

---

1<sup>st</sup> International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies

---

## İnşaat Sektöründe Değer Mühendisliği Yöntemi ile Malzeme Seçimi

Necati Emre DİKMEOĞLU<sup>1</sup>, Şenay ATABAY<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul

(Alınış / Received: 01.06.2018, Kabul / Accepted: 23.11.2018)

---

### Anahtar Kelimeler

Değer,  
Değer Mühendisliği,  
Değer Analizi,  
İnşaat Sektörü,  
Malzeme Seçimi

**Özet:** İnşaat sektörü, maliyet, kalite ve zamanı optimize ederek verimli projeler üretmeyi amaçlar. Ancak, bu her zaman çok kolay değildir. Projeler zamanında tamamlanamayabilir, bütçe aşılabılır veya ürünler yeterince kaliteli üretilmeyebilir. Bu nedenle tasarım aşamasında projenin iyi irdelenmesi ve mümkün olan bütün alternatiflerin düşünülmesi optimum maliyeti, zamanı ve kaliteyi elde etmek açısından önemlidir. Uygulanmakta olan geleneksel maliyet kontrol ve planlama yöntemleri ile bütçeyi kontrol altında tutmak mümkün olmaktadır, ancak proje sahibi çoğu zaman düşük maliyete karşılık kalitenin de düşük olmasından şikâyet etmektedir. Değer Mühendisliği, performans ve kalite gereksinimlerini korurken veya iyileştirirken sorunları çözmek ve / veya maliyetleri azaltmak için güçlü bir yöntemdir. Değer mühendisliği, ürünün değerini artırmak, maliyeti düşürmek ve işlevselliği artırmak için tasarım aşamasında yeni veya mevcut ürünlerin gözden geçirilmesidir. Bu çalışmada, Değer Mühendisliği Yöntemi kullanılarak bir yapıda bölme duvarı malzemesi olarak kullanılabilir bir ürün seçilmeye çalışılmıştır. Önce bir değer mühendisliği takımı oluşturulmuş, bu takım tarafından ürünün sağlaması gereken nitelikler belirlenmiştir. Bu nitelikleri sağlayabilecek ürünler araştırılmış ve üç adet alternatif ürünün karşılaştırılmasına karar verilmiştir. Daha sonra değer analizi yapılarak bu ürünler arasında hem nitelik, hem de fiyat açısından ihtiyaca cevap verebilecek bir ürün seçilmiştir. Böylece, müşteri istekleri ve elde edilecek fayda da göz ardı edilmeden, ekonomik açıdan en uygun ürün belirlenmiştir.

---

## Selection of Materials by Value Engineering Method in Construction Sector

---

### Keywords

Value,  
Value Engineering,  
Value Analysis,  
Construction Industry,  
Material Selection

**Abstract:** The construction sector aims to produce efficient projects by optimizing cost, quality and time. However, this is not always very easy. Projects may not be completed on time, budget may be exceeded or products may not be produced sufficient high quality. For this reason, it is important to consider the project at the design stage for all possible alternatives in order to achieve optimum cost, time and quality. It is possible to keep the budget of the building under control by the traditional cost control and planning methods, but the project owner often complains that quality is poor in comparison to low cost. Value Engineering is a powerful methodology for solving problems and/or reducing costs while maintaining or improving performance and quality requirements. 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. In this study, the aim was to choose a product which can be used as partition wall material in a building by using Value Engineering Method. First, a value engineering team was created, and the qualifications that the product has to fulfill were determined by the team. The products that can fulfill these qualifications were researched and three alternative products were allowed for comparison. Afterwards, a value analysis was conducted and a product was selected among these products that can fulfill the requirements both in terms of quality and price. Thus, without ignoring the

customer demand and the benefits to be achieved, the most economically appropriate product was determined.

## 1. Giriş

İnşaat sektörü, günümüzün rekabetçi iş koşullarından en fazla etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Geleneksel inşaat projeleri, bir ihtiyaç programı geliştirilip ofis çalışanları ya da danışmanlarca ilgili dokümanlar oluşturularak, sonrasında da projesi hazırlanarak üretilir. Firmaların rekabetçi ortamda ayakta kalabilmeleri ve toplum önündeki imajlarını ve kar oranlarını yükseltebilmeleri için, yaptıkları projelerde kalite, maliyet ve hız üzerine yoğunlaşmaları gerekir [1]. Ancak bu yolla iş dünyasındaki rakiplerine üstünlük sağlayabilirler. Bu amaçla, çeşitli yöntemler kullanılmakta, farklı stratejiler izlenmektedir. Bu yöntem ve stratejilerden biri de değer mühendisliğidir.

## 2. Değer Mühendisliği Yöntemi

Değer Mühendisliği (DM), bir ürünün müşteri tarafından istenilen özelliklerinden taviz vermeden ve ürün geliştirme sürecini uzatmadan, ürünlerin fonksiyonları üzerine yoğunlaşarak yapılan maliyet azaltıcı fikirler üretme tekniğidir. Fonksiyonlar analiz edilerek ürün ya da hizmetin istenen kalite düzeyini sağlayıp sağlamadığı ve müşteri beklentilerine uygunluğu araştırılır. Müşteri beklentilerini karşılamak amacıyla gerekirse, fonksiyon analizi neticesinde ihtiyaç olmadığı kanaatine varılan fonksiyonlar süreçten çıkarılabilir veya yeni fonksiyonlar ilave edilebilir. Müşteri seçiminin ölçütü olan değer, aslında ürünün kalite niteliği sonucunda belirginleşen bir olgudur. Beklentilere uygun tasarlanıp üretilmiş bir ürün ya da hizmet, müşteri tarafından değerli bulunur ve kalitelidir [2].

Değer Mühendisliği'nin tarihçesinin 2. Dünya Savaşı dönemlerine dayandığı görülmektedir. 1940'larda, ABD üretiminin kıt kaynakları olduğu dönemde, General Electric Firması, satın alma müdürü Lawrence Miles'in öncülüğünde, en iyi değeri elde etmeye yönelik olarak, programlanmış tetkik takımı bazlı bir yaklaşım göstermiştir. Lawrence D. Miles General Electric'te 1947'den 1952'ye kadar bu tekniğin resmen uygulama sorumluluğu görevinde bulunmuştur [3]. 1952 yılında General Electric Firması'nın ABD'deki tüm 82 fabrikasında bu yöntem uygulanır olmuştur. Daha sonraki dönemlerde faydası görülerek kullanımı tüm dünyada yaygınlaşmıştır.

DM, yapım sürecinde yer alan yüklenicinin, mal sahibinin ya da kullanıcının amaçlarını tek tek kendisine amaç olarak edinmez. Bunların tümünün dengelenmesiyle belirlenecek amaçlar bütünü gerçekleştirilmek için çalışır. Projenin 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 [4]:

- Gereksiz maliyetleri önlemek
- Elde olan para, malzeme, insan kaynaklarını verimli ve etkili kullanmak
- Zamanı etkin kullanarak, yapım süresini azaltmak
- Kaliteyi artırmak
- Yapı güvenliğini sağlamak
- Yapının uzun ömürlü olmasını sağlamak
- Personel yeteneklerini takım çalışması, yaratıcılık, uyum gibi psikolojik tekniklerle ortaya çıkarmak
- Müşteri için değer içeren ve içermeyen fonksiyonları tespit ederek, gerekli (değerli) olanları sürece eklemek, gereksiz (değersiz) olanları süreçten çıkarmak.

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 [5]. 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.

Değer mühendisliğinde fonksiyonel olarak değerlendirme yapabilmek 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 yöntemle bağlamış olacaktır. Bu nedenle başlangıçta iş akışı dikkate alınmamalıdır [6].

Üretim sürecinin tüm aşamalarında, hammaddeden nihai ürün aşamasına kadar, yaratılan fonksiyonlar ele alınarak bunların tüketicinin gereksinimini karşılayıp karşılayamadığı incelenir [7]. Eğer gereksiz bazı fonksiyonlar mevcutsa, duruma göre ya tümüyle ürün veya montaj grubu ya da parça ortadan kaldırılır [8]. Gereksiz 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 [9]. Çünkü ürünün tasarımından sonra piyasaya yeni ve daha ucuz bir malzeme çıkmış olabilir veya problemin çözümü için farklı paydaşlar farklı açılardan değerlendirme yaparak yeni çözümler üretebilir. Yaratıcılığın kullanılması, değer kavramı ve de fonksiyonel tanımlamayı içeren bir sitem olarak kabul edilmelidir.

## 2.1. Fonksiyonel analiz

Fonksiyonel analiz (değerlendirme) aşağıdaki soruların cevaplarını aramaktadır [10]:

- **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 etme, yaratma ve mükemmelleştirme
  - ✓ İlk olarak yaratıcı düşüncüyü gerçekleştirme ve fikirler için maliyetleri belirleme

## 2.2. Değer hesabı

Değer mühendisliğinde bir ürünün değeri aşağıdaki şekillerde formüleştirebilir [11]:

$$\text{Değer} = \text{Hak Etme} / \text{Maliyet} \quad (1)$$

$$\text{Değer} = \text{Müşteri Tatmini} / \text{Maliyet} \quad (2)$$

$$\text{Değer} = (\text{Kullanıcının İlk Etkisi} + \text{Maldan Sağlanan Fayda}) / (\text{İlk Maliyet} + \text{Takip Eden Fiyatlandırma}) \quad (3)$$

$$\text{Değer} = \text{Fonksiyonellik} / \text{Maliyet} \quad (4)$$

$$\text{Değer} = (\text{Fonksiyonellik} / \text{Maliyet}) \times \text{Hız}^2 \quad (5)$$

Fonksiyonel değerlendirme ve sonrasında ürünlerin, süreçlerin ve/veya hizmetlerin değerleri belirlenerek her bir alternatifin Değer Analizi (DA) yapılır. Değeri yüksek olan alternatif uygulanabilecek, kullanılabilir ürün, süreç/hizmet olarak belirlenmiş olur.

Klasik maliyet azaltma yöntemlerinde temel amaç kârı arttırmak iken değer analizinde amaç değeri arttırmaktır. Değer analizi, ürün, süreç ya da hizmetlerin işlevini yerine getirmesini sağlayan fonksiyonları analiz eder ve bu analiz sonucunda fonksiyonların niteliklerini geliştirip kalite arttırılmaya çalışılır. Fonksiyonel analiz sonucunda maliyetlerin düşürülerek ya da aynı maliyetle daha kaliteli, fonksiyonel ürün veya süreçlerin ortaya çıkması değer analizinin amaçlarındandır. Klasik maliyet azaltma yöntemleri ile değer analizi tekniklerinin karşılaştırılması Tablo 1'de gösterilmiştir [2].

**Tablo 1.** Klasik maliyet azaltımı ile değer analizi 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 kalitede ve değerde üretmektir
4. Klasik maliyet azaltma prosedürleri, şirketi kısa vadede daha rekabetçi yapar fakat araştırmalar göz ardı edilir	4. Değer Analiz prosedürleri yeni pazar alanları bulur, mevcut pazarları geliştirir ve ürün geliştirme potansiyelini artırır

Değer analizi, amacın sadece maliyeti düşürmek değil, aynı zamanda değer artırılması da olduğu her türlü karar probleminde kullanılabilir. Bu konuda yapılmış farklı alanlarda çalışmalar mevcuttur. Kayıkçı, plastik enjeksiyon kalıbı imalatı için bir değer analizi çalışması yapmıştır [12]. Türkan tarafından yapılan çalışmada, İmalat Yönetim Sistemlerinin değerlendirilmesinde ve benimsenmesinde karar

vericilere yardımcı olacak bir değerlendirme yöntemi için Sistem Fayda Değer Analizi ismiyle bilinen bir karar destek sistemi önerilmiştir [13]. Urhan çalışmasında, Türkiye pazarında faaliyet gösteren ve en çok satış yapan dört büyük otomotiv firmasında maliyeti düşürmek amacıyla yapılan değer mühendisliği çalışmalarını incelemiştir [2]. Çiftçi ise, örnek bir sandalye modeli hazırlamak için değer analizi yapmıştır [14].

### 2.3. Değer Mühendisliği'nde iş planı

Değer Mühendisliği (DM), bir *İş Planı* çerçevesinde yürütülür. Bir *Değer Mühendisliği Takımı* oluşturulur ve iş planı bu takım tarafından uygulanır. İş planı oluşturma klasik maliyet azaltma yöntemlerinden Değer Mühendisliği'ni ayıran en önemli özelliktir. İş Planı 5 adımdan oluşur. Her adım cevaplandırılması gereken önemli sorular içerir [15].

#### 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

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

#### 3. Adım: Değerlendirme

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

#### 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?

Değer Mühendisliği Takımı, bu sorulara cevap arayarak iş planını tamamlar ve böylece ele alınan problem veya problemler değer esaslı bir bakış açısıyla çözüme kavuşurlar.

## 3. İnşaatlarda Bölme Duvar Malzemesi Seçimi için Değer Mühendisliği Çalışması

### 3.1 Problemin tanımlanması

İnşa edilecek bir bina projesindeki bölme duvarlar için malzeme seçimi yapılması gerekmektedir. Seçilecek malzemelerin değer mühendisliği takımı tarafından belirlenen kriterleri sağlaması, müşteri isteklerine cevap verebilmesi gerekmektedir. Belirlenecek alternatifler ve kriterler çerçevesinde değeri en yüksek ürün inşaatta bölme duvar malzemesi olarak kullanılacaktır.

Bu amaçla 4 kişilik bir değer mühendisliği takımı oluşturulmuş, takımdan ürünün sağlaması gereken kriterleri müşteri isteklerini de dikkate alarak belirlemesi ve bölme duvarı malzemesi olarak kullanılacak ürüne kara vermeleri istenmiştir. Değer mühendisliği takımı, bir inşaat mühendisi, bir mimar ve iki de binayı kullanacak kişilerden oluşmaktadır.

Bölme duvarı olarak kullanılacak yapı malzemesinin seçimi değer hesabı ile belirlenecektir. Değer, bir ürünün kullanımına uygunluğunun (faydasının), kullanana getirdiği ekonomik yüke oranı olarak tanımlanacaktır.

Değer = Fayda (Kullanıma uygunluk) / Ekonomik yük

Kullanıma uygunluk (Fayda) = Önem x Tatmin düzeyi olarak hesaplanabilir.

*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.

### 3.2 Malzemelerin niteliklerinin belirlenmesi

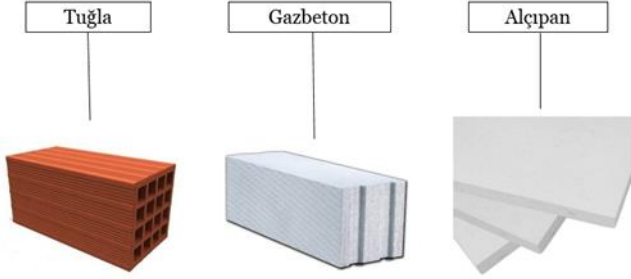
Değer Mühendisliği Takımı, binada bölme duvarı olarak kullanılacak yapı malzemesinin sağlaması gereken nitelikleri müşteri isteklerini de dikkate alarak Beyin Fırtınası yöntemi ile belirlemişlerdir. Belirlenen nitelikler aşağıdadır;

- Dayanım
- İmalat Süresi
- Ses Yalıtımı
- Maliyet

Maliyet, niteliklerin önem ve tatmin düzeyleri belirlenirken hesaba katılmayacak, sadece kullanılacak bölme duvarı malzemelerinin değerlerini belirlerken dikkate alınacaktır.

### 3.3 Bölme duvar malzemesi alternatiflerinin belirlenmesi

Değer Mühendisliği Takımı tarafından önerilen, bölme duvarı olabilecek yapı malzemeleri Şekil 1'de gösterilmiştir:



Şekil 1. Bölme duvar malzemesi alternatifleri

Önerilen ürün alternatiflerinin de pek çok alt alternatifleri mevcuttur. Bu nedenle Değer Mühendisliği Takımı hangi alt alternatiflerin uygulanabileceğine de karar vermiştir. Ürünlerin birim fiyatları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2017'de yayınlanan Birim Fiyat Listesi'nden alınmıştır. Birim Fiyat Listesi'ne göre ele alınan her bir alternatifin açıklaması aşağıdadır:

**Tuğla:** (19 x 19 x 8,5 cm) ebadında düşey delikli fabrika tuğlası ve 0.250 m<sup>3</sup> harç ile projesine uygun olarak düşey delikli tuğla ile taşıyıcı duvar yapılması, lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki, yüklemeye, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, düşey delikli tuğla duvar yapılması [16].

**Gazbeton:** 10 cm kalınlığındaki teçhizatsız gazbeton duvar blokları ile duvar yapılması (gazbeton tutkalı ile) (G2 sınıfı) (2,50 N/mm<sup>2</sup> ve 400 kg/m<sup>3</sup>). Projesine göre teçhizatsız gazbeton duvar blokları ile gazbeton tutkalı kullanılarak duvar yapılması için, inşaat yerindeki yüklemeye, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, gazbeton duvar blokları ile duvar yapılması [16].

**Alçıpan:** Tek profilli - 60 cm aks aralıklı 12.5 mm + 12.5mm çift kat alçı duvar levhası taş yünlü levha dolgulu bölme duvarı yapılması. İdarece onaylanmış proje ve detaylarına göre; 75 mm'lik duvar U-profillerinin (DU75) vida ve plastik dübel kullanılarak 60 cm aralıklarla taban ve tavana sabitlenmesi, DU75 ve yan duvarlara tutturulacak 75 mm'lik Duvar C-profillerinin (DC75) altına 75 mm'lik ses yalıtım bandının yapıştırılması, DC75 profillerinin kesilmesi, DC75 profillerinin 60 cm aralıklarla DU75 profillerinin arasına geçirilmesi, 5 cm kalınlıkta 50-52 kg/m<sup>3</sup> yoğunluğundaki taşıyıcı levhaların yerleştirilmesi ve 12,5 mm kalınlığındaki alçı duvar levhasının ilk katının 25 mm lik, ikinci katının 35 mm'lik (veya 38 mm'lik) borazan vidalarla DU75 ve DC75 profillerine sabitlenmesi, bu işlemin duvarın diğer yüzünde aynı şekilde yapılması, gerektiği durumlarda alçı duvar levhasının kesilerek ebatlanması, derz dolgu alçısı ile

3 mm'den fazla boşluklara ön dolgu yapılması; vida başlarının derz dolgu alçısıyla kapatılması, derz bandının alçı duvar levhası ek yerlerine yapıştırılması, bant üzerine derz dolgu alçısı uygulanması suretiyle bölme duvarın oluşturulması her türlü malzeme ve zayıflık, işçilik, işyerinde yüklemeye, yatay ve düşey taşıma, boşaltma alçıpan bölme duvar yapılması [16].

### 3.4 Niteliklerin sınır değerleri

Değer Mühendisliği Takımı tarafından belirlenen, bölme malzemelerinin sağlaması gereken nitelikler için sınır değerler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Niteliklerin sınır değerleri

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

### 3.5 Niteliklerin önem sıraları ve yüzdeleri

Değer Mühendisliği'nde müşteri istekleri ve talepleri mümkün olduğu kadar öncelikli olarak ele alınmaktadır. Müşterilerin (veya teknik konularda değer mühendisliği takım üyelerinin) istekleri problemin çözümünün karşılanması gereken niteliklerini oluşturur. Ancak bu niteliklerin her birinin önem dereceleri müşteriler açısından eşit olmayabilir. Niteliklerin önem sıralarını ve yüzdelerini belirlemek için, değer esaslı çözüm üretilmeye başlanmadan önce müşterilerin veya Değer Mühendisliği takım üyelerinin her birinin fikirlerini ayrı ayrı ve/veya ortak grup kararıyla beyan edebilmelerine olanak sağlayan yöntemlere ihtiyaç duyulur. Bu çalışmada, bu ihtiyaca cevap verebildikleri için Nominal Grup Tekniği ve Öncelik Matrisi Yöntemleri kullanılmıştır.

Nominal Grup Tekniği, herhangi bir yöntemle üretilen fikirlerin eşit katılımla önem sırasına göre sıralanmasına denir. Nominal Grup tekniği 4 adımdan oluşur [1]:

1. Adım: Soru ya da problem proje ekibine sunulur. Her proje ekip üyesi konuşmadan kendi fikir veya önerisini bir kâğıda yazar ve proje yöneticisine verir.
2. Adım: Proje yöneticisi tüm fikirleri toplu olarak proje ekibinin görebileceği tahtaya yazar.
3. Adım: Her fikir, öneri proje ekip üyelerinin tamamı anlayana kadar tartışılır.

4. Adım: Grup üyeleri oylama yaparak fikir, önerileri sıraya koyarlar. Toplamda en yüksek oyu alan kabul edilir.

Öncelik Matrisi Yöntemi'nde de benzer adımlar söz konusudur. Ancak burada her bir kriter diğer kriterle kıyaslanarak birbirlerine göre önemlilikleri belirlenir. Bireysel veya grup kararı olarak ikili karşılaştırmada önemli kabul edilene 1 puan verilirken kıyaslandığı kritere 0 (sıfır) verilir. Her bir kriterin toplamda aldığı puanlar toplanır ve toplam puanlar sıralanarak kriterlerin önemlilik dereceleri belirlenir. Gerekli olduğu durumlarda yüzdesel olarak da önemlilik dereceleri belirlenebilir.

Tablo 3'de kullanılan Nominal Grup Tekniği'nde Değer Mühendisliği Takımı'nda yer alan her birey, bölme malzemesi olarak kullanılacak ürünlerin niteliklerini kendi fikirlerine göre puanlayarak sıraya koymuşlardır.

**Tablo 3.** Nominal Grup Tekniği ile önem sırasının belirlenmesi

	1. Şahıs	2. Şahıs	3. Şahıs	4. Şahıs	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

**Tablo 4.** Öncelik Matrisi Yöntemi ile önem sırasının ve yüzdesinin belirlenmesi

	Dayanım	İmalat Süresi	Ses Yalıtımı	Toplam	%	Sıra No
Dayanım		1	1	2+1	50	1
İmalat süresi	0		0	0+1	17	3
Ses Yalıtımı	0	1		1+1	33	2
				6	100	

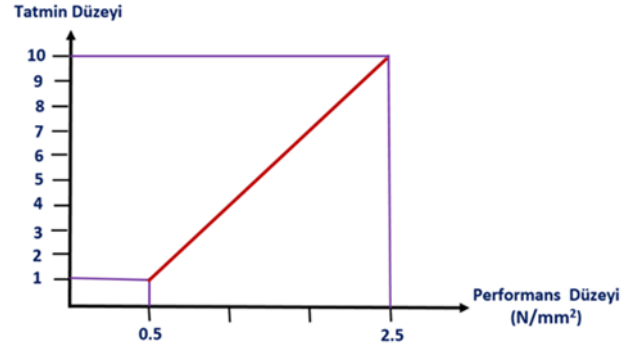
Tablo 4'deki Öncelik Matrisi Yöntemi'nde ise takım üyeleri, niteliklerin önem derecelerini birbirleri ile kıyaslayarak önem sıralarını, ayrıca aldıkları puanlara göre önem yüzdesini belirlemişlerdir.

### 3.6 Malzemelerin tatmin düzeyleri

Şekil 2'de dayanım nitelik özelliği için çizilmiş fayda eğrisi görülmektedir.

Düşey eksende; 1-10 arası Tatmin Düzeyleri, yatay eksende ise dayanım niteliği için piyasada satışta olan ve niteliklerine erişilebilir bütün duvar malzemeleri arasından performansı en az ve en çok sağlama

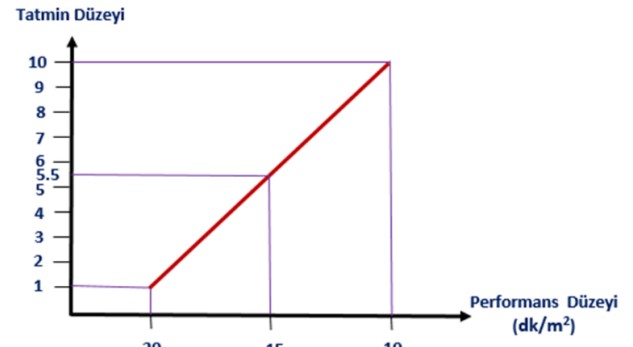
değerleri belirlenerek yerleştirilmiş, daha sonra bu iki değer koordinatları doğrusal olarak birleştirilmiştir. Ara kalitedeki ürünlerin performans değerleri yatay eksende yerleştirilerek, her bir ürünün tatmin düzeyleri de belirlenebilir.



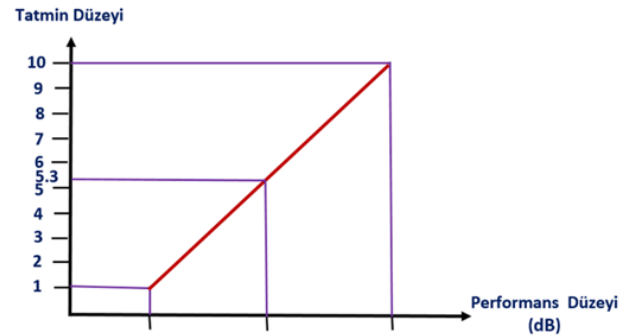
**Şekil 2.** Dayanım nitelik özelliği için tatmin düzeyi grafiği

Bu örnekte; alçıpanın dayanım performansı olan 0.5 N/mm<sup>2</sup>'nin en düşük tatmin düzeyinde, tuğla ve gazbetonun dayanım performansları 2.5 N/mm<sup>2</sup>'nin en yüksek tatmin düzeyinde olduğu varsayılmıştır.

Şekil 3'de, imalat süresi nitelik özelliği için çizilmiş fayda eğrisi görülmektedir. Tuğlanın imalat süresi 20 dk/m<sup>2</sup> 'nin en düşük tatmin düzeyinde, alçıpanın imalat süresi 10 dk/m<sup>2</sup> 'nin ise en yüksek tatmin düzeyinde olduğu varsayılmıştır. Buna göre gazbetonun imalat süresi 15 dk/m<sup>2</sup> için tatmin düzeyi Fayda Eğrisi yardımıyla 5.5 olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.** İmalat süresi nitelik özelliği için tatmin düzeyi grafiği



**Şekil 4.** Ses yalıtımı nitelik özelliği için tatmin düzeyi grafiği

Şekil 4'de, ses yalıtımı nitelik özelliği için çizilmiş fayda eğrisi görülmektedir. Belirlenen alternatif bölme malzemelerinin ses geçiş kaybı değerleri [17] için tatmin düzeyleri belirlenmiştir. Gazbetonun ses yalıtım performansı olan 33 dB'in en düşük tatmin düzeyinde, alçıpanın ses yalıtım performansı 50 dB'in ise en yüksek tatmin düzeyinde olduğu varsayılmıştır. Buna göre tuğlanın ses yalıtım performansı 43 dB için tatmin düzeyi Fayda Eğrisi yardımıyla **5.3** olarak belirlenmiştir.

### 3.7 Nitelik / Fonksiyon matrisi

Her bir duvar malzemesi alternatifinin ve niteliklerin (fonksiyonların) faydalarını hesaplamak için Nitelik/ Fonksiyon Matrisi'nden faydalanılmıştır (Tablo 5).

Duvar malzemelerinin önemleri; her bir niteliğin daha önce belirlenen önem yüzdeleri, malzemelerin o niteliğin performansını karşılama oranında dağıtılarak bulunmuştur.

Örneğin, tuğlanın dayanım nitelik değeri için önemi hesaplanacak olursa;

Dayanım nitelik değerinin, değer mühendisliği takımı tarafından belirlenen önem yüzdesi: %50

Tuğlanın Dayanım değeri: 2.5 N/mm<sup>2</sup>

Bütün ürünlerin dayanım değerlerinin toplamı: (2.5 + 2.5 + 0.5) = 5.5

Tuğlanın toplamdaki dayanımı karşılama oranına karşılık gelen önem yüzdesi bu durumda;

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

Diğer bütün ürünlerin önem dereceleri de benzer şekilde hesaplanmıştır.

**Tablo 5.** Nitelik / Fonksiyon Matrisi

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

### 3.8. Değer hesabı

Her bir duvar malzeme alternatifinin değeri;

Değer = Fayda (Kullanıma uygunluk) / Ekonomik yük

formülü yardımıyla hesaplanmış, böylece hangi ürünün kullanımının daha uygun olacağı belirlenmiştir (Tablo 6).

Hesaplar sonucunda, bölme duvar malzemesi olarak belirlenen nitelikler ve alternatifler çerçevesinde, değeri 8.31 ile en yüksek olan TUĞLA'nın seçilmesi değer mühendisliği açısından en uygundur.

**Tablo 6.** Malzeme seçimi için değer hesabı

	Tuğla	Gazbeton	Alçıpan
Fayda	290.76	267.13	211.04
Maliyet	35.00 TL/m <sup>2</sup>	50.00 TL/m <sup>2</sup>	40.00 TL/m <sup>2</sup>
DEĞER	<b>8.31</b>	5.34	5.28

### 4. Tartışma ve Sonuç

Günümüzde değer mühendisliği, sadece maliyeti esas alan değil, müşteri isteklerini, proje gereksinimlerini yerine getirebilecek alternatifler arasından değer esaslı çözüm üretebilen bir tekniktir.

Projede bütçe kısıtlamalarının aşılması, zaman ve kalite vb. ile ilgili problemlerin oluşması durumlarında, her biri kendi konusunda uzman paydaşın bir araya gelerek oluşturdukları takımın iş planı çerçevesinde yaptıkları çalışma ile alışlagelmiş çözümler yerine, problemi derinlemesine irdeleyerek etkili çözümler aramaları değer mühendisliğinin esasını teşkil eder. Değer Mühendisliği hayatın her alanında uygulanabilen, maliyeti göz ardı etmeden değeri artırmaya çalışan bir yöntemdir. Problemin çözümü birçok kişi tarafından oluşturulmuş bir takım aracılığıyla arandığından farklı bakış açıları ile probleme yaklaşılar ve problem geniş bir çerçevede ele alınır. Teknik bilgi ve kapasiteye sahip paydaşlar tarafından oluşturulan değer mühendisliği ekibi, proje tasarımı aşamasında önceden belirlenen belirli bir süre çalışarak çeşitli alternatifler ve fikirler ortaya atar. Bu alternatifler üzerinde değer analizi, fonksiyon analizi ve hedef maliyetleme çalışması yapılarak değer indisi en yüksek olan alternatif veya alternatifler, işverene ve tasarımı yapacak ekibe sunulur. Başarılı bir değer mühendisliği çalışması sonrasında mutlaka proje tasarımı üzerinde kalıcı değişimler yapılır. Bu nedenle değer mühendisliği çalışması sonunda hem müşteri hem de yüklenici firma kâr eder. Bazen, hiç denenmemiş bir yöntem problemin çözümü olabilirken, bazen de oldukça farklı bir alanda uygulanmış bir yöntem problemin yapısına uygun uyarlamalarla çözüm olarak kullanılabilir.

Değer Mühendisliği, maliyeti düşürmek için asla kaliteden taviz vermez. Müşteri istekleri ve proje gereklilikleri her zaman odak noktasıdır. Unutulmamalıdır ki değer mühendisliği çalışması sadece yüklenicinin tasarrufu değil, hem yüklenicinin hem de müşterinin menfaatleri doğrultusunda projede yapılan tasarruflardır. Yüklenicinin sadece kendi için yaptığı tasarruf bir nevi ekonomi yapmaktır. Değer Mühendisliği, olabildiği kadar, faydayı maksimize ederken maliyeti minimize etmeye çalışarak değeri artırmaya çalışır.

Bu çalışmada, Değer Mühendisliği Yöntemi kullanılarak bir yapıda bölme duvarı malzemesi olarak kullanılacak bir ürün seçilmeye çalışılmıştır. Piyasada duvar malzemesi olarak kullanılacak pek çok ürün bulunmaktadır. Bu ürünlerden hangisinin kullanılacak malzeme olarak seçileceği genellikle maliyet esaslı bir çalışma ile belirlenir, ancak, bu her zaman doğru bir davranış değildir. Belirlenen ürünün müşteri isteklerini veya belirlenen nitelikleri sağlayabilen, maliyeti en düşük ürün olması, yani değerli olması çok daha uygun bir seçim kriteri olacaktır. Bu amaçla, önce bir değer mühendisliği takımı oluşturulmuş, bu takım tarafından ürünün sağlaması gereken nitelikler belirlenmiştir. Niteliklerin önem yüzdeleri ve öncelik sıraları belirlenmiştir. Bu nitelikleri sağlayabilecek ürünler araştırılmış ve üç adet alternatif ürünün karşılaştırılmasına karar verilmiştir. Bu ürünlerin nitelikleri karşılama oranları ve tatmin düzeyleri belirlenmiş, daha sonra değer analizi yapılarak bu ürünler arasından hem nitelik, hem de fiyat açısından ihtiyaca cevap verebilecek bir ürün seçilmiştir. Böylece, müşteri istekleri ve elde edilecek fayda da göz ardı edilmeden, ekonomik açıdan en uygun ürün tuğla olarak belirlenmiştir.

Seçilen ürün, değer analizi açısından uygun olmakla birlikte, oldukça yaygın bir kullanım alanına sahip ve her zaman, her yerden kolay ulaşılabilir olması, ayrıca, imalatını yapabilecek çalışanlara ulaşma kolaylığı bakımlarından da avantajlıdır.

Bu ürün, bu çalışmada ele alınan niteliklere, değer mühendisliği takımı tarafından belirlenen niteliklerin önem derecelerine, seçilen duvar malzemesi alternatiflerine göre belirlenmiştir. Alternatiflerin, niteliklerin, bu niteliklerin önem derecelerinin ve üstünlüklerin değişmesi durumunda seçilecek ürün de değişebilir.

## Kaynakça

[1] PMBOK Guide, 2017. A Guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) Sixth Edition. Project Management Institute, Inc. Pennsylvania, USA.

- [2] Urhan, K. 2004. Maliyet düşürme aracı olarak değer mühendisliği, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- [3] The Institute of Value Management website. 2018. <https://ivm.org.uk/about/history> (Erişim Tarihi: 14.05.2018)
- [4] Kazanç, D. 2000. İnşaatlarda Değer Mühendisliği Uygulanması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [5] Sperling, R. 2001. Understanding value engineering. IIEE Solutions, vol. 33, Issue 8.
- [6] Male, S., Kelly, J., Gronqvist, Mc., Graham, D. 2007. Managing value as a management style for projects, International Journal of Project Management, vol. 25.
- [7] Kamara, J., Anumba, C., Evburmwan, N. 2000. Establishing and processing client requirements: A key aspect of concurrent engineering in construction, Engineering Construction and Architectural Management, vol.7, no.1.
- [8] Cheah, C., Ting, S. 2005. Appraisal of value engineering in construction in Southeast Asia, International Journal of Project Management, vol. 23.
- [9] Kelly, J., Male, S.. 1993. Value management in design and construction. The economic management of projects. E&FN Spon Chapman Hall, New York, USA.
- [10] Mukhopadhyaya, A.K. 2009. Value engineering mastermind. SAGE Publications, India.
- [11] Fowler, T.C. 1990. Value analysis design competitive manufacturing series. John Wiley & Sons, New York, USA.
- [12] Kayıkçı, S. 2005. Değer analizinin plastik enjeksiyon kalıp endüstrisinde uygulanması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [13] Türkan, Y.S. 2004. İmalat yönetim sistemlerinin değerlendirilmesinde sistem fayda değer analizi yaklaşımı, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [14] Çiftçi, S. 2014. Mobilya endüstrisinde değer analizi uygulaması: Sandalye örneği, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.
- [15] Dell'Isola, A., Kirk, S.J. 1991. Life cycle costing for desing professionals. McGraw- Hill, London, England.
- [16] İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları, 2017. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- [17] TS EN 771-1+A1. 27.08.2015. Türk Standardı: Kâgir birimler – Özellikler - Bölüm 1: Kil kâgir birimler. Türk Standartları Enstitüsü, TSE, Ankara, Türkiye.