

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞER MÜHENDİSLİĞİ'NİN DENİZ YAPILARI UYGULAMALARIYLA
İNCELENMESİ**

CANSU KAYABAŞI AKSU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAPI PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DR.ÖĞR.ÜYESİ ŞENAY ATABAY**

İSTANBUL, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEĞER MÜHENDİSLİĞİ'NİN DENİZ YAPILARI UYGULAMALARIYLA
İNCELENMESİ**

Cansu KAYABAŞI AKSU tarafından hazırlanan tez çalışması 28.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr.Öğr.Üyesi Şenay ATABAY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr.Öğr.Üyesi Şenay ATABAY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Aslı Pelin GÜRGÜN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Nur ATAKUL
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniveristesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak yürüttüğüm bu çalışmada Uygulamalarla İnşaat Sektöründe Değer Mühendisliği incelenmiştir.

Yüksek lisans eğitimimde bilgi, kaynak ve yardımlarını benimle paylaşan, tecrübelerini aktaran değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Şenay Atabay'a her şey için en içten dileklerle teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde maddi, manevi desteklerini esirgemeyen aileme, tezimi tamamlama konusundaki katkıları için eşim Altuğ Oben AKSU'ya ve hayat enerjim dünya tatlısı kızım Arya AKSU'ya sonsuz teşekkür ederim.

Haziran, 2019

Cansu KAYABAŞI AKSU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.2 Çalışmanın Amacı	4
1.3 Hipotez	4
BÖLÜM 2.....	6
DEĞER MÜHENDİSLİĞİ.....	6
2.1 Değerin Tanımı	6
2.2 Değer Mühendisliğinin Tanımı	10
2.3 Değer Mühendisliğinin Tarihsel Gelişimi	12
2.4 Değer Mühendisliğinin Amaçları ve Uygulama Zamanı	14
2.5 Değer Mühendisliğinin Uygulanabileceği Projeler	17
2.6 Değer Müh. Uygulanabileceği Alanların Seçimi ve Pareto Kuralı	19
2.7 Değer Mühendisliği Takım Elemanları ve Karar Vermedeki Etki Dağılımı	20
2.8 Değer Mühendisliği' nin Diğer Yöntemlerle İlişkisi	22
2.9 Değer Mühendisliği İş Planı Evreleri	23
2.10 Değer Mühendisliği ve Çalışma Planı	25
2.10.1 Ön İnceleme Evresi:	25
2.10.2 İnceleme Evresi:.....	26
2.10.3 Son İnceleme Evresi:.....	27

2.11 Bölüm Sonucu	27
BÖLÜM 3.....	28
DEĞER MÜHENDİSLİĞİNİN AŞAMALARI	28
3.1 Seçim Aşaması.....	29
3.1.1 Değer Mühendisliği Uygulanacak Çalışma Alanının Belirlenmesi	29
3.1.2 Rölatif Maliyet Sıralaması	30
3.1.3 Çalışma Programı Etkileri.....	30
3.1.4 Kabul Olasılığı	30
3.1.5 Değer Mühendisliği Takımının Seçimi	30
3.2 Araştırma Aşaması	31
3.2.1 Veri Toplama.....	32
3.2.2 Sistem ve Bileşen İşlevi Tanımlama.....	33
3.2.3 FAST Diyagramı.....	34
3.2.4 Proje Ömrü Boyunca Maliyetlerin Saptanması	35
3.3 Kuram Aşaması	36
3.4 Değerlendirme Aşaması.....	37
3.4.1 Ön Tarama Teknikleri	38
3.4.2 Derecelendirme Kriteri ve Amaçlar	38
3.5 Gelişme Aşaması	39
3.5.1 Hedef	39
3.5.2 Uzman Kullanımı.....	40
3.5.3 Doküman Alternatifleri.....	40
3.5.4 Teknik Fizibilitenin Saptanması	41
3.5.5 Uygulamadaki Sorunların Önceden Görülmesi	41
3.6 Sunum Aşaması.....	41
3.6.1 Değer Mühendisliği Çalışma Defteri.....	42
3.6.2 Yazılı Raporlar	42
3.6.3 Sözlü Sunum	44
3.7 Uygulama Aşaması.....	43
3.8 Denetim Aşaması	44
BÖLÜM 4.....	46
DEĞER MÜHENDİSLİĞİNİN ABD'DE UYGULANMA KOŞULLARI VE STANDARTLARI	46
4.1 Sözleşme Tanımları	47
4.2 Değer Mühendisliğinin Teklifinin Hazırlığı ve İçerik Kapsamı	49
4.3 Değer Mühendisliğinin Teklifinin Yetkili Mercii Tarafından İn. Aşaması ..	50
4.4 Paylaşım Oranları	50
4.5 Paylaşım Oranları Net İktisap Tasarruflarının Hesaplanması.....	52
4.6 Sözleşme Ayarı	51
4.7 Eşzamanlı ve Gelecekteki Sözleşme Tasarrufları.....	53
4.8 Teminat Tasarrufu	54
4.9 Diğer Teşviklerle İlişki	55
4.10 Taşeronlar	55

4.11 Değer Mühendisliği Değişikliği Teklifi (Value Engineering Change Proposal (VECP))	55
4.12 Kavramsal VECP Sunumu	57
4.12.1 Kavramsal VECP	57
4.12.2 Kavramsal Planlar	58
4.12.3 Tasarım Kriteri	59
4.12.4 Programlar	59
4.12.5 Maliyetlerin Tahmini	59
4.12.6 Önceki Kullanım veya Test.....	59
4.13 Formal VECP Gönderimi.....	60
4.13.1 Resmi VECP Özeti.....	60
4.13.2 Komple Planlar ve Özellikler	60
4.13.3 Saha Değişim Sayfaları.....	60
4.13.4 Programlar	61
4.13.5 Maliyet Analizi	61
4.13.6 Farklılıklar	61
4.13.7 Teknik Sunum	61
4.13.8 Maliyet Belgeleri.....	62
4.14 Şartlar	62
4.15 Ödemeler	65
4.16 Zaman Tasarrufu	67
4.17 Önemli Değişiklikler	68
BÖLÜM 5	70
UYGULAMALARLA DEĞER MÜHENDİSLİĞİ.....	70
5.1 Örnek 1.....	70
5.1.1 Orjinal Tasarımın Analizi:.....	71
5.1.2 Değer Mühendisliği Önerisinin Analizi	78
5.2 Örnek 2.....	85
5.3 Örnek 3.....	87
BÖLÜM 6.....	90
SONUÇ VE ÖNERİLER	90
KAYNAKLAR.....	93

KISALTMA LİSTESİ

DM	Değer Mühendisliği
DY	Değer Yönetimi
DP	Değer Planlaması
FAST	Fonksiyon Analizi Sistem Tekniği
DA	Değer Analizi
VM	Value Management
VE	Value Engineering
VP	Value Planning
VECP	Value Engineering Change Proposal (Değer Mühendisliği Değişim Teklifi)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Değer Kavramında Yeralan Değişkenler	2
Şekil 2.1 Ürünün Gerçek Değeri	8
Şekil 2.2 Yeniliğin Değere Katkısı	10
Şekil 2.3 Pareto'nun Mal Dağıtım Yasası.....	19
Şekil 2.4 DM Takım Elemanlarının Karar Vermede Etki Dereceleri	21
Şekil 3.1 Değer Mühendisliği İş Planı	29
Şekil 3.2 Değer Mühendisliği'nde Takım Çalışmasının.....	33
Şekil 3.3 Proje Ömrü Boyunca Maliyetler	36
Şekil 5.1 Genel Görünüm	71
Şekil 5.2 Havuzların 3D Görünümü	72
Şekil 5.3 Havuzlar Arası İletim Boruları.....	72
Şekil 5.4 Yapımı Tamamlanan Büyük Havuza Taramadan Gelen Malz. Pompalanması	73
Şekil 5.5 Tarama Genel Görünüm	73
Şekil 5.6 Tarama Malzemesinin Taşınması	74
Şekil 5.7 Sönmemiş Kireç Atımından Görünüm	74
Şekil 5.8 Viskozitesi Düşük Çamur Malzeme.....	76
Şekil 5.9 Tarama Dubasından Malzeme Basımı	76
Şekil 5.10 Rehabilitasyon Bandı Zemin İyileştirmesi – Genel Görünüm.....	79
Şekil 5.11 Toyo Pompa ile Malzeme Çekilmesi.....	80
Şekil 5.12 Mineral Malzeme	80
Şekil 5.13 Polimer Malzeme.....	81
Şekil 5.14 Flokülasyon Anlık Kontrolü.....	81
Şekil 5.15 Tüplere Malzeme Basılması ve Nihayi Bekleme	82
Şekil 5.16 Çamur Tüplerinin Açılması.....	83
Şekil 5.17 Malzemenin Kamyonlara Yüklenmesi	83
Şekil 5.18 Safi Limanı Kara Ekipmanları ile Taş Yerleştirilmesi	86
Şekil 5.19 Orjinal Dalgakıran Tasarımı	87
Şekil 5.20 Büyük Taşların Yerleşim Sonra Kırılıp Parçalanması.....	87
Şekil 5.21 Armour Rock yerine kullanılan Corelocların Görünümü	88
Şekil 5.22 Proje Bitim Genel Görünü	89

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1	Değer Yönetimi Bileşenlerinin Süreçteki Yerleri 12
Çizelge 2. 2	DM ve Birlikte Çalıştığı Yöntemler..... 23
Çizelge 2. 3	DM İşlemlerinin Uygulama Sırası 24
Çizelge 4. 1	Yüklenicinin Net Kazanç Tasarrufundaki Payı (Yüzde Olarak)..... 51
Çizelge 4. 2	ABD’de Değer Mühendisliği Uygulaması Sonucu 2018 Yılı Tasarruflar....69
Çizelge 5. 1	Geçici Bandın Sökümünde Kullanılan Malzeme, Ekipman ve İş Gücü 75
Çizelge 5. 2	Uygulama 1’in Kil Havuzu Maliyeti..... 76
Çizelge 5. 3	Uygulama 1’de Çamur Malz. Kil Havuzuna Basılmasının Maliyeti 77
Çizelge 5. 4	Gevşek Kumun Islah Alanına Aktarılmasının Maliyeti..... 78
Çizelge 5. 5	Uygulama 1 Toplam Maliyet 78
Çizelge 5. 6	Uygulama 2 Toplam Maliyeti 84
Çizelge 5. 7	Örnek 2 Değer Çalışmasının İş Programına Yansıması 86

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ'NİN DENİZ YAPILARI UYGULAMALARIYLA İNCELENMESİ

Cansu KAYABAŞI AKSU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY

Dünyadaki kaynakların azalması insanları kaynakların daha verimli kullanılması için yeni çözümler üretmeye, çeşitli yönetim teknikleri kullanmaya yönlendirmiştir. Kullanılan tekniklerden birisi de Değer Yönetimi'dir.

Değer Yönetimi, yapıyı oluşturan her bileşeni en iyi şekilde düzenleyerek yapıların değerini arttırmak için uğraşır. Bir yapının değerini arttırmak, gereksiz tüm maliyetleri yok ederek ve mal sahibi, kullanıcı, yüklenicinin amaçlarının optimum olarak sağlanması ile yani süre, maliyet ve kalite arasında optimum çözümü bulunması ile mümkündür. Değer Yönetimi'nin 3 bileşeni vardır: Değer Planlaması (DP), Değer Mühendisliği (DM) ve Değer Analizi (DA). Değer planlaması, yapım sürecinin başlamadığı, planlama, fizibilite çalışmalarının yapıldığı bileşendir. Değer Mühendisliği, yapım aşamasına geçildikten sonra, proje ile ilgili kararların verildiği ve değer arttırmak için mühendislik tekniklerinin kullanıldığı aşamadır. Değer Analizi, yapım aşaması sona erdikten sonra kullanım aşamasında yapının değerli olup olmadığının belirlendiği Değer Yönetimi'nin son halkasıdır. Çalışmada Değer Yönetimi'nin Değer mühendisliği bileşenin ayrıntılı olarak incelenmesinin nedeni Değer Mühendisliğinin aynı zamanda DP ve DA bileşenleri ile yoğun ilişkisinin olması ve yapım sürecinin Değer Yönetimi'nin en aktif süreci olmasından kaynaklanmaktadır.

Değer Mühendisliği, bütün mühendislik yapı projelerinin değerini artırmak için kullanılabilen bir yöntemdir. Bu tezde ise; Değer Mühendisliği'nin farklı ülkelerde inşa edilen gerçek deniz yapı projelerine nasıl uygulandığı konusunda bir çalışma yapılmıştır. Böylece projelerde değer esaslı olarak, maliyeti azaltmak, zamanı kısaltmak, kaliteyi artırmak gibi amaçlar hedeflendiğinde değer mühendisliğinin bu amaca nasıl hizmet ettiği uygulamalarla gösterilmek istenmiştir. Ayrıca değer artırmak için, projelerde nasıl bir yöntem izlenmesi gerektiği deniz yapıları özelinde hazırlanmış ve tezi hazırlayan araştırmacının da projelerin değer mühendisliği çalışmalarında yer aldığı gerçek projelerle anlatılarak yöntem açıklanmaya çalışılmıştır.

Gün geçtikçe değer mühendisliği çalışmalarının öneminin artmasıyla projelerde zaman, maliyet, kalite optimizasyonunun değer çalışmalarıyla sağlanacağı gözlemlenmektedir. Projelerde değer sadece maliyet azaltılarak değil, maliyet artışına karşı kalitenin daha fazla artmasıyla da sağlanabileceği ortaya koyulmaktadır. Projenin hedeflenen ve ulaşılmak istenen amaçları doğrultusunda, maliyet, kalite ve süre arasında farklı dengeler olabilir. Örneğin proje tamamlanma süresinin değiştirilemez olduğu bir sözleşmede, maliyet artışı ile proje tamamlanıp, sözleşmesel olarak gecikme cezası alınması engellenebilir.

Değer Mühendisliği, sistematik adımları olan bir yöntemin ihtiyaç halinde farklı adımlarını kullanarak var olan problemlere çözüm üretme sanatıdır. Çeşitli fikir üretme yöntemleri ile probleme sonsuz tane çözüm bulunabilir. Değer mühendisliği, bu çözümler arasından tasarım kriterlerini sağlayan pek çok fikir üretir ve daha sonra bu fikirler arasından maliyeti en düşük olanı bulmaya çalışır. İncelenen örneklerde, yaşanan farklı problemlere değer mühendisliği uygulanarak çözümler üretilmiş ve böylece projelerin değer artışı sağlanmıştır.

Tezde ayrıca, Dünya'da Değer Mühendisliği'ni, belli bütçenin üzerindeki kamu projelerinde sistematik bir şekilde en iyi uygulamakta olan A.B.D'deki mevzuat ve standartlar incelenmiş ve Değer Mühendisliği'ni projelerinde uygulayarak ne kadar bir kazanç elde ettiği araştırılmaya çalışılmıştır. Araştırmalar göstermiştir ki; değer mühendisliği uygulanan projelerde çok büyük oranlarda maliyet kazançları elde edilmiştir. Türkiye'de inşaat sektörü lokomotif bir sektördür ve müteahhitlik alanında firmalarımız Dünya'da ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye, Dünya'nın pek çok yerinde ve Türkiye'de büyük bütçeli projelere imza atmaktadır. Türkiye'de de A.B.D'de olduğu gibi belli bütçenin üzerindeki projelerde Değer Mühendisliği uygulanması zorunlu hale geldiği taktide büyük maliyet kazançları elde edilebileceği tartışmasız bir gerçektir. Firmalar, değer mühendisliğini sistematik olarak uygulamaya başlarsa, ülke kaynakları daha verimli kullanılabilir, firmaların kar oranları artar ve daha rekabetçi fiyat teklifleri verebilirler.

Anahtar Kelimeler: Değer Mühendisliği, Fonksiyon Analizi, Değer Yönetimi

**RESEARCH ON VALUE ENGINEERING WITH APPLICATIONS IN MARINE
CONSTRUCTION**

Cansu KAYABAŞI AKSU

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Şenay ATABAY

As world resources are rapidly depleted, man is forced to find ways to produce new solutions and to use various management techniques. One of the techniques is Value Management.

The VM strives to increase the value of a construction by optimally organizing every component that makes up that construction. Increasing the value of a structure is possible by eliminating all unnecessary costs and ensuring that the owner, the user and the contractor's objectives are optimally achieved, in other words by finding the optimum solution between time, cost and quality. Value Management has 3 components: Value Planning, Value Engineering and Value Analysis. Value planning is the component in which planning and feasibility studies are carried out. Value Engineering is the stage where after the construction phase, the decisions about the project are made and the engineering techniques are used to increase the value. Value Analysis is the last stage in the Value Management where it is determined whether the structure is valuable at the operation phase after the completion of the construction phase. The reason why the Value Engineering component of VM is examined in detail in this study is that the Value Engineering has also a deep connection with VP and VA components and is the most active process of VM.

Aim of the Thesis “Research on Value Engineering with Applications in Marine Construction” is to examine the Value Engineering working system in detail, to analyze the techniques used in detail and to assist with those who want to apply Value Engineering.

Value Engineering is a method that can be used to increase the value of all engineering building projects. In this thesis; A study has been carried out on how Value Engineering is applied to real marine construction projects built in different countries. Thus, when the objectives such as reducing cost, shortening time and increasing quality are aimed in the projects based on value, it is aimed to show how value engineering serves this purpose through applications. In addition, in order to increase the value, the method that should be followed in the projects has been prepared specifically for the marine structures and the researcher who prepared the thesis is explained with the actual projects in which the projects take part in the value engineering studies.

With the increasing importance of value engineering studies, it is observed that time, cost and quality optimization will be provided by value studies in projects. It is demonstrated that value can be achieved not only by reducing the cost but also by increasing the quality against cost increase. There may be different balances between cost, quality and time in line with the targeted and desired objectives of the project. For example, in a contract where the project completion time cannot be changed, the project can be completed with cost increase and the contractual delay penalty may be prevented.

Value Engineering is the art of finding solutions to existing problems by using different steps of a method with systematic steps. There are endless solutions to the problem with various idea generation methods. Value engineering generates a number of ideas that meet design criteria, and then tries to find the lowest cost among them. In the samples examined, solutions were produced by applying value engineering to different problems and thus, the value of the projects was increased.

The thesis also examines the legislation and standards in the United States, which systematically best practices Value Engineering in public projects over a certain budget in the world, and tries to find out how much it has gained by applying Value Engineering in its projects. Research has shown that; In value engineering projects, cost savings have been achieved at a very large rate. The construction sector in Turkey is a leading company in our industry and contracting ranks second in the world. Turkey, undertakes world in many places and big-budget projects in Turkey. Turkey also is an indisputable fact large cost savings can be achieved, assuming become mandatory Value Engineering projects above a certain budget, as in the United States. If companies start to apply value engineering systematically, country resources can be used more efficiently, firms' profit rates increase and they can offer more competitive quotations.

Keywords: Value Engineering, Function Analysis, Value Management

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde inşaat sektöründe işletmelerin karşılaştığı üç temel sorun kalite, maliyet ve süredir. İş dünyasında karşılaşılan sorunlar gün geçtikçe artmaktadır. Artan sorunların üstesinden gelebilmek ve rakiplerine karşı üstünlük sağlamak için işletmeler çeşitli teknikler kullanmaktadır. Bunlardan birisi de “Değer Mühendisliği”dir.

Teknolojik gelişmeler üretim sahasında olduğu kadar her sahada akılcı yöntem ve tekniklerin kullanılmasını, yenilerinin de araştırılıp uygulanabilmesini zorunlu kılmaktadır. Kim daha yeni ve kullanışlı bilgiye sahipse diğerinin önüne geçmekte, daha çok iş alabilmekte, pazar payım da büyütebilmekteki şansı da fazla olmaktadır. Firmalar arasında olduğu gibi ülkeler arasında da artan rekabet yeni teknikleri gerektirmektedir.

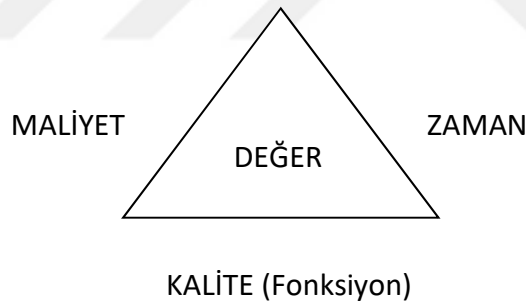
İnşaat sektöründeki firmalar buldukları ülkenin kaynaklarını en akılcı yollarla kullanıp, kendi maliyetlerini en az seviyede tutup teklif fiyatını rakiplerine göre azalttığında iş alabilme şansları da yüksek olmaktadır. Teklif fiyatının düşük olması işin o firmaya verilmesinde tek etken değildir. Projenin "değer"inin de yüksek olması gerekmektedir. Değer, yapımcı firma, mal sahibi, kullanıcı ya da tasarımcı için farklı anlamlar taşımaktadır. Yapımcı firma inşaatı en az maliyetle bitirip karını yüksek tutmaya çalışır. Mal sahibi binadan en fazla geliri elde etmek ister. Kullanıcı işlevlerini kolaylıkla yapabilmeyi, tasarımcı ise eserinin estetiğine ya da işlevlerine daha fazla önem verir.

Yapım sürecinde gerçekleştirilecek her faaliyetin amacı, süresi, kalitesi ve maliyeti önceden tahmin edilmek ya da belirlenmek zorundadır. Mal sahibi ya da kullanıcı yapının bitiminde hangi özelliklere, ne kadar maliyetle sahip olacağını bilmek ister.

Küreselleşme'nin de etkisiyle dış pazarlarda ya da kendi pazarımızda dış yatırımcılarla rekabet edilebilmesi için firmaların kendi organizasyon yapılarında bir takım değişiklikler yapması gerekir. Bunun için en başta organizasyon faaliyetlerinin "verimliliği" ve "etkililiği" nin değerlendirilmesi gelir.

Maliyet yönetimi verimliliği ön planda tutarak, "bir işin doğru yapılmasını araştırırken"; değer yönetimi de etkili çözümlere ulaşabilmek için, "yapılacak doğru işleri" araştırır [1]. Ayrıca, geleneksel yaklaşımlarla maliyetlerin düşük tutulması rekabet için yeterli değildir, kalite kontrol ve değer programlarının bina yapımında uygulanması tercih edilir.

Şekil 1.1'de bir ürünün değerini artırmak için maliyet-fonksiyon(kalite)-zaman değişkenlerinin en önemli etkenler olduğu görülür. Bu değişkenleri en iyi şekilde kullanarak değeri artıracak tüm teknikler "Değer Yönetimi" adı altında toplanır. DY tekniklerinin projenin planlama aşamasında kullanılmasıyla "Değer Plânlaması", yapım aşamasında mühendislik tekniklerinin de kullanılmasıyla "Değer Mühendisliği", yapım sonrası aşamasında geriye dönük kullanılmasıyla da "Değer Analizi" kavramları oluşur.



Şekil 1.1 Değer Kavramında Yeralan Değişkenler [1]

İnşaat yapım sürecinin birçok bileşenden oluşması ve uzun süreli olması risk faktörünü artırır. Fonksiyonların kalite, sağlamlık, kullanılabilirlik, devamlılık, yapılabirlik, uyum, imaj, işletim kolaylığı gibi özelliklerinin sağlanarak tahmin edilen aliyetlerde (ilk yatırım + kullanım maliyeti) ve sürede tamamlanması gerekir.

Çeşitli proje plânlama ve programlama teknikleri ile önceden problemler tespit edilip uygun tedbirler alınır. Ancak bu tekniklerin hiçbirinde "değer" bakımından bir inceleme yoktur. Bir bina bittikten sonra ya da yapım aşamasında iken binanın değerinin o binayı yaparken oluşan maliyetlerle kıyaslanmasının düşünülmemiştir.

Binaların birçoğu yüksek maliyetlerle yapıldığı halde gerekli, istenen fonksiyonları sağlayamamaktadır. Binamn maliyeti ile sağladığı faydalar arasında kesinlikle doğru orantı yoktur. DM' de, akılcı değerlendirme teknikleriyle hedeflenen özelliklerde, gereksiz maliyetler belirlenip projeden elenerek binaların değerinin artması sağlanırken kaynakların (para, malzeme, işgücü) israfı da önlenir.

1.1 Literatür Özeti

II. Dünya Savaşı dönemi hammadde sıkıntısının yoğun olduğu bir dönemdi. General Electric Şirketi'nde ise, bulunamayan önemli malzemelerin yerine başka malzemeler kullanarak ürünler elde edilmeye başlandı. Zaman geçtikçe bu ürünlerin daha az maliyete ve daha güçlü performansa sahip olduğu gözlemlendi. General Electric firmasının Satınalma Müdür Yardımcısı Harry Erlicher, bu durumu sistemli ve plânlı bir yaklaşım haline, dönüştürmesi için elektrik mühendisi olarak çalışan Lawrence D. (Larry)-Miles'a görev verdi. Larry Miles ve arkadaşları gereksiz maliyetleri önleyerek değeri nasıl artıracakları araştırmaya başladılar [2].

Larry Miles ve arkadaşları gereksiz masrafları belirleyerek maliyet ve fonksiyon analizleri yaptılar. Fonksiyonel yaklaşımla, farklı malzemelerin aynı fonksiyonu gerçekleştirmede sağladıkları yararlar karşılaştırıldı. Miles, fonksiyonel yaklaşımı 1947-52 yıllarında birçok teknikleri ve aşamaları da ekleyerek "Değer Analizi" adında sistemleştirdi [3].

1954'de ABD Deniz Kuvvetleri de gemi ve donanımlarının maliyetlerini azaltmak için Değer Analizi Programını kullanmaya başladı ve mühendislik tekniklerini de kullanarak "Değer Mühendisliği" adı altında geliştirdiler. DM uygulamalarının hükümetin diğer bölümlerinde ve özel sektörde de yaygınlaşmasıyla 1958 yılında (The Society of American Value Engineers – SAVE)" Amerikan Değer Mühendisleri Odası" kuruldu [13].

1960'larda DM önerileri inşaat sözleşmelerinde yer almaya başladı. DM önerisi, kazanç sağladıysa mal sahibi ve müteahhit bu kazancı paylaşıyorlardı. 1960- 70'lerde bazı devlet daireleri NASA, GSA gibi tasarım aşamasından itibaren DM'yi inşaat projelerinde uygulamaya başladılar [2].

1984 yılında T. F. Cook tarafından etkili biçimde geliştirilmiş olsa da zaman içinde yeni anlamlar kazanmıştır. Geçen zaman içinde ürün ve süreç geliştirme faaliyetleri ile bütünleştirilen değer mühendisliği, tasarım sürecinin vazgeçilmez bir parçası haline getirildi. 1992 yılında Y. Monden, Toyota'da yaptığı çalışma ile değer mühendisliğinin maliyet yönetimi süreçleri ile etkili biçimde nasıl bütünleştirilebileceğini göstermiştir [2].

Mühendislerin %90'ı değer mühendisliğini maliyet düşürücü olarak görmektedirler. Değer mühendisliğinin birincil uygulama sebebi maliyet düşürme olmasının yanında başka formları da bulunmaktadır. Amerikan Değer Mühendisleri Topluluğu (The Society of American Value Engineers – SAVE) bu formları şöyle sıralamaktadır; bir projenin fonksiyonelliğini ve faydasının genişletilmesi, program gereksinimlerini azaltma, uzun vadede maliyet etkinliğini sağlamak ve genel olarak proje performansını arttırmak [4].

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu tezin amacı, ülkemizde inşaat sektöründe uygulaması az yapılan olan DY'nin özellikle DM bileşenini tüm kavramlarıyla tanıtmaktır. DP ya da DA bileşenlerinin üzerinde fazla durulmamasının nedeni, DM'nin yapım süreci içinde daha etkili olmasıdır. Ayrıca kullandığı matematiksel teknikler gereksiz maliyetleri oluşturan sebepleri ortadan kaldıracak özelliktedir. DP'de plânlamayla ileriye dönük gereksiz maliyet oluşturacak alanlar tespit edilirken, DA'da da geriye dönük bitmiş bir projede gereksiz maliyet oluşturmuş alanlar tespit edilir.

Yazarın çalıştığı deniz yapıları uygulamalarında, değer mühendisliği çalışmalarının proje sonu süre, maliyet ve kalite etmenlerine nasıl etkilediği anlatılmıştır. Sistemik olarak değer mühendisliği çalışması yapıldığında elde edilecek kazanımların ortaya konulması amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Dünyadaki kaynakların kısıtlılığı ve inşaat sektöründe firmalar arası rekabet nedeniyle değer mühendisliğinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Firmalar birbirleri ile yarışabilmek için müşterilerine yenilikler, kolaylıklar, düşük fiyatlar ve kalite ile hitap

etmektedirler. Değer mühendisliği bu unsurları optimize ederek ihale aşamasında rekabeti arttırmakta, uygulama sırasında ise problemlere çözüm üreterek avantaj sağlamaktadır. İncelenen örneklerde değer mhendiliği çalışmaları sonrası elde edilen kazanımlar ortaya konulmuştur.



DEĞER MÜHENDİSLİĞİ

Müşteri istekleri doğrultusunda “değer yaratma”nın başlıca amaç edinildiği işletmeler küresel nitelikli ve kıyasıya bir rekabetle karşı karşıyadır. Küresel ekonominin tanımlayıcı olgularından biri olan seçenek fazlalığı bireysel ve kurumsal müşterileri kendileri açısından en değerli olanı tercih etmeleri yönünde girişimde bulunmaya yönlendirmektedir. Bu bağlamda, işletmeler hedef kitlelerinin beklentilerine optimal biçimde cevap verebilmek, onlar açısından “en değerli” olabilmek için hızı küresel değişim düzeneğine sürekli artırılan bir yarış içerisindedir. Bu sıfatı kazanabilmeyi amaçlayan ve kurumsal farkındalık kazanmış işletmeler stratejik avantaj sağlayıcı değer mühendisliği vb. çeşitli yönetim teknolojilerinden yararlanmaktadır.

2.1 Değerin Tanımı

Değer denildiğinde, akla hemen bunun parasal karşılığı olan fiyat gelir. Ancak fiyat değer tanımını tam karşılamamaktadır. Değerin maliyetle direkt olarak bağlantısı yoktur. Değer kişinin herhangi bir şeyi almak veya vermek konusundaki arzusuyla ölçülebilir. Bir ürünün değeri belirlenirken işgücünün yanında karşılaşılan güçlükler ve kullanılan beyin gücünün de göz önüne alınması gerekmektedir. Maliyeti bu şekilde tanımladığımız takdirde;

Değer = Maliyet + Alıcının Ödemeye Hazır Olduğu Artık Değer

Şeklinde açıklanabilir.

1) Maliyet: Üretim için gerekli işçilik, malzeme ve diğer tüm masrafların toplamıdır. Bir malın ölçüleri belirlenmişse, o malın üretimi için gerekli işçilik maliyetini ve üretimde kullanılacak malzemenin maliyetini bulmak mümkündür. Ancak direkt masrafların bulunması güçtür. Bu masraflar, malın üretimindeki direkt olarak yapılan masraflar ile malın karlılık durumunun korunabilmesi ve pazarlama masrafı gibi bazı masrafların yeterince karşılanması için mamulün birim başına düşen masraf hissesidir.

Maliyet Değeri = Satın Alma Değeri + Üretim Masrafları + Pazarlama Masrafları

2) Alıcının ödemeye hazır olduğu artık değer:

Değişim Değeri: Bir ürün ya da hizmeti diğerine tercih etmemize neden olan niteliklerin parasal ölçüsüdür. Değişim değerinin fiyat ile karıştırılmaması gerekir, fiyat değişim değerinin para ile ifadesidir.

Kullanım Değeri: Ürünün ortaya koyduğu fonksiyona verdiğimiz değerdir. Bir kullanımı, işi veya hizmeti başarılı kılan, performansını arttıran ve satılabilirliğine katkıda bulunan nitelik ve özelliklerin parasal ölçüsüdür.

Etkileyici Değer: Bir ürünü daha çekici kılan etmenlerin sağladığı değerdir. Alıcının istediği görünüşü, biçimi ve özellikleri sağlayan en düşük maliyet olarak da ifade edilebilir. Bir mala stil açısından farklılık getirecek her bir ilavenin maliyetinin ne olacağı, o malın maliyet değeri ile kullanma değeri arasındaki farkın incelenmesiyle anlaşılacaktır. Bu farkın pazarlamacılara iletilmesi ve görüşülmesi söz konusudur. Stil ve modayı daima ön planda tutan firmalar, değer analizi yöntemiyle tasarruf sağlayabilirler.

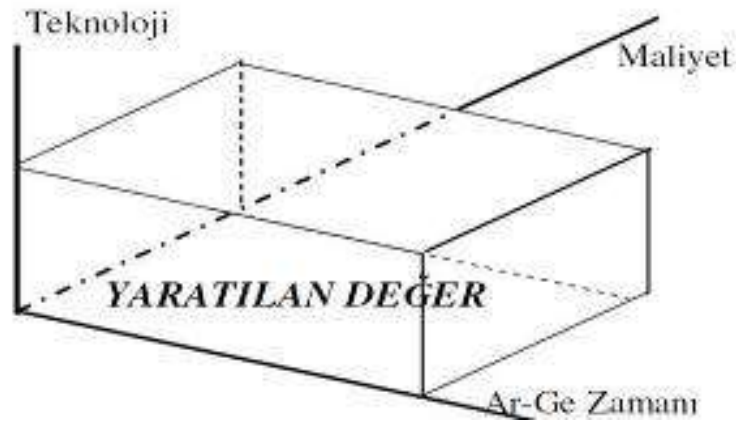
Bir ürünün meydana gelmesi baslıca üç öğeye bağlıdır;

Maddi kaynak: Ürünün yaratılması, geliştirilmesi ve üretilmesi için harcanan tüm maddi olanaklar. Bu genelde "parasal" karşılık ile ölçülen bir girdi olmakla beraber, parayla fayda edilebilen insan gücü, gereç, yapısal kaynaklar, enerji, malzeme gibi elle tutulur veya ölçülebilen girdileri içerir.

Teknoloji: Kaynakları en iyi şekilde değerlendirilmek için kullanılan bilgi birikimi ve bilgi ürünleridir. Bunlar doğrudan ölçülemeyen bilgi ve düşünsel girdilerle onlara bağlı

kaynaklardır. Örneğin lazer teknolojisi, bilgisayar (CAE) teknolojileri, yönetim teknikleri gibi.

Zaman: Ürünün düşünce olarak doğup piyasaya ulaşıp yerleşinceye kadar geçirdiği evreler için geçen süredir. Bu süre hem kaynak gerektirir, hem de malın piyasaya girişini geciktirerek rekabet açısından olumsuz etki yapar. Zaman etmeni "Önce gelen çorbayı içer" deyimini anımsatmaktadır. İlk gelenler hem talep yönünden bakır, hem de fiyat yönünden seçeneği ve ölçütü olmayan bir piyasa bulurlar. Bu nedenle fiyat belirlemede üretici göreceli olarak daha rahat ve hürdür. Piyasa henüz mala bir eder biçmemiştir; üretici fiyat ve kâr yönünden olduğu gibi malın özellikleri yönünden de çekişme ortamındaki gibi bir baskı altında değildir. Piyasaya sonradan girenler yarışa çoktan başlayıp bir hayli de yol almış rakiplerle karşılaşacaklardır.



Şekil 2.1 Ürünün Gerçek Değeri

Şekil 2.1'de ki gibi ürünün değerini oluşturan öğeleri dikey koordinat sisteminin eksenleri olarak gösterirsek ortaya çıkan sığa ürünün değerini oluşturur ki, o zaman yaratılan değer (YD) için bu üç öğenin çarpımı olarak;

$$\text{Yaratılan Değer} = \text{Teknoloji} * \text{Maliyet} * \text{Zaman}$$

Denklemini yazabiliriz. Burada:

Teknoloji = bilgi ve bilimsel girdiler

Maliyet = malzeme ve kaynak girdileri

Zaman = düşünceden üretime dek süre

Maliyet Değeri: Üretim için gerekli işçilik, malzeme ve diğer tüm masrafların toplamıdır. Bir malın ölçüleri belirlenmişse o malın üretimi için gerekli işçilik maliyetini ve üretimde kullanılacak malzemenin maliyetini bulmak mümkündür. Ancak pazarlama masrafı gibi direkt masrafların bulunması güçtür.

Maliyet Değeri = Satın alma Değeri + Üretim Masrafları + Pazarlama Masrafları
olarak formüle edilebilir.

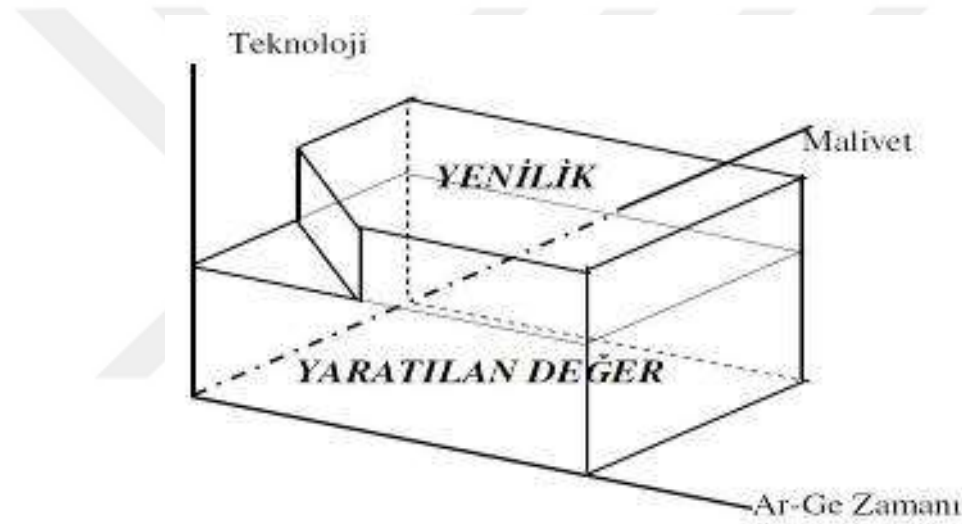
Bu denklemden çıkan sonuçları şöyle irdeleyebiliriz:

- Her ürünün belli özelliklerine (kalite) karşı gelen bir mutlak değeri vardır.
- Ürünün değeri girdilerin bileşimine bağlıdır. Değeri sabit tutmak için girdiler birbirilerini tamamlarlar. Bir girdideki değişim ötekileri veya değeri etkiler. Bir öğeyi azaltıp ötekileri o oranda değiştirmeden değeri (kalite) sabittutmak olanaksızdır.
- Her üç boyutun da alt sınırları vardır. Bir öğe sıfıra yaklaşırsa ötekiler belirsiz olur; başka bir deyişle diğer iki etmeni büyütterek üçüncü etmeni çok azaltmak olanaklı değildir.
- Kopya edilerek veya özgün olmayan bir ürünün değeri (ve dolayısıyla getirisi) özgün bir ürüne göre düşüktür.
- Bu üç eksen burada bağımsız gibi görünmekle beraber gerçekte zaman ekseninin öteki etmenlerin zamanlamasına bağlı değişik bir özelliği vardır. Teknoloji ve kaynak yatırımı zamanın uzunluğunu etkilemekle beraber, bu iki parametrenin zaman eksenini üzerindeki konumları da önemlidir.

Teknoloji ve kaynakların zamanında devreye girmesi sonradan çıkması olası sorunları önler. Gecikmeler, hem sorunların düzeltilmesine harcanan, hem de boşa giden kaynaklar olarak, girdilerin verimli kullanılmasına engel olur. Bu şekilde devreye alınan parametreler değerin artmasına katkıda bulunmaktan çok, ancak azalmakta olan bir değeri istenen düzeye geri getirmeye yarar. Çevrime geç giren parametrelerin etkisi az olacağından verimlilik, yani kârlılık düşer. Bu nedenle tüm parametrelerin üretim programı içinde tam zamanında devreye girmesi en üst verimlilik için ilk koşuldur.

Özellikle günümüzün düşük zamanlı tasarım düşüncesi için sağlam bir proje planlaması bu nedenle vazgeçilmez olmuştur.

Yaratılan değerin oluşumunda uygulanacak yenilikler üretilen ürünün ya da uygulanacak prosesin iyileştirilmesini sağlayacağından yaratılacak değer için kullanılan yenilik, karı ve üreticinin kazancını arttırmaktadır. Yenilik teknoloji alanında olacağı için onu bu eksen üzerinde bir artış olarak gösterebiliriz. Burada yenilik teknoloji ekseninde bir basamak fonksiyon olarak gelen değer artışını gösterir. Yeniliğin düzgün ve sistematik bir şekilde yaratılan değere uygulanması kazancı arttırmakta ve uygulamayı kolaylaştırmaktadır. Yalnız her türlü yenilik kesin bir artış sağlamamaktadır.



Şekil 2.2 Yeniliğin Değere Katkısı

Uygun bir şekilde analizler ve örnek uygulamalar ile elde edilecek sonuçlar doğrultusunda yeniliklere karar verilmelidir. Çünkü her yenilik bir kazanç doğuramaz, sonuçta düşünce maliyeti ve uygulanacak yeniliğin teknolojik ve fikirsel maliyeti vardır ki bunlar elde edilen yeniliğin getirisinden fazla olmamalıdır.

2.2 Değer Mühendisliğinin Tanımı

Değer mühendisliğinin birçok tanımı bulunmaktadır. Sektöre, yapılan işin niteliğine, müşterinin gereksinimine göre değişmektedir. Farklı değer mühendisliği tanımlarına karşın uygulamalara baktığımızda büyük ölçüde tasarım aşamasında maliyetleri düşürerek rekabette üstünlüğü sağlamanın amaçlandığını görmekteyiz.

Değer mühendisliği; üretilen bir ürünün veya verilen bir hizmetin, müşterilerin gereksinimini göz ardı etmeden tekrar gözden geçirerek maliyetini düşürmek veya performansını arttırmak amaçlı, tasarım ve üretim faaliyetidir. Değer mühendisliği sadece iyi bir mühendislik veya bir rutin inceleme olmaktan çok, daha başka neler yapılabilir sorusunun cevabıdır.

Değer mühendisliği; bir ürünün değerini geliştirmek ve analiz etmek, işleri düzenlemek, performans ya da kalite gereklerini yerine getirirken problemleri çözmek ya da maliyetleri azaltmak için sistem ya da servis sırasında profesyonelce uygulanan fonksiyon hedefli sistematik takım yaklaşımıdır [5].

Bir başka tanım olarak; değer mühendisliği; müşteri bakış açısıyla süreçler/ürünler üzerinde yapılan detaylı analizler sonucu gereksiz olanların elimine edilmesi; aksine önem derecesi yüksek olan fonksiyonlar üzerine yoğunlaşarak maliyetlerin düşürülmesi için yapılan fonksiyonel analiz, maliyet analizi ve değer analizi şeklinde ekip çalışmalarının toplamı olarak tanımlanabilir.

Ancak unutulmaması gereken unsur; değer mühendisliği sadece maliyet düşürücü bir uygulama değildir ve değer mühendisliği hem yüklenici hem de müşterinin menfaatlerini karşılaması gerekmektedir. Değer mühendisliğinin amacı aşağıdaki avantajları elde etmede kullanılabilir:

- Maliyet azaltma
- Zaman/program tasarrufu
- Kaliteyi arttırma
- Tasarım eksikliklerinin izolasyonu

Değer mühendisliğinin gerçek amacı herhangi bir değeri bileşenlerinden kısararak, değerinden ödün vermeden gerçekleştirmektir.

Değer kavramı ise kabaca şu şekilde ifade edilebilir:

$$\text{Değer} = \frac{\text{İşlev}}{\text{Maliyet}}$$

DM, DY kavramının yapım sürecinde uygulanan bileşenidir. Değer Plânlaması (DP) proje başlangıcı, fizibilite alışmaları, planlama sürecini; Değer Analizi (DA) ise, yapım sonrası kullanım sürecini kapsar. Çizelge 2.1 DY bileşenlerinin yapım süreci içindeki yerlerini göstermektedir.

Çizelge 2. 1 Değer Yönetimi Bileşenlerinin Süreçteki Yerleri [1]

DEĞER YÖNETİMİ		
Değer Planlaması	Değer Mühendisliği	Değer Ananlizi
Planlama, yapım öncesi	Yapım aşamasında	Yapım sonrası

Değeri arttırmak için $Değer = İşlev / Maliyet$ formülünden yola çıkarak değeri arttırmanın yolu olarak şu sonuçlar göz önünde bulundurulabilir;

$F \uparrow / M \downarrow$ İşlevi arttırıp maliyeti düşürmek.

$F \uparrow / M \rightarrow$ İşlevi arttırmak maliyeti sabitlemek.

$F \rightarrow / M \downarrow$ İşlevi sabitleyip maliyeti düşürmek.

$F \uparrow \uparrow / M \uparrow$ İşlevi maliyete oranla daha fazla arttırmak.

Nitelik/Fonksiyon matrisinin fonksiyon faydası verileri ve maliyet/fonksiyon matrisinin toplam maliyet verileri kullanılarak ve malzeme maliyetini düşürecek faaliyetlere esas olmaz üzere fayda ve maliyet gridi izilerek kıyaslama yapılır. Bu, faaliyet konusunda ekip için öncelik belirler [6].

2.3 Değer Mühendisliğinin Tarihsel Gelişimi

II. Dünya Savaşı dönemi hammadde sıkıntısının yoğun olduğu bir dönemdi. General Electric Şirketi 'nde ise, bulunamayan önemli malzemelerin yerine başka malzemeler kullanarak ürünler elde edilmeye başlandı. Zaman geçtikçe bu ürünlerin daha az maliyete ve daha güçlü performansa sahip olduğu gözlendi. General Electric firmasının Satınalma Müdür Yardımcısı Harry Erlicher, bu durumu sistemli ve plânlı bir yaklaşım haline dönüştürmesi için elektrik mühendisi olarak çalışan Lawrence D. (Larry) Miles'a

görev verdi. Larry Miles ve arkadaşları gereksiz maliyetleri önleyerek değeri nasıl artırebilecekleri araştırmaya başladılar [2].

Larry Miles ve arkadaşları gereksiz masrafları belirleyerek maliyet ve fonksiyon analizleri yaptılar. Fonksiyonel yaklaşımla, farklı malzemelerin aynı fonksiyonu gerçekleştirmede sağladıkları yararlar karşılaştırıldı. Miles, fonksiyonel yaklaşımı 1947-52 yıllarında birçok teknikleri ve aşamaları da ekleyerek "Değer Analizi" adında sistemleştirdi [3].

1954'de A.B.D. Deniz Kuvvetleri de gemi ve donanımlarının maliyetlerini azaltmak için Değer Analizi Programını kullanmaya başladı ve mühendislik tekniklerini de kullanarak "Değer Mühendisliği" adı altında geliştirdiler. DM uygulamalarının hükümetin diğer bölümlerinde ve özel sektörde de yaygınlaşmasıyla 1958 yılında (The Society of American Value Engineers – SAVE) "Amerikan Değer Mühendisleri Odası" kuruldu [7].

1960'larda DM önerileri inşaat sözleşmelerinde yer almaya başladı. DM önerisi, kazanç sağladıysa mal sahibi ve müteahhit bu kazancı paylaşıyorlardı. 1960 - 70 'lerde bazı devlet daireleri NASA, GSA gibi tasarım aşamasından itibaren DM'yi inşaat projelerinde uygulamaya başladılar [2].

Değer artırma tekniklerinin inşaat projelerinde farklı tasarım aşamalarında ve stratejilerle uygulanması sonucu Değer Plânlaması, Değer Mühendisliği ve Değer Analizi kavramları ortaya çıktı. Değer Yönetimi kavramı ise, bu üç kavramı da birleştiren tüm teknikleri içermektedir [8].

DM uygulamaları sürekli yaygınlaşmaktadır. Aşağıda anlatılan iki öneri DM'nin yaygınlaştığının kanıtıdır. 1994 yılında ABD senatosunda DM kullanımı ile ilgili iki öneri kabul edilmiştir.

1. öneride, Ulaşım Dairesinde ülkenin herbir tarafına uzanan yolların yıllık masrafı 30 trilyon dolardır. DM çalışması uygulandığında 30 trilyon doların %5 -30'u yatırıma dönebilir. 2. öneri de, hükümet dairelerinin bütçesi oldukça masraflı projelerde DM çalışmasının zorunlu tutulmasıdır. Bir yıldaki hükümet projelerinin toplamı 1000 trilyon dolardır. DM tekniklerinin uygulanarak bütçeye bu miktarın önemli bir kısmının kazandırılması mümkündür.

1984 yılında T. F. Cook tarafından etkili biçimde geliştirilmiş olsa da zaman içinde yeni anlamlar kazanmıştır. Geçen zaman içinde ürün ve süreç geliştirme faaliyetleri ile bütünleştirilen değer mühendisliği, tasarım sürecinin vazgeçilmez bir parçası haline getirildi. 1992 yılında Y. Monden, Toyota'da yaptığı çalışma ile değer mühendisliğinin maliyet yönetimi süreçleri ile etkili biçimde nasıl bütünleştirilebileceğini göstermiştir [2].

Değer mühendisliği bu gelişim süreci içerisinde seri üretimden, büyük kitlesek üretime kadar çok farklı mühendislik uygulamalarında yer bulmuştur. Halen değer mühendisliği ve değer analizinin gelişimi sürmektedir. İnşaat sektöründe değer mühendisliği kendine güçlü bir yer edinmiş ve günümüz piyasasında proje maliyetlerini %10 ila %15 oranında düşüren mühendislik uygulaması olarak kabul görülmektedir.

Mühendislerin %90'ı değer mühendisliğini maliyet düşürücü olarak görmektedirler. Değer mühendisliğinin birincil uygulama sebebi maliyet düşürme olmasının yanında başka formları da bulunmaktadır. Amerikan Değer Mühendisleri Topluluğu (The Society of American Value Engineers – SAVE) bu formları şöyle sıralamaktadır; bir projenin fonksiyonelliğini ve faydasının genişletilmesi, program gereksinimlerini azaltma, uzun vadede maliyet etkinliğini sağlamak ve genel olarak proje performansını arttırmak [4].

2.4 Değer Mühendisliğinin Amaçları ve Uygulama Zamanı

DM yapım sürecinde yeralan yüklenicinin, mal sahibinin ya da kullanıcının amaçlarını tek tek kendisine amaç olarak edinmez. Bunların tümünün dengelenmesiyle belirlenecek amaçlar bütününü gerçekleştirmek için çalışır. Proje'nin amaçları, maliyet sınırlamaları, yapım tekniği, malzemeler, ekipmanlar gibi süreç içinde yeralacak her bileşenin etkisi önceden gerekli bilgiler toplanarak tahmin edilmelidir. Projeye başlamadan önce ne kadar çok bilgi sahibiysek ilerleyen süre içinde amaçlar, maliyet, kalite, bitirme tarihi gibi konularda da kontrollü olma şansımız artar. DM amaçlarını aşağıdaki gibi maddeleyebiliriz:

- Gereksiz maliyetleri önlemek.
- Elde olan ara, malzeme, insan kaynaklarını verimli ve etkili kullanmak.

- Zamanı etkin kullanarak, yapım süresini azaltmak.
- Kaliteyi artırmak.
- Yapı güvenliğini sağlamak.
- Binanın uzun ömürlü olmasını sağlamak.
- Personel yeteneklerini takım çalışması, yaratıcılık, uyum gibi psikolojik tekniklerle ortaya çıkarmak

İnşaat sektöründe çalışanların çoğu DM'nin ne olduğunu konusunda gerekli donanıma sahip değildirler. Genel düşünce, bir projede maliyetleri azaltacak yöntemleri araştıran bir sistem olduğudur. DM ile maliyetler azaltılmaktadır; fakat geleneksel maliyet azaltma yöntemlerinden çok farklıdır. DM, değeri artırarak maliyeti azaltmak için uğraşır. Bir kısım kişiler ise, tasarımcıların proje gelişim evresinde her zaman uyguladıkları ya da uygulanması gereken işlemler olarak düşünmektedir. Doğru düşünce DM'nin maliyetleri azaltarak değer artırma çalışması olduğudur.

DM yöntemi projenin her aşamasında uygulanabileceği gibi tasarımın ilk aşamalarında uygulanmaya başlanması en iyi sonuçları verir. Tasarımın plânlama aşaması bittiğinde tasarım ve maliyetle ilgili tüm bilgiler bellidir ve bu durumda alınacak her karar proje maliyetini doğrudan etkileyecektir. Bu sebeple, en ideal durum DP ile DM 'nin birlikte uygulandığı durumdur.

DP ile ilk tasarım evrelerinden itibaren olması mümkün gereksiz maliyetle engellenir. "Ne yaparak kullanıcının ihtiyaçlarını giderebiliriz?" sorusunun sorulması bu süreçte önemlidir.

Tasarımın ayrıntılarına girilmeye başlandığında, DM'nin gerektirdiği "Kullanıcının ihtiyaçlarını nasıl sağlayabiliriz?" sorusuyla, mühendislik bilgilerinin kullanıldığı aşamada kazanç sağlama imkânı çoktur.

Projelerde değer artırma yollarının araştırılması için değer düşük olma sebeplerinin bilinmesi gerekir. Projelerde değer düşük olma sebepleri şöyle sıralanabilir [1]:

İhtiyaç programına yeterli zaman ayrılmaması: Değer ve fonksiyon arasında çok sıkı bir bağıntı vardır. Kullanıcının tüm ihtiyaçları gerekli fonksiyonlarla sağlanırsa, değer de

artar. Eğer tasarımı ekibi ihtiyaç programı üzerinde yeterince alışamazsa çoğu fonksiyon karşılanamadığından gereksiz maliyetler ortaya çıkar ve değer de azalır.

Alışılmış düşünce biçimleri: DM alışmaları sırasında ya da tasarımı yapılırken uzmanlar daha önce benzer bir problemle karşılaştıklarında, aynı çözümü bu probleme de uygulamaya çalışırlar. Oysa, proje 'nin verileri ve değişkenler öncekinden farklı olduğundan daha etkili bir çözüm bulma şansı vardır. Bu nedenle, DM takımında bir uzmandan "Ben bu işi her zaman bu yöntemle çözerim ?" cümlesi işitilirse dikkatli olunmalıdır. O zm bir kenara konup başka seçenekler de mutlaka irdelemelidir.

Kullanıcı ihtiyaçlarının yanlış anlaşılması: İhtiyaç programı oluşturulurken kullanıcının istekleri yanlış olarak yorumlanmış olabilir ya da kullanıcı ne istediğinden tam emin olmayabilir. Kullanıcı ile tasarımı ekibi arasındaki iletişim kuvvetli ve yeterince sık zamanlarda gerçekleşirse kullanıcı ihtiyaçları iyi olarak tanımlanabilir ve kararsız olduğu konularda yardım edilebilir.

Standart ve şartnamelerin eski olması: Çoğu firma kendileriyle ilgili standartları ve şartnamelerin nadir olarak yenilediklerinden, 5-10 yıl öncesinin çözüm nerileri gelişen zaman içinde verimsiz ve etkisiz kalır.

Patronların yanlış düşüncelerinin desteklenmesi: DM alışmalarının "Yaratıcılık Adımında", katılan her kişinin eleştiri olmaksızın fikirlerini rahatça söylemesi sağlanır. DM takımında her konudan ilgili uzmanlar bulunurken bazen işi yapan kişilerin yani personellerin de bulunması yararlıdır. Böylece personele de önerilerini söyleme fırsatı sağlanmış olur. Bazen personeller gerçek fikirlerini patronlardan çekindikleri için söyleyemezler, patronun dedikleri yanlış da olsa onaylayıcı davranırlar.

Karmaşık projelerde uzman gereksinimi: Genelde bir proje tasarlanırken, uzmana danışmak gibi bir alışkanlık yoktur. Mimar ya da mühendisin çabalarıyla işi zlmeye çalışılır. Teknoloji her alanda çok hızlı ilerlediğinden birçok bilgiyi bir tek kişinin bilmesine ve kullanabilmesine imkn yoktur. O uzmanın fikirleriyle projeye katacağı değer ödenecek olan danışman ücretinden mutlaka fazla olur.

Geçici - kısıtlayıcı tasarımı ilkeleri: Her tasarımı kriterinin önemle incelenmesi gereklidir. Bunun için kriterler önem sırasına göre dizilir, hangi kriterin

çözümlemesiyle projeye değer katılacağı tartışılır. Geçici olarak oluşacak sorunları çözmek için gereksiz maliyetlerden kaçınılmalıdır.

Amaç eksikliği: Bir projenin yapılmasının gerçek amacını tam olarak başlangıçta kararlaştırmak gerekir. Projenin ilerleyen safhalarında amacı belirlemek birçok değişiklikleri gerektirir. Gereksiz maliyetlerin oluşmasına ve zaman kayma sebep olur.

Bilgi eksikliği: Tasarım ekibinden projeye ilgili tüm bilgiler sağlanmalı, eksik bilgiler kısa sürede tamamlanmalı ve bilgilerin doğruluğu kontrol edilmelidir.

Önyargılı düşünme: DM elemanlarından birinin daha önce karşılaştığı bir sorun çözümlenememiş olabilir. Bu kişinin karşısın aynı sorun çıktığında, önyargılı düşünce tarzıyla yine sonuç elde edilemeyeceği düşünülüp baştan iş bırakılmamalıdır. Çünkü, önceki proje'nin verileriyle şimdiki farklıdır; belki bu şartlarda çok daha iyi bir sonuca varmak mümkündür.

Tasarımcı ve işletimci arasındaki iletişim eksikliği: Tasarımcılar binayı işletecek olan kişilerden neye, nasıl ihtiyaç duyulduğunu öğrenirlerse daha başarılı ve kullanışlı binalar yaratırlar. DM takımında deneyimli bir işletimcinin bulunması yararlıdır. Zira işletimci (veya kullanıcı) arasındaki iletişim sorunu birçok değer arttırma fırsatının kaçırılmasına sebep olur.

2.5 Değer Mühendisliğinin Uygulanabileceği Projeler

DM uzman takım çalışmasıdır. Birçok uzmanın biraraya getirilip belli amaçlar için yönlendirilmesi hem zor, plânlı bir çalışma gerektirir, hem de maliyetlidir. Bütçesi kısıtlı olan, tekrarlanmayan, bilinen yöntemlerle inşası düşünülen bir proje için DM çalışması pahalıdır. Bu tip projelerde geleneksel olarak mimar, inşaat mühendisi, yüklenici, mal sahibi zaman zaman toplantı yaparak kararlar verirler. Bütçe, kalite, teslim süresi gibi konular sözleşmelerle kesinleştirilir.

Karmaşık, maliyeti yüksek olacak, fonksiyonların kalitesi ve uygulanması önemli, tekrar edilen binalar için ise, DM takım ücretleri binanın toplam maliyeti içinde önemsiz kalacağı için ve DM 'nin sağlayacağı faydalar da gerekli olduğundan DM çalışması yararlıdır. Bu tip projeler aşağıdaki gibi sıralanabilir [1]:

- Maliyetleri yüksek olan projeler:

DM çalışması ile %5-10 hatta %30'a varan kâr sağlanabildiğinden, büyük maliyetli projelerde bu miktar bir hayli önemli olmaktadır. Ayrıca DM takımının oluşturulmasının da bir maliyeti olduğundan bu maliyeti çıkartabilecek büyüklükte bir proje olmalıdır.

- Karmaşık Projeler:

DM takımı tasarım ekibinden ayrı olarak çalışır. DM elemanları çalışmanın belli aşamalarında tasarım ekibiyle biraraya gelir. DM takımının özelliği ise, farklı uzmanlık bilgilerine sahip karmaşık projeleri çözebilecek kişileri takımda toplamasıdır.

- Çok Tekrar Eden Projeler:

Farklı bölgelerde tekrar edilerek inşa edilen projelerde, uygun yapım teknolojisinin araştırılması ve diğer tasarım etkenleri için DM çalışması yapılması yararlıdır.

- Yüksek Teknoloji Kullanılan Yapılar:

DM takımı uzmanlarının birarada çalışmasıyla bu tip projeler başarıyla ve en az maliyetle gerçekleştirilir.

- Bütçesi Sınırlı Olan Projeler:

Bu tip projelerde belirlenen bütçenin altında en iyi değeri sağlamak gibi zorunluluk olduğundan DM uygulaması iyi sonuçlar verir.

- Tasarımın Çok Baskın Olduğu Projeler:

Hastane ya da laboratuvarlar gibi projelerde fonksiyonların sırası önemlidir. Fonksiyon analizi ile ana fonksiyonlar ve tüm teknik fonksiyonlar sağlanarak değer artırılır.

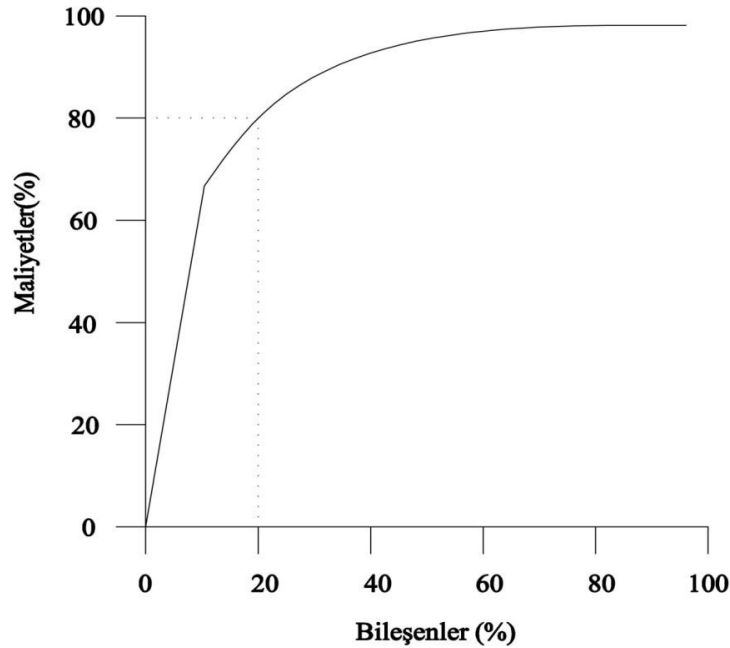
- Yankı Uyandıracak Projeler:

Hükümetin desteklediği ya da çevreye çok şey katacak projelerdir. Bu tip projelere basın ve halk büyük ilgi gösterir. Kötü bir tasarımın ya da inşaatın sorumluluğunu ise kimse üzerine almak istemez. DM takımı ile başarılı sonuçlar elde edilir.

2.6 Değer Mühendisliğinin Uygulanabileceği Alanların Seçimi ve Pareto Kuralı

Değer mühendisliği tekniklerinin uygulanabileceği projelerin seçiminde Pareto Kuralı kullanılır. Ayrıca, Pareto kuralı yardımıyla projede DM tekniklerinin en çok hangi alanlarda yoğunlaştırılacağına da karar verilir.

Değer Mühendisliği'nde önemli olan doğru hedefe doğru şekilde odaklanmaktır. Projede çok fazla önemi olmayan bir aşamanın maliyetini düşürmek için uğraşmak yerine, maliyetinin düşürülmesi projeyi ciddi oranda etkileyecek, daha spesifik faaliyetlere yoğunlaşmak daha önemlidir. İtalyan ekonomist ve sosyolog Vilfredo Pareto'nun yaklaşımı şöyle der: "Dünyadaki tüm servetlerin %80'i kalan %20'ye aittir. Bu cümle Değer Mühendisliği felsefesine katkıda bulunan kimseleri büyük ölçüde etkilemiştir. Şöyle ki, bu teorem Değer Mühendisliği'ne uygulandığında; bir sistemin veya projenin %80'i, aynı sistem veya projenin kalan %20'si tarafından belirlenir. İşte tüm bunlar düşünüldüğünde "En Uygun Hedefe Odaklanma" kavramı ortaya çıkar. Yani aslında, projenin bu kritik noktaları tespit edildiğinde, bu noktalarda yapacağımız değişiklikler, değişiklik yapabileceğimiz kalan %80 aşamanın tamamından daha faydalı olacaktır. Çünkü bu %20'lik kısım, hem maliyet, hem de projenin ilerlemesi açısından kritik noktalardır. Vilfredo Pareto'nun bu teoremi Şekil2.1' de "Pareto'nun Mal Dağıtım Yasası" olarak grafiğe dökülmüştür [9].



Şekil 2. 3 Pareto'nun Mal Dağıtım Yasası[4]

Pareto'nun teoremi değer mühendisliğine uyarlandığında görülecektir ki proje ya da uygulama bileşenlerinin %20'si projenin maliyetinin %80'ine etki etmektedir. Bu bileşenler bir kere tanımlandıktan sonra fonksiyonel analiz için birincil önem taşıyan unsur haline gelirler çünkü bu unsurlar maliyet tasarrufunda en büyük potansiyele sahiptirler.

Değer mühendisliği çalışmasında hedef seçimi için belli başlıkların taranması sürecine ihtiyaç vardır. rnek olarak şu maddelerle özetlenebilir:

- a) İnşaatın zorlu fakat mazeretsiz kriterleri ve standartları.
- b) Başlangıç tasarı maliyetlerini aşan proje bileşenleri.
- c) Kompleks inşaat özellikleri ya da öğeleri gereksiz fakat maliyetli uygulamaları şart koşabilir.
- d) Pahalı ve kritik bileşenlere önem vermek.
- e) Zor ve maliyetli inşaat ve üretim prosedürleri.
- f) Gereksiz kompleks tasarımlar işlevinde azalma oluşturmadan tasarım üzerinde değişiklikler yapılması.
- g) Yeni teknolojinin getirdiği alternatiflerin kullanılması.
- h) evresel etkenler.
- i) Standart prosedürlerin ve mevcut tasarımın kullanılması.

2.7 Değer Mühendisliği Takım Elemanları ve Karar Vermedeki Etki Dağılımı

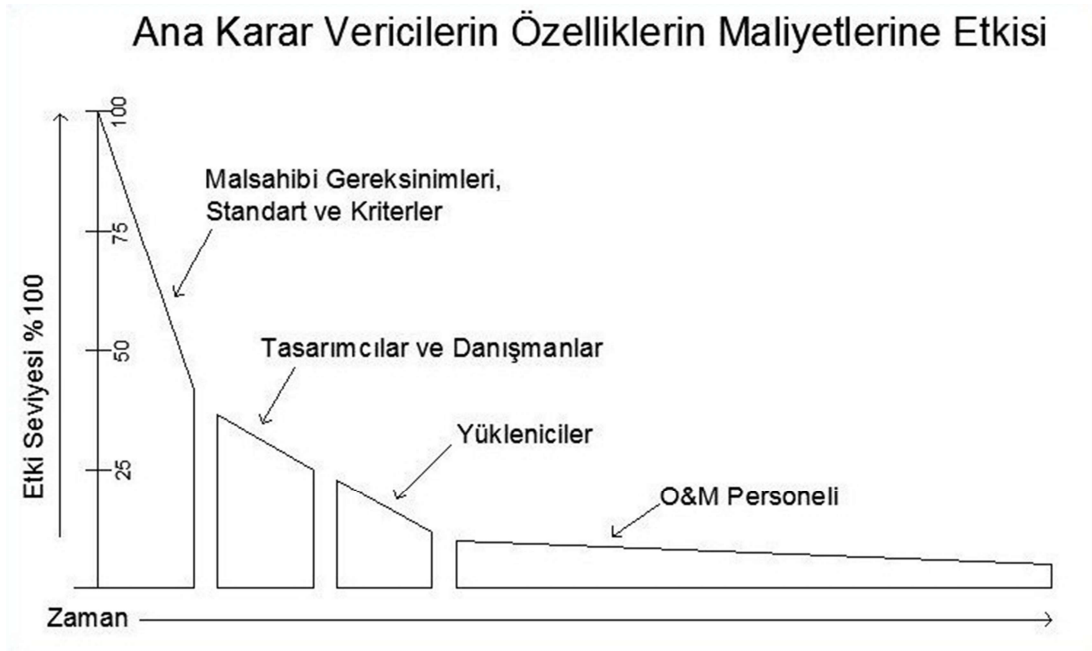
DM takımında bulunması gereken elemanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Projenin özelliğine de bağlı olarak gereken uzmanlar da DM çalışmasında mutlaka yeralmalıdır [1].

- Değer Uzmanı
- Mal sahibi ya da danışmanı
- Tasarımcılar/Danışmanlar

- İnşaat Mühendisi
- Yüklenici Temsilcisi
- Mimar ve Mühendisler
- Maliyet Uzmanı
- Bina Yönetimi

DM takımının eleman sayısı 6-12 arasında olabilir. Projenin büyüklüğü, karmaşıklığı, yeni tekniklerle inşa edilmesi, arazinin zorlu olması gibi koşullarda takımın eleman sayısı artabilir. Takımda kilit konularda görev alacak uzmanların en azından bir defa önceden DM çalışmasına katılmış olması sonuçlar açısından yararlıdır. Eleman sayısının fazla olması çalışmanın uzun sürmesine ve daha az değer elde edilmesine de sebep olabilir. Eleman sayısının az olması ise, gerekli uzman fikirlerinden yoksun olarak çalışmanın daha az değerle bitirilmesine de sebep olabilir. Çalışılabilir uygun sayıda ve kalitede elemanın tespiti önemlidir. Bu tespiti DM takım başkanı ve mal sahibi yapar. Takımdaki elemanların sayısı ve görevleri yanında DM işlemlerini yönlendirmedeki etki sıralaması da önemlidir. DM takım elemanlarının çalışma esnasında yapılacak işlemleri etkileme dereceleri Şekil 2.4.'de ifade edilmiştir.



Şekil 2.4 DM Takım Elemanlarının Karar Vermede Etki Dereceleri [10]

Şekil 2.2 de görüldüğü üzere, mal sahibi ve danışmanları projeye oluşacak maliyetlerde en önemli rolü üstlenmektedir. Bu yüzden DM çalışmasına mutlaka mal sahibi veya danışmanları katılmalıdır. Tasarımcılar ve uzman danışmanlar ise, ikinci sırada söz hakkına sahiptir [10].

2.8 Değer Mühendisliği' nin Diğer Yöntemlerle İlişkisi

DM'liğine amaç ya da sistem olarak benzeyen birçok yönetim programları mevcuttur. Örneğin; Verimlilik Programları, İş Basitleştirmesi, Maliyet Azaltma, Kalite Yönetimi, Risk Analizi, Kullanım Maliyeti Modeli, Sistem Analizi gibi. DM bu tekniklerin hepsini bir araya getirip tüm proje amaçlarını sağlayabilecek özelliktedir. DM'nin amacı değeri artırmaktır. Değer bu yöntemler yardımıyla da artırılabilir. Proje yönetimi ile ilgili teknikler DM'de olduğu gibi aşağıda sıralanan işlemleri uygularlar. Ancak bu yöntemler aşağıdaki işlemlerden bir veya birkaçını birleştirip kullanırken DM hepsini değer artırma yönünde organize ederek kullanır [1].

Tezin üçüncü bölümünde değer mühendisliğinin aşamaları detaylı olarak anlatılmıştır. Bu aşamaların sistematik olarak uygulanması ile maksimum verim sağlanarak projeye değer kazandırılır. Yapı özelliklerinin ve maliyetlerinin yer aldığı modeller, çeşitli fikir üretme teknikleri, değerlendirme etkenleri, fonksiyon analiz yöntemleri, DM önerilerinin geliştirilmesi, raporların hazırlanması konularıda tezin üçüncü bölümünde ele alınmıştır.

DM çalışmasında yer alan işlemler şunlardır:

- Verimliliğin artırılması,
- Maliyetin azaltılması,
- Enerjinin verimli kullanılması,
- Kullanım maliyetinin incelenmesi,
- Bütçenin kararlarının doğruluğu,
- Kalitenin artırılması,

Çizelge 2.2'de DM'nin birlikte çalıştığı teknikler işlem sıralaması gösterilmiştir [6].

Çizelge 2. 2 DM ve Birlikte Çalıştığı Yöntemler[6]

Bilgi Kaynakları	DM Metodolojisi	Destekleyici Teknikler Geliştirme İşlemleri Seçeneklerin Değerlendirilmesi	Sonuçlar
Hesaplar Yönetim bilgileri Amaç yönetimi 0 tabanlı bütçeleme Personel önerileri Enerji programı Performans etkenleri Müteahhit önerileri Kağıt işleri yönetimi Verimlilik ölçümü Şikayetler	Fonksiyon Analizi Maliyet-Değer Diyagramı Maliyet modelleri Kullanım maliyeti modeli Kalite modeli Enerji modeli FAST diyagramı	İşi Basite İndirgeme Ekonomik Analiz Kullanım Maliyeti Tasarım - Maliyet Yönetim Analizi Akış Diyagramı Seçenekleri Değerlendirme Sistem Analizi Maliyet Azaltma Risk Yönetimi Toplam Kalite Yönetimi	Değer Artışı Maliyet Azalması Zaman Tasarrufu İşgücü Tasarrufu

2.9 Değer Mühendisliği İş Planı Evreleri

İş Planı Değer Mühendisliğini diğer maliyet azaltma yöntemlerinden ayıran en önemli özelliktir. İş planının her adımında belli işlemlerin yapılması amaçlanır.

İş planı aşağıdaki adımlardan oluşur. Her adım cevaplandırılması gereken önemli sorular içerir [6].

Bilgi Toplama Adımı: Hangi fonksiyonlar sağlanmalıdır, bu fonksiyonların maliyetleri nedir, bu fonksiyonların değerleri nedir, hangi fonksiyonlar mutlaka gerçekleştirilmelidir sorularının cevapları doğrultusunda gerekli bilgilerin toplandığı adımdır.

Yaratıcılık ve Fikir Geliştirme Adımı: Başka ne bu fonksiyonun yaptıklarını yapabilir, bu fonksiyon başka nasıl gerçekleştirilebilir sorularla yaratıcılık katacak fikirler bulunmaya çalışılır.

Değerlendirme Adımı: Her üretilen fikir fonksiyonları gerçekleştirecek mi, her fikir fonksiyonu sağlaması için nasıl değiştirebilir gibi sorular sorularak cevaplarıyla değerlendirme yapılır.

Önerilerin Geliştirilmesi Adımı: Yeni fikirlerin uygulanması nasıl olur, bütün ihtiyaçlar sağlanabilir mi, maliyet ne olur, kullanım maliyeti açısından değere katkısı var mı soruları ile öneriler geliştirilir.

Sunuş Adımı: Yeni üretilen fikrin eskisinden üstün özellikleri nelerdir, önerilerin iyi ve kötü yanları nelerdir, önerinin uygulanabilmesi için neler gereklidir sorularının yanıtlarıyla da tamamlama, sunuş evresi ile iş planı tamamlanır.

Çizelge 2.3 DM İşlemlerinin Uygulama Sırası [6]

Bilgi Toplama	Fonksiyon	Fikir		Önerileri	Sunma
	Analizi	Yaratma	Değerleme	Hazırlanma	
-Problemi Tanımlama -Amaçları belirleme -Tasarım bilgilerini edinme -Alan modeli Maliyet modeli Enerji modeli Kullanım maliyeti modeli -Değerin düşük olduğu alan	-Fast diyagramı hazırlanması -Bileşen listesi -Fonksiyon Sınıfı -Değer belirleme -Grafik analiz -Üzerinde çalışılacak fonksiyonların seçimi	-Miktar bilgisinin toplanması -Çeşitlilik oluşturulması -Beyin fırtınası	-Fizibilite kararı -Değerlendirme tekniklerinin kullanılması -Fikirlerin sıralanması -En iyi fikirlerin seçimi	-Değişkenlerin tanımı -Yararların tahmini -Yarar/Zarar listelenmesi -Hesap yapılması -Eskiz yapılması -Görsel teknik kullanılması	-Sözlü rapor -Yönetici özeti -Son rapor -DM sonrası çalışma belgelerini inceleme teklifinin oluşması
	Geri Besleme				

2.10 Değer Mühendisliği ve Çalışma Planı

DM'nde iş planını da kapsayan bir çalışma planı vardır. Bu çalışma planı 3 evreden oluşur [6]:

2.10.1 Ön İnceleme Evresi:

İş planının bilgi toplama adımının önemli bir kısmını kapsar. DM çalışma planının genel olarak belirlenmesiyle başlar. DM'nin başarısı iyi hazırlanma ve gruplar arasındaki iletişim etkinliğine bağlıdır. Tüm bilgi ve belgeler tasarımcılar tarafından takım elemanlarına dağıtılır. Herkes kendi alanıyla ilgili görev ve sorumlulukları yerine getirmeye başlar.

Ön İnceleme Evresi de kendi içinde 2 gruba ayrılır:

Çalışma için hazırlanma: Çalışma planı ve programının hazırlanması, çalışma yerinin belirlenmesi, DM ile ilgili ekipman ve hizmetlerin düzenlenmesi, mal sahibi ve tasarımcının ilk gün sunacakları özetin hazırlanması, takım elemanlarına bilgi verilmesi ve önerilerde bulunulması, yolculuk ve yerleşim durumu var ise, bu tip işleri planlanması, maliyet bilgilerinin geçerliliğinin kontrol edilmesi ve amaçlanan kalite modelinin çizilmesi işlemlerinden meydana gelir.

Bilgi Toplama Adımının başlaması: Mal sahibi istekleri ve bütçe kısıtlamaları, ihtiyaç programı, tasarım ile ilgili hesaplar, tasarım kısıtlamaları, arazi ile ilgili bilgiler ve zemin analizi, proje kısıtlamaları, arazi planı, ayrıntılı inşaat maliyet tahminleri, çevresel değerler, maliyet modelleri, kalite model, , enerji modeli, kullanım maliyeti modeli, çizimler ve şartnameler konularında bilgiler toplanması gerekmektedir. DM çalışmasına başlanmadan önce gereken tüm bilgiler toplanmalıdır. Aksi durumda, ileri adımlarda geriye dönülerek zaman kaybedilir.

2.10.2 İnceleme Evresi:

İnceleme evresi, bilgi toplama adımının kalan kısmı, yaratıcılık, fikir geliştirme adımı, fikirlerin analizi, gelişimi ve seçimi adımı, sunuş ve tamamlama adımının da giriş çalışmalarını içerir [10].

Ön inceleme evresinde başlanılan bilgi toplama işlemi inceleme evresinde de devam eder. İnceleme evresi başladığında mal sahibinin ve tasarımcıların DM takımına verecekleri bilgiler tamamiyle bitmiştir. Bu bilgiler ışığında takım çalışmaları başlar.

İnceleme evresinde yapılan belli başlı işlemler aşağıdaki gibidir:

- Fast (Fonksiyon Analizi Sistemi Tekniği)
- Maliyetin alt bileşenlere dağıtılması
- Fonksiyonların değerinin belirlenmesi
- Maliyet modellerinin tamamlanması
- Değer indekslerinin hesaplanması (değer indeksi = maliyet / değer)

Değer indeksi hesaplanarak değer düşük olduğu alanlar belirlenir. Bu alanlar DM tekniklerinin yoğun olarak uygulanacağı alanlardır. Değer indeksinin ikiden küçük veya ikiye eşit olması idealdir. İkiden büyük indeks değer düşük olduğunu gösterir.

Fonksiyon tanımlamaları, değer indeksi hesaplamaları yapılırken aynı zamanda da projenin ana bileşenleriyle ilgili tüm maliyet verileri tamamlanır. Bu veriler yardımıyla DM takımının çalışma hedefleri de belirlenmiş olur. Yaratıcılık ve çeşitli fikir üretme teknikleriyle değer artırıcı çözümler önerilir ve geliştirilir. Değerlendirme Adımı ile üretilen fikirlerin iyi ve sakıncalı yanları belirlenir.

Farklı seçme yöntemleriyle takım elemanları arasında kararlara varılır. Önerilerin sakıncalı kısımları için tekrar yaratıcılık teknikleri kullanılarak iyileştirmeler yapılabilir.

Her öneri kullanım maliyeti, fonksiyonları yerine getirebilme özelliği, değer indeksi, uygulanabilirlik, enerji kullanımı, kaliteye katkısı, performans gibi etkenler ışığında incelenir.

Sunuş, tamamlama adımı inceleme evresinde başlar. Çalışmanın son günü DM takımı sözlü olarak mal sahibi ve tasarımcılara sunuş yapar. Bu sunuşun sebebi her önerinin amacını açıklamak ve önerinin akılcı, mantıklı yanlarını göstermek, ilk yatırım ve kullanım maliyetine katkısını sayılarla anlatmaktır.

2.10.3 Son İnceleme Evresi:

Sunuş ve tamamlama Adımının son çalışmalarını oluşturur. Bu adımda aşağıda bahsedilen üç işlem gerçekleştirilir:

- DM takımının hazırladığı rapor mal sahibine sunulur.
- Sonuç toplantısıyla mal sahibi ve tasarımcı ile önerilerle ilgili cevaplar tartışılır.
- Sonuç toplantısı gözönüne alınarak da Son Rapor hazırlanır.

2.11 Bölüm Sonucu

DM çalışması projeye ait problemlerin çözümlerine ilişkin sistemli bir yaklaşımdır. Uygun planlama, takım seçimi, Çalışma Planı ve İş Planının birlikte gelişimi, amaçların iyi tayin edilmesi başarılı sonuçlar için ana konulardır.

Takım yöneticisinin deneyimli olması ve gurubun sahip olduğu bilgileri, becerileri ortaya çıkartıp çalışmaya yansıtabilecek yetenekte olması gerekir. Mal sahibi ve tasarımcıların çalışmada yer alması olumlu sonuçlar yaratır.

Çalışmanın başında projenin büyüklüğü, karmaşıklığı, süre, maliyetle, kalite, tasarımın tamamlanmışlık derecesine göre DM' nin sonunda hedeflenen değer artırım miktarına doğru karar vermek gereklidir. Yatırımın yüzde kaçının tekrar yatırıma dönmesi mümkünse o miktarda çaba sarfedilmelidir. Daha az çaba ya da daha fazla çaba kaynakların israfına, zaman kaybına neden olur.

DEĞER MÜHENDİSLİĞİNİN AŞAMALARI

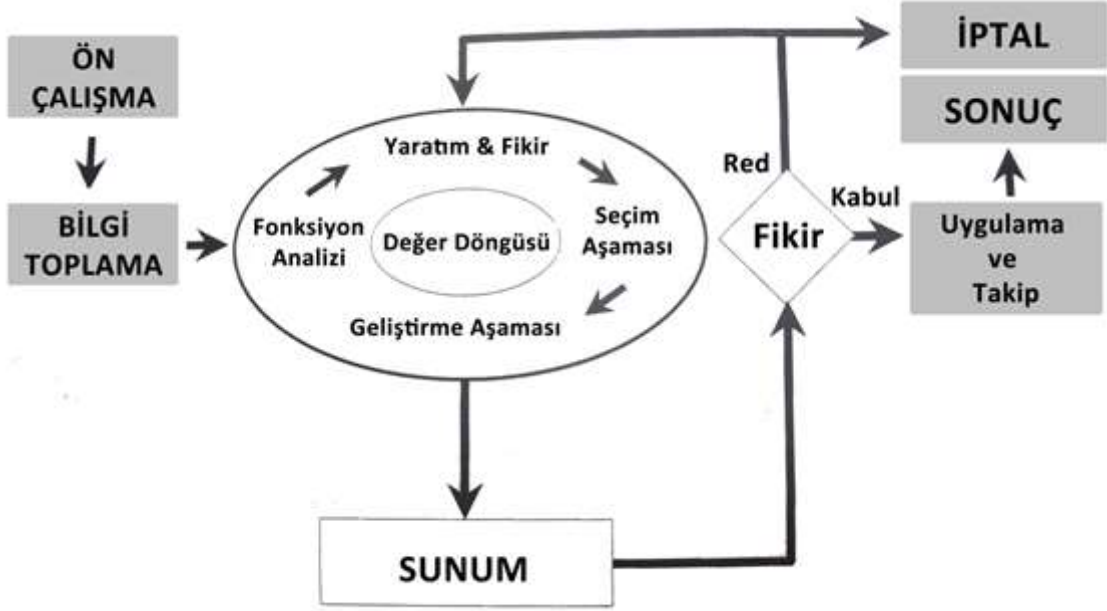
Değer mühendisliği sorun çözme tekniği olarak ortaya çıkmıştır. Kavramsal boyutuyla düşündüğümüzde değer mühendisliği sırasında yapılacak ilk iş sorunu tanımlamak olmalıdır. Karşılaşılan sorunun belirtileri iyi analiz edilip tanımlandıktan sonra sorunun çözümüne geçilir. Çözüme giderken hangi tekniğin kullanılacağına seçilmesi çok önemlidir. Uygulamada daha çok teknik konusunda hatayı düşünmektedir. Sonuçta ise ürün, süreç veya organizasyonda bulunması gereken öncelikli değerler olarak ifade bulan gerekli fonksiyonlar, amaçlar ortaya çıkartılır. Değer mühendisliği çalışmalarından önce kullanıcı/müşteri davranışlarının değerlendirilmesi, tüm veri alanlarının irdelenmesi, faktörlerin değerlendirilmesi, alan çalışmalarında bulunulması ve veri modellemesinin yapılması gerekmektedir. Bu değerlendirmeler sonucunda değer mühendisliğinin iskeleti oluşturulur ve geliştirme sürecine geçilir [11].

Değer Mühendisliği 8 aşamadan oluşan sistematik bir süreçtir. Bu 8 aşamanın her biri değer mühendisliği teknikleri olarak adlandırılır. Bu aşamalar sırası ile;

- Seçim
- Araştırma (Bilgi toplama)
- Kuram
- Analiz (Değerlendirme)
- Geliştirme
- Sunum

- Uygulama
- Denetim

şeklinde. Bu aşamaları grafiğe dökmek gerekirse, bu grafik aşağıdaki gibi olmalıdır:



Şekil 3.1. Değer Mühendisliği İş Planı [10]

3.1 Seçim Aşaması

Doğru projenin, takımın, sürecin, ekipmanın ve elemanların seçildiği aşamadır. Buradaki en önemli husus değer mühendisi takımın seçimidir. Değer mühendisliği tüm proje boyunca devam edecek ve tüm projeyi baştan sona etkileyecek bir husus olduğundan yapılacak işlerin ve planlanan amacın uygunluğu çok önemlidir.

3.1.1 Değer Mühendisliği Uygulanacak Çalışma Alanının Belirlenmesi

Seçim aşamasındaki önemli sorulardan birisi hangi alanda değer mühendisliği çalışması yapılacağıdır. İlk adım olarak maliyet tasarrufu potansiyeline sahip alanlar ya da bileşenler hedeflenir. Bu nedenden dolayı bu aşamada çalışılacak alanın tespit, geliştirilme, seçim, planlanma ve izinlerin alınması işlemleri yapılır.

Proje maliyet bileşenleri düşünülürken iki unsur ön planda tutulur birincisi yüksek maliyetli ve yüksek hacimli işler için yeterli potansiyel tasarrufun düşünülmesi ve

maliyet tasarrufu elde edilecek bileşen düşük değere, düşük performansa işaret etmeli bunun yanında yüksek olasılıklı alternatifler taşımalıdır.

3.1.2 Rölatif Maliyet Sıralaması

Değer mühendisliğinin seçim aşamasındaki en önemli teknik rölatif maliyet sıralamasıdır. Pareto's Law of Mal-Distribution rölatif maliyet sıralama metotlarından birini gösterir. Yani bir projenin sadece küçük bir bölümü o projenin toplam maliyetini belirleyen ana unsurdur.

3.1.3 Çalışma Programı Etkileri

Değer mühendisliğinin planlanması en az uygun proje aşamalarının seçimi kadar önemlidir. Tasarım incelemeleri, bütçe sunuşları, finansman dağıtımları ya da ödemeleri gibi kilometre taşları değer mühendisliği çalışmasının başlıklarını hazırlamamız için yön verirler.

3.1.4 Kabul Olasılığı

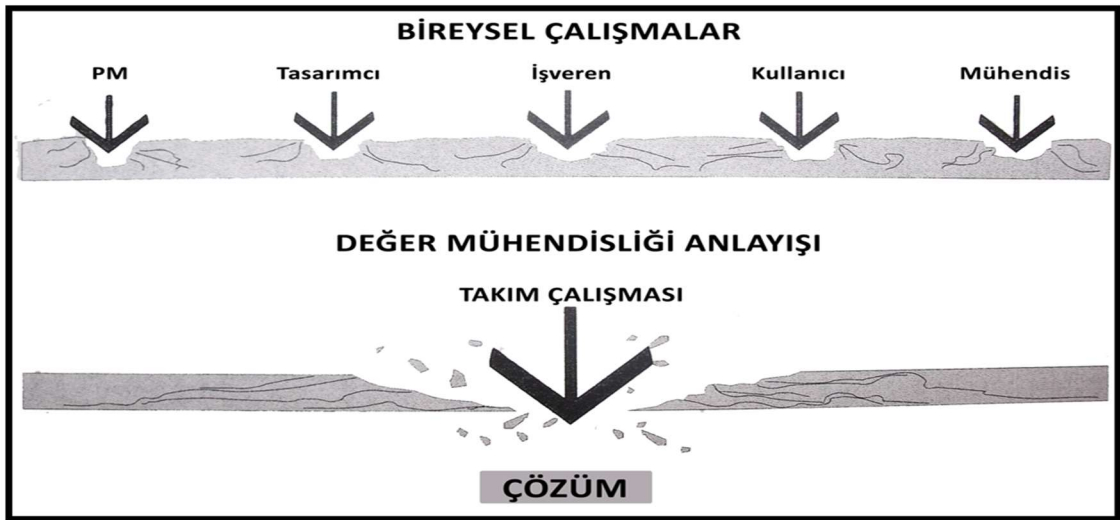
Çalışma yapacağımız proje bileşenini seçerken bu proje aşamasının kabul göreceği bir aşama olması önemli bir durumdur. Değer mühendisi, aslında içinde olduğu projenin bir çalışanıdır. Yani son kararı o vermeyeceği için, üstlerine kabul görmesi yüksek ihtimalli olan aşamaları sunmalıdır. Bu da seçim aşamasını oluşturan önemli etkenlerden birisidir.

3.1.5 Değer Mühendisliği Takımının Seçimi

Değer mühendisliğinde çalışma takımının seçimi; en az çalışma alanının, çalışma programının, maliyet sıralamasının belirlenmesi kadar önemlidir. Çünkü değer mühendisliği sürecinin tamamını uygulayacak olan bu takımdır. Takım performansı işin kalitesini belirler. Takım üyelerini belirlerken daha önceki tecrübelerini göz önüne almak önem taşır. Bu kişiler fikirleri önem taşıyan disiplinli problemlere çözüm üretebilen geniş görüşlü kimselerden oluşmalıdır.

Çalışma takımında yarı zamanlı olarak ihale uzmanları ve maliyet mühendislerinin bulunmasında fayda vardır. Değer mühendisliği aşamaları süresince, takıma dahil

olmayan lakin takım üyelerine asistanlık edecek insanlar da bulunmalıdır. Takım üyeleri ve üyelerin pozisyonları daha önceden çalıştıkları projelere ve görev yaptıkları bölüme bakarak belirlenmelidir. Kişilerin bu şekilde seçilmesi tüm takıma sağlıklı bir bakış açısı getirecektir. Çünkü herkes kendi alanlarında profesyonel ve tecrübeli olacaktır. Bu da problemlere farklı çözümler sunmayı ve ileri görüşlü olmayı beraberinde getirecektir. Takım içindeki iletişimi sağlamak ve sürecin daha hızlı ilerlemesini sağlamak için bir takım liderine ihtiyaç vardır. Hemen her alanda olduğu gibi değer mühendisliğinde de belirlenecek olan takım lideri, takımdaki en tecrübeli ve iletişim yeteneği en kuvvetli kişi olacaktır.



Şekil 3.2. Değer Mühendisliği'nde Takım Çalışmasının Etkisi [10]

3.2 Araştırma Aşaması

Geniş kapsamlı bilgi ve teknik girdi raporlarının hazırlanması, alan araştırması, fonksiyon analizi, takımın odaklanacağı müşteri öncelikleri ya da işletme amaçlarının belirlenmesinin yapıldığı aşamadır. Özellikle birden fazla projede değer mühendisliği yapmış ve bunu kurumsal hale getirmiş olan kişi/kurumların ellerindeki değer mühendisliği ile ilgili deneyim ve birikimlerini kullanarak yeni bir proje için oluşturacakları bilgi kütüğü oluşturulur. Müşteri önceliği ve işletme amaçları da bu kısımda büyük bir yer kaplamaktadır. Çünkü değer mühendisliği işletme ya da kişilerin kendi yararları doğrultusunda öngörülmektedir. Araştırma aşamasında bazı genel aşamalar kullanılmaktadır. Bunlar veri toplanması, sistem ve bileşen işlevlerinin

tanımlanması, fast diyagramı ve proje ömrü maliyetinin onaylanmasıdır. Araştırma aşamasındaki toplanan veri, tanımlama, oluşumlar ve bileşenler sonraki aşamaların temelini oluşturmaktadır.

Araştırma aşaması birçok farklı kısımdan oluşur. Bu kısımların her biri konuyu daha iyi anlamamıza ve takımın fonksiyonlara odaklanmasına yardımcı olur. Fonksiyon belirleme, fonksiyon analiz sistem tekniği (Fast Diyagramı) maliyet ve değer belirleme gibi aktiviteler maliyeti düşürmek için takıma yol gösterir.

3.2.1 Veri Toplama

Değer mühendisliği takımı elde edilebilecek olan ilgili bütün bilgileri toplamalıdır. Hatta eğer mümkünse bu bilgiler güvenilir kaynaklarca kanıtlanmalıdır. Toplanan bilgiler kanıtlanamaz nitelikte ise bilgili kimselere onaylatılmalıdır.

Genel olarak dizayn bilgileri, ilgili kimselerce sunum yapılarak değer mühendisliği takımına aktarılır. Bilgi toplama aşaması tüm takım üyeleri tarafından birlikte yapılmak zorunda değildir. Bazı durumlarda her takım üyesine farklı bilgi toplama alanları verilebilir.

Toplanacak bilgiler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

Fiziksel bilgi: Bu bilgi türü; şekiller, boyutlar, materyaller, renkler, yoğunluklar, ses yalıtım kapasitesi, düşey ve yatay konumlamalar şeklinde örneklendirilebilir.

Metot bilgileri: Bu bilgi türü işlemlerin nasıl yapılacağı bileşenlerin nasıl üretileceği ve kurulacağı, geliştirileceği ile ilgilidir

Gereksinim bilgileri: Bu bilgi türü tasarım işletme bakım ve kullanım alanlarındaki ihtiyaçlarla ilgilidir.

Kısıtlama bilgileri: Bu bilgi türü yöntemler, performans, prosedürler, işlemler, zamanlama ve maliyet konularındaki kısıtlamalarla ilgilidir.

Maliyet bilgileri: Bu bilgi türü ayrıntılı şekilde işçi, materyal, operasyon, yapı, bakım ve diğer konulardaki maliyetleri içermelidir. Bir projenin bütünlemesinin analizini yapabilmek için; bileşenlerin toplam maliyetini, her bileşenin ayrı ayrı maliyetini bilmek

gerekir. Ayrıca bir ürün yerine maliyet düşürmek için kullanılacak bir başka ürünün alternatif fiyat bilgileri de toplanmalıdır.

Miktar bilgileri: Bütün bilgi kaynaklarının kaydı için önemlidir.

3.2.2 Sistem ve Bileşen İşlevi Tanımlama

Değer mühendisliğinde en iyi sonuca ulaşmak için, bilgi toplama safhasında fonksiyon belirlerken çok dikkat edilmelidir. Belirlediğimiz bileşen maksimum ve en az ihtiyacımızı görecektedir kadar olmalıdır. İstedığımızdan daha düşük performanslı veya istediğimiz kalitenin çok üstündeki bileşenler üst yönetim tarafından kabul görmeyecektir.

Eğer bilgi edinme kısmını tamamen tamamladıysak artık elimizde yeterli bilgi mevcut olduğundan en kısa zamanda sistem ve fonksiyonlar belirlenmelidir. Değer mühendisliği takımının tüm üyeleri bu aşamaya katılmalıdır. Çünkü projenin başarılı olması büyük ölçüde bu aşamaya bağlıdır. Yani sistem ve bileşen işlevi tanımlama aşaması değer mühendisliği uygulaması için hayati önem taşır. Bütün fonksiyonları birleştirip çok fonksiyonlu bir sistem üretmeden önce mutlaka bütün bileşenler hakkında ayrı ayrı bilgi toplanmalı ve her biri üzerinde büyük bir ciddiyetle çalışılmalıdır. Bu aşamada önemli olan şey sistem veya sistem tasarısını genellemelere veya tek bir genel cümleye bağlamamaktır. Çünkü bağlandığı takdirde o genel ifadede oluşabilecek en ufak yanlış anlama veya ifade bozukluğu tüm sistemin çürümmesine sebep olacaktır.

Fonksiyonlar tanımlandıktan ve geliştirildikten sonra her bir fonksiyon için değer tahmini yapmak gerekir. Tahmin edilen bu değerler, belirlenmiş bu değerler ile karşılaştırılmalıdır. Bu karşılaştırma değer tahmini yaptığımız fonksiyonlarda maliyeti düşürüp düşüremeyeceğimizi anlamamıza yarayacaktır. Bu aşamada değer mühendisliği çalışmasının amacı maliyetleri olabildiğince, takımın tahmin ettiği değerlere yakın tutmaktır.

İki Kelime Kısaltması İle Fonksiyonun Tanımlanması: Daha önce fonksiyonun/işlevin anlaşılması başlığı altında değinildiği gibi; değer mühendisliğinde her bir fonksiyonu, bir etken fiil ve bir ölçülebilir isim ile tanımlamak alışlagelmiştir. Bu sistemin avantajı özlü olması, bir çok fonksiyonu kombine etmekten ve tek seferde bir çok basit fonksiyonu

tanımlamaktan kaçınmasıdır. Fiil ihtiyaç olan eylemi tanımlar isim ise ölçülebilir olmalıdır.

Ana ve İkincil İşlevin Tanımlanması: Daha önce bahsedildiği gibi fonksiyon/işlev ana ve ikincil olmak üzere ikiye ayrılır. Ana işlev, fonksiyonun asıl görevini tanımlar. İkincil işlev ise “Başka ne işe yarar?” sorusunun cevabıdır.

3.2.3 FAST Diyagramı

Veri toplama aşamasında fonksiyon bağıntılarını tanımlamak ve sınıflandırmak için kullanılan bir diğer yöntem de Fonksiyon Analiz Sistemi Tekniği (FAST) diyagramıdır.

FAST Diagraming, değer mühendislerinin sistem fonksiyonlarını doğru bir şekilde tanımlaması için dizayn edilmiştir. Bu yöntem fonksiyonlar arasındaki özel bağıntıları ayrıntılı şekilde gösteren çok önemli bir değer mühendisliği tekniğidir. FAST Diagraming, fonksiyonun geçerliliğini kontrol eder ve eğer varsa problemin çözümünü bulmamızı sağlar. FAST diyagramını çizme işlemi, iki adet paralel düşey sınır çizmek ile başlar. Bu hatlar arasında problem iki soru ile anlaşılır: “Nasıl? ve Neden?”

Diyagramda “nasıl” sorusu soldan sağa doğru ilerlerken, “neden” sorusu sağdan sola doğru ilerler. Bu iki sorunun cevabı da mutlaka fonksiyonu açıklayan bir isim veya fiil olmalıdır [3].

FAST diyagramı çizmenin bazı temel kuralları şunlardır:

- 1) Problem kapsamı iki dikey kesikli çizgi ile belirlenir. Bu iki çizgi arasında kalan her şey çalışma kapsamındaki fonksiyonlar olarak tanımlanır.
- 2) Her FAST diyagramı, kapsam çizgilerine soldan sağa dik uzanan bir fonksiyon kritik hattı içerir.
- 3) Kritik hatta; en önemli fonksiyon, ana işlevler ve sadece gerekli ikincil işlevler bulunur.
- 4) En önemli fonksiyon her zaman soldaki kapsam çizgisinin hemen sağında bulunur.
- 5) Kritik hattaki tüm diğer fonksiyonlar ana fonksiyon ve gerekli ikincil fonksiyonun sağında bulunur.

- 6) Tüm diğer ikincil işlevler kritik hattın üstünde veya altında bulunur.
- 7) Eğer fonksiyonlar aynı anda gerçekleşiyorsa, kritik hattın altına çizilir.
- 8) Eğer bir fonksiyon tüm süreçlerde kullanılıyorsa (estetik gibi), bu fonksiyon kritik hattın sağ üstünde en sağda bulunur.
- 9) Özel dizayn işlevleri, ana fonksiyon üzerinde ve nokta nokta kutu içerisinde gösterilir.
- 10) Diyagramın uygun düzende olup olmadığını, sorduğumuz “Nasıl?” ve “ Neden?” sorularının kesişip kesişmemesinden anlarız.
- 11) Kritik hattaki tüm fonksiyonlar, ana işlevi destekler biçimde olmalıdır. FAST diyagramındaki diğer tüm fonksiyonlar ise, kritik hattaki fonksiyonların veya ana işlevin astı olmalıdır.

Özetlenecek olursa, FAST diyagramının değer mühendisliğindeki güçlü yönleri:

Tüm işlevlerin birbirleri ile olan bağlantılarını ve ilişkilerini kesin bir şekilde göstermek, çalışma süresince bir işlevin geçerliliğinin görülebilmesini sağlamak, problemin anlaşılmasını ve çözümlenmesini hızlandırmasıdır [12]

3.2.4 Proje Ömrü Boyunca Maliyetlerin Saptanması

Değer mühendisliği ekibi maliyet hesaplarırken projenin tüm aşamalarını düşünmelidir. Yani başlangıç maliyeti üzerine eklenecek eğitim, bakım değişim ve yedek maliyetlerini de hesaba almalıdır. Bu aşamada, projenin veya proje elemanlarının belirlenen yaşam döngüsü boyunca yeterli düzeyde ve performansta olabilmesi esastır. Proje ömrü boyunca ortaya çıkacak olan maliyetin hesabı, aşağıdaki öğelerin bugünkü değerleri açısından hesaplanan derinlemesine bir analizini içermelidir:

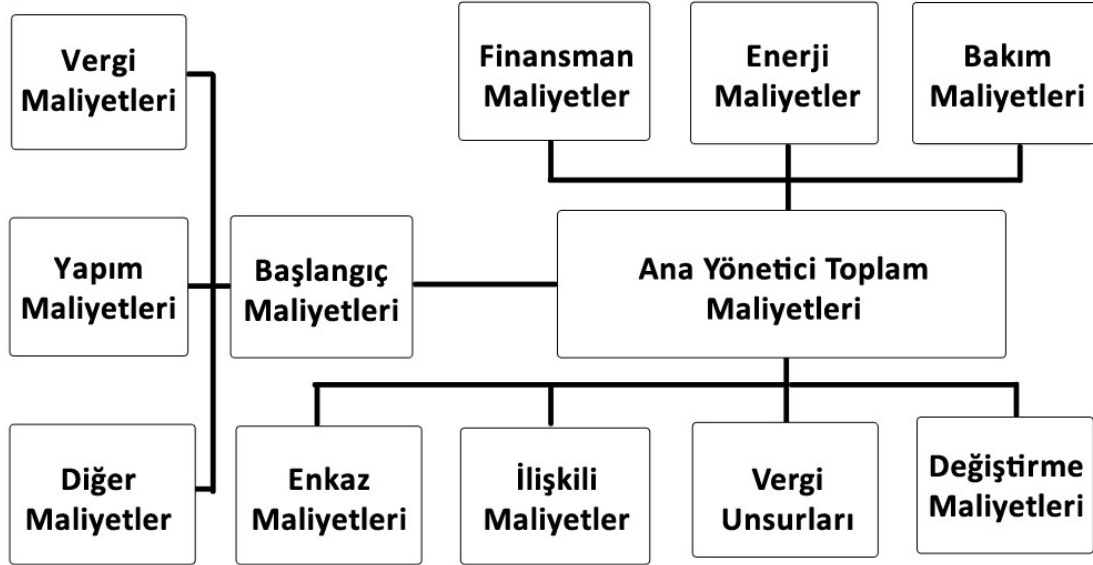
Mülkiyet Maliyeti: Arazi, vergi maliyetleri...

İşletme Maliyeti: Çalışan, sigorta, yakıt maliyetleri...

İşlev Maliyeti: Fonksiyonu gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan personel ve materyal maliyetleri

Tadilat Maliyetleri: Başta belli olmayan, sonradan ortaya çıkan maliyetlerdir.

Değiştirme Maliyetleri: Ekipman veya diğer materyallerde yapılabilecek değişikliklerin maliyetidir. Ve bunlar gibi ekstra olarak ortaya çıkabilecek bir çok ekstra maliyetten söz edebiliriz. Ör: Proje tesliminin gecikmesinden dolayı ortaya çıkabilecek maliyetler.



Şekil 3.3. Proje Ömrü Boyunca Maliyetler (Dell'isola A. (2004) "Value Engineering: Practical Applications") [10]

3.3 Kuram Aşaması

İş planının üçüncü safhası olan kuram aşaması, bir önceki aşamada belirlenen ana fonksiyonu cevaplayacak alternatif fikirlerin üretilmesi ile ilgilidir. Alternatifleri üretmek için beyin fırtınası en iyi teknik olarak bilinir. Bu teknikte, değer mühendisliği ekibi, her bir fonksiyonu ayrı ayrı inceler ve o fonksiyonu cevaplamak için akla gelen tüm önerileri kaydeder. Önemli olan mümkün olduğu kadar çok alternatif üretmektir. Alternatif üretilmesinde serbest düşünce önemlidir ve kritik yapılmasına izin verilmez.

Yani kısaca kuram aşaması, alternatif çözümlerin ve önerilerin beyin fırtınası yapılarak yaratıcı sonuçlara vardırılması safhasıdır.

Bu aşamada yaratıcı düşüncedeki pozitif ve negatif faktörleri anlamak ve kontrol etmek, yaratıcı fikirlerin oluşturulabileceği toplantılar yapmak (brainstorming), kullanılabilir uygun yaratıcı teknikleri seçmek, yeni teknolojileri göz önünde

bulundurarak uygulamalara entegrasyonunu sağlamak, uygulamada kullanılacak bileşenleri tanımlamak, süreçleri düzenlemek ve performansı tartmak hedeflenir.

3.4 Değerlendirme Aşaması

Bir önceki safhada olabildiğince alternatif üretilmişti. Burada ise bu alternatiflerin avantaj ve dezavantajları tartışılır ve değerlendirilir. Doğal olarak da bir çok alternatif ana fonksiyonun sağlanmasında başarılı olamayacağı için elenir. Değer mühendisi grubu en iyi önerileri bir liste halinde hazırlar. Teknik ve rasyonel çerçevede ürün, proje ömrü maliyeti, alternatifler vb. bu aşamada analiz edilir. Kuram aşamasındaki alternatiflerin ve bu alternatifler sonucu elde edilen sentezlerin sonraki aşamalar için değerlendirildiği basamaktır. İlk önce en iyi fikirleri ayıklamak için alternatifler arasından ön değerlendirme yapılır. Seçime yardımcı alternatiflerin geliştirilmesinin değerlendirilmesi yapılarak; kriterler ve hedefler belirlenir, alternatifler gözden geçirilir, gözden geçirilen alternatifler projeye uygunluklarına göre sıralanır, sayısal hesaplamalar yapılır, alternatifler sayısal değerlerine göre sıralanır ve sonuç olarak en uygun alternatif seçilir. Değerlendirme aşaması uygulanacak tekniğin kararının verildiği aşamadır. Alternatif fikirler burada değerlendirilerek en uygun yol belirlenmiş olur [13].

Bu safhada her bir alternatif aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurularak değerlendirilir:

- Tasarım ile ilgili istenilen bilgilerin elde edilebilirliği,
- İlk yatırım maliyeti,
- İşletme ve bakım gereksinimleri,
- Malzemelerin kaynağı ve temin edilebilirliği,
- Standarda uygunluk,
- Personel, güvenlik, yangın ve diğer gereksinimler üzerindeki etkisi,
- Toplam tasarım üzerindeki etkisi,
- Kullanıcı üzerindeki etkisi.

3.4.1 Ön Tarama Teknikleri

Önceki aşamada belirlemiş olduğumuz fikirler bu aşamada birbirleri ile kıyaslanır. Bu kıyas işlemini yapmak için pek çok yöntem mevcuttur. Hemen hemen dünyada var olan tüm iş alanlarında kullanılan, karşılaştırma metodu bu yöntemlerin başında gelir. Bu yöntemde yapılması gereken şudur:

- Belirlenen alternatifler bir liste halinde yazılır.
- Her alternatifin avantajları ve dezavantajları listedeki sütunlara eklenir.
- Alternatiflerin toplam avantajlarından dezavantajları çıkarılır.
- Net avantajı en yüksek olan alternatif belirlenir.

Diğer bir metot ise alternatifleri nümerik olarak puanlandırmaktır. En iyi fikre 5, iyi fikre 4, idare eder bir fikre 3, kötü fikre 2, çok kötü fikre 1 puan verilir. 5 puanı olan ve ihtiyaç halinde 4 puanı olan fikirler hariç tüm alternatifler listeden elenir.

Olasılık tekniği de kullanılan tekniklerden biridir. Önerilerin başarı olasılıklarına göre karşılaştırılır. Olasılık derecesi 1,0'a yaklaştıkça olan fikrin uygulama ihtimali yüksektir. Olasılık derecesi 0'a yaklaştıkça uygulama ihtimali azalır.

Yukarıda bahsedilen ön tarama teknikleri ile belirlenen kullanılabilir alternatifler, maliyetleri de göz önüne alınarak değerlendirilmelidir. Örneğin; net avantajı en yüksek olan veya nümerik puanı her testte 5 olan bir fikir, maliyet olarak çok yüksek bir değere sahip olabilir. İşte bu yüzden nümerik puanlandırmada puanı 4 olan fikirler de dikkate alınmalıdır.

Uygulama ihtimali olan alternatifler göreceli maliyet tasarrufu potansiyellerine göre sıralanır. Alternatif fikirler sonucunda maliyet hesaplanır ve bu maliyetler orijinal tasarımın maliyetiyle karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar sonucu proje için en iyi alternatifin seçimi için değerlendirme yapılmış olur.

3.4.2 Derecelendirme Kriteri ve Amaçlar

Ortak olarak son seçim süreci için en çok kullanılan metot her alternatif fikrin amacının ve kriterinin derecelendirildiği metottur. Bütün alternatiflerin eşit öneme sahip olması

az rastlanan bir durumdur. Genelde bazı fikirler diğerlerine göre daha çok öneme sahiptir.

3.5 Gelişme Aşaması

Ortaya çıkan fikrin teknik ve ekonomik verilerle desteklenerek arzulanan ve uygulanabilir boyutlarda geliştirildiği aşamadır. Özellikle bulunacak muhtemel tasarım, maliyet hesabı projenin kabul edilebilirliği ve nihai uygulamaya yönelik çok önemli bir adımdır. Bu aşamada şu yol izlenmektedir [14]:

- Ek bilgi için kaynaklar belirlenir,
- Seçilen alternatifin teknik fizibilitesi yapılır,
- Deneyimli ve uzman kişilerden tavsiyeler ve öneriler alınır,
- Seçilen alternatifin ekonomik fizibilitesi yapılır,
- Değişiklik önerileri ve mevcut bulgular saptanarak uygulama planı geliştirilir.

3.5.1 Hedef

Bir önceki safhada alternatifler değerlendirilip bazıları elenmişti, burada inceleme daha ayrıntılı bir biçimde yapılır ve maliyetler araştırılır. Alternatiflerle ilgili olabildiğince fazla bilgi toplamak bu aşamanın olmazsa olmazıdır. Ayrıca bu safhada bilgisayar destekli maliyet modellerinden de faydalanılabilir. Maliyeti orijinal maliyetten fazla olan veya kaliteyi düşüren alternatifler reddedilir.

Gelişme aşamasının hedefi uygulama için analiz aşamasında oluşturulan maliyetleri tespit edilmiş alternatifler için gerekli ek bilgilerin toplanmasıdır. Ek bilgilerin edinildiği kaynaklar muhakkak değerlendirilmelidir. Seçilen alternatiflerinin teknik fizibilitesi doğrulanmalı, ekonomik fizibiliteleri soruşturulmalı ve uygulama planı geliştirilmelidir.

Analiz aşamasında seçilmiş ve geliştirilmekte olan en uygun alternatifler değişen tasarımda detaylandırılmalıdır. Buradaki amaç yönetime yapılacak sunumda en elverişli yedek verilerinin tasarım değişimlerinde ve maliyet hesabındaki değişikliklerini açıklamaktır. Önerilen tasarım, materyal, prosedür, standart ve maliyet değişikliklerinin dokümantasyonu bu aşamada yapılır. Genellikle her temel işlev için tanımlanan üç

alternatif başlangıç gelişme aşaması için en uygun değer potansiyeline sahip olduğu varsayılır.

Gerekli olan veriler toplanıktan sonra her durum için en uygun alternatif seçilir ve geliştirmede adım adım ilerlenir.

3.5.2 Uzman Kullanımı

Değer mühendisliği çalışmasında konularla ilgili uzmanlardan alınacak öneriler ve veriler çalışmanın gelişiminde önemli bir roller oynamaktadır. Fikirleri geliştirirken, farklı ürün ve materyaldeki tüm farklı tasarı çözümleri düşünülmelidir. Tasarımda daha iyi bir elde etmek için uzmanlar tarafından teknik ve üretim sorunları değerlendirilmelidir.

Değer mühendisliği takımı;

- Gerekli işlevin ve maliyet probleminin tanımlayabilmesi
- Problemin önemini ve önceliğini gösterebilmesi
- Doğrudan bir uzmanın girişimine ve yardımına açık olması gerekmektedir. Uzmanların görüşlerinin efektif kullanılması ve değerlendirmesi birçok engeli ortadan kaldırmaktadır.

3.5.3 Doküman Alternatifleri

Her alternatif mutlak suretle kullanıcının teknik yeterliliği sağlamalıdır. İnceleme altına alınan bu alternatiflerin özel tasarımları ve tavsiyeleri tekrar tekrar yapılmalıdır. Alternatif çözümlerin taslaklarının çizilmesi tasarımdaki tanımlamalarını içermeli ve uygulamadaki yerini açıkça göstermelidir. Detaylı maliyet analizi de yapılmalıdır.

Maliyet tahminleri; inşaat, uygulama, tasarım değişiklikleri ve proje ömrü maliyetlerini kapsamalıdır. Karar verme sürecinde, en yüksek maliyet tasarrufu için alternatifler gösterilen uygulama maliyeti planında gösterilmelidir

3.5.4 Teknik Fizibilitenin Saptanması

Yapılacak testler uygulama için önerilen alternatiflerden önce alternatiflerin teknik fizibiliteleri çıkarılmalıdır. Gerekli olan bu testler risklerin düşük ve maliyet tasarruflarından öte bir sonuç eldesinden önce, değişiklik önerilerinin onayını geciktirmemelidir.

Bir alternatifin önerilebilmesi için teknik fizibilite şartlarını sağlaması gerekir. Yani seçim aşamasında belirlenen herhangi bir alternatif ondan sonraki aşamalarda onaylansa bile eğer teknik yeterlilikleri sağlamıyorsa reddedilecektir.

3.5.5 Uygulamadaki Sorunların Önceden Görülmesi

Uygulama planlamalarını geliştirirken, önerilen maliyet tasarrufu sorunları tahmin edilmeli ve her bir spesifik sorun çözümlendirilmelidir. Uzmanlardan problem çözümlerinde yardım alınması; denetleme, çevre, hukuk, satın alma, malzeme ve planlamada kolaylık sağlayacaktır. Her aşama için belli bir adım izlenmeli ve bir uygulama için hangi detayların gerekli olduğu, kimin bunu yapacağı ve ne kadar zaman gerektirdiği bulunmalıdır.

3.6 Sunum Aşaması

Sunum aşamasının amacı önerilen alternatifleri karar verecek olan kişilere anlaşılacak, etkileyici ve tarafsız bir şekilde sunarak karar vermeyi daha kolaylaştırıp verimli hale getirmektir. Sunum bütün çalışmayı özetleyecek şekilde yazılı bir teklifle desteklenmelidir.

Sunum kısa, fonksiyonel, gerçekçi ve ihtimamlı olmalıdır. Öneriler karşıdakine yapılacak değişimlere karşı bir istek uyandırmalıdır. İnsan ilişkileri değer mühendisliği çalışmasında çok önemlidir. Bu nedenle sunumda çalışan herhangi birini küçük düşürecek durumlardan kaçınmalıdır. Uygulama yapacak kişilerle ilişkiler iyi tutulmalı ve onlara mümkün olduğunca çok kredi verilmelidir.

Değer mühendisliği teklifinde bulunan bilgiler kabul edilse de edilmese de göz önünde bulundurulmalıdır. Yönetim değer mühendisliği çalışmasını sadece sunum aşamasında verilecek teklifte bulunan bilgilere göre değerlendirecektir. Bunun için teklif çalışma

sürecinde ortaya çıkan bütün fikirleri ve bilgileri içermelidir. Bir değer mühendisliği teklifi her zaman yazılı olmalıdır. Sözlü bir sunum hazırlanmalı ancak hiçbir sözlü sunum yazılı bir teklifin yerini tutmaz.

3.6.1 Değer Mühendisliği Çalışma Defteri

Değer mühendisliği çalışma defteri baştan sona kadar tüm değer mühendisliği çalışması sürecini içerir. Çalışma defteri özet raporunun hazırlanışına yardımcı olan ve takımın önerilerini destekleyen eksiksiz bir doküman olmalıdır. Aşağıdaki unsurlar bütün projelerin değer mühendisliği çalışma kitaplarında bulunması gerekir [15].

- Projenin tanımlanması
- Sorunların etraflı bir özeti
- Çalışma tarihi ve katılımcılar
- Bahsedilen sorunların ve başlıkların neden seçildiğinin açıklaması
- Üzerinde çalışılan prosedürün veya sürecin işlevsel bir tanımı
- Üzerinde çalışılan bileşenlerle ilişkili toplanan bütün bilgiler
- Gözden geçirilen alternatiflerin etraflı bir listesi
- Araştırılan bütün alternatiflerin açıklamaları ve neden daha geliştirilmedikleri
- Seçilen alternatifle ilgili teknik veriler ve gerekli tüm bilgiler
- Maliyet, teklif edilen alternatifin uygulama maliyeti ve yapılacak tasarrufla ilgili finansal veriler
- Önerilen teklifle ilgili atılan adımlar ve zaman çizelgesi
- Üzerinde çalışılan bileşenlerin taslağı

3.6.2 Yazılı Raporlar

Çalışma defterine ek olarak tamamlayıcı raporlar da değer mühendisliği çalışmasında ortaya çıkan yeni fikirlerin sunumunda ve fikirlerin kabul edilme olasılığını arttırmak için kullanılır.

3.6.3 Sözlü Sunum

Sözlü sunum değer mühendisliği çalışmalarını daha iyi ifade etmek ve kabul ettirmek için en önemli unsurdur. Sözlü sunum esnasındaki karşılıklı konuşmalar ile yapılan değer mühendisliği çalışması yetkili kimselere ve proje ekibine daha ayrıntılı anlatılabileceğinden dolayı, sözlü sunum aşaması yazılı raporlara göre çok daha etkileyicidir. Fakat sunum esnasında bahsedilecek her bir öneriye maksimum 15 dakika ayırmak gerekir. Değer mühendisliği ekibi sunuma bütün materyalleri ile eksiksiz şekilde başlamalıdır. Başarılı bir sunum aşağıdakileri içermelidir.

- Üzerinde çalışılan proje kimliği, projenin tanımı
- Değer mühendisliği takımı tanıtımı
- Problemlerin özeti
- Orijinal tasarımın açıklaması
- Orijinal tasarımın maliyeti
- Fonksiyon analizi sonuçları
- Alternatif fikirleri destekleyen veriler ve teknikler
- Alternatif fikirlerin avantajları ve dezavantajlarının açıklaması
- Teklif edilen değişikliklerin taslakları
- Uygulamanın maliyeti ve karşılaşılabilecek sorunlar
- Net kazanç
- Uygulama planı

Sunumun kime yapıldığı değer mühendisliği takımının seçimi kadar önemlidir. Dinleyiciler proje müdürü ve departman şefleri gibi karar vericilerden oluşmalıdır. Proje tasarımı başka bir firma tarafından yapıldıysa onlar da sunumu davet edilmelidir.

3.7 Uygulama Aşaması

Bir plan dahilinde değer mühendisliği takımının formüle ettiği önerilerin başarılması için, başta yönetim olmak üzere herkesin üzerine düşen sorumluluğu yerine getirdiği

kısımdır. Artık değer mühendisliği uygulaması bellidir ve üretime geçilmiştir. Uygulanacak yöntem prosedür haline getirilir, teknik şartlara uygun şekilde yapılır ve tüm proje boyunca değer mühendisliği devam eder, çünkü değer mühendisliği uygulamalarındaki değişiklikler veya yeni eklentiler meydana gelebilir. Bu nedenler değer mühendisliği proje başlangıcından projenin bitimine kadar devam eden bir süreçtir.

3.7.1 Uygulama Hedefleri

Uygulama aşamasının hedefi, daha önceden ortak fikirde buluşulan değer mühendisliği önerilerinin gerçeğe uygun şekilde uygulamasının, maliyetinin ve elde edilecek muhtemel maliyet tasarrufunun realize edilmesi gereklidir.

3.7.2 Uygulama Yatırımı

Değer mühendisliği önerilerinin sunulmasından sonra yatırım zamanı ve sermaye gereksinimlerinin ve tasarrufların realizasyonu ile geliştirilmesi yapılır. Başarılı bir uygulama gerekli kaynakların zamanlı paylaşılmasına bağlıdır.

3.7.3 Hızlı Uygulama

Bir uygulamanın en iyi şekilde gerçekleştirilmesi, bu uygulamaları geliştirenlerin bilgilerinin en efektif şekilde kullanmalarıyla olur. Değer mühendisliği takımı mümkün olduğu sürece toplanıp başlangıç müsveddelerini proje kriterleri, konsept raporları, özelleştirmeler, çizimler ve kontrat isteklerinin yeniden değerlendirmesini yapmalıdır. Sözü edilen müsveddeler uygulama fikirlerinin gerçeğe doğru uyarlanması için çok önemli bir yöntemdir.

3.8 Denetim Aşaması

Denetim aşamasının amacı projeden istenilen sonuçların alınması için projeyi kontrol etmek ve bunları uygun şekilde belgelemektir. Bu aşama surecinde, görevli kişiler projeyi gerektiği şekilde denetlerler, elde edilen sonuçları geliştirirler ve en son olarak değer mühendisliği final raporu hazırlayarak ilgili mercilere ulaştırırlar. Denetim değer mühendisliği programının devamlı başarısı için temel zorunluluktan biridir.

Uygulama ile ortaya çıkan sonuçlar ve başarıların sistemli olarak kaydedilmesi, istatistiksel analize tabi tutulması ve yönetim personelinin isteklerinin dile getirilmesinden oluşmaktadır. Denetimler düzenli olarak yapılır, sonuçlar geliştirilir, sonuç proje raporu hazırlanır, ilgililer sürekli bilgilendirilir ve tüm değer mühendisliği verileri toplanarak “Yıllık Değer Mühendisliği Raporu”na işlenir.

Değer mühendisliği programının başarısının artması için aşağıdaki adımlar ciddiyet içinde uygulanır [16].

- Tamamlanmış uygulama faaliyetlerinin hepsinin bir kopyası oluşturulur.
- Başarının değerlendirilmesi için mevcut sonuçlar ve tahminler karşılaştırılır.
- Maliyet tasarrufu ve diğer önemli gelişmeler yönetime sunulur.
- İlgili bölümler sürekli bilgilendirilir.
- İleride yapılabilecek projeler için mevcut sorunlar ve çözümleri tekrar incelenir ve raporlar korunur.

DEĞER MÜHENDİSLİĞİNİN ABD'DE UYGULANMA KOŞULLARI VE STANDARTLARI

Amerika Birleşik Devletleri'nde belli bütçenin üzerindeki bazı kamu projelerinde Değer Mühendisliği zorunlu olarak uygulanmaktadır. Bu bölümde, konu ile ilgili mevzuat ve standartlar incelenmiş, daha sonra bu projelerde Değer Mühendisliği uygulanması sonucunda, 2017 yılına ait eyaletler bazında elde edilen maliyet kazançları gösterilmiştir.

ABD'de hükümet tarafından yükleniciler, gönüllü ve zorunlu olarak projelerde değer mühendisliği değişiklik önerileri (VECP'ler) geliştirmesi, hazırlaması ve sunması için teşvik edilmektedir (a). Bu zorunluluğun yasal altyapısı ise Amerika Birleşik Devletleri Kodu, Ek 4'de yer alan Başlık 41-Kamu Sözleşmeleri'ndeki Bölüm 1711-Değer Mühendisliği kısmında yer almaktadır. Bu madde şu şekildedir:

1711. Değer Mühendisliği: Her yürütme ajansı, bir programın, projenin, sistemin, ürünün, ekipman öğesinin, inşaatın, tesisin, hizmetin veya ajansın arzının işlevlerini analiz etmek için uygun maliyetli prosedürler ve süreçler oluşturmalı ve sürdürmelidir. Bu analiz;

- (1) kalifiye ajans veya yüklenici personel tarafından yapılan; ve
- (2) performans, güvenilirlik, kalite, güvenlik ve yaşam döngüsü maliyetlerinin iyileştirilmesine yönelik olacaktır.

Bu kanun maddesine dayanılarak Değer Mühendisliği Değişiklik Önerileri (VECP)'nin nasıl hazırlanacağına dair mevzuat hazırlanmıştır. Bu mevzuata göre devlet,

yüklenicinin taslak proje üzerinden yapacağı değer mühendisliği çalışmaları sonucunda hazırladığı VECP'nin kabul edilmesi durumunda elde ettiği net maliyet tasarruflarını, bu tezin 4.4. bölümünde anlatılan teşvik oranlarına uygun olarak paylaşmayı öngörmektedir.

Bu kapsam doğrultusunda Legal Information Institute'de yer alan 41. Kamu Sözleşmeleri 41 ABD kodlu 1711. Değer Mühendisliği Acente Sorumlulukları ve Prosedürleri incelenerek aşağıdaki bilgilere ulaşılmıştır:

4.1 Sözleşme Tanımları

(b) 41. Kamu sözleşmeleri 41 ABD kodlu 1711. Değer Mühendisliği Acente Sorumlulukları ve Prosedürlerinde tanımlar şu şekilde yer almaktadır:

- Kazanım tasarrufu, bir VECP'nin aynı sözleşme makamı veya esas olarak aynı birim için sözleşmelere uygulanmasından kaynaklanan tasarruf anlamına gelir.
- Teminat tasarrufları, satın alma maliyeti değişim olmasada, kurumun öngörülen toplam teminat maliyetlerinde, VECP'den kaynaklanan ölçülebilir net indirimler anlamına gelir.
- "İdare ofisi", ajansın başka bir şubesi veya ortak bir satın alma işlemi gerçekleştiren başka bir ajansın ofisi gibi, devir alımın devredildiği herhangi bir sözleşme ofisini içerir.
- Yüklenicinin geliştirme ve uygulama maliyetleri", yüklenicinin, VECP'yi özellikle VECP'nin geliştirilmesinde, test edilmesinde, hazırlanmasında ve sunulmasında ve yüklenicinin gerekli sözleşme değişikliklerini yapması için harcadığı maliyetlerde ortaya koyduğu maliyet anlamına gelir.
- Devlet maliyetleri, test, işletme, bakım ve lojistik destek maliyetlerindeki net artışlar gibi VECP'nin doğrudan geliştirilmesinden ve uygulanmasından kaynaklanan ajans maliyetleri anlamına gelir. Bu terim, VECP'nin işlenmesinin normal idari maliyetlerini veya bu sözleşme maliyetindeki ya da negatif anlık sözleşme tasarruflarından kaynaklanan fiyatlardaki herhangi bir artışı içermemektedir.

- Anında sözleşme, VECP'nin sunulduğu bu sözleşmeyi ifade eder. Sözleşme değişikliklerinde, seçeneklerin uygulanmasında veya ek siparişlerden dolayı VECP'nin kabulünden sonra miktarlarda artış içermez. Bu çok yıllık bir sözleşme ise, terim VECP'nin kabulünden sonra finanse edilen miktarları içermez. Bu sözleşme, olası fiyat yeniden tespiti ile sabit fiyatlı bir sözleşme ise, terim, firma fiyatlarının tespit edildiği dönemi ifade eder.
- Anlık birim maliyet azaltma, VECP'nin bu ani sözleşmede kullanılmasından kaynaklanan (herhangi bir yüklenicinin geliştirme veya uygulama maliyetlerinden düşülmeden) birim performans maliyetindeki düşüşün miktarı anlamına gelir. Bu bir hizmet sözleşmesi ise, anlık birim maliyet indirimi, normal olarak, bu sözleşmedeki VECP kullanılarak kaydedilen ve her bir kalem için düşen görev başına saat sayısına eşittir ve uygun sözleşme işgücü oranıyla çarpılır.
- “Olumsuz anlık sözleşme tasarrufları”, bir VECP'nin kabul edilmesinin, yüklenicinin izin verilen geliştirme ve uygulama maliyetlerinin anlık birim maliyet indirimi ürününe göre anlık değeriyle çarpılmasıyla sonuçlanması halinde, bu sözleşmenin maliyet veya fiyatındaki artış anlamına gelir.
- “Net satın alma tasarrufları”, anlık, eşzamanlı ve gelecekteki sözleşme tasarrufları, daha az devlet maliyetleri dahil olmak üzere toplam satın alma tasarrufları anlamına gelir.
- “Paylaşılan taban”, VECP'yi kabul eden sözleşme ofisi sözleşmelerinde etkilenen son kalemlerin sayısı anlamına gelir.
- “Paylaşım süresi”, VECP'yi içeren ilk birimin kabulü ile başlayan ve her VECP için sözleşme görevlisi tarafından belirlenen bir takvim tarihi veya etkinlikte sona eren süre anlamına gelir.
- “Birim”, sözleşme makamının ve yüklenicinin VECP'nin uyguladığı kabul ettiği madde veya görevi ifade eder.

4.2 Değer Mühendisliğinin Teklifinin Hazırlığı ve İçerik Kapsamı

Yüklenici, asgari olarak her VECP’de aşağıda ki (a) ila (g) paragraflarında açıklanan bilgileri içerecektir. Önerilen değişiklik sözleşmeye bağlı olarak yapılan konfigürasyon yönetimi veya benzeri prosedürlerden etkilenirse, format, tanımlama ve öncelik ataması ile ilgili prosedürlerdeki talimatlar VECP hazırlığını yönetir. (c)

ABD değer mühendisliği uygulama yönetmeliği incelendiğinde değer mühendisliği değişikliği için teklifin yetkili makama verilen bilgilerin içeriğinde:

- a) Mevcut sözleşme gerekliliği ile önerilen gereklilik arasındaki farkın tanımı, her birinin karşılaştırmalı üstünlükleri ve dezavantajları, bir ögenin işlevi veya özellikleri değiştirilirken bir gerekçelendirme, değişikliğin son ürünün performansı üzerindeki etkisi ve ilgili objektif test verileri. Önerilen şartname revizyonları dahil olmak üzere, VECP kabul edilirse değiştirilmesi gereken sözleşme şartlarının bir listesi ve analizi.
- b) VECP'nin uygulandığı birimin tanımlanması.
- c) Mevcut sözleşme şartının etkilenen kısımları ve VECP için ayrı ve ayrıntılı bir maliyet tahmini. VECP ile ilgili maliyet indirimi, yüklenicinin, bu maddenin Alt Sözleşmeler fıkrası altındaki alt sözleşmelere atfedilebilecek tutarlar dahil, izin verilen geliştirme ve uygulama maliyetlerini dikkate alacaktır.
- d) Test ve değerlendirme, işletme ve destek maliyetleri gibi VECP'nin uygulanmasında hükümetin yapabileceği maliyetlerin açıklaması ve tahmini.
- e) Önerilen değişikliğin kuruma teminat maliyetleri üzerindeki etkilerinin tahmini.
- f) VECP'yi kabul eden bir sözleşme değişikliğinin, maksimum maliyet indirimini elde etmek için, sözleşme tamamlanma süresi veya teslimat takvimi üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını belirten zaman bildirimini.
- g) Sunulan tarihler, dahil olan acenteler ve sözleşme numaraları ve biliniyorsa, önceki hükümet eylemleri dahil olmak üzere, VECP'nin önceki görüşlerinin tespiti bulunması gerekmektedir.

4.3 Değer Mühendisliğinin Teklifinin Yetkili Mercii Tarafından İncelenme Aşaması

(d) Teklif içeriğinin kapsamı tamamlanmasının ardından yüklenici, VECP'leri, aksi belirtilmedikçe, sözleşme makamına sunmaktadır. Eğer bu sözleşme, sözleşme makamı dışındaki bir idare tarafından yönetiliyorsa, yüklenici firma VECP'nin bir kopyasını aynı anda Sözleşme Makamına ve İdari Sözleşme Makamına sunması gerekmektedir.

Sözleşme makamı yüklenici firma tarafından verilen değer mühendisliği teklifini aşağıdaki maddeler kapsamında yüklenici firmaya belirli süre zarfında fikrini belirtmektedir. (e)

- a) Sözleşme makamı, sözleşme makamı tarafından sözleşme yapıldıktan sonraki 45 takvim günü içinde VECP'nin statüsünü bildirerek konu hakkında görüşünü belirtmektedir. Ek süre gerekirse, sözleşme makamı yükleniciye 45 günlük süre içinde bildirecek ve gecikme sebebini ve kararın beklenen tarihini bildirecektir. Bununla birlikte, bir değer mühendisliği teklifinin gecikmesinden sözleşme makamı sorumlu olmamaktadır.
- b) Eğer VECP kabul edilmezse, sözleşme makamı yükleniciye yazılı olarak bildirerek reddetme nedenlerini açıklayacaktır. Yüklenici, herhangi bir VECP'yi, tamamen veya kısmen, hükümet tarafından kabul edilmeden önce herhangi bir zamanda çekebilir. Sözleşme makamı, yükleniciden VECP çabaları için önemli harcamalar yapmadan önce yazılı bildirimde bulunmasını isteyebilir.
- c) Herhangi bir VECP, tamamen veya kısmen, sözleşme makamının bu maddede değişiklik yapılmasına ilişkin bir değişiklik yapmasıyla kabul edilebilir ve sözleşmenin yerine getirilmesinden önce veya makul bir süre içinde yapılabilir. Bu tür bir sözleşme değişikliği bu sözleşmeye bir VECP uygulayana kadar, yüklenici mevcut sözleşmeye uygun olarak hareket edecektir. Herhangi bir VECP'nin tamamını veya bir kısmını kabul etme veya reddetme kararı, yalnızca akit yetkilisinin takdirine bağlı olarak verilen tek taraflı bir karardır.

4.4 Paylaşım Oranları

(f) Eğer bir değer mühendisliği çalışması teklifi kabul edilirse, yüklenici aşağıdaki tabloda gösterilen yüzelere göre net iktisap tasarruflarını paylaşmaktadır.

- a) (1) Bu sözleşmenin türü (sabit fiyat, teşvik veya maliyet geri ödemesi);
- b) (2) Bu fıkranın birinci bendinde belirtilen paylaşım düzenlemesi (teşvik, program gereksinimi veya Çizelge'de belirtilen bir kombinasyon); ve
- c) (3) Tasarrufların kaynağı (anlık sözleşme veya eşzamanlı ve gelecekteki sözleşmeler):
- Bu sözleşmenin türü (sabit fiyat, teşvik veya maliyet geri ödemesi);
 - Bu fıkranın birinci bendinde belirtilen paylaşım düzenlemesi (teşvik, program gereksinimi veya Çizelge'de belirtilen bir kombinasyon); ve
 - Tasarrufların kaynağı (anlık sözleşme veya eşzamanlı ve gelecekteki sözleşmeler):

Çizelge 4.1 Yüklenicinin Net Kazanç Tasarrufundaki Payı (Yüzde Olarak)

Sözleşme Tipi	Teşvik (Gönüllü)		Program Gereksinimi (Zorunlu)	
	Anlık Sözleşme Oranı	Eşzamanlı ve Gelecekteki Sözleşme Oranı	Anlık Sözleşme Oranı	Eşzamanlı ve Gelecekteki Sözleşme Oranı
Sabit fiyat (sabit fiyat ödül ücretini içerir; diğer sabit fiyat teşvik sözleşmelerini hariç tutar)	* 50	* 50	25	25
Teşvik (sabit fiyat veya maliyet) (ödül ücreti hariç)	(**)	* 50	(**)	25
Maliyet geri ödemesi (maliyet artı ödül ücretini içerir; diğer maliyet türü teşvik sözleşmelerini hariç tutar)	*** 25	*** 25	15	15

* Sözleşme ofisi, yüklenicinin paylaşım oranını her VECP için yüzde 75'e kadar yükseltebilir.

** Sözleşmenin kar veya ücret düzeltme formülü ile aynı düzenleme düzenlemesi.

*** Sözleşme ofisi, yüklenicinin paylaşım oranını her VECP için yüzde 50'ye kadar çıkarabilir.

4.5 Net İktisap Tasarruflarının Hesaplanması

(g) Net İktisap tasarruflarının hesaplanması:

- a) Satın alma tasarrufları (i) Şu andaki sözleşmede maliyet veya fiyatın düşürölmesi, (ii) eşzamanlı sözleşmelerde indirimlerin müzakere edilmesi, (iii) gelecekteki sözleşmelerin verilmesi veya (iv) bir sözleşmeye ulaşılması halinde gerçekleştirilmesi. - gelecekteki sözleşme tasarrufları için toplam ödeme (bu fıkranın (i) (4) paragrafına bakınız). Net İktisap tasarrufları ilk önce gerçekleştirilir ve devlet masrafları ve herhangi bir olumsuz anlık sözleşme tasarrufunun İktisap tasarruflarına tamamen mahsup edilmesi durumunda yükleniciye hisse ödenir.
- b) Teşvik sözleşmeleri hariç olmak üzere, hükümet masrafları ve negatif anlık sözleşme tasarruflarından kaynaklanan fiyat veya maliyet artışları, bu tasarruflar tamamen mahsup oluncaya kadar gerçekleştiğinde, satın alma tasarruflarına karşı dengelenir. Ardından, yüklenicinin payı net İktisap tasarruflarını ilgili yüklenicinin yüzde paylaşım oranı ile çarparak hesaplanır (bu fıkranın 3.4 paragrafına bakınız). Net devralma tasarrufundaki ilave yüklenici hisseleri gerçekleşen zamanda yükleniciye ödenir.
- c) Eğer bu teşvik edici bir sözleşme ise, bu sözleşme üzerinde hükümet maliyetlerinin geri alınması ertelenir ve eşzamanlı ve gelecekteki sözleşme tasarruflarına karşı dengelenir. Yüklenici, etkilenen anlık sözleşme kalemlerinden tasarrufta bulunan sözleşme teşvik yapısı yoluyla paylaşacaktır. Herhangi bir olumsuz anında sözleşme tasarrufu, hedef maliyete veya hedef fiyat ve tavan fiyatına eklenir ve tutar eşzamanlı ve gelecekteki sözleşme tasarruflarına karşı mahsup edilir.
- d) Hükümet yüklenicinin payını ödediği tüm kalemleri almaz ve kabul etmezse, yüklenici bu ödemelerin oransal payını hükümete geri ödeyecektir.

4.6 Sözleşme Ayarı

(h) VECP'yi kabul eden değişiklik (veya herhangi bir görüşme tamamlandıktan sonra en kısa sürede yapılan müteakip değişiklik)

- a) Teşvik edici bir sözleşme olmadıkça, sözleşme fiyatını veya tahmini maliyeti, anında sözleşme tasarrufu miktarıyla azaltın
- b) Anlık sözleşme tasarruf tutarı negatif olduğunda, sözleşme fiyatını, hedef fiyatı ve tavan fiyatını, hedef maliyeti veya bu tutarı tahmin edilen maliyeti artırın;
- c) Yüklenicinin gelecekteki sözleşmelerdeki birim başına dolar payını belirtin veya götürü ödeme sağlayın;
- d) Eşzamanlı veya gelecekteki sözleşme tasarruflarından elde edilen net iktisap tasarruflarının belirlenmesinde mahsup edilecek herhangi bir devlet masrafı veya negatif anlık sözleşme tasarrufunun tutarını belirtin; ve
- e) Yüklenicinin, aşağıdaki sözleşmeye göre hazır sözleşme kapsamında net kazanım tasarrufu üzerindeki payını sağlamak:
 - i. Sabit fiyatlı sözleşmeler - sözleşme fiyatına eklenir.
 - ii. Maliyet-geri ödeme sözleşmeleri-sözleşme ücretine eklenir.

4.7 Eşzamanlı ve Gelecekteki Sözleşme Tasarrufları (i)

- a) (1) Yüklenicinin, eşzamanlı ve gelecekteki sözleşme tasarruf paylarından doğan ödemeleri, bu fıkranın (h) (5) paragrafına uygun olarak bu sözleşmede değişiklik yapılması suretiyle yapılır. Teşvik sözleşmeleri için, hisse senetleri bu sözleşmede firmadan sabit fiyatlı, ayrı bir fiyat kalemi olarak eklenir. Yüklenici, bu sözleşme kapsamında son ödemeden sonra ilk teslim edilen birimi 3 yıl boyunca tanımlayacak kayıtları tutacaktır.
- b) (2) Sözleşme makamı, yüklenicinin eşzamanlı sözleşme tasarruf payını şu şekilde hesaplar:
 - i. Anlaşmalı sözleşmede müzakere edilen fiyattaki düşüştan, herhangi bir devlet masrafını veya henüz mahsup edilmemiş negatif anlık sözleşme tasarrufunu çıkarmak; ve
 - ii. Sonucu yüklenicinin paylaşım oranı ile çarpma.
- c) (3) Sözleşme makamı, yüklenicinin gelecekteki sözleşme tasarruf payını,

- i. Gelecekteki birim maliyet indirimini, paylaşım dönemi içerisinde teslimat için planlanmış gelecekteki sözleşme birimi sayısı ile çarpmak;
 - ii. Henüz mahsup edilmeyen herhangi bir hükümet maliyetini veya negatif anlık sözleşme tasarrufunu çıkarmak ve
 - iii. Sonucu yüklenicinin paylaşım oranı ile çarpmak.
- d) (4) Hükümet isterse ve yüklenici kabul ederse, yüklenicinin gelecekteki sözleşmelerdeki tasarruf payı, gelecekteki sözleşmeler verilirken zaman içinde bir dizi ödemedenden ziyade tek bir ödemeyle ödenebilir. Bu alternatif prosedürde, gelecekteki sözleşme tasarrufları, VECP kabul edildiğinde, sözleşme makamının paylaşım dönemi içerisinde teslim edilecek birim sayısını tahmin etmesi temelinde hesaplanabilir. Yüklenicinin payı, bu sözleşmedeki bir değişikliğe dahil edilecektir (bu fıkranın (h) (3). Fıkrasına bakınız) ve sonraki düzenlemelere tabi olmayacaktır.
- e) (5) Alternatif masrafsız ödeme yöntemi Federal Edinme Yönetmeliğinin 48.104-4 alt maddesi uyarınca, hükümet ve yüklenici, masrafsız çözüm yöntemini kullanmayı karşılıklı olarak kabul ettiğinde, aşağıdakiler geçerlidir:
- i. Yüklenici, mevcut sözleşmedeki ve yalnızca eşzamanlı sözleşmelerindeki tüm tasarrufları koruyacaktır.
 - ii. Hükümet, diğer kaynaklara yapılan eşzamanlı sözleşmelerden, gelecekteki tüm sözleşmelerden gelen tasarruflardan ve tüm teminat tasarruflarından kaynaklanan tüm tasarrufları koruyacaktır.

4.8 Teminat Tasarrufu

(j) Bir VECP kabul edilirse, sözleşme makamı bu fıkranın (h) (5) paragrafında belirtildiği gibi, mevcut sözleşme tutarını, sözleşme makamı tarafından belirlenen şekilde, öngörülen herhangi bir teminatın yüzde 20 ila 100'ü kadar artıracaktır. Daha önce dengelenmemiş herhangi bir hükümet maliyetinin çıkarılmasından sonra, tipik bir kullanım yılında gerçekleşen tasarruflar tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yüklenicinin

teminat tasarrufu payı, VECP'nin kabul ettiği tarihte, sözleşmenin sabit sabit fiyatını, hedef fiyatını, hedef maliyetini veya tahmini maliyetini veya hangisinin daha büyük olduğunu göstermeyecektir. İdare görevlisi, teminat tasarruf tutarının tek belirleyicisi olacaktır.

4.9 Diğer Teşviklerle İlişki

(k) Yalnızca kabul edilmiş bir VECP'nin performans, tasarımdan maliyete (üretim birimi maliyeti, işletme ve destek maliyetleri, güvenilirlik ve bakım) veya geri dönüşü olmayan faydaları veya benzeri teşvikler bu maddeye göre ödüllendirilecektir. Ancak, VECP'den etkilenen bu tür teşviklerin hedefleri, VECP'nin kabulü nedeniyle ayarlanmayacaktır. Bu sözleşmenin hedefleri belirlemesi ancak bunların aşılmasına teşvik edilmemesi durumunda, değer mühendisliği paylaşımı yalnızca hedeften daha iyi olan başarı miktarına uygulanır.

4.10 Taşeronlar

(l) Yüklenici, 150.000 ABD Doları veya üzerindeki herhangi bir taşeronlukta uygun bir değer mühendislik maddesi içerecek ve daha düşük değerli taşeronlara bir tane ekleyebilir. Bu sözleşmenin anlık sözleşme tasarrufları (ya da negatif anlık sözleşme tasarrufları) için fiyatında herhangi bir düzeltmenin hesaplanmasında, yüklenicinin izin verilen geliştirme ve uygulama maliyetleri, herhangi bir taşeronun izin verilen geliştirme ve uygulama maliyetlerini ve bir taşeronun yapacağı net bir şekilde ortaya çıkacak değer mühendislik teşvik ödemelerini içermelidir. Hükümet tarafından bu sözleşme kapsamında kabul edilen bir VECP yüklenici, ödemelerin hükümetin eşzamanlı veya gelecekteki sözleşme tasarruflarını veya teminat tasarruflarını payını düşürmemesi koşuluyla taşeron değeri mühendislik teşvik ödemeleri için herhangi bir düzenleme seçebilir.

4.11 Değer Mühendisliği Değişikliği Teklifi (Value Engineering Change Proposal (VECP))

Bir değer mühendisliği değişikliği teklifinin (VECP) amacı, yüklenicinin bir sözleşme gerekliliğini yerine getirmek için daha düşük bir doğrudan maliyetle sonuçlanan

alternatif inşaat tasarımlarına, yöntemlerine ve prosedürlerine ulaşma konusundaki ustalık ve deneyimlerinin kullanılmasını teşvik etmektir. Yüklenici tarafından teklif edilen ve bakanlık tarafından onaylanan bir VECP'nin sonucu olarak ortaya çıkabilecek doğrudan maliyet tasarruflarını yüklenici ile paylaşmak, bu hükmün amacıdır. Bir VECP yüklenici tarafından başlatılan bir değişiklik talebidir. Onaylandığı takdirde, değişiklik ve ödemeler değişiklik emri süreci boyunca yetkilendirilecektir. Bir VECP uygulanmadan önce, üç onay sürecinden geçmesi gerekir: kavramsal onay, resmi onay ve sipariş onayını değiştirir. Gözden geçirme sürecini hızlandırmak için, yüklenici kavramsal VECP'yi ve resmi VECP'yi ortak olarak eşzamanlı inceleme için sunma seçeneğine sahiptir. Eğer VECP resmi bir onay alırsa, değişiklik siparişi sürecinin bir parçası olarak yüklenici bakanlıktan ilave çalışma izni vermeyi düşünmesini talep edebilir.

VECP, daire kararında, hizmet ömrü, işletme ekonomisi, bakım kolaylığı, istenen görünüm dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, tesisin temel işlevlerini ve özelliklerini bozmadan, daire ve kamuya doğrudan maliyet tasarrufu sağlamalıdır. Yüklenici, bir VECP geliştirirken, tasarımcının amaçlarına, çevresel izin gerekliliklerine ve düzenlemelerine, inşaatın etkisini azaltmak için halka verilen taahhütlere ve bu gibi diğer endişelere hitap edecektir.

"Doğrudan maliyet tasarrufu", VECP ile bağlantılı VECP eksi makul "tasarım maliyetleri" uygulanarak üretilen "inşaat tasarrufları" arasındaki farktır. "Inşaat tasarrufları", VECP uygulanmadan tüm sözleşme işlerini tamamlamanın maliyeti ile VECP uygulandığında tüm sözleşme işlerini tamamlamanın maliyeti arasındaki farktır. Bu, VECP'den etkilenirse, sözleşmenin tamamındaki miktarlarda veya birim fiyatlarda yapılan değişiklikleri içerir. VECP'yi uygulamadan tüm sözleşme işlerini tamamlamanın tahmini maliyeti için sözleşme teklif miktarından farklıysa, varyansı açıklamak için destekleyici belgeler sağlanacaktır. Geri ödeme yapılabilir "tasarım maliyetleri" mühendislik değişikliklerine özgüdür (örnekler: tasarım değişiklikleri, plan revizyonları ve miktar tahmini). Teklif hazırlama harcamaları (örnekler: çizelgeleme, dokümantasyon, maliyet analizi, malzeme araştırması vb.) geri ödenmez.

VECP'nin değerlerini incelerken göz önüne alınsa da, dolaylı maliyet tasarrufları (zaman, kullanıcı gecikmesi, demiryolu gücü hesap maliyetleri, denetim maliyetleri vb.)

geri ödenmez. Bir VECP, zamanla ilgili sözleşme hükümlerini etkileyebilecek ilerleme çizelgesini ve kilometre taşı tarihlerini değiştirebilir.

Sözleşmeyi tamamlama süresini kısaltan ve yalnızca dolaylı maliyet tasarrufuyla sonuçlanan teklifler, elde edilen karşılıklı faydayı temel alarak kabul edilebilir. Bu teklifler §104-10F uyarınca değerlendirilecektir.

4.12 Kavramsal VECP Sunumu

Tüm VECP için kavramsal bir teklif gereklidir. VECP ile ilgili genel teknik kavramları ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek tahmini doğrudan maliyet tasarrufunu belirtmelidir. Bakanlık tarafından gözden geçirildiğinde aşağıdaki işlemlerden biri gerçekleştirilecektir:

- Kavramsal onay ve yükleniciden resmi bir VECP sunma talebi.
- Ek bilgi talebi
- VECP'nin reddedilmesi

Yüklenici, bakanlık tarafından talep edilen ilave bilgilerle birlikte kavramsal VECP'nin bir asıl ve üç nüshasını mühendise sunacaktır. Kavramsal VECP asgari olarak aşağıdakileri içeren kavram incelemesi ve değerlendirmesi için yeterli bilgiyi içermelidir:

4.12.1 Kavramsal VECP

Aşağıdakileri içeren "Kavramsal VECP" olarak tanımlanan VECP'nin bir özeti:

- a) VECP'nin kısa adı (açıklaması) (10 veya daha az kelime).
- b) Sözleşme bilgileri (Sözleşme D numarası, PIN kodu, sözleşme tanımı, yüklenici, varsa federal yardım numarası, izin tarihi, bölge ve ülke).
- c) Orijinal toplam sözleşme teklif fiyatı.
- d) Tahmini sözleşme bedeli. Bu, işin eklenmesi veya değiştirilmesi nedeniyle orijinal toplam sözleşme teklif fiyatından farklı olabilir (yani, VECP uygulanmadığı takdirde çalışmayı tamamlamanın tahmini maliyeti). Mühendis tahmini sözleşme bedeli ile hemfikir olmalıdır.

- e) VECP uygulanırsa tahmini sözleşme maliyeti (VECP tasarım maliyeti ve herhangi bir VECP inşaat tasarrufu geri ödemesi hariç).
- f) Tahmini VECP inşaat tasarrufları (Madde d.- Madde e.).
- g) Tahmini VECP tasarım maliyeti (Tüm VECP tasarım maliyetlerine sahip değildir).
- h) VECP nedeniyle tahmini doğrudan maliyet tasarrufu (Madde f.- Madde g.).
- i) Tahmini doğrudan maliyet tasarrufunun yüzde ellisi (Bu, genel tasarrufları devlete eşit olmalıdır).
- j) VECP uygulanırsa tahmini toplam düzeltilmiş sözleşme maliyeti (VECP tasarruflarını ve tasarım maliyeti geri ödemelerini içerir)
- k) VECP türü ("Maliyet Tasarrufu" veya "Yalnızca Zaman Tasarrufu").
- l) Fazladan iş izni (değişiklik sırasının) verilmesi gereken tarih. (Zamana duyarlıysa, Ş104-02'ye göre ekstra iş için önceden yetkilendirme talepleri, Değişiklikler, Koşullu işlemler, Ekstra İş ve Kesintiler dikkate alınacaktır.)
- m) Anlaşmalı fiyatlar gerektiren herhangi bir yeni veya mevcut sözleşme ödeme kaleminin belirlenmesi.
- n) VECP'nin resmi onayından / onaylanmasından önce mühendisten satın alma izni gerektiren veya VECP'nin onaylanmasından önce uzun tedarik sürelerine (sipariş vermek, imal etmek, teslim etmek vb.) Sahip herhangi bir malzemenin tanımlanması veya VECP'nin uygulanmasını geciktirebilir. İlerleme programını etkilemeden bu materyalleri sipariş etme yetkisinin alınacağı herhangi bir tarihi belirleyin.
- o) VECP'nin temel açıklaması ve bunlarla ilgili yararlar ve etkiler (ilerleme programı, çevre, trafik ve kalitenin korunması, kalitesi vb.).

4.12.2 Kavramsal Planlar

Kavramsal plan çizimleri.

4.12.3 Tasarım Kriteri

Eğer VECP tasarım değişikliği teklif ederse, destekleyici teknik tasarım kriterleri sağlanacaktır.

4.12.4 Programlar

- a) En son onaylanan temel ilerleme programı.
- b) En son onaylanan inşaat ilerleme takvimi güncellemesi.
- c) Bir taslak, VECP'nin etkilerini gösteren gözden geçirilmiş bir ilerleme çizelgesi önerisi.

Program şunları tanımlayacaktır: (1) resmi bir VECP geliştirmek için gereken zaman; (2) uzun teslim süreleri olan malzemeleri sipariş etmek, imal etmek ve teslim etmek için gerekli zaman; (3) herhangi bir çevresel izin veya gerekli diğer onayları almak için gereken süre; (4) beklenen ilerleme çizelgesi değişiklikleri (sözleşme bitiş tarihi, dönüm noktası tarihleri, görev süreleri vb.); (5) VECP fazladan çalışmasının yetkilendirilmesinin, takvime etki etmeden verilmesi gereken son tarih. Taslak ilerleme çizelgesi, VECP'nin makul olup olmadığının belirlenebileceği yeterli bir detay seviyesi sağlamalıdır.

Bakanlık, inceleme ve işleme için yeterli zamanın bulunmadığını tespit ederse, VECP'yi yalnızca bu şekilde reddedebilir. Bakanlığın VECP'ye belirtilen tarihte cevap vermemesi durumunda, yüklenici VECP'nin reddedilmiş olduğunu düşünecek ve bunun sonucunda devlete karşı bir anlaşmazlık için bir temele sahip olmayacaktır. Bakanlık, yeterli maliyet tasarrufu öngörülmesi halinde sözleşme süresinin uzatılmasını gerektiren bir VECP'yi kabul edebilir.

4.12.5 Maliyetlerin Tahmini

Maliyetlerin kavramsal VECP tahmini, VECP'nin makul olup olmadığını belirlemek için yeterli bilgiyi içermelidir. Teklif, malzemelerin siparişini gerektiriyorsa, yüklenicinin malzemelerin maliyetini haklı çıkarmak için tedarikçilerden belgeler sağlaması gerekir.

4.12.6 Önceki Kullanım veya Test

VECP'nin başka bir bakanlık sözleşmesinde veya başka yerlerde kullanımının veya test edilmesinin bir açıklaması, bununla ilgili şartlar ve sonuçlardır. Yüklenici, VECP'nin

teknik yönlerini yeterince ayrıntılı bir şekilde sunacaktır, böylece bakanlık VECP'nin uygunluğunu mühendislik perspektifinden belirleyebilecektir. Teknoloji yeniyse, test memnuniyeti bakanlığın memnuniyetine sağlanacaktır. Benzer bir VECP daha önce başka bir bakanlığın sözleşmesinde sunulduysa tarih, sözleşme numarası ve bakanlık tarafından gerçekleştirilen eylemi belirtin.

4.13 Formal VECP Gönderimi

Mühendis tarafından kavramsal VECP'nin onaylandığı ve resmi bir VECP'nin gerekli olduğu bildirim üzerine, yüklenici mühendise bakanlık tarafından istenen herhangi bir ek bilgi ile birlikte, her bir resmi VECP için aşağıdaki materyal ve bilgilerin bir orijinalini ve üç nüshasını sunacaktır:

4.13.1 Resmi VECP Özeti

Kavramsal VECP özet formatını ve bilgi gerekliliklerini takip eden "Formal VECP" olarak tanımlanan VECP'nin bir özeti (Bilgi ve tahminler, kavramsal VECP'den bu yana değişmiş olabilir).

4.13.2 Komple Planlar ve Özellikler

Orijinal sözleşme özelliklerine ve gereksinimlerine göre önerilen değişiklikleri gösteren bakanlık standartlarını karşılayan eksiksiz planlar ve şartnameler. Bakanlık önemli bir mühendislik değişikliğinde bir profesyonel mühendis damgası ve imzası gerektirir.

4.13.3 Saha Değişim Sayfaları

Saha değişim sayfaları ve / veya mağaza çizimleri. Eğer VECP bir saha değişikliği ile sonuçlanırsa ve etkilenen ürünler mağaza çizimlerinin gönderilmesini gerektiriyorsa, ilgili saha değişim sayfaları eşlik etmedikçe, mağaza çizimleri kabul edilmeyecektir. Belgeler, bakanlık şartlarına uygun olarak geliştirilecektir. Bakanlık önemli bir mühendislik değişikliğinde bir profesyonel mühendis damgası ve imzası gerektirir.

4.13.4 Programlar

Kavramsal VECP ile aynı bilgi gereklilikleri geçerlidir, ancak §108-01 İlerleme Çizelgesi uyarınca resmi, önerilen, gözden geçirilmiş bir ilerleme çizelgesi gereklidir.

4.13.5 Maliyet Analizi

Miktar değişiklikleri, birim fiyat değişiklikleri ve yeni sözleşme ödeme kalemlerini gösteren eksiksiz bir maliyet analizi. Minimum olarak aşağıdakileri içermelidir:

- a) VECP'nin uygulanmasıyla tüm sözleşme çalışmalarının tamamlanması için tahmini maliyetlerin ayrıntılı bir karşılaştırması.
- b) VECP tarafından getirilen yeni sözleşme ödeme kalemleri için önerilen birim fiyatlar ve anlaşmalı fiyat sürecinde incelenmek üzere uygun belgeler.
- c) İş karakterindeki önemli bir değişiklik nedeniyle (fiyat veya karmaşıklık) mutabık kalınan fiyatların arandığı mevcut sözleşme ödeme kalemleri için önerilen birim fiyatları, bkz. §104-04 İş Karakterindeki Önemli Değişiklikler. Anlaşmalı Fiyat sürecinde incelenmek üzere uygun belgeler gereklidir.
- d) Kavramsal onaydan sonra ve son onaydan önce gereken uzun teslim süresine sahip (örneğin, sipariş edilen malzemeler) herhangi bir ürünün maliyeti belirlenecektir.

4.13.6 Farklılıklar

Mevcut sözleşme gereklilikleri ve önerilen değişiklikler arasındaki farkın tam açıklamaları, her birinin karşılaştırmalı avantajları ve dezavantajları, içerdiği düşünceler (hizmet ömrü, işletme ekonomisi, bakım kolaylığı, trafik akışı, güvenlik, istenen görünüm, ilerleme çizelgesi) ve çevresel etkilerin artırılması / azaltılması.

4.13.7 Teknik Sunum

Yüklenicinin inceleme sürecinin bir parçası olarak teknik bir sunum yapması gerekebilir.

4.13.8 Maliyet Belgeleri

Gönderilen tüm resmi VECP masrafları, §109-05 Ekstra İş ve Zamanla İlgili Tazminat talep ettiği şekilde belgelerle desteklenecektir.

Tüm gerekli VECP belgeleri teslim edilince ve bakanlığa kabul edilmeden bakanlık herhangi bir VECP'yi resmi olarak onaylamayacaktır.

Resmi bir VECP kavramsal VECP ile eş zamanlı olarak sunulabilir ancak yüklenici resmi VECP ile ilgili herhangi bir masrafı kendi riski altında üstlenir. Geri ödenebilir maliyetler yalnızca kavramsal VECP onaylandığı takdirde dikkate alınacaktır. Bir VECP'nin kavramsal onay için mi, resmi onay için mi yoksa her ikisi için mi verildiğini açıkça belirtin.

Resmi bir VECP onaylandıktan sonra VECP sözleşmeli sipariş olarak sunulacak ve buna göre işlenecektir. Zamana duyarlıysa, §104-02'ye göre ekstra iş için ileri yetkilendirme talepleri, Değişiklikler, Koşullar, Ekstra İşler ve Kesintiler, ancak resmi VECP onayından sonra dikkate alınacaktır. Yüklenici uygun tüm bilgileri mühendise zamanında teslim etmekten sorumludur.

4.14 Şartlar

Yüklenici herhangi bir teklif fiyatını bir VECP'nin beklenen onayına dayandırmaz ve herhangi bir VECP'nin reddedilebileceğini kabul etmelidir. VECP için aşağıdaki şartlar ve koşullar geçerlidir:

1. Bir VECP sadece sözleşme yapıldıktan sonra dikkate alınacaktır.
2. Bir VECP yalnızca teslim edildiği sözleşmeye uygulanır. Birden fazla sözleşme için bir VECP sunulmayacaktır. Bir VECP'nin bir sözleşmede onaylanması veya reddedilmesi, başka bir sözleşmede onay veya reddedilmeyi garanti etmez.
3. VECP, bakanlığın mülkü olur ve yüklenici tarafından kullanımı veya açıklanmasıyla ilgili herhangi bir kısıtlama içermez. Bakanlık, VECP'nin kullanımı için gerekli olan herhangi bir bilgiyi tamamen veya kısmen kullanma, çoğaltma ve açıklama hakkına sahip olacaktır. Bakanlık, yükleniciye herhangi bir zorunluluk olmadan

kabul edilen veya reddedilen herhangi bir VECP'yi veya bir kısmını başka bir projede kullanma hakkını saklı tutar.

4. Kavramsal VECP'nin hiçbir şekilde onaylanmaması, bakanlığın resmi VECP'yi onaylamasını zorunlu kılmaz. Yüklenici, §104-10E.4'te aksi belirtilmedikçe, bu tür kavramsal ya da resmi VECP'lerin reddedilmesi nedeniyle bakanlığa karşı hiçbir iddiada bulunmayacaktır.
5. Bakanlık tasarım ve şartname revizyonları yaparken ve bir yüklenici benzer revizyonlara sahip bir VECP sunarken, bakanlık VECP'yi reddedecek ve yükleniciye herhangi bir zorunluluk olmadan devam edecektir.
6. Bir VECP, yalnızca sözleşme belgelerinde makul, uygun maliyetli seçenekler sunulmadığı takdirde değerlendirilecektir.
7. Bakanlık, bir VECP'nin değerlendirme ve değerlendirme için hak kazanıp kazanmadığına dair tek hakim olacaktır. Tasarım inceleme, değerlendirme ve / veya araştırmalar için aşırı zaman veya maliyet gerektiren herhangi bir VECP'yi reddedebilir. Bakan, teklif edilen VECP'nin, bakanlığın VECP'yi gözden geçirme çabalarını dengelemek için yeterli miktarda doğrudan veya dolaylı maliyet tasarrufu sağlayıp sağlayamayacağını belirlemede tek hakim olacaktır.
8. Bir VECP, bakanlığın tasarım politikaları ve temel tasarım kriterleri ile tutarlı olmalı, aynı hizmet ömrünü veya daha fazlasını sağlamalıdır, işletme ekonomisini kolaylaştırır, bakım kolaylığı sağlar ve istenen görünüm ve güvenliği sağlar.
9. Kaldırım yapısının ve malzemesinin tipini ve / veya kalınlığını değiştiren veya yalnızca bir malzemeyi diğeriyle değiştiren bir VECP'ye izin verilmeyecektir. Bu uygun olmayan ikame durumuna düşebilecek malzemelere örnek olarak drenaj boruları, köprü kaplamaları, kaldırım işaretleri, vb. verilebilir. İşin basit olarak elimine edilmesi, mutlaka bir VECP değil, basit bir malzeme değişimi veya işin ortadan kaldırılmasını sağlayan bir VECP'yi oluşturmaz. Yapım yönteminde bir tasarım değişikliği veya değişikliği eşlik ediyorsa düşünülebilir. Bakanlığa yeni bir materyal getiren basit bir malzeme değişikliği de düşünülebilir.

10. VECP, doğası gereği deneysel olmayacak, ancak bir başka bakanlık sözleşmesinde benzer veya kabul edilebilir koşullar altında veya bakanlığın kabul edebileceği başka bir yerde bakanlığın memnuniyetini kanıtlamış olacaktır.
11. Bakanlığın VECP'yi değerlendirmek için herhangi bir ek bilgi gerektirmesi durumunda, bu bilgiler zamanında sağlanacaktır. Karşılıklı olarak mutabık kalınmadıkça, bunun yapılmaması VECP'nin reddedilmesine neden olacaktır. Bakanlığın incelemesini engelleyen eksik ya da düşük kaliteli bir VECP de VECP'nin reddine neden olabilir.
12. Yüklenici, geri ödemenin yükleniciye gönderilmesi ve yükleniciye ödeme şartlarının tatmin edici bir şekilde müzakere edilmesi ve VECP bakanlığa sunulmadan önce kabul edilmesi koşuluyla, VECP'nin onaylanmış bir taşerondan gönderilmesini teşvik edecektir. Taşeronlar, yüklenici hariç bir VECP gönderemezler.
13. Bakanlık tarafından onaylanan bir VECP, sözleşme belgelerinde ve ilerleme programında revizyon olarak kabul edilir. Sonuç olarak, eğer bir VECP'nin uygulanması sırasında tatmin edici olmayan sonuçlar elde edilirse veya ayarlamalar yapılması gerekiyorsa, işin reddedilmesi, işin kaldırılması, işin eklenmesi veya işin revizyonu Standart Şartnamelere uygun olarak değerlendirilir.
14. VECP inşaat tasarruf analizinde referans verilen tüm sözleşme ödeme kalemleri ve miktarları bakanlık onaylı sözleşme hükümleri olacaktır. Herhangi bir ilave iş, bir iş ihmalinin dahil edilmesi veya diğer saha değişikliklerinin VECP tasarruf hesaplamalarında kullanılmadan önce yetkilendirilmesi gerekir.
15. VECP ile ilgili hiçbir çalışma zorla hesap altında yapılmayacaktır. VECP onaylanmadan önce VECP ile ilgili herhangi bir sözleşme ödeme kalemi için anlaşılmalı fiyatlara ulaşılmalıdır. Yüklenici, ilgili işin belirlenmesinde makul bir özen göstermiş sayılırsa, ancak VECP çalışması sırasında işin karakterinde önemli bir değişiklik meydana gelirse, bakanlık yeni kabul edilen fiyatları düşünebilir.
16. Yüklenici, VECP onaylandığı zaman bakanlıktan yazılı bir bildirim alacaktır. VECP onayından önce verilen malzeme siparişleri yüklenicinin riski altında sunulacaktır.

17. Bir VECP onaylandıktan sonra, VECP bir değişiklik emri olarak sunulacak ve buna göre işlenecektir. Zamana duyarlıysa, §104-02'ye göre ek işin ileri yetkilendirilmesi talepleri, Değişiklikler, Koşullu İşlemler, Ekstra İş ve Kesintiler düşünölmüş olacaktır. Yüklenici, tüm uygun bilgileri mühendise zamanında teslim etmekten sorumludur.

4.15 Ödemeler

Eğer VECP bakanlıkça kabul edilirse, değişiklik ve ödemeler bir değişiklik emriyle onaylanacaktır. Yükleniciye geri ödeme aşğıdaki gibi yapılacaktır:

- Bir VECP, biri VECP inşaat tasarrufu için diğeri VECP tasarım maliyeti için iki ayrı ödeme sunar. Sözleşme ödeme kalemi VECP inşaat tasarrufları ile birlikte değişir ve yükleniciye tasarım bedeli iadeleri tek bir değişiklik sırasına göre yapılmalıdır.
- Bakanlık, yükleniciye VECP inşaat tasarruflarının% 50'sini ödeyecektir. VECP inşaat tasarrufları, uygulanan VECP ile fiili sözleşme maliyetleri ve nihai inşaat esasına dayanarak VECP'yi uygulamadan sözleşme işini tamamlamanın maliyetinin ne kadar olacağına detaylı bir tahminidir. Nihai inşaat tasarrufu farklıysa Resmi VECP'de tahmin edilen miktardan, bir düzeltme yapılabilir ve başka bir değişiklik sırasına dahil edilebilir. Yükleniciye yapılan VECP inşaat tasarruf geri ödemeleri, VECP çalışması tamamlanıncaya kadar ödenmeyecektir (tamamlanmış VECP çalışmasına ilişkin ilerleme ödemelerine izin verilir.) Bakanlık, yüklenicinin VECP inşaat tasarrufundaki payını nihai sözleşme muhasebesine kadar olan kısmının tümünü veya bir kısmını kesebilir. İçinde nihai sözleşmelerde VECP uygulamasının fiilen inşaat tasarrufuna yol açmaması durumunda, yüklenici VECP inşaat tasarruf ödemesi almayacaktır. Bakanlık, VECP'nin uygulanması nedeniyle inşaat tasarrufuna karar vermede tek hakimdir. Yüklenici gerekli tüm VECP belgelerini sunana kadar bakanlık, VECP inşaat tasarruf geri ödemesini kesecektir.
- Bir VECP için bir tasarım maliyeti sunulması durumunda, Bakanlık, yükleniciye kavramsal VECP onayından sonra yapılan tasarım için makul maliyetin % 50'sini ödeyecektir. Bakanlık onayı için gönderilen tasarım maliyetinin makul olmadığı kabul edilirse, makul görölen tasarım maliyetinin sadece % 50'si geri ödenir. Her

VECP, bununla ilgili bir tasarım maliyetine sahip olmayacaktır. Bakanlık, tasarım maliyetinin makul olup olmadığının belirlenmesinde tek hakimdir. Geri ödeme yapılabilir tasarım maliyetleri mühendislik değişiklikleri içindir. Teklifin hazırlanması ve sunulması (örneğin tasarruf analizi, ilerleme planlaması vb.) tasarım maliyetleri olarak kabul edilmez ve geri ödenmez. Geri ödeme yapılabilir VECP tasarımı bir danışman tarafından veya doğrudan yüklenici tarafından yapılabilir. Yüklenici, bakanlık tarafından gerçekleştirilen herhangi bir VECP tasarımından talep edemez. Tasarım bedeli, destekleyici belgelerle birlikte toplam tutar olarak sunulur. Destekleyici belgeler kalemlenmiş doğrudan maaş masraflarını (oranlar ve saatler), ek masrafları (yalnızca danışman tasarımı için) ve doğrudan maaş dışı masrafları içerecektir. Doğrudan maaş masrafları ve ek masraflar için yapılan ödemeler, Müşavir Mühendislik anlaşmaları için geçerli bakanlık geri ödeme politikalarıyla sınırlı olacaktır. Danışman tasarımı için, doğrudan teknik maaşlar üzerindeki makul ek masraflar geri ödenecektir. Yüklenici tasarımı için, ek ücret doğrudan maaş maliyetleri için geri ödenmez. Yüklenici ya da bir danışman tarafından yapılan masraflar doğrudan maaşsız masraflar için ek masrafa tabi değildir. Doğrudan maaşsız maliyetler için yapılan ödemeler, ödenen fiili maliyette yapılır. Bazı doğrudan maaş dışı maliyetler (barınma, yemekler, yol) için, devlet kontrolörü tarafından geri ödeme oranlarının aşmayacağı azami oranlar uygulanmaktadır. Doğrudan maaş maliyetlerinin, genel masrafın ve doğrudan maaş dışı maliyetlerin alt toplamı "profesyonel hizmet ücreti" olarak kabul edilir ve §109-05B.3 uyarınca geri ödenir. Servis ücretleri, yüklenicinin sözleşme denetimi için maksimum % 5 ve danışman doğrudan maaş masrafları için gönderilen ek yüklere ek olarak izin verilir. Tüm tasarım maliyetleri denetime tabidir. Ek destekleyici belgeler (makbuzlar, zaman çizelgeleri vb), bakanlık tarafından talep edilmesi halinde zamanında temin edilecektir. Resmi bir VECP'nin kavramsal VECP ile ortaklaşa sunulması durumunda, kavramsal VECP onaylandığı takdirde, bakanlık, yükleniciye resmi VECP'nin geliştirilmesine özgü tasarım maliyetinin % 50'sini (kavramsal VECP'ye yönelik bir şey değil) ödeyecektir.

- Bakanlığın doğrudan maliyet tasarrufu VECP ve yüklenicinin kavramsal olarak onaylanması durumunda, yüklenici VECP uygulama adımlarına devam etmek için

yönlendirilir ve bakanlığın veya yüklenicinin eylemlerinden dolayı % 50 ne olursa olsun nihai onay alınmaz. Toplam makul tasarım maliyetleri, yükleniciye geri ödenecektir. İşe devam etmek, malzeme temin etmek ve fabrikasyona başlamak için "önceden" yazılı onay verildiyse; reddedilme durumunda iş ve imalat masrafları §109-05 Ekstra İş ve Zamanla İlgili Tazminat uyarınca geri ödenecektir. Sadece sözleşmeye dahil edilmemiş ve sözleşmeye özgü olmayan malzemeler (yani yeniden stoklanamaz) ödeme için değerlendirilecektir.

- Kavramsal VECP veya önceki hazırlıklar için yapılan hiçbir masraf için geri ödeme yapılmayacaktır.
- Bir sözleşme için birden fazla VECP'nin onaylanması durumunda, inşaat tasarrufları ve tasarım maliyetleri her VECP için ayrı ayrı izlenecektir.
- Kavramsal ya da resmi VECP prosedürünün bilgi gereksinimlerini karşılamak için bir VECP için çok sayıda bilgi sunumu gerektiğinde ve sözleşme zamanlaması gözden geçirilmeden önce olumsuz olarak etkilenecek ve daha sonra onay bakanlık tarafından verilebilir, sonra VECP reddedilebilir. Bu gibi durumlarda, yüklenici tarafından tasarım maliyetleri veya beklenen tasarruf ve / veya kar kaybı için talepte bulunulmayacaktır.
- VECP ödemeleri yalnızca doğrudan tasarruf veya maliyetleri içerir. Dolaylı tasarruf veya maliyetler (zaman, kullanıcı gecikmesi, sözleşme gecikmesi vb.) VECP ödeme hesaplamalarına dahil edilmez. VECP ödemelerinin hesaplamaları, sözleşme süresiyle ilgili konulardaki ödemelerden ve cezalardan bağımsızdır. Eğer bir VECP ilerleme çizelgesini revize ederse, zamanla ilgili hükümlerin dayandığı sözleşme kilometre taşları etkilenebilir. Bir VECP' den kaynaklanan zaman tasarrufu, zamanla ilgili bir sözleşme hükmünde gerçekleştirilebilir. Tersine, eğer bir VECP bir ilerleme programını olumsuz yönde etkilerse, zamanla ilgili sözleşme hükümleri olumsuz yönde etkilenebilir.

4.16 Zaman Tasarrufu

Bakanlık, zaman tasarrufu sağlayacak teklifleri değerlendirir ve aynı zamanda sözleşmenin maliyetini de artırabilir. Bakanlık, sözleşmeyi tamamlamanın yararlarının

mı yoksa planlanan bitiş tarihinden önce bir aşama mı yoksa dönüm noktası telafi etmenin maliyetteki herhangi bir artışı telafi edip etmediğine dair tek hakim olacaktır. Bu teklifler, Değer Mühendisliği Değişikliği Teklifi oluşturamazken, VECP onay süreci kullanılarak gözden geçirilecektir. §104-10 B. Kavramsal VECP Sunumu ve §104-10 C. Sunumlu VECP sunumunda istenen bilgilere ek olarak, yüklenici bakanlığa tahmini olarak öngörülen süreyi ve bakanlığın görev yapması için yeterli bilgiyi sağlayacaktır. Kullanıcı gecikmesindeki tasarrufların maliyet avantajını hesaplamak ve değerlendirmek. VECP tarafından yaratılan zaman tasarrufları, mevcut zamanla ilgili bir sözleşme hükmünde talep edilebilir. Zaman tasarrufu VECP, sözleşmenin maliyetini arttırırsa, ek maliyet herhangi bir zamanla ilgili sözleşme karşılığı ödemelerinden düşülmez.

4.17 Önemli Değişiklikler

Bir VECP onaylandıktan sonra, gelecekteki önemli değişiklikler artık orijinal sözleşme teklif koşullarına (ilgili malzemenin türü, niteliği veya türü) dayanmak yerine, VECP tarafından ayarlanan koşullara (düzeltilmiş miktarlar, öngörülen saha koşulları ve malzemeler vb.) bakılır. Orijinal sözleşme belgelerinde Ana Kalem olarak tanımlanan herhangi bir madde, VECP' den kaynaklanan miktar veya fiyattaki değişiklikten bağımsız olarak, yine de Ana Kalem olarak kabul edilir. Tüm önemli değişikliklere resmi VECP onayından önce karar verilmelidir. Resmi VECP onayından sonra, VECP çalışmasında öngörülemeyen bir değişiklik için karakterinde önemli bir değişikliğe neden olursa, miktarlar ve fiyatlar ayarlanabilir ve VECP tasarrufları buna göre ayarlanır.

ABD'de Ulaştırma Departmanı, Federal Karayolları İdaresi Başkanlığı (FHWA) tarafından eyalet bazında yapılan değer mühendisliği çalışmalarının 2018 yılına ait tasarrufları aşağıda verilmiştir [17]. Bu tablo incelendiğinde 2018 yılına ait toplam tasarrufun \$1.189.131.213 olduğu görülebilir.

Çizelge 4.2 ABD’de Değer Mühendisliği Uygulaması Sonucu 2018 Yılı Tasarruflar [17]

Eyalet	Ulaştırma Bakanlığının Değer Mühendisliği Çalışmaları	Çalışmalar - Danışmanlar	Toplam Çalışma	Toplam DM Çalışma Ücreti	FY18’de İncelenen Projelerin Toplam Tahmini Maliyetleri	Önerilen Değer Mühendisliği Çalışmaları	Önerilen Değer Mühendisliği Çalışmalarının Değeri	Onaylı Değer Mühendisliği Tavsiyesi	Onaylanmış Değer Mühendisliği Önerileri Değeri	Onaylı Değer Mühendisliği Değişim Teklifleri	Onaylanmış Değer Mühendisliği Değişim Teklifleri Değeri	Yatırım Getirisi	Tasarruf Edilen Miktarın Proje Tutarının %	Eldedilen Toplam Tasarruf
Alabama	0	1	1	\$30,207	\$56,756,173	6	\$37,007,000	4	\$14,325,000	3	\$269,324	474	25%	\$14,594,324
Alaska	0	4	4	\$320,180	\$510,950,007	51	\$15,664,000	36	\$7,807,000	0	\$-	24	2%	\$7,807,000
Arizona	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	4	\$844,030	0	0%	\$844,030
Arkansas	2	0	2	\$-	\$304,410,180	1	\$602,000	0	\$-	2	\$2,871,214	0	0%	\$2,871,214
California	0	20	20	\$1,145,000	\$4,178,368,000	105	\$626,204,000	57	\$232,856,000	28	\$3,373,237	203	6%	\$236,229,237
Colorado	4	4	4	\$210,187	\$458,261,423	66	\$63,067,519					0	0%	\$-
Connecticut	3	1	4	\$85,500	\$56,880,000	15	\$5,758,650	3	\$151,000	0	\$-	2	0%	\$151,000
Delaware	1	0	1	\$30,000	\$74,000,000	19	\$1,750,000	5	\$1,000,000	0	\$-	33	1%	\$1,000,000
District of Columbia	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	0	\$-	0	0%	\$-
Florida	2	21	23	\$1,317,600	\$3,580,236,600	150	\$344,878,839	87	\$180,537,167	26	\$9,870,801	137	5%	\$190,407,968
Georgia	0	9	9	\$325,253	\$335,073,710	93	\$116,814,577	46	\$19,153,348	7	\$3,172,106	59	6%	\$22,325,454
Hawaii	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	0	\$-	0	0%	\$-
Idaho	0	2	2	\$156,000	\$277,628,000	36	\$61,962,000	16	\$15,921,000	0	\$-	102	6%	\$15,921,000
Illinois	0	4	4	\$509,782	\$401,650,000	39	\$75,989,000	15	\$11,815,000	0	\$-	23	3%	\$11,815,000
Indiana	1	1	2	\$-	\$1,797,000,000	22	\$300,000,000	0	\$-	0	\$-	0	0%	\$-
Iowa	2	2	2	\$50,000	\$169,000,000	7	\$4,426,416	0	\$-	14	\$932,472	0	0%	\$932,472
Kansas	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	5	\$1,503,137	0	0%	\$-
Kentucky	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	5	\$1,503,137	0	0%	\$1,503,137
Louisiana	0	3	3	\$134,400	\$216,000,000	49	\$92,915,035	4	\$11,970,000	1	\$76,000	89	6%	\$12,046,000
Maine	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	0	\$-	0	0%	\$-
Maryland	0	2	2	\$163,089	\$120,600,000	27	\$27,929,900	3	\$1,740,156	0	\$-	11	1%	\$1,740,156
Massachusetts	0	2	2	\$187,100	\$163,628,175	23	\$37,832,857	12	\$26,710,711	1	\$219,000	143	16%	\$26,929,711
Michigan	5	5	10	\$272,844	\$270,962,907	35	\$7,922,893	5	\$2,074,114	7	\$1,336,460	8	1%	\$3,410,574
Minnesota												0	0%	\$-
Mississippi	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	3	\$162,357	0	0%	\$162,357
Missouri	1	2	3	\$52,001	\$30,150,547	31	\$122,548,000	7	\$8,676,000	31	\$2,775,293	167	29%	\$11,451,293
Montana	0	1	1	\$52,216	\$76,200,200	7	\$17,800,000	6	\$12,989,000	1	\$33,102	249	17%	\$13,022,102
Nebraska												0	0%	\$-
Nevada												0	0%	\$-
New Hampshire	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	1	\$10,027	0	0%	\$10,027
New Jersey	1	0	1	\$30,544	\$143,000,000	3	\$15,500,000	1	\$-	4	\$879,000	0	0%	\$879,000
New Mexico	0	1	1	\$16,300	\$45,700,000	14	\$4,000,000	5	\$3,300,000	0	\$-	202	7%	\$3,300,000
New York												0	0%	\$-
North Carolina	9	1	10	\$34,000	\$1,190,000,000	70	\$19,000,000	25	\$6,500,000	3	\$244,609	191	1%	\$6,744,609
North Dakota	0	0	0			0		0		0		0	0%	\$-
Ohio	3	0	3	\$23,171	\$197,105,876	4	\$27,389,280	2	\$27,389,280	7	\$2,565,542	1182	14%	\$29,954,822
Oklahoma												0	0%	\$-
Oregon	3	1	4	\$245,000	\$657,937,260	28	\$51,044,000	14	\$28,835,000	6	\$160,000	118	4%	\$28,995,000
Pennsylvania	1	7	8	\$540,036	\$739,833,634	77	\$45,732,561	41	\$19,409,921	6	\$1,354,615	36	3%	\$20,764,536
Puerto Rico	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	0	\$-	0	0%	\$-
Rhode Island	0	0	0	\$-	\$-	1	\$(102)	1	\$(102)	1	\$(102)	0	0%	\$(203)
South Carolina												0	0%	\$-
South Dakota												0	0%	\$-
Tennessee	4	0	4	\$18,000	\$189,840,700	1	\$66,000	1	\$66,000	4	\$455,144	4	0%	\$521,144
Texas	0	28	28	\$766,029	\$5,099,870,220	271	\$474,764,906	145	\$372,073,700	0	\$-	486	7%	\$372,073,700
Utah	0	1	1	\$50,535	\$152,000,000	49	\$934,000	8	\$(1,268,999)	4	\$798,757	-25	-1%	\$(470,242)
Vermont												0	0%	\$-
Virginia	6	1	7	\$199,839	\$403,989,944	19	\$29,752,663	8	\$11,028,000	0	\$-	55	3%	\$11,028,000
Washington	0	5	5	\$256,233	\$691,106,184	34	\$410,725,000	11	\$128,422,000	2	\$39,500	501	19%	\$128,461,500
West Virginia	0	0	0	\$-	\$-	0	\$-	0	\$-	2	\$1,611,415	0	0%	\$1,611,415
Wisconsin	0	1	1	\$30,000	\$28,000,000	3	\$1,495,000	1	\$1,136,000	26	\$4,190,802	38	4%	\$5,326,802
Wyoming	2	0	2	\$13,000	\$31,824,554	16	\$8,390,111	5	\$908,843	0	\$-	70	3%	\$908,843
Central Federal Lands	1	0	1	\$45,500	\$32,000,000	4	\$3,358,230	4	\$3,358,230	1	\$500,000	74	10%	\$3,858,230
TOPLAM	45	130	175	\$7,309,548	\$22,679,964,294	1,376	\$3,053,224,335	578	\$1,148,883,369	200	\$40,247,844	157	5%	\$1,189,131,2

UYGULAMALARLA DEĞER MÜHENDİSLİĞİ

Tezin bu bölümünde dünyada değer mühendisliği uygulanmış projeler ya da proje kısımlarının değer mühendisliği uygulaması ve değerler tanımlanmıştır. Aşağıda yazarın yer aldığı projelerdeki örneklerde görüleceği gibi proje dahilinde bulunan bileşenlerin fırsatlar değerlendirildiğinde ve uygun değer mühendisliği uygulaması yapıldığında istenilen değer artışları sağlanabilmektedir.

5.1 Örnek 1

Proje: DP World Yarımca Konteyner Terminali Projesi

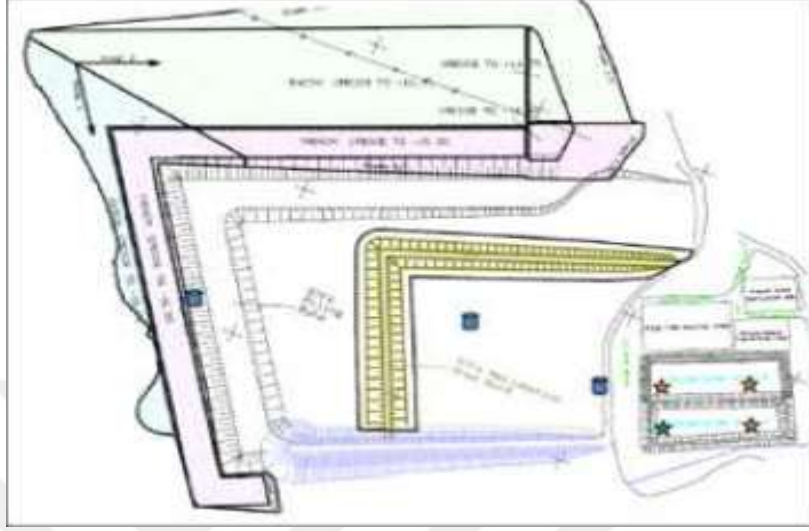
Proje Özeti: Yarımca Konteyner Terminali Projesi, İzmit Körfezi'nde yer alıp İzmit'e 20 km İstanbul'a ise 80 km uzaklıkta eski porselen fabrikası arazisinde inşaa edilmiştir. Ayrıca, proje Türkiye'nin en büyük rafinerisi olan Tüpraş'a komşu olacaktır. Toplam inşaat alanı 504.883 m² olup, 212.718 m²' si kara, 257.165 m²'si deniz (ıslah edilip) ve 35.000 m²'si ise daha önce ıslah yapılmış alanlardan oluşmaktadır.

Çalışma: Denizden Taranan Malzemenin Geri Dolguda Kullanılması için Siltin Ayrıştırılması

Orjinal Fikir: Kil havuzu oluşturularak, malzemenin ayrıştırılıp gevşek kumun ıslah alanına doldurulması ve çamur malzemenin deniz yolu ile uzaklaştırılması

Değer Mühendisliği Önerisi: Taranan gevşek kumun direkt olarak ıslah alanına basılması, SoilTain ile malzemenin süzülmesi, dubalara yüklenerek malzemenin uzaklaştırılması

5.1.1 Orjinal Tasarımın Analizi: Geçici Havuzda Biriken Siltin Atılması



Şekil 5.1. Genel Görünüm

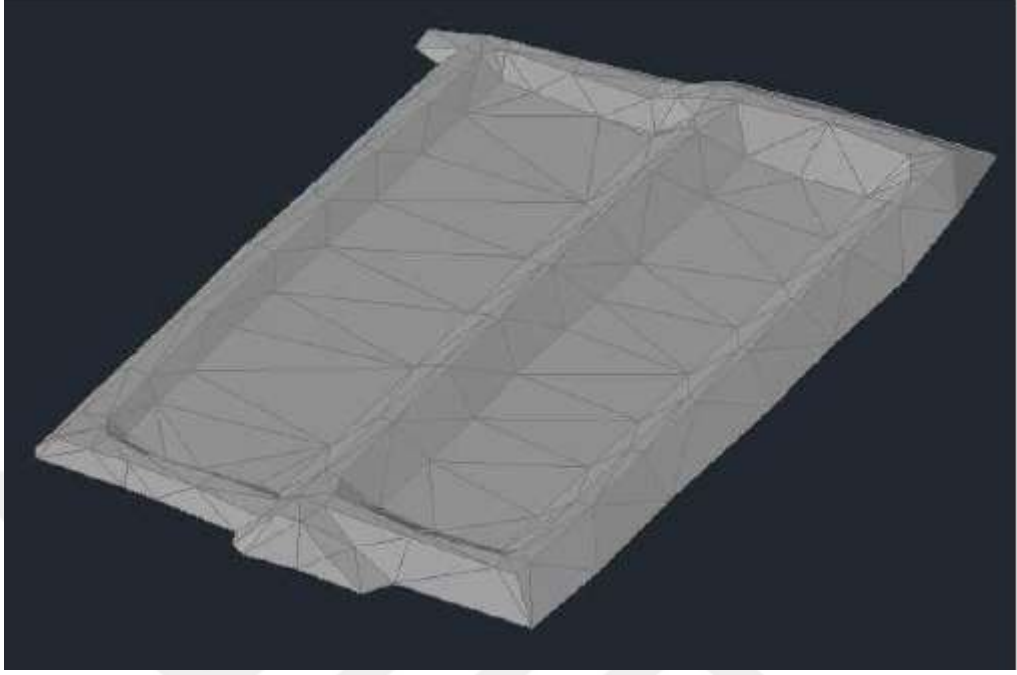
Islah alanı dolgusunun yapılacağı deniz alanı yüzeyinde bulunan 2-3 m gevşek kumun taranması ile;

1. Islah sahasının büyük kısmına herhangi bir zemin iyileştirmesi yapılmasına gerek kalmamıştır.
2. Taramadan elde edilen kum ile 2. alan olarak oluşturduğumuz alanın dolgusu yapılmış ve böylece taranan kumun uzaklaştırılmasına ve dışarıdan malzeme getirilerek dolguda kullanılmasına gerek kalmamıştır.

Tarama faaliyetleri başlamadan önce deniz sahasının İzmit tarafında iki adet geçici havuz yapımına başlandı. Bu havuzların yapılmasındaki amaç "Islah Bantı 2" yapılmadan önce bandın altındaki siltli malzemeyi alarak bandın gelecekte yapması muhtemel oturmaları minimize etmektir. Yapılan bu iki adet havuz sayesinde de taranan malzemenin ayrıştırılması, çıkan kum ve çakıl malzemeleri ise geri dolguda kullanılması planlanmıştır.

Oluşturulacak olan iki adet havuzlardan büyük olanı 35.000 m³ olup, küçük olan 20.000 m³ kapasitelidir.

Havuzların çeperlerini oluşturan testlerden geçen malzeme kara alanire kazısından getirilerek öncelikli olarak büyük havuzun yapımına başlanmıştır.



Şekil 5.2. Havuzların 3D Görünümü

Küçük havuzun yapımı tamamlanmadan önce iki havuz arasında bağlantıyı sağlamada kullanılmak üzere 3 farklı kotta ve toplam 12 adet boru yerleştirildi. Havuzlar arası iletim borularından görünüm aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.3. Havuzlar Arası İletim Boruları



Şekil 5.4. Yapımı Tamamlanan Büyük Havuza Taramadan Gelen Malzeme Pompalanması

Uzunluğu 620 m olan bantın üst genişliği 7 metre olacak şekilde imal edilmeye başlanmıştır. Bu bantın zemininden taranan toplam malzeme ise 35888 m³ tür.



Şekil 5.5. Tarama Genel Görünüm



Şekil 5.6. Tarama Malzemesinin Taşınması

Geçici havuz içerisinde biriken malzemenin 6137 m³ atık silt olduğu hesaplanmıştır. Malzemenin ayran kıvamından olmasından dolayı döküm sahasına gönderilemeyecek olup sedde yıkımı yukarı sahamızdan gelen hafriyat ile karıştırılarak bir miktarı döküm sahasında gönderilmiştir. Fakat yine de viskozitesi yüksek olan malzeme içerisinde bu oranı azaltmak için 138,95 ton sönmemiş kireç taşı atılarak beklemeye alınmıştır.



Şekil 5.7. Sönmemiş Kireç Atımından Görünüm

Atılan kireç malzeme, malzemeyi kurutmuştur. Fakat henüz döküme gönderilecek hale gelmemiştir. Malzeme aşırı akışkan olduğu için malzeme dinlendirme ve kurutma kanalları açılmıştır. Daha sonra biriken su yüzeyden tahliye edilmiştir. İçeride kalan cıvık silt tekrar bant malzeme ile harmanlanarak ve çevre kazılardan çekilen malzeme ile yoğunluğu artırılarak kamyonla taşınabilecek hale getirmiştir. Daha sonra kamyonlar ile hafriyata gönderilmiştir.



Şekil 5.8. Viskozitesi Düşük Çamur Malzeme

Sedde bozulurken havuz içerisinde kanallar açılarak biriken suyun tahliyesi sağlanmıştır. Mevsimin de etkisiyle akışkanlığı azalan ve 17.05.2014 tarihinde başlanan malzeme gönderimi 25.09.2014 tarihinde tamamlanmıştır.

Geçici bantın söküm aşamalarında kullanılan malzeme, ekipman ve insan gücü aşağıdaki gibidir:

Çizelge 5.1 Geçici Bandın Sökümünde Kullanılan Malzeme, Ekipman ve İş Gücü

Kaynak	Miktar	Tipi
Damperli Kamyon	894,48 h	Makine
Hyundai 290 Ekskavatör	637,44 h	Makine
Volvo 290 Ekskavatör	497,60 h	Makine
Hidromek 370 Ekskavatör	554,00 h	Makine
Kısa Kollu JCB	162,00 h	Makine
Uzun Kollu JCB	150,00 h	Makine
Karada İmha	46418,63 m3	Nakliye
Operatör	150,00 h	İşçi
Hitachi Ekskavatör	22,00 h	Makine
CAT 330 Ekskavatör	105,04 h	Makine
CAT 96F Loader	28,08 h	Makine

Sedde yıkımı devam ederken taranan malzemeler yeniden konumlandırılmış iletim borularıyla reclamation bund içerisine basılmaya devam edilmiştir.



Şekil 5.9. Tarama Dubasından Malzeme Basımı

Uygulama 1'in Maliyet Analizi:

Çamur malzemenin kil havuzu oluşturularak ayrıştırılması ve deniz yolu ile uzaklaştırılması aşamaları için maliyetler aşağıdaki gibidir.

Aşağıda 55,000.00 m3 kapasiteli kil havuzu oluşturulma maliyeti verilmiştir:

Çizelge 5. 2 Uygulama 1'in Kil Havuzu Maliyeti

Kaynak İsmi	Tipi	Miktar	Birim Fiyat (\$)	Toplam Miktar (\$)
Düz İşçi	İşçilik	57	2,8 /h	1276,8
Ustabaşı	İşçilik	19	10,2 /h	1550,4
Hitachi Kiralık Ekskavatör	Makine	5,84	44,54 /h	2080,91
Hitachi Kiralık Ekskavatör Mazot	Makine	5,84	33,13 /h	1547,83
CAT 330 Ekskavatör Kira ve Mazot	Makine	7,19	118 /h	6787,36
Dozer D7 Kira	Makine	4,94	28,35 /h	1120,39

Çizelge 5. 2 Uygulama 1'in Kil Havuzu Maliyeti (devamı)

Damperli Kamyon Kira	Makine	30	23 /h	5520
Uygun Malzemenin Dolgusu	Taşeron	39370,67	2 /m3	78741,34
Uygun Malzemenin Kazısı	Taşeron	39370,67	2,3 /m3	90552,54
CAT 533 Silindir Kira ve Mazot	Makine	1	56,6 /h	452,80
Toplam				193085,83

Daha sonra çamur malzemenin pompa ile kil havuzuna basılması ve havuzun kireç ile kurutulması deniz yolu ile döküm sahasına taşınmasının maliyeti aşağıdadır.

Çizelge 5.3 Uygulama 1'de Çamur Malzemenin Kil Havuzuna Basılması ve Kirecin Deniz Döküm Alanına Taşınma Maliyeti

Kaynak İsmi	Tipi	Miktar	Birim Fiyat (\$)	Toplam Miktar (\$)
Damperli Kamyon Kira	Makine	93,92	23/h	17281,35
Hyundai 290 Ekskavtör Kira	Makine	66,93	37 /h	19811,64
Volvo 290 Ekskavatör Kira	Makine	52,25	37 /h	15465,41
Hidromek 370 Ekskavatör Kira	Makine	58,17	52/h	24198,72
JCB Kısa Kollu Ekskavatör Amortis.	Makine	17,01	20 /h	2721,60
JCB Uzun Kollu Ekskavatör Amortis.	Makine	15,75	20 /h	2520
Karada İmha	Makine	39370,67	11,14 /m3	438589,26
Operatör	İşçilik	32,76	3,5 /h	917,28
Damperli Kamyon Mazot	Makine	93,92	7,35 /h	5522,52
Hyundai 290 Ekskavtör Mazot	Makine	66,93	44,54 /h	23848,93
Volvo 290 Ekskavatör Mazot	Makine	52,25	33,13 /h	13847,81
Hidromek 370 Ekskavatör Mazot	Makine	58,17	69,61 /h	32393,71
JCB Kısa Kollu Ekskavatör Mazot	Makine	17,01	50,82 /h	6915,59
JCB Uzun Kollu Ekskavatör Mazot	Makine	15,75	51,47 /h	6485,22
Hitachi Ekskavatör Kira	Makine	2,31	44,54 /h	823,1
Hitachi Ekskavatör Mazot	Makine	2,31	33,13 /h	612,24
CAT 330 Ekskavatör Kira ve Mazot	Makine	11,03	118 /h	10411,56
Çamur Pompası	Makine	56	36,12 /h	16181,76
Sönmemiş Kireç	Makine	627,52	59,10 /h	37086,43
CAT 966F Loader Kira ve Mazot	Makine	2,95	76,39 /h	1801,83
Deniz Döküm Alanına Taşınması	Nakliye	28000	5,69 /h	159320
Toplam				836755,96

Aşağıdaki tabloda ayrıştırılan gevşek kumun ıslah alanına aktarılmasının maliyeti hesaplanmıştır.

Çizelge 5.4 Gevşek Kumun Islah Alanına Aktarılmasının Maliyetini

Kaynak İsmi	Tipi	Miktar	Birim Fiyat (\$)	Toplam Miktar (\$)
Usta	İşçilik	389,24	10,2/h	31761,98
Operatör	İşçilik	778,48	3,5 /h	21797,44
Hidromek 370 Ekskavatör Kira	Makine	170,95	52/h	71115,20
Hidromek 370 Ekskavatör Mazot	Makine	170,95	69,61 /h	95198,64
CAT 330 Ekskavatör	Makine	104,36	118 /h	98514,33
JCB Loader 467 ZX Amortisman	Makine	2,95	17 /m3	50,08
JCB Loader 467 ZX Oil	Makine	2,95	31,37 /h	739,23
Dozer-D6 Kira	Makine	63,44	28,35 /h	14387,19
Dozer-D6 Oil	Makine	63,44	42,80 /h	21720,35
Toplam				355284,44

Uygulama 1 Toplam maliyeti özet olarak aşağıdaki gibidir:

Çizelge 5.5 Uygulama 1 Toplam Maliyet

Kil Havuzu Maliyeti	193085,83
Çamur Malzemenin Kil Havuzuna Basılması ve Kirecin Deniz Döküm Alanına Taşınma Maliyeti	836755,96
Gevşek Kumun Islah Alanına Aktarılmasının Maliyetini	355284,44
Toplam	1385126,23

5.1.2 Değer Mühendisliği Önerisinin Analizi: Taranan gevşek kumun direkt olarak ıslah alanına basılması, SoilTain ile malzemenin süzülmesi, dubalara yüklenerek malzemenin uzaklaştırılması

Aşağıdaki fotoğrafta kırmızı ile gösterilen kısımda biriken slurry malzemenin susuzlaştırılarak dışarı atılabilmesi için gerekli hazırlıklar yapılmıştır. Beyaz oklarla gösterilen kısımlar ise yapılan sondaj çalışmalarını göstermektedir



Şekil 5.10. Rehabilitasyon Bandı Zemin İyileştirmesi – Genel Görünüm

Çamur havuzunu temizlemek için ise farklı bir yöntem olan dewatering (susuzlaştırma) işlemi yapılmıştır. Bu işlem için gerekli olan malzemeler (toyo pompa, 10''lık ve 6'' lik hortum, trailer, mineral, polimer ve çamur tüpleri) sahaya getirildi. Dewatering (susuzlaştırma) metodunu işlem sırası aşağıdaki belirtilen şekilde gerçekleştirmiştir.

- Toyo pompa ile çamurun havuzdan çekilmesi
- 10'' ve 6'' hortumlar yardımı ile çamurun trailere aktarılması
- Trailerde çamurun mineral ve polimer ile karıştırılması
- 6''lık hortumlar ile karışımın tüplere aktarılması
- Tüplerde çökelen çamurdan ayrılan suyun süzülmesi
- Tüplerin açılarak çamurun sahadan uzaklaştırılması

Çamur havuzunu temizlemek amacıyla sahaya getirilen malzemeler susuzlaştırma işlemi için hazırladı. İlk işlem adımı olarak 110 kW lık toyo pompa vinç yardımı ile havuzundan 350m³/h lik debi ile malzeme çekmeye başlandı. Çekilen malzemenin istenilen ayrışmayı sağlamak için malzemenin içeriği %90 su %10 katı (kil ve silt) olması gereklidir. Bu oran labratuvarda yapılan testler sonucu elde edilmiştir.

Pompa ile malzeme çekimi sırasında bu oranı ayarlamak için vinç operatörüne çekilen malzeme miktarını ve oranını gösteren bir monitör verilmiştir. Operatör bu ekran sayesinde pompayı suyun içinde yukarı ve aşağıya hareket ettirerek istenilen oranı elde etmiştir. İstenilen oranlarda çekilen malzeme 10'' ve 6'' lik hortumlar ile trailere aktarılmıştır.



Şekil 5.11. Toyo Pompa ile Malzeme Çekilmesi

Çamurdan suyu uzaklaştırıp katı malzemenin çökmesini sağlamak için laboratuarda testler yapılmıştır. Bu yapılan testler sonucunda optimum ayrışmayı sağlayan mineral ve polimer olarak iki farklı malzeme belirlenmiştir. Trailere aktarılan malzemeyede flokülasyonun oluşması sürekli control edilir ve buna bağlı olarak kullanılan mineral oranı 2 ila 4 kg/ton DS (Katı Madde) arasında ayarlanır. Buna ilave olarak, 0,5 ila 1 kg/ton polimer kullanılır.



Şekil 5.12. Mineral Malzeme



Şekil 5.13. Polimer Malzeme

Flokülasyonun sonuçlarını anlık olarak kontrol edebilmek adına sisteme bir numune düzeneği kurulmuştur. Bu sistem bir adet saydam tüp ve iki adet vanadan oluşmaktadır. Trailerden gelen karışımı görmek için saydam tüpün altında bulunan vana açılarak saydam tüp içine malzeme alıp eğer istenilen flokülasyon sağlanmış ise katı madde küçük topaklar halinde saydam tüpün dibine çökerken su ise çöken katının üstünde ayrılmış olarak durmaktadır. Bu ayrışma kontrolünü tekrar yapmak için saydam tüpün üstündeki vanadan tüpü boşaltıp işlemi tekrar edilebilir.



Şekil 5.14 Flokülasyon Anlık Kontrolü

Rulo halinde sahaya gelen çamur tüpleri insan gücü ile trailerden çıkan besleme hortumlarının uzunluğuna göre belirlenen yerlere yuvarlanarak serilmektedir. Serilen tüplerin içine malzeme basıldığında tüplerin herhangi bir yerdeğiştirme yapıp şişerken

sağa ve sola yatmasını engellemek için tüpler belirli yüksekliğe gelene kadar tüpün üzerinde bulunan bağlama kulaklarından tonozlara ip ile bağlanmıştır. Her bir çamur tüpünün üzerinde 4 (dört) adet doldurma bacası vardır. Bu bacaların çapları 0,3 m ve uzunluğu 1,0 m'dir. Besleme borusu dolum bacalarından uygun olan birine bant kayış ile sabitlenmiştir. İşlenmiş sulu çamur, 6" lik besleme hortumlar vasıtası ile bu bacalar kullanılarak tüpün içine doldurulmuştur.

Tüplere malzeme basılmaya başladığı andan itibaren flokülasyonu sağlanan malzemede katı (kil, silt) tüpünün dibine çökerken yüzeyde kalan suda, süzülmeyi sağlayacak şekilde tasarlanan çamur tüplerinden dışarıya drene olmaktadır. Drene olan suyun sahaya dağılmasını engellemek için çamur tüplerinin etrafına 60 cm genişliğinde 50 cm derinliğinde drenaj kanalları açılmıştır. Açılan kanallarla herhangi bir kazaya sebebiyet vermemek için kanalların etrafı güvenlik şeridi ile çevrilmiştir. Bu kanallar ile su sahaya dağılmadan kontrollü bir şekilde tahliye edilmiştir.

Tüpler 1,00 m yüksekliğe ulaştıktan sonra içindeki katı miktarı arttığından dolayı çamur tüpünde süzülmenin gerçekleştiği gözeneklerin tıkanmasını önlemek ve suyun daha iyi drene olmasını sağlamak amacı ile çamur tüplerinin üzerlerine kompaktör ile kompaksiyon yapılmıştır. Tüpleri doldurma ve kompaksiyon işlemine tüplerin max. yüksekliği olan 2,10 m seviyesine gelene kadar devam edilmiştir. Çamur tüpünün yüksekliği maksimum seviyeye gelince tüplere malzeme basılma işlemine sona verilip ve tüpler nihayi süzülme için 10 gün bekleme bırakılmıştır.



Şekil 5.15 Tüplere Malzeme Basılması ve Nihayi Bekleme

Nihayi bekleme boyunca hergün tüplerde bulunan doldurma bacalarından numune alınıp kontrol edildi. 10 gün sonunda alınan numunelere bakıldıktan sonra tüplerin içindeki malzeme taşımaya müsait ise tüpler açılıp taşımaya müsait değilse bekleme süresi de uzatılabilirdi. Tüpler taşınmaya müsait hale geldiği zaman bir falçata ile tüpler kontrollü bir şekilde kesilerek açılmaktadır.



Şekil 5.16 Çamur Tüplerinin Açılması

Ortaya çıkan malzemenin sahadan uzaklaştırılması 4(dört) aşamada gerçekleşmiştir.

- Çıkan malzemenin ekskavatör ile kamyonu yüklenmesi
- Kamyonlar ile yükleme havuzuna boşaltılması
- Yükleme havuzundan split dump barge yüklenmesi
- Gemi ile atık sahasına boşaltılması



Şekil 5.17 Malzemenin Kamyonlara Yüklenmesi

Tüpler açıldıktan sonra her bir tüpten 600 m³ malzeme çıkmaktadır. Tüplerden çıkan malzeme ekskavatör yardımı ile kamyonlara yüklenmiştir. Kamyonlar yükleme havuzuna malzemeyi boşaltmıştır. Buradan da uzun bomlu ekskavatör ile split dump barge'a yüklenmiştir. Her bir çamur tüpü bir split dump barge doldurmaktadır. Split dump barge'ların yükleme sona erince gemi boşaltım sahasına giderek malzemeyi boşaltıp böylelikle susuzlaştırılmış silt malzeme sahadan güvenli bir şekilde uzaklaştırılmıştır.

Geotekstil susuzlaştırma tüpleri "tek kullanımlık" malzeme olduğu için işlenmiş çamur taşındıktan sonra kalan tüp artıkları çevreye kirlilik vermeyecek şekilde yerel düzenlemelere göre imha edilmiştir.

Uygulama 2'nin Maliyet Analizi:

Çamur malzemenin SoilTain tüplerle susuzlaştırılarak ayrıştırılıp, malzemenin deniz yolu ile uzaklaştırılması aşamaları için maliyetler aşağıdaki gibidir.

Çizelge 5.6 Uygulama 2 Toplam Maliyeti

Kaynak İsmi	Tipi	Miktar	Birim Fiyat (\$)	Toplam Miktar (\$)
Damperli Kamyon Kira	İşçilik	98,08	23 /h	18046,72
JCB Kısa Kollu Ekskavatör Amortisman	İşçilik	49,04	20 /h	7846,4
Hitachi Zaxis Uzun kol Ekskavatör	Makine	49,04	35,83 /h	14056,83
Denizde İmha	Nakliye	28000	5,69 /h	159320
Soil Tain Taşeron Maliyeti	Taşeron	1	550000 /ls	550000
Operatör	İşçilik	98,08	3,5 /h	2746,24
Damperli Kamyon Mazot	Makine	98,08	7,35 /h	5767,1
JCB Kısa Kollu Ekskavatör Mazot	Makine	49,04	50,82 /h	19937,7
Hitachi Zaxis Uzun kol Ekskavatör	Makine	49,04	49,36 /h	19364,92
Çamur Pompası	Makine	68,66	36,12 /h	19838,84
Toplam				816924,75

Uygulamalar tarafından sağlanan faydalar/sonuçlar:

Maliyet etkisi:

- Uygulama 1’de toplam maliyet 1,385,126.23 USD,
- Uygulama 2 maliyeti 816,924.75 USD,
- İki uygulama arasındaki fark ise ise 568,201.48 USD olarak hesaplanmıştır. Maliyet açısından %42 tasarruf yapılmıştır.

Zaman Etkisi:

- Uygulama 1’de kil havuzu oluşturulması, malzemenin ayrıştırılarak gevşek kumun ıslah alanına doldurulması ve çamur malzemenin deniz yolu ile uzaklaştırılması toplam 451 çalışma günü olarak hesaplanmıştır.
- Uygulama 2’de ise taranan gevşek kumun direkt olarak ıslah alanına basılması, SoilTain ile malzemenin süzülmesi, dubalara yüklenmesi ve malzemenin uzaklaştırılması ise 359 gün olarak planlanmıştır. Süresel bazda açısından %21 tasarruf yapılmıştır.

5.2 Örnek 2

Proje: SAFI Limanı Projesi

Proje Özeti: Fas’ın güney batısında ve Kazablanka’ya yaklaşık 250 km mesafede bulunan Safi şehrindeki proje kapsamında yaklaşık 3 Km ve max.’da -18 metre derinliğinde mendirek inşaatı ve 390 metre uzunluğunda rıhtım inşaatları bulunmaktadır.

Çalışma: Okyanusta kıyı koruma taşı yerleştirilmesi

Orjinal Fikir: Dalgıçlar vasıtasıyla taşların yerleştirilmesi

Değer Mühendisliği Önerisi: Kara ekipmanları ile okyanusta büyük taş yerleştirme

Projenin okyanus kenarında olması ve 7 metreye varan dalga yükseklikleri, standard kıyı koruma taşı yerleştirme ve çekirdek dolgu şevinin teşkil etme metodlarının hızını oldukça düşürmüştü. Bu düşüşün temel sebepleri, dalgıçların güvenle suya girememesi ve derinliklerden ötürü su altı görüşünün büyük ölçüde düşmesidir. Yapılan

değer mühendisliği çalışmasıyla taş yerleştirmede kullanılan ekipmanların, kompleks GPS sistemleri ile güçlendirilerek, operatör tarafından kolay idare edilmesi ve dalgıçlardan ve su altı görüşünden bağımsız hale getirilmesi üzerine çalışma yapıldı.

Yapılan çalışmada, dalgıç kullanmadan, operatörün bir ekran üzerinde mevcut kesitleri ve proje kesitlerini görmesine olanak vererek, çalışmanın hızlandırılmasını sağlayacaktır. Neticede, yeni sistem sayesinde mevcut üretim kapasitesinin minimum dört kat artarak projenin süresi ve maliyetleri azaltmıştır. Ayrıca dalgıçların dalga boylarının aniden değiştiği bir ortamda çalışmaması iş güvenliği açısından da kazanım sağlanmıştır.

Çizelge 5.7 Örnek 2 Değer Çalışmasının İş Programına Yansıması

Proje Süresine Etki	Başlangıç	Bitiş
Değer Mühendisliğinden Önce	11.03.2013	08.03.2019
Değer Mühendisliğinden Sonra	11.03.2013	01.04.2018



Şekil 5.18 Safi Limanı Kara Ekipmanları ile Taş Yerleştirilmesi

Değer Mühendisliği Önerisi: 1 ton üzerindeki taşların yerine precast core-loc konulması için çalışma yapılmıştır.

Yapılan maliyet çalışmasında 1-5 ton arası taşlar (66.174 ton) yerine, 1m3 luk Core-Loc (11.004 adet) kullanıldığında maliyetin toplam 44.924,520 OMR artacağı hesaplanmıştır.

Maliyet artışına rağmen aşağıdaki nedenlerden dolayı 1 ton üzeri taşların yerine coreloc uygulaması yapılarak proje tamamlanmıştır. Maliyet artışına rağmen kalitenin artması, değerinde artmasına neden olmuştur. Aşağıda kazanımların özeti paylaşılmıştır.

- Rock Armour'a göre corelocların daha hızlı yerleştirilmesi, proje süresinin kısılması
- Proje mendirek yapısının dizayn edilenden daha kuvvetli olması
- Armour Rockların çatlama probleminden dolayı işin tekrarlanması, beklenmeyen maliyet artışlarının olması
- Şirketin itibarı
- İşverenin kaliteye yönelik şikayetlerinin artması
- Çalışanların tekrarlanan iş karşısındaki motivasyon düşüşlerinin engellenmesi



Şekil 5.21 Armour Rock yerine kullanılan Corelocların Görünümü



Şekil 5.22 Proje Bitim Genel Görünü

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada bütün sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de firmalar arası rekabet gün geçtikçe artmaktadır. Rekabet içerisindeki firmalar birbirleri ile yarışabilmek için müşterilerine yenilikler, kolaylıklar, düşük fiyatlar ve kalite ile hitap etmektedirler. Değer mühendisliği rekabet için en önde gelen silahlardan biri konumuna gelmiştir. Değer mühendisliğinin asıl amacı kalite – zaman - maliyet üçgenindeki her bir unsur arasında optimizasyon yapılmasıdır.

Günümüzde projelerde değer mühendisliği tekniği farkında olmadan ortaya çıkan sorunlara çözüm getirmek kaydıyla birçok projede uygulanmaktadır. Ancak maksimum etkinliği elde etmek için tasarım aşamasında sistematik bir ekip çalışması gerekmektedir. Sistematik yaklaşım sonucunda elde edilecek potansiyel tasarrufların büyüklüğü Pareto'nun mal dağıtım yasası diyagramı ile açıklarsak bir projenin tasarım aşamasında yapılan sistematik değer mühendisliği çalışması projenin toplam maliyetinin %80'ine varan üretim aşamasındaki etkisi çok daha fazladır.

Değer mühendisliği ile geliştirilen üretim teknikleri bir ürünün kalitesinden ödün vermeden maliyetini düşürmek, maliyeti sabit tutup kaliteyi yükseltmek ya da üretim sürecini kısaltmak için yapılmaktadır. Unutulmamalıdır ki değer mühendisliği çalışması sadece yüklenicinin tasarrufu değil hem yüklenicinin hem de müşterinin menfaatleri doğrultusunda projede yapılan tasarruflardır. Yüklenicinin sadece kendi için yaptığı tasarruf bir nevi ekonomi yapmaktır.

Dünyadaki değer mühendisliği kullanılmış projelere bakıldığında hemen hemen hepsinin mühendislik yapılarında uygulandığını görebiliriz. Çünkü analizler göstermektedir ki kaba inşaat yapısında uygulanan değer mühendisliği tekniği sayesinde elde edilen tasarruf ya da kalite artışlarının, inşaat bitirme işlerinde elde edilecek muhtemel tasarruflardan kat kat fazla olduğu görülmektedir. Örnek olarak Amerikan Birleşik Karayolları Yönetimi değer mühendisliğini kendi şartnamelerine zorunluluk olarak koymuştur.

Her iki tarafın da menfaatini düşünen ve kazan-kazan mantığını içerisinde barındıran bu uygulama ile inşaat sektörü kendi içerisindeki gelişimini bu unsurlar sayesinde hızlandırmaktadır. Artan kalite ve düşen maliyetler de her iki tarafın daha verimli iş görmesini sağlar.

Dünya üzerinde inşaat sektöründe değer mühendisliği çalışmasını sistematik olarak sadece ABD kökenli firmalar uygulamaktadır. Avrupa'da birkaç örneğe bakıldığında bunların da ABD kökenli firmalar tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Türkiye'de ise başarılı bir değer mühendisliği çalışması örneği yoktur. Bunun nedeni son elli yıldır inşaat sektöründe benimsenmiş sistem yaklaşımı ve profesyonel yönetim anlayışının tüm dünyaya eşit tesir edememesindedir. Amerikan firmaları devlet desteği ve koşullandırması ile zorunlu hale getirilmiş fonksiyonellik ve sistematikliği kendi bünyelerine yerleştirmiş olmalarından dolayı bir adım öndedirler.

Amerika ve benzer ülkelerin bu sektöre bu kadar yatırım yapmadığı halde DM zorunlu tuttuğu ortamda ülke ekonomimizin lokomotif sektörü konumundaki inşaat sektöründe değer mühendisliği sistematik bir biçimde kullandığında projelerdeki verimlilik ve karlılık artacak neticesinde Türk İnşaat Ekonomisine önemli bir katkısı olacak ve ülkemizde geri dönüşü daha fazla olacaktır. Türk İnşaat Firmalarının Dünya çapında mevcut konumunu düşündüğünde bu uygulamaların Türk firmalarının daha iyi konumlara gelmesine, özellikle ürün sürecini hızlandırma özelliği ve üretim maliyetlerini nasıl azaltılabileceği sorusuna cevap bulması sayesinde yurt dışında rekabet güçlerini arttırarak ülkemize kar ve prestij açısından fayda sağlayacaktır. Kamu kuruluşlarımızın bu tekniği kendi yatırımlarında kullanması durumunda, bütün kamu yatırımları düşünüldüğünde çok ciddi tasarruflar edileceği ve uzun süreli projelerde

ciddi zaman kazancı sağlayacağı net olarak görülecektir. Aynı zamanda iç piyasada sağladığı faydalar düşünüldüğünde son noktada tüketicinin maliyet ve kalite etkenlerinden daha iyi sonuçlarla sağlamanın yanında tüm sektörlerde uygulanması halinde ülke ekonomisinin daha kısa sürede daha nitelikli olarak büyümesi kuvvetle muhtemeldir. DM çalışmasının uygulanacağı projelerin seçimi de oldukça önemlidir. Firmanın yaptığı her projeye DM uygulamak mümkün değildir. Yatırımı geriye döndürme potansiyeli çok olan, karmaşık ve büyük projelerde daha başarılı DM çalışmaları yapılmaktadır. DM çalışmasının da bir maliyeti olduğundan projenin bu maliyeti çıkartıp kâr sağlayacak büyüklükte olması şarttır. Özellikle otoyol -liman gibi kapsamlı ve karmaşık projelerde bu yöntem ile %1 bile kar edilmesi halinde oldukça yüksek gereksiz finansal giderlerin önüne geçilerek göz ardı edilemeyecek karların elde edileceği net olarak görülecektir. Ülkemizdeki Amerika ve benzeri ülkelerle konsorsiyum ile büyük bütçelerle iş yapan ENKA gibi Türk şirketlerimiz zorunluluktan dolayı da olsa bu uygulamayı başarı ile uygulamış ve tamamlamıştır. Bunu ülkemizde yapmanın yolu nasıl Amerika da kamu ihale konununun bir kısmına konulduysa ve zorunlu tutulduysa bizde bunu sektörün inisiyatifine bırakmadan Çevre ve Şehircilik Bakanlığının belli bütçenin üzerindeki projelerde ihale başvuru sırasında zorunlu tutulmasıyla çeşitli kazanımlar sağlanabilir.

Türkiye inşaat sektöründe değer mühendisliği uygulamaları düzenli yapılmaya başlandığında görülecektir ki firmalar arası rekabet artacak ve fiyatlar düşecektir. Daha da önemlisi bunların yanında kalite ve sistematik çalışma artacaktır. Yüklenicilerin kalitesinin ve müşteri memnuniyetinin artması ile Türkiye inşaat sektörü daha da ileriye doğru yol alabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Norton, B.R. VE McElligott, W.C., (1995). Value Management in Construction A Practical Guide, MacMillan, London.
- [2] Mukhopadhyaya, A. K., (2009) "Value Engineering Mastermind" SAGE Publications, New York.
- [3] Fletcher, T. M. (2004) "Integrating Value Engineering Into The Quality Management Framework", Quality Congress ASQ' s Annual Quality Congress Proceedings (American Society For Quality), Milwaukee, 58:553-562.
- [4] Örnek, A.Ş., (2003). "Bir Yönetim Tekniği Olarak Değer Mühendisliği", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 5(2).
- [5] Acar, D. ve Alkan, H., (2003) "Mamul Maliyetlerinin Yönetiminde Etkin Bir Araç: Değer Mühendisliği", Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 8(1).
- [6] Dell' Isola, A.J. ve Kirk, S. J., (1991). Life Cycle Costing for Desing Professionals, McGraw- Hill, London.
- [7] Duran, C. (2007) "Değer Analizinin Uygulama Süreci", Kamu-İş, 9(3):81-96.
- [8] Davis, K. (2004) "Finding Value In The Value Engineering Proves", Cost Engineering, 46(12):24-27.
- [9] Fowler, T. C. (1990) Value Analysis Design Competitive Manufacturing Series, New York.
- [10] Dell'isola A. (2004) "Value Engineering: Pratical Applications", New York.
- [11] Save International (2007) "Value Standard and Body of Knowledge", New York
- [12] United Engineers ve Constructors (Raytheon Company) (1992) "Value Engineering Approach/Procedure, New York.
- [13] Gershenson John K.Hailey Christine E. , Batty J. Clair , Phillips Warren (2002)"Application of Value Engineering Techniques in Curriculum Development and Review" Int. J. Engng, 18(2):140-150.

- [14] Federal Facilities Council Washington (2001) "Sustainable Federal Facilities - A Guide to Integrating Value Engineering, Life-Cycle Costing, and Sustainable Development", Washington.
- [15] Aashto Value Engineering Task Force (2004) "Appendix 9 – Value Engineering In Design, London.
- [16] Mudge, A. E. (1971) Value Engineering, Mc-Graw Hill Book Company, New York.
- [17] Federal Highway Administration 2018 Summary Report <https://www.fhwa.dot.gov/ve/2018/>



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Cansu KAYABAŞI AKSU
Doğum Tarihi ve Yeri :10.09.1989 İstanbul
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :cansu.kayabasi@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İnşaat Müh.	Yıldız Teknik Üniversitesi	2011
Lise	Fen Bilimleri	Cent Koleji	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2018	RENARDET SA	Planlama ve Maliyet Kontrol
2014	STFA	Planlama ve Maliyet Kontrol
2013	ENKA	Planlama Mühendisi
2012	STATICA	Yapısal Dizayn Müh.

