



**Atıfta Bulunmak İçin / Cite This Paper:** Baynal, K., Şahin, Y. ve Taphasanoğlu, S. (2019). “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lüks Konut Projesi İçin Beyaz Eşya Seçimi”, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (2): 1871-1888

**Geliş Tarihi / Received Date:** 31.08.2018

**Kabul Tarihi / Accepted Date:** 16.01.2019

#### Araştırma Makalesi

## ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE LÜKS KONUT PROJESİ İÇİN BEYAZ EŞYA SEÇİMİ

**Doç. Dr. Kasım BAYNAL**

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
*kasim.baynal@manas.edu.kg*  
ORCID ID: 0000-0003-1448-5937

**Dr. Öğr. Üyesi Yıldız ŞAHİN**

Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
*yildiz.sahin@kocaeli.edu.tr*  
ORCID ID: 0000-0002-6283-5340

**End. Yük. Müh. Saime TAPHASANOĞLU**

Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
*taphasanoglu.sema@gmail.com*  
ORCID ID: 0000-0002-1280-8387

#### Öz

Türkiye’de son 10 yılda inşaat sektörü hızlı bir gelişme göstermiştir. Artan kâr oranları yatırımcıların bu sektöre olan ilgisini yükseltmiştir. Hatta sanayi sektöründe faaliyet gösteren pek çok firma inşaat sektöründeki pastadan pay almak için büyük projelere ve ortaklıklara dâhil olmuşlardır. Kapitalist sistemde, yüksek karlar kısa vadede çekici bir unsur gibi görünmekle birlikte uzun vadede geri dönüşü olmayan bir hasara neden olacaktır. Bunların başında tarım arazilerinin kaybı ve yeşil alanların beton ormanlarına dönüştürülmesi, İstanbul gibi bir şehrin silüetinin bozulması düşünülebilir. Bu çalışmada, Türkiye’de farklı illerde doğayla bütünleşmiş düşük katlı binalar/villalar inşa eden bir firma incelenmiştir. Firma, ankastre serisine buzdolabı da ilave ederek, sektörde rekabet avantajı elde etmeyi ve müşteri taleplerini artırmayı amaçlamaktadır. Ancak firma bunu yaparken kâr oranını düşürmek istememekte, hedef kitlesi olan müşterilerinin dikkatini çekecek bir tercih yapmayı arzu etmektedir. Çok sayıda artan ve azalan kriterin bir arada değerlendirilmesi için çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan VİKOR metodunun kullanılması uygun görülmüştür. Kriter ağırlıklarının sübjektifliğinin azaltılması amacıyla da AHP tekniği kullanılmıştır. Sonuçlar yönetim kurulu başkanı, mimarlar, satış müdürü, muhasebe müdürü ve pazarlama koordinatörü tarafından değerlendirilerek, uzlaşık bir karara ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İnşaat Sektörü, Beyaz Eşya Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, VİKOR, AHP.

#### SELECTION OF WHITE GOODS FOR LUXURY HOUSING PROJECT WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES

#### Abstract

In the last 10 years in Turkey, the construction sector has shown a rapid development. Increasing profit rates have raised the interest of investors in this sector. In fact, many companies operating in the industrial sector have been involved in major projects and partnerships to obtain a share of the pie in the construction sector. In capitalist system while

high profits seem to be an attractive element in the short term but will cause irreversible damage in the long run. Chief among these is the loss of agricultural land and to be converted into a concrete jungle of green areas, deterioration of the skyline of a city like Istanbul can be considered. In this study, a company that built nature integrated low-rise buildings/villas in different provinces in Turkey is examined. By adding refrigerators to its built-in series, the company intends to gain competitive advantage in the sector and to increase customer demands. However, the company does not want to lower the profit rate while doing so and wants to make a preference that attracts attention of customers with target mass. The use of the VIKOR method, which is one of the multi-criteria decision-making techniques, has been deemed suitable for evaluating a large number of increasing and decreasing criteria. The AHP technique was also used to reduce the subjectivity of the criterion weights. The results were evaluated by the chairman of the board, architects, sales manager, accounting manager and marketing coordinator, and a consensus decision was reached.

**Keywords:** Construction Industry, White Goods Selection, Multiple Criteria Decision Making, VIKOR, AHP.

## 1. GİRİŞ

İnşaat sektörü, sağladığı istihdam olanağı ve katma değer bakımından ülke ekonomileri için farklı bir önem arz etmektedir. Özellikle günümüz anlayışı ile değerlendirildiğinde sadece çevrenin inşa edilmesini değil, bakım, onarım ve işletilmesine katkıda bulunan tüm faaliyetleri de içerdiği görülmektedir. İnşaat üretimi artık sadece basit şekilde bir yapının üretilmesi olarak değil, çevreye duyarlı hem sosyal yaşama hem toplumsal yapıya doğrudan etki eden, sürdürülebilir üretim anlamını da ifade etmektedir.

Türkiye İnşaat Sektörü, büyük oranda ulusal sermayeye dayanan yapısı ve çok sayıda meslek dalını ilgilendirmesi sebebiyle istihdam ve üretim sürecini önemli ölçüde etkilemektedir. Hem ulusal hem de uluslararası alanlarda büyük deneyim ve potansiyele sahip olan Türk İnşaat Sektörü, kendisine bağlı biçimde faaliyet yürüten 200'den fazla alt sektörü harekete geçirme özelliği nedeniyle “lokomotif sektör” ve aynı zamanda yarattığı büyük istihdam olanağı nedeniyle de “sünger sektör” olarak anılmaktadır. İnşaat sektörünün hemen hemen bütün üretimi “yatırım malı” sayılmaktadır. Sektöre girdi sağlayan ve faaliyetlerini bu sektördeki gelişmelere bağlı şekilde sürdürmekte olan diğer sektörlerin katkısı da göz önünde bulundurulduğunda, inşaat sektörünün GSMH içindeki payının hemen hemen %30 düzeyinde olduğu görülebilmektedir (Kılıç ve Demirbaş, 2012).

Konut satışlarında 2014 yılı şubat ayında, İstanbul 17121 konut satışı ile en yüksek paya (% 20,7) sahip olmuştur (İntes, 2014). Artan konut satışları ve yüksek kâr sebebiyle bu çalışmanın yapılmasını talep eden firma ağırlıklı olarak Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaptığı yatırımlarını İstanbul Bölgesi Avrupa yakasına kaydırmıştır. Son 4 yılda yaptığı 6 inşaat projesinden elde ettiği satış gelirleriyle ultra lüks villa site yapma kararı almıştır. Ancak çok sayıdaki aynı tarz projelere fark oluşturmak için iç ve dış dekorasyonda farklı konseptler

kullanmayı uygun bulmuştur. Firma görsel unsurların yanında depremsellik gerçeğini de dikkate alacak şekilde kaliteli inşaat anlayışına ayrı bir önem vermiştir.

Müşterilerin algıladığı kalite anlayışı, bina kalitesi konusunda müşterinin hissettiği memnuniyetin derecesi olarak açıklanabilir. İnsanların değer yargılarının farklı olması nedeniyle göreceli bir kavramdır (Şeker, 2000).

Bir binanın kaliteli olarak algılanabilmesi, inşaat firmasının müşterilerine bulmayı bekledikleri özelliklerin, üretecekleri binalarda bulunacağı hususunda garanti vermelerine bağlıdır. Karar problemi kapsamında incelenen inşaat firması bu konudaki hassas çalışmalarını belgelerle müşterilerine sunmaktadır.

Kalite kavramının inşaat sektöründe fark edilen iki boyutu, tasarım ve uygunluk kalitesi olarak tanımlanabilmektedir. Müşteri beklentilerinin bina tasarımında yer alması tasarım kalitesi iken, binanın yapım sonrası müşteri beklentilerini karşılması ise uygunluk kalitesidir (Gözlü, 1990).

İnşaat sektöründe kalite Dr. Kaoru Ishikawa'nın kalite tanımı doğrultusunda "en ekonomik, en kullanışlı, müşteriye daima tatmin eden binayı tasarlamak, üretmek, satış sonrası servisleri vermek" olarak da tanımlanabilmektedir. Kısacası inşaat sektörü için kalite kavramı, bir binanın yapım kararının alınmasından yıkımına değin sürecin tamamını ifade etmektedir.

Araştırma konusu inşaat firması kaliteyi sadece inşaat aşamasında değil iç ve dış dekorasyon aşamasında da uygulamayı amaçlamaktadır. Bu nedenle bünyesinde 3 adet mimar ve yurt dışında eğitim almış iç mimar istihdam etmektedir. Ayrıca kullandığı malzemeler ve hammaddeleri piyasada kalite belgesi olan şirketlerden uzun süreli garanti ve servis kapsamında temin etmeyi tercih etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, lüks konut inşa eden bir firmanın, yüksek kaliteli, müşterinin ilgisini çekecek ayrıca villa maliyetlerinde artışa sebep olmayacak buzdolabı markası seçiminin bilimsel metotlarla gerçekleştirilmesini sağlamaktır.

Çalışma kapsamında belirlenen alternatifler ve kriterler bir önceki konut projelerinde oturan site sakinlerinden 17 kişi ile ortak tespit edilmiştir. Bu amaçla kısa bir anket çalışması yapılarak değerlendirme kriterleri ile olası ürün alternatiflerinin ortaya konulması sağlanmıştır.

Pek çok kriterin dikkate alındığı ve birbirine yakın değerlere sahip 9 farklı beyaz eşya modeline ait verilerinin karşılaştırılmasında, Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden VİKOR yöntemi ve kriter ağırlıklarının tespitinde ise AHP yöntemi kullanılmıştır. Teorik model ile elde edilen çözüm sonuçları inşaat firması yetkililerince kabul edilerek konut projesi kapsamında hayata geçirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

İnşaat sektörü tüm dünyada özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemli bir gündem maddesidir. Büyük yatırım maliyetlerini gerektirmesi bakımından farklı yazarlar tarafından çeşitli konu başlıkları altında çok sayıda incelemeye konu olmuştur. Bu bölümde çalışma kapsamında incelenen karar problemi ile ilgili çarpıcı literatür örnekleri kronolojik şekilde sunulmaktadır.

Topçu (2004), Türk kamu sektöründe inşaat yüklenicisi seçimi için çok kriterli bir karar modeli önermektedir. Çalışma kapsamında öncelikle mevcut seçim ölçütleri gözden geçirilmiş ve seçim için kullanılmakta olan maliyet, zaman ve kalite unsurları dikkate alınmıştır. Topçu tarafından önerilen seçim modelinin farkı, projeleri zamanında tamamlama yeteneği ve kurumsal uzmanlık ana kriterlerine bağlı çok sayıda alt kriterin olduğu bir hiyerarşik model kullanarak, yükleniciler için bir ön yeterlilik değerlendirmesi gerçekleştirmesi ve sonrasında ön yeterliliğe sahip yükleniciler arasında uzlaşmış teklif sahibinin seçimi için iki aşamalı bir model kullanmış olmasıdır.

Jato-Espino vd., (2014), çalışmalarında sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri seçimi için bir bulanık stokastik çok ölçütlü model önermişlerdir. Kentsel yağmur suyu akışını bir kaynak kontrol sistemi olarak yönetmek için etkili bir çözüm teşkil eden sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri, doğru bir seçim yapmayı kolaylaştırmak için Sürdürülebilir Değerlendirmeler için Entegre Değer Modeli (MIVES) yöntemine dayanan çok kriterli bir yaklaşım ile değerlendirilmiştir. Karar verme ortamını tanımlayan bazı kriterler ile ilgili olarak alternatiflerin davranışlarını şekillendirmek için doğru bilgi eksikliğini gidermek amacıyla, Monte Carlo yöntemine dayanan stokastik simülasyonlar yürütülerek bir dizi değişken modellenmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak, su yönetimi ile ilgili çeşitli sektörlerden on uzmandan oluşan bir grubun, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'nin karşılaştırma seviyelerine göre, seçilen kriterler kümesinin önemi hakkında görüş bildirmeleri istenmiştir. Karar ortamında insan davranışının ortaya çıkardığı belirsizliği azaltmak için üçgen bulanık sayılardan faydalanılmıştır. Modelin geçerliliğini ortaya koymak için, gözenekli asfalt, gözenekli beton ve birbirine geçen beton kaldırım taşı olmak üzere üç ana tip geçirimsiz kaplama alternatifi değerlendirilmiştir.

Jato-Espino vd., (2014), çalışmalarında inşaat alanındaki farklı karar problemlerine çözüm getirmek için, çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı geniş bir literatür incelemesi gerçekleştirmişlerdir. Kullanılan yöntemleri kullanım şekillerine göre ayrı ayrı ve hibrid yöntemler olarak sınıflandırmışlar ve elde ettikleri verileri istatistiksel olarak analiz

etmişlerdir. Bu sayede inşaat alanındaki karar problemlerinde kullanılan yöntemlerin zamana bağlı olarak kullanım değerlendirmesini de temin etmişlerdir.

Reyes vd., (2014), inşaat projelerini sürdürülebilirlik açısından incelemişler ve bunun sağlanabilmesi amacıyla özellikle proje tasarım aşamasında sağlık ve güvenlik ölçütlerini dikkate alan bir model önermişlerdir. Olası kaza risklerinin azaltılması amacıyla inşaat projelerinin tasarım, inşaat, faydalı ömür ve yeniden entegrasyon aşamalarını içeren yaşam döngüsü, hiyerarşik yapı kullanan bir matematiksel model ile değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma, inşaat projelerinin değerlendirilmesinde ekonomik kriterlerin yanı sıra sağlık ve güvenlik konularının da proje yönetimine etkili ve doğru bir şekilde entegre edilmesini mümkün kılacak bir “Sağlık ve Güvenlik” indeksi önermiştir.

Heravi ve dig. (2017), petrokimyasal projeler için optimal sürdürülebilir yapı seçeneğinin belirlenmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Karar verme sürecinde Gri Teori, Fayda Teorisi ve ELECTRE I yöntem ve yaklaşımları bir arada kullanılmıştır. Bu araştırma, endüstriyel binaların sürdürülebilirliğine odaklandığından, örnek uygulama anlamında İran'daki beş petrokimya binası kullanılarak en iyi alternatif seçimi ile yöntemin geçerliliği test edilmiştir.

Zavadskasa ve diğ. (2017), konut inşaat malzemeleri ve yapı elemanları seçimi için karar destek yöntemlerine dayanan kuramsal bir değerlendirme modeli önermişlerdir. Çalışmada, alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla, maliyet, termik ve yük taşıma kapasitesi, lokalizasyona göre dışsal seçim, çevresel performans, dayanıklılık, ağırlık gibi yapı malzemeleri ile ilgili spesifik teknik parametreleri içeren 8 kriter kullanılmıştır. Karar problemi çözüm yaklaşımının değerlendirilebilmesi için 5 farklı alternatif konut seçilmiştir. Yöntemde ölçütlerin göreceli önemini hesaplamak için SWARA yaklaşımı kullanılmıştır. İkinci aşamada Tek değerli bir nötrofizik set ile desteklenmiş MULTIMOORA yöntemi ilk bilginin belirsizliğini de azaltarak alternatifler arasında daha doğru bir seçim yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Cheaitou ve diğ. (2018) inşaat sektörü ile ilgili yaptıkları çalışmada, risk faktörleri olan kamu kuruluşlarında ihale değerlendirmesi ve yüklenici firma seçimi için bir inceleme ve değerlendirme gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada veri zarflama analizi, risk değerlendirme için bulanık tabanlı bir sistem ve iki amaçlı karma tamsayılı lineer programlama modeli önerilmiştir. 11 yüklenici firma 5 farklı risk faktörü tarafından değerlendirilerek risk ve maliyet açısından en uygun yüklenici tercihi ortaya konulmuştur.

### **3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ**

Günümüzün neredeyse her anında karar vermekteyiz. Her alınan karar veya yapılan bir tercih aynı zamanda vazgeçilen alternatiflerdir. Bu alternatiflere göre doğru verilen

kararlar insanlara yarar sağlarken, yanlış kararlar ise bedel veya maliyet ödetmektedir. Bu bağlamda karar verme işlemi boyunca ana problem; birbiriyle tutarsızlık içerisinde olan ölçütlere göre değerlendirilmiş seçeneklerden en iyi olanı belirlemektir (Gözlü, 1990). Karar vermede çok kriterli yaklaşım kullanan yöntemlerin temel hedeflerinden biri, karar verici konumundaki kişilerin verdikleri karar konusunda rahat ve güvende hissetmesini sağlayan bu tür bilgilerin düzenlemesine ve bir araya getirilmesine yardımcı olmak, tüm değerlendirme kriterleri dikkate alındığında sağlanacak memnuniyeti arttırmak ve karar sonrası olası pişmanlığı minimize etmektir (Milet ve Patrick, 1990).

Karar verici tarafından, sonlu ya da sayıda seçeneğin yer aldığı küme içerisinde birbirinden farklı minimum iki ölçüt kullanılarak yapılan değerlendirme çok kriterli karar verme olarak tanımlanabilir. Çözüm aşamasında karşılaşılabilecek problemlerden biri de kullanılması gereken en uygun yöntemin seçimidir. Karar verici çözüm için en uygun yöntemi belirlemede, problemin yapısına ve sürecin özelliklerine bakmalıdır (Ersöz ve Kabak, 2010).

Günümüzde farklı karar problemlerinin çözümünde kullanılabilen çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilmiştir. AHP, ANP, ELECTRE, PROMETHEE, TOPSIS, VİKOR, DEMATEL yöntemleri literatürde sıklıkla karşılaşılan çok kriterli karar verme yöntemleri arasında sayılabilmektedir (Engin ve diğ., 2018; Arslan ve Bircan, 2018).

### **3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)**

Myers ve Alpert tarafından 1968 yılında ortaya çıkmış ve Saaty tarafından 1977’de bir model halinde geliştirilerek problem çözümlerinde kullanılabilir hale getirilmiştir. Yöntem, birden çok alternatif ve kriterden oluşan karmaşık bir modeli ikili karşılaştırma matrisleri oluşturarak sonuca ulaşmayı amaçlayan bir yöntemdir (Kaya ve diğ., 2011). Karar vericiler tarafından karşılaştırmalar yapılarak, kriter ve alternatifler için birer matris oluşturulur ve ardından tutarlılık kontrolü yapılarak ortalama puanlar elde edilir. Alternatifler arasından en yüksek puanı almış olan en uygun kabul edilir (Saaty, 1980; Gözlü, 1990; Eleren ve Karagül, 2008).

AHP yönteminde, önceden tanımlanmış karşılaştırma skalası kullanılmaktadır. Saaty tarafından öne sürülen, 1’den 9’a kadar rakamlardan oluşan ölçüm tablosu kullanılmaktadır (Felek ve diğ., 2007). İkili karşılaştırmalar AHP yönteminin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. Tabloda bulunan ara değerler karar vericinin çelişkiye düştüğü durumlar için kullanılmaktadır (Saaty, 1990).

### 3.2. VİKOR Yöntemi

VİKOR yöntemi, çok kriterli karmaşık sistemlerin optimizasyonu için geliştirilmiştir (Sayadi ve diğ., 2009). Alternatiflerin birbiriyle çelişkili kriterlere bağlı olarak değerlendirilmesini, sıralanmasını belirleyerek ve buna bağlı olarak da en iyi olanın belirlenmesini içerir. Bu yöntem ideal çözüme yakınlığa dayanan çok kriterli sıralama indeksini ele almaktadır (Göktürk ve diğ., 2011). VİKOR yöntemi ilk olarak, karmaşık sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için Tzeng ve Opricovic tarafından önerilmiştir. Tzeng ve Opricovic çalışmalarında SAW, TOPSİS, VİKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Üç yöntemin sonuçları birbirlerine benzer olmasına rağmen TOPSİS ve VİKOR yöntemlerinin sonuçları daha belirgin bir şekilde değerlendirebildikleri gözlemlenmiştir. VİKOR ile TOPSİS yöntemlerini birbirinden ayıran özellik ise, VİKOR yönteminde vektörel normalizasyondan yararlanıyor olmasıdır (Opricovic ve Tzeng, 2004).

VİKOR yöntemi, malzeme ve ekipman seçimi, banka performans değerlendirmeleri, bilgi sistemleri/bilgi teknolojileri, arazi kullanımı, havayolu servis kalitesi artırma çalışmaları, yenilenebilir enerji projeleri değerlendirmesi gibi farklı alan uygulamalarında kullanılmıştır. Yöntemin temeli, karar verme sürecinde uzlaşık modelleme yaklaşımında toplam fonksiyonu olarak hesaplanan  $L_p$  değişkenine dayanmaktadır. Uzlaşık sıralamaya göre kriterlerin her biri için değerlendirildiği varsayıma göre, en iyi çözüme yakın olma değerleri kıyaslanarak elde edilmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2007).

VİKOR yöntemi;  $L_p$  ölçüt formuyla başlar (Yang ve diğ., 2009).

$$L_{p,j} = \left\{ \sum_{i=1}^n \left[ \frac{w_i(f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_{ij})} \right]^p \right\}^{1/p}; \quad 1 \leq p \leq \infty; \quad j = 1, 2, 3, \dots, j \quad (1)$$

Denklem 1'deki  $w_i$  değişkeni uzman görüşler tarafından belirlenebileceği gibi kriterlere ait ağırlıkların hesaplanmasını sağlayan çok kriterli karar verme yöntemlerinden herhangi biriyle de elde edilebilir. Ağırlıkların belirlenmesinde tüm ağırlık değerlerinin toplamının 1'e eşit olması gerekir; bu durum kontrol edilmelidir.

VİKOR uzlaşık sıralama yönteminin uygulama aşamaları, 5 adımda anlatılmıştır.

**Adım 1:** Kriterlerin her biri için en iyi  $f_i^*$  ve en kötü  $f_i^-$  değerleri belirlenir.

$i$ . kriterin bir fayda kriteri olarak kabul edildiğinde  $f_i^* = \max_j f_{ij}$  ve  $f_i^- = \min_j f_{ij}$  olarak hesaplanır.

**Adım 2:** Bu adımda gruba ait ortalama fayda ve maksimum pişmanlık hesaplanır. Gruba ait ortalama faydası hesaplanırken Denklem 2, pişmanlık değerinin hesaplanmasında da 3 nolu denklem kullanılmaktadır.

$$s_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_{ij}) \quad (2)$$

$$R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_{ij})] \quad (3)$$

**Adım 3:** İndeks değerleri hesaplanır. Bu adım uygulanmasında Denklem 4 kullanılır.

$$Q_j = \frac{v(s_j - s^*)}{(s^- - s^*)} + (1-v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (4)$$

Burada;  $s^- = \max_j s_j$ ,  $s^* = \min_j s_j$ ,  $R^* = \min_j R_j$ ,  $R^- = \max_j R_j$  olarak tanımlanmıştır. Denklem 4'te görüldüğü üzere grup faydasını maksimize eden strateji için ağırlığı açıklayan değişken  $v$  değeri iken, zıt düşüncedeki karar vericilerin minimum pişmanlığı ise  $(1 - v)$  ile ifade edilmektedir. Genelde  $v=0,5$  kullanılmaktadır.

**Adım 4:** Bu adımda ise uzlaşık çözümün elde edilmesi amacıyla alternatifler sıralanacaktır. Dördüncü aşamada alternatiflerin her biri için ayrı ayrı hesaplanması gereken  $s_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  birbirinden bağımsız şekilde küçükten büyüğe doğru sıralanarak üç farklı sıralamaya ulaşılmalıdır.

**Adım 5:** Koşullar belirlenerek, **Q min** değerine göre önceki adımda yapılmış olan sıralamada aşağıda verilmiş olan kısıtların sağlanması durumunda  $a'$  alternatifi uzlaşık çözüm olarak önerilecektir.

**Koşul 1;  $C_1$  Kabul edilebilir avantaj,**

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ$$

$$DQ = 1/(j-1)$$

$a'$ ,  $Q$  değeri sonuçlarına göre yapılan sıralamada birinci,  $a''$  ise ikinci sırada yer alan alternatifi ifade etmektedir.

**Koşul 2;  $C_2$  Karar vermede kabul edilir istikrar,**

$a'$  alternatifi,  $S$  ve/veya  $R$  açısından bakıldığında da sıralamada en iyi alternatif olarak elde edilmelidir. Bu koşulları sağlayabilen alternatif, çözüm süreci boyunca kararlı kabul edilir. Koşullardan biri sağlanmadığı takdirde çözüm kümesinin aşağıdaki gibi uygulanması öne sürülmektedir;



→ $C_2$  koşulu sağlandığında  $a'$  ve  $a''$  alternatifleri arasında,

→ $C_1$  koşulu sağlandığında ise  $a', a'', \dots, a^{(M)}$  alternatifleri arasından son sırada yer alan maksimum değerlere sahip  $M$ . alternatif dikkate alınarak  $Q(a^{(M)}) - Q(a') < DQ$  belirlenir.

Elde edilen  $Q$  değerlerine göre sıralanmış olan alternatiflerin en iyisi, minimum  $Q$  değerine sahip alternatiflerden biridir. Bu yöntem, karar vericinin tercihlerini etkileyen sebepler hakkında farkındalık düzeyinin düşük olduğu durumlarda kullanılmaya uygun bir yöntemidir. Ulaşılan uzlaşık çözüm, gruba ait faydayı maksimize eden, bireysel pişmanlığı ise en küçükleyen özelliği ile karar verici tarafından kabul görebilen bir çözüm olmaktadır (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008).

#### 4. KARAR PROBLEMİ ÇÖZÜM ADIMLARI

Son yıllarda ülkemizde inşaat sektöründe hızlı bir gelişme dönemi yaşanmaktadır. Sanayiinin lokomotif sektörü olarak adlandırılan sektör yüksek kâr oranları ile yatırımcıları ilgi odağı haline gelmiştir. Ancak artan rekabet ortamında ilgi çekici yenilikler ve farklılıklar zorunlu hale gelmiştir.

Çalışmada firma kaba inşaatını tamamladığı villaların satışlarında beklenen sayıya ulaşamamış bu nedenle projeye buzdolabı da ilave etmeye karar vermiştir. Ancak bunu yaparken kâr payının azalmasını istememektedir. Villalar süper lüks sınıfta olduğu için daha yüksek kalitede ve iyi marka bir tercih yapması zorunludur. Bu amaçla toplanan genel müdür, İç mimarlar, mimar, proje müdürü, finans müdürü ve satış ve pazarlama müdürleri yapılan anketleri de dikkate alarak belirledikleri 10 kriter ve 9 seçenek arasından en uygun tercihi yapmak amacıyla Çok Kriterli Karar Verme teknikleriyle kararı bilimsel bir temele dayandırarak reklam etkisini yükseltmeyi düşünmüşlerdir.

Çalışmada yer alan problem VİKOR yönteminin uygulama özelliklerini taşımaktadır. Karar verici grup uzlaşmayı kabul etmektedir. Zaten çalışma bu temel üzerine kurulmuştur. Karar vericiler tüm kriterleri aynı anda optimize eden bir seçeneğin olmadığını verileri incelerken görmüştür. Bu nedenle ideale en yakın çözüm kabul görecektir. Seçenekler tüm kriterler için değerlendirilmiştir. Problemin değerlendirilmesi sürecinde karar vericilerin etkileşimli katılımı söz konusu değildir. Ancak analiz sonuçlarına göre karar vericiler nihai kararı onaylama ile yükümlüdürler. Yani son karar onlara aittir.

**Tablo 1.** Kriterler ve Ağırlıkları

Kriter Kodu	Kriter Adı	Kriter Ağırlıkları
K1	Fiyat	0,350
K2	Dondurucu Bölme Hacmi	0,167
K3	Soğutucu Bölme Hacmi	0,125
K4	Yıllık Enerji Sarfıyatı	0,089
K5	Günlük Enerji Sarfıyatı	0,089
K6	Ses Seviyesi	0,032
K7	Servis İmkânı	0,065
K8	Görsel Etkileycilik	0,023
K9	İç Dizayn Kullanım Konforu	0,022
K10	Elektrik Kesintisinde Gıdaları Saklama Süresi	0,039

Tablo 1’de analizde kullanılan 10 kriterin açıklamaları ve AHP ile belirlenmiş olan kriter ağırlıkları görülmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi kriterlerin belirlenmesinde 17 adet site sakini ile yapılan anket neticeleri dikkate alınmıştır. Karar vericiler ile yapılan çalışma neticesinde bu kriterlerin analize dâhil edilmesi kararlaştırılmıştır. Ağırlıkların belirlenmesinde Saaty Ölçeği kullanılmıştır.

**Tablo 2.** Veriler ve Karar Matrisi

Markalar	Fiyat (TL)	Dondurucu Bölme Hacmi (H)	Soğutucu Bölme Hacmi (H)	Yıllık Enerji Sarfıyatı (kwh/yıl)	Günlük Enerji Sarfıyatı (kwh/24h)	Ses Seviyesi (dBA)	Servis İmkânı (1-9)	Görsel Etkileycilik (1-9)	Kullanım Kolaylığı (1-9)	Elektrik Kesilmesinde Saklama Süresi (saat)
A	4579	124	396	450	1,233	44	5	5	8	24
B	4629	155	385	455	1,246	46	9	8	7	15
C	3899	160	380	412	1,129	48	3	8	6	18
D	4593	219	385	497	1,362	43	6	6	9	16
E	4169	154	396	470	1,288	46	9	7	6	15
F	5300	175	343	449	1,230	49	8	9	9	24
G	6100	180	394	427	1,170	41	5	4	9	22
H	4860	176	390	480	1,315	43	4	5	6	24
I	3999	147	385	493	1,351	45	3	3	2	14

Analize başlamadan önce kriterlerin fayda kriteri mi maliyet kriteri mi olduğunu tespit etmek gerekir. Uygulamamızda Fiyat, yıllık enerji sarfıyatı, günlük enerji sarfıyatı, ses seviyesi kriterleri maliyet özelliği taşıyan kriterlerdir. Soğutucu ve dondurucu bölme hacmi, servis imkânı, görsel etkileycilik, kullanım kolaylığı ve elektrik kesildiğinde gıdaları saklama süresi kriterleri ise fayda özelliği taşımaktadır.

Tablo 2’de seçeneklere ait veriler ve karar matrisi görülmektedir. Servis imkân, görsel etkileycilik ve kullanım kolaylığı kriterleri 17 kişi ile yapılan anketler neticesinde 1-9 arası rakamlarla değerlendirilerek belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler yapılırken seçeneklerin iç ve

dış resimleri ve özellikleri dikkate alınmıştır. Seçenekler yerli ve yabancı markalardır. A<sup>+</sup> enerji sınıfında ve gardirop modelleridir.

Kriterlerden fayda özelliği taşıyan kriterlerin “max” olarak ve maliyet özelliği taşıyan kriterlerin “min” olarak gösterildiği; kriterlerin göreceli önemlerinin (ağırlıklarının) dâhil edildiği durumda oluşturulan güncel veri seti Tablo 3’te görülmektedir.

**Tablo 3.** Kriter Özellikleri ve Ağırlıkları Veri Seti

Ağırlıklar(w <sub>i</sub> )	35%	16,7%	12,5%	8,9%	8,9%	3,2%	6,5%	2,3%	2,2%	3,9%
x	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	min	max	max	min	min	min	max	max	max	max
A	4579	124	396	450	1,233	44	5	5	8	24
B	4629	155	385	455	1,246	46	9	8	7	15
C	3899	160	380	412	1,129	48	3	8	6	18
D	4593	219	385	497	1,362	43	6	6	9	16
E	4169	154	396	470	1,288	46	9	7	6	15
F	5300	175	343	449	1,230	49	8	9	9	24
G	6100	180	394	427	1,170	41	5	4	9	22
H	4860	176	390	480	1,315	43	4	5	6	24
I	3999	147	385	493	1,351	45	3	3	2	14

**1. Adım:** Her kriter için en iyi (f<sub>i</sub><sup>\*</sup>) ve en kötü (f<sub>i</sub><sup>-</sup>) değerleri belirlenir.

Karar matrisi oluşturulduktan sonra, kriterlerin fayda ve maliyet özelliklerine göre her bir kriterin en iyi ve en kötü değerleri belirlenmelidir. Bu değerlerin de dâhil edildiği veri seti Tablo 4’te görülmektedir.

En iyi ve en kötü değerlerinde hesaplanmasında VİKOR metodunun anlatıldığı bölümdeki 2 numaralı denklem kullanılmıştır. Yapılan işlemler sonrası hesaplanan f<sub>i</sub><sup>\*</sup> ve f<sub>i</sub><sup>-</sup> değerleri Tablo 4’te gösterilmiştir. Bu değerler tespit edilirken kriterin fayda özelliği mi yoksa maliyet özelliği mi taşıdığına dikkat edilmelidir.

**Tablo 4.** En İyi ve En Kötü Değerlerin Belirlenmesi

Ağırlıklar(w <sub>i</sub> )	35%	16,7%	12,5%	8,9%	8,9%	3,2%	6,5%	2,3%	2,2%	3,9%
x	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	min	max	max	min	min	min	max	max	max	max
A	4579	124	396	450	1,233	44	5	5	8	24
B	4629	155	385	455	1,246	46	9	8	7	15
C	3899	160	380	412	1,129	48	3	8	6	18
D	4593	219	385	497	1,362	43	6	6	9	16
E	4169	154	396	470	1,288	46	9	7	6	15
F	5300	175	343	449	1,230	49	8	9	9	24
G	6100	180	394	427	1,170	41	5	4	9	22
H	4860	176	390	480	1,315	43	4	5	6	24
I	3999	147	385	493	1,351	45	3	3	2	14
f <sub>i</sub> <sup>*</sup>	3899	219	396	412	1,129	41	9	9	9	24
f <sub>i</sub> <sup>-</sup>	6100	124	343	497	1,362	49	3	3	2	14

**2. Adım:** Normalizasyon İşlemi ve Normalizasyon Matrisinin oluşturulması.

Farklı birimlere sahip olan kriterlerin birimden arındırılması için normalizasyon işlemi yapılmalıdır. Bunun için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$r_i = (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

Normalizasyon işlemi yapılarak elde edilen R normalizasyon matrisi Tablo 5'te görülmektedir. Normalizasyon işlemi ile kriterlerin sahip olduğu farklı farklı birimler aynı skora dönüştürülerek karşılaştırılabilir seviyeye getirilir. VİKOR metodunda lineer normalizasyon kullanılması yöntemin kolaylığı ve pratikliği açısından önemlidir.

**Tablo 5.** Normalizasyon Matrisi

w <sub>i</sub>	35%	16,7%	12,5%	8,9%	8,9%	3,2%	6,5%	2,3%	2,2%	3,9%
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
R	min	max	max	min	min	min	max	max	max	max
A	0,309	1,000	0,000	0,447	0,446	0,375	0,667	0,667	0,143	0,000
B	0,332	0,674	0,208	0,506	0,502	0,625	0,000	0,167	0,286	0,900
C	0,000	0,621	0,302	0,000	0,000	0,875	1,000	0,167	0,429	0,600
D	0,315	0,000	0,208	1,000	1,000	0,250	0,500	0,500	0,000	0,800
E	0,123	0,684	0,000	0,682	0,682	0,625	0,000	0,333	0,429	0,900
F	0,637	0,463	1,000	0,433	0,433	1,000	0,167	0,000	0,000	0,000
G	1,000	0,411	0,038	0,176	0,176	0,000	0,667	0,833	0,000	0,200
H	0,437	0,453	0,113	0,798	0,798	0,250	0,833	0,667	0,429	0,000
I	0,045	0,758	0,208	0,953	0,953	0,500	1,000	1,000	1,000	1,000

### 3. Adım: Normalize Matrisin Ağırlıklandırılması

Normalize edilmiş karar matrisi R her bir kriter için AHP metodu ile belirlenmiş olan ağırlıklarla çarpılır. Elde edilen V ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Tablo 6'da görülmektedir. Her bir kritere ait ağırlıklar ile o kriterin tüm seçeneklerine ait veriler kullanılarak V tablosu hesaplanmıştır.

**Tablo 6.** Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

w <sub>i</sub>	35%	16,7%	12,5%	8,9%	8,9%	3,2%	6,5%	2,3%	2,2%	3,9%
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
V	min	max	max	min	min	min	max	max	max	max
A	0,108	0,167	0,000	0,040	0,040	0,012	0,043	0,015	0,003	0,000
B	0,116	0,113	0,026	0,045	0,045	0,020	0,000	0,004	0,006	0,035
C	0,000	0,104	0,038	0,000	0,000	0,028	0,065	0,004	0,009	0,023
D	0,110	0,000	0,026	0,089	0,089	0,008	0,033	0,012	0,000	0,031
E	0,043	0,114	0,000	0,061	0,061	0,020	0,000	0,008	0,009	0,035
F	0,223	0,077	0,125	0,039	0,039	0,032	0,011	0,000	0,000	0,000
G	0,350	0,069	0,005	0,016	0,016	0,000	0,043	0,019	0,000	0,008
H	0,153	0,076	0,014	0,071	0,071	0,008	0,054	0,015	0,009	0,000
I	0,016	0,127	0,026	0,085	0,016	0,065	0,023	0,022	0,022	0,039

### 4. Adım: S, R ve Q Değerlerinin Belirlenmesi ve Sıralanması

Tablo 7'de verilen, her bir seçenek için ortalama ve en kötü grup skorlarını gösteren S ve R değerlerinin hesaplanmasında 2 ve 3 nolu denklemler kullanılmaktadır.

**Tablo 7.** Hesaplanan S, R ve Q Değerleri

	$S_i$	$R_i$	$Q_i(V=0,00)$	$Q_i(V=0,25)$	$Q_i(V=0,50)$	$Q_i(V=0,75)$	$Q_i(V=1,00)$
A	0,428	0,167	0,256	0,607	1,309	1,654	0,573
B	0,409	0,116	0,049	-0,041	-0,044	0,228	0,504
C	0,271	0,104	-0,001	-0,321	-0,863	-0,983	0,000
D	0,398	0,110	0,026	-0,122	-0,228	0,010	0,464
E	0,351	0,114	0,042	-0,117	-0,303	-0,195	0,292
F	0,545	0,223	0,483	1,405	3,144	3,840	1,000
G	0,525	0,350	1,000	2,963	6,275	6,967	0,927
H	0,472	0,153	0,198	0,471	1,113	1,576	0,734
I	0,503	0,127	0,092	0,174	0,566	1,105	0,847
$S^*$ :	0,271	$R^*$ :	0,104				
$S^-$ :	0,545	$R^-$ :	0,350				

**5. Adım:** Seçeneklerin Sıralanması ve Koşulların Denetlenmesi

Q değerlerinin hesaplanmasında 4 nolu denklem kullanılır. VİKOR katsayısı olarak da adlandırılan v parametresi 0,00; 0,25; 0,50; 0,75 ve 1,00 gibi farklı grup faydası değerleri için Q değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 8’de görülmektedir.

Hesaplanan Q değerleri baz alınarak tüm seçenekler küçükten büyüğe doğru sıralanır. Yapılan sıralamanın uzlaşık çözümü yansıtip yansıtmadığını belirlemek amacıyla kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarını sağlayıp sağlamadığına bakılır. Bu amaçla gerçekleştirilen işlemler ve sıralama sonuçları Tablo 8’de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Sıralama ve Koşulların Denetlenmesi

	V=0,00	V=0,25	V=0,50	V=0,75	V=1,00
A	7	7	7	7	5
B	4	4	4	4	4
C	1	1	1	1	1
D	2	2	3	3	3
E	3	3	2	2	2
F	8	8	8	8	9
G	9	9	9	9	8
H	6	6	6	6	6
I	5	5	5	5	7
$Q(s'')$	0,026	-0,122	-0,303	-0,195	0,292
$Q(s')$	-0,001	-0,321	-0,863	-0,983	0
$Q(s'') - Q(s')$	0,029	0,199	0,560	0,788	0,292
DQ	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
<b>Koşul 1</b>	YANLIŞ	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU
<b>Koşul 2</b>	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU

Villa site projesi buzdolabı seçimi problemi için yapılan VİKOR analizi neticesinde V parametresinin 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 değerleri için kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşulları aynı anda sağlandığı için C marka buzdolabı seçeneği belirlenen ağırlıklara göre en iyi seçenek olarak belirlenmiştir. V parametresinin 0,00 değeri için ise kabul edilebilir avantaj koşulu (C1) sağlanamadığından  $s'$ ,  $s''$ , ...,  $s^M$  seçenekleri ve değeri maksimum M için  $Q(s'') - Q(s') < DQ$  belirlenmelidir.

Bu şartı sağlayan seçenekleri bulmak için yukarıdaki denklem her bir seçeneğin Q değeri için uygulanmış ve neticede C, D, E, B ve I seçeneklerinin tamamının uzlaşık ortak çözüm olarak kabul edilebileceği görülmüştür.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada çok basit bir konu gibi görünen buzdolabı seçimi problemi, 250 adet lüks villa yapıp rekabetçi ortamda ve kısa sürede bu villaları satmak isteyen; bunu yaparken kâr oranını düşürmek istemeyen ve buzdolabını ayrıcalıklı, dikkat çekici bir reklam unsuru olarak kullanma amacı taşıyan inşaat firması için son derece önemli bir problemdir. Bir gerçek yaşam problemi olan lüks konut inşaat projesinde kullanılacak buzdolabı markasının seçiminde müşterilerin görüşlerinin de dikkate alınması amacıyla bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket sonuçları müşteri tercihinde etkili olabilecek kriterlerden görsel etkileycilik, kullanım kolaylığı ve servis imkânı kriterlerinin belirlenmesinde karar vericiye yardımcı olmuştur. Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi sonrasında müşteri tercihleri doğrultusunda önem derecelerinin tespit edilebilmesi için ağırlık değerlerinin atanması da istenmiştir. Bu kriterlerin 1-9 arasında numaralandırılması çalışmanın sübjektif tarafıdır. Bu sübjektiflik anket çalışması ve bölge servis yetkilileriyle yapılan görüşmeler dikkate alınarak kısmen azaltılmıştır. Analiz her ne kadar sayısal değerler üzerinden yapılmış olsa da karar vericilerin görece önem ağırlıkları sübjektiftir. Bu sübjektifliğin azaltılması için AHP metodu ile kriter ağırlıkları tespit edilmiştir.

Mevcut karar probleminde farklı önerileri ve kriterleri dikkate alarak karar vericilerin uzlaşısını sağlayacak bir sonuca ulaşmada çok kriterli karar verme tekniklerinden VİKOR metodu tatmin edici bir sonuç vermiştir.

VİKOR metodu ile yapılan buzdolabı seçimi probleminde  $v=(0,00; 0,25)$  parametreleri için seçeneklerin sıralamalarının değişmediği ve tüm bu  $v$  parametrelerine göre en iyi seçeneğin C markası olduğu görülmüştür.  $v =1,00$  parametresi hariç tüm VİKOR değerleri için en kötü (idealden en uzak) seçenek G markasıdır.  $v =1,00$  parametresi için ise en kötü seçenek F markasıdır.

AHP ve VİKOR yöntemleri kullanılarak oluşturulan teorik model ile elde edilen sonuçlara göre, ağırlığı en yüksek olan fiyat kriterine uygun bir şekilde en düşük fiyata sahip olan C marka buzdolabının diğer kriterleri de tatmin edici ölçüde sağladığı düşünülerek örnek villa için satın alınması kararı verilmiştir. Yaklaşık 1 aylık bir süre sonunda örnek villayı gezen 453 müşterinin dikkatini çeken bu uygulama ile müşterilerde bıraktığı olumlu imaj sayesinde firma satışlarında %11'lik bir artış sağlanmıştır.

Bu çalışma; gerçek hayattaki bir karar verme probleminin gerçek verilerden hareketle literatürde bilinen teorik bir modelle çözülerek maliyet ve hedeflenen amaçlar bakımından rasyonel sonuçların alınmasını potansiyel tüm taraflara göstermesi bakımından değerli bir çalışmadır. Teorik model ile elde edilen çözüm sonuçlarının inşaat firması yetkililerince kabul edilerek konut projesi kapsamında hayata geçirilmiş olması modelin gerçek yaşam problemlerinde uygulanabilirliğinin önemli bir göstergesidir.

## KAYNAKÇA

- Arslan, R., Bircan, H. (2018). *Alternatif Sayısının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sonuçlarına Etkisi*. Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(18), 239-264.
- Cheaitou, A., Larbib, R., Al Housani, B. (2018). *Decision Making Framework For Tender Evaluation And Contractor Selection In Public Organizations With Risk Considerations*. Socio-Economic Planning Sciences, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.02.007>
- Eleren, A. ve Karagül, M. (2008). *1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi*, Celal Bayar Üniversitesi İİBF Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 15(1), 1-14.
- Engin, O., Sarucan, A., Baysal, M.E. (2018). *Türkiye İçin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Analizi*. Journal of Social And Humanities Sciences Research, 5(23), 1223-1231.
- Ersöz, F. ve Kabak, M. (2010). *Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması*. Savunma Bilimleri Dergisi, 9(1), 97-125.
- Ertuğrul, İ. & Karakaşoğlu, N. (2008). *Banka Şube Performanslarının Vikor Yöntemi ile Değerlendirilmesi*. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 20(1), 19-28.
- Felek, S., Yuluğkural, Y., Aladağ, Z. (2007). *Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde ANP ve AHS Yöntemlerinin Kıyaslaması*, MMO Endüstri Mühendisliği Dergisi, 18(1),6-22.
- Göktürk, İ.F., Eryılmaz, A.Y., Yörür, B., Yuluğkural, Y. (2011), *Bir İşletmenin Tedarikçi Değerlendirme ve Seçim Probleminin Çözümünde AAS ve VİKOR Yöntemlerinin Kullanılması*. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 25, 61-74.
- Gözlü, S. (1990). *Endüstriyel Kalite Kontrolü, 1-2*, İTÜ Kütüphanesi, 1416, İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu.
- Heravi, G., Fathi, M., Faeghi, S. (2017). *Multi-criteria Group Decision-Making Method for Optimal Selection of Sustainable Industrial Building Options Focused on Petrochemical Projects*. Journal of Cleaner Production, 142, 2999-3013.
- Intes (2014). *İnşaat Sektörü Raporu*. Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası, Mart 2014.
- Jato-Espino, D., Castillo-Lopez, E., Rodriguez-Hernandez, J., Canteras-Jordana, J.C. (2014). *A Review Of Application of Multi-Criteria Decision Making Methods in Construction*. Automation in Construction, 45, 151-162
- Jato-Espino, D., Rodriguez-Hernandez, J., Andrés-Valeri, V.C., Ballester-Muñoz, F. (2014). *A Fuzzy Stochastic Multi-Criteria Model for the Selection of Urban Pervious Pavements*. Expert Systems with Applications, 41, 6807-6817.
- Kaya, P., Çetin, E., İ., Kuruüzüm, A. (2011). *Çok Kriterli Karar Verme ile Avrupa Birliği ve Aday Ülkelerin Yaşam Kalitesinin Analizi*. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 13, 80-94.
- Kılıç, R. & Demirbaş, E. (2012). *Türkiye’de Kamu İnşaat Harcamalarının Belirleyicileri ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki*. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 3(2), 84-97.
- Milet, I. ve Patrick T. H. (1990). *Globally Effective Questioning in the Analytic Hierarchy Process*. European Journal of Operational Research, 48, 88-89.
- Opricovic, S. & Tzeng, G.H. (2004). *Compromise Solution by MCDM Methods: a Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS*, European Journal of Operational Research, 156, 445-455.
- Opricovic, S. & Tzeng, G.H. (2007). *Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods*. European Journal of Operational Research, 178: 514–529.
- Reyes, J. P., San-José, J.T., Cuadrado, J.,Sancibrian, R. (2014). *Health & Safety Criteria For Determining The Sustainable Value Of Construction Projects*. Safety Science, 62, 221–232.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill International Book Company, USA.
- Saaty, T.L.(1990). *How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process*. European Journal of Operational Research, 48, 9-26.

- Sayadi, M.K., Heydari, M. & Shahanaghi, K. (2009). *Extention of Vikor Method for Decision Making Problem with Interval Numbers*. Applied Mathematical Modelling, 33: 2257-2262.
- Şeker, E. (2000). Toplam Kalite Yönetiminin İnşaat Sektöründe Uygulanması- Müşteri tatmini, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 34-37, İstanbul.
- Topçu, Y.İ. (2004). *A decision model proposal for construction contractor selection in Turkey*, Building and Environment, 39, 469–481.
- Yang, Y-P.O., Shieh, H-M. & Leu, J-D., A. (2009). *Vikor-Based Multicriteria Decision Method for Improving Information Security Risk*. International Journal of Information Technology & Decision Making, 8: 267-287.
- Zavadskasa, E.K., Bausysb, R., Juodagalvieneb, B., Garnyte-Sapranaviciene, I. (2017). *Model for Residential House Element and Material Selection by Neutrosophic MULTIMOORA Method*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 64, 315-324.

### EXTENDED ABSTRACT

Last twenty years, due to increasing competition in the construction sector, which is considered the locomotive of Turkey's economy, companies have been forced to use different creative elements. The purpose of this study is to provide the selection of the refrigerator brand which will attract the customer's interest and will not cause an increase in the costs of the firm for luxury housing project, by the scientific methods.

In the first part of the study, general information about construction sector and company is given. In the second part, the studies on construction projects are summarized. In the third part, general information about multi-criteria decision making techniques is given, and the Analytical Hierarchy Process (AHP) and VIKOR methods used in the study are systematically explained. AHP, which is used to determine the weight of the criteria, is a method which provides the result by using pairwise comparison matrices according to 1-9 scale developed by Saaty in 1977, in a complex model consisting of multiple alternative and criteria.

VIKOR is a decision-making technique that allows the evaluation of alternatives for complex systems with conflicting criteria and the selection of the best. The method deals with the multi-criteria ranking index based on the ideal solution. The VIKOR method was first proposed by Tzeng and Opricovic for multi-criteria optimization of complex systems.

In the fourth part, the application steps of the study are explained. In the study, for the luxury housing construction project, the refrigerator brand to be included in the project has been selected. For this purpose, 10 evaluation criteria, including price, freezer compartment volume, refrigerant compartment volume, annual energy consumption, daily energy consumption, noise level, service availability, visual impact, ease of use and storage period in power failure, were determined by taking into consideration the survey study. In the first phase of the study, weighting of the evaluation criteria determined by using AHP method has been provided. At this stage, the opinions of both potential users and company managers are taken into consideration. The decision problem in the study carries the application characteristics of the VIKOR method. The decision-making group accepts a compromise. The



decision-makers have seen that there is no option that optimizes all the criteria at the same time. Therefore, the solution closest to the ideal will be accepted.

In the study, price, annual energy consumption, daily energy consumption, noise level criteria are the criteria that bear the cost feature. On the other hand, refrigerant and freezer compartment volume, service availability, visual impact, ease of use and storage period in power failure are the benefit criteria.

The criteria with the benefit feature are expressed as “max” and the criteria with cost feature are expressed as “min”. Once the decision matrix has been created, the best and worst values of the criteria should be determined according to the benefit and cost characteristics. In the calculation of the best and worst values  $f_i^* = \max_j f_{ij}$  and  $f_i^- = \min_j f_{ij}$  equations are used. Normalization should be carried out to remove the criteria with different units. The following equation is used for this.

$$r_i = (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

With the normalization process, the different units of the criteria are converted into the same score and made comparable. Linear normalization of the VIKOR method is important for the ease and practicality of the method. The normalized decision matrix is multiplied by the weights determined by the AHP method for each criterion to produce a weighted normalized decision matrix. After this step, the following equations are used in the calculation of the values indicating the mean benefit-S and maximum regret-R scores for each alternative.

$$s_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_{ij}) \quad R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_{ij})]$$

For different group benefit values of parameter  $v$  such as 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00, the Q index values are calculated with the following equation.

$$Q_j = \frac{v(s_j - s^*)}{(s^- - s^*)} + (1-v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*)$$

Based on the calculated Q values, all alternatives are ranked in descending order. Considering the acceptable advantage and acceptable stability conditions of the VIKOR Method, it is determined whether the given alternative ranking is the best possible solution.

As a result of the VIKOR analysis for the refrigerator selection problem, C is the best choice according to the determined weights as the acceptable advantage and acceptable stability conditions for the values of 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00 are provided at the same time.

In the fifth part of the study, the results are evaluated. According to the results obtained with the theoretical model using the AHP and VIKOR methods, it is seen that, the C brand refrigerator

which has the lowest price in accordance with the price criterion, also provided the other criteria in a satisfactory manner. Thus, a scientific-based decision has been made with the use of Multi Criteria Decision Making techniques to make the most appropriate choice among the 9 refrigerator options, and refrigerator C was decided to purchase for the sample house.

This study is a valuable study, to show all potential stakeholders that a real-life decision-making problem can be solved by a theoretical model known in the literature as well as the rational results can be obtained for cost and targeted purposes. If results of the solution obtained by the theoretical model are accepted by the construction company authorities and implemented with the scope of the housing project, is an important indicator of the applicability of the model in real life problems.