

İNŞAAT PROJELERİNDE DEĞER MÜHENDİSLİĞİ

Doç. Dr. Şenay ATABAY

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü



İnşaat Mühendisleri
Odası (İMO)

Değer



Değer kavramı, farklı bilim alanlarında farklı biçimlerde tanımlanmaktadır. Kişiden kişiye, hatta kişinin içinde bulunduğu koşullara göre değişen bu kavram; mal ve hizmetlerin karşılaştırılmasıyla anlam kazanır.

Değer Nedir?

Türk Dil Kurumu'na göre değer; **'Bir şeyin önemini belirlemeye yarayan soyut ölçü, bir şeyin değdiği karşılık, kıymet'** olarak tanımlanmaktadır. Bir başka tanıma ise kişinin isteyen ve gereksinim duyan bir varlık olarak nesne ile bağlantısında beliren şeydir. Bu tanımlara göre değer, ancak öznel bir görüş açısıyla değerlendirilebilir.



Değer kavramına ilişkin temel sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:



Görecelilik

Değer kişiden kişiye değişir



Karşılaştırılabilirlik

Mal ve hizmetlerin kıyaslanmasıyla ölçülür



İlişkiselik

İstenen şey ile bunun için verilebileceklerin dengesidir



Değer Mühendisliği



Tanım 1

Üretilen bir ürünün veya verilen bir hizmetin, müşterilerin gereksinimini göz ardı etmeden tekrar gözden geçirilerek, maliyetini düşürmek veya performansını artırmak amaçlı yapılan tasarım ve üretim çalışmasıdır.



1

Müşteri
Gereksinimi



2

Maliyet /
Performans Analizi



3

Değer Artışı



Tanım 2

Müşteri bakış açısıyla süreçler / ürünler üzerinde yapılan detaylı analizler sonucu, fonksiyonlardan **gereksiz olanların elimine edilmesi**; aksine önem derecesi yüksek olan fonksiyonlar üzerine yoğunlaşarak maliyetlerin **düşürülmesi** için yapılan fonksiyonel analiz, maliyet analizi ve değer analizi şeklindeki ekip çalışmalarının toplamıdır.



Amaç: Gereksiz fonksiyonları ayıklayarak maliyeti düşürmek ve değeri artırmak.



Değer Formülleri



1. Değer =
Fayda (İşlev) /
Maliyet

2. Değer =
Müşteri Tatmini /
Maliyet



5. Değer =
(İlk Etki + Fayda) /
(İlk Maliyet + Takip Eden
Fiyatlandırma)

3. Değer =
Hak Etme /
Maliyet

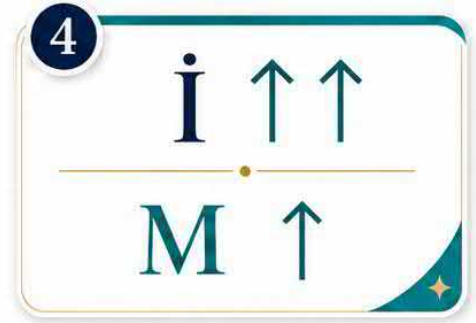
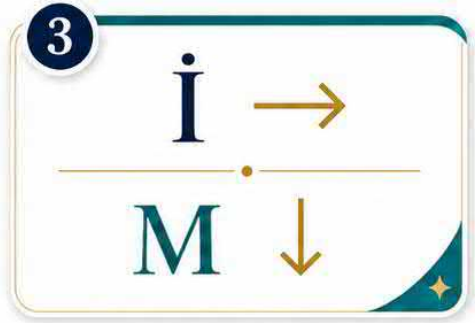
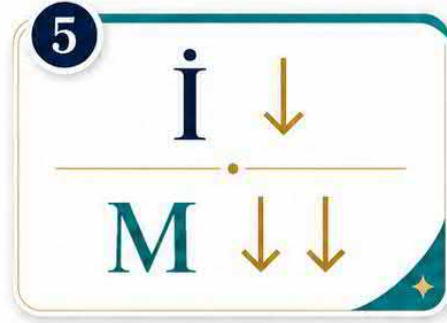
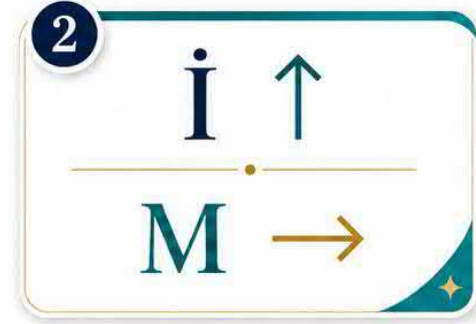
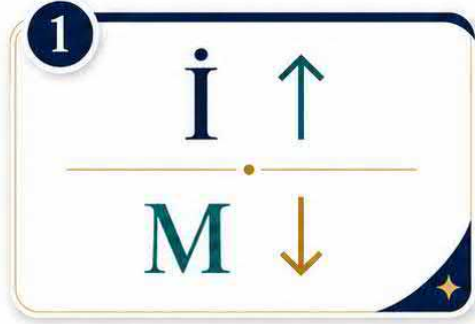


4. Değer =
Fonksiyonellik / Maliyet



Uygulanabilecek Değer Artırma Yaklaşımları

İ = İşlev, M = Maliyet



Değer Mühendisliğinin Doğuşu



II. Dünya Savaşı döneminde hammadde sıkıntısı yaşanmaktaydı. General Elektrik Firması'nda elektrik mühendisi olarak görev yapan **Lawrence D. Miles** ve arkadaşları yaptıkları araştırmalar sonucunda farklı malzemeler kullanılarak daha az maliyetle daha iyi performans sağlayan çözümler elde edilebileceğini fark ettiler.



Miles, bu fonksiyonel yaklaşıma **1947-52 yılları** arasında pek çok tekniği ilave ederek sistemleştirdi ve adına "**Değer Analizi**" dedi. Zamanla yöntem geliştirilerek Değer Mühendisliği adını aldı.



Avrupa Birliği

"Değer Yönetimi" adı altında uygulanmaktadır.



A.B.D.

"Değer Metodolojisi" adı ile kullanılmaktadır.



Türkiye

"Değer Mühendisliği" kavramı ile bilinmektedir.

1947



1952

ANALİZDEN DEĞERE, DEĞERDEN GELECEĞE



Değer Mühendisliğinin Amaçları

- 1 | Gerekli işlevleri güvenli, güvenilir, verimli ve en düşük toplam maliyetle sağlamak
- 2 | Projenin değerini artırmak
- 3 | Zamanı etkin kullanarak projenin tamamlanma süresini azaltmak
- 4 | Yapının daha uzun ömürlü olmasını sağlamak
- 5 | Gereksiz maliyetleri yok etmek

Değer Mühendisliğinin Amaçları

6

Var olan malzeme, insan kaynakları ve parayı etkili ve verimli kullanmak

7

Projenin kalitesini artırmak

8

Yapının daha güvenli olmasını sağlamak

9

Projenin çizimindeki hataları ve eksikleri minimize etmek, hatta tamamıyla yok etmek

Değer Mühendisliğinin Amaçları

10

Proje süreçlerini analiz ederek teknik açıdan değer içermeyen fonksiyonları süreçten çıkarmak, gerekli fonksiyonları tespit ederek sürece ilave etmek

11

Proje süreçlerini analiz ederek müşteri açısından değer içermeyen fonksiyonları süreçten çıkarmak, gerekli fonksiyonları tespit ederek sürece ilave etmek

12

Takım çalışması, yaratıcılık, uyum gibi yöntemlerle ve psikolojik tekniklerle personel yeteneklerini ortaya çıkarmak

13

Bunların dışında, karşılaşılan herhangi bir probleme, çeşitli yaratıcılık tekniklerini kullanarak değer esaslı çözümler üretmek



Takım Çalışmasına Dayalı Bir Yöntem



Bütün Paydaşların Katılımı

Çözülmesi istenen problem belirlendikten sonra o problemin çözümünde söz sahibi olabilecek bütün tarafların takımda olmasında yarar vardır. Çünkü alınacak her karar taraflardan her birini etkileyecektir.



Optimum Çözüm Odaklı Karar Verme

Değer Mühendisliği, müşteri istekleri ve teknik gerekliliklerin sağlanması odaklı bir karar verme yöntemidir. Bütün paydaşların istekleri optimum oranda çözüme katılır.



Takım Çalışmasına Dayalı Bir Yöntem



Örneğin; karar verilmesi gereken problem, bir cephe kaplama malzemesinin seçimi olsun:



Müteahhit uygun fiyatlı ve aynı zamanda satışı etkileyebilecek estetikte bir malzeme olmasını ister.



Mühendis yapı ağırlığını artırmayacak hafif bir malzeme olmasını bekler.



Mimar estetik görünmesini, montajının kolay olmasını isteyebilir.



Kullanıcı, estetik görünmesini, ısı ve ses izolasyonu sağlamasını, bakım-onarım kolaylığını ve maliyetinin düşük olmasının yanı sıra uzun ömürlü olmasını arzu edebilir.

Ayrıca, farklı paydaşların daha farklı beklentileri de olabilir.

Peki bu durumda kimin istekleri doğrultusunda problem çözülmelidir?



Değer Mühendisliği her bir paydaşın isteğini, arzusunu dikkate alarak problemi çözer.

Sistemli Bir Çalışmadır

Hangi tekniklerin uygulanacağı ve bu tekniklerin uygulanış sırası bellidir. Bütün işlemler "**İş Planı**" denilen bir uygulama sistemi içerisinde yürütülür.

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI





DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI – SEÇİM AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Seçim 	Proje seçimi ve değer mühendisliği çalışmasının başlatılması	<ul style="list-style-type: none">Ne çalışılacak?Problemi en iyi kim inceleyebilir?Çalışmaya başlamak için neler bilinmelidir?	<ul style="list-style-type: none">Proje fikirleri isteyinYüksek maliyetli / düşük değerli alanları belirleyinProjeyi planlayınDevam etmek için yetki alınKaynakları tahsis edin	<ul style="list-style-type: none">Proje kaynakları üzerine fikir üretinProjeleri belirlemek için plan geliştirinProjelerin yöntem için uygun olup olmadığını değerlendirinProjeleri yönetime sununDM çalışmaları için projeleri seçinÇalışma planını uygulayın

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TAKIMININ SEÇİMİ

Değer mühendisliği çalışmasının başarısı,
doğru oluşturulmuş bir takım ile
mümkündür.



Bir projede değer mühendisliği çalışması yapılmasına **mal sahibi ve/veya müteahhit** karar verebilir.

Yapılması gereken ilk çalışma, projenin faaliyet alanlarına göre değer mühendisliği takımının seçimidir.



Takımda ayrıca projenin uzmanlık alanına göre;



Mühendisler



Mimarlar



Maliyet uzmanları



Malzeme bilgisine sahip uzmanlar



Mal sahibi veya vekili



Mümkünse ilk tasarım ekibinden bir temsilci



Yapıyı kullanacak tarafın bir temsilcisi

DEĞER MÜHENDİSLİĞİ TAKIMININ SEÇİMİ



Ayrıca, özellikle karmaşık ve belli bir uzmanlık bilgisi gerektiren işlerde bir **danışmandan** faydalanılabilir.



Bunların dışında, çizimleri, hesapları yapabilecek **yardımcı elemanlar** da bulunabilir.



Takımda, değer konusunda uzman, mümkünse daha önce benzer bir çalışmanın içerisinde yer almış bir **takım lideri** bulunmalıdır.



Takımın kişi sayısı gerektiği kadar olmalıdır.

Eksik ya da fazla olması işlerin uzamasına, yararlı fikirlerin ortaya çıkmamasına yol açabilir.





DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI – ARAŞTIRMA AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Araştırma 	Proje ve mevcut durum hakkında veri toplayarak ihtiyaçları, kısıtları ve beklentileri netleştirmek	<ul style="list-style-type: none"> Projenin kapsamı nedir? Mevcut durum ve temel sorunlar nelerdir? Hangi paydaş beklentileri dikkate alınmalıdır? Hangi veri ve dokümanlar gereklidir?	<ul style="list-style-type: none"> Doküman inceleme Saha gözlemi ve veri toplama Paydaş görüşmeleri / anketler Mevcut maliyet ve performans analizi	<ul style="list-style-type: none"> Çizim, şartname ve raporları inceleyin Mevcut sorunları tanımlayın Gerekli verileri toplayın Kısıtlar ve gereksinimleri listeleyin Bulguları özetleyin

DEĞER MÜHENDİSLİĞİNDE OLUŞTURULABİLECEK MODELLER



Araştırma ve değerlendirme aşamasında ihtiyaca göre geliştirilebilecek modeller



Bu aşamada ayrıca ihtiyaca göre çeşitli modeller de oluşturulabilir.



Bu modeller, proje kararlarının daha rasyonel, ölçülebilir ve değer odaklı biçimde alınmasına yardımcı olur.



Aşağıda değer mühendisliği çalışmalarında sıklıkla kullanılan temel model türleri yer almaktadır.



MODEL TÜRLERİ



Maliyet Modeli



Alan Modeli



Maliyet/Değer Modeli



Enerji Modeli



Proje Ömrü Boyunca Maliyet Modeli



Kalite Modeli

MALİYET VE ALAN MODELLERİ



Proje maliyetlerinin ve işlevsel alanların değer odaklı analizi



Maliyet Modeli

- ✓ İşçilik, malzeme, yapım, bakım ve diğer maliyetleri içerir.
- ✓ Maliyetlerin fonksiyonlara nasıl dağıldığını gösterir.
- ✓ Fonksiyonlar için hedeflenen maliyetlere ilişkin bilgi sağlar.
- ✓ Değer mühendisliği çalışmasında mutlaka hazırlanması önerilen temel modellerden biridir.



Alan Modeli

- ✓ İhtiyaç halinde hazırlanan bir modeldir.
- ✓ Mal sahibinin önerdiği alanlarla tasarım projesindeki alanlar karşılaştırılır.
- ✓ Karşılaştırma, her işlevsel alan için değer mühendisliği takımı tarafından yapılır.
- ✓ Amaç, gereksiz alanları ortadan kaldırmak ve proje alanını daha verimli hale getirmektir.



Bu iki model, maliyet ve alan kullanımını birlikte değerlendirerek daha rasyonel kararlar alınmasına yardımcı olur.

MALİYET/DEĞER VE ENERJİ MODELLERİ



Fonksiyon değeri ve enerji tüketimi odaklı değerlendirme



Maliyet/Değer Modeli

- ✓ Projeyi oluşturan her fonksiyon için değer araştırması yapılır.
- ✓ Fonksiyonların maliyetleri ile sağladıkları değer birlikte değerlendirilir.
- ✓ Değer artırma fırsatlarının belirlenmesine yardımcı olur.



Enerji Modeli

- ✓ Özellikle kullanım aşamasında enerji tüketimi yüksek olan projelerde önemlidir.
- ✓ Hangi alanlarda ne kadar enerji tüketileceği önceden tahmin edilir.
- ✓ Enerji tasarrufunun nerelerde yapılabileceğine dair fikir verir.
- ✓ Işıklandırma, ısıtma ve havalandırma gibi sistemler açısından değerlendirme yapılır.
- ✓ Kullanılacak enerji sistemi, yerleşimi ve malzeme seçimi hem ilk yatırım hem kullanım maliyetleri bakımından önemlidir.



Örnek projeler

Alışveriş merkezleri, mağazalar, sinema ve tiyatro yapıları, spor alanları ve yiyecek alanları enerji modelinin özellikle önemli olduğu yapılardır.

PROJE ÖMRÜ BOYUNCA MALİYET MODELİ



İlk yatırım ve kullanım maliyetlerinin bütüncül değerlendirilmesi



Modelin Amacı

- ✓ Değer mühendisliği yalnızca ilk yatırım maliyetiyle değil, kullanım maliyetiyle de ilgilenir.
- ✓ Proje ömrü boyunca maliyetler; ilk yatırım ve kullanım maliyetlerinin toplamıdır.
- ✓ Kullanım maliyetleri yıllık gider veya güncel değer yaklaşımlarından biriyle belirlenebilir.



Satın Alma Maliyetleri

- Arsa
- tasarım
- yasal ücretler
- inşaat maliyetleri



İşletme Maliyetleri

- Finansman
- vergi
- yakıt
- kamu hizmetleri
- emek
- bakım, onarım
- imha maliyetleri



İşlev Maliyetleri

- Çalışan ve malzeme maliyetleri



Tadilat Maliyetleri

- Başlangıçta belli olmayan, kullanım sırasında ortaya çıkan maliyetler



Değişirme Maliyetleri

- Belirli dönemlerde ekipman veya diğer malzemelerde yapılacak planlı değişikliklerin maliyetleri



Bu model, yalnızca bugünkü maliyeti değil, projenin tüm yaşam döngüsündeki ekonomik etkileri değerlendirmeyi sağlar.

KALİTE MODELİ

Proje performans beklentilerinin başlangıçta tanımlanması



Kalite Modelinin Temeli

- ✓ Proje performansına ilişkin beklentiler projenin başlangıcında belirlenmelidir.
- ✓ Mal sahibi, projeye başlamadan önce önceliklerini açık biçimde tanımlamalıdır.
- ✓ Bu doğrultuda kalite modeli oluşturulur ve kalite modeli çemberi ile görselleştirilebilir.
- ✓ Belirlenen beklentilere göre bütçe dağılımı yapılabilir.



Kalite modeli, proje paydaşlarının önceliklerini görünür hale getirerek karar verme sürecini güçlendirir.



Beklenti Alanları



En Uygun Hedefeye Odaklanır



Değer Mühendisliği'nde önemli olan,
doğru hedefe doğru şekilde odaklanmaktır.



Projede çok fazla önemi olmayan bir aşamanın **maliyetini** düşürmeye çalışmak yerine, maliyetinin düşürülmesi **projeyi ciddi oranda etkileyecek daha spesifik faaliyetlere** yoğunlaşmak daha önemlidir.



19. yüzyılda İtalyan ekonomist ve sosyolog
Vilfredo Pareto'nun yaklaşımına göre:

**“Dünyadaki tüm servetin %80'i,
nüfusun %20'sine aittir.”**

Bu yaklaşım, Değer Mühendisliği felsefesini
önemli ölçüde etkilemiştir.

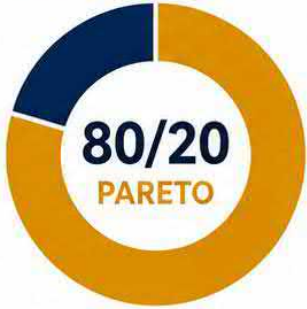


Pareto yaklaşımı değer mühendisliğine uyarlandığında, projenin ya da uygulama bileşenlerinin yaklaşık **%20'sinin** toplam maliyetin **%80'ini etkilediği** görülür. Bu nedenle, maliyetin büyük bölümünü etkileyen bu fonksiyonlar belirlenerek değer mühendisliği çalışması **bu alanlarda yoğunlaştırılır.**

Pareto Prensibi ve İnşaat Projesinde Uygulaması



1. Pareto Prensibi (80/20)



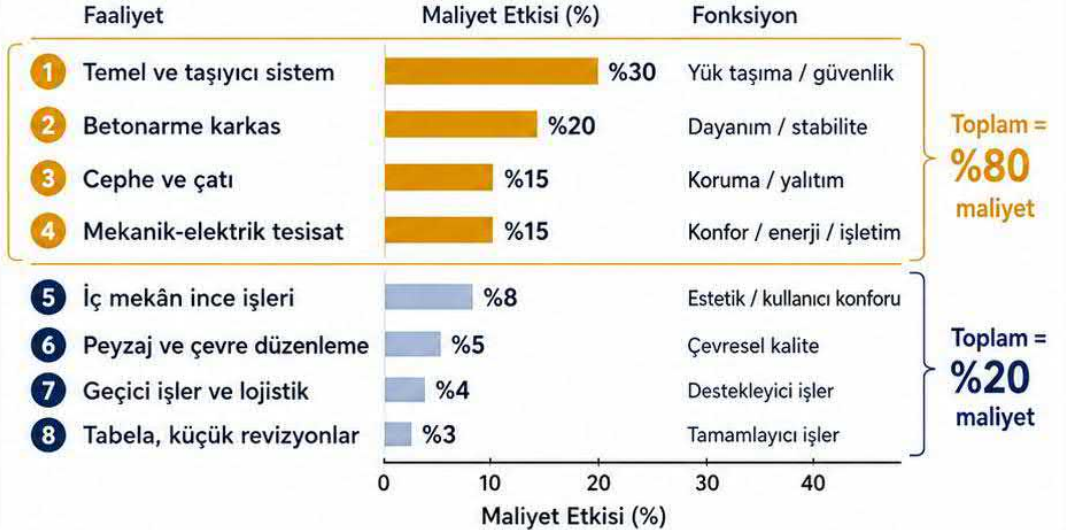
● %20
neden / faaliyet

● %80
sonuç / etki



Az sayıda kritik unsur, sonucun büyük bölümünü belirler.

2. Örnek İnşaat Projesi: Maliyet Dağılımı



Değer mühendisliği çalışmaları, **maliyetin büyük bölümünü etkileyen kritik** faaliyet ve fonksiyonlara **odaklandığında** en yüksek faydayı sağlar.





DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI – KURAM AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Kuram 	İşlevleri tanımlamak, temel ve ikincil işlevleri ayırt etmek ve değer odaklı analiz çerçevesi kurmak	<ul style="list-style-type: none">? Sistem ne yapmalıdır?🎯 Temel işlev nedir?👤 İkincil işlevler hangileridir?📈 Hangi işlevler gereksiz maliyet yaratmaktadır?	<ul style="list-style-type: none">👤 İşlev analizi➡ FAST diyagramı📊 İşlev–maliyet eşleştirmesi👤 İşlev tanımlama çalıştay	<ul style="list-style-type: none">📋 İşlevleri tanımlayın↻ Temel ve ikincil işlevleri sınıflandırın📊 İşlevlerin önemini belirleyin📊 Maliyetli işlevleri önceliklendirin👤 Analiz çıktısını ekiple paylaşın



Kuram (Fikir Üretme) Aşaması



TANIM

Fikir üretme yöntemleri yardımıyla problemlerin çözümü için olabildiği kadar çok alternatif fikrin oluşturulduğu aşamadır.



EN ÖNEMLİ AŞAMALARDAN BİRİDİR

Çünkü çözüm olabilecek fikirler bu aşamada oluşturulur. Mümkün olduğu kadar çok fikir üretilmelidir.



Bu aşamanın temel amacı, problemi çözebilecek **maksimum sayıda alternatif fikir** üretmektir.



Kuram (Fikir Üretme) Aşamasında Temel Kurallar

Fikir üretme adımında uyulması gereken temel ilkeler



Açık Fikirli Takım

Takım; açık fikirli, karşıt görüşlere saygılı, yeniliklere açık ve takım çalışmasına inanan kişilerden oluşmalıdır.



Yenilikçi Fikirler

Alışılmışın dışında ve yenilikçi fikirler önemsenmeli; başlangıçta imkânsız görünen fikirler geliştirildiğinde çok faydalı olabilir.



Fikirleri Değerlendirme

Bir kişinin ortaya attığı fikir konuşulmalı ve değerlendirilmelidir; bir fikir başka kişilere yeni çözümler çağrıştırabilir.



Seri ve Akılcı Düşünme

Tek bir fikir üzerinde fazla vakit kaybedilmemeli; olabildiği kadar seri ve akılcı düşünme tarzı tercih edilmelidir.



Amaç, kısa sürede olabildiği kadar **çok sayıda çözüm alternatifi** üretmektir. >>>



Kuram (Fikir Üretme) Aşamasında Temel Kurallar

Fikir üretiminde verimliliği artıran tamamlayıcı ilkeler



Eleştirisiz Ortam

Bu aşamada amaç maksimum sayıda fikir üretmektir. Bu nedenle fikirler hakkında kritik yapılmamalı, tartışma ortamı oluşturulmamalıdır. Olumsuz ortam, fikir üretme isteğini azaltabilir.



Eşit Katılım

Takımdaki kişilerin unvanları ne olursa olsun baskı kurulmadan çalışılmalı; herkesin eşit konumda olduğu kabul edilmeli ve herkes özgürce fikrini ifade edebilmelidir.



Fikirleri Birleştirme

Faydalı fikirlerin birleştirilerek birlikte kullanılabileceği gözden kaçırılmamalıdır.



Başarılı fikir üretimi; özgür ifade, eleştirisiz ortam ve ortak akıl ile güçlenir.





Fikir Üretme Teknikleri

Beyin Fırtınası

Herkese belli bir süre verilir ve bu süre içinde ifade edilen tüm fikirler kaydedilir. Beyin fırtınasında amaç, mümkün olduğunca çok sayıda alternatif fikrin özgürce ortaya konulmasını sağlamaktır.



1. Eleştirisiz Ortam

Fikirler beyan edilirken sözcüklerle, mimiklerle ve şüpheci gülümsemelerle bile eleştiri yapılması kesinlikle yasaktır.



2. Arkadaşça İletişim

Katılımcılar fikirlerini arkadaşça bir ilişki ortamında ifade etmelidir.



3. Çağrışım ve Geliştirme

Bir üyenin söylediği fikir, başka bir katılımcının aklına yeni bir fikir getirebilir veya mevcut fikirler geliştirebilir.



4. Sıra Dışı Fikirler

En sıra dışı fikirlerin bile analiz edilmesi gerekir.



5. Katılım Özgürlüğü

Katılımcıların fikir beyan etmeme hakları da vardır.



Beyin fırtınasında temel amaç; eleştirisiz, özgür ve üretken bir ortamda **maksimum sayıda fikir** oluşturmaktır.





Fikir Üretme Teknikleri

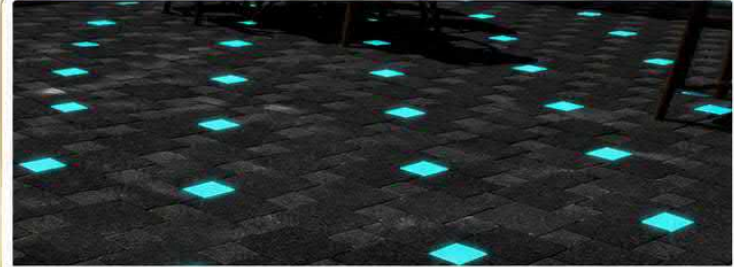
Kontrol Listesi Yöntemi

Daha önce okunan, duyulan ve tecrübe edilen deneyimlerden elde edilen önemli notlardır. Bu deneyimlerden yola çıkılarak, mevcut problemlere benzer çözümler önerilebilir.



Tarihsel Örnek

İtalya Pompeii Antik Kenti'nde, 2000 yıl önce içerisinde fosfor bulunan ve 'aytaşı' denen taşlar serpiştirilerek oluşturulmuş taş yollar kullanılmıştır. Bu taşlar gece ayışığında parlayarak yolu aydınlatmaktadır.



Güncel Uygulama

Günümüzde bazalt ve dolomit gibi doğal taşlar kullanılarak, elektrik kullanmadan gün ışığından aldığı enerjiyle yaklaşık 10 saat boyunca ışık yayabilen taşlarla yer kaplama malzemeleri üretilmektedir.



Kontrol listesi yöntemi, geçmiş deneyimlerden yararlanarak yeni problemlere yaratıcı ve uygulanabilir çözüm önerileri geliştirmeyi destekler. >>>



Fikir Üretme Teknikleri

Gordon Tekniği

Beyin fırtınası yöntemine çok benzeyen bir yöntemdir. Farkı ise, takım elemanlarının hangi problemle ilgili çözüm aradıklarını bilmemeleridir.



Temel Özellik

Problemi sadece takımın lideri bilir ve çeşitli sorularla diğer takım üyelerini çözüme yönlendirir.



Amaç

Takım üyelerini sıradan, zaten bilinen ve uygulanan çözümlerden uzaklaştırmak; yeni ve daha önce düşünülmemiş çözümler üretilmesini sağlamaktır.



Gordon tekniği, takım üyelerinin alışılmış düşünce kalıplarından uzaklaşarak yeni problemlere **yaratıcı ve özgün çözüm önerileri** geliştirmesini destekler.





Fikir Üretme Teknikleri

Gordon Tekniği – İnşaat Sektöründen Örnek

Bir konut projesinde yaz aylarında yoğun güneş alan cephelerde iç mekânın aşırı ısınması, enerji tüketiminin artması ve kullanıcı konforunun azalması problemi ele alınmaktadır. Gordon tekniğinde ekip üyeleri başlangıçta gerçek problemi bilmez; yalnızca takım lideri problemi bilir ve yönlendirici sorularla ekibi yaratıcı çözümlere ulaştırır.



Yönlendirme Süreci

- 1 Takım lideri doğrudan problemi açıklamaz.
- 2 Üyelere şu tür sorular yöneltir: Yapıda güneş etkisi nasıl azaltılabilir? Kullanıcı konforu hangi yöntemlerle artırılabilir? Enerji tüketimi nasıl düşürülebilir?
- 3 Ekip; gölgeleme elemanları, çift cephe, bitkilendirme, yansıtıcı malzeme ve doğal havalandırma gibi fikirler üretir.
- 4 Daha sonra bu fikirlerin asıl problem olan cephe ısınmasıyla ilişkisi açıklanır.



Olası Yenilikçi Çözüm

- Cephede hareketli güneş kırıcılar kullanılması
- Düşük ısı geçirgenlikli cam ve çift cephe önerisi
- Yeşil cephe ve doğal havalandırma ile konfor artışı
- Soğutma enerjisi ihtiyacının azaltılması



Gordon tekniği, problemi doğrudan söylemeden ekibi sıradan çözümlerden uzaklaştırır ve inşaat projelerinde **daha yaratıcı, enerji verimli ve uygulanabilir tasarım fikirleri** geliştirilmesini sağlar. >>>



Fikir Üretme Teknikleri

Sinektik Yöntemi

Yaratıcı çözümler üretmek için kullanılan yöntemlerden biridir. Çeşitli tipleri vardır:



Kişisel Analoji

Takım elemanları kendilerini çözüm aradıkları problemin, ürünün bir parçası gibi düşünerek, böyle bir problem kendi başlarına gelse bu durumda nasıl davranabilecekleri konusunda yorum yaparlar.



İnşaat sektöründen örnek:

Kendimizi bir çelik kirişin parçası olarak düşünelim. Üzerimdeki yükleri nasıl daha iyi taşıyabilirim? Nasıl daha hafif ama daha dayanıklı olabilirim?



Dolaysız Analoji

İki farklı ürünün, yöntemin ya da fonksiyonun benzerlikleri karşılaştırılarak biri için uygulanan bir çözümün diğeri için de uygulanabilmesi için çalışmalar yapılır. Uçak yapımı için kuşların uçuşundan faydalanılması gibi.



İnşaat sektöründen örnek:

Kuşların hafif ve aerodinamik kanat yapısını inceleyerek, büyük açıklıklı çatılarda daha az malzeme ile daha fazla açıklık geçmeyi sağlayan tasarımlar geliştirmek.



Fantezi Analojisi

Kişilerin bilinçli olarak hayal güçleri zorlanır. Hayal edilen konuda hiçbir kural, kısıtlama, zorlama olmadığı kabul edilerek probleme çözüm aranır. Çizgi filmlerde veya fantastik filmlerdeki yaratıcılık tarzıyla probleme bakılmaya çalışılır. Uçan araba hayal etmek gibi.



İnşaat sektöründen örnek:

Hiçbir sınır koymadan hayal edelim: Şantiyede malzemeler havadan taşsın, binalar kendi kendine inşa olsun. Bu sınırsız hayaller, devrim niteliğinde çözümlere kapı aralayabilir.



Sinektik yöntem, farklı benzerliklerden ve hayal gücünden yararlanarak **sıradışı ve yaratıcı çözümler** üretmeyi hedefler.



Fikir Üretme Teknikleri

Delphi Tekniği

Araştırma sürecinde ortaya atılan fikrin kime ait olduğunun bilinmediği bir yöntemdir. Fikirler isimsiz bir şekilde yazılı olarak alınır. Böylece kişiler üzerindeki baskılar azalır, kişisel çatışmaların fikirleri etkilemesi önlenir.



Anonim Görüş Toplama

Fikirler, kime ait olduğu bilinmeden yazılı olarak toplanır.

İnşaat sektöründen örnek:

Bir şantiyede iş güvenliği risklerini azaltmak için mühendisler, formenler ve saha personeli önerilerini isim belirtmeden iletir.



Baskıyı Azaltma

Katılımcılar, yanlış anlaşılma veya eleştirilme korkusu yaşamadan görüşlerini paylaşabilir.

İnşaat sektöründen örnek:

Cephe malzemesi seçimi sırasında ekip üyeleri; maliyet, bakım ve enerji performansı hakkındaki fikirlerini çekinmeden sunar.



Çatışmayı Önleme

Kişisel anlaşmazlıkların fikirlerin değerlendirilmesini olumsuz etkilemesi önlenir.

İnşaat sektöründen örnek:

Proje gecikmelerini azaltmaya yönelik öneriler, planlama ve saha ekipleri arasında kimden geldiği bilinmeden değerlendirilir.



Delphi tekniği, inşaat projelerinde **anonim katılım** sayesinde **tarafsız, baskısız ve uygulanabilir çözüm önerileri** geliştirilmesini destekler.





DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI – DEĞERLENDİRME AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Değerlendirme 	Alternatif çözümleri teknik, ekonomik ve işlevsel açıdan değerlendirerek en uygun seçenekleri belirlemek	<p> Hangi alternatif daha yüksek değer sağlar?</p> <p> Her seçeneğin risk ve avantajları nelerdir?</p> <p> Uygulanabilirlik düzeyi nedir?</p> <p> Beklenen maliyet tasarrufu ne kadardır?</p>	<p> Çok ölçütlü değerlendirme</p> <p> Fayda-maliyet analizi</p> <p> Risk analizi</p> <p> Karşılaştırma matrisi</p>	<p> Alternatifleri puanlayın</p> <p> Uygun olmayan seçenekleri eleyin</p> <p> En yüksek değerli seçenekleri sıralayın</p> <p> Risk ve etki analizini yapın</p> <p> Kısa liste oluşturun</p>



Değerlendirme Aşaması

Alternatif çözümlerin teknik ve ekonomik açıdan incelenmesi



Aşamanın Tanımı

Her bir alternatifin teknik ve ekonomik yönlerinin belirlendiği aşamadır. Alternatif elemanların / fonksiyonların maliyetleri ve beklenen temel işlevleri karşılayıp karşılamadığı değerlendirilir.



Eleştiri ve Karşılaştırma

Kuram aşamasında ertelenen olumlu ve olumsuz eleştiriler bu aşamada serbestçe yapılır. Alternatifler somut verilerle tartışılır.



Amaç, uygulanabilir alternatifleri belirlemek ve en yüksek değere sahip çözümü seçmektir.



Değerlendirme Aşaması

Somut verilerle alternatiflerin karşılaştırılması



Hesap ve Çizimler

Ayrıntılı hesaplar, teknik çizimler ve uygulanabilirlik verileri incelenir.



Maliyet Analizi

İlk yatırım ve kullanım maliyetleri karşılaştırılır.



Avantaj / Dezavantaj

Her alternatifin güçlü ve zayıf yönleri somut verilerle tartışılır.



Eleme ve Sıralama

Uygulanması imkânsız fikirler ayklanır; uygun fikirler sayısal hesaplamalara göre sıralanır.



Zaman planlamasına uyulması, değerlendirme sürecinin verimli yürütülmesi için önemlidir.



Alternatif Fikirlerin Değerlendirilmesi

Seçim kararını destekleyen temel sorular



Teknik Uygunluk



Nasıl çalışacak?



Hedeflenen amacı karşılar mı?



Gerekli fonksiyonları sağlar mı?



Yapı güvenliğini etkiler mi?



Maliyet ve Tasarruf



Maliyeti ne kadardır?



En az maliyet yükü hangisidir?



Toplam maliyete katkısı var mı?



Ek maliyet gerektirir mi?



Uygulama ve Kullanıcı



Uygulanabilir mi?



Müşteri ihtiyaçlarını karşılar mı?



Estetik açıdan uygun mu?



Bakım-onarım açısından uygun mu?



En iyi değer; teknik yeterlilik, ekonomik uygunluk ve kullanıcı beklentilerinin birlikte değerlendirilmesiyle belirlenir.



Değerlendirme Soruları

Alternatif fikir seçimi için kontrol listesi

Verimlilik ve Birleşim

- ✓ Değişiklik yapılırsa daha verimli olur mu?
- ✓ Başka fikirlerle birleştirilerek daha uygun çözüm olur mu?
- ✓ Projeye uygunluğu yeterli mi?
- ✓ Tasarımda büyük değişikliklere yol açar mı?

Süreç ve Uygulama Etkisi

- ✓ Tasarım zamanını uzatır mı?
- ✓ Yapım süresini etkiler mi?
- ✓ Bakım-onarım açısından uygun mu?
- ✓ Uygulama sürecinde risk oluşturur mu?



Değerlendirme aşaması, fikirleri uygulanabilir ve ölçülebilir çözümlere dönüştürür.

En Uygun Fikrin Seçilmesi Yöntemleri

Üretilen alternatif çözümler arasından en uygun fikrin seçilmesi için farklı yöntemler kullanılabilir. Aşağıda temel yöntemler özetlenmiştir.



1. Değer mühendisliği takım liderinin seçmesi

Takım liderinin tecrübeli, diğer üyelerin daha tecrübesiz olması durumunda bu yöntem başvurulabilir.



2. Basit demokratik seçim

Değer mühendisliği takım üyeleri fikirleri çeşitli şekillerde oylayabilirler. En fazla oyu alan alternatif çözüm seçilir.



Yöntem seçimi, ekip yapısına ve karar verme sürecinin niteliğine göre değişebilir.

En Uygun Fikrin Seçilmesi Yöntemleri

Daha objektif seçim yaklaşımları, kriterlerin sistematik biçimde değerlendirilmesini sağlar.



3. Gelişmiş demokratik seçim

- Daha objektif bir seçim yöntemidir.
- Etkenleri puanlama tablosu ve seçeneklerin analizi tablosu yardımıyla uygulanır.
- Problemin çözümünden beklenen kriterler birbirlerine göre puanlanır.
- Her bir kriterin puanı toplanır ve bu puanların yüzdelik değerleri belirlenir; bu değerler kriterlerin önemini gösterir.
- Her bir alternatif çözümün bu kriterleri karşılama durumları puanlanır, yani tatmin dereceleri hesaplanır.
- Her bir çözümün önemi ile tatmin derecesi çarpılarak faydaları hesaplanır.
- Faydalar toplandığında, fayda değeri daha yüksek olan çözüm seçilebilir.

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	Önem Puanı (%)
Önem Puanı (w _i)	30%	25%	20%	15%	10%	100%
Alternatif Çözümler	Tatmin Derecesi (0-10)					
Çözüm A	8	7	7	6	7	6,63
Çözüm B	6	9	7	5	6	6,33
Çözüm C	7	8	5	4	5	3,27
Fayda (Ağırlıklı Puan)	2,69	2,43	1,60	0,80	0,51	☆



4. Değer Analizi

En etkili ve objektif seçim yöntemi ise değer analizi uygulamaktır. Hangi alternatif çözümün daha değerli olduğunun belirlenmesi, yani gerekli fonksiyonların en düşük maliyetle nasıl elde edilebileceğinin hesaplanması için uygulanan objektif yöntemlerden biridir.



Aynı veya daha iyi fonksiyon – En düşük maliyet = En yüksek değer



Bu sunumun sonunda Değer Analizi yöntemi kullanılarak bir fikrin nasıl seçileceği adım adım bir örnek üzerinde anlatılacaktır.



DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI - GELİŞTİRME AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Geliştirme 	Seçilen alternatifleri uygulanabilir önerilere dönüştürmek ve teknik ayrıntıları geliştirmek	<ul style="list-style-type: none">? Seçilen çözüm nasıl geliştirilecek?🔍 Teknik detaylar nelerdir?👥 Uygulama için hangi kaynaklar gereklidir?🛡️ Beklenen sonuçlar nasıl doğrulanacaktır?	<ul style="list-style-type: none"> Tasarım geliştirme Maliyet tahmini Uygulama planlama Senaryo / etki analizi	<ul style="list-style-type: none"> Nihai önerileri detaylandırın Teknik açıklamaları hazırlayın Tasarruf ve performans kazanımlarını hesaplayın Uygulama takvimini oluşturun Sorumlulukları tanımlayın



DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI – SUNUM AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Sunum 	Alternatif çözümlerin karşılaştırılması ve en uygun çözümün sunulması	<ul style="list-style-type: none">• Hangi alternatif çözümler geliştirildi?• Alternatiflerin avantaj ve dezavantajları nelerdir?• Hangi çözüm en iyi değer sunar?• Seçilen çözüm neden tercih edilmelidir?• Beklenen faydalar nelerdir?	<ul style="list-style-type: none"> Alternatiflerin Karşılaştırılması Değer Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi Fayda – Maliyet Değerlendirmesi En Uygun Çözümün Seçimi Sunum ve Raporlama	<ul style="list-style-type: none">✓ Alternatif çözümleri karşılaştırın✓ En uygun çözümü belirleyin✓ Seçilen çözümün avantajlarını ve beklenen faydaları sunun✓ Sunum materyallerini hazırlayın✓ DM ekibine ve ilgili taraflara sunumu gerçekleştirin✓ Geri bildirimleri alın ve kaydedin

Sunum Aşaması

Değer mühendisliğinde karar vericilere önerilerin etkili biçimde aktarılması



Sunumun Temel Özellikleri



- Sunum yazılı ve sözlü şekilde yapılmalıdır.



- Kısa, fonksiyonel, özenli ve gerçekçi olmalıdır.



- Değişen projeyi uygulayacak kişilerle ilişkiler iyi tutulmalıdır.



Teslim Edilecek Belgeler



- Baştan sona tüm değer mühendisliği çalışmasını içeren "değer mühendisliği çalışma defteri" karar vericilere teslim edilmelidir.



- Çalışma defterine ek olarak tamamlayıcı raporlar hazırlanmalıdır.



- Yazılı dokümanlar, seçilen öneriyi destekleyen teknik ve ekonomik kanıtlar içermelidir.



Sunum aşaması, geliştirilen çözümün kabul edilmesi için teknik doğruluk kadar **etkili iletişim** de gerektirir.





DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI – UYGULAMA AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Uygulama 	Onaylanan çözümü planlandığı şekilde uygulamak ve beklenen faydaları hayata geçirmek	<ul style="list-style-type: none"> Uygulama ne zaman ve nasıl başlayacak? Hangi kaynaklar kullanılacaktır? Süreç nasıl koordine edilecektir? Beklenen çıktılar nasıl izlenecektir?	<ul style="list-style-type: none"> Uygulama planı Proje yönetimi Kaynak ve zaman çizelgeleme Performans takibi	<ul style="list-style-type: none"> Onaylanan çözümü uygulamaya alın Görev ve sorumlulukları dağıtın Zaman planını izleyin Maliyet ve kaliteyi kontrol edin Sapmaları raporlayın



DEĞER MÜHENDİSLİĞİ İŞ PLANI – DENETİM AŞAMASI

Faz	Amaç	Anahtar Sorular	Teknikler	Görevler
Denetim 	Uygulama sonuçlarını izlemek, doğrulamak ve sürekli iyileştirmeyi sağlamak	Hedeflenen değer artışı gerçekleşti mi? Maliyet ve performans sonuçları beklentileri karşıladı mı? Hangi sapmalar ortaya çıktı? İyileştirme için hangi dersler çıkarıldı?	Sonuç değerlendirme Performans göstergeleri analizi Denetim ve kontrol listeleri Geri bildirim toplama	Uygulama sonuçlarını ölçün Tasarruf ve performansı doğrulayın Sapmaları ve nedenlerini raporlayın Düzeltici önlemler belirleyin Sürekli iyileştirme önerileri geliştirin

Değer Mühendisliğinin Uygulanabileceği Projeler

Yüksek fayda potansiyeli taşıyan proje türleri



1. Maliyeti Yüksek Projeler

Toplam maliyetin %5-15'i kadar tasarruf sağlanabilir. Maliyet büyüdükçe potansiyel tasarruf etkisi artar.



2. Karmaşık Projeler

Farklı faaliyet alanlarının birbirini etkilediği projelerde bağımsız değer mühendisliği ekibi koordinasyon ve planlamayı güçlendirir.



3. Çok Tekrar Eden Projeler

Aynı tip projelerde geliştirilen fonksiyon veya süreç birçok kez tekrarlandığı için toplam tasarruf oranı yükselir.



4. Yeni Teknoloji İçeren Projeler

Benzersiz projelerde yaratıcı fikir üretme teknikleri ve uzman görüşleri proje değerini artıran fonksiyonlar geliştirmeyi sağlar.



5. Bütçesi Kısıtlı Projeler

En az maliyetle en yüksek değeri elde etme zorunluluğu vardır. Gereksiz fonksiyonlar analiz edilerek maliyetler azaltılır.



6. Kısıtlı Zamanda Üretilen Projeler

Zaman çok değerlidir. Değer mühendisliği ekibi, inşaat programı ile koordinasyonu sağlar ve programı hızlandıracak yenilikçi fikirler geliştirir.



7. Görünürlüğü Yüksek Projeler

Çevreye duyarlı veya halkın ilgisini çeken projelerde, değer mühendisliği olası hataları azaltır ve projenin değerini artırır.



8. Prestij ve Paydaş Etkisi Yüksek Projeler

Devlet destekli veya önemli paydaşları olan projelerde, değer mühendisliği takımı riskleri önler, kaliteyi artırır ve projenin başarıyla tamamlanmasını sağlar.



Değer mühendisliği, yüksek maliyetli, karmaşık ve yenilik gerektiren projelerde **değeri artırırken gereksiz maliyetleri azaltır.**

ABD'DE DEĞER MÜHENDİSLİĞİ (VE) SİSTEMİ



ABD'DE DEĞER MÜHENDİSLİĞİ (VE) SİSTEMİ

- Değer Mühendisliği (VE), FHWA (Federal Karayolu İdaresi) tarafından desteklenen ve kamu projelerinde maliyet etkinliğini artırmak için kullanılan resmi ve sistematik bir yöntemdir.
- ABD'de federal fon destekli projelerde VE çalışmaları yaygın olarak uygulanır ve her yıl eyalet bazında raporlanır.
- VE çalışmaları, proje planlama, tasarım ve ihale/proje uygulama aşamalarında gönüllü veya zorunlu olarak gerçekleştirilebilir.
- VE çalışmaları sonucunda elde edilen onaylı öneriler; maliyet, kalite, güvenlik, sürdürülebilirlik ve işlevsellik açısından önemli katkılar sağlar.
- FHWA, her yıl "Değer Mühendisliği Özet Raporu" yayımlayarak eyaletlerin VE çalışmalarını ve sağlanan tasarrufları kamuoyu ile paylaşır.



ABD'de VE ve ihale sistemi, kamu projelerinde maliyet etkinliği ile şeffaf satın alma yaklaşımını birlikte destekler.

VECP Tasarruf Paylaşım Oranları

ABD'de yüklenici tarafından önerilen değer mühendisliği değişiklik tekliflerindeki yaygın uygulamalar

Uygulama / Kurum	Yüklenici Payı	Kamu / İdare Payı	Açıklama
Federal çerçeve (FHWA / 23 CFR Bölüm 627)	Sabit oran yok	Sabit oran yok	Paylaşım oranı eyalet ajansı ve sözleşme hükümleriyle belirlenir.
Yaygın VECP uygulaması	%50	%50	Net tasarruf genellikle yüklenici ve kamu idaresi arasında eşit paylaşılır.
New York Ulaştırma İdaresi örneği	%50	%50	Kabul edilen VECP yapım tasarrufunun %50'si yükleniciye ödenir.
NCDOT / Akran Paylaşımı örneği	%50	%50	İdare ve yüklenici net tasarrufu eşit paylaşır.
Washington Ulaştırma İdaresi örneği	%50	%50	Yüklenici, tahmini net tasarrufun %50'sini alır.
Missouri Ulaştırma İdaresi özel uygulama	%25	%75	VE/PDU yaklaşımında tasarrufun %75'i MoDOT, %25'i yüklenici payı olabilir.



Genel eğilim: VECP'de en yaygın paylaşım modeli %50 yüklenici – %50 kamu idaresidir; ancak nihai oran sözleşmeye ve eyalet politikasına bağlıdır.

2022 MALİ YILI – EN YÜKSEK TASARRUF SAĞLAYAN 10 EYALET

FHWA Değer Mühendisliği Özet Raporu verilerine göre federal fon destekli projelerde elde edilen tasarruflar

- ✓ “Toplam Tasarruf”, onaylanan VE önerilerinin değeri ile onaylanan Değer Mühendisliği Değişiklik Teklifi değerlerinin toplamını ifade eder.
- ✓ Tablo, en çok toplam tasarruf sağlayan 10 eyaleti göstermektedir.
- ✓ Kaliforniya ve Teksas toplam tasarruf açısından ilk iki sıradadır.
- ✓ New Mexico, Washington ve Alaska ise daha az sayıda VE çalışmasına rağmen yüksek tasarruf sağlayan dikkat çekici eyaletlerdir.
- ✓ Veriler, VE uygulamalarının kamu projelerinde güçlü maliyet etkinliği sağlayabildiğini göstermektedir.

Sıra	Eyalet	Toplam VE Çalışması Sayısı	Toplam Tasarruf (USD)
1	Kaliforniya	68	\$346,656,230
2	Teksas	29	\$314,750,000
3	Idaho	16	\$158,573,019
4	Washington	7	\$135,650,000
5	New Mexico	3	\$51,177,190
6	Florida	16	\$50,140,000
7	Illinois	7	\$47,836,400
8	Alaska	4	\$43,442,000
9	Utah	4	\$30,140,000
10	Georgia	10	\$21,204,325



İnşaat Projelerinde Değer Mühendisliği

Örnek Uygulama

Bölme Duvar Malzemesi Seçimi için Değer Mühendisliği Çalışması



Amaç: en yüksek değeri sağlayan bölme duvar malzemesini sistematik olarak seçmek.

Bölme Duvar Malzemesi Seçimi

Problemin tanımlanması ve karar hedefi

Problem Tanımlaması

İnşa edilecek binada bölme duvar malzemesi seçilecektir.
Seçilecek malzemeler, müşteri istekleri ve teknik kriterleri birlikte sağlamalıdır.
Alternatifler, değer mühendisliği takımı tarafından değerlendirilecektir.

Karar Hedefi

Belirlenen alternatifler ve kriterler çerçevesinde değeri en yüksek ürün seçilir.
Seçim, sadece maliyet üzerinden değil; fayda, uygunluk ve ekonomik yük birlikte ele alınarak yapılır.



Karar problemi açık tanımlandığında, alternatiflerin karşılaştırılması daha objektif olur.

Değer Mühendisliği Takımı

Problemi tanımlama ve karar ekibini oluşturma

Takım Yapısı

Çalışma için 4 kişilik değer mühendisliği takımı oluşturulur.
Takımdan ürün kriterlerini müşteri isteklerini dikkate alarak belirlemesi istenir.
Ekip, bölme duvar malzemesi için en uygun ürüne karar verir.

Takım Üyeleri

Bir inşaat mühendisi
Bir mimar
Binayı kullanacak kişilerden iki temsilci
Teknik ve kullanıcı bakışı birlikte değerlendirilir.



Farklı uzmanlıkların birlikte değerlendirilmesi, kararın uygulanabilirliğini güçlendirir.



Değer Hesabının Temeli

Kullanıma uygunluk ve ekonomik yük ilişkisi



Değer Tanımı

Bölme duvar malzemesi seçiminde değer; ürünün kullanımına uygunluğunun, kullanıcıya getirdiği ekonomik yüke oranıdır.

$$\text{Değer} = \text{Fayda} / \text{Ekonomik Yük}$$

$$\text{Fayda} = \text{Önem} \times \text{Tatmin Düzeyi}$$



Yorum

Değer hesabı; faydayı maliyetle birlikte değerlendirerek en uygun malzemeyi seçmeyi sağlar.



Değer hesabı, faydayı maliyet etkisiyle birlikte karşılaştırır.

Önem ve Tatmin Düzeyi

Değer hesabında kullanılan iki temel bileşen

Önem

Müşteri tarafından göreceli olarak algılanan değerdir.
100 tam puanın ürün şartnamesindeki niteliklere dağıtılmasıyla belirlenebilir.
Hangi kriterin karar açısından daha baskın olduğunu gösterir.

Tatmin Düzeyi

Her ürünün belirlenen nitelikleri ne kadar sağladığını gösterir.
1–10 arasında sayısallaştırılır.
Fayda eğrileri yardımıyla alternatiflerin performansı ölçülebilir hale getirilir.



Önem, kriterin ağırlığını; tatmin düzeyi ise alternatifin o kriteri karşılama gücünü gösterir.

Malzeme Niteliklerinin Belirlenmesi

Bölme duvar malzemesinde beklenen temel özellikler



Kriterlerin Belirlenmesi

Değer mühendisliği takımı, müşteri isteklerini dikkate alarak beyin fırtınası yöntemiyle bölme duvar malzemesinin sağlaması gereken nitelikleri belirlemiştir.

Dayanım

Yapısal performans

İmalat Süresi

Uygulama hızı

Ses Yalıtımı

Kullanıcı konforu

Maliyet

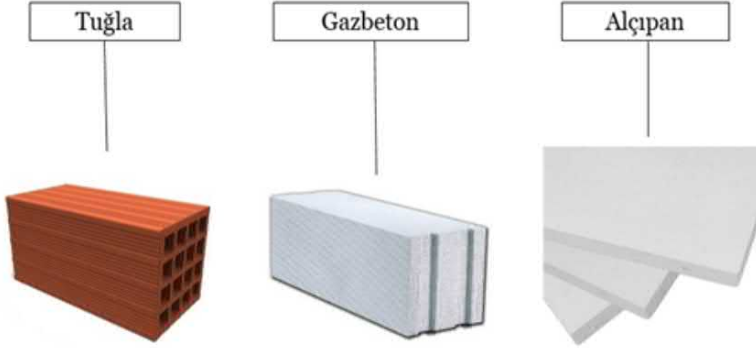
Ekonomik yük



Maliyet, önem ve tatmin düzeyi belirlenirken değil; değer hesabında ekonomik yük olarak kullanılır.

Bölme Duvar Malzemesi Alternatifleri

Değer mühendisliği takımı tarafından önerilen ürünler



Alternatifler

Tuğla, gazbeton ve alçıpan bölme duvar malzemesi olarak değerlendirilmeye alınmıştır.



Karar Kapsamı

Seçim, teknik nitelikler ve maliyet verileri birlikte analiz edilerek yapılacaktır.



Alternatiflerin doğru belirlenmesi, değer analizinin güvenilirliği için ilk adımdır.

Alt Alternatiflerin ve Birim Fiyatların Belirlenmesi

Malzeme seçimi için uygulanabilir alt alternatifler

Alt Alternatifler

Önerilen ürün alternatiflerinin birden fazla alt alternatifi bulunabilir.
Değer mühendisliği takımı hangi alt alternatiflerin uygulanabilir olduğuna karar verir.
Teknik yeterlilik ve piyasa koşulları birlikte değerlendirilir.

Birim Fiyat Kaynağı





Ürünlerin birim fiyatları 2017 yılı birim fiyat listelerinden alınmıştır.
Birim fiyat bilgisi, değer hesabında ekonomik yük olarak kullanılır.
Maliyet karşılaştırması aynı ölçü birimi üzerinden yapılmalıdır.



Alt alternatif ve birim fiyat bilgisi, hesaplamaların uygulanabilirliğini artırır.

Niteliklerin Sınır Değerleri

Alternatif malzemelerin başlangıç performans değerleri

Nitelik	Tuğla	Gazbeton	Alçıpan
 Dayanım	2.5 N/mm ²	2.5 N/mm ²	0.5 N/mm ²
 İmalat süresi	20 dk/m ²	15 dk/m ²	10 dk/m ²
 Ses yalıtımı	43 dB	33 dB	50 dB
 Maliyet	35.00 TL/m ²	50.00 TL/m ²	40.00 TL/m ²



Sınır değerler, alternatiflerin ortak bir teknik ölçekte değerlendirilmesini sağlar.

Niteliklerin Önem Sıraları ve Yüzdeleri

Müşteri isteklerinin sayısal karara dönüştürülmesi

Neden Önem Derecesi?

Müşteri istekleri değer mühendisliği yaklaşımında önceliklidir.
Her nitelik paydaşlar açısından aynı önem düzeyinde olmayabilir.
Kriterlerin ağırlıklandırılması, değer esaslı çözüm üretimini güçlendirir.

Kullanılan Yöntemler

Nominal Grup Tekniği
Öncelik Matrisi Yöntemi
Bireysel veya ortak grup kararlarının sistematik biçimde değerlendirilmesi



Önem yüzdeleri, müşteri beklentilerini sayısal karar modeline taşır.

Nominal Grup Tekniği

Fikirleri eşit katılımla önem sırasına koyma yöntemi

Yöntemin Tanımı

Herhangi bir yöntemle üretilen fikirlerin önem sırasına göre sıralanmasıdır.

Katılımcıların bireysel görüşleri önce ayrı ayrı alınır.

Sonrasında fikirler grup içinde açıklanır, tartışılır ve oylanır.

4 Temel Adım

Soru veya problem proje ekibine sunulur.

Üyeler fikirlerini sessizce yazar ve yöneticisine verir.

Fikirler herkes anlayana kadar tartışılır.

Grup yeleri oylama yaparak sıralama oluşturur.



Nominal Grup Tekniği, karar sürecinde her paydaşın katılımını görünür kılar.



Nominal Grup Tekniği ile önem Sırası

neri sıralamasının puanlarla belirlenmesi

Nitelik	1. Őahıs	2. Őahıs	3. Őahıs	4. Őahıs	Toplam	Sıra No
Dayanım	3	3	3	3	12	1
İmalat süresi	2	1	1	1	5	3
Ses yalıtımı	1	2	2	2	7	2



Oylama sonuçları, kriterlerin görelİ önemini belirlemek için kullanılır.

Öncelik Matrisi Yöntemi

Kriterleri ikili karşılaştırma ağırlıklandırmasına dönüştürme

Yöntem Mantığı

Her kriter diğer kriterlerle karşılaştırılır.
Daha önemli kabul edilen kritere 1 puan verilir.
Kıyaslandığı kriter daha az önemli kabul edilirse
0 puan alır.
Toplam puanlar sıralanarak önem dereceleri
belirlenir.

Yüzdelik Ağırlıklandırma

Her kriterin toplam puanı bulunur.
Toplam puanlar genel toplam içinde
yüzdelenir.
Elde edilen yüzdeler, değer hesabında kriter
ağırlığı olarak kullanılır.



Öncelik matrisi, kriter ağırlıklarını karşılaştırmalı ve sayısal biçimde dönüştürür.

Öncelik Matrisi ile Önem Yüzdesi

Takım puanlarına göre kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Kriter	Dayanım	İmalat Süresi	Ses Yalıtımı	Toplam	%	Sıra
Dayanım	—	1	1	2+1	50	1
İmalat süresi	0	—	0	0+1	17	3
Ses yalıtımı	0	1	—	1+1	33	2
Toplam				6	100	—



Takım verisi, kriterlerin birbirine göre önem üstünlüklerini sayısal hale getirir.

Malzemelerin Tatmin Düzeyleri

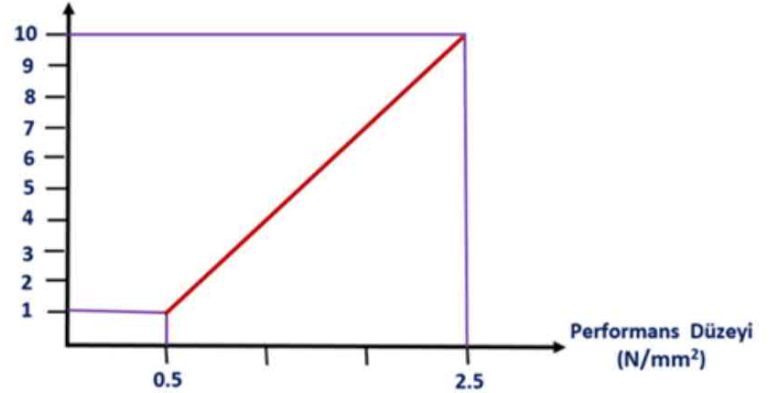
Dayanım niteliği için fayda eğrisi yaklaşımı



Fayda Eğrisi Nasıl Okunur?

Düsey ekseninde 1–10 arası tatmin düzeyi; yatay ekseninde ise malzemelerin performans değerleri yer alır. En düşük ve en yüksek performans noktaları doğrusal olarak birleştirilerek ara ürünlerin tatmin düzeyi belirlenir.

Tatmin Düzeyi



Şekil 2. Dayanım niteliği için tatmin düzeyi grafiği



Fayda eğrisi, farklı performans değerlerini ortak tatmin ölçeğine dönüştürür.

Dayanım Performansı Varsayımları

Malzemelerin dayanım değerlerine göre tatmin düzeyi

Düşük Tatmin Düzeyi

Alçıpan dayanım performansı 0.5 N/mm^2 olarak kabul edilmiştir.
Bu değer en düşük tatmin düzeyi olarak değerlendirilmiştir.

Yüksek Tatmin Düzeyi

Tuğla ve gazbetonun dayanım performansları 2.5 N/mm^2 olarak kabul edilmiştir.
Bu değer en yüksek tatmin düzeyi olarak değerlendirilmiştir.



Performans varsayımları, tatmin düzeylerinin sayısallaştırılmasına temel oluşturur.

İmalat Süresi için Tatmin Düzeyi

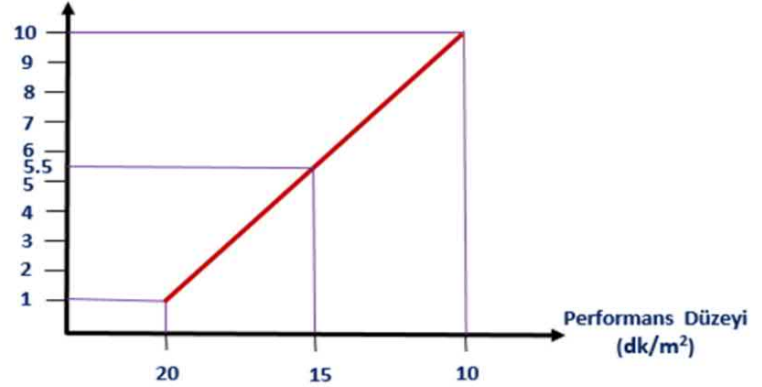
Süre kriterinin fayda eğrisiyle değerlendirilmesi



Örnek Değerler

Tuğla için 20 dk/m² en düşük tatmin düzeyi; alçıpan için 10 dk/m² en yüksek tatmin düzeyi olarak kabul edilmiştir. Gazbeton için 15 dk/m² değeri fayda eğrisi yardımıyla yaklaşık 5.5 tatmin düzeyine karşılık gelir.

Tatmin Düzeyi



Şekil 3. İmalat süresi niteliği için tatmin düzeyi grafiği



İmalat süresi azaldıkça tatmin düzeyi artar; bu kriter ters yönlü değerlendirilir.

İmalat Süresinde Ters Orantı

Hesaplamalarda dikkat edilmesi gereken durum

Kritik Nokta

Diğer kriterlerin aksine, imalat süresi yüksek olan malzemenin performans düzeyi daha düşüktür.
İmalat süresi düşük olan malzemenin performans düzeyi daha yüksektir.
Bu nedenle hesaplamalarda ters orantı dikkate alınmalıdır.

Uygulama Sonucu

Önce süre değerleri teknik olarak karşılaştırılır.
Sonra önem ve tatmin değerleri ters yönlü olacak biçimde yorumlanır.
Aksi durumda zaman kriteri yanlış ağırlıklandırılabilir.



Ters yönlü kriterler, genel değerlendirme mantığına uygun biçimde dönüştürülmelidir.

Ses Yalıtımı için Tatmin Düzeyi

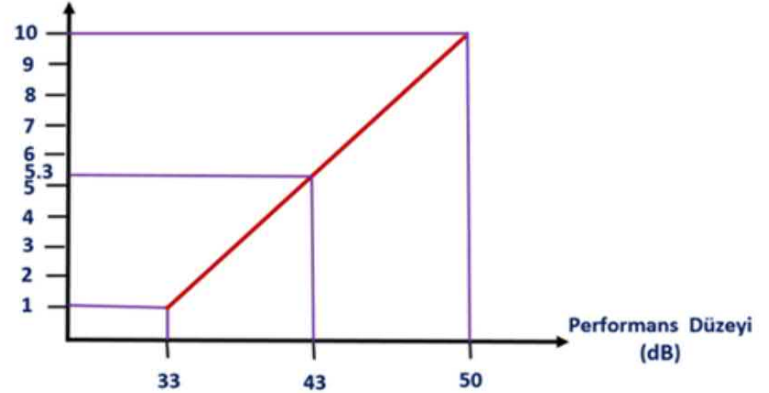
Ses geçiş kaybı değerlerinin fayda eğrisiyle değerlendirilmesi



Örnek Değerlendirme

Gazbetonun ses yalıtım performansı 33 dB ile en düşük tatmin düzeyi; alçıpanın 50 dB değeri en yüksek tatmin düzeyi olarak varsayılmıştır. Tuğlanın 43 dB performansı yaklaşık 5.3 tatmin düzeyine karşılık gelir.

Tatmin Düzeyi



Şekil 4. Ses yalıtımı niteliği için tatmin düzeyi grafiği



Ses yalıtımı performansı, kullanıcı konforu açısından önemli bir fayda bileşenidir.

Nitelik / Fonksiyon Matrisi

Önem değerlerinin malzeme performanslarına dağıtılması

Malzeme	Bileşen	Dayanım	İmalat Süresi	Ses Yalıtımı	Toplam
Tuğla	Önem	22.73	3.78	11.26	37.77
	Tatmin	10	1	5.3	16.3
	Fayda	227.3	3.78	59.68	290.76
Gazbeton	Önem	22.73	5.67	8.64	37.04
	Tatmin	10	5.5	1	16
	Fayda	227.3	31.19	8.64	267.13
Alçıpan	Önem	4.54	7.55	13.10	25.19
	Tatmin	1	10	10	21
	Fayda	4.54	75.5	131	211.04
Fonksiyon Faydası		459.14	110.47	199.32	768.93



Tuğla için Dayanım Örneği

Dayanım önem yüzdesi %50'dir.

Tuğlanın dayanım değeri 2.5 N/mm²;
ürünlerin dayanım toplamı
5.5 N/mm² dir.

Bu durumda:

$$50 \times (2.5 / 5.5) = 22.73$$

Diğer önem değerleri de benzer şekilde hesaplanır.



Nitelik önemleri, alternatiflerin performans oranında malzemelere dağıtılır.

Nitelik / Fonksiyon Matrisinde Dikkat Edilecek Hususlar

İmalat süresi için ters yönlü hesaplama

Genel Hesap Mantığı

Diğer bütün ürünlerin önem dereceleri benzer şekilde hesaplanmıştır.
Önem ve tatmin düzeyi hesaplarında her niteliğin yönü dikkate alınmalıdır.
Dayanım ve ses yalıtımı arttıkça performans artar.

İmalat Süresinde Ters Yazım

İmalat süresi yüksek olan malzeme daha düşük performanslı kabul edilir.
Hesaplanan önem değerleri ters yönde eşleştirilir.
Bu nedenle imalat süresi, diğer niteliklere göre ters orantılı yorumlanmalıdır.



İmalat süresi kriteri, değer analizinde ters yönlü performans ölçütü olarak ele alınır.

Değer Hesabı

Alternatifler için ekonomik yüke oranlı değer seçimi



Hesaplama Süreci

Her duvar malzemesi alternatifinin değeri, faydanın ekonomik yüke bölünmesiyle hesaplanır. Bu yöntem, hangi ürünün kullanımının daha uygun olacağını belirlemek için kullanılır.

$$\text{Değer} = \text{Fayda} / \text{Ekonomik Yük}$$



Sonuç

Belirlenen nitelikler ve alternatifler çerçevesinde en yüksek değer tuğla için hesaplanmıştır. Bu nedenle tuğla, değer mühendisliği açısından en uygun bölme duvar malzemesi olarak seçilmiştir.



En yüksek değer, sadece düşük maliyeti değil; fayda ve ekonomik yük dengesini birlikte gösterir.

Malzeme Seçimi için Değer Hesabı

Son karşılaştırma tablosu ve karar formülü

$$\text{Değer} = \text{Fayda (Kullanıma Uygunluk)} / \text{Ekonomik Yük}$$

Gösterge	Tuğla	Gazbeton	Alçıpan
Fayda	290.76	267.13	211.04
Maliyet	35.00 TL/m ²	50.00 TL/m ²	40.00 TL/m ²
DEĞER	8.31	5.34	5.28



En yüksek değer: Tuğla = 8.31



Hesaplama sonucunda tuğla, en yüksek değer sağlayan alternatif olarak seçilmiştir.

Kaynaklar



1. Altshuller, G. (2000). *The Innovation Algorithm: TRIZ. Systematic Innovation and Technical Creativity*, Technical Innovation Center, Inc., Worcester.
2. Ateşoğlu, K. V. (2012). Değerleme. 30 Ocak 2023 tarihinde <https://docplayer.biz.tr/481188-Degerleme-hazirlayan-kenan-volkan-atesoglu.html> adresinden erişildi.
3. Dell'Isola, A. (1997). *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance and Operations*. R.S. Means Company, USA.
4. Dikmeoğlu, N. E., & Atabay, Ş. (2018). İnşaat sektöründe değer mühendisliği yöntemi ile malzeme seçimi. *Teknik Bilimleri Dergisi*, 8(3), 15-22. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tbed/issue/40661/429516>
5. Domb, E. (1999). *TRIZ: The science of systematic innovation*. Portland International Conference on the Management of Technology, 25-29 July, Portland, USA. <http://www.thinksmart.com/2/conv2000/dombarticle.html>
6. FHWA, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2012, Eylül 17). Job plan. 27 Ocak 2023 tarihinde <https://www.fhwa.dot.gov/ve/vejjob.cfm> adresinden erişildi.
7. FHWA, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2017, Haziran 27). *The value engineering (VE) process and job plan*. 30 Ocak 2023 tarihinde <https://www.fhwa.dot.gov/ve/veproc.cfm> adresinden erişildi.
8. Fowler, T. C. (1990). *Value Analysis Design (Competitive Manufacturing Series)*. John Wiley & Sons, New York, USA.
9. Gupta, V. K. (2009). Flexible strategic framework for managing forces of continuity and change in value engineering processes: Study in Indian context. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 10(4), 55-65.
10. Halis, M. (2000). *Paradigmadan uygulamaya toplam kalite yönetimi ve ISO-9000 kalite güvence sistemleri, ISO-9002 Kalite Belgesi Çalışmaları*. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
11. *İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları*. (2017). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
12. Kazanç, D. (2000). *İnşaatlarda değer mühendisliği uygulanması* (Yüksek Lisans Tezi). Tez No: 100965. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
13. Mandelbaum, J., & Reed, D. L. (2006). *Value Engineering Handbook*. IDA, Institute for Defense Analyses, Virginia.
14. Mobley, R. K. (2002). An introduction to predictive maintenance. *An Introduction to Predictive Maintenance (Second Edition)*, Burlington, Butterworth-Heinemann: V-XII.

Kaynaklar

15. Mukhopadhyaya, A. K. (2009). *Value Engineering Mastermind*. SAGE Publications, India.
16. Norton, B. R., & McElligott, W. C. (1995). *Value Management in Construction: A Practical Guide*. Building and Surveying Series (BASS).
17. O'Brien, J. J. (1976). *Value Analysis in Design and Construction*. McGraw-Hill Book Company, A.B.D.
18. Öteyaka, H. C. (2008). *Optimal cost and availability replacement models for multi-component systems*. Master Thesis, Laval University, Quebec City, Canada.
19. Özerhan Akbulut, Y. (2008). Vergi usul kanundaki değerlendirme hükümlerinin Türkiye Finansal Raporlama Standartları kapsamında değerlendirilmesi. *VI. Muhasebe Uygulamaları ve Vergi Mevzuatı Sempozyumu*, 2-6 Mart 2008, Ankara.
20. Rangelova, F., & Traykova, M. (2014). Value management in construction project. *Ist Applied Science Conference, Project Management in Construction*, University of Architecture, Civil Engineering, and Geodesy, Sofia, Bulgaria.
21. SAVE International. (2023). *About the Value Methodology*. 27 Ocak 2023 tarihinde <https://www.value-eng.org/page/AboutVM> adresinden erişildi.
22. SAVE International. (2023). *Value Methodology Standart*. 27 Ocak 2023 tarihinde https://cdn.ymaws.com/www.value-eng.org/resource/resmgr/standards_documents/vmstd.pdf adresinden erişildi.
23. Sperling, R. B. (2001). Understanding Value Engineering. *IIE Solutions*, 33(8), 45-52.
24. TDK, Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (2022). *Değer tanımı*. 27 Ocak 2023 tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden erişildi.
25. Topçu Oraz, G. (1999). *Bina üretiminde optimum değer elde etmeye yönelik bir model*. Doktora Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
26. Uzunoğlu, E. (2007). Müşteri odaklı pazarlama anlayışına göre değer yaratma: Bir model olarak değer iletim sistemi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2(1), 11-27.
27. VEH, *Value Engineering Handbook*. (2000). Bechtel Corporation, London Execution Units, London, England.
28. Yükçü, S. (2000). Maliyet düşürmede sistematik yaklaşımlar. *Muhasebe ve Denetim Bakış*, 1(2).





Dinlediğiniz İçin Teŝekkür Ederim

Doç. Dr. Şenay ATABAY