaşça soğutulur. Bu işlemin amacı çeliğin kuvvetini arttırmaktır. Tavlama, toplu veya sürekli olarak gerçekleştirilebilir [17].

2.5. Temper Hadde (SPM – TM) (Skin Pass Mill – Temper Mill)

Temper haddeleme, mekanik özelliklerin ve sıcak haddelenmiş çelik saclar, soğuk haddelenmiş çelik saclar ve paslanmaz çelik plakalar gibi çelik malzemenin yüzey yapısının iyileştirilmesi için kullanılır. SPM işleminde, malzemenin kalınlığı% 1 ila 3 oranında azaltılır. Temper haddede ek olarak, germe düzeltme bölümüne (TLV) sahiptir. TLV, şerit uzunluğunun uzatılmasını, ayrıca levha yüzeyi kırışık olmadan tamamen düz olmasını sağlar. Temper hadde, pasivasyon ve yağlama gibi adımlar ile sonlandırılır.

2.6. Sürekli Galvaniz Hattı (HDGL) (Hot Dip Galvanizing Line)

Sürekli galvanizleme işlemi, çelik şeridin yüzeyini erimiş çinko ile kaplamaktır. HDGL, arıtma, tavlama, galvanizleme ve soğutma bölümlerinden oluşur. İşlem bölümü, soğuk haddelemeden kaynaklanan terazilerin ve haddeleme emülsiyonlarının temizlenmesini sağlarken, tavlama bölümü gerekli mekanik özellikleri elde etmeyi sağlar ve galvanizleme bölümü şeridi çinko ile kaplanmasını sağlar. Bir hava bıçağı sistemi ile uyumlu çalışan bir çift havalı sıyırma jetine sahiptir. Bu sistem kaplama kalınlığının tüm şerit boyunca aynı olmasını sağlamaya yarar. Devamında şerit soğutulmak adına Soğutma kulesine geçer. İsteğe bağlı olarak son adım temper hadde olacaktır. Karar müşteri isteğine bırakılmıştır [18].

2.7. Boya Hattı (CCL) (Color Coating Line)

Çeliklerin kaplanması, metal kesme ve katlama gibi çeşitli işlemlere maruz kaldığı için sürekli ve oldukça otomatik sitem içeren etkili bir yöntem gerektirir. Bu işlem için öncelikle tüm yüzey temizlenir ve işlenir. Örneğin, parçalar, çeşitli büyüklüklerde delikleri, yüzey kırışıklıkları, çeşitli yüzey hasarları olabilir. Böylece, boya kaplı metaller geleneksel boyalı metallere kıyasla daha dayanıklı ve korozyona karşı daha dirençli olur [19].

3. PROJE YÖNETİMİ (PROJECT MANAGEMENT)

Yıllardır insanlar kendi hayatlarını kolaylaştırmak ya da kariyerlerinde daha iyi bir noktada olmak adına aklımıza gelebilecek tüm alanlardaki karmaşık problemler için çözüm üretmeye çalışmaktadırlar. Bu araştırma gün geçtikçe rekabetin artması ve teknolojinin gelişmesiyle artarak devam etmektedir. Çünkü günümüz firmaları daha iyi kalitede daha az işçi ile işlerini yürütmek istemektedirler [20], [21]. Proje ve süreç yönetimlerine verilen önem de doğal olarak artmaktadır.

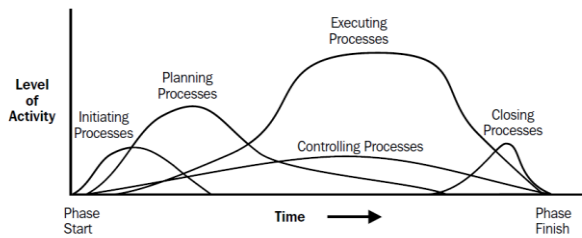
Projeler başlangıcı ve sonu olan süreçlerdir, yani geçicidirler. Projelerin amaçları vardır ve sonuçları ölçülebilir niteliktedir. Proje süreçlerinde çok sayıda belirsizlik vardır. Bu yüzden hedefe ulaşmak için plan yapılır. Proje amaçları ulaşılabilir olmalıdır. Genel olarak, proje yönetiminde hedeflerin içeriği zaman, maliyet, istenilen performansta ve teknolojik düzeyde çalışma, kaynakları verimli kullanma ve müşteri memnuniyetinden oluşmaktadır [22]- [23].

3.1. Proje Yönetimi Süreçleri (Project Management Process)

Bir proje, birbiri arasında bağlantı bulunan birden çok işlemten meydana gelir. Yani yeni bir proje başlamadan önce plan yapmak gereklidir. Proje bütçesi, proje süresi, ürün kalitesi ve süreçlerde oluşabilecek her türlü risk tahminleri yapılır. İşlemler tamamlandıkça, orijinal plan ile kontrol edilir ve karşılaştırılır. Bütün bu işlemler Proje yönetimi süreçleridir ve aşağıda yer almaktadır [5]:

- Başlangıç
- Planlama
- Uygulama
- Kontrol
- Sonlandırma

Bütün süreçler birbirleri ile bağlıdır ve birbirlerini etkilerler (Şekil 2). Her faz diğerini etkileyebileceği ve ardışık fazı değiştiren başka bir giriş parametresi oluşturabileceği tekrarlayan bir işlemle birbirine bağlanır. Böylece birbirlerini etkiler.



Şekil 2. Proje yönetimi yaşam döngüsü [5] (Overlap of Process Group in a Phase)

4. PROJECT YÖNETİMİ TEKNİKLERİ (PROJECT MANAGEMENT TECHNIQUES)

Proje yönetimi teknikleri, proje planlama aşaması ile başlar ve kapanma aşaması ile sona erer. Planlama aşamaları için tüm aşamaları anlamak gerekir; projenin hazırlanması, analizi, seçimi, uygulanması, devreye

alınması ve değerlendirilmesi. Böylece proje yönetimi teknikleri yinelemeli bir işlemlerle sağlanmakta ve güvenilir bir şekilde uygulanmaktadır.

Günümüzün projelerinin büyüklüğü ve karmaşıklığı daha verimli planlama yöntemlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinim, ağ diyagramlarının geliştirilmesine sebep oldu. Böylece proje programlama, proje yönetiminde kullanılan ağ diyagramlarına farklı bir boyut kazandırmış oldu. Proje planlama için geliştirilmiş en yaygın yöntemler: GANT veya çubuk grafik metodu, Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT), Kritik Yol Yöntemi (CPM) ya diğer adıyla Ok Diyagramı Yöntemi (ARD), Öncelikli Diyagram Yöntemi (PDM) ve Grafik Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (GERT) 2 dir. Bu yöntemler, problemleri belirlemek, tanımlamak, kontrol etmek ve önlem almak için etkin yöntemler olarak bilinir. Ayrıca, projenin akış yapısını, olayların ve işlemlerin mantıksal ve zaman çizelgesi sırasını şematik olarak gösteren araçlardır [24], [25].

CPM ve PERT en bilinen ve en çok kullanılan ağ yöntemleridir. Projenin programlanması ve izlenmesi için geliştirilen ağ yöntemleri projeyi görsel olarak özetlemektedir. Bu iki yöntem aynı olmasına rağmen, CPM ve PERT uygulama aşamaları farklılık gösterir. PERT, belirsizliğin büyük bir sorun olduğu Ar-Ge projeleri için daha uygun olarak değerlendirilirken, CPM, zaman ve maliyetlerin tahmin edilebildiği bazı projelerde daha yararlıdır. Bununla birlikte, bu farklar son zamanlarda kademeli olarak azalmıştır veya hatta ortadan kalkmıştır [26].

CPM ve PERT, kritik ve kritik olmayan çalışmalarını gösterir, çünkü etkinlikler ve etkinlikler arasındaki ilişkileri gösterirler. Planlanan ve gerçekleştirilen her olayın ve etkinliğin sonuçlarını gösterirler. Böylece planlanan proje belirlenen sürede tamamlanır. Tüm bu olaylar, ağ şeması adı verilen bir şema ile gösterilir [25]. PERT dönemlerinde belirsizlikler dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Başka bir deyişle, projede oluşabilecek belirsizlikler dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, PERT yönteminde öncelikle faaliyet dönemleri elde edilmeli, bu dönemlerin proje başarısı üzerindeki etkileri analiz edilmeli, faaliyet dönemlerindeki belirsizlikler göz önünde bulundurulmalıdır. Faaliyet sürelerinin belirsizliği, benzer projeler ve deneyimli kişiler yardımı ile her bir faaliyetin üç olası zamanını tahmin ederek azaltılabilir. Bu nedenle, üç farklı zaman tahmini iyimser süre (a), kötümser süre (b) ve en olası süre (m) , her bir değerlendirme ekibi tarafından her bir faaliyet için ayrı ayrı yapılır ve her bir faaliyetin ortalama beklenen süresi hesaplanır [25].

Beklenen süre (t_e) aşağıdaki formülle (1) hesaplanabilir:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (1)$$

Projenin zamanında tamamlanma olasılığı, her bir aktivitenin standart sapma değerleri bilgisini gerektirir ve aşağıdaki formülle(2) hesaplanabilir:

$$\sigma_{te} = \frac{b - a}{6} \quad (2)$$

Standart sapmanın karesi olarak bilinen değer varyans (v) hesaplanarak faaliyetlerin beklenen tamamlanma sürelerinin karşılaştırılması mümkündür. Standart sapma, sigma sapmalarının tipi belirlendiği sürece basit bir şekilde hesaplanabilir [27].

Bu hesaplamada v 'nin 1'den büyük olması, belirsizliğin yüksek olduğu anlamına gelir. Bu durumda, iyimser ve kötümser varsayımlar oldukça farklıdır. v , birden düşükse, belirsizlik değeri düşük demektir. Bu, iyimser ve kötümser varsayımların birbirine yakın olduğu anlamına gelir [25].

Toplam yolun standart sapmasının karekökü, her bir faaliyetin kare sapmasının karelerinin toplamıdır ve aşağıdaki formülde (3) ifade edilmiştir [24]:

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \dots} \quad (3)$$

$$= \sqrt{v_1 + v_2 + v_3 + \dots}$$

Standart sapmanın hesaplanması, her faaliyet ve ilgili kritik yol için bir güven aralığı tanımlamamızı sağlar [24].

Belirtilen tarihte projenin bitme olasılığı için aşağıdaki formülle (4) hesaplanır. Bulunan değer z standart dağılım değerini ifade eder ve normal standart dağılım tablosundan karşılık gelen değer projenin belirlenen tarihte tamamlanma olasılığıdır [25].

$$K = \frac{T_L - T_E}{\sigma_{total}} = P(z \leq K) \quad (4)$$

K = kritik yoldaki faaliyetler, T_L = istenen projenin bitiş tarihi, T_E = kritik yoldaki hesaplanan süre, z = Standart normal dağılım.

5. METODOLOJİ (METHODOLOGY)

Faaliyetlerin sırası bir projenin verimliliği üzerinde önemli bir rol oynar. Faaliyetler organize edilmeden bile bir proje sayısız sorunla karşılaşabilir. Bazı projelerin planın gerisinde kalmasının sebebi faaliyet düzenlerinin olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden ağ diyagramlarının proje yönetimi üzerinde önemi büyüktür [27].

Etkin bir proje yönetmek için ekipman, insan, malzeme ve bütçe gibi tüm veriler uygun bir şekilde kullanılmalıdır. Buradan yola çıkılarak iki ayrı soğuk haddehane kompleksine ait projelerin verileri zaman ölçütü baz alınarak incelenmiştir (Çizelge 1). Montaj şirketinin iş kapsamını özetleyecek olursak;

Proje 3 ayrı iş departmanı altında oluşturulmuştur, (1) mekanik montaj işleri, (2) boru montaj işleri ve (3) elektrik montaj işleri. Mekanik işleri, çelik konstrüksiyon montajı, ekipman montajı ve refrakter işlerini kapsamaktadır. Borulama işleri, boru montajı ve

izolasyon işlerinden, elektrik işleri ise kablo tavası, kablolama, kablo bağlantıları, elektrik enstrümanları ve elektrik paneli montajından oluşmaktadır.

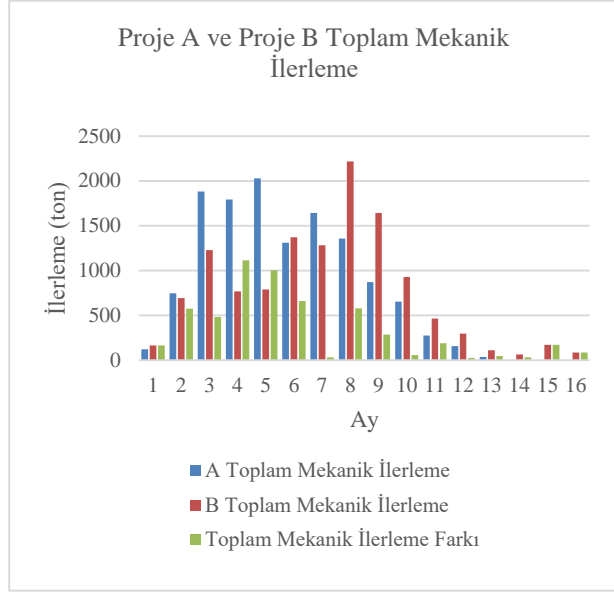
Çizelge 1. Proje A ve Proje B arasındaki farklılıklar ve benzerlikler (Differences and similarities between Project A and Project B)

	Proje A	Proje B
Bölge	Akdeniz	Marmara
Montaj Hatları	PL&TCM, CCL, ARP, HDGL, ECL, BAF, Yardımcı Tesisler, TM	PL&TCM, CCL, ARP, HDGL, ECL, BAF, Yardımcı Tesisler, TM
Süre	14 ay	16 ay
Maks. Çalışan Sayısı	1427	516
Min. Çalışan Sayısı	64	58
Şantiye Alanı [km ²]	122	80
Proje Kapsamı	-mekanik işler -borulama işleri -elektrik işleri -ayrıca, elektrik işleri kapsamında orta gerilim hatları	-mekanik işler -borulama işleri -elektrik işleri
Karşılaşılan Sorunlar	-Malzemelerin gecikmesi -Şantiye alanlarının teslimi	- Malzemelerin gecikmesi -Zemin etüdü yetersizliği -İmalat hataları

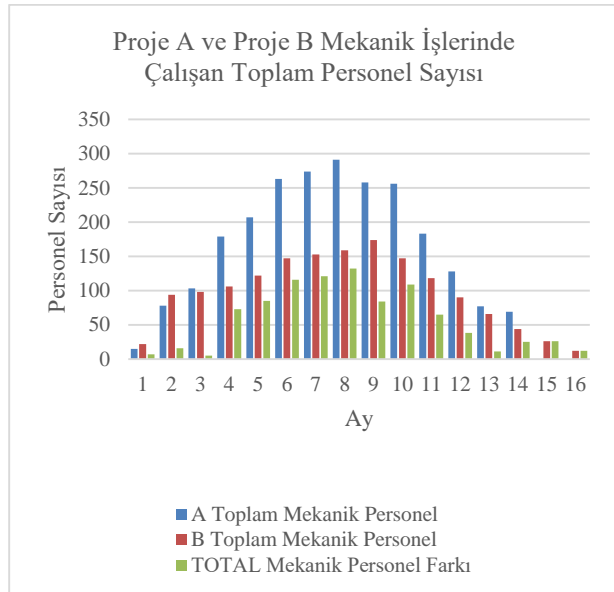
5.1. Proje Zaman Analizi (Project Time Analysis)

Projelerdeki soğuk haddehane kompleksinde yer alan altı ayrı tesis PL & TCM, ARP, BAF, ECL, HDGL, CCL ve Yardımcı Tesislerin hepsi benzer borulama, elektrik ve mekanik işlere sahip olmalarına rağmen, ekipman, çizimler ve elektrik tasarımı gibi teknolojik yapı farklılıklarına sahiptir. Ayrıca tüm hatlar farklı zamanlarda monte edilebilir, çünkü birbirlerine monte etme taahhütleri yoktur. Bu sebeple montaj firması, inşaat alanlarının işveren firma tarafından devredildiği hatlarda proje tarihlerini belirlemeye başlar. Yani, inşaat işlerinin tamamlanmasına göre montaj işleri aynı anda başlayabilir veya tüm hatlarda farklı zamanlarda başlayabilir. Bu iki projede de hatların başlama zamanları farklı olsa bile birbirlerine benzer iki proje olduğu için verileri kullanılabilir. Bu sebeple her bir departman ayrı ayrı incelenerek, her iki projenin verileri projelerin

tamamlanma süreleri ve projelerde kullanılan adam-saat verileri karşılaştırılmıştır. Örnek olarak Şekil 3. ve Şekil 4. de karşılaştırılmalı değerler bulunmaktadır.



Şekil 3. Proje A ve Proje B 'deki toplam mekanik işlerindeki ilerleme (Total progress in mechanical works of Project A and Project B)



Şekil 4. Proje A ve Proje B 'deki toplam mekanik işlerinde çalışan sayısı (Total number of personnel employed in mechanical works for Project A and Project B)

5.2. PERT Analizi (PERT Analysis)

Mekanik, borulama ve elektrik işlerindeki ilerlemelerin zaman analizi PERT metoduyla yani, iyimser, kötümser ve benzer senaryo süre tahminleri kullanılarak yapıldı. İyimser süre, işveren firmanın tedarik süreçlerinde oluşturduğu her şeyin plana göre gittiğini hesapladığı süredir. Proje A ve Proje B verilerinden yararlanarak hesaplanan süre benzer durumlar süresidir. Kötümser süre ise, her projedeki en kötü senaryolar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Örneğin B projesinde, inşaat sorunları

ve ekipman üretim hataları gibi çeşitli sorunlar projeyi yavaşlatmış ve proje ilerlemesini etkilemiştir. Çözüm süreleri de yaklaşık beş aydır. Kötümser süre bütün olumsuz etkileri kapsamaktadır.

İyimser, kötümser ve benzer senaryo süreleri belirlendikten sonra, beklenen süre (t_e) formüllere göre hesaplanır (Formül 1). Hesaplanan beklenen süreler (Çizelge 2) ile MS Project'te proje takvimi oluşturuldu ve her hattın bağlı olduğu yardımcı tesislerdeki (utility) işler kritik yol olarak hesaplandı. MS Project programında çalışma saatleri 8:00 – 12:30 ve 13:30 – 17:00 olarak belirlendi. Görevler arasındaki bağlantılar için bilinmesi gereken ilk özellik; elektrik, boru ve mekanik arasındaki bağlantılar neredeyse tüm hatlarda benzerdir. Ayrıca, mekanik işlerin tamamlanmasından sonra boru çalışmaları başlar ve boru tesisatı tamamlandığında elektrik işleri başlar. Departmanlardaki işler arasındaki bağlantılar yapıldıktan sonra işveren firmaya ait kıstaslar kilometre taşı olarak işaretlenir. Bunlar, hatların bulunduğu alandaki inşaat işlerinin tamamlanması ve teslimi, malzemelerin ve ilgili montaj çizimlerinin/detaylarının tedarik edilerek teslim edilmesidir. Söz konusu işlerin gecikmesi projenin ilerleme sürecini direkt etkileyecektir. Proje takvimi oluştururken, işveren firmanın her şeyi zamanında yaptığını varsayılmıştır.

Çizelge 2. Proje hatlarının zaman tablosu (PERT) (Time table of the project lines)

No	Görev	a	m	b	t_e	σ_{t_e}
1	<u>PL&TCM</u>					
1.1	Mekanik	7.0	9.0	14.0	9.5	1.17
1.2	Borulama	7.0	9.5	14.0	9.8	1.17
1.3	Elektrik	7.0	8.0	14.0	8.8	1.17
2	<u>ARP</u>					
2.1	Mekanik	5.0	6.0	7.0	6.0	0.33
2.2	Borulama	4.0	5.0	5.7	4.9	0.28
2.3	Elektrik	4.0	4.0	7.0	4.5	0.50

Çizelge 2. (Devam) Proje hatlarının zaman tablosu (PERT) (Time table of the project lines)

No	Görev	a	m	b	t_e	σ_{t_e}
3	<u>HDGL</u>					
3.1	Mekanik	4.3	6.0	8.0	6.1	0.61

3.2	Borulama	4.3	7.5	9.0	7.2	0.78
3.3	Elektrik	4.3	6.0	10.0	6.4	0.94
4	<u>TM</u>					
4.1	Mekanik	3.0	4.0	5.0	4.0	0.33
4.2	Borulama	3.0	4.8	5.7	4.7	0.44
4.3	Elektrik	3.0	3.0	5.0	3.3	0.33
5	<u>BAF</u>					
5.1	Mekanik	2.5	3.0	4.0	3.1	0.25
5.2	Borulama	3.0	4.0	4.7	3.9	0.28
5.3	Elektrik	3.0	3.0	5.0	3.3	0.33
6	<u>CCL</u>					
6.1	Mekanik	4.0	6.0	7.0	5.8	0.50
6.2	Borulama	4.0	6.0	7.0	5.8	0.50
6.3	Elektrik	4.0	5.0	8.0	5.3	0.67
7	<u>ECL</u>					
7.1	Mekanik	3.0	4.0	5.0	4.0	0.33
7.2	Borulama	3.0	3.3	4.0	3.4	0.17
7.3	Elektrik	3.0	3.0	5.0	3.3	0.33
8	<u>Yardımcı Tesisler*</u>	7	11.5	14	11.167	1.17
8.1	Mekanik *	1.0	1.5	2.5	1.6	0.25
8.2	Borulama*	7.0	11.3	13.3	10.9	1.06
8.3	Elektrik*	4.0	4.0	8.0	4.7	0.67

*Kritik Yol

MS Project programına göre Utility (yardımcı tesisler) montaj işleri kritik yoldur. Böylece Formül 2 ile kritik yolun toplam standart sapmasını ve varyansını hesaplayabiliriz:

$$\sigma_{utility} = \frac{b - a}{6} = \frac{14 - 7}{6} = 1.17 \quad (5)$$

$$v_{utility} = \sigma_{utility}^2 = 1.36 \quad (6)$$

Sonuçlara göre projenin tamamlanma olasılığı 11.167+1.36 ve 11.167-1.36 oranları arasında yüksektir [25].

6. SONUÇLAR (RESULTS)

Formül 4 ile aşağıdaki gibi hesaplanan 1.567 değeri z değerini ifade etmektedir. Bu değer in standart dağılım tablosunda karşılık gelen veriye göre projenin 13 ayda tamamlanma olasılığı %94,14 olarak bulunur (Formül 7).

$$K = \frac{13 - 11.167}{1.36} = 1.567 = P(z \leq K) \quad (7)$$

Yardımcı tesisler dışında hiç bir hattın birbiriyle bir bağlantısı yoktur. Bu bize bolluk zamanı olarak tanımladığımız süreleri verir. Bolluk zamanı bir işin bitirilme zamanını etkilemeyen süre olarak tanımlanabilir. Örneğin, BAF montaj işleri 4 aylık bir süreyi kapsar. Ama bütün proje 11 ayda tamamlanıyor. Bu da bize 7 aylık bir bolluk zamanı vermektedir. Yani, montaj başlama ve bitiş süreleri proje içinde farklılaşabilir. Aynı zamanda personel sayısı, projenin başlarında artarken proje sonuna doğru azalır. Bu yüzden analiz toplam çalışma saati ile yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan çalışma saatleri, 4857 sayılı iş kanununa dayanmaktadır ve montaj ilerlemesi, montajın tamamlanma miktarına göre belirlenmiştir.

İki projenin toplam verileri:

- A Projesinin toplam mekanik ilerlemesi 12,859.96 ton ve bu iş 495,300 adam-saat tarafından tamamlanırken, B Projesi'nde ise 12,261.20 ton mekanik montaj ilerlemesi 410,280 adam-saat olarak tamamlanmıştır. Mekanik ilerleme, sırasıyla A projesinde 0.026 ton / adam-saat, B projesinde 0.030 ton / adam-saat olarak hesaplandı.
- A Projesi'nin toplam boru hattı ilerlemesi 339.113,06 inç-m ile 93,247.06 m iken ve 681,720 adam-saat ile tamamlanırken, B Projesi'nde bu değer 91,962.86 m ile 243,908.81 inç-m ile ve 451,620 adam ile tamamlanmıştır. -saat. Boru ilerlemesi, sırasıyla A projesinde 0.54 inç-m / adam-saat veya 0.14 m / adam-saat, B projesinde 0,54 inç-m / adam-saat veya 0.20 m / adam-saat olarak hesaplandı.
- A projesinin toplam elektrik ilerlemesi 938,096.50 m kablo işi 538,720 adam-saat olarak tamamlanırken, B Projesi'nde 660,441.41 m kablo işi 197,080 adam-saat olarak tamamlanmıştır. Elektrik işlerindeki ilerleme sırasıyla A projesinde 1.74 m / adam-saat, B projesinde 3.35 m / adam-saat olarak hesaplandı.

Sonuç olarak;

1. Elektrik ve borulama işlerinin sayısı, işveren firmaların inşaat tasarım gereklilikleri nedeniyle Proje A ve Proje B'de değişmektedir.

- Bu farklılıklar proje tamamlanma sürelerini etkilemiştir.
2. B Projesi personeli daha önce A Projesinde çalışmıştır. Sonuçlara göre B Projesi daha verimli bir ilerlemenin yanı sıra daha verimli bir iş akışı sağlamıştır.
 3. Benzer iki proje göz önüne alındığında, işverenin son başvuru tarihlerine karşı hassas olduğu için A projesinde işin daha önce tamamlandığı görülmüştür. Böylece, kesintisiz izleme ve gecikme olmadan çözüm süreci yürütme, montaj süresini hızlandırmıştır.
 4. Öte yandan, Proje A'daki işveren firma, montaj firmasına proje takvimindeki tarihe ulaşabilmek için daha fazla insan gücüne ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Ancak, bu projenin verimliliğine istenildiği gibi katkıda bulunmamıştır. Örneğin, Proje A'da toplam mekanik ilerleme 1.74 m / adam-saat olarak hesaplanırken, Proje B'de sayı 3.35 m / adam-saate ulaştı. Böylece fazla çalışan sayısının verimlilik seviyesini artırmadığı görülmektedir.
 5. B Projesinde, gecikmelerle birlikte inşaat eksikliklerinin giderilmesi proje süresini uzatmıştır.
 6. Yetersiz toprak etüdü, Proje B'deki tüm çalışmaların ilerlemesini etkilemiştir. Bu, montaj süresinin de uzatıldığı anlamına gelir.
 7. B projesinin sürecine bakıldığında, çoğu durumda Proje A'dan daha verimli olduğu tespit edilmiştir. Yani, B Projesi ilerleme verileri gelecekteki uygulamalar için daha iyi bir örnek teşkil eder: mekanik ilerleme için 0.03 ton / adam-saat, boru ilerlemesi için 0.54 inç-m / adam-saat ve elektriksel ilerleme için 3.35 m / adam-saat. Böylece, tahmini 11 aylık süre için personel sayısı belirlenebilir. Bununla birlikte, bu sayı her ay için değişmektedir ve gelecekteki proje planlamalarında bu kıstas da dikkate alınmalıdır.
 8. Mekanik, boru tesisatı ve elektrik işleri için ekipman ve malzeme teminindeki gecikmeler montaj sürecini etkilemiştir.
 9. Ekipman ve boruların potansiyel üretim eksiklikleri için, işveren firma gerekli incelemeleri yapmalı ve problemleri en kısa sürede çözmelidir.
 10. Mekanik işlerdeki her gecikmenin boru tesisatı ve elektrik montaj ilerlemesi üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Benzer şekilde, boru montajındaki gecikmeler elektrik montajındaki ilerlemeyi etkiler.
 11. Borulama işlerinin devamında hem metre hem de inç birimler kullanmanın nedeni, bazen daha küçük çaplı boruların daha fazla yardım gerektirmesidir. Gelecekteki planlar için her iki ünitenin de kullanılması yararlı olacaktır.

12. İşveren firma inşaat programı oluştururken, montaj şirketi tarafından verimli bir süreç elde etmek için hatların bolluk zamanlarını göz önünde bulundurmaları gerekir.
13. Elektrik ve borulama işleri inşaat tasarım planlarına göre değişir, adam saat verileri daha iyi bir proje yönetimi elde etmelerini sağlayacaktır.
14. B projesinde daha verimli bir süreç yönetilmesine rağmen, personel yetersizliği nedeniyle, tamamlamada gecikmeler yaşanmaktadır. Örneğin, on iki bin ton mekanik iş montajı, 11 aylık proje süresince 0.03 ton / adam-saat ile hesaplandığında, personel sayısının 1,700'den fazla olduğu tahmin edilmektedir. Gerçek sayı Proje B'de 1,578 idi. Bu sayının her ay için toplam çalışan sayısı olduğunu unutmayın. Bu nedenle, doğru ekipmanın ve doğru personel sayısının belirlenmesi esastır.
15. Her iki durumda da bölüm şefleri tarafından sunulan düzenli raporlar, projedeki değişiklikler üzerinde anında değişiklik yapılmasını sağlar. Bu sayede gelecek projelerde de kullanılmak üzere dokümantasyon oluşturulur. Yani, bir montaj şirketi benzer projelere devam etse bile çalışan personeller değişebilir. Bu durumda söz konusu dokümantasyon bilgide süreklilik sağlayacaktır.

Her iki projede de birkaç sorunla karşılaşıldı. Bazı sorunlar aylık dilimleri kapsayan zaman kayıplarına neden oldu. Bir projenin planlandığı gibi ilerlemesini beklemek çok iyimser olur. Sorunlar açıkça analiz edilir, ayrıntılı olarak belgelenir ve projedeki sorunların meydana getirdiği sonuçlar ortaya çıkartıldığı takdirde, sadece olan projeye değil, bu gelecekteki projelere hizmet edecektir.

Bu sonuçların ışığında, bir montaj şirketi, belirtilen değerleri kullanarak bir soğuk haddeleme tesisinde karmaşık, daha verimli bir proje yürütebilir. Bu çalışmada belirtilen en iyi uygulamaları kullanmak planlama sürecine harcanan zamanı azaltacaktır. Çelik sektörünün artan talebi göz önüne alındığında da, söz konusu çalışma montaj şirketlerine hizmet edecektir.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] DİSK Birleşik Metal İşçileri Sendikası, "**Demir Çelik Sektörü Raporu**" İstanbul, Türkiye, 2, (2003).
- [2] Sümer G., "Kreditörler Açısından Demir Çelik Sektör Değerlendirmesi" *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(3): 426-451, (2018).

- [3] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, “*Türkiye Demir ve Demir Dışı Metaller Meclisi Raporu*”, Ankara, Türkiye, 2017/300, (2016).
- [4] Kalkınma Bakanlığı, “*Demir - Çelik Çalışma Grubu Raporu*”, Ankara, Türkiye, (2014).
- [5] Project Management Institute, “*A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)*”. 2000th ed. Pennsylvania, USA, Project Management Institute, (2001).
- [6] DALYAN İ., “*Türk İnşaat Sektöründe Proje Yönetimi ve Bilgisayar Destekli Planlama ile Verimlilik Analizi*”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2010).
- [7] Dood J. and Langford D., “Construction management on one large project in London: A case study”, *Construction Management and Economics*, 8(4): 385-398, (1990).
- [8] Kumar A. and Ashok K., “Time / Cost Overrun in Construction of a Steel Plant in Asia: A Case Study” *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* (IOSR-JMCE), 12(5):24-33, (2015).
- [9] Ping C, Qiang M. and Ning Wan J., “Project Management in the Chinese Construction Industry: Six-Case Study,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(10):1016-1026, (2009).
- [10] Potts K., “Managing mega construction projects - learning from two case studies: London Underground’s Jubilee Line Extension and BAA’s Heathrow Terminal 5” *CIB World Building Congress 2007*, Cape Town, South Africa, 14-17 May, (2007).
- [11] Nascimento D, Sotelino E, Pires Santoloni Lara T, Caiado R. and Ivson P., “Constructability in Industrial Plant Construction: A BIM-Lean Approach Using the Digital Obeya Room Framework” *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(8): 1100-1108, (2017).
- [12] Jacoby H.S., “Chemical Plant Construction” *Industrial & Engineering Chemistry*, 27(9): 999-1004, (1935).
- [13] Edwards D.J. and Holt G.D., “Construction plant and equipment management research: thematic review” *Journal of Engineering Design and Technology*, 7(2): 186-206, (2009).
- [14] Gavas M., Yaşar M., Aydın M. and Altunpak Y., “*Üretim Yöntemleri ve İmalat Teknolojileri*”, Üçüncü baskı. Ankara Türkiye, Seçkin Yayıncılık, (2013).
- [15] Schey J.A., “*Introduction to Manufacturing Process*”, 2nd ed. New York, USA, McGraw-Hill, (1987).
- [16] Kapakjian S. and Schmid S.R., “*Manufacturing Engineering and Technology*”, 6th ed. 316-334, PEARSON, (2009).
- [17] SMS group GmbH Processing Lines and Furnace Technology, “*Strip Processing Lines*,” <https://www.sms-group.com/sms-group/downloads/> Erişim (14.01.2019)
- [18] Hassel A.W, Bruder K., Denoose V., Hennion A., Vanden Eynde X., Fiorucci M., Oberhoffer H., Baulig H., Gerdenitsch J. and Wolpers M. "New approaches in electrolytic cleaning of cold rolled steel sheet" Luxembourg, *European Union, Final Report*, (2011).
- [19] RAD-CON, "What is Bell Annealing?," http://www.rad-con.com/strip_processors/HAS.html Erişim (14.01.2019)
- [20] Mishra N., “*Presentation on Electrical and automation system of Cold Roll Mill Plant of JSW*” https://www.slideshare.net/neerajmishra56/presentation-on-electrical-and-automation-system-of-cgl-plant-crm2-jsw-kr?qid=21684b2e-7da1-4eee-ba75-6b57f393f407&v=&b=&from_search=1 Erişim (14.01.2019)
- [21] Parate S,P., “*Study of Various Processes in CCL Plant at JSW Steel Coated Products Ltd.*”, MSc Thesis, Mumbai University Dr. V.N. Bedekar Institute of Management Studies, Thane, India, (2015-2017).
- [22] Harvard Business School Publishing Corporation., “*Harvard Business Review Dergisinden Seçmeler: Proje Yönetimi.*”, Harvard Business School Press, İstanbul Türkiye, MESS Yayınları, (2005).
- [23] Karadeniz Ö,C., “*PERT-CPM ile Proje Planlama, Değerlendirme ve Bir İşletme Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Yöneylem Araştırması Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye, (2007).
- [24] Coşkun O., “*Proje Yönetim Teknikleri ve Uygulamalı İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, Türkiye, (2012).
- [25] Kerzner H., “*Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*”, 9th ed. Newyork, USA, John Wiley & Sons Inc, (2006).
- [26] Greene J. and Stellman A., “*Head First PMP*”, 3rd ed. İstanbul, Türkiye, Yakın Plan Yayınları, (2014).
- [27] Albayrak B., “*Proje Yönetimi ve Analizi*”, Birinci baskı, Ankara, Türkiye, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. (2009).
- [28] Martino R.L., “*Proje İdaresi ve kontrolü: Kritik Yolun Bulunması*”. Birinci baskı. Ankara, Türkiye, Bayındırlık Bakanlığı, (1967).
- [29] Uğur L.O. and Baykan U.N., “Türk İnşaat Firmalarının Proje Planlama Uygulamaları Konusunda Bir Alan Çalışması” *New World Sciences Academy*. 3(3): 418-423, (2008).