



**İÇ MEKAN TASARIMI SÜRECİNDE
MALZEME SEÇİM ARACI OLARAK
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YAKLAŞIMININ KULLANILMASI**

Sanatta Yeterlik Tezi

**Deniz Sipahioğlu
Eskişehir 2022**

**İÇ MEKAN TASARIMI SÜRECİNDE MALZEME SEÇİM ARACI OLARAK
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMININ KULLANILMASI**

Deniz SİPAHİOĞLU

SANATTA YETERLİK TEZİ

**İçmimarlık Anasanat Dalı
Danışman: Prof. B. Burak KAPTAN**

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Güzel Sanatlar Enstitüsü
Aralık 2022**

ÖZET

İÇ MEKAN TASARIMI SÜRECİNDE MALZEME SEÇİM ARACI OLARAK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMININ KULLANILMASI

Deniz SİPAHİOĞLU

İçmimarlık Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Aralık 2022

Danışman: Prof. B. Burak KAPTAN

İç mekan tasarımı, tasarımın gerekliliklerine uygun bir malzeme seçmek genellikle zordur. Çünkü farklı niteliklerde pek çok malzeme vardır ve genellikle bir malzeme, içmimarın tasarımında ihtiyaç duyduğu niteliklerin hepsini birden karşılayamaz. Bu durumda, beklentileri en fazla karşılayan malzemenin hangisi olduğunun belirlenmesi gerekir. Çok sayıda malzemenin, sınırlı sayıdaki kritere göre değerlendirilmesi süreci, çok kriterli karar verme problemi olarak tanımlanır. Çok kriterli karar verme için farklı yöntemler önerilmiştir ancak hesaplamalarındaki basitlik ve yöntemin kişisel olarak çok sayıda parametre belirlemeyi gerektirmemesi nedeniyle, Topsis yöntemi öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, iç mekan tasarımı sürecinde malzeme seçim aracı olarak Topsis yönteminin kullanılabileceği gösterilmiş, kullanıcının bu süreci rahatça yönetmesi için MS Excel tabanlı bir program geliştirilmiştir. Malzeme seçimi sürecine örnek olmak üzere üç farklı senaryo türetilmiş geliştirilen program kullanılarak türetilen senaryolar için zemin kaplama malzemesi seçimleri yapılmıştır. Geliştirilen program esnektir. Yeni malzemeler ve kriter seçenekleri eklendiği takdirde, programın duvar veya tavan kaplama malzemesi seçimlerinde kullanılması mümkündür. Ayrıca program maliyet yönünden bir sıkıntı yoksa beklentileri en çok karşılayan malzemeleri, eğer maliyet önemli bir kriterse, fayda-maliyet analizi yaparak ödenen birim paraya karşılık, beklentileri en çok karşılayan malzemeleri başarıyla sıralamaktadır.

Anahtar Sözcükler: İç mekan tasarımı, Malzeme seçimi, Çok kriterli karar verme, Topsis, Fayda-maliyet

ABSTRACT

USING MULTI CRITERIA DECISION MAKING APPROACH IN THE PROCESS OF INTERIOR DESIGN AS A MATERIAL SELECTION TOOL

Deniz SİPAHİOĞLU

Department of Interior Design

Anadolu University, Graduate School of Fine Arts, December 2022

Supervisor: Prof. B. Burak KAPTAN

In interior design, it is often difficult to choose a material that meets the requirements of the design. Because there are many materials with different qualities, and usually one material cannot meet all the qualities that an interior architect needs in his design. In this case, it is necessary to determine which material meets the expectations the most. The process of evaluating a large number of materials according to a limited number of criteria is defined as a multi-criteria decision problem. Different methods have been proposed for multi-criteria decision making, but the Topsis method stands out due to the simplicity of its calculations.

In this study, it has been shown that Topsis method can be used as a material selection tool in the interior design process, and an MS Excel-based program has been developed for the user to easily manage this process. Three different scenarios are derived as examples for the material selection process. Floor covering material selections were made for the scenarios derived using the developed program, and the results were examined. The developed program is flexible. If new materials and criteria options are added, it is possible to use the program for material selection of other interior surfaces, such as wall or ceiling covering material selection. In addition, if there is no problem in terms of cost, the program lists the materials that meet the expectations the most, and if the cost is an important criterion, it lists the materials that meet the expectations most in return for the unit money paid with cost-benefit analysis.

Keywords: Interior design, Material selection, Multi-criteria decision making, Topsis, Cost and benefit

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Prof. Buğruhan Burak Kaptan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla
Deniz Sipahioğlu



19.12.2022

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Deniz SİPAHİOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ETİK VE KURALLARA UYGUNLUK BELGESİ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	2
1.2. Amaç.....	3
1.3. Önem.....	4
1.4. Varsayımlar.....	4
1.5. Sınırlılıklar.....	4
1.6. Tanımlar.....	5
2. ALANYAZIN.....	6
2.1. İçmimarlıkta Malzeme.....	6
2.2. İç Mekan Yüzeyleri.....	8
2.3. İç Mekanlarda Kullanılan Malzemeler.....	9
2.3.1. Ahşap.....	10
2.3.2. Doğal Taş.....	12
2.3.3. Seramik.....	13
2.3.4. Metal.....	14
2.3.5. Plastik	16
2.3.6. Cam.....	17
2.3.7. Boya.....	19
2.3.8. Duvar Kağıdı	20
2.3.9. Tekstil	20
2.4. İçmimarlıkta Malzeme Seçimi.....	22
2.5. Bölüm Değerlendirmesi.....	26

	<u>Sayfa</u>
3. YÖNTEM.....	28
3.1 Literatür.....	30
3.2 Topsis Yöntemi.....	32
3.3 Fayda Maliyet Analizi ve Pazarlık Payının Belirlenmesi.....	42
3.4 Geliştirilen Ms Excel Tabanlı Program.....	43
4. BULGULAR VE YORUM.....	50
4.1 Senaryo Çocuk Odası.....	50
4.2 Senaryo Otel Odası.....	52
4.3 Senaryo Hastane Odası.....	55
4.4 Bölüm Değerlendirmesi.....	57
5. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	59
5.1. Sonuç.....	59
5.2. Tartışma.....	60
5.3. Öneriler.....	60
KAYNAKÇA.....	62
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1: İç Mekanlarda Kullanılan Malzemeler ve Uygulandığı Yüzeyler.....	10
Tablo 2.2: Malzeme Seçiminde Kullanılan Kriterler.....	25
Tablo 3.1: Topsis Yönteminin Adımları.....	33
Tablo 3.2: Sayısal Karar Matrisinin Genel Hali.....	34
Tablo 3.3: Örnek Probleme ait Karar Matrisi.....	34
Tablo 3.4: Örnek Probleme ait Sayısal Karar Matrisi (A).....	35
Tablo 3.5: Örnek Probleme ait Normalleştirilmiş Matris (R).....	36
Tablo 3.6: Kriter Önem Derecelerinin Hesabı (w).....	37
Tablo 3.7: Örnek Probleme ait Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V).....	37
Tablo 3.8: Örnek Probleme ait İdeal (A+) ve Anti İdeal (A-) Çözümler.....	38
Tablo 3.9: Örnek Problem için Fayda Maliyet Analizi.....	41
Tablo 3.10: Örnek Problem için Pazarlık Analizi.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1 İç Mekan Malzeme Seçim Programı Açılış Sayfası.....	43
Şekil 3.2 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Malzeme Seçme Sayfası.....	44
Şekil 3.3 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Açılış Sayfası.....	44
Şekil 3.4 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Verileri Düzenleme Sayfası.....	45
Şekil 3.5 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Kriter Puanlama Sayfası.....	46
Şekil 3.6 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Sayısal Karar Matrisi Sayfası...	47
Şekil 3.7 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Topsis Puanları Tablosu.....	47
Şekil 3.8 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Topsis Puanları Sayfası.....	48
Şekil 3.9 İç Mekân Malzeme Seçim Programı Fayda Maliyet Analizi Sayfası..	48
Şekil 4.1 Çocuk odası malzemelerine ait Topsis Puanları.....	51
Şekil 4.2 Çocuk odası malzemelerine ait Fayda/Maliyet Analizi sonuçları.....	52
Şekil 4.3 Otel odası malzemelerine ait Topsis Puanları.....	54
Şekil 4.4 Otel odası malzemelerine ait Fayda/Maliyet Analizi sonuçları.....	54
Şekil 4.5 Hastane odası malzemelerine dair Topsis Puanları.....	56
Şekil 4.6 Hastane odası malzemelerine dair fayda-maliyet analizi sonuçları.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A+	: Kriteria ait ideal değeri
A-	: Kriteria ait anti-ideal değeri
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
ARCHIEXPO	: Malzeme veri tabanı
a_{ij}	: i. seçeneğin j. kriterine göre aldığı değeri
ANP	: Analitik Network Süreci
C_i^*	: İdeal değere olan yakınlık göstergesi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	: Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Biri
MS Excel	: Elektronik Tablo Yazılımı Programı
Excel VBA	: Excel Visual Basic Uygulaması
S+	: Bir seçeneğin ideal çözümle arasındaki mesafe
S-	: Bir seçeneğin anti-ideal çözümle arasındaki mesafe
TOPSİS	: Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Biri
VİKOR	: Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Biri
YEM	: Yapı Endüstri Merkezi

1. GİRİŞ

Endüstri devrimi sonrası yapı ürünlerinin üretim tekniğinde yaşanan gelişmeler, mühendislik ve malzeme bilimi alanındaki yeni buluşlar ve teknolojiler sayesinde pek çok yeni yapı malzemesi geliştirilmiş, malzeme çeşitliliği ve ürün sayısında büyük bir artış gözlenmiştir. Bu durum, tasarımcılara pek çok malzeme arasından seçim yapma olanağı sunarken, değişik nitelik ve nicelikteki farklı malzemeler arasından uygun malzemeyi seçme işini de bir o kadar zorlaştırmıştır. Yaşanan zorluklar malzeme seçiminde kullanılacak sistematik bir yöntem ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

Malzeme seçim problemi sadece içmimarlık alanında değil, mimarlık, endüstriyel tasarım, inşaat, makine, kimya gibi diğer tasarım ve mühendislik alanları içinde önemli bir sorundur. Burada karar verici olan tasarımcı veya mühendis, kendi tasarımıyla ilgili kullanacağı malzemeleri veya hammaddeleri belirlemeye çalıştığı, zorlu bir süreçten geçer. Öncelikle seçilecek malzemenin, hangi kritere göre değerlendirileceğinin belirlenmesi gerekir. Her malzemenin sahip olduğu kritere göre özelliği farklıdır. Piyasada bu kriterleri yaklaşık olarak sağlayan, ama fiyat farkları olan malzemeler bulunmaktadır. Bu durumda malzeme seçimi yapacak kişinin, elindeki çok sayıdaki seçeneği, belirli kriterlere göre değerlendirip, kendi tasarımına uygun olanı seçmesi gerekir. Bunun algoritmik ve kolay hesaplanabilen bir yöntemle yapılması süreci kolaylaştıracaktır. Ayrıca malzemenin birim fiyatı da çok etkili bir kriterdir. Belirli bir yöntemle göre malzemeleri seçen kişinin, malzeme fiyatlarını da dikkate alması gerekir. Üstelik sonrasında malzeme fiyatları için ne kadar pazarlık yapacağını bilmesi de kendisine avantaj sağlayacaktır.

Malzeme seçimi problemi, çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilir ve ÇKKV için geliştirilmiş çözüm yaklaşımlarından biri kullanılarak, karar süreci kolaylaştırılabilir. Bu alanda sıklıkla kullanılan yöntemlerden bazıları, Topsis, AHP, Vikor ve Electre olarak verilebilir. Bu yöntemlerden hangisinin diğerlerinden daha iyi olduğuna dair bir değerlendirme yapılamamaktadır. Ancak Topsis yönteminin, hesaplamalardaki kolaylığı ve mantığı nedeniyle öne çıktığını söylemek mümkündür. Hemen hemen bütün iç mekan tasarımı uygulamalarında, malzeme seçimi problemiyle karşılaşmaktadır. Dolayısıyla iç mekan tasarımı uygulamalarında sezgisel yöntemin dışında, Topsis gibi matematiksel ve sistematik bir süreçle malzeme seçimine karar vermek ve hatta bunu bir bilgisayar programı haline getirerek, tasarımcıların kullanımına sunmak yararlı olacaktır.

1.1. Problem

İç mekan tasarımı uygulamalarında, tasarımcının karşılaştığı temel sorunlardan biri, yaptığı tasarıma uygun malzemeyi seçmektir. Tasarımın söz konusu olduğu malzeme seçimlerinde, çoğunlukla seçilecek malzemenin tasarımın doğasına ve yapısına uygun olması yeterli görülür. Ancak gerçekleştirilecek iç mekan tasarımına uygun, birden fazla malzeme seçeneği olabilir. Örneğin bir konser salonu veya hastane odası tasarımında, zemin döşemesi için kullanılacak malzemenin ne olacağı önemli bir karardır. Çünkü farklı fonksiyonlara sahip bu iki mekan için kullanılacak zemin döşeme malzemelerinin, hem nitelikleri birbirlerinden farklıdır, hem de belirlenen niteliklere uygun çok sayıda malzeme kullanmak mümkündür.

İç mekan tasarımında, hangi malzemenin tercih edilmesi gerektiğine karar verebilmek için, öncelikle malzemeye dair beklentilerin belirlenmesi gerekir. Malzemeden tasarıma uygun olarak taşınması istenen özelliklere, malzemenin niteliği denir. Malzeme niteliği, belirlenen kriterlerle değerlendirilebilir. Örneğin maliyet, yanmazlık, kolay temizlenebilme, uygulama kolaylığı, kaymaz olma, hijyen ve malzemenin tasarıma uygun renk ve dokuda olması ya da kolay elde edilebiliyor olması kullanılabilecek kriterlerden bazılarıdır. Öte yandan, bu tür kriterlerin hepsinin aynı önem derecesine sahip olması gerekmez. Kimi tasarımda hijyen ve kolay temizlenebilme öne çıkarken (hastane odası tasarımı) kimi tasarımda ses yutuculuk ve yanmazlık (konser salonu tasarımı) daha önemli olabilir. Bu nedenle, malzeme seçiminde sadece bir veya birkaç kriterin dikkate alınması hataya yol açar. Mümkünse tasarımın konusu olan iç mekanla ilgili bütün kriterlerin, farklı önem dereceleriyle bir arada değerlendirilmesi gerekir. Böylece bütün kriterler, karara katkı sağlamış olur. Bu durumda ilk yapılması gereken, tasarıma uygun olan kriterlerin ve önem derecelerinin ortaya konmasıdır. Daha sonra bu kriterleri sağlayan alternatif malzemeler seçilmeli ve bunlar arasından hangilerinin tasarımdaki beklentileri daha çok karşıladığı belirlenmelidir. Malzemenin belirlenmesinde iki durum söz konusu olabilir:

- i) Maliyet, tasarımda önemsenmeyen bir kriterse, hangi malzemenin seçileceği bir yöntemle belirlenebilir.
- ii) Maliyet önemsenen bir kriterse, malzeme seçiminde kullanılan yöntemin verdiği sonuçlar, malzemelerin maliyeti göz önüne alınarak bir kez daha değerlendirilmeli ve fayda-maliyet analizi ile karar verilmelidir. Bunun bir

sonra ki aşaması ise, hangi malzemeler için ne kadar pazarlık yapılabileceğini hesaplayan bir pazarlık analizinin yapılmasıdır.

Sonuç olarak sorun, bir iç mekan tasarımı sürecinde, karar vericinin veya ortak karar vericilerin belirleyeceği kriterleri en fazla dikkate alarak, çok sayıdaki alternatif malzeme arasından uygun olanı seçmek ve bu iş için izlenecek yöntemi belirlemektir. Karar vericiler, tasarımcı ve proje sahipleri olarak düşünülebilir. Malzemelere de maliyet değeri düşünülmeden veya maliyet değeri dikkate alınarak karar verilebilir. Maliyet değeri dikkate alınacaksa, fayda-maliyet ve pazarlık analizleri yaparak karar vermek yerinde olacaktır.

Çalışma, bu soruları yanıtlayacak biçimde şekillendirilmiştir. Tasarımı yapılacak mekanda kullanılacak malzemelere ait kriterleri belirlemek üzere, tasarımcı tarafından cevaplanacak bir kontrol listesi ve belirlenen kriterlere uygun malzemelerin seçilmesinde yardımcı olacak, malzeme listesi hazırlanmıştır. Bu yolla, önem verilen kriterleri ve malzemeleri belirlerken tasarımcıya yardımcı olacak bir yöntem sunulmuştur. Daha sonra bunların fayda-maliyet ve pazarlık analizlerini yaparak, tasarımcıya karar vermesinde kolaylık sağlayan bir karar verme yöntemi önerilmiş, son olarak önerilen yöntemin MS Excel ortamında hazırlanan bir uygulaması geliştirilerek, karar vermede tasarımcıya hız katacak ve çeşitli karşılaştırmalar yapmasını sağlayacak bilgisayar desteği sağlanmıştır.

1.2. Amaç

Çalışmanın amacı, iç mekan tasarımı sürecinde var olan malzemeler arasından, tasarıma ve beklentilere uygun olan malzemeleri belirleyecek bir yöntem önermek ve bunu bilgisayar desteği ile kullanıcıya sunmaktır. Ayrıca malzeme seçiminde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi önemli olduğu için, kriterlerin belirlenmesine yönelik bir kontrol listesinin geliştirilmesi de hedeflenmiştir. Böylece hazırlanan kontrol listesini inceleyen kişi, malzeme seçim probleminde hangi kriterlere ağırlık vermesi gerektiğini kolaylıkla seçebilecek ve bu kriterlere göre eldeki malzemeleri karşılaştırarak, kullanabileceği uygun malzemeleri belirleyebilecektir. Buna ek olarak, malzeme birim fiyatları kullanılarak, fayda-maliyet analizi yapılacak ve birim maliyete göre beklentileri en çok karşılayan malzemeler listelenecektir. Son olarak tedarikçilerle yapılacak pazarlıkta, en az ne kadar indirim istenmesi gerektiğine dair bir sonuç türetilenecektir. Bütün bunlar, MS Excel tabanında geliştirilmiş programla, tasarımcının kullanımına bütünlük şeklinde sunulacaktır.

1.3. Önem

Çalışma, iç mekan tasarımı sürecinde karşılaşılan malzeme seçimine yönelik karar verme problemlerinde, tasarımcıya zaman kazandıracaktır. Ayrıca fayda maliyet analizi ile, fiyat kriterinin malzeme seçimindeki etkisini gösterecek ve pazarlık yapmak için gerekli miktarı hesaplayacaktır. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan bir yazılım olması, tablet, bilgisayar ve cep telefonu gibi ortamlarda rahatça kullanılabiliyor olması, program yazılarak etkinliğinin artırılabilmesi gibi nedenlerle MS Excel yazılımı ile, tasarımcıya destek olacak bir program hazırlanmıştır. Program Excel VBA ortamında geliştirilmiştir. Bu açılarından çalışma, tasarımcıya büyük hız kazandıracak ve tasarımcının istediği kriterlere uygun malzemeyi kolayca seçebilmesine olanak sağlayacaktır. Bir diğer deyişle, tasarımcı malzeme seçiminde kriterlerin önem derecelerine göre karar vereceği için, belirlenecek malzemelerin doğru seçimler olduğundan emin olacaktır. Geliştirilen program ile, tasarımcı aynı problemin farklı durumları için de analiz yapabilecek, böylece hangi parametrenin veya kriterin kararda ne kadar etkili olduğunu görebilecektir. Bütün bunlar içmimarlık alanı için yenidir ve çalışmayı özgün kılmaktadır.

1.4. Varsayımlar

Çalışmada sadece birkaç tane varsayım olduğu söylenebilir. Bunlar:

- Bütün malzemelere ait önemsenen kriter değerleri, erişilebilir kabul edilmektedir. Örneğin yanmazlık gibi bir kriter kullanılacaksa, malzemelerin yanmazlık derecelerinin bilindiği veya en azında sözel olarak çok iyi, iyi, orta, kötü ve çok kötü gibi bir değerlendirmeye belirlenebildiği varsayılmaktadır.
- Kullanılabilecek malzeme türünün sınırlı sayıda olduğu varsayılmaktadır.
- Malzeme seçimi kararından sonra belirlenen malzemenin, istenen renk ve dokuda temininde bir sorunla karşılaşılmayacağı varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar

Çalışmada kullanılan karar verme yöntemi olan Topsis, çok kriterli karar verme (ÇKKV) alanındaki literatürden derlenmiştir. Çalışmada sadece Topsis yöntemi kullanılmıştır ve 3. Bölümde detaylı olarak açıklanmıştır. Ayrıca bu çalışma, iç mekan zemin kaplama malzemesi seçimiyle sınırlandırılmıştır. Ancak önerilen yöntem, binaların

taşıyıcı sistem seçimi, dış duvar kaplama ürünlerinin seçimi veya çatı kaplama ürünlerinin seçimi gibi farklı alanlar içinde kullanılabilir.

1.6. Tanımlar

Bu çalışmadaki temel kavramlar, Çok kriterli karar verme (ÇKKV), Topsis yöntemi, Fayda-maliyet analizi ve Pazarlık analizi olarak verilebilir.

- Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV): Sınırlı sayıda alternatif arasından, çeşitli kriterlere göre önem dereceleri belirlenmiş seçeneklerin değerlendirilmesi tekniklerine verilen addır.
- TOPSİS: Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden biridir.
- Fayda-Maliyet Analizi: Malzeme seçim sonuçlarının maliyet kriteri ile birlikte değerlendirilmesi sürecine verilen addır.
- Pazarlık Analizi: Maliyet kriteri dikkate alındığında, tedarikçilerle ne kadar pazarlık yapılacağı bilgisini içeren çalışmadır.

Sonuç olarak iç mekan tasarımı sürecinde, tasarımcının belirlediği kriterlere göre, var olan malzemeler arasından seçim yapılmasını sağlayacak yöntemlere gerek duyulmaktadır. Bu çalışmada, Topsis yöntemi ile malzeme seçimi sürecinin kolayca yönetilebileceği gösterilmiş ve tasarımcılara destek olması için MS Excel tabanlı bir program geliştirilmiştir.

2. ALANYAZIN

2.1. İçmimarlıkta Malzeme

Malzeme, yapının fiziksel olarak gerçekleşmesini sağlayan, formu ayakta tutan ve algılanır kılan yapısal bir ögedir. Malzemenin seçimi, bir araya getirilişı, detaylandırılması ve yapı bağlamında oluşturduğu süreklilik, yapının fiziksel ve anlamsal ifadesinde doğrudan belirleyici bir rol oynamaktadır. Yapılar, yapıldıkları dönemin toplumsal koşullarının, dinsel, düşünsel ve siyasal birikimlerinin izlerini taşımaktadır. Mimari ve iç mimari kurguda yer alan malzemeler, bu düşünceleri somutlaştırmış, gerçeğe dönüştürmüştür. Bu bağlamda malzeme, duygu ve düşüncelere hayat veren biçim kazandıran çok önemli bir mimari ve içmimari bileşendir (Karalı, 2019).

Tarihte malzemelerle tasarım, ahşap, taş, deri ve kemik gibi doğal kaynaklarla başlamıştır. İlerleyen yıllarda malzeme keşifleri, malzeme bilimi ve mühendislik sayesinde çeşitlenmiştir (Akın ve Pedgley, 2016).

Binlerce yıldır bina yapımında kullanılan strüktürel malzemeler, ahşap (kereste) ve kagirdir (taş, tuğla, kiremit ve çeşitli imal edilmiş blok biçimleri). On dokuzuncu yüzyıldan itibaren bina yapımında iki tür stüktürel malzeme kullanımı önem kazanmıştır. Bunlar, başta demir ve elik olmak üzere metaller ve betonarmedir (Rupp, 1989).

Her bina, yapıyı fiilen destekleyen ve çevreleyen strüktürel elemanlardan ve binanın temel yapısını etkilemeyen, strüktürel olmayan eklentilerden oluşur. Örneğın strüktürel bir eleman olan döşemenin yüzeyi, taş, tuğla, ahşap, seramik malzeme ile kaplanabilir veya bir duvar, taş, tuğla, ahşap, alçı levhadan inşa edilebilir. Ama bu duvar daha sonra sıva, boya, kumaş, fayans, lambri veya herhangi başka bir malzeme ile kaplanacaktır. İç mekan tasarım çalışmalarının önemli bir kısmı, mekanı oluşturan yüzeyler için uygun malzemelerin seçilmesi işidir ve birkaç yüzeyden oluşan tipik bir iç mekanda bile, insanı şaşırtacak kadar çeşitli türde malzeme kullanılmaktadır (Pile, 1995).

Tüm malzemeler doğal kaynaklardan elde edilmesine rağmen, insan ihtiyaçları malzemelerin doğada bulundukları şeklin dışında, üzerlerinde değişiklik yapılarak kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Günümüzde kullanılan malzemeler, doğal malzemeler, işlenmiş malzemeler ve sentetik malzemeler olarak incelenebilir.

Doğal malzemeler, yüzeysel olarak değiştirilmeden doğal görünümleri korunarak kullanılan malzemelerdir (Pile,1995). Örneğın taş ve ahşap, doğal formlarında kullanılan malzemelerdir. Bu tür malzemeler genellikle standart şekillerde kesilir. Taş ocağından

çıkarılan taş, farklı işlemlerden geçirilerek kesme taş olarak adlandırılan bloklar haline getirilir. Ağaçlar önce kütüklere dönüştürülür, ardından standart biçim ve boyutlarda tahtalar ve keresteler haline getirilir.

İşlenmiş malzemeler, doğal malzemelerin pratik kullanım için özel formlara dönüştürülmesi sonucunda ortaya çıkan malzemelerdir (Pile, 1995). Doğal bir malzeme olan kil, tuğla veya kiremit haline getirildiğinde farklı özelliklere sahip olur ve sahip olduğu yeni özellikler sebebiyle kullanılır. Kum ve küçük taşlar (agrega olarak adlandırılır), çimentoyla birleştirilip, gömülü çelik çubuklarla takviye edilmiş kalıplara döküldüğünde, kesme taşa benzer bloklar meydana gelir ve bir tür yapay taş olan beton oluşur. Ahşap, önce ince tabakalar halinde dilimlenir, ardından dilimlenen kaplama katmanları kontrplak oluşturmak için birbirine yapıştırılır. Tüm metaller, onları cevherden çıkarmak, rafine etmek ve muhtemelen alaşımlar halinde birleştirmek için işlenmeyi gerektirir. İşlendikten sonra levhalar, borular, dökümler veya diğer şekiller haline getirilir.

Sentetik malzemeler, doğada bulunmayan, yapay süreçlerle meydana getirilmiş veya üretilmiş malzemelerdir (Pile, 1995). Örneğin cam, kumdan ve ısı ile kaynaşmış çeşitli elementlerden yapılmış eski bir sentetiktir. Modern sentetiklerin en bilineni plastiklerse, petrolden elde edilen çeşitli kimyasallardan yapılır. Sentetikler birleştirilerek yeni malzemeler üretilir, bu da cam elyafı gibi hibritlerin oluşmasını sağlar.

İç mekan düzenlemelerinde doğal, işlenmiş ve sentetik malzemeler, ayrı ayrı veya bir arada bir kombinasyon oluşturacak şekilde sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin masif ahşap bir tablanın yüzeyi, sentetik plastik bir laminant malzemeyle kaplanabilmekte veya haddelenmiş çelik kirişler veya kolonlar, üzerlerine dökülen betonun içinde görünmez hale gelebilmektedir.

İster geleneksel veya yüksek teknoloji ürünü, ister doğal veya yapay, isterse düşük bütçeli veya yüksek bütçeli olsun, malzemelerin her biri içmimarın içinden seçimler yapıp kullandığı malzeme paletini oluşturur. Yapılan mekan tasarımının başarısı ya da başarısızlığı, genellikle malzemelerin yaratıcı ve doğru bir biçimde kullanılmasına bağlıdır. Günümüzde iç mekan tasarımcılarının işlerini en iyi şekilde yapabilmek için, sonsuz gibi görünen malzemeler hakkında derin bilgiye sahibi olmaları gerekir. Malzemelerin teknik özellikleri, uygulama teknikleri, kısıtlamaları, yarattığı his, sahip olduğu yüzey sıcaklığı, sahip olduğu fiziksel ve görsel ağırlığı, dayanıklılığı, diğer

malzemelerle etkileşimi, nitelikli bir iç mekan tasarımı için ihmal edilemeyecek kadar önemli konu başlıklarını oluşturur.

2.2. İç Mekan Yüzeyleri

İç mekanlarda bulunan yüzeyler, duvar, döşeme ve tavan yüzeyleri olarak üç elemandan oluşur. Bu elemanlar hem iç mekanların sınırlarını belirlemekte hem de mekanları biçimlendirmektedir (Ching & Binggeli, 2018).

İç mekanın sınırlarını belirleyen birinci yüzey elemanı duvarlardır. Duvarlar herhangi bir yapının temel mimari elemanıdır. Geleneksel olarak, zemin üstündeki döşeme düzlemleri, tavanlar ve çatılar için strüktürel taşıyıcı görevi görür, binaların cephelerini oluşturur. Biçimlendirdiği iç mekanlar için koruma ve mahremiyet sağlar (Ching, 2004).

Dış duvar, yapıyı çevresindeki dış etkilere karşı koruyan, iç duvarsa yapının farklı mekanlarını birbirinden görsel, eylemsel ve işlevsel yönlerden ayıran yapı elemanı olarak tanımlanır. Herhangi bir mekanda duvarlar, çoğunlukla diğer tüm iç yüzeylerden daha fazla alan kaplar ve içmimarlar için önemli bir yüzey olarak kabul edilir. Duvar kaplamaları, duvarların ayırdıkları ortamın iç ya da dış ortam olmasına göre değişik isimler alır. İki iç ortamı birbirinden ayıran duvarlarda, duvar gövdesinin her iki yönüne uygulanan kaplamaya iç kaplama, bir iç ve bir dış ortamı ayıran duvarlarda, dış ortamda kalan kaplamaya dış kaplama, iç ortamda kalan kaplamaya iç kaplama, iki dış ortamı birbirinden ayıran duvarlarda her iki kaplamaya dış kaplama denir (Toydemir vd., 2000).

Döşemeler, iç mekanın sınırlarını oluşturan ikinci yüzey elemanıdır. İç mekanlarda kullanıma yönelik bir yüzey ve görsel bir arka plan olarak kabul edilse bile, rengi, deseni, dokusu ve mekana kattığı atmosfer ile, mekanın karakterini belirleyen önemli bir mekan ögesidir (Ching, 2004).

Döşeme, binanın yatay taşıyıcı elemanlarından biri olup, herhangi bir duvar uygulaması gibi iç mekan projelerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Döşemenin öncelikli işlevi yük taşımaktır. Ayrıca bulunduğu yere göre, ısı, su, nem ve gürültü gibi etkilere karşı strüktürü korumakta görevleri arasındadır.

Döşeme kaplaması döşeme strüktürünün son tabakasıdır. Döşeme doğrudan aşınmaya maruz kaldığı ve bir mekanın yüzey alanının büyük bölümünü kapladığı için, döşeme malzemesinin estetik ve işlevsel kriterler akılda tutularak seçilmesi büyük önem taşır.

İç mekanların sınırlarını belirleyen üçüncü yüzey elemanı ise tavanıdır. Tavanlar, duvarlar ve döşemeler gibi sürekli temas halinde olduğumuz mekan öğelerinden biri değildir. Dokunamayacağımız mesafelerde olmasına rağmen, tavanların iç mekanı şekillendirmede ve mekanın düşey boyutunu sınırlamada önemli görsel rolü bulunur (Ching, 2004).

Tavanlar, döşemelerinin hem alt yüzeyleri ile hem de çatı strüktürleri ile oluşurlar. İç mekanların kapatıcı öğesidir; örtüsünün altında bulunanlar için hem fiziksel hem de psikolojik korunma duygusu sağlar. Tavan malzemesi strüktürel çerçeveye doğrudan bağlantılıdır veya bu çerçeveye aşağıdan asılır. Bazı durumlarda, üzerindeki strüktür çıplak bırakılır ve tavan görevi görür. Tavan yüzeyinde ısıtma-havalandırma veya tesisat gibi herhangi bir ekipman yoksa, tavan genellikle düzlemseldir ve kolayca çözülebilir. Ancak tavanda akustik, ısıtma-havalandırma, aydınlatma veya yağmurlama sistemi ekipmanları varsa, sistemi gizlemek için asma tavan oluşturmak gerekebilir (Toydemir, vd., 2000).

2.3. İç Mekanlarda Kullanılan Malzemeler

İnşaat tekniklerinde yaşanan gelişmeler duvar, döşeme ve tavan yüzeylerinde kullanılan malzemeleri etkilemiştir. Geçmişte binalar doğal taş, ahşap gibi masif ve sıva istemeyen malzemelerle üretilirken, bina yükünü hafifletmek ve maliyeti düşürmek isteyen üreticiler, yapı teknolojisinin gelişimiyle daha ince kesitli malzemeler üretmeye başlamış, yapı strüktürü hafifleyip incelmış ama dış etkilere karşı korumasız kalmıştır. Bu durum strüktüre yeni katmanların eklenmesini zorunlu kılmıştır. Özellikle iç mekan uygulamalarında daha nitelikli görünüm ve süslemeler elde etmek, yapı katmanlarını ısı, nem ve gürültü gibi dış etkilere karşı korumak için, duvar, döşeme ve tavan yüzeylerinde farklı kaplama malzemelerini kullanmak gerekli hale gelmiştir.

İç mekanlarda kullanılan kaplama malzemeleri, yapı elemanlarının yüzeylerini, duvara, döşemeye ve tavana sabitleyen ve koruyan son kat olarak tanımlanır. Görülebilen veya dokunulabilen tüm malzemeleri ve yüzeyleri çevreler (McMorrough, 2006). Bu nedenle, bu katman sadece iç mekanların yapısal tanımı için değil, aynı zamanda görsel ve psikolojik tanımı içinde önemlidir.

Bu bölümde, iç mekan yüzeylerinde kullanılan kaplama malzemeleri, Pile'in Interior Design (1995) adlı kitabında yer alan malzeme sınıflaması temel alınarak, dokuz

başlık altında açıklanmış, yine iç mekanı oluşturan duvar, döşeme ve tavan yüzeylerine uygulanan malzeme türleri, Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. *İç Mekanlarda Kullanılan Malzemeler ve Uygulandığı Yüzeyler*

MALZEMELER	YÜZEYLER		
	DUVAR	DÖŞEME	TAVAN
AHŞAP	✓	✓	✓
DOĞAL TAŞ	✓	✓	
SERAMİK	✓	✓	
METAL	✓	✓	✓
PLASTİK	✓	✓	✓
CAM	✓	✓	✓
BOYA	✓		✓
DUVAR KAĞIDI	✓		✓
TEKSTİL	✓	✓	✓

2.3.1.Ahşap

Ahşap, ağaçların gövdelerinin ve dallarının büyük bölümünü oluşturan, odunsu yapıya sahip olan sert, lifli bir malzemedir. İnşaat faaliyetleri için arzu edilen tüm faktörlere sahiptir. Ağırlığı hafif, çekme mukavemeti yüksek ve işlenmesi kolaydır (Lyons, 2010).

Doğal ahşap hemen her yerde bulunabilir ama daha önemlisi yenilenebilir bir yapı malzemesidir. Maliyeti yüksek olmasına rağmen, işlenmesi kolay olduğu için farklı alanlarda kullanılmaktadır. Ağacın türüne göre değişen koku, renk ve dokuya sahiptir. Kullanımının çok yönlülüğü nedeniyle, muhtemelen insanlar için en tanıdık ve bilinen yapı malzemesidir.

Ahşap, sıcaklık yükselince genleşir, nem oranına göre şişer veya büzülür. Nemin artmasıyla birlikte oluşan suyu hücrelerinde depolar, nem oranı düşünce suyu dışarı salar. Ahşabın çalışması biçim değiştirmesine yol açtığı için, tasarım ve uygulama aşamalarında

ahşabın bu özelliği dikkate alınmalıdır. Ahşap kurduğunda büzülme çatlakları oluşabilir, ancak bu çatlaklar taşıyıcı sistemin statüğünü fazla etkilemez (Hegger, vd., 2016).

Ahşap malzemenin teknik özellikleri, ağacın yetiştiği coğrafi bölge, iklim, yönlenme ve topraktaki su miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle ahşap malzemenin özellikleri, ağacın cinsine göre değişiklik gösterir. Ayrıca organik bir malzeme olduğu için, çevresel faktörler nedeniyle bozulabilir ve bu faktörler fiziksel, kimyasal ve biyolojik olabilir (Fernandez, 2006).

Ahşap malzeme veya atıklar parçalanıp, ayrıştırılarak ahşap asıllı ürünler elde edilir. Ahşabın lifli yapısının yeniden düzenlenmesiyle standart boyutlarda, tanımlı teknik özelliklere sahip, işlenmesi kolay paneller endüstriyel olarak üretilebilir. Görünümleri doğal ahşabı andırabileceği gibi, çok farklı bir malzeme izlenimi de uyandırabilir. Bu tür üretilmiş ahşap malzemelere kompozit denilmektedir. Ahşap asıllı üretimde, ahşabın doğal özellikleri arka planda kalsa bile, ürünün görünümü yine de ahşaba yakındır. Kompozit ürünlerin sağlamlığı, üretim aşamasında uygulanan preslemeden, yapımında kullanılan ahşap bileşenlerin sağlamlığından ve sertleşen tutkaldan kaynaklanmaktadır (Hegger, vd., 2016).

Ahşap asıllı paneller, iç mekan yüzeylerinde yüksek kalitede ahşap kaplamalar veya düşük maliyetli kaplama altı malzemeler olarak kullanılabilir. Günümüzde pahalı doğal ahşap kaplamaları neredeyse aratmayacak kalitede, ahşap taklidi laminant gibi kaplamalar üretilmekte ve kullanılmaktadır.

Masif ahşabın kullanımı çok yönlüdür. Özellikle strüktürel çerçevelerin oluşturulmasında, mobilyalarda, lambri yapımında ve diğer birçok bileşende sıkça kullanılmaktadır. İç mekan duvar yüzeyleri için, farklı boyutlarda hem masif hem de kompozit ahşap paneller kullanmak mümkündür. Masif ahşap paneller ahşabın çalışması nedeniyle küçük ebatlarda uygulanabilirken, kompozit ahşap paneller daha büyük ebatlarda üretilebilmekte ve sorunsuz uygulanabilmektedir (Fernandez, 2006).

Döşeme kaplaması olarak ahşap parke, iç mekanlarda en çok kullanılan malzemelerdendir. Parkeler, masif ahşap parkeler, lamine parkeler ve laminant parkeler olarak bilinir. Masif parkeler doğrudan ağaçtan elde edilen, farklı ebatlarda üretilebilen doğal zemin döşeme kaplamasıdır. Lamine parkeler, üç masif ahşap katmandan oluşur. Üst katman estetik bir görünüme ve yüksek kaliteye sahipken, diğer katmanlar görece kalitesizdir (Riggs, 2003). Laminant parkeler sunta ve yonga levhadan elde edilir.

Laminant parkenin üst yüzeyinde, malzemeye ahşap rengini ve dokusunu kazandıran plastik türevli bir katman bulunur.

Tavanlarda, tasarım ihtiyaçları ve istekleri doğrultusunda masif, sunta ve yonga levha olarak ahşap kullanılabilir. Ayrıca asma tavanlarda akustik kaliteyi artırmak için masif ahşap paneller tercih edilebilir. Bu paneller istenilen ölçülerde kesilerek doğal bırakılabilir veya akustik özelliklerini kaybetmeyecek şekilde boyanabilir.

2.3.2. Doğal taş

Doğal taş kalıcılık, otorite ve geleneği simgeler. Mısır Piramitlerinde olduğu gibi günümüze kadar gelebilen yapıların tümü doğal taş yapı malzemesiyle inşa edilenlerdir. Yoğunluğu, mukavemeti, yüzey sertliği ve ısı iletkenliği yüksek olan doğal taşlar, atmosferik aşındırma, donma ve kimyasal dönüşüm gibi doğal etkenlere karşı da oldukça dayanıklıdır. Bütün üstün özelliklerine rağmen, günümüz modern mimarlığında doğal taşlar, taşıyıcılık işlevini yitirmiş, döşeme ve duvar yüzeylerinde kaplama malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Doğal taş malzeme, malzemeyi sıkıştırmaya veya ezmeye eğilimli olan basınç yükleri altında, iyi bir dayanım sunar. Bununla birlikte, gerilmeye karşı direnç açısından, düşük çekme mukavemetine sahiptir. Bu nedenle, zemin veya çatı yapımında yatay taşıyıcı eleman (kiriş) olarak kullanımı tatmin edici değildir. Kiriş, üzerine bindirilen yükler tarafından, bükülme sırasında gerilen bir yapı elemanıdır. Ahşap ve çelik gibi malzemeler hem basınç hem de çekme geriliminde güçlü oldukları için, yapılarda yatay taşıyıcı (kiriş) olarak kullanılmaya daha uygundur. Doğal taş malzemelerse yalnızca sıkıştırmaya karşı güçlü olduğu için, yapılarda düşey taşıyıcı eleman (kolon) olarak kullanılır (Rupp, 1989).

Doğal taşlar, volkanik, tortul ve başkalaşmış kayalardan elde edilmektedir. Volkanik kayalar, sıvı haldeki magmanın soğuyup katılaşmasıyla oluşan kayalardır. Yapıları oldukça sağlam, sert ve büyük ölçüde homojendir. Tortul kayalar parçacıklardan oluşan kayalardır ve bünyelerinde oyuklar, hayvan veya bitki fosilleri içerir. Başkalaşmış kayalarsa, mevcut kayaların yüksek sıcaklık, basınç veya kimyasal süreçlerle, yapısal dönüşüme uğraması sonucunda meydana gelen kayalar olup bünyelerinde oyuk bulunmaz ama yüzey dokuları belirgindir (Hegger, vd., 2016).

Granit volkanik bir kaya türüdür. Doğal taşlar içerisinde yıpranmaya dayanımı en yüksek yapı malzemesidir. Oldukça serttir ve geniş renk yelpazesine sahiptir. Kireçtaşı

bir tortul kaya türüdür. Yapı sektöründe kullanılan kaya sınıflarının en büyüğüdür. Yapısal bileşiminden ötürü kimyasal süreçlere karşı duyarlıdır. Genelde fosil içeren bu kaya türünün rengi pastel tonlardadır ve cilalanabilir. Mermer ve traverten tortul kaya türünde doğal taş malzemelerdir. Arduaz ise başkalaşmış kaya türüdür. Damarları doğrultusunda yarılabildiğinden ince plaklar halinde kullanılır. Rengi koyu gri ile siyah arasında değişir (Hegger, vd., 2016).

Doğal taşlar en önemli özelliği, geniş bir renk ve doku çeşitliliğine sahip olmaları ve yıllara meydan okumalarıdır. Doğal taşların yüzeyini işleyerek farklı etkiler yaratmak mümkündür. Taşçı kalemle yontarak, taşçı tarağıyla taraklayarak, taşçı çekiciyle çekiçleyerek, kumlama ve cilalama gibi işleme teknikleriyle taşta özgün bir karakter verilebilir. Cilalamayla taşın yaşlanma belirtileri ortadan kaldırılabilir.

Yapı teknolojisinin gelişmesiyle çimento ya da sentetik reçine kullanarak, yapay yollarla hazırlanmış taş yapı ürünleri üretilmeye başlanmıştır. Beton plaklar bu tür yapay taş ürünlerin ilk örneği olarak gösterilir (Toydemir, vd. 2000).

Gerek doğal taş ürünler gerekse istenilen renk, doku ve boyutta üretilebilen yapay taş ürünler, günümüzde duvar ve döşeme yüzeylerinde kaplama malzemesi olarak sıklıkla kullanılmaktadır.

2.3.3.Seramik

Kil, seramiğin temel malzemesidir. Bu malzeme için pişirme işlemi çok önemlidir. Çünkü malzemeyi suya dayanıklı hale getirir. Teknik özellikleri bakımından yüksek brüt yoğunluk, sertlik, basınç dayanımı ve aşınma direncine sahiptir (Fernandez, 2006).

Seramik çanak, çömlek, tuğla, kiremit, terracotta, sırlı karolar gibi pişmiş toprak ürünlere verilen addır. Kullanılan toprağın türüne ve üretim şekline göre genel olarak dört gruba ayrılır. Birinci grubu, çanak, çömlek gibi pişmiş toprak eşyalar, ikinci grubu tuğla, kiremit gibi yapı malzemeleri, üçüncü grubu çini tekniğiyle yapılan duvar karoları ve vazolar, dördüncü grubu da porselenler oluşturur. Seramikler, bünyesindeki boşluk miktarına göre, boşluklu seramik malzemeler (pişmiş toprak, ateşe dayanıklı gereçler, fayanslar), yarı boşluklu seramik malzemeler (gre) ve boşluksuz seramik malzemeler (porselen) olarak üçe ayrılır (Hasol, 1988).

Seramik kaplamalar yapıda duvar, döşeme ve çatı kaplaması olarak kullanılmaktadır. Prese kaplama tuğlaları, mozaik duvar kaplamaları, dekoratif duvar

karo ve fayans kaplamalar gibi seramik kaplamalar yapıda iç mekan duvar yüzeylerinde, duvar kaplama ürünü olarak kullanılmaktadır (Yağlı, 2019).

Binaların iç mekanlarının veya dış yüzeylerinin kaplanması için, çeşitli özellik ve boyutlarda üretilen seramik mamullerine seramik karo denir. Seramik karolarının isimlendirilmesi, kullanılacağı yerin özelliklerine göre (yer karosu, duvar karosu) veya pişirim şekline göre (porselen) yapılır. Zeminin kaplanmasında kullanılacak karoların su emme değerlerinin çok düşük olması ve mukavemet değerlerinin ise yüksek olması beklenir (Varışlı, 2019).

Yer karoları çok yüksek sıcaklıklarda fırınlanmış seramik kaplama malzemeleridir. Seramik duvar kaplama malzemelerine göre daha sert ve daha ağırdır. Bu nedenle daha dayanıklı ve yük taşıma kapasitesi daha fazla olan malzemelerdir (Arıl, 2017).

Duvar karosu, daha düşük sıcaklıklarda fırınlanmış seramik kaplama malzemeleridir. Seramik yer kaplama malzemelerinden daha hafiftirler ve daha dayanıksızdırlar. Su emme özellikleri azdır (Arıl, 2017).

Porselen karoların, pişme sıcaklıkları çok yüksektir ve içeriklerinden dolayı seramik yer ve duvar kaplamalarından çok daha dayanıklıdır. Su emmeleri sifıra yakındırlar ve dona karşı dayanıklıdırlar. Bu teknik özellikleri sayesinde dış mekan kullanımlarına uygundurlar (Arıl, 2017).

Küçük mozaikten, büyük kare ve dikdörtgen karolara, tuğladan, duvar panolarına kadar pek çok renk, doku ve desende seramik malzeme, iç mekanlarda duvar ve döşeme yüzeyi kaplama malzemesi olarak kullanılmakta, mutfak, banyo gibi buhar ve nem olan ıslak hacimlerde özellikle tercih edilmektedir.

2.3.4.Metal

Süneklik, yüksek mukavemet, sertlik, dayanıklılık ve iletkenlik metallerin teknik özelliklerinden sadece birkaçıdır (Rupp, 1989). Metaller, yükleri çok faydalı şekillerde taşır, iyi bir dayanıklılık ve kayda değer süneklik gösterirler. Bina yapımında en çok kullanılan metal demirdir. Metaller, demirli ve demirsiz olmak üzere ikiye ayrılır.

Demirli metaller, esas olarak, sıkıştırma ve çekme yükünün transferinin gerekli olduğu yapısal durumlarda kullanılır. Buna karşılık demir dışı metaller (alüminyum, bakır, kalay, nikel, çinko, titanyum ve krom) yük aktarımı için kullanılmaz (Fernandez, 2006).

Metaller, neredeyse hiçbir zaman saf hallerinde kullanılmazlar. Bu saf formların üretilmesi genellikle zor ve pahalıdır. Aynı zamanda malzemelerin saf formları, korozyona neden olan gazlar ve su ile kolayca reaksiyona girer. Bu nedenle iki veya daha fazla metalin eritilip karıştırılmasıyla elde edilen alaşımlar, metallerin mukavemetini artırmakta ve korozyona karşı daha dirençli hale getirmektedir (Hegger, vd., 2016).

Metaller, ısı ve mekanik işleme kullanılarak kolayca işlenir. Bükme, kenar düzeltme, damgalama ve eritme işlemleriyle mekanik olarak şekillendirilebilir. Ayrıca, ekstrüzyon (yüksek basınç altında istenen şablona göre malzemeye şekil vermek), dövme (çekiç ve örs kullanarak metallere şekil vermek) ve döküm (şekil vermek için bir kalıba dökülecek kadar akışkan olana kadar metali eritmek) gibi başka şekillendirme prosedürleri de vardır (Hegger, vd., 2016).

Çelik, iç mekanlarda kullanılan başlıca demirli metaldir. Ancak paslanmaz çelik haricinde, yüzey kaplama malzemesinden çok mobilya ve bölme sistemlerinde kullanılır. Paslanmaz çelik, korozyona karşı direnci, dayanıklılığı ve bakım kolaylığı nedeniyle mutfaklarda ve laboratuvarlarda duvar yüzeyi kaplama malzemesi olarak, yaygın olarak kullanılmaktadır. Dökme demir, günümüzde iç mekanlarda en az kullanılan demirli metaldir. Artık mobilya için nadiren kullanılsa bile, 20. yüzyılın başlarında, özellikle okul ve oditoryum koltuklarında, sandalye ve aydınlatma armatürlerinin konstrüksiyonlarında merdiven ve korkuluklarda en çok tercih edilen malzeme türüydü.

Paslanmaz çelik, bakır, pirinç ve çinkodan üretilen, seramik benzeri metal karolar ve mozaikler, korozyona dayanıklı olmaları ve kolay işlenebilmeleri nedeniyle duvar yüzeylerinde kullanılmakta ve mekanlarda farklı bir etki yaratmaktadır (Hegger, vd., 2016).

İç mekanlarda açık ara en yaygın kullanılan demir dışı metal alüminyumdur. Yatay ve dikey panjur gibi yaygın olarak kullanılan elemanlar, çoğunlukla alüminyumdur. Aydınlatma, mekanik hizmetler ve akustik kontrolünü aynı yapı içinde barındıran entegre tavan sistemleri de genellikle alüminyumdur. Alüminyum sac malzeme (lamine), döküm, ekstrüzyon ve hatta bazen eğrilmiş olarak, mobilyalarda çeşitli biçimlerde kullanılır. Eloksal işlemi, alüminyum üzerinde renk kullanımına izin vererek alüminyum malzemeye sıcaklık katar.

Bronz ve pirinç malzeme iç mekanlarda yaygın olarak mobilyalarda kullanılırken, bakır ise daha çok davlumbaz ve aydınlatma armatürlerinde kullanılmaktadır.

2.3.5. Plastik

Plastik, şekillendirilip kalıba dökülebilen ve daha sonra bu şekli koruyabilen, doğal yapısı olmayan, herhangi bir malzeme olarak tanımlanır. Modern kullanımda plastik, çoğunlukla petrokimyasallardan yapılan, sentetik bir organik bileşik anlamına gelir (Rupp, 1989).

Polimer olarak da bilinen plastikler, işlenme kolaylıkları, form esnekliği, rekabetçi fiyatları ve küresel bulunabilirlikleri nedeniyle, her tür tasarım disiplini için birincil kaynak malzeme olmuştur (Lyons, 2011). Plastiklerin sahip olduğu, düşük brüt yoğunluk, düşük ısı iletkenlik, yüksek ısıl genleşme katsayısı, yüksek çekme mukavemeti, çevresel faktörlere karşı direnç ve hafiflik gibi olumlu teknik özellikler, bu malzemenin kullanım yoğunluğunu arttırmıştır (Hegger, vd., 2016).

Plastiğin karakteri, işlenme şekline göre büyük ölçüde değişebilmektedir. Örneğin plastik, naylon bir çorap olarak örüldüğünde, halı lifi olarak dokunduğunda veya rulo haline getirildiğinde tamamen farklı görünür. İki grup plastik ailesi vardır. Bunlar Termoplastikler ve termosetlerdir.

Termoplastikler, ısıtıldıklarında yumuşar ve soğutulduklarında orijinal haline dönüp, tekrar sertleşirler. Bu özellik, termoplastiklerin karmaşık formlara dönüştürülmesine izin verir (Ashby & Johnson, 2014). Termoplastik malzemeye şekillendirmeden önce, renklendirme ve dolgu maddeleri eklenerek, istenen görsel ve dokunsal etkiler kazandırılabilir. Malzeme, istenilen yarıçapa göre bükülebilir, UV filtreleri eklenerek, güneş ışığına hassasiyet sağlanabilir ve alev geciktiricilerle yanıcılığı azaltılabilir (Ashby & Johnson, 2014). En çok bilinen termoplastik grupları, şeffaf, opak veya renkli, akrilikler, çoğunlukla günlük ev eşyası üretiminde kullanılan polistirenler ve yer karosu ile döşemelik deriye alternatif olarak kullanılan vinillerdir (Pile, 1995).

Termosetlerse ısıtıldıklarında erir ve belirli bir sıcaklıktan sonra parçalanmaya başlarlar.

Plastikler kolayca işlenebilen ve sınırsız üretim biçimleri sağlayan malzemelerdir. Plastikleri şekillendirmek için kullanılan yöntemler; ekstrüzyon (kalıptan çekerek profil haline getirme), enjeksiyonla kalıplama (yüksek sıcaklıkta, basınç uygulayarak kalıba dökme) ve haddelemedir (döner merdanenin basma kuvveti etkisiyle, araya giren plastik malzemeye şekil verilmesi) (Hegger, vd., 2007).

Plastikler, mobilya tasarımına yepyeni bir yaklaşım getirmiştir. Yeni üretim süreçleri, endüstride bükülmüş ahşap da dahil olmak üzere, geçmiş tüm icatlardan daha büyük bir devrimi temsil etmektedir. Plastik malzeme kullanarak, koltuğun ya da

sandalyenin oturma fontu, sırtlığı, hatta kolları tek bir imalat işlemiyle birleştirilebilir duruma gelmiştir.

Esnek döşeme ve duvar kaplamaları, epoksi, plastik panel ve karolar, iç mekan duvar, döşeme ve tavan yüzeylerinde kullanılan plastik kaplama malzemeleridir. Birçok kumaş plastikten dokunur veya plastikte kaplanır. Sentetik bir deri oluşturmak için, kumaşın yüzeyine veya daha fazla dayanıklılık sağlamak için sırt kısmına, plastik kaplama uygulanır.

Şüphesiz plastiğin gelişmesi, tasarımcılara ve üreticilere yeni fırsatlar sağlamıştır. Çoğu zaman üreticiler, herhangi bir doku veya renkte tuğla, taş, seramik karo ve ahşap gibi bir malzemeyi taklit etmek için plastiği kullanmıştır (Grimley & Love, 2013). Ancak bu durum malzemeye haksız bir ün kazandırmış, ucuz olan veya taklit edilen nesneler için, plastik kelimesi kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde plastik kültür terimi, plastiğin kendisi dışında, çağdaş yaşam ve kültürün birçok yönüne atıfta bulunan ve olumsuz çağrışım içeren bir tanımlama olarak kullanılmaktadır. Buna rağmen, dolaysız ve dürüst bir şekilde kullanıldığında, plastik malzeme, tasarımcıların elindeki en kullanışlı ve esnek malzemelerden biri olarak, varlığını sürdürmeye devam etmektedir.

2.3.6. Cam

Cam, saydam bir yapı malzemesidir. Saydamlığıyla, binaların fiziksel yapısını gözler önüne serer (Lyons, 2011). Temel insani gereksinimlerden biri olan doğal ışığın mekanlara dolmasını sağlarken, mekan organizasyonunda etkin bir rol oynar.

Amorf, kırılğan ve şeffaf bir malzeme olan cam, yüksek brüt yoğunluk, basınç dayanımı ve sertlik, gibi bazı teknik özelliklere sahiptir (Hegger, vd.,2007).

Cam en çok şeffaflığın gerekli olduğu pencerelerde, kapılarda ve bölmelerde kullanılır. Pencerelerin tüm yapının dış kaplaması haline geldiği binalar için, birincil malzeme olarak kullanılmaya başlanmıştır (Pile,1995).

Yaygın olarak kullanılan pencere camı ve plaka cam kolayca kırılabilen bir malzemedir. Duvarlarda, kapılarda veya mobilyalarda kullanıldığında bu özelliği nedeniyle, çeşitli tehlikelere yol açar. Bu tür sorunları sınırlamak için, özel cam türleri geliştirilmiştir.

Lamine cam, düz camın keskin kenarlı parçalara ayrılma eğilimine direnen bir malzeme oluşturmak için, bir veya daha fazla plastik levha tabakasının, sıradan cam

tabakaları arasına sıkıştırılmasıyla elde edilir. Bu tip bir cam çatladığında parçalanmaz ve yüzey bütünlüğünü korur.

Temperli cam, cama ekstra güç kazandırmak için ısı işlem uygulanarak elde edilir. Temperli cam kırılmaya karşı dayanıklıdır ve kırıldığında küçük, zararsız parçalara ayrılır. Bu nedenle çerçevesiz cam kapılar, para duş ve benzeri uygulamalar için tercih edilir. Temperli camın kesilmesi mümkün değildir, istenilen ebat ve şekillerde fabrikada üretilir.

Telli cam, kırılma meydana geldiğinde bile cam tabakasını bir arada tutabilen gömülü bir tel örgü ile yapılmış cam türüdür. Özellikle, yangın ısıyla oluşabilecek kırılmaya karşı dirençlidir. Bu nedenle, yangın bariyerine ihtiyaç duyulan yerlerde kullanımı uygundur (Pile, 1995).

Özel camlar, normal kullanımdan farklı amaçlar için üretilmiş camlardır. Katmanları arasında hava boşluğu bulunan ısı yalıtımlı camlar, renklendirme yoluyla kızılötesi radyasyonu engelleyen ve ısı iletimine karşı direnç gösteren camlar ve yarı aynalı olup yansıtma yoluyla ısıyı engelleyen camlar gibi, farklı özelliklere sahip bir dizi cam mevcuttur.

Ayna, yansıtıcı bir yüzey oluşturmak için, bir tarafı gümüşlenmiş cam türüdür. Mekan düzenlemelerinde kullanılan en eski malzemelerden biridir (Rupp, 1989).

Dekoratif camlar, ışık geçişine izin veren ancak görüntü aktarımını bozan, çok çeşitli dokuları ve yüzey işlemlerini içeren cam türüdür. Dekoratif kullanıma uygun olarak, şeffaf veya dokulu, tek renkli veya çok renkli yapılabilir. Desen oluşturmak için ayrı cam parçalarının, metal şeritlerle birleştirildiği vitray cam tekniği, bu tür camlara örnektir.

Cam malzeme, günümüzde iç mekan yüzeylerinde, özellikle duvar yüzeylerinde, cam tuğla, ve levha cam olarak (bölücü saydam duvar elde etmek amacıyla) sınırlı kullanılma sahiptir. Buna karşın aksesuarlar, aynalar, vitray ve mobilya bileşeni olarak, hemen hemen her iç mekanın bir parçasıdır (Pile, 1995).

Cam mobilya bileşeni olarak, genellikle daha hassas malzemeler için, koruyucu bir üst yüzey oluşturmak amacıyla kullanılır. Vitrin ve dolap kapıları için çerçevelere yerleştirilir. Kenarları taşlanmış olanlar, çerçevesiz kapı olarak kullanılabilir. Kırılgan yapısı nedeniyle, strüktürel kullanıma uygun olamamasına rağmen, masa destekleri ve küp masalar gibi bazı mobilyalarda, taşıyıcı strüktür olarak bile kullanılmıştır (Rupp, 1989).

2.3.7.Boya

Boya renk vermek veya dış etkilere korumak için, gereçlerin yüzeyine uygulanan veya içine katılan renkli maddedir. Boyada genellikle üç ana öge bulunur. Bunlardan birincisi boyar madde, ikincisi, yağ veya reçine gibi boyar maddeyi bağlayıcı bölüm olan film yapıcı öge, üçüncüsü ise, çözücü veya inceltici olarak kullanılan sıvı ögedir. Film yapıcı öge ile sıvı öge genellikle önceden karıştırılmış olur ve taşıyıcı-bağlayıcı adını alır (Hasol, 1998).

Boya, uygulandığı yüzey üzerinde sert, ince bir koruyucu ve dekoratif bir katman oluşturarak, yüzeyi dış etkilere koruma, süsleme ve aydınlatma özelliklerini gerçekleştirir (Ergenç, 2007).

Boyalar, bir iç mekandaki birçok ögeye renk, dayanıklılık ve dekorasyon katmak için kullanılır. Özellikle duvar ve tavan yüzeyleri için, çok uygun bir kaplama malzemesidir. Boyalarda aranan özellikler; hava koşullarına dayanıklılık, kimyasal ve fiziksel etkilere dayanıklılık, kapaticılık, kolay uygulanabilirlik, doyumluk, parlaklık ve yüzeylere etkili yayılmadır (Rupp, 1989).

İç mekan yüzeylerinde kullanılan boyalar su bazlı (akrilik) veya sentetik bazlı (plastik) boyalar olmak üzere iki gruptan oluşur. Su bazlı boya, suda çözünmüş mikro plastik bağlayıcı, dolgu maddesi ve pigment parçacıkları içerir. Su bazlı boyalar suda çözünür, ancak kuruduktan sonra suya dayanıklı hale gelir. Sentetik boya ise sert, dayanıklı ve üstün yapışma özelliklerine sahip yağ bazlı boyadır. Sentetik boyaların parlak ve mat görüntü elde edebileceğiniz iki çeşidi bulunur ve tüm astarlara, bazlara kolayca yapışır.

Boyanın iç mekanlarda görüldüğü ilk örnek, fresklerdir. Daha sonraki dönemlerde, kilise duvar ve tavanlarına yapılan resimlerde kullanılmış ve tarihin en büyük sanatçıları için, kendini ifade etme aracı olmuştur. Altmışlı yıllarda, beyaz alanlar ve az renkli iç mekanlar modayken, günümüzde bol renkli ve dokulu grafikleri ve süper grafikleri kullanmak moda olmuş, renkli boya kullanımı giderek artmıştır.

Muhtemelen iç mekanlarda en yaygın olarak kullanılan kaplama malzemesidir. Sadece duvar ve tavan yüzeylerinde değil, aynı zamanda çok sayıda mobilyada, ahşap işlerinde, döşeme yüzeylerinde ve panellerin renklendirilmesinde ve verniklenmesinde kullanılır. Sahip olduğu sınırsız renk seçeneği, düşük maliyeti ve kolay yenilenme özelliği boyayı, diğer kaplama malzemelerine göre rakipsiz kılar.

2.3.8.Duvar Kağıdı

Duvar kağıdı, duvar sıvasının üzerine kaplanmak üzere, rulo halinde satılan desenli veya düz kağıttır (Hasol, 1988). Kağıdın ön yüzü dekoratif olarak işlenmiş ve renklendirilmiştir. Duvar yüzeylerine ve kimi zaman tavan yüzeylerine uygulanır.

Duvar kağıtları dayanıklıdır ve yüzey kusurlarını gizleme özelliğine sahiptir. Kullanım amacına göre vinil, tekstil veya kağıt bazlı olup, hem baskı teknikleriyle hem de el yapımı olarak üretilmektedir.

Kâğıt kaplamanın duvar yüzeyine uygulanabilmesi için, duvar yüzeyinin pürüzsüz olması gerekir. Duvar kağıdı, kaplanacak yüzeye uygun boyda kesilip, üzerine tutkal sürülerek, üstten aşağıya doğru yapıştırılır. Yapıştırmayı sağlamlaştırmak için, duvar yüzeyi ile kağıt arasında kalan hava kabarcıkları yumuşak bir bez yardımıyla dışarı atılır (Toydemir, vd., 2000).

Duvar kağıdı, Avrupa’da on altıncı yüzyılda kullanılmaya başlamıştır. Başlangıçta, taş duvar yüzeylerin soğukluğunu azaltmak için kullanılan duvar halılarına ucuz bir alternatif olarak ortaya çıkmış, fiyatının düşük olması ve kolay uygulanabiliyor olması ile, kısa zamanda popülerliğini arttırmıştır. On dokuzuncu yüzyıldan itibaren, boyadan sonra en sık kullanılan iç mekan duvar kaplama malzemesi olmuştur.

Tekstil esaslı ve vinil esaslı duvar kağıtları, 20. yüzyılın ortalarında kullanıma sunulmuştur. Tekstil esaslı duvar kağıtları, vinil ile kaplanmış kumaşlardan, vinil esaslı duvar kağıtlarıysa, üretimi sırasında içeriğine şeffaf plastik katılmış kağıt malzemeden oluşur. Her iki duvar kağıdı türü temizlenmesi kolay, uzun ömürlü ve kullanışlı bir kaplama malzemesi olarak kısa sürede yaygın kullanıma ulaşmış ve özellikle mutfak, banyo gibi nemli alanlar için, en çok tercih edilen kaplama malzemelerinden biri haline gelmiştir.

2.3.9 Tekstil

Latince kökenli "tekstil" sözcüğü, dokunmuş veya örülmüş anlamına gelir ve her türden dokuma malzemesinin genel adıdır.

İnsanoğlunun varoluşundan beri, tekstilin varlığı bilinmektedir. İlk insanların beslenme ya da savunma amacı ile avladıkları hayvanların postlarını, soğuktan korunma ve örtünme amacı ile kullandıkları tahmin edilmektedir. Daha sonraları insanlar, bitkisel ve hayvansal elyafları (pamuk, keten rami, jüt, kenevir, bambu, koyun, deve, at, tavşan,

alpaka vb.) keşfetmiş, bulundukları alanlara göre kullanmaya başlamışlardır (Bilecen, 2020).

Tekstiller, liflerden üretilir. Lifler, doğal ve yapay olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal lifler tabiattan yani bitki hayvan ve minerallerden elde edilir. Su geçirmez olmaları ve doku özellikleri nedeniyle, pamuk ve yün tekstil üretiminde en çok kullanılan doğal hammaddelerdir. Yapay lifler, insanoğlu ve teknolojisi sayesinde üretilen liflerdir. Kimyasal yöntemlerle elde edildiğinden, kimyasal lifler olarak da bilinir. Doğal liften üretilen tekstiller mantar, bakteri veya böceklerden zarar görür. Yapay lifler daha dayanıklıdır, polyester veya naylondan yapılmış tekstiller kolay yırtılmaz.

Tekstiller yumuşak dokuludur, dokunulduğunda hoş ve sıcak bir etki uyandırır. Özellikleri, üretim biçimine ve kullanılan malzemeye göre değişir. Estetik amaçlı olmayan dokumalar, teknik tekstiller olarak bilinir ve kaba inşaat işlerinde kullanılır (Hagger, vd., 2016).

Tekstil kumaşları, iç mekan tasarımlarına katkıda bulunan malzemeler arasında çok önemli bir yere sahiptir. Kumaş bir alana yumuşaklık, eğrilik ve esneklik hissi katarak sert veya çıplak görünen bir odayı daha yumuşak, rahat ve insancıl hale getirebilir (Pile, 1995). Sahip olduğu geniş renk, doku ve kalite yelpazesi ile sınırsız tasarım olanakları sunar. Kumaşlar iç mekanlarda çoğunlukla, sandalye, kanepe, minderler için döşemelik kaplama malzemesi, yatak ve masa örtüsü ya da genellikle perdelik olarak adlandırılan pencere işlemlerinde görülür. Pencere dışındaki yerlerde, örneğin kapı açıklıklarını kapatma veya duvar kaplama malzemesi olarak kullanımı da yaygındır. Tekstil ürünleri taş, tuğla veya ahşap gibi temel inşaat malzemelerine kıyasla, daha az dayanıklıdır. Bu bir dezavantaj gibi görünse bile, boya gibi periyodik olarak yenilenmeleri gerektiğinden ve kolay değiştirilebildikleri için, mekanlara düzenli olarak yeni bir renk ve doku katma olanağı sağlar.

Duvarlar, döşemeler, tavanlar ve mobilyalar gibi iç mekan yüzeylerini giydirmek için kullandığımız tekstillere, iç mekan tekstil ürünleri denir ve perdeler, döşemelikler, duvar kaplamaları, zemin kaplamaları olarak sınıflandırılır (Bilecen, 2020).

Perdeler, iç-dış ayrımının sağlayan istenildiğinde görüntüyü ve fazla ışığın içeriye girmesini engellemek için gerilen pencere tekstilleridir. Işık kontrolü, görüntü kontrolü (mahremiyet), ısı yalıtımı, ses yalıtımı ve güneş hasarından korunmak amaçlı kullanılır. İç mekanda kullanılan perdeler, işlevlerine göre tül, güneşlik ve fon perde olarak adlandırılır.

Döşemelik kumaşlar, örme ya da dokuma gibi yöntemlerle üretilen, döşemeyi korumak amacıyla kaplanan kumaşlardır. Aşınmaya dayanım, solmaya karşı direnç, leke tutmaz olma, güç tutuşma, bakım kolaylığı, tokluk ve düşük dökümlü duruş döşemelik kumaşlarda aranılan özelliklerdir.

Tekstil duvar kaplamaları, kolay uygulanabilen, kolay temizlenebilen, uzun ömürlü, neme dayanıklı ve zarar gördüğü taktirde kolay tamir edilebilen duvar kaplama malzemesidir. İki türü bulunur. Üst yüzeyi tekstil alt yüzeyi kağıt olanlara, tekstil duvar kaplaması, sadece tabanı tekstil ürünlerinden oluşanlara, tekstil tabanlı duvar kağıdı denir.

Zemin tekstil kaplaması olarak bilinen ürünler, halılar ve kilimlerdir. İç mekanlarda yumuşak zemin malzemesi olarak kullanılırlar. Ömrü artırmak için, hammadde olarak hindistancevizi veya sisal lifi gibi sert lifler tercih edilmelidir. El yapımı ve endüstriyel üretim olarak farklı çeşitleri bulunur. Ses yalıtımı, aşınmaya dayanım, rezilyans (halı elyaflarının sıkıştırma veya ezilmeden sonra eski şekillerine dönme kapasitesi), elektrostatik özellikler ve akustik performans halı ve kilimlerde aranılan özelliklerdir.

2.4. İçmimarlıkta Malzeme Seçimi

Malzeme seçiminin amacı, tasarım sürecindeki belirli bir uygulama için, en doğru malzemeyi belirlemektir (Fernandez, 2006). Ancak malzeme seçimi kapsamlı ve uzun bir süreçtir, çünkü her zaman istenilen niteliklere sahip, birden fazla malzeme bulunur. Malzeme seçimi hem mühendislik hem de tasarım alanlarını ilgilendiren bir konudur ve seçim sürecinde genellikle sezgisel bir yaklaşımdansa analitik bir yaklaşımın daha doğru sonuçlar verdiği bilinmektedir (Fernandez, 2006).

Genel olarak malzeme seçiminde izlenen yol, amaçların ve kısıtlamaların tanımlanması, tanımlanan amaç ve kısıtlamalara göre var olan malzemelerin sahip olduğu özelliklerin analiz edilerek, aday malzemelerin belirlenmesidir.

Ashby ve Cebon (2007), uygulanan bu genel yaklaşımdan farklı olarak, malzeme seçim sürecini detaylandırmaya çalışmış ve süreci birbirini takip eden dört adım olarak açıklamıştır. Ashby ve Cebon yaklaşımına göre;

- 1.adım tasarım gereksinimlerinin, kısıtlamalar ve hedefler olarak belirlenmesi,
- 2. adım kısıtlara ve hedeflere uymayan malzemelerin listeden çıkarılması,
- 3.adım kısıtlara ve hedeflere uyan en iyi malzemelerin sıralanması,

- 4.adım en yüksek puan alan malzemelerin keşfedilmesidir.

Açıklanan yöntem, uygulanmakta olan genel yaklaşımı birkaç adım öne taşımaya rağmen, malzeme seçim sürecinde duygulara yeteri kadar seslenememiş ve sadece malzemenin teknik özelliklerine odaklanmıştır.

Ashby ve Johnson (2014), malzemenin sadece teknik özelliklerine odaklanmayan hem mühendislik hem de tasarım alanlarında kullanılabilecek yeni bir yöntem üzerinde durmuş, geliştirdikleri yaklaşımı dört başlık altında analiz, sentez, benzerlik ve ilham olarak tanımlamıştır. Buna göre;

- Analiz, tasarımcıların kesin olarak belirlenmiş girdileri kullanarak malzeme veri tabanlarından seçim yapması,
- Sentez, tasarımdan istenen nitelik, niyet ve algının belirlenip, belirlenen özelliklerle, kazanılan geçmiş deneyimler arasında bir eşleşme aranması,
- Benzerlik, tasarımcının belirlediği nitelikleri bire bir karşılayan malzeme eşleşmesini sağlamaya çalışması,
- İlham ise, tasarımcının projeye uygun malzeme ve ürünleri belirlemek için yapacağı mağaza ziyaretleriyle ürünleri yerinde inceleyip seçim yapması, olarak açıklanmıştır.

Karana hazırladığı doktora çalışmasında (2009), ürün tasarımı alanında yapılacak malzeme seçimlerinde, malzemelerin teknik özelliklerinin dışında, malzemenin sahip olduğu duyuşal özelliklere, üretim süreçlerine, malzemenin bulunabilirliğine, maliyetine, işlevine, formuna, anlamına, yaptığı çağrışımlara, kültürel yönlerin önemine ve yarattığı duygulara kuvvetli bir vurgu yaparak, malzemenin teknik özelliklerinden çok anlamsal yönüne dikkat çekmiştir.

Hagger ve arkadaşları da (2016), mimarlıkta malzeme seçimiyle ilgili olarak, malzemelerin algısını, teknik performansını, fonksiyonel özelliklerini, ekolojik ve ekonomik yönlerini dikkate alan bir kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Çalışmada algı kategorisi, malzemenin görsel, dokunsal, termal, akustik ve koku alma özelliklerini ifade ederken, teknik performans yalnızca malzemelerin teknik davranışlarını değil, aynı zamanda üretim konularını da kapsamaktadır. Fonksiyonel özellikler, malzemelerin kullanımı ve dayanıklılığıyla ilgili olurken, malzemenin temizlik ve bakım onarım özelliklerini öne çıkarmaktadır. Çevresel kriter, geri dönüştürülebilir malzeme kullanımının önemine ve doğal kaynakların kullanım miktarına vurgu yapmakta, ekonomik kriterlerse kaynakların maliyeti ile ilgili konuları kapsamaktadır.

Malzeme seçimiyle ilgili olarak, mühendislik, mimarlık ve endüstriyel tasarım alanlarında yapılmış çalışmalar bulunurken, bu konuyla ilgili yapılmış analitik bir çalışmaya içmimarlık alanında rastlanmamıştır.

Pile (1995), içmimarlıkla ilgili kendi deneyimlerinden söz ederken, iç mekan projelerinde malzeme seçimi yapılırken, ilk olarak geniş çapta kabul gören malzeme listesinin akla geldiği, listeden bir seçim yapıldığı ve daha sonra bu durumun tasarımcının kişisel tercihi veya alışkanlığı haline geldiğini belirtmiştir. Bu durum, genellikle hayal gücünden yoksun veya klişe seçimler yapılmasına ve gerçek avantajlar sağlayabilecek, daha az bilinen olasılıkların göz ardı edilmesine neden olmakta, detaylı düşünülmeden kullanılan malzeme yüzünden, istenilmeyen sorunlarla karşılaşmaktadır. İç mekan tasarımıyla ilgili gelen şikayetlerin çoğunun, bir şekilde başarısız olan, kırılan, yıpranan, kiri çeken, temizlenmesi, bakımı zor olan veya sorunlar yaratan malzemelerle ilgili olduğu bilinmektedir.

Pile, malzeme seçimiyle ilgili olarak ilk önce zihinsel, ardından bir kontrol listesi kullanarak, her seçeneğin değerlendirilmesini önermiş ve malzeme seçerken kullanılacak kriterleri, fonksiyonel, estetik ve ekonomik kriterler olarak değerlendirmiştir. Birincil kriteri de amaca uygunluk olarak belirlemiştir (Pile, 1995).

Malzemeler, çoğunlukla birincil rollerini tatmin edecek şekilde seçilmektedir. Üzerinde yürümesi pratik olacak bir zemin kaplama malzemesinin seçimi, ışığı iyi bir şekilde geçiren bir pencere malzemesinin seçimi veya kolay açılıp kapanmayı sağlayan bir kapı malzemesinin seçimi kolaydır. Ama sorunlar büyük olasılıkla ikincil kriterlere bağlı olarak ortaya çıkar ve yalnız birincil işleve veya görünüme odaklanıldığında, ikincil kriterler göz ardı edilir. Bu durumsa, tatmin edici bir görselliği olan döşeme kaplamasının ıslanıldığında tehlikeli derecede kaygan hale gelmesine, çekici bir duvar kaplamasının kısa sürede yıpranmasına, yüzey görünümü ve rengine göre seçilen halının kolayca kirlenmesine neden olur.

Pile tarafından oluşturulan ve malzeme seçiminde kullanılması önerilen kriterler Tablo 2.2.de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Malzeme Seçiminde Kullanılan Kriterler

FONKSİYONEL KRİTERLER
TEMEL AMACA UYGUNLUK BAKIM ONARIM TEMİZLİK KOLAYLIĞI HASAR VE VANDALİZME KARŞI DİRENÇ GÜVENLİK ÖZELLİKLERİ (KAZALAR, YANGIN) AKUSTİK PERFORMANS
ESTETİK KRİTERLER
İSTENİLEN DOĞAL VEYA UYGULAMALI RENKLERİN MEVCUDİYETİ DOKULAR DESEN OLASILIKLARI AMAÇLANAN İŞLEVE GÖRSEL UYGUNLUK
EKONOMİK KRİTERLER
İLK MALİYET BEKLENEN DAYANIKLILIK TAHMİNİ ÖMÜR BOYU MALİYET BAKIM, TEMİZLİK ONARIM VE GELECEKTE KARŞILAŞILACAK DEĞİŞTİRME MALİYETLERİ

Tabloda yer alan kriterler ve içerdiği konular incelendiğinde, kriterlerin aslında hem birbiriyle yakından ilintili hem de birbiriyle çatışma halinde olduğu görülür. Malzemenin işlevsel pratikliği, maliyet ile çatışmakta veya çeşitli kriterlerin göreceli önemi, mekanların kullanım amacına göre farklılaşmaktadır. Örneğin çok katlı bir ofis veya otel için yangın güvenliği oldukça önemli bir konu olurken, tek katlı bir konut için hayati olmayabilir. Bir mekanda yangına karşı yağmurlama sisteminin kullanılıyor olması, yüzeylerde kullanılan kaplama malzemelerinin sahip olduğu yangına dayanım özelliğini önemsizleştirebilir. Uzun süreli kullanım için planlanan bir projede ömür boyu maliyet, kısa süreli kullanım için planlanan bir projeye göre daha fazla ağırlık oluşturur. Modern şehirlerdeki kamusal alanlar için önemli bir faktör olan vandalizm, özel konut veya ofis için önemsiz bir konu olarak gözükmemektedir. Akustik kalite, bir konser salonunda hayati öneme sahipken, bir ofis veya konut için önemliyken, bir alışveriş merkezi için çok az öneme sahiptir. Dayanıklılık estetik değerleri etkilemekte, bazı malzemeler görsel olarak kabul edilebilir bir şekilde aşınıp, eskirken (ahşap, yün, doğal deri), kimi malzemeler aşınmadan çok önce çekiciliğini yitirip, perişan hale gelebilmektedir (sentetik ipliklerden

yapılan halılar). Bu tür birbiriyle çatışan kriterler, malzemeye ilgili muhakemeyi ve seçimleri etkilemekte, tasarımcının geleneksel yollarla malzeme seçimi yapabilmesini zorlaştırmaktadır.

2.5. Bölüm Değerlendirmesi

İç mekan tasarımda malzemelerin seçim ve kullanım şekilleri sonsuzdur. Ancak tasarımcı tarafından yapılan uygun malzeme seçimi ve doğru malzeme kullanımıyla, etkileyici ve fonksiyonel mekanlar ortaya çıkabilir. Malzemelerin hayal gücüyle kullanılması ve yaratıcı bir şekilde değerlendirilmesi, sadece tasarımını yaptığımız mekanın işlevsel özelliklerini karşılamakla kalmaz, elde etmeyi umduğumuz mekanın, başka bir deyişle ortamın, daha soyut ve duyumsal niteliklerini de ortaya çıkarır. İç mekan tasarımcılarının, işlerini en iyi şekilde yapabilmek için, sonsuz gibi görünen malzemeler silsilesi hakkında bilgi edinmeleri, onlara aşına olmaları ve malzeme seçimlerini bilinçli yapmaları gerekir.

Geçmiş dönemlerde bina yapımında sınırlı sayıda malzeme kullanılmakta, bu malzemeler arasından yapılan seçim, gelenek, görenek ve deneyimlere dayalı olmaktaydı. Sınırlı çeşitlilikte var olan yapı malzemelerin özellikleri, hemen herkes tarafından bilindiği için, seçim yapmak kolaydı. Endüstri devrimi sonrası yapı ürünlerinin üretim tekniğinde yaşanan gelişmeler, mühendislik ve malzeme bilimi alanındaki yeni buluşlar ve teknolojiler sayesinde pek çok yeni yapı malzemesi geliştirilmiş, malzeme çeşitliliği ve ürün sayısında büyük bir artış gözlenmiştir. Bu durum tasarımcılara pek çok malzeme arasından seçim yapma olanağı sunarken, değişik nitelik ve nicelikteki farklı malzemeler arasından uygun malzemeyi seçme işini de bir o kadar zorlaştırmıştır.

İç mekan tasarımında uygulanabilecek malzeme seçim yöntemleri, geleneksel ve sistematik yöntemler olarak değerlendirilebilir. Geleneksel yaklaşımlar, tasarımcının sezgilerine, deneyimine ve bilgi birikimine dayanmaktadır. Ancak binlerce malzeme seçeneğinin yer aldığı ve her gün genişleyen bir malzeme havuzu içerisinde, malzemenin sahip olduğu bütün nitelikleri göz önünde bulundurularak yapılacak bir seçimde, tasarımcının bilgisi veya deneyimi yetersiz kalacaktır. Malzeme seçimi sürecinde, malzemeye ait birçok nitel ve nicel kriterin bir arada etkinliği söz konusudur. Bu noktada, bir takım karar verme araçlarına, sistematik bir değerlendirme sürecine ihtiyaç olduğu açıktır.

Çalışmada, tasarımcıların malzeme seçim sürecini sistematik bir değerlendirme yaparak gerçekleştirmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla iç mekan tasarımlarında malzeme seçim aracı olarak, çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden Topsis yönteminin kullanılması önerilmiş, yöntemin kolay bir şekilde yönetilebilmesi için Ms Excel tabanlı bir program geliştirilmiştir. Önerilen yöntem ve geliştirilen program, tezin üçüncü bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.



3. YÖNTEM

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, karar vericiye kişisel karar verme sürecinde destek olmak için geliştirilmiş yöntemlerdir ve ÇKKV problemlerini çözmek için çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Üstelik halen yeni yöntemler de geliştirilmeye devam etmektedir (Ishizaka and Nemery, 2013). ÇKKV problemlerinde, birbiriyle çatışan birden fazla kriter vardır ve eldeki seçeneklerden hangisinin benimsenmesi gerektiği belirlenmeye çalışılır. Burada öncelikle birbirleriyle çatışan kriterler ifadesinin açıklanması gerekir. Malzeme seçiminin söz konusu olduğu bir tasarımda, malzemelerin fiyat ve yanmazlık derecesi açısından değerlendirildiğini düşünelim. Uygulama yeri açısından beklenti, malzemenin yanmaya karşı dirençli olması, maliyet kriteri açısından malzemenin olabildiğince ucuz, yanmazlık kriteri açısından olabildiğince yangına dayanıklı olmasıdır. Eğer hem en ucuz hem de yangına en dayanıklı malzeme bulunabilirse, seçim yapmamız gereken bir durum olmaz. Ama malzemenin yanmaya karşı dirençli olabilmesi için nitelikli hammaddelerden ve belki de özel üretim yöntemleriyle üretilmiş olması gerekir. Bu da maliyete yansır ve malzemenin pahalı olmasına neden olur. Kısacası hem yanmaya karşı en dirençli hem de en ucuz malzeme hangisidir diye sorulsa, buna kolay bir cevap verilemez. Çünkü yanmaya karşı direnç arttıkça, maliyet de artacaktır. Böyle bir problemde karar vericinin tercihinine bağlı olarak, en ucuz ama hızlı yanabilir, ya da en pahalı ama yanmaya karşı çok dirençli malzeme seçilebileceği gibi, maliyet ve yanmazlık açısından ortalama özelliklere sahip bir malzemenin seçilmesi de mümkündür. Sonuç olarak yanmaya karşı dayanıklılık ile maliyet, birbiri ile çatışan iki kriterdir. Problemde çok sayıda kriter varsa, durum daha karmaşıklaşır. Karar vericinin beklentilerini olabildiğince karşılayacak bir malzemenin seçilmesi gündeme gelir ki, bu gerçekten zor bir problemdir. ÇKKV böyle durumlarda karar vericiye olası seçenekleri sıralayarak yardımcı olan yöntemleri içerir.

ÇKKV problemlerinde karar verici bir kişi olabildiği gibi, bir grup da olabilir (Ishizaka and Nemery, 2013). Örneğin bir içmimar tasarımda tek başına çalışıyor ve bütün sorumluluğu üstlenmişse tek karar verici var demektir. Ama kararın alınmasında bir grupla beraber hareket ediyorsa, örneğin mal sahibiyle, o zaman grup karar verme söz konusu demektir. Bu durumda grubun tercihlerinin belirlenmesi ve probleme yansıtılması gerekir.

ÇKKV problemlerinde herkes için geçerli bir en iyi çözümünün olduğu söylenemez. Bir diğer deyişle, bütün kriterlerde umulan en yüksek özelliği veren bir

malzeme olamaz. Ayrıca tasarımın gereklilikleri nedeniyle, malzemeden beklentiler de değişir. Kimi tasarımda yanmazlık önemliyken, kimi tasarımda hijyen öne çıkar. Üstelik işin içine bir de kişisel tercihler girer. Karar vericilerin kişisel tercihleri tasarımı, bu durumsa kullanılacak malzemeye ait beklentileri etkiler. Bu nedenle her tasarım için, tasarımın gerekliliklerine göre problemin yeniden ele alınması ve çözülmesi gerekir. Yani her farklı tasarım için, hangi malzemenin seçilmesi gerektiği problemi yeniden ele alınmak zorundadır. Bu da karar verme aşamasında, bir yöntemin izlenmesinin çok yararlı olacağı anlamına gelir. Böylece her defasında nasıl karar verileceğine dair bilimsel bir yaklaşım kullanılmış olur, ayrıca yanlışlıktan kaynaklanacak olası hatalar da bertaraf edilir. Sürecin matematiksel yöntemlerle tanımlanması ise, karar verme aşamasının anlaşılabilirliğini artırır. Öte yandan ve her defasında matematiksel işlemlerin yapılması zordur. Bunun için hesapların, MS Excel gibi bir ortamda geliştirilecek küçük bir programla çözümlenmesi çok etkili olacaktır. MS Excel günümüzde hemen her işletmede etkin olarak kullanılan bir hesap tablosu yazılımıdır ve özellikle VBA (Visual Basic Application) uygulamasını olması nedeniyle kolayca program yazılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca kriterlerin önem dereceleri belirlenirken kararsız kalınan durumlarda, birkaç farklı durumu denemek için de MS Excel benzeri bir yazılım desteğinin olması çok fayda sağlayacaktır.

Çok sayıda ÇKKV tekniği vardır ve bunlardan hangisinin diğerlerinden daha iyi olduğu konusunda bir bilgi yoktur. Üstelik bu tekniklerin aynı probleme uygulandığında, benzer sonuçları verdiği de görülmektedir. Bu nedenle kullanıcılar genellikle kendilerine yakın hissettikleri veya probleme uygun buldukları bir yaklaşımı benimsemektedir. ÇKKV teknikleri arasında Topsis, Analitik hiyerarşi süreci (AHP), Analitik network süreci (ANP), Vikor, Electre gibi yöntemler öne çıkmaktadır (Shih and Olson, 2022). Bu çalışmada ise Topsis yaklaşımı önerilmektedir. Çünkü Topsis, seçenekleri ideal çözüme yakınlığı ve anti ideal çözüme uzaklığına göre değerlendirmekte ve bunu matematiksel olarak seçeneklere dair Topsis puanını hesaplayarak yapmaktadır (Hwang and Yoon, 1981). Ayrıca süreç sonunda hesaplanan Topsis puanları normalleştirilerek (0 ile 1 aralığına taşınarak), fayda değeri olarak kullanılabilen ve fayda-maliyet analizi yapılarak her bir seçeneğin maliyetini faydasıyla kıyaslayıp, maliyetin dikkate alındığı bir sıralamaya olanak vermektedir. Sonrasında ise, tedarikçi firmalarla ne kadarlık bir pazarlık yapılması gerektiğine dair pazarlık analizi yapılması da mümkün olmaktadır. Bu nedenlerle çalışmada, malzeme seçeneklerini değerlendirmek için Topsis yöntemi

kullanılmıştır. İzleyen alt bölümlerde, Topsis tekniği ile fayda-maliyet analizi ve pazarlık analizi ayrı bölümler halinde ve bir örnek üzerinde detaylı olarak açıklanmaktadır.

3.1. Literatür

Topsis 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş ve kitap olarak yayınlanmıştır. Tekniğin detaylarını öğrenmek için Ishizaka ve Nemery tarafından 2013 yılında yayınlanan kitap incelenebilir. Tekniğin farklı varyasyonlarıyla, bulanık Topsis ve grup karar vermede Topsis kullanımı vb. gibi başlıkları incelemek için 2022 yılında Shih ve Olson tarafından yayınlanmış olan kitap önerilebilir. Bu kitap hem en güncel bilgileri içermesi hem de şimdiye kadar Topsis ile ilgili neredeyse bütün varyasyonları içermesi nedeniyle temel kaynak sayılabilir. Öte yandan Topsis ile ilgili olarak literatürde, çok sayıda makale bulunmaktadır. Bu makaleler tedarikçi seçimi, tesis yeri belirleme, enerji planlaması, sağlıkla ilgili uygulamalar, inşaat ve imalat sanayilerinde malzeme seçimi gibi oldukça geniş bir yelpazede yer almaktadır (Aruldos and Lakshimi, 2013). Topsis alanındaki çalışmaları sınıflandırarak toplu halde veren çalışmalar, 2012 yılında Behzadian vd., 2013 yılında Aruldos ve Lakshimi, 2017 yılında ise Zyoud ve Fuchs-Hanusch tarafından yayınlanmıştır. Shih ve Olson'un kitabı da bu yayınları tamamlayıcı niteliktedir ve son yıllardaki gelişmeleri de kapsamaktadır.

Topsis tekniğinin, mimarlık alanında uygulandığı az sayıda örneğe rastlanmıştır. Ancak özellikle içmimarlık alanıyla ilgili herhangi bir yayının bulunmadığı veya genel olarak Topsis tekniğinin kullanımında, bilgi sistemi öneren yaklaşımların olmadığı görülmektedir. Yine de özellikle, inşaat ve imalat sanayisi için malzeme seçimine dair gerçekleştirilmiş bazı çalışmalardan söz edilebilir. Örneğin: Nicolalde vd. (2022), Latin Amerika'nın kırsal bölgelerinde yapılacak binalar için, giriş strüktürü seçimine dönük bir uygulama yapmışlardır. Peng vd. (2021), yeşil tasarım olarak adlandırılan ve çevreye dost bina tasarımında, Topsis ile malzeme seçimine odaklanmışlardır. 2016'da Deniz ve Ekinci, bina dış cephe kaplaması seçimine dair bir çalışma yapmışlardır. Akadiri vd. (2013), bina yapımında sürdürülebilir malzeme kullanımının seçimine dair bir çalışma yapmışlardır. 2012'de ise Rahman vd., maliyeti dikkate alan çatı malzemesi seçimi çalışması yapmış ve bunun için bir karar destek sistemi önermişlerdir.

Malzeme seçiminde Topsis kullanımı, özellikle imalat sanayii ve mühendislik uygulamalarında sıkça kullanılmıştır. Örneğin, Kumar ve Ray (2104), mühendislik tasarımlarında malzeme seçiminin önemini belirterek buna dair bir Topsis çalışması

yapmışlardır. Anojkumar vd. (2014), şeker endüstrisinde boru malzemesi seçimi için farklı ÇKKV tekniklerini karşılaştırmışlardır. Darji ve Rao (2014), yine şeker endüstrisinde malzeme seçimi için, ÇKKV tekniklerini uygulamışlardır. 2013’de ise Çalışkan vd., torna kalemi tutucularının seçimine dair bir çalışma yapmışlardır. Khorshidi ve Hassani (2013), kompozit malzemenin istenen dayanım ve çalışabilirlik koşullarını sağlaması için, nasıl seçilmesi gerektiğine dair bir çalışma yapmışlardır. 2011’de Jahan vd., mühendislikte malzeme seçimine dair bir çalışma yapmışlardır. Athawale ve Charaborty (2010), makinelerde kullanılacak aletlerin seçimine dönük bir çalışma yapmışlardır. Thakker vd. (2008), ise türbin kanatlarının malzeme seçimine dair bir çalışma yapmışlardır.

Topsis tekniğinin yoğun olarak uygulandığı bir diğer konu, bulanık Topsis (Fuzzy Topsis) alanıdır. Burada özellikle seçeneklerin kriterdeki değerlerinin, kesin ve tek bir değer olmayıp, bulanık sayılarla ifade edildiği durumlar incelenmektedir. Bulanık sayı, bir kavramı tanımlarken kesinlikten bahsedilemeyen durumları ifade etmek için kullanılır. Örneğin insan kaç yaşındayken genç sayılır? Bunun kesin ve tek bir değer olarak cevabı yoktur ve genellikle 18 ile 30 arası gibi bir aralık tanımlanır. Bunun gibi karar vermede kullanılan değerlerin kesin olarak belirlenemediği durumlarda, bulanık sayılar kullanılabilir. Zoghi vd. (2022), çevreye duyarlılık açısından yıkımı yapılacak binalarda, hangi bileşenlerin geri kazanılması gerektiğine dair bulanık Topsis yaklaşımını kullanan bir çalışma yapmışlardır. Rehman ve Ali (2021), Çin’in Pakistan üzerinden ham petrol almasının ekonomik değerini, bulanık Topsis ile değerlendirmişler ve bir fayda maliyet analizi yapmışlardır. Malakouti vd. (2019), konut kalitesini iyileştirmek için bulanık Topsis ile esnek bileşenlerin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Lima-Junior ve Carpinetti (2016), tedarikçi değerlendirmek ve yönetmek için bulanık Topsis yöntemiyle bir çalışma yapmışlardır. 2008’de ise Önüt ve Soner, atıkları taşımada kullanılacak aktarma noktalarının yer seçimi için, bulanık çevre koşullarını dikkate alan bir çalışma yapmışlardır.

ÇKKV problemlerinin bir diğer sık incelenen konusu, grup karar vermedir. Grup karar verme, karar verici olarak bir kişinin değil de bir grubun olması halidir. Bu durumda kişiler arasındaki çatışmalar ve uzlaşma noktasının bulunması ayrı bir önem kazanır. Grup karar vermede Topsis kullanılan çalışmalar da vardır. Örneğin: Lorenzutti ve Krohling (2016), dinamik bir karar verme ortamında değişken bilgi akışı varken, grup karar verme için Topsis yaklaşımının nasıl kullanılacağını açıklamışlardır. 2009’da Boran

vd., tedarikçi seçimi konusunda grup karar vermenin, Topsis ile nasıl kullanılabileceğine dair bir çalışma yapmışlardır. Shih vd. (2007), Topsis ile grup karar verme için bir yaklaşım önermişlerdir. Wang ve Lee (2007), bulanık kriterler ve grup karar vermenin olduğu durum için genelleştirilmiş Topsis yöntemini önermişlerdir.

Bunların dışında Topsis ile yapılan ilginç uygulamalar da vardır. Örneğin: Mishra ve Muhuri (2021), Hindistan'daki mimari mirasın önem derecelerini belirlemede, Topsis yaklaşımını kullanmışlardır. Eserlerde yapılan önceliklendirme açısından bu çalışma ilginçtir. Erdoğan ve Kaya (2016), Türkiye'de nükleer santral kurulması için uygun yer seçimini, bulanık Topsis ile ele almışlardır. 2016'da Senouci vd. cep telefonu baz istasyonlarının nerelerde kurulması gerektiğine dair, Topsis temelli dinamik bir çözüm yaklaşımı önermişlerdir. Topsis'in finansal alanda kullanımına bir örnek olarak da 2004 yılında Çınar tarafından yapılan tez çalışması verilebilir. Bu çalışmada bankaların mali performanslarını değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Son bir örnek olarak, Chu ve Lin tarafından 2003'de gerçekleştirilen bulanık Topsis ile robot seçimi verilebilir.

Görüldüğü gibi içmimarlık alanında Topsis yönteminin uygulandığı bir çalışmaya denk gelinmemiştir. Bu çalışmanın konusu olan iç mekan tasarımlarında malzeme seçimi konusuna en yakın konu olarak, inşaat sektöründe gerçekleştirilen ve binaların giriş yada dış cephe kaplama malzemesi seçimlerini içeren çalışmalar bulunmaktadır. Topsis yöntemini kullanan bilgi sistemi önerisine ise, sadece bir çalışmada rastlanmıştır. Dolayısıyla çalışmanın özellikle malzeme seçimi konusunda tasarımcılara kolaylık sağlayacak bir yaklaşım getireceği söylenebilir.

3.2. Topsis Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir (Kabak ve Çınar, 2020). Temel mantık bir seçeneğin ideal çözüme olan yakınlığını ve anti ideal çözüme olan uzaklığını matematiksel olarak belirlemek ve böylece seçenekleri sıralamaktır. İdeal çözüm, bir seçeneğin bütün kriterlerde en tercih edilen değerlerin gerçekleşmesiyle oluşacak hayali çözümdür. Benzer şekilde anti ideal çözümde, bir seçeneğin bütün kriterlerde en tercih edilmeyen (istenmeyen) değerlerin gerçekleşmesiyle oluşacak hayali çözümdür (Hwang and Yoon, 1981). Eğer bir seçeneğin ideal çözüme sayısal olarak ne kadar yakın olduğu hesaplanabilirse, bu değerden ilgili seçeneğin beklentileri ne kadar iyi karşılayabildiği de belirlenmiş olur. İdeal çözüme en yakın çözüm, beklentileri en çok sağlayan çözümdür.

Bu uzaklık ise Öklid uzaklığı ile ölçülür. Öklid uzaklığı iki nokta arasındaki en yakın mesafedir (Ishizaka and Nemery, 2013). Örneğin birbirine dik iki doğrudan birinin uzunluğu 3 cm, diğerinin uzunluğu 4 cm olsun. Bu durumda doğruların uçları arasındaki mesafe, hipotenüs hesabıyla 5 cm olarak bulunur. İşte bu değer Öklid uzaklığıdır. Topsis de benzer bir hesaplama yapar.

Topsis yönteminin adımları Tablo 3.1.'de verilmiş, adımlar örnek bir problem üzerinden aşağıda açıklanmıştır.

Tablo 3.1. *Topsis Yönteminin Adımları*

1.ADIM SAYISAL KARAR MATRİSİNİN (A) OLUŞTURMASI
2.ADIM NORMALLEŞTİRİLMİŞ KARAR MATRİSİNİN (R) OLUŞTURULMASI
3.ADIM KRİTERLERİN ÖNEM DERECELERİNİN BELİRLENMESİ (W)
4.ADIM AĞIRLIKLİ STANDART KARAR MATRİSİNİN (V) OLUŞTURULMASI
5.ADIM İDEAL VE ANTİ İDEAL ÇÖZÜMLERİN BELİRLENMESİ
6.ADIM İDEAL VE ANTİ İDEAL ÇÖZÜMLERE UZAKLIĞIN HESAPLANMASI
7.ADIM İDEAL ÇÖZÜME GÖRE YAKINLIĞIN HESAPLANMASI

Adım 1: Sayısal Karar Matrisinin (A) Oluşturulması: Karar matrisi satırlarda seçeneklerin, sütunlarda ise kriterlerin olduğu matristir (Kabak ve Çınar, 2020). Her bir seçeneğin, her bir kriter gere göre hangi değeri aldığını gösterir. Karar verici tarafından oluşturulur. Bir kriter sayısal veya sayısal olmayan türde iki farklı şekilde olabilir (Hwang and Yoon, 1981). Örneğin malzeme ağırlığı ve fiyat gibi kriterler sayısaldır. Çünkü sayı ile ifade edilebilir. Öte yandan yanmazlık, hijyen, uygulama kolaylığı gibi kriterler sayısal değildir ve genellikle sözel olarak ifade edilirler.

Örneğin mermer için yanmazlık değeri çok iyi, kaymazlık özelliği içinse kötü denebilir. Böyle bir durumda ilk yapılacak şey, malzemenin ilgili kriterdeki sözel değerinin, sayısal bir değere dönüştürülmesidir. Bu da puanlama ile kolaylıkla yapılabilir.

1 ile 5 arasında bir derecelendirme yapılabilir. Bu skalada 5 çok iyi, 4 iyi, 3 orta, 2 kötü ve 1 çok kötü olarak düşünülür. Karar verici daha hassas bir derecelendirme yapmak isterse, skalayı 1 ile 10 arasında veya 1 ile 100 arasında tanımlayabilir. Sonuçta önemli olan, matriste yer alan bütün değerlendirmelerin sayısal olmasıdır. Karar matrisinin sayısallaştırılmasıyla elde edilen matrise, sayısal karar matrisi denir ve A ile gösterilir. Sayısal karar matrisinin genel hali, satırlarda seçenekler (S), sütunlarda ise kriterler (K) olmak üzere Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2’deki a_{ij} değerleri i. seçeneğin, j. kriterine göre aldığı değerdir. Örneğin 1. seçenek mermer, 1. kriter malzeme ağırlığı ise, matristeki a_{11} değeri mermerin birim ağırlığı olur. 2. kriter yanmazlık ise, a_{12} mermerin yanmazlık konusundaki değerlendirme sonucu olacaktır. Mermer yanmayan bir malzeme olduğu için, bu değeri 5 (çok iyi) olarak yazmak gerekir.

Tablo 3.2. Sayısal Karar Matrisinin Genel Hali

Seçenekler	Kriterler			
	K_1	K_2	...	K_n
S_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
S_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...
S_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Örnek Problem: Bir malzeme seçimi probleminde M1, M2 ve M3 olmak üzere üç malzeme arasında seçim yapılmak istendiğini varsayalım. Problemde 4 tane de kriter belirlenmiş olsun. Bunlar; malzemenin birim ağırlığı (kg/m^2), kullanım ömrü (yıl), yanmazlık özelliği ve müşterilerden gelen şikâyet yoğunluğu olsun. Bu probleme ait karar matrisi de Tablo 3.3’de verilmiştir. Tablo 3.3’deki verileri değerlendirerek sayısal karar matrisinin oluşturulması gerekir.

Tablo 3.3. Örnek Probleme ait Karar Matrisi

	Birim ağırlık	Ömür	Yanmazlık	Şikâyet
M1	3	15	Kötü	Yok
M2	5	25	İyi	Orta
M3	7	20	Çok iyi	Çok

Tablo 3.3’deki kriterler incelendiğinde, birim ağırlık ve ömür kriterlerinin sayısal, yanmazlık ve şikâyet kriterlerinin ise sözel olduğu görülmektedir. Karar verici, malzeme ağırlığı kriterinin binaya daha az yük getirmesi açısından küçük, malzeme ömrü kriterinin

ise yaşam döngüsü açısından uzun olmasını ister. Bu durumda ilk kriterde en küçük değerler, ikincide ise en büyük değerler tercih edilecektir. 3. ve 4. kriterlerin ise öncelikle sayısallaştırılması gerekir. Bunun için 1 ile 5 arasında bir skala kullanmak uygun olur. Örneğin yanmazlık için çok iyi 5, iyi 4, orta 3, kötü 2 ve çok kötü 1 olarak alınabilir. Burada en büyük puanlı durum tercih edilecektir. Şikâyet kriteri ise, az şikâyetin olduğu malzeme tercih edileceği için ters puanlama şeklinde düzenlenebilir. Örneğin çok şikâyet durumu 1, orta sayıda şikâyet olması hali 3 ve hiç şikâyet olmaması hali 5 puan olarak değerlendirilebilir. Bu durumda yine en büyük sayı, tercih edilen sayı olacaktır. Bu ön analiz sonucunda sayısal karar matrisi Tablo 3.4'deki gibi olur.

Tablo 3.4. Örnek Probleme ait Sayısal Karar Matrisi (A)

	Birim ağırlık	Ömür	Yanmazlık	Şikâyet
M1	3	15	2	5
M2	5	25	4	3
M3	7	20	5	1

Tablo 3.4'de verilen sayısal karar matrisi genel olarak incelendiğinde, hiçbir malzemenin bütün kriterlerde umulan en iyi değeri alamadığı görülmektedir. Örneğin M1 malzemesi ağırlık ve şikâyet kriterlerinde en iyi değeri alırken, M2 malzemesi sadece ömür kriterinde, M3 malzemesi ise yanmazlık kriterinde en iyi değerleri almaktadır. Bütün kriterlerde en iyi değeri alan bir malzeme olsaydı, yani ideal çözüm olan ağırlığı 3, ömrü 25, yanmazlık puanı 5 ve şikâyet puanı 5 olan bir malzeme olsaydı, ortada zaten bir karar verme problemi olmazdı. Ama bu problemde böyle bir durum yoktur ve bu nedenle beklentileri en çok karşılayan seçeneğin hangisi olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

Adım 2: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin (R) Oluşturulması: A sayısal karar matrisinin sütun temelinde normalleştirilmesiyle, Normalleştirilmiş karar matrisi (R) elde edilir. Normalleştirme, sayısal değerlerin 0 ile 1 arasına taşınması demektir (Hwang and Yoon, 1981). Normalleştirmenin yapılma nedeni, seçeneklerin kriterlerde aldıkları değerleri aynı skalaya getirmektir. Örnek problem incelendiğinde ağırlık değerlerinin 3 ile 7 arasında, ömür değerlerinin 15-25 arasında ve sayısal olmayan kriterlerin ise 1 ile 5 aralığında değiştiği görülmektedir. Süreçte yanlış ağırlıklandırma yapılmaması için, bütün bu değerlerin kendi içlerinde normalleştirilerek 0-1 arasında ifade edilmesi gerekir. Farklı normalleştirme yaklaşımları olmakla beraber, Topsis aşağıda verilen normalleştirme formüllerini kullanmaktadır (Shih and Olson, 2022).

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{ik}^2}} \quad (3.1)$$

Bu formül kısaca şöyle açıklanabilir. Sütundaki bütün değerlerin kareleri alınarak toplanmalı ardından karekökü alınmalıdır. Daha sonra sütundaki her bir değer, bu değere bölünmelidir.

Eğer kriter en büyük değerin tercih edildiği şekildeyse, hesaplanan bu değer aynen kullanılır. Ama kriter en küçük değerin tercih edildiği şekildeyse hesaplanan değer 1'den çıkarılır.

Örnek problemde

$$\begin{aligned} 1. \text{ kriter için payda değeri} & \quad \sqrt{3^2 + 5^2 + 7^2} = 9,11. \\ 2. \text{ kriter için payda değeri} & \quad \sqrt{15^2 + 25^2 + 20^2} = 35,36 \\ 3. \text{ kriter için payda değeri} & \quad \sqrt{2^2 + 4^2 + 5^2} = 6,71 \\ 4. \text{ kriter için payda değeri} & \quad \sqrt{5^2 + 3^2 + 1^2} = 5,92 \end{aligned} \quad (3.2)$$

olarak hesaplanır. Buna bağlı olarak normalleştirilmiş değerler Tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Örnek Probleme ait Normalleştirilmiş Matris (R)

	Birim ağırlık	Ömür	Yanmazlık	Şikâyet
M1	1-(3/9,11)=0,671	15/35,36=0,424	2/6,71=0,298	5/5,92=0,845
M2	1-(5/9,11)=0,451	25/35,36=0,707	4/6,71=0,596	3/5,92=0,507
M3	1-(7/9,11)=0,232	20/35,36=0,566	5/6,71=0,745	1/5,92=0,169

Adım 3: Kriterlerin Önem Derecelerinin Belirlenmesi (w): Bir karar probleminde, tasarımın özelliklerine göre kriterlerin önem dereceleri de değişir. Örneğin konser salonu tasarımında yanmazlık çok daha önemli bir kriter, hijyen ise ikincil derecede önemli bir kriter iken, hastane tasarımında hijyen birincil derecede önemli, yanmazlık ise ikincil derecede önemli bir kriter haline gelir. Her karar probleminde, tasarımın gerekliliklerine uygun olarak kriter önem derecelerinin yeniden belirlenmesi gerekir. Karar verici dilerse kriterlerin önem derecelerini 0 ile 1 arasında olacak ve toplamı da 1'i verecek şekilde kendisi belirleyebilir. Ama daha iyi bir yaklaşım, kriterlerin örneğin 1 ile 10 arasında puanlanarak, kendi içinde normalleştirilmesidir. Yani karar verici, 10 en yüksek tercihi, 1 ise en az tercihi göstermek üzere kriterlere puan verir. Bu değerler toplanır ve her bir değer toplam ile oranlanarak önem derecesi belirlenir.

Karar vericinin örnek problemde en çok yanmazlık kriterini önemsiyor olduğunu varsayarak, yanmazlık kriterine 9 puan, ağırlık kriterine 7 puan, ömür kriterine 5 puan ve

şikâyet kriterine 4 puan verdiğini düşünelim. Bu durumda normalleştirme sonucu kriterlerin önem dereceleri Tablo 3.6’da belirtildiği gibi olacaktır.

Tablo 3.6. *Kriter Önem Derecelerin Hesabı (w)*

Kriterler (j)	Puan	Önem Derecesi (w)
Ağırlık	7	7/25=0,28
Ömür	5	5/25=0,20
Yanmazlık	9	9/25=0,36
Şikâyet	4	4/25=0,16
Toplam	25	

Tablo 3.6’dan en önemli kriterin %36 ağırlıkla yanmazlık olduğu, en az önemsenen kriterin ise %16 ile şikâyet olduğu görülmektedir.

Adım 4: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması: Ağırlıklı standart karar matrisi, 2. adımda hesaplanan R matrisi elemanlarının, 3. adımda hesaplanan kriter önem dereceleri ile çarpılması sonucunda oluşur (Hwang and Yoon, 1981). Böylece her bir seçeneğin, kriter verilen önem derecesine bağlı normalleştirilmiş puanı elde edilmiş olur. Matematiksel olarak şöyle ifade edilir.

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad \forall i \text{ ve } j \text{ için} \quad (3.3)$$

Örnek problem için ilgili hesaplamalar Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7. *Örnek Probleme ait Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V)*

	Birim ağırlık	Ömür	Yanmazlık	Şikâyet
Önem derecesi	w₁=0,28	w₂=0,20	w₃=0,36	w₄=0,16
M1	0,188	0,085	0,107	0,135
M2	0,126	0,141	0,215	0,081
M3	0,065	0,113	0,268	0,027

Tablo 3.7’deki hesaplamalar kısaca şöyle açıklanabilir.

$$\begin{aligned} v_{11} &= w_1 \cdot r_{11} = 0,28 \cdot 0,671 = 0,188 \\ v_{12} &= w_2 \cdot r_{12} = 0,20 \cdot 0,424 = 0,085 \\ v_{13} &= w_3 \cdot r_{13} = 0,107 \cdot 0,298 = 0,107 \\ v_{14} &= w_4 \cdot r_{14} = 0,135 \cdot 0,845 = 0,135 \end{aligned} \quad (3.4)$$

Diğer satırlardaki hesaplar da benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

Adım 5: İdeal ve Anti İdeal Çözümlerin Belirlenmesi: İdeal çözüm, bir seçeneğin bütün kriterlerde en tercih edilen değerleri alması halinde ortaya çıkan çözüm, anti ideal çözüm ise, benzer şekilde bir seçeneğin bütün kriterlerde en tercih edilmeyen değerleri alması halinde ortaya çıkacak çözümdür (Shih and Olson, 2022). Bunun için V

matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlerin, sütun temelinde en büyük veya en küçük değer belirlenmesi gerekir. Yapılan puanlamalar ve normalleştirmeler gereği bütün kriterlerde artık en büyük değerler tercih edildiği için, her bir sütundaki en büyük değer o kritere ait ideal değeri (A+), her bir sütundaki en küçük değer ise, o kritere ait anti ideal (A-) değeri gösterir.

Örnek probleme ait ideal ve anti ideal çözümler 4. Adımda elde edilen tablodan yararlanılarak Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. Örnek Probleme ait İdeal (A+) ve Anti İdeal (A-) Çözümler

	Birim ağırlık	Ömür	Yanmazlık	Şikâyet
M1	0,188	0,085	0,107	0,135
M2	0,126	0,141	0,215	0,081
M3	0,065	0,113	0,268	0,027
A+	0,188	0,141	0,268	0,135
A-	0,065	0,085	0,107	0,027

Tablo 3.8 bu örnek problem için ideal ve anti ideal çözümleri göstermektedir. Diğer bir deyişle, eğer ideal çözümdeki değerlere sahip bir malzeme olsa, ortada karar verme problemi olmazdı. Ama malzemeler kimi açıdan iyi iken kimi açıdan kötü özellikler sergiler. Bu durumda seçeneklerin (malzemelerin) ideal çözüme ne kadar yakın ve anti idealden ne kadar uzak olduğu önemli bir gösterge haline gelir. İdeale en yakın çözüm, doğal olarak beklentileri en fazla karşılayan çözüm anlamına gelir. Bunu belirlemek için seçeneklerin ideal ve anti ideal çözümlerle arasındaki uzaklıklar hesaplanır.

Adım 6: İdeal ve Anti İdeal Çözümlere Uzaklığın Hesaplanması: Bir seçeneğin ideal çözümle arasındaki mesafe S^+ , anti ideal çözümle olan mesafesi ise S^- ile gösterilir. Bu değerler Öklid uzaklığı kullanılarak hesaplanır. Öklid uzaklığı tıpkı hipotenüs hesabında olduğu gibi, değerler arasındaki farkın kareleri toplamının kareköküdür (Shih and Olson, 2022).

S_i^+ : i. seçeneğin ideal çözüme uzaklığı

S_i^- : i. seçeneğin anti ideal çözüme uzaklığı

v_{ij} : i. seçeneğin j. kriterdeki ağırlıklandırılmış ve normalleştirilmiş değeri

v_j^+ : j. kritere göre ideal çözüm değeri

v_j^- : j. kritere göre anti ideal çözüm değeri

olmak üzere ideal ve anti ideal çözümlere uzaklıklar şöyle hesaplanır:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (3.5)$$

Örnek problem için hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} S_1^+ &= \sqrt{(0,188 - 0,188)^2 + (0,085 - 0,141)^2 + (0,107 - 0,268)^2 + (0,135 - 0,135)^2} = 0,171 \\ S_2^+ &= \sqrt{(0,126 - 0,188)^2 + (0,141 - 0,141)^2 + (0,215 - 0,268)^2 + (0,085 - 0,135)^2} = 0,098 \\ S_3^+ &= \sqrt{(0,065 - 0,188)^2 + (0,113 - 0,141)^2 + (0,268 - 0,268)^2 + (0,027 - 0,135)^2} = 0,166 \\ S_1^- &= \sqrt{(0,188 - 0,065)^2 + (0,085 - 0,085)^2 + (0,107 - 0,107)^2 + (0,135 - 0,027)^2} = 0,164 \\ S_2^- &= \sqrt{(0,126 - 0,065)^2 + (0,141 - 0,085)^2 + (0,215 - 0,107)^2 + (0,085 - 0,027)^2} = 0,146 \\ S_3^- &= \sqrt{(0,065 - 0,065)^2 + (0,113 - 0,085)^2 + (0,268 - 0,107)^2 + (0,027 - 0,027)^2} = 0,163 \end{aligned} \quad (3.6)$$

Hesaplanan değerler incelenirse 2. seçeneğin ideal çözüme en yakın, 1. seçeneğin ise anti ideale en uzak seçenek olduğu görülmektedir. Bu iki değeri standart hale getirmek için, ideal çözüme göreli yakınlık değeri hesaplanır.

Adım 7: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması: Her bir seçeneğin ideal çözüme göreli yakınlığı, o seçeneğin olabilecek en iyi duruma olan yakınlığının bir göstergesidir ve C_i^* ile ifade edilir. Bu değer, negatif ideal sapmanın toplam sapma içindeki payı olarak hesaplanır (Shih and Olson, 2022). Hesaplama yöntemi şöyledir:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (3.7)$$

Hesaplanan C_i^* değeri, 0 ile 1 değerleri arasında yer alır ve 1'e ne kadar yakınsa, seçeneğin ideal çözüme o kadar yakın olduğunu gösterir. Bu iyi bir durumdur. Benzer şekilde bu değer 0'a ne kadar yakınsa, seçeneğin anti ideal çözüme yakın olduğunu gösterir ki, bu da kötü (istenmeyen) bir durumdur. Bu değerlere kısaca Topsis puanı da denebilir. Bütün seçenekler için Topsis puanlarının hesaplanıp büyükten küçüğe doğru sıralanmasıyla malzemelerin hangi sırada tercih edilmesi gerektiği de belirlenmiş olur.

Örnek problem için hesaplamalar şöyledir.

$$\begin{aligned} C_1^* &= \frac{0,164}{0,164 + 0,171} = 0,490 \\ C_2^* &= \frac{0,146}{0,146 + 0,098} = 0,599 \\ C_3^* &= \frac{0,163}{0,163 + 0,166} = 0,496 \end{aligned} \quad (3.8)$$

Bu sonuçlara göre, en yüksek Topsis puanını 2. malzeme aldığı için, M2 malzemesinin seçilmesi gerekir. Öte yandan 3. malzeme de iyi bir puan alarak ikinci sırada yer almış durumdadır. 1. malzeme ise beklentileri en az karşılayan malzeme durumundadır.

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, henüz malzemelere ait birim fiyat değerlerinin bu değerlendirmede dikkate alınmamış olmasıdır. Böyle bir karar verme probleminde, fiyat kriteri de işin en başında probleme bir kriter olarak eklenip çözüm bulunabilir. Ama genellikle fiyatla ilgili değerlendirmeyi sonradan yapmak daha doğrudur. Tasarımcı öncelikle maliyetten bağımsız olarak, hangi malzemenin seçilmesi gerektiğini bilmek ister. Çünkü fiyatın işin içine girmesiyle, kararın nasıl değişebileceğini görmek etkili olacaktır. Ayrıca malzeme fiyatını sonradan hesaba katmak, ne kadar pazarlık yapılması gerektiğine dair bilgiyi içerir. Karar sürecine fiyat kriterinin katılmış olması, fayda maliyet analizi yapılmasına olanak sağlar.

3.3. Fayda Maliyet Analizi ve Pazarlık Payının Belirlenmesi

Fayda maliyet analizi, seçeneklerin birim maliyete karşılık ne kadar fayda sağladıklarını belirlemeyi hedefler. Böylece birim maliyete karşılık en çok faydayı sağlayan seçenek belirlenir (Rehman and Ali, 2021). Bu analizi yapabilmek için seçeneklerin fayda değerlerini belirlemek gerekir. Fakat fayda değerlerinin 0 ile 1 arasında normalleştirilmiş değerler olarak verilmiş olması gerekir. Topsis yöntemi ile seçeneklere dair belirlenen Topsis puanları normalleştirildikten sonra, fayda değeri olarak kullanılabilir. Elbette aynı skalada değerlendirme yapılabilmesi için, maliyet değerlerinin de normalleştirilmesi gerekir. Bu işlemlerden sonra fayda/maliyet değeri hesaplandığında, birim maliyete karşı gelen fayda değeri belirlenir ve en büyük değer tercih edilmesi gereken seçeneği gösterir (Rehman and Ali, 2021). Bu aşamada normalleştirme hem Topsis puanı hem de maliyet değeri için seçeneklere ait değerlerin kendi toplamalarına oranlanmasıyla elde edilir. Bu da normalleştirme için kullanılan bir diğer yöntemdir. Örnek problemdeki malzemelerin birim fiyatların da sırasıyla 1200, 1400 ve 1000 TL olsun. Bu durumda hesaplamaların nasıl olması gerektiği Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9. Örnek Problem için Fayda Maliyet Analizi

	Topsis Puanı	Fayda	Maliyet	Normalleştirilmiş Maliyet	Fayda/Maliyet
M1	0,490	0,309	1200	0,333	0,927
M2	0,599	0,378	1400	0,389	0,972
M3	0,496	0,313	1000	0,278	1.126
Toplam	1,585		3600		

Tablo 3.9'daki hesaplamalar şöyle açıklanabilir. Örneğin M1 malzemesinin faydası, $0,490/1,585$ oranıyla elde edilmektedir. Benzer şekilde M1 malzemesinin normalleştirilmiş maliyet değeri, $1200/3600$ oranıyla hesaplanmaktadır. M1 malzemesi için fayda/ maliyet değeri ise, $0,309/0,333$ oranı ile hesaplanmıştır.

Tablo 3.8'den anlaşılabacağı üzere, M3 malzemesi birim maliyet başına sağladığı fayda en yüksek malzeme olduğu için, diğer seçeneklerin önüne geçmektedir. Bu durumda karar verici maliyet için herhangi bir kaygı duymuyorsa, beklentilerini en fazla karşılayan malzeme olduğu için M2 malzemesini seçmelidir. Ama maliyeti düşünerek hareket etmek istiyorsa, M3 malzemesinin seçilmesi gerekir.

Bu analizin önemli bir faydası da pazarlık yapılmak istendiğinde en az ne kadar indirim istenmesi gerektiğinin hesaplanabilmesidir. Eğer bütün hesaplamalar MS Excel gibi bir çalışma sayfasında otomatize edilmişse, malzeme maliyet fiyatları değiştirilerek, fayda/maliyet değerlerinin eşitlendiği durumlar incelenerek, ne kadar indirim istenmesi gerektiği ve dolayısıyla pazarlık payı hesaplanabilir. Bunu matematiksel olarak yapmak da mümkündür. Tablo 3.9'da görüldüğü gibi, en yüksek fayda/maliyet oranı M3 malzemesine aittir ve ikinci olarak M2 malzemesi, sonra da M1 malzemesi gelmektedir. M2 malzemesinin fiyatı x olsun diye bir varsayımda bulunarak, M3 ve M2 malzemelerinin fayda/maliyet oranlarının eşitlendiği durumda, x değerinin ne olması gerektiği matematiksel olarak hesaplanabilir. Tablo 3.10'da buna dair hesaplamalar verilmektedir.

Tablo 3.10. Örnek Problem için Pazarlık Analizi

	Topsis Puanı	Fayda	Maliyet	Normalleştirilmiş Maliyet	Fayda/Maliyet
M1	0,490	0,309	1200	$1200/2200+x$	$0,309.(2200+x)/1200$
M2	0,599	0,378	x	$x/2200+x$	$0,378*(2200+x)/x$
M3	0,496	0,313	1000	$1000/2200+x$	$0,313*(2200+x)/1000$
Toplam	1,585		$2200+x$	1,0	

M3'e en yakın fayda/maliyet değeri M2 olduğu için, Tablo 3.10'da hesaplamalar M2'ye göre yapılmıştır. M3 ve M2'nin fayda/maliyet değerleri eşitlenirse, M2'nin tercih edilebilir hale gelmesi için fiyatının ne olması gerektiği (x değeri) kolaylıkla belirlenebilir.

$$\begin{aligned}\frac{0,378 * (2200 + x)}{x} &= \frac{0,313 * (2200 + x)}{1000} \\ \frac{0,378}{x} &= \frac{0,313}{1000} \\ 0,313 * x &= 0,378 * 1000 \\ x &= 1207,66\end{aligned}\quad (3.9)$$

Sonuç olarak şu söylenebilir. M2 malzemesinin fiyatı 1400 lira yerine 1207 liraya inerse, M2 malzemesinin birim başına sağladığı fayda M3 malzemesi ile aynı olacaktır. Bu durumda Topsis puanı daha büyük olduğu için tercih edilebilir. Tedarikçiyle yapılacak pazarlıkta, 193 liralık bir indirim yapmasını istemek mantıklı olacaktır. Benzer hesaplamalar diğer bütün malzemeler için de yapılarak, her bir malzeme için en az ne kadar indirim istenmesi gerektiği hesaplanabilir.

3.4. Geliştirilen MS Excel Tabanlı Program

Önceki bölümlerde adımları verilen Topsis yöntemi ve sonrasında yapılacak fayda-maliyet analizi ile pazarlık analizi hesaplarının, her tasarım için yeniden yapılması zor ve zahmetli bir iştir. Üstelik hesaplamalarda hata yapılması da olasıdır. Bu nedenle, hesaplamaların kolaylıkla yapılmasını sağlayacak bir ortama ihtiyaç olduğu açıktır. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan bir yazılım olması, tablet, bilgisayar ve cep telefon gibi ortamlarda rahatça kullanılabilir olması, program yazılarak etkinliğinin artırılabilmesi gibi nedenlerle, MS Excel yazılımı ile tasarımcıya destek olacak bir program hazırlanmıştır. Program Excel VBA ortamında geliştirilmiştir. İç mekan tasarımında zemin kaplaması olarak kullanılabilecek olası 23 malzeme ve özellikleri, ülkemizde firma kökenli veriler sunan YEM yapı kataloğu (<http-1>), Mimarlar Odası yapı malzemeleri kataloğu (<http-2>), Arkitera Raf ürün dergisi (<http-3>) ve uluslararası Archiexpo (<http-4>), malzeme veri tabanları taranarak programa aktarılmıştır. Yine aynı veri tabanlarından yararlanılarak, malzemelerin mekanik özellikleri, fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, biyolojik özellikleri, görsel/algısal özellikleri ve çevre etkisi özellikleri taranmış ve iç mekan kullanımına uygun 26 malzeme, seçim kriteri belirlenmiş ve programda tanımlanmıştır. Her bir malzemenin, her bir kriterde hangi puanı

alabileceğine dair sayısal değerler, veri tabanlarından elde edilen bilgilerden faydalanılarak ilgili hücrelere girilmiştir. Ancak karar verici isterse kendi tercihlerine göre, programda tanımlanmış olan puan değerlerinde değişiklik yapabilecektir.

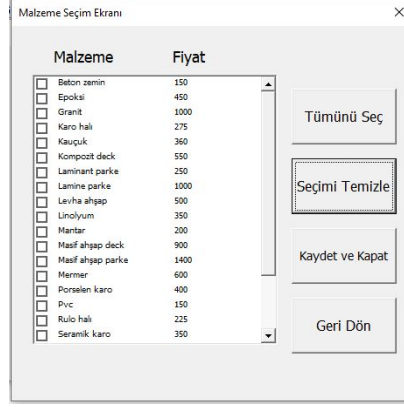
Son olarak malzemelere ait maliyet bilgileri tabloya işlenmiştir. Karar verici maliyet değerlerini de gerektiğinde güncelleyebilecektir. Program esnek bir yapıda tasarlandığı için, kullanıcı dilerse tabloya satır ekleyerek yeni bir malzeme ve sütun ekleyerek yeni bir kriter tanımlayabilecektir. Bu bölümde geliştirilen programa ait arayüzlerin görüntüleri verilerek, programın nasıl kullanıldığı, aşamalar halinde anlatılmıştır.

Program bir MS Excel çalışma dosyası olarak tanımlanmıştır ve Excel yazılımı olan Windows tabanlı bilgisayarlarda çalışabilir durumdadır. Program çalıştırıldığında, kullanıcıyı Şekil 3.1’de verilen, Malzeme seç, Kriter seç ve Verileri düzenle adıyla tanımlanmış 3 butondan oluşan açılış sayfası karşılar.



Şekil 3.1. İç Mekan Malzeme Seçim Programı Açılış Sayfası

Şekil 3.1 de görüntüsü verilen sayfadan, Malzeme seç butonu işaretlendiğinde, program kullanıcıya yazılımda kayıtlı olan 23 malzemenin isimlerini listeler ve kullanıcı istediği malzemenin üzerine tıklayarak, arzu ettiği malzemelerin seçimini yapar. Görüntüsü Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Malzeme Seçme Sayfası

Şekil 3.1 de görüntüsü verilen sayfadan Kriter seç butonu seçildiğinde, program kullanıcıya yazılımda kayıtlı olan 26 kriteri listeler ve kullanıcı istediği kriterin üzerine tıklayarak, arzu ettiği kriterlerin seçimini yapar. Görüntüsü Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Kriter Seçme Sayfası

Şekil 3.1 de görüntüsü verilen sayfada yer alan Verileri düzenle butonu ise, Excel’e kaydedilmiş olan 23 malzeme ve 26 kriterle beraber, her bir malzemenin her bir kriterler için atanmış değerlendirme puanlarını ve malzemelerin birim fiyatları tablosunu topluca gösterir. Görüntüsü Şekil 3.4’de verilmiştir. Kullanıcı dilerse burada yeni satır ve sütun açarak, listede olmayan bir malzemeyi veya kriteri tabloya ekleyebilir ya da isterse değerlendirme puanlarında değişiklik yapabilir.

MENÜ		EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB
------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Bu tablodaki değerlendirmeler 1->En kötü - 5->En iyi olmak üzere 1-5 aralığında puanlanmıştır. Ancak karar verici istediği takdirde skaları değiştirip istediği değeri doğrudan hücre içine yazabilir.

Şekil 3.4. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Verileri Düzenle Sayfası

Tablodaki puanlamalar, bütün kriterlerde en büyük değerin tercih edileceği anlayışıyla verilmiştir. Örneğin yanmazlık kriteri değerlendirilirken 5 puan yanmazlıkta en iyi durumu, 1 puan ise en kötü durumu temsil etmektedir. Öte yandan en küçük değerin tercih edileceği, şikayet gibi bir kriter değerlendirilirken ters puanlama yapılmış ve en az şikayet durumu 5 puan, çok şikayetin olması hali ise 1 puan ile gösterilmiştir. Sonuç olarak veri düzenle bölümünde kullanıcı, elindeki verilerle ilgili olarak dilediği değişikliği yapabilmektedir. Programdan çıkarken kaydederek çıkması durumunda da değişiklikler kaybolmayacaktır.

Malzeme ve kriterlerin seçiminden sonra, kullanıcıdan seçilen kriterleri puanlaması istenir. Puanlar 1 ile 10 arasında verilir ve 10 puan en önemli, 1 puan ise en önemsiz dereceyi ifade eder. Kullanıcının puanları girmesinden sonra, program her bir kriterin önem derecesini normalleştirme yoluyla hesaplar. Kriter puanlama sayfasına dair arayüz görüntüsü Şekil 3.5’de verilmiştir.

Kriter	Yön (EnB-EnK)	Puan (1-10)
Aşınmaya (çizilmeye) karşı dayanım	EnB	
Bakım onarım kolaylığı	EnB	
Darbe sesi emicilik	EnB	
Darbeye dayanım	EnB	
Dış mekanda kullanım	EnB	
Doku desen çeşitliliği	EnB	

Puanlamayı Tamamla

Kriterlere 1-> En Düşük, 10-> En Yüksek olmak üzere 1-10 arasında önem puanı veriniz.

Şekil 3.5. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Kriter Puanlama Sayfası

Kullanıcı puanlamayı bitirdikten sonra, puanlamayı tamamla butonuna basarak ilerler. Bu aşamada kendisine seçtiği malzemeler ve kriterlerden oluşan sayısal karar matrisi gösterilir. Bu görüntü kullanıcının Topsis sürecini başlatmadan önce, sayılara dair son kontrolleri yapabileceği aşamadır. Bu sayfada ayrıca hesaplanan kriterlerin önem dereceleri ile, malzemelerin birim maliyet değerleri bilgi olarak verilmektedir. Kullanıcı dilerse bu kısımlarda değişiklik yapabilir. İlgili görüntü Şekil 3.6’da verilmiştir.

	0,09375	0,15625	0,21875	0,28125	0,0625	0,1875	
	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	EnB	
TOPSIS							
	Ayrılmaya (çatılma) karşı dayanım	Bakım onarım kolaylığı	Darbe sesi emicilik	Darbeye dayanım	Diş mekanda kullanımı	Boku desen çeşitliliği	Maliyet
Beton zemin	3	2	1	3	3	3	150
Epoksi	2	3	2	2	2	1	450
Granit	5	3	1	5	5	3	1000
Karo halı	3	5	4	4	1	3	275
Kauçuk	4	4	4	5	5	2	360

UYARI!!!!

Seçilen malzeme ve kriterlere ilişkin verilerin bulunduğu nihai tablo buradaki gibidir. Eğer değerlerde bir değişiklik yapmak istiyorsanız algoritmayı çalıştırmadan önce bu tablodan değişiklik yapabilirsiniz.

Varsayılan olarak;
5 --> Çok iyi
4 --> İyi
3 --> Orta
2 --> Kötü
1 --> Çok Kötü
Anlamına gelmektedir.

Tamam

Şekil 3.6. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Sayısal Karar Matrisi Sayfası

Sayısal karar matrisi sayfasından sonra ilerlemek için arayüzün sol üst köşesinde bulunan Topsis butonuna tıklanması gerekir. Program çalıştıktan sonra, görüntüsü Şekil 3.7’de verilen ve seçeneklerin Topsis puanlarını gösteren ilk tablo kullanıcıya sunulur. Tablo en yüksek puan alan malzemeden, en düşük puan alan malzemeye doğru sıralanmış şekilde gelir. Bu sayfada kullanıcı rapor oluştur seçeneğini tıklarsa, yine Topsis puanlarını gösteren bir tablo ve fayda maliyet analizi ile pazarlık analizini gösteren diğer bir tablo kullanıcıya sunulur. Menü butonu tıklanırsa, program en başa dönerek kullanıcının baştan başlamasına izin verir. Son olarak çıkış butonu tıklanırsa programa son verilir.

TOPSIS PUANINA GÖRE SIRALANMIŞ TABLO		Rapor Oluştur
Seçenek	Fayda	
Kauçuk	0,795	MENÜ
Karo halı	0,752	
Granit	0,527	ÇIKIŞ
Beton zemin	0,352	
Epoksi	0,219	

Şekil 3.7. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Topsis Puanları Tablosu

Bu sayfada rapor oluştur tıklanırsa, sonuçlar 2 ayrı sayfada yeniden görüntülenir. İlk sayfanın adı “Sonuç_Topsis” şeklindedir ve sayfaya tıkladığımızda, Topsis puanlama sonucuna göre, büyükten küçüğe doğru sıralanmış şekliyle malzeme listesi gelir. Görüntüsü Şekil 3.8’de verilmiştir. “Sonuç_Topsis” sayfasının hemen yanındaki sayfanın ismi ise “Sonuc_FM” olarak verilmiştir. Bunun anlamı fayda-maliyet analizi ve pazarlık bilgilerinin olduğu sayfanın açılacağıdır. İstenirse “Sonuç_Topsis” normal bir Excel dosyası gibi kapatılabilir. Bu durumda elde edilen sonuçların kaydedilmesine dair bir seçenek gelir ve kullanıcı isterse türetilen bu bilgileri bir Excel sayfası olarak kaydeder. Şekil 3.8 incelendiğinde örnek problemde en yüksek Topsis puanlı seçeneğin kauçuk olduğu görülmektedir.

Seçenek	Fayda
Kauçuk	0,795
Karo halı	0,752
Granit	0,527
Beton zemin	0,352
Epoksi	0,219

Şekil 3.8. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Topsis Puanları Sayfası

“Sonuc_FM” sayfasına tıklandığında ise Şekil 3.9’dakine benzer bir fayda maliyet analizi tablosu açılır.

FAYDA-MALİYET DEĞERLERİNE GÖRE SIRALANMIŞ TABLO					
Seçenek	TOPSIS Puanı	Fiyat	Fayda/Maliyet	İndirim Miktarı	İndirim Sonrası Fiyat
Karo halı	0,752	275	2,311	0	275
Beton zemin	0,352	150	1,981	21,396	128,604
Kauçuk	0,795	360	1,867	69,246	290,754
Granit	0,527	1000	0,446	807,232	192,768
Epoksi	0,219	450	0,411	370,045	79,955

Sayfayı kapattığınızda sonuçları kaydederek rapor oluşturma sayfasına dönebilirsiniz. Yeni bir senaryo üzerinde çalışmak için lütfen programı yeniden başlatınız.

Şekil 3.9. İç Mekân Malzeme Seçim Programı Fayda Maliyet Analizi Sayfası

Fayda maliyet analizinde verilen tabloda ilk sütun seçenekleri, ikinci sütun malzemelerin hesaplanan Topsis puanlarını, üçüncü sütun malzemelerin birim fiyatlarını ve dördüncü sütun bu maliyet değerlerine göre hesaplanan fayda/maliyet değerlerini vermektedir. Ayrıca seçenekler, fayda/maliyet değerlerine göre büyükten, küçüğe doğru sıralanmış haldedir. Bu tablodan anlaşılacak olan, fayda/maliyet değeri açısından tercih edilmesi gereken seçeneğin karo halı olduğudur. Oysa bir önceki aşamada, Topsis puanına göre beklentileri en çok karşılayan seçeneğin kauçuk olduğu belirlenmişti. Maliyet kriteri hesaba katıldığında, kauçuk seçeneği 3. sıraya düşmüştür. Öte yandan tablonun 5. ve 6. sütunları ise pazarlık yapmak için gerekli bilgileri içermektedir. Örnek problemde kauçuğun yeniden tercih edilebilir hale gelmesi için, birim fiyatından yaklaşık 69 liralık bir indirim istenmesi gerekmektedir. Kısacası kauçuk güncel birim fiyatı 360 lira iken, yaklaşık 69 lira indirimle 290 lira civarına satın alınabilirse, kauçuk seçeneği fiyat kriteri de dahil olmak üzere beklentileri en çok karşılayan malzeme olacaktır. Karar verici bu son tabloya bakarak, malzeme tedarikçisinden en az ne kadar indirim istemesi gerektiğini görebilmektedir.

Sonuç olarak geliştirilen yazılım, istenen sayıda malzeme ve kriteri hızlıca değerlendirerek, karar vericiye sonuçları tablolar halinde verecek düzeydedir. Problemin 300'den fazla kriter ve malzeme türü için bile çözüm süresi 1 saniyedir. Ayrıca aynı problemi farklı kriter önem dereceleriyle değerlendirmek veya malzemelerin değerlendirilmesinde kullanılan puanların skalası değiştiğinde, sonucun bundan etkilenip etkilenmeyeceğini kısa sürede görmek de mümkündür.

4. BULGULAR VE YORUM

İç mekan yüzeylerinde kullanılan kaplamalar, özellikle de döşeme kaplamaları, kullanıcıyla birebir etkileşim halinde olan son bitiş katmanlarıdır. Kullanıcılar günlük ritüellerini, yürüme, uyuma, çalışma, yemek yeme, eğlenme, oynama ve temizlik gibi ihtiyaçlarını döşeme kaplaması üzerinde karşılamakta ve malzemeyle devamlı temas halinde olmaktadır. Bu nedenle döşeme yüzeylerinde kullanılacak kaplamanın seçimi, diğer yüzeylerde kullanılacak kaplama seçimlerine göre daha önem kazanmaktadır.

Çalışmada, döşeme kaplama malzemelerinin ve malzeme seçim kriterlerinin odak noktası olduğu üç farklı senaryo kurgulanmıştır. Ana eylemin uyuma-dinlenme olduğu, bununla beraber farklı eylemlerin de yer aldığı, çocuk odası, otel odası ve hastane hasta odası mekanları için, geliştirilen program kullanılarak zemin kaplama malzemesi seçimleri yapılmış, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1. Senaryo Çocuk Odası

Çocuk odaları, çocukların ilk çocukluk dönemlerinde (3-7 yaş arası) uyuma, dinlenme oyun oynama, resim ve boyama yapma gibi faaliyetlerini gerçekleştirdikleri mekanlardır. Çocukların odalarında yaptığı eylemler göz önünde bulundurularak, zemin kaplama malzemesi seçiminde kullanılacak kriterler, geliştirilen yazılımda yer alan kriterler veri tabanından belirlenmiş, belirlenen kriterler önem derecesine göre puanlanarak aşağıdaki liste oluşturulmuştur. 1-10 arasında yapılan puanlamada, 1 puan en az önem derecesini, 10 puan ise en çok önem derecesini belirtmektedir.

• Doku desen çeşitliliği	5 puan
• Geri dönüştürebilme	5 puan
• Kaymazlık	8 puan
• Koku tutmama	6 puan
• Leke tutmama	7 puan
• Renk çeşitliliği	8 puan
• Ses emicilik	8 puan
• Suya dayanıklılık	5 puan
• Temas sıcaklığı	9 puan
• Temizlenme kolaylığı	9 puan

Belirlenen kriterlere uygun olacağı düşünölen çocuk odası zemin kaplama malzemeleri, geliştirilen yazılımda yer alan malzemeler veri tabanından seçilerek aşağıda verilen malzeme listesi belirlenmiştir.

- Karo halı
- Kauçuk
- Lamine parke
- Laminant parke
- Levha ahşap
- Linolyum
- Mantar
- Pvc
- Rulo halı
- Seramik karo

Seçilen 10 malzeme ve 10 kriterin girişleri, geliştirilen yazılımda ilgili alanlara yapılarak, önce Topsis puanlamasına göre, ardından da fayda/maliyet analizine göre malzeme seçimleri elde edilmiş, sonuçlar sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

TOPSIS PUANINA GÖRE SIRALANMIŞ TABLO	
Seçenek	Fayda
Linolyum	0,6
Levha ahşap	0,58
Seramik karo	0,573
Laminant parke	0,534
Pvc	0,507
Karo halı	0,47
Rulo halı	0,47
Mantar	0,455
Lamine parke	0,453
Kauçuk	0,416

Şekil 4.1. Çocuk odası malzemelerine ait Topsis Puanları

Şekil 4.1’den göröldüğü gibi, çocuk odası zemin döşeme malzemesi seçiminde beklentileri en fazla karşılayan (Topsis puanı en fazla olan) birinci malzeme linolyum, beklentileri en fazla karşılayan ikinci malzeme levha ahşap ve beklentileri en fazla

karşılayan üçüncü malzeme seramik karo olmuştur. Elbette bu seçim, karar vericinin belirlediği kriterlerin önem puanlarına göre belirlenmiştir. Eğer karar verici kriterlerin önem puanlamasında değişikliğe giderse, elde edilecek yeni sonuçlar da farklı olacaktır.

Şekil 4.2 malzemelerin fayda/maliyet değerlerine göre sıralandığı tablodur. Tablodan, malzemelerin birim maliyet değerleri dikkate alındığında, sıralamanın değiştiği görülmektedir.

FAYDA-MALİYET DEĞERLERİNE GÖRE SIRALANMIŞ TABLO					
Seçenek	TOPSIS Puanı	Fiyat	Fayda/Maliyet	İndirim Miktarı	İndirim Sonrası Fiyat
Pvc	0,507	150	2,448	0	150
Mantar	0,455	200	1,645	65,546	134,454
Laminant parke	0,534	250	1,546	92,138	157,862
Rulo halı	0,47	225	1,511	86,143	138,857
Linolyum	0,6	350	1,241	172,563	177,437
Karo halı	0,47	275	1,236	136,143	138,857
Seramik karo	0,573	350	1,184	180,626	169,374
Levha ahşap	0,58	500	0,839	328,509	171,491
Kauçuk	0,416	360	0,837	236,908	123,092
Lamine parke	0,453	1000	0,328	866,062	133,938

Şekil 4.2. Çocuk odası malzemelerine ait Fayda/Maliyet Analizi sonuçları

Fayda/maliyet tablosuna göre çocuk odası zemin kaplama malzemesi seçiminde en iyi seçeneğin pvc, ikinci en iyi seçeneğin mantar ve üçüncü en iyi seçeneğin laminant parke olduğu anlaşılmaktadır. Burada Topsis seçiminden farklı olarak, fayda/maliyet seçiminde ikici sıraya mantarın, üçüncü sıraya da laminant parkenin yükseldiği görülmüştür. Linolyumun tekrar tercih edilebilir olması için, linolyumun 350 liralık birim fiyatından en az 172 liralık indirim istenmesi gerekmektedir. Bu durumda şunu söylemek mümkündür; karar verici, malzeme maliyeti konusunda hassas değilse linolyumu, maliyeti önemli bir kriterse pvc'yi seçmelidir.

4.2. Senaryo-Otel Odası:

Otel odaları, geçici konaklama ihtiyacı olan kişilerin belirli bir bedel karşılığı, uyuma, dinlenme, çalışma, bir şeyler atıştırma, tuvalet ve temizlenme faaliyetlerini gerçekleştirdikleri mekânlardır. Otel odalarında konaklayanların yaptığı eylemler göz önünde bulundurularak, zemin kaplama malzemesi seçiminde kullanılacak kriterler, geliştirilen yazılımda yer alan kriterler veri tabanından belirlenmiş, belirlenen kriterler önem derecesine göre puanlanarak aşağıdaki liste oluşturulmuştur.

- Aşınmaya dayanım 8 puan
- Bakım onarım kolaylığı 9 puan
- Darbe sesi emicilik 9 puan
- Doku desen çeşitliliği 5 puan
- Leke tutmama 7 puan
- Rengini koruma 6 puan
- Renk çeşitliliği 4 puan
- Ses emicilik 8 puan
- Suya dayanıklılık 4 puan
- Temas sıcaklığı 6 puan
- Temizlenme kolaylığı 9 puan

Belirlenen kriterlere uygun olacağı düşünülen otel odası zemin kaplama malzemeleri, geliştirilen yazılımda yer alan malzemeler veri tabanından seçilerek aşağıda verilen malzeme listesi belirlenmiştir.

- Karo halı
- Laminant parke
- Lamine parke
- Levha ahşap
- Linolyum
- Masif ahşap parke
- Porselen karo
- Rulo halı
- Seramik karo
- Terracotta

Seçilen 10 malzeme ve 11 kriterin girişleri, geliştirilen yazılımda ilgili alanlara yapılarak, önce Topsis puanlamasına göre, ardından da fayda/maliyet analizine göre malzeme seçimleri elde edilmiş, sonuçlar sırasıyla Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

TOPSIS PUANINA GÖRE SIRALANMIŞ TABLO	
Seçenek	Fayda
Linolyum	0,702
Karo halı	0,634
Rulo halı	0,608
Laminant parke	0,513
Porselen karo	0,414
Lamine parke	0,406
Seramik karo	0,39
Levha ahşap	0,352
Masif ahşap parke	0,352
Terracotta	0,276

Şekil 4.3. Otel odası malzemelerine ait Topsis Puanları

Şekil 4.3'den görüldüğü gibi otel odası zemin kaplama malzemesi seçiminde beklentileri en fazla karşılayan (Topsis puanı en fazla olan) malzeme linolyum, beklentileri ikinci en fazla karşılayan malzeme karo halı, beklentileri üçüncü en fazla karşılayan malzeme rulo halı olmuştur.

Şekil 4.4 malzemelerin fayda/maliyet değerlerine göre sıralandığı tablodur. Tabloya bakıldığında, malzemelerin birim maliyet değerleri dikkate alındığında sıralamanın değiştiği görülmektedir.

FAYDA-MALİYET DEĞERLERİNE GÖRE SIRALANMIŞ TABLO					
Seçenek	TOPSIS Puanı	Fiyat	Fayda/Maliyet	İndirim Miktar	İndirim Sonrası Fiy
Rulo halı	0,608	225	2,994	0	225
Karo halı	0,634	275	2,554	40,373	234,627
Laminant parke	0,513	250	2,273	60,146	189,854
Linolyum	0,702	350	2,224	89,947	260,053
Seramik karo	0,39	350	1,235	205,591	144,409
Porselen karo	0,414	400	1,148	246,564	153,436
Levha ahşap	0,352	500	0,779	369,846	130,154
Terracotta	0,276	400	0,766	297,668	102,332
Lamine parke	0,406	1000	0,45	849,738	150,262
Masif ahşap parke	0,352	1400	0,278	1269,846	130,154

Şekil 4.4. Otel odası malzemelerine ait Fayda/Maliyet Analizi sonuçları

Fayda/maliyet tablosuna göre, otel odası zemin döşeme malzemesi olarak en iyi seçeneğin rulo halı, ikinci en iyi seçeneğin karo halı, üçüncü en iyi seçeneğinse laminant parke olduğu anlaşılmaktadır. Burada Topsis seçiminde birinci çıkan linolyum, fayda/maliyet tablosuna göre dördüncü sıraya gerilemiştir. Yine Topsis seçiminde üçüncü

olan rulo halı ise fayda/maliyet tablosuna göre birinci olmuştur. Linolyumun tekrar tercih edilebilir olması için, 350 liralık birim fiyatından en az 90 liralık indirim istenmesi gerekmektedir. Bu durumda şunu söylemek mümkündür; karar verici malzeme maliyeti konusunda hassas değilse linolyumu, maliyeti önemsiyorsa rulo halıyı seçmelidir.

4.3. Senaryo Hastane Hasta Odası

Hastanelerde yer alan hasta odaları, hastaların ihtiyaç duydukları sağlık hizmetini aldığı, bunun yanı sıra, uyuma dinlenme, yemek yeme, tuvalet ve temizlenme faaliyetlerini gerçekleştirdikleri geçici konaklama mekanlardır. Hastane odasında konaklayanların yaptığı eylemler göz önünde bulundurularak, zemin kaplama malzemesi seçiminde kullanılacak kriterler, geliştirilen yazılımda yer alan kriterler veri tabanından belirlenmiş, belirlenen kriterler önem derecesine göre puanlanarak aşağıdaki liste oluşturulmuştur.

- | | |
|--------------------------|--------|
| • Aşınmaya dayanım | 7 puan |
| • Bakım onarım kolaylığı | 9 puan |
| • Darbe sesi emicilik | 6 puan |
| • Darbeye dayanım | 7 puan |
| • Kaymazlık | 9 puan |
| • Koku tutmama | 9 puan |
| • Leke tutmama | 9 puan |
| • Renk çeşitliliği | 3 puan |
| • Suya dayanıklılık | 4 puan |
| • Temizlenme kolaylığı | 7 puan |
| • Yangına dayanıklılık | 8 puan |

Belirlenen kriterlere uygun olacağı düşünülen hasta odası zemin kaplama malzemeleri, geliştirilen yazılımda yer alan malzemeler veri tabanından seçilerek aşağıda verilen malzeme listesi belirlenmiştir.

- Epoksi
- Granit

- Lamine parke
- Laminant parke
- Linolyum,
- Mermer
- Porselen karo
- Pvc
- Seramik karo
- Traverten
- Vinil

Seçilen malzeme ve kriterlerin geliştirilen yazılımda ilgili alanlara girişleri yapılarak, önce Topsis puanlamasına göre, ardından da fayda/maliyet analizine göre malzeme seçimleri elde edilmiş, sonuçlar sırasıyla Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

TOPSIS PUANINA GÖRE SIRALANMIŞ TABLO	
Seçenek	Fayda
Linolyum	0,703
Vinil	0,61
Pvc	0,539
Porselen karo	0,519
Granit	0,502
Mermer	0,474
Seramik karo	0,47
Traverten	0,439
Laminant parke	0,405
Epoksi	0,318
Lamine parke	0,269

Şekil 4.5. Hastane odası malzemelerine dair Topsis Puanları

Şekil 4.5’den görüldüğü gibi hastane hasta odası zemin kaplama malzemesi seçiminde beklentileri en fazla karşılayan (Topsis puanı en fazla olan) malzeme linolyum, beklentileri en fazla karşılayan ikinci malzeme vinil, beklentileri en fazla karşılayan üçüncü malzeme pvc olmuştur.

Şekil 4.6 malzemelerin fayda-maliyet değerlerine göre sıralandığı tablodur. Tabloya bakılınca, malzemelerin birim maliyet değerleri hesaba katıldığında sıralamanın değiştiği görülmektedir.

FAYDA-MALİYET DEĞERLERİNE GÖRE SIRALANMIŞ TABLO					
Seçenek	TOPSIS Puanı	Fiyat	Fayda/Maliyet	İndirim Miktarı	İndirim Sonrası Fiyat
Pvc	0,539	150	3,563	0	150
Vinil	0,61	200	3,021	30,433	169,567
Linolyum	0,703	350	1,989	154,59	195,41
Laminant parke	0,405	250	1,604	137,428	112,572
Seramik karo	0,47	350	1,332	219,196	130,804
Porselen karo	0,519	400	1,285	255,749	144,251
Traverten	0,439	450	0,967	327,925	122,075
Mermer	0,474	600	0,782	468,276	131,724
Epoksi	0,318	450	0,7	361,624	88,376
Granit	0,502	1000	0,498	860,327	139,673
Lamine parke	0,269	1000	0,267	925,085	74,915

Şekil 4.6. Hastane odası malzemelerine dair fayda-maliyet analizi sonuçları

Fayda/maliyet tablosuna göre hasta odası zemin döşeme malzemesi olarak en iyi seçeneğin pvc, ikinci en iyi seçeneğin vinil, üçüncü en iyi seçeneğinse linolyum olduğu anlaşılmaktadır. Burada Topsis seçiminde birinci çıkan linolyum, fayda/maliyet tablosuna göre üçüncü sıraya gerilemiştir. Yine Topsis seçiminde üçüncü olan pvc ise fayda/maliyet tablosuna göre birinci olmuştur. Linolyumun tekrar tercih edilebilir olması için 350 liralık birim fiyatından en az 155 liralık indirim istenmesi gerekmektedir. Bu durumda şunu söylemek mümkündür; karar verici malzeme maliyeti konusunda hassas değilse linolyumu, maliyeti önemsiyorsa pvc'yi seçmelidir.

4.4. Bölüm Değerlendirmesi

Ana eylemin uyuma-dinlenme olduğu, yanısıra farklı eylemlerin de gerçekleştirildiği mekânların tamamında linolyum, Topsis puanına göre birinci tercih edilecek zemin döşeme malzemesi olarak belirlenmiştir. Bu şaşırtıcı olmamıştır, çünkü linolyum sahip olduğu özelliklere bağlı olarak, seçilen kriterlerin çoğunda başarılı performans sergilemektedir. Özellikle kamusal alanlarda sıklıkla kullanılan bir malzeme olduğu da bilinmektedir. Kamusal alanlarda kullanılmasına rağmen, çocuk odası tasarımında birinci malzeme olarak çıkması ise, linolyumun konut kullanımı içinde uygun olabileceğini göstermiştir.

Topsis puanına göre yapılan seçimlerdeyse, ikinci ve üçüncü seçenek olarak belirlenen malzemelerin, yüksek önem derecesine sahip kriterler için uygun olduğu görülmektedir. Örneğin, çocuk odasında levha ahşap ve seramiğin en iyi ikinci ve üçüncü malzemeler olarak seçilmesi, çocuk odası zemin kaplama malzemesi seçiminde yer alan

temas sıcaklığı ve temizleme kolaylığı kriterlerinin yüksek önem dereceleriyle açıklanabilir.

Malzemelerin fayda/maliyet değerlerine göre sıralandığı tablolar incelendiğinde, maliyet kriterinin önem kazandığı durumlarda, bütün senaryolar için Topsis seçimlerinin geçersiz kaldığı görülmüştür. Topsis puanına göre birinci olan malzemeyle, fayda/maliyet analizine göre birinci olan malzeme, üç senaryoda da birbirinden farklıdır. Bu durum da çok şaşırtıcı olmamıştır. Çünkü pek çok kriteri başarıyla sağlayabilecek bir malzemenin pahalı olması, kaçınılmaz bir durumdur. Fayda /maliyet analizinin iyi tarafı, tasarımcılara gözden kaçırabilecekleri alternatif malzemeler öneriyor olmasıdır. Önerilen farklı malzemelerin, tasarımcıları farklı düşünmeye ve farklı çözümler üretmeye zorlayacak olması muhtemeldir.

Senaryolardan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, iç mekan tasarımı sürecinde malzeme seçim aracı olarak kullanılması önerilen yöntemin ve yönteme bağlı olarak geliştirilen programın;

- Özellikle içmimarlık öğrencileriyle, görece az deneyimi olan içmimarlara malzeme seçimi sürecinde yol gösterici olacağı,
- Sezgisel süreç yerine matematiksel bir süreç kullanıldığı için, belirlenen kriterlere daha uygun malzeme seçim kararlarının verilebileceği,
- Malzeme seçimine yönelik karar verme problemlerinde, tasarımcıya zaman ve hız kazandıracağı, farklı alternatif malzeme ve kriterleri deneme şansı vereceği,
- Fayda/maliyet analizi yaparak, fiyat kriterinin karardaki etkisini göstereceği, buna bağlı olarak tasarımcıyı alternatif malzemeler kullanmaya yönelteceği,
- Aynı problemin farklı durumları için analiz yapabileceği, bununla beraber hangi parametrenin veya kriterin, kararda ne kadar etkili olduğunun kolaylıkla belirlenebileceği görülmüştür.

5. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

İç mekan tasarımında, tasarımın gerekliliklerine uygun bir malzeme seçmek genellikle zordur. Çünkü farklı niteliklerde pek çok malzeme vardır ve genellikle bir malzeme, içmimarın tasarımındaki gerekli niteliklerin hepsini birden karşılayamaz. Bu durumda, beklentileri en fazla karşılayan malzemenin hangisi olduğunun belirlenmesi gerekir. Çok sayıda malzemenin, sınırlı sayıdaki kritere göre değerlendirilmesi süreci çok kriterli karar verme problemi olarak tanımlanır. Çok kriterli karar verme matematiksel bir süreçtir ve karar sürecinin tutarlılığını sağlamaktadır. Çok kriterli karar verme için farklı teknikler önerilmiştir ancak hesaplamalarındaki basitlik ve yöntemin kişisel olarak çok sayıda parametre belirlemeyi gerektirmemesi nedeniyle, Topsis yöntemi öne çıkmıştır.

Topsis yöntemi basit olsa da bir dizi matematiksel işlemi gerektirmektedir ve özellikle çok sayıda malzeme seçeneği ile kriterin olması halinde, bu hesaplamaların elle yapılması zordur. Üstelik her farklı tasarımda, farklı malzemeler ve farklı niteliklerin değerlendirilmesi gerekeceği için, problemin yeni baştan çözülmesi gerekir. Dahası problemi bir kere çözmek de genellikle yeterli olmayacaktır. Çünkü sayısal olmayan kriterlere, 1 ile 5 arasında puan verirken yapılan tercih öznelidir. Dolayısıyla kişi puanı değiştirirse sonuç da değişebilir. Bu durumda verdiğimiz puanı değiştirdiğimizde, sonucun bundan etkilenip etkilenmeyeceğini görmek önemlidir. Bu nedenle Topsis sürecinin bir bilgisayar yazılımı haline getirilerek kullanıcıya sunulması yararlı olacaktır.

Bu çalışmada, iç mekan tasarımı sürecinde malzeme seçim aracı olarak, Topsis yönteminin kullanılabileceği gösterilmiş ve kullanıcının bu süreci rahatça yönetmesi için geliştirilen MS Excel tabanlı program tanıtılmıştır. İç mekanlarda malzeme seçimi sürecine örnek olmak üzere türetilen üç farklı senaryo için, geliştirilen program kullanılarak zemin kaplama malzemesi seçimleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Geliştirilen program esnektir. Yeni malzemeler ve kriter seçenekleri eklendiği takdirde, programın duvar veya tavan kaplama malzemesi seçimi gibi, diğer iç mekan yüzeyleri için kullanılması mümkündür. Program 300'den fazla kriter ve malzemeyi 1 saniyede değerlendirerek sonuçları verebilmektedir. İnsan zihninin bu kadar büyük bir problemi elle çözmesi zaten mümkün değildir. Ayrıca program maliyet yönünden bir sıkıntı yoksa beklentileri en çok karşılayan malzemeleri, eğer maliyet önemli bir kriterse, fayda-maliyet analizi ile ödenen birim paraya karşılık beklentileri en çok karşılayan malzemeleri sıralamaktadır. Bu da tasarımcıya karar vermesinde iki yönlü

avantaj sağlamaktadır. Ayrıca programa eklenen pazarlık analizi, tasarımcıya fayda/maliyet oranlarına göre sıralanmış malzemeler arasından, herhangi bir malzemenin seçilebilir olması için, fiyatında ne kadar indirim istenmesi gerektiğini göstermektedir. Kısaca tasarımcının en az ne kadarlık bir fiyat için pazarlık yapması gerektiğini bilimsel olarak sunmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada içmimarın malzeme seçim sürecinde hızlı karar vermesini ve doğru seçim yapmasını sağlayacak bir yöntem önerilmiş ve bunun kodlandığı bir yazılım geliştirilmiştir.

5.2. Tartışma

Çok kriterli karar verme problemlerinde AHP, Vikor, Electre gibi farklı teknikler de bulunmaktadır. Bunlar da bilgisayar programı haline getirilerek malzeme seçiminde kullanılabilir. Ancak anılan bu üç yöntem, karar vericinin subjektif değerlendirmelerine daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin Vikor ve Electre gibi yöntemlerde, karar sürecini sonlandırmak için karar vericiden bir eşik değerini belirlemesi istenmektedir. Bu değere göre kararlar ciddi şekilde farklılaşabilmektedir. Bu değişkenlik nedeniyle bu iki tekniğin kullanılması tercih edilmemiştir. AHP’de ise kriter ve malzeme sayısı arttıkça yapılacak ikili karşılaştırma sayısı fazlalaşmakta ve hatalara neden olmaktadır. Örneğin 5 kriter ve 5 malzemenin olduğu bir seçimde bile, 6 farklı ikili karşılaştırma tablosunun yapılması gerekmektedir. Bu da zor bir süreçtir. Topsis bu gibi subjektif değerlendirmeleri en az olan yöntemdir ve matematiksel olarak sağlam bir alt yapısı vardır. Yine de bu alanda çalışmalar sürmekte ve yeni teknikler geliştirilmektedir. Burada sözü edilmeyen diğer teknikler de incelenerek bu tür bir karar verme problemine uygunluğu tartışılabilir ve yöntem olarak kullanılabilir.

5.3. Öneriler

Bu çalışmanın devamında, geliştirilen bilgisayar yazılımının biraz daha kullanışlı hale getirilmesi söz konusu olabilir. Örneğin sayısal olmayan kriterlere dair puanlama ile değerlendirme yapılırken, bu puanlarda yapılacak değişikliklerin çözümü nasıl etkilendiğine dair bir parametre, duyarlılık analizi programa eklenebilir. Böylece tasarımcıya sonuca dair ek bir bilgi sağlanmış olur.

Bir diğer öneri de karar vericiler hakkındadır. Çalışmada karar verici olarak tek kişi düşünülmüştür. Bu kişi tasarımcı veya işin sahibi olabilir. Ya da ikisinin birden ortak

olarak davrandığı düşünölmüştür. Ancak büyük projelerde genellikle birden fazla karar verici olabilmekte ve tercihleri birbirleriyle çelişebilmektedir. Bu durumda literatürde tanımlanmış grup karar verme teknikleri uygulanabilir ve önerilen bu yönteme eklenebilir.

Son olarak bilindiğı gibi puanlama yaparken kişiler her zaman kesin bir değeri vermekte zorlanabilmektedir. Bunun önünde geçmek için kişilerden iyimser, kötümser ve en çok istenen tercih olmak üzere 3 farklı puan değeri alarak, bunların ortalaması ile puanlama yapılabilir. Bunun daha gelişmiş hali literatürde bulanık Topsis diye geçmektedir. Gelecekte bu tür bir çalışmanın bulanık Topsis kullanılarak gerçekleştirilmesi ve ona uygun bir yazılımın tasarlanması mümkündür.



KAYNAKÇA

- Akadiri, P. O., Olomolaiye, P. O., & Chinyio, E. A. (2013). Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for building projects. *Automation in construction*, 30, 113-125.
- Akın, F., Pedgley, O., (2016). Sample Libraries to Expedite Materials Experience for Design: A Survey of Global Provision. *Materials and Design* 90, 1207-1217.
- Anojkumar, L., Ilangkumaran, M., & Sasirekha, V. (2014). Comparative analysis of MCDM methods for pipe material selection in sugar industry. *Expert systems with applications*, 41(6), 2964-2980.
- Arıl, B., (2017) *Kaplama Malzemesi Olan Seramiğin, İç Mekanda Alternatif Malzemelere Göre Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43.
- Ashby, M. F., Cebon, D. (2007) *Teaching Engineering Materials: The Ces Edupack*. England Cambridge University: Engineering Department
- Ashby, M. F., Johnson, K. (2014) *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*. England Oxford: Butterworth-Hineman
- Athawale, V. M., & Chakraborty, S. (2010, January). A TOPSIS method-based approach to machine tool selection. In *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh* (Vol. 2, pp. 83-94).
- Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with applications*, 39(17), 13051-13069.
- Bilecen, E., (2020) *İç Mekan Tasarımında Tekstilin Yeri, Seçim Kriterlerinin Saptanması ve Otel Odaları Üzerinden Analizi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert systems with applications*, 36(8), 11363-11368.

- Chu, T. C., & Lin, Y. C. (2003). A fuzzy TOPSIS method for robot selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21(4), 284-290.
- Ching, D. K., Binggeli, C. (2018). *Interior Design Illustrated*. NJ: John Wiley & Sons
- Ching, D. K., (2004). *İç Mekan Tasarımı*. İstanbul: YEM yayınevi
- Çalışkan, H., Kurşuncu, B., Kurbanoglu, C., & Güven, Ş. Y. (2013). Material selection for the tool holder working under hard milling conditions using different multi criteria decision making methods. *Materials & Design*, 45, 473-479.
- Çınar, Y. (2004). *Çok Nitelikli Karar Verme ve Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi Örneği*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Darji, V. P., & Rao, R. V. (2014). Intelligent multi criteria decision making methods for material selection in sugar industry. *Procedia Materials Science*, 5, 2585-2594.
- Deniz, O. S., & Ekinci, S. (2016). A Decision-Making Process for Selecting Building Envelope Assemblies. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 15(3), 549-555.
- Erdoğan, M., & Kaya, I. (2016). A combined fuzzy approach to determine the best region for a nuclear power plant in Turkey. *Applied Soft Computing*, 39, 84-93.
- Ergenç, S., (2017) *İç Duvar Kaplamalarında Ürün Seçimi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Eriç, M. (2002). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. İstanbul: Literatür Yayınları
- Fernandez, J., (2006). *Material Architecture: Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction*. Amsterdam, Netherlands: Architectural Press.
- Grimley, C., Love M., (2013) *The Interior Design Reference Specification Book*. Beverly: Rockport Publishers
- Hasol, D., (1988). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. İstanbul: YEM Yayınevi
- Hegger, H. And, Drexler, H. (2016). *Yapı Malzemeleri*. İstanbul: Yem Yayınevi
- Hwang C.L., Yoon K., (1981), Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications. *Springer-Verlag*, 273 p.
- Ishizaka A., Nemery P., (2013), Multi Criteria Decision Analysis. *Wiley*, 299 p.
- Jahan, A., Ismail, M. Y., Shuib, S., Norfazidah, D., & Edwards, K. L. (2011). An aggregation technique for optimal decision-making in materials selection. *Materials & Design*, 32(10), 4918-4924.

- Kabak, M. ve Çınar, Y. (2020) *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Ms Excel Çözümlü Uygulamalar*. Ankara: Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım.
- Karalı, C., H. (2019) *Akıllı Malzemelerin İç mimarlıkta Kullanımı* Sarıyer Belediye Binası Örneği. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karana, E., (2009) *Meanings of Materials* Yayımlanmış Doktora Tezi. Delft: TU Delft
- Khorshidi, R., & Hassani, A. (2013). Comparative analysis between TOPSIS and PSI methods of materials selection to achieve a desirable combination of strength and workability in Al/SiC composite. *Materials & Design (1980-2015)*, 52, 999-1010.
- Kumar, R., & Ray, A. (2014). Selection of material for optimal design using multi-criteria decision making. *Procedia materials science*, 6, 590-596.
- Lima-Junior, F. R., & Carpinetti, L. C. R. (2016). Combining SCOR® model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management. *International Journal of Production Economics*, 174, 128-141.
- Lyons, A., (2010). *Materials for Architects and Builders*. China: Elsevier Ltd.
- Lourenzutti, R., & Krohling, R. A. (2016). A generalized TOPSIS method for group decision making with heterogeneous information in a dynamic environment. *Information Sciences*, 330, 1-18.
- Malakouti, M., Faizi, M., Hosseini, S. B., & Norouzian-Maleki, S. (2019). Evaluation of flexibility components for improving housing quality using fuzzy TOPSIS method. *Journal of Building Engineering*, 22, 154-160.
- McMorrough, J., (2006) *Materials, Structures and Standarts: All The Details Architects Need To Know But Can Never Find*. Gloucester, USA:Rockport Publishers
- Mishra, P. S., & Muhuri, S. (2021). Grading of architectural heritage using AHP and TOPSIS methods: a case of Odishan Temple, India. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. DOI 10.1108/JCHMSD-07-2020-0096.
- Nicolalde, J. F., Yaselga, J., & Martínez-Gómez, J. (2022). Selection of a Sustainable Structural Beam Material for Rural Housing in Latin América by Multicriteria Decision Methods Means. *Applied Sciences*, 12(3), 1393.
- Önüt, S., & Soner, S. (2008). Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. *Waste management*, 28(9), 1552-1559.

- Peng, C., Feng, D., & Guo, S. (2021). Material selection in green design: a method combining DEA and TOPSIS. *Sustainability*, 13(10), 5497.
- Pile, J., (199). *Interior Design*. New York: Harry N. Abrams, Inc.
- Rahman, S., Odeyinka, H., Perera, S., & Bi, Y. (2012). Product-cost modelling approach for the development of a decision support system for optimal roofing material selection. *Expert Systems with Applications*, 39(8), 6857-6871.
- Rehman O.U., Ali Y., (2021), Optimality study of China's crude oil imports through China Pakistan economic corridor using fuzzy TOPSIS and Cost-Benefit analysis, *Transportation Research Part E*, 148, 102246.
- Riggs, R., (2003). *Materials and Components of Interior Architecture*. USA NJ: Prentice-Hall
- Rupp, W., (1989). *Construction Materials For Interior Design*. New York: Watson-Guptill
- Senouci, M. A., Mushtaq, M. S., Hoceini, S., & Mellouk, A. (2016). TOPSIS-based dynamic approach for mobile network interface selection. *Computer Networks*, 107, 304-314.
- Shih H.S., Olson D.L., (2022), *Topsis and its Extensions, A Distance-Based MCDM Approach*, Springer, 230 p.
- Shih, H. S., Shyur, H. J., & Lee, E. S. (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and computer modelling*, 45(7-8), 801-813.
- Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan, L. (2000). *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme*. İstanbul: LiteratürYayınları.
- Thakker, A., Jarvis, J., Buggy, M., & Sahed, A. (2008). A novel approach to materials selection strategy case study: Wave energy extraction impulse turbine blade. *Materials & Design*, 29(10), 1973-1980.
- Varışlı, S., Ö. (2019) *Yer Karosu Sır Birleşimlerinin Dijital Mürekkep Performansına Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Wang, Y. J., & Lee, H. S. (2007). Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision-making. *Computers & Mathematics with Applications*, 53(11), 1762-1772.

- Yağlı, S., (2017) *Teknolojik Geliřmelerin Etkisiyle Yüzeylerde Malzeme Kullanımı: Akıllı Malzemeler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Zoghi, M., Rostami, G., Khoshand, A., & Motalleb, F. (2022). Material selection in design for deconstruction using Kano model, fuzzy-AHP and TOPSIS methodology. *Waste Management & Research*, 40(4), 410-419.
- Zyoud, S. H., & Fuchs-Hanusch, D. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. *Expert systems with applications*, 78, 158-181.

İnternet Kaynakları

- http-1 <https://www.yapikatalogu.com/yem-kitabevi/> (Eriřim Tarihi: 29.05.2022)
- http-2 <http://www.yapkat.com/> (Eriřim Tarihi: 29.05.2022)
- http-3 <https://www.raf.com.tr/> (Eriřim Tarihi: 29.05.2022)
- http-4 <https://www.archiexpo.com/> (Eriřim Tarihi: 25.05.2022)