

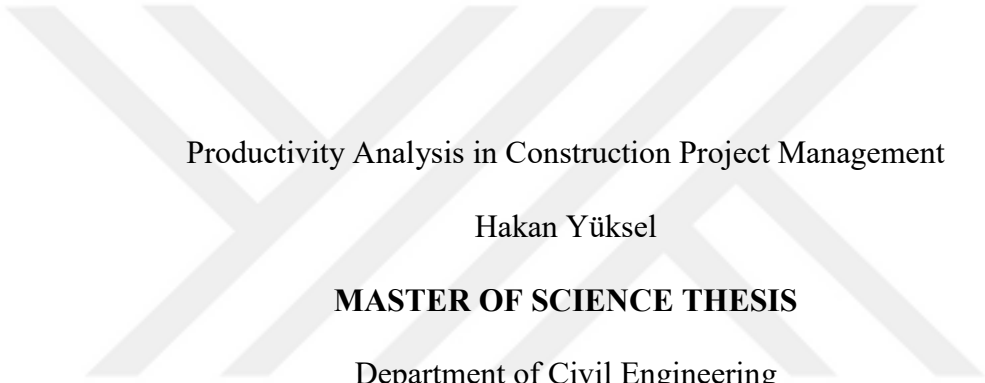
İnşaat Proje Yönetiminde Verimlilik Analizleri

Hakan Yüksel

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2020



Productivity Analysis in Construction Project Management

Hakan Yüksel

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Civil Engineering

June 2020

İnşaat Proje Yönetiminde Verimlilik Analizleri

Hakan Yüksel

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN

Haziran 2020

ONAY

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Hakan YÜKSEL'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "İnşaat Proje Yönetiminde Verimlilik Analizleri" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hakan KUŞAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Abdullah DEMİR

Üye :

Üye :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN danışmanlığında hazırlamış olduğum “İnşaat Proje Yönetiminde Verimlilik Analizleri” başlıklı tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 09/06/2020

Hakan YÜKSEL

İmza

ÖZET

Ülkemizin “Proje Yönetimi” alanında yeni yeni geliştiği, proje yönetim araçlarına alışma sürecinde olan yöneticilerin ekonomi literatüründe en yaygın ifade ile kısıtlı kaynaklar ile sınırsız ihtiyaçların karşılanması belki de en çok uygulanmaya ihtiyaç duyulduğu alan inşaat projelerinde yapım yönetimidir. Maliyet yönetimi, zaman yönetimi ve performans yönetimi kavramlarının en etkili biçimde kullanılabilmesi projelerin belirlenen hedefler ile başarıya ulaşması ve ülke ekonomisini verimli şekilde kullanabilmek için üç temel anahtar kavramdır.

Binlerce iş ağının olduğu ve tamamlanma sürelerin yıllar sürebileceği inşaat projeleri karmaşık yapıda olabilirler. Çoğu uzun dönemli inşaat projelerinde genel eğilim; yapımının tamamlanma süresi yüksek olan tekdüze aktiviteler üzerinedir.

İnşaat proje yönetiminde proje verimine doğrudan etkisi bulunan özellikle kritik yol üzerinde bulunan aktivitelerin günlük ve haftalık bazda takibi önem arz etmektedir. Bu ilerlemelerin finansal karşılıklarının önemli miktarlarda olması üretkenlikteki küçük değişimlerin büyük miktarlar olarak yansması anlamına geldiğinden dolayı verimi etkileyen faktörler, proje yönetiminde büyük öneme sahiptir.

Verimlilik analizleri ile ilgili aktiviteler proje başlangıcından önce planlanan, devam eden süreçte projenin yönetimi ve takibi, projenin tamamlanmasından sonra elde edilen tecrübelerin kayıtları ile ilgili üç dönemde toplanan ve tecrübeler ile değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada proje yönetimi ve verimlilik konularında temel kavramlara, çeşitli istatistiklere yer verilerek ve çalışmasının sonunda yazarın proje başlangıcından itibaren çalışmakta olduğu ve yapımına halen devam edilmekte olan ve bu çalışmada uygulama projesi olarak seçilen bir inşaat projesindeki verilerin yorumlanması ile sayısal değerler üzerinden vaka analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Proje yönetimi, Verimlilik, İşgücü, Planlama, Risk yönetimi

SUMMARY

At the present time “Project Management” is rather a recent application in Turkey and project managers are in adaptation term to get used to management tools, construction management is the field that needs to be applied in the large scaled construction projects and in the economy literature best known as ‘unlimited wants-limited resources’ is the most productive use of cost management, calendar management and scope management are the three main keys to achieve success of project objectives and utilizing the national reserves effectively.

The construction projects that are including thousands of activity networks which will take years to complete might have complex structures. Usually inert activities that will take long time to finish is the general trend of the most long-term construction projects.

Keep tracking activities daily and weekly that has a direct effect on project productivity which is on the critical path has importance at project management. Small changes in productivity has major impact about finance, since these progresses means therefore factors that affecting the productivities are very important in the project management.

Activities related to productivity analyzes evaluated with the information and experiences that collected during three periods which is before the start of the project, ongoing process with the management and follow-up of the project and after the completion of the project.

In this study, fundamental concepts of project management and productivity areas will be covered and data’s that are collected from the currently ongoing construction project and chosen as a research project in this study which is the writer working from the beginning to present will be analyzed and interpreted in the end of the thesis.

Keywords: Project management, Productivity, Manpower, Planning, Risk management

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenim hayatım boyunca değerli bilgilerini ve desteğini esirgemeyerek, bana her konuda ışık tutan, bu çalışmanın gerçekleşmesi için elinden gelen her şeyi yapan saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN'e saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma hayatından uzaklaşmadan yüksek lisans eğitimime devam etmeme izin ve imkân tanıyan, gelişime her daim önem veren ve motivasyonu yüksek tutan amirim, İnş. Müh. Serkan TERCİ'ye ve tez çalışmasına sağladığı veriler ile katkıda bulunan sektördeki kıymetli bilgilerini ve tavsiyelerini hiçbir zaman paylaşmaktan çekinmeyen, İnş. Müh. Volkan YILMAZ'a bu süreçteki kıymetli katkılarından ve sabırlarından dolayı teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her türlü destekleriyle beni hiç yalnız bırakmayarak hedefime ulaşmamı sağlayan annem ve babam, Şenay-Kazım YÜKSEL'e saygı, minnet ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	2
3. PROJE YÖNETİMİ.....	6
3.1. Proje	6
3.2. Program	6
3.3. Proje Geliştirme Süreci	7
3.4. Proje Kısıtları	9
3.5. Projelerde Başarısızlığın Nedenleri.....	9
3.5.1. İnşaat proje yönetiminde bütçenin aşma nedenleri	10
3.5.1.1. <u>Müteahhidin saha yönetimi ile ilgili faktörler</u>	10
3.5.1.2. <u>Tasarım ve belgeleme ile ilgili faktörler</u>	11
3.5.1.3. <u>Finansal yönetim ile ilgili faktörler</u>	11
3.5.1.4. <u>Bilgi ve iletişim teknolojileri ile ilgili faktörler</u>	11
3.5.1.5. <u>İş gücü ile ilgili faktörler</u>	11
3.5.1.6. <u>Malzeme ve ekipman ile ilgili faktörler</u>	12
3.5.1.7. <u>Proje yönetimi ve sözleşme yönetimi ile ilgili faktörler</u>	12
3.6. Proje Yaşam Döngüsü.....	12
3.6.1. Aşama çıkış kapıları.....	13
3.7. Dünya Geneli Proje Yönetimi ile İlgili İstatistikler	14
3.7.1. Proje bütçesi ile ilgili istatistikler.....	15
3.7.2. Proje planlama ve hedef istatistikleri	15
3.7.3. Proje başarı istatistikleri.....	15
3.7.4. Devam eden proje yönetim süreci ile ilgili istatistikler	16

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

3.8. Zaman.....	16
3.8.1. Etkinlik sıralama	16
3.8.2. Etkinlik süreleri tahmini.....	19
3.8.3. Çizelgeleme.....	21
3.8.3.1. <u>Gantt çizelgesi</u>	22
3.8.3.2. <u>PERT</u>	23
3.8.3.3. <u>CPM</u>	23
4. RİSK ANALİZİ ve YÖNETİMİ	32
4.1. Risk Nedir?.....	32
4.2. Risk Alma ile İlgili Üç Ana Etken Bulunmaktadır	32
4.3. Risk Alma ile İlgili Bazı Prensipler	33
4.4. Risk Almamanın Riski	33
4.5. İnşaat Uygulamalarında Risk Yönetimi	33
4.6. Tarihsel Olarak Risk Yönetiminin İnşaat Alanında Durumu	34
4.7. Risk Yönetimi	35
4.7.1. Riskin elde tutulması.....	36
4.7.2. Riskin azaltılması	36
4.7.3. Risk transferi	37
4.8. İnşaat Sektöründe Risk Kayıtları.....	38
4.9. İnşaat Sektöründe Risk Tipleri	39
4.9.1. Müşteri riskleri.....	39
4.9.2. Mütahhit riskleri.....	39
4.9.3. İş sağlığı ve güvenliği riskleri	39
4.9.4. İnşaat projelerinde yangın riski.....	40
4.10.1. Balık Kılçığı Diyagramı	40
4.10.2. Pareto Analizi	41
4.10.3. SWOT Analizi	43
4.10.3.1. <u>SWOT analizinde iç-dış durum değerleri</u>	44
4.10.3.2. <u>SWOT analizinin etkinliği ve başarısı</u>	45
5. ÇATIŞMA YÖNETİMİ.....	47

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

6. VERİMLİLİK	49
6.1. Verimlilik Tanımı ve Kavramı	49
6.2. İşletmelerde Verimlilik Yönetimi	49
6.3. İşçi Verimini Etkileyen Faktörler.....	51
6.3.1. Ek mesai	51
6.3.2. Moral ve yaklaşım	51
6.3.3. Yorgunluk	51
6.3.4. İş yoğunluğunda yığılma	52
6.3.5. Ortak yoğunluk.....	52
6.3.6. Yararlı yoğunluk	52
6.3.7. Eşzamanlı operasyonlar	52
6.3.8. Devamsızlık ve devretmek.....	52
6.3.9. Mobilizasyon / demobilizasyon	53
6.3.10. Hatalar ve eksiklikler	53
6.3.11. Başlama / bitirme	53
6.3.12. İşgücünün yeniden dağıtılması.....	53
6.3.13. Ekibin geç oluşturulması.....	54
6.3.14. Ekipteki personel sayısı ve verimsizlik.....	54
6.3.15. Sahaya erişim	54
6.3.16. Lojistik	54
6.3.17. Güvenlik kontrolü	54
6.3.18. Öğrenme eğrisi.....	55
6.3.19. Dalgalanma etkisi.....	55
6.3.20. Kapalı alan	55
6.3.21. Tehlikeli çalışma alanı	55
6.3.22. Denetimin zayıflatılması	56
6.3.23. Tatiller.....	56
6.3.24. Azalan günışığı.....	56
6.3.25. İklim ve sezon değişimleri	56
6.3.26. Vardiya	56

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

6.3.27. Fazla çalışan sayısı.....	57
6.3.28. Araç ve ekipman yetersizliği.....	57
7. VERİMLİLİK ÖLÇÜMLERİ	58
7.1. Verimlilik ölçümü	58
7.2. Verimliliğin Ölçülme Nedenleri.....	60
7.3. Verimlilik Göstergeleri	62
7.3.1. Statik verimlilik oranı (SVO).....	62
7.3.2. Dinamik verimlilik oranı (İndeksler)	63
7.3.3. Toplam verimlilik oranı	63
7.3.4. Çok faktörlü verimlilik oranı	63
7.3.5. Kısmi verimlilik oranı	63
7.3.5.1. <u>Sermaye (Makine) verimlilik oranı</u>	64
7.3.5.2. <u>Enerji verimlilik oranı (EVO)</u>	64
7.4. Makro Düzeyde Verimlilik	64
7.4.1. Emek-zaman yöntemi.....	65
7.4.2. Parasal yöntem	66
7.4.3. Emek verimliliği.....	66
7.5. İşletme Düzeyinde Verimlilik Analizleri	67
7.5.1. Kurosawa'nın yapısal yaklaşımı	68
7.5.2. Bireysel verimlilik.....	68
7.5.3. Yaklaşımın işletme verimliliğine uygulanması.....	69
7.5.4. Lawlor'un yaklaşımı	70
7.6. Performans Faktörü	73
8. ÖRNEK BİR PROJENİN İŞGÜCÜ VERİMLİLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ	76
8.1. Proje Yönetim Araçları Kullanılarak Mevcut Bir Projenin İncelenmesi	76
9. BULGULAR VE TARTIŞMA	94
10. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	101
KAYNAKLAR DİZİNİ	104
EK AÇIKLAMALAR	107

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sekil****Sayfa**

3.1 Proje Yaşam Döngüsünde işgücü ve maliyet.....	12
3.2 Proje Yaşam Döngüsü boyunca oluşan aşama çıkış kapıları	13
3.3 Proje yönetim sürecinde kapsam adımları.....	15
3.4 AON ve AOA ağlarının karşılaştırılması	16
3.5 AON ve AOA ağlarının örnekler ile karşılaştırılması.....	17
4.1 Örnek bir SWOT analizi	45
6.1 Öğrenme Eğrisi Diyagramı	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Cizelge

Sayfa

3.1. Bazı büyük projelerde maliyet aşırımları (Elmas ve Elmas, 2018)	10
3.2 Örnek bir Gantt çizelgesi.....	23
3.3 Örnek CPM diyagramı	25
3.4 CPM diyagramının görselleştirilmesi.....	26
3.5 Düğüm detayları	26
3.6 Bulunan sonuçların ağ üzerinde gösterimi	29
3.7 Çizelge 3.6 üzerinde yeni verilerin gösterimi	30
4.1 İnşaat proje yönetiminde risk yönetim şematığı.....	35
4.2 Risk kayıtları tablo örneği	38
4.3 Kusurlu bir sıva oluşmasına yönelik balık kılçığı diyagramı örneği.....	41
4.4 Bir Pareto analizinin sayısal örnekler ile diyagramı	42
7.1 Düşük verimlilik tuzağı modeli.....	59
7.2 Adam saat tablosunun örneği ve performans faktörü ilişkisi	74
7.3 Çizelge 7.2'ye ait notlar ve denklemler.....	74
7.4 Performans faktörünün trend eğilimi	75
8.1 Projeye ait termin süreleri ve bütçe bilgileri	76
8.2 Proje ilerlemesinin alındığı kesit tarihi itibari ile ilerleme oranları	76
8.3 Projenin mevcut performansına göre tahmini bitiş tarihi	77
8.4 Projenin mevcut işgücüne göre tahmini bitiş tarihi.....	78
8.5 İnşaat zaman çizelgesi	79
8.6 Aylık ilerleme yüzdesi (kümülatif)	79
8.7 Haftalık ilerleme yüzdeleri.....	80
8.8 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek İş Kalemleri	81
8.9 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek İş Kalemleri İlişkileri Öncülleri	81
8.10 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek İş Kalemleri İlişkileri Ardılları	81
8.11 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek Gantt Chart	82
8.12 Primavera İş Programı Hazırlanmasında Kullanılan Birim Adam*Saat Değerleri.....	82
8.13 Proje aylık iş gücü grafiği (Adam*saat)	84
8.14 Proje aylık nakit akış grafiği	86
8.15 Malzeme sunum / onay durumu	87
8.16 İş emirleri sunum / onay durumu	87

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**Çizelge****Sayfa**

8.17 RFI dosyaları sunum / onay durumu	87
8.18 Planlanan ve edinilen adam*saat değerleri	88
8.19 Fiziksel ilerleme durumu ve bütçe tablosu.....	88
8.20 İnşaat işlerine ait iş kalemlerinin dağılımı	91
8.21 Ana disiplinlerin diğer disiplinlere ve kümülatif olarak oranları	91
8.22 Haftalık Planlanan ve ilerleme yüzdeleri	92
8.23 Günlük puantajların üzerinden aylık çalışan sayısının gösterilmesi (Şubat.20).....	92
9.1 Mevcut proje verileri kullanılarak adam*saat hesap tablosu	97

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
PİH	Planlama İçin Hazır
YİH	Yürütme İçin Hazır
KİH	Kapanış İçin Hazır
AON	Activity on Node (Etkinlik Düğüm Üzerinde)
AOA	Activity on Arrow (Etkinlik Ok Üzerinde)
AR-GE	Araştırma ve Geliştirme
PERT	Program Evaluation and Review Technique (program değerlendirme ve Geliştirme Tekniği)
CPM	Critical Path Method (Kritik Yol Metodu)
ES	The Earliest Starting (En Erken Başlama Zamanı)
LS	The Latest Starting (En Geç Başlama Zamanı)
EF	The Earliest Finishing (En Erken Bitirme Zamanı)
LF	The Latest Finishing (En Geç Bitirme Zamanı)
D	Duration (Süre)
S	The Slack (Bolluk-Aylak Süre)
SWOT	Strength, Weakness, Opportunity, Threat (Güç, Zaaf, Fırsat, Tehdit)
MCAA	Mechanical Contractors Association of America (Amerikan Mekanik Müteahhitler Birliği)
SVO	Statik Verimlilik Oranı
DVO	Dinamik Verimlilik Oranı
TVO	Toplam Verimlilik Oranı
ÇFV	Çok Faktörlü Verimlilik Oranı
İVO	İşgücü Verimlilik Oranı
MVO	Malzeme Verimlilik Oranı
EVO	Enerji Verimlilik Oranı
GSMH	Gayri Safi Millî Hasıla

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
CPA	Company Performance Appraisal (Şirket Performans Değerlendirmesi)
ILO	International Lasodur Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
APO	Asian Productivity Organization (Asya Verimlilik Örgütü)
TE	Total Earnings (Toplam Kazançlar)
EP	Efficiency of Profit (Kâr Verimliliği)
PF	Performans Faktörü
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
PMI	Project Management Institue (Proje Yönetim Enstitüsü)
IPMA	International Project Management Association (Uluslararası Proje Yönetim Birliği)

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnşaat projelerinde geçici bir süre etkinliğini sürdüren ancak bu süre boyunca da varlığının büyük öneme sahip olduğu proje yönetiminde birçok konu ele alınmaktadır. Bu konular içerisinde projenin hangi adımlarla yönetileceği ve bu adımlara ne şekilde karar verilmesi gerektiği ön plana çıkan sorulardır. Projenin başarıya ulaşabilmesi için başlangıçta belirlenen hedeflere ulaşılması gerekirken arka planda tüm bu hedeflerin ve projenin etkin bir şekilde kullanıldığının belirleyicisi verimlilik; ekonomik, süre bazlı ve kapsam yönlerinden projenin başarılı bir organizasyon kurduğunun nicel ölçütüdür.

Proje yönetiminin esasları, inşaat sektöründe proje yönetiminde karşılaşılabilecek durumlar ve proje yönetiminde kullanılacak planlama teknikleri ve araçları etkin bir proje yönetim süreci için incelenmesi gereken konuların başında gelmektedir.

Risk analizi ve yönetimi sadece proje yönetim sürecinde değil her daim uygulanması ve göz ardı edilmemesi gereken bir konudur. Risk almamanın da aslında risk almak anlamına geldiği, proje yönetiminde karşılaşılabilecek riskler ve nihayetinde sürecin nasıl etkileneceği ve risklerin hangi sonuçları getireceği incelenmesi gereken konulardan birisidir. Risk analizinin yanında risklerin mümkün olduğu kadarıyla nasıl kontrol altına alınacağı risk yönetim araçları ile mümkün olmaktadır. Risk boyutuna göre seçilen risk analiz yöntemleri, yönetimi, proje yöneticisinin risk yönetimine nasıl yaklaştığı da risk analiz yöntemi ve yönetiminin başarısının temelini oluşturmaktadır.

Verimlilik; üretim araçlarının ve çıktılarının hangi derecede etkin kullanıldığını, gerekli durumlarda müdahale edilmesi gereken noktaları ve geliştirilmesi için nelerin yapılması gerektiğini gösteren nicel bir ölçüt olarak incelendiğinde, işgücü ve kaynakların en faydalı şekilde nasıl kullanılabileceğinin anahtarı olarak tanımlanabilmektedir.

Verimlilik ölçümleri ise mevcut imkanların etkili şekilde kullanılması için gereken sayısal verilere ulaşılması için yöntem ve metotları tanımlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı proje yönetiminin inşaat sektöründe kullanılması ile birlikte verimliliği etkileyen faktörlerle, verimliliğin sayısal olarak ölçülebilmesi ile ilgili konuların ele alındıktan sonra vaka analizi ile mevcut bir inşaat projesinden veriler aracılığıyla verimlilik ile ilgili değerlerin incelenmesidir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Proje yönetim tarihi ele alınacak olursa, Antik Mısır ve Roma dönemlerinde kullanılmaya başlandığı, piramitlerin inşası ve Roma imparatorluğu ticaret yollarının primitif proje yönetim süreçlerinden geçtiği ve bu sürecin yerini 1950'li yıllarda modern proje yönetimine bırakmasıyla profesyonel iş yaşamında özellikle inşaat sektöründe proje yönetim araçları kullanılmaya başlanmıştır. Geçmiş dönemlerde uygulanmış olan projeler, dönemin ihtiyaç ve kurallarına uygun olan yönetim tekniklerine göre yapılmıştır.

Projeler, 1950'li yıllara kadar resmi olmayan teknik ve yöntemlerle yapıyordu. Kullanılan yöntemler oldukça karmaşık olduğu için Henry Gantt, Gantt şemasını geliştirdi. Gantt çizelgesi de proje yönetiminden bağımsız özel amaçlar için kullanılmaktaydı. O dönemlerde sanayinin gelişmesiyle birlikte iş gücü azalmıştır ve buna bağlı olarak da yeni proje yönetim tekniklerinin gelişmesini sağlamıştır. Bu nedenlerden Gantt şemasının daha kapsamlı şekli olan CPM ve PERT yöntemleri de ortaya çıkmıştır. PERT tekniği, Booz Allen Hamilton (1957) tarafından geliştirilmiştir. Bu teknikler kısa sürede özel girişimlere de aktarılmıştır.

Lawlor (1985) Proje yönetiminde verimliliğin ölçülme nedenleri başlığı altında ilgili ön çalışmaları verimliliği arttırmaya yönelik gerekli altyapıların oluşturulması ve bu altyapıların amaca ulaşması hedeflenerek hangi yollardan geçmesi gerektiğini ana maddeler halinde tanımlamıştır.

Prokopenko (1987) Verimliliğin ölçülmesi ile ilgili çalışmaları işletme düzeyinde uygulayabilmek için sayısal yöntemleri finansal ve süre bazlı incelemiştir. Sayısal yöntemlerin uygulanabilmesi için temel formülleri geliştirmiştir.

Kurosawa (1991) Şirketler düzeyinde verimliliğin ölçülmesi ve yönetimi alanlarında şirket kültürünün verimliliğin ölçülmesi için ihtiyaç duyulan sisteme uygun olması gerektiğini ön plana çıkartarak, verimliliğin ölçülmesi için geçmiş kayıtların tutulması gerektiğini ve bu sayede yeni etkinlikleri planlamaya yardımcı olacak bilgi sisteminin sağlanabileceği ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Abdel-Wahab ve Vogl (2011) Ekonomik olarak Avrupa'da, Amerika'da ve Japonya'da inşaat proje yönetiminin gelişme eğilimlerine, bu eğilimlerin verimlilik esasında

toplam faktör verimliliğine değinmiş ve bu verimliliğin OECD üye ülkeleri arasında işgücü verimliliğinin düşüşe geçtiğini, bu düşüşün yalnızca inşaat sektöründe kalmadığını ayrıca işçilik kalitesinin ve verimin düşmesini toplam faktör verimliliğinin düşmesi ile ilişkilendirmektedir. Verimliliğin inşaat sektöründe uygulanması ile ilgili örnek bir çalışma niteliğindedir.

Emami (2014) Verimlilik kavramları üzerinde yoğunlaşarak İstanbul’da faaliyet gösteren inşaat işletmeleri için anket ile verimlilik analizi çalışmaları, Naser (2019) İnşaat sektöründe proje yönetimi ve verimlilik analizleri konularını ele alarak yine aynı şekilde anket ile Afganistan için anket üzerinden verimlilik analizi çalışmaları yapmışlardır.

Ata (2009) Proje yönetiminin ortaya çıktığı yıllar olan 1950’lerde; ilk defa bir birey proje yöneticisi olarak tanınmış ve bu bireye projenin hedeflerini gerçekleştirme sorumluluğu verilmiştir. Yine ilk defa 1950’li yıllarda proje süre yönetimi ile ilişkili olarak proje 251 İnşaatta Proje Yönetimi; Projenin Başarısına Etkisi Project Management in Construction and Its Effect on Project's Success yönetimi yaklaşımının temel araçları olan ağ diyagram teknikleri geliştirilmiştir.

Ata (2009) 1970 yıllar ve sonrasında var olan teknikler geliştirilmiş, yeni teknikler üretilmiştir. PMI ve IPMA’nın çalışmaları ile proje yönetimi bağımsız bir meslek olarak kabul görmüştür. PMI tarafından profesyonel proje yönetim standardı olan PMBOK oluşturulmuştur. 1986 yılında yayınlanan PMBOK’ta süre ve maliyet yönetimi tekniklerinin yanına proje kapsam, kalite, risk, insan kaynakları, iletişim, sözleşme/tedarik teknikleri eklenmiş ve proje yönetiminin bilgi alanları genişletilmiştir.

Park (2005) İnşaat proje yönetiminde işçi verimliliği sorununu sektörde bulunduğu yıllar boyunca sürekli gündeme getirmiştir. Araştırmacılar çeşitli sayıdaki çalışmalarıyla elde ettikleri verilerle ve araştırmalarıyla bu sorunu incelemişlerdir.

Park (2005) Ayrıca her şirketin elde ettiği verilerin standart olarak inşaat proje yönetimi sektöründe birebir kullanılamayacağı, çoğu şirketin ileride kurumiçinde kullanmak üzere bu değerleri topladığına değinmiştir.

Hwang (2009) Çeşitli araştırmacılar endüstriyel, projesel ve görev seviyelerinde verimliliği ölçmeye çalışmış, bu 3 seviye verimlilik için temeli oluşturmuştur.

Allmon (2000) Genellikle yayınlarında toplam işgücü saat girdisinin bütçe bazlı inşaat çıktılarıyla karşılaştırılması çalışmalarının büyük bölümünü oluşturmaktadır.

Goodrum (2002) İnşaat maliyetlerindeki enflasyondan kaynaklı artışları, eğilim değişiklikleri gerçek işgücü maliyetlerini tam olarak yansıtmadığından dolayı verilerin her zaman güvenilir olmadığını savunmaktadır.

Noor (1998) Çalışmalarında işgücü verilerinin haftalık çalışma saatleri baz alındığında, elde edilen verilerde ilgili iş hakkında varsayımların başka işlerde de çalışma kaynaklı sapmalar oluşturabileceğini öne sürmektedir.

Forbes ve Golomski (2001) Büyük ölçekli inşaat projelerinde karar verme mekanizmalarının tek bir firma tarafından yönetilmesinin kolay olmadığını, diğer şirketlerle işbirliği yoluna gidilmesinin kaçınılmaz olduğunu ve nakit akışından dolayı ortaya çıkan ekonomik sürtünmenin piyasada üretim verimliliğini etkileyeceğini savunmaktadırlar.

Motwani, Kumar ve Novakoski (2015) Tecrübeli yöneticilerin 20. yüzyılda risk analizi ve verimlilik hakkında organizasyonel durumlara göre öngörme yeteneklerinin gelişmeye başladığını ve piyasa koşullarındaki dalgalanmalara karşı rekabet gücünü kaybetmeden karlarını arttırmak için ayak uydurabildiklerini çalışmalarına yansıtmışlardır.

Geral (1997) Nüfus artışı, dünyadaki gelişmelerden, teknolojik ilerlemelerden, piyasa hacminin büyümesinden, rekabetten ve endüstriyel devrimden dolayı ihtiyaç duyulan tecrübeli proje yöneticilerinin yatırımlardaki karı arttırmak ve ticaret ilişkilerini geliştirmesi için proje yönetimindeki önemi hakkında çalışmalara katkıda bulunmuştur.

Alaghbari ve Al-Sakkaf (2019) İnşaat sektöründe, Yemen'deki işçi verimliliğini etkileyen faktörleri 52 başlık altında inceleyerek proje yönetiminde işçi verimliliğinin etkileri hakkında çalışmalar yapmışlardır.

Tavakoli (1985) Çeşitli iş kalemleri, iş miktarları, kaynak tanımı ve üretim-maliyet analizleriyle temel inşaat proje yönetim araçları kullanarak inşaat operasyonlarında verimlilik analizleri hakkında çalışma yapmıştır.

Sofianti (2013) Araştırmalarında, verimlilik kavramının tüm başarılı projelerdeki önemini vurgulamıştır.

Dabla (2013) Makalelerinde proje yönetimin uygulamalarının verimliliği nasıl yükselttiğini açıklamayı hedefleyen çalışmalarını anlatmıştır. Araştırmacı, proje yönetiminin verimlilik artışına nasıl imkan tanıdığının nedenlerini tartışmıştır.

Michael (2016) Proje yönetim yazılımlarının yardımıyla verimliliği arttırmanın yollarını incelemek için başka bir araştırma yapılmıştır.

(Tamlyn ve John 2017) Düşük verimliliğin inşaat sektöründe sürmekte olduğunu teknoloji ve yapım yöntemlerindeki ilerlemelere rağmen yaşandığını göstermiştir.

Dipak (2013) İnşaat projelerinde verimlilik analizinin kullanımını tartışmış ve çalışmadan elde ettiği sonuçları kritik faaliyetlerde verimlilik analizinin uygulanmasının bir kullanıcıyı daha iyi bir izleme mekanizması ile donatabileceğini göstermiştir.

3. PROJE YÖNETİMİ

3.1. Proje

Proje, zaman, maliyet ve kalite gibi bazı kısıtlamalar kapsamında eşsiz bir çıktı yaratmak için oluşturulan geçici bir organizasyon yapısıdır. (Elmas ve Elmas, 2018)

- *Geçici*, projenin bir başlama ve bitiş sürelerinin yani bir ömrü olduğunu belirtir.
- *Benzersiz çıktı*, proje neticesinde elde edilen çıktının (ürünün veya hizmetin) önceden yapılmadığını belirtir. Başka bir çıktı/ürüne benzeyebilir ancak belirgin farklılıklar olacaktır.
- Bir projenin çıktısı bir *ürün* (örneğin yeni bir bina) veya bir *hizmet* (örneğin bir müşavirlik hizmeti ya da bir araştırma projesi) olabilir.
- Projeler, halihazırda *işletme faaliyetlerini* sürdürmek (örneğin mevcut hizmet düzeyini, ilişkileri, üretkenliği korumak için), işletme faaliyetlerini dönüştürmek veya kuruluşun ileride daha verimli ve üretken olabilmesi için çalışma tarzını geliştirmek için de yapılabilir.
- Proje, belirli süre, bütçe, kapsam ve kalite yetkinlikleri ile proje çevresi, yetenekleri, kapasitesi ile ilgili diğer sınırlamalar çerçevesinde tanımlanır, planlanır ve yürütülür.
- Hedeflere ulaşıldığında ve çıktıların projeyi talep eden kuruluş ya da şahıs tarafından kabul edilip, teslim edildiğinde projeler sona erer ve proje oluşumu sonlandırılır.

3.2. Program

Program, bir kuruluşun stratejik hedeflerine ulaşması amacıyla yürüttüğü birbiriyle ilintili projeler ve faaliyetler dizisidir. Kuruluşlar stratejik hedeflerine ulaşmayı program ve projeler aracılığı ile sağlarlar. Programlar bu sebep ile, kuruluşların stratejik planını gerçekleştirmek için kullandıkları bir araçtır. (Elmas ve Elmas, 2018)

Programlar özellikleri genellikle aşağıdaki gibidir:

- Programın parçaları olan bazı projeler programın başlangıcında belirlenmiş veya planlanmamış olabilir.
- Bir programda sonraki projeler bir önceki projelerin sonuçlarına bağlıdır.

- Bitiş tarihleri, amaçların gerçekleştirildiği nokta veya taahhütlerin yerine getirilip kalıcı kuruluşa devredildiği zaman olarak nitelendirilir.
- Programın içeriği büyük değişimlere uğrayabilir.
- Program içindeki projelerin stratejik amaca uygun olup olmadığı sürekli takip edilmelidir.

3.3. Proje Geliştirme Süreci

Bir kalıcı kuruluş misyonu, vizyonu ve hedefleri doğrultusunda, uzun dönemde paydaşlarına, hissedarlarına, müşterilerine ve topluma katkıda bulunmak için hangi pozisyonda bulunması, hangi sektörlerde faaliyet göstermesi, bunların nasıl uygulanılacağı ile ilgili stratejik hedefler belirlerler. Stratejik hedefleri kalıcı kuruluşların fırsatları fark etme, fırsat yaratma ve fırsatları değerlendirmeleri doğrultusunda belirlenir. Fırsatları değerlendirirken nasıl fayda sağlanacağı, riskler ile nasıl başa çıkılacağı gibi etmenler göz önünde bulundurulur. (Elmas ve Elmas, 2018)

Kalıcı kuruluşlar, stratejik hedeflerini genellikle projeler ile gerçekleştirmeye çalışırlar.

Projelerin başlangıcına sebep olan pek çok farklı neden vardır.

- Yeni bir ürün ya da hizmet için müşteri, pazar talebi veya fırsatı değerlendirmek.
- Yasal düzenlemelerde veya örgütsel ihtiyaçta bir değişim yaratmak.
- Maliyetleri düşürmek için yeni bir teknoloji kullanmak.
- Mevcut bir sürecin yenilenmesi veya güncellenmesi.
- Mevcut bir bilişim teknolojileri altyapısının güncellenmesi.
- Mevcut bir hizmetin güçlendirilmesi.

Projeler, operasyonlardan belirgin bir şekilde ayrılırlar. Bir kuruluşta proje, kuruluşun daha etkin olması, büyümesi ve pazardaki rekabete uyumlu olabilmesi için özgün geçici çalışmaları ifade ederken, operasyon tekrarlanan ve genellikle kurumların devamlılığı için gerçekleştirilen devamlı çalışmaları ifade eder.

Proje geliştirme sürecinde üç belge oluşturulur.

Proje Başlatma Talebi: Kalıcı kuruluş tarafından stratejik hedefleri ile uyumlu olarak, bir talebi veya ihtiyacı karşılamak, bir sorunu çözmek veya fırsatı değerlendirmek

için işletme ihtiyaçları ve istenilen proje çıktıları hakkında bilgileri kapsayan bir belge oluşturulur.

İş Planı: İş planı, projenin arkasındaki mantığı açıklar, projenin gerekçesini ve bütçe ihtiyaçlarını tanımlar. Bu belgede, iş bağlamı, problemlerin açıklaması, proje açıklaması, olanaklılığın (fizibilitenin) incelenmesi, muhtemel alternatif çözümler, maliyetler ve zaman ölçeği bulunur.

Proje Beratı (Proje Başlatma Belgesi): Proje beratı projenin resmen tanındığını niteleyen belgedir. Genelde kalıcı kuruluştan bir yönetici tarafından yayınlanır. Bu belge aynı zamanda proje yöneticisine örgüt kaynaklarını proje çalışmalarında kullanması için otorite sağlar.

İş Planı ve Proje Beratı, kapsam, maliyet, zaman ve risk açısından proje tanımıyla ilgili ayrıntılı bilgileri kapsar. Ayrıca kilometre taşları, teslimatlar ve proje yapısı gibi bilgileri de içerir. Proje yöneticisi ve proje çekirdek ekibi proje süresince bu belgelere başvurur ve kullanır.

Proje Geliştirme Süreci sonunda, proje yürütme kurulu veya diğer uygun yönetim kurumu yukarıdaki belgeleri inceler ve projenin ilerlemesinin uygunluğunu denetler ve onay verir.

Proje Geliştirme Süreci tamamlanıp proje kesinleştirildikten sonra projenin hayata geçirildiği kurumsal çevre proje organizasyonu aşamasına geçilir.

3.4. Proje Kısıtları

Projelerde, proje yöneticisi tarafından dengelenmesi gereken birçok engel mevcuttur. Proje çıktıları, proje ihtiyaçlarını yerine getirirken, kapsam, kalite, zaman, kaynak ve maliyet kısıtlarını göz önünde bulundurmalıdır. Kısıtlar genellikle birbirleriyle bağlantılı olurlar. Bir kısıtta yapılan herhangi bir değişiklik, diğer kısıtlamayı önemli oranda etkileyebilmektedir. Kısıtların, proje yönetim sürecinde alınan kararlarda çok önemli etkileri olmaktadır. Kısıtlar hakkında paydaşlar arasında varılacak fikir birliği, proje başarısını önemli ölçüde olumlu yönde etkilemektedir. (Elmas ve Elmas, 2018)

Bazı kısıtlar;

- Süre veya teslim tarihi

- Proje bütçesinin uygulanabilirliği
- Proje kaynaklarının kullanılabilirliği
- Personelin sağlık ve güvenliği ile ilgili etmenler
- Kabul edilebilir risk seviyesi
- Sosyal ya da çevresel etkiler
- Yasal düzenlemeler ve etik

3.5. Projelerde Başarısızlığın Nedenleri

Bilişim projeleri başta olmak üzere, birçok proje öngörülen zamanda ve öngörülen bütçe ile bitirilememektedir. Projelerin ancak yarısı hedeflenen özellikleri karşılayabilmektedir. Dolayısıyla projelerin başarı oranları düşük seviyelerde olmaktadır.

Proje başarısızlığı, genelde proje hedeflerinin gerçekçi ve açık olmaması, zaman tahminlerinin doğru yapılmaması, iletişim eksikliği, personel yetersizliği, proje üst yönetim desteğinin yetersizliği, paydaşların beklentilerinin karşılanamaması gibi sebeplerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Yapılan araştırmalara göre;

- Ulaşım altyapısı projelerinin %90'ında öngörülen maliyet aşılmaktadır.
- Demiryolu projelerinde öngörülen maliyet %45 oranında aşılmaktadır.
- Tünel ve köprü projelerinde öngörülen maliyet %34 oranında aşılmaktadır.
- Karayolu projelerinde öngörülen maliyet %20 oranında aşılmaktadır.
- Ulaşım altyapısı projelerinde maliyet aşımı diğer projelere göre daha fazla olmaktadır.

Çizelge 3.1. Bazı büyük projelerde maliyet aşırımları (Elmas ve Elmas, 2018)

Proje Adı	Maliyet Aşımı
Süveyş Kanalı/Suez Canal 1859-1869	19 Kat
Sidney Opera Binası/Sydney Opera House 1959-1973	14 Kat
Montreal Olimpik Stadyumu/Montreal Olympic Stadium 1973-2006 [5]	13 Kat
Concorde Süpersonik Uçak Projesi 1954-1976	11 Kat
Boston Büyük Kazı Tünel Projesi/ The Central Artery-Tunnel Project 1991-2007 [6]	4 Kat
Panama Kanalı/Panama Canal 1904-1914	2 Kat
Manş Tüneli/Channel Tunnel 1988-1994	2 Kat

3.5.1. İnşaat proje yönetiminde bütçenin aşma nedenleri

Ana nedenler aşağıdaki gibidir. (Karim, Memon, Rahman, 2013)

3.5.1.1. Müteahhidin saha yönetimi ile ilgili faktörler

- Zayıf saha yönetimi ve denetimi.
- Yetersiz ve yetkisiz alt yüklenici seçimi.
- Program/İş programı zafiyetleri.
- Uyumsuz planlama ve program/iş programı.
- Tecrübe eksikliği.
- Hatalı zaman ve bütçe tahminleri.
- Yetersiz izleme, takip ve kontrol mekanizmaları.

3.5.1.2. Tasarım ve belgeleme ile ilgili faktörler

- Yoğun sıklıkta tasarım değişiklikleri
- Tasarım esnasında yapılan hatalar
- İhale sırasında eksik tasarım
- Tasarım yetersizliği ve gecikmeleri
- Tasarımın onaylanması ve gecikme hazırlığının eksikliği

3.5.1.3. Finansal yönetim ile ilgili faktörler

- Müteahhit tarafından karşılaşılan nakit akışı ve finansal zorluklar.
- Saha üzerinde zayıf finansal kontrol.
- İşverenin finansal olarak yetersiz kalması.
- İşveren tarafından hakediş ödemelerinin geciktirilmesi.
- Tedarikçilere ve alt yüklenicilere ödemelerin geciktirilmesi.
- Süre uzatımı ve fiyat farkı gibi sözleşmesel talepler.

3.5.1.4. Bilgi ve iletişim teknolojileri ile ilgili faktörler

- Birimler arası koordinasyon eksikliği
- Birimler arası bilgi akışının gecikmesi
- Birimler arası iletişim eksikliği

3.5.1.5. İş gücü ile ilgili faktörler

- İşçi verimliliği
- Saha işçi eksikliği
- Saha teknik personel eksikliği
- İş gücü maliyetlerinin yüksek olması
- İş gücü devamsızlığı

3.5.1.6. Malzeme ve ekipman ile ilgili faktörler

- Malzeme fiyatlarındaki dalgalanmalar
- Malzeme kıtlığı
- Malzeme ve ekipmanın geç teslimi
- Ekipman erişilebilirliği ve arızaları

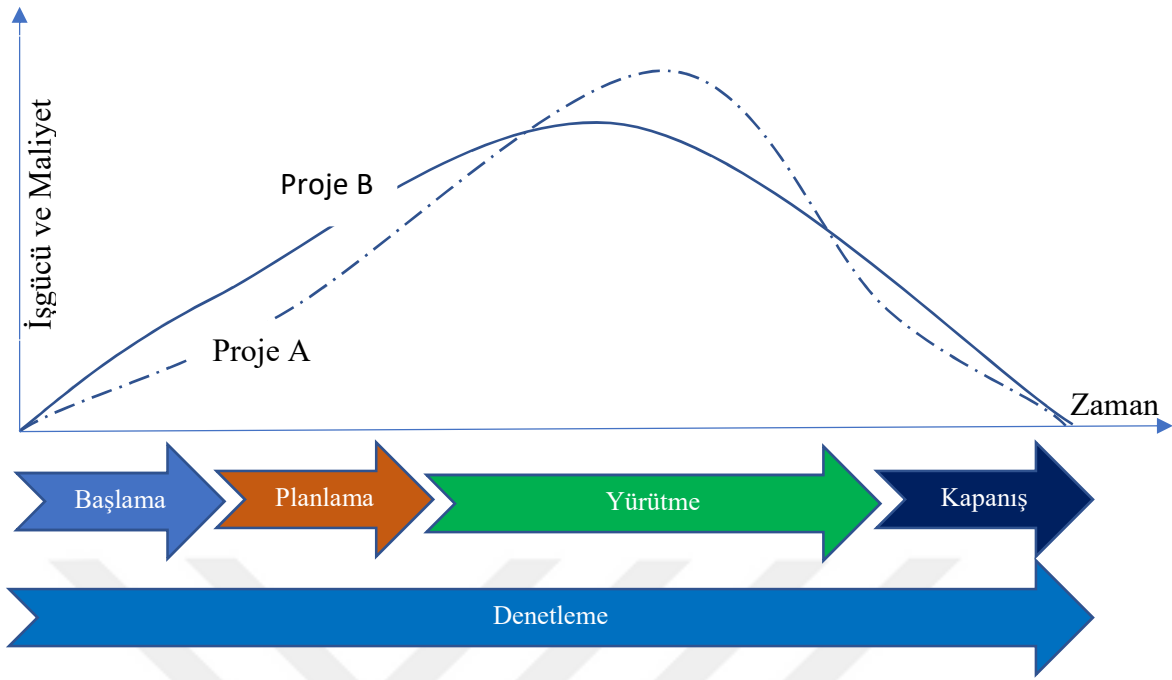
3.5.1.7. Proje yönetimi ve sözleşme yönetimi ile ilgili faktörler

- Yetersiz proje yönetimi
- Proje kapsamının değişmesi
- Kararların alınmasındaki gecikmeler
- Malzeme miktarlarının yanlış öngörülmesi

3.6. Proje Yaşam Döngüsü

Her projenin tamamlaması gereken bir ömrü mevcuttur. Proje Yaşam Döngüsü (PYD), projenin başından projenin sağlıklı şekilde bitirilmesine kadar olan tüm proje faaliyetlerini kapsar. (Elmas ve Elmas, 2018)

Proje Yaşam Döngüsü projenin başından tamamlanmasına kadar birçok adımı kapsar. Projenin başarısı için, Proje Yaşam Döngüsü süresince tüm projeye, adım adım bütün süreçlere, her bir alt projeye, proje yönetim süreçleri uygulanmalıdır. Birbirini takip eden her adımda yeni ve farklı bir çıktı ortaya konması amaçlanır. Bir aşamanın ürünü ya da çıktısı bir sonraki adımın girdisini şekillendirir. Şekil 3.1’de Proje Yaşam Döngüsü ve bu süreç boyunca harcanan iş gücü ve maliyet gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Proje Yaşam Döngüsünde işgücü ve maliyet

Proje Yaşam Döngüsünde ilk etap, proje faaliyetlerinin başlama dönemidir. İkinci etapta etkinlikler planlanır. Üçüncü etapta planlanan etkinlikler uygulanır. Son etapta kabul, teslim ve kapanış etkinlikleri tamamlanır. Bütün bu etaplar süresince denetleme faaliyetleri kesintisiz olarak yürütülmektedir.

Her proje kendine özgü olduğu için, Proje Yaşam Döngüsü süresince sarf edilen işgücü ve maliyet farklılıklar gösterecektir. Örnek olarak, inşaat sektöründe yürütülen bir projenin Proje Yaşam Döngüsü, bilişim teknolojileri ya da savunma sanayileri projelerinin yaşam döngüsünden farklı olacaktır. Benzer olarak, Araştırma ve Geliştirme projelerinin yaşam döngüsü, tedarik ya da bilgi ve iletişim teknolojileri projelerinin yaşam döngüsünden farklıdır. Aynı sektör içinde yürütülen projelerinde bile yaşam döngüsü birbirinden farklı olacaktır.

3.6.1. Aşama çıkış kapıları

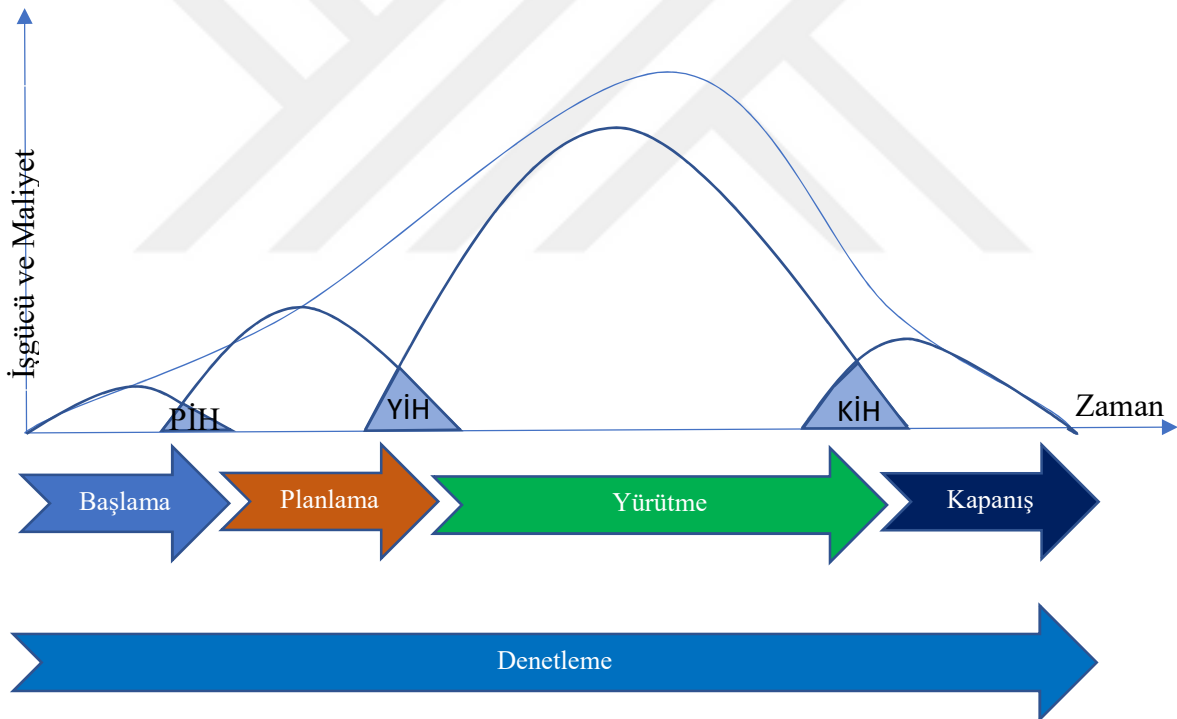
Etkinlikler sürdüğünden, aşamalar arasında sert geçişler yaşanmaz ve örtüşmeler meydana gelir. Bu örtüşmeler Aşama Çıkış Kapısı olarak adlandırılır.

Her aşamanın bitişinde oluşan Çıkış Kapıları, Proje Yönlendirme Komitesinin bir sonraki aşamaya geçmesinden önce projeyi değerlendirmesini ve aşama geçişine izin vermesine fırsat sağlamaktadır. Aşama Çıkış Kapıları aynı zamanda bir kontrol noktası olarak da Proje Yönetiminin genel niteliğine katkıda bulunur ve projenin kontrollü bir şekilde ilerlemesine olanak tanır.

Üç aşama çıkış kapısı vardır. Bunlar sırasıyla;

- PİH (Planlama İçin Hazır): Başlangıç aşamasının bitiminde oluşur.
- YİH (Yürütme İçin Hazır): Planlama aşamasının bitiminde oluşur.
- KİH (Kapanış İçin Hazır): Yürütme aşamasının bitiminde oluşur.

Şekil 3.2’de Proje Yaşam Döngüsü boyunca meydana gelen aşama çıkış kapıları gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Proje Yaşam Döngüsü boyunca oluşan aşama çıkış kapıları

3.7. Dünya Geneli Proje Yönetimi ile İlgili İstatistikler

Proje yönetimi istatistikleri ile ilgili ana maddeler aşağıdaki gibidir. (Betz, 2018)

3.7.1 Proje bütçesi ile ilgili istatistikler

- Ortalama projeler, planlanan bütçesini %27 oranında aşarlar.
- Projelerin %16'lık dilimi planlanan bütçeyi %200 oranında aşar.
- Proje yöneticilerinin %55'i bütçenin aşılmasını başarısızlık olarak değerlendirir.
- Bilişim teknolojilerinin başarısızlık oranları %5 ile %15 arasında tahmin edilmektedir ve yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde yıllık 50 milyar \$ ile 150 milyar \$ arasında kayba neden olduğu tahmin edilmektedir.
- Proje bütçesi 1 milyon \$ olan projelerin, bütçesi 350 bin \$ olan projelere göre başarısızlık oranı %50 daha yüksektir.
- Zaman ve bütçe açısından projelerin %80'i maliyetleri etkin proje yönetimi sayesinde önemli ölçüde azaltmaktadır.
- Proje yönetimi iştirakleri olası sonuçları öngörebildiğinden ve daha güvenilir olduğundan şirketlere 28 kat daha fazla para kazandırmaktadır.

3.7.2. Proje planlama ve hedef istatistikleri

- Organizasyonların birçoğu %30 proje başarı oranına sahiptir.
- Organizasyonların %28'i proje yönetim tekniklerini kullanmaktadırlar.
- Projelerin %64'ü hedeflerini karşılamaktadırlar.
- Bilişim teknolojilerinin %17 şirketin varlığına tehdit oluşturacak şekilde başarısızlığa uğramaktadırlar.

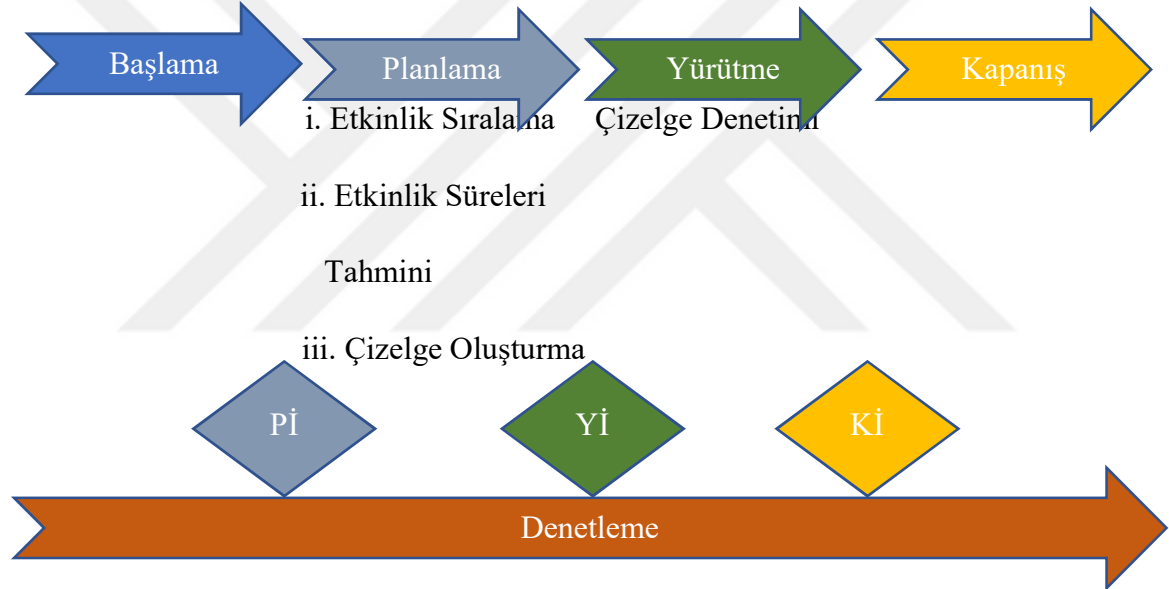
3.7.3. Proje başarı istatistikleri

- Projelerin %68'i efektif proje yönetim sponsoru eksikliğinden dolayı direktif zafiyeti ve problemleri teşhiste sorun yaşamaktadır.
- Yüksek nitelikli projelerin %80'i sertifikalı ve bu yönde eğitim görmüş proje yöneticileri tarafından tamamlanmıştır.
- Yüksek nitelikli şirketlerin %87'si proje yönetim yazılımlarını kullanmışlardır.
- Yüksek nitelikli projelerin %77'si proje yönetim yazılımlarını kullanmışlardır.

3.7.4. Devam eden proje yönetim süreci ile ilgili istatistikler

- 2018 yılında projelerin %14'ü içinde bulunan personel tarafından başarısız sayılmıştır.
- 2017 yılında şirketler yatırılan her 1 milyar \$ için 97 milyon \$ proje yatırımlarından zarar etmişlerdir.
- Proje yönetimi sektörünün 6,61 trilyon \$ artacağı öngörülmektedir.
- Organizasyonların %60'ı, projelerini bir önceki yıla göre %4 oranında büyütürken yönetiyor.
- Organizasyonların %71'i çabuk tepki veren organizasyon yapısı (agile methods) ile yönetiyor.

3.8. Zaman



Şekil 3.3 Proje yönetim sürecinde kapsam adımları

Şekil 3.3'te Proje Yönetim Başlama, Planlama, Yürütme ve Kapanış adımları gösterilmiştir

3.8.1. Etkinlik sıralama

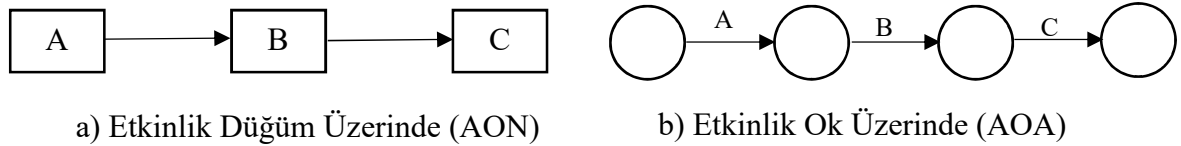
Etkinlik Sıralama, İş Dağılım Ağacındaki faaliyetlerin detaylı bir şekilde incelenmesiyle faaliyetler arasındaki mantıksal korelasyonun ve öncelik düzeninin belirlenmesidir. Gerçekçi ve ulaşılabilir bir Çizelge elde etmek için öncelik sıralarının eksiksiz şekilde belirlenmesi ve mantıksal tasarımın iyi oluşturulması çok önemlidir. Aynı anda öncelik düzeninin belirlenmesi kısmında, faaliyetler arasındaki ilişkiler, etkinliklerin

karşılıklı bağımlılıkları ve bu bağımlılığın türü belirlenmiş olur. Mantıksal tasarım ilişkileri ve çizelgelemeleri kullanılarak görsellik katılır. Bağımlılık türleri şu şekilde sıralanabilir:

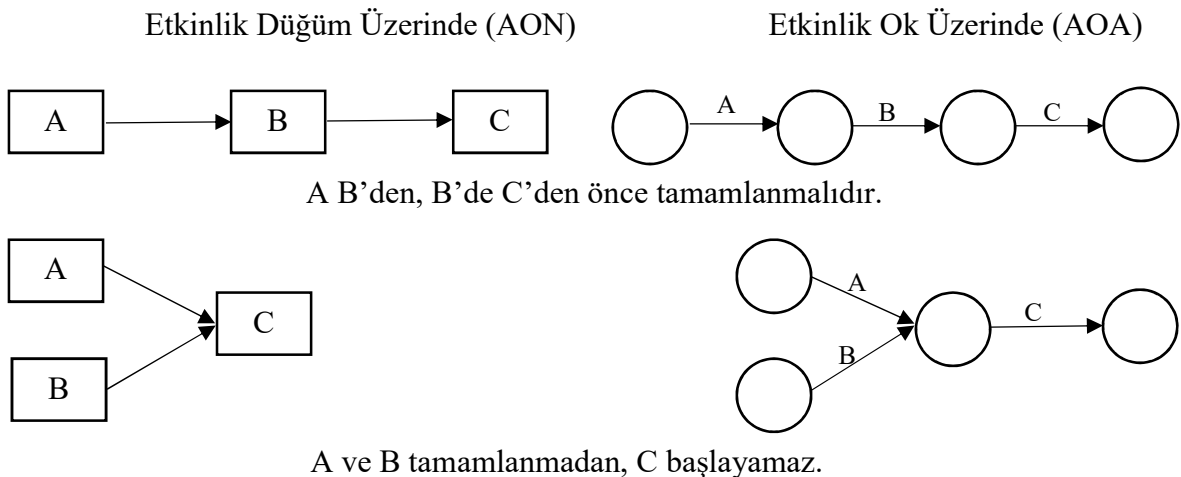
Faaliyetin, sonlandırılması için kaynak ve zaman kullanımına ihtiyaç duyulan durumlardaki görev veya görevler topluluğudur. (Elmas ve Elmas, 2018)

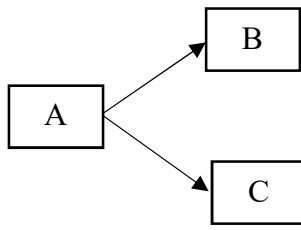
- *Düğüm*, bazı etkinliklerin sonlanması ve yeni etkinliklerin başlaması gerektiğini gösteren zaman içerisindeki bir anı temsil eder.
- *Ağ*, genellikle oklar kullanılarak oluşturulan etkinliklerin ve düğümlerin kullanılmasıyla çizilen olayların birleşimidir. Okun istikameti ise projenin ilerleme yönünü ve böylece de önceliğe sahip etkinlikleri belirtir.
- *Yol*, ağ üzerinde iki faaliyet arasındaki birbirine bağlı olayları belirten gruptur.
- *Kritik etkinlik*, bu faaliyetler arasında aksaklık olması durumunda projenin tamamlanma süresinin uzayacağını belirten etkinliktir.

Ağlar iki farklı şekilde gösterilebilir. Faaliyetlerin düğümler ile ve olayların öncelik bağıntıları oklarla gösterildiğinde faaliyet düğüm üzerinde (activity on node-AON) olarak isimlendirilir. Faaliyetlerin oklarla ve olayların düğümlerle gösterildiğinde ise faaliyet ok üzerinde (activity on arrow-AOA) olarak isimlendirilir.

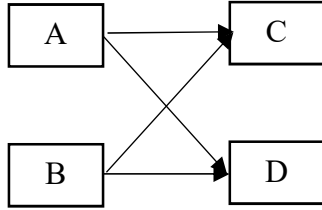
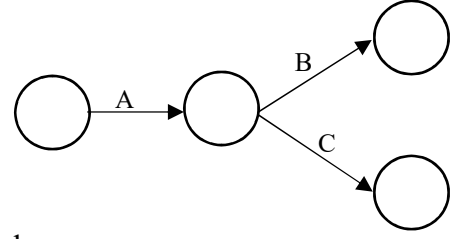


Şekil 3.4 AON ve AOA ağlarının karşılaştırılması

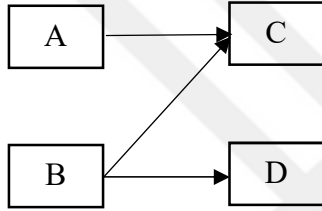
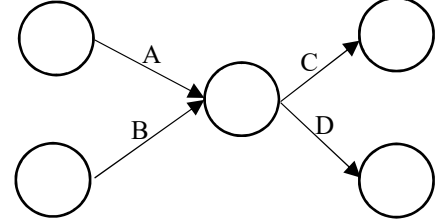




A tamamlanmadan, B ve C başlayamaz.

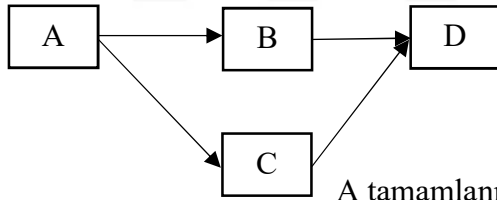
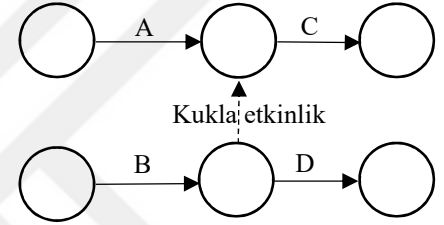


A ve B tamamlanmadan C ve D başlayamaz.



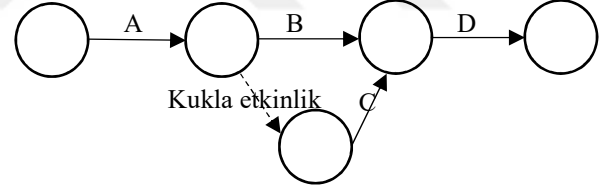
A ve B tamamlanmadan C başlayamaz;

B tamamlanmadan D başlayamaz.



A tamamlanmadan B ve C başlayamaz;

B ve C tamamlanmadan D başlayamaz.



Şekil 3.5. AON ve AOA ağlarının örnekler ile karşılaştırılması

Olası süreç adımları

1. Faaliyetler arasında olan mantıksal ilişkiyi ve öncelik sıraları belirlenir.
2. Faaliyetler arasındaki ilişkileri, faaliyetlerin birbirine karşı bağımlılıkları ve bu bağımlılıkların tanımı yapılır.
3. Alınan derslerin kaydı oluşturulur.

3.8.2. Etkinlik süreleri tahmini

Faaliyetlerin tanımlanması ve öncelik sıralarının belirlenmesiyle beraber faaliyetlerin süreleri tahmin edilmeye çalışılır. Projenin hangi sürede tamamlanacağını hesaplanabilmesi ancak her bir faaliyetin sürelerinin belirlenmesi ile mümkündür. Ancak bu durumun da kesinliği yoktur. Çünkü hesaplanmaya çalışılan işlemler bir anlamda geleceği öngörmeye çalışmaktır. Bu sebeptendir ki bahsi geçen süre, işin pratikte ne kadar süreceği ile beraber oluşabilecek muhtemel sapmalar da dikkate alınmalıdır.

Faaliyet Süre Tahmin sürecinin karmaşık yapısına sahip olmasının ana nedeni faaliyet sürecini etkileyen faktörlerin çok sayıda olmasıdır. Uygun personel miktarı, birimlere atanacak personelin yetenekleri ve bilgi düzeyleri, beklenmeyen durumlar, mesai saatlerinin verimliliği, hatalar ve yanlış anlaşılmalara zaman kıstasını etkileyen faktörlerin başında gelmektedir.

Faaliyet Süre Tahmininde genellikle 5 metot kullanılır.

1. Uzman Değerlendirmesi: Faaliyet sürelerinin tahmin edilmesi, kaynak seviyeleri ya da kaynak üretkenliği gibi farklı etkenlerden dolayı çoğu zaman zor bir yöntemdir. Tarihsel bilgilerle kılavuzluk edilmiş uzman değerlendirmeleri, mümkün olduğu zamanlarda kullanmak için bir seçenektir. Proje Ekibi üyeleri, süre tahmini bilgisini ya da önceki benzer yapıdaki çalışmalarda tavsiye edilen maksimum faaliyet sürelerini de önerebilir. Bu tip bir uzmanlık mevzu bahis değilse, süre tahminleri daha güvenilirmez, riskli ve belirsizdir.

2. Benzeşimsel Tahmin: Benzeşimsel (Analojik) süre tahmini, gelecek dönemdeki bir program faaliyetlerinin süre tahminlerinin temelini oluşturduğu için bir önceki, benzer program faaliyetinin gerçek süresini kullanma esasına dayanır. Bu durum, proje ile ilgili kısıtlı bilgi olduğu zaman (projenin ilk dönemlerindeki gibi) proje süresi tahmininde sık sık kullanılır. Benzeşimsel tahmin, tarihsel bilgiyi ve uzman görüşlerini kullanır.

Benzeşimsel süre öngörüsü en çok önceki faaliyetlerin sadece görünüşte aynı olmayıp gerçekte aynı olan ve öngörülerini hazırlayan Proje Ekibi üyelerine uzmanlık gerektiğinde güvenilir hale gelir.

3. Parametrik Tahmin: Faaliyet zamanlarının temellerinin öngörülmesi, iş yükü ile üretkenlik oranının çarpılmasıyla nicel olarak karşılaştırılabilir. Örneğin, bir tasarım projesinin üretkenlik oranları çizimlerin çizim başı işçilik sürelerinin çarpımıyla ya da bir

kalıp çakılması işinde kalıbın metrekaresi ile metrekaresi başına işçilik ücretlerinin çarpımıyla tahmin edilebilir. Toplam kaynak miktarları, iş periyotları başına işçilik süreleriyle ya da üretim kapasiteleri başına iş periyodu ile çarpılır ve iş periyotlarının faaliyet zamanına karar vermek için kullanılan kaynakların sayısına bölünür.

4. *Üç-Nokta Tahminleri*: Faaliyet süresi tahminlerinin kesinliği, orijinal öngörüdeki risk miktarını göz önünde bulundurarak geliştirilebilir. Üç-nokta tahminleri, üç çeşit tahminin kararlaştırılması esasına dayanır:

İyimser Süre (Optimistic Time): En uygun durumlarda faaliyetin tamamlanması için gerekli olan süredir ve 'a' ile gösterilir.

Kötümser Süre (Pessimistic Time): En kötü durumlarda faaliyetin tamamlanması için gerekli olan süredir ve 'b' ile gösterilir.

En Olası Süre (Most Likely Time): Faaliyetin tamamlanması için gerekli olan süredir ve 'm' ile gösterilir.

Bir faaliyetin süresini tahmin ederken, üç çeşit tahmini sürenin ortalamasını kullanarak inşa edilebilir. Bu ortalama genel olarak tek noktalı, yüksek ihtimalli öngöründen daha kesin etkinlik süresi tahmini sunar.

5. *Yedek Analizi*: Çizelgeleme riskini karşılamak üzere Proje Ekipleri, proje zaman çizelgesi içerisine ihtiyatlı yaklaşım ile yedek olarak ya da yedek zaman şeklinde ifade edilen ilave süreler koyar. İhtiyat yedeği, tahmin edilmiş faaliyet süresinin (sabitlenmiş iş periyotları) bir yüzdesi ya da bir kısmı olabilir ya da sayısal olarak ölçülen program risk analizi ile geliştirilmiş olabilir. İhtiyat yedeği, tamamen veya kısmen kullanılabilir veya proje ile ilgili daha doğru bilgi mevcut olduğu zaman azaltılabilir veya yok da edilebilir. Bu tür ihtiyat yedeği, diğer bağlantılı veriler ve varsayımlar ile birlikte belgeye dökülür.

Olası süreç adımları

1. Her bir faaliyetin süreleri hakkında öngöründe bulunulur.
2. Her bir faaliyetin muhtemel sapmalarını tahmin edilir.
3. Uygun ekibi ve personel sayısını belirlenir.
4. Beklenmedik olaylar hakkında tedbirler alınır.

5. Hatalar göz önüne alınır.
6. Alınan dersler belgelenir ve kaydı oluşturulur.

3.8.3. Çizelgeleme

Çizelgeleme tüm proje döneminin, faaliyet ve eylemlerin uygulanması planlanan zamanın belirlenmesinde kullanılan araçtır. Bu araç mevcut kaynakları ve ihtiyaçları göz önünde bulundurarak faaliyetlerin belirlenmesini, bu faaliyetlerin mantıksal bağımlılıklarını ve faaliyet sürecinin tahmininin içermektedir.

Çizelgeleme, faaliyetlere kaynak tahsis edilmesi de dahil faaliyetlerin ve İş Paketlerinin oluşturulması, düzenlenmesi, devamlılığı ve programlanması, proje teslim tarihinin belirlenmesi ve bunların süre planlamalarının organizasyonu konularını kapsar.

Proje Yaşam Döngüsü modelleri, bunların zaman çerçeveleri ve aşamaları çeşitli sanayi kuruluşlarına ve işletmelere özeldir, farklılık gösterir. Örneğin, inşaat sektöründe kullanılan modeller lojistikte ya da imalat sanayisinde kullanılanlardan ayrılır. Benzer şekilde, AR-GE için kullanılan modeller tedarik zinciri ya da bilişim teknolojileri alanında destek için kullanılanlardan farklıdır.

Proje aşaması, diğerlerinden net şekilde ayrı olan proje sıra düzeninin sürekli bir zaman periyodudur. Bir proje aşaması, bir sonraki basamak için temel olan, proje ürünlerini ve kararlarını içerir. Basamakların belirlenmiş hedefleri mevcuttur ve netleştirilmiş zaman sınırlamaları olabilir. Farklı aşama modelleri koordinasyonlarındaki komplike yapıyı arttıran çeşitli projeler için uygulanabilirler. Belirli bir amaca yönelik ilerlenirken önemli hedef başlangıç ve bitiş tarihleri kullanılabileceği gibi aşama kısıtlaması veya aşamalar arasındaki süreler de kullanılabilir.

Çizelgelemenin amacı hangi faaliyetlerin ne zaman yapılmasına ihtiyaç olduğunu tespit etmek ve bu faaliyetlerin kronolojik olarak mantıksal bir düzene koymaktır. Planlama, süreyi ve faaliyetlerin zamanını olduğu kadar alt projeler ile İş Paketleri arasındaki ortak yönleri de içerir. Planlamada en önemli iş çizelge oluşturmaktır. İş Dağılım Ağacına ve İş

Paketlerine göre faaliyetlerin hangi dönemde, kimler tarafından ve hangi imkân ve kaynaklarla yapılacağı çizelgede gösterilir.

Çizelgelemede, Gantt çizelgeleri, PERT ve CPM gibi teknikler kullanılmaktadır. PERT ve CPM büyük ölçekli projelerin planlaması ve koordine edilmesinde en çok kullanılan iki tekniktir. Bu teknikler aracılığıyla proje yönetici ekibi aşağıdaki gibi sonuçlar elde edebilmektedirler:

1. Proje faaliyetlerinin görsel olarak grafik gösterimi,
2. Projenin öngörülen tamamlanma zamanını belirlemek,
3. Projenin zamanında tamamlanabilmesi için hangi faaliyetlerin önem derecelerinin fazla olduğu,
4. Projenin tamamlanma süresini geciktirmeden hangi faaliyetlerin ne kadar süre ertelenebileceği ya da geciktirilebileceği.

3.8.3.1. Gantt çizelgesi

Proje Yönetiminde yoğun bir şekilde kullanılan Gantt Çizelgesi, proje faaliyetlerinin ve her bir faaliyete karşılık gelen başlangıç ve bitiş tarihlerinin bir takvim düzenlemesiyle görselleştirilmesini sağlar. 1917 yılında I. Dünya Savaşı sırasında Henry L. Gantt tarafından ortaya konulmuş, üretim planlaması yapılırken miktarın değil zamanın esas nokta olduğunu vurgulamıştır.

İş Dağılım Ağacı temel alınarak çizilen Gantt Çizelgeleme Tekniği üst kısımda zaman ölçütlerini gösteren (gün, hafta, ay) zaman eksenini ve sol kısımda hangi faaliyetlerin gerçekleştirileceğini belirten proje faaliyetlerinden oluşmaktadır.

Çizelge 3.2 Örnek bir Gantt çizelgesi

Etkinlik	Süre (Gün)	Temmuz				Ağustos			
		1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. hafta
A	8								
B	18								
C	7								
D	15								
E	8								

Çubuklar, çizgiler ve bir takım özel sembollerden oluşmaktadır. Başlangıç ve bitiş tarihleri zaman eksenini boyunca çizilmiş köşeli çizgiler aracılığıyla, işlem çubuğu ise koyu çubuklar ile ifade edilir. Bunların haricinde görülen içi dolu karo şeklindeki simgeler zamanında ulaşılan ara hedefleri, oklar ise faaliyetlerin bağımlılıklarını belirtmektedir.

Gantt çizelgelerinde dört farklı tipte öncelik tanımlanabilme şansı vardır.

- *Bitiş-Başlama*, ilişkisi bir faaliyet ancak diğer bir faaliyet bittikten sonra başlayabilir.
- *Başlama-Başlama*, ilişkisi bir etkinlik ancak diğer bir etkinlik başladığında başlayabilir.
- *Bitiş-Bitiş*, ilişkisi bir faaliyet ancak diğer faaliyetin bitiş gerçekleştiğinde tamamlanabilir.
- *Başlama-Bitiş*, ilişkisi bir faaliyet diğer faaliyet bitmeden başlayabilir.

3.8.3.2. PERT

PERT (Project Evaluation and Review Technique, Program Değerlendirme ve İnceleme Tekniği), Polaris füzelerinin geliştirilmesinde Amerikan donanmasının çalışmaları sonucunda meydana çıkmıştır. 1950’li yılların bitimine yakın Polaris füze programının hayata geçirilmesi amacıyla Booz, Allen ve Hamilton firmalarının danışmanlığında Amerikan donanmasıyla birlikte ekip kurulmuş, bu ekip istatistiksel ve matematiksel

yöntemler kullanarak projenin plan ve denetim safhaları üzerinde yaptıkları incelemeler neticesinde bu tekniği ortaya çıkarmışlardır. PERT tekniği faaliyet süre tahminlerinde yüksek oranda belirsizlik olması durumunda kullanılmaktadır. PERT, kritik yol tekniğini ağırlıklı ortalama süre tahminine uygulamaktadır. Faaliyet süreleri bilinmiyor veya çok büyük oranda değişim gösteriyorsa üç farklı süre tahminine dayanan *probabilistik süre tahmini* kullanılır. (Elmas ve Elmas, 2018)

- *İyimser Süre (Optimistic Time)*: En uygun durumlarda faaliyetin tamamlanması için gerekli olan süredir ve 'a' ile gösterilir.
- *Kötümser Süre (Pessimistic Time)*: En kötü durumlarda faaliyetin tamamlanması için gerekli olan süredir ve 'b' ile gösterilir.
- *En Olası Süre (Most Likely Time)*: Faaliyetin tamamlanması için gerekli olan süredir ve 'm' ile gösterilir.

Bu üç farklı faaliyet süresinden Denklem 1.1 yardımıyla beklenen süre hesaplanabilir.

$$\text{Beklenen Süre} = (a + (4 \cdot m) + b) / 6 \quad (1.1)$$

PERT zaman tahminlerinin dağılımının beta dağılımına uygunluk gösterdiğini kabul eder. Teorik olarak doğrulanamamasına karşın beta dağılımı uygulamada birçok örnekte uygun sonuçlar üretmektedir. Faaliyetlere ilişkin her bir süre tahmininin, iyimser ve kötümser tahmin aralığında olması gerektiği dikkat edilmesi gereken konulardan biridir. Dağılım simetrik olabileceği gibi sağa veya sola çarpık da olabilmektedir.

3.8.3.3. CPM

CPM (Critical Path Method, Kritik Yol Yöntemi) projenin toplam süresini öngörmek için kullanılan bir ağ analizidir. 1957 yılında Remington Rand'dan J.E. Kelly ve DuPont'dan M.R. Walker tarafından gelişmesine öncülük edilmiştir. Proje yönetiminde doğal olarak amaç projenin mümkün mertebede en kısa sürede sona ermesidir. Ağ üzerindeki kritik yol yani kritik öneme sahip faaliyetlerin belirlenmesi ve kaynakların bu kritik faaliyetlere yeniden dağıtılması mantığına dayanır. Bir proje için *kritik yol*, en kısa tamamlanma süresini hesaplayan faaliyetler serisidir. Bu yol proje ağ boyunca uzanan en uzun ve kısmen en az bolluk olan (aylak süre) yoldur. Dolayısıyla da projenin tamamlanması mümkün olan en kısa

süreyi belirtmektedir. *Aylak süre*, bir faaliyetin projenin toplam tamamlanma zamanını etkilemeden başlama süresinin ertelenebileceği süredir. Bu sebeptendir ki kritik yol üzerindeki her faaliyet için aylak süre olmayacaktır.

Kritik yolun belirlenmesi, projenin denetimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu yol üzerindeki faaliyetlerde gerçekleşecek herhangi bir aksaklık tüm projeyi etkileyeceğinden proje yöneticilerinin bu faaliyetler üzerinde durmaları ve yoğunlaşmaları önem arz etmektedir. Kritik yol üzerinde bulunmayan faaliyetler kullanılarak bu esneklik oluşturulabilmektedir. Proje Yöneticisi bu faaliyetlerin zamanlarını proje takvimine göre düzenleyerek işgücü, mali kaynak, araç ve gereç kullanımını verimli hale dönüştürmeye çabalar. (Elmas ve Elmas, 2018)

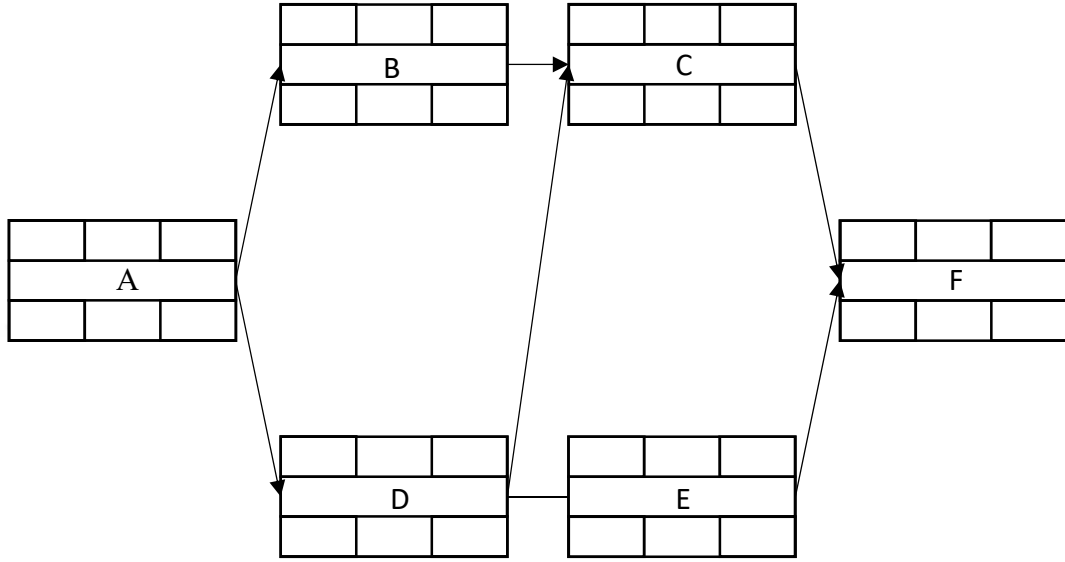
Günümüzde Kutu Diyagram genellikle CPM ile beraber uygulanmaktadır. Örnek Çizelge 3.3'te her iki yöntemin birlikte nasıl uygulandığı detaylarıyla anlatılmaya çalışılmıştır.

Çizelge 3.3 Örnek CPM diyagramı

Etkinlik	Süre			
	İyimser Süre	Olası Süre	Kötümser Süre	Beklenen Süre
A	10	20	30	20
B	10	20	90	30
C	20	30	100	40
D	10	20	35	20
E	10	20	90	30
F	20	30	100	40

Bundan sonra gerçekleştirilecek faaliyetlerin birbirleriyle mantıksal bağları göz önünde bulundurularak Çizelge 3.4'teki gibi bir ağ hazırlanır.

Çizelge 3.4 CPM diyagramının görselleştirilmesi



Çizelge 3.4'teki ağdaki her bir düğümün açılımı Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5 Düğüm detayları

	Süre (t)	EF
Etkinlik		
	Bolluk	LF

a. En Erken Başlama Zamanı (ES = The Earliest Starting): Bir faaliyetin en erken başlangıç zamanıdır. Bir faaliyetin en erken başlama zamanı kendisinden sonra gelen faaliyetin en erken başlama zamanından daha düşük (erken) olması gerekmektedir.

b. En Geç Başlama Zamanı (LS = The Latest Starting): Bir projede en geç başlama zamanı, o faaliyetin başlayabileceği en geç zamandır.

c. En Erken Bitirme Zamanı (EF = The Earliest Finishing): Bir projenin en erken süredeki bitirme zamanını gösterir.

d. En Geç Bitirme Zamanı (LF = The Latest Finishing): Bir projenin en geç bitirme zamanını gösterir.

e. Süre (t) (D = Duration): Bir faaliyetin tamamlanma süresini gösterir.

f. Bolluk (Aylak Süre) (S = The Slack): Bir faaliyetin toplam bolluğu ya da boşluğu, o faaliyetin en geç başlama zamanı ile en erken başlama zamanı veya en geç bitirme zamanı ile en erken bitirme zamanı arasındaki süre farkıdır. Kritik yol üstündeki faaliyetlerin toplam bolluk süreleri yoktur yani sıfırdır.

Bolluk değeri artı, eksi ya da sıfır olabilir. Bolluğun sıfır çıkması faaliyetin istenildiği gibi gerçekleşmek zorunda olduğunu, artı değer çıkması projenin önünde gidildiğini, eksi değer olması ise projenin gerisinde kaldığını ve gerekli önlemlerin alınması gerektiğini belirtir.

Ağ hazırlandıktan sonra (Çizelge 3.5) her bir etkinliğin en erken başlama ve bitirme zamanları ağın en başında yer alan düğümden (olaydan) başlanarak hesaplanır.

- Başlangıç olaydan çıkan A etkinliğinin en erken başlama zamanı;

$$ES(A) = 0,$$

- En erken bitirme zamanı;

$$EF(A) = ES(A) + t_A$$

$$EF(A) = 0 + 20 = 20$$

- B etkinliğinin en erken başlama zamanı,

$$ES(B) = EF(A) = 20$$

- En erken bitirme zamanı;

$$EF(B) = ES(B) + t_B$$

$$EF(B) = 20 + 30 = 50$$

- C etkinliğinin en erken başlama zamanı;

C etkinliğinin kendisinden önce gelen B ve D etkinlikleri tamamlanmadan başlayamaz.

$$EF(B) = 50$$

$$EF(D) = 30$$

Bunlardan en uzun olan EF(B), C etkinliğinin en erken başlama zamanı olur.

$$ES(C) = EF(B) = 50$$

- En erken bitirme zamanı;

$$EF(C) = ES(C) + t_C$$

$$EF(C) = 50 + 40 = 90$$

- D etkinliğinin en erken başlama zamanı;

$$ES(D) = EF(A) = 20$$

- En erken bitirme zamanı;

$$EF(D) = ES(D) + t_D$$

$$EF(D) = 20 + 10 = 30$$

- E etkinliğinin en erken başlama zamanı;

$$ES(E) = EF(D) = 30$$

- En erken bitirme zamanı;

$$EF(E) = ES(E) + t_E$$

$$EF(E) = 30 + 30 = 60$$

- F etkinliğinin en erken başlama zamanı;

F etkinliğinin kendisinden önce gelen C ve E etkinlikleri tamamlanmadan başlayamaz.

$$EF(C) = 90$$

$$EF(E) = 60$$

Bunlardan en uzun olan EF(C), F etkinliğinin en erken başlama zamanı olur.

$$ES(F) = EF(C) = 90$$

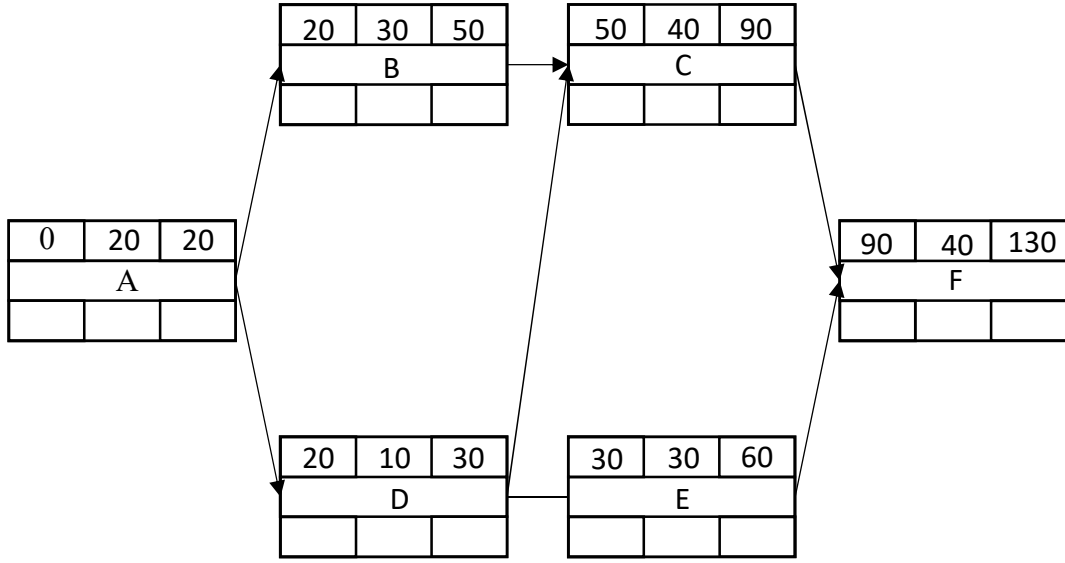
- En erken bitirme zamanı;

$$EF(F) = ES(F) + t_F$$

$$EF(F) = 90 + 40 = 130$$

Çizelge 3.6'da hesaplanan ES ve EF zamanları ile etkinlik süreleri ağ üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 3.6 Bulunan sonuçların ağ üzerinde gösterimi



En geç başlama ve en geç bitirme zamanları ağın en sonunda yer alan düğümden (olaydan) başlanarak hesaplanır.

Son düğümden F etkinliği 130 gün olan proje süresini karşılamalıdır. Diğer bir deyişle 130. gün projenin en geç bitirme zamanıdır. O halde; $LF(F) = 130$ olmalıdır.

Bir etkinliğin en geç başlama zamanı o etkinliğin en geç bitirme zamanından, etkinliğin süresinin çıkarılması ile bulunmaktadır.

- F etkinliğinin en geç başlama zamanı;

$$LS(F) = LF(F) - t_F$$

$$LS(F) = 130 - 40 = 90$$

- C ve E etkinliğinin en geç başlama zamanı;

$$LF(C) = LF(E) = LS(F)$$

$$LS(C) = LF(C) - t_C$$

$$LS(C) = 90 - 40 = 50$$

$$LS(E) = LF(E) - t_E$$

$$LS(E) = 90 - 30 = 60$$

- B etkinliğinin en geç başlama zamanı;

$$LF(B) = LS(C)$$

$$LS(B) = LF(B) - t_B$$

$$LS(B) = 50 - 30 = 20$$

D etkinliğinin kendisinden sonra gelen C ve E etkinliklerinin en geç başlama zamanları kıyaslanır.

$$LS(C) = 50$$

$$LS(E) = 60$$

Bunlardan en kısa zamanı, D etkinliğinin en geç tamamlanma zamanı olur.

$$LF(D) = LS(C) = 50$$

- D etkinliğinin en geç başlama zamanı;

$$LS(D) = LF(D) - t_D$$

$$LS(E) = 50 - 10 = 40$$

A etkinliğinin kendisinden sonra gelen B ve D etkinliklerinin en geç başlama zamanları kıyaslanır.

$$LS(B) = 20$$

$$LS(D) = 40$$

Bunlardan en kısa en geç başlama zamanı, A etkinliğinin en geç bitirme zamanı olur.

$$LF(A) = LS(B) = 20$$

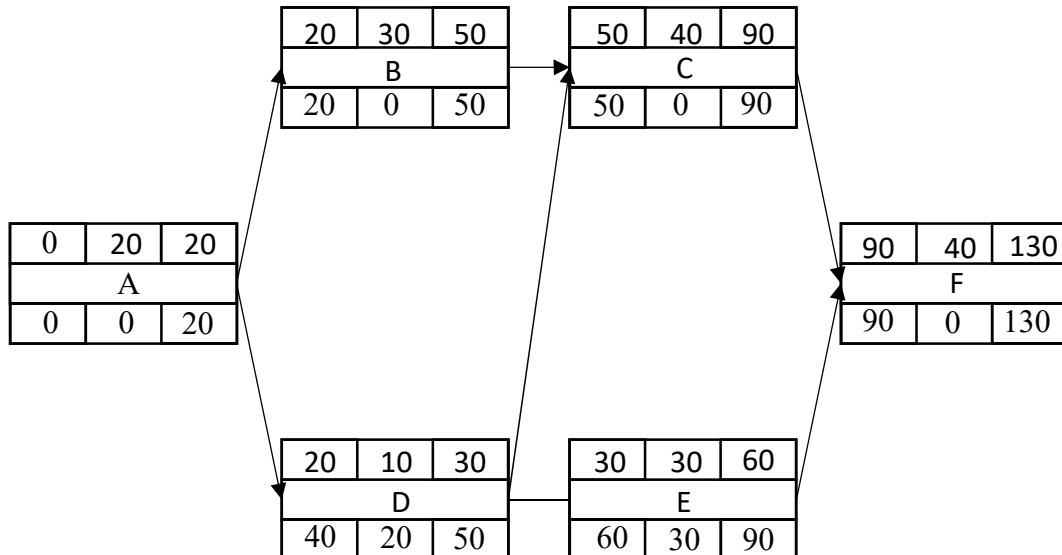
- En geç başlama zamanı;

$$LS(A) = LF(A) - t_A$$

$$LS(A) = 20 - 20 = 0 \text{ olur.}$$

Çizelge 3.7’de hesaplanan ES, EF, LS, LF zamanları ile etkinlik ve boşluk süreleri ađ üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 3.7 izelge 3.6 üzerinde yeni verilerin gösterimi



Projenin en erken tamamlanma zamanı başlama tarihinden itibaren 130 gündür. Ağdaki en uzun yol A, B, C ve F etkinliklerini içeren yoldur. Bulunan değerlerden $ES = LS$ ve $EF = LF$ olan etkinlikler yani bolluk süreleri sıfır olan A, B, C ve F etkinlikleri ağı kritik yolunu oluşturmaktadır. Kritik yol üzerinde olabilecek herhangi bir gecikme tüm projenin gecikmesine neden olacaktır.

Olası süreç adımları

1. Etkinlikleri ve İş Paketlerini tanımlanır ve düzenlenir.
2. Süre hesaplanır.
3. Proje ya da aşama planlanır.
4. Kaynaklar tahsis edilir ve dengelenir.
5. Hedeflenmiş, planlanmış ve gerçek tarihler karşılaştırılır ve gerekirse öngörü güncellenir.
6. Değişikliklere göre süre planı denetim altında tutulur.
7. Alınan derslerin kaydını belgelenir ve tutulur.

4. RİSK ANALİZİ ve YÖNETİMİ

4.1. Risk Nedir?

Riskin tanımı, fırsatlar ve tehditlerin dahil olduğu belirsizliktir. Risk alınmadan fayda sağlanması olanaksızdır. Bütün işlerde risk mevcuttur, önemli olan nokta ise risklerin iyi idare edilebilmesi ve kontrol altına alınmasıdır. (Anonim, 2019 b)

Risklerin kontrol altına alınabilmesi ve idare edilebilmesi için; risklerin değerlendirilmesi, tanınması, karşılaşıldığında alınacak önlemlere yönelik planlamanın yapılması ve pratik tecrübenin edinilmesi, riskin izlenebilmesi için gerekli sistemin yaratılması, uyarı noktalarının saptanması, riskleri düzeltici, önleyici ve/veya hafifletici yatırımların hayata geçirilmesi ve alınacak riskler hakkında mantıklı kararlar alınması gerekir.

4.2. Risk Alma ile İlgili Üç Ana Etken Bulunmaktadır

- Bilinen şeyler,
- Bilindiği sanılan şeyler,
- Bilinmeyen şeyler.

İnşaat sektörünün her noktasında ve her anında, riskin menbası ve muhtemel sonuçları ile alakalı olarak, yatırım kararlarını veren işverenler, tasarım kararlarını alan mimar ve mühendisler veya ekonomik kararlar alan inşaat yatırım uzmanları tarafından, çeşitli kararlar sürekli alınmak zorundadır. Bu kararlar genellikle yüksek performans hedeflerini içerirler. Bu hedefler çoğunlukla, her biri termin süresi, bütçe, kapsam ya da teknolojik özellikle gibi kısıtlı kaynaklar için talepte bulunarak, birbirleriyle çelişir. Sonuç odaklı olarak ulaşılması gereken hedefe hangi kararlar ile ya da yaklaşım ile varıldığı büyük önem arz etmez bu metotlar ikinci plandadır. Bütün karar alma yöntemlerinin nihai amacı; ihtimallerin, sonuçların ve ekonomik seçeneklerin karar alıcılara amaçları doğrultusunda fikir verecek bir çeşit tablo oluşturma amacı ile bir anlamda yol gösterici haritanın çıkarılmasıdır. (Uğur, 2016)

4.3. Risk Alma ile İlgili Bazı Prensipler

- Az getirisi olan ödüller için çoğunluğu riske atılmamalıdır.
- Her daim daha uzun süreler planlanmalı.
- Her daim riskin hem muhtemel sonuçlarını hem de olası nedenleri analiz edilmelidir.
- Beklenmeyen durumlar için olarak mutlaka alternatif yolların seçenekleri değerlendirilmeli.
- Ataletin mazereti olarak başka kişiler bahane edilmemelidir.
- Yalnızca kuralların sebeplerine bağlı kalarak risk alınmamalı.
- Kişisel itibarın yitirilmesi göze alınmadığı ve bunu engellemek için risk alınmamalıdır.
- Hiçbir zaman sahip olunan bütçenin kaybetmeye izin verdiğiinden fazlası riske atılmamalı.
- İşin uzmanlarından tavsiye istenmeye her daim hazırlıklı olunmalıdır.
- Deneyimlerin ve bahislerin alınacak risk ile ilgili göz önünde bulundurularak değerlendirilmeleri göz ardı edilmemeli.
- Riskin hem kontrol edilebilen ve de kontrol edilemeyen bölümleri göz önünde bulundurulmalıdır.

4.4. Risk Almamanın Riski

Eğer birey uzun bir süre boyunca hareketsiz kalır ve uzuvlarını aktif bir şekilde kullanmazsa, uzuvlarını kullanma yeteneği tamamen körelebilir. Eğer hisler zorlanmazsa keskinliklerini kaybederler. Eğer birey, risk almazsa risk alma kapasitesini yitirir. İşte bu risk almamanın riskidir.

4.5 İnşaat Uygulamalarında Risk Yönetimi

İnşaat sektörü doğal olarak riskli fakat teknik olarak yazılım, savunma, uzay sanayii gibi alanlardan daha düşük derecede teknik yapıda karmaşık bir yapıya sahiptir. Bundan dolayı uzmanların tasarım ve inşaa dönemlerinde aktif bir şekilde bulunmaları projede üretim için belirlenen sürede tamamlanması en önemli sebeptir.

4.6 Tarihsel Olarak Risk Yönetiminin İnşaat Alanında Durumu

- Zaman ve bütçe olarak düşük başarı oranları.
- Yüksek oranda anlaşmazlıklar ve hukuki süreçler.
- İş için yoğun rekabet ortamı.
- Düşük kar oranları ve riskli gelir durumları.
- Yetersiz güvenlik önlemleri ve mesleki hastalıkların fazlalığı.
- Yatırımdan beklenen yüksek geri dönüş beklentileri.
- Zaman ve bütçe darlıklarının oluşturduğu baskılar.
- Sağlık ve güvenlik mevzuatlarının getirdiği yükümlülükler.
- Taahhüt edilen tasarım ve inşaat zamanında işin sonuçlandırılmaması.
- Beklenen taslak planının, detaylı planın veya bina yasal onaylarının tasarım programında izin verilen süre içinde alınamaması.
- Projenin gecikmesine neden olan beklenmeyen, ters zemin koşulları.
- Projenin gecikmesine neden olan aşırı derecede sert hava koşulları.
- Yasal grevler.
- İş gücü ve malzemede beklenmeyen fiyat artışları.
- İşin tamamlanmasının ardından bir kiracı/işletmeci bulunamaması.
- Operatörlerden birinde fiziksel bir yaralanmaya neden olan bir kaza.
- Yapıda, kötü işçilikten doğan örtülü eksik ve hatalar.
- Fors Majör (sel, deprem, salgın hastalık vs.).
- Müteahhit tarafından, tasarım ekibinin tasarım detaylarının geç tamamlanmasından kaynaklanan kayıp ve harcamaların karşılanması yönünde talep.
- Projenin, müşterinin bütçesinin izin verdiği sınırlar dahilinde tamamlanamaması.

Genellikle inşaat projelerinde risk görmezden gelinir ya da isteğe bağlı olarak müdahale edilir ve riski yönetmek için %10 risk faktörü eklenmesi yaygındır.

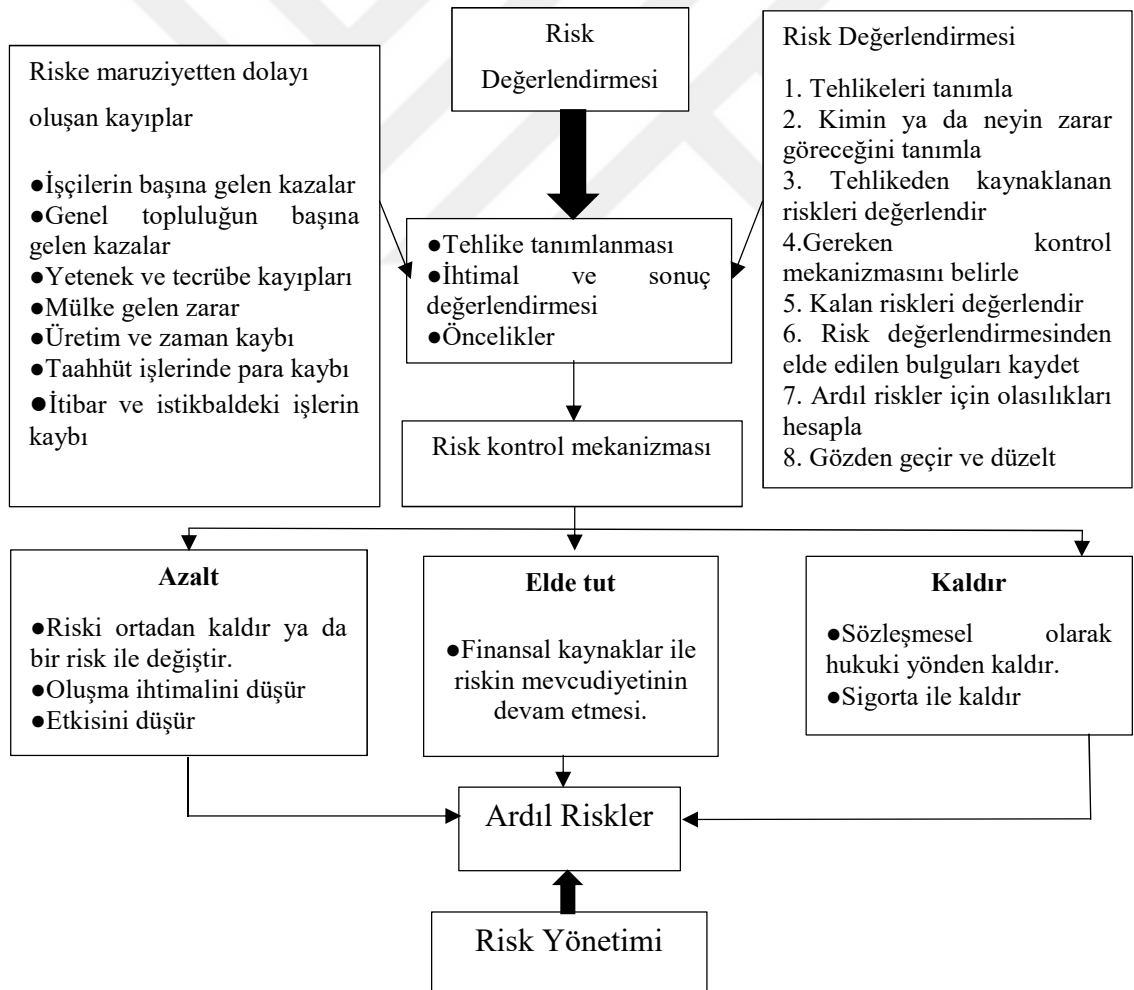
Ancak genel olarak tanımlanmamış tehlikeler, öngörülemeyen riskler proje yönetimi üzerinde en yüksek etkiye sahip risklerdir. (Anonim, 2019 c)

Bundan dolayıdır ki inşaat alanında risk yönetimi; kazaları, bütçe ve zaman kayıplarını, mülke zararı ve itibar kayıplarını azaltmak için efektif risk yönetimi bir görevdir.

4.7 Risk Yönetimi

İnşaat sektöründe risk yönetimi; planlama, izleme ve müdahale için tasarlanmış olup bu eylemlerin riskin getirdiği olumsuz etkileri önlemek için bir ihtiyaçtır. Bunun için tehlikeyi tanımlamak, riskin getirdiği sınırlara değer biçmek, riski kontrol altına almak için değerlendirip olası ardıl etkileri yönetmek olarak özetlenebilir. (Cooke ve Williams, 2005)

Çizelge 4.1 İnşaat proje yönetiminde risk yönetim şematığı



4.7.1. Riskin elde tutulması

Tüm riskler aktarılmaya uygun değildir, ancak aktarılmaya müsait olsalar da bu tür bir davranışın ekonomik olmasının kesinliği yoktur. Bu tür durumlarda riskin elde tutulması gerekmektedir. Bununla da kalmayıp, bazı durumlarda riskin bir kısmının elde tutulması da tercih edilebilir. Örnek olarak, böyle bir elde tutma faaliyeti neticesinde sınırlı tedbir ve sigorta poliçe bedelinin ödenmesi öngördüğü telafi miktarının düşmesi ile birlikte sigorta primlerinde oluşacak bir azalma da tam kapsamlı bir sigortaya tercih sebebidir; prim bedelini gözden çıkarmak ile olayın meydana gelme ihtimali ve sonucunda oluşabilecek kayıplar arasında bir kumar oynanmaktadır. (Uğur, 2006)

Özet olarak, ilgili etkenler şunlardır;

- Sigorta primi için ayrılan bütçe
- Oluşabilecek en büyük olası kayıp ve kaybın olası sonuçları,
- Sigorta olmaması durumunda kayıpların olası maliyeti.

4.7.2. Riskin azaltılması

Riske maruz kalma oranının düşürülmesinin bir diğer çözüm yolu da risklerin diğer taraflarla bölüştürülmesidir. Ana yüklenici, üzerinde bulunan, teslim tarihlerinin uzamasından dolayı oluşabilecek hasarlar için yapması beklenen likit risk telafisi riskine karşı olan savunmasızlığı, yerel alt yüklenici sözleşmelerine ekleyeceği likit telafi maddeleri ile düşürmeye çalışacaktır.

Benzer olarak sözleşmede yapılan bazı değişikliklerle, sözleşmedeki mevcut yönetim harcı türlerinin kullanımı müteahhitlerin negatif yaklaşımlarını ortadan kaldıracak ve müteahhitten kaynaklanabilecek doğrudan kayıp ve harcamaya karşı tazminat taleplerinin oluşma ihtimalini azaltacaktır.

Riskin azaltılması dört maddede incelenebilir. Eğitimler ile çalışanları meydana gelebilecek risklere karşı uyarmak birinci sırada gelir. İkinci sırada kayıpların oluşmasını indirmek amacıyla fiziksel koruma önlemlerinin alınması gelir. Örnek olarak, bir müteahhit akredite ve tarafsız bir kalite güvence ve kontrol firması ile anlaşarak tüm projelerinde ikincil kontrol mekanizmasının olmasını isteyebilir. Maliyetli bir seçenek olsa

da hataların gözden kaçma olasılığını azaltır. Üçüncü sırada tutarlılığın sağlanması ve insanların “what if/gerçekleşirse?” sorularının üzerinde durmaları için belli sistemlerin olması gereklidir. Dördüncü ve son olarak ise çalışanları ve mülkiyeti korumak için fiziksel koruma önlemleri gerekir. Bir inşaatta tipik bir risk azaltılması örneği olarak, yangın söndürme sisteminin kurulumu ile gözlemlenebilir. Yönetmelikler yangın söndürme tesisatının kurulmasını şart koşmasa da müteahhit olası bir yangından oluşabilecek hasar ile uğrayabileceği kaybı azaltma ihtiyacı hissederek yangın söndürme sistemi için bütçe ayırabilir.

4.7.3 Risk transferi

Riskin transfer edilmesi risk kaynağının sahip olduğu etkiyi azaltmaz veya ortadan kaldırmaz, sadece riskin başka birisi tarafından yüklenmesini sağlar. Bazı durumlarda ise riskin aktarılması, riskin aktarıldığı tarafın üstlenilmesi beklenen riskin bilincinde olmaması sebebiyle riski önemli bir biçimde artırır. Örnek olarak ana yüklenici bir alt yüklenici ile anlaşma yapacağı dönemde sözleşmeye hem genel sözleşme için hem de ana yüklenici tarafından yaşanabilecek kaybın tahakkuku için geç tamamlanmadan dolayı bir likit telafi ve karşılanmış hasarlar maddesi ekleyebilir. Alt yükleniciye transfer edilen ilave riskin farkında olmayabilir ve aynı zamanda bu riski taşıyabilecek ekonomik yeterliliğe de sahip olmayabilir.

Risk transferinin en yaygın uygulanması belirsiz risk miktarını belirli bir ekonomik karşılığa sahip sigortalama sistemidir. İnşaat endüstrisinde bu yöntem ile risklerin kapsanması gün geçtikçe daha da maliyetin arttığı bir durum olmaya başlamıştır. İnşaat proje yönetiminde, hatasız bir inşa dönemi garanti edilemez ve oluşabilecek hatalar projenin tamamlanmasından uzun bir süre geçtikten sonra dahi meydana gelebilir.

İnşa döneminde sorumluluk sahibi olan yetkin personel sıklıkla mahkemelerde birbirleri ile karşılaşmaktadırlar. Müşterilerin, dava ve onarım masraflarının karşılanabilmesi için hatanın ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek hasarların sözleşme ve şartnamedeki yetersiz maddelerden, ihmallerden veya sözleşmeden bağımsız hatalardan dolayı meydana gelen bir atlamadan kaynaklandığını, hukuki süreçler doğrultusunda ispatlamak zorunda kalmaları gibi bir risk söz konusudur. Müşterilerin hukuki bir süreç

başlatabilmeleri için yeterli miktarda ekonomik durumu olmayabilir. Müteahhitler ve tasarım sorumluları tarafından duruma bakıldığında da bu kimseler projenin tamamlanmasından yıllar sonra dahi tazminat taleplerine karşı potansiyel olarak sorumluluk sahibidirler. Bunun dışında da pek çok tarafın müdahil olduğu eylemlerde ortak sorumluluğun uygulanması inşadan sorumlu teknik personellerinin bir veya daha fazla üyesinin haksız bir biçimde, üzerine düşmesi gereken telafi miktarından daha büyük bedeller ödemesine sebep olabilir.

Proje sigorta poliçesi ana yüklenici ve bina sahibi(işveren) tarafından başlangıç tasarımı döneminde anlaşılmalıdır. Müşteriler ve kiracılar açısından en büyük faydası, maliyetlere ve örtülü hataların meydana gelmesi sonucunda oluşabilecek endişelere karşı sunulan poliçe kapsamında sağlanan korumadır. Tadilat maliyetleri, objektif bir temelde hem hızlı hem de verimli bir biçimde hata ve kusurların doğru şekilde sigortalanması için kesin olarak telafi edilebilir olacaktır. İnşaat işlerine dahil olan tüm tarafların sahip oldukları sorumluluklar mahkemeye başvurmayı gerektirmeyecek şekilde açıkça belirtilerek anlaşılır hale getirilmektedir. Güvenilir bina kalitesi bu sayede, dava edilme korkusuyla veya çok yüksek sigorta maliyetleri tehditleriyle yenilikleri boğmadan elde edilecektir.

4.8. İnşaat Sektöründe Risk Kayıtları

Diğer sektörlere benzer olarak inşaat sektörü de risk kayıtlarını kullanır, fakat zaman ve bütçe etkilerini kontrol ve ardıl etkilere müdahaleleri dahil etmeden değerlendirebilir. Risk tanımını bütün projeler çapında genel riskler olarak uygulanabilir, riskler projeye özgüdür ve riskler bütün müdahalelere rağmen ardıl riskler bırakırlar. Risk kaydına bir örnek aşağıda verilmiştir. (Anonim, 2019 c)

Çizelge 4.2 Risk kayıtları tablo örneği

[illegible]

4.9 İnşaat Sektöründe Risk Tipleri

Temin sürecinde proje başlarken inşaat sektöründe erken evrede risk en yüksek seviyededir. Sayısız temin süreci, inşaat projelerinde çeşitli risk ağırlığını müteahhit ve müşteri arasında dengeler. Örnek olarak müşteri odaklı tasarı, müteahhidi finansal alanda tasarım ve yapım sürecinde büyük bir risk ile yüzleştirir. (Anonim, 2019 c)

4.9.1. Müşteri riskleri

Müşteri riskleri bütçe, kalite ve zaman olarak tanımlanabilir. Risk yönetimi müşteri tarafında şu alanlarda değerlendirilebilir:

- Ön çalışma riski – seçenekleri göz önünde bulundurarak ve önerilen çözümleri ortaya sunarak oluşturulan zorlu iş durumu arkasındaki kararlar.
- Tasarı riski – müdahale seviyesinin tasarı aşamasında ne kadar azaltılabileceği ile ilgili kararların ardıl riskler bırakması.
- Bütçe riskleri – müteahhide ödenecek kaynakların riskleri çözebilecek düzeyde olabilmesinin teminatı.
- Ticari risk – ortaya çıkacak yeni ürünün müşteriye sağladığı karların, olumsuz zaman, bütçe ve kalite ile karşılanamaması.

4.9.2. Müteahhit riskleri

Teklif aşamasında fiyat ve zamanın taahhüt edilen miktarları aşması durumu müteahhitler için en büyük risktir. Kar oranının yanlış keşiften kaynaklı düşmesi ve zarar durumu da müteahhiti zarar uğratacaktır. Alt yüklenicilerin verilen sözleri tutmaması ve seçimin işin uygun olmayan yapım yönteminin tahmin edilenden pahalıya mal olması durumunun ortaya çıkması da müteahhit için tehdit oluşturmaktadır.

4.9.3. İş sağlığı ve güvenliği riskleri

Şantiyelerde günde ortalama 2 ölümlü iş kazalarının yaşandığını istatistikler gösteriyor ancak bu kazaların %90'ı önlenabilir kazalardan oluşmaktadır. İş sağlığı ve

güvenliği riskleri doğrudan ve dolaylı olarak mevzuatlar ile düzenlenmesi ile ilişkilendirilmiştir. Tüm projeler için iş sağlığı ve güvenliği sağlanması için proje kapsamında iletişim kurulmasının önemi ön plana çıkmaktadır.. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gibi onaylanmış uygulama denetimi ilgili yürürlükteki rehberde mevzuat altındaki güvenlik planını, yetkililerin görevlerini ve sorumluluklarını açıklar.

4.9.4. İnşaat projelerinde yangın riski

Yangın riski her zaman şantiyelerde mevcuttur ve müteahhitlerin gerekli önlemleri zayıf olmadan almalarını gerektirir, yangınla mücadele ekipmanlarının temini ve bakımı, çalışanları mücadeleye yönelik yönlendirmek ilgili mevzuatlarda belirtilmiştir. Müteahhit yapım aşamasında yangın ile ilgili dahil olmak üzere sigorta yaptırmalıdır. Uygulama el kitabı ana yüklenici tarafından, şantiyelerde yangın önleme planı mutlaka geliştirilmesi gerektiğini belirtir. İnşaat sektöründe yasalara bağlılık sözleşmede kullanılan sözleşme koşullarına uymak için temel şartlardan biridir. (Anonim, 2019 c)

4.10.1. Balık Kılçığı Diyagramı

Etki-Neden Diyagramı, risk ve risk faktörleri arasındaki bağlantıyı görselleştirmeye yarayan diyagramdır. Diyagramın hazırlanmasında aşağıdaki işlem adımları uygulanır.

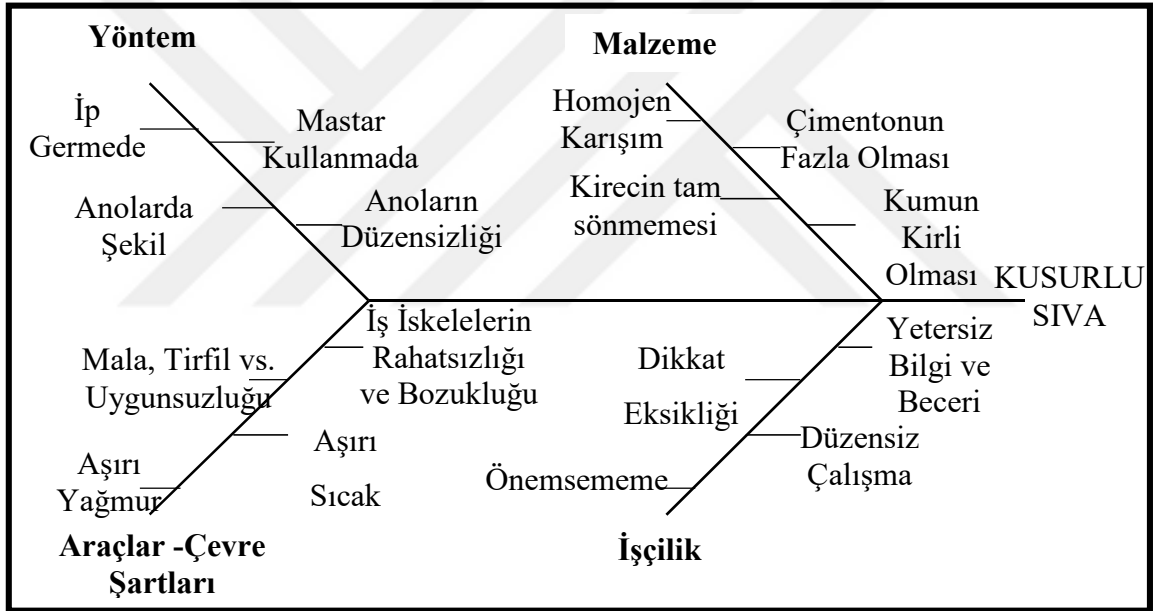
1. Risk özelliklerinin tanımının belirlenmesi.
2. Bir risk özelliği seçilir ve diyagramın sağ ucuna yazılır, soldan sağa doğru balık şekli düşünülerek sırt kılçığı çizilir. Ana çerçeveyi oluşturacak dikdörtgen içerisine alınır. Sonrasında ise risk karakteristiğini etkileyen ana sebepler büyük dallar (kılçıklar) olarak yazılır ve bu maddeler de dikdörtgen içine alınır.
3. Büyük kılçıkları (ana sebepleri) etkileyen faktörler, orta kılçıklar (ikincil nedenler) olarak ve orta kılçıkları etkileyen nedenler de küçük kılçıklar (üçüncül nedenler) olarak yazılır.

4. Her bir nedene etki gücü verilir. Risk karakteristiği üzerinde büyük etkiye sahip gibi gözüken önemli faktörler belirtilir.

5. Gerekli bilgiler eğer var ise diyagram üzerinde belirtilir.

Nedenlerin tespiti için açık ve aktif bir tartışma ortamı gerekir ve bu amaç için uygulanabilecek etkili bir yöntem Beyin Fırtınası yöntemi olabilir. Balık kılçığı diyagramını yaparken nedenler, önce küçük kılçıklardan orta kılçıklara ve daha sonra orta kılçıklardan büyük kılçıklara doğru ilerleyecek şekilde sistematik bir biçimde oluşturulmalıdır.

Çizelge 4.3 Kusurlu bir sıva oluşmasına yönelik balık kılçığı diyagramı örneği



4.10.2. Pareto Analizi

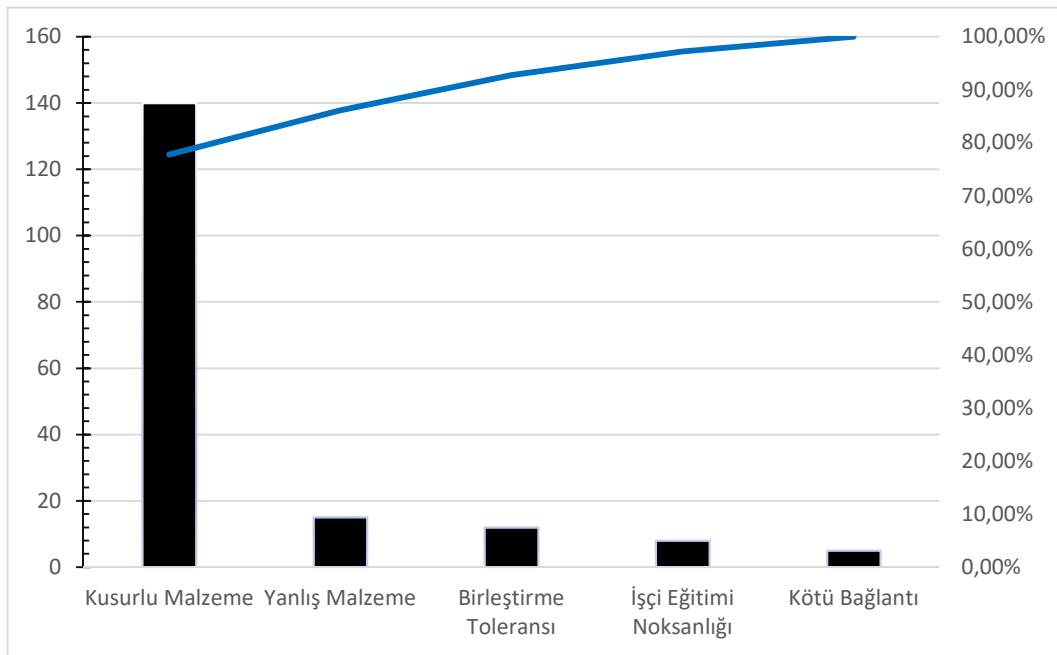
Pareto analizi problemlerin belirlenmesi ve çözüm yollarının önceliklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem aracılığıyla problemlerin çözüme kavuşturulması ve çözüm için harekete geçilecek başlangıç noktasının seçilmesi, gelişmelerin takip edilmesi veya bir sorunun temel nedeninin tanımlanması için bütün sorunların ya da şartların göreceli olarak önem derecesinin gösterilmesi ihtiyacı olduğu durumlarda kullanılır. Pareto analizi, azalan derecelendirme sırasına göre ayarlanmış çubuk

grafığıdır. Çubuklar hata kategorileri, yer, bölüm vb. temsil eder. Çubukların uzunlukları (büyüklükleri) meydana gelme sıklıklarını, yüzdeleri, fiyatları veya süreyi temsil edebilir.

Sorunlara neden olan birçok etken olması, problemin yoğunlaştığı yalnızca birkaç faktöre dikkat edilmesi ve risk çözümünün sonuçlarının analiz edilmesi gerektiğinde; karmaşık sorunların çözümü için gerekli eylemleri önceliklendirme, “önemli birkaçı”, “önemsiz çokluktan” ayırt etme, probleme katkıda bulunan önemli nedenleri daha düşük dereceye sahip önemlere ayırma ve değişiklikler uygulandıktan sonra gelişmeleri ölçme amacı ile yapılabilir.

Pareto analizinin odak noktası olarak genellikle 80-20 kuralı ile formüle edilir. Bu kurala göre, örnek olarak; toplam maliyetlerinin %80 'i maliyeti oluşturan unsurların %20 'sinden oluşmaktadır. Veya oluşabilecek hataların %80 'i hata çeşitlerini oluşturan toplamın %20 'sinden kaynaklanmaktadır. Pareto diyagramı değerlerin düşüşe geçtiği bir sırada düzenlenmiş ve problemlerin meydana gelme sıklıklarını gösteren çubuk şemasıdır. Pareto analizi genellikle bir sorun çözme aracı olarak düşünülür, ancak aslında Pareto analizi ile sorunun nasıl çözüleceğinden çok hangi sorunların çözüleceği kararının verilmesinde kullanılır. Bir Pareto Diyagramı oluştururken aşağıdaki yolun izlenmesi önerilir:

Çizelge 4.4 Bir Pareto analizinin sayısal örnekler ile diyagramı



- Çalışma için problem ve zaman dönemleri belirlenmeli.
- Analiz edilecek veri türlerinin tanımı yapılmalı.
- Kullanılacak nicel değerlerin birimi belirlenmeli. (ör. frekans, yüzde)
- Kullanılacak örnek veriler toplanıp sınıflandırılmalı.
- Veri miktarı belirlenerek grafikte azalan sıraya göre düzenlenmeli.
- Mümkün olan durumlarda her kategoriye maliyet atanıp frekans maliyetle çarpılmalı ve tablo yeniden önceliklendirilmelidir.

4.10.3. SWOT Analizi

Sektörde veya kurumsal şirket yapısı içerisinde genel yapının ya da özelliklerin kriterler başlığı altında incelenme teknikleri, modern risk yönetiminin araçlarından biridir. Bu sayede o piyasanın/kurumun mevcut durumunun yolunda gidip gitmediği belirlenebilir. SWOT Analizi, şirketlerin kurumsal kimlikleri adı altında çalışma durumu, rekabet gücü, piyasada bulunduğu mevki, sektördeki dışarıdan gelebilecek tehditlerin ihtimali vs. gibi iç ve dış değerlendirmeleri kendi kendine uygulayabildiği değerlendirme metotlarından biridir. (Anonim, 2019 d)

SWOT kelimesi İngilizce kısaltmalardan oluşmaktadır ve bunlar,

S- Strength (pozitif ve ön plana çıkan olumlu özellikler)

W- Weakness (negatif veya zayıf olarak tanımlanan dezavantajlar/özellikler)

O- Opportunity (Fırsatlar, sahip olunan ya da öngörülen avantaja çevrilebilecek özellikler)

T- Threat (Projenin çevre etkenlerden dolayı maruz kalabileceği tehditler)

Böylelikle, dört ana başlık altında detaylı bir analiz alanı kullanılabilir. Özetlenecek olursa, iç ve dış durumun incelenebilmek amacıyla ve şu an ki konumla geleceği görebilmek için kolaylık ve avantaj fırsatı sunan stratejik bir yönetim aracıdır.

SWOT analizinin kurumların kullanabileceği ön plana çıkan iki avantajı mevcuttur: İlk olarak fayda, kurumun şu andaki konumunun hangi pozisyonda olduğunun belirlenmesidir. Güç/S ve zayıflıklar/W olarak ifade edilen analizin ilk bölümü, organizasyonun güçlü ve zayıf yönlerini, pozitif/negatif iş akışı ya da performansının

belirlenebilmesi, o kurumun "kendisini tanıması" gibi önemli bir bilgi ve kazanç sağlar. Fırsatlar/O ve tehditler/T ile ifade edilen analizin ikinci kısmında ise daha çok dışarıya bağlı olan faktörleri, sektörde mevcut piyasadaki oluşumu, kurumun burada muhtemel fırsat ve tehditlere yönelik "hangi önlemlerin uygulanabileceği" bir analizidir. Yani ikinci bölüm, şu anda bulunulan anı değil, gelecek zamandaki muhtemel gelişmelere yönelik bir durum değerlendirmesidir, bu bakımdan biraz daha tahminlere, tecrübeler ve personelin profesyonel anlamdaki verilerine dayanır.

4.10.3.1. SWOT analizinde iç-dış durum değerleri

SWOT analizinde başarıya ulaşabilmek için, doğru soruların sorulması ve bu sorulara doğru yanıtların verilebilmesi temel öğelerdir. Örnek olarak, değerlendirmenin birinci bölümünde olan halihazır durumun güçlü ve zayıf taraflarının belirlenmesi sürecinde, değerlendirilmesi gereken etkenlerin seçimi ve bunlara ait değerlerin yerinde ve doğru olarak belirlenmesi çok önemlidir. Herhangi bir şirket için bu mevcut durum değerleri, şu şekilde belirlenebilir ve burada belirlenen etkenler analizde sorulacak sorular olarak listelenebilir. Örnek olarak güçlü ve pozitif taraflarını belirleme bölümünde;

- Yetenekli yöneticiler ve güçlü liderlere sahip miyiz?
- Güncel ve fayda sağlayan teknolojileri uygulayabiliyor muyuz?
- Yeni stratejileri benimseyip yeni ürünler ortaya çıkarabiliyor muyuz?
- Çalışanlarımızın bilgi ve becerileri yeterli düzeyde mi?

ve bunlara ilave edilebilecek yeni soru maddeleri ile organizasyon içerisindeki güç ve başarı durumu yani SWOT Analizinin "S" bölümü analiz edilmiş olur. Benzer şekilde;

- Kurumsal yapıda stratejik planlama açısından hedef eksiği var mı?
- Teknik personelin özellikle yönetim kademelerinde yetenek ve bilgilerinde bir eksiklik ya da yetersiz kalma durumu söz konusu mudur?
- Ar-ge çalışmalarına gösterilen önem hangi seviyede?
- Kurum kültüründe deformasyon ya da yetersizlik söz konusu mu?
- Satış, pazarlama, ürün ya da hizmet kalitesi ve verimliliğimizde azalma var mı?

vs. gibi içsel yapının yetersiz ve negatif tarafların (Zayıflıklar/W bölümü) tespit edilmesine yönelik sorular sıralanır. Dışsal etkenlerin belirtildiği kısımlardan biri olan ise "Fırsatlar/O" ile potansiyel dışsal olanaklar ve fırsatlar ve "Tehditler/T" ile kısaltılan kısım tehlikelerden oluşur. Bu bölümler için değerlendirme yapılacak maddeler kısaca şu şekilde sıralanabilir;

Örnek olarak fırsat şansı yaratan değerleri,

- Teknoloji, inovasyon alanları ve iç-dış pazarlarda oluşan yenilikler.
- Politikanın hükümet, devlet, veya uluslararası kuruluşların (Avrupa Birliği gibi) değişimi.
- Sosyo-kültürel ve ekonomik alanlarında yapısal olarak ülkelerdeki gelişmeler.

Tehdit ve risk yaratan değerleri ise,

- Kurum olarak meydana gelebilecek engeller ve sorunlar nelerdir?
- Potansiyel ve halihazırdaki rakipler ne yapmaktalar rekabetin durumu nedir?
- Hizmet standartlarında değişim meydana gelmekte mi ve Bu değişimin malzeme ve hizmet üretirken, iç ve dış sektörde iş, ürün alanında değişiklik göstermekte mi?
- Sürekli gelişen ve değişen teknoloji sektöründeki konumumuza tehdit oluşturuyor mu?
- Finansal durumumuzu zorlayacak nakit problemimiz var mı? olarak nitelendirebiliriz.

4.10.3.2. SWOT analizinin etkinliği ve başarısı

SWOT analizinin etkinliği ve başarısı analiz çeşitliliğine bağlıdır. Analizinden beklenen faydayı sağlamak, değerlendirmenin anlam ifade eden ve yerinde sonuçlar ortaya koyması ve bununla doğrudan ilişkili olarak iç ve dış durumunun kurumsal açıdan belirlenmesi; SWOT analizinde değerlendirmek için incelenen etken değerlerinin, büyük miktarda diğer analizlerle desteklenmesine bağlıdır.

Yüksek hacme sahip ve çeşitliliği fazla olan bilgi ve veri sağlayan analiz çeşitleri de dahil edilerek geniş çaplı veriler toplanabilirse, SWOT analizi sonucunda elde edilecek sonuçlar da çok daha net olacak, organizasyondaki yönetim ekibine içinde bulunulan durum ve ilerisi için daha yüksek olasılıklı öngörüler ve bakış açısı kazandırabilecektir.

İnşaat sektöründen bir uygulama verilmesi amacı ile, 2004 yılında Yapı Merkezi tarafından yayınlanan “Türkiye Yapı Sektörü Raporu”nda yer alan İNTES 2004 Sektör Raporu ve Business Monitor International “Turkish Infrastructure Report (Q2 2005) ” kaynaklı Türk İnşaat Sektörü SWOT Analizi, Şekil 4.1 'de verilmiştir.

Şekil 4.1 Örnek bir SWOT analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Makine parkı ve teçhizat kapasitesinin yeterli ve güncel olması Teknik personelin deneyimli ve yeterli miktarda olması Teknoloji alanında yeterli bilgi sahibi olunması Önemli oranda yerli sanayiye dayanması Sermaye ihtiyacının fazla olmaması Yurtdışında iş yapmış olma ve gerektiğinde yurtdışına açılabilme olanağına sahip olma Uluslararası ihalelerde deneyimli olması Teknolojik üstünlük (sanayi, enerji tesis vb. yatırımları) Çeşitli inşaat alanlarında faaliyet Maliyetlerin kontrol altında tutulabilmesi Güçlü ve ihtiyaç duyulan makine parkı Teknik ve idari yönetimin güçlü olması Her yıl artan konut gereksinimi	Daralan iş hacmi Nitelikli inşaat işçisi bulmakta yaşanan zorluklar Müteahhitlik işlerinde yurtdışına açılmak için teşvik eksikliği İnşaat ve kamu sektörleri arasındaki yetersiz ilişki ve bürokratik engeller İnşaat kalitesinin düşük olması Kalitesiz inşaatlar sonucunda yapıların %75’inde onarım gereksinimi duyulması
Fırsatlar	Tehditler
Talep potansiyeli İhracat (yurtdışı) potansiyeli Avrupa Birliği’ne giriş süreci kapsamında üye ülkelerde müteahhitlik hizmeti verme olanağı	Müteahhitlik şirketlerinin aldığı risklerin diğer iş alanlarına göre daha fazla olması İşveren ve müşteri tarafından talep edilen güvenceler Çözüme kavuşturulamayan sektörel problemler Kamu yatırımlarının gittikçe düşmesi Deprem riskleri

5. ÇATIŞMA YÖNETİMİ

Çatışma yönetimi, anlaşmazlıkları belirli bir doğrultuda sonuca yönlendirebilmek için çatışmaya muhatap olanların veya üçüncü bir tarafın karşılıklı olarak bir dizi eylemde bulunmasıdır. Çatışma yönetimi, organizasyon içindeki şahıslar veya gruplar arasındaki çatışma düzeyini hakimiyetini sağlayarak, muhatapların arasındaki aykırılıkların ve tedirginliği organizasyonun faydasına olacak şekilde yönlendirilmesi olarak nitelendirilebilir. (Özer, Hızıroğlu ve Saldamlı, 2015)

Çatışmayı yönetme aşamasındaki yürütülen tutumlar çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde sıralanmakla birlikte genel hatlarıyla aşağıda sırasıyla incelenecektir. Çatışma yönetimi için ihtiyaç duyulan bu on strateji şu şekildedir: (Anonim, 2020 a)

- 1.Kızgın iken, içinde bulunulan durumdan kendini ayırtırmak ve sakinleşmek için zaman tanınması.
- 2.Şahıslara değil probleme saldırılmalı, iltifat ile yaklaşılmalı.
- 3.Duyguların kendine güvenilen bir şekilde ifade edilmesi gerekir, agresif bir şekilde değil ve suçlama yapılmadan aktarılmalı.
4. İçinde bulunulan duruma değil, probleme odaklanılmalı.
- 5.Düşüncelerin kişiden kişiye değişebileceği kabul edilmeli, herhangi bir düşüncenin dayatılmasına şahıslar zorlanmamalı ve ortak bir görüş birliği üzerinde çalışılmalı.
- 6.Durum bir tarafın kaybedeceği ve diğer tarafın kaybedeceği bir yarışma olarak görülmemeli, tarafların her ikisinin de ortak noktada buluşacağı çözüm üzerinde yoğunlaşılmalı.
- 7.Fikir ayrılıkların ve tartışmaların oluşacağı durumlar üzerinde yoğunlaşmaktansa ortak kanı ve ilgilerin bulunduğu konular üzerinde odaklanılmalı.
- 8.Asla önyargılı davranılmamalı ya da diğer tarafın hislerini ya da düşünceleri hakkında varsayımlar yapılmamalı.
- 9.Konuşmayı bölmeden karşı taraf dinlenmeli, anlaşılmayan konular üzerinde geri dönüşler sağlanarak konu netleştirilmeli.

10. Bir tarafın tatmin olduğu çatışmanın çözüldüğü ve devam edeceği unutulmamalı, geçmişte takılı kalınmayıp ana odaklanılmalı, diğerlerinin üzerinde güç oluşturmaktansa birlikte güç oluşturulmalı ve dinlenildiği takdirde müteşekkiri kalınmalı.

Çatışmanın üstesinden gelme ve yönetme süreçlerinde öncelikle tarafların birbirlerine yönelik yaklaşımlarının sakinleştirilmesi ve kontrol altında tutulması gerekmektedir. Daha sonrasında ise çatışmanın hangi sebeplerden ortaya çıktığı, taraflarını ve çatışmanın boyutunun ne olduğunun genel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte, tarafların çatışmayı çözüme kavuşturacakları ve birbirlerine pozitif yaklaşımlarını sağlayacak bir ortamın yaratılması önemlidir. Aynı zamanda içinde bulunulan durumun taraflar bakımından çatışmanın sonunda kazanılacak bir yarışmanın olmadığı veya kazananın ya da kaybedenin olmayacağı fikri aktarılmalı ve çatışma yönetimiyle ilgili temel noktalara bağlı kalınmalıdır. Bu süreçte sorunun karşılıklı tartışma ve müzakere süreci içinde kesin tanımının yapılması çatışmayı yönetmek ve sonuçlandırmak açısından büyük önem taşımaktadır. Burada her iki tarafın da ortak paydada buluşarak açık bir şekilde fikirlerini belirtmesi önemlidir. Bu noktada beyin fırtınası metodundan yararlanılabilir. Bu sayede olası çözümler ve seçenekler saptanabilir ve uygun metotların değerlendirilmesi yapılabilir ve ortak bir çözüm ile ilgili sonuca varılabilir. Bu aşamadan sonra ortaya konulan çözümün faaliyete geçirilmesinde her iki tarafın yaklaşımları ve çözüme yönelik yaptıkları izlenir. Son olarak ise muhatapların birlikte mütareke içinde olumlu yaklaşım ile problemlere çözüm üretilebildiği şartlar yaratılarak organizasyon içinde çatışmaların yönetilebildiği ve tüm tarafların haklarının savunulduğu adil bir yönetim yaklaşımının varlığı çalışan personel tarafından benimsenir.

Çatışma yönetimi özellikle işveren, müteahhit, müşavir ve alt yükleniciler arasında oluşabilecek durumlarda ön plana çıkmaktadır, ana konudan sapmamak amacıyla özet olarak işlenmiştir ancak verimliliğe dolaylı yoldan birçok konuda etki etmektedir.

6. VERİMLİLİK

6.1. Verimlilik Tanımı ve Kavramı

Verimliliğin tanımı birçok farklı yol ile yapılabilir. İnşaat sektöründe genellikle ortalama iş gücü ile yani üretilen adam*saat değerlerinin elde edilen iş gücü karşılığı ile ölçülür. (Shehata ve El-Gohary, 2012)

Verimlilik çeşitli düzeylerde ölçülebilir ancak üç ana kademedede: endüstri ya da sektör bazlı, proje bazlı ve aktivite ya da işlem bazında ölçülmesi ön gelen yollardandır. Diğer yandan proje bazında verimlilik ölçümleri (vaka analizleri) tercih edilen yoldur çünkü inşaat yöneticileri tarafından gelişmeleri aktivitelerin sonuçlarına bağlamalarında büyük katkıda bulunurlar. (Abdel-Wahab, Vogl, 2011)

Verimlilik üzerindeki genel eğilim/trend istikrarın sağlanamaması yönündedir. Bunun sebebi ise planlanmayan eğitim süreleri, yetenek geliştirilmesi için sağlanamayan eğitimler ve çalışan sayısının sürekli düşme eğiliminde olması örnek olarak gösterilebilir. (Abdel-Wahab, Dainty, Ison, Bowen ve Hazlehurst, 2008)

6.2. İşletmelerde Verimlilik Yönetimi

İşletme seviyesinde verimlilik yönetimi, genel yönetim sürecinde önemli bir kısımdır. Bir organizasyondaki çıktılar ile girdiler arasındaki ilişkiler esasına dayanan planlama, organizasyon, önderlik etme, kontrol ve eşgüdümleme etkinliklerinin tamamını içerir.

Verimlilik, örgütsel performansı belirten tek belirleyici etken olmamakla birlikte, özellikle dönemin artan rekabetçi piyasasında hala önemli ve hayati bir öge olma özelliğini muhafaza etmektedir. Verimlilik ölçümü ve gelişimine yönelik hedefler, amaçlar ve programlar günümüz işletmelerinin günlük etkinlikleri ile ve yönetim sistemleri ile bütün haline getirilmelidir.

Verimliliğin kurum kültürüne işlenmesi, uzun dönemde uygulanması gereken ve örgütsel değişimler gerektiren bir süreçtir. Bu uzun dönemde merkezi bir rol üstlenmek, verimlilik organizasyonunun bir fonksiyonudur.

Yüksek verimlilik, etkin iş birliklerin oluşturulması ve takım çalışmasına ihtiyaç duyar. Örnek olarak, üreticiler arasında, çalışmalarını kendi tedarikçileri ile, değer zincirine mensup ve tedarik zincirine dahil diğer üyeler ile ortaklaşa yürütenlerin miktarı gittikçe artmaktadır. Örgüte dahil olarak, yeni ürünler, henüz tasarlanırken verimlilik ölçütlerine dikkat edilerek yenilikler getirilmektedir.

Endüstriyel alanda proje yönetimi gibi verimlilik artışıyla doğrudan ilgilenen ve gelişim çabalarının önderliğini üstlenen özel verimlilik hızlandırıcıları olabilir ancak verimliliği en üst noktaya taşıyacak etkili çalışmalar, örgütün tüm departmanlarından ve üyelerinden gelecek gönüllü iş birliklerine bağlıdır.

Her işletmede, firmanın üst düzey yönetimi verimlilik yönetiminde, Randolph P. Kudar'a göre, aşağıdaki evrimsel farklılaşma meydana çıkmaktadır.

Karışıklık Dönemi (Confusion Zone): Verimliliği yalnızca doğrudan işçiliğin etkilediğinin varsayıldığı, yöneticinin hiçbir durumda sorumluluk kabul etmediği, son derece kısıtlı bir bakış açısına sahip olunan ilk kademe olup, bu kademenin hızlı bir şekilde atlatılabilmesi, işletmeler açısından son derece kritiktir.

Farkına Varış Dönemi (Awareness Zone): Bu kademedeki verimliliği etkileyen tek girdi faktörünün(etkeninin) işgücü olmadığı ve arzu edilen çıktıyı elde edebilmek için birçok girdi karışımı kullanıldığından, verimliliği işçilik haricindeki öteki girdilerin de etkilediği durumunun fark edildiği kademedir. Böylelikle yönetim, sadece işgücünü daha fazla çalıştırmakla kalmaz, verimliliğin yükseltilmesi için de gereken önlemleri alma bilincini kazanır.

Ölçüm Dönemi (The Measurement Zone): İkinci kademedeki bakış açısı genişleyen yönetici, toplam verimliliği nasıl ölçeceği, bölümlerin verimliliklerinin toplam verime etkisini nasıl değerlendireceği, verim/kâr ilişkisini nasıl oluşturacağı vb. konularda daha fazla düşünmeye başlar. İşletmeler de bu hedeflere yönelik bir ölçüm sistemi kurar. Bu ölçüm sisteminin ihtiyaç duyduğu verilerin elde edilmesini sağlar. Verimliliği yükseltmeye yönelik yapılan her faaliyetin verimlilik üzerindeki gerçekleşen etkisini bu şekilde izlemeye başlar.

Yönetim Dönemi (Management Zone): Yönetimin, uzun sürede sürekli verimlilik gelişimini amaçladığı son kademedir. Verimliliğin yükseltilmesindeki anahtar rolü

üstlendiği bir şirket kültürü oluşturulur. Üretim dışında kalan tüm alanlara da verimlilik ile ilgili yaklaşım uygulanır (örnek olarak: pazarlama, AR-GE, üretim planlama, finans, vb.)

6.3 İşçi Verimini Etkileyen Faktörler

İşçi verimliliğini etkileyen birçok faktör inşaat endüstrisinde vardır. Amerikan Mekanik Müteahhitler Birliği (Mechanical Contractors Association of America (MCAA)) ve bunun gibi organizasyonların el kitapçıklarında ve yayınlarında öne sürülen genel olarak belli başlı faktörlerdir. Örnek olarak, MCAA'nın İnşaat Ekip Verimliliğine Etki Eden Faktörler gibi listesinde bu faktörleri 28 başlık altında incelemektedir. (Anonim, 2012)

6.3.1. Ek mesai

Günlük 8 saati aşan ya da haftalık 40 saat çalışma süresini aşan çalışma düzeni işçilerin fiziksel ve zihinsel olmak üzere yormaktadır ve üretim çıktılarını ve verimliliği düşürmektedir.

6.3.2. Moral ve yaklaşım

İşçilerin maneviyatlarının temeli irade, özgüven, disiplin ve neşe gibi etkenler olduğundan dolayı görevleri ve işi tamamlamak yolunda ilerleyen işçiler için bu etkenler üzerinde herhangi bir sorunlara örnek olarak artan çatışma durumu, ayrılıklar, artan tehlikeler, ek mesai, aşırı denetim, çoklu sözleşme değişiklikleri, iş ritminde bozukluklar, kötü saha koşulları, devamsızlık, dağınık çalışma ortamı gibi sorunlardır.

6.3.3. Yorgunluk

Yorgunluğa sebep olarak uzatılmış ya da sıra dışı fiziksel efor olarak gösterilebilir.

6.3.4. İş yoğunluğunda yığılma

Operasyon fiziksel olarak sınırlandırıldığında ortaya çıkar ve diğer müteahhitler ile çıkmaza girer, personel yönünden, araçların etkin kullanılamaması, araç kayıplarında artış, artan iş güvenliği riskleri, artan ziyaretçiler gibi tıkanıklıklara neden olur ve ekip sayısının optimum kullanılmasına engel olur. İş yoğunluğunda artış yetersiz depolama alanı olarak da örnek gösterilebilir, işlerin birikmesi olarak da örnek gösterilebilir.

6.3.5. Ortak yoğunluk

Bu durum iş organizasyonunda aynı tesisin ya da çalışma alanının ortak olarak paylaşılması veya işgali ile meydana gelir ve orijinal planda öngörülemeyen araçların kullanımı bu durumda yetersiz kalır.

6.3.6. Yararlı yoğunluk

Gürültü ve tozdan dolayı oluşabilecek limitlere ve diğer tehlikeli risklere neden olabilecek, ancak üretim elemanından ya da teknik personelin bulunduğu çalışma ortamına yakın olmaktan dolayı ortaya çıkan sonuçtur. Erişim kısıtlamalarına neden olabilir ya da engelleyebilir.

6.3.7. Eşzamanlı operasyonlar

Bu etki, önceden planlanmış herhangi bir sıra ile eklenmiş operasyonların etkisidir ve önceden kontrollü bir şekilde eklenmeyen ya da derecesi artırılarak yapılmayan işler gibi durumlar eş zamanlı operasyonlar hakkında örnek olarak verilebilir.

6.3.8. Devamsızlık ve devretmek

Projelerde para ve zaman kaybı ile devamsızlığın ve devretmenin büyük oranda bağlantısı vardır. İnşaat projelerinde belirli alanlarda düşük işgücü ve yüksek talebin emek açısından diğer sektörlerle göre etkisi daha yüksektir. Aşırı sıcaklar veya aşırı soğuklar gibi

olağanüstü hava koşulları da ayrıca devamsızlık ve devretmeyi arttırır. İşçilerin çalışma koşullarına aşına olmayan işçiler ile değiştirilmesi genellikle tecrübeli personelin yaptığı işi bırakması ve ne yapmaları gerektiğini göstermesi gibi durumlara neden olacaktır. Bu durumun etkisi her bir işçinin dört günlük performansına neden olacaktır.

6.3.9. Mobilizasyon / demobilizasyon

Bu durum, gecikmelerin, iş durumundaki aksaklıkların ya da gecikmelerin kaynakların taşınması sonucu oluşturduğu nedenler ile ilgilidir. Verimlilik bu süre zarfı içerisinde ekibin görev dağılımı değiştirildiğinden düşüş gösterebilir.

6.3.10. Hatalar ve eksiklikler

Hatalardaki artışlar ve mahrumiyetler işgücü verimliliğini etkiler çünkü genel olarak değişiklikler kaza temelinde, sıra ve düzen eksikliğinde denetimin azalmasına veya diğer negatif etkilere sebep olabilir.

6.3.11. Başlama / bitirme

Bu durum işin durması veya işin geçici süreliğine durdurulmasından dolayı meydana gelir.

Başlama / bitirmeler projede verime ve maliyete doğrudan etkilidir. İşin planlanması ve yeniden görev dağılımı yapılması (Yeni Yıl Kutlamaları, Bayramlar vs.) başlama / bitirme durumuna doğrudan örneklerdir. Çalışan personelin tatil sürelerini tartışması ve bu dönemden önceki çalışma hızını kaybetmesi ve adaptasyon olması büyük zaman kaybı olarak görülmektedir.

6.3.12. İşgücünün yeniden dağıtılması

İşçilerin görevleri yeniden ayarlandığı zaman, beklenmeyen ya da aşırı değişimleri tecrübe ederler, kayıpların sebepleri görev değişikliği ya da görevin sonlandırılması, yeniden oryantasyon ve diğer problemler verimliliğin azalmasına neden olurlar.

6.3.13. Ekibin geç oluşturulması

Planlanan işgücü yoğunluğunun planlanandan daha düşüğe çekilmesi, uygunluk durumunun olmaması ya da kaynak kıtlığı veya kaynakların rekabeti gibi konularda yetersiz kalması durumu %10'a varan oranlarda etkilemektedir.

6.3.14. Ekipteki personel sayısı ve verimsizlik

Bu durum ekipteki optimum personel sayısının arttırılması ya da düşürülmesi ile ortaya çıkar. İşçi sayısındaki değişim takımdaki efor ve ritmi değiştirerek verimi olumsuz yönde etkiler.

6.3.15. Sahaya erişim

Bu durum çalışma alanlarına uygun olmayan müdahaleler ve plansız yerleşim düzeni sonucu ortaya çıkar ve yürüme yolları, araç yolları, yetersiz makine ekipmanları ve sıkışık dar çalışma alanları verimi olumsuz yönde etkiler.

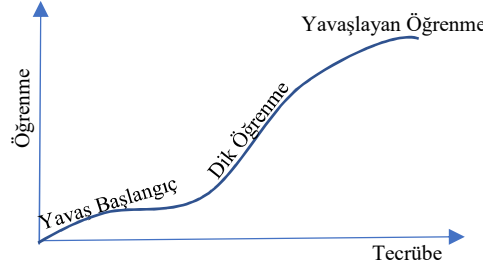
6.3.16. Lojistik

Yetersiz ya da zayıf materyal yönetimi, kullanıcı yapımı malzeme, tedarik uygulamaları veya kontrol zafiyetleri üretimde ya da teslimatta problemlere neden olabilir, diğer problemler gibi. Bu daha sonra çalışma sahası ve depo gibi alanlar içerisinde normal materyal akışını engelleyebilir ya da geciktirebilir. Ayrıca sözleşme değişikliklerinde materyalin yer değiştirmesi gibi durumlarda sahadaki gecikmelere ve kusurlara neden olur.

6.3.17. Güvenlik kontrolü

İşçilerin sahaya girişi ya da çıkışında alet edevat kontrolleri, ulaşımın iş sahasındaki kontrolü gibi durumlarda arsızlıkların önüne geçmeyi amaçlar.

6.3.18. Öğrenme eğrisi



Şekil 6.1 Öğrenme Eğrisi Diyagramı

Ekipteki çalışanlar başkaları ile değiştirildiği zaman yeni ekibin mevcut çalışanlara işgücü olarak eklenmesi ile dönemsel olarak oryantasyon ihtiyacı ortaya çıkar ve değişen koşullara ekibin alışması, aşına olması gerekir. İşin kapsamını, mevcut ekipman düzenini, çalışma prosedürü gibi konuları öğrenmeleri zaman alır.

6.3.19. Dalgalanma etkisi

Bunun nedeni, çalışma düzenindeki değişikliklerin diğer işler üzerindeki değişimler sonucunda programın değişmesinden kaynaklı etkilenmelerdir.

6.3.20. Kapalı alan

Çalışma ortamı havalandırma ve giriş çıkış gibi fiziksel sınırlandırmalar ile kısıtlandığında verimsiz işgücü ile sonuçlanabilir. Zaman ayrıca çalışma alanı içerisinde engellenemeyecek şekilde kaybedilir.

6.3.21. Tehlikeli çalışma alanı

Bu durum çalışma alanı tehlikeli olarak sınıflandırıldığında özel iş güvenliği tedbirleri ve kişisel koruyucu donanımına ihtiyaç duyulduğunda ortaya çıkar. Kısıtlamalar zaman limitleri ve işçilerin çalışma ortamına maruziyeti gibi durumlar araç ve gereçler ile dolaylı olarak verimi düşürür.

6.3.22. Denetimin zayıflatılması

Bu durum süpervizyonun üretimden, planlamadan ve zamanlanmış işlerden analize ve sözleşme plan değişikliklerine, geciktirilmiş materyal teslimlerinin hızlandırılması, yeni ekiplerin organize edilmesine ve diğer değişikliklerin mevcut ürün kapsamı ve zamanlamasına çevrilmesidir. Bu seyreltme ya da zayıflatma durumu işgücü, çalışma alanı artışı veya proje büyüklüklerindeki artışlardan dolayı meydana gelir.

6.3.23. Tatiller

Eğer işçiler tatillerde çalışırlarsa, tatil dönemindeki mesai ücretlerinin ödenmesine neden olmayacak, aynı zamanda verimliliğin de düşmesine neden olacaktır. Moral faktörünün önemi işçilerin aileleri ile vakit geçirmesi ve keyif alması yerine onlardan ayrı kalmasıyla öne çıkacaktır. Her türlü tatil döneminde verimliliğin düşeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

6.3.24. Azalan günüşiğı

Gecikmeler, işin bir zaman periyodundan diğerine ertelenmesine sebep olabilir ve buna mevsimsel değişiklikler dahil olabilir. Çeşitli bölgelerdeki ve konumlardaki günüşiğı maruziyeti global olarak sezonlara göre mutlaka değişiklik gösterecektir.

6.3.25. İklim ve sezon değişimleri

Sezon değişiminde yapılan işler, sıcaklık bölgeleri ya da iklim değişimi çok sıcak ya da soğuk olması, yağmur ve kar gibi durumlar işçilerin çalışma koşullarını anormal derecede etkileyecektir.

6.3.26. Vardiya

Vardiya, işin ilk mesai süresini takiben herhangi bir zamanda yapılmasıdır. İkinci ve üçüncü vardiyalar mesai saatlerine göre daha az verimlidir ve periyot olarak kısa çalışma

sürelerine dayanabilir. Azalan günüşiğı ve son vardiyaya kalındığı yerden devam edilmesi çalışmayla ilgili problemler yaratır ve daha az üretkenlikle sonuçlanır.

6.3.27. Fazla çalışan sayısı

İş kapsamınca ve süresinde tahmin edilen ihtiyaçtan fazla işe alınan personel bu duruma neden olur. Bazen, belirli bölgelerde eleman kıtlığından dolayı veya nitelikli işçi bulma zorluğunu abartarak eleman sayısını planlamacılar arttırırlar. Bir başka yanlış ise fazla iş gücünün üretkenliği arttıracağı yanılgısıdır.

6.3.28. Araç ve ekipman yetersizliğı

Proje ihtiyaçlarını karşılamayan sayıda ve kalitede araç ve ekipmanların yetersiz kalması durumunda oluşur.

7. VERİMLİLİK ÖLÇÜMLERİ

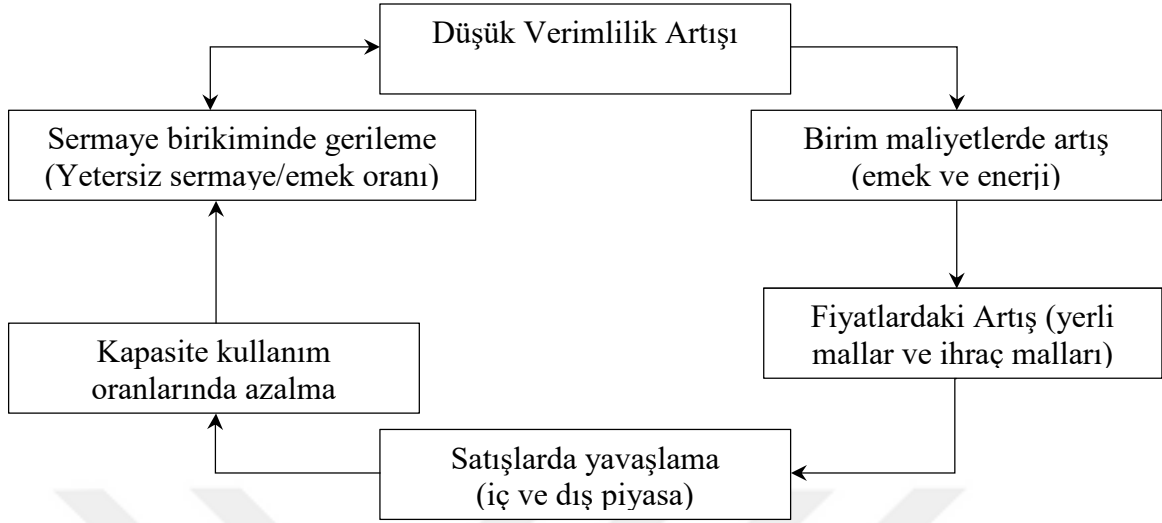
7.1. Verimlilik ölçümü

Gelişmekte olan ülkelerde büyük önem taşıyan verimlilik özellikle iktisadi ilerleme ve kalkınmadaki rolüyle arz ve talep yönüyle verimlilik büyük önem arz etmektedir. Verimlilik düzeyinin düşmesini tetikleyen yatırımların miktarı yetersiz kalınca düşük verimlilikteki yatırımların neden olduğu gerçek gelir seviyesi geçmişe göre daha düşük kar getirisine sebep olacaktır. İnsanların refah seviyelerinin artmasında büyük bir önem taşıyan ve ekonominin büyümesini sağlayan verimlilik ve verimlilik artışına sebep olan faktörlerdir. (Emami, 2014)

Enflasyonun artmamasına ve aynı zamanda ekonomik büyümeye neden olan verimlilik değerlerinde artışlar istikrarlı bir şekilde gelişime dolaylı olarak etkilidir. Verimliliğin bir diğer önem arz eden tarafı ve ölçülmesini gerektiren sebeplerden birisi mevcut tüm faktörlerin, bütün gelirlerden elde edecekleri pay ya da payların belirlenmesindeki görevidir. Ortaya çıkan bütün gelirlerin üretim parametreleri içerisinde paylaşımı önemli bir etkiye sahiptir. Çalışanlar bakımından fiyat artışlarının sadece toplu pazarlık güçlerine bağlı olarak saptanması, dönemsel olarak enflasyona neden olabilmektedir. Gelir ve fiyatlardaki yıpranmanın, ücret endekslerindeki artışları yansıtması aracılığıyla enflasyon artışını engellemenin yanında verimlilik artışlarına birtakım ek düzenlemelerin uygulanmasıyla gelir dağılımındaki sapmalar ve enflasyonun artmasını engelleyen bir etken olarak ortaya çıkar.

Verimliliğin artması ve verimliliğin kendisi, tüketiciler açısından önemli bir faktör olarak nitelendirilmektedir. Üretilen ürünler ve hizmetlerin fiyatlarının belirlenmesinde ürünün maliyetlerine, işgücü ve sermaye gibi maliyetlerdeki önemli girdilerin ilave edilmesi büyük oranda etkili olmaktadır. Kullanılan bütün girdiler verimliliği ve ücretleri ortak paydada buluşturacak bir etkiye sahiptir. İşin özü verimliliğin artışının gözlemlendiği durumlarda fiyatların düşmesi kaçınılmaz olacaktır. Aynı zamanda verimlilik ülkenin ürün ve hizmetlerinin rekabet gücünü uluslararası piyasada rekabet gücünü önemli bir biçimde belirleyici faktöre sahiptir. Rekabetçi olduğu ülkelerin verimlilik seviyesine ulaşamayan ülkeler sermayelerini devalüasyona uğratarak problemi çözmeye çalışırlar.

Çizelge 7.1 Düşük verimlilik tuzağı modeli



Verimlilikte düşüş yaşanması durumunda; üretim maliyetlerine etki ederek, üretilen ürünlerin ulusal ve uluslararası piyasalarda yüksek maliyetli olmasına sebep olacaktır. Bununla birlikte satış oranlarında düşüş olacaktır. Yukarıdaki Çizelge 7.1’de görüldüğü üzere düşük verimlilikteki artışın birim maliyetlerde özellikle emeğin ve enerjinin artışına neden olduğu ve bu artışla yurtiçindeki ve yurtdışındaki ürünlerde fiyat artışına neden olabileceği görülmektedir. Bu fiyat artışları ürünlerin yurtiçindeki ve yurtdışındaki piyasalarda satış miktarlarını düşürecektir. Bu düşüş ile kapasite kullanım oranlarında yani işletmedeki kapasite kullanımının düşmesi veya tüm çalışanların üzerinde etkin olmaması gibi istenmeyen durumlar oluşur. Elde edilen sonuçlar orantısız işgücü ve sermayeyi işaret eder ve bu da sermaye birikiminde düşüşe neden olur ve bu süreç aynı şekilde süreklilik gösterir. (Scott, 1983)

Verimliliği etkileyen bir diğer faktör ise bilişim/teknolojidir. Üretim sürecindeki ürün ve hizmetlerin değişimlerini olumlu yönde etkileyen teknoloji, üretim için gereken girdi miktarından daha fazla ürünün elde edilmesini yani daha az girdi daha çok çıktı üretimi için bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bilişim ve teknolojinin geliştiği koşullardaki verimlilik artışları işgücünün verimlilik karşılaştırmasını pozitif yönde etkilediği ortadadır. Verimlilik artışı işgücünün belirli bir zaman dilimi içerisinde daha fazla çıktı üretmesi ya da aynı işi daha az girdi ile yapabilmesi anlamında olduğundan üretim miktarı sayısal karşılaştırma amacıyla veri kabul edilerek verimlilik artışı olduğu durumlarda işgücü sayısında azalma yönünde olacaktır. Teknolojinin gelişmesi, verimlilik artışına neden olduğu gibi istihdam imkanlarının düşmesine de sebep olacaktır.

Verimliliği etkileyen faktörlerden birisi de ekonomik faaliyet seviyesidir. Ekonominin durağan düzeydeki verimliliğin düşmesiyle birlikte bazı düşük verimlilikteki işletmeleri devre dışı bırakmak iyi sonuç verebilir ancak birçok işletmenin piyasadaki rolleri gereği birbirleri ile bağlantılı olduğundan istihdam sorununa yol açacaktır. Ülke ekonomisindeki verimliliği de negatif olarak etkileyecektir. Verimliliği etkileyen faktörlerden arasında kaynakların dağılımı da yer alır. Ekonomideki girdilerin ve kaynakların etkin bir şekilde kullanılması yetersiz olup verimliliğin yüksek olduğu işletme ve sektörlerin de üretimde kullandıkları girdilerin ve kaynakların etkili kullanılması esastır. Verimlilik kaynakların kalitesini ve üretim miktarlarını da etkilemektedir. Hammadde yetersizliği ve düzensiz teslimatı üretimde ve verimliliğin azalmasında önem arz etmektedir.

İşletmelerin çalışma şartlarında yapmış oldukları değişiklikler ve düzenlemeler verimlilik artışına neden olmaktadır. İşletmelerin yaptıkları düzenlemeler olumlu sonuç verdiği takdirde yönetim sistemi, ücret ve teşvik politikalarını sistematik bir şekilde tekrar ve tarafsız bir şekilde yaptıklarında verimliliğin artmasına sebep olacaktır.

Verimliliğin ölçülmesi bir işletmedeki bulunduğu konumu işe başlamadan önce tespit etmesi bakımından önemlidir. Bu sayede işletme bünyesindeki zayıf halkanın ölçümü ile gereğinin yapılması olanağına sahip olacaktır. Yönetime fayda sağlaması açısından verimlilik ölçümü gereklidir. İşletmede teknolojik ekipman, gereken iş tanımları ve işlerin büyütülmesi mantıklı ve akılcı bir şekilde yapılabilecektir. Verimliliğini ölçen bir işletmede işletmenin vizyonu, misyonu, amaçları, personelin ücretleri ve işletmenin performansını değerlendirme açısından önemli bir zemin oluşturur. Özetle verimliliği ölçme süreci işletmedeki başlama ve termin süreleri arasındaki tüm imkanları gözden geçirmeyi, yönetimi değerlendirmeyi ve işletmedeki organizasyon şeması ile birlikte bağlı olduğu işletmeleri tanıma ve değerlendirme aşamasında işletmeye yol gösterecektir.

7.2. Verimliliğin Ölçülme Nedenleri

Verimliliğin geliştirilebilmesine doğru karar vermek için gereken altyapının oluşturulması esastır. Alan Lawlor dört aşamada herhangi bir verimliliğin arttırabilmesini savunmaktadır. (Propenko, 1987) Bunlar:

- *Kabul Etme:* Değişim ve gelişim ihtiyacının kabul edilmesi.
- *Karar Verme:* Harekete geçme kararının alınması.

- *Olanak Tanıma:* Mevcut olanaklar dahilinde kararların uygulanması.
- *Harekete Geçme:* Verimlilik artışının planlar ile uygulanması.

Verimliliğin ölçülme nedenleri arasında kontrol, iyileştirme, strateji belirleme ve uygulama, yönetime bilgi sağlama olarak söylenebilir.

Bir verimlilik ölçümü, organizasyonun mevcut durumu hakkında bilgi sağlar, verimlilik kavramının gelişiminin mümkün olacağı alanları niteler. Verimlilik ölçüm sistemine bakıldığı zaman verimlilik yönetim sisteminin bir alt sistemi olduğu görülmektedir. Verimliliğin ölçülmesi çeşitli ekonomik sektörler arasındaki gelir ve yatırım dağılımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bu doğrultuda karar alınmasında kullanılması planlanan önceliklerin saptanması konusunda fayda sağlar.

Bu bağlamda Kearney verimlilik ölçümünün önemli özellikleri belirlenmiştir. Bu özellikler şu şekilde maddeler ile belirtilmiştir. (Ramsay, 2008)

- *Geçerlilik:* Gerçek verimlilikteki değişimlerin yerinde yansıtıldığı bir veri geçerliliğe sahiptir.
- *Kapsam:* Girdi kaynakları kullanıldığında bu girdinin doğru olarak izlenebilmesi için kullanılan verilerin kaynakları olabildiğince açık olmalıdır.
- *Karşılaştırılabilirlik:* Verilerin belirli bir süre dilimi içerisinde karşılaştırılabilmesi için ortak bir paydada buluşmaları gerekmektedir.
- *Yararlılık:* Verilerin yararlı olması kullanılmaları için birinci dereceden gerekliliktir.
- *Uyumluluk:* Verilerin yönetim sistemleri ve bulundukları kaynaklardan alınıp kullanılabilmesi için uyumlu olmaları gerekmektedir.
- *Maliyet Etkililiği:* Verilerden elde edilen faydaların ilgili verileri elde etme maliyetlerinden fazla olmaları gerekmektedir.

Verimlilik ölçümünün uygulanması da bir değişim faaliyeti olduğu için bir direnişle karşılaşacaktır. (Propenko, 1987) Bu örgütsel direnişten kaynaklanan problemler:

- Abartı ve yanlış kullanım korkusundan kaynaklanan verilerin yanlış kullanılma ve yanlış anlaşılması
- Ortaya çıkacak ölçüm sonuçlarının tehdit olarak algılanıp performans yetersizliğinin ortaya çıkma düşüncesi.

- Ek zaman ve rapor verme talepleri işgücünün farklı kaynaklarda kullanılmasından dolayı ek zaman ve rapor verme ihtiyaçları
- Verimsiz personellerin çıkartılması
- Veri sonuçlarına göre daha sıkı denetimin olması ve özerkliğinin azalması.

Yukarıda belirtilen ve ortaya çıkması muhtemel tehditlerin çoğunluğu organizasyonda mevcut olan ve anlaşılması ve çözüme ulaştırılması gereken problemlerin bir tepkisidir. Verimlilik ölçümünün bir organizasyon içerisinde uygulanması sonucu değişim kaçınılmazdır. Değişim talebi sonucunda mevcut durumu isteyenlerin mukavemeti olacaktır ve bu sebepten dolayı verimlilik ölçüm sürecini yönetmek değişime mukavemet yönetim sürecini de kapsar. (Propenko, 1987)

Verimlilik ölçümü ile işletme faaliyetlerinin denetim altında tutulmasına, işletmenin ve faaliyetlerinin hakimiyet altına alınmasına ve işletme geleceği ile ilgili karar vermeye yardımcı olacak verilerin verimlilik ölçümlerinde kullanılması sonucunda bulunur.

Verimliliğin artması ulaşılması zorunlu olan önemli bir amaç olmalıdır. Verimlilik ile ilgili olarak iyileştirilmesinden emin olmak için de güçlü bir ölçüm sistemine gerek duyulmaktadır. (Ramsay, 2008)

7.3. Verimlilik Göstergeleri

Organizasyon seviyesini yükseltme sürecinin sonunda, performanstaki engel ve problemleri göstererek onları nitelendirme işlemleri için gerçekçi hedeflerin belirlenmesi ve kilometre taşları oluşturulmasına destek olan göstergelerdir. Verimlilik göstergeleri yönetim tarafından, sorunların belirlenmesi ve programların etkisini değerlendirmede kullanılır. (Emami, 2014)

7.3.1. Statik verimlilik oranı (SVO)

Bu oranlar belirli bir periyotta anlık değer veren kesit aralığıdır.

$$\text{SVO} = \text{Belirli Bir Periyot Çıktısı} / \text{Belirli Bir Periyot Girdisi} \quad (7.1)$$

$$\text{SVO} = \text{Çıktı (Ocak 2020)} / \text{Girdi (Ocak 2020)} \quad (7.2)$$

7.3.2 Dinamik verimlilik oranı (İndeksler)

Bu oranlar verimliliği periyotlar ile bağdaştıran, bir sabit periyot ya da ardıl periyotlara göre verimlilikteki dalgalanmaları gösteren oranlardır.

$$\text{DVO} = \text{Belirli Bir Periyot İçin (Girdi/Çıktı)} / \text{Baz (Önceki) Periyot İçin (Girdi/Çıktı)} \quad (7.3)$$

$$\text{DVO} = \text{SVO (Temmuz 2019)} / \text{SVO (Haziran 2019)} \quad (7.4)$$

Bir imalat ya da hizmet sürecinde girdilerin ve çıktıların çeşitliliklerinin çok sık karşılaşılan bir durum olması, verimlilik ölçümlerinde, çıktı-girdi bileşimlerinin çeşitliliğine bağlı göstergelerin geliştirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Buna göre verimlilik göstergeleri üç grupta toplanmaktadır:

7.3.3. Toplam verimlilik oranı

Toplam verimlilik, belirli bir periyotta elde edilen toplam üretimin (çıktının) bu üretim için kullanılan toplam girdiye oranını gösterir. Toplam verimlilik oranları organizasyonun etkinliğinin en iyi göstergelerinden biridir. Toplam girdi, işgücü, malzeme, sermaye ve enerji gibi girdilerin toplamıdır.

$$\text{TVO} = \text{Toplam Üretim} / \text{Toplam Girdi} \quad (7.5)$$

7.3.4. Çok faktörlü verimlilik oranı

Toplam çıktı ya da çıktının bir kısmı ile girdilerin bir çeşidi ya da birkaç tür girdi cinsi arasındaki bağlantıları ölçen orandır.

$$\text{ÇFV} = \text{Çıktı} / (\text{İşgücü} + \text{Malzeme} + \text{Enerji}) \quad (7.6)$$

7.3.5 Kısmi verimlilik oranı

Toplam çıktının ya da bir kısım çıktının, farklı farklı her bir girdi türüne oranlanması ile elde edilir. Bu oranlar, bir girdi türünün birim miktarına düşen üretim miktarını belirtir.

$$\text{İşgücü Verimlilik Oranı (İVO)} = \text{Üretim Miktarı} / (\text{Adam-Saat}) \quad (7.7)$$

$$\text{Malzeme Verimlilik Oranı (MVO)} = \text{Çıktı (ton)} / \text{Toplam Malzeme (ton)} \quad (7.8)$$

7.3.5.1. Sermaye (Makine) verimlilik oranı

$$\text{TVO} = \text{Üretimin Fiziksel (Parasal) Değeri} / \text{Kullanılan Makine Saatleri} \quad (7.9)$$

7.3.5.2. Enerji verimlilik oranı (EVO)

$$\text{EVO} = \text{Üretimin Fiziksel (Parasal) Değeri} / \text{Kilowatt Saat} \quad (7.10)$$

Kısmi verimlilik oranları sayesinde toplam verimlilik oranına erişilebilir. Bu, her bir kısmi verimlilik oranının toplam verimlilik içindeki ağırlığının bulunabilir olmasına ihtiyaç duymaktadır.

Günümüzde kullanılan verimlilik ölçüleri ağırlıklı olarak girdilerin ve çıktıların somut bir biçimde standardize edilmiş miktarlarının olduğu sektörlerdeki verimliliği değerlendirmek için yapılan ölçütlerdir. Somut ürünler üreten bir şirketin verimliliği girdi ve çıktının fiziksel birimleriyle değerlendirilmektedir. Fakat bu temel yaklaşım girdi ve çıktının kalitesindeki değişimi belirtmemektedir.

7.4. Makro Düzeyde Verimlilik

Mutlak verimlilik seviyesinin ve seri diziliminde indeksle belirtilen geçmişteki eğiliminin ölçülmesine makro seviyede verimlilik değerlendirmesi denir. Bu ölçüm olmaksızın gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), gayri safi milli hasıla (GSMH), milli gelir (MG) veya katma değer (KD), ulusal ya da sektörel ekonomik refahı bütünüyle kesin bir şekilde tanımlanamaz. Örnek olarak, gayri safi yurtiçi hasıla bir önceki yıllara göre arttığı halde, girdi maliyetlerinin çıktıdan daha hızlı artması durumunda da reelde verimlilik azalabilir.

Verimliliğin ölçülmesi için ekonomini çevrelerinde şu iki oran sıkça uygulanır;

$$\text{Toplam Verimlilik} = \text{Toplam Çıktı} / \text{Toplam Girdi} \quad (7.11)$$

$$\text{Kısmi Verimlilik} = \text{Toplam Çıktı} / \text{Kısmi Girdi} \quad (7.12)$$

Toplam verimlilik hesabında kullanılan “toplam girdi” değeri şu faktörlerden oluşur; (Belcher, 1987)

- L: Emek girdi faktörü
- C: Sermaye girdi faktörü
- R: Hammadde
- Q: Diğer çeşitli mal ve hizmetler girdi faktörü, olmak üzere;

$$\text{Toplam Girdi} = L + C + R + Q \text{’dur.} \quad (7.13)$$

Toplam verimliliğin tanımı, fiyat değişimlerine göre ayarlanmış ve ağırlıklı olarak emek ve sermayenin verimlilik ortalamasıdır. Toplam verimliliği de hesaplamak için iki yöntem mevcuttur.

7.4.1. Emek-zaman yöntemi

Finansal olarak belirtilen çıktının girdi miktarına bölünmesi ile tekrar ulusal ya da sektörel işçi başına ortalama gelire bölünmesiyle üretimde kullanılan tüm malzeme, amortisman, hizmetler ya da son ürün eşdeğer işçilik olarak ifade edilir. Bu ifadenin formül şekli aşağıdaki gibidir; (Emami, 2014)

$$\text{Satış Hasılatı} / \text{Toplam Çalışanlar Sayısı} + [(\text{Sermaye} + \text{Dış Harcamalar}) / \text{Yıllık Ort. Kazanç}] \quad (7.14)$$

Verimlilik ölçüsü olarak, net çıktı ya da işçi başına katma değer de kullanılabilir:

$$\text{Çalışan Başına Net Çıktı: Yıllık Katma Değer} / \text{Toplam Çalışan Sayısı} = \text{KD} / \text{Ly} \quad (7.15)$$

Katma Değer; çıktı değerinden girdi değerinin çıkarılması veya toplam satış miktarından (S), dış harcamaların(X) çıkarılmasıyla elde edilir. Tüm çalışanların etkisinin ölçülmesi sonucunda bazı durumlarda çalışan miktarı yerine adam saat hesabının eklenmesi daha doğru sonuç verebilir.

7.4.2. Parasal yöntem

Verimlilik indekslerinin doğrudan elde edilemediği durumlarda, finansal veriler ve oranlar kullanılabilir.

- Kullanılan hammadde = R_m
- Emek Maliyeti = L
- Satın alınan malzeme = B
- Maaşlar = Sc
- İşle ilgili hizmetler = W
- Satış, genel yönetim ve dağıtım maliyetleri = Sa
- Amortisman = D
- Kar = Pr

Toplam verimlilik ise şu şekilde formüle edilmektedir:

$$Pt = \text{Katma Değer} / \text{Dönüştürme Maliyeti} = [\text{Satışlar} - (R_m + B + W + D)] / L + Sc + R_m + B + W + D + Sa \quad (5.16)$$

7.4.3. Emek verimliliği

Ulusal seviyede emek verimliliği, ekonomik olarak mevcut nüfusu girdi olarak, üretilen tüm mal ve hizmet değerlerini çıktı olarak hesaba dahil eder.

$$\text{Ulusal Verimlilik} = \text{GSMH} / \text{Nüfus} \quad (7.17)$$

Aynı zamanda ulusal ya da sektörel seviyede emek verimliliği, iş saati başına fiziki çıktı miktarıyla da kıyaslanabilir. Fakat bir birim çıktı üretebilmek için gereken iş miktarı her ürün için farklı olduğundan bu ölçü her zaman doğru olmayacaktır. Bu sebeple emek-zaman ölçüm yöntemleri kullanılması daha uygun olabilir. Burada çıktı iş birimine dönüştürülmekte ve iş birimi ise genellikle standart performansta çalışan nitelikli bir işçinin bir saatte çıkardığı iş miktarı olarak ifade edilir. Üretim sanayisinde verimlilik verimliliğin ölçülebilmesi için toplam verimlilik ve kar / toplam yatırım indeksi kullanmanın en uygun yaklaşım olduğu varsayılmaktadır. Verimliliğin ölçümü ile ilgili farklı sektörlerde farklı yaklaşımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir. (Wagner ve Rush, 2000)

- Sermaye-yoğun piyasa ve işlerde verimliliğin artması adam saat ihtiyacını düşürür ve verimlilik artışının gerçekleşmesi emek girdisi ile değil ek sabit sermaye yatırımı ile gerçekleşir. Burada verimlilik sadece sermayenin verimliliği ile ölçülebilir.
- Emek-yoğun piyasa ve işlerde emek verimliliğinin artması sabit sermaye ihtiyacını düşürmez fakat sermaye verimliliğindeki yükselmeyi gösterir. Bu gibi durumlarda doğrudan emek verimliliğinin ölçülmesi yeterli olacaktır.
- Personel başına çıktı veya adam saat başına çıktı emek girdisi maliyetleri sermaye girdisini büyük ölçüde aşan az sayıdaki sermaye yoğun endüstri dışında çoğu endüstriler için yeni bir verimlilik ölçüsüdür. Sanayileşmiş ülkelerin büyük kısmında net milli gelirdeki emeğin payı %80 dolaylarındadır.

7.5. İşletme Düzeyinde Verimlilik Analizleri

İşletmelerde verimliliğin ölçülmesi ve analizinin yapılması konularında çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu durum işletme ile farklı gruptan insanların (yöneticiler, işçiler, yatırımcılar, müşteriler ve sendikacılar vb.) ilişkili olması ve bu grupların her birinin çeşitli amaçları olmasından ileri gelir. Verimlilik analizinde bazı kolay ve pratik yöntemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Personelin verimliliğini ölçme,
- Birim emek ihtiyacının planlanması ve analizi için ölçüm sistemleri,
- Emek kaynağı kullanılmasına yönelik emek verimliliğini ölçme yöntemleri,
- İşletme seviyesinde katma değer verimliliği

Normal şekilde kullanılacak olan ölçüm yöntemi yapılacak verimlilik analizinin hedefine göre değişir. En sık kullanılan üç temel yöntem aşağıda sıralanmıştır.

- Bir işletmeyi rakibi ile kıyaslama,
- Personel ve bölümlerin kıyaslama ile performansını belirleme,
- Toplu sözleşme ve kazançların paylaşımı için farklı girdi tiplerinin kıyaslama ile katkısını karşılaştırma.

Örnek olarak bir örgütün hedefi belirli bir zaman dilimi içerisinde harcanan sermaye getirisini en üst düzeye çıkarmak ve faaliyetlerini arttırmaya bağlı işletmenin maliyet ve kar sistemini ölçmesi gerekir. Verimliliğin ölçülmesinde kullanılan uygulamalı yöntemlerden

bazıları şu şekildedir; Kurosawa'nın yapısal yaklaşımı, Lawlor'un yaklaşımı ve işletme performansını değerlendirme (CPA) sayılabilir. (Prokopenko, 1987)

7.5.1 Kurosawa'nın yapısal yaklaşımı

Yönetim bilimleri profesörü Dr. Kazukiyo Kurosawa Tokyo Teknoloji Enstitüsü'nde verimlilik analizler alanında yaptığı araştırma ve yayınlarla bilinmektedir.

Verimliliğin yükseltilmesi ile ilgili akademik çalışmalarda uzman, ILO (International Labour Organization / Uluslararası Çalışma Örgütü) ve de APO'da (Asian Productivity Organization / Asya Verimlilik Örgütü) çeşitli görevlerde çalışmıştır. Kurosawa özellikle işletmenin yapısı ile ilgilenmiştir.

Kurosawa'ya göre işletmelerdeki verimliliğin ölçülmesi, daha önceki tecrübelerin analizi ve yeni faaliyetlerin planlanmasına yardımcı olur ve aynı zamanda da fonksiyonel faaliyetlerin incelenmesine yönelik bir bilgi sistematığının kurulması için kullanılabilir.

Bu sebeple verimlilik analizi için sistemlerin karar verme düzenine yönelik oluşturulması çok önemlidir.

$$A = \text{Fiili Değer} / \text{Kuramsal Değer} = \text{Gerçek} / \text{Teorik oranı} \quad (7.18)$$

$$B = \text{Standart Değer} / \text{Kuramsal Değer} = \text{Standart} / \text{Teorik oranı} \quad (7.19)$$

$$C = \text{Planlanan Değer} / \text{Standart Değer} = \text{Plan} / \text{Standart oranı} \quad (7.20)$$

$$D = \text{Fiili Değer} / \text{Planlanan Değer} = \text{Gerçekleşme} / \text{Plan oranı} \quad (7.21)$$

$$A = B \times C \times D \quad (7.22)$$

7.5.2. Bireysel verimlilik

Bir çalışanın verimliliğini (Pw) aşağıdaki gibi tanımlayacak olursak:

$$Pw = \text{Çıktı} / \text{Çalışanın Emek Girdisi} \quad (7.23)$$

Çalışan mesailerine dayandırılan verimlilikte ise:

$$Ls = \text{standart mesai saatleri (üretilen miktar x standart zaman)} \quad (7.24)$$

$$L_r = \text{toplam girdi mesai saatleri}(\text{sigortadaki işçi sayısı} \times \text{reel mesai saatleri}) \quad (7.25)$$

$$L_e = \text{etkili mesai saatleri} \quad (7.26)$$

$$L_r = L_r' + L_o \quad (7.27)$$

$$L_r' = L_e + L_m \quad (7.28)$$

$$L_r' = \text{reel mesai saatleri girdisi} \quad (7.29)$$

$$L_o = \text{ise mola, yemek saati, ekipman ve makine temizlik ve bakım süreleri, taşıma süresi} \\ \text{gibi eksiltelen çalışma saatleri} \quad (7.30)$$

$$L_m = \text{ekipman makinelerin arıza ve bakım onarım, malzeme ve parçaların hatalı ya da eksik} \\ \text{olması, personele son anda başka bir görev dağılımı ya da görev verilmesi gibi yönetim veya} \\ \text{amirden kaynaklanan kaybedilen zaman.} \quad (7.31)$$

7.5.3. Yaklaşımın işletme verimliliğine uygulanması

Verimlilik analizlerinde katma değer, farklı fiziki değişkenlerle olduğu kadar, diğer alakalı parametrelerle de anlam kazanacak şekilde kullanılabilir. Her daim yapılan iş faaliyetlerinde, katma değer, normal olarak cari fiyatlarla işleme alınır. Katma değer, standart fiyatlar ile göz önüne alınması ise genel olarak analitik hedefler için gerçekleştirilir. Emeğin katma değer verimliliğinin temeli endüstri ve işletmeler arasındaki çeşitlilik ve farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Fiyatın katma değere olan etkisini yok etmek için genel olarak çifte deflasyon yöntemi kullanılır.

$$\text{Gerçek Katma Değer} = \frac{SP_i Q_i}{I_p} = \frac{SS_i I_i}{I_s} \quad (7.32)$$

$$SP_i Q_i = \text{cari fiyatlar ile o dönem içerisindeki brüt çıktı} \quad (7.33)$$

$$SS_i I_i = \text{cari fiyatlar ile o dönem içerisindeki endüstriyel maliyet} \quad (7.34)$$

P_i = piyasa fiyatları,

Q_i = satılan ürün birimlerinin sayısı

I_i = ara girdi faktör kaleminin tüketim sayısı

I_p = ürün fiyat indeks sayısı

I_s = ara girdi indeks sayısı.

7.5.4. Lawlor'un yaklaşımı

İngiltere *Action Learning Associates*'te *Productivity Audits* müdürü olan Alan Lawlor 35 yıldan fazla süredir hem yüksek eğitim veren bir kolejde eğitmen hem de endüstri alanında üst düzey görevlerde çalışmıştır. Son yıllarda özellikle İnsangücü Hizmetleri Komisyonu'nda verimlilik artışına yönelik yeni gelişmeler üzerine çalışmaktadır. (Lawlor, 1985)

Bu yaklaşım ile verimlilik kavramının ve değerlendirilmeleri; Alan Lawlor, beş amaç başlığı adı altında örgütlerin verimliliğini amaçlar, etkenlik, etkililik, karşılaştırılabilirlik ve gelişme eğilimini ne derecede etkin ve verimli şekilde uyguladıklarının kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Amaçlar toplam fonların örgütün ihtiyacına yanıt verecek seviyede olması ile örgütün temel hedeflerine varma derecesinin ölçüldüğü durumlarda gerçekleştiği sonucuna varmaktadır. Bu fona toplam kazançlar (TE) denir.

$$TE = \text{satışlar} - \text{ilk madde ve malzeme} = S - M \quad (7.35)$$

TE, hizmet satın alınması ücretlerin ve maaşların ödenmesini sabit sermaye yatırımı yapılmasını kar ve vergilerin ödenmesini sağlar.

Etkenlik var olan girdi aracılığıyla esas ihtiyaç duyulan çıktıları temin etme düzeyini ve mevcut kapasitenin kullanılma oranını gösterir. Etkenlik tespiti çıktının girdi ile arasındaki ilişkiyi ve toplam kapasiteye kıyasla kaynakların kullanılma durumunun seviyesini hangi ölçüde kullanıldığını gösterir. Bu gösterge ile verimsiz durumların hangi açıdan kaynaklandığını belirtmelidir.

$$\text{Çıktı} / \text{Girdi} = (\text{Girdi} + \text{Kar}) / \text{Girdi} = O / I = (I+P) / I = 1 + (P/I) \quad (7.36)$$

$$P / I = \text{Kar verimliliği oranı.} \quad (7.37)$$

Etkililik uygulanan ile mevcut kaynakların daha verimli kullanılması durumunda yapılabilecek olanı kıyaslar. Bu durum yeni bir performans standardı veya potansiyeli uygulamak için bir çıktı amacı oluşturulmasını da dahil eder.

$$\text{Çıktı} / \text{Girdi} = \text{Etkililik} / \text{Kullanılan kaynaklar} \quad (7.38)$$

Verimliliğin yükselmesi, artış gösteren etkililik ve mevcut kaynakların daha iyi kullanılmasının toplamıdır. Dört ana oranla ifade edilirler:

- Cari çıktı ile cari girdi arasındaki oran (mevcut durum)

- Daha yüksek çıktı ile cari gerçek girdi oranı
- Cari gerçek çıktı ile daha düşük girdi arasındaki oran
- Yüksek etkililik seviyesi ile maksimum çıktının minimum girdiye oranı

Kıyaslanabilirlik, herhangi bir mukayese yapılmaması yalnızca verimlilik oranları ile anlaşılamayacağından örgüt performansı için fikir verir. Genel anlamıyla verimlilik ölçümü üç seviyede karşılaştırma yapılması demektir. (Lawlor, 1985)

- Mevcut uygulama ile hazırdaki geçmişe ait performans verilerini karşılaştırma. Bu cari performansın yeterli olup olmadığı hakkında bilgi vermez ancak hangi oranda gelişmekte ya da düşüşte olduğu ile ilgili sonuç verir.
- Bir birim, bir birey, bir iş, bir bölüm, bir süreç ile diğer bir birimin performansını karşılaştırma. Böyle bir ölçü nispi başarıyı gösterir.
- Cari performans ile amaçlanan performansını kıyaslama. Odağı hedeflere çevirdiği için bu kıyaslama en iyisidir.

Yönelimlerde hedef artan yönde eğilimlere sahip olmaktır. Bundan dolayı işletme performansının artışta mı ya da düşüşte mi olduğu ve bu oranın hızını belirlemek için cari performans ile geçmişteki performansların kıyası yapılmalıdır. Bu yaklaşımın geçerli olması için işletmede en az iki seviyede verimlilik tayini yapılması gereklidir. Birinci seviye toplam kazanç verimliliği ile ilgili olup, aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$E = \text{Toplam Kazançlar} / \text{Dönüştürme Maliyetleri} = T / C \quad (7.39)$$

$$\text{Dönüştürme maliyeti (C)} = \text{Toplam ücret ve maaşlar (W)} + \text{Toplam satın alınan fayda ve hizmetler (Ps)} + \text{Amortisman (K)} \quad (7.40)$$

Bundan dolayı yüksek seviyede toplam gelir elde edilmesi örgütün verimli işlediğini gösterir.

İkincil seviyede verimlilik tayinine örnek olarak kar verimliliğidir (Ep). Bu da aşağıdaki formül ile gösterilebilir.

$$E_p = P / C = (T - C) / C = (T/C) - 1 \quad (7.41)$$

$$EP = E - 1 \quad (7.42)$$

Toplam kazanç verimliliği E, herhangi bir örgüt için bir birincil ya da genel etkenlik ölçüsüdür. Bu aynı zamanda, dönüştürme etkenliğinin üç farklı tarafını daha gösterir.

- Girdi oranının çıktı üretme oranını
- Belirli bir çıktı ortaya koymak için kullanılan girdi miktarı
- Belirli bir girdi miktarından potansiyel olarak beklenen çıktı miktarı; yani etkililik ölçüsü.

İkincil verimlilik ölçümü, kullanılan kaynaklar ile var olan bütün kaynakların toplam maliyetine oranıdır. Toplam dönüştürme maliyeti iki başlık altında incelenir:

- Kaynakların üretken kullanımından kaynaklanan maliyetler (Cd). Bu maliyetler üretim iş maliyetleri (Ce) ve yardımcı iş maliyetleri (Ca) olarak iki alt grup altında incelenir.
- İnsan, araç, ekipman, depolama alanı vb. hiç kullanılmamasından dolayı kullanılmayan kaynakların maliyeti (Ci).

$$\text{Dönüştürme kullanım verimliliği} = C_d / C \quad (7.43)$$

C_d = Üretken ve yardımcı işlere harcanan kaynaklar veya zaman ya da bütünüyle kaynakların maliyeti

C = Mevcut toplam dönüştürme maliyetleri ya da zaman

Gerçekten üretken iş ile yardımcı iş arasındaki fark, ilk malzeme ve madde değerine katkı sağlar. Verimlilik ölçümüne yönelik önemli kısımlardan birisi de üretken iş kavramıdır.

İkincil verimlilik ölçümü için iki farklı metot daha mevcuttur. Döner sermaye verimliliği ile stok verimliliği.

$$\text{Döner sermaye verimliliği} = T / (M+C) \quad (7.44)$$

T = Toplam kazançlar

M = Tüm ilk madde ve malzeme

C = Dönüştürme maliyetleri

Yukarıda yazılan denklemler döner sermaye birimi üzerinden sağlanan toplam gelir veya döner sermayenin çalışma hızını belirtir. Satışlar (S) ya da kar (P) çıktısından faydalanılarak benzer oranların kullanılması mümkündür.

$$S / M + C \text{ ya da } P / M + C \quad (7.45)$$

Stok verimliliği yani ilk maddenin, malzemenin yarı ürün ve ürün stokunun toplamı döner sermaye verimliliğine benzerlik gösterir ancak stokun sistem içerisinde kaldığı zamanın kapsanması için de stok bulundurma maliyetinin (C_{inv}) eklenmesi gerekir.

$$\text{Stok verimliliği} = T / M + C_{inv} \quad (7.46)$$

T = Toplam kazançlar

M = Tüm ilk madde ve malzeme

C_{inv} = Dönüştürme maliyetleri

Stok verimliliği ölçümünde uygulanan ve daha sık kullanılan bir diğer yol ise stok devir hızıdır. Hesaplanmasında ise;

Satışlar / Tutulan Ortalama Stok Düzeyi

Verimlilik potansiyeli ise bir kurumun atıl kapasite maliyeti göz ardı edilerek toplam kazanç potansiyeli girdinin tamamen kullanılması durumunda sağlanacak kazançlar olarak nitelendirilebilir.

$C_d = C$ kabulü yapılarak,

$$T_{pot} = (T/C_d) * C \quad (7.47)$$

7.6. Performans Faktörü

Sahada verimliliği ölçmek için iki yaklaşımdan, en yaygın olanı Performans Faktörü (PF) temeline dayandırılarak mevcut veri maliyet analizi ve Kazanılmış Değer(KD) aracılığıyla elde edilen verilerdir. (Dozzi ve AbouRizk, 1993) Tanımı;

$$\text{Performans Faktörü} = \text{Kazanılmış adam*saat} / \text{Gerçekleşen adam*saat} \quad (7.48)$$

(Çizelge 7.2 sütun 13 ve 14)

Kazanılmış adam saat değerleri öngörülen adam saat değerlerinin birim başına adam*saat değerlerinin (adam*saat/imalat metrajı) hesaplanmasıyla elde edilir.

Gerçekleşen adam*saat (Aşağıdaki tablo sütun 1 ve 2.) ve öngörülen birim adam*saat değerleri (Aşağıdaki tablo sütun 7) kullanıldığında tahminlerde hata yapılabileceğinden hesaplamalarda sapmalara neden olabilir, çalışılan saatler adam*saat hesabını tutan personele yanlış aktarılabilir ve işin fiziksel ilerlemesi yanlış hesaplanabilir.

Çizelge 7.2 Adam saat tablosunun örneği ve performans faktörü ilişkisi

Kalıp İşleri		Aktivite	
3.03		Poz No	
680	(1)	Mevcut Dönem	Gerçekleşen adam*saat
37,10	(2)	Bu Döneme Kadar	
82,00	(3)	Mevcut Bütçe	Miktar
620	(4)	Mevcut Dönem	
34,00	(5)	Bu Döneme Kadar	
m ²	(6)	İmalat Birimi	
1,04	(7)	Bütçe	Birim
1,10	(8)	Mevcut Dönem	
1,09	(9)	Bu Döneme Kadar	
85,20	(10)		Bütçe adam*saat
645	(11)	Mevcut Dönem	Kazanılmış adam*saat
36,38	(12)	Bu Döneme Kadar	
0.95	(13)	Mevcut Dönem	Performans Faktör
0.98	(14)	Bu Döneme Kadar	
86,94	(15)		Tahmini adam*saat

Çizelge 7.3 Çizelge 7.2'ye ait notlar ve denklemler

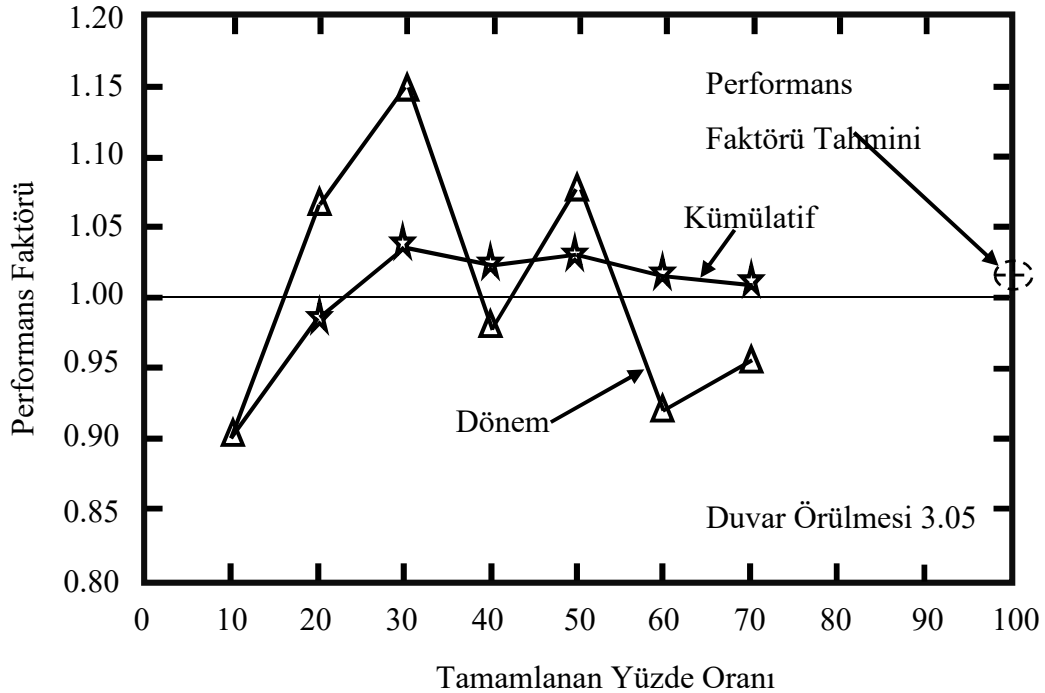
Sütun	Notlar
1	Raporlanan son dönemdeki gerçekleşen adam*saat (günlük raporlardan)
2	Gerçekleşen adam*saat değerlerinin toplam
3	Muhasebe için öngörülen miktar/metraj
4	Raporlanan son dönemdeki kazanılmış miktar(günlük rapordan ve pursantajdan)
5	Kazanılmış miktar/metraj değerlerinin toplamı
6	İmalatın sayısal birimi
7	Öngörülen verimlilik oranı (tecrübeye dayalı elde edilen değer)
8	(1) / (4)
9	(2) / (5)
10	(3) / (7)

Çizelge 7.3 Çizelge 7.2'ye ait notlar ve denklemler (devamı)

11	(4) / (7)
12	(5) / (7)
13	(11) / (1)
14	(12) / (2)
15	(10) / (14)

Performans faktörü projenin kontrolü için kullanılır Çizelge 7.4'te de görüleceği üzere grafik kümülatif ve dönemsel olarak verimliliği göstermektedir. Projesel bazlı ya da hesap dönemlerinde grafik aracılığıyla değerler kolayca okunabilir. Gerçekleşen değerlerin yanında Performans Faktörü'nün eğilimini bu eğriler ile yorumlamak oldukça önemlidir. Başlangıçtaki performans faktörünün düşük olması beklenir (0.90 vb. değerler) çünkü başlangıçtaki aktiviteler ortalama olarak diğer aktivitelerden daha fazla zamana ihtiyaç duyarlar. Zamanla yapılan işlerin rutine binmesi, personelin yatkınlığı ile düşük adam*saat değerlerinde artış beklenir.

Çizelge 7.4 Performans faktörünün trend eğilimi



8. ÖRNEK BİR PROJENİN İŞGÜCÜ VERİMLİLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

8.1. Proje Yönetim Araçları Kullanılarak Mevcut Bir Projenin İncelenmesi

Anahtar teslim götürü bedel üzerinden ihale usulü yapılan, Haziran 2018 sözleşme tarihli, işin süresi yaklaşık 740 gün olan bir proje üzerinden inceleme yapılacaktır.

Çizelge 8.1 Projeye ait termin süreleri ve bütçe bilgileri

Proje özet bilgileri	
Proje toplam kapalı inşaat alanı:	60575,78 m ²
Proje sözleşmesel bitiş tarihi:	14.07.2020
Proje mevcut performansa göre tahmini bitiş tarihi:	29.08.2020
Proje mevcut iş gücüne göre tahmini bitiş tarihi:	01.11.2020
Proje bütçesi:	220000000,00 TL
Proje tahmini bitiş maliyeti:	215222688,31 TL

Proje özet bilgilerinde yapının toplam kapalı inşaat alanı proje büyüklüğü hakkında sayısal bilgi vermesi amacıyla paylaşılmıştır. Projeye ait ufak bir detay ise Haziran 2018 tarihinde imzalanan sözleşmeden sonra artan döviz kurlarındaki %42,6'lık artış sebebi ile (1 Haziran 2018 1\$=4,5922 TL 31 Ağustos 2018 1\$=6,5498 TL) (Anonim, 2020) durdurulma kararı alındıktan sonra proje Kasım 2018 tarihinde devam etme kararı alınarak hafriyat çalışmalarına başlanmıştır.

Çizelge 8.2 Proje ilerlemesinin alındığı kesit tarihi itibari ile ilerleme oranları

Kümülatif Proje ilerleme yüzdesi (Rapor tarihi/13 Mart 2020 itibari ile saha fiziksel ilerlemesi)				
İş Kalemi	Planlanan	Gerçekleşen	Fark	Performans
Proje Genel	65,59%	60,61%	-4,98%	92,41%
Altyapı işleri	1,49%	1,29%	-0,20%	86,68%
İnşaat işleri	37,60%	34,73%	-2,87%	92,38%
Mekanik işler	16,88%	17,92%	1,04%	10,62%
Elektrik işleri	7,40%	4,98%	-2,42%	67,26%
Yol, saha, menfez, kanal işleri	1,70%	1,42%	-0,28%	83,55%
Peyzaj işleri	0,52%	0,27%	-0,25%	52,04%

Çizelge 8.3 Projenin mevcut performansına göre tahmini bitiş tarihi

Mevcut performansa göre proje tahmini bitiş tarihi				
Tarih	Performans	Proje süresi	Geç / Erken	Revize bitiş
Mart 2020 / 87.hafta	92,41%	740 gün	-46 gün	29.08.2020

Performans değeri Çizelge 8.2’de yer alan proje geneline göre planlanan ve gerçekleşen ilerleme oranları ile bulunmuştur.

$$\text{Gerçekleşen (Mart 2020) / Planlanan (Mart 2020)} = \%60,61/\%65,59 = \%92,41$$

Performans oranı bölüm 7.6’da incelenen performans faktörü ile karıştırılmamalıdır. Yukarıda hesaplanan performans oranı bölüm 7.3.1’de değinilen *Statik verimlilik oranı (SVO)* yardımıyla bulunmuştur

Proje Süresi Çizelge 8.5’ye yer alan sözleşme bitiş tarihi ile başlangıç tarihleri arasında kalan süre miktarıdır.

$$\text{Sözleşme bitiş tarihi} - \text{Başlangıç tarihi} = 14.07.2020 - 05.07.2018 = 740 \text{ takvim günü}$$

Projenin mevcut performans değerine göre geç ya da erken biteceği değerlendirmesi ise haftalık raporlara göre ilerlemenin kaydedildiği tabloda bir önceki hafta (08.03.2020) ilerlemesi baz alınarak;

$$(\text{Raporlanan tarih} - \text{başlangıç tarihi}) * (\text{Performans} - 1) \quad (8.1)$$

$$(08.03.2020 - 05.07.2018) * (0,9241 - 1) = 612 * (-0,0759) = -46$$

Denklem 8.1’de ifade edilen değerlerin kısaca özeti projenin bugüne kadar gerçekleşen performans ve hedef performansı arasındaki farktan yola çıkılarak planlanan tamamlanma sürelerine ulaşıp ulaşılamayacağı ve buna bağlı olarak revize bitiş sürelerinin öngörüsünde bulunabilmektir. -46 değeri bize projenin 46 gün uzama ile biteceğini belirtmektedir.

Sözleşme bitiş tarihine bu değer ilave edilerek revize bitiş tarihi bulunabilir.

$$14.07.2020 + 46 \text{ gün} = 29.08.2020$$

İlerleyen bölümlerde Çizelge 8.2’de yer alan planlanan ve gerçekleşen ilerleme oranlarının hangi yollarla bulunduğu detaylandırılacaktır

Çizelge 8.4 Projenin mevcut işgücüne göre tahmini bitiş tarihi

Mevcut adam gücüne göre proje tahmini bitiş tarihi				
Toplam adam gücü	Planlanan	Fark	Geç / Erken	Revize Bitiş
Mart 2020 / 87.hafta	837339 a*s	-193993 a*s	-110 gün	01.11.2020

Çizelge 8.3'te incelenen projenin mevcut performansına göre tahmini bitiş tarihine ilave olarak projenin işgücü ilerlemesine göre bitiş tarihinin öngörüsünde bulunan yukarıdaki Çizelge 8.4 benzerlik göstermektedir.

Projenin sözleşme döneminde sahip olduğu iş kalemlerinin bir işçi bir saatte kaç birim iş yapar temeli ile başlayıp öncül ve ardıl iş kalemlerinin iş programı seviyesinde ağ yapısı oluşturulması ile işin tamamlanma ve tamamlandıktan sonra bekleme sürelerinin sistem üzerinde tanımlanmasıyla birlikte planlama sistemi oluşturulmuş ve bu sistem Primavera P6 yazılımı ile yapılmıştır. Mevcut çalışmada bu konuya değinilmeyecektir ancak bu programın çıktı değerleri kullanılmaktadır. Program Mart 2020 ayı için 837339 adam*saat değerini üretmiştir.

Çizelge 8.4'te yer alan fark sütununda ise saha puantajları üzerinden günlük hangi iş kaleminde kaç ustanın / işçinin çalıştığı günlük olarak işlenmiştir ve her bir kalem için bu değerler kümülatif olarak toplanmıştır (1302591 adam*saat). Bu puantaj tablosu Çizelge 8.18 üzerinde örnek olarak gösterilmiştir. Bu değerlerin planlanan ile gerçekleşen değerler arasındaki farkı Çizelge 8.4'te fark sütununa işlenmiştir.

Projenin mevcut işgücüne göre tahmini bitiş tarihinin bulunmasında sürenin ne kadar geç / erken olacağının bulunması için; Denklem 8.1'e benzer yöntem kullanılmıştır.

$$\text{Geç / Erken İşgücü farkı} / \text{Toplam planlanan iş gücü} / \text{Proje planlanan bitiş süresi} \quad (8.2)$$

$$740 \text{ Gün} * (-193993) / 1302591 = - 110 \text{ Gün}$$

-Değeri planlanan adam*saat değerlerinden geri kalındığı için projede gecikme yaşanacağını belirtmektedir.

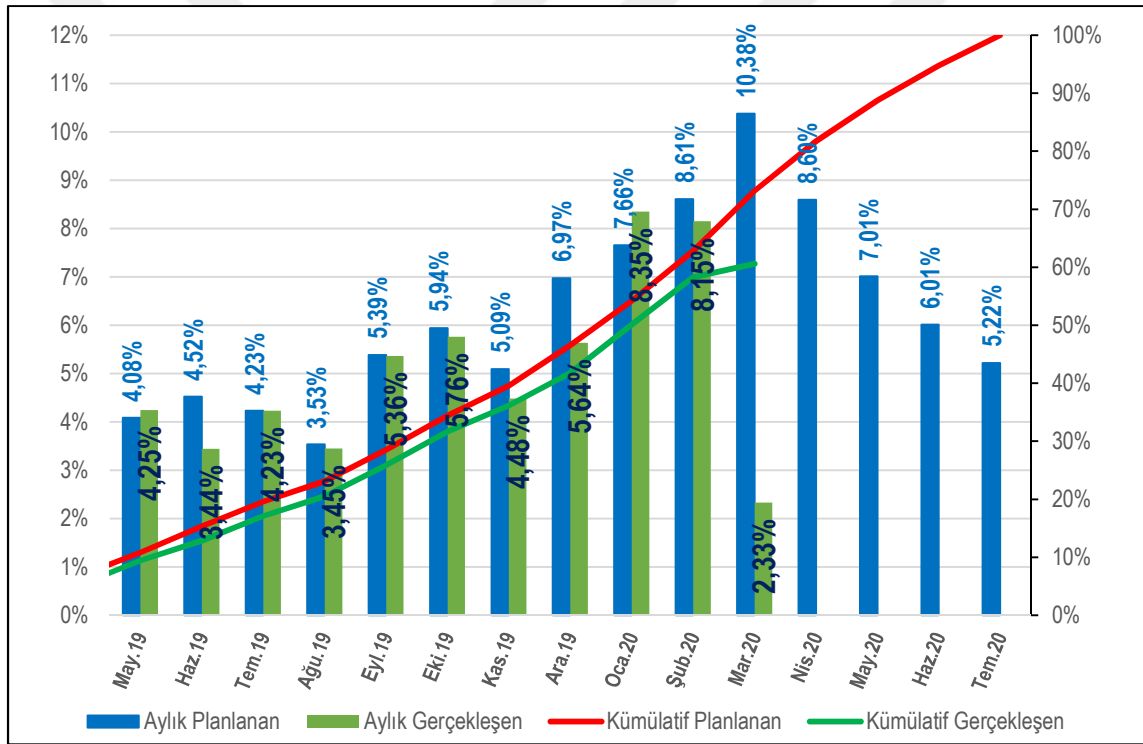
$$14.07.2020 + 110 \text{ Gün} = 01.11.2020 \text{ Revize Bitiş Tarihi}$$

Çizelge 8.3 ve Çizelge 8.4 karşılaştırıldığında güvenli tarafta kalabilmek için daha geç bir süre olan 01.11.2020 tarihi dikkate alınmalıdır.

Çizelge 8.5 İnşaat zaman çizelgesi

Başlangıç tarihi:	05.07.2018
Sözleşme bitiş tarihi:	14.07.2020
Tahmini bitiş tarihi:	01.11.2020
Sözleşme süresi:	740 gün
Tahmini bitiş süre:	850 gün
Toplam geçen süre:	613 gün
Sözleşmeye göre geçen:	82,84%
Tahmine göre geçen:	72,10%

Çizelge 8.6 Aylık ilerleme yüzdesi (kümülatif)



Ay (2020)	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
Planlanan (Aylık- Kümülatif)	46,51%	54,17%	62,78%	73,16%
Gerçekleşen (Aylık- Kümülatif)	41,78%	50,13%	58,28%	60,61%
Fark (Aylık)	-4,73%	-4,04%	-4,50%	-12,55%

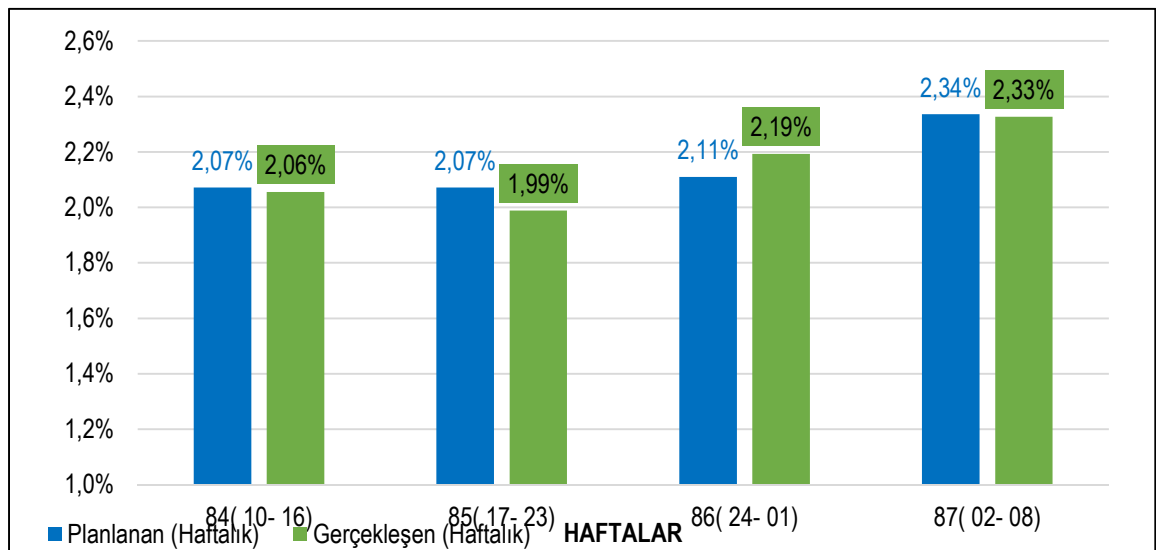
Çizelge 8.6’da aylık ilerleme yüzdesinin gerçekleşen ve planlanan bazda gösterimi yapılmıştır. Kümülatif olarak planlanan ve gerçekleşen / edinilen değerler arasındaki fark bir önceki üç aya göre makul seviyededir ancak mart ayındaki aylık bir önceki aylara göre yüksek çıkmıştır bunun sebebi mart ayındaki değerlerin tam olmamasıdır.

Çizelge 8.6 doğru sonuçlar verme konusunda diğer tablo analizlerine göre en başarısız olanıdır bunun sebebi;

- Planlanan değerler aylık bazda hakkedişler üzerinden yapılmaktadır.
- Hakediş üzerinden finansal konuların proje toplam maliyetine oranı üzerinden belirlenmektedir.
- Özellikle mekanik ve elektrik alanlarında ithal ürünlerin ağırlıkta olmasından dolayı döviz kurlarındaki en ufak dalgalanmanın bu oran üzerinde etkisi kaçınılmaz olacaktır.
- İşveren / müşavir / müteahhit / alt yüklenici arasında sahadaki imalatların kalitesi, sözleşmesel maddeler ve diğer sebeplerden dolayı çıkabilecek en ufak fikir ayrılığında imalatın gerçekleştirilmiş olmasına rağmen finansal konularda yaşanabilecek anlaşmazlıklar sonucunda verim oranı da ay bazında dalgalanma gösterecektir.

Proje yaşam döngüsünde bahsedilen projelerin işgücü ve maliyet açısından benzerliklerinin gösterildiği Şekil 3.1 ile Çizelge 8.6 arasındaki benzerlik dikkat çekmektedir.

Çizelge 8.7 Haftalık ilerleme yüzdeleri



Çizelge 8.8 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek İş Kalemleri

Duvar Bitişleri		13-Oct-19 A	10-Jul-20	230
CA101B20020	Seramik Duvar Kaplaması Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	13-Oct-19 A	01-Apr-20	171
CA101B04130	Pasif Yangın Önemi İmalatı Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	12-Dec-19*	02-Jan-20	21
CA101B20080	Korkuluk Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	21-Apr-20*	02-May-20	10
CA101B04120	Dilatasyon Profilleri İmalatı Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	16-May-20*	30-May-20	7
CA101B20050	Duvar Saten Alçı Sıva Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	04-Jun-20*	01-Jul-20	28
CA101B20085	Lambri Duvar Kaplaması Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	15-Jun-20*	22-Jun-20	8
CA101B20070	İç Dekorasyon Bitiş İmalatları Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	20-Jun-20*	04-Jul-20	15
CA101B20075	Asansör Holü Kaplaması & Sövesi Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	24-Jun-20*	29-Jun-20	6
CA101B04110	Duvar Boya Yapılması (Mühendislik Binası / 01B/-5.50~+0.00)	04-Jul-20*	10-Jul-20	7

Yukarıda örnek olarak Primavera P6 programında hazırlanan iş programı için kullanılan iş kalemleri, başlangıç ve bitiş tarihleri ve tamamlanma süreleri belirtilmiştir.

Çizelge 8.9 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek İş Kalemleri İlişkileri Öncülleri

CA1GEN15030: SS 15, CA101B15040: SS, CA101B25030: FF 65
CA1GEN15010: FF 1
CA1GEN15020: SS 15, CA101B25095: FF 12, CA101B25095: SS 15
CA101B25090: FF 11, CA101B20025: FF
CA101B30010: SS 10, CA101B30010: FF 2, CA101B20025: FF 1, CA1GEN40020: FF 10, CA1GEN45080: FF, CA101B20
CA1ZMK20060: SS, CA1ZMK20060: FF
CA101B20050: FF
CA101B25090: SS 30, CA101B25090: FF 5, CA101B20050: FF, CA101B55100: FF 10
CA101B20050: SS 10, CA101B20050: FF 4, CA101B25040: FF, CA101B35010: FF, CA101B35040: FF, CA1GEN35030: F

Çizelge 8.9'da iş programı hazırlanması için inşaat işleri arasında iş dökümü yapısı tanımları ve aralarındaki Başlangıç-Başlangıç(SS), Başlangıç-Bitiş(SF), Bitiş-Bitiş(FF), Bitiş-Başlangıç(FS) ilişki gösterilmiştir. Bu iş ilişkilerine ek bekleme süreleri(Delay) süreleri de eklenmiştir. Örnek olarak sıva tamamlandıktan 4 gün sonra boya işlerinin başlayabileceği CA101B20050: FF4 olarak sistemde kodlanmıştır.

Çizelge 8.10 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek İş Kalemleri İlişkileri Ardılları

CA101B20050: FF 7
CA101B04110: FF 2
CA101B04110: SS 10, CA101B04110: FF 4, CA1ZMK20090: FF 5, CA101B35010: FF 1, CA101B35020: FF 5, CA101B50
TGNGEN18020: FF
TGNGEN18020: FF 5
CA1GEN55080: FF 2
CA101B65405: SS, CA1ZMK65310: SS, CA1ZMK20090: FF

Çizelge 8.9'da başlama kriterlerine ilave olarak devam edecek olan iş kalemleri bağlantıları ardıllar olarak gösterilmiştir. Örnek olarak Duvar Boya Yapılması

işleri(CA101B20050) tamamlanmasının ardından Aydınlatma ve Priz Ekipman Montajı(CA101B65405) işleri ile Başlangıç-Başlangıç(SS) başlanabileceği ile ilgili ilişki gösterilmiştir.

Çizelge 8.11 Primavera İş Programı Hazırlanmasına Örnek Gantt Chart



Çizelge 8.11’de hazırlanan iş programı görselleştirilerek iş programı daha kolay anlaşılabilir ve iş kalemleri arasındaki ilişkiler daha açık bir şekilde gösterilmektedir.

Çizelge 8.12 Primavera İş Programı Hazırlanmasında Kullanılan Birim Adam*Saat Değerleri

POZ NO	İŞİN CİNSİ	Birim	Birim Adam Saat
INS-04-01	GAZBETON DUVAR 20 CM	M2	1,20
INS-04-04	TEK KAT, ÇİFT YÜZ, TAŞYÜNÜ ISI YALITIMLI ALÇI PANEL DUVAR YAPILMASI	M2	1,50
INS-04-05	CAMLI MODÜLER BÖLME DUVAR	M2	1,50
İLAVE4	BETONARME HATIL İMALATI -(DÜŞEY-YATAY)	MT	1,00
İLAVE7	ÇİFT KAT, ÇİFT YÜZ, TAŞYÜNÜ ISI YALITIMLI, SUYA VE YANGINA DAYANIMLI ALÇI PANEL DUVAR YAP.	M2	1,50
INS-06-11	33x33 CM SERAMİK KAPLAMA (Sırsız Mat)	M2	2,00
INS-06-19	ANTİSTATİK PVC DÖŞEME KAPLAMASI	M2	1,00
INS-06-24	HALI DÖŞEME (TOPLANTI ODASI)	M2	1,00
INS-06-32	DÜZELTME SIVASI + SATEN ALÇI KAPLAMA	M2	1,00
INS-06-33	SU BAZLI İPEK MAT İÇ CEPHE BOYASI	M2	0,40
INS-06-34	KUM EFEKTLİ DEKORATİF BOYA	M2	0,50
INS-06-35	TEKSTİL ESASLI DUVAR KAĞIDI	M2	0,50
INS-06-38	30x60 CM SERAMİK DUVAR KAPLAMASI	M2	2,00
INS-07-65	KK1 (2000X2900mm) Isı Yalıtımlı Fotoselli Kapı	AD	30,00
INS-07-66	LK1 (900X2200mm) Laminat Kaplı Ahşap Kapı	AD	5,00
INS-07-73	YK1A (1800X2200mm) Yangına Dayanıklı Kapı - Panik Barlı - F90 dk.	AD	10,00

Çizelge 8.12’de hazırlanan iş programı için kullanılan birim*adam saat değerleri daha önceki tecrübelerle göre kaydedilmiştir ve iş programı hazırlanırken kullanılmaktadır.

İlgili katta ya da blokta bulunan iş miktarı/metraj ile birim adam*saat değerleri bölünerek gereken sürede işin bitirilmesi için günlük çalışması gereken usta ve işçi miktarları bu değerlere göre belirlenmektedir. Adam*saat değerlerini proje başlamadan, iş programı hazırlanırken yapılacak işin niteliğine göre değerlendirmek planlamacının tecrübesi ve beklediği verimlilik ile ilişkilidir. Örnek olarak kat yüksekliği standartın üstünde olan hastane projeleri için iskele kurulmasına ihtiyaç duyulan duvar işleri ile ilgili birim adam*saat değerleri düşürülerek daha gerçekçi bir planlama yapılabilmesi mümkündür.

Projenin niteliği ve detaylarına göre verimliliği etkileyecek faktörlere örnek olarak coğrafya ve iklim koşulları, tehlikeli çalışma koşulları, denetim ve saha testlerinin yoğunluğu, mobilizasyon mevcudiyeti ve ek mesai gibi durumlar ön plana çıkarak etkilemektedir. İşgücündeki zafiyetlerin önüne geçmek için bunun gibi faktörlere yönelik önlemlerin alınması proje yürütme aşamasındaki verimlilik düşüşlerinin önüne geçebilir.

Edinilmiş değer analizi ile de proje planlama aşamasındaki değerlerin, proje yürütme aşamasında elde edilen değerlerle karşılaştırılması projenin tamamlanma süresi ve proje tamamlanma bütçesi hakkında fikir verecektir.

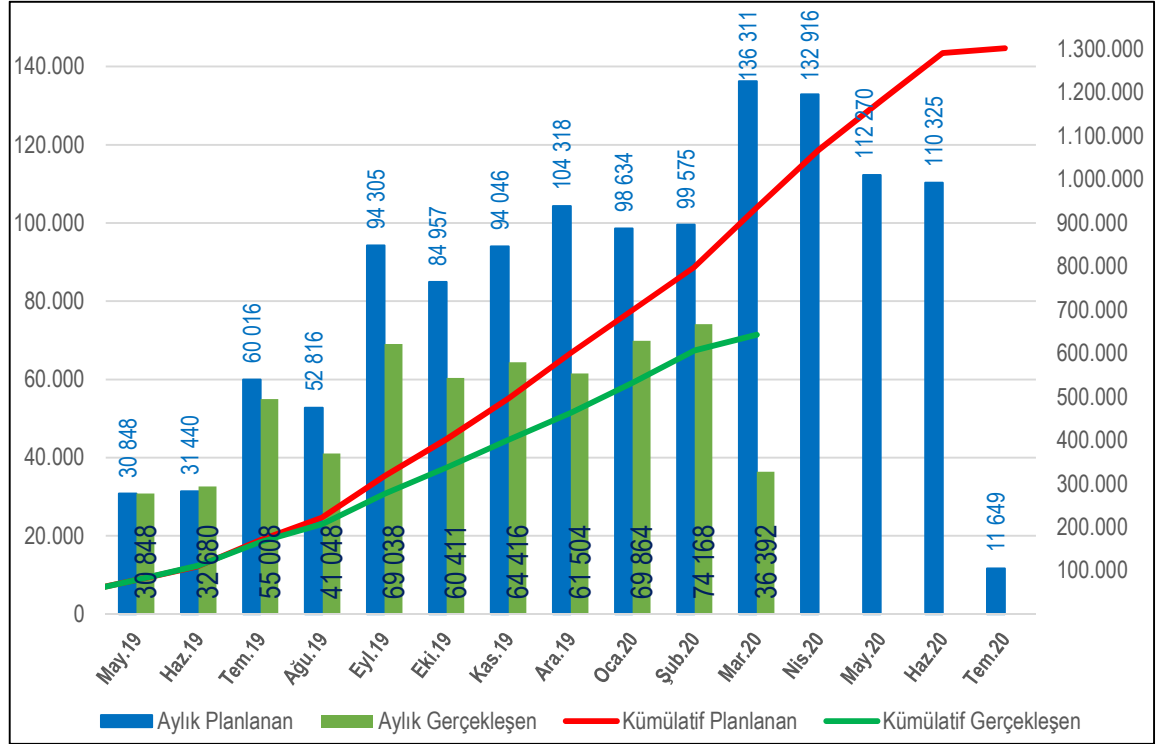
Edinilmiş değer analizi nakit akış grafiği ve edinilmiş adam*saat değerleri kullanılarak hesaplanabilir.

Edinilmiş değer analizi S-Curve’e benzer şekilde proje başlangıç aşamasında düşük değerlere sahip olma eğilimiyle birlikte proje yürütme aşamasında ivme kazanarak daha yüksek değerlere sahip olma yönelimindedir. Bununla birlikte proje kapanış aşamasına doğru azalan eğimlerle tamamlanma eğilimi göstermektedir.

Çizelge 8.13’te adam*saat değerleri ve Çizelge 8.14’teki nakit akış grafiklerinde Mart 2020 itibariyle edinilmiş değer analizi çalışması yapılmıştır.

Nakit akış grafiği ile adam*saat değerlerinin yer aldığı grafiklerdeki farklılıklara ilerleyen konularda değinilecektir.

Çizelge 8.13 Proje aylık iş gücü grafiği (Adam*saat)



Ay	Aralık.19	Ocak.20	Şubat.20	Mart.20
Planlanan (Aylık - kümülatif)	600911	699545	799120	935431
Gerçekleşen(Aylık - kümülatif)	462922	532786	606954	643346
Fark (Aylık)	-137989	-166759	-192166	-292085

Çizelge 8.13'te Şubat ayı incelenecek olursa edinilen adam*saat değerleri (606954) ile planlanan adam*saat değerleri (799120) arasındaki farkın 192166 adam*saat değeri olduğu ve bunun da $606954 / 799120 = \%75,95$ verimlilik oranına tekabül ettiği bu değerinde çok düşük verimlilik oranı olduğu dikkat çekmektedir ancak,

Çizelge 8.6'da Şubat ayına ait gerçekleşen ve planlanan değerler ile bu değer karşılaştırılırsa;

Şubat Gerçekleşen / Şubat Planlanan = $\%58,28 / \%62,78 = \%92,83$ değeri ile,

Çizelge 8.3'te bulunan performans değerine ($\%92,41$) çok yakın olduğu ve daha düşük işgücü ($\%75,95$) ile projenin $\%92,83$ verime ulaştığı varsayımı yapılabilir.

İki farklı oranın hangisinin kullanılabileceği ve hangi metodun projeye projeksiyon tuttuğu tartışmaya açık bir konudur.

%75,95 işgücü ile projenin %92,83 seviyesine gelmesi (Şubat 2020 için geçerli durum) bölüm 7.3.3.'te bahsedilen *Toplam verimlilik oranı*

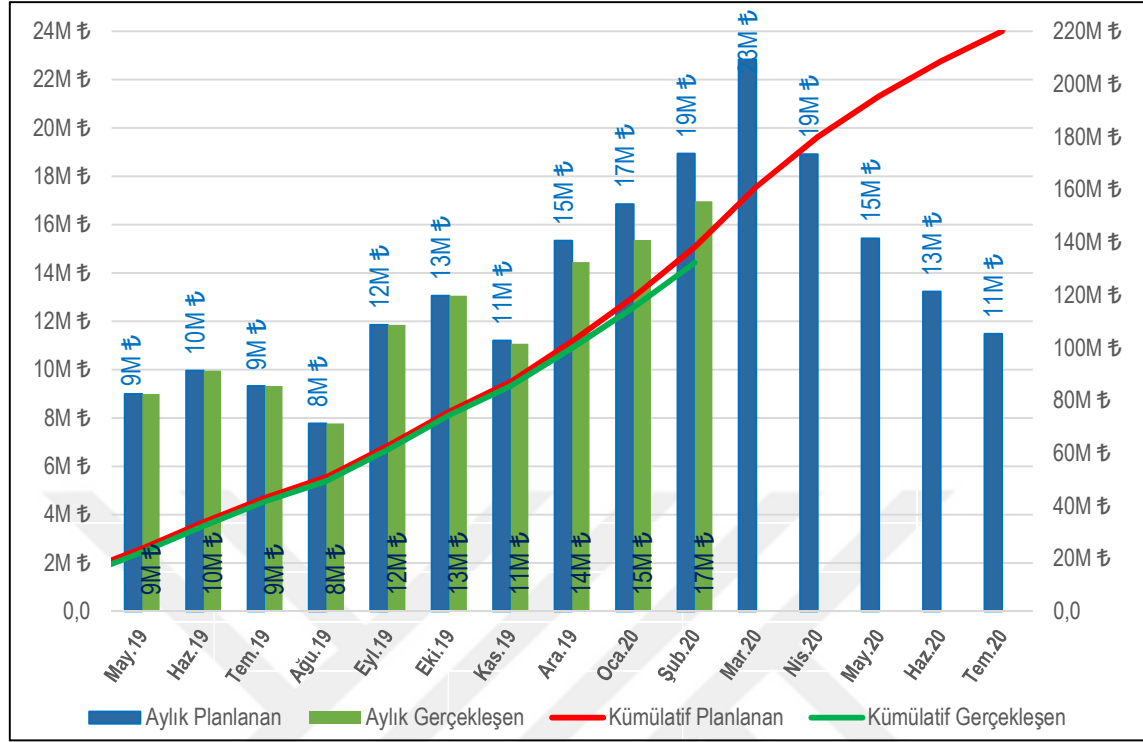
$$TVO = \text{Toplam Üretim} / \text{Toplam Girdi} \quad (7.5)$$

Uygulanırsa işgücünün %122 verim ile üretim yaptığı sonucuna varılır.

Burada öne çıkan sorular;

- %75,95 işgücünün diğer oranlara göre neden düşük çıktığı.
- %92,83 ilerleme yüzdesine Çizelge 8.6'da bahsedilen konular ile ilgili güvenin sağlanıp sağlanamayacağı. (bu oran her zaman düşük çıkma eğilimindedir)
- İki farklı oran karşılaştırılırken ortak paydanın yalnızca işçilik olduğu malzeme faktörünün işgücü analizi yapılırken bütçeye dahil edildiği.
- %75,95 işgücü oranı puantaj tablolarına bağlı kaldığından dolayı saha puantajından gelen bilgilerin doğruluk oranı bu oranı etkileyen en büyük etkidir.
- %92,83 ilerleme yüzdesi içinde bulunulan durum için performans ile karşılaştırıldığında yakın sonuç vermektedir kullanılması yöneticinin tercihindedir.
- İki farklı oran karşılaştırılırken ön plana çıkan konu sahadaki imalatın tamamlanmış olmasıdır. Planlama yaparken de işgücü üzerinden gidildiğinden ve ilerleme oranı açısından bir yöntem olduğundan dolayı kullanılabilir. Toplam verimlilik oranının (bölüm 7.3.3.) hesaplanma ihtiyacından dolayı ortak payda olarak işçiliğin kullanılmasının olağan bir durumdur ve genel giderlerin hem alt yüklenici hem de müteahhit bazında belirlenirken en temel noktasıdır. İki oran da gerçeğe yakın olduğu sürece doğru sonuç verecektir.

Çizelge 8.14 Proje aylık nakit akış grafiği



Ay	Aralık.19	Ocak.20	Şubat.20	Mart.20
Planlanan (Aylık-kümülatif)	102332791 TL	119181161 TL	138120989 TL	160947545 TL
Gerçekleşen (Aylık-kümülatif)	99862369 TL	115229484 TL	132195637 TL	132195637 TL
Fark (Aylık)	-2470421 TL	-3951677 TL	-5925351 TL	-28751907 TL
Fark (%)	%2,41	%3,31	%4,28	%17,86

Çizelge 8.14'te bütçe analizi ile müteahhit tarafından yapılan planlamalara göre makine ve ekipman giderleri dahil edilmiştir. Performans ve işgücü ile bulunan verimlilik analizlerindeki oranlardan performans yüzdesi ile daha çok örtüşmektedir.

Bir önceki Çizelge 8.13'te yapılan yorumlara göre verimliliğin hangi koşullarda kontrol edilebileceğine dair bir kontrol mekanizması sağlayabilir.

Mart ayı raporları tamamlanmadığından mart ayındaki farkın yüksek (%17,86) çıkması normal karşılanmaktadır.

Çizelge 8.15 Malzeme sunum / onay durumu

Onaya sunulan:	310adet
Onaylanan:	151 adet
Şartlı onaylanan:	95 adet
İptal / reddedilen:	57 adet
Onayda bekleyen:	7 adet

İşveren tarafından şartname maddelerinde belirtilen şekilde yüklenicinin seçtiği alt yüklenicilerin ve alt yükleniciler tarafından kullanılacak malzemelerin idareye kullanılmadan önce idareye sunulması ve onay alınması gerekmektedir. Onay sürecinde aksamaların yaşanması kritik yol üzerinde bulunan imalat kalemlerini etkileyeceğinden dolayı sürecin dikkatli bir şekilde yürütülmesi verimliliği doğrudan etkileyecektir.

Çizelge 8.16 İş emirleri sunum / onay durumu

Onaya Sunulan:	-434198,31 TL
Onaylanan:	-2407315,88 TL
Şartlı Onaylanan:	0,00 TL
İptal / Reddedilen:	1499040,79 TL
Onayda Bekleyen:	37320,06 TL

Sözleşme aşamasında öngörülemeyen iş kalemleri ve buna ait pozların bulunması durumunda bu işlerin yapılması için zeyilnamelerin yapılması ve mutabık kalınması gereklidir. Anlaşmazlıklardan dolayı iş yapılamaması projenin verimini doğrudan etkileyecektir.

Çizelge 8.17 RFI dosyaları sunum / onay durumu

Sunulan:	26 adet
Cevaplanan:	24 adet
İşverende Bekleyen:	1 adet
Proje yönetiminde Bekleyen:	1 adet
Tasarımcıda Bekleyen:	0 adet

RFI (Request for Information): Yüklenici tarafından projelerde ve şartnamelerde belirtilen maddelerin/bilgilerin eksik olması durumunda müşavir ve işverenden bilgi talep etmesidir. Proje takibinin başlayacak olan imalatlardan belli bir süre önce yapılması gerekmektedir ki eksik bilgidен dolayı proje süresi dolaylı uzayabilir.

Çizelge 8.18 Planlanan ve edinilen adam*saat değerleri

Ekipler	Planlanan (adam*saat)	Gerçekleşen (adam*saat)	Kalan (adam*saat)	Kalan ortalama (adam*gün)
Yapısal işler	262389 a*s	220776 a*s	41613 a*s	0 a*g
Cephe işleri	73255 a*s	58016 a*s	15239 a*s	15 a*g
Duvar bitişleri	271259 a*s	64939 a*s	206320 a*s	169 a*g
Zemin bitişleri	98440 a*s	25232 a*s	73208 a*s	60 a*g
Tavan bitişleri	140178 a*s	19982 a*s	120196 a*s	112 a*g
Çatı işleri	23521 a*s	8048 a*s	15473 a*s	0 a*g
Çevre düzenleme ve peyzaj imalatları	12000 a*s	0 a*s	12000 a*s	11 a*g
Elektrik işleri	161719 a*s	87928 a*s	73791 a*s	58 a*g
Mekanik işer	246651 a*s	146488 a*s	100163 a*s	82 a*g
Diğer (alt yapı, yol saha, kapı, mobilya)	13177 a*s	11936 a*s	1241 a*s	1 a*g
<i>Toplam</i>	<i>1302591 a*s</i>	<i>643346 a*s</i>	<i>659245 a*s</i>	<i>508 a*g</i>

Çizelge 8.18’de iş kalemlerine göre adam*saat toplamaları gösterilmektedir. Projenin ilerlemesini hangi dönemde ne kadar iş gücüne ihtiyaç duyulduğunu ve ileride / geride kalan disiplinlerin takibine olanak sağlamaktadır.

Çizelge 8.19 Fiziksel ilerleme durumu ve bütçe tablosu

İş paketi	Maliyet (TL)	Paket içi % ağırlık	Toplam % ağırlık	Metraj	Tamamlanan Metraj	Tamamlanan %	Birim	Birim fiyatı (TL)
Beton ve kalıp işleri (malzeme + işçilik)	13 923 731,96	13,21 %	6,33%					
C16 hazır beton dökülmesi	1494581,29	1,42%	0,68%	1 364,42	1 293,63	94,81 %	M ³	1 095,4
C30betonarmeBetonu dökülmesi	4844992,08	4,59%	2,20%	40 951,67	32 668,76	79,77 %	M ³	118,31

Çizelge 8.19 Fiziksel ilerleme durumu ve bütçe tablosu (devamı)

Ahşaptan düz yüzeyli Beton ve betonarme Kalıbı yapılması	95850,00	0,09%	0,04%	1875,00	677,55	36,14%	M ²	51,12
Plywood ile düz yüzeyli Betonarme kalıbı Yapılması	7488308,60	7,10%	3,40%	146485	144533,2	98,67%	M ²	51,12
Demir ve çelik işleri (malzeme + işçilik)	29324789,02	27,81 %	13,33 %					
Ø 8-32 nervürlü inşaat demiri imalatı	18635203,49	17,67%	8,47%	5489,37	5489,37	100,00 %	Ton	3 394,8
Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-6,00m arası)	899148,80	0,85%	0,41%	263680	263290,69	99,85%	M ³	3,41
Çelik borudan tam güvenlikli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50m arası)	614972,90	0,58%	0,28%	22526,48	0,00	0,00%	M ²	27,30
Çelik borudan tavanlar için tam güvenlikli iş iskelesi yapılması (0,00-1,50m arası)	531946,36	0,50%	0,24%	155996	0,00	0,00%	M ³	3,41
Çeşitli demir imalat yapılması	1190400,00	1,13%	0,54%	186000	92114,28	49,52%	Kg	6,40

Çizelge 8.19 Fiziksel ilerleme durumu ve bütçe tablosu (devamı)

Demir imalatın boyanması	9,72	0,00%	0,00%	1,00	0,59	59,00%	M ²	9,72
Çelik konstrüksiyon imalatı	6700781,36	6,35%	3,05%	1132,79	1132,86	100,00%	Ton	5 915,3
Ankraj elemanı	182141,89	0,17%	0,08%	15 581,00	15581,00	100,00%	Kg	11,69
Çelik taban plakası altına çimento esaslı grout yapılması	15780,00	0,01%	0,01%	6000,00	6000,00	100,00%	Kg	2,63
Trapez kesitli sac levhadan kompozit döşeme yapılması	380834,56	0,36%	0,17%	6686,00	6686,00	100,00%	M ²	56,96
Gazbeton donatılı döşeme/çatı elemanları ile döşeme/çatı döşemesi yapımı	32896,50	0,03%	0,01%	325,00	325,00	100,00%	M ²	101,22

Çizelge 8.19’da ilerleme durumunun takip edildiği kısımdan yalnızca yapısal / kaba işlere ait örnek yukarıda verilmiştir.

İşin maliyeti, bulunduğu gruptaki ağırlığı, işin miktarı, tamamlanma oranı ve birim maliyetleri detaylandırılmıştır.

Yukarıdaki ilerleme oranlarının diğer disiplinler ile birlikte (mekanik işleri, elektrik işleri, altyapı işleri, çatı işleri vb.) hesaplanmasıyla birlikte proje ilerleme oranına tümevarım ile ulaşılmaktadır. Bu tablodaki en önemli nokta birçok çeşitli işin farklı birimlerde ve farklı alanlarda olmasından dolayı tek ortak nokta ekonomik karşılıklarıdır.

Çizelge 8.20 İnşaat işlerine ait iş kalemlerinin dağılımı

İş Paketi	Maliyet (TL)	Paket İçi % Ağırlık	Toplam % Ağırlık
İnşaat işleri	105441551,18	100,00%	47,93%
Hafriyat işleri (malzeme + işçilik)	2494365,99	2,37%	1,13%
Beton ve kalıp işleri (m. + i.)	13923731,96	13,21%	6,33%
Demir ve çelik işleri (m. + i.)	29324789,02	27,81%	13,33%
Duvar (m. + i.)	3173436,30	3,01%	1,44%
Çatı ve cephe (m. + i.)	22188134,40	21,04%	10,09%
Döşeme duvar tavan kaplamaları (m. + i.)	25641611,80	24,32%	11,66%
Kapı-pencere (m. + i.)	3518544,15	3,15%	1,51%
Müteferrik işler (m. + i.)	5176937,55	4,91%	2,35%

Çizelge 8.21 Ana disiplinlerin diğer disiplinlere ve kümülatif olarak oranları

İş paketleri	Maliyet	Paket içi % ağırlık	Toplam % ağırlık
Altyapı işleri	3284033,17 ₺	100,00%	1,49%
İnşaat işleri	105441551,18 ₺	100,00%	47,93%
Mekanik işler	61208393,40 ₺	100,00%	25,63%
Elektrik işleri	39705672,93 ₺	100,00%	18,05%
Yol, saha, menfez, kanal işleri	5522474,46 ₺	100,00%	2,51%
Peyzaj işleri	3802760,69 ₺	100,00%	1,73%

Çizelge 8.19’da bahsedilen iş kalemlerinin ortak paydasının bütçe olması ve bu oranların incelenen proje için diğer iş kalemleri ile aralarındaki oranlar Çizelge 8.15 ve Çizelge 8.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 8.22 Haftalık Planlanan ve ilerleme yüzdeleri

Haftalık %	Hafta 84		Hafta 85		Hafta 86		Hafta 87	
	Plan	Gerçek	Plan	Gerçek	Plan	Gerçek	Plan	Gerçek
Kümülatif %	10.Şub	16.Şub	17.Şub	23.Şub	24.Şub	1.Mar	2.Mar	8.Mar
Altyapı işleri	0,00%	0,00%	0,00%	0,18%	0,00%	0,04%	0,00%	-0,18%
	1,49%	1,25%	1,49%	1,43%	1,49%	1,47%	1,49%	1,29%
İnşaat işleri	0,61%	0,60%	0,61%	1,07%	0,60%	0,75%	0,55%	1,14%
	35,84%	31,77%	36,45%	32,84%	37,05%	33,59%	37,60%	34,73%
Mekanik işler	0,85%	1,39%	0,85%	0,74%	0,85%	1,08%	0,85%	-0,67%
	14,32%	16,77%	15,17%	17,51%	16,02%	18,58%	16,88%	17,92%
Elektrik işleri	0,53%	0,07%	0,53%	0,00%	0,58%	0,22%	0,86%	1,99%
	5,43%	2,77%	5,96%	2,77%	6,54%	2,99%	7,40%	4,98%
Yol, saha, menfez, kanal işleri	0,04%	0,00%	0,04%	0,00%	0,04%	0,09%	0,04%	-0,03%
	1,57%	1,37%	1,62%	1,37%	1,66%	1,46%	1,70%	1,42%
Peyzaj işleri	0,03%	0,00%	0,03%	0,00%	0,03%	0,02%	0,03%	0,07%
	0,42%	0,18%	0,45%	0,18%	0,49%	0,20%	0,52%	0,27%

Çizelge 8.6’da aylık hesaplanan ilerlemelerin haftalık raporlar üzerinden ilgili haftadaki ve kümülatif oranlar üzerinden incelenmesi Çizelge 8.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 8.23 Günlük puantajların üzerinden aylık çalışan sayısının gösterilmesi (Şubat.20)

Ekipler (Günlük çalışan)	2020									
	Şubat									
	1	2	3	4	5	6	27	28	29	Ay Toplamı
Kalıp ustası	1	0	1	1	1	1	1	1	1	26
Demir ustası	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hafriyat ekibi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Çelik ustası	10	10	10	10	10	9	7	7	7	224
Demirci ustası	0	0	7	8	2	4	5	6	6	109
Yalıtım ustası	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duvar ustası	3	3	3	3	3	3	5	5	5	114
Duvar alçıpan Ustası	21	10	22	22	21	22	20	19	21	440
Alçı sıva ustası	4	4	4	5	5	5	9	11	11	146
Kara sıva ustası	5	5	4	5	4	5	7	7	9	134
Boya ustası	0	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Tavan alçıpan ustası	31	14	32	34	32	32	29	29	31	660

Çizelge 8.23 Günlük puantajların üzerinden aylık çalışan sayısının gösterilmesi (Şubat.20)

(devamı)

Asma tavan Ustası (taş yünü, perfore vb.)	3	0	3	3	3	3	7	7	9	121
Mermer ustası	4	0	4	4	4	4	5	5	5	98
Halı ustası	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seramik ustası	5	5	4	5	5	5	5	5	5	111
Şap ustası	0	0	0	0	0	0	5	5	10	40
Yükseltilmiş döşeme ustası	21	17	22	23	25	20	25	25	27	638
Dilatasyon işleri ustası	4	0	3	3	3	4	2	4	4	60
Saha betonu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cephe ustası	26	2	29	29	26	25	26	27	27	649
Sinterflex kaplama ustası	35	24	34	36	34	3	43	36	36	876
Mekanik ustası	89	51	93	87	85	89	81	87	87	2 356
Elektrik ustası	73	10	70	69	77	71	72	74	74	1 917
Asansör ustası	12	8	14	14	14	12	15	11	11	364
Peyzaj çevre düzenleme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapı ustası	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Diğer	2	0	5	8	7	4	6	6	8	148
Eğim betonu ustası	0	0	1	1	1	1	0	0	0	6
Çatı ustası	2	0	2	0	0	0	0	0	0	6
Günlük Toplam	351	164	368	371	363	323	376	378	395	9 271

Çizelge 8.23'te günlük puantaj raporlarının ilgili birimlere dağıtılması gösterilmektedir. Yukarıdaki tablo günlük çalışan sayılarının toplamını vermektedir. Günlük çalışma süreleri çarpılarak adam*saat süre değerleri bulunmaktadır.

9. BULGULAR VE TARTIŞMA

İnşaat proje yönetiminde verimlilik değerlerine doğrudan ulaşmak mümkün olmadığından dolayı proje yönetim araçlarının kullanılması kaçınılmazdır. Proje yönetim sürecinde kapsam, bütçe ve en önemlisi zaman kriterleri göz önünde bulundurulduğu zaman bu kriterleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen birçok faktör üzerinde yönetim ekibinin durması gerekmektedir.

Örnek bir inşaat projesinin verimlilik analizlerinin incelendiği bölümde seçilen uygulama projesi üzerinden veriler incelenmiş ve proje yönetim araçları kullanılarak geç başlanan projenin termin sürelerine yetişebilmesi hedeflenmiştir ancak bu termin süresi proje tamamlanma aşamasına yakın ortaya çıkan pandemi nedeniyle süre uzatımı talebinde bulunularak bir ay daha uzatılmıştır.

Projenin zaman açısından bu denli sekteye uğramasında iki önemli sebep bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yer teslim tarihinden sonra döviz kurlarındaki ciddi artış projenin geçici bir süre durmasına ve devam kararı verilmesine kadar belirsiz bir süreliğine durdurulma kararının verilmesi ve 2020 yılının başında ortaya çıkan pandemik salgının yurtiçi ve yurtdışı hammadde tedariklerinde gecikmelere sebep olmasıdır.

İki önemli sebebe yakından bakıldığında ülke ekonomisindeki yaşanan dalgalanmaların önceden kestirilememesi ve inşaat sektörü ile ilgisinin düşünülmediği pandemi olaylarının tahmin edilemeyecek kadar düşük olasılıklarla gerçekleşip risk faktörlerinin madde madde indirgenmemesi bunun yerine genel risk faktörleri katsayıları ile proje bütçesi ve süresinin arttırılmasının kaçınılmaz bir önlem olması ön plana çıkmaktadır.

Genel anlamda bir inşaat projesini etkileyen faktörlerin dış etkenler olduğu, inşaat yürütülürken karşılaşılan problemlere hızlı bir şekilde cevap verebilecek teknik ekibin yeterli sayıda ve tecrübede olması tehditler ve fırsatlar şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Çizelge 9.1’de uygulama projesindeki mevcut inşaat projesinin adam*saat değerleri net bir şekilde ortaya konmuştur, projenin gerçek ilerleme oranlarından yola çıkılarak spesifik olarak belirtilen bu adam*saat değerleri kayıt altına alınarak sonraki projeler için referans değer olarak kullanılabilir.

Çizelge 9.1’de yer alan değerler için,

- (a) Metraj, planlama aşamasında saha koşulları için öngörülen iş kalemi miktarını,
- (b) Tamamlanan iş kalemi yüzdesiyle toplam metrajın çarpımını, kısaca sahada yapılan iş kalemlerinin miktarını,
- (c) Sahada gerçekleşen iş kalemlerinin toplam miktarının, işveren ve müteahhit arasında imalat teslimi yapılarak hakediş ödemelerine aktarılan miktarını, kısaca pursantaj oranlarını,
- (d) İş kaleminin nicel birimini
- (e) Günlük puantaj dosyası yardımıyla, ilgili kesite kadar(13 mart 2020) toplam gün bazında çalışan sayısını
- (f) İlgili kesite kadar toplam çalışan sayısının saha koşullarında günde 8 saat çalıştığı kabul edilerek adam*saat değerlerini
- (g) Tamamlanan metrajların, toplam adam*saat değerlerine bölünmesiyle elde edilen saat başına üretim gücünü temsil etmektedir

Çizelgedeki verilerin oluşturulması için 3 ana maddeye ihtiyaç duyulmaktadır,

- Saha puantajlarının profesyonel şekilde kayıt altına alınması.
- Sahada yapılacak imalatların miktarlarının doğru tespit edilmesi.
- Kesit için alınan imalat ilerleme yüzdelerinin karşılıklı mutabakat ile netleştirilmesi.

Çizelgede yer alan değerler birçok farklı imalat türünü kapsamaktadır. Bunların arasında ince işler başta olmak üzere, betonarme imalatlar, cephe imalatları, altyapı imalatları, su yalıtımı imalatları ve ağır çelik konstrüksiyon montaj işleri yer almaktadır.

İnşaat proje yönetiminde mekanik ve elektrik işleri kapsam bakımından ayrı düşünülemez ancak bu disiplinlere çalışmada yer verilmemiştir.

Mekanik ve elektrik işlerinin yoğun olarak yer aldığı uygulama projesinde, ince işlerin tamamlanması ön koşulu olan mekanik ve elektrik işlerinin de adam*saat değerlerinin detaylı olarak tutulmasına alternatif olarak, elektromekanik cihazların şartname isteklerine

uygun olarak seçilmesi ve malzeme termin sürelerinin diğer iş kalemlerini aksatmayacak şekilde projeyi süresini uzatmaması esastır.

Diğer disiplinlerin, inşaat iş kalemlerinden bağımsız olmaması sebebiyle malzeme termin sürelerinin ve uygulama esasları dikkate alınarak imalat aşamasına geçilmesiyle birlikte, sahada kullanılacak malzemelerin, olması gereken zamanda temin edilmesi de Çizelge 9.1'deki verileri etkileyeceği göz ardı edilmemelidir.

Proje yönetim ve müteahhit firmalar arasında kayıt altına alınan bu değerler ile proje verimini işgücü açısından takip etmek mümkün olmaktadır, şirket bünyesinde daha önce kayıt altına alınarak planlama aşamasında kullanılan adam*saat değerlerinin güncellenmesini sağlayacak ya da daha önce yapılmayan iş kalemlerinin proje koşulları gözetilerek, sonraki projeler için kullanılmasını sağlayacak değerleri içermektedir.

Çizelgede kullanılan değerler ile iş kalemlerinin ayrı şekilde incelenmesi, işgücünün detaylı şekilde kayıt altına alınması farklı disiplinler arasında koordinasyonun sağlanması ve beklenen değerlerden daha düşük değerlerin tespiti durumunda ilgili iş için proje yöneticisine müdahale etme şansı tanımaktadır.

Uygulama projesi verileri kullanıldığı için tablonun mevcut değerleri kapsadığından dolayı tamamlanmamış iş kalemleri için değerlerin S-curve grafik eğiliminde proje tamamlanma aşamasına yakın olumsuz yönde etkileneceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir önceki bölümde bahsedilen proje detaylarının adam*saat değerlerini nasıl etkileyebileceği hakkında verilen örneklere ilave olarak farklı ebatlardaki seramik işçilikleriyle alakalı puantajda işgücünün detaylandırılmaması tablodan çıkarılacak verileri daha kısıtlı imkanlarda kullanmaya zorunlu olarak yönlendirmektedir.

Çizelge 9.1'deki verilerin yardımıyla oluşturulan Çizelge 8.13 Proje aylık işgücü grafiği ile birlikte uygulama projesi için verimliliğe yönelik analizler çalışmada kullanılmıştır.

Çizelge 9.1 Mevcut proje verileri kullanılarak adam*saat hesap tablosu

	Metraj (a)	Tamamlanan Metraj (b) (a*c)	Tamamlanan % (c)	Birim (d)	Çalışan (e)	(Adam*saat) (f) (e*8)	Üretim (g) (b/f)
Kalıp ustası	146485	144533,20	98,67%	m ²	10813	86504	1,67
Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	146485	144533,20	98,67%	m ²			
Demir ustası	5490	5490	100,00%	ton	9966	79728	0,069
Ø 8-32 nervürlü inşaat demiri imalatı							
Hafriyat ekibi	20671	19099	92,39%	m ³	1606	12848	1,486
Yağmur suyu şebeke hatları	9205	7824,25	85,00%	m ³			
Yağmursuyu hatlarına ait muayene bacaları	692	680,44	98,33%	m ³			
Yağmursuyu rögarları	309	303,85	98,33%	m ³			
Kanalizasyon şebeke hatları	2876	2828,04	98,33%	m ³			
Kanalizasyon hatlarına ait muayene bacaları	180	177,00	98,33%	m ³			
Kanalizasyon rögarları	368	361,84	98,33%	m ³			
Temel drenajı hatları	4500	4425,00	98,33%	m ³			
Temel drenajına ait bacalar	1756	1726,76	98,33%	m ³			
Temel drenajı rögarları	785	771,89	98,33%	m ³			
Çelik ustası	1318	1224,11	92,87%	ton	3663	29304	0,042
Çelik konstrüksiyon imalatı	1132,79	1132,79	100%	ton			

Çizelge 9.1 Mevcut proje verileri kullanılarak adam*saat hesap tablosu (devamı)

Çeşitli demir imalat yapılması (Güçlendirilmiş yükseltilmiş döşeme)	186000	92114,28	49,52%	kg			
Yalıtım ustası	19869	19869,00	100%	m ²	486	3888	5,11
Temel altı betona yapışan hdpe veya fpo esaslı su yalıtımı yapılması	13113	13113,04	100%	m ²			
Bodrum perdelerine betona yapışan hdpe veya fpo esaslı su yalıtımı yapılması	6756	6756,04	100%	m ²			
Duvar ustası	22894	17055,86	74,50%	m ²	2443	19544	0,87
Gazbeton duvar 20cm(%84), 10cm(%9), 15cm(%5), 30cm(%2)	22894	17055,86	74,50%	m ²			
Duvar alçıpan ustası	3405	1416,5	41,6%	m ²	1457	11656	0,121
Çift kat, çift yüz, taşıyıcı ısı yalıtlımlı, yangına, suya, yangına ve suya dayanımlı alçı panel duvar yap.	3405	1416,5	41,6%	m ²			
Alçı sıva ustası	43965,9	21773,59	49,52%	m ²	717	5736	3,8
Alçı sıva	43965,9	21773,59	49,52%	m ²			
Kara sıva ustası	24994,8	13568,58	54,29%	m ²	3388	27104	0,5
Çimento esaslı düz sıva	18292,9	9930,38	54,29%	m ²			
350kg. çimento dozlu harçla tek kat serpme düz sıva	6701,93	3638,20	54,29%	m ²			
Tavan alçıpan ustası	22850	979	4,28%	m ²	2285	18280	0,053*
Düz alçı plaka ile asma tavan	20412,13	874,60	4,28%	m ²			
Suya dayanıklı düz alçı plaka ile asma tavan	837,75	35,90	4,29%	m ²			
Alçıpan alın imalatı yapılması (10 cm)	16004	685,73	4,28%	m ²			
Asma tavan ustası (taşıyıcı, perfore, alüminyum ahşap vb..)	24219,3	645,33	2,66%	m ²	212	1696	0,38

Çizelge 9.1 Mevcut proje verileri kullanılarak adam*saat hesap tablosu (devamı)

30x30 perfore alüminyum asma tavan	211,04	9,04	4,28%	m ²			
60x60 perfore alüminyum asma tavan	1326,08	56,83	4,29%	m ²			
60x60 taşıyıcı asma tavan	883,20	37,84	4,28%	m ²			
50x50 cm karolaj mesh (genişletilmiş metal) asma tavan	10532,35	451,39	4,29%	m ²			
60x60 cm karolaj mesh (genişletilmiş metal) asma tavan	618,56	26,51	4,29%	m ²			
Ahşap mertek asma tavan (5x15 cm koyu ceviz cilalı ahşap kaplamalı mdf)	5773,61	0,00	0,00%	m ²			
Ahşap asma tavan (20x40 mm kutu profil karkas)	3387,73	0,00	0,00%	m ²			
Alüminyum profil mertek (10x15 cm mat elektrostatik toz boyalı)	713,72	30,59	4,29%	m ²			
Metal panel asma tavan (cnc kesim eloksal metal)	772,97	33,13	4,29%	m ²			
Seramik ustası	22791,5	4675	20,51%	m ²	753	6024	0,78
33x33 cm seramik kaplama (sırsız mat)	300,37	70,07	23,33%	m ²			
60x120 cm seramik kaplama (parlak)	9065,42	2115,26	23,33%	m ²			
60x60 cm seramik kaplama (rektifiyeli mat)	669,12	156,11	23,33%	m ²			
60x60 cm seramik kaplama (parlak fildişi)	958,43	223,64	23,33%	m ²			
60x60 cm seramik kaplama (antrasit tam parlak rektifiye)	105,12	24,50	23,31%	m ²			
45x45 cm seramik kaplama (sırsız mat)	1404,92	327,81	23,33%	m ²			
45x45 cm seramik kaplama (parlak fildişi)	180,97	42,21	23,32%	m ²			
20x20 cm sırsız mat gri beyaz antiasit seramik kaplama	1029,78	240,30	23,34%	m ²			
30x60 cm seramik duvar kaplaması	6314,95	1026,19	16,25%	m ²			
30x60 rektifiyeli yarı parlak bordür geçişli seramik duvar kaplaması	505,56	82,17	16,25%	m ²			
20x50 cm seramik duvar kaplaması	2256,82	366,72	16,25%	m ²			
Şap ustası	29596,79	12825,28	43,33%	m ²	478	3824	3,35

Çizelge 9.1 Mevcut proje verileri kullanılarak adam*saat hesap tablosu (devamı)

Tesviye betonu	29596,79	12825,28	43,33%	m ²			
Cephe ustası*	18973,2	17230,5	90,8%	m ²	4113	32904	0,523
Alüminyum yarı kapaklı (düşey) giydirme cephe kaplama	15424,16	15269,91	99,00%	m ²			
Alüminyum kapaklı giydirme cephe kaplama	245,00	242,55	99,00%	m ²			
Spider cam sistem cephe kaplama	3304,00	1718,08	52,00%	m ²			
Sinterflex ustası*	14700	9996,00	68,00%	m ²	3139	25112	0,39
Sinterflex cephe kaplama	14700	9996	68,00%	m ²			
Eğim betonu ustası	16300	16300	100,00%	m ²	16	128	127,4
Çatı eğim betonu dökülmesi	16300	16300	100,00%	m ²			
Çatı ustası	17325,00	17325,00	100,00%	m ²	990	7920	2,19
Polyurea esaslı su yalıtımlı çakıl kaplı teras çatı kaplaması	17325,00	17325,00	100,00%	m ²			

Çizelge 9.1’de 13 Mart 2020 tarihine kadar çalışılan toplam saatler ile hakediş ilerlemesi üzerinden inşaat kalemi üzerinden bir çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada; elektrik ve mekanik kalemleri çeşitli kompleks imalatlar yaptıklarından ve bütün çalışanların tek bir kalem adı altında kaydının tutulmasından dolayı (Usta ya da işçi ancak havalandırma tesisatı veya kaynak işçiliği yaptığı belli değil) yukarıdaki tabloya dahil edilmemiştir. Çizelge 8.16’da gösterildiği üzere projenin yapısı itibari ile elektrik ve mekanik işleri yoğunluktadır.

Çizelge 9.1’deki değerler aşağı yukarı sonuçlar vermektedir, bazı kalemlerde finansa yansıyan olaylardan (kalite gereksinimlerinin sağlanmasından dolayı hakediş ödemelerinde ertelenme ilerlemeyi düşük gösterecektir.) kaynaklı yapılan imalatın adam*saat değerine bölünmesi beklenen sonucu vermeyebilir.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı proje yönetiminde verimliliğin etkilerini ön plana çıkartmaktır. Verimliliği etkileyen faktörler kısaca özetlenmiş, verimliliğin yanı sıra proje yönetimi ve proje yönetimi kapsamında planlamanın en yalın halinde teknikleri, risk analizi ve yönetim araçları, çatışma yönetimi ve verimliliğin ölçülmesine yönelik çalışmalara ilave olarak son bölümde de vaka analizi yapılarak inşaat proje yönetiminde verimliliğin etkileri incelenmiştir.

İnşaat proje yönetiminde verimlilik süre bazlı incelendiği durumlarda planlamanın önemi göz ardı edilememektedir, imalatın sahada hangi sıra ile yapılacağı kadar ana yüklenici tarafından alt yüklenicilerin bir an önce seçilmesi, iş programının ortak karar verilerek bir an önce hazırlanması süreyi doğrudan etkileyecektir. Bunun yanında alt yüklenici ve ana yüklenici arasındaki seçimlerin ve kararların (malzeme seçimi vs.) müşavir ve işveren tarafından da gözden geçirilerek onay sürecinin bir an önce tamamlanması daha önce belirlenen tarihlerdeki uygulamalara bir an önce geçilebilmesi için ön koşuldur.

Verimliliğin ekonomik olarak incelenebilmesi ve hedeflenen miktarlara ulaşabilmesi, kontrol altına alınabilmesi için de ana yüklenici, işverenin ile ihale aşamasında sunmuş olduğu projeleri ve şartnameleri iyi gözden geçirmeli, öngörülemez riskleri bütçesine dahil etmeli ve en önemlisi eğer riskini azaltmayı planlıyorsa ana yüklenici, bu riskleri aynı şekilde sözleşmesel olarak alt yüklenicilere aktarabilmelidir. Ana yüklenicinin / müteahhidin ekonomik verimlilik yönünden incelenmesine ilave olarak ithal inşaat malzemelerinin ihale ve onay sürecinin bir an önce tamamlanması, döviz kurlarındaki olumsuz dalgalanmaların etkisini azaltmak amacıyla hayati öneme sahiptir, bu örnek vaka analizindeki proje örneğinde yaşanmıştır ve projenin süre ve bütçe bazlı büyük oranda geriye düşmesine sebep olmuştur. Verimliliğin yalnızca süre ya da bütçe olarak incelenmesi mümkün değildir. Her iki durumun da birbirine büyük oranda etkisi mevcuttur. Planlama yaparken atıl sürelerin (bolluk süreleri) düşürülmesi genel giderlerin azaltılmasına katkıda bulunacaktır, bu sürelerin artması da verimliliği doğal olarak düşürecektir.

İnşaat projelerinde geçici bir organizasyon yapısı ve kalıcı bir ürün elde edilmesi kapsam yönünden bu geçici sürenin hangi şekilde yönetildiği, kalite standartları, teknik gerekliliklerin sağlanıp sağlanamaması ve nihayetinde yapının ya da projenin ömrü gibi

özellikler proje yönetiminde proje performansının verimliliği açısından önemli yere sahip özelliklerdir. Bu yeterliliklerin verimlilik hedefi olarak belirlenmesi proje yöneticisine ve projeyi yöneten teknik ekibe büyük ölçüde bağlıdır. Bu değerlerin nicel olarak ölçülebilmesi kadar nitel olarak tanımlamaları da ön plana çıkmaktadır, verimlilik analizi yalnızca sayısal yöntemlere bağlı kalmamaktadır, inşaat projeleri büyüklüklerine bağlı olarak birçok teknik detayı barındırdığından dolayı her projede tanımlar, hedefler ve özellikler farklı olmaktadır.

Verimliliğin herhangi bir inşaat proje yönetiminde temel olarak etkilediği ve etkilendiği alanlar olarak proje yönetim araçlarıyla birlikte risk analizi ve yönetimi, çatışma yönetimi, verimlilik kavramının özümsemi, saha yönetim faktörleri, tasarım ve belgelendirme faktörleri, finansal yönetim faktörleri, sözleşme ve şartname faktörleri, işgücü faktörleri, malzeme ve ekipman faktörleri bütün olarak düşünülmelidir.

Verimlilik kavramı, yalnızca projeyi yürütme aşamasında değil, tasarım aşamasından itibaren ele alınması gereken bir konudur. Verimliliğin en basit hali bir birim girdi ile kaç birim çıktı alınabileceğidir. Verimlilik kriterleri proje için işveren tarafından farklı, yüklenici tarafından farklı, müşavir ve alt yükleniciler tarafından farklı olarak belirlenebilir.

İşveren için projenin İşveren için projenin ihtiyaç duyulan özelliklerde, kullanıma açılması için gereken zamanda, kalite standartlarını karşılayacak ve mevcut bütçe ile tamamlanabilecek bir yapı ihtiyacının karşılanması işverenin proje verimliliği açısından tatmin olmasına yetecektir.

Yüklenici tarafından verimlilik parametrelerinin ön plana çıktığı en temel nokta ekonomidir. Anahtar teslim götürü bedel projeler için ihale aşamasında durum tespiti ile birlikte, doğru metraj, isabetli planlama ve yeterli teknik kadro ile beraber projeyi zamanında bitirebilmek projenin kârlı sayılabilmesi için temel koşullardır.

İnşaat proje yönetim sürecindeki teknik ekibin, verimliliği incelenmesi ve olası sonuçlarının bilincinde olması projenin başarı hedeflerine daha da yaklaştıracaktır.

Son bölümde incelenen uygulama projesi için veriler incelendiğinde planlanan işgücü adam*saat değerlerinin sahada gerçekleştirilen işgücü adam*saat değerlerinden düşük olduğu ancak projeye ait aylık nakit akış grafiği değerleri planlanan nakit akışı ile paralel gittiği ön plana çıkmaktadır.

Projenin gerçekleşen işgücü açısından geri planda kalmasına rağmen gerçekleşen nakit akış grafiği değerinin planlanan değere sahip olmasının arkasında yer alan sebeplerden birkaçı olarak, projenin yer teslim tarihinden itibaren ilk aylarda atıl kalması fakat sonrasında gereken ivmeyi yakalayabilmek için müteahhidin proje yönetimi alanında olarak tedbirler almasına örnek verilebilir.

Bu tedbirlerden öne çıkan maddeler, teknik personel sayısının arttırılması, yurtdışı menşeli birçok malzemenin termin süreleri dikkate alınarak planlama yapılması, sıkışan iş programı için ihale süreçlerinin hızlandırılması ve ek mesailer uygulanarak kritik yol üzerinde bulunan iş kalemlerinin proje süresini etkilememesi için ilave çalışmalar yapılması olarak gösterilebilir.

Alınan bu tedbirlerin işgücünü etkilemesi dolaylı yoldan, planlama aşamasında güvenlik payları eklenerek oluşturulan adam*saat değerlerinin güvenli tarafta kaldığı ve saha koordinasyonunun işgücünü olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmaktadır.

Uygulama projesinde elde edilen bu verilerle “İnşaat Proje Yönetiminde Verimlilik Analizleri” başlıklı bu çalışmanın devamı olarak proje yönetim enstrümanlarından planlamanın ne kadar önemli olduğu ön plana çıkmaktadır. Planlama aşamasında gerçek değerlere yakın değerler kullanılması, planlamanın sektördeki tecrübesi, planlama döneminde projeyi yürütme aşamasındaki saha koşullarının projenin gidişatına nasıl yön vereceği, işveren, müşavir-kontrol ve müteahhit ilişkilerinin hangi derecede sağlıklı kurulabileceği ve olası risklerin öngörülebilmesi proje başarısı açısından son derece önemlidir. Proje başarı kriterlerinden zaman, maliyet ve kapsam faktörlerinin verimlilik açısından majör sebeplerle verimliliği hangi yönden etkileyebileceği, olası durumları ve saha çalışmalarından elde edilen tecrübelerin kayıt altına alınmasıyla “Ne gibi kazanımlar elde edildi? Hangi fırsatlardan feragat edilerek olası risklerin önüne geçildi ve riskler nasıl azaltıldı? Risklerin alınması durumunda kazanç/kayıp durumlarının dengesi nasıl olurdu? Verimliliği etkileyen faktörlerden minör derecede olanların etkisi projeye nasıl yansındı? Etkin bir proje yönetimi verimliliği arttırarak nasıl yapılabilir ve ihtiyaç duyulan enstrümanlar nelerdir? Proje yönetimi kullanılarak etkin bir şekilde başarıya ulaşan projelerde anahtar nedir ve başarısız projelerle kıyası nasıl yapılabilir? şeklinde proje yöneticilerinin büyük resimden durumu incelemesiyle birlikte verimli proje yönetimi daha detaylı incelenebileceği yazar tarafından düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Ç. ELMAS ve A. ELMAS, 2018, Proje Yönetimi Temel Kavramları, Uluslararası Standartlara Göre Proje Yönetimi, Seçkin Yayıncılık, s. 27, 30, 43, 45, 115.

Anonim, 2019 a, "statisca," <https://www.statista.com/statistics/526416/top-10-megaproject-cost-overruns-worldwide/>, erişim tarihi: 19 Mayıs 2019.

N. MCCARTHY, 2019 statista, <https://www.statista.com/chart/3052/over-budget-construction-projects-in-comparison/>, erişim tarihi: 19 Mayıs 2019.

A. A. Karim, A. H. Memon, I. A. Rahman, 2013, Significant Factors Causing Cost Overruns in Large Construction Projects in Malaysia, Journal of Applied Sciences, cilt 13, no. 2, pp. 286-293.

J. BETZ, 2018, Learning Hub, <https://learn.g2.com/project-management-statistics>, erişim tarihi: 9 Haziran 2019.

Anonim, 2019 b, Risk Yönetimi, <http://www.arguden.net/tr/makaleler/risk-yonetimi/>, erişim tarihi: 16 Haziran 2019.

L. O. UĞUR, 2006, İNŞAAT SEKTÖRÜNDE RİSKLER ve RİSK YÖNETİMİ, Türkiye Müteahhitler Birliği.

Anonim, 2019 c, Stake Holder Map, <https://www.stakeholdermap.com/risk/risk-management-construction.html>, erişim tarihi: 16 Haziran 2019.

B. Cooke ve P. Williams, Construction Planning, 2005, programming and Control, Oxford: Blackwell Publishing, p. 74-83.

Anonim, 2019 d, SWOT Analizi, https://yenisehir.fandom.com/tr/wiki/SWOT_Analizi, erişim tarihi: 27 Ekim 2019.

O. Özer, M. Hızıroğlu ve A. Saldamlı, 2015, Çatışma yönetimi, Yönetmel ve örgütsel etkinliği geliştirme yöntemleri, Adra yayıncılık, s. 516-549.

Anonim, 2020 a, Wholistic Stress Control Institute, Inc, Ten Strategies for Conflict Resolution, https://www.citizensnyc.org/sites/default/files/public-attachments/workshop/conflict_resolution.pdf, erişim tarihi: 26 Ocak 2020.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

M. E. Shehata, K. M. El-Gohary, 2012, Towards improving construction labor productivity and projects' performance, Alexandria Engineering Journal, no. 50, p. 322.

M. Abdel-Wahab, B. Vogl, 2011, Trends of productivity growth in the construction industry across Europe, US and Japan, Construction Management and Economy, cilt 6, no. 29, p. 635.

M. Abdel-Wahab, R. A. Dainty, S. G. Ison, P. Bowen, G. Hazlehurst, 2008, Trends of skills and productivity in the UK construction industry, Engineering Construction and Architecture Management, volume 4, no. 5, p. 372.

Anonim, INTERGRAPH, 2012, Factors Affecting Construction Labor Productivity, https://www.intergraph.com/assets/global/documents/SPC_LaborFactors_WhitePaper.pdf, erişim tarihi: 12 Ağustos 2019.

S. EMAMI, 2014, İstanbul'da Faaliyet Gösteren Orta ve Büyük Ölçekli İnşaat İşletmelerinin Verimlilik Analizi, İstanbul,

S. Scott, 1983, Much Ado About Productivity, Industrial Engineering, volume 10, no. 15,

J. Prokopenko, 1987, Productivity Management: A Practical Handbook, International Labour Organization,

M. R. Ramsay, 2008, İşletme Verimliliği Ölçümü ve Uluslararası İşgücü Verimliliği El Kitabı, Milli Prodüktivite Yayınları,

J. G. Belcher, 1987, Houston: CompanyBookDivision,

S. L. Wagner, M. C. Rush, 2000, Altruistic Organizational Citizenship Behavior: Context, Disposition, and Age, The Journal of Social Psychology.

A. Lawlor, 1985, Productivity improvement manual, Westport: CT: Quorum Books.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

S. P. Dozzi, S. M. AbouRizk, Productivity in Construction, 1993, <http://web.mit.edu/parmstr/Public/NRCan/nrcc37001.pdf>, erişim tarihi: 24 Aralık 2019.

Anonim, 2020 b, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, Gösterge Niteliğindeki Merkez Bankası Kurları, <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Doviz+Kurlari/Gosterge+Niteligindeki+Merkez+Bankasi+Kurlarii/>, erişim tarihi: 3 Nisan 2020.

EK AÇIKLAMALAR

Ek Açıklama-A: Günlük rapor örneği

Ana yüklenici firma tarafından tutulan günlük rapor örneğinde puantaj durumu ve imalat durumun ilerlemesi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3 Şubat 2020 için verilen Günlük rapor örneğinde, uygulama projesi için kullanılan değerler yer almaktadır.

Müteahhit saha grubundan gelen veriler ve çeşitli alt yüklenici firmalardan sağlanan bilgiler ile birlikte teknik personel bilgileri, genel işgücü toplamı, saha istatistikleri, sahada gerçekleştirilen aktiviteler hakkında detaylı bilgiler yer almaktadır.

Günlük rapor örneklerinin kayıt altına alınmasıyla oluşturulan uygulama projesi çalışmasında gerekli temel veriler bu raporların kümülatif şekilde kullanılmasıyla ortaya çıkarılmıştır.

MÜHENDİSLİK BİNASI YAPIM İŞLERİ GÜNLÜK İNŞAAT FAALİYET RAPORU									
Hava durumu		3 °C (Az Bulutlu)		Tarih			3 Şubat 2020		
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KONULARI									
İŞYERİ SAĞLIK VE GÜVENLİK BİRİMİ BİLGİLERİ				İSTATİSTİKLER					
İşe Giriş Eğitim Sayısı	5	Ramak Kala Olayı	0	Günlük Toplam NCR		NCR BİLGİLERİ  ■ Kapanan NCR ■ Kapanmayan NCR			
Periyodik Bilgilendirme Eğitim Sayısı	7	Toplam Ramak Kala Olayı	4	Kapanan NCR	102				
Toplam Eğitim Sayısı	3506	İş Kazası Sayısı	0	Kapanmayan NCR	28				
Muayene Olan Çalışan Sayısı	5	Toplam İş Kazası Sayısı	33	Toplam Kapanan NCR	102				
Toplam Muayene Olan Çalışan Sayısı	1675	Uyarı Yazısı	0	Toplam Çalışan Sayısı	384				
Revire Gelen Çalışan Sayısı	0	Toplam Uyarı Yazısı	45	Çalışan/Saat	8				
Toplam Revire Gelen Çalışan Sayısı	63	Ceza Yazısı	0	Toplam Çalışan/Saat	556264				
Rapor Alınan Gün Sayısı	0	Toplam Ceza Yazısı	50	Ödüllü Alan Çalışan Sayısı					
Toplam Rapor Alınan Gün Sayısı	93	Disiplin Kurulu Cezaları	0	Toplam Ödüllü Alan Çalışan Sayısı					
PROJE YÖNETİMİ									
PROJE YÖNETİM KADROSU		PROJE YÖNETİM KADROSU				EKİPMAN			
Proje Müdürü	1	Elektrik Mühendisi	1						
Teknik Ofis Mühendisi	1	Makine Mühendisi	1						
Saha Mühendisi	1	Harita Mühendisi	1						
Mimar	1	Saha Teknikeri	1						
Toplam	4	Toplam	4	Toplam	0	Toplam	0	Ekipman Toplamı	0
PROJE YÖNETİMİ TOPLAM			8						
GENEL İŞ GÜCÜ TOPLAMI (INDIREKT + DIREKT PERSONEL)						8			

Şekil A.1 Günlük rapor örneği(devmı)

Şekil A.1 Günlük rapor örneği(devamı)

		ELEKTRİK İŞLERİ - KABLO TAVASI	mt	60,00	41.840,00	45.460,00	92,04%	BODRUM KAT,1.KAT, 2.KAT
		ELEKTRİK İŞLERİ - KUVVETLİ AKIM KABLO	%	0,22	42,09	100%	42,09%	C-G-H BLOK 1. KAT
		ELEKTRİK İŞLERİ - ZAYIF AKIM KABLO	%	0,21	31,87	100%	31,87%	TELEFON DATA KABLOSU, YANGIN ALGILAMA VE SESLENDİRME, CCTV VE KARTLI GEÇİŞ
		PIK DÖKÜM YAĞMUR BORULARI	%		96,00	100%	96,00%	
		ISITMA SOĞUTMA TESİSATI BORULAMA	%		98,57	100%	98,57%	TÜM BLOKLAR 1-2.KATLAR
		HAVALANDIRMA KANALLARI	%	0,36	93,58	100%	93,58%	TÜM BLOKLAR 1-2.KATLAR
		YAĞMUR SUYU ŞEBEKE HATTI	%		94,05	100,00	94,05%	YAĞMUR SUYU ŞEBEKE, MUAYENE BACALARI VE RÖGARLARI
		KANALİZASYON ŞEBEKE HATLARI	%		96,55	100,00	96,55%	KANALİZASYON ŞEBEKE, MUAYENE BACALARI VE RÖGARLARI
		ALÜMİNYUM KAPAKLI GYDİRME CEPHE KAPLAMA	%		100,00	100,00	100,00%	ALÜMİNYUM CEPHE MODÜLASYON
		SINTERFLEX ALTI KARKAS	%	0,11	99,85	100,00	99,85%	PROFİL KARKAS MODÜL YAPILMASI
		POLİUREA ESASLI SU YALITIMI	m2		15.165,00	17325,00	87,53%	1 BLOK +9.00 KOTU
		ALÇIPANEL DUVAR YAPILMASI	m2	35,00	9.488,00	9662,54	98,19%	TEK KAT DUVAR ALÇIPAN TAŞ YÜNÜ İMALATI
		ALÇIPANEL ASMA TAVAN YAPILMASI	m2	126,00	3.343,00	21094,65	15,85%	ALÇIPANEL ASMA TAVAN YAPILMASI
		SINTERFLEX CEPHE KAPLAMASI	m2	80,00	6.539,60	14990,24	43,63%	CEPHE KAPLAMA
		PASİF YANGIN DURDURUCU	%	2,11	15,56	100,00	15,56%	BODRUM KAT
		DİLATASYON DOLGUSU	%	1,12	27,77	100,00	27,77%	DİLATASYON DOLGUSU

Şekil A.1 Günlük rapor örneği