T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DEĞER MÜHENDİSLİĞİ VE UYGULAMALARI

NECATİ EMRE DİKMEOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAPI PROGRAMI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞENAY ATABAY

İSTANBUL, 2018

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DEĞER MÜHENDİSLİĞİ VE UYGULAMALARI

Necati Emre DİKMEOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 21.06.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı 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 _____

Prof. Dr. Bilge DORAN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Nur ATAKUL

Mimar Sinan Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak yürüttüğüm bu çalışmada İnşaat Sektöründe Değer Mühendisliği ve Uygulamaları anlatılmış ve incelenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve yardımlarını benimle paylaşan, tecrübelerini aktaran değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Şenay Atabay'a sabrı, ilgisi, anlayışı ve yapıcı eleştirileri ile beni hep daha iyisini başarmaya teşvik ettiği için sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hayatımın her döneminde aldığım her karara saygı duyan, maddi manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olduklarını hissettiğim aileme sonsuz teşekkür ederim.

Haziran, 2018

Necati Emre DİKMEOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÇİZELGE LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 2
1.2 Tezin Amacı 3
1.3 Hipotez 4

BÖLÜM 2

DM İLE İLGİLİ TANIMLAR, KAVRAMLAR 5

2.1 Değerin Tanımı 6
2.2 Değer Mühendisliğinin Tanımı 7
2.3 Değer Mühendisliğinin Çıkışı ve Tarihi 9
2.4 Değer Mühendisliğininin Kavramları 11
2.4.1 Değer Kavramı 11
2.4.2 Fonksiyon Kavramı 14
2.5 DM'nin Amaçları 16
2.6 DM İle Geleneksel Maliyet Yönteminin Karşılaştırılması 19
2.7 DM Sağladığı Yararlar ve Uygulama Zamanı 20
2.8 DM'nin Uygulanabileceği Projeler 21
2.9 DM Uygulanacak Alanların Seçimi ve Pareto Kuralı 23
2.10 DM Takım Elemanları ve Karar Vermede Etkileri 24
2.11 DM' nin Diğer Yöntemlerle İlişkisi 28
2.12 Tasarım Aşamalarına göre DM Çalışma Alanları 29
2.13 DM İş Planı 32

2.13.1 Ön İnceleme Evresi....33
2.13.2 İnceleme Evresi....35
2.13.3 Son İnceleme Evresi....36

BÖLÜM 3

DM TEKNİKLERİNİN İNŞAAT PROJELERİNE UYGULANMASI....40

3.1 Bilgi Toplama....40
3.1.1 Maliyet Modeli....41
3.1.2 Alan Modeli....44
3.1.3 Maliyet/Değer Modeli....45
3.1.4 Enerji Modeli....46
3.1.5 Yaşam Boyu Maliyet Modeli (LCC)....47
3.1.6 Kalite Modeli....47
3.2 Fonksiyon Analizi....51
3.2.1 Fonksiyon Çeşitleri....51
3.2.1.1 Ana Fonksiyon....51
3.2.1.2 Teknik Fonksiyon....51
3.2.1.3 İkincil Fonksiyonlar....52
3.2.2 Fonskiyonların Tanımlanmaları....52
3.2.3 Fonksiyon Analizi Sistem Tekniği (FAST)....52
3.3 Yaratıcılık ve Fikir Geliştirme....63
3.3.1 Beyin Fırtınası....63
3.3.2 Kontrol Listesi....66
3.4 Yaratıcı Problem Çözme Teknikleri....66
3.4.1 Gordon Tekniği....66
3.4.2 Delphi Tekniği....67
3.5 Değerlendirme....71
3.5.1 Değerlendirme Etkenleri....72
3.5.2 Fikir Değerlendirme Teknikleri....73
3.5.2.1 DM Takım Başkanın Seçimi....73
3.5.2.2 Basit Demokratik Seçim....74
3.5.2.3 Gelişmiş Demokratik Seçim....75
3.5.2.4 Önerilerin Geliştirilmesi....79
3.5.3 Öneri Kapsamı....79
3.5.4 Kullanım Maliyeti Çeşitleri....80
3.6 Sunum....80

BÖLÜM 4

UYGULAMALI ÖRNEKLER....82

4.1 İnşaatlarda Bölme Duvar Malzemesi Seçimi İçin Değer Mühendisliği Çalışması....82

4.1.1 Seçimi Yapılacak Malzemeler....83
4.1.2 Nominal Grup Tekniği İle Niteliklerin Önem ve Sıralarının Belirlenlenmesi....84
4.1.2 Malzeme Niteliklerinin Tatmin Düzeylerinin Belirlenmesi....84

4.1.3 Nitelik Fonksiyon Matrisi Yardımıyla Malzemelerin Toplam Faydalarının Bulunması.....85
4.1.4 Değer Hesabı ve Sonuç.....86
4.2 Tünel Sistem ve Konvansiyonel Sistem Seçimi İçin Değer Mühedisliği Çalışması 87
4.2.1 Tünel Kalıp Sistemleri.....87
4.2.2 Konvansiyonel Kalıp Sistemleri.....89
4.2.3 Konvansiyonel Kalıp ve Tünel Kalıp Sistem Analizi.....90
4.2.4 Sonuç.....92
4.3 K2 Business Park Project Değer Mühendisliği Çalışmaları.....93
4.3.1 Proje ait Bilgiler.....93
4.3.2 Uygulanan DM Çalışmaları.....94
4.3.2.1 Cephe İşleri.....94
4.3.2.2 İnce işler.....97
4.3.2.2 Mekanik işleri.....97
4.3.2.3 Bina çevresinde yapılan işler.....99
4.3.2.3 Elektrik işleri.....100
4.3.3 Sonuç.....102
4.4 İksa Projesinde Uygulanan Değer Mühendisliği Çalışması.....102
4.4.1 İksa Uygulanacak Projeye ait Bilgiler.....102
4.4.2 Uygulanan DM Çalışması.....105
4.4.3 Sonuç.....106
4.5 Radye Temel Altında Yapılan Değer Mühendisliği Çalışması.....107
4.5.1 Uygulama Yapılan Yapı İle Bilgiler.....107
4.52 Uygulanan DM Çalışması.....107
4.5.3 Sonuç.....109
BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER.....111
KAYNAKLAR.....114
EK-A
DEĞER MÜHENDİSLİĞİ ÇALIŞMA/KAYIT DEFTERİ.....116
ÖZGEÇMİŞ.....133

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
DA	Değer Analizi
DM	Değer Mühendisliği
DP	Değer Planlaması
DY	Değer Yönetimi
FAST	Fonksiyon Analizi Sistemi Tekniği
IBM	International Business Machines Corporation
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
LCC	Life Cycle Cost (Yaşam Boyu Maliyet)

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 DM uygulama zamanının tasarrufa etkisi……21
Şekil 2. 2 Pareto Kuralı ile DM uygulanacak projelerin seçimi ……23
Şekil 2. 3 Bir yol projesine ait pareto analizi.....24
Şekil 2. 4 DM takım elemanlarının karar vermede etki dereceleri…… 26
Şekil 3. 1 Bir okul binası ve laboratuvarına ait grafikli maliyet modeli……43
Şekil 3. 2 Bir imalat tesisini büyütme projesinin maliyet modeli çalışması……43
Şekil 3. 3 Bir alışveriş merkezine ait enerji modeli……47
Şekil 3. 4 Bir mahkeme binasına ait yaşam boyu maliyet modeli……48
Şekil 3. 5 Kalite modeli bileşenleri……49
Şekil 3. 6 Bir binada kalite modeli……50
Şekil 3. 7 Fast diyagramı işleyişi……59
Şekil 3. 8 Fast diyagramı ve DM çalışması……60
Şekil 3. 9 Bir baraj projesinin FAST diyagramı……62
Şekil 3. 10 Beyin fırtınası kuralları……65
Şekil 3. 11 Delphi tekniği aşamaları……69
Şekil 3. 12 Delphi tekniği ile HVCA sistemi ilk yatırım maliyeti kontrolü……70
Şekil 3. 13 Delphi tekniği ile HVCA sistemi ilk yatırım maliyeti kontrolü……71
Şekil 3. 14 Örnek gelişmiş demokratik seçim tablosu……78
Şekil 4. 1 Fayda eğrisi grafiği……85
Şekil 4. 2 Tünel kalıp sistemi……88
Şekil 4. 3 Konvansiyonel kalıp sistemi……90
Şekil 4. 4 Projede uygulanan tünel kalıp sistemi……93
Şekil 4. 5 Projeye ait vaziyet planı ve kesitler…. ……94
Şekil 4. 6 Projeye ait cephe görünüşleri……95
Şekil 4. 7 Alüminyum kompozit yerine ısı yalıtımı uygulanması……95
Şekil 4. 8 Alüminyum kompozit yerine fibrobeton uygulanması……96
Şekil 4. 9 Teknik alanlarda louver yerine sandviç panel uygulaması……96
Şekil 4. 10 Tüm korkuluk ve küpeştelerin paslanmaz çelik uygulaması yerine demir boru ve boya uygulanması……97
Şekil 4. 11 Yangın durdurucu profil kullanımı yerine mastik uygulaması yapılması…..97
Şekil 4. 12 Altyapı atık su borularının daha uzun süre kullanılabilmesi için HDPE-menhol kullanılması ……98
Şekil 4. 13 Vanaların değişimi……98
Şekil 4. 14 Yerden ısıtma sistemi yerine düşey radyatörlerin kullanılması……99

Şekil 4. 15 Yerden ısıtma sistemi yerine düşey radyatörlerin kullanılması.....99
Şekil 4. 16 Araç yolunun granit taş kaplama yerine asfalt ile kaplanması.....99
Şekil 4. 17 Kaldırım malzemesi değişikliği.....100
Şekil 4. 18 Turnikelerde marka değişimi.....100
Şekil 4. 19 İç aydınlatma armatürleri değişimi.....101
Şekil 4. 20 Dış aydınlatma armatürleri değişimi.....101
Şekil 4. 21 Jenaratör marka değişimi.....102
Şekil 4. 22 İksa yerleşim planı.....103
Şekil 4. 23 İksa yerleşim planı.....103
Şekil 4. 24 Trafo binası.....104
Şekil 4. 25 Strut elemanları.....104
Şekil 4. 26 Gergi ile desteklenmiş iksa çalışması.....106
Şekil 4. 27 Uygulamaya konu olan yapı temel imalatı.....107
Şekil 4. 28 İlk projelendirmeye göre temel imalatları 108
Şekil 4. 29 DM çalışması sonrası temel imalatı.....109

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1 Klasik Maliyet Azaltımı ile DA Tekniklerinin Karşılaştırılması.....20
Çizelge 2. 2 DM servis ücreti ile DM çalışma maliyetinin karşılaştırılması.....27
Çizelge 2. 3 DM ve birlikte çalıştığı yöntemler 29
Çizelge 2. 4 Tasarım aşamalarına göre DM çalışma alanları 31
Çizelge 2. 5 DM iş planı.....33
Çizelge 2. 6 DM çalışma planı evreleri.....37
Çizelge 2. 7 DM çalışma sisteminde katılımcıların görevleri 39
Çizelge 3. 1 Alan modeli 44
Çizelge 3. 2 Bir hastaneye ait fonksiyon analizi tablosu.....54
Çizelge 4. 1 Belirlenen malzemelerin nitelikleri.....83
Çizelge 4. 2 Nominal grup tekniği ile önem sıralarının belirlenmesi 84
Çizelge 4. 3 Nitelik fonksiyon matrisi 86
Çizelge 4. 4 Değer tablosu 87
Çizelge 4. 5 Tünel ve konvansiyonel kalıp sistemlerinin kaba yapı metrajları 90
Çizelge 4. 6 Tünel ve konvansiyonel kalıp sistemlerinin toplam maliyetleri.....91
Çizelge 4. 7 Tünel ve konvansiyonel kalıp sistemlerinin toplam maliyetlerinin kıyaslanması.....92

ÖZET

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DEĞER MÜHENDİSLİĞİ VE UYGULAMALARI

Necati Emre DİKMEOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY

Dünyadaki kaynakların giderek azalması bütün sektörleri ve firmaları daha az kaynakla daha verimli işler yapmaya itmiştir. İnşaat sektörü kalite maliyet ve zaman etkenlerini optimize ederek verimli projeler üretmeyi amaçlar. Fakat bu etkenlerin birinde veya daha fazlasında istenilen sonuçlarla karşılaşılamayabilir. Değer mühendisliği temelinde daha az kaynakla daha verimli işler yapmak ve bu üç etkenin birbirleri ile ilişkisinin irdelenmesi sonucunda daha değerli ürün ve süreçler ortaya çıkarmaktır. Değer Mühendisliği, performans ve kalite gereksinimlerini korurken veya iyileştirirken sorunları çözmek ve / veya maliyetleri azaltmak için güçlü bir yöntemdir. Değer mühendisliği, gerekli performans, kalite, güvenilirlik ve yaşam döngüsü maliyetinde temel işlevleri yerine getirmek amacıyla tasarlanmış yapı özelliklerini, sistemleri, ekipmanı ve malzeme seçimlerini analiz etmek için organize bir çaba olarak tanımlanabilir. Değer mühendisliği, ürünün değerini artırmak, maliyeti düşürmek ve işlevselliği artırmak için tasarım aşamasında yeni veya mevcut ürünlerin gözden geçirilmesidir.

Bu çalışmanın birinci bölümü literatür özeti, tezin amacı ve hipotez kavramlarının anlatıldığı giriş bölümüdür.

İkinci bölümde ise DM'nin tanımı, değerin tanımı, DM'nin çıkışı ve tarihsel gelişimi, değer ve fonksiyon kavramı, DM nin amaçları, geleneksel yöntem ile kıyaslanması, DM'nin sağladığı yararlar ve uygulama zamanı, DM'nin uygulanabileceği projelerden,

DM uygulanabilecek alanların seçimi, DM takım elemanların ve karar vermede etkileri, DM'nin diğer yöntemlerle ilişkisi, tasarım aşamalarına göre DM çalışma alanları ve DM iş planı anlatılmıştır.

Üçüncü bölüm ise DM tekniklerinin inşaat projelerine uygulanmasıdır. İş planı aşamaları ve bu tekniklerin uygulamaları tablo ve şekiller yardımıyla anlatılmıştır. Bu bölüm yapı ile ilgili farklı modellerin oluşturulduğu bilgi toplama, fonksiyon analizi, yaratıcılık ve fikir geliştirme, yaratıcı problem çözme teknikleri, değerlendirme ve sunum aşamaları anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde gerçek hayatta uygulanan DM uygulama örneklerine yer verilmiştir. Projenin farklı aşamalarında ve farklı iş kalemlerinde uygulanan DM uygulamaları ve değer analizi uygulaması anlatılmıştır.

Beşinci bölümde yani sonuç bölümünde ise DM sistematiğinin faydaları analiz edilmiş, DM uygulamaları için gerekli ortam ve erken uygulamanın önemi anlatılmış ve DM nin Türk İnşaat Firmalarına ve Türk Ekonomisine sağlayacağı faydalardan bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değer, değer mühendisliği, değer analizi, inşaat sektörü

ABSTRACT

VALUE ENGINEERING IN CONSTRUCTION INDUSTRY AND APPLICATIONS

Necati Emre DİKMEOĞLU

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Şenay ATABAY

Scarcity of natural resources has led all enterprises dependent on these recourses to increase the productivity with minimum resource. Construction industry aims to produce efficient projects by optimizing quality cost and time factors. However, one or more of these factors may not meet the desired results. Fundamentals of Value Engineering is a powerful methodology for solving problems and/or reducing costs while maintaining or improving performance and quality requirements. Value engineering can be defined as an organized effort directed at analyzing designed building features, systems, equipment, and material selections for the purpose of achieving essential functions at the lowest life cycle cost consistent with required performance, quality, reliability, and safety. Value engineering reviews new or existing products during the design phase to reduce costs and increase functionality in order to increase the value of the product.

The first chapter of this study is the introduction of the literature summary, thesis purpose and hypothesis concepts.

In the second chapter, the definition of VE, the definition of value, the outcome and historical development of VE, the concept of value and function, the aims of VE, the comparison with conventional method, benefits and implementation time of VE, ek

selection of areas, VE team members and effects on the decision, relationship of VE with other methods, VE work areas according to design stages and DM work plan.

The third chapter is the application of VE techniques to construction projects. Work plan stages and applications of these techniques are explained with help of tables and figures. This chapter includes the information gathering, function analysis, creativity and idea development, creative problem solving techniques, evaluation and presentation stages in which different models related to structure are formed.

In the fourth chapter, VE practice examples applied in real life are included. VE applications and value analysis applied in different stages of the project and different work items are explained.

In the fifth chapter, namely the conclusion section, the benefits of the VE system are analyzed, the environment for the VE applications and the importance of the early application are explained and the benefits of the VE to the Turkish Construction Companies and the Turkish Economy are mentioned.

Keywords: Value, value engineering, value analysis, construction industry

BÖLÜM 1

GİRİŞ

İnşaat firmaları kalite, maliyet, zaman etkenlerini optimize ederek verimli projeler yapmayı amaçlar. İnşaat projelerinin uzun soluklu, karmaşık, ekonomik ve sosyal gelişmelerden etkilenebilir olması firmaların bu üç etkenin birinde veya daha fazlasında istenilmeyen sonuçlarla karşılaşmasına yol açabilir. Değer mühendisliği kalite, maliyet ve zaman etkenlerinin birbirleriyle ilişkisinin irdelenmesini sonucu verimli işler yapmayı hedefler. Değer mühendisliği çalışmaları neticesinde firmalar daha değerli yapılar üretebilir, maliyet denetimini tasarımın ilk aşamasında gerçekleştireceğinden daha başarılı tahminler yapabilir bunun neticesinde firmaların kendi gelecekleri için daha güçlü ekonomik yapılar kurmasına olanak sağlar. Kamu kurumlarının bu çalışmaları zorunlu olarak uygulaması neticesinde kamu bütçesinde çok büyük tasarruflar sağlanabilir.

İnşaat sektörü gelişmekte olan ülkeler için ekonominin en önemli sektörlerinden biridir. İnşaat projelerinin uzun soluklu, karmaşık, ekonomik ve sosyal gelişmelerden etkilenebilir olması istenilmeyen sonuçlarla karşılaşmamak için sistematik çalışmaların yapılmasını gerektirir. Projelerin hedeflerine ulaşması ve kayıpların en aza indirilmesi hem firmalar ve hem de ülke ekonomisi için büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın giriş bölümünde problemin tanımı, çalışmanın önemi ve yöntemi anlatıldıktan sonra literatür özeti, tezin amacı ve hipotezi anlatılmıştır. Tezin ikinci bölümünde ise DM nin tanımı ve kavramları, tarihçesi, sağladığı yararlar ve amaçları hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde DM uygulamalarının sistematik bir biçimde

inşaat projelerine uygulanması anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise uygulamalı örnekler ile farklı imalatlarda ve problemlerde türlü teknikler ile değer artışı sağlandığını ve DM uygulamalarının her türlü problem ve inşaat faaliyetlerinde kullanılabileceğini göstermiştir.

Son olarak sonuç bölümünde, DM sistematiğinin faydaları analiz edilmiş, DM uygulamaları için gerekli ortam ve erken uygulamanın önemi anlatılmış ve DM'nin Türk İnşaat Firmalarına ve Türk Ekonomisine sağlayacağı faydalardan bahsedilmiştir.

1.1 Literatür Özeti

İkinci Dünya Savaşı sırasında ortaya çıkan hammadde ve fon kıtlığının aşılması amacıyla yeni yöntemler geliştirildi. Maliyet düşürme ve verimlilik artışı için ihtiyaç duyulan değer ve fonksiyonlara sahip ürünlerin üretilmesi planlandı [1]. General Elektriğin genel müdür yardımcısı H.L. Ehrlicher, değer konusunda çalışmalarda bulunmuştur. Ehrlicher, savaşta kullanılmakta olan özel alaşımlı demir yerine daha az maliyetli malzeme ikamesi üzerine çalışmakta idi. Savaş bittikten sonra her şey normale döndüğünde ikame malzemeden önceki asıl malzemenin kullanılmasına devam edileceğini düşünüyordu [2]. Ancak böyle bir durum gerçekleşmedi. Ehrlicher'e göre savaş koşullarının zorunluluklarından ortaya çıkan yeniliklerden, barış zamanında da yararlanılmalıydı [3]. Yeni sistem üzerinde çalışması için Mühendis L.D. Miles, yeni görevine 1947 yılında başladı. Miles, ürün parçalarının ürüne yaptığı katkıları fonksiyonlar ve bu fonksiyonların değerleri ile maliyetler arasındaki ilişkiyi değer analizi yöntemiyle değerlendirerek maliyet azaltmaya çalıştı [4]. Dört yıllık bir çalışma sonunda, kaliteden ödün vermeden maliyeti azaltmak konusunda, yeni yöntemin başarısını gördü ve personelin bu konuda eğitilmesi gerektiğine karar verdi. İleriki yıllarda diğer yöntemler, esas fikir çerçevesinde gelişmiş, özellikle metal eşya sanayiinde birçok ürün üzerinde uygulanmış ve Amerika Birleşik Devletlerin'de birçok işletmede başarılı sonuçlara ulaşılmıştır [1]. Bu çalışmalar sonucunda söz konusu yöntemler bütününe "Değer Analizi" adı verilmiş ve 1952 yılında ilk değer analizi semineri toplanmıştır. 1959 yılında Amerikan Değer Mühendisleri Derneği (SAVE) kurulmuştur. Bu dernek 1963 yılından beri her yıl konferanslar düzenlemektedir.

Avrupalı işletmeler 1960'lı yıllarda değer mühendisliği kavramını tanımışlardır. 1960'lı yıllarda yöntem çok fazla rağbet görmemiştir [1]. Çünkü o yıllarda değer mühendisliği tasarım tamamlandıktan sonra kullanılmıştır. Değer mühendisliğinin servis ve tasarımda da uygulanmaya başlanmasıyla yöntemin kullanılması yaygınlaşmıştır. Değer mühendisliği bilinenin aksine Japon kökenli değil, Batı kökenli bir uygulamadır [5].

DM kullanan kamu kuruluşlarının başında Amerika Birleşik Devletleri' ndeki Birleşik Karayolları Yönetimi gelmektedir. Eyaletlerin ulaşım departmanlarının DM ekipleriyle daha etkin oluşturulması çerçevesinde 1999 yılında 835 DM çalışması yürütülmüştür. DM sayesinde 1999 yılında 846 milyon dolar tasarruf edilirken yatırım karlılığı oranı 113/1 olarak hesaplanmıştır. Bir DM programı çerçevesinde yürütülen çalışmalarla; eyaletlerin ulaşım bölümleri DM yi kullanmaya teşvik edilmiş, eğitim ve teknik konulara odaklanılmıştır [6].

ABD' nde federal hükümet, yaptığı değer mühendisliği çalışmaları sonucunda 1994 yılında 1,213 Milyar dolardan daha fazla tasarruf sağlamıştır. 8 Şubat 1996 tarihinde Clinton' un imzaladığı bir yasa (PL-104-450) ile hemen hemen tüm kamu yöneticilerinin DM uygulamalarını zorunlu hale getirmiştir [6].

Ülkemiz dışındaki DM uygulayan kuruluşlar incelendiğinde özel firmalar hatta kamu kuruluşları bu tekniği zorunlu hale getirmiştir. Günümüzde hem Batı hem de Uzakdoğu sanayisinde DM çalışmalarının yeni ürün geliştirme sürecinde ve kamu yatırımlarında etkin olarak kullanıldığı görülmektedir Ülkemizde sistematik olarak uygulanmış DM çalışmaları yok denecek kadar azdır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin amaçları; DM hakkında ilgili tanım ve kavramları açıklamak, çalışma sistematiğini ve uygulama aşamalarını tüm yönleriyle anlatmak, kullanılan teknikleri ayrıntılı olarak analiz etmek, ilerleyen zamanlarda yapılacak akademik çalışmalara fayda sağlamak, DM uygulamak isteyen kurum ve kuruluşlara DM hakkında fikir vermeyi ve kendilerinin yapmayı hedeflediği uygulamalara yardım etmeyi amaçlamıştır.

1.3 Hipotez

Değer mühendisliği çalışmaları neticesinde firmalar daha değerli yapılar üretebilir, maliyet denetimini tasarımın ilk aşamasında gerçekleştireceğinden daha başarılı tahminler yapabilir bunun neticesinde firmaların kendi gelecekleri için daha güçlü ekonomik yapılar kurmasına olanak sağlar. Kamu kurumlarının bu çalışmaları zorunlu olarak uygulaması neticesinde kamu bütçesinde çok büyük tasarruflar sağlanabilir. İnşaat sektörü gelişmekte olan ülkeler için ekonominin en önemli sektörlerinden biridir. İnşaat projelerinin uzun soluklu, karmaşık, ekonomik ve sosyal gelişmelerden etkilenebilir olması istenilmeyen sonuçlarla karşılaşmamak için sistematik çalışmaların yapılmasını gerektirir. Projelerin hedeflerine ulaşması ve kayıpların en aza indirilmesi hem firmalar ve hem de ülke ekonomisi için büyük önem arz etmektedir.

BÖLÜM 2

DM İLE İLGİLİ TANIMLAR, KAVRAMLAR

Dünyadaki kaynakların giderek azalması, insanları daha az kaynakla daha verimli işler yapma yollarını araştırmaya itmiştir. İş dünyasında karşılaşılan sorunlar da gün geçtikçe artmaktadır. Artan sorunların üstesinden gelebilmek ve rakiplerine karşı üstünlük sağlamak için işletmeler çeşitli teknikler kullanmaktadır. Bu tekniklerden bir kısmı zaman içinde kısa ömürlü olup proje bazında kalırken, bır kısmı da gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir. İnşaat sektöründe işletmelerin karşılaştığı üç temel sorun kalite, maliyet ve zamandır. Günümüz ekonomik koşulları maliyet denetiminin tasarımın ilk aşamasından başlayarak projenin tamamlanmasına kadar geçen süre içerisinde yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Tasarım tamamlandıktan sonra yapım aşamasında yapılan herhangi bir değişiklik proje maliyetini ve süresini büyük ölçüde etkileyecektir. Bu nedenle tasarım aşamasında projenin iyi irdelenmesi ve mümkün olan bütün alternatiflerin düşünülmesi optimum maliyeti elde etmek açısından önemlidir. Gün geçtikçe sayıları artan yönetim ve maliyet teknikleri bir arada kullanılmaktadır. Çünkü bu teknikler arasında sıkı bir ilişki vardır. Daha önemlisi işletmelerin faaliyetleri belirli süreçler gerektirir. İşletmelerin temel unsurları olan bu süreçlerin kesintiye uğramaması gereklidir. Maliyeti düşürmek ve piyasa rekabetinde üstünlüğü sağlamak için uygulanan tekniklerin başında değer mühendisliği gelmektedir.

Bu çalışmada işletmelerin değer mühendisliğini bir teknik olarak nasıl anlamaları gerektiğinden hareketle diğer tekniklerle arasındaki ilişkilerini de değerlendirerek yönetim teknikleri arasında nasıl bir konumda olduğu tartışılacaktır.

2.1 Değerin Tanımı

Değer denildiğinde, akla hemen bunun parasal karşılığı gelir. Ancak fiyat değer tanımını tam karşılamamaktadır. Değerin maliyetle direkt olarak bağlantısı yoktur. Bir ürünün değerinin ortaya konulabilmesi için aynı performansı sağlayan başka bir ürünle mukayese edilmesi gerekmektedir.

Değer konusunun bir kuram haline gelmesi Kant ile başlar. Ancak, genel değer kuramı Neo-Kantianizmin etkisi altında gelişmiştir. Çeşitli alanlarda "değer" kavramının tanım ve yorumu farklı farklı yapılmıştır. Felsefe alanında Lotze' ye göre, varoluş ile insana özgü davranışlar arasında soyut bir ilişkidir. "Değer Realizmi" olarak adlandırılan bu görüş iyiyi değerle eş görür. Perry, değerin öznelliği üzerinde durmuştur. Parker ise, değerin sadece eylemlerde ve deneyimlerde yattığını söyler. Nesnelerin kendi başlarına değerleri yoktur; fakat beğenildikleri ve kullanıldıkları zaman değer yaratan bir potansiyele, yani değer taşıyıcılarına sahiptirler. Bu nedenle insanlar bir nesneyi değil, fakat o nesneden elde edecekleri zevki, faydayı ararlar.

Değer realizmine karşıt diğer görüş de, "Değer İdealizmi" dir. Bu görüş, herhangi bir nesne ile ilgili bir dizi değerler kümesini kabul eder. Plato, Spinoza, Scheler, Hartman gibi felsefeciler, değerin ideal, mutlak şeyler olduğuna inanırlar. Nesnelerin kullanıcıdan bağımsız objektif değerleri vardır. Bu değerler nesnelerin değişmeyen özellikleridir. Değer mutlaklığı olarak da nitelenen bu davranışta, değerin tanımlanması kişiden kişiye değişmeyen ve nesnenin değer taşıyıcılarına dayanarak yapılan bir olgudur.

İktisatta, klasik okula mensup kuramcılar değeri "kullanım" ve değişim değeri olarak ikiye ayırmışlarıdır. Ancak çeşitli kuramcılar bu değer türlerini farklı biçimlerde yorumlamışlar ve önemlerin de gene farklı biçimlerde ortaya koymuşlardır. Örneğin, klasik okulun öncülerinden Smith özneye sağladığı faydadan kaynaklanan kullanım değeri üzerinde fazla durmamış, hatta bunun değişim değeri için gerekli dahi olmadığı görüşüne varmıştır. Ricardo ise, herhangi bir malın değişim değeri olabilmesi için, kullanım değerinin, diğer bir deyişle fayda değerinin de bir zorunluluk olduğunu ileri sürmüştür. Malların faydası piyasadaki talep yönünden belirir ve değişim değerinin

oluşmasında maliyetlerle beraber rol oynar. Neo-Klasikçiler ise, marjinal fayda ilkesinde hareket ederek değişim değerini fayda, yani kullanım değeriyle açıklamaya çalışmışlardır [7].

Yukarıda, değer kavramıyla ilgili çeşitli görüşlerden bahsedilmiştir. İnşaat sektörünü ilgilendirecek olan kavramlar, Fayda (Fonksiyon) Değeri ve Fayda (Fonksiyon) Maliyeti kavramlarıdır. Fayda maliyeti; yapı fonksiyonlarının sağlamasında oluşacak maliyetlerdir. Fayda değeri ise; bir yapıdan elde edilebilecek faydaları ifade ederken maliyetleri de dikkate alır. Bu iki kavramın ölçülerek aralarında karşılaştırma yapılması değerin arttırılması için önemlidir. Değer mühendisliği, yapıyı oluşturan tüm fonkisyonların analizini yaparak, çeşitli maliyet modelleri hazırlayarak ve matematiksel tekniklerle sonuçları değerlendirerek yapının değerli olması için çalışır.

2.2 Değer Mühendisliğinin Tanımı

DM "Müşteriler tarafından gereksinim duyulan fonksiyonları yeniden gözden geçirerek farklı görüş açılarından daha düşük bir maliyete ulaşmayı sağlayacak bir mamul tasarımı faaliyetidir." şeklinde tanımlanabilir [8]. Genel kabul gören tanımıyla kısaca DM: kaliteden ödün vermeden maliyetlerin düşürülmesi şeklinde açıklanabilir [9]. Morup' a göre DM proje planlamasının doğal bir aşaması olmalıdır. Günümüze doğru yaklaştıkça DM yeni ürün geliştirme sürecinde etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1997 yılında Cooper ve Slagmulder hedef maliyetlemeyi DM ile bütünleştirmişlerdir [10].

DM "Var olan ürünleri geliştirmek, yeni ürünler ortaya koymak, karmaşık çevresel projeler gerçekleştirmek, faaliyet analizi yapmak, kalite ve güvenilirlik sistemlerini iyileştirmek, gereksiz maliyetlerden kaçınmak, riski azaltmak ve başarıyı arttırmak amaçlarıyla yaklaşık yarım yüzyıldır uygulanan, fonksiyon, ürün, süreç ve sistem odaklı bir tekniktir [6]. Bir başka yaklaşıma göre DM "Belirli bir kalite, güvenilirlik ve hedef maliyetle, belirli bir amaca ulaşabilmek için belirli bir mamulün maliyetlerini etkileyen faktörlerin sistematik ve disiplinler arası inceleme sürecidir [5].

Yukarda bahsedilen bütün tanımların ışığında DM müşteri bakış açısıyla süreçler/ürünler üzerinde yapılan analizler sonucu gereksiz fonksiyonların

(maliyetlerin) elemine edilip, buna karşılık önem derecesi yüksek fonksiyonlar üzerine yoğunlaşarak perfomansı faydayı arttırmaya yönelik üretim ve takım çalışmasıdır.

DM, farklı uzmanlık gruplarını bir araya getirerek, proje fonksiyonlarının analizine doğru yönlendiren en iyi değeri en düşük maliyetlerle (ilk yatırım maliyeti + kullanım maliyeti) elde etmeyi amaçlayan çalışma sistemidir. Özellikleri 5 grupta toplanır [11].

- Sistemli bir çalışmadır:

Uygulanacak teknikler ve sıralaması bellidir. İş planı denilen bir sistem içinde yürütülür.

- Birçok uzmanlık alanı arasında eşgüdüm sağlar:

Her uzman geleneksel yöntemlerde kendi alanlarıyla ilgili kararlar verirken diğer alanların nasıl etkileneceğini bilemez. İlgili uzmanların birbirlerinin çalışmalarından bilgi sahibi olarak çalışmaları ve belli bir amaca doğru yönlendirmeleri değerin artması için önemlidir.

-Fonksiyon kavramını "Fonksiyon Analizi" yöntemiyle irdeler:

Fonksiyon Analizi yönetimi DM' nin kullandığı önemli tekniklerden biridir. Bu yöntem araçlığıyla proje fonkisyonlarının gerçek amacı sorgulanır. Klasik maliyet azaltma yöntemlerinde "Bu elemanın yerine başka hangi elemanı kullanabilirim?" ya da "Bu elemanı başka hangi maddeden üretebilirim?" sorularıyla tasarım geliştirilir. Fonksiyon analizinde ise "Bu eleman ne iş yapar?" ve "Bu elemanın yerine getirmek istediği asıl fonksiyon nedir?" sorularının cevapları araştırılarak "Ana Fonksiyon" bulunur.

Örneğin, bir farekapanının fonksiyonu incelendiğinde; klasik maliyet azaltma yöntemi farekapanının nasıl tasarlanırsa daha çok fare yakalayabileceğini araştırır. Farekapanının fonksiyonunu sorulduğunda ise "Fareleri yakalamak" cevaptır. Ana fonksiyon bulunmak istendiğinde ise "Niçin?" sorusu sorulur. Cevap "Fareleri azaltmak" olacaktır. Fareleri azaltmanın tek yolu farekapanı kullanmak olmayabilir; kedi beslenebilir, fare zehiri kullanılabilir ya da farelerin gelmesini önleyecek çevresel değişiklikler yapılabilir. Değer mühendisliği yönteminde "Niçin ?" sorusunun sorulması projenin fonksiyon problemine temel çözümler üretibilmesini sağlar [12].

- Değer kavramı açısından fonksiyonları inceler:

Fonksiyon Değeri ve Fonksiyon Maliyetini karşılaştırarak o sistemin ya da ürünün değer indeksi hesaplanır. Değer indeksi Fonksiyon Maliyetinin Fonksiyon Değerine oranıdır. Değer indeksi 2'den küçük ya da 2' ye eşit olduğunda fonksiyon değerli kabul edilir. Buna göre, değeri arttırmanın ya da değer indeksini küçültmenin 3 yolu vardır.

1. Projedeki tüm fonksiyonları yerine getirip maliyeti azaltarak: Projedeki ana fonkisyonlar sağlanıp gereksiz maliyetler önlenerek uygulanabilir.

2- Fonksiyonları maliyeti arttırmayacak biçimde sağlayarak: Maliyet fonksiyonlardan daha öneml bir kısıtlama ise mümkün maliyet sınırı içinde fonksiyonlar sağlanabilir.

3- Bir kısım fonksiyonları maliyeti azaltacak durumda kullanarak: Yüksek maliyete ve düşük değere sahip fonksiyonlarda yaratıcılık teknikleri kullanılarak değer arttırılabilir.

- Toplam maliyet kavramını, ilk yatırım maliyeti ve kullanım maliyeti biçiminde ele alır:

Toplam maliyet içinde kullanım maliyetine dahil olan işletim, bakım-onarım, değiştirme, personel maliyetlerinin %60' lık gibi yüksek bir orana sahip olması hem maliyetlerin azaltılması hem de değerin arttırılmasında önemli paya sahiptir. Kullanım maliyetini oluşturan sistem ve elemanların seçimi de ilk yatırım maliyetini etkilediğinden DM' liği çalışmaları özellikle toplam maliyetle ilgilenir.

2.3 Değer Mühendisliğinin Çıkışı ve Tarihi

İşletmeler 1950'li yıllara kadar üretim maliyetlerini azaltan önlemleri alarak kârlılıklarını artırmak için çalışıyorlar, dolayısıyla ürün özellikleri üzerinde durulmadan üretim ve/veya satın alma gibi belirli işletme fonksiyonları üzerinde odaklanıyorlardı. 1940'lı yıllardan başlayarak İkinci Dünya Savaşı sırasında daha fazla ortaya çıkan hammadde ve fon kıtlığının aşılması amacıyla yeni yöntemler geliştirildi. Maliyet düşürme ve verimlilik artışı için ihtiyaç duyulan değer ve fonksiyonlara sahip ürünlerin üretilmesi planlandı [1].

General Elektriğin genel müdür yardımcısı H.L. Ehrlicher, değer konusunda çalışmalarda bulunmuştur. Ehrlicher, savaşta kullanılmakta olan özel alaşımlı demir yerine daha az maliyetli malzeme ikamesi üzerine çalışmakta idi. Savaş bittikten sonra her şey normale döndüğünde ikame malzemeden önceki asıl malzemenin kullanılmasına devam

edileceğini düşünüyordu [2]. Ancak böyle bir durum gerçekleşmedi. Çünkü birçok ikame malzemenin deneme sonunda öncekilerden üstün olan yönleri ortaya çıktı. Bu ikame malzemeler aynı fiyatta olmakla beraber daha sağlam veya yüksek kalitede olup daha düşük fiyatla tedarik edilebiliyordu. Ehrlicher'e göre savaş koşullarının zorunluluklarından ortaya çıkan yeniliklerden, barış zamanında da yararlanılmalıydı [3]. Yeni değişiklikler ile yeni bir maliyet düşürme planının uygulanmasının mümkün olabileceğini düşünülüyordu. Bu değişiklikler, ürünün maliyeti ile fonksiyonu arasındaki ilişkiyi geliştirecek ve mamulü daha değerli hale getirecek kârlı değişiklikler olacaktı. Yeni sistem üzerinde çalışması için L.D. Miles, yeni görevine 1947 yılında başladı. Miles, ürün parçalarının ürüne yaptığı katkıları fonksiyonlar ve bu fonksiyonların değerleri ile maliyetler arasındaki ilişkiyi değer analizi yöntemiyle değerlendirerek maliyet azaltmaya çalıştı [4]. Dört yıllık bir çalışma sonunda, kaliteden ödün vermeden maliyeti azaltmak konusunda, yeni yöntemin başarısını gördü ve personelin bu konuda eğitilmesi gerektiğine karar verdi. İleriki yıllarda diğer yöntemler, esas fikir çerçevesinde gelişmiş, özellikle metal eşya sanayiinde birçok ürün üzerinde uygulanmış ve Amerika Birleşik Devletlerin'de birçok işletmede başarılı sonuçlara ulaşılmıştır [1]. Bu çalışmalar sonucunda söz konusu yöntemler bütününe "Değer Analizi" adı verilmiş ve 1952 yılında ilk değer analizi semineri toplanmıştır. 1959 yılında Amerikan Değer Mühendisleri Derneği (SAVE) kurulmuştur. Bu dernek 1963 yılından beri her yıl konferanslar düzenlemektedir. 1961 yılında Miles bu derneğin başkanlığına getirilmiştir. Avrupalı işletmeler 1960'lı yıllarda değer mühendisliği kavramını tanımışlardır. 1960'lı yıllarda yöntem çok fazla rağbet görmemiştir. [1] Çünkü o yıllarda değer mühendisliği tasarım tamamlandıktan sonra kullanılmıştır. Değer mühendisliğinin servis ve tasarımda da uygulanmaya başlanmasıyla yöntemin kullanılması yaygınlaşmıştır. Değer mühendisliği bilinenin aksine Japon kökenli değil, Batı kökenli bir uygulamadır ve birçok kaynakta hedef maliyetleme yönteminin ortaya çıkışında etkisinin olduğu belirtilmektedir [5].

DM kullanan kamu kuruluşlarının başında Amerika Birleşik Devletleri' ndeki Birleşik Karayolları Yönetimi gelmektedir. Eyaletlerin ulaşım departmanlarının DM ekipleriyle daha etkin oluşturulması çerçevesinde 1999 yılında 835 DM çalışması yürütülmüştür. DM sayesinde 1999 yılında 846 milyon dolar tasarruf edilirken yatırım karlılığı oranı

113/1 olarak hesaplanmıştır. Bir DM programı çerçevesinde yürütülen çalışmalarla; eyaletlerin ulaşım bölümleri DM yi kullanmaya teşvik edilmiş, eğitim ve teknik konulara odaklanılmıştır [6].

ABD' nde federal hükümet, yaptığı değer mühendisliği çalışmaları sonucunda 1994 yılında 1,213 Milyar dolardan daha fazla tasarruf sağlamıştır. 8 Şubat 1996 tarihinde Clinton' un imzaladığı bir yasa (PL-104-450) ile hemen hemen tüm kamu yöneticilerinin DM uygulamalarını zorunlu hale getirmiştir [6].

Değer mühendisliğinin günümüzde yeni ürün geliştirme sürecinde de etkin olarak kullanıldığını gözlemliyoruz. 1992 yılında, Y. Monden Toyota'da yaptığı çalışmasıyla, Değer Mühendisliği'nin maliyet yönetimi süreçleriyle etkili biçimde nasıl bütünleştirilebileceğini göstermiştir [6]. Toyota'da bunun için bir "değer mühendisliği kurulu" oluşturulmuş ve bu kurul her bir örnek için tahmini maliyeti düşürmek ve hedef maliyete ulaşmakla sorumlu kılınmıştır [13].

2.4 Değer Mühendisliğininin Kavramları

2.4.1 Değer Kavramı

Değer kavramı farklı biçimlerde kullanılmış, çoğu zaman maliyet ve fiyat kavramlarıyla anlam bakımından karıştırılmıştır. Ekonomi biliminde açıklanan değer teorileri, nesnel ve öznel olmak üzere iki grupta toplanırlar. Nesnel teoriler, değerin bir mübadele işleminden, öznel teoriler ise kullanımdan doğan fayda olduğu şeklinde açıklamaktadırlar. Antik çağda Arisoteles değerin bu iki yönünü ayırmış olmakla beraber, değerin kaynağı olarak her ikisini de kabul etmiş ve değiştirilip kullanılabilen nesnelerin değer taşıdığını ifade etmiştir. Fizyokratlara göre değeri sadece toprak verir. Richard Cantillon' a göre bir malın değeri, o malın üretimi için gerekli olan toprak ile insan emeğinin niceliksel ve niteliksel ölçüsüdür [14].

Değerin insan emeğinden geldiğini ilk ortaya koyan John Locke'tur. John Mill'de değeri, değiştirilen iki şeyin miktarı ile açıklar. Mill'e göre bir çift ayakkabının değeri üç metre kumaştır. Adam Smith'e göre değerin üç kaynağı vardır. Bunlar toprak, emek, ve sermayedir. Smith, ilkel toplumlarda değerin insan emeğinden doğduğunu ve gelişmiş

toplumlarda ise emekle birlikte sermaye ve toprak unsurlarının da değeri belirlediğini belirtmiştir. Smith, değeri hem bir doğal değer hem de pazar değeri olarak ikiye ayırmıştır. Değer kavramıyla ilgili olarak geliştirilmiş olan teorileri üçe ayırmak mümkündür. Fayda teorisine göre herhangi bir şey kullanıldığı ölçüde değerlidir. Fayda teorisi ilk çağlarda benimsenmiş, ancak demir kullanımı ve altın değeri görüşü ortaya çıkınca geçerliliğini yitirmiştir. Emek teorisinde iş ve değer birbiriyle doğru orantılıdır. Bir malın işçiliği artıkça daha değerlidir. Emek teorisi, işçilik maliyetini göz ardı etmektedir. Maliyet teorisinde ise mala ödenen fiyat onun değeridir [14].

Değer, mal veya hizmetlere verdiğimiz "Nispi Önem" olarak da tanımlanabilir. Birinin daha fazla önem verdiği bir mala bir başkası çok daha az önem veriyor ise nispi önem söz konusudur. Değer ancak iktisadi olan mallar için ifade edilebilir. İktisadi malların özelliği kıt oluşlarıdır. Değerle ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir [15]:

1) Değer görecelidir, hiçbir şeye bağlı değildir.
2) Değer yalnızca mal ve hizmetlerin karşılaştırmalarıyla ölçülebilir.
3) Değer, ne istendiği ile bunu elde etmek için neler verebileceğinin ilişkisidir.

Bu sonuçlara göre değer, kişinin bir şeyi almak veya vermek konusundaki arzularıyla ölçülebilir. Mallar sağladıkları yarar nedeniyle bir değere sahiptirler ve müşteriler ihtiyaçlarını tatmin ettikleri için bu mallara bir satın alma bedeli öderler. Bununla beraber, müşteriler çoğunlukla ürünlerin gerçekten hangi ihtiyaçlarını karşıladığını analiz etmezler veya karşıladıkları her ihtiyaç için ne kadar bedel ödediklerini bilmezler. Müşteri açısından değer kavramları aşağıdaki gibi açıklanabilir [16] [17]:

a) Kullanım Değeri; Bir mal veya hizmetin temel fonksiyonunun nitelik ve özelliklerinin parasal ölçüsüdür. Örneğin, bir otomobilin temel fonksiyonu taşıma yapması ise; kullanım değeri, otomobilin taşıma fonksiyonunun parayla ifade edilen karşılığıdır. Kullanım değeri ürünün sunduğu fonksiyona verilen değerdir. Mal veya hizmetin gereksinmeleri giderme özelliği olarak açıklanan faydalarıdır.

b) İtibar Değeri; Bir mal veya hizmetin satılmasını etkileyen nitelik ve özelliklerin parasal ölçüsüdür. Bir otomobilin itibar değeri, markası, modeli gibi özelliklerinin parasal karşılığıdır.

c) Maliyet Değeri; Bir mal veya hizmetin üretimi için gerekli olan işçilik, direkt ilk madde ve malzeme gibi maliyetlerin toplamıdır. Dolayısıyla otomobilin maliyet değeri, üretim maliyetine eşittir. Ancak sadece direkt maliyetlerin hesaplanması maliyet değerinin bulunması için doğru olmayabilir. Bu nedenle maliyet değeri şu şekilde formüle edilebilir:

Maliyet Değeri = Satın Alma Değeri + Üretim Maliyeti + Pazarlama Maliyeti (2.1)

Maliyet değeri, kullanım, etkileme ve değişim değerlerini oluşturmak için harcanan kaynakların parasal tutarıdır. İşletmeler, kullanım, etkileme ve değişim değerlerini azami dereceye çıkarmaya çalışırken maliyet değerini en aza indirgemeye çalışırlar [17].

d) Değişim Değeri: Bir ürün ya da hizmeti diğerine tercih etmemize neden olan niteliklerin parasal ölçüsüdür. Bir mübadele işleminde taraflardan her biri, vermeyi kabul ettiği mala karşılık almak istediği mala daha büyük bir önem verir. Dolayısıyla değişmek istediği malda elde edeceği fayda daha fazladır. Ancak değişim değerinin fiyatla karıştırılmaması gerekir. Fiyat, değişim değerinin para ile ifadesidir.

e) Etkileyici Değer: Bir malın veya hizmetin sahip olması istenen özellikler, görünüş ve çekiciliktir. Etkileyici değer, bir ürünü daha çekici kılan değerdir. Genellikle kişiler, bir mal satın alırken onun esas fonksiyonu yanında, hatta bazen ondan da fazla diğer birtakım özelliklere önem veririler.

f) Alım Değeri; Bir mal veya hizmete alım sırasında ödenmesi düşünülen parayla ifade edilen tutardır.

Alım değeri ≤ Kullanım Değeri + İtibar Değeri (2.2)

Alım değeri, kullanım değeri ile itibar değerinin toplamına eşit veya küçük olmalıdır. Örneğin herhangi bir otomobil satın almak istediğinde ödenmesi düşünülen miktar, en çok taşıma fonksiyonu için ödemeyi tasarladığımız miktar ile marka, model gibi özellikler nedeniyle ödenmesi düşünülen miktarın toplamı kadar olacaktır.

Değer mühendisliğinde bir ürünün değeri aşağıdaki şekillerde formülleştirilebilir [18]:

Değer = Hak Etme /Maliyet (2.3)

Değer = Müşteri Tatmini / Maliyet (2.4)

Değer = Kullanıcının İlk Etkisi+Maldan Sağlanan Fayda/İlk Maliyet+Takip

Eden Fiyatlandırma (2.5)

Değer = Fonksiyonellik /Maliyet (2.6)

Değer = (Fonksiyonellik/ Maliyet) ×Hız^2 (2.7)

İşletmeler, tüketici gereksinimlerini tatmin edecek ürünler ortaya koymaya çalışmakta ve aralarındaki rekabetten dolayı da en iyi değeri en uygun fiyata sunmak zorunluluğunu hissetmektedirler. En iyi değer, müşteri tarafından ihtiyaç duyulan fonksiyon en az maliyetle gerçekleştiğinde elde edilmektedir. Değer mühendisliğinde ilk faktör, eğer ürün müşterilerin isteklerini karşılayabiliyorsa, o ürünün işlerlik kabiliyeti var demektir. İkinci önemli faktör ise maliyettir. Ürünün maliyeti ve fiyatı, rakip ürünler arasında tüketicinin tercih etmesini sağlayacak düzeyde olmalıdır. Değer, fonksiyon ve maliyet ilişkileri şu formülle de gösterilebilir [19]:

Değer (kullanım+etkileme+değişim) $_{max}$ = Fonksiyon / (Maliyet) $_{min}$ (2.8)

Maliyetin düşürülmesi ve fonksiyonun işlerliğinin arttırılması, ürünün değerini de artıracaktır. Değer kavramının ürünün fonksiyonu ve buna bağlı olarak maliyetiyle ilişkili olması fonksiyon kavramını açıklamayı gerekli kılmaktadır.

2.4.2 Fonksiyon Kavramı

Ürünlerin genellikle herhangi bir gereksinimi karşılamak amacıyla üretildiği ve her ürünün üretilmesinde kullanım fonksiyonunun göz önüne alındığı görülmektedir. Ürünlerin fonksiyonları gereksinimler değiştikçe ve yenileri ortaya çıktıkça değiştirilmekte veya mevcut ürünlere yeni özellikler eklenmektedir [20]. Fonksiyon, ürün veya hizmete atfedilmiş özellikler tarafından belirlenen işlev düzeyidir. Değer mühendisliği, ürünün gerekli fonksiyonlarını, kalitesini, güvenilirliğini ve satışını etkilemeden en düşük maliyetle yerine getirmesini sağlamaya çalışmaktadır. Dolayısıyla ürünün gereksinimlere göre fonksiyonları belirlenmeli ve değerlendirilmelidir. Fonksiyonlar üçe ayrılarak sınıflandırılabilir [3]:

1) Temel Fonksiyonlar: Ürünün var olmasına nedeni olan fonksiyondur. Temel fonksiyon, ürünün tasarlanmasındaki veya üretilmesindeki asıl amaç olarak açıklanabilir. Ürünün temel fonksiyonu, söz konusu müşteri gereksinimi karşılamaktır.

2) Yardımcı Fonksiyonlar (İkincil-Tali Fonksiyonlar): Temel fonksiyonun oluşabilmesi için gerekli olan fonksiyondur. İkincil fonksiyonlar, temel fonksiyonların yerine getirilmesini destekleyen fonksiyonlardır.

3) Gereksiz Fonksiyonlar: Temel ve yardımcı fonksiyonların dışında kalan fonksiyonlardır. Gerekli olmamalarına rağmen üründe bulunabilirler. Değer mühendisliğinin amacı bu tip fonksiyonları belirleyerek ortadan kaldırılmalarını sağlamaktır.

Değer mühendisliğinde fonksiyonel olarak değerlendirebilmek için başlangıçta ürünün tam olarak fonksiyonu göz önüne alınmalı, diğer parça ve bölümler ile ilgilenilmemelidir. Amaç aynı fonksiyonu, en düşük maliyetle aynı kalite ve güvenilirlikle yerine getirmektir. Eğer değer mühendisi işe, uygulanmakta olan iş akışını analiz ederek başlarsa, kendisini kullanılan yönteme bağlamış olacaktır. Bu nedenle başlangıçta iş akışı dikkate alınmamalıdır [21].

Üretim sürecinin tüm aşamalarında, hammaddeden nihai ürün aşamasına kadar, yaratılan fonksiyonlar ele alınarak bunların tüketicinin gereksinmesini karşılayıp karşılayamadığı incelenir [22]. Eğer gereksiz bazı fonksiyonlar mevcutsa, duruma göre ya tümüyle ürün veya montaj grubu ya da parça ortadan kaldırılır [23]. Gerekli olmayan bir fonksiyon için maliyet düşürme çalışması yaparak zaman ve para harcamaya gerek yoktur. Mevcut üründe yapılması düşünülen değişikliğin getireceği ek maliyet göz önüne alınır. Değişimden sağlanacak fayda, bu iş için katlanılacak mali yükten, kısa dönemde olmasa da uzun dönemde daha fazla olmalıdır. Mevcut ürünle veya süreçle ilgili problemi çözecek yeni bir yöntem aranırken, işletmenin tüm bölümlerindeki ilgililerin görüşlerinden yararlanılmalıdır [24]. Çünkü ürünün tasarımından sonra piyasaya yeni ve daha ucuz bir malzeme çıkmış olabilir. İşletme içindeki ilgililerin görüşlerinin alınmasıyla daha etkin ve verimli yöntemlere ulaşılacaktır. Fonksiyonel değerlendirme, değer mühendisliğinin fonksiyonel yaklaşımının temelini oluşturmaktadır. Yaratıcılığın kullanılması, değer kavramı ve de fonksiyonel

tanımlamayı içeren bir sitem olarak kabul edilmelidir. Fonksiyoneldeğerlendirme aşağıdaki soruların cevaplarını aramaktadır [1]:

Nedir? Karmaşık ürün veya süreçlerin analizinde her parçanın bütünle olan bağlantısının açıklanması uygulamada avantajlar sağlayabilir.

Ne işe yarar? Ürünün fonksiyonel tanımlaması yapılır.

Maliyeti ne kadardır? Her parçanın/bileşenin maliyeti hakkında bilgilere sahip olunması gerekir. Yüksek maliyetli unsurlar öncelikle analiz edilebilir.

Sağlanan temel fonksiyonun değeri nedir? Fonksiyonun minimum maliyet ile yerine getirilmesi amaçlanmaktadır.

Temel fonksiyon alternatif olarak nasıl sağlanır? Ortaya konulan fikirlerin maliyetleriyle birlikte değerlendirilmesi yapılmalıdır.

Alternatifin maliyeti nedir? Karar verilen alternatifler maliyet bakımından değerlendirilirler. Değerlendirme şu yöntemlerle başarıyla son bulabilir:

• Benzer fonksiyonu sağlayan bir standartla kıyaslama

•Benzer fiziksel görünümlü bir ürünle kıyaslama

• Üretiminde benzer süreçlere sahip bir ürünle kıyaslama

• Benzer fonksiyonları yerine getirebilen ticari ürünlerle kıyaslanabilecek kadar basit fonksiyonel alanlara bölme

• Fonksiyonu gerçekleştirmek için gerekli olan malzemenin miktar ve maliyetini belirtme

• Yok et, yarat ve mükemmelleştir

• İlk olarak yaratıcı düşünceyi gerçekleştir ve fikirler için maliyetleri belirtir.

2.5 DM'nin Amaçları

DM bir ürün veya hizmetin fonksiyonunu belirleyen, bu fonksiyon için parasal bir değer kuran ve mümkün olan en düşük maliyetle gerekli fonksiyon güvenilirliği sağlayan belirli tekniklerin sistematik bir yaklaşımdır. Ürün fonksiyonları, kalite ve maliyetler arasındaki korelasyonları, optimum proje çözümleri için tanımlamaya çalışır [14].

DM, yapım sürecinde yer alan yüklenicinin, mal sahibinin ya da kullanıcının amaçlarını tek tek kendisine amaç olarak edinmez. Bunların tümünün dengelenmesiyle belirlenecek amaçlar bütününü gerçekleştirmek için çalışır. Proje' nin amaçlar, maliyet sınırlamaları, yapım tekniği, malzemeler, ekipmanlar gibi süreç içinde yer alacak 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 [11]:

1. Gereksiz maliyetleri önlemek.

2. Elde olan para, malzeme, insan kaynaklarını verimli ve etkili kullanmak.

3. Zamanı etkin kullanarak, yapım süresini azaltmak.

4. Kaliteyi artırmak.

5. Yapı güvenliğini sağlamak.

6. Binanın uzun ömürlü olmasını sağlamak.

7. Personel yeteneklerini takım çalışması, yaratıcılık, uyum gibi psikolojik tekniklerle ortaya çıkarmak

İnşaat sektöründe çoğu mühendis-mimar DM' nin ne olduğunu bildiğini sanmaktadır. 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 [11].

Projelerde değer artırma yollarının araştırılması için değerin düşük olma sebeplerinin bilinmesi gerekir. Projelerde değerin düşük olma sebepleri şöyle sıralanabilir [12]:

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 tasarım ekibi ihtiyaç programı üzerinde yeterince çalışamazsa çoğu fonksiyon karşılanamadığından gereksiz maliyetler ortaya çıkar ve değer de azalır.

2. Alışılmış Düşünce Biçimleri: DM' liği çalışmaları sırasında ya da tasarım yapılırken uzmanlar daha önce benzer bir problemle karşılaştıklarında, aynı çözümü bu probleme de uygulamaya çalışırlar. Oysa, projenin 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 çözüm bir kenara konup başka seçenekler de mutlaka irdelemelidir.

3. Kullanıcı ihtiyaçlarının yanlış anlaşılması: İhtiyaç programı oluşturulurken kullanıcının istekleri yanlış olarak yorumlanmış olabilir ya da kullanıcı ne istediğinden tam emin olmayabilir.

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

5. Yönetcilerin yanlış düşüncelerinin desteklenmesi: DM çalışmalarının "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.

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

7. Geçici-kısıtlayıcı tasarım ilkeleri: Her tasarım kriterinin önemle incelenmesi gereklidir. Bunun için kriterler önem sırasına göre dizilir, hangi kriterin çözümlenmesiyle projeye değer katılacağı tartışılır. Geçici olarak oluşacak sorunları çözmek için gereksiz maliyetlerden kaçınılmalıdır.

8. 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 kaybına sebep olur.

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

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

11. 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.

2.6 DM İle Geleneksel Maliyet Yönteminin Karşılaştırılması

Klasik maliyet azaltma yöntemlerinde temel amaç karı arttırmak iken DM de amaç değeri arttırmaktır. DA ise ürün, süreç ya da hizmetlerin işlevini yerine getirmesini sağlayan fonksiyonları analiz eder ve bu analiz sonucunda fonksiyonların niteliklerini geliştirip kalite arttırılmaya çalışılır. Fonksiyon analizi sonucunda maliyetlerin düşürülerek ya da aynı maliyetle daha kaliteli, fonksiyonel ürün veya süreçlerim ortaya çıkması DA amaçlarındandır. Klasik maliyet azaltma yöntemleri ile DA tekniklerinin karşılaştırılması Çizelge 2.1'de ifade edilmiştir [26].

Çizelge 2.1 Klasik maliyet azaltımı ile DA tekniklerinin karşılaştırılması

Klasik Maliyet Azaltımı	Değer Analizi
1. Ürün analiz edilir.	1. Fonksiyon analiz edilir.
2. İş yalnızca bir kişi tarafından yapılır.	2. Grup çalışması daha iyi sonuç verir.
3. Maliyeti azaltmanın tek yolu kazancı arttırmaktır.	3. Maliyeti azaltmanın tek yolu daha iyi değerde ve kalitede üretmektir.
4. Klasik maliyet azaltımı prosedürleri, şirketi kısa vadede daha rekabetçi yapar fakat araştırmalar gözardı edilir.	4. DA prosedürleri yeni Pazar alanları bulur, mevcut pazarları geliştirir ve ürün geliştirme potansiyelini arttırır.

2.7 DM Sağladığı Yararlar ve Uygulama Zamanı

DM uğraş alanı ile çok yönlü faydalara sahiptir. Bunlar aşağıdaki başlıklar halinde özetlenebilir [25] [27].

-Gerekli olmayan fonksiyonların elemine edilmesi

-İlk defada doğru tasarımın yapılması

-Tasarımlarda iyileşme

-İşletmede yatay ve dikey iletişimin gelişmesi

-Üretim süreçlerinde iyileşmeler

-Maliyetlerin yönetiminin kolaylaşması

-Azalan maliyetler

-Üretim sonrası problemlerin azalması

-Müşteri için en iyi değerin belirlenmesi

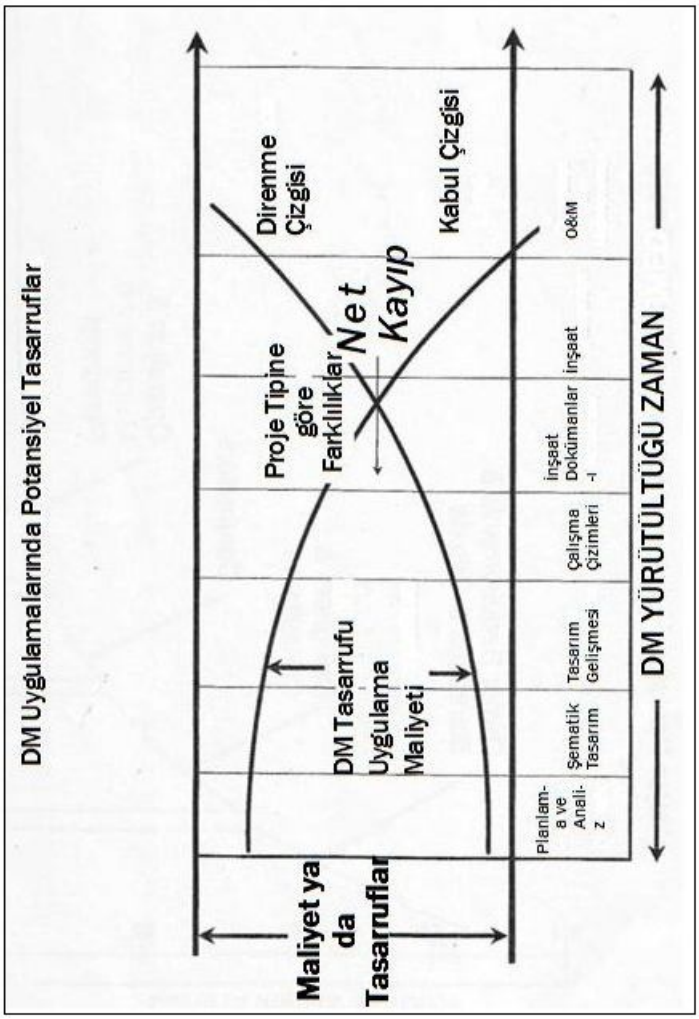
-Müşteri tatmininin sağlanması

-Verimlilik ve karlılıkta artışlar

-Yeni pazar fırsatları yakalama

-Mamullerin çeşitlenmesi

DM uygulamalarındaki en önemli noktalardan biri DM nin mümkün olan en erken durumda uygulanmasıdır. Şekil2.1' de görüldüğü üzere DM erken uygulanırsa tassaruf miktarı artar. DM geç uygulandığı takdirde ise değişiklik maliyetleri ve değişime karşı olan direnç artmaktadır.



Şekil 2.1 DM uygulama zamanının tasarrufa etkisi [29]

2.8 DM' nin Uygulanabileceği Projeler

DM başarılı bir çalışma olarak sonuç verebilmesi bir takım çalışması olmasının ürünüdür. Bu takım çalışmasını ortaya çıkarmakda bazı zorlukları beraberinde getirmektedir. Birçok farklı alandan uzmanın biraraya getirilip belli bir amaç için

koordinasyon halinde çalışması zor ve maliyetlidir. Bütçesi düşük tekrarlanmayan, bilinen yöntemlerle inşaası düşünülen bir proje için DM çalışmaları pahalı olacaktır. Bu tip projelerde teknik elemanlar, mal sahibi ve yüklenici kendi kararlarını verirler.

Karmaşık, yüksek maliyetli, tekrar eden projeler için ise fonksiyonların kalitesi, uygulanabilirliği, zamanı, maliyeti önemli olacağında bu tip projelerde DM uygulama masraflarının DM uygulamasından ortaya çıkan kazanç yanında çok önemsiz kalacaktır. Bu tip DM uygulamasının faydalı olacağı projeler aşağıdaki gibi sıralanabilir [11].

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.

2. 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.

3. Çok Tekrar Eden Projeler:

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

4. Yüksek Teknoloji Kullanılan Yapılar:

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

5. Bütçesi Sınırlı Olan Projeler:

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

6. Tasarım Programının 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.

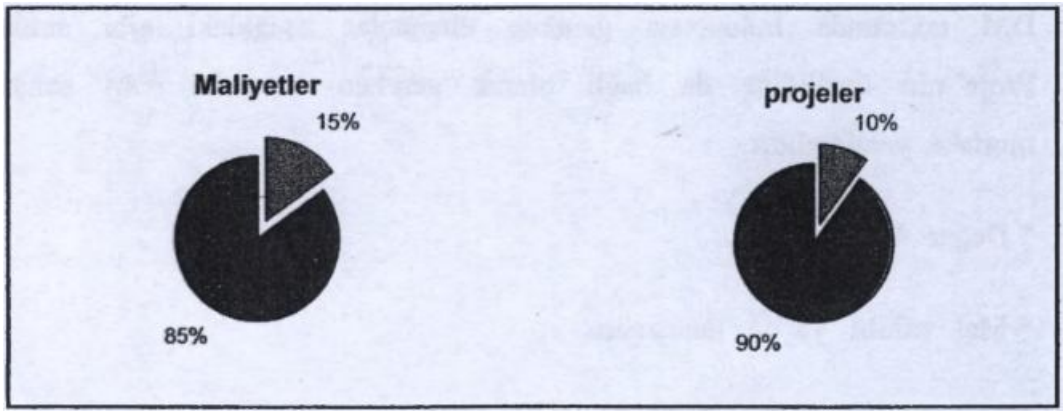
7. Yankı Uyandıracak Projeler:

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.

2.9 DM Uygulanacak Alanların Seçimi ve Pareto Kuralı

DM tekniklerinin uygulanabileceği projelerin seçiminde Pareto Kuralı kullanılır. Ayrıca, Pareto kuralı yardımıyla projede DM tekniklerinin en çok hangi alanlarda yoğunlaştırılacağına da karar verilir. Pareto kuralı, iki farklı şeyin birbirleriyle oransal ilişkisinin tayin edilmesinde kullanılır. Örneğin, bir tarafta maliyetler, diğer tarafta da maliyetleri oluşturan bileşenler var ise, bu kural yardımıyla "Maliyetlerin %80' ini %20' lik alt yapı çalışmaları oluşturuyor." ya da " %20' lik maliyetleri de %80 oranında üst yapı çalışmaları oluşturuyor." denebilir. Pareto kuralı ile oransal olarak en yüksekten en düşüğe doğru iki bileşenin birbirlerini etkileme oranlan da sıralanır. Bu sıralama yardımıyla maliyeti en yüksek alanlar tespit edilerek DM teknikleri özellikle bu alanlar üzerinde uygulanır.

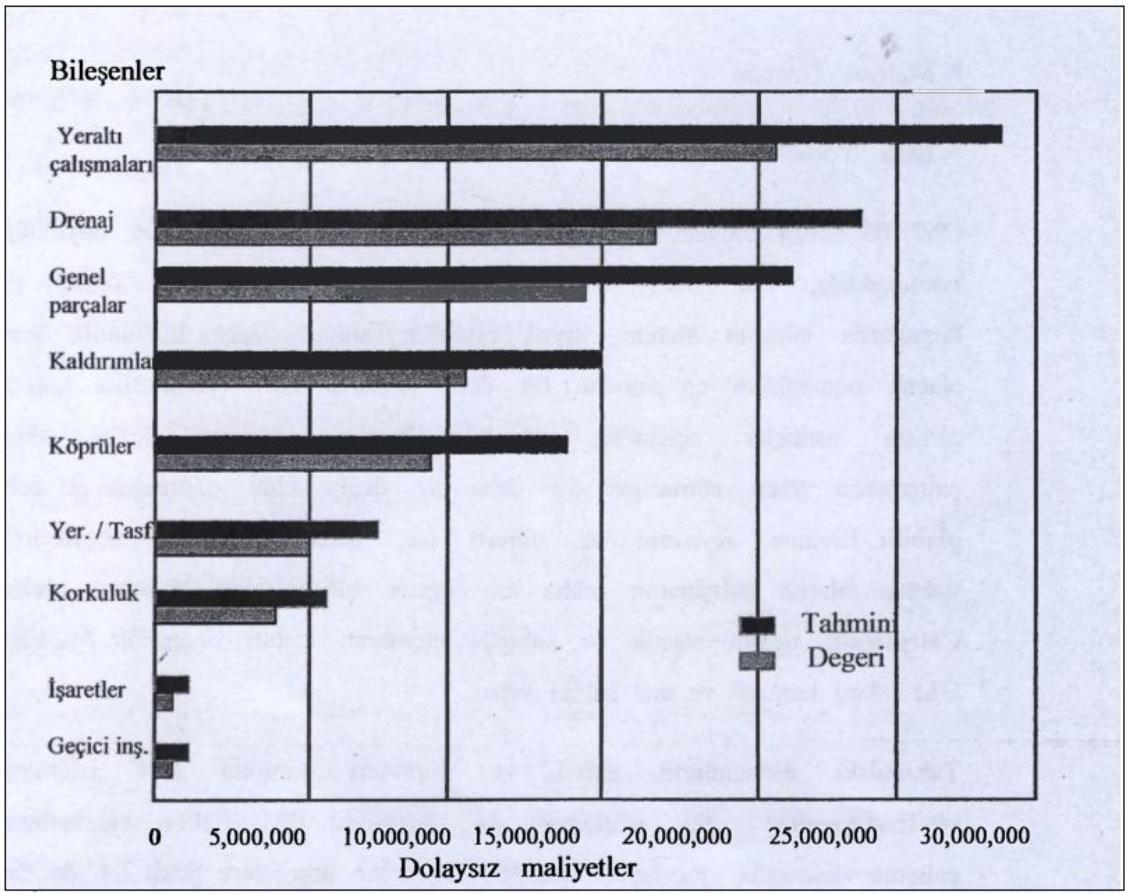
Bir inşaat firmasının birbirinden bağımsız 500 projesi varsa ve toplam maliyeti de 19 trilyon ise; Pareto kuralı ile Şekil 2.2'de görüldüğü gibi maliyeti en yüksek olan yüzdedeki projelerin ne kadar bir yüzdeye sahip olduğu tespit edilebilir. Yüzde 10 oranındaki proje %85'lik proje maliyetine sahiptir. %15 maliyete de %90' lık proje sahiptir. Buna göre, DM yüksek maliyete sahip az sayıdaki projelerde uygulanmalıdır.



Şekil 2.2 Pareto Kuralı ile DM uygulanacak projelerin seçimi

Şekilde görüldüğü üzere %10'luk projelerin maliyeti toplam maliyetlerin %85'ini oluşturuyor. %85 maliyetide 16.467.534.000 trilyon'dur. Anlaşılacağı üzere DM yüksek maliyete sahip proje ve süreçlere uygulanmalıdır.

Bir yol projesine ait Pareto Analizi Şekil 2.3'de incelenmiştir. Tablodan en fazla maliyetli alanlar kolayca ayırt edilebilmektedir. Yeraltı çalışmaları, drenaj ve birleşik genel parçalar en çok maliyet tutan, değerin düşük olduğu ve değer tekniklerinin uygulanmasında ilk önce ele alınacak alanlar olarak belirlenmektedir [11].



Şekil 2.3 Bir yol projesine ait Pareto Analizi [28]

2.10 DM Takım Elemanları ve Karar Vermede Etkileri

DM takımında bulunması gereken elemanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Proje' nin özelliğine de bağlı olarak gereken uzmanlar DM çalışmasında mutlaka yeralmalıdır [11].

- Değer Uzmanı

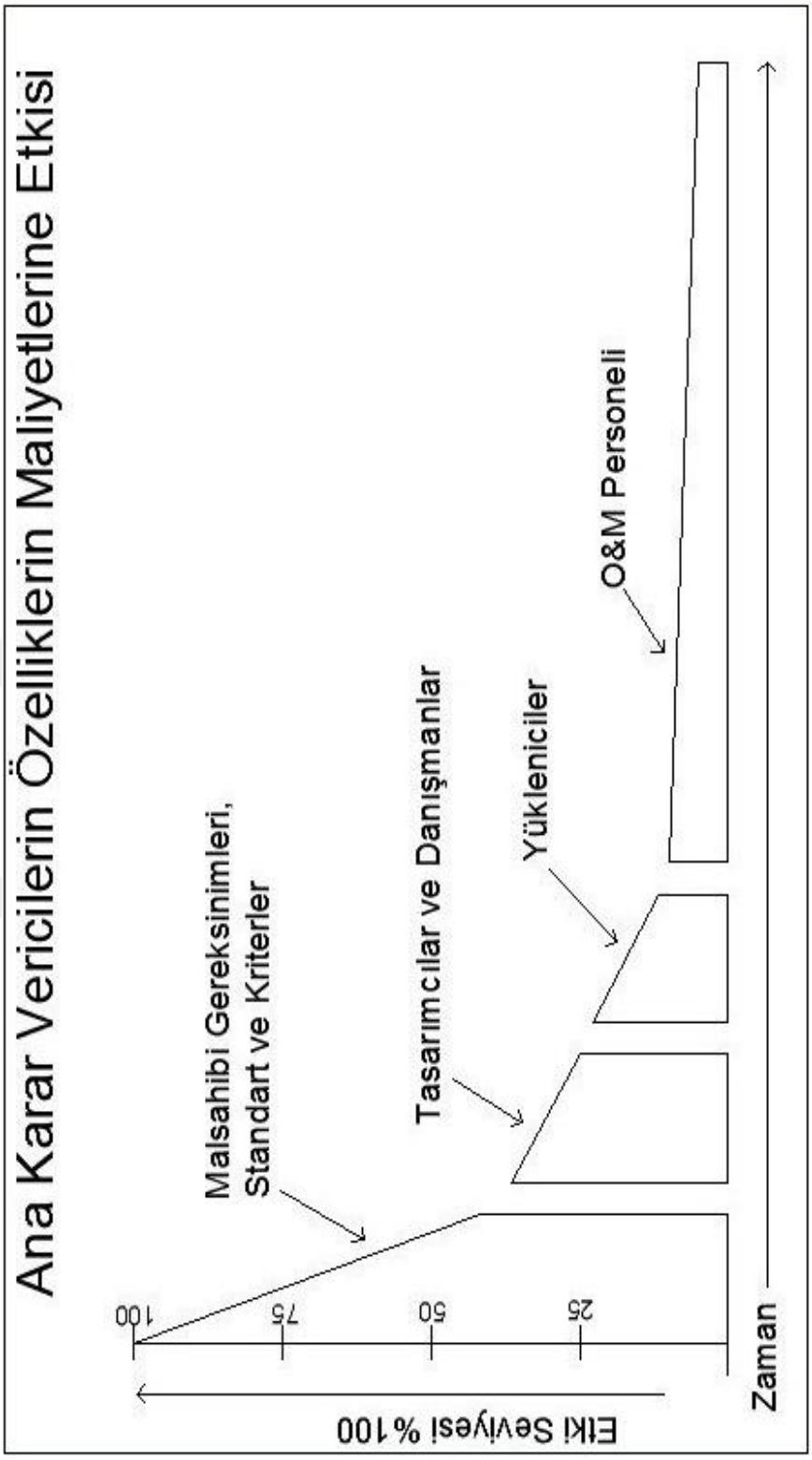
- Mal sahibi ya da danışmanı
- Tasarımcılar / Danışmanlar
- İnşaat Mühendisi
- Yüklenici Temsilcisi
- Mimar ve Mühendisler
- Maliyet Uzmanı
- Bina Yönetim

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 katılmışolması 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 uzmanın fikirlerinden yoksun olarak çalışmanın daha az değerle bitirilmesine de sebep olabilir.

Çalışılabilir uygun sayıda ve kalitede elemanın tesbiti 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'de görüldüğü üzere, mal sahibi ve danışmanları projeyle oluşacak maliyetlerde en önemli rolü üstenmektedir. Bu yüzden DM çalışmasına mutlaka mal sahibi veya danışmanları katılmalıdır.

Tasarımcılar ve uzman danışmanlar ise, ikinci sırada söz hakkına sahiptir. Oysa uzman danışmanların vereceği kararlar projeye değerin katılmasını sağlar.



Şekil 2.4 DM takım elemanlarının karar vermede etki dereceleri [29]

Danışmanların bu iş karşılığında alacağı ücret, proje'nin ilk yatırım maliyeti ile kıyaslandığında küçük bir miktardır. Bazı mal sahipleri tasarruf etmek için takımda uzman bulunmasını istemeyebilir. Ancak uzmanın alacağı ücretin defalarca katı proje'nin ilk yatırım maliyetine, kullanım maliyetine ve kalite özelliklerine yansır. Çizelge 2.2' de, DM servis ücreti ile DM işlemlerinin yatırıma kazandırdığı miktar bir örnek üzerinde karşılaştırılmıştır:

Örnek, bir kamu kuruluşunun bütçesinden alınmıştır. Bu kuruluşun yıllık inşaat program bütçesi 150 proje için 200,000,000 dolardır. Mal sahibi 10 milyon dolar altındaki projeler için bir DM çalışması, 10 milyon dolar üstü bütçeli projeler için de iki DM çalışması yapılmasını öngörmüştür. Ayrıca ilk yatırım maliyeti için üç günlük düzenli çalışma, kullanım maliyetleri için de beş günlük bir çalışma plânlanmıştır. [29] Pareto Kuralı uygulandığında % 80 'lik en yüksek maliyete (160 milyon dolar) sahip projelerin % 20 oranında (18 proje) bir paya sahip olduğu belirlenir. Çizelge 2.2'de ifade edildiği üzere; toplam DM servis maliyetleri 750,000 dolar iken DM çalışmalarının yatırıma kazandırdığı sermaye bu miktarın 25 katıdır. Sonuç olarak, DM takımında gerekli uzmanların alacağı ücretler onların projeye kazandıracağı değerin yanında önemsiz kalır [11].

Çizelge 2.2 DM servis ücreti ile DM çalışma maliyetinin karşılaştırılması

Seviye	Proje Maliyeti	Adet	DM Maliyeti	Toplam
A	20 milyon dolar üstü	2	55,000 dolar	100,000 dolar
B	10-20 milyon arası	6	47,500	285,000
C	2-10 milyon arası	10	22,500	225,000
D	Proje Yönetimi			130,000
			Toplam Maliyet	750,000 dolar

Çizelge 2.2 DM servis ücreti ile DM çalışma maliyetinin karşılaştırılması (devamı)

Hedeflenen tasarrauf miktarı, 200,000,000 %5 = 10,000,000 dolar ilk yatırım maliyetinde 200,000,000 %0.5 = 1,000,000 dolar/ yıllık kulanım maliyetinde
PWA tasarrufu = Yıllık tasarruf PWA = 1,000,000 /yıl. 10 (PWA) = 10,000,000 dolar PW
10,000,000 dolar ilk yatırım maliyeti 10,000,000 dolar kullanım maliyeti
20,000,000 dolar toplam tasarruf
Yatırıma geri döndürülen sermaye oranı =Tasarruf miktarı/DM servis maliyeti 20,000,00 /750,000 =25/1

2.11 DM' nin Diğer Yöntemlerle İlişkisi

DM'liğine amaç ya da sistem olarak benzeyen birçok yönetim programları mevcuttur. Örneğin; Verimlilik Programlan, İş Basitleştirmesi, Maliyet Azaltma, Kalite Yönetimi, Risk Analizi, Kullanım Maliyeti Modeli, Sistem Analizi gibi. DM bu tekniklerin hepsini biraraya getirip tüm proje amaçlarının 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 birkaçının birleştirip kullanırken DM hepsini değer artırma yönünde organize ederek kullanır. DM çalışmasında yeralan işlemler şunlardır [11] :

- Verimliliğin artırılması,
- Maliyetin azaltılması,
- Yönetim sisteminin geliştirilmesi,
- Enerjinin verimli kullanılması,

•Kullanım maliyetinin incelenmesi,

•Bütçenin kararlarının doğruluğu,

•Kalitenin artırılması,

•İşlerin basitleştirilmesi gibi.

DM mevcut tekniklerin tüm özelliklerini kullanarak fonksiyonların maliyeti ve değeri arasında ortak kararlara ulaşır. Çizelge 2.3' de DM 'nin birlikte çalıştığı teknikler işlem sıralamasına göre gösterilmiştir.

Çizelge 2.3 DM ve birlikte çalıştığı yöntemler

Bilgi Kaynakları	**Bilgi Kaynakları**	**Destekleyici Teknikler Geliştirme İşlemleri Seçeneklerin Değelen.**	**Sonuçlar**
-Hesaplar -Yönetim bilgileri -Amaç yönetimi -0 tabanlı bütçeleme -Personel önerileri -Enerji prog -Performans etken. -Müteahhit öneri. -Kağıtişleri yönet. -Verimlilik ölçümü -Şikayetler	Fonksiyon Analizi Maliyet-Değer Diyagramı Maliyet modelleri Kullanım maliyeti mod. Kalite modeli Enerji modeli FAST diyagramı	İşi basite indirgeme Ekonomik Analiz Kullanım Maliyeti Tasarım- Maliyet Yönetim Analizi Akış Diyagramı Seçenek Değerlen. Sistem Analizi Maliyet Azaltma Risk Yönetimi Toplam Kalite Yönetimi	Değer Artışı Maliyet Azalması Zaman Tasarrufu İş gücü Tasarrufu

2.12 Tasarım Aşamalarına göre DM Çalışma Alanları

Büyük bir proje için DM çalışmalarının iki aşamada uygulanması yararlıdır. Mal sahibinin kararına göre ya da projenin özelliklerine bağlı olarak tek aşamalı da uygulanabilir.

İki aşamada uygulanmasına karar verildiyse; 1. aşama tasarımın programlanması, şematik çalışmaların yapıldığı plânlama aşaması olabilir. İkinci aşama da yapım süreci başladığında uygulanabilir. Çizelge 2.4 DM nin tasarım aşamalarına göre çalışma alanlarını göstermektedir. Değer uzmanının ve mal sahibinin seçimlerine ve proje'nin karmaşıklığına göre her alanla uğraşacak alt takımlar oluşturulabilir. Örneğin, yapısal işler için bir takım, tesisat ve elektrik işleri için başka bir takım gibi. Ancak bu takımların zaman zaman biraraya gelip ortak kararlar vermeleri ve amaçlarını kontrol etmeleri gerekir. 40 saatlik bir çalışma çoğu kez bir projenin değerini artırmada yeterlidir. 5 kişilik bir takım için 5 gün 8' er saatten toplam 200 saat esas çalışma için, 80-100 saatte Ön inceleme veya son inceleme evresinde harcanabilir [11].

Çizelge 2.4 Tasarım aşamalarına göre DM çalışma alanları [29]

Çalışma Alanları	Kavram	Şematik	Tasarım Geliştirmesi
Genel Proje Bütçe Düzen Kriterler ve Standartlar	• Tasarım Konsepti • Program Yorumlama • Arazi / Hizmetler • Giriş, Sirkülasyon • Proje Bütçesi • Tasarım Amaçları • Net ve Brüt Alanlar	• Şematik Kat Planları • Şematik Kesitler • Sistemlerin Birleştirilmesi • Kat Yüksekliği • Fonksiyonel Alan	• Kat Planları • Kesitler • Detaylar • Entegre Sistemler • Alan Sirkülasyonu • Şartnameler
Yapısal Temel Altyapı Üstyapı	• Performans Gereksinimleri • Strüktürel Bölümler • Çerçeve Sistemleri Araştırması • Yer altı Ddurumu • Yer altı Konsepti • Çerçeveleme ön inceleme • Yapısal Yük Kriterleri	• Şematik Bodrum Kat Planı • Temel Sistemleri Seçimi • Yapısal Sistem Seçimi • Plan Çerçevesi • Eleman Ölçüleri	• Bodrum Kat Planı • Temel Detaylar • Kat ve Çatı Çerçeve Planları • Ana Elemanların Boyutları • Şartname ana çizimleri
Mimari Dış Kaplama Çatı İç Yapı Asansörler Ekipman	• Görünüş Yaklaşımı • Çatı Tipi • İç Tasarım • Oda Tasarımı • Sirkülasyon Şeması • İhtiyaçlar/Dikey Sirkülasyon • Ana ekipmanlar ve Araziye Yerleştirilmesi • Güneş Enerjisi Kullanımı	• Konsept Ayrıntıları • Duvar Sistemlerinin Seçimi • Şematik Görünüş • Çatı Sistemlerinin Şeçimi • Oda Tasarımı • Bölümlerin Seçimi • Sirkülasyon Alanı • Temel Asansör ve Dikey Taşıma Ulaşım • Önemli Unsurların Oda Tasarımına Etkisi	• Görünüşler • Görünüş detayları • Çatı Detayları • İlk Bitirme Zamanı • İç Yapı Elemanları • Yapısal Birleşimler • İç Görünüşler • Şartnameler
Mekanik HVAC Tesisat Yangın Koruma	• Basit Enerji Kavramı • Mekanik İşletme Hizmete etkisi • İlk Sistem Seçimi • Kaynak Tahsis etme • Performans Gereksinimleri Tesisat, HVAC ve Yangın Koruma	• Tesisat Sistem Seçimi • Arıtma Hizmeti ve Dağıtım Konsepti • Şematik Plana Girme • Enerji Korunumu	• Detaylı Sistem Seçimi • İlk Sistem Seçimleri ve Önemli Ayrıntılar • Dağıtım ve Merdiven Diyagramı • Sistem Elemanları için Şartname Taslakları
Elektrik Servis ve Dağıtma Aydınlatma ve Güç	• Basit Güç Arzı • Doğal ve Yapay Aydınlatmayı Kullanama • Aydınlatma için Performans Gereksinimleri • Özel Elektrik Sistemleri Gereksinimi	• Penceresi Tasarımı ve Günışığı İhtiyacı • Elektrik ve Aydınlatma Sistemleri Seçimi • Genel Hizmet, Güç ve Dağıtma Konsepti	• Detaylı Sistem Seçimi • Dağılım Diyagramları • Önemli Boşluklar • Aydınlatma Planı • Elektrik Unsurları için Şartname Taslakları
Alan Hazırlık Elektrik, Su, Doğalgaz Peyzaj	• Alan Seçimi • Alan Gelişim Kriterleri • Alan Biçimleri ve Yükü • Giriş için Gereksinimler • Özellik Görünümleri • Elektrik, Su, Doğalgaz Temini • Alan drenajı	• Tasarım Kavram Birleştirilmesi • İlk Arazi Planı • Şematik Ağaçlandırma, Sınıflandırma ve Kaldırım Planları	• Arazi Planı • Ağaçlandırma Planı • Arazi Ayrıntıları • Arazi ile İlgili Şartnamaler

2.13 DM İş Planı

İş planı oluşturma klasik maliyet azaltma yöntemlerinden DM' yi ayıran en önemli özeliktir. DM uygulamalarının başarılı olabilmesi için iş planı uygulanmalıdır. İş Plânı 5 adımdan oluşur. Her adım cevaplandırılması gereken önemli sorular içerir [29].

1. Adım: Bilgi Toplama

- Hangi fonksiyonlar sağlanmalıdır?
- Bu fonksiyonların maliyetleri nedir?
- Bu fonksiyonların değerleri nedir?
- Hangi fonksiyonlar mutlaka gerçekleştirilmelidir?

2. Adım: Yaratıcılık ve Fikir Geliştirme

- Başka ne bu fonksiyonun yaptıklarını yapabilir?
- Bu fonksiyon başka nasıl gerçekleştirilebilir?

3. Adım: Değerlendirme

- Her üretilen fikir fonksiyonları gerçekleştirecek mi?
- Her fikir fonksiyonu sağlaması için nasıl değiştirebilir?

4. Adım: Önerilerin Geliştirilmesi

- Yeni fikirlerin uygulanması nasıl olur?
- Bütün ihtiyaçlar sağlanabilir mi?
- Maliyet ne olur?
- Kullanım maliyeti açısından değere katkısı var mı?

5. Adım: Sunuş / Tamamlama

- Yeni üretilen fikrin eskisinden üstün özellikleri nelerdir?
- Önerilerin iyi ve kötü yanları nelerdir?
- Önerinin uygulanabilmesi için neler gereklidir?

Çizelge 2.5' de DM işlemlerinin uygulama sırasını göstermektedir.

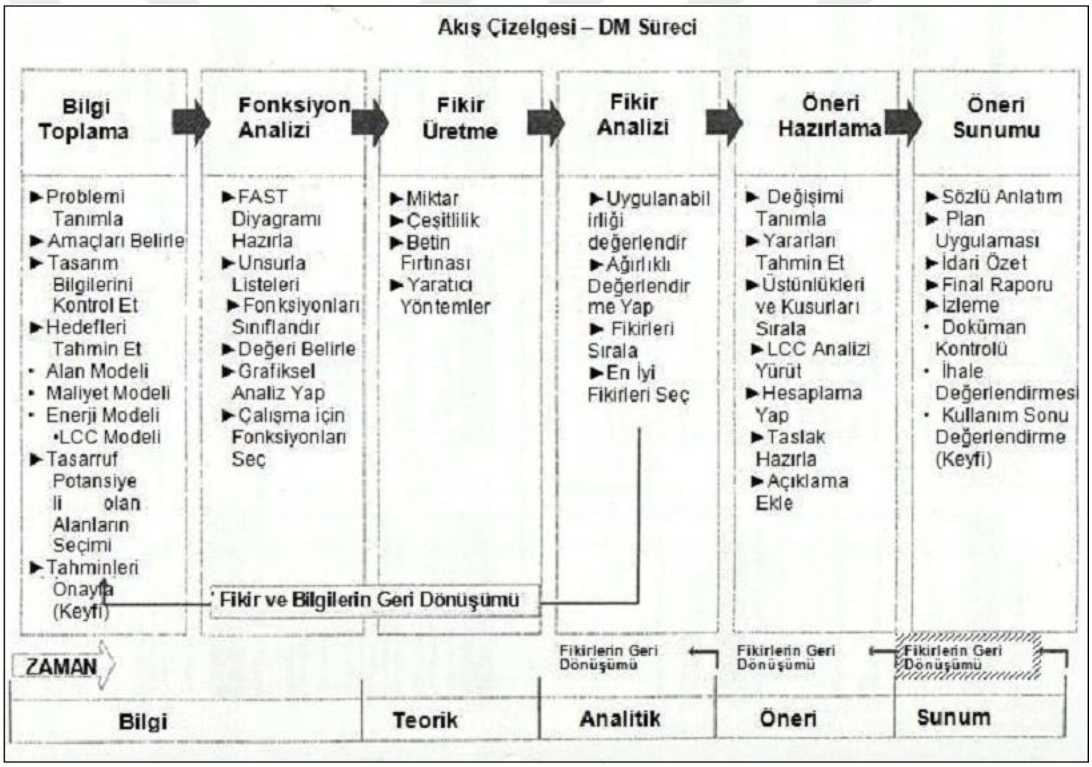
Bir de İş Plânını kapsayan, DM' ne ait tüm çabalan en başından sonuna dek içeren Çalışma Plânı vardır. Çizelge 2.5'de İş planı gösterilmiştir. Çalışma plânı ise 3 evreden oluşur [29]:

1. Ön İnceleme Evresi: İş plânının Bilgi Toplama Adımının önemli bir kısmını kapsar.

2. İnceleme Evresi: Bilgi Toplama Adımının kalan kısmı, Yaratıcılık / Fikir Geliştirme Adımı, Fikirlerin Analizi / Gelişimi ve Seçimi Adımı, Sunuş ve Tamamlama Adımının da giriş çalışmalanm içerir.

3. Son İnceleme Evresi: Sunuş ve Tamamlama Adımının son çalışmalarını oluşturur.

Çizelge 2.5 DM iş planı [29]



2.13.1 Ön İnceleme Evresi

Ön inceleme evresi, DM çalışma planının öncesinde yürütülmesi planlanmış olmalıdır.

DM çalışmalarının başarısı büyük ölçüde ön hazırlık ve uyumluluğa bağlıdır. Bilgilendirme ve gerekli dokümanlar tasarımcı tarafından sağlanır ve takıma çalışma alanlarına hazır olmaları için dağıtılır. Her katılımcı kendi rolünden beklenenler ve çalışma boyunca sorumlulukları hakkında bilgilendirilir.

Böylece öncalışma aktiviteleri iki kategoriye ayrılır. Çalışma için hazırlanma ve bilgi toplama aşamasına hazırlık [29].

Çalışmaya Hazırlık: Çalışmaya hazırlanma genellikle aşağıdakileri içerir:

• Çalışma planı ve programın hazırlama

• Çalışma yerini hazırlama

• Çalışma özelliklerini, ekipman vb. unsurları düzenleme

• Malsahibi/tasarımcı bilgilendirmesini ilk güne, büyük projelerde ilk günden önceye ayarlama

• Müşteri fikirlerini gözden geçirmeyi haftasonuna ayarlama

• Sunum zamanını ayarlama

• Takım üyelerine haber verme

• Kontrol etmeleri için tüm proje bilgilerini tüm takım üyelerine dağıtma

• Maliyet tahminlerini ve kalite modeli taslağını onaylama (isteğe bağlı)

Bilgi Toplama Aşamasına Hazırlık: Uygun olduğu zaman DM iş planının bilgi toplama aşamasının layıkıyla uygulanabilmek üzere çalışma aşaması için yeterli zaman önceden planlanmış olmalıdır. Bu işlem aşağıdaki üç aktivite hariç tutularak mümkün olduğu ölçüde bilgi toplama aşamasından önce tamamlanmış olmalıdır. Takım bu üç aktiviteye çalışma aşamasının ilk gününde başlamalıdır:

• Fonksiyon analizi

• FAST diyagramının geliştirilmesi

• Fonksiyonlar için maliyet/kullanım gideri değerinin belirlenmesi

Bilgi toplama aşamasında ön çalışma aşamasında bitirilenler ise aşağıda verilmiştir:

Tipik binalar için aşağıdaki proje verilerini sağlanmalıdır.

• Gereksinimler programı

• Tasarım kriterleri

• Proje kısıtlamaları

• Ana plan (mümkünse)

• Çevresel değerlendirme

• Geçerli bina kotları

• Düşünülmüş alternatif tasarımlar

• Çizimler ve taslaklar

• Tasarım hesapları

• Tesisat yerleşimi ve zemin bilgileri

• Detaylı yapım maliyet tahminleri

2.13.2 İnceleme Evresi

Ön inceleme evresinde başlatılan bilgi toplama süreci inceleme evresinde de devam eder. İnceleme evresi başladığında mal sahibi ve tasarımcıların DM takımına verecekleri bilgiler tamamiyle bitmiştir. Bu bilgiler ışığında DM takımı çalışmalarını başlayabilir. Fakat bazı veriler eksik kalmış ya da anlaşılmamış olabileceğinden DM takım elemanları ile mal sahibi ve tasarımcıların (mimar/mühendis) sık sık irtibat halinde olmaları önemlidir. Bu şekilde DM takım elemanları istekleri daha iyi anlamış olur. Mal sahibi ve tasarımcılardan farklı fikirlerde alabilirler.

İnceleme evresinde bilgi toplama aşaması, çalışma aşamasında projenin FAST diyagramının hazırlanması, fonksiyon analizi, fonksiyonlar için maliyet ve kullanım gideri belirlenmesi, kullanım gideri modelinin tamamlanması, değer endekslerinin hesaplanması, değer geliştirmesi için önemli alanların seçilmesi ve takımın hazırlaması ile sonuçlanır. Eğer ön inceleme aşamasında ana maliyet unsurları onaylanmadıysa, malsahibi yetki vermişse takım ivedilikle bunu gerçekleştirir [29].

Daha sonra takım yaratıcılık ve fikir üretme aşamasını sonuçlandırır. Üretilebilecek birçok fikir listelenir.

İnceleme aşaması fikirlerin değerlendirilmesini içerir. Uygun olduğu zaman malsahibi müşteri ve mühendis/mimar geliştirilecek fikirlerin seçimine katılmalıdırlar. Bu aşamada müşteri ve mühendis/mimarların sürece katılımlarının birçok yararı vardır.

•DM takımı malsahibi ve mühendis/mimar görüşlerinin üstünlük ve kusurları hakkında tartışılabileceği bir ortamdır.

• DM takımı bazı kusurlara sahip fikirlerin kabul edilmek üzere kusurlarının hafifletilmesini ya da değiştirilmesini sağlar.

• DM uygulama olanağı bulunmayan fikirleri geliştirmek için zaman harcamaz. Diğer fikirlere zarar verebilecek etkilere sahip önerileri ise bastırır.

• Çalışma sonuçlarıyla ilgili müşteri endişeleri yatıştırılır, fikirler için bir gelişme zamanı sağlanır, kabul için daha iyi fırsatlara izin verilir.

Geliştirme aşamasında değişim için önemli öneriler hazırlanır. Yararlar tahmin edilir ve tanımlanır, LCC' ye etkiler incelenir ve uygulama maliyetlerine karar verilir.

Sunum/Uygulama aşaması da çalışma aşamasıyla başlar. Çalışmanın son gününde DM takımı müşteri ve tasarımcılara önerileri hakkında sözlü bir sunum yapar. Sunumun amacı her fikrin yararını ve kabul edilme gerekçesini açıklamak ve ilk yatırım ile kullanım maliyetlerine etkisini tahmin etmektir. Ayrıca DM takımı sunum sonundaki sorular ve tepkilere kulak vermelidir. Bu soru ve tepkiler çoğunlukla önceden belirtilen endişelerin hafifletilmesi için önerilerde değişiklikler yapılmasını işaret eder.

2.13.3 Son İnceleme Evresi

Normal çalışma süresi Sunuş / Tamamlama Adımıyla sona erer. Bu adımda aşağıda bahsedilen üç işlem gerçekleştirilir:

- DM takımının hazırladığı rapor mal sahibine sunulur.

- Bir sonuç toplantısı düzenlenerek mal sahibi ve tasarımcı ile önerilerle ilgili cevaplan üzerine tartışılır.

- Sonuç Toplantısı gözönüne alınarak da Son Rapor hazırlanır.

Çizelge 2.6 DM Çalışma Plânı Evrelerini tablo halinde özetler. Her evrede yapılması gereken işler maddeler halinde ve uygulama sırasına göre anlatılmıştır. Çizelge 2.7' de ise, DM Çalışma Sisteminde katılımcıların görevleri ifade edilmiştir. DM bir takım çalışması olduğundan katılımcıların Çizelge 2.7' de özetlenen görevleri mutlaka yerine getirmesi gerekir.

Çalışma Planı Evreleri

Çizelge 2.6 DM çalışma planı evreleri [29]

Ön İnceleme Evresi

Proje Koordinasyonu	Ön Çalışma Hazırlığı	Maliyet Modeli Hazırla
Çizelgeyi Doğrula	Tasarım Verisini Toplanması	Fonksiyonları Tanımla Maliyetler, Dağıt İnşaat Maliyet Modeli
Maliyet Verisi için Formatı Belirle	Takım Üyelerine Dağıtılması	Yüksek Maliyet Alanlarını Belirle
Mimar/ Mühendis Önerileri	Maliyet Verisini Belirle	Enerji Modeli Geliştir
Proje Sorumluluklarını Belirle	Proje Kısıtlamalarını Belirlenmesi	Süreç Alanı ve Destek Enerji Modeli Hazırla
Bilgi Toplama	Veriyi Tekrar Topla	Potansiyel Enerji Tasarrufu Alanlarını Belirle
	Takım Üyeleriyle Tanış	LCC Modeli Geliştir
	Kalite Modeli (İsteğe bağlı)	Alanları Seç Maliyetleri Geliştir Yüksek Maliyet Alanlarını Belirle

İnceleme evresi

Oryantasyon	Bilgi Toplama Aşaması	Yaratıcılık Aşaması
Program Koordinatöründen Bilgilendirme	Program Koordinatöründen Bilgilendirme	Program Koordinatörünün Yaratıcı Düşünme Bilgilendirmesi
	Proje Açıklaması ve Tasarımcının Sunumu	Yaratıcı Fikirler • Fikirlerin Kalitesi • Fikir Çağrışımları
	Malsahibinin Gereksinimleri ve Kısıtlamaları	Beyin Fırtınası Grup Yaratıcı Düşünme
	Fonksiyon analizi Sırasında Üretilen Fikirleri Listele	Bireysel Yaratıcı Düşünme Fikirler için kontrol Listesi Kullanma

Çizelge 2.6 DM çalışma planı evreleri [29] (Devamı)

Değerlendirme Aşaması	Geliştirme Aşaması	Öneri Aşaması
Uygulanamayacak Fikirlern Elenmesi	En iyi fikirlerin geliştirilmesi	Öneri Geliştirme
Fikirlerin Üstünlükleri ve Kusurlarıyla Sıralanması	Diğer Tasarım Taslaklarının Hazırlanması	Çıkarımları Özetleme
Güvenlik, Dayanıklılık, Çevresel, Görünüş, Sürdürme gibi Ekonomik Olmayan Unsurlara göre Ağırlıklı Değerlendirme	Tahminlerin Hazırlanması	DM Fikirlerini Malsahibi ve Mühendis/Mimara Sunma
Malsahibi, Mühendis/Mimar ile Fikirlerin Kontrol Edilmesi	LCC Kıyaslamaları • İlk Yatırım Maliyeti • Tekrar Tasarlama Maliyeti • İşletme/ Bakım maliyeti	Sözlü Sunum Fikirlerin Kabul Edilebilirliğine Karar Verme
Geliştirme için En İyi Fikirlerin Seçilmesi		

Son İnceleme Evresi

DM Çalışma Raporu	Son Kabul	Proje Takibi
İlk DM Çalışma Raporunun Hazırlanması	Mal sahibinin Onayı	Teklif Analizleri
Mal sahibi/Tasarımcı son istek/önerilerinin uygulanması Hazırlaması	Mal sahibine Sunuş	Tahmin Uygulaması
	Uygulamayla Birlikte Son Rapor	Doküman Sonuçları
	Tekrar Tasarlama	Uygulama Sonrası Değerlendirme

Çizelge 2.7 DM çalışma sisteminde katılımcıların görevleri [29]

I. Ön İnceleme Evresi				
Malsahibi	**DM Danışmanı**	**Mal sahibi**	**Tasarım Danışmanı**	**DM Danışmanı**
1. DM sözleşmesindeki hizmet kapsamını birleştirme 2. DM sürecini ilen etme	3. Takım üyelerini tanıma 4. Takım özelliklerini ve maliyet önerilerini sunma	5. DM danışmanını seçme	6. Tasarım verilerine denenmiş DM önerilerini ekleme	7. DM çalışmasını listeleme 8. Modeller Hazırlama 9. Veriyi dağıtma

II. İnceleme Evresi				
Takım Koordinatörü	**Tasarım Danışmanı**	**DM Takımı**	**Malsahibi**	**Tasarım Danışmanı**
1. DM çalışma takımını oluşturma ve yönetme	2. DM takımını bilgilendirme 3. DM fikirlerini gözden geçirme 4. DM takımının bilgilendirmesini dinleme	5. DM çalışmasını yürütme 6. DM önerilerini hazırlama 7. DM önerilerini sunma	8. DM takımını bilgilendirme 9. DM fikirlerini gözden geçirme 10. DM çalışma sunumunu dinleme	11. Takımın sunumunu yorumlama

III. Son İnceleme Evresi				
Takım Koordinatörü	**Tasarım Danışmanı**	**Malsahibi**	**Tasarım Danışmanı**	**Takım Koordinatörü**
1. Taslak raporu hazırlama	2. Her DM önerisini yorumlama	3. DM raporunu gözden geçirme 4. Tasarımcının yorumlarını gözden geçirme 5. Her DM uygulamasını onaylama ya da onaylamama	6. Onaylanmış DM önerilerini uygulama	7. Sonuç raporunu hazırlama (isteğe bağlı)

BÖLÜM 3

DM TEKNİKLERİNİN İNŞAAT PROJELERİNE UYGULANMASI

DM teknikleri üretimin olduğu her alanda kullanılabilecek tekniklerdir. DM takım oluşturulmasından sonra maliyetlerin yüksek, değerin düşük olduğu alanlar belirlenip, fikirler değerlendirilir, iyi fikirler geliştirilip öneriler halinde sunulur. Bu işlemler bütün DM uygulanacak alanlar için aynıdır. İnşaat projelerine de uygulanırken aynı metod izlenir. Fakat, inşaat projelerinde diğer üretim süreçlerinden farklı olarak yapım sürecinin zorlu, karmaşık, uzun süreli ve belirsizliklerin çok olması, DM takım yöneticisinin, uzmanlarının, yapım süreci hakkında bilgili ve tecrübeli olmaları olası sorunları önceden görmeleri ya da farklı sorunları başarıyla çözmeleri için DM takımının bu niteliklere sahip olması önemlidir.

İkinci bölümde DM ile ilgili tanımları, kavramları, sistematiği açıklanmıştır. Bu bölümde ise DM iş planı dahilinde inşaat projelerine bu tekniklerin uygulamaları ayrıntılı açıklamaları ve örnekleri ile incelenecektir.

3.1 Bilgi Toplama

Bilgi toplama aşaması DM işlemlerinin uygulanmasında ilk aşamadır. Bu aşama problemi tanımlama, amaçları belirleme, tasarım bilgilerini edinme, bazı modellerin oluşturulması (enerji, alan, maliyet), değerin düşük maliyetin yüksek olduğu alanları belirleme ve tahminlerin yapılmasını gerektirir. Burdaki temel amaçlar; projenin ana yönlerinin DM takımı tarafından iyi bir şekilde anlaşılmmasını sağlamak ve DM takımının dikkatini değerin arttırabilecek alanlara çekmektir [29].

Mal sahibi veya onu temsil eden bir elemanın DM takımına projenin özeti, amaçları ve neden DM çalışmasına ihtiyaç duyduklarını, çalışmadan beklentilerini açıklayan bir konuşma yapmaları yönlendirici ve belirleyici olur. Bu bilgilendirmeden sonra DM takım yöneticisi tarafından çalışma planı oluşturulur. DM çalışmasının her adımı, bu adımlarda hangi elemanların hangi görevleri üstleneceği ve tartışılacak konular belirlenir. Mal sahibinin veya temsilcisinin giriş konuşmasından sonra, tasarımcıların (mimarlar/mühendisler) sunum yapmaları gerekir. Mimarın estetik, biçim gibi konularda sunum yapması gerekirken mühendislerin kendi alanlarında (yapı, elektrik, mekanik) problemli olduklarını düşündükleri ve diğer alanları etkliyecek kısımları tespit edip sunmaları gerekir. Bu sunumlar projenin DM takımı tarafından kavranmasını ve ayrıntılarına hakim olmasını sağlar. Tasarımcılar ile DM takımı arasında bazı fikir ayrılıkları olabilir burada eleştirsel değil yapıcı ve genel fikirler ortaya atılır. Tasarım ekibininde takımn bir parçası olarak düşünülür.

Bütün tasarımcıların sunumlarından sonra çizimlerin, belgelerin incelemensi ve üzerinde çalışabilmesi için bir zaman ayrılır. Bu zaman DM takım elemanlarının proje ile ilgili bilgilere ne kadar hakim olduğuna bağlıdır. Bu adımda projeyle ilgili her türlü kısıtlama, ihtiyaç programı, şartnameler ve bina kodları, arazi planı ve zemin etüdü gibi konularda kesin bilgiler elde edilir [11]. Bu adımdaki yapılacak olan en önemli iş proje ile ilgili maliyet verilerinin toplanarak gerekli modellerin hazırlanmasıdır. Bu modeller alt başlıklarda anlatılmıştır.

3.1.1 Maliyet Modeli

Maliyet Modelleri, Diyagramlı ve Grafikli Maliyet Modelleri olarak iki biçimde ifade edilir. Her iki biçim de aynı bilgiyi değişik yolla anlatır [11].

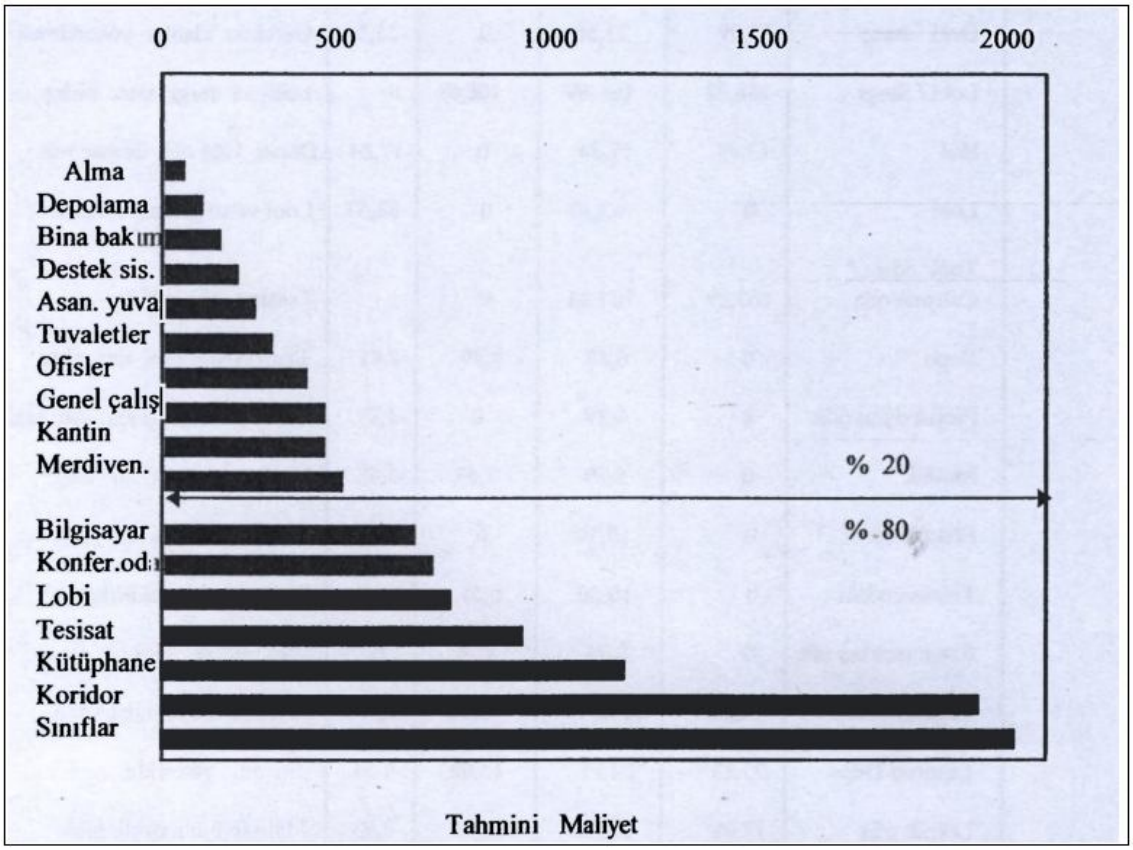
Diyagramlı Maliyet Modeli, proje fonksiyon alanlarının hiyerarşik olarak dağılımının ve birbirleriyle ilişkisini gösterir. Bu modelle, projenin her kısmının maliyeti açıkça görülür. Diyağramlı Maliyet Modeli, Tahmini ve Amaçlanan Maliyet olmak üzere iki tip maliyet bilgisi içerir. Bu modelde her sistem kendisini oluşturan alt sisteme, alt sistemler de kendi alt bileşenlerine, alt bileşenler de kendi alt parçalarına ayrıştırılır.

Her seviyedeki fonksiyonlar için "Tahmini Maliyet" ve "Amaçlanan Maliyet" bilgileri tespit edilir. Bu bilgilerin doğruluğu DM takımının daha önceki deneyimlerine ve fonksiyon analizlerinin başarısına bağlıdır. Bütün alt parça, alt bileşen ve alt sistemlerin tahmini maliyetleri diyagramda yerine yazılır ve diğer faktörlerin maliyetleri ile birlikte toplam maliyet oluşturulur. Hedef maliyet çalışmasını sonucunda belirlenen hedef maliyet oranı alt bileşenlere yansıtılır ve bütün kalemlerin amaçlanan maliyetleri oluşturulur.

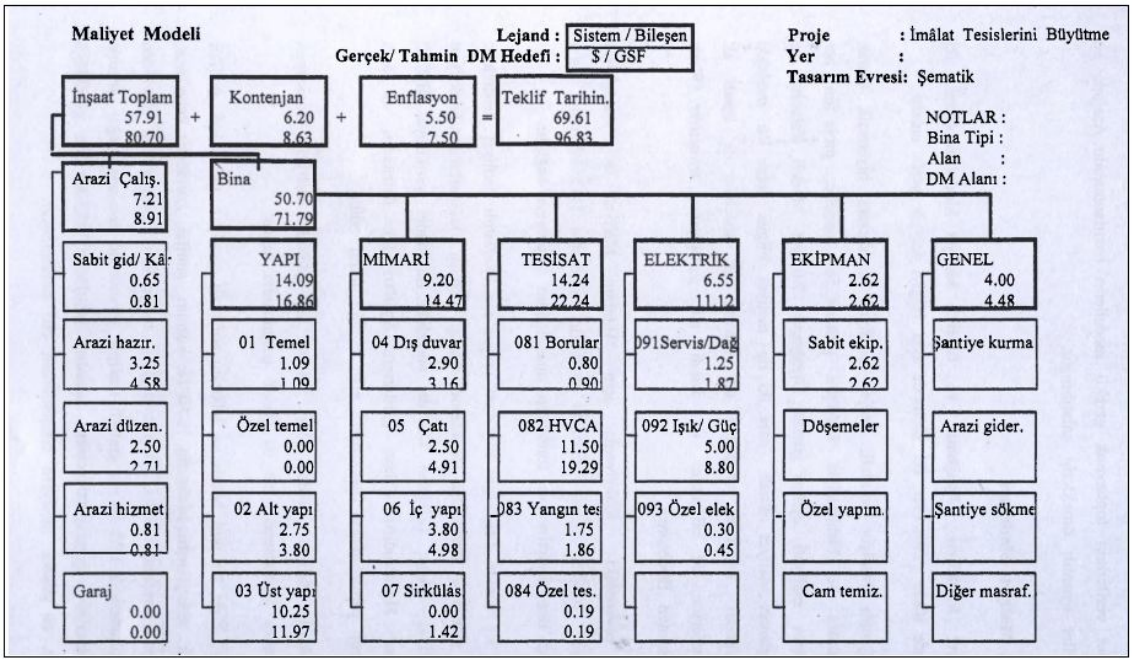
Mal sahibinin hazırladığı fonksiyon analizi şeması Şekil3.2' de gösterilmiştir. Fonksiyon-Maliyet-Değer üçlemesi DM' de önemlidir. Bu model yardımıyla HVAC (Isıtma-Havalandırma- Hava Şartlarının Ayarlanması) sisteminin en fazla tasarruf yapılabilecek fonksiyonel alan olduğu tespit edilir. Buradaki temel amaçlardan biri maliyeti yüksek alanlardan tasarruf sağlamak önceliklidir.

Grafiksel Maliyet Modeli, ilk bakışta en yüksek maliyetli fonksiyon alanlarını kavramamızı ve bu yönde çalışmamızı sağlar.

Şekil 3.1' de bir okul binası ve laboratuvarma ait maliyet tahminleri grafikli olarak anlatılmıştır. Maliyetin %80 'lik kısmını sınıflar, koridorlar, kütüphane, tesisat, konferans odası, bilgisayar gibi bileşenlerin oluşturduğu grafikten anlaşılmaktadır. DM takımı grafikli maliyet modeli ile üzerinde değer artırma tekniklerini uygulayabilecekleri alanları belirlerler. Şekilden de görüldüğü üzere, en yüksek maliyetli bileşenlerden biri koridorlardır. Koridor fonksiyon olarak herhangi bir ana fonkisyonu yerine getirmemesine rağmen yüksek maliyete sahiptir. Bu yüzden değer arttırma teknikleri uygulanmalıdır.



Şekil 3.1 Bir okul binası ve laboratuvarına ait grafikli maliyet modeli [11]



Şekil 3.2 Bir imalat tesisini büyütme projesinin diyagram maliyet modeli çalışması [29]

3.1.2 Alan Modeli

Alan modelinin hazırlanmasının temel amacı gereksiz alanların azaltılması ile değerin arttırılmasıdır. Uygulaması maliyet modeline nazaran biraz daha kolaydır. Bütün işlevsel alanlar için mal sahibinin önerdiği ve tasarım ekibinin tasarladığı alanlar Çizgelge 3.1'de olduğu şekilde yazılarak karşılaştırılır. DM takımı bu verileri değerlendirerek gerekli alanların kararlarını verir.

Çizelge 3.1 Alan modeli [12]

Tanımlamalar	Mal sahibi özeti (a)	Tasarımda (b)	DM Önerisi (c)	Fark (c) -(b)	Yorumlar
Özel amaç	18,59	21,56	0	-21,56	Gereksiz alanlar yok edilmeli
Lobi / Sergi	158,92	106,69	106,69	0	Lobi ve sergi alanı birleştirilmeli
Hol	13,48	17,84	0	-17,84	Döner kapı old. İhtiyaç yok
Lobi	0	63,57	0	-63,57	Lobi ve sergi alanı birleştirilmeli
Toplantı odası	167,92	167,84	0	0	Tasarımdaki gibi
Depo	0	6,88	9,29	2,41	Projeksiyon odasına alan ekle
Projeksiyon Odası	0	4,37	0	-4,37	Video kullanıldığı için alan azalt
Mutfak	0	5,20	1,67	-3,53	Mutfak genişliğini azalt
Elektrik Odası	0	10,50	0	-10,50	Telefon odasına ek yapılacak
Telefon odası	0	10,50	6,51	-3,99	Elektrik odası ile birleştir
Asansör makine odası	0	8,74	8,74	0	Tasarımdaki gibi
Bilgisayar odası	13,94	15,24	13,94	-1,30	Mal sahibnini özeti gibi
Tamirat/ Depo	23,23	22,21	15,00	-7,21	3mx5m yeterlidir
Teknik Ofis	12,08	13,01	12,08	-0,93	Mal sahibnini özeti gibi
Ofisler	13,94	13,01	13,94	0,93	Mal sahibnini özeti gibi

Çizelge 3.1 Alan modeli [12] (devamı)

Kütüphane	60,41	51,21	51,21	0	Tasarımdaki gibi
Depo 1	0	1,86	0	-1,86	Gerekli değil
Stoklar	13,94	15,43	13,94	-1,49	Mal sahibnini özeti gibi
Konferans Odası	13,94	13,01	13,01	0	Tasarımdaki gibi
Sirkülasyon/ Çalışma alanları	116,17	114,78	116,17	1,39	Mal sahibnini özeti gibi
Sirkülasyon/ Masalar	139,41	156,13	139,41	-16,72	Mal sahibnini özeti gibi
Online katalog	27,88	27,32	18,59	-8,73	Gereksiz alanlar azaltılmalı
Erkek Wc	0	14,96	14,96	0	Özette atlanılmıştır
Kadın WC	0	14,96	14,96	0	Özette atlanılmıştır
Depo 2	0	1,86	1,86	0	Özette atlanılmıştır
Fotokopi	11,15	19,14	19,14	0	Tasarımdaki gibi
İşlemci	18,59	22,58	18,59	-3,99	Mal sahibnini özeti gibi
Yeni Kitaplar	4,65	14,31	14,31	0	Tasarımdaki gibi
Gece çalışma için	130,11	130,00	130,00	0	Tasarımdaki gibi
Alt Toplam	**957,72**	**1084,71**	**921,85**	**(162,86)**	

Çizelge 3.1' de görüldüğü üzere mal sahibi önerisi, tasarımcıların tasarladığı alanlar ve DM takımının önerileri yazılarak tablo oluşturulmuştur. DM takımı tasarımcıların tasarladığı alanlardan 162,86 m^2 alanın gereksiz olduğuna karar vermişlerdir. Bu uygulama sayesinde çok ciddi bir değer artışı sağlanmıştır.

3.1.3 Maliyet/Değer Modeli

Çalışmalar yapılırken maliyet geliştirme hedefleri sistem fonksiyonlarının mali değerleri tanımlanarak geliştirilebilir. Maliyet/Değer Modeli iki şekilde hazırlanabilir [29];

1- Sistem nicelikleri

2- Sistem ayrıntıları ve kullanılan malzeme gibi sistem özellikleri

Örnek vermek gerekirse bu modelde sorulacak sorular şu şekilde olabilir; Projenin kat alanı değişirse ne olur? Döşeme alandaki %5'lik azalma proje maliyetinde de %5'lik azalma sunar mı? Muhtemelen hayır. Çünkü alandaki %5'lik azalma binada esas maliyet tutucu eleman ve sistemlerde azalma olmayacaktır. Döşemedeki %5'lik azalma asansör sayısını değiştirmeyecektir. Maliyet modelindeki taşıma sistem birimi değişmeyecektir.

3.1.4 Enerji Modeli

Enerji sarfiyatının çok olacağı projelerde yapının hangi kısımlarının ne kadar enerji tüketeceğini önceden tahmin etmek ve tasarımı planlı olarak yönlendirmek gerekir. Buradaki enerji olarak bahsedilen, tüm aydınlatma, ısıtma, havalandırma, soğutma sistemlerinin kullanacağı enerjidir. Bu modelde bütün kısımlar kullanım alanlarına göre irdelenmeli ve sonuçları tahmin edilmelidir.

Enerji modelinde değerin tahmin edilmesi "Eğer" sorusu ile sağlanır. "Eğer bu fonksiyon olmazsa ne olur" ya da "Fonksiyonun gerçekleşmesinde enerjinin rolü nedir?" sorularının yanıtlanması ile gerçeklik kazanır [11].

Enerji' nin etkin ve etkili kullanılmasında,

1- Gereksiz fonksiyonların iptali,

2- Çalışma saatlerinin doğal ışıktan yararlanabilecek şekilde düzenlenmesi,

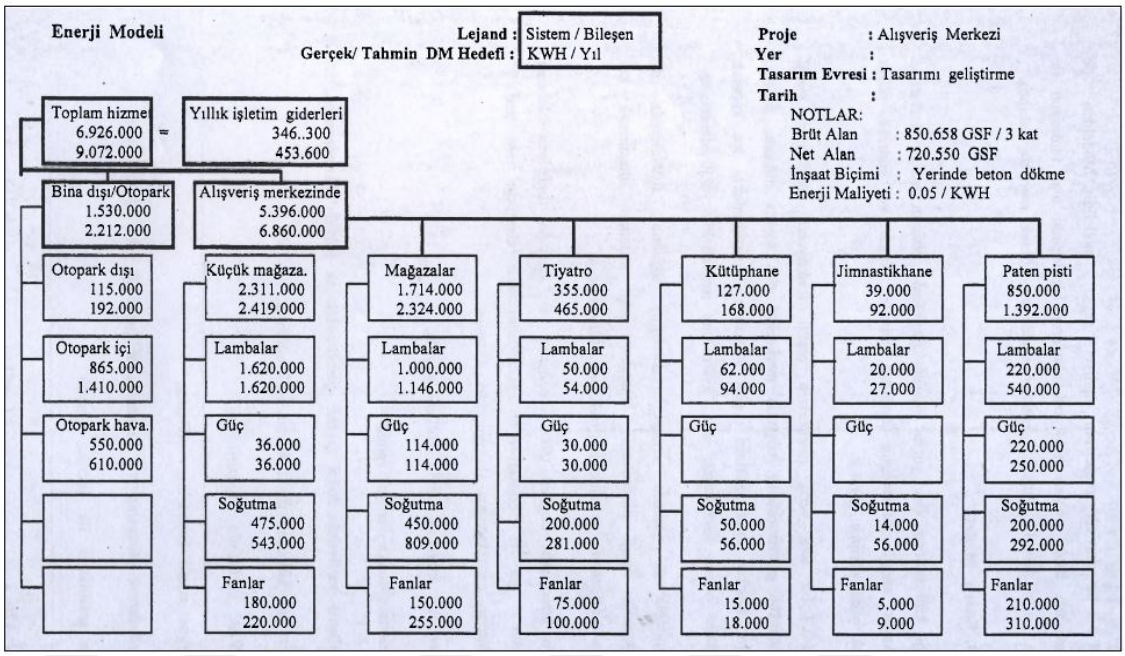
3- Gereksiz kullanım mekanlarının yok edilmesi,

4- HVAC sisteminin değiştirilmesi,

5- Uygun enerji kaynağının seçilmesi,

6- Aydınlatma düzeninin ve elemanlarının gerektiği gibi düzenlenmesi, akla gelebilecek ilk öneriler olabilir.

Şekil 3.3' teki örnekte bir alışveriş merkezine ait enerji modeli gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Bir alışveriş merkezine ait enerji modeli [29]

3.1.5 Yaşam Boyu Maliyet Modeli (LCC)

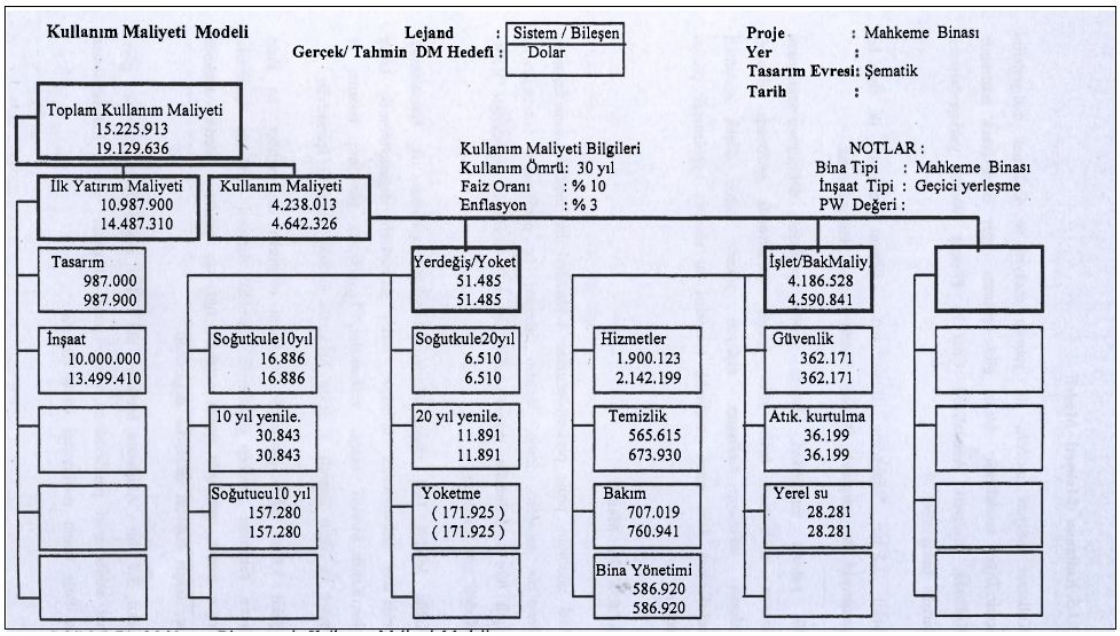
Yaşam boyu maliyet modeli (LCC) müşteri için en nihai değer göstergesidir. Hem ilk yatırım hem de kullanım maliyetlerini gösterir. LCC modeli en uygun değeri göz önüne alır çünkü binanın ekonomik ömrü boyunca tüm olası maliyetleri hesaba katar. LCC modeli yıllık maliyete (annualized cost) ya da güncel mali değer (present worth) yaklaşımına dayalı olabilir. İlk yatırım maliyeti, bakım-onarım, yenileme, değiştirme, hizmet maliyetleri belli yıllar içinde enflasyon gözönüne alınarak tahmin edilip kullanım maliyeti yüksek değeri düşük alanlar belirlenerek bu alanlara değer arttırıcı çözümler aranır [29]. Şekil 3.4' de bir mahkeme binasına ait güncel mali değer yöntemi ile hesaplanmış bir yaşam boyu maliyet modeli gösterilmektedir.

3.1.6 Kalite Modeli

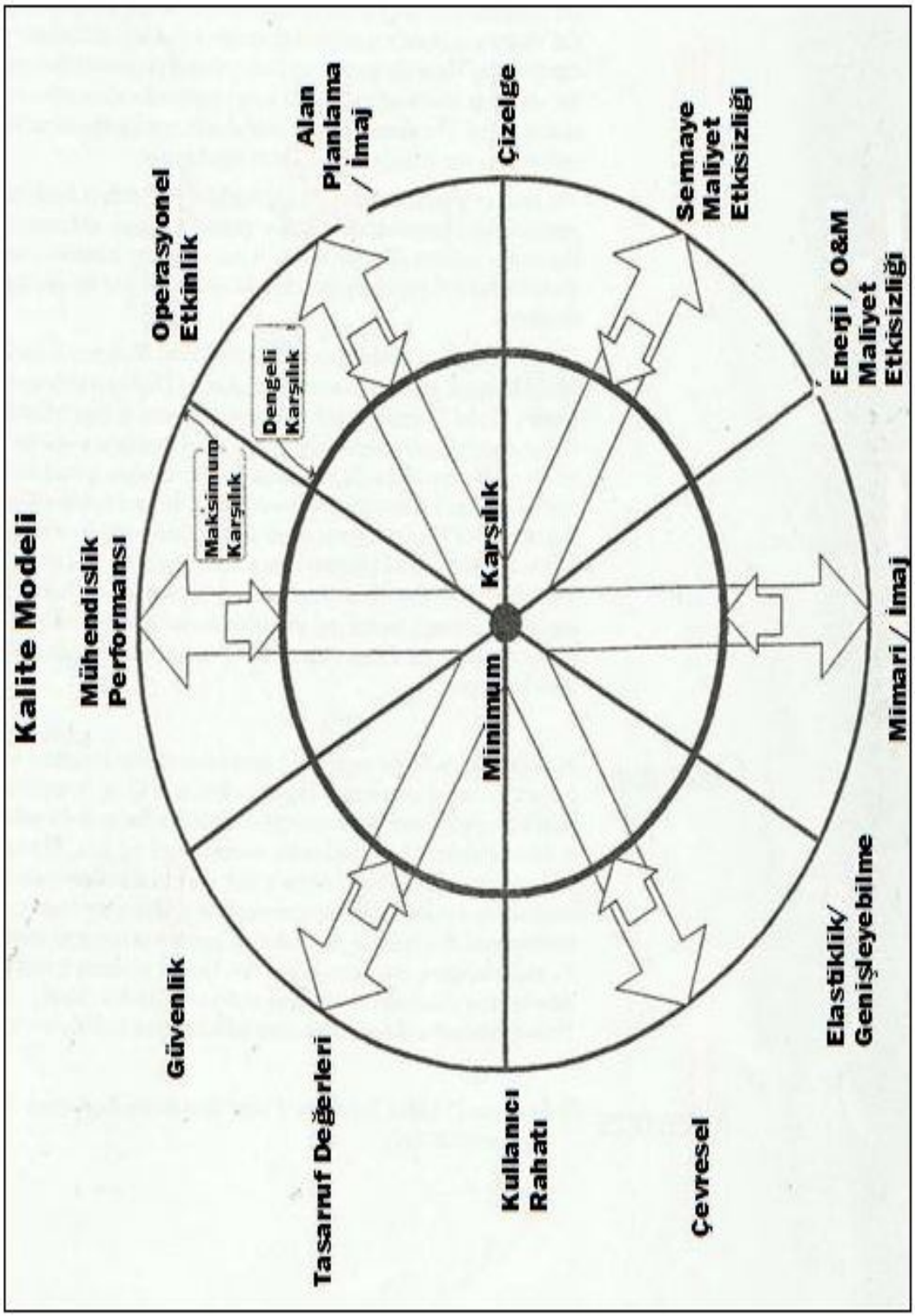
Kalite modeli mal sahibinin beklediği proje performansını tüm açıklığıyla resmeder. Projenin amaçları, imajı, tasarım etkenleri ve performans standartlarıyla ilgili tüm tanımlamalar tasarım ekibi ve mal sahibinin seçimleriyle kalite modeliyle belirlenir. Beklentiler tutarlı bir açıklıkla sonuçlandırılmalı ve mal sahibi ile tasarım ekibi arasında anlaşma sağlanmalıdır. Bu tutarlılık projenin teslim edildiği ve binanın kullanılmaya başlanıldığı zaman fonksiyonel performans unsurlarının mal sahibi beklentilerinin

karşılamasını sağlar. Kalite modeli proje amaçları, görünüş endişeleri, tasarım kriterleri ve performans standartlarıyla ilgili tüm proje beklentilerini temsil eder. Bu bilgiler kalite model çalışmasının fikir aşamasında kararlaştırılır [29].

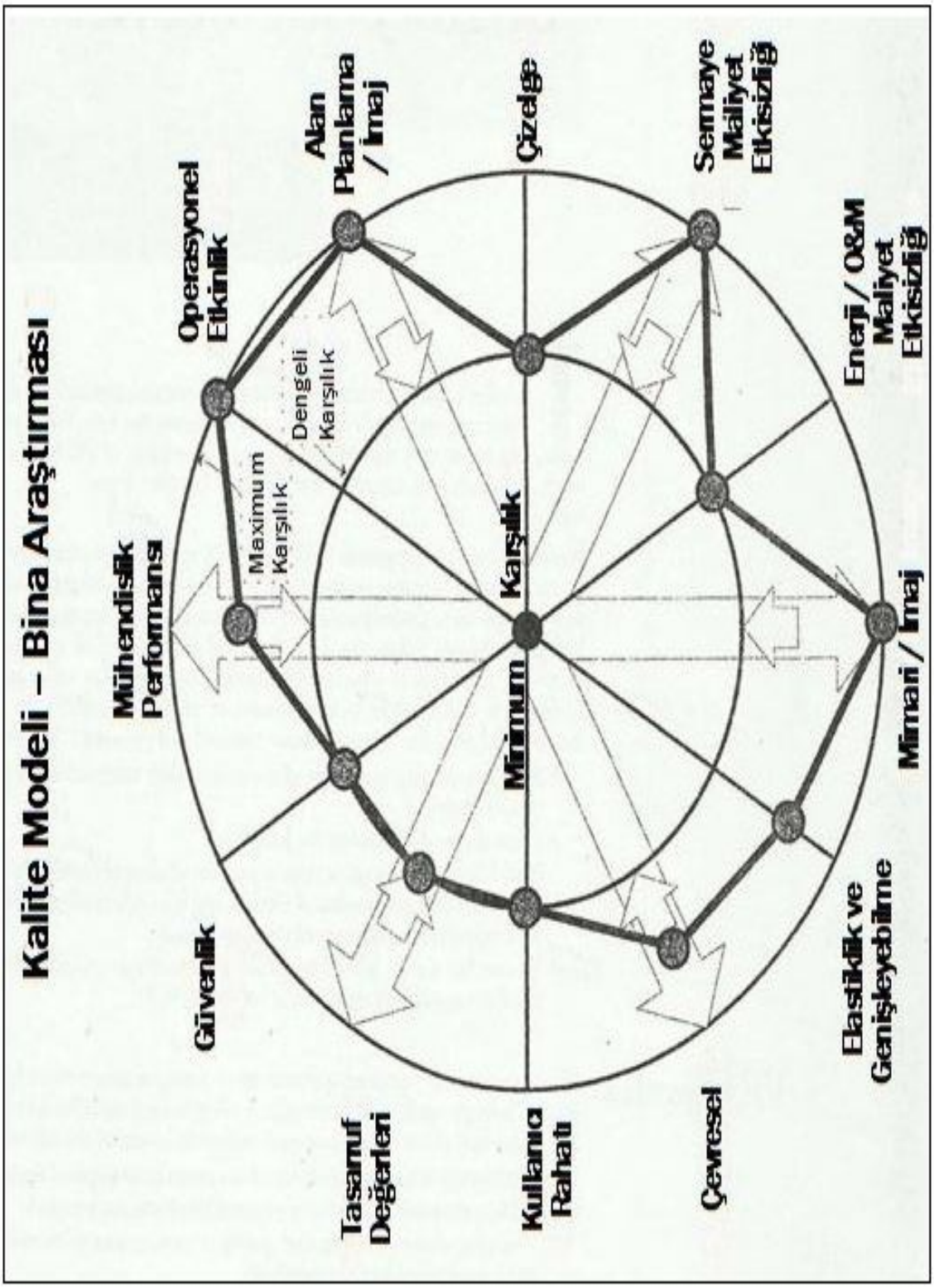
Kalite modeli DM uygulamalarının temel görevini üstlenir. Tasarımın ilk aşamalarında mal sahibinin fikir ve beklentileri belirlenirse alınacak kararlara dair bir kritere sahip olunur. Şekil 3.5' te mal sahibinin arzuladığı fikir ve duyduğu endişelerin asgari ve azami tepkisiyle ilgili on iki ana unsur gösterilmiştir. Kalite modelinde çemberin merkezine doğru önemlilik derecesi azalır, merkezde önemlilik derecesi sıfırdır. Dış çember en fazla önem verilmesi gereken unsurlardır. Dış çemberle merkez arasında ise önem derecesi ortalama değerdedir. Şekil 3.6' teki örnekte ise mal sahibinin mimari/imaj, arazi planlamasına ve maliyet verimliliğine önem verdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 3.4 Bir mahkeme binasına ait yaşam boyu maliyet modeli [29]



Şekil 3.5 Kalite modeli bileşenleri [29]



Şekil 3.6 Bir binada kalite modeli [29]

3.2 Fonksiyon Analizi

Fonksiyon analizi DM'nin tam kalbinde olarak niteleyebileceğimiz bir tasarım biçimidir. Fonksiyon analizi DM'yi diğer yöntemlerden farklı kılan birkaç önemli özellikten birisidir. Fonksiyon analizinde ürünün asıl temeline, problemlere kalıcı çözümler aranır ve yerine getirdiği fonksiyonları inceler. Fonksiyonların yüklem-isim tanımları ile fonksiyon çeşitlerinin belirlenmesini sağlar. Fonkisyonlar sınıfandırılıktan sonra her bir fonksiyonun maliyeti, kullanım gideri ve değer indeksi (maliyet/kullanım gideri) belirlenir. Değer indeksi 2'nin altına düşürülmeye çalışılır, 2'nin altında olup düşürülebilir fonksiyonlarda da değer indeksi düşürülmeye çalışılır.3 tip fonksiyon çeşidi vardır [29].

- Ana Fonksiyon
- Teknik Fonksiyon
- İkincik Fonksiyon

3.2.1 Fonksiyon Çeşitleri

3.2.1.1 Ana Fonksiyon

Ana fonksiyon kullanıcının fonksiyonunu gerçekleştirmek için hayati öneme sahip ya da bir ürünün faydalı özelliği olarak tanımlanan ve kullanıcı gereksinimlerini karşılayan fonksiyonlardır.

Ana fonksiyona karar vermek için "Fonksiyonun kaldırılmasına rağmen müşteri hala memnun mudur?" sorusu sorularak karar verilebilir. Eğer yanıt "Hayır." ise fonksiyon bir ana fonksiyondur. DM tüm ana fonksiyonları sağlamalıdır. Kimse ana fonksiyonu kaldırıp müşteriyi memnun edemez. Örneğin bir hastanenin ana fonksiyonu hastaları iyileştirmek ve tedavi etmektir. Hastaları tedavi etmek hastanenin olmazsa olmaz fonksiyonudur.

3.2.1.2 Teknik Fonksiyon

İnşaat sektöründe güvenlik ihtiyaçlarının karşılayabilmek için farklı bir fonksiyon tanımlaması çıkarılmıştır. Bu fonksiyonların şartnameler, kanunlar, yönetmelik ve

standartlarla sağlanması gereklidir. Klasik yöntemde ana fonksiyon önemlidir ve değere sahiptir düşüncesi yanlıştır. Teknik fonksiyonlar da önemli bir değere sahiptir.

Yine hastane ile örneği vermek gerekirse hastanenin ana fonksiyonu hastaları iyileştirmektir. Asansör sistemi ise teknik fonksiyondur. Klasik yaklaşımla düşündüğümüzde hastalar asansör olmadan da iyileştirilebilir bu nedenle değeri sıfır gibi görülebilir. Fakat asansör sistemsiz hastane inşa edilemez. Teknik fonksiyonun geliştirilmesi projeye değer katar.

3.2.1.3 İkincil Fonksiyonlar

İkincil fonksiyonlar tasarımdan çıkarılırsa hem ana hem de teknik fonksiyonların sağlanmasında bir değişiklik olmaz. Yani değere katkısı sıfırdır. Kalite kullanım, performans, çekicilik gibi tasarım etkenlerinin ifade edildiği fonksiyonlardır. Örnek vermek gerekirse bir hastane için bekleme koltukları ikincil fonksiyonları yerine getirmektedir. Koltukların lüks, gösterişli veya pahalı olması ise ikincil fonksiyonudur. Pahalı koltuklar kullanmanın değere bir etkisi olmayıp maliyetide yüksektir. İkincil fonksiyonların olması ya da olmaması proje değerine katkısı olmaz. Bu yüzden ikincil fonksiyonların maliyetlerinin düşük tutulmaya özen gösterilmelidir.

3.2.2 Fonskiyonların Tanımlanmaları

Fonksiyonlar bir yüklem ve bir isim ile tanımlanır. Bir fonksiyona sahip olan her şey iki sözcükle, yüklem-isim biçiminde tanımlanabilir. Örnek vermek gerekirse bir okulun fonksiyonu, öğrencilerin eğitim göreceği ortamı sağlamaktır. Alt fonksiyon olarak öğrencilerin boş vakitlerinde dinlenmek, oyun oynamak gibi faaliyetlerine ortam sağlaması olabilir. Alt fonksiyonlar ikincil derecede önemlidir ve arasındaki bağlantı doğru kurulmalıdır.

3.2.3 Fonksiyon Analizi Sistem Tekniği (FAST)

Fonksiyon analizi tablosunda fonksiyonların yüklem-isim tanımlamaları ve ne tür fonksiyon oldukları, maliyet, kullanım gideri gibi bilgiler yazılmaktadır. Değer indeksi (maliyet/kullanım gideri) hesaplanarak değere indeksinin büyük/ yüksek olduğu ve geliştirilebilir öncelikli alanlar tespit edilir. Örnek bir hastaneye ait fonksiyon analiz

tablosu Çizelge 3.2’ de gösterilmiştir. Bu çizelgede fonksiyonların alt fonksiyonla ya da teknik fonksiyonla ilişki görünmemektedir. Fonksiyonların birbirleriyle olan ilişkisi şematik olarak ifade edildiğinde fonksiyonlar birleştirilip farklı bir fonksiyon önerilebilir. Yaratıcılık teknikleri uygulama aşamasında da FAST Diyagramı daha ilham verici olabilir. Fonksiyon analizi tablosunun ve Fast Diyagramının farklı faydaları vardır. İkisinden de faydalanılarak değer arttırmaya çalışılmalıdır.

FAST diyagramı mal sahibi açısından projenin amacını tanımlamaya yardım eder. Mal sahibinin amaçlarını, hedeflerini ve isteklerini açığa çıkarır. FAST diyagramında fonksiyonların birbirleriyle ilişkileri görüntülenip DM takımının problemleri anlaması ve çözüm üretmesi gerekir. Bunun için Fast Diyagramı işleyişi kurallı bir biçimde olmalıdır. Şekil 3.7’ de bu işleyiş gösterilmiştir. FAST diyagramında yapılan işlemler ise Şekil 3.8’ de gösterilmiştir. DM İş Plânında uygulanan her adım ve işlemler FAST diyagramı içine yerleştirilmiştir [11].

1-Problem alanı diyagramın sağında ve solunda (- -) ile sınırlandırılır.

2-Yüksek gereksinimli fonksiyonlar diyagramın solunda düşük gereksinimli fonksiyonlar ise diyagramın sağında yer alır.

3-Ana fonksiyonlar ve teknik fonksiyonlar kritik yörünge üzerinde bulunur.

4-Tasarım amaçlan, etkenleri, şartnameler ana fonksiyonun hemen üstünde bulunur. Böylece proje amaçlarında sapılması ve kriterlerin yanlış yorumlanması engellenir.

5-Ana fonksiyonlar kritik yörünge üzerinde soldan sağa doğru bulunmalı ve mutlaka sağlanmalıdır. İkincil fonksiyonlar diyagramın alt kısmında bulunur ve yapılmaları şart değildir.

6-Eş zamanlı fonksiyonlar, aynı zamanda gerçekleşen fonksiyonlar ya da kritik yörüngede bulunan ana fonksiyonların yapılması sonucu oluşan fonksiyonlardır.

FONKSİYON ANALİZİ ÇALIŞMASI

PROJE : Hastane

UNSUR : Tam Liste

ANA FONKSİYON: Hastaları İyileştirme

Çizelge 3.2 Bir hastaneye ait fonksiyon analizi tablosu [29]

BİRLEŞEN AÇIKLAMASI	FONKSİYON (AD-YÜKLEM)	CİNS	MALİYET	MALİ DEĞER	MALİYET / MALİ DEĞER	YORUM
B = Ana Fonksiyon, S = İkincil Fonksiyon, RS = Teknik Fonksiyon						
ARAZİ ÇALIŞMALARI						
Genel Kar	İdari İş	RS	907,116	567,367	1.60	Yüzdeyi Azalt
121 Arazi Hazırlama	Arazi Hazırlama	RS	62,667	50,133	1.25	
122 Arazi Geliştirme	Arazi Geliştirme	RS	1,755,580	1,267,469	1.39	Yapının Yerini Değiştir
123 Alanın Elektrik, Su vb. Hizmetleri	Elektrik, Su vb. Sağlama	B	2,578,667	1,408,299	1.83	Düzenlemeyi Değiştir
123 Arazi Dışı İşler	Elektrik, Su vb. Sağlama	B	138,667	110,993	1.25	
TOPLAM			**5,442,696**	**3,404,201**	**1.60**	
YAPISAL						

Çizelge 3.2 Bir hastaneye ait fonksiyon analizi tablosu [29] (devamı)

01 Temel	Yükleri taşıma	B	1,701,845	1,267,469	1.34	Su Seviyesini Azalt
02 Altyapı	Yükleri taşıma	RS	960,577	704,149	1.36	Altyapıyı Düzenle
03 Üstyapı	Yükleri taşıma	B	3,129,387	2,253,278	1.39	Yapısal Sistemi Basitleştir
TOPLAM			**5,971,789**	**4,224,896**	**1.37**	
MİMARİ						
04 Duvar Kaplama	Boşluğu Kapatma	B	1,816,320	985,809	1.84	Granit/Mermer Elemanları Prekastla Değiştir
05 Çatı	Binayı Koruma	RS	480,787	281,660	1.45	Boşluğu Azalt
06 İç Tasarım	Boşluğu Bölme	B	7,882,597	4,224,896	1.87	Duvar Yapısını Değiştir
07 Taşıma Sistemi	Ağırlık Taşımak	B	1,123,200	1,126,639	1.00	
TOPLAM			**11,230,904**	**6,619,004**	**1.70**	

FONKSİYON ANALİZİ ÇALIŞMASI

PROJE : Hastane

UNSUR : Tam Liste

ANA FONKSİYON : Hastaları İyileştirme

Çizelge 3.2 Bir hastaneye ait fonksiyon analizi tablosu [29] (Devamı)

BİRLEŞEN AÇIKLAMASI	FONKSİYON (AD-YÜKLEM)	CİNS	MALİYET	MALİ DEĞER	MALİYET / MALİ DEĞER	YORUM
B = Ana Fonksiyon, S = İkincil Fonksiyon, RS = Teknik Fonksiyon						
MEKANİK						
081 Tesisat	Binaya hizmet	B	2,225,867	1,780,693	1.25	Atık ve Zemin Hattını Sağlamlaştır
082 HVAC	Binayı Havalandırma	B	4,556,667	3,520,747	1.30	Birimsel Çalış
083 Yangın Koruma	Binayı ve İnsanları Koruma	RS	800,787	492,905	1.62	İnsanların Kullandığı Alanlara Serpiştir
084 Özel Mekanikler	Sistem Kontrolü	RS	933,333	633,734	1.47	
TOPLAM			**8,526,653**	**6,428,079**	**1.33**	
ELEKTRİK						
091 Servis ve Dağıtım	Gücü Dağıtma	B	862,667	690,133	1.25	Yüke Odaklan

Çizelge 3.2 Bir hastaneye ait fonksiyon analizi tablosu [29] (Devamı)

092 Acil ve UPS	Gücü geri göndür	RS	2,093,333	1,408,299	1.49	
093 Aydınlatma ve Güç	Boşluğu Aydınlat ve Güç Sağlama	B	1,292,779	844,979	1.53	Aydınlığı Arttır
094 Özel Elektrik	Sistemleri Destekleme	RS	3,013,333	1,760,373	1.71	
TOPLAM			**7,262,112**	**4,760,785**	**1.54**	
EKİPMAN						
111 Sabit Ekipmanlar	Hizmetin Gerçekleşmesi	B	1,938,667	1,267,469	1.53	Yerel Pazarı Kullan
112 Döşemeler	Hizmetin Gerçekleşmesi	B	N/A	N/A		
113 Özel Yapım Sistemleri	Hizmetin Gerçekleşmesi	B	15,733,333	9,153,941	1.72	Yerel Pazarı Kullan ve Pahalı Ekipmanı Sona Bırak
TOPLAM			**17,672,000**	**10,421,410**	**1.70**	

FONKSİYON ANALİZİ ÇALIŞMASI

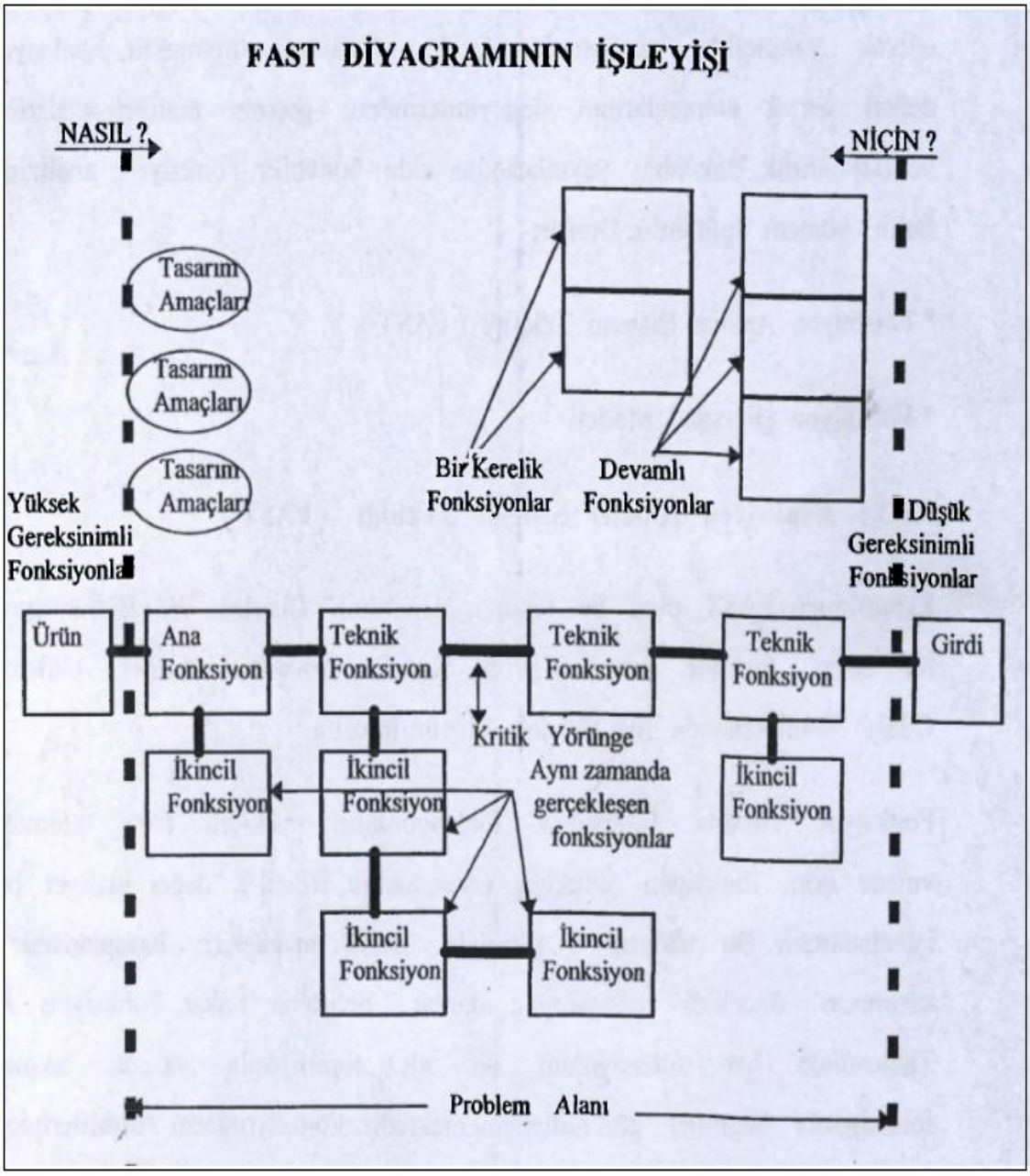
PROJE: **Hastane**

UNSUR: **Tam Liste**

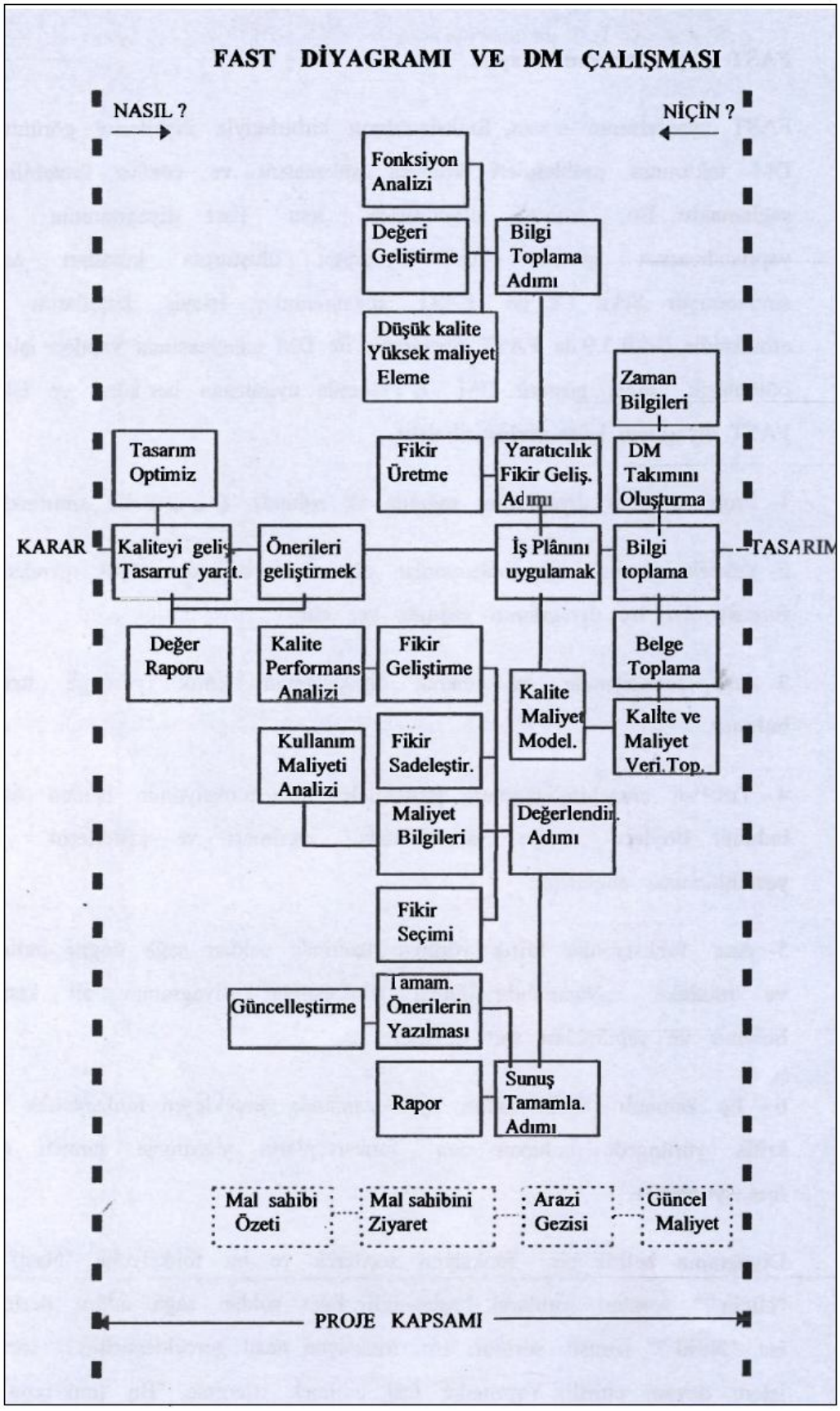
ANA FONKSİYON: **Hastaları İyileştirme**

Çizelge 3.2 Bir hastaneye ait fonksiyon analizi tablosu [29] (Devamı)

BİRLEŞEN AÇIKLAMASI	FONKSİYON (AD-YÜKLEM)	CİNS	MALİYET	MALİ DEĞER	MALİYET / MALİ DEĞER	YORUM
B = Ana Fonksiyon, S = İkincil Fonksiyon, RS = Teknik Fonksiyon						
GENEL						
Şantiye Kurma %2	Araziyi İyi Kullanma	RS	1,009,669	647,943	1.56	Yüzdeyi Azalt
Arazi Giderleri %2.5	İşlerin Yürümesini Sağla	RS	1,262,086	809,929	1.56	Yüzdeyi Azalt
Şantiye Kapatma %0.5	Araziyi Terketme	RS	252,417	161,986	1.56	Yüzdeyi Azalt
Ofis Harcamaları ve Kar	Yönetim Proje Kar Genellemesi	RS	7,572,519	4,859,576	1.56	Yüzdeyi Azalt
TOPLAM			**10,096,692**	**6,479,435**	**1.56**	
GENEL TOPLAM			**66,022,846**	**42,280,809**	**1.56**	



Şekil 3.7 Fast diyagramı işleyişi [29]

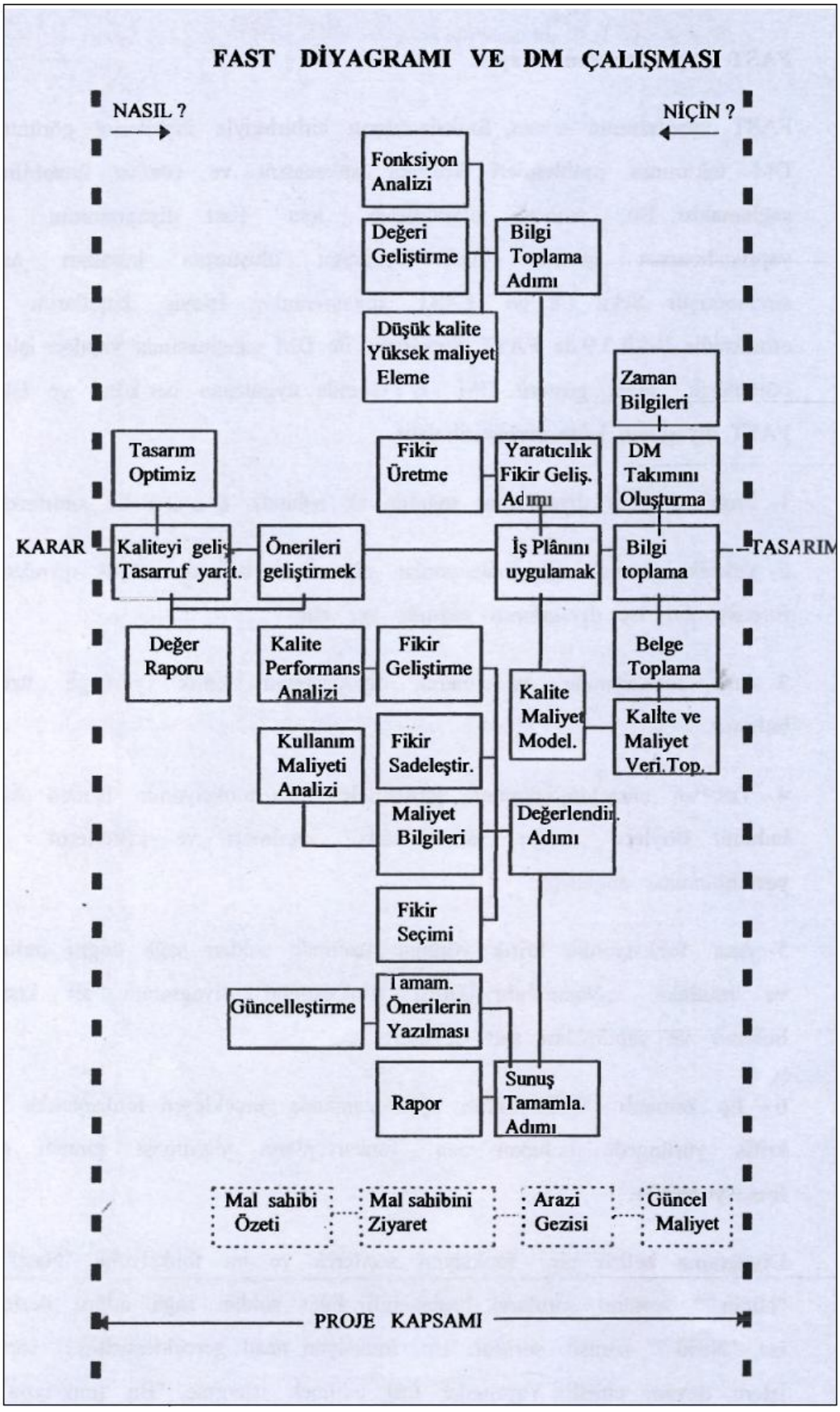


Şekil 3.8 Fast diyagramı ve DM çalışması [29]

Diyagrama fonksiyon seçilerek bu fonksiyona “Nasıl” ve “Neden” soruları sorularak başlanabilir. Soldan sağa ilerlenecek olursa “Nasıl” sorusu sorulur. “Bu fonksiyon nasıl gerçekleştirilir?” sorusuyla devam edilir. Test etmek içinse “Bu fonksiyon niçin başarılmalı” sorusu sorulur [11]. Diyagram çalıştırılırken Nasıl ve Neden soruları arasında mantıksal bağ kurulamaması en çok düşülen hatalardan biridir. Bu hatalardan kaçınmanın yolu sık sık mantık ilişkisinin olup olmadığının Nasıl ve Neden sorularıyla sınanmasıdır.

Şekil 3.9 Tayvan’da su deposu olarak kullanılacak bir baraj projesi için geliştirilen bir FAST diyagramını gösterir. Fonksiyon analizi yüksek maliyetli fonksiyonları çevirme tüneli (geçici bir tünel) ve basınç rahatlatıcı (bir akma yolu) olarak belirlemiş ve ayırmıştır. İkisi de teknik fonksiyondur. Bu maliyetler barajın ana fonksiyonu olan su depolama ile karşılaştırılırsa çok yüksek görünmektedir. Çalışmalar geçici tüneli son tasarımın bir parçası yapıp akma yolunu proje kapsamından çıkartarak sonuçlanmıştır.

FAST diyagramı DM tekniklerini uygulama esnasında belli problemlerin çözümünü kolaylaştırmak için varolan bir yöntemdir. Bu yöntem doğru uygulandığı takdirde DM çalışmalarına katkı sağlar. Deneyimi az ve geç kalınmış bir şekilde bu uygulamaları yapmak faydadan çok zarar getirir.



Şekil 3.9 Bir baraj projesinin FAST diyagramı [29]

3.3 Yaratıcılık ve Fikir Geliştirme

DM'de yeni fikirler her aşamada ortaya çıkabilir ama fikirlerin toplanacağı bir aşama olmalıdır. Yaratıcılık ve fikir üretme basamağı tahminde bulunmak, iyice düşünmek, düşünmeye yoğunlaşmaktır. Fikir üretme teknikleri beyin fırtınası ve kontrol listesi yöntemlerini içerir. Aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır [29].

3.3.1 Beyin Fırtınası

Bilim adamları kavramsal düşünme ve yaratıcı alternatifler üretme hakkında düzinelerce yöntem belirlerler. Beyin fırtınası inşaat sektöründe yaratıcılık aşamasında en çok kullanılan tekniktir. Şekil 3.10 beyin fırtınası tekniği için genel kabul görmüş kuralları gösterir.

Beyin fırtınası yaratıcılığın serbest türüdür. Tipik bir beyin fırtınası toplantısında 4 – 6 kişi bir masa etrafında otururlar ve önemli bir problemi çözmek için tasarlanmış fikirleri üretmeye başlarlar. Bu oturumda fikirlerin değerlendirilmesine ya da elenmesine kalkışılmaz. Normalde grup lideri problemi sunarak oturumu açar. Grup lideri grup tarafından önerilen fikirleri bir yere kaydeder. Kayıt sırasında bazen sesli kayıttan da yararlanılabilir. Oturuma başlamadan önce grup lideri aşağıdaki kuralları beyin fırtınasında bulanacak elemanlara hatırlatmalıdır [29].

1. Eleştiriyi bir kenara bırakın. En sona kadar bir değerlendirmeye izin vermeyin. Eğer fikir üzerine söylenebilecek hiçbir olumlu şey yoksa hiçbir şey söylenmemelidir.

2. Birçok uygun çözüm üretin. 5 -10 kez düşünüp ilk üretilen fikirleri çoğaltmak amacınız olsun.

3. Probleme geniş bir yelpazede düşünülen çok çeşitli çözümler arayın.

4. Fikirleri birleştirmek ya da geliştirildiğinde sağlayacı faydalar göz önüne alınmalıdır.

5. Çalışma bitirilmeden önce olası çözümler tartışıldıktan sonra problemden kaynaklanan alt problemlere de çözüm aranmalıdır.

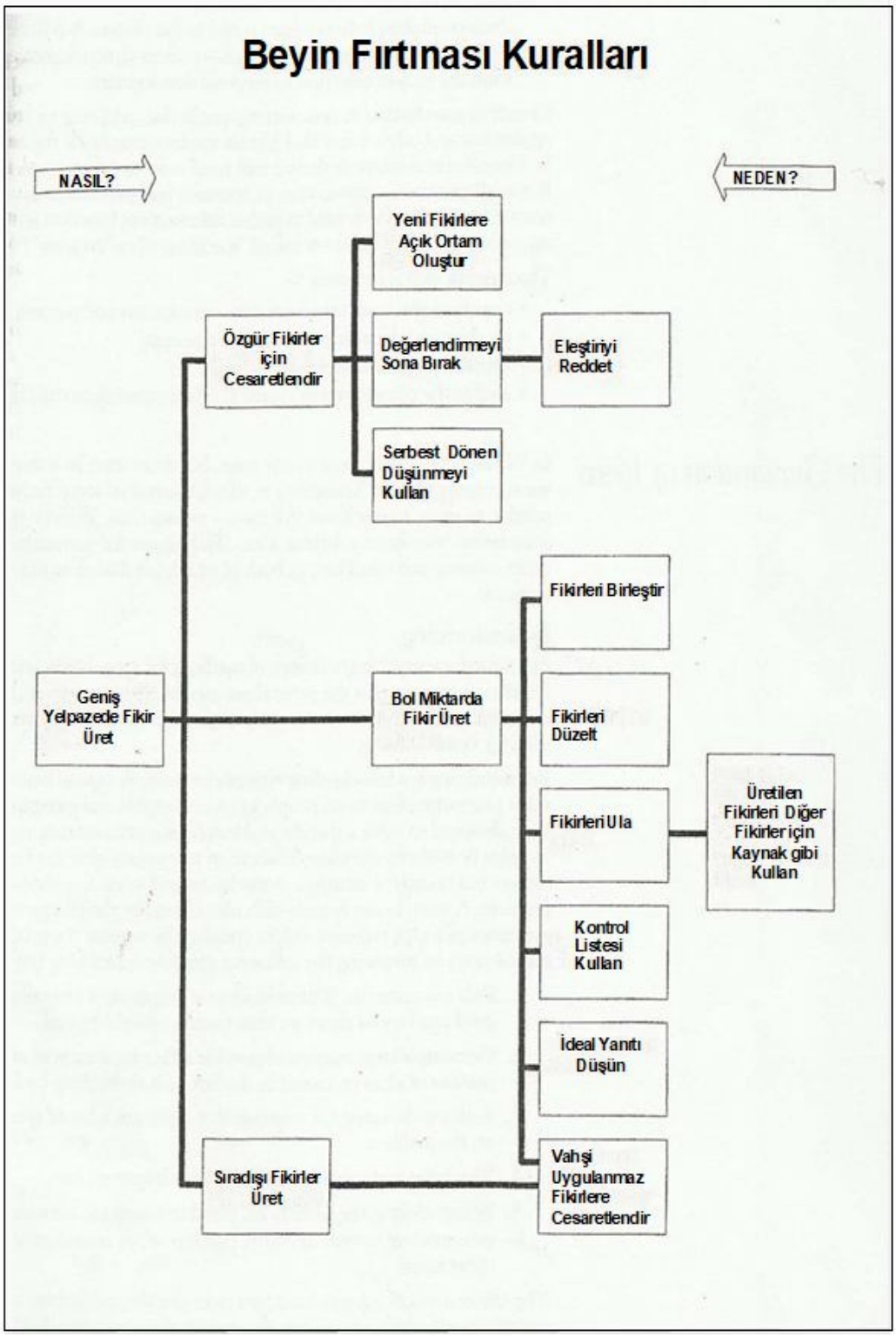
Yanlış değerlendirmeleri fikir üretme aşamasında elemek azami bir fikir birikimine izin verir. Potansiyel iyi fikirlerin erkenden yok olmasının önüne geçer. Ayrıca fikir üretmeden fikir elemeye geçişi engelleyecek zaman sağlar. Tüm fikirleri göz önüne

alma herkese uygulanamaz gibi görünse bile insanları yeni alanlar keşfetmeye cesaretlendirir. Bu yenilikçi insanlara alaya alınmaktan korktuğu için girmekte gönülsüz davrandığı alanlarda bir fırsat verir.

Kendi fikirlerine katkıda bulunmak adına katılımcılar diğerlerinin fikirlerini nasıl geliştirebilir ya da başka bir fikir bir ya da daha fazla fikirle nasıl birleşebilir konusunda öneride bulunurlar. İki ya da daha fazla insan bu kurallarla çalışıyorlarsa bir insanın tek başına üretebileceğinden daha fazla fikir üretirler. Böyle bir şey şu yüzden mümkündür. Fikirler grubun farklı üyeleri tarafından üretilir, değiştirilebilir ya da geliştirebilir ve son fikirler probleme çözüm olarak önerilebilir. Grup büyüdükçe grubun fikir üretme etkinliği de artar. Ta ki faaliyetler grubun bazı üyelerinin cesaretlerini kıracak kadar hantallaşıncaya kadar. Eğer bu olmuşsa grubu daha küçük çalışma gruplarına bölme zamanı gelmiş olabilir.

Grup üyeleri farklı iş geçmişlerini temsil etmek için seçilmiş olmalıdır. Ancak anahtar bir üye çalışma altında bir konuda tanınmışlığa sahip olmalıdır. Grup üyelerinin oturumdan önce diğerlerini tanımaları gerekmez ancak farklı organizasyon seviyelerinden gelmemelidirler. Bu kıdemli üyelerin kıdemce küçük üyeleri baskı altına almasının önüne geçer.

Beyin fırtınası tekniği ve felsefesi bireysel çözümler üretmede de kullanılabilir. Ancak bu çoğunlukla grupla yapılan beyin fırtınası kadar üretken değildir. Beyin fırtınası her zaman nihai bir çözüm sağlamaz ama en azından nihai bir çözümüne yol gösterir.



Şekil 3.10 Beyin Fırtınası Kuralları [29]

3.3.2 Kontrol Listesi

Kontrol listesi okunan, duyulan ya da daha önceki deneyimlerden elde edilen önemli notlardır. Bu listede çok kapsamlı olabileceği gibi küçük hatırlatıcı notlar da olabilir. Örneğin, birçok mimari ve mühendislikle ilgili yayınlarda mutlaka enerji korunumu ile ilgili birşeylere rastlanması gibi. DM çalışmasında bu not hatırlanarak enerji tasarrufuyla ilgili önerilerde bulunulabilinir. Deneyimler göstermiştir ki, üretilen fikirlerin % 20 - % 40' ı kontrol listesindeki notlar yardımıyladır.

3.4 Yaratıcı Problem Çözme Teknikleri

Yaratıcı problem çözme teknikleri takımın yaratıcılık yeteneğini geliştiren araçlardır. Bu teknikler alışılmış yanıtları eler ve insanları yenilikçi düşünmeyi kullanmaya yönlendirir. İnsan hafızası en iyi bilgisayardan bile daha gelişmiştir ve sınırsız bilgi depolar. Ancak ne yazık ki aynı anda yaklaşık 7 bitlik bir veriyi yönetebilir. Bu sınırlama yüzünden önceki beyin fırtınası kuralları yaratıcı problem çözüm teknikleri için de kullanılabilir.

Bu teknikler özel durumlar için değiştirilebilir. Her insan benzersizdir. İnsanlar eğitim, dikkat, deneyim ve idari seviye bakımından çeşitlenir. DM çalışmaları da boyut, karışıklık ve zaman açısından çeşitlenir. Bu yüzden her zaman tüm DM aşamalarını ve beyin fırtınası kurallarını izleyebilmek zordur. Ancak iki genel kural tüm yaratıcılık çalışmalarında genel kabul görmüştür [29]:

• Herhangi bir fikri yargılamaktan kaçınmak.

• Tüm fikirlere saygılı davranmak.

3.4.1 Gordon Tekniği

Beyin Fırtınası Tekniği ile benzerlik göstermektedir. Farkı ise takım elemanlarının çözümünü aradıkları problem hakkında bilgi sahibi olmamalarıdır. Problemi sadece takım yöneticisi bilir ve mantıklı sorularla elemanları çözüme yönlendirir.

Problemin takımdan gizlenmesinin nedeni, takımı bilinen sıradan çözümlerden uzak tutmaktır. Örneğin, bir hapishane için Gordon Tekniği uygulandığında; takım yöneticisi elemanlara asıl problemi saklayarak "Malllar belli bir alan içinde nasıl depolanabilir? " sorusunu yöneltebilir. Bu soruya cevap aranırken aslında, "Bir hapishanede suçlular

nasıl barındıralabilir?" sorusunun çözümleri araştırılır. Takım yöneticisinin asıl problemi gizleyerek elemanların yaratıcılıklarını ortaya çıkartması gerekir. Böylelikle, probleme alışılmış çözümler bulunması engellenir.

3.4.2 Delphi Tekniği

Delphi tekniği çelişkili bilgiler veren uzmanlar ve bu uzmanların uzmanlık alanlarında bilgisi olmayan karar vericiler arasındaki ikilemi ortadan kaldırmak adına ABD ordusundan gelen isteklere bir yanıt olarak doğmuştur. IBM, Delphi tekniğini aldığında ordu için çok iyi çalışmışsa da Japon hükümeti ve sanayisi bu tekniği onlarca ülkedeki yüzlerce ürün için tahminler yapmak üzere uyarlamıştır. Şimdi ise DM'nin bir parçasıdır.

Farklı uygulamalar için (inşaat pazarlama, kaynak paylaşımı vb.) birkaç Delphi tekniği vardır. Burada yalnızca inşaat için kullanışlı olana yoğunlaşılacaktır.

Delphi tekniği özellikle aşağıdaki durumlarda etkilidir:

• Bir ya da üç günlük DM çalışmaları.

• DM deneyimi olmayan uzmanlar, mal sahibi ve tasarımcılarla çalışıldığında

• DM çalışmasının yüksek maliyetli olduğu zamanlarda

Delphi tekniğinin amacı uzman beyinleri çabucak bir araya toplamak ve onlara katkı sağlayan kimseler gibi davranmaktır. Delphi, uzmanların projede DM potansiyelini nerede hissedecekleri ve tasarımı değiştirmek için ne yapacaklarıyla ilgili merkezi eğilimlerini tanımlar. Delphi, orijinalde bir konu üzerine uzmanlar arasında bir fikir birliğine varılmasını kastetmez. Bunun yerine katılımcılar arasında yapıcı bir dayanışmayı destekler. Üyeler katılımda bulunmalı, katılmamazlık etmemeli ve daha fazlasını keşfetmelidirler. Delphi, Şekil 3.11'da gösterildiği gibi aşamalarla ya da döngülerle çalışır. Aşağıdaki sıra takip edilir.

1. Grup olarak**:** 3 - 5 uzmandan oluşan bir grup kendi uzmanlık alanının içindeki bir proje bölümüyle ilgilenir. Bu bir çalışma alanı, enerji ya da bir bina sistem grubu olabilir. Örneğin Delphi'de makine mühendislerinden oluşan bir mekanik grubu bulunabilir. Takım farklı branşlardan gelenlerden oluşmamalıdır. Şekil 3.12'de gösterildiği gibi her takım tasarımda kendi payına düşen bölümün maliyet tahminini,

modellerini, özelliklerini ve bir Delphi çalışma çizelgesini belirlemek için kontrol ve değerlendirmeler yaparlar. Zaman ve bütçenin sınırlı olduğu bazı durumlarda bu grup tüm proje için oluşturulabilir ve grup üyeleri farklı branşlardan geliyor olabilir.

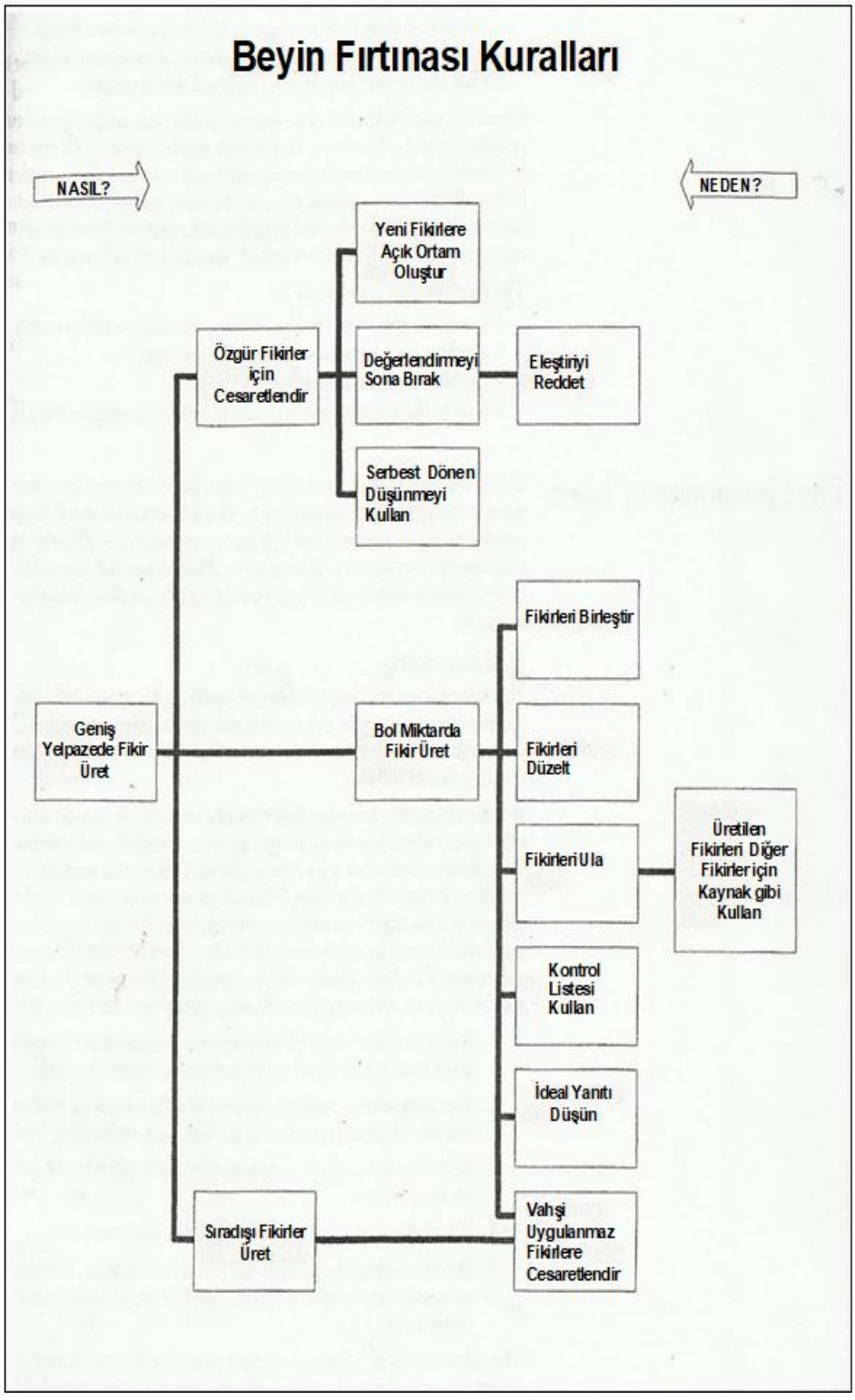
2**.** Bireysel**:** Bu çalışmanın ardından gruptaki her üye projedeki fonksiyonların değerini geliştirmek için kendi deneyimini kullanarak fikirlerini yazar. (Şekil 3.13) Bu başarıldıktan sonra lider her üyeye fikirlerini kabul ettirmek için söz verir. Yeni fikirler herkes tarafından benimsenmişse maliyet tahmininde etkisini gösterir. Her unsurun karşısına maliyet azaltma oranı yazılır. Hedeflenen maliyetin yeni toplamı sayfa düzeninin sol üst köşesine kaydedilir ve sistemin mali değeri için bir gösterge olur.

3**.** Grup olarak**:** Bireysel çalışmalar bitince tüm fikirler grupta tartışılır ve üyeler maliyet hedeflerini diğerlerine açıklarlar. Bu aşamada grubun tüm üyelerinin grubun merkezi eğiliminin belirlenmesi için dinlenmesi önemlidir. Fırsatlarını koruyanlar ve fırsatlarını harcayanlar düşüncelerini gerçekçi bir biçimde açıklamalıdırlar. Grup fikirlerin tamamını raporlamayı ve ortalama hedef maliyete uygun bir biçimde bir azınlık raporu gibi eklemelidirler.

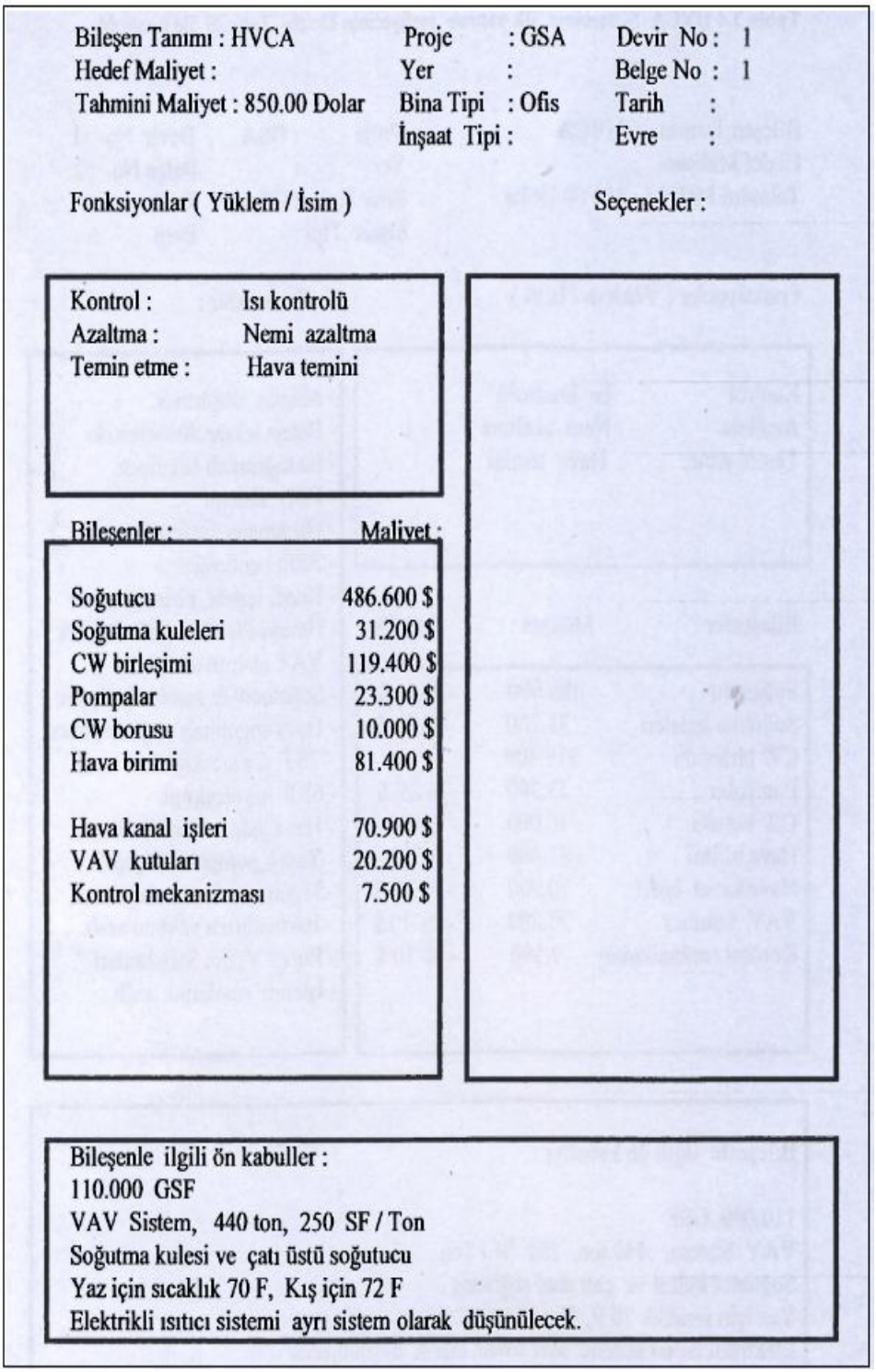
4. Konferans**:** Konferans tüm grupların (mekanik grup, mimari grup vb.) birleşmesidir.

Konferansın amacı her grup için fikirleri paylaşmak, değiştirmek ve bir fikrin diğerine esin vermesini sağlamak için tüm fikirleri açığa vurmaktır.

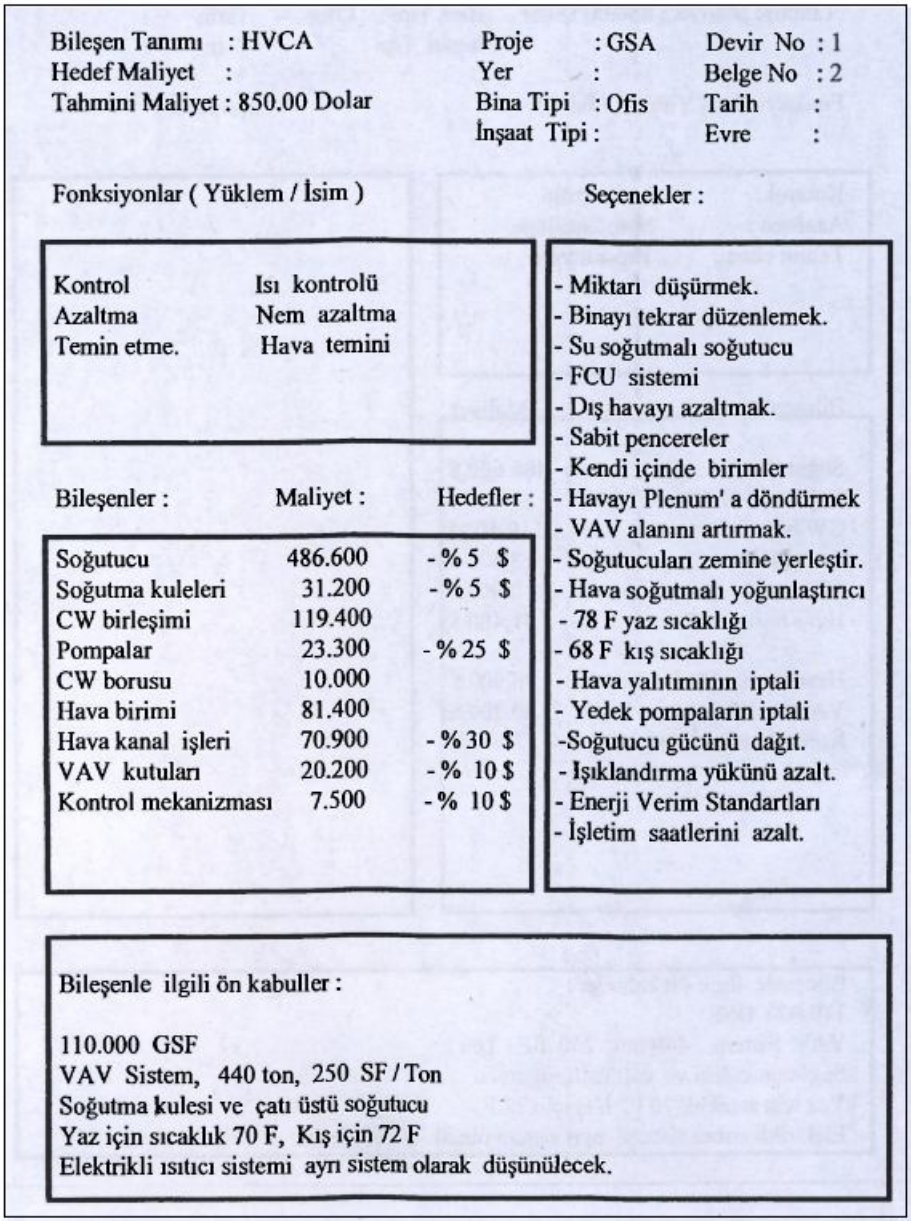
Delphi süreci en azından bir ya da daha fazla döngüyle grubu tartışmaya ve konferansta öğrendiklerini uyumlaştırmaya izin vermek üzere tekrarlanır. Bu çalışmalar daha sonra incelenmek ve DM önerileri geliştirmek için bir liste haline getirilir.



Şekil 3.11 Delphi Tekniği Aşamaları [29]



Şekil 3.12 Delphi Tekniği ile HVCA Sistemi ilk yatırım maliyetinin kontrolü [29]



Şekil 3.13 Delphi Tekniği ile HVCA Sistemi ilk yatırım maliyetinin kontrolü [29]

3.5 Değerlendirme

Yaratıcılık adımında üretilen öneriler için baskı altında tutulup söylenmeyen olumlu veya olumsuz eleştiriler değerlendirme adımında serbestçe ifade edilir.

Öneriler kapsamlı olarak ele alınır; ayrıntılı hesaplamalar, çizimler ve somut verilerle yararları zararları karşılaştırılır. Bu işlemler yapılırken zaman sınırlamasına uyulması çok önemlidir. Yaratıcılık adımında üretilen her fikrin geliştirilmesi hatta ayrıntılı irdelenebilmesi zaman alıcıdır [11].

Değerlendirme adımının amacı, önerilerin geliştirilmesi adımında geliştirilecek değer arttırıcı, gereksiz maliyetleri yok edici en iyi fikirleri seçebilmektir. Tüm fikirler yararları arttırıcı biçimde ele alınırken farklı iki düşüncenin birleşmesiyle oluşabilecek daha değerli çözümler gözden kaçırılmamalıdır.

3.5.1 Değerlendirme Etkenleri

Geliştirilecek olan fikirlerin değerlendirilmesinde kullanılacak etkenler DM takım başkanı tarafından belirlenebilir. En iyisi takım elemanlarının düşüncelerine önem verilerek değerlendirme etkenlerinin belirlenmesidir. Değerlendirme etkenleri belirlendikten sonra DM takım başkanı her öneriyi yapan kişileri tek tek çağırarak fikrin diğer üyelere kısaca açıklamasını ister. Açıklama sırasında önerinin olumlu ve olumsuz tarafları not edilir. DM takım başkanı olumsuz tarafların yaratıcılık yöntemleriyle yok edilmesi ya da hafifletilmesi konusunda elemanları cesaretlendirir. Öneriler ilgili çalışma gruplarına geliştirilmesi için dağıtılır. Her öneri birkaç meslek alanıyla ilgili olabilir. Bu durumda konu hepsine verilir ve birbirleriyle gerektiğinde ortak çalışmaları sağlanır. Değerlendirme etkenleri, projeden projeye göre değişir. Genel olarak kullanılan teknik etkenler aşağıdaki gibidir. Değerlendirme bu etkenlerle sınırlandırılmayabilir.

Maliyetle ilgili olanlar üç maddede toplanabilir [11]:

1- İlk yatırım maliyeti ve kullanım maliyetleri bakımından sağlayacağı tasarruf miktarı.

2- Tasarımı zedeleyici ya da yeniden tasarım yapılmasını gerektirici maliyetlere yol açıp açmaması.

3-Uygulandığında daha başka maliyetlere sebep olup olmayacağı bakımlarından değerlendirilir.

Fonksiyonla ilgili olanlar altı maddedir [11]:

1-Estetik açıdan,

2- Fonksiyonları sağlayıp sağlamadığı konusunda,

3- Uygulandığında tasarımda değişikliğe sebep olup olmayacağı,

4- Gelecekteki hizmetlerin genişletilmesi gibi değişikliklere uyarlanabilirliği,

5- Kullanım esnasında emniyet hissinin sağlanması,

6- Bina güvenliğinin sağlanması,

Zamanla ilgili olanlar üç maddedir [11]:

1-Tasarım zamanını etkileyip etkilemediği,

2- Yapım süresini uzatıp uzatmaması,

3- Binayı oluşturan parçaların, servislerin dayanıklıklan, güvenirlikleri

Genel olarak da;

1- Yapılabilirlik,

2- Yapım esnasındaki güvenlik sorunu da değerlendirme etkenleri arasındadır.

3.5.2 Fikir Değerlendirme Teknikleri

Fikir değerlendirme teknikleri uygulanacak projeden beklenen verime ve zaman kısıtlamasına bakılarak seçilir. Sık uygulanan 3 teknik bunlardır

1- DM takımının başkanının seçimi

2- Basit demokratik seçim

3- Gelişmiş demokratik seçim

3.5.2.1 DM Takım Başkanın Seçimi

İki farklı yaklaşım mevcuttur. Otokratik ve Ilımlı Otokratik yaklaşım.

Otokratik yaklaşımda, DM takım başkanı geliştirilecek önerileri takımdan hiç bilgi ve öneri almadan kendisi belirler. Bu sebeple bu yöntem hızlıdır ve zaman kaybı olmaz. Takım elemanlarının DM konusunda deneyimi olmadığı durumlarda kullanılabilir. Teknik bakımdan yetenekli üyelerin olduğu çalışmalarda tavsiye edilmez.

Ilımlı Otokratik yaklaşımda ise DM takım başkanı geliştirilecek önerileri seçerken takım elemanlarına fikirlerini sorar. Otokratik yaklaşımda olduğu gibi bu yöntemde zaman kısıtlamasının olduğu ve takım üyelerinin deneyimsiz olduğu durumlarda tercih edilmelidir.

3.5.2.2 Basit Demokratik Seçim

Basit Demokratik Seçim tekniği Oybirliği Oranı ve Oylama ile olmak üzere iki şekilde uygulanabilir [11].

Oybirliği oranı ile, takım elemanları tüm fikirlerin olumlu olumsuz yönlerini tartışmaya teşvik edilir. Birçok numaralandırma sistemi vardır.

1 -10 arasında numaralandırma: Tüm fikirlere 1-10 arasındaki sayılarla değer biçilir. 9-10 alan öneriler geliştirilir. 8 alan öneriler eğer yeterli zaman var ise geliştirilir. 7 ve daha aşağı değer alan öneriler ise geliştirilmez. Bu yöntemin sakıncası çok zaman gerektirmesidir. Ayrıca 7 değerini alan önerilerle daha düşük değer alan öneriler aynı sınıfa konulmuş olmaktadır.

1-4 arasında numaralandırma: Tüm fikirlere 1-4 arasındaki sayılarla değer biçilir. 1- Öneri geliştirilecektir. 2- Yeterli zaman olduğunda geliştirilecektir. 3- Önerinin bazı değerli kısımları vardır; fakat geliştirilmeyecektir. 4- Önerinin küçük bir takım yararlan vardır; geliştirilmesi düşünülemez. 1-10 sistemi gibi çok zaman harcayıcı değildir. Bu yüzden kullanılması yararlı olacak bir sistemdir.

2' li oranlama sistemi: Teknik özelliklerin oranlaması ve maliyet etkilerinin oranlaması ayrı ayrı yapılır.

Teknik özelliklerin oranlaması:

1- Öneri kabul edilir.

2- Öneri yeterli zaman var ise ve tasarruf sağlayacak ise kabul edilir.

3- Önerinin yararlı tarafları vardır ama red edilir.

4- Önerinin çok az iyi yanı olduğundan kabul edilmez.

Maliyet etkilerinin oranlanması:

1- Yüksek tasarruf yapabilme gücüne sahip olması,

2- Marjinal tasarruf yapma gücüne sahip olması,

3- Tasarruf sağlamayacak ise,

4- Ek maliyete sebep oluyor ise,

Bu sistemle oranlama 1 /1, 1/2,2/1 şeklinde olur. Biraz zaman alıcıdır. Ayrıca maliyeti biraz artıracak fakat karşılığında iyi bir değer sağlayacak önerilerin elenmesine sebep olur. Hatırlanacağı gibi DM nin esas amacı; sadece maliyeti düşürmek değil, değeri artırmaktır.

Kabul/Red sistemi: Diğer sistemlere göre en basit olandır. Öneri ya kabul edilir ya da red edilir. Zaman açısından kısa sürer gibi düşünülsede, fikirlerin kabulü ya da reddi için kıyasıya bir mücadele veya ikna etme yarışı vardır. Mal sahibine önerilen ve önerilmeyen tüm fikirler sunulabilir; diğer anlaşılamayan öneriler konusunda bir yorum sağlanamaz. Oysa iki seçeneğin arasında kalan diğer öneriler belki de değeri artırabilecek en iyi fikirler olabilir.

Oybirliği Oranı ile seçim yöntemi; önerilerin tartışılabileceği, istenildiğinde uzmanların düşüncelerinin katılabileceği bir yöntemdir. Ayrıca da zaman kullanımı konusunda da farklı seçenekler sunar. DM takım başkanının takımda kontrolü sağlaması önemlidir. Çalışma sırasında zamanın iyi kullanılmasına, elemanların bilgilerinin en üst düzeyde açığa çıkarılmasına ve bazı kişilerin tartışmaya egemen olup diğerlerini sindirmemesine ya da önyargılı olmamasına dikkat edilmelidir.

Oylama yönteminde öneriler tartışılarak ya da tartışmadan oylanır. Oylamaya çalışmaya katılan tüm elemanlar katılır. Bu tekniğin sakıncası oylamaya katılan kişiler kendi takım arkadaşlarının etkisinde kalarak oy kullanmaktadırlar. DM takım başkanının kontrolü çok gerekmeyen bir yöntemdir. Sakıncaları önemli olduğundan kullanılması tavsiye edilmez.

3.5.2.3 Gelişmiş Demokratik Seçim

Bu sistem Etkenleri Puanlama Tablosu ve Seçeneklerin Analizi Tablosunun aracılığıyla kullanılır. Uygulama adımları ise şöyledir [11]:

ADIM 1: Etkenleri puanlama tablosunun sol tarafına değerlendireceğimiz etkenler sıralanır. Etken sayısında bir sınırlama yoktur, zaman durumuna göre etken sayısı az veya çok olarak belirlenir. Her etken sıralamada bir harf ile ifade edilir. Şekil 3.14' de ilk yatırım maliyeti A ile bakım onarım maliyetleri ise B ile gösterilmiştir.

Etkenlerin sıralanmasında yapılan en büyük hata Toplam Ömür Boyu Maliyeti ile İlk Yatırım Maliyetine ayrı ayrı harf vererek aynı tabloda belirtmektir. Oysa ilk Yatırım Maliyeti Toplam Ömür Boyu Maliyetin bileşenidir.

ADIM 2 : Bu adımda her etkene birbirlerinin önemlilik derecelerine göre puan verilir. A etkeni önce B' ye sonra C, D ve E etkenlerine göre puan alır. Örneğin Şekil 3.14' de A etkeni (ilk yatınm maliyeti) B etkenine (bakım - onarım maliyeti) göre A - 3 yani Orta Derecede Önemli bir etkendir. Puanlamada yararlanılan anahtarlar aşağıdaki gibidir:

4 Diğer Etkenlere Göre En Önemli

3 " " " Orta Derecede Önemli

2 " " " En Az Önemli

1 " " " Önemsiz

Puanlama işlemine tablonun en üst sol köşesinden başlanır ve tüm etkenler birbirleriyle karşılaştırılarak bitirilir.

ADIM 3 : Her etkenin puanları toplanarak tablonun alt kısmında Ham Puan olarak yazılır. Ham puanlar takım elemanları tarafından 1-10 arası rakamlarla önemliliklerine göre tekrar puanlanır. En yüksek ham puana sahip etken örneğin A etkeni 10 ile, en az ham puanlı olan F etkeni ise 1 v.b. ile notlandırılır. Bu puan dönüştürmesinin amacı Seçeneklerin Analizi tablosunda 100 üzerinden değerlendirme yapılabilmesini sağlamaktır.

ADIM 4 : Seçeneklerin analizi tablosunun sol tarafına ilgili problemin çözümü için uygun alternatifler sıralanır. Bu seçenekler Etken Puanlama Tablosunda yeralan her etkene göre değerlendirilir. Değerlendirmede kullanılacak anahtar ise şöyledir:

5 Mükemmel, 4 Çok iyi, 3 İyi, 2 Fena değil. 1 Kötü-,

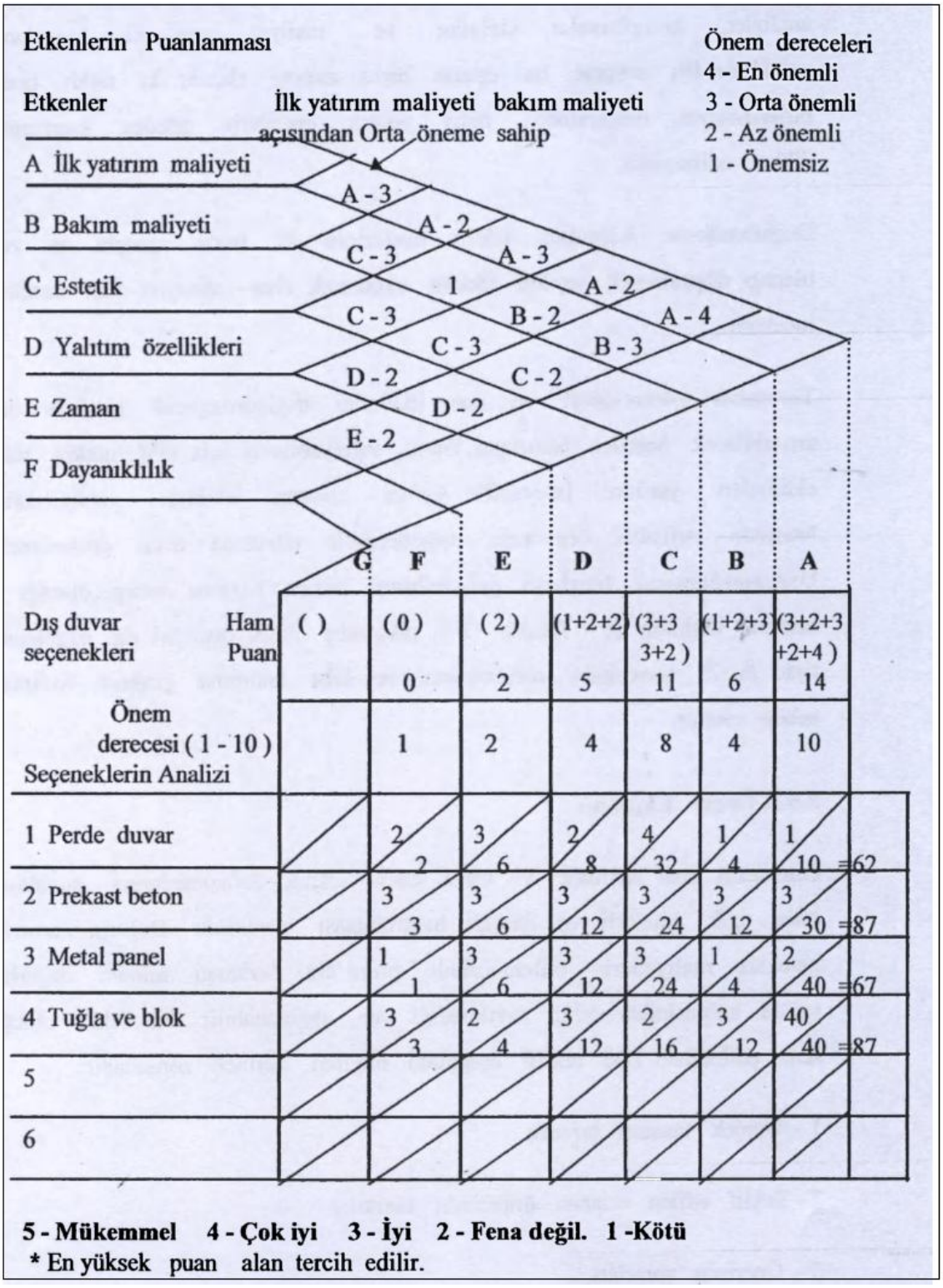
ADIM 5 : 1 - 10 arası puanladığımız etkenler , önemlilik derecelerini göstermekteydi. Seçeneklerin analizi tablosunda tüm seçeneklerde her etkene göre 1-5 arası sayılarla değerlendirilmişti. 2. tabloda çapraz olarak iki' ye ayrılmış kutuların üst kısmına 1-5 arası elemanların yaptığı değerlendirmeler yazılır. Alt kısmına da seçeneğin 1-5 arasında aldığı değer, 1-10 arasında puanlanan etkenlerin önemlilik dereceleriyle

çarpılarak yazılır. Örneğin ilk satır 1.10=10, 1.4 = 4,4.8 = 32,2.4-8,3.2-6,2.1=2 olarak yazılmıştır.

ADIM 6 : Her seçeneğin aldığı puanlar (çapraz ayrılmış kutunun alt tarafındaki) tablonun sağ tarafında toplanarak yazılır. En yüksek puanlı seçenek en iyi çözüm olarak belirlenir.

Gelişmiş Demokratik Seçim diğer değerlendirme usûllerine göre en karmaşık olandır. Uygulanabilmesi için zaman ve çaba gerektirir. Fakat ekonomik ya da ekonomik olmayan birçok etkenler bakımından değerlendirilen seçenekler arasından en tarafsız yolla yapılan seçim yöntemidir.

Gelişmiş Demokratik Seçim yöntemi örnekte olduğu gibi mikro ölçekte proje elemanlarının seçiminde kullanıldığı gibi; makro ölçekte fizibilite çalışmalarında, sınırlı kaynaklarla farklı yapım çeşitlerinin en iyi değerlendirilmesi gibi işlerde de kullanılır. Bu tekniğin en önemli tarafı seçeneklerin sayısal olarak hesaplanarak en mükemmelinin bulunması ve bu yapılırken de uygun etkenlerin tarafsız biçimde kullanılmasıdır.



Şekil 3.14 Örnek gelişmiş demokratik seçim tablosu [29]

3.5.2.4 Önerilerin Geliştirilmesi

Değerlendirme adımında geliştirilmek amacıyla seçilen fikirler İş Planı 'nın bu adımında daha derin bir incelemeye tutulur ve mal sahibine verilecek olan raporda DM Takım Önerileri haline dönüştürülür. Takım elemanlarının teknik bilgileri Önerilerin Geliştirilmesi adımında daha da önem kazanır.

Çeşitli tasarım seçenekleri arasında karşılaştırma yapabilmek için tüm analizler, hesaplamalar, çizimler ve maliyet verilerinin hesaplanması gereklidir. Bu sebeple bu aşama biraz zaman alıcıdır. İki farklı önerinin birleşmesiyle oluşabilecek daha yararlı önerilerin gözden kaçmamasına dikkat edilmelidir.

Değerlendirme adımında takım üyelerinin ilk bakış açısıyla en yararlı olacağı düşünülerek seçilen fikirler ekonomik olan- olmayan tüm taraflanyla incelenir.

Tasarımın görüntüsünü ve ana ilkelerini değiştirmeyecek biçimde değeri arttırabilecek öneriler hazırlanır. Bunu sağlayabilmek için DM takımı tasarım ekibinden yardım isteyebilir. Ayrıca tasarım ekibiyle yardımlaşılırken üzerinde tartışılan önerilerin uygulanabilir olmasına özen gösterilmelidir.

Uygulanamayacak fikirlerin geliştirilmesi zaman kaybına sebep olacağı gibi tasarım ekibinin de "Acaba DM takımının diğer önerileri de uygulanamaz tipte mi ?" sorusunun sorulmasına ve DM takımına güvenin azalmasına sebep olunur.

3.5.3 Öneri Kapsamı

Önerilerin mal sahibine ve varsa onun teknik danışmanlarına sunulmadan önce çok nitelikli ve içerikli hazırlanması gereklidir. Değerin artırılarak gereksiz maliyetlerin önlenmesinde projenin herhangi mimari değerinden ya da kalitesinden ödün verilmediği ve uygulanabilir bir teklif olduğuna ikna edilebilsin. DM teklifi aşağıdaki bilgileri içermek zorundadır:

1- Gerçek tasarımın tanımı

2- Teklif edilen tasarım önerisinin tanımı

3- Önerinin yararları

4- Önerinin zararları

5- Tartışma

6- Kullanım maliyeti hesapları

7- Öneriyle ilgili tüm teknik hesaplamalar

3.5.4 Kullanım Maliyeti Çeşitleri

Bina Toplam Maliyeti = İlk Yatırım Maliyeti + Kullanım Maliyeti (3.1)

Kullanım maliyeti (bakım- onarım, değiştirme işletim, personel maliyetleri) toplam maliyetlerin önemli bir payına sahiptir.

Ayrıca kullanım maliyetini oluşturacak sistemlerin seçimi de ilk yatırım maliyetini etkileyeceğinden DM açısından değerlendirme toplam maliyet üzerinden yapılır.

Kullanım maliyetinin önemi mal sahibine göre değişebilir. Mal sahibi bina inşaatının tamamlanmasından sonra binayı kendisi kullanacak ise, bakım onarım, işletim masraflarından ne kadar etkileyeceğini bilmek ister.

Eğer mal sahibi müteahhit ise ve binayı bitiminden sonra satacaksa kullanım maliyetiyle ilgilenmez.

Günümüzde müşteriler bilinçli olduğundan bir binayı satın almadan önce tüm özellikleriyle incelediklerinden kullanım maliyetlerinin kendilerine ne kazandıracağının farkındadırlar.

Bu yüzden bina satılırken bu özelliğin düşünülmüş olması satış sansını ve fiyatını etkiler.

3.6 Sunum

DM çalışmalarının son aşaması sunum aşamasıdır. Sunum aşamasının amacı, önerilen alternatifleri karar verecek olan kişilere anlaşılacak, etkileyici ve tarafsız bir şekilde sunarak karar vermeyi daha kolaylaştırıp verimli hale getirmektir. Öneriler karşıdakine yapılacak değişimlere karşı bir istek uyandırmalıdır. Insan ilişkileri DM çalışmalarında çok önemlidir. Uygulama yapacak kişilerle ilişkiler iyi tutulmalıdır. Sunum bütün çalışmayı özetleyecek şekilde yazılı bir teklifle desteklenmelidir. Karar vericiler DM çalışmasını sadece sunum aşamasında verilecek teklifte bulanan bilgilere göre

değerlendirecektir. Bu yüzden teklif, çalışma sürecinde ortaya çıkan bütün fikirleri ve bilgileri içermelidir.

DM Çalışma Defteri: Baştan sona kadar tüm DM çalışması sürecini içerir. Çalışma defteri özet raporunun hazırlanışına yardımcı olan ve takımın önerilerini destekleyen eksiksiz bir döküman olmalıdır. Yazılı raporlar da çalışma defterine ek olarak DM çalışmasında ortaya çıkan yeni fikirlerin sunumunda ve fikirlerin kabul edilme olasığını arttırmak için kullanılabilir.

Sözlü Sunum: DM çalışmalarını karşı tarafa ifade etmek ve kabul ettirmek için en önemli yöntemdir. Sözlü sunum esnasında karşılıklı konuşmalar ile karar vericilere daha iyi anlatılabilceğinden dolayı yazılı raporlara göre çok daha etkili ve anlaşılırdır. Fakat sunum esnasında her bir öneriye 15 dakikadan fazla süre ayrılmamalıdır.

Başarılı bir sözlü sunum; projenin tanıtımı, DM takım tanıtımı, problemlerin özeti, orjinal tasarımın açıklanması, orjinal tasarımın maliyeti, fonksiyon analiz sonuçları, alternatif fikirleri destekleyen veriler ve teknikler, alternatif teknikleri avantaj ve dezavantajlarının açıklanması, teklif edilen değişikliklerin taslakları, uygulamanın maliyeti ve olası sorunlar, net kazanç ve uygulama planını içermelidir.

BÖLÜM 4

UYGULAMALI ÖRNEKLER

4.1 İnşaatlarda Bölme Duvar Malzemesi Seçimi İçin Değer Mühendisliği Çalışması

İnşa edilecek bir bina projesindeki bölme duvarlar için malzeme seçimi yapılması gerekmektedir. Bu amaçla 5 kişilik bir değer mühendisliği takımı oluşturulmuş ve takımdan belirlenecek kriterler doğrultusunda değer esaslı en uygun bölme duvar malzemesinin seçimi istenmiştir. Bölme duvarı olarak kullanılacak yapı malzemesinin seçimi değer hesabı ile yapılmıştır. Değer, bir ürünün kullanımına uygunluğunun (faydasının), kullanana getirdiği ekonomik yüke oranı olarak tanımlanmıştır.

Değer = Fayda (Kullanıma uygunluk) / Ekonomik yük (4.1)

Kullanıma Uygunluk (Fayda) = Önem x Tatmin Düzeyi (4.2)

Önem; Müşteri tarafından göreceli olarak algılanan veya 100 tam puanın normal olarak ürün şartnamesinde belirtilen niteliklere dağıtılmasıyla elde edilen değerdir.

Tatmin Düzeyi ise; Her bir ürün için müşterinin belirtilen niteliklerden ne kadar memnun kaldığını belirten bir değerdir. 1 ilâ 10 arasında sayısallaştırılarak bulunur.

Öncelikle malzeme seçiminde dikkate alınacak nitelikler belirlenir. Değer Mühendisliği Takımı, binada bölme duvar olarak kullanılacak yapı malzemesinin sağlaması gereken nitelikleri Beyin Fırtınası yöntemi ile belirlemişlerdir. Her bir takım üyesi kendilerine göre önemli buldukları niteklikleri puanlar ve nominal grup tekniği ile bu niteliklerin önem sıraları belirlenir. Her bir duvar malzemesi alternatifinin ve niteliklerin

(fonksiyonların) faydalarını hesaplamak için Nitelik / Fonksiyon Matrisi' nden faydalanılmıştır.

Duvar malzemelerinin Önemleri; her bir niteliğin daha önce belirlenen önem yüzdeleri, malzemelerin o niteliğin performansını karşılama oranında dağıtılarak bulunmuştur. En son adım olarak ise Fayda / Ekonomik Yük olarak en yüksek değeri sağlayan malzeme seçilecektir.

4.1.1 Seçimi Yapılacak Malzemeler

Değer Mühendisliği Takımı, binada bölme duvar olarak kullanılacak yapı malzemesinin sağlaması gereken nitelikleri Beyin Fırtınası yöntemi ile belirlemişlerdir. Bu malzemeler ve nitelikleri Çizelge 4.1' de gösterilmiştir.

Gazbeton-1: 10 cm kalınlığındaki techizatsız Gazbeton G4 sınıfı

Gazbeton-2: 10 cm kalınlığındaki teçhizatlı Gazbeton G2 sınıfı

Tuğla: Düşey Delikli 19 x 19 x 8,5 cm Fabrika Tuğlası

Bims: Blok Bims Blg-10 10X39X18,5

Alçıpan: Suya Dayanaklı Alçı Duvar Levha 9,5 mm

Çizelge 4.1 Belirlenen malzemelerin nitelikleri

NİTELİK	**GazBeton-1**	**GazBeton-2**	**Tuğla**	**Bims**	**Alçıpan**
Dayanım (N/mm^2)	5	2,5	2,5	1.8	0,5
Ağırlık (kg/m^3)	600	400	600	611	625
Isıl İletkenlik (W/m.K)	0,16	0,11	0,32	0,2	0,2
Ses Yalıtımı (db)	46	43	42	35	50
Yangına Tepki	A1	A1	A1	A1	A2
Su Buharı Geçirgenlik Katsayısı (Kg/m^2spa)	8,12	8,12	8,14	7,3	11

4.1.2 Nominal Grup Tekniği İle Niteliklerin Önem ve Sıralarının Belirlenlenmesi

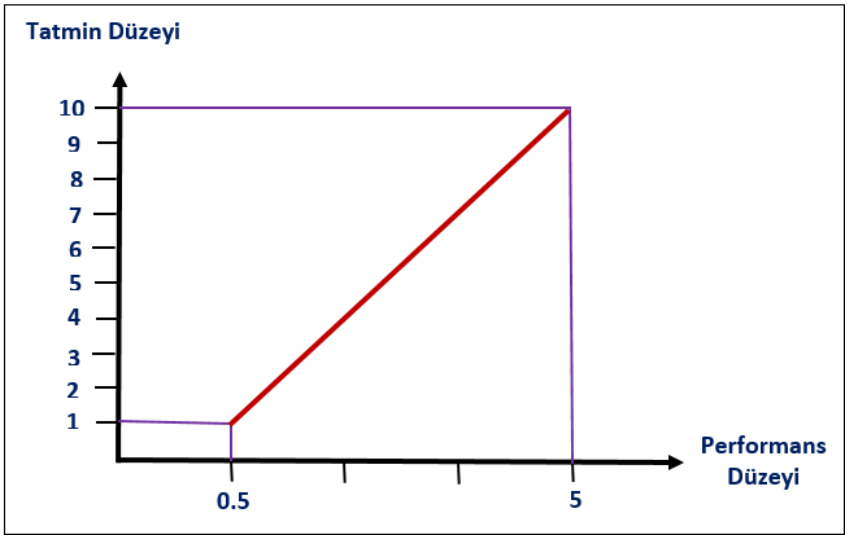
Bu aşamada her bir DM takım üyesi kendilerine göre önemli buldukları niteklikleri puanlar ve nominal grup tekniği ile bu niteliklerin önem sıraları ve önem yüzdeleri belirlenir. Bu belirleme yapılırken şahıslar kendilerine göre en önemli buldukları nitelikleri önem sırasına göre en yüksek 6 en düşük 1 olacak şekilde kendilerine göre niteliklerin önem sıralarını belirler ve bu belirlemenin sonucunda niteliklerin topladıkları puanlara göre önem sıraları belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Nominal Grup Tekniği ile Niteliklerin Önem Sıralarının Belirlenmesi

	1.Şahıs	**2.Şahıs**	**3.Şahıs**	**4.Şahıs**	**5.Şahıs**	**Toplam**	**Sıra No (%)**
Dayanım	6	6	2	6	6	26	1 (%25)
Ağırlık	5	5	4	2	5	21	2 (%20)
Isıl İletkenlik	2	2	5	3	2	14	5 (%13)
Ses Yalıtımı	3	4	6	5	3	21	2 (%20)
Yangına Tepki	4	3	3	4	4	18	4 (%17)
Su Buharı Geçirgenlik	1	1	1	1	1	5	6 (%5)

4.1.2 Malzeme Niteliklerinin Tatmin Düzeylerinin Belirlenmesi

Bütün duvar malzeme alternatifleri için Tatmin Düzeyleri, Fayda Eğrisi yardımıyla bulunacaktır. Bu grafikte her bir niteğilin performans düzeyi yatay eksene işlenir düşey eksene ise tatmin düzeyi 1'den 10'a kadar numaralandırılır. En düşük perfomans düzeyi 1 en yüksek perfomans düzeyi 10 olacak şekilde lineer grafik oluşturulur. Arada kalan perfomans düzeyleri için enterpolasyon ile tatmin düzeyleri belirlenir. Her bir nitelik için Şekil 4.1'deki grafik oluşturulup tatmin düzeyleri elde edilir.



Şekil 4.1 Fayda eğrisi grafiği

4.1.3 Nitelik Fonksiyon Matrisi Yardımıyla Malzemelerin Toplam Faydalarının Bulunması

Her bir duvar malzemesi alternatifinin ve niteliklerin (fonksiyonların) faydalarını hesaplamak için Nitelik / Fonksiyon Matrisi ’nden faydalanılmıştır.

Duvar malzemelerinin Önemleri; her bir niteliğin daha önce belirlenen önem yüzdeleri, malzemelerin o niteliğin performansını karşılama oranında dağıtılarak Çizgelge 4.3’te bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Nitelik fonksiyon matrisi

		Dayanım	Ağırlık	Isıl İletkenlik	Ses Yalıtımı	Yangına Tepki	Su Buharı Geçirgenlik	Toplam
Gazbeton-1	Önem	10,16	4,23	3,23	4,26	3.77	0,95	
	Tatmin Düzeyi	10	2	7,86	7,6	10	1.84	
	Fayda	101,6	8,46	25,39	32,38	37,7	1,75	207,28
Gazbeton-2	Önem	5,08	2,82	2,22	3,98	3,77	0,95	
	Tatmin Düzeyi	5	10	10	5,8	10	1.84	
	Fayda	25,4	20,82	22,22	23,08	37,7	1,75	130,97
Tuğla	Önem	5,08	4,23	6,46	3,89	3.77	0,95	
	Tatmin Düzeyi	5	2	1	5,2	10	1.84	
	Fayda	25,4	8,46	6,46	20,22	37,7	1,75	99,99
Bims	Önem	3,66	4,31	4,04	3,24	3.77	0,86	
	Tatmin Düzeyi	3,6	1,56	6,52	1	10	10	
	Fayda	13,18	6,72	26,34	3,24	37,7	0,86	88,04
Alçıpan	Önem	1,02	4.41	4,04	4,63	1.89	1.29	
	Tatmin Düzeyi	1	1	6,52	10	7,75	1	
	Fayda	1,02	4,41	26,34	46,3	14,65	1,29	93,6

4.1.4 Değer Hesabı ve Sonuç

Seçimi yapılacak malzeme fayda/maliyeti oranı en yüksek yani değeri en yüksek olan malzeme seçilecektir. Çizelge 4.4' te en yüksek değer sağlayan malzemenin seçimi yapılmıştır. Toplam faydalar nitelik fonksiyon matrisinden, maliyetler ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığının açıkladığı 2018 yılı İnşaat ve Tesisat Analiz Birim Fiyatlar kitabından alınmıştır.

Çizelge 4.4 Değer tablosu

	Gazbeton-1	Gazbeton-2	Tuğla	Bims	Alçıpan
Fayda	207,28	130,97	99,99	88,04	93,36
Maliyet (Tl/m²)	61,14	36,84	33,19	43,11	39
Değer	3,39	3,55	3,01	2,04	2,39

Değer tablousu neticesinde en yüksek değer gazbeton-2'den (10 cm kalınlığındaki teçhizatlı gazbeton G2 sınıfı) sağlanmıştır. Bu analiz neticesinde gazbeton-2 malzemesi seçilmiştir.

4.2 Tünel Sistem ve Konvansiyonel Sistem Seçimi İçin Değer Mühedisliği Çalışması

Bu çalışmanın amacı 'Tünel Kalıp Sistemlerle Konvansiyonel Kalıp Sistemlerin Örnek Proje Üzerinde Karşılaştırılması ve Yapılan Değer Mühendisliği Çalışması'nın analizlerle maliyet yönünden karşılaştırılmasıdır.

4.2.1 Tünel Kalıp Sistemleri

Tünel kalıp sistemi, binaların döşeme ve duvarlarının büyük kalıp elemanlarıyla bir defada döküldüğü yerinde dökme bir yapım sistemidir. Bu sistemde binanın taşıyıcı elemanları betonarme olarak üretilmektedir. Bu sistem konut, otel, alışveriş merkezleri ve yurt projelerinde kolaylıkla uygulanabilir. Döküm tekniği, statik özellikleri ve hasır çelik kullanımı gibi özelliklerinden dolayı günlük döküme olanak tanır. Şekil 4.2'de örnek bir tünel kalıp sistemi gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Tünel Kalıp Sistemi

Tünel kalıp sisteminin avantajlarını irdelemek gerekirse;
Üretim Hızı: Tünel kalıp sistemindeki üretim hızı, geleneksel yapım sitemlerine göre çok fazladır. Orta büyüklükteki bir konutun yapımında, kalıplar yarım günde kurulup hazırlanmakta ve aynı gün betonu dökülerek işlem tamamlanmaktadır. Ertesi gün kalıbın sökülerek başka bir konutun kalıplarının yeniden kurulmasına ve yeniden beton atılmasına olanak tanımaktadır. Geleneksel yapım sistemlerinde kullanılan iş ve kalıp iskelesi gerektirmediğinden bir zaman harcaması söz konusu değildir

Ekonomi: Yapım süresini kısaltması, işgücü ve anaparanın belirli bir işe uzun süre bağlı kalmasını önlediğinden, enflasyonun yüksek olduğu bir ülkede inşaat maliyetini düşürücü bir etken olabilmektedir.

Toplam inşaat maliyetindeki işçilik maliyeti geleneksel sistemle karşılaştırıldığında, bu oran yüzde 7-8 oranında düşmektedir. Ayrıca sistemin hassasiyeti, kaba ve ince yapı bileşenlerinin standartlaşmasına olanak verirken, böylece gerek üretim, gerekse maliyet düşüşleri gözlenmektedir.

Kalite: Bu sistemde yapıyı oluşturan tüm hacim ve elemanlarda ölçüler standartlaştırılmıştır. Sistemde yer alan diğer yapı bileşenleri de ön yapımlı olduğundan, bunların da kaliteleri yükselmektedir. Yine ölçülerdeki hassasiyet sayesinde kapı, pencere, basamak, denizlik, korkuluk, küpeşte vb. yapı elemanlarının standardizasyonu sağlanabilmekte ve yapı kalitesinin arttırılması mümkün hale gelmektedir.

Uygulamada kolaylık: Tünel kalıp sisteminde kalıpların kurulumu ve sökümü oldukça basittir. Kalıpların kurulması ve sökülmesinde kullanılan kule vinç, aynı zamanda donatının, betonun, önyapımlı elemanların ve diğer bütün ince malzemelerin taşınmasında kolaylık sağlamaktadır.

Güvenlik: Perde duvarların ve döşemelerin bir bütün olarak, tek işlemle dökülmesi, tek parça halinde çalışan bir yapı elde edilmesini sağlamaktadır. Bu durum deprem kuvvetlerine ve yangına karşı sistemin dayanımını artırmaktadır.

4.2.2 Konvansiyonel Kalıp Sistemleri

Konvansiyonel kalıplarda kalıp yüzeyi ahşaptır. Ahşap olan bu yüzeyler genellikle iğne yapraklı ağaçlardan üretilmektedir. Uygulamada en basit metot testereden çıkma kalıp tahtası olup bunların yüzeyi ikinci bir işlemden geçirilmediğinden pürüzlüdür. Bu pürüzlü yüzey beton dökümünün ardından kalıp sökümü sırasında zorluk çıkaracağı ve betona yapışacağından yüzeyine özel kalıp yağları, yanık yağlar tatbik edilir. Bu yapışmayı önlemek için bunlara ek olarak ahşap kalıp yüzeyinin rendelenmesi mümkündür. Konvansiyonel kalıplar tünel kalıplara nazaran daha az kullanılabilen fakat daha ucuz olan kalıplardır. Şekil 4.3'de örnek bir konvansiyonel kalıp sistemi gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Konvansiyonel Kalıp Sistemi

4.2.3 Konvansiyonel Kalıp ve Tünel Kalıp Sistem Analizi

Çalışmaya konu olan yapının hem konvansiyonel hem de tünel kalıp sistemine göre statik çözümlemesi neticesinde konvansiyonel ve tünel kalıp sistemlerinin toplam demir, beton ve kalıp metrajları Çizelge 4.5'de belirtilmiştir. Sadece kaba yapı metraj değerleri sağlıklı bir değerledirme yapmamızı sağlamayacağından tünel kalıpta sistem ve konvansiyonel kalıp sistemlerinde imalat farklılıları göz önüne alınıp (Çelik hasır imalatı, tuğla duvar, kalıp işlerindeki farklılık) Çizelge 4.6'da nihai bir metraj alınmıştır. Çizelge 4.7' de ise toplam maliyetlerin kıyaslanması grafik üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Tünel ve Konvansiyonel kalıp sistemlerinin kaba yapı metrajları

	Konvansiyonel	**Tünel**	**Oran (Tünel/Konv.)**
Toplam Donatı	372,04 ton	385,16 ton	3,50%
Toplam Beton	2.950,70 m^3	3.141,95 m^3	6,50%
Toplam Kalıp	15.121,50 m^2	6.874,76 m^2	-54,50%
Donatı (kg/m^3)	126,09	122,59	
Donatı (kg/m^2)	24,6	56,02	

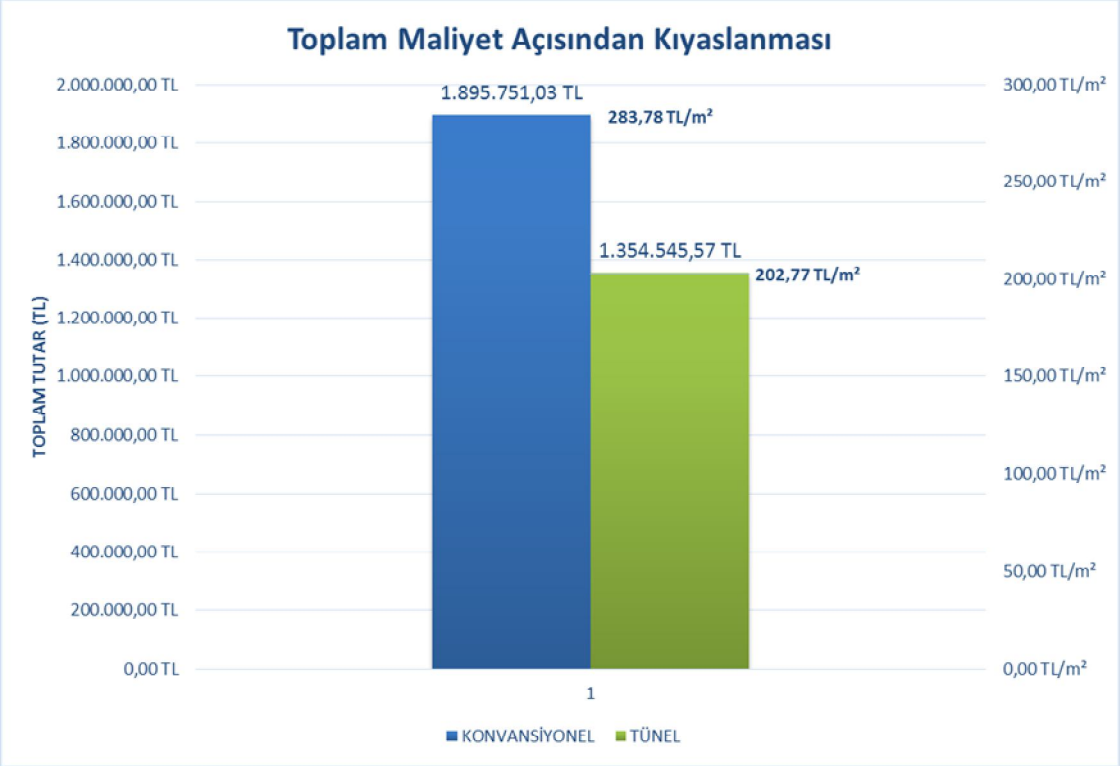
Çizelge 4.6 Tünel ve Konvansiyonel kalıp sistemlerinin toplam maliyetleri

	TÜNEL SİSTEM		
	Miktar	**Birim Fiyat**	**Tutar**
TÜNEL KALIP SİSTEMİNİN KALIP YERLEŞİM PLANINA GÖRE İLK MONTAJININ YAPILMASI İŞİ	6.457,76	1,40 TL	9.040,86 TL
TÜNEL KALIP SİSTEMİ İLE BETONARME KALIP YAPILMASI İŞİ	6.457,76	16,60 TL	107.205,20 TL
ÇELİK HASIR İMALATI YAPILMASI	117,43	2.209,21 TL	259.431,77 TL
ENDÜSTRİYEL KALIP İLE DÖŞEME/KOLON/PERDE/PARAPET/MERDİVEN KALIBI YAPILMASI İŞİ	417	22,99 TL	9.585,16 TL
HAZIR BETON TEMİNİ VE DÖKÜMÜ (30 SINIFI- POMPA İLE)	3.141,95	140,84 TL	442.512,97 TL
DEMİR DONATI TEMİNİ VE MONTAJININ YAPILMASI İŞİ (TEMELDE)	79,98	1.912,9 TL	153.003,41 TL
DEMİR DONATI TEMİNİ VE MONTAJININ YAPILMASI İŞİ (TEMEL DIŞINDAKİ TÜM İMALATLAR)	187,74	1.990,84TL	373.766,21 TL
		Toplam	**1.354.545,57 TL**
	6.680,24 M^2	M^2 FİYAT	202,77 TL/M2

	KONV. SİSTEM		
	Miktar	**Birim Fiyat**	**Tutar**
ENDÜSTRİYEL KALIP İLE DÖŞEME/KOLON/PERDE/PARAPET/MERDİVEN KALIBI YAPILMASI İŞİ	15.121,50	36,00 TL	554.374,00 TL
HAZIR BETON TEMİNİ VE DÖKÜMÜ (30 SINIFI- POMPA İLE)	2.950,70	157,92 TL	465.974,54 TL
DEMİR DONATI TEMİNİ VE MONTAJININ YAPILMASI İŞİ (TEMELDE)	77,38	1.940,48 TL	150.162,10 TL
DEMİR DONATI TEMİNİ VE MONTAJININ YAPILMASI İŞİ (TEMEL DIŞINDAKİ TÜM İMALATLAR)	294,66	2.212,05 TL	651.793,80 TL
13.5 LUK BLOK (19x19x13.5) TUĞLA İLE DUVAR YAPILMASI	2.691,83	31,00 TL	83.446,58 TL
		Toplam	**1.895.751,03 TL**
	6.680,24 M^2	M^2 FİYAT	283,78 TL/M2

TOPLAM FARK	**541.205,46 TL**
M^2 FARK	**81,02 TL/M^2**

Çizelge 4.7 Tünel ve Konvansiyonel kalıp sistemlerinin toplam maliyet kıyaslanması



4.2.4 Sonuç

Konut projelerinin inşaat sistemi olan konvansiyonel kalıp sistemi, klasik inşaat sisteminin daha gelişmiş şekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Yavaş işleyen bu sistem, pahalı üretim ile yapılmakta ve daha fazla işçilik gerektirmektedir.

Tünel kalıp sistemi ise genel olarak müteahhidin tek operasyonla bütün duvarları ve katı 1 günlük zaman dilimi içerisinde dökmesini sağlamaktadır. Tünel kalıp sistemi, konvansiyonel kalıp sistemine göre daha düşük maliyetli olup, daha hızlı olarak ilerlemektedir.

Çalışmaya konu olan bu projede konvansiyonel kalıp yerine tünel kalıp kullanılması kararı hem projenin kaba inşaat işleri süresini kısaltmakla hem de kalıp ve kaba yapı maliyetini de önemli ölçüde azaltması sebebiyle bir değer mühendisliği örneğidir. Şekil 4.4’ te uygulanan tünel kalıp sistemi gösterilmiştir.



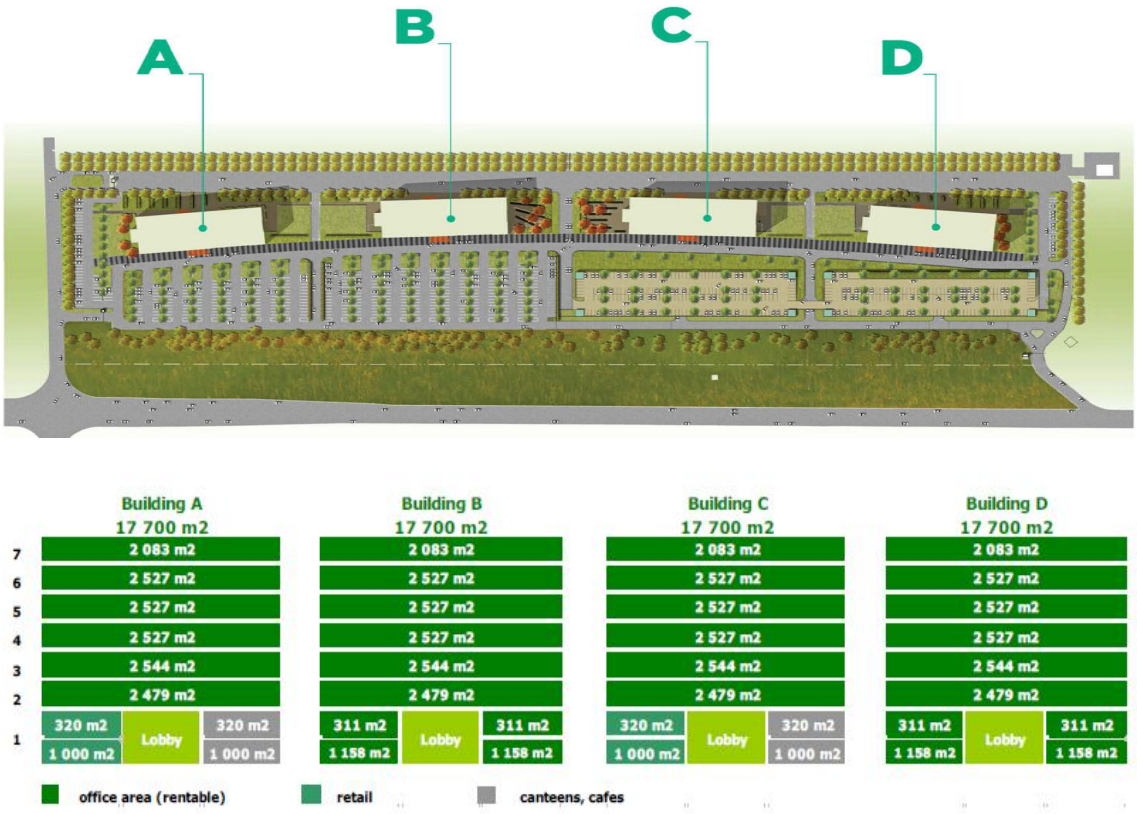
Şekil 4.4 Projede uygulanan tünel kalıp sistemi

4.3 K2 Business Park Project Değer Mühendisliği Çalışmaları

4.3.1 Proje ait Bilgiler

K2 projesi Moskova'nın Güney Batısında, Kaluzhsky yolu üzerinde ve Moskova çevreyoluna 2 km mesafede bulunmaktadır. Konumu itibariyle Vnukovo havalimanına 10 dakika metro ile şehir merkezine 20 dakika mesafededir. Projenin vaziyet planı ve kesitleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Proje 7 katlı 4 bloktan oluşmaktadır. 70,800 m² kiralabilir alana ve 12 hektar yeşil alana sahiptir. 2330 araçlık otopark ve Leed gold sertifikasına sahip olan bu projede konferans salonları, kantin, kafeler ve fitness salonu yer almaktadır.



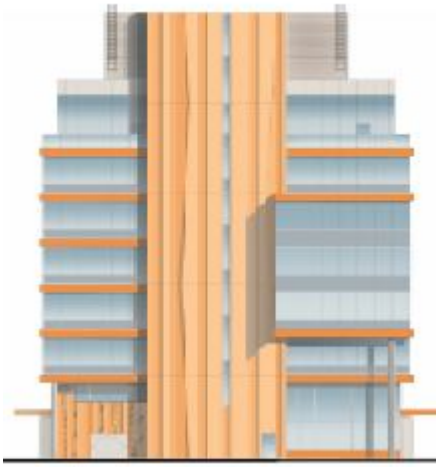
Şekil 4.5 Proje ait vaziyet planı ve kesitler

4.3.2 Uygulanan DM Çalışmaları

4.3.2.1 Cephe İşleri

Bu projede projelendirme sonucu dış cephelerde prekast beton cephe kaplaması ve alüminyum kompozit kaplama orijinal materyal olarak seçilmiştir. DM ekibi çalışmaları sonucu cephelerde xps ısı yalıtımı sıva ve boya uygulaması yapılması uygun görülmüştür ve sonucunda ciddi bir maliyet azalması ortaya çıkmıştır. Şekil 4.6' da cephe görünüşleri gösterilmiştir.



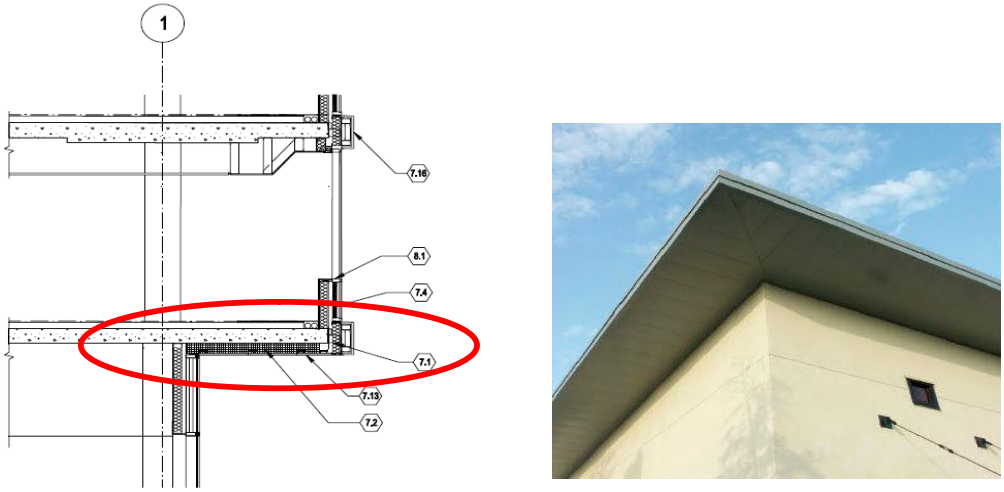


Şekil 4.6 Proje ait cephe görünüşleri



Şekil 4.7 Alüminyum kompozit kaplama yerine ısı yalıtımı uygulanması

Şekil 4.7 ‘de alüminyum kompozit kaplama yerine ısı yalıtımı uygulaması gösterilmiştir. Bu değişiklikten toplam metrajı 3.603,24 m2 olduğundan 316.210 dolar maliyet azalması sağlanmıştır. Prekast beton kaplama yerine de ısı yaltımı uygulaması yapılmıştır burada da toplam metraj 2.907,50 m2 olduğundan 507.633 dolar maliyet azaltılmıştır.



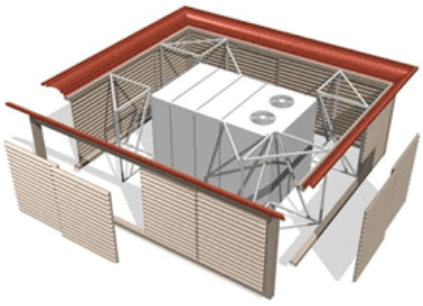
Şekil 4.8 Alüminyum kompozit kaplama yerine fibro beton uygulaması

Şekil 4.8'de alüminyum kompozit kaplama yerine fibro beton uygulaması gösterilmiştir. Bu değişiklikten toplam metrajı 1.900,36 m2 olduğundan 237.353 dolar maliyet azaltılmıştır.





Orjinal



Değer Mühendisliği

Şekil 4.9 Teknik alanlarda alüminyum louver yerine sandviç panel uygulaması

Şekil 4.9'da Teknik alanlarda alüminyum louver yerine sandviç panel uygulanması gösterilmiştir. Burada toplam cephe metrajı 4.026,70 m^2 oluşan maliyet azalımı ise 269,504 dolardır.

4.3.2.2 İnce işler

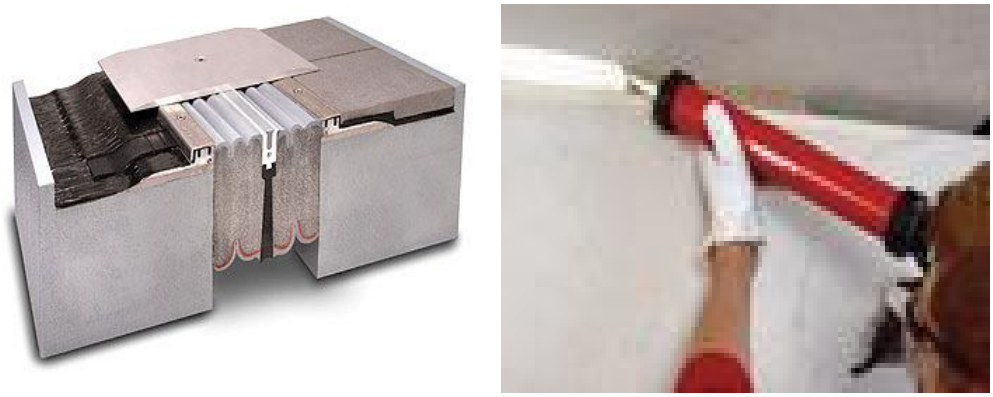
Şekil 4.10'da paslanmaz çelik korkuluklar yerine demir boru korkuluklara boya uygulaması gösterilmiştir. 2.010,40 m demir korkuluğun boyanması sonucu 139.950 dolar maliyet azalmıştır.



Şekil 4.10 Tüm korkuluk ve küpeştelerin paslanmaz çelik uygulaması yerine demir boru ve boya ugulaması

4.3.2.2 Mekanik işleri

Şekil 4.11'de yangın durdurucu profil kullanımı yerine yangın durdurucu mastik uygulaması gösterilmiştir. 10.221,20 m uygulama yapılması sonucu 252.807 dolar maliyet azalması sağlanmıştır.



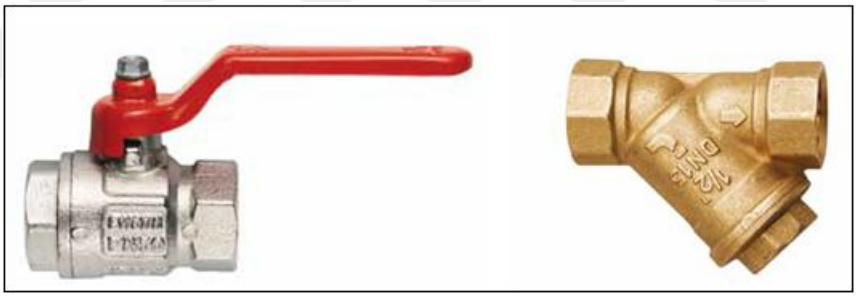
Şekil 4.11 Yangın durdurucu profil kullanımı yerine mastik uygulaması yapılması

Şekil 4.12'de altyapı atıksu borularının daha uzun süre kullanılabilmesi için HDPE-Menhol uygulaması gösterilmiştir. Bu uygulama 187.533 dolar ek maliyet getirmesine karşın daha uzun ömürlü kullanımı neticesinde değer artışı sağladığı için tercih edilmiştir. Ayrıca Fransız üretimi asansör yerine Çin üretimi asansör tercih edilmiştir. Bu sayede 479.270 dolar maliyet azalması sağlanmıştır.



Şekil 4.12 Altyapı atıksu borularının daha uzun süre kullanılabilmesi için HDPE-Menhol kulllanılması

Şekil 4.13'de vanaların değişimi gösterilmiştir. Elle ayarlanabilir vana yerine anahtar ile ayarlanabilir vana tercih edilmiştir. Buradan 99.617 dolar kar sağlanmıştır



Şekil 4.13 Vanaların değişimi

Şekil 4.14'de yerden ısıtma sistemi yerine düşey radyatör kullanılması gösterilmiştir. Bu değişiklik sonucu 36.504 dolar maliyet azaltılmıştır.



Şekil 4.14 Yerden ısıtma sistemi yerine düşey radyatör kullanılması

Şekil 4.15'de Chiller Ünitesi değişikliği gösterilmiştir. Otomatik soğutma modülü yerine sirkülasyon alanlarına destek sağlanmaması kararlaştırılıp 237.504 dolar maliyet azalması sağlanmıştır.



Şekil 4.15 Chiller Ünitesi değişikliği

4.3.2.3 Bina çevresinde yapılan işler

Şekil 4.16'da araç yolunun granit taş kaplama yerine asfalt ile kaplanması gösterilmiştir. 1.109,53 m^2 asfalt kaplanması sonucu 149.738 dolar maliyet azalması sağlanmıştır.



Şekil 4.16 Araç yolunun granit taş kaplama yerine asfalt ile kaplanması

Şekil 4.17'de kaldırım malzemesi değişikliği gösterilmiştir. 1.241,32 m^2 prekast beton kaldırım yapılması sonucu 124.939 dolar maliyet azalması sağlanmıştır.



Şekil 4.17 Kaldırım malzemesi değişikliği

4.3.2.3 Elektrik işleri

Şekil 4.18'de turnikelerde yapılan marka değişimi gösterilmiştir. Şartnameye uygun başka bir marka tercih edilmiştir. 32 turnikenin değişimi sonucu 316.241 dolar maliyet azalması sağlanmıştır.

	Fotoğrafı	Marka
Başlangıçta		Fastlane Glassgate-150
Değer Mühendisliği Sonrası		Ozak HG-01 S

Şekil 4.18 Turnikelerde marka değişimi

14 farklı iç aydınlatma armatürü yerine şartnameye uygun farklı markalarda aydınlatma armatürleri kullanılmıştır. Bu değişimler neticesinde 178.045 dolar maliyet azaltılmıştır. (Şekil 4.19' da yalnızca 3 armatür örneği verilmiştir.)

	Başlangıçta		*Değer Mühendisliği Sonrası*	
Tanım	Fotoğrafı	Markası	Fotoğrafı	Markası
F3 Type Lighting Fixture		PHILIPS TWC 216		EAE VLX 2*TLD36U-SP/PC-B
G1 Type Lighting Fixture		SELUX SX 509		EAE VLX 2*TLD36U-SP/PC-B
K1 Type Lighting Fixture		THORN VOYAGER		EAE EGC-S8L5 EXIT

Şekil 4.19 İç aydınlatma armatürleri değişimi

5 farklı dış aydınlatma armatürü yerine şartnameye uygun farklı markalarda aydınlatma armatürleri kullanılmıştır. Bu değişimler neticesinde 412.360 dolar maliyet azaltılmıştır. (Şekil 4.20' de yalnızca 2 armatür örneği verilmiştir.)

	Başlangıçta		*Değer Mühendisliği Sonrası*	
Tanım	Fotoğrafı	Markası	Fotoğrafı	Markası
P3 Type External Lighting Fixture		WE-EF PLF 240		HEPER CREO
P4 Type External Lighting Fixture		WE-EF PLF 230		HEPER CREO

Şekil 4.20 Dış aydınlatma armatürleri marke değişimi

Şekil 4.21'de jenaratör marka değişimi gösterilmiştir. Şartnameye uygun farklı bir jenaratör seçilmesi sonucunda 149.099 dolar maliyet azalması sağlanmıştır.



Şekil 4.21 Jenaratör marka değişimi

4.3.3 Sonuç

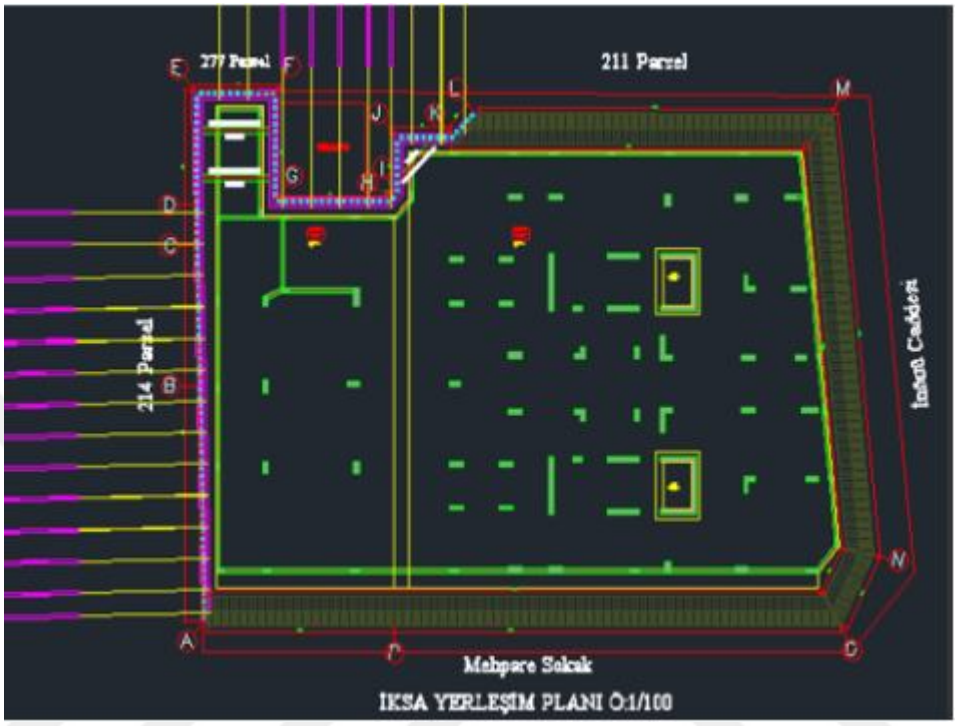
K2 Projesinin toplam bedeli 110.000.000$ düzeyindeyken yapılan değer mühendisliği çalışmaları sonucunda 4.900.000$ lık bir tasarrufa gidilmiştir. Bu tasarrufun büyük çoğunluğu cephe işleri, mekanik ve elektrik işleri olmak üzere sağlanmıştır. Toplam tasarruf (%4,5) toplam proje bedelinin yaklaşık %5 ine denk gelmektedir. Ortalama projelerde genel gider %10-%15 arasında gidip geldigi için %5 lik kısım çok büyük önem arz etmektedir.

4.4 İksa Projesinde Uygulanan Değer Mühendisliği Çalışması

4.4.1 İksa Uygulanacak Projeye ait Bilgiler

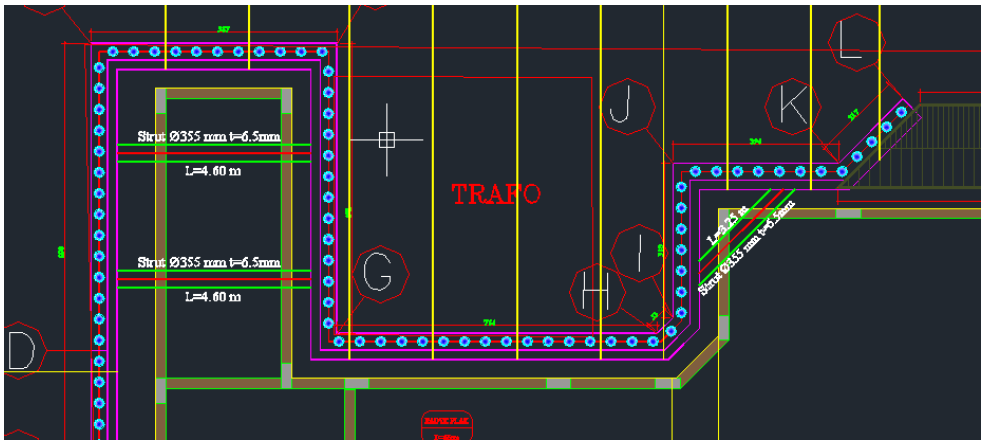
Yeni inşa edilecek bir konut projesinde imalat gereği derin kazılar yapılması gerekmektedir bu kazılar neticesinde arazi çevresinde yol, bina ve komşu arazilerin zarar görmemesi ve çalışma alanının güvenliğinin sağlanması için iksa projeleri

hazırlanmaktadır. İksa projelerinde genellikle; Fore ve Mini Kazık, Öngermeli ve Pasif Ankraj, Zemin Çivisi, Püskürtme Beton, Diyafram Duvar, Kuyu Perde, Perde Duvar, Strut olarak uygulamada kullanılmaktadır. Şekil 4.22'deki iksa yerleşim planında iksa uygulanması plananan kısımlar mor renkle belirtilmiştir.



Şekil 4.22 İksa yerleşim planı

Burada DM çalışması uygulanan konu ise Şekil 4.23' de planda görülen trafo merkezinin kazı sırasında güvenliğinin sağlanması için projelendirilmesinde strut elemanlara yer verilmesidir.



Şekil 4.23 İksa yerleşim planı



Şekil 4.24 Trafo Binası

Çelik borulu strut elemanları ankraj yapılamayan ya da konsol fore kazık yapılamayan alanlarda karşılıklı iki perde arasına veya birbirine dik komşu iki cephede çapraz çelik boru destek koymak suretiyle uygulanmaktadır. Nihai kazı kotundan itibaren yapı yükseldikçe çelik borular kaldırılarak yer altındaki yapı imalatı tamamlanır. Şekil 4.25' de örnek strut elemanlar gösterilmiştir.



Şekil 4.25 Strut elemanlar

Projede; 35.5 cm çapında, 4.6 m uzunluğunda ve 6.5 mm et kalınlığında 6 adet, çap ve et kalınlıkları aynı 3.25 m uzunluğunda 3 adet strut boru kullanılması öngörülmüştür. Strut borular, 3 kademe şeklinde farklı zamanlarda yerleştirilecektir.

Çalışma sahasında boruların stoklanabileceği uygun alan bulunmaması sebebi ile her kademe öncesinde boruların sahaya nakli gerçekleştirilecektir. Bu, en iyi şartlarda (kademelerin eş zamanlı açılması halinde) 3 ayrı nakliye demektir.

Çelik boru montajı için ayrıca ekip çalıştırılması gerekmektedir. Her kademe boru montajı için ortalama 2 gün öngörülmüştür.

Strut çalışmasının iksa projesine maliyeti yaklaşık olarak 30.000 TL olarak öngörülmüştür.

4.4.2 Uygulanan DM Çalışması

Strut imalatının maliyet ve zaman açısından olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak adına ne yapılabilir sorusu gündeme gelmiştir. Uygulayıcı ve proje firma yetkililerinin birlikte yaptıkları değer mühendisliği çalışmaları neticesinde strut imalatları yerine gergi adı verilen tekniğin kullanılması görüşü ortaya çıkmıştır. Bu görüş, işveren ile paylaşılmış, onayı alınmış, yaptıkları sözleşme ile ortak karara bağlanarak imza altına alınmıştır.

Bu tekniğe göre; trafonun karşılıklı cepheleri delgiler ile birbirine bağlanacak ve trafo altında yer alan zeminin stabilitesi sağlanacaktır. İki kademe de 9.5 m uzunluğunda 3 er delgi yapılacak, bu delgilerin içerisine çelik halatlar yerleştirilecek ve karşılıklı cephelerinden germeleri yapılarak sistem çalışır hale getirilecektir. Bu çalışmanın maliyeti 3.000 TL olarak belirlenmiştir. Şekil 4.26’ da gergi ile desteklenmiş iksa çalışması gösterilmiştir.



Şekil 4.26 Gergi ile desteklenmiş iksa çalışması

4.4.3 Sonuç

Strut çalışması yapıldığında farklı kademelerde farklı zamanlarda imalat yapılması gerekecek ve bu durum toplamda en iyi ihtimalle 6 iş gününe mal olacaktır. Gergi çalışması, sahada imalatı devam eden iksa işleri ile eş zamanlı yapıldığı için herhangi bir ekstra zamana ihtiyaç duyulmamıştır. Sturt çalışmasının maliyeti 30.000 TL iken gergi yöntemi ile bu maliyet 3.000 TL' ye indirilmiş ve 27.000 TL kar sağlanmıştır.

Strut imalatı yapılmaması ile farklı zamanlarda nakliye organizasyonu yapılmasına gerek kalmamıştır. Saha kullanım alanı bu sayede daraltılmamıştır.

Farklı ekiplerin sahaya girmesine gerek kalmamış, SGK girişleri, İSG eğitimleri gibi durumlardan zaman ve iş tasarrufu sağlanmıştır.

Strut imalatı kademeli olarak gerçekleştirilen ve inşaat sırasında yine kademeli olarak sökülmesi gereken bir imalattır. Strut imalatı yapılmaması ile inşaat sırasında kademeli demontaj işlemine gerek kalmamıştır.

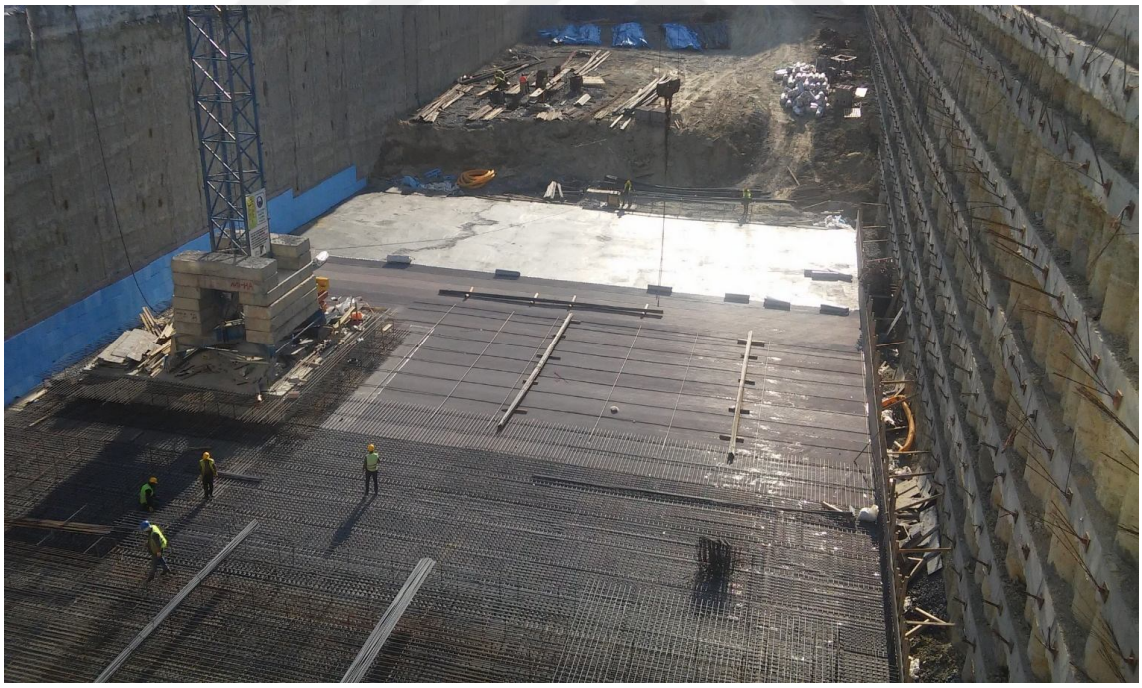
Çelik boruların montajı sonrası çalışma sahasında hareket kabiliyeti en aza inmektedir. İmalatın yapılmaması sonucu daha geniş çalışma alanı elde edilmiştir.

Strut imalatı sırasında ve sonrasında oluşacak iş güvenliği riskleri otomatik olarak ortadan kalkmıştır.

4.5 Radye Temel Altında Yapılan Değer Mühendisliği Çalışması

4.5.1 Uygulama Yapılan Yapı İle Bilgiler

Şehir merkezinde bulunan ve altından metro geçen 14.000 m2 oturum alanına sahip Zemin Altı Otopark projesinin temel altı imalat detayları 11 kalemden oluşmaktadır. Projenin zemin altında olmasından su yalıtımının imalat ve projelendirmesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Şehir merkezinde bulunması, şantiyeye malzeme istiflenmesini mümkün kılmamaktaydı ve altından metro geçmesi nedeniyle temel imalatlarının hızlı yapılmasını gerektirmekteydi. Temel altı imalatlarının 11 kalemden oluşması 14.000 m2 oturum alanlı bir temel için oldukça zaman alıcı ve malzeme istiflenmesi açısından oldukça zor bir durum ortaya çıkarmaktaydı. Bunun için 11 iş kaleminin yerini doldurabilecek tek bir malzemeyi bulmak, projenin iş yeri teslim tarihinden itibaren tüm teknik ekibi Değer Mühendisliği çalışması yapmaya itmiştir. Şekil 4.27' de yapının temel imalatı gösterilmiştir.



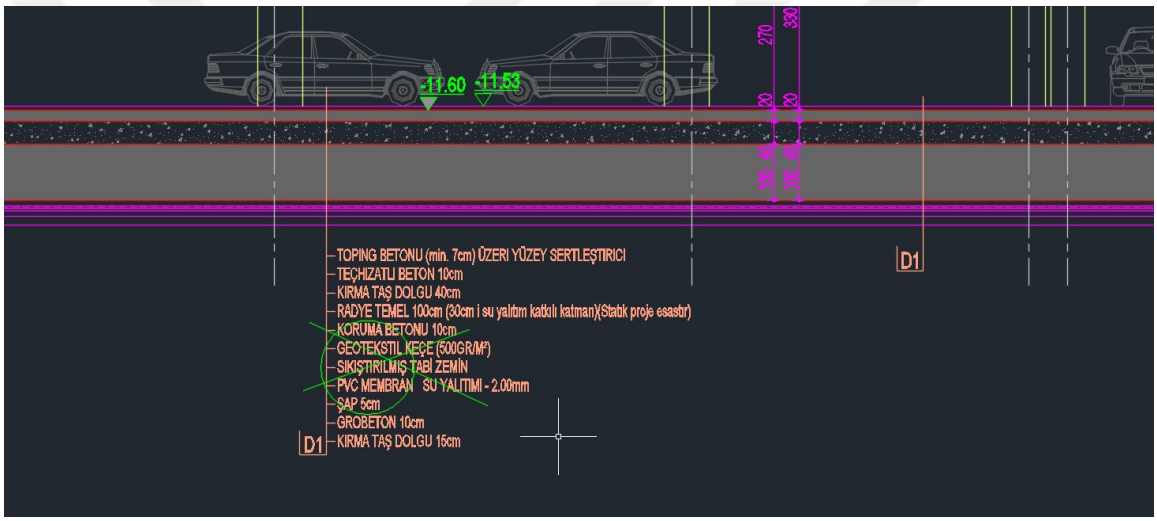
Şekil 4.27 Uygulamaya konu olan yapının temel imalatı

4.52 Uygulanan DM Çalışması

14.000,00 m^2 proje alanında hafriyat kamyonlarının giriş -çıkış yapabildikleri tek bir kapı bulunmakta ve bu kapı, bir hastanenin önüne çıkmaktadır. Temel kotundan 30 m

aşağıda bulunan Bağcılar -Kirazlı Metro hattına zarar vermemek adına Metro ihalesini tamamlamış Gülermak -Emay Ortaklığı ile görüşülmüş ve projede belirtilen ‘’Sıkıştırılmış Tabii Zemin ‘’ iş kaleminin yapılmasının imkansız olduğu sonucuna varılmıştır. Bu aşamada tanışılan yeni bir malzemenin teknik özellikleri nedeniyle projede kullanılabilir en iyi malzeme olacağını ortaya koymuştur. Bu çevresel ve fiziksel şartlar söz konusu iken projenin temel altı imalat kalemlerini azaltmak zaman ve maliyet açısından olumlu sonuçlar ortaya koyacağından proje revizyonu gerçekleşmiştir.

İlk projelendirmede 11 kalemden oluşan temel altı çalışmaları Şekil 4.28’de gösterilmiştir.



Şekil 4.28 İlk projelendirmeye göre temel imalatları

5 cm Şap, Pvc Membran Su Yalıtımı, Sıkıştırılmış Tabii Zemin, Geotekstil Keçe, ve Koruma Betonu imalatları projenin ilk halinde yapılması gereken imalatardı. Zaman ve maliyet açısından da irdelendiğinde bu imalatların yerine tek bir malzeme seçimi önem teşkil etmektedir. Bu imalatların maliyeti hesapladığında ise

5 cm Şap (C16 Beton) = 14000 m2 x 0,05 x 150 =105.000,00 TL

PVC Membran Su Yalıtımı = 14000 m2 x 25 TL =350.000,00 TL

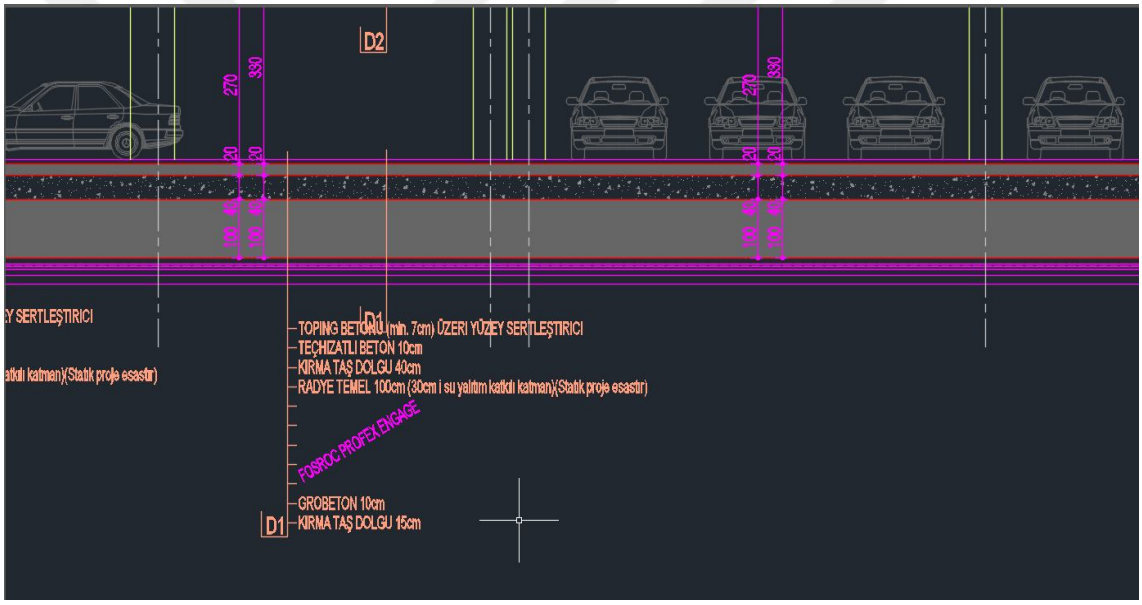
Sıkıştırılmış Tabii Zemin =14000x 0,5x35 TL= 245.000,00 TL

Geotekstil Keçe = 14000 x2,5 TL=35.000,00 TL

Koruma Betonu (C16) =14000 X0,1X150 TL= 210.000,00 TL

Olmak üzere Toplam imalat tutarı = 945.000,00 TL olmaktadır.

Revizyonun gerçekleşme sürecinde gerekli tüm onaylar (statik, zemin, izolasyon) İBB kontrolü altında sağlanmıştır. Yeni tasarımda seçilen malzeme ile radye temel betonu ile izolasyon malzemesi mekanik olarak birlikte çalışacak, iki malzeme birbirine %100 aderansla bağlandığından herhangi bir zemin oturması yaşandığında temel ve izolasyon birbirinden ayrılmayacaktı. Garantisi, yapılan laboratuvar deneyleriyle kesinleştirilmiştir. Burada oluşan yeni maliyet 14000x 8,75 € (€=5 TL olarak kabul edildiğinde) =612.500,00 TL 'dir. Şekil 4.29' da DM Çalışması sonrası Temel imalatı gösterilmiştir.



Şekil 4.29 DM Çalışması sonrası temel imalatı

4.5.3 Sonuç

İlk projelendirmede temel ile ilgili 11 farklı iş kalemi olması yapının konumundan ötürü sorun oluşturmaktaydı. Malzeme istiflenmesinin zorluğu ve altından metro geçmesi imalatların hızlı ve mümkün olan en az iş kalemiyle yapılmasını gerektirmiştir. Radye temel altında bulunan 5 imalat yerine farklı bir imalat yapılarak 332.500.00 TL kar ve zamandan büyük bir kısılma meydana gelmiştir. Ayrıca eski imalatta bulunan silindir ile

sıkıştırma imalatları metronun güvenliğini tehlikeye attığından bu şekilde daha güvenlide bir imalat yapılmıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

İnşaat sektöründe projelerin başarısı maliyet, zaman ve kalite faktörlerinin tümünün istenilen sınırları sağlamasıyla mümkündür. Burdaki faktörlerin bir veya daha fazlasından istenilen sonuçlarla karşılaşılamayabilir. Projelerin başlangıç aşamasında maliyet ve zaman ile ilgili tahminler yapılır. Tahminlerin gerçekliği arttıkça projenin başarılı olma ihtimali de artar. Bu tahminlerin gerçeğe uygun veya yakın çıkmaları ise tahmin yapanların tecrübe ve bilgi düzeyleri ile ilişkilidir. DM çalışmaları ise sistematik bir orginazasyon içinde gerekli performans, kalite, güvenilirlik ve yaşam döngüsü maliyetinde temel işlevleri yerine getirmek amacıyla tasarlanmış yapı özelliklerini, sistemleri, ekipmanı ve malzeme seçimlerini analiz etmek, gereksiz maliyetleri elemine edip projelerin değerini arttırmayı hedefler.

Çalışmalarının başarılı olması için dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. DM çalışmaları için uygun ortamın oluşturulmaması ve çalışma ekibinin DM sistematiğini benimsememesi veya bilgi eksikliği neticesinde DM çalışmaları olumlu sonuçlar vermeyebilir. Firmaların mevcut çalışanları bir problem ile karşılaştıklarında bunu alıştıkları bir biçimde çözmeyi denerler ya da farklı bir sistematik ile karşılaştıklarında genelikle bunu kabullenmeme eğilimi gösterirler. Bunun için DM departmanı oluşturulması ileride karşılaşılacak sorunları öngörmesi açısından daha faydalı olacaktır. Takım elemanlarının kalite ve tecrübesi DM çalışmaları başarısı ile doğru orantılıdır. DM departmanının ve uygulanan çalışmalara ait veritabanı oluşturulması gelecekteki diğer çalışmaların başarısı açısından da önemlidir.

DM çalışmaları uygulanacak projelerin seçimide başarılı olmasını etkileyen önemli kriterlerden biridir. Her projeye DM çalışmasını başarılı bir biçimde uygulamak pek mümkün olmamaktadır. Maliyeti yüksek, karmaşık, yüksek teknoloji gerektiren, tekrar eden imalatları fazla olan, bütçesi sınırlı ve yankı uyandıracak projelerde uygulanması DM çalışmalarının başarılı olma ihtimalini arttıracaktır.

Erken uygulama DM çalışmalarının başarılı olması için büyük önem teşkil etmektedir. Konsept aşamasında bu çalışmaların başlaması çalışmaların başarılı olma ihtimalini arttırmaktadır. İlerleyen aşamalarda DM çalışmaları istenilen faydaları sağlamayabilir hatta zararlara dahi yol açabilir. Aynı zamanda genellikle iş programlarının sıkışık olmasından çalışmaların erken başlaması değer artışı yapılabilecek alanların daha iyi tespit edilmesine olanak sağlayacaktır.

DM çalışmalarının amacının belirlenmesi ve mal sahibinin beklentilerinin iyi belirlenmesi DM çalışmalarının getireceği fayda ve beklentilerin yerine getirilmesi açısından olumludur. Tasarım ekibi ve DM takımı arasında fikir ayrılıkları çalışmaların başarılı olması içindeki önemli bir engeldir bu yüzden hem DM takım elemanları kendi aralarında hem de tasarım ekibi ile yaşadığı fikir ayrılıklarında daha yapıcı eleştiriler yapmaları çalışmaların akıbeti açısından önemlidir.

Bu bilgiler ve uygulamalar ışığında görülmüştür ki DM çalışmaları sistematik bir biçimde uygulandığında başarılı olma ihtimali artacaktır. Uygulamalı örneklerden de görüldüğü üzere DM çalışmaları her iş kaleminde karşılaşılan, her problemde uygulanabilen verimli işler yapmayı hedefleyen bir tekniktir. Örneklerde görüleceği üzere yüksek maliyet ve zaman azalmaları, kalite artışları görülmektedir. Ülkemiz dışındaki DM uygulayan kuruluşlar incelendiğinde özel firmalar hatta kamu kuruluşları bu tekniği zorunlu hale getirmiştir. DM çalışmaları sayesinde önemli maliyet ve zaman azalmaları, kalite, fonksiyon, niteliklerde iyileşmeler görülmektedir. Ülkemiz inşaat firmaları bu tekniği sistematik bir biçimde kullandığında projelerdeki verimlilik ve karlılık artacak neticesinde Türk İnşaat Ekonomisine önemli bir katkıda bulunacaktır. Türk İnşaat Firmalarının Dünya çapında mevcut konumunu düşündüğümüzde bu uygulamaların firmalarımızın daha iyi konumlara gelmesine, yurt dışında rekabet güçlerini arttırarak ülkemize katkı değer sağlamasına faydası olacaktır. Kamu kuruluşlarımızın bu tekniği

kendi yatırımlarında kullanması durumunda bütün kamu yatırımları düşünüldüğünde çok ciddi tassaruflar edileceği görülecektir. Aynı zamanda iç piyasada sağladığı faydalar düşünüldüğünde son noktada tüketicinin maliyet ve kalite etkenlerinden daha iyi sonuçlarla karşılaşması olasıdır.

KAYNAKLAR

[1] Mukhopadhyaya, A. K., (2009). Value Engineering Mastermind, First edition, SAGE Publications, California.

[2] Fletcher, T. M. (2004). "Integrating Value Engineering Into The Quality Management Framework", Quality Congress ASQ' s Annual Quality Congress Proceedings (American Society For Quality), 58: 553-562.

[3] Duran, C. (2007). "Değer Analizinin Uygulama Süreci", Kamu-İş, 109(3): 81-96.

[4] Davis, K. (2004) "Finding Value In The Value Engineering Provess", Cost Engineering, 46(12): 24-27.

[5] Acar, D. ve Alkan, H., (2003) "Mamul Maliyetlerinin Yönetiminde Etkin Bir Araç: Değer Mühendisliği", Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(1): 60-73.

[6] Örnek, A.Ş., (2003). "Bir Yönetim Tekniği Olarak Değer Mühendisliği", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5(2): 213-226.

[7] Tapan, M., (1980). Mimarlıkta Değerlendirme Aracı olarak Fayda Değeri Analizi, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul.

[8] Yükçü, S., (2000). "Maliyet Düşürmede Sistematik Yaklaşımlar, Muhasabe ve Denetime Bakış", 1(2).

[9] Romani, P.B., (1997). "The Resurrection of Value Engineering", Manage, 49(1): 27-29.

[10] Cooper, R. ve Slagmulder, R., (1997). Target Costing and Value Engineering, The IMA Foundation For Applied Research, New Jersey.

[11] Kazanç, D., (2000). İnşaatlarda Değer Mühendisliği Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[12] Norton, B.R. ve McElligott, W.C., (1995). Value Management in Costruction A Pratical Guide, MacMillan, London.

[13] Çoşkun, S. (2003) "Toplam Kalite Yönetimi ve Yönetim Teorisi" Amme İdaresi Dergisi, 36(4): 56-66.

[14] Alada, A. D. (2001) "İktisadi Düşünce Tarihinde Girişimcilik Kavramı Üzerine Notlar", İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi 23-24 :47-52.

[15] Uzunoğlu, E. (2007) "Müşteri Odaklı Pazarlama Anlayışına Göre Değer Yaratma: Bir Model olarak Değer İletim Sistemi", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 2(1): 11-27.

[16] Özerhan Akbulut, Yıldız (2008). "Vergi Usul Kanundaki Değerleme Hükümlerinin Türkiye Finansal Raporlama Standartları Kapsamında Değerlendirilmesi" VI. Muhasebe Uygulamaları ve Vergi Mezvuatı Sempozyumu, 2-6 Mart 2008, Ankara.

[17] Ateşoğlu, K. V. (2012). Değerleme.

[18] Fowler, T. C. (1990). Value Analysis Design Competitive Manufacturing Series, New York.

[19] Emiliani, M. L. (2001). "Redefining the focus of Investment Analysis" TQM Magazine, 13(1): 34-54.

[20] Sperling, R. (2001). "Understanding Value Engineering", IIEE Solutions, August, 33(8): 45-50.

[21] Male, S., Kelly, J., Gronqvist, Mc ve Graham, D. (2007). "Managing Value As A Management Style For Projects", International Journal Of Project Management, 25: 107-114.

[22] Kamara, J., Anumba, C. ve Evburmwan, N. (2000) "Establishing and Processing Client Requirements: A Key Aspect Of Concurrent Engineering In Construction", Engineering Construction and Architectural Management, 7(1): 15-28.

[23] Cheah, C. ve Ting, S. (2005). "Appraisal Of Value Engineering In Construction In Southeast Asia", International Journal Of Project Management, 23: 151-158.

[24] Kelly, J. ve Male, S. (1993). "Value Management In Design and Construction. The Economic Management Of Projects", New York: E&FN Spon Chapman Hall.

[25] Wolff, Jean-Pierre. (1998). Integration of Value Engineering in Total Quality Management fot Science and Technology Service Enhancement, Yayınlamamış Doktora Tezi, Walden University.

[26] Urhan, K., (2004). Maliyet Düşürme Aracı Olarak Değer Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

[27] Fisher, Oseph. (Summer 1995). "Implementing Target Costing", Journal of Cost Management, 9(2): 55.

[28] Gernerd, K., Kirk, S. ve Obeid Khaled, (1998). Palau VM Study Paves Road to Success, SAVE Proceedings Publications, Mount Royal.

[29] Dell' Isola, A.J. ve Kirk, S. J., (1991). Life Cycle Costing for Desing Professionals, McGraw- Hill, London.

EK-A

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ ÇALIŞMA/KAYIT DEFTERİ

Değer mühendisliği çalışma defteri değer mühendisliği çalışmalarını belgelemek için kullanılır. Çalışma defteri aşağıdaki bölümleri içerir:

Enformasyon Aşaması

Form A-1 Kapak Sayfası

Bu form değer mühendisliği çalışmasıyla ilgili başlıkları ve katılımcıları içerir.

Form A-2 Kriter Sıralaması

Bu form alternatif fikirlerin ve uygulanacak önerilerin kriterlerinin rütbelendirilmesinde kullanılır.

Form A-3 Yüksek Maliyetli Öğeler

Bu formda yüksek maliyetli öğeler belirtilir. Bu yüksek maliyetli öğeler arasından değer mühendisliği analizinin hedefleri secilir.

Form A-4 Fonksiyon/Maliyet

A-3 formunda belirtilen yüksek maliyetli öğeler bu formda fonksiyon baz alınarak belirlenir.

Form A-5 Maliyet vs Değer

Fonksiyon ve değer kavramını kullanarak bu formda değer mühendisliğindeki maliyet tasarrufu yapılacak alanlar belirtilir.

Kuram Aşaması/ Değerlendirme Aşaması

Bu form değer mühendisliği çalışması sürecinin iki aşamasında kullanılır. Kuram aşaması sırasında bu forma beyin fırtınasında ortaya atılan bütün fikirler yazılır. Kuram aşaması bittikten sonra değerlendirme aşamasının başlarında fikirlerin sonuçlarının değerlendirmesinde kullanılır.

Analiz Aşaması

Form C-1

Avantajlar/Dezavantajlar

Bu formda fikirler değerlendirildikten sonra elde edilecek avantajlar ve dezavantajlar bulunur.

Form C-2 Alternatiflerin Matris Analizi

Bu formda A-2 formundaki kriterler göz önünde bulundurularak alternatiflerin sayısal reytingi bulunur.

Gelişme Aşaması

Form D-1

DM Maliyet Karşılaştırması

Bu form alternatif fikirler geliştirildikten sonra bu alternatiflerin maliyetlerinin karşılaştırmasını içerir.

Form D-2 Sonuç ve Öneriler

Bu formda değer mühendisliği takımının önerileri bulunur.

Enformasyon Aşaması

Form A-1, Çalışma Defteri Kapak Sayfası

Bu sayfa beş sayfalık değer mühendisliği sürecindeki enformasyon aşamasının talimatının ilk sayfasıdır.

Bu sayfada aşağıdaki bilgiler bulunur:

Kutu No:1 Çalışma Numarası

Değer mühendisliği çalışmasının tamamı için verilen numaradır.

Kutu No:2 Çalışma Başlığı

Değer mühendisliği çalışmasının tamamı hakkında bir ön bilgi verebilecek şekilde seçilmiş başlıktır.

Kutu No:3 Çalışma Tarihi

Değer mühendisliği çalışmasında önemli tarihlerin listesi.

Kutu No:4 Katılımcılar

Çalışmada rol alacak bütün çalışanların ve çalışmayı destekleyenlerin isim listesi.

Çalışmayı destekleyenler çalışma sırasında sadece belli birkaç özel konuda çalışma yaparak katkıda bulunanlardır.

Katılımcıların bilgileri isim, meslek ve telefon numarasıdır.

Kriter Sıralaması

Bu bölüm beş sayfalık talimatın ikinci sayfasını oluşturur. Bu bölüm teknik yönergeyi, kuralları ve müşteri taleplerini içermelidir. (Form A-2)

Kutu No:1 Kriter Listesi

Her bir kriter için alfabetik bir sıralama yapılır.

Kutu No: 2 Karşılaştırma Matrisi

Kriterlerin birbirine göre önemleri karşılaştırılır. Karsılaştırma yapılırken “A kriteri B kriterinden daha önemli mi?” sorusu sorulur.

Kutu No:3 Ham Skor

Kriterler karşılaştırıldıktan sonra kriterlerin skorları “Ham Skor” kolonuna yazılır.

Kutu No:4 Kriterin Rütbesi

Ham Skor kolonuna yazılan skorlara gire kriterler sıralanır.

DEĞER MÜHEDİSLİĞİ ÇALIŞMA KILAVUZU

FORM A - 1

PROJE ÜNVANI:

BİRİM ÜNVANI:

Çalışma No (1)	
Çalışma Adı (2)	
Çalışma Günü (3)	
Katılımcılar (4)	

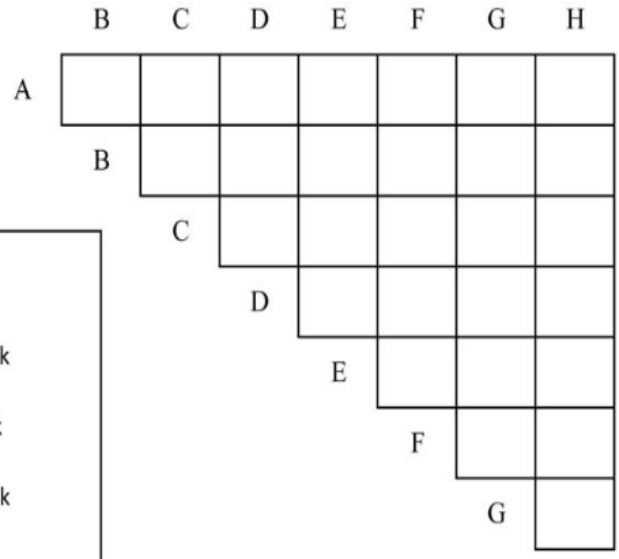
DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI

FORM A-2

KRİTER SIRALAMASI

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

Kriter (1)	Ham Skor (3)	Kriter Sırası (4)
A.		
B.		
C.		
D.		
E.		
F.		
G.		
H.		



Opsiyonel:

4 = Majör Öncelik

3 = Orta Öncelik

2 = Minör Öncelik

1 = Öncelik yok

Yüksek Maliyetli Bileşenler

Kutu No: 1 Belirli Teklif Bileşenlerinin Maliyeti

Daha çok önem arz eden bileşenlerin listesi çıkartılır. Listede bu bileşenlerin maliyetleri ve temel işlevleri belirtilir. Çalışma küçük bir çalışmaysa bu kısımda tüm bileşenler listelenebilir.

Kutu No: 2 Diğer Teklif Bileşenleri

Eğer az maliyete sahip ufak bileşenler proje boyunca tekrar tekrar kullanılıyorsa bunlar üzerinde yapılacak bir çalışma büyük tasarruf sağlayabilir. Bu bileşenler listelenmelidir, aksi takdirde bu bileşenler proje süresince unutulur.

İşlev / Maliyet

Bu bölümde geleneksel öğe ve maliyet listelemesi işlemi fonksiyon ve ilgili maliyet listelemesine dönüşür. Bu listeleme sırasında dikkatli bir çalışma büyük tasarruflar getirebilir.

Kutu No :1 Proje Genelinin Temel İşlevi

Proje genelinin temel işlevi birkaç kelimeyle tanımlanır.

Kutu No :2 Yüzde 80'lik Kısım

Projenin yüzde seksenini etkileyecek yüzde yirmilik önemli kısmın öğeleri belirtilir ve aynı işleve sahip öğeler gruplanır.

Kutu No :3 Belirli Yıllık Maliyet

Yıllık maliyetten tasarruf edilecek öğeler belirtilir.

Maliyet vs Değer

Değer arttırma fırsatı olan ve tasarruf yapılabilecek alanlar belirlenir.

Kolon No: 1 İşlev

İşlevlerin kısa tanımlarının olduğu bir liste düzenlenir ve işlevler temel ve ikincil işlevler olarak gruplanır.

Kolon No: 2 Maliyet

Uygulanacak işlevlerin maliyetlerinin listesi yapılır.

Kolon No: 3 Değer

İşlevsel karşılaştırmaların listesi yapılır. Bu yöntem işlevin kullanılabilir olup olmadığının belirlenmesinin en ucuz yoludur.

Kolon No: 4 Değer İndisi

Bu bölümde tasarlanan projenin işlev bölü maliyet oranıyla değer indisi bulunur. Bu indis ne kadar büyükse projede o kadar tasarruf yapılmıştır.

Kolon No: 5 Değer Fırsatı

Her fonksiyon için potansiyel tasarruflar belirlenir ve listelenir. Potansiyel tasarrufun büyüklüğü değer fırsatını gösterir.

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI

FORM A-4

İŞLEV / MALİYET

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

Çalışma Alanı'nın temel işlevi _____ _____

a. Gelecek sırada, bağlantılı işlevleri grupla ve maliyetleri kombine et.

b. İşlevleri maliyet ve atama

(2) No.	%80'lik grup içerisinde giren işlevler	Maliyet

(3) No.	Potansiyel tasarruf sağlayacak işlev maliyetleri	Maliyet

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI
FORM A-5
MALİYET VS. DEĞER

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

Bir önceki çalışmaya bakarak, işlevleri listele, gerekliyse iyileştir, bir işlevsel kıyaslama kur, değer tahmini yap, değer indeksini hesapla potansiyel tasarrufların herbirini kararlaştır.

(1) İşlev						(2) Maliyet		(3) Değer		(4) Değer İndisi	(5) Değer Fırsatı
No.	Fiil		İsim		B / S	Parça	$	İşlev Kıyaslama	$	Eder / Maliyet	Potansiyel Tasarruf

Kuram ve Değerlendirme Aşaması

B-1 formu kuram aşamasının tek formudur. Bu form değerlendirme aşamasının başında ve değer mühendisliği takımının önerilerinin taramasında kullanılır.

A-5 formunun No:5 kolonuna bakarsak, bu kolonda yazan işlevler en fazla potansiyel tasarruf sağlayabilecek işlevlerdir.

Kolon No:1 Açıklama

Bu kolonda bütün alternatiflerin listesi bulunur.

Kolon No:2 Tarama Kodlaması

Kolon 2 aktivitesine başlamak için kolon 1'i tamamlamak gerekir. Tarama sonuçları aşağıdaki gibi kodlanır.

D: Alternatifler geliştirilir.

R: Alternatif reddedildi.

F: Alternatif daha ilerideki projeler için tavsiye edilir.

W: Alternatif mevcut projede kullanılmaktadır.

Değerlendirme Aşaması

Avantajlar/Dezavantajlar

Kutu No:1 Fizibilite

Form B-1 gözden geçirilir. Bir önceki sayfadaki kabul edilemez olan alternatiflerin üstü çizilir.

Kuru No: 2 Uygunluk

Uygulanabilir alternatiflerin avantaj ve dezavantajlarının listesi yapılır. En uyfun projenin yanına tik atılır.

Alternatiflerin Matris Analizi

Bu formda C-1 de belirtilen alternatiflerin matris analizi yapılır.

Kutu No:1 Görev veya Kriter

Projeyle ilgili görevler veya kriterler bu bölümde değerlendirilir. Önemine göre bunlara 1'den 10'a kadar not verilir.

Kutu No:2 Alternatifler

Karşılaştırmak istenen alternatifler bu formda değerlendirilirler. İkiye bölünmüş kutuların üst kısmına değerlendirme sonucu 1-5 arası not verilir. Bir önceki kutuda verilen notla bu not çarpılır ve bölünmüş kurunun alt tarafına yazılır. Sonuç olarak alternatiflerin notları sıralanır.

Geliştirme aşaması

Değer Mühendisliği Maliyet Karşılaştırması

Kolon No:1 Öğe

Değişen öğelerin listesi yapılır.

Kolon No:2 Modifikasyonların Tanımı

Öğelerdeki değişimler yazılır.

Kolon No:3 Önceki Maliyet

Çalışma öncesindeki tasarımın maliyeti yazılır.

Kolon No:4 Sonraki Maliyet

Çalışma sonrası maliyet yazılır.

Kolon No:5 Potansiyel Tasarruf

Ne kadar tasarruf yapıldı.

Kolon No:6 Yüzde

Potansiyel tasarrufun yüzdesi.

Kolon No:7

Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde form D-1 baz alınarak değer mühendisliği önerileri özetlenir.

Özet ve Tasarruf

Önceden listelenen önerilerin hepsi ekonomik olarak aynı etkiyi yapmaz veya uygulaması aynı olmaz. Tasarruflar aşağıdaki kategorilerde gruplanmalıdır.

Kategori 1

Belirtilen zorunluluklar olmadan ve üzerinde çalışılan temel işlevleri azaltarak yapılan tasarruf.

Kategori 2

Projenin diğer yüksek işlevlerine müdahale etmeden zorunlulukların yeniden ifade edilmesiyle uygulanabilen tasarruflar.

Kategori 3

Geliştirme aşamasında ve sonraki tarihe atılmış proje bileşenlerinde uygulanacak tasarruflar. Özelleştirmeler bu kategori içerisindedir.

Tanımlanmış Toplam Potansiyel Tasarruflar

Toplam potansiyel tasarruflar, yüzdesel ya da parasal birim olarak işlenir.

Değer Gelişimi İçin Diğer Fırsatlar

Değer mühendisliği takımının bu çalışma ya da rapor içerisine almamış olduğu fırsatlar var mı? Ek bir çalışma olarak fırsatlar ve yararları irdelenir.

Uygulama Planı

Daha önceden tanımlanmış olan proje uygulama planı üzerinde yapılabilecek değişiklik önerileri tartışılır. Uygun görülen değişiklikler önerilir.

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI
FORM B-1
KURAM / DEĞERLENDİRME AŞAMASI

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

Temel İşlev _____ (Fiil)		_____ (İsim)	
(1) Tanımlama	(2) Kod	Tanımlama	Kod
1.		40.	
2.		41.	
3.		42.	
4.		43.	
5.		44.	
6.		45.	
7.		46.	
8.		47.	
9.		48.	
10.		49.	
11.		50.	
12.		51.	
13.		52.	
14.		53.	
15.		54.	
16.		55.	
17.		56.	
18.		57.	
19.		58.	
20.		59.	
21.		60.	
22.		61.	
23.		62.	
24.		63.	
25.		64.	
26.		65.	
27.		66.	
28.		67.	
29.		68.	
30.		69.	
31.		70.	
32.		71.	
33.		72.	
34.		73.	
35.		74.	
36.		75.	
37.		76.	
38.		77.	
39.		78.	

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI

FORM C-1

DEĞERLENDİRME AŞAMASI - AVANTAJLAR/DEZAVANTAJLAR

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

(1) Fizibilite: Form B-1 de listelenen ve kuram aşamasında geliştirilmiş tüm fikirleri ile belirtilmiş işlevler burada da listelenir. Eleme yapılmadan önce şu sorular sorulur; Seçilen fikir işe yarayacak mı? Maliyet tasarrufu elde edilecek mi? Performans sağlayacak mı?

İrdeleme sonucunda maliyetli, kabul edilemez ve gerekli görülmeyenler elimine edilir.

(2) Uygunluk: İleri aşamalar için uygun tüm işlevler aşağıda listelenir. En iyi fikirler konularak belirlenir.

No. Fikir	Avantajlar	Dezavantajlar

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI
FORMM C-2
ALTERNATİFLER İÇİN MATRİKS ANALİZİ

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

Uygunluk değerlendirmesinde seçilmiş en iyi fikirleri listele. İstenen kriterde en iyi rütbeye sahip olanları kriterlerde karşılaştır. 5 = Süper 4 = Çok iyi 3 = Orta 2 = Zayıf 1 = Kötü		(1) Amaçlar ve Ölçütler									
(2) Alternatifler	(3) Etki								(4) Toplam	(5) Rütbe	(6) Modifikasyon

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI
FORM D-1
DEĞER MÜHENDİSLİĞİ MALİYET KARŞILAŞTIRMASI

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

				Maliyetler				
(1) Parça	(2) Modifikasyon Tanımlaması			(3) Önce	(4) Sonra	(5) Tasarruflar	(6) Yüzde	(7) Koordinasyon

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TEKLİF ÇALIŞMASI

FORM D-2

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Proje Adı:	Çalışma Adı:	Çalışma No:

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

TASARRUFLARIN ÖZETİ

KATEGORİ I = $ _____ YA DA TOPLAM PROJENİN %_____
KATEGORİ II = $ _____ YA DA TOPLAM PROJENİN %_____
KATEGORİ III = $ _____ YA DA TOPLAM PROJENİN %_____
KATEGORİ IV = $ _____ YA DA TOPLAM PROJENİN %_____

TOPLAM POTANSİYEL = $ _____ YA DA TOPLAM PROJENİN %_____
TASARRUFLAR TANIMLANDI.

DİĞER MUHTEMEL DEĞER MÜHENDİSLİĞİ "GELİŞTİRME":

UYGULAMA PLANI:

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Necati Emre DİKMEOĞLU

Doğum Tarihi ve Yeri : 20.09.1992, Soma

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : edikmeoglu@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	2014
Lise	Fen Bilimleri	Rıfat Dağdelen Anadolu Lisesi	2010

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
06.2015-11.2017	Eke Mimarlık Mühendislik	Proje Mühendisi

YAYINLARI

Bildiri

1. Dikmeoğlu, E. ve Atabay Ş., (2018). “İnşaat Sektöründe Değer Mühendisliği Yöntemi ile Malzeme Seçimi”, ISAS2018, 11-13 Nisan 2018, Antalya.