

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI ELEMANI TASARIMINDA MALZEME SEÇİMİ ARACI (YETMSA)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mine KOYAZ

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Çevre Kontrolü Ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI ELEMANI TASARIMINDA MALZEME SEÇİMİ ARACI (YETMSA)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mine KOYAZ
(502131508)**

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Çevre Kontrolü Ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Y. Doç. Dr. M. Cem ALTUN

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502131508 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Mine KOYAZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YAPI ELEMANI TASARIMINDA MALZEME SEÇİMİ ARACI (YETMSA)” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. M. Cem Altun**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Hülya Kuş**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr. İlkay Koman
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : **02 Mayıs 2016**
Savunma Tarihi : **07 Haziran 2016**



ÖNSÖZ

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Y. Doç. Dr. M. Cem Altun'a, çalışmaya katkıları için Bilge Akçaoğlu'na, Ege Tekkökoğlu'na, Sibel Ergün'e, Çağdaş Kaya'ya, Meriç Arslanoğlu'na, Cem Arabacı'ya, Tuğçe Kıvrak'a, Gökhan Ayaz'a, Arda Akyıldız'a, Fatih Deveci'ye, Zafer Ertuğrul Işık'a, Gülşah Meral'e, Orkun Sabitay'a, İmge Esmer'e, Can Özmen'e, Gizem Seher Işıkalp'e ve destekleriyle her zaman yanımda olan değerli aileme teşekkür ederim.

Mayıs 2016

Mine KOYAZ
(Mimar)



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	1
1.2. Amaç	1
1.3. Kapsam.....	2
1.4. Kaynak Taraması.....	2
1.5. Yöntem	5
1.5.1. Literatür taraması	5
1.5.2. Yöntem geliştirme süreci	7
2. LİTERATÜR TARAMALARI.....	9
2.1. Sistematik Tasarım ve Destek Araçları	9
2.1.1. Sistematik araştırma	10
2.1.2. Değer analizi	10
2.1.3. Uygulanabilen mimari için işbirlikçi stratejiler, CASA.....	11
2.1.4. Birbirine bağlanan karar verme alanlarının analizi, AIDA.....	11
2.1.5. Kontrol listesi.....	11
2.1.6. Ölçüt belirleme.....	12
2.1.7. Derecelendirme ve ağırlık verme	12
2.2. Yapı Elemanları ve Tasarım Süreci	12
2.2.1. VDI - Müller yaklaşımı.....	14
2.2.2. Rich & Dean yöntemi	14
2.2.3. Aygün yöntemi.....	15
2.2.4. Allen yöntemi.....	15
2.2.5. Emmitt yöntemi.....	16
2.2.6. 4 + 9 yöntemi	17
2.3. Malzeme Seçimi Süreci.....	19
2.4. Malzeme Özellikleri ve Veri Tabanları.....	21
2.5. Çevresel Etki Değerlendirmesi.....	23
2.6. Karar Verme/Değerlendirme Araçları.....	25
2.6.1. Bulanık mantık	25
2.6.2. Analitik hiyerarşi süreci, AHP	26
2.6.3. Fark değeri ve göreceli fark yüzdesi, DI & PRD.....	26
2.6.4. Basit katkı ağırlığı, SAW	26
2.6.5. Değerlerin toplanması, VS.....	26
2.6.6. Normalleştirilmiş değerlerin geometrik ortalaması, GV.....	27

2.6.7. TOPSIS	27
2.6.8. VIKOR	27
2.6.9. Yarar – değer analizi	27
2.6.10. Performans indeksi	28
3. MALZEME SEÇİMİ ARACI GELİŞTİRME SÜRECİ	31
3.1. Yöntem	31
3.2. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Ön Değerlendirmesi	35
3.2.1. Pilot çalışma ve ön değerlendirme	37
3.2.2. Balanlı yöntemi	39
3.2.3. Japon araştırma enstitüsü yöntemi	39
3.2.4. Lohaus ve steinborn yöntemi	39
3.2.5. Müller yöntemi	40
3.2.6. Cronberg yöntemi	40
3.2.7. Sneck yöntemi	40
3.2.8. Ashby yöntemi	41
3.2.9. Charles yöntemi	41
3.2.10. George yöntemi	41
3.2.11. Mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin sınıflandırılması	42
3.3. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Ön Değerlendirmesi	43
3.3.1. YEM yapı kataloğu	44
3.3.2. Mimarlar odası yapı malzemeleri	44
3.3.3. Arkitera raf ürün dergisi	45
3.3.4. Archi expo	45
3.3.5. Material connexion	46
3.3.6. Materia	47
3.3.7. Material properties database	48
3.3.8. Woolley yaklaşımı	48
3.3.9. Demkin yaklaşımı	49
3.3.10. Anderson yaklaşımı	50
3.3.11. Anink yaklaşımı	51
3.2.12. Mevcut malzeme veri tabanlarının sınıflandırılması	51
3.4. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Uyarlanması	52
3.4.1. Balanlı yöntemi için akış	53
3.4.2. Japon Araştırma Enstitüsü yöntemi için akış	55
3.4.3. Lohaus ve Steinborn yöntemi için akış	57
3.4.4. Müller yöntemi için akış	58
3.4.5. Cronberg yöntemi için akış	59
3.4.6. Sneck yöntemi için akış	60
3.4.7. Ashby yöntemi için akış	61
3.4.8. Charles yöntemi için akış	63
3.4.9. George yöntemi için akış	65
3.5. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Uygulanması	67
3.5.1. Mimarlık öğrencileri ile yapılan uygulamalar	69
3.5.2. Az deneyimli mimarlar ile yapılan uygulamalar	74
3.5.3. Uygulamaların değerlendirilmesi	78
3.6. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Son Değerlendirmesi	79
3.6.1. Balanlı yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	81
3.6.2. Japon araştırma enstitüsü yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	82
3.6.3. Lohaus ve Steinborn yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	82
3.6.4. Müller yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	83

3.6.5. Cronberg yöntemi için güçlü ve zayıf yönler.....	83
3.6.6. Sneek yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	84
3.6.7. Ashby yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	84
3.6.8. Charles yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	85
3.6.9. George yöntemi için güçlü ve zayıf yönler	85
3.7. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Son Değerlendirmesi	86
3.8. Geliştirilen Malzeme Seçimi Aracı Aşamaları.....	88
3.8.1. Aşama 1	89
3.8.2. Aşama 2.....	93
3.8.3. Aşama 3.....	99
3.8.3. Aşama 4.....	105
3.9. Genel Değerlendirme	110
4. YAPI ELEMANI TASARIMINDA MALZEME SEÇİM ARACI	113
4.1. Yapı Elemanı Tasarımı İçerisinde YETMSA'nın Yeri ve Genel İşleyişi	113
4.2. YETMSA'nın Farklı Alt Akışları ve Farklı Kullanıcı Tipleri.....	118
4.2.1. Yol A: Tek bir malzeme özelliğini kontrolü.....	120
4.2.2. Yol B: Mimarlık öğrencileri	121
4.2.3. Yol C: Mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar	125
4.2.4. Yol D: Az deneyimli mimarlar	130
4.2.5. Yol Z: İdeal YETMSA çizgisi	135
4.3. YETMSA'nın Uygulanması.....	136
4.3.1. Uygulama süreci	137
4.3.2. Uygulama sonuçları	140
4.4. YETMSA'nın Değerlendirilmesi	153
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	157
KAYNAKLAR	161
EKLER.....	167
ÖZGEÇMİŞ.....	237



KISALTMALAR

EN	: European Standards
ISO	: International Organization for Standardization
ASTM	: American Society for Testing and Material
BSI	: British Standards Institution
DIN	: Deutsches Institut für Normung (German Institute for Standardization)
LEED	: Leadership in Energy and Environment
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
AIA	: American Institute of Architects
BRE	: British Research Establishment



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Mimarlık bakış açısı ile malzeme seçimini ele alan mevcut sistematik yaklaşımların ön incelemesi.	20
Çizelge 2.2 : Endüstri ürünleri tasarımı ve mühendislik bakış açısı ile malzeme seçimini ele alan mevcut sistematik yaklaşımların ön incelemesi.	21
Çizelge 2.3 : Malzeme veri tabanlarının ön incelemesi.	22
Çizelge 2.4 : Çevresel etki değerlendirme yaklaşımlarının ön incelemesi.	24
Çizelge 3.1 : Mevcut sistematik malzeme seçimi yöntemlerinin sınıflandırılması. ..	42
Çizelge 3.2 : Mevcut malzeme veri tabanlarının sınıflandırılması.	52
Çizelge 3.3 : Hangi katılımcının hangi yöntemi uyguladığı gösteren tablo (1: ilk olarak uygulanan, 2: ikinci olarak uygulanan, 3: üçüncü olarak uygulanan).	70
Çizelge 3.4 : Her bir malzeme seçimi yönteminin uygulanması için geçen süreler. ..	71
Çizelge 3.5 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin veri tabanı ihtiyacının kendi içinde değerlendirmesi (1- çok az/ 5 –çok fazla).	72
Çizelge 3.6 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri. ..	73
Çizelge 3.7 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin tercih edilme durumu (+ tercih edilen, - tercih edilmeyen).	74
Çizelge 3.8 : Hangi katılımcının hangi yöntemi uyguladığı gösteren tablo (1: ilk olarak uygulanan, 2: ikinci olarak uygulanan, 3: üçüncü olarak uygulanan).	75
Çizelge 3.9 : Her bir malzeme seçimi yönteminin uygulanması için geçen süreler. ..	75
Çizelge 3.10 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri.	77
Çizelge 3.11 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin tercih edilme durumu (+ tercih edilen, - tercih edilmeyen).	77
Çizelge 3.12 : Mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin karşılaştırılması.	80
Çizelge 3.12 (devam) : Mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin karşılaştırılması. ...	81
Çizelge 3.13 : Malzeme veri tabanlarının karşılaştırılması.	87
Çizelge 3.14 : Çevresel etki yaklaşımlarının karşılaştırılması.	88
Çizelge 3.15 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşamalarının araştırdıkları ve aracın geliştirilmesinde yararlanılan araçları gösteren tablo.	89
Çizelge 3.16 : Malzeme seçimi aracı Aşama 2'nin değerlendirilmesi (1- çok kötü/ 5 – çok iyi).	103
Çizelge 4.1 : Tasarım Problemi 1 ve 2 için uygulama süreleri _ Katılımcı 1.	141
Çizelge 4.2 : “Kişisel” ve YETMSA süreçlerinin karşılaştırması (1- çok kötü/ 5-çok iyi) _ Katılımcı 1.	142
Çizelge 4.3 : YETMSA sürecinin değerlendirilmesi (1- çok kötü/ 5 –çok iyi)_ Katılımcı 1.	143
Çizelge 4.4 : YETMSA adımlarına ilişkin problemlerli noktalar _ Katılımcı 1.	143
Çizelge 4.5 : Malzeme veri tabanlarının değerlendirilmesi (1-çok kötü/ 5-çok iyi) _ Katılımcı 1.	144
Çizelge 4.6 : Tasarım Problemi 1 ve 2 için uygulama süreleri _ Katılımcı 2.	147
Çizelge 4.7 : “Kişisel” ve YETMSA süreçlerinin karşılaştırması (1- çok kötü/ 5 –çok iyi) _ Katılımcı 2.	149

Çizelge 4.8 : YETMSA sürecinin değerlendirilmesi (1- çok kötü/ 5 –çok iyi) _ Katılımcı 2.....	149
Çizelge 4.9 : YETMSA adımlarına ilişkin problemlerli noktalar _ Katılımcı 2.....	150
Çizelge 4.10 : Malzeme veri tabanlarının değerlendirilmesi (1-çok kötü/ 5–çok iyi) _ Katılımcı 2.....	150
Çizelge 4.11 : Çevresel etki tablolarının değerlendirilmesi (1-çok kötü/ 5–çok iyi)_ Katılımcı 2.....	150
Çizelge 4.12 : YETMSA uygulamalarına ilişkin Katılımcı 1’in Yol B, Katılımcı 2’nin Yol C için yapmış olduğu değerlendirmelerin karşılaştırmalı analizi.	154



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : YETMSA geliştirme sürecini anlatan basitleştirilmiş akış şeması.	7
Şekil 2.1 : “4+9” yapı elemanı tasarımı destek aracı adımları.	18
Şekil 2.2 : Karşılaştırmalı malzeme özellikleri grafiği (Ashby, 2011).	29
Şekil 3.1 : YETMSA geliştirme sürecini anlatan detaylı akış şeması.	32
Şekil 3.2 : Malzeme seçimi aracı aşamaları ile mevcut sistematik malzeme seçimi yöntemleri ve malzeme veri tabanları arasındaki ilişkiyi gösteren şema.	34
Şekil 3.3 : Malzeme seçimi sürecinin genel ilerleyişini anlatan şema.	36
Şekil 3.4 : Ele alınan dış duvarları gösteren plan ve kesit.	38
Şekil 3.5 : Dış duvar ve döşeme birleşimini gösteren şematik detay kesiti.	38
Şekil 3.6 : Material Connexion (t.y.) veri tabanı içerisindeki filtreleme başlıklarını gösteren örnek sayfa.	46
Şekil 3.7 : Materia (t.y.) veri tabanı içerisindeki ürün altında yer alan malzeme özelliklerini gösteren örnek sayfa.	47
Şekil 3.8 : Balanlı Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	54
Şekil 3.9 : Japon Araştırma Enstitüsü Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	56
Şekil 3.10 : Lohaus ve Steinborn Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	57
Şekil 3.11 : Müller Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	58
Şekil 3.12 : Cronberg Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	60
Şekil 3.13 : Sneck Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	61
Şekil 3.14: Ashby Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması (şemalar: Ashby ve Johnson, 2010).	62
Şekil 3.15 : Charles Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	64
Şekil 3.16 : George Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.	66
Şekil 3.17 : Mevcut sistematik malzeme seçimi yaklaşımlarının gruplandırılması. .	68
Şekil 3.18 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 1.	90
Şekil 3.19 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 2.	95
Şekil 3.20 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 3.	100
Şekil 3.21 : Değerlendirme tablo altlığı - aşama 3.	102
Şekil 3.22 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 4.	108
Şekil 4.1 : 4+9 modeli içerisinde YETMSA’nın yerini gösteren akış şeması.	114
Şekil 4.2 : Yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde YETMSA’nın yerini ön gören akış şeması.	115
Şekil 4.3 : YETMSA’yı genel işleyişini gösteren akış şeması.	117
Şekil 4.4 : YETMSA Yol A’nın alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.	121
Şekil 4.5 : YETMSA Yol B’nin alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.	122
Şekil 4.7 : YETMSA Yol D’nin alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.	131
Şekil 4.8 : YETMSA Yol Z’nin alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.	136

Şekil 4.9 : Katılımcı 1'e sunulan YETMSA, Yol B'ye ailt akış şeması	138
Şekil 4.10 : Katılımcı 2'ye sunulan YETMSA, Yol C'ye ailt akış şeması	139



YAPI ELEMANI TASARIMINDA MALZEME SEÇİMİ ARACI (YETMSA)

ÖZET

Mimarlık eğitiminde, yapı elemanları tasarımının bir alt süreci olarak malzeme seçimi, özellikle belirli düzeyde malzeme bilgisine sahip öğrenciler için oldukça karmaşık bir aşamadır. Yapı elemanından beklenen performansları karşılayacak malzemelerin seçilmesi büyük bir öneme sahiptir. Mimarlık öğrencilerinin malzeme seçim süreçleri göz önüne alındığında, genellikle sistematik olmayan yaklaşımlar izledikleri söylenebilir. Böyle bir yaklaşımda malzeme seçenekleri kişinin bilgi birikimi ile sınırlı kalmakta ve “doğru” malzemeye ulaşmakta problemler ortaya çıkabilmektedir.

Mimarlık öğrencilerinin malzeme seçimi sürecinde karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri problemleri ortadan kaldırmak için sunulabilecek çözümlerden biri “sistematik” yaklaşımların kullanılmasıdır. Çalışmanın amacı; mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar tarafından pratik bir şekilde uygulanabilecek ve tasarımın gerektirdiği malzemeye götürecektir, yapı elemanı tasarımı sürecinin parçası, bir araç geliştirmektir.

Bu amaçla geliştirilen Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme Seçimi Aracı (YETMSA) malzeme seçimi sürecinde uygulanmak üzere yol gösterici adımlar tanımlamaktadır. Araç, performans yaklaşımı ile ilişkili malzemenin *teknik* özellikleri, tasarımın kimliği ile ilişkili malzemenin *algısal* özellikleri ve sürdürülebilirlik ile ilişkili malzenin *çevresel etki* ile ilgili özelliklerini bir arada ele alan bir yapıya sahiptir. Aynı zamanda araç, mimarlık eğitiminde yapı elemanı tasarımı sürecinde malzeme seçiminin sistematikleştirilmesinin kavranmasına ilişkin bir eğitim modeli olma özelliği taşımaktadır.

Çalışma kapsamında malzeme seçimi sürecini besleyen; sistematik tasarım destek araçları, yapı elemanı tasarımı sürecine yönelik mevcut sistematik yöntemler, mevcut sistematik malzeme seçimi yöntemleri, malzeme özellikleri ve malzeme veri tabanları, değerlendirme ve karar verme araçları, araştırılmıştır. Yapılan uygulamalar üzerinden mevcut malzeme seçimi yöntemleri malzeme veri tabanları incelenmekte, kullanılabilirlikleri irdelenmekte, güçlü ve zayıf yönleri ortaya koyulmaktadır.

Süreç içerisinde, araç farklı aşamalarda geliştirilerek malzeme seçimi farklı yönleriyle değerlendirilmiştir. İlk olarak, mimarlık öğrencilerinin malzeme seçimi süreçleri ve veri tabanının malzeme seçimi sürecinde kullanımı incelenmiştir. Sonrasında, yapı elemanı tasarımı ile malzeme seçimi sürecinin ilişkisi, farklı veri tabanlarının bir arada kullanımının ve sürece yardımcı araçlar araştırılmıştır.

Bunlardan yola çıkılarak, mimarlık öğrencilerinin eğitim ve az deneyimli mimarların profesyonel süreçlerinde kullanılmak üzere, farklı tasarımcıların ve tasarımların farklı ihtiyaçlarını karşılayan, farklı araçların olası kullanımları üzerinden tanımlanmış farklı akışlar içeren, esnek bir malzeme seçimi aracı ortaya konulmaktadır.

Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme Seçimi Aracı (YETMSA), malzeme seçimi sürecini yapı elemanı tasarımı içerisinde ele alarak parça bütün ilişkisini

gözetmektedir. İçermiş olduğu esneklikler ile farklı ihtiyaçlara cevap veren bir yapıya sahiptir. Farklı değerdendirme seçenekleri ile hem tasarımın kimliğini ortaya koyan algısal özellikler hem de daha sayısal bir bakış açısı ile tanımlanan teknik özellikleri en iyi karşılayan malzemelerin seçilmesine olanak tanımaktadır. Malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanmasında yardımcı araçlar ile bilgi birikimi sınırlı kullanıcıları yönlendirmektedir. Mevcut malzeme veri tabanlarının ve malzeme seçimi sürecinde kullanılabilecek araçların olası ideal kullanımlarını ortaya koymaktadır.



MATERIAL SELECTION TOOL IN BUILDING ELEMENT DESIGN

SUMMARY

Selection of the materials satisfying the expected performances is significantly important for any design. Today, with the constantly evolving and developing technologies, there are more than numerous options of materials to be used in an architectural design. In such a wide material “pond” it is even more crucial to make the “right” choice of materials. At this point, the necessity of the use of some support tools is arising, therefore the necessity of being more systematic.

Material selection as a sub process of building element design is a hard task especially for the architecture students with a minimum material knowledge. In order to overcome such a problem one of the approaches is the use of methodical support tools within the process. With respect to that approach a systematic material selection tool is developed, YETMSA. The material selection tool intends to define the main steps of the process and to guide the students.

The material selection tool that is to be developed has to systematize the “intuitive approach” in material selection process. The issued material selection tool is mainly developed for educational purposes and trying to show a more methodic way of material selection in architectural detailing for the use of architecture students with the minimum knowledge of materials. What are the encountered problems of an architecture student in a material selection process of detail design? How could this process be systematized? How could the material selection process become more practical?

For that purpose, the developed material selection tool YETMSA, which is to be used within the building element design process, predifines some guiding steps. The material selection tool embraces *technical* properties of materials with respect to building elements functional requirements, *sensual* properties of materials with respect to the identity of design and properties related to materials’ *environmental impacts* with respect to the sustainability of the design.

The tool is presenting an education model in architecture, for the apprehension of a systematic material selection process within the building element design. YETMSA offers different paths to be followed by the use of different sources. Architecture students who are to be taught this tool, would learn the basic steps for material selection and learn possible sources that could be used during the process. Hence as a student, they would apprehend the methodic material selection approach and could find their own material selection process for their professional use.

Within the scope of this study, design support tools, the existing methodic approaches for the building element design and material selection process, material properties, the existing material data bases, the existing methodic approaches for the decision making process are examined.

The method followed in this work has two main sections, first one is the examination and application of the *existing methods* and second one is the *development of the stages* of material selection tool and their applications.

First of all, from the existing methodic approaches for the material selection process found by the literature review, the ones offering enough information about its process and compatible with the building element design process, 9 method is chosen for further examination. Methods for architectural design could be listed as; *Balanlı, Japon Araştırma Enstitüsü, Lohaus ve Steinborn, Müller, Cronberg, Sneck* and methods for industrial or engineering design could be listed as; *Ashby, George, Charles* (Balanlı, 1997; Japon Araştırma Enstitüsü, 1968; Fouad ve diğ., 2013’da atıfta bulunduğu gibi; Cziesielski ed., 1990; Özkan, 1976’da atıfta bulunduğu gibi; Berksun, 1979’da atıfta bulunduğu gibi; Sneck, 1972; Sneck ve diğ., 1969; Ashby ve Johnson, 2010; George, 1987, 2012; Charles ve diğ., 1997).

After preliminary examination of the methods and conducted individual applications through a pilot project, the methods are classified and flow charts presenting the main steps of each method has been drawn. Then the methods are applied by architecture students and newly graduate architects through different design problems. According to their feedbacks the methods applicability in a material selection process are evaluated and their positive and negative aspects are determined. Finally, with respect to individual evaluations of each method and the results of the applications, the strong and weak sides of the existing material selection tools are presented.

The developed tool should be setting the basic steps of material selection process in architectural detail design, aiming to be guiding, easily applied, fast, and result oriented. However, the existing methodic approaches for the material selection shown to be complicated, time consuming and requires background information about materials. Therefore they have to be examined, simplified and transformed to be more “practical” with the addition of a data base usage.

A main flow chart of the material selection tool has been developed with the objective to apply the strong aspects of the existing methods and develop their weak sides. Within the process several different aspects of material selection process is investigated and 4 different stages of the tool has been developed. Then each stage is applied through a different design problem, the application process is recorded and comparative results are obtained by the conducted questionnaires.

First stage of the tool is investigating the material selection process of architecture students and examining the use of a data base in the process. According to the obtained results, students tend to make their decisions according to the visual characteristics of the material rather than its technical properties. Furthermore, usage of an online material data base offering comparative values of materials properties found to be useful in the ways of showing different options and makes the decision easier.

Second developed stage, investigates the material selection process within the building element design and examining the usage of different material data bases together. In order to select the most suitable material for the design all the aspect of it should be taken into consideration. For that purpose, *technical* properties of materials with respect to building elements functional requirements, *sensual* properties of materials with respect to the identity of design and properties related to materials’ *environmental impacts* with respect to the sustainability of the design are defined and set the parameters for the evaluation. Results of the applications shows that, usage of a data

base offering search by area of use together with a data base offering comparative values of materials properties is beneficial.

The third and fourth stages of the tool are investigating the possible and ideal usages of different sources. As a result, different paths to flow for different designers and different designs is emerged. According to their needs, users could choose, different flows over different usages of different data bases.

Finally the developed material selection tool, YEMSA, is became a flexible tool, which is to be used by architecture students and newly graduate architects, satisfying the different needs of different designers and different designs. There are 5 main paths to flow are determined within the tool, but by the various combinations of different data bases and their different ways of usage more paths could be created by the users.

Path A: Control of a single material property of, comparison of possible materials.

Path B: Material selection path which offers the fastest way, with the necessity of minimum background knowledge, but a rather low reliability.

Path C: Material selection path which offers a rather fast way, with the necessity of medium background knowledge, but a medium reliability.

Path D: Material selection path which offers the maximum reliability, but a rather slow way with the necessity of intermediate background knowledge.

Path Z: Ideal path of the material selection tool, YEMSA, which is to be applied by the use of an ideal material data base.

In conclusion, Material Selection Tool In Building Element Design is taking the whole and piece relation of building element and material into consideration. It has a flexible structure that answers different needs of different designs and designers. With different decision models offered in the tool, it offers both an evaluation according to the *sensual* properties of the materials and with a more numeric perspective, an evaluation according to *technical* properties of the materials. The tool guide the users with a minimum background information to determine the required material properties related to the performances of the building element. Moreover, the tool shows the ideal possible usages of different sources, like material data bases, within the selection process.



1. GİRİŞ

1.1. Problem

Tasarım sürecinde malzemelerin belirlenmesi söz konusu tasarımın kimliğini oluşturmada, gereken performanslara sahip olmasında ve ön görülen biçimde hayata geçirilebilmesinde önemli bir yere sahiptir. Binanın genelinden beklenen özellikler yapı elemanlarına ve malzemelerine aktarılır. Bu nedenledir ki, yapı elemanı tasarımı sürecinde bir yapı elemanından beklenen performansları karşılayacak tasarımlar yapmak için “doğru” malzemelerin seçilmesi oldukça büyük bir önem taşımaktadır. Günümüzde her gün yeni teknolojiler ile yeni malzemeler üretilirken, sayısız seçeneğin yer aldığı bir malzeme havuzu içerisinde tasarımın gerektirdiği şekilde bir malzeme seçimi yapabilmek için artık geleneksel yöntemler yetersiz kalmakta ve tasarımcı yol gösterici bir takım araçlara ihtiyaç duymaktadır.

Bu bağlamda, birbirleri ile ilişkili birçok gereksinimin bir arada sağlanmasına dayalı yapı elemanı tasarımı sürecini, sistematik bir bakış açısı ile ele alan tasarım destek araçları geliştirilmiştir. Ancak söz konusu araçların birçoğunda malzeme seçimi modülünün eksik veya sınırlı olduğu görülmektedir. Malzeme seçimi süreci yapı elemanı tasarımı sürecinin bir parçası olarak ele alınmalıdır. Malzemeden beklenen özellikler yapı elemanının gereksinimleri gözetilerek oluşturulur ve mimari detay tasarımı sürecinden beslenir.

Çalışmanın hedef kitlesini mimarlık öğrencileri başta olmak üzere, az deneyimli tasarımcılar oluşturmaktadır. Böyle bir hedef kitle için yapı elemanı tasarımı sürecinde malzeme seçimi büyük bir öneme sahip olduğu kadar, bilgi birikimi sınırlı olduğu için büyük bir sorun da oluşturmaktadır.

1.2. Amaç

Bu çalışma kapsamında yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde kullanılacak şekilde bir sistematik malzeme seçim yöntemi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Mimarlık

öğrencileri ve az deneyimli mimarlar tarafından pratik bir şekilde uygulanabilecek ve tasarımın gerektirdiği malzemeye götürecek bir yöntem geliştirmek amaçlanmaktadır.

Yöntem binadan, dolayısıyla yapı elemanından beklenen performansları karşılayacak malzeme seçimleri yapılması için bir araç olmanın yanı sıra aynı zamanda, seçim sırasında tasarımın kimliğini ortaya koyacak algısal ve sürdürülebilir bir tasarım için çevresel unsurların da dikkate alınmasında yol gösterici olmayı hedeflemektedir.

1.3. Kapsam

Çalışmanın esas hedefi, malzeme seçim sürecinin formüle edilerek yapı elemanı tasarımında kullanılacak sistematik bir malzeme seçimi yöntemi ortaya konulmasıdır. Tasarıma ait temel kararlar verildikten sonra, detay tasarımı sürecinde uygulanmak üzere geliştirilen yöntem, malzeme seçimi sürecinde izlenecek adımlar ortaya koymaktadır. Tasarımın bütününden yola çıkarak yapı elemanı ölçeğinde tanımlanan gereksinimlerin malzeme özellikleri ile ilişkilendirilmesi ve olası malzeme seçenekleri arasından karar verilmesine dayalı bir süreç tanımlanmıştır.

Çalışmanın kapsamını iki ana kullanım alanı oluşturmaktadır; eğitim ve profesyonel. Çalışmanın hedef kitlesi mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlardır. Bu nedenle, geliştirilen malzeme seçimi yöntemi yapı elemanı tasarımı eğitiminin bir parçası olarak süreç içinde yer almak üzere oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra yöntem az deneyimli mimarların profesyonel amaçla malzeme seçimi süreçlerinde kullanımına da olanak sağlayacak, esnek bir şekilde kurgulanmıştır.

1.4. Kaynak Taraması

Çalışmanın amaçlarını şekillendiren ve problemin ortaya konulmasını sağlayan konu ile ilgili yapılan kaynak araştırmaları olmuştur.

Günümüzde artık inşaat süreci temel birkaç malzemenin kullanımı üzerinden ortaya çıkanlar ile ilerleyen basit bir süreç olmaktan çıkmıştır. Farklı malzemelerin ortaya çıkması tasarımın farklı evrelerinde farklı kararların verilmesini doğurmuştur. Taşıyıcı sistem kararından başlayarak, yapıyı oluşturan her bir bileşen için farklı evrelerde birçok malzeme kararları alınmaktadır. Bu süreçte deneyimli mimarlar, bilgi birikimleri ile daha sezgisel süreçler izleyerek karar verebilirken, az deneyimli mimarlar ve öğrenciler sistematik süreçler ile sayısal karşılaştırmalara ihtiyaç

duymaktadır (Llewelyn, 1960). İncelenen farklı yapı elemanı tasarımı modelleri binaya etki eden dış etmenler, binanın kullanıcıları ve işlevi gibi özellikler üzerinden yapı elemanından beklenen performansların tanımlanmasına yönelik yol gösterici adımlar ortaya koysa da, bu performansları sağlayacak malzemelerin seçilmesinde izlenecek süreci aynı sistematiklikte ortaya koymamaktadır.

Farklı alanlardaki tasarım süreçlerini sistematik bir şekilde ele alan ya da farklı tasarım süreçleri içerisinde malzeme seçimi için sistematik süreçler tanımlayan yaklaşımlar bulunmaktadır. Ancak, yapılan araştırmalar sonucunda yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde malzeme seçimini ele alan yaklaşımların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmüştür.

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi konusunda yapılan en eski çalışmalardan biri olan ve sonraki birçok çalışmaya öncülük eden Japon Araştırma Enstitüsü (1968) tarafından geliştirilen yöntemdir. Yapı ölçeğinden başlayarak, mekân, eleman ve malzeme ölçeğine ilişkin tanımlamalar yaparak yapı elemanından beklenen işlevlerin tanımlanmasına dayanır. Tanımlanan bu işlevlerin malzemeden beklenen özelliklere dönüşerek bu özellikleri karşılayacak malzemeler seçilmesine olanak sağlar. Balanlı (1997) yöntemi de kökenini Japon Araştırma Enstitüsü'nün çalışmasından alarak, yapının öge ve bileşen düzeyindeki gereksinimleri üzerinden malzeme seçeneklerinin değerlendirilmesi için yol göstermektedir. Ancak her iki yöntem de çalışmanın hedef kitlesi olan mimarlık öğrencilerinin uygulamasına uygun olmayacak kadar karmaşık ve uzun süren süreçlere sahiptir.

Mimarlık alanında geliştirilen diğer sistematik malzeme seçimi yaklaşımları incelendiğinde, yapı elemanından ve malzemeden beklenenlerin tanımlanması için yol gösterici adımlar ortaya koyan birçok farklı yöntemden söz edilebilir. Bu yaklaşımlar içerisinden, Cronberg yapı elemanından beklenenlerin tanımlanmasında kullanıcı gereksinimlerini temel alırken Sneck performans gereksinimleri üzerinden ilerlemekteydi (Özkan, 1976'da atıfta bulunulduğu gibi; Berksun, 1979'da atıfta bulunulduğu gibi; Sneck, 1972; Sneck ve diğ. 1969)

Malzeme seçimi sürecinde ilk adım malzemeden beklenenlerin doğru bir şekilde tanımlanması ise ikinci adım da olası malzeme seçeneklerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesidir. İncelenen bütün sistematik malzeme seçimi yöntemlerinin kullanılabilirliği malzeme özelliklerinin ulaşılabilirliği ve karşılaştırılması ile doğrudan

ilişkilidir. Bu noktada ilk olarak bir malzeme veri tabanı ihtiyacı söz konusudur. Sonrasında ise bir takım karar verme/değerlendirme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi birçok nitel ve nicel kriterin bir arada etkin olduğu oldukça karmaşık bir süreçtir. İncelenen mevcut malzeme seçimi yaklaşımları içerisinde, nitel kriterlerin nicel kriterlere dönüştürülmesi, farklı değerlere sahip her nicel kriterin birbirleri ile karşılaştırılabilecek şekilde düzenlemesi, bir kriterin birden fazla malzeme özelliği ile sağlanması durumu, bir malzeme özelliğinin birden fazla kritere etki etmesi durumu gibi sorunların çözümlerini sunan ve aynı zamanda geliştirilecek malzeme seçimi yönteminin pratikliğini kaybetmesine neden olmayacak bir karar verme modülünün eksikliği saptanmıştır.

Farklı bir bakış açısını sunabileceği ve yapı elemanı tasarımı sürecine benzer olduğu düşünülerek mimarlık alanının yanı sıra aynı zamanda endüstri ürünleri tasarımı ve mühendislik alanları için geliştirilmiş sistematik malzeme seçimi yaklaşımları da incelenmiştir. Bu başlık altında ele alınabilecek öncü yaklaşım Ashby tarafından geliştirilmiş olan karşılaştırılmalı malzeme seçimi tabloları ve üzerinden ilerleyen seçim sürecidir (Ashby ve Johnson, 2010). Malzeme özellikleri, oluşturulan grafikler ile kökenleri üzerinden karşılaştırılmakta ve görsel bir şekilde sunulmaktadır. Sunulan bu tablolar daha tanımsız bir tasarım süreci içerisinde birer araç olarak kullanılabileceği gibi sistematik bir değerlendirme süreci içerisinde de yer alabilir. Mühendislik alanında incelenmiş olan bir diğer yaklaşım da, sistemin fonksiyonları ve alt fonksiyonlarının tanımlanması, belirlenen fonksiyonları karşılayabilecek malzemelerin seçilmesi şeklindedir. Bu ilişki mimari bir bakış açısı ile yapı elemanı ve malzeme ilişkisine benzetilebilmektedir. Ancak, söz konusu yöntemlerin doğrudan bir mimari detay tasarımı sürecinde kullanılabilmesi söz konusu değildir.

Günümüz sürdürülebilir tasarım anlayışı içerisinde çevreye az olumsuz etkiye sahip malzemelerin seçilmesi oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenledir ki, çalışma kapsamında çevresel etki bakış açısına sahip malzeme seçimi yaklaşımları da incelenmiştir. Yaklaşımlar yaşam döngüsü değerlendirmesi üzerinden malzemelerin çevreye olumsuz etkilerini değerlendirmekte ve kullanım alanları ile ilişkili olarak karşılaştırmalı halde sunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucu bu bakış açısı ile geliştirilen söz konusu dört yaklaşım malzemelerin çevresel etki değerlendirmeleri için birer veri tabanı oluşturulsa da, sunulan verilerin değerlendirilmesi ve kullanımı

tasarımcıya bırakılmaktadır. Bu anlamda, söz konusu yaklaşımların tek başlarına sistematik birer malzeme seçimi aracı olarak kullanılması söz konusu değildir.

Yapılan kaynak taramaları sonucunda, az deneyimli tasarımcıların uygulayabileceği pratiklikte, yapı elemanı tasarımında sistematik malzeme seçimi adımları içeren, gerekli malzeme veri tabanlarını sunan ve karar verme süreçlerini içeren, malzemelerin çevresel etkilerini gözetten bir malzeme seçimi yaklaşımının eksikliği ortaya konulmuştur.

1.5. Yöntem

Yapı elemanı tasarımında sistematik bir malzeme seçimi yaklaşımı oluşturmak amacıyla uygulanan yöntemin adımları bölüm içerisinde sunulmuştur.

1.5.1. Literatür taraması

İlk olarak bu kapsam altında sistematik tasarım süreci ve tasarım destek araçları incelenmiştir. İncelenen yöntemler geliştirilen malzeme seçim aracının sistematikliğinin kurulmasında birer yol gösterici olarak kullanılmaktadır.

Sonrasında mimari detay tasarım süreci ele alınmış ve bu konu üzerinde yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Yapı elemanı tasarımında izlenen adımlar, kullanıcı gereksinimlerinin ve çevresel etkilerin tanımlanması sonucu performans gereksinimlerinin belirlenmesi şeklinde ilerleyen bir yöntem içerisinde malzeme seçiminin yeri değerlendirilmektedir.

Malzeme seçim aracının bir parçasını oluşturan “çevreye az olumsuz etki” bakış açısına yönelik olarak kaynak taramaları yapılmış, bu kapsamda yeşil bina sertifikalandırma sistemleri, yaşam döngüsü analizi gibi çevresel etki değerlendirme yöntemleri ve kriterleri incelenmiştir.

Seçim sürecinin önemli bir parçasını oluşturan karar verme aşaması ile ilgili mevcut değerlendirme yöntemleri incelenerek ve araç içerisinde yer alan karar verme modülünün oluşturulmasında birer yol gösterici olarak ele alınmıştır. Malzeme seçiminin kriterlerini oluşturacak malzeme özelliklerini belirlemek amacıyla, malzemelerin kökenleri üzerinden fiziksel ve görsel özellikleri araştırılmıştır. Aynı zamanda malzeme taraması yapılabilmesi için yöntem içerisinde kullanılabilecek malzeme veri tabanları da incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Kaynak tarama çalışmaları kapsamında başta sistematik malzeme seçim yöntemleri olmak üzere, çevreye az olumsuz etki bakış açısına yönelik çalışmalar/yöntemler, malzeme veri tabanları ve değerlendirme yöntemleri aşağıdaki türlerde ve belirtilen veri tabanlarında taranmıştır. Kullanılan temel anahtar kelimeler, “malzeme seçimi”, “yapı malzemesi”, “malzeme”, “sürdürülebilirlik”, “yeşil bina”, “yapı elemanı tasarımı”, “detay tasarımı” “material selection”, “building material”, “construction material”, “green building”, “ecological material”, “building element design”, “architectural detailing” şeklinde sıralanabilir.

“Ulusal” kapsamda konu ile ilgili yayınlanmış olan tezler, İTÜ kütüphanesi ve YÖK tez merkezi üzerinden taranmıştır. Bu tarama sonucunda Türkiye’de malzeme seçimi konusunda yapılmış olan son 35 yıla ait yüksek lisans ve doktora tezlerine ulaşılmıştır.

“Uluslararası” kapsamda yayınlanmış olan tezlere ise Google arama motoru üzerinden anahtar kelimeler ile yapılan rasgele aramalar ile ulaşılmaya çalışılmıştır.

“Ulusal” ve “uluslararası” kapsamda konu ile ilgili yayınlanmış olan kitaplar için başta İTÜ kütüphanesi olmak üzere, Google Books, Amazon gibi veri tabanları üzerinden tarama yapılmıştır.

“Ulusal” kapsamda ülkemizde malzeme seçimi konusu üzerine yapılmış olan araştırmalar; Tübitak Ulakbim ve YÖK veri tabanları üzerinden taranmıştır. “Uluslararası” kapsamda ise bazı ülkelerin ve bu ülkelere ait araştırma projelerinin veri tabanları; CIB, İngiltere-BRE, Almanya-Fraunhofer, Amerika-NIST, Fransa-CSTB, Kanada-NRC-CNRC, Japonya-JRI incelenmiştir.

“Ulusal” ve “uluslararası” kapsamda konu ile ilgili bilimsel dergilerde yayınlanmış olan makaleler ile ilgili İTÜ kütüphanesi, Sciencedirect, Scientific ve Google arama motoru üzerinden ilgili anahtar kelimeler kullanılarak tarama yapılmıştır.

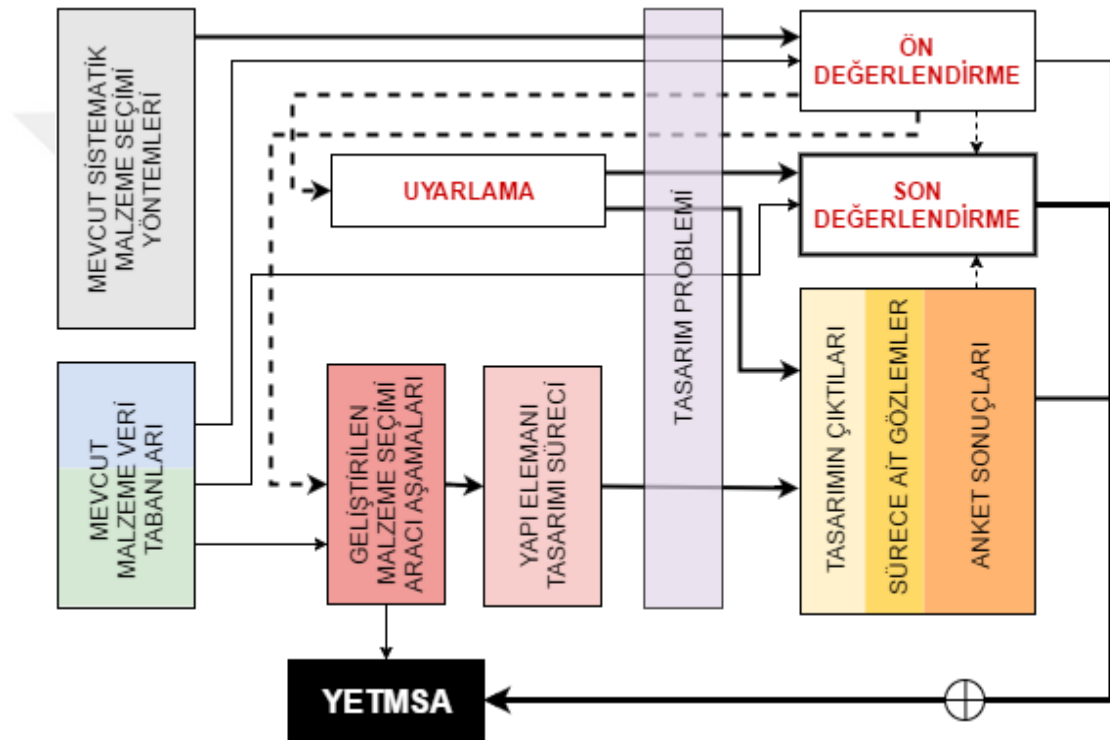
Başta “ulusal” kapsamda TSE (Türk Standartları Enstitüsü) üzerinden olmak üzere, “uluslararası” kapsamda, EN, ISO, ASTM, BSI ve DIN standartlarından malzeme seçimi yönteminin geliştirilmesi ve kullanılmasında katkı sağlayabilecek standartlar ile malzeme özelliklerine ait tanımlamaları içeren standartlar taranmıştır.

Malzeme seçim süreci içerisinde kullanılabilecek malzeme veri tabanları Google arama motoru üzerinden “malzeme veri tabanı” ve “ material database” anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır.

1.5.2. Yöntem geliştirme süreci

Geliştirilmiş olan yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi aracına yönelik izlenen süreç Şekil 1.1’de akış şeması olarak sunulmuştur.

Süreç ilk olarak kaynak taraması sonucunda bulunan mevcut malzeme seçim yöntemlerinin incelenmesi ile başlamaktadır. Mimari detay tasarımı veya yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde ele alınarak mevcut malzeme seçim yöntemleri detaylı olarak incelenmiş, yöntemlerin işleyişi analiz edilmiştir. Yöntemlerin her biri için pilot bir proje üzerinden bireysel uygulamalar yapılarak ön değerlendirmesi yapılmıştır.



Şekil 1.1 : YETMSA geliştirme sürecini anlatan basitleştirilmiş akış şeması.

Yapılan kaynak taramaları sonucu bulunan malzeme veri tabanları da yine pilot bir proje üzerinden yapılan bireysel uygulamalarla karşılaştırmalı olarak incelenerek, malzeme seçimi süreci içerisinde kullanılabilirlikleri değerlendirilmiştir.

Ön değerlendirmesi yapılmış mevcut malzeme seçim yöntemleri aynı formatta düzenlenerek bir uyarlama sürecinden geçirilmiş, her biri için akış şemaları oluşturulmuş, yapı elemanı tasarımı sürecinden bağımsız olarak bir tasarım problemi üzerinden öğrenciler ve az deneyimli mimarlar tarafından uygulanmıştır. Uygulama sonuçları tasarımın çıktıları, sürece ait gözlemler ve yapılan anket sonuçları üzerinden değerlendirilmiş, her yönteme ait olumlu ve olumsuz yönler listelenmiştir.

Uyarlama sürecinden geçirilmiş mevcut malzeme seçimi yöntemleri ile mevcut malzeme veri tabanları pilot bir çalışma üzerinden yapılan bireysel uygulamalarla ve süreç boyunca edinilen deneyimlerle karşılaştırılmalı olarak son bir defa daha değerlendirilmiştir.

Bir diğer koldan ise ön değerlendirme sonrasında incelenen malzeme seçim yöntemleri üzerinden malzeme seçim aracının ilk aşamalarının temel adımları geliştirilmiş ve malzeme veri tabanlarının süreç içerisinde kullanımı tanımlanmıştır. Tanımlanan malzeme seçimi adımları yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde bir modül olarak bütünlenmiştir. Yöntem, farklı tasarım problemleri üzerinden uygulanmıştır. Uygulama sonuçları sürecin belgelenmesi ile tasarımın çıktıları, sürece ait gözlemler ve yapılan anket sonuçları üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan her bir uygulamaya ait sonuçlar bir sonraki aşama için geri besleme olarak sürece katkı sağlamak ve araç düzenlenerek geliştirilmektedir.

Yapılan uygulamalardan elde edilen sonuçlar ve son değerlendirme sonuçları bir filtrelemeden geçirilerek bütün sürecin analizi yapılmış, böylelikle mevcut yaklaşımların güçlü yönlerinden faydalanarak, zayıf yönlerini geliştiren, süreç boyunca geliştirilen aşamaların sonuncusu, YETMSA (Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme Seçimi Aracı) oluşturulmuştur. Oluşturulan araç yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde ele alınan bir tasarım problemi üzerinde uygulanarak, işleyişi ortaya konulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMALARI

2.1. Sistematik Tasarım ve Destek Araçları

İkinci Dünya Savaşı sonrasında, özellikle sanayi devriminin etkisi ile mimarlık, şehir ve bölge planlama, mühendislik, endüstri ürünleri tasarımı alanlarında geçmişte kullanılan geleneksel yöntemlerin yetersizliği ortaya çıkmış ve yeni problem çözme yöntemleri için arayışlar başlamıştır. Gelişen teknoloji ve üretim yöntemleri ile yeni malzemelerin ortaya çıkması ile deneyime dayalı tasarım süreçlerinin yerini sistematik süreçler almaya başlamıştır. John Chris Jones (1992) tasarım anlayışının geçirdiği süreci bu bakış açısı ile 4 evrede tanımlamaktadır; *zanaatın evrimi, çizerek tasarlamak, sistem tasarımı, teknolojik değişimler (sosyo-teknolojik yenilikler)*. Günümüzdeki tasarım anlayışı teknolojik çağın gereksinimlerine uygun olarak daha sistematik ve disiplinler arası bir hale gelmiştir. Bu süreçte mimarın, tasarımı etkileyen her türlü etmen ve gereksinimi analiz ederek, eldeki olanaklar ile bu faktörler arasında bir denge kurması gerekmektedir (Toydemir ve diğ, 2000).

Tasarımcıların tasarım sürecini ele alışları “kara kutu” ve “cam kutu” olmak üzere iki başlık altında tanımlanabilir (Jones, 1992). Kara kutu ile ifade edilen tasarımcılar bir problemi ele alır ve bir çözüm üretirler ancak bu süreç tasarımcının kafasındadır ve nasıl işlediği bilinmemektedir. Cam kutu ile tanımlanan tasarımcıların ise problemi nasıl ele aldıkları hangi adımları hangi sıra ile izledikleri ve çözüme nasıl vardıkları görülebilmektedir. John Chris Jones, günümüz tasarım problemlerine yaklaşımın da cam kutu şeklinde olması gerektiğini savunmakta ve tasarım sürecini sistematik bir şekilde tanımlamaya çalışmaktadır.

1962 yılında, yeni tasarım anlayışlarıyla John Chris Jones’un başkanlığında düzenlenen “*The Conference on Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications*” isimli konferansta daha bilinçli ve methodik tasarım yöntemleri tartışılmıştır. “Nasıl” sorusuna cevap arayarak, “ne zaman” neyin hangi sıra ile yapılması gerektiği tanımlanmaya çalışılır (Jones, 1992). Jones’un *Design Methods* isimli kitabı bu konferansta ele alınan yöntemlerin bir

derlemesi niteliğindedir. Kitap kapsamında 35 farklı tasarım destek aracı tanımlanmış ve birer örnek üzerinden uygulama alanları, öğrenilebilirliği, maliyet ve hız yönlerinden değerlendirilmiştir. Bu araçlar içerisinde yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi sürecinin farklı evrelerinin sistematikleştirilmesi için kullanılabilecek; *Sistemik Araştırma, Değer Analizi, Uygulanabilen Mimari için İşbirlikçi Stratejiler (CASA), Birbirine Bağlanan Karar Verme Alanlarının Analizi (AIDA), Kontrol Listesi, Ölçüt Belirleme, Derecelendirme ve Ağırlık Verme* başlıklı araçlara ait kısa açıklamalar aşağıda sunulmuştur.

2.1.1. Sistemik araştırma

Sistemik araştırma (*systematic search*), yönteminin amacı tasarım problemlerini akılcı, mantıksal bir şekilde yaklaşılarak çözmektir. İlk olarak problemi oluşturan değişkenler tanımlanır. Bunlar; tasarımcının kontrolü altında olan değişkenler, tasarımcının kontrolü altında olmayan değişkenler ve tasarımcı tarafından kontrol edilecek değişkenler şeklindedir. Sonraki adımda bu değişkenlere bağlı olarak hedefler belirlenir ve daha sonraki araçlar içerisinde de ele alınacak olan ağırlık verme metodu ile her hedefin birbirine göre ağırlığı belirlenir. Çevresel değişkenler, sınırlar ve zorunluluklar tanımlanarak her değişken için bir sınır değeri belirlenir. Böylelikle araç, rastgele seçimlerin yerine sistemik ve mantıksal bir problem çözme yolu ile en ideal ya da en azından yeterli, kabul edilebilir bir sonuca varmayı sağlamaktadır (Jones, 1992).

2.1.2. Değer analizi

Değer analizi (*value analysis*), az maliyetle istenilen kalitede tasarımlar yapılabilmesi için geliştirilmiş bir yöntem olmayı amaçlamaktadır. İlk adımı tasarımdan beklenen performansların veya tasarımın getirdiği sınırlandırmaların tanımlanması ve bunlara bağlı olarak standartların belirlenmesidir. Sonraki adımda üretim ve satın alım maliyetleri disiplinler arası olarak tanımlanır. Her malzeme eleman, bileşen ve malzeme için yapılan bir piyasa araştırması ile istenilen performansları yeterli oranda karşılayacak en ekonomik malzemeler seçilir. Bu aşamada ürünlerin performans değerleri ile maliyetleri karşılaştırılır. Yöntemin doğru bir şekilde çalışması için bu süreç satın alma, mühendislik ve tasarım, yönetim gibi farklı disiplinler arasında koordine bir şekilde yürütülmelidir (Jones, 1992).

2.1.3. Uygulanabilen mimari için işbirlikçi stratejiler, CASA

CASA (*collaborative strategy for adaptable architecture*) yöntemi, en basit hali ile tasarım problemini alt sistemlere bölerek her aşamada belirli kararların verilmesi prensibine dayanmaktadır (Jones, 1992). İlk aşamada tasarımın genel çerçevesi çizilir. Bu aşamada verilen kararlara örnek olarak, yapıda olması istenilen hacimler, yapının formu, taşıyıcı sistemi, servis sistemleri, kullanıcı gereksinimlerine bağlı yalıtım ihtiyaçları, arazi ve ön görülen maliyet verilebilir. Sonrasında hedefler belirlenerek bu hedefleri karşılayabilecek alternatifler oluşturulur. Birbirleri ile en uyumlu şekilde çalışacak alternatifler bir araya getirilerek ilk aşamaya ait tasarım kararları verilir. Böylelikle, ana tasarım kararları verilen proje aynı yöntem izlenerek detaylandırılır ve *ilk kuşak* tasarımı oluşturulur. *İkinci kuşak* şeklinde ifade edilen tasarım ise projenin ileride nasıl geliştirilebileceğine yönelik bir öneri niteliğindedir (Jones, 1992). Yöntem için yapılan değerlendirmede, yöntemin birçok kişinin bir arada çalışmasına ve projedeki kararların bir iş bölümü ile farklı kişiler tarafından alınmasına olanak sağladığı ifade edilmiştir.

2.1.4. Birbirine bağlanan karar verme alanlarının analizi, AIDA

CASA yöntemi ile benzer olarak AIDA (*analysis of interconnected decision areas*) yöntemi de tasarım problemini bağımsız parçalara ayırmak prensibine dayalı bir yöntemdir (Jones, 1992). Her probleme yönelik farklı çözüm önerileri üretilmesi ve bu seçeneklerin bir ilişki matrisi ile karşılaştırılması şeklinde ilerlemektedir. Her problem için tek tek ele alınmış önerilerin bir araya gelebilmeleri ve bütünde tasarım problemini çözebilecek sonuçlar oluşturmaları beklenmektedir. Oluşturulan ilişkiler matrisi yardımı ile belirlenen kriterlere uyan en iyi seçenek seçilir.

2.1.5. Kontrol listesi

Kontrol listesi (*checklists*), tasarımcıya daha önceden belirlenmiş bir liste üzerinden tasarımında istenilen gereksinimlerin sağlanıp sağlanmadığını kontrol etme olanağı sağlar. Kontrol listesi içerisinde detay düzeyi sınırlandırılmalıdır; bu nedenle, gereksinimleri genel hatları ile yer alır, tasarımcının detaylandırmasına bırakılır. Bu nedenle, yöntemin tahminlere dayalı ve zaman alıcı olduğu ifade edilmektedir (Jones, 1992).

2.1.6. Ölçüt belirleme

Ölçüt belirleme (*selecting criteria*), özellikle nicel olarak ortaya konulamayacak koşullar; örneğin konfor, kriterlerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Kullanıcılar ile yapılacak anketler ve gözlemler üzerinden söz konusu koşul için sınır değerler belirlenir. Buna bağlı olarak hangi tasarımların kabul edilebilir veya kabul edilemez olduğu ile ilgili değerlendirme kriterleri tanımlanır (Jones, 1992).

2.1.7. Derecelendirme ve ağırlık verme

Derecelendirme ve ağırlık verme (*ranking and weighting*), şeklinde ifade edebileceğimiz yöntem tasarım alternatiflerini belirli bir sistem içerisinde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. İlk olarak, alternatif tasarım seçenekleri tanımlanır. Sonrasında, bu seçenekler iki farklı koldan değerlendirilir. Derecelendirme ile yapılan değerlendirmede tasarımdan beklenen hedefler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak bir tercih sıralaması belirlenir. Ağırlık verme ile yapılan değerlendirmede ise hedeflere toplamda 100 edecek şekilde önem ağırlıkları verilir. Oluşturulan seçenekler her değişkenin aldığı değer in yüzde değerlere dönüştürülmesi veya önem ağırlıkları ile çarpılarak indeks değerlerine dönüştürülmesi ile iki farklı şekilde değerlendirilir. Sonuçta, her seçenek için elde edilen yüzde değerler ve indeks değerleri karşılaştırılarak en iyi sonuca sahip olan seçenek seçilir (Jones, 1992).

Aracın kullanımına ilişkin bir değerlendirme yapıldığında, derecelendirme (yüzde değerleri) ve ağırlık verme (indeks değerleri) sonucunda farklı sonuçlar elde etmek olanaklıdır. Bu durumda, sonuçlar tasarıma ve tasarımcıya göre değişkenlik göstermektedir. Sistematik bir yöntem olmasına rağmen içerisinde çok fazla subjektif değerlendirme olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle, yöntem tek başına uygulandığında geçersizdir. Yine de, karar verme sürecini kolaylaştırması için kullanılabilir.

2.2. Yapı Elemanları ve Tasarım Süreci

Türkçü (2010), yapı elemanlarını; *çeşitli yapı malzemelerinin ve/veya bileşenlerinin, çeşitli yöntemler ile bir araya getirilmesi ile oluşan, mekân tanımlayan, en azından belli bir işlevi üstlenmiş olan büyük yapı parçaları ve yapı ögesi* olarak tanımlamaktadır. Bu anlamda, yapı elemanlarını; mekânın tamamını veya büyük bir bölümünü tanımlayan elemanlar, *temel, duvar, döşeme, çatı gibi*, mekânı kısmen

sınırlayan taşıyıcı elemanlar, *kolon, kiriş gibi* ve mekânları bağlayıcı/birleştirici elemanlar, *kapı, pencere, merdiven gibi* örneklendirmektedir (Türkçü, 2010).

Yapı elemanları Llewelyn-Devies (1960) tarafından, işlevlerine göre “ne yapması gerekiyor” ve “nasıl yapıyor” soruları üzerinden; *dış duvar, iç duvar, çatı, döşeme, merdiven, pencere ve kapı* şeklinde sınıflandırılmaktadır. Binan’ın (1986) sınıflandırmasında ise yapı elemanları, konstrüktif özellikleri ön planda tutularak alınarak; *temeller, duvarlar, döşemeler, çatılar, kapılar ve pencereler* şeklinde sıralanmaktadır. Temel yapı elemanları üzerinden yapılan sınıflandırma; oluşturulduğu malzeme veya bileşene göre, yapıdaki işlevine göre, taşıyıcılık özelliğine göre, üretim biçimine göre, malzemesine göre ve konumuna göre tanımlamalar ile detaylandırılmaktadır (Türkçü, 2010).

En büyük ölçek, “*Makrokosmos*”tan, en küçük ölçek, “*mikrokozmos*”a kadar uzanan hiyerarşik açılım sisteminde; üstten alta; *dünya, ülke, kent, şehir bölge, bina kompleksi, bina, mekân, mekân/yapı elemanları, yapı malzemesi* hiyerarşisi söz konusudur (Toydemir, 2000). Bu hiyerarşi içerisinde ele alınan tasarım düzeyinin üstündeki sistemlerin “emredici”, altındaki sistemlerin ise “seçimli” nitelikte olduğu söylenebilir. Diğer bir deyişle, bina düzeyinden yapılan bir tasarımda, binayı şekillendiren bulunduğu kentin koşulları iken, binaya ilişkin tanımlamalar sırası ile mekânın, yapı elemanlarının ve yapı malzemelerinin tasarımında etki eden faktörleri ortaya koymaktadır.

Tasarım süreci, Mimarlar Odası’nın yapmış olduğu tanımlama üzerinden; fikir projesi, ön proje, kesin proje ve uygulama projesi aşamalarından oluşmaktadır (Mimarlar Odası, 2012). Bu süreçler içerisinde fikir projesi, ön proje, kesin proje aşamalarında da yapı elemanına ve malzemeye yönelik bir takım kararlar verilse de, esas uygulama projesi aşamasında, mimari detay tasarımı süreci ile söz konusu kararlar son halini almaktadır.

Mimari detay tasarımı süreci, günümüzde sürekli değişen ve gelişen teknoloji ile sürekli olarak beslenmekte ve bu nedenle de dinamik bir yapıya sahip olmaktadır. Aynı zamanda, proje içerisinde birbirine bağımlı veya birbirinden bağımsız farklı gereksinimler ortaya koyulması, yapı elemanı tasarımı sürecini geleneksel yaklaşımlar ile çözümlenemeyecek karmaşık bir problemler dizisine dönüştürmektedir (Jones,

1992). Bu nedenlerle, günümüzde, sistematik tasarım destek araçları detay tasarımı sürecinin önemli yardımcılarındandır (Emmitt, 2004).

Yapı elemanı tasarımı sürecini, gereksinimlerin, kaynakların ve sınırlamaların tanımlanması temel prensibiyle sistematikleştiren mevcut yöntemlerden bir kaç aşağıda ele alınmaktadır. Yöntemi geliştiren kişi veya yöntemin yer aldığı kaynak üzerinden; *Müller Yöntemi*, *Rich & Dean Yöntemi*, *Aygün Yöntemi*, *Allen Yöntemi* ve *Emmit Yöntemi*, *4+9 Yöntemi* başlıkları ile tanımlanmıştır.

2.2.1. VDI - Müller yaklaşımı

Kökenini Alman Mühendisleri Odasının (VDI) yönetmeliklerinden almaktadır. Orijinalinde mühendislik tasarımlarında kullanılmak üzere geliştirilen süreç 1980lerde H. F. O. Müller tarafından yapı elemanı tasarımı sürecinde kullanılmak üzere dönüştürülmüştür (Altun ve Genç, 2011; Genç ve Altun, 2011).

4 temel adımdan oluşmaktadır (Müller, 1990);

1. Problemin tanımlanması: Performansların belirlenmesi için verilerin toplanması, çevresel etmenlerin tanımlanması ve gereksinimler listesi hazırlanması.
2. Konseptin belirlenmesi: Problem ve alt problemler tanımlanması. Fonksiyon şeması ile temel çözüm ve olası çözüm kombinasyonlarının iyileştirilmesi.
3. Tasarım: Olası çözümlerin uygulanabilir şekillere dönüştürülmesi; form, malzeme, boyut kararlarının verilmesi.
4. İnşaata yönelik çalışmalar: Üretim ve yapım yöntemlerinin tanımlanması. Buna bağlı form, malzeme, boyut, yüzey özellikleri, üretim, montaj kararlarının detaylandırılması.

2.2.2. Rich & Dean yöntemi

Principles of Building Element Design isimli kitabında belirtildiği üzere Rich & Dean (1999), “*kullanılan malzemeler ve teknikler zaman içerisinde değişse de yapı elemanları aynı şekilde davranmak zorunda*” bakış açısı ile farklı yapı elemanlarının davranışlarını ele alan olası durumlar üzerinden bir yöntem ortaya koymaktadır.

Bu bakış açısı ile temel, dış duvar, döşeme, çatı, iç bölme duvar, merdivenler, rampalar, korkuluk ve küpeşteler, pencere ve dış kapılar başlıkları altında farklı yapı elemanlarına yer verilmiştir. Her bir yapı elemanı ile ilişkili olarak yapısal dayanım ve

kararlılık, hareket, dayanıklılık, ısı performans, sağlık, üretim süreci, su/hava geçirimsizlik, gürültü kontrolü, yangın dayanımı, güvenlik, bakım ve onarım, haşere istilası, rutubet artışı, eğilme, ses yalıtımı, nem dayanımı, servis sistemleri, kaplamalar, drenaj, havalandırma ve güneş ısı kazancı başlıkları altında tasarım kriterleri tanımlanmıştır (Aksu ve Altun, 2009; Genç ve Altun, 2011).

Yapı elemanı tasarımı süreci 4 temel adım üzerinden ilerlemektedir; *girdilerin tanımlanması, soyut tasarım, somut tasarım ve yapı tasarımı* (Genç ve Altun, 2011). İlk olarak, söz konusu yapı elemanına ilişkin kriterler tanımlanır. Sonrasında, soyut bir tasarım ile başlayan süreç, katmanlaşmanın oluşturulması ile somut tasarım halini alır. Son olarak katmanlara ilgili kriterleri sağlayan malzemeler atanması ile yapı tasarımı yapılır. Bu süreçte yöntem içerisinde sunulan hazır detaylar kullanılabileceği gibi, yeniden bir detay oluşturularak da ilerlenebilmektedir.

2.2.3. Aygün yöntemi

Murat Aygün'ün ortaya koyduğu yapı elemanı tasarımı yöntemi, en iyi performansı gösteren modeli belirlemek için, bir değerlendirme süreci ile bütünleşik olarak evrensel parametrik bir model üzerinden alternatif elemanlar üretilmesi prensibine dayanır (Genç ve Altun, 2011). Bu bağlamda, konsept model 3 alt modülden oluşur; *performans gereksinimleri, tasarımın sınırlamaları ve yapı elemanları*. Performans gereksinimleri altında yaşam döngüsü aşamaları, katılımcılar ve ekti alanları tanımlanmaktadır. Tasarımın sınırlamaları dış ve iç etmenler ile çevresel etmenler üzerinden ortaya konulmaktadır. Yapı elemanları ise, bina, mekan, eleman ve bileşen ölçeğindeki elemanlar bütünüdür (Genç ve Altun, 2011).

Ortaya koyulan evrensel parametrik modelde eleman; konum, yön ve geometri, doku, malzeme, birleşim, strüktür parçaları üzerinden tanımlanmaktadır. Böylelikle, yöntem içerisinde tanımlanan fiziksel veya istatistiksel değerlendirme süreçlerinden biri ile eleman parçaları üzerinden tanımlanan bir fonksiyon ile değerlendirilir (Aygün, 2000, 2003).

2.2.4. Allen yöntemi

Fundamentals of building construction: materials and methods başlıklı kitabı içerisinde Edward Allen (2008) ilk olarak detay tasarımı sürecine yardımcı birer araç olabilecek detay modelleri tanımlamakta, kitabın ikinci bölümünde ise detay tasarımı

sürecini örnekler üzerinden anlatmaktadır. Bütün modeller ikonize edilerek ele alınan gereksinimi karşılamaya yönelik detay tasarımı çözümünü açıklamalı olarak sunmaktadır. Yöntem, tasarımın gereklerini karşılayacak detay modellerinin bir araya gelmesinden oluşan bir detay tasarımı süreci ortaya koymaktadır.

Tanımlanan detay modelleri; *işlev, inşa edilebilirlik ve estetik* başlıkları altında ele alınmıştır (Aksu ve Altun, 2009). İşlev üst başlığı altında ele alınan modeller; su kaçağı kontrolü, hava hareketinin kontrolü, ısı akışının kontrolü, su buharı kontrolü, ses kontrolü, servis sistemleri, strüktürel destek sağlama, mekanik ve elektrik servisleri için erişim noktaları, sağlık ve güvenlik, binanın güzel yaşlanması başlıkları altında toplanmaktadır. İnşa edilebilirlik üst başlığı altında; birleştirme kolaylığı, detay toleransı, inşaat kaynaklarının efektif kullanımı başlıklarına ait modeller sunulmaktadır. Estetik üst başlığı altında tanımlanan modeller ise; katkı sağlayan detaylar, yoğunlaştırma ve süsleme, şekilsel dönüşümler başlıkları ile gruplandırılmıştır.

2.2.5. Emmitt yöntemi

Yöntem, ilk olarak tasarım parametrelerinin tanımlanması, bunun üzerinden bir konsept tasarım oluşturulması, ele alınacak detayların belirlenmesi ve son olarak 9+1 adımlı detay tasarımı sürecinin uygulanması şeklinde ilerlemektedir (Aksu ve Altun, 2009). Tasarım parametrelerinin tanımlanmasında 9 hücreli bir tablo ve hücreleri birleştiren düğüm noktası ilişkisi üzerinden oluşturulmuştur. Tasarımın hedefleri, biçimsel özellikler, iç ortam, malzeme ve enerji, yapı elemanları ve taşıyıcı sistem, ekolojik faktörler, üretim süreci ve insan faktörü başlıkları altında tanımlanan gereksinimler tasarlanacak detaydan, yani yöntem içerisindeki hali ile düğümden beklenen performansları şekillendirmektedir.

Yöntemin ortaya koyduğu 9+1 adımdan oluşan detay tasarımı süreci aşağıdaki başlıklar üzerinden tanımlanmıştır (Emmitt, 2004).

1. Temel bileşenlerin süreksizliğinin tanımlanması
2. Fonksiyonel sürekliliğin ve gerekli ek bileşenlerin tanımlanması
3. Birleşim noktalarının ve bağlantı yönlerinin tanımlanması
4. Ek bileşenlerin boyutları ve konumları ile birleşen parçaların tanımlanması
5. Birleşim yüzeylerinin ilk şeklinin tanımlanması
6. Birleşim yüzeylerinin spesifik şeklinin tanımlanması

7. Koruyucu/engelleyici şekillerin tanımlanması
8. Düzeltme şekillerinin tanımlanması
9. Parçanın birincil ve ikincil kesitlerinin tanımlanması
- +1 Karar verme değişkeni tanımlanması (malzeme kararları)

2.2.6. 4 + 9 yöntemi

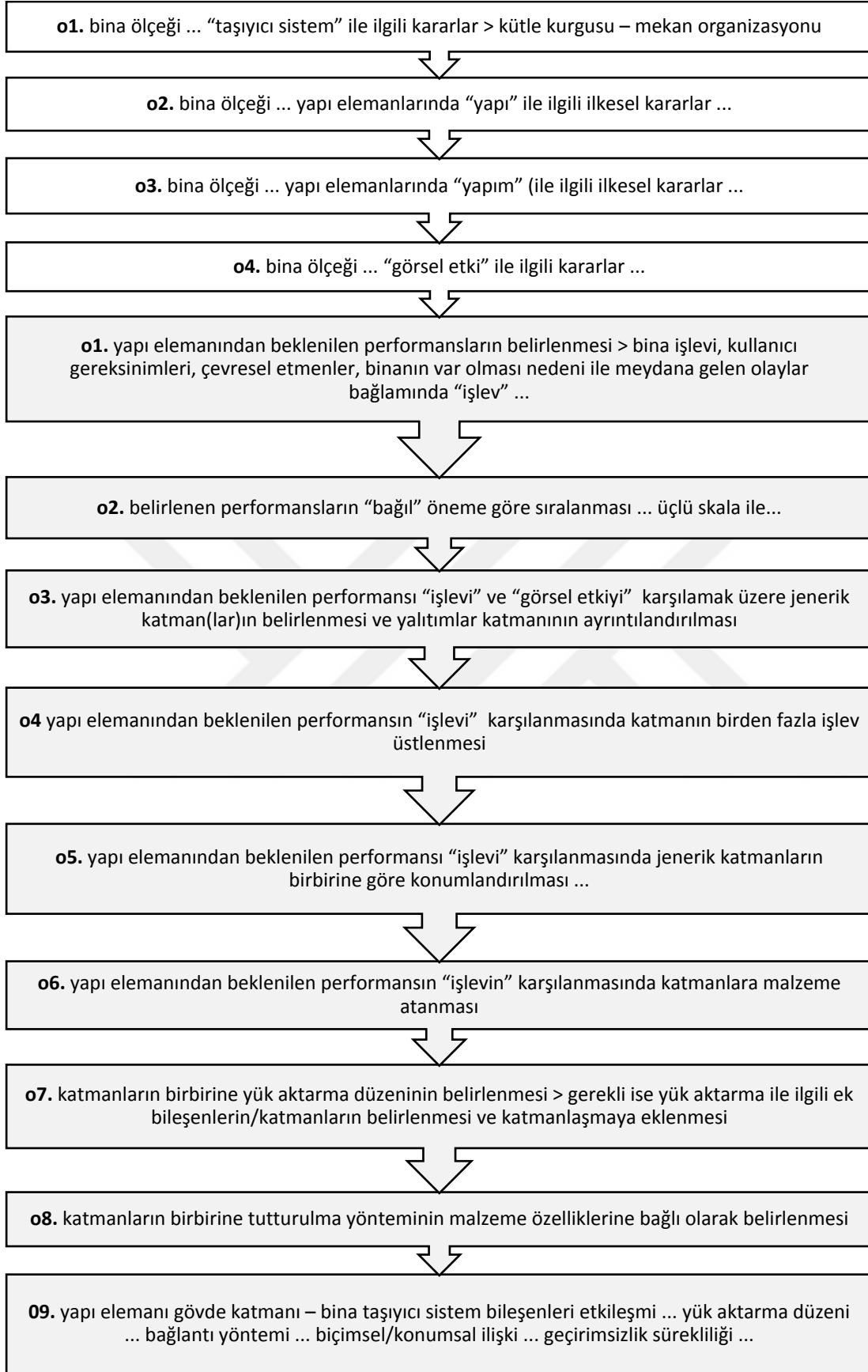
Yöntem bina ölçeğinde tasarım kararlarını sorgulayan 4 adım ile başlayarak, yapı elemanı tasarımı sürecini ortaya koyan detay ölçeğinde 9 adım ile ilerlemektedir. Yöntemin adımlarını gösteren akış şeması Şekil 2.1’de sunulmuştur.

Yöntemin amacı, performanslar ve sistemler yaklaşımları esas alınarak, karmaşık tasarım problemlerine sistematik bir bakış açısı getirerek, tasarımcıların parça-bütün ilişkisini göz önünde bulundurmalarını ve soyut bir katmanlaşmadan aşamalar halinde somut bir detay ortaya koymalarını sağlamaktır (Altun ve Türkay, 2015).

4+9 modeline ait adımlar ile ilk olarak bina ölçeğinde tasarım kararları verilir. Binanın işlevi, kullanıcı gereksinimleri, çevresel etmenler ve binanın var olması ile meydana gelen olaylara bağlı olarak yapı elemanından beklenen performans gereksinimleri tanımlanarak yapı elemanının ön tasarımı yapılır. Bu süreç jenerik bir katmanlaşma üzerinden; gövde, kaplamalar, yalıtımlar şeklinde işlevler belirlenerek detaylanır.

Tanımlanan hangi performans gereksinimlerinin hangi katman/lar ile karşılanacağını tanımlanması ve katmanların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi ile henüz malzeme seçimi yapılmamış bir katmanlaşma modeli oluşur. Her bir katmana malzeme atandıktan sonra ise katmanların birbirlerine yük aktarımı ve tutturulma yöntemleri belirlenir. Böylelikle malzeme, eleman, bina ölçeğinde özelden genele yapılan kontrol ile süreç sonlanır.

4+9 modelinin 6 ile 7. adımları arasında “sınır değerlerin tanımlanması” adımının da eklenmesi ile yöntem 4+10 yöntemi olarak da anılmaktadır (Altun ve diğ., 2015). Bina ölçeğinde yapılan tanımlamalar aynı kalarak eleman ölçeğinde 9 ile 10 adım üzerinden ilerlenmesi modelin kullanıcıların bilgi birikimi ve kullanım amaçlarına yönelik olası iki farklı durum ortaya koymaktadır. Yöntem farklı mevcut yapı elemanı tasarımı modellerinin incelenmesi ile oluşturulmuş, mimarlık eğitimde kullanılmakta olan bir yapı elemanı tasarımı modeli ortaya koyduğu için çalışma kapsamında malzeme seçimi aracı ilişkilendirilmek üzere seçilmiştir.



Şekil 2.1 : “4+9” yapı elemanı tasarımı destek aracı adımları.

2.3. Malzeme Seçimi Süreci

Malzeme seçimi yapı elemanı tasarımı sürecinin olmazsa olmaz parçalarından biridir. Mimarının temel hareket noktası olan mekanı çevreleyen yapı elemanlarının göstermesi gereken nitelikler, mekanın işlevi üzerinden belirlenir. Yapı elemanının tasarlandığı şekilde işleyebilmesi için, bu nitelikleri sağlayan, bunun yanı sıra tasarımın bir parçası olan görsel ve algısal özellikleri de yerine getirecek malzemelerin kullanılmış olması gereklidir (Toydemir, 2000).

Önceki bölümde ele alınan yöntemler, yapı elemanı tasarımı sürecini sistematikleştiren adımlar ortaya koysa da malzeme seçimi düzeyinde yetersiz kalmaktadır. Her ne kadar yapı elemanı tasarımı süreci ile bütünleşik olarak düşünülmesi gerekse de malzeme seçimi süreci, günümüzde sürekli artan malzeme havuzu ve parametrelerin fazlalığı ile tek başına ele alınması ve tanımlanması gereken bir süreç haline dönüşmektedir.

Yapı elemanı tasarımı sürecinin bir parçası olarak malzeme seçimine yönelik sistematik bakış açısı sunan yaklaşımlar sınırlı sayıda olduğu için benzer bir süreç olarak endüstri ürünleri tasarımı ve/veya mühendislik bakış açısı ile malzeme seçim yaklaşımları da çalışma kapsamında incelenmiştir. Ulaşılan kaynaklar içerisinde, farklı bakış açılarına sahip, detaylı bilgiler sunan ve özgün malzeme seçimi yöntemleri detaylı incelenmek üzere seçilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen farklı malzeme seçimi yaklaşımları içerisinde mimari tasarım süreci içerisinde malzeme seçimini ele alan; *Japon Araştırma Enstitüsü*, *Balanlı*, *Lohaus ve Steinborn*, *Müller*, *Cronberg*, *Sneck* yöntemleri detaylı olarak incelenmiştir (Balanlı, 1997; Japon Araştırma Enstitüsü, 1968; Fouad ve diğ., 2013'da atıfta bulunduğu gibi; Cziesielski ed., 1990; Özkan, 1976'da atıfta bulunduğu gibi; Berksun, 1979'da atıfta bulunduğu gibi; Sneck, 1972; Sneck ve diğ., 1969). Endüstri ürünleri tasarımı ve mühendislik bakış açısı ile *Ashby*, *George*, *Charles* tarafından sunulan malzeme seçimi yöntemleri yapı elemanı tasarımı süreci ile uyumlu olarak kullanılabilecek olmaları nedeniyle detaylı olarak incelenmek üzere seçilmiştir (Ashby ve Johnson, 2010; George, 1987, 2012; Charles ve diğ., 1997).

Yöntemlerin kısaca amaçları, ortaya koyulduğu yıl ve özgünlüğü mimari bakış açısına sahip yöntemler için Çizelge 2.1'de, endüstri ürünleri tasarımı ve mühendislik bakış açısına sahip yöntemler için Çizelge 2.2'de gösterilmektedir. Yöntemler ile ilgili

detaylı incelemelere 3.2. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Ön Değerlendirmesi başlıklı bölüm ve Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Değerlendirilme Tablosu başlıklı Ek A altında yer verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Mimarlık bakış açısı ile malzeme seçimini ele alan mevcut sistematik yaklaşımların ön incelemesi.

Yaklaşımın Adı	Yaklaşımın Amacı	Yılı	Özgünlük
Japon Araştırma Enstitüsü	Bir yapıdaki malzeme seçimi ve kullanımı problemine akılcı bir çözüm önerisi sunan bir malzeme seçim yöntemi oluşturmak.	1968	özgün
Balanlı	Mimarlık eğitim ve uygulamalarında yararlanılabilecek ürün seçim ilkelerini vermek, anlaşılır ve kolay kavranan bir yol göstermek. Biçim kararının verildiği kesin tasarım aşamasında öge ve/veya bileşen düzeyinde malzeme seçimi için bir yöntem sunmaktadır.	1997	Kökeni: Japon Araştırma Enstitüsü yaklaşımı
Lohaus ve Steinborn	Yapı malzemesi seçimi iteratif (ardışık, tekrarlanan) bir süreçtir ve adımları birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Yöntem içerisinde bu faktörler tanımlanmaktadır.	2013	özgünlüğü bilinmemekte
Müller	Yapı malzemesi seçimini etkileyen gereksinimlerin tanımlanması ve bu gereksinimler üzerinden malzeme seçiminin adımlarının belirlenmesi.	1990 (kaynağın yılı)	Kökeni: (VDI) Alman Mühendisler Birliğinin yönetmelikleri
Cronberg	"Kullanıcı" yaklaşımı ile malzeme seçimi için kriterlerin belirlenmesi.	1976 (kaynağın yılı)	özgün
Sneck	"Performans" yaklaşımı ile malzeme seçimi için kriterlerin belirlenmesi.	1969 (kaynağın yılı)	özgün

Çizelge 2.2 : Endüstri ürünleri tasarımı ve mühendislik bakış açısı ile malzeme seçimini ele alan mevcut sistematik yaklaşımların ön incelemesi.

Yaklaşımın Adı	Yaklaşımın Amacı	Yılı	Kökeni
Ashby	Bir ürün için hem estetik, hem teknik, hem de ekonomik açılardan istenilen performansları sağlayan malzeme seçimine yönelik “görsel düşünme” sürecini içeren bir yöntem olma.	2002 ve 2010 (kaynakların yılı)	özgün
Charles	Tasarım sürecinin <i>integral</i> bir parçası olarak malzeme seçimi süreci, <i>numerate</i> olarak tanımlanmaktadır.	1997 (kaynağın yılı)	özgünlüğü bilinmemekte
George	Mühendislik ve endüstri ürünleri tasarımı alanlarında (Engineering Design) malzeme seçim sürecinin tanımlanması.	1987 ve 2012 (kaynakların yılı)	farklı yaklaşımları kaynak göstermekte

2.4. Malzeme Özellikleri ve Veri Tabanları

Malzeme seçimi sürecinin tanımlandığı şekilde ilerleyebilmesi için istenilen malzeme özelliklerini karşılayacak malzeme seçeneklerini araştırmak ve karşılaştırmak için malzeme veri tabanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veri tabanlarının kullanım amacına uygun olarak, çok sayıda malzeme seçeneği içermesi, malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler sunması, güncel ve güvenilir olması istenmektedir.

Farklı kaynaklarda farklı malzemelere ilişkin bilgiler sunulmuş olsa da, seçim sürecinin pratik bir şekilde ilerleyebilmesi ve malzeme araştırması kısmının hızlı bir şekilde sonlanabilmesi için bir malzeme veri tabanının en önemli özelliği erişilebilir olmasıdır. Bu nedenle, çalışma kapsamında öncelikli olarak internet üzerinden erişilebilecek veri tabanları incelenmiştir.

Ulaşılan veri tabanları; piyasa kaynaklı ve bilimsel kaynaklı malzeme veri tabanları olarak iki üst başlıkta toplanmıştır. Veri tabanlarının merkez, ülke, yıl, malzeme havuzu, erişilebilirlik (1-5) ve alan başlıkları üzerinden değerlendirmesi Çizelge 2.3’te sunulmuştur.

Çizelge 2.3 : Malzeme veri tabanlarının ön incelemesi.

Veri Tabanları / Değerlendirme Kriterleri	Merkez Ülke	Yıl	Malzeme Havuzu	Erişilebilirlik (1-5)	Öncelikli Kullanım Alanı
Piyasa Kaynaklı Malzeme Veritabanları					
Firmaların sunmuş olduğu malzeme bilgileri yer almaktadır.					
YEM. Yapı Katoloğu. http://www.yapikatalogu.com/	Türkiye	2014	genel	5	Mimarlık
Mimarlar Odası Yapı Malzemeleri http://www.yapkat.com/	Türkiye	2009	genel	5	Mimarlık
Arkitera. Raf ürün dergisi http://www.raf.com.tr/urun	Türkiye	2014	genel	5	Mimarlık
Material Data Center. Plastikler için Malzeme Veritabanı. www.materialdatacenter.com	Almanya	?	polimerler	3	Mühendislik
COMAR. International database for certified reference materials. http://www.comar.bam.de/en/	Almanya	2014	genel	2	Mühendislik
Prospector Materials Database http://www.ides.com/prospector/	ABD (UL)	2014	plastikler ve metaller	3	Mühendislik
Archi Expo http://www.archiexpo.com/	Fransa	2016	genel	5	Mimarlık
Martec. Sustainable Materials & Trends https://www.matrec.com/en/materials	İtalya	2014	doğal ve geri dönüşüm malz.	3	Mimarlık
Firmaların sunmuş olduğu malzeme bilgileri belli bir değerlendirme ile sunulmaktadır.					
Material Connexion. http://library.materialconnexion.com/	ABD	2015	genel	4	Mimarlık/Endüstri Ü.
MATERIA http://materia.nl/	Hollanda	2016	genel	5	Mimarlık/Endüstri Ü.
Bilimsel Kaynaklı Malzeme Veritabanları					
Malzemelere ait standart değerlere ait bilgiler yer alır.					
National Institute for Materials Science NIMS, MatNavi Search http://mits.nims.go.jp/index_en.html	Japonya	2014	element, alaşım, seramik, polimer	2	Genel
PGM Database. Metaller için Malzeme Veritabanı. http://www.pgmdatabase.com/	tanımlı değil	?	metaller	3	Mühendislik
Material Property Data. http://www.matweb.com/	ABD	?	genel	3	Mühendislik
Material Properties Database http://www.makeitfrom.com/	tanımlı değil	2009-15	genel	4	MimarlıkMühendislik
Malzemelere ait dökümanları mevcut literatür içerisinde arar.					
Material Data Network http://www.matdata.net/index.jsp	tanımlı değil	?	veritabanı	3	Genel
AZOM, The A to Z of Materials http://www.azom.com/materials.aspx	İngiltere, Avustralya, Kanada	2014	literatür	3	Genel

Erişilebilirlik, 1 en kötü: web sitesinin yalnızca ücretli erişime izin vermesi, kullanıcı ara yüzünün zorluğu, bilgiye ulaşmanın yavaş olması durumunda ve 5 en iyi: üyelik gerektirmeksizin veya ücretsiz olarak erişilebilme, kullanıcı ara yüzünün kolaylığı, bilgiye ulaşmanın hızlı olması durumunda, olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Yapılan ön değerlendirme sonucunda mimarlık alanında kullanımı uygun malzemeler içeren ve erişilebilirlik düzeyi 4 ile 5 olan veri tabanları detaylı incelenmek üzere seçilmiştir. Bu veri tabanları; *YEM Yapı Katoloğu*, *Mimarlar Odası Yapı Malzemeleri*, *Arkitera Raf ürün dergisi*, *Archi Expo*, *Material Connexion*. *Materia* ve *Material Properties Database* şeklinde sıralanabilir.

Yapılan araştırmalar sonucunda birçok farklı kaynaktan toplanarak bir araya getirilen, yapı malzemeleri ile ilişkili malzeme özellikleri; *mekanik, fiziksel, kimyasal, biyolojik, boyutsal, görsel/algısal, uyum ile ilgili, uygulama yöntemi ile ilgili, çevre etkisi ile ilgili özellikler, üretim yöntemi ve maliyet* başlıkları altında sınıflandırılarak Malzeme Özellikleri Tablosu başlıklı Ek B altında sunulmuştur.

Veri tabanları ile ilgili detaylı incelemelere, bu malzeme özellikleri ile ilişkili olarak, Malzeme Veri Tabanlarının Değerlendirilme Tablosu başlıklı Ek C altında yer verilmiştir. Söz konusu veri tabanlarının detaylı açıklamaları ise 3.3. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Ön Değerlendirmesi başlıklı bölüm altında sunulmaktadır.

2.5. Çevresel Etki Değerlendirmesi

Çalışma kapsamında ele alınan bir diğer yaklaşım ise malzeme özelliklerinin çevresel etki değerlendirilmelerini konu almaktadır. Bu kapsamda, malzeme özellikleri sunan internet tabanlı veri tabanlarının yanı sıra çevresel etki bakış açısına sahip malzeme özellikleri sunan kaynaklar da incelenmiştir. Bu kaynaklar, malzeme seçiminin çevresel etki değerlendirmesi üzerinden yapılması prensibi ile malzemelerin farklı başlıklar üzerinden çevreye olumsuz etki düzeylerini ortaya koymaktadır. Bu anlamda bir yöntemden çok araç olarak kullanılmakta ve birer veri tabanı olarak sınıflandırılabilir.

Ele alınan kaynaklar; *Woolley*, *Demkin*, *Anderson* ve *Anink* yaklaşımları olarak sıralanabilir (Woolley, 2005; Wolley ve Kimmins, 2005; Demkin, 1998; Anderson ve Shiers, 2002; Anink ve diğ, 2004). Kaynakların kısaca içeriği, ortaya koyulduğu yıl ve

özgünlüğü Çizelge 2.4'te gösterilmektedir. Tablo örnekleri Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları başlıklı Ek D altında verilmiştir. Söz konusu yaklaşımların detaylı açıklamaları ise 3.3. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Ön Değerlendirmesi başlıklı bölüm altında sunulmaktadır.

Çizelge 2.4 : Çevresel etki değerlendirme yaklaşımlarının ön incelemesi.

Yaklaşımın Adı	Yaklaşımın İçeriği	Yılı	Kökeni
Woolley	Yaşam döngüsü analizine benzer bir analiz ile kullanım alanlarına göre malzemelerin üretim ve kullanım aşamalarında çevreye verdiği etkiler tablolar halinde sunulmaktadır. Sayısal değerler yerine görsel ifadeler kullanılmıştır ve daha büyük noktalar daha büyük olumsuz etki anlamına gelmektedir	2005 (kaynağın yılı)	özgün
Demkin	Malzemelerin karşılaştırmalı olarak yaşam döngüsü içerisinde çevresel etkilerini değerlendirmektedir. Ham madde, üretim, kullanım ve geri dönüştürme aşamalarına ilişkin çevresel etki değerlendirme tablosu sunulmakta ve bu süreçlerdeki çevreye etkileri anlatılmaktadır. Sayısal değerler yerine görsel ifadeler kullanılmış ve yazılı açıklamalar ile desteklenmiştir.	1998 (kaynağın yılı)	LEED yeşil bina sertifikalandırma sistemi
Anderson	Yaşam döngüsü yaklaşımıyla değerlendirilmiş ve çevreye etki düzeyleri belirtilmiştir. Her bir etkinin farklı göreceli öneme sahip olması söz konusudur ve etki düzeyleri A, B, C harfleri ile ifade edilmiştir.	2002 (kaynağın yılı)	BREEAM yeşil bina sertifikalandırma sistemi
Anink	Çevreye az olumsuz etki bakış açısı ile yapılacak malzeme seçim süreci için bir destek modülü ortaya koymaktadır. Malzemeler yaşam döngüsü analizlerinden yola çıkılarak, kullanım alanlarına göre bir tercih sıralamasına konulmuştur	2004 (kaynağın yılı)	özgün

2.6. Karar Verme/Değerlendirme Araçları

Tasarım sürecini ele alan yaklaşımlar önceki bölümlerde de ele alındığı gibi geleneksel ve sistematik olarak ayrılabilir. Geleneksel yaklaşımlar tasarımcının deneyimine ve bilgi birikimine dayanmaktadır. Milyonlarca malzeme seçeneğinin yer aldığı ve her gün genişleyen bir malzeme havuzu içerisinde, birçok farklı malzeme özelliğini göz önünde bulundurarak, söz konusu tasarım için en iyi malzemenin seçimi yapılmasında kişinin bilgisi veya deneyimi yetersiz kalabilmektedir. Bu noktada, bir takım karar verme araçlarına, sistematik bir değerlendirme sürecine olan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır.

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi sürecinde, birçok nitel ve nicel kriterin bir arada etkinliği söz konusudur. Bu gibi süreçler için kullanılan yaklaşımlar, “çoklu karar verme modelleri” olarak adlandırılır. Bu kapsamdaki yaklaşımların bazıları; *Bulanık Mantık*, *AHP (Analytic Hierarchy Process)*, *DI (Difference Index)* and *PRD (Percentage Relative Difference)*, *SAW (Simple additive weighting)*, *VS (Sum of the ranks of all the criteria)*, *GV (Geometric mean of the normalized values of all criteria)*, *TOPSIS (Technique for Order of Performance by Similarity to Ideal Solution)*, *VIKOR (Compromise Ranking Method)* olarak sıralanabilir. Malzeme seçimi veya yapı elemanı tasarımı süreçleri bağlamında, yukarıda ele alınan çoklu karar verme yöntemlerinden bir veya bir kaç üzerinden geliştirilmiş karar verme süreçlerinin de varlığı söz konusudur. Bu bağlamda, *Tapan ve Balanlı'nın önerdiği Yarar – Değer Analizi*, *Ashby ve George'un önerdiği Performans İndeksi Yaklaşımları* da incelenmiştir.

İncelenen karar verme yaklaşımlarının birçoğunun kullanımı oldukça karmaşık ve vakit alan süreçlerdir. Çalışmanın hedef kitlesini oluşturan mimarlık öğrencileri ve az deneyimli tasarımcıların yapı elemanı tasarımının bir parçası olarak malzeme seçimi süreci içerisinde bu gibi yaklaşımları uygulamaları beklenemez. Bu nedendir ki, çalışma kapsamında mevcut karar verme/değerlendirme araçları incelenmiş, malzeme seçimi süreci içerisinde kullanılabilirlikleri değerlendirilmiş ve basitleştirilerek sürece dâhil edilme yolları araştırılmıştır.

2.6.1. Bulanık mantık

Bulanık mantığın temeli küme ve alt kümelere dayanmaktadır (Hiçdurmaz, 2011). Bir varlık ya kümenin elemanıdır ve bulanık mantık içerisinde “1” değerini alır, ya da

kümenin elemanı değildir ve “0” değerini alır. Küme mantığı sayesinde tek bir sınır değere bağlı kalmadan yapılabilen bu dönüştürme, özellikle nitel olarak tanımlanan özelliklerin derecelendirilmesinde kullanılmaktadır (Rao, 2008).

2.6.2. Analitik hiyerarşi süreci, AHP

Analitik hiyerarşi süreci, AHP (*analytic hierarchy process*), tanımlanan farklı özelliklerin birbirine göre önem düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Rao, 2008). Bir matris üzerinden önce tek seferde iki özelliğin birbiri üzerinden hiyerarşisi sonrasında bütün özelliklerin birbiri ile ilişkisi gözetilerek sayısal değerler ile önem düzeylerinin tanımlanmasıdır.

2.6.3. Fark değeri ve göreceli fark yüzdesi, DI & PRD

Fark değeri ve göreceli fark yüzdesi, DI (*difference index*) & PRD (*percentage relative difference*), genellikle bir arada kullanılan karar verme modelleri olup, bir malzemenin tek bir malzeme özelliğini gösterme düzeyinin belirlenmesinde kullanılabilmektedir. Fark değeri, malzemenin diğer alternatiflerin ortalaması ile karşılaştırıldığında çıkan farkın değeri olarak tanımlanmaktadır. Göreceli Fark Yüzdesi ise, malzemenin bir referans durum ile karşılaştırıldığında çıkan farkının yüzde değeri olarak ifade edilmektedir (Takano ve diğ, 2014). Yüzde değeri pozitif veya negatif değerler alabilmektedir.

2.6.4. Basit katkı ağırlığı, SAW

Basit katkı ağırlığı, SAW (*simple additive weighting*), malzemenin bir özelliği gösterme düzeyinin o özelliğin ağırlığı ile ilişkilendirilmesi prensibine dayalıdır (Ginevičius ve diğ, 2008). Malzemenin söz konusu özellik için sahip olduğu derecelendirilmiş değer, söz konusu özelliğin diğer özellikler ile karşılaştırıldığında sahip olduğu ağırlık ile çarpılması ile hesaplanmaktadır.

2.6.5. Değerlerin toplanması, VS

Değerlerin toplanması, VS (*sum of the ranks of all the criteria*), Malzemenin bütün özellikler için gösterdiği değerlerin toplanması ilkesine dayanmaktadır (Ginevičius ve diğ, 2008). Bir özelliğin en az olmasının istendiği durumlar ile en çok olması istendiği durumlar göz önüne alınarak değerler mutlak halleri ile hesaplamaya katılmaktadır.

2.6.6. Normalleştirilmiş değerlerin geometrik ortalaması, GV

Normalleştirilmiş değerlerin geometrik ortalaması, GV (*geometric mean of the normalized values of all criteria*), diğer bir deyişle malzemenin normalleştirilmiş değeri, söz konusu malzeme özelliği için malzemenin sahip olduğu değerin, söz konusu özelliğe ait ortalama değere bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Ginevičius ve diğ., 2008). Malzemenin normalleştirilmiş değerlerinin her bir malzeme özelliği için geometrik ortalamasının alınması ile malzemenin ideal duruma ne kadar yakın olduğu sayısal olarak ifade edilmektedir. Malzeme özellikleri ağırlıklarından bağımsız olarak hesaplamaya alınmaktadır.

2.6.7. TOPSIS

Tek seferde birden fazla malzemenin birden fazla özelliğinin karşılaştırılması için daha karmaşık karar verme modellerinden biri olan TOPSIS (*technique for order of performance by similarity to ideal solution*) kullanılmaktadır. Kısaca malzemenin söz konusu özelliğinin ideal durumuna olan uzaklığın vektörel olarak tanımlanmasıdır (Jee ve Kangb, 2000).

2.6.8. VIKOR

TOPSIS karar verme modeline benzer bir süreç tanımlanmaktadır. Farklı olarak VIKOR (*compromise ranking method*) yöntemi kabul edilebilecek en az ve en çok değerlerin de tanımlanması ile “uzlaşma” sonuçlarına da olanak sağlamaktadır (Civic ve Vucijak, 2014).

2.6.9. Yarar – değer analizi

Mete Tapan (2004), Mimarlıkta Değerlendirme isimli kitabında farklı karar verme modüllerinin mimari süreçler içerisinde kullanımını irdelemektedir. Tapan’a göre, mimarlıkta iki aşamada değerlendirme yapılmaktadır; yeni tasarlama süreci ve salt uç ürünün değerlendirilmesi. İki durumda da değer kriterlerinin önceden bilinmesi şarttır. Değerlendirme analizleri iki başlık altında toplanabilir; Maliyet Değerleri Olan Analizler ve Yarar – Değer Analizi (Tapan, 2004).

Yarar-değer analizi sürecinde yer alan değerlendirme genel olarak 3 aşamada gerçekleşir;

1. Değer kriterlerinin saptanması

2. Değer kriterlerinin ölçülendirilmesi ve ağırlıklarının saptanması
3. Değer kriterlerinin değerlendirilmesi

Yarar-değer analizi üzerinden geliştirilmiş bir karar verme modülü de Balanlı'nın (1997) malzeme seçimi yaklaşımı içerisinde yer almaktadır. Basitleştirilerek uygulanmış analiz sürecinde ilk olarak, her malzeme seçeneğinin, tanımlanan malzeme özelliklerini ne oranda karşıladığını gösteren “yarar değerleri (Yd)”, yarar alt sınırı 1, yarar üst sınırı 5 olacak şekilde tanımlanmaktadır. Sonrasında tanımlanan her bir malzeme özelliği için, toplamı 100 olacak şekilde “ölçüt önem ağırlığı değeri (A)” verilmektedir.

Belirlenen ölçüt önem ağırlıkları ve yarar değerlerini kullanarak her bir malzemenin “kullanım değeri” ve “değişim değeri” denklem 2.1-4'teki, formüller ile hesaplanmaktadır (Balanlı, 1997). Kullanım değeri (Gk) en yüksek ve değişim değeri (Gd) en düşük olan malzeme seçeneği seçilmektedir.

$$\text{Seçeneğin ağırlığı (G)} = \text{Ölçüt önem ağırlığı (A)} \times \text{Seçeneğin yarar değeri} \quad (2.1)$$

$$\text{Seçeneğin kullanım değeri (Gk)} = \frac{\text{Her nitelik için seçenek ağırlıkları toplamı } (\sum G)}{\quad} \quad (2.2)$$

$$\text{Seçeneğin değişim değeri (Gd)} = \text{Yapım maliyeti ağırlığı (Gy)} + \text{Bakım-onarım maliyeti ağırlığı (Go)} \quad (2.3)$$

$$Gy = 0.70 \times \text{yapım maliyeti}, Go = 0.30 \times \text{bakım-onarım maliyeti} \quad (2.4)$$

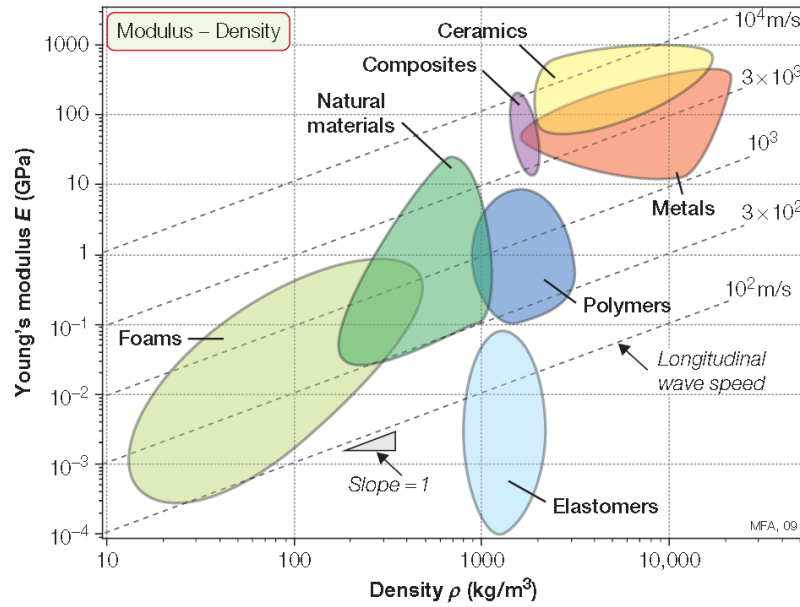
2.6.10. Performans indeksi

Ashby (2011) endüstri ürünleri tasarımı sürecine yönelik ortaya koymuş olduğu malzeme seçimi süreci içerisinde, iki özelliğin malzeme kökenleri üzerinden karşılaştırmasını görsel bir şekilde ortaya koyan tablolar tanımlamaktadır. Böylelikle, birçok hesap gerektiren değerlendirme sürecinin tasarımcının daha kolay anlayabileceği bir şekle dönüştürülmesi amaçlanmaktadır.

George (2012) yaklaşımı gibi birçok yaklaşım içerisinde bu tablolar üzerinden “performance indices” ile bir karar verme modeli ortaya konulmaktadır. Süreç, performans indeksi yüksek olan malzeme seçeneğinin seçilmesi prensibine dayanmaktadır. Performans indeksi denklem 2.5'deki şekilde tanımlanmaktadır (George, 2012).

$$\text{Performans indeksi} = (\text{fonksiyonel gereksinimler}) \times (\text{geometrik parametreler}) \times (\text{malzeme özellikleri}) \quad (2.5)$$

Fonksiyonel gereksinimler ve geometrik parametrelerin tasarıma uygun bir şekilde tanımlandığı durumda, yalnızca malzeme indeksleri performans indeksini hesaplamak için yeterli olacaktır (George, 2012). Malzemenin iki özelliğini karşılaştırmalı olarak gösteren grafikler üzerinden her bir malzeme için kökenlerine göre gruplanmış bir şekilde malzemelerin ilişkisi görülmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Karşılaştırmalı malzeme özellikleri grafiği (Ashby, 2011).

Malzemenin hem x, hem de y eksenine karşılık gelen özellikler için aldığı değer malzeme indeksi olarak adlandırılır. Performans indeksi yaklaşımı ile tasarım için malzemenin göstermesi gereken minimum değerler üzerinden çizilen sınır çizgisinin üstünde kalan malzemeler içerisinde malzeme seçimi yapılabilmektedir.



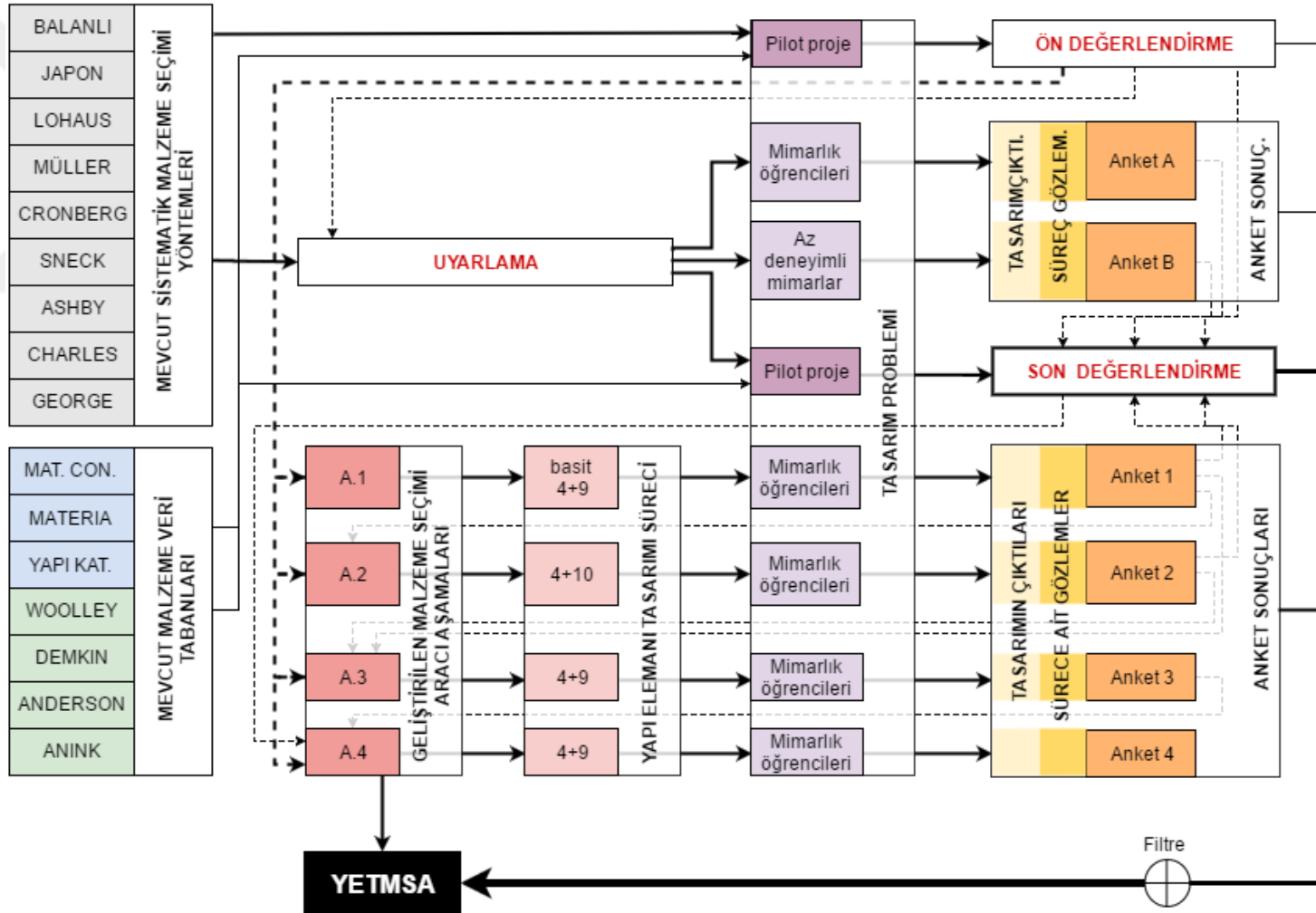
3. MALZEME SEÇİMİ ARACI GELİŞTİRME SÜRECİ

3.1. Yöntem

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi aracının geliştirilmesine yönelik izlenen, giriş kısmındaki yöntem bölümünde de kısaca anlatılan süreç bu bölümde detaylı olarak irdelenmektedir.

Malzeme seçimi aracının geliştirilmesi ilk olarak mevcut sistematik malzeme seçimi araçlarının ön değerlendirmeleri ile başlamaktadır (Şekil 3.1). Yapılan kaynak taramaları sonucunda ulaşılan malzeme seçimine yönelik araçlar içerisinde, mimarlık alanı için geliştirilmiş 6 adet yaklaşım ve endüstri ürünleri ve mühendislik alanları için geliştirilmiş 3 adet yaklaşım detaylı olarak incelenmiştir. Benzer bir değerlendirme süreci kaynak taramasında bulunan malzeme veri tabanları için de yapılmıştır. Mevcut malzeme veri tabanları içerisinde; piyasa kaynaklı 6 adet ve bilimsel kaynaklı 1 adet veri tabanı bu inceleme kapsamında ele alınmıştır. Çevresel etki bakış açısına sahip 4 adet yaklaşım da birer malzeme veri tabanı olarak değerlendirilmiş ve aynı bakış açısı ile ele alınmıştır. Mevcut malzeme seçimi yöntemleri ve mevcut malzeme veri tabanları, bir tasarım problemi üzerinden kaplama malzemesi seçiminde uygulanarak ön değerlendirmeleri yapılmıştır (Şekil 3.1).

Sonrasında izlenen süreç; mevcut sistematik malzeme seçimi yöntemlerinin yapı elemanı tasarımı sürecinden bağımsız olarak mimarlık öğrencileri ve az deneyimli tasarımcılar tarafından uygulanması ile her bir yaklaşıma ait geri bildirimler alınması şeklindedir (Şekil 3.1). Kontrollü bir karşılaştırma yapılabilmesi için ilk olarak mevcut yaklaşımlar tek başına uygulanabilecek şekilde adımlaştırılmış, endüstri ürünleri ve mühendislik alanına ait yaklaşımlar mimari bir tasarım süreci içinde kullanılabilecek şekilde uyarlanmıştır. Mevcut yöntemler sözü geçen kaynakta sunulduğu şekli ile uygulanmış, her hangi bir ek araç veya veri tabanı kullanımı tanımlanmamıştır.



Şekil 3.1 : YETMSA geliştirme sürecini anlatan detaylı akış şeması.

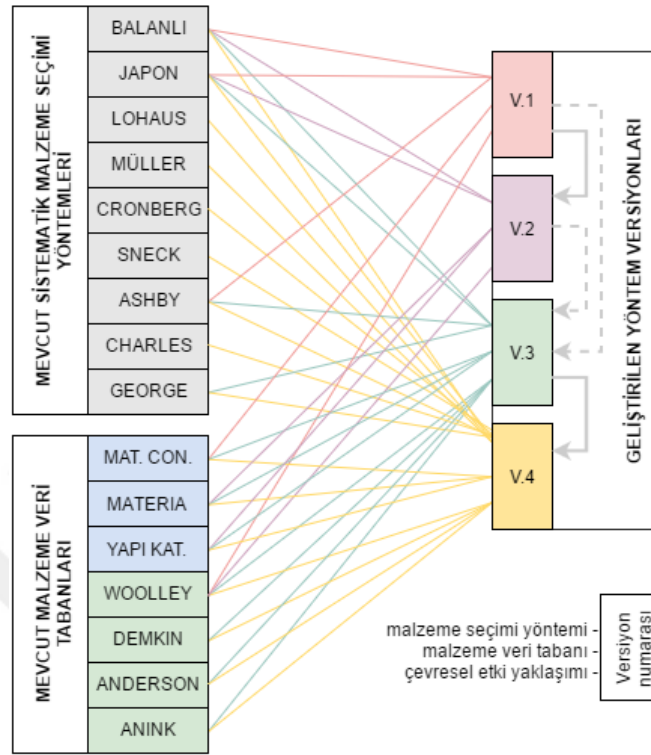
Uygulama çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi mimarlık 4. Sınıf öğrencilerinin Uygulama projesi dersi kapsamında ele aldıkları, 1/50 sistem kesiti düzeyinde detaylanmış bir tasarım probleminde döşeme kaplama malzemesi üzerinden yapılmıştır. Aynı uygulama İstanbul Teknik Üniversitesi mimarlık mezunu, az deneyimli mimarlar ile çalıştıkları ofiste ele aldıkları tasarım problemi üzerinden döşeme kaplama malzemesi seçiminde de yapılmıştır. Süreç belgelenerek tasarımın çıktıları incelenmiş, yapılan gözlemler ve anketler ile her bir yaklaşım değerlendirilmiştir (Şekil 3.1). Yaklaşımlar, mimari veya endüstri ürünleri ve mühendislik alanı için geliştirilmiş olma ve değerlendirme modülü içerip içermeme gibi kriterler üzerinden gruplandırılarak karşılaştırılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucu eğitim ve profesyonel bakış açısı ile her bir yaklaşıma ait olumlu ve olumsuz yönleri ortaya konulmuştur.

Devam eden YETMSA geliştirme sürecinde, elde edilen deneyimler ile mevcut sistematik malzeme seçimi yaklaşımları ve malzeme veri tabanları bir *uzman* bakış açısıyla tekrar değerlendirilmiştir. Bireysel çalışmalar ile mevcut malzeme seçimi yöntemleri ve mevcut malzeme veri tabanları, bir pilot proje üzerinden kaplama malzemesi seçiminde tekrar uygulanmıştır. Yapılan uygulama sonucunda yöntemlerin ve veri tabanlarının yapı elemanı tasarımı sürecinde kullanılabilirlikleri, olumlu ve olumsuz yönleri, karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur.

Malzeme seçimi aracının geliştirilmesinde izlenen bir diğer süreç de mevcut sistematik malzeme seçimi yöntemlerinden yola çıkılarak, malzeme veri tabanlarının kullanımını içeren yöntemin geliştirilmesi, yapı elemanı tasarımı süreci ile bütünlenmesi, bir tasarım problemi üzerinden uygulanması ve uygulama sonuçlarının analizi şeklinde ilerlemektedir (Şekil 3.1). Süreç boyunca malzeme seçimi aracına ait 4 aşama geliştirilmiş, her aşamada malzeme seçimi sürecine ait farklı noktaların denemeleri yapılmış, yapılan her bir uygulamaya ait sonuçlar bir sonraki aşamanın geliştirilmesini besleyerek süreç ilerlemiştir.

Geliştirilen 1. Aşama, *Balanlı*, *Japon* ve *Ashby* yöntemlerinden yola çıkılarak, *Woolley* yaklaşımının da dâhil edilmesi ile *Material Connexion* veri tabanı kullanımı üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 3.2). Araç, “basit 4+9” kod adı ile tanımlanan yapı elemanı tasarımı süreci içerisine yerleştirilmiş ve Bilgi Üniversitesi Mimarlık 2. Sınıf öğrencilerinin Yapı Malzemeleri ve Teknolojileri 2 (Ymvt2) dersi kapsamında ele alınan “Konut +” tasarımı problemi içerisinde döşeme kaplama malzemesi seçiminde

uygulanmıştır. Uygulama sonucunda tasarımın çıktıları, sürece ait gözlemler ve yapılan anketler ile aracın değerlendirmesi yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.2 : Malzeme seçimi aracı aşamaları ile mevcut sistematik malzeme seçimi yöntemleri ve malzeme veri tabanları arasındaki ilişkiyi gösteren şema.

Aşama 2, yine *Balanlı*, *Japon* ve *Ashby* yöntemlerinden yola çıkılarak, *Woolley* yaklaşımının da dâhil edilmesi ve Aşama 1'in uygulamasından elde edilen sonuçlar dikkate alınarak kurgulanmıştır. Bu aşamada *Materia* ve *Yapı Kataloğu* veri tabanlarının kullanımı üzerinden gidilmektedir (Şekil 3.2). Aracın uygulaması İstanbul Teknik Üniversitesi 3. ve 4. Sınıf öğrencilerinin Design Principles of Building Element (Dpobe) dersinde ele alınan farklı tasarım problemlerinin döşeme kaplaması seçiminde yapılmıştır. Uygulama sürecinin belgelenmesi istenmiş ve tasarımın çıktıların bu belgeleme üzerinden değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, sürece ait gözlemler ve yapılan anketler ile de aracın değerlendirmesi yapılmıştır (Şekil 3.1).

Aşama 3, *Balanlı*, *Japon*, *Ashby* ve *George* yöntemlerinden yola çıkılarak ve *Woolley* ile beraber *Demkin*, *Anderson*, *Anink* ve *Boonstra* yaklaşımlarının da dâhil edilmesi ile oluşturulmuştur. *Material Connexion*, *Materia* ve *Yapı Kataloğu* veri tabanlarının bir arada kullanımı üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 3.2). Aşama 1 ve 2'ye ait uygulama sonuçları aşama 3'ün geliştirilmesine veri sağlamıştır. Aracın uygulaması birer kişilik pilot çalışmalar ile yapılmıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi 3. sınıf mimarlık öğrencisi

iki katılımcının, önceki dönem aldıkları Yapı Elemanı Tasarımı dersi kapsamında yapmış oldukları tasarım problemine ilişkin döşeme kaplama malzemesi seçiminde uygulanmıştır.

Aşama 4 ise, YETMSA öncesinde geliştirilen son aşamadır. İncelenen bütün sistematik malzeme seçimi yöntemleri bir arada ele alınarak oluşturulmuştur ve *Material Connexion*, *Materia* ve *Yapı Kataloğu* veri tabanları ile çevresel etki değerlendirmelerinin bir arada kullanımı üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 3.2). Aşama 3'ün, yapılan uygulamalarda alınan geri bildirimler ve mevcut malzeme seçimi araçlarının son değerlendirmeleri üzerinden geliştirilmiş, düzenlenmiş halidir (Şekil 3.1). Aracın uygulaması İstanbul Teknik Üniversitesi 4. sınıf mimarlık öğrencisi bir katılımcı ile sunulan bir tasarım problemi üzerinden döşeme kaplama malzemesi seçiminde uygulanmış, tasarımın çıktıları, sürece ait gözlemler ve yapılan anketler ile aracın değerlendirmesi yapılmıştır.

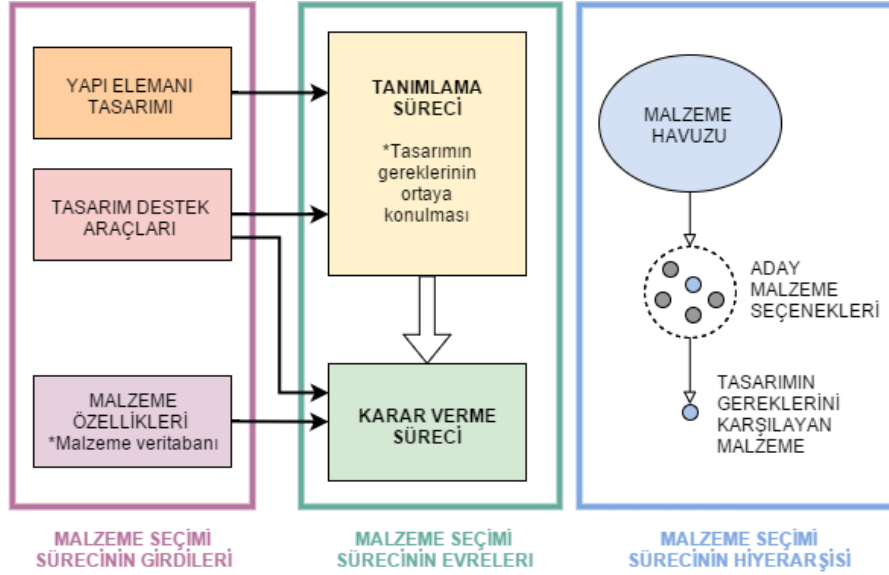
Her bir aşamaya ait yapılan uygulamaların ve mevcut yöntemlere ait yapı elemanı tasarımı sürecinden bağımsız yapılan çalışmaların sonuçları bir araya toplanarak, bir filtreden geçirilerek analiz edilmiştir. Böylelikle yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi aracından beklenen ve istenmeyen özellikler ortaya konulmuştur. Yapılan bu tanımlamalar gözetilerek, geliştirilen malzeme seçimi aracı aşamalarının son hali ile YETMSA oluşturulmuştur (Şekil 3.1).

3.2. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Ön Değerlendirmesi

İncelenen mevcut malzeme seçimi yaklaşımlarının genel olarak malzeme seçimi sürecine olan bakış açısı kısaca özetlenirse; geniş bir malzeme *havuzu* içerisinde bazı *aday* malzemeler seçilmesi, yani *havuzun* daraltılması ve tasarımın gereklerine uygun malzeme kararının verilmesi şeklindedir (Şekil 3.3). Bu bağlamda malzeme seçimi süreci en temel hali ile iki alt sürece ayrılabilir; tanımlama ve karar verme.

Tanımlama sürecinde tasarımın gerekleri ortaya konularak malzemeden beklenen özellikler belirlenir. Bu sürecin sistematik bir şekilde ele alınmasını sağlayan bazı tasarım destek araçları ve bu süreci ortaya koyduğu gereksinimler ile besleyen yapı elemanı tasarımı, sürecin girdileri olarak değerlendirilebilir (Şekil 3.3). Karar verme süreci ise tanımlama süreci sonucunda ortaya konulan malzeme özelliklerini karşılayan malzeme seçiminin yapılmasıdır. Yine süreci sistematik hale getirmeye

katkısı ile bazı tasarım destek araçları bu sürecin bir girdisi olarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda malzemelere ait özellikleri sunan bir veri tabanı da karar verme süreci için ihtiyaç duyulan bir girdidir (Şekil 3.3). Böylelikle tanımlama evresi sonunda daraltılan malzeme havuzu içerisinde, karar verme evresi sonucunda tasarımın gereklerini karşılayan malzeme seçimi yapılmaktadır.



Şekil 3.3 : Malzeme seçimi sürecinin genel ilerleyişini anlatan şema.

Çalışma kapsamında mimarlık başta olmak üzere, endüstri ürünleri ve mühendislik alanları için ortaya konulmuş farklı malzeme seçim yöntemleri ve tasarım destek araçları çeşitli kaynaklardan taranmıştır. Bulunan yaklaşımlar bir ön elemeye tabi tutularak, yalnızca bir kaçının çalışma kapsamında detaylı olarak incelenmesi kararı alınmıştır. Bu değerlendirme sürecine alınacak yöntemler belirlenirken yapılan ön eleme, yukarıda anlatılan malzeme seçimi sürecinin evreleri ile ilişkilidir.

İlk olarak malzeme seçimi sürecinin bütünü ele alan yöntemler detaylı incelenmek üzere seçilmiştir. Seçilen yöntemler; *Japon Araştırma Enstitüsü*, *Balanlı*, *Ashby*, *George*, *Charles* (Balanlı, 1997; Japon Araştırma Enstitüsü, 1968; Ashby ve Johnson, 2010; George, 1987, 2012; Charles ve diğ, 1997).

Yalnızca tanımlama sürecini içeren yöntemler içerisinde ise karar verme sürecine ilişkin bir takım ipuçları sunan, böylelikle bir miktar *sezgisel* de olsa bir malzeme seçimi yapılmasına olanak sağlayan yaklaşımlar tercih edilmiştir. Seçilen yöntemler; *Lohaus ve Steinborn*, *Müller*, *Cronberg*, *Sneck* (Fouad ve diğ, 2013’da atıfta

bulunulduğu gibi; Cziesielski ed., 1990; Özkan, 1976'da atıfta bulunulduğu gibi; Berksun, 1979'da atıfta bulunulduğu gibi; Sneck, 1972; Sneck ve diğ., 1969).

3.2.1. Pilot çalışma ve ön değerlendirme

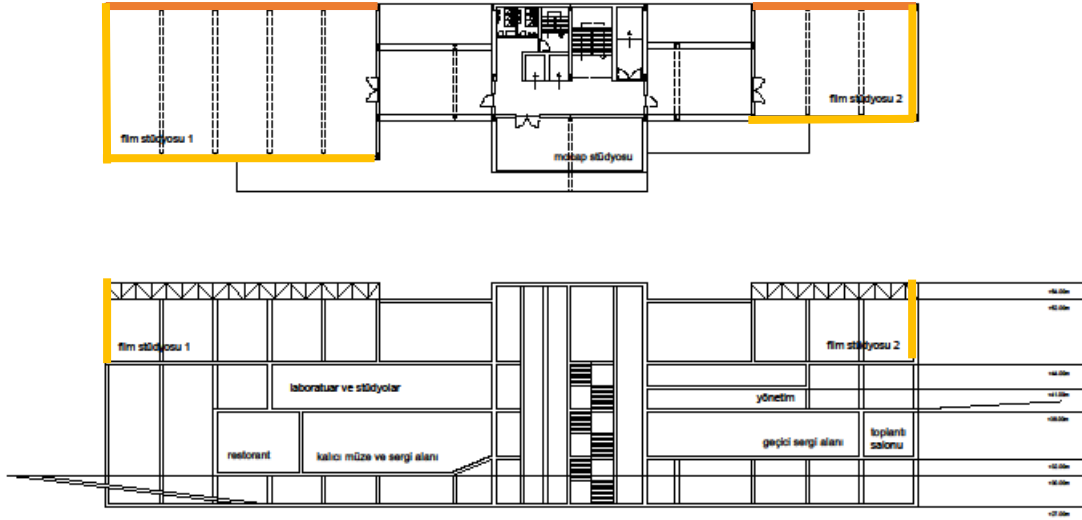
Detaylı incelenmek üzere belirlenen mevcut malzeme seçimi yöntemleri ilk olarak bir pilot çalışma üzerinde uygulanarak bir ön değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Sonrasında öğrenciler ve az deneyimli mimarlar ile farklı tasarım problemleri üzerinde uygulanarak derinlemesine incelenmiş, süreç boyunca edinilen deneyimler ile pilot çalışmadaki tasarım problemi üzerinde yöntemler yeniden uygulanarak değerlendirilmiştir. Böylelikle elde edilen sonuçlar üzerinden yapılan son değerlendirmede, yöntemlerin uygulanabilirliğinin karşılaştırması yapılmıştır.

Pilot çalışma, mevcut bir tasarım problemi üzerinden dış duvar sisteminin tasarımı ve bu süreçte dış cephe kaplama malzemesinin seçimidir. Proje İstanbul Dolapdere'de yer alan, film stüdyosu ve müze kompleksidir. Ele alınan dış duvar ise film stüdyosu işlevindeki kütlenin güney cephesidir. Bu cephe için yapılan malzeme seçimi stüdyo kütlesinin diğer cephelerine de uygulanacaktır (Şekil 3.4). Yapının konsept tasarımı tamamlanmış durumdadır. Mekânsal organizasyon, sirkülasyon ve taşıyıcı sisteme ait kararlar verilmiş, yapı elemanları 1/50 sistem kesiti detayında oluşturulmuştur (Şekil 3.5). Cephede istenilen görsel etki düşünülerek dış cephe kaplamasına ait ön malzeme kararları verilmiş olsa da malzeme seçimi ve yapı elemanı tasarımı henüz tamamlanmamıştır.

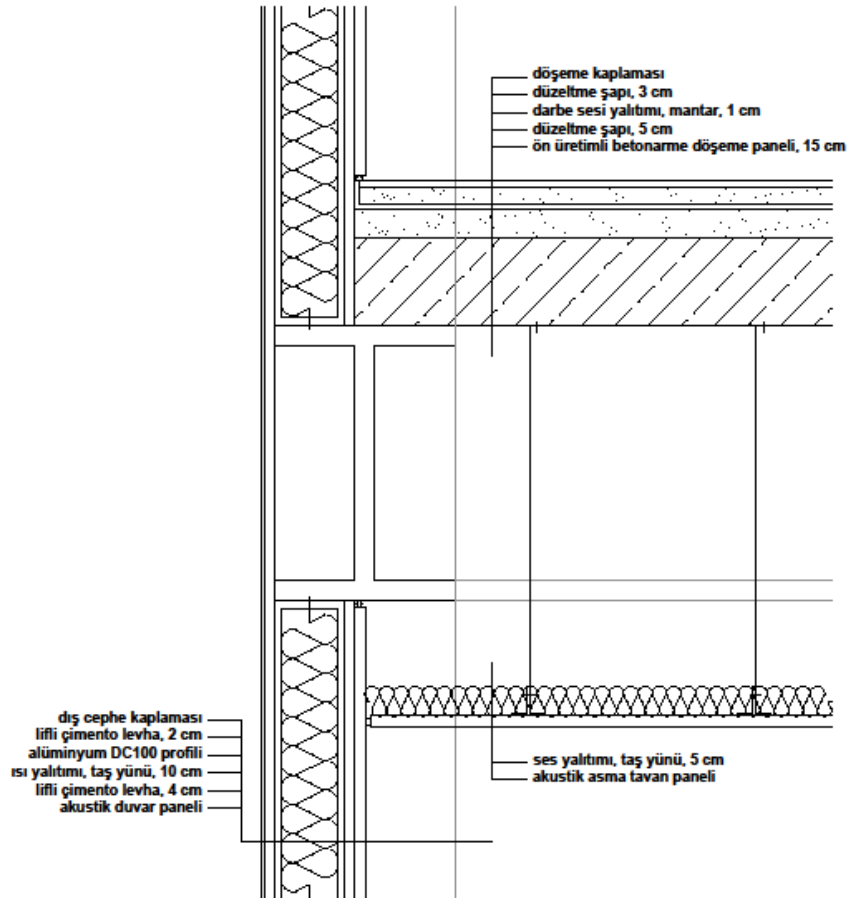
Çalışma kapsamında ilk olarak, yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi sürecini en kapsamlı hali ile ele alan yaklaşımlar, Balanlı (1997) yöntemi ile Japon Araştırma Enstitüsü (1968) tarafından geliştirilen yöntem uygulanmış sonrasında sırası ile ele alınan bütün yöntemler için benzeri pilot çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan pilot çalışma sonucunda mevcut malzeme seçim yöntemleri, John Chris Jones'un (1992) Design Methods isimli kitabındaki gibi objektif ve sübjektif olmak üzere farklı başlıklar üzerinden değerlendirilmiştir. Objektif değerlendirmeler altında *yöntem* ile ilgili, *amacı*, *yılı*, *kaynağı* ve *kökeni*, *adımları/işleyişi* başlıklarına ve *uygulama* ile ilgili, *uygulama alanı*, *yöntemin ölçeği*, *yöntem içerisindeki hiyerarşi*, *değerlendirme süreci* başlıklarına yer verilmiştir. *Kullanılabilirlik değerlendirmesi* başlığı altında ise pilot çalışma sonucu elde edilen deneyimlerle sübjektif değerlendirmelere yer verilmiştir. Yöntemlerin adımları/işleyişi bölüm içerisinde

sunulmuş, değerlendirmelerin geri kalanına ve Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Değerlendirilme Tablosu başlıklı Ek A altında yer verilmiştir.



Şekil 3.4 : Ele alınan dış duvarları gösteren plan ve kesit.



Şekil 3.5 : Dış duvar ve döşeme birleşimini gösteren şematik detay kesiti.

3.2.2. Balanlı yöntemi

Yapı elemanını bir bütün olarak ele alarak içerisindeki malzemelerin performans yaklaşımı üzerinden sayısal değerlendirme ile seçilmesi prensibine dayanmaktadır (Balanlı, 1997).

- 1- Yapı ürünlerinin öge düzeyinde seçimi
- 2- Yapı ürünlerinin bileşen düzeyinde seçimi
- 3- Öğenin göstermesi gereken nitelikleri saptamak
- 4- Nitelikleri sağlayabilecek tüm gereç, parça ve bileşen seçeneklerini belirlemek
- 5- Belirlenen seçeneklere değer ölçütleri verilmesi
- 6- Seçeneklerin değerlendirilmesi
- 7- Karşılaştırma ve seçim
- 8- Kararın denetimi ve geri besleme

3.2.3. Japon araştırma enstitüsü yöntemi

Yapı malzemelerinden beklenen özellikleri üst hiyerarşiler ile ilişkili olarak tanımlayarak sayısal değerlendirme ile seçilmesi prensibine dayanmaktadır (Japon Araştırma Enstitüsü, 1968)

.Yapının yer alacağı alanın tanımlanması

- 1- Yapının genel özelliklerin tanımlanması
- 2- Yapının mekânsal özelliklerinin tanımlanması
- 3- Yapı elemanlarının tanımlanması
- 4- Yapı malzemelerinin tanımlanması
- 5- Fonksiyonel gereksinimlerin tanımlanması
- 6- Yapı elemanlarından beklenen gereksinimlerin tanımlanması
- 7- Yapı malzemelerinden beklenen gereksinimlerin tanımlanması
- 8- Malzemelerin değerlendirilmesi
- 9- Malzeme seçimi

3.2.4. Lohaus ve steinborn yöntemi

Binanın bulunduğu konum ve yerel malzemelerin kullanımına teşvik eden bir malzeme seçimi modeli ortaya koymaktadır (Fouad ve diğ, 2013’da atıfta bulunulduğu gibi)

- 1- Binanın bulunduğu coğrafi konumdan yola çıkarak çevresel koşulların belirlenmesi
- 2- Binanın bulunduğu konuma kolay ulaşılabilir yapı malzemelerinin tanımlanması
- 3- 'Beklenenlerin' tanımlanması

3.2.5. Müller yöntemi

Malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanması ve bu özellikleri karşılayan malzemelerin araştırılması şeklinde ilerleyen bir malzeme seçimi modeli ortaya koymaktadır (Cziesielski ve diğ, 1990'da atıfta bulunulduğu gibi).

- 1- Malzeme seçimini etkileyen "beklenenlerin" tanımlanması
- 2- Malzeme seçeneklerinin araştırılması
- 3- Değerlendirme ve seçim

3.2.6. Cronberg yöntemi

Kullanıcı gereksinimleri üzerinden ortaya çıkan malzeme özellikleri üzerinden malzeme seçimi yapılması prensibine dayanmaktadır (Özkan 1976'da atıfta bulunulduğu gibi; Berksun 1979'da atıfta bulunulduğu gibi).

- 1- Mekân bileşenleri ile ilgili kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi
- 2- Kullanıcı gereksinimlerinin sınıflandırılması
- 3- Gereksinimlerin ağırlıklarının belirlenmesi
- 4- Yapı malzemelerinin kullanıcı ile ilgili özelliklerinin belirlenmesi

3.2.7. Sneek yöntemi

Performans gereksinimleri üzerinden ortaya çıkan malzeme özellikleri üzerinden malzeme seçimi yapılması prensibine dayanmaktadır (Sneek, 1972; Sneek ve diğ, 1969).

- 1- Çevresel Faktörlerin Tanımlanması
- 2- Çevresel (dış) ve Mekânsal (iç) faktörlerin ilişkilendirilmesi
- 3- Yapı elemanından beklenen özelliklerin belirlenmesi
- 1- Yapı elemanının fonsiyonunun analizi
- 2- Yapı elemanına etki eden faktörlerin analizi

- 3- Yönetmelik ve direktiflerin analizi
- 4- Yapı elemanının performansına göre özelliklerin önemleri
- 5- Yapı elemanının performansının değerlendirilmesi

3.2.8. Ashby yöntemi

Malzemenin kökeni üzerinden farklı malzeme özelliklerini karşılaştırmaları olarak sunan grafikler yardımı ile görsel bir malzeme seçimi süreci ortaya koymaktadır (Ashby ve Johnson, 2010).

- 1- Tasarım Gereksinimlerinin belirlenmesi
- 2- Malzeme seçimi _ ANALİZ _ SENTEZ _ BENZERLİK _ İLHAM
- 3- Olası malzeme süreçlerinin incelenmesi

3.2.9. Charles yöntemi

Bütün parça ilişkisi üzerinden belirlenen malzeme özelliklerini sayısal olarak karşılayan malzemelerin seçilmesi prensibine dayanmaktadır (Charles ve diğ, 1997).

- 1- Malzeme özelliklerinin tanımlanması (esas parametreler ve karşılaştırma parametreleri)
- 2- Malzemelerin tanımlanan özellikler üzerinden sınıflandırılması
- 3- Elemanın özelliklerinin tanımlanması
- 4- Elemana etki eden faktörlerin tanımlanması
- 5- Elemandan beklenen özelliklerin tanımlanması
- 6- Elemanın katmanlarından beklenen özelliklerin tanımlanması
- 7- Tanımları sayısal olarak karşılayan aday malzemeler belirlenmesi

3.2.10. George yöntemi

Tasarımın gereklerini malzemedan beklenen özellikler ile ilişkilendiren bir malzeme seçimi süreci tanımlamaktadır. İçerisinde sunmuş olduğu farklı değerlendirme modülleri ile farklı ihtiyaçlara hitap eden malzeme seçimi süreçleri ortaya koymaktadır (George, 1987, 2012).

- 1- Tasarımdan beklenen fonksiyonların tanımlanması ve malzemedan istenen özelliklerine çevrilmesi
- 2- Üretim (yapım) parametrelerinin tanımlanması

- 3- İstenen malzeme özelliklerinin malzeme veri tabanı üzerinden karşılaştırılması ve olası malzemelerin seçilmesi
- 4- Olası malzemelerin detaylı araştırılması
- 5- Tasarım parametrelerinin geliştirilmesi
- 6- Değerlendirme modülü

3.2.11. Mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin sınıflandırılması

Mevcut sistematik malzeme seçim yöntemleri ön değerlendirme sonucu elde edilen veriler üzerinden yeniden sınıflandırılmıştır.

İlk sınıflandırma yöntemin hangi *alan* için geliştirilmiş olduğudur. Bu kapsamda yöntemler, mimari veya endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Yapılan ön incelemeler sonucunda mevcut malzeme seçim yöntemleri arasında gözlemlenen en önemli farklardan biri de yöntemlerin bir *değerlendirme modülü* olup olmamasıdır. Bu fark, elde edilen sonuçları, uygulama şeklini ve süresini değiştiren oldukça önemli bir etkidir. Gözlemlenen diğer bir farklılık ise yöntemin bir *veri tabanı* içerip içermemesidir. Kendi içerisinde bir veri tabanı sunan veya kullanılması için veri tabanları öneren yöntemlerin çok daha hızlı ve “doğru” bir şekilde uygulandığı görülür.

Uygulama alanı, değerlendirme süreci ve veri tabanı başlıkları üzerinden ele alınan malzeme seçim yöntemleri için yapılan sınıflandırma Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 : Mevcut sistematik malzeme seçimi yöntemlerinin sınıflandırılması.

	Balanlı	Japon	Lohaus Steinborn	Müller	Cronberg	Sneck	Ashby	Charles	George
UYGULAMA ALANI									
Mimari	o	o	o	o	o	o	o		
Endüstri ürünleri/mühendislik							o	o	o
DEĞERLENDİRME SÜRECİ									
Tanımlı	o	o					o	o	o
Tanımsız			o	o	o	o	o		
TANIMLANMIŞ VERİ TABANI									
Var		o					o	o	o
Yok	o	o	o	o	o	o		o	

3.3. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Ön Değerlendirmesi

Malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanması ve malzeme seçeneklerinin tanımlanan özellikleri karşılayıp karşılamadıklarının değerlendirilmesi evrelerinden oluşan sistematik bir malzeme seçimi sürecinde, bir araç olarak malzeme veri tabanlarının kullanımı kaçınılmazdır. Malzemelere ait özellikleri sunan farklı platformlardaki birçok farklı kaynak malzeme veri tabanı olarak tanımlanabilir ve malzeme seçimi süreci içerisinde kullanılabilir (Şekil 3.3).

Malzeme veri tabanları; dijital (soft-copy) veya basılı (hard-copy) şeklinde gruplandırılabilir. Dijital veri tabanları içerisinde, arama motorları, firma kökenli veriler sunan web siteleri ve bilimsel kökenli veriler sunan web siteleri sıralanabilir. Basılı veri tabanları içerisinde ise, malzeme özelliklerini içeren kaynak/katalog kitaplar ile malzemeye ilişkin standartlar ve yönetmelikler yer almaktadır.

Geliştirilen yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi aracının hedef kitlesi ve amaçları göz önüne alınarak, kolay erişilebilir veri tabanlarının kullanımı tercih edilmektedir. Bu nedenle veri tabanlarının uygulanabilirliği üzerine yapılan detaylı incelemelerde, malzemelerin özelliklerini içeren kaynak kitaplar ve malzemeye ilişkin standartlar ve yönetmelikler kapsam dışı tutulmuştur.

Malzeme özellikleri ile ilgili bir alt yapı oluşturmak için bu veri tabanları üzerinden yapılan araştırmaların sonuçları ve oluşturulan kökenine göre malzeme özelliklerini gösteren tablo Malzeme Özellikleri Tablosu başlıklı EK B’de sunulmuştur.

Dijital veri tabanları içerisinde kaynak taramaları sonucu, mimari süreç içerisinde kullanımı uygun ve kolay erişilebilir olma özelliği ile detaylı incelenmek üzere seçilen 7 veri tabanı; firma kökenli veriler sunan, *YEM Yapı Kataloğu*, *Mimarlar Odası Yapı Malzemeleri*, *Arkitera Raf ürün dergisi*, *Archi Expo*, *Material Connexion*, *Materia* ve bilimsel kökenli veriler sunan, *Material Properties Database* şeklinde sıralanabilir. Söz konusu veri tabanlarının kullanılabilirlikleri, malzeme seçimi yöntemlerinin değerlendirilmesi kapsamında yapılan pilot çalışmalar içerisinde denenmiş ve içerdikleri bilgiler detaylı olarak incelenmiştir.

Yapılan incelemeler sonucunda veri tabanları "*Objektiflik*", *Genel Bilgi*, *Ürün Sayısı*, *Üyelik Durumu*, *Sınıflandırma Yöntemi*, *Filtreleme*, *Anlatım*, *Ürün Karşılaştırma*, *Benzen Ürün Önerisi* başlıkları üzerinden objektif olarak ve *Kullanılabilirlik değerlendirilmesi* başlığı üzerinden subjektif olarak değerlendirilmiştir. Veri

tabanlarının genel özellikleri ve kullanımına ilişkin açıklamalar bölüm içerisinde sunulmuş, değerlendirmelerin geri kalanına Malzeme Veri Tabanlarının Değerlendirilme Tablosu başlıklı Ek C altında yer verilmiştir.

İncelenen dijital kaynaklara ek olarak, sürdürülebilirlik bakış açısı ile malzeme seçimi sürecini besleyecek Çevresel Etki Değerlendirmeleri sunan basılı kaynaklar da birer veri tabanı olarak pilot çalışmalar içerisinde denenmiş ve yukarıda sıralanan başlıklar üzerinden değerlendirilmiştir.

Ele alınan 4 kaynak; Woolley, Demkin, Anderson ve Anink yaklaşımları olarak sıralanabilir (Woolley, 2005; Wolley ve Kimmins, 2005; Demkin, 1998; Anderson ve Shiers, 2002; Anink ve diğ, 2004). Yaklaşımların genel özellikleri ve tabloların kullanımına ilişkin açıklamalar bölüm içerisinde sunulmuş, malzeme seçimi süreçlerinde birer kaynak olarak kullanılması için örnek tablolara Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları başlıklı Ek D altında yer verilmiştir.

3.3.1. YEM yapı kataloğu

Türkiye'ye ait malzeme firmalarının sunmuş olduğu verileri içermektedir. Veri tabanı içerisindeki malzemeler kullanım alanları üzerinden kategoriler üzerinden sunulmaktadır. 2.000'i aşkın firma, yaklaşık 30.000 ürün ve 7.000 marka bilgisine ulaşılabilmektedir. Güncel ve geniş bir malzeme havuzuna sahiptir. Üyelik gerektirmeden kullanılabilmektedir ve üyelik ücretsizdir.

Veri tabanı içerisinde firmaların sağlamış olduğu sayısal veriler, Türk ve ISO standartları üzerinden tanımlanmış kalite garanti belgesi bilgileri sunulmaktadır. Öncelikli olarak sektör içerisinde firmaların ürünlerinin tanıtması ve alıcıların bu firmalara ulaşabilmesi için bir platform oluşturma görevi üstlense de, yapı malzemesi tasarımında malzeme seçimi sürecinde özellikle malzeme araştırması aşamasında kullanılabilecek bir veri tabanıdır.

3.3.2. Mimarlar Odası yapı malzemeleri

TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Şubesi tarafından oluşturulmuştur. 2009 yılı Yapı Malzemeleri Kataloğuna ait, firmaların sunmuş olduğu verileri içermektedir. Veri tabanı içerisindeki malzemeler Sfb ürün enformasyon sınıflandırma sistemi üzerinden; (0-) Hizmetler, (1-) Alt Yapı, (2-) Kaba Yapı, (3-) İnce Yapı, (4-) Bitirmeler, (5-) Tesisat, (6-) Elektrik/Elektronik Tesisatı, (7-) Donanımlar (Sabit), (8-) Donanımlar

(*Taşınır*), (9-) *Dış İşler* başlıkları altında sunulmaktadır. Üyelik gerektirmeden kullanılabilir ve üyelik ücretsizdir.

Veri tabanı içerisinde firmaların sağlamış olduğu sayısal veriler, Türk ve ISO standartları üzerinden tanımlanmış kalite garanti belgesi bilgileri sunulmaktadır. Güncel bir veri tabanı olmaması ve sınırlı sayıda malzeme içermesi olumsuz bir özellik olarak değerlendirilse de, yapı malzemesi tasarımında malzeme seçimi sürecinde özellikle malzeme araştırması aşamasında kullanılabilecek bir veri tabanıdır.

3.3.3. Arkitera raf ürün dergisi

Arkitera tarafından yayınlanan Raf ürün dergisine ait, firmalarının sunmuş olduğu verileri içermektedir. Ürünler dergi sayısı, firmalar, kategoriler, kökeni üzerinden malzemeler, kullanım alanı ve tasarımcılar başlıkları altında gruplandırılmıştır. Güncel ve geniş bir malzeme havuzuna sahiptir. Üyelik gerektirmeden kullanılabilir ve üyelik ücretsizdir.

Veri tabanı içerisinde firmaların sağlamış olduğu sayısal veriler sınırlıdır, ancak malzemenin görsel özellikleri ve farklı projelerde nasıl kullanıldığına ilişkin bilgi alma amacıyla, yapı malzemesi tasarımında malzeme seçimi sürecinde özellikle malzeme araştırması aşamasında kullanılabilecek bir veri tabanıdır.

3.3.4. Archi expo

Fransa kökenli veri tabanı, uluslararası ölçekte 1 300 farklı sektörden 7 500 firmaya ait 400 000 ürün, 30 000 katalog ve 5 000 video içermektedir. Yalnızca yapı elemanı malzemeleri değil mimar, iç mimar, endüstri ürünleri tasarımcıları ve diğer tasarımcılar için bir “online sergi” olma özelliği taşımaktadır. Yapı malzemelerine ilişkin sunulan veriler yalnızca veri tabanının bir parçasını oluşturmaktadır. Öncelikle kullanım alanı sonrasında ise malzeme kökeni üzerinden yapılan bir sınıflandırma ile sunulmuştur.

Güncel ve geniş bir malzeme havuzuna sahiptir. Üyelik gerektirmeden kullanılabilir ve üyelik ücretsizdir. Malzemelere ait bilgiler firmaların sunmuş oldukları kataloglar üzerinden ve uygulanmış proje örnekleri üzerinden elde edilebilmektedir. Ancak ürünler ile ilgili detaylı verilere ulaşmak için site aracılığı ile firmalardan bilgi talebinde bulunulması gerekmektedir. Bu nedenle veri tabanı öncelikli olarak görsel özellikler üzerinden yapı malzemesi tasarımında malzeme

seçimi sürecinde özellikle malzeme araştırması aşamasında kullanılabilecek bir veri tabanıdır.

3.3.5. Material connexion

Amerika kökenli veri tabanının, dünya çapında birçok farkı ülkede merkezi olup, uluslararası ölçekte 7000'den fazla ürün içermektedir. Malzemeler, her ay bağımsız jüriler tarafından incelenerek ve farklı malzeme özellikleri üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir (Şekil 3.6).

Veri tabanı içerisinde; malzemenin kökeni, üretim şekli, sürdürülebilirlik, kullanım ve fiziksel özellikler başlıkları altından filtreleme yapılabilmektedir. Veri tabanı içerisinde kullanım alanı üzerinden her hangi bir filtreleme sunulmadığı için ürünlerin hangi işlevde kullanılacağına ilişkin bilgilere ürün açıklamaları incelenerek ulaşılmalıdır. Ürünün boyutsal özelliklerine ilişkin bilgiler de yine açıklamalar altında sunulmaktadır.

Material Connexion Advanced Search **6745 Found**

Enter Keyword or MC#

Manufacturer

-- Country --

Category

- ☒ All
- ☐ Polymers (3342)
- ☐ Naturals (1999)
- ☐ Metals (488)
- ☐ Process (467)
- ☐ Glass (427)
- ☐ Ceramics (258)
- ☐ Cement-Based (142)
- ☐ Carbon-Based (63)

Processing

- ☐ Injection Molding (422)
- ☐ Extrusion (432)
- ☐ Thermofforming/Compression Molding (1420)
- ☐ Printing (2135)
- ☐ Cold Pressing/Deep Drawing (454)
- ☐ Blow Molding (161)
- ☐ Rotomolding (295)
- ☐ Lamination (3686)
- ☐ Stamping (2661)
- ☐ Welding (1358)
- ☐ Die casting (2918)
- ☐ Wood Working Tools (1970)
- ☐ Metal Working Tools (2182)
- ☐ Casting (314)
- ☐ Additive Manufacturing (2)

Sustainability

- ☐ Abundant materials (293)
- ☐ Biodegradable (1063)
- ☐ Biopolymers (164)
- ☐ Certified (327)
- ☐ Compostable (626)
- ☐ Durable (1083)
- ☐ Lightweight (500)
- ☐ Recycled (69)
- ☐ Easily Recyclable (1353)
- ☐ Recycled Content (pre- or post-consumer) (698)
- ☐ Renewable Content (1413)
- ☐ Single or mono-materials (1078)
- ☐ Waste Material Content (445)
- ☐ Low Toxicity (1519)
- ☐ Low Carbon Footprint (31)

Cradle to Cradle

- ☐ Silver (30)
- ☐ Gold (8)

Search Tips

Search by keyword, manufacturer or country

or

Select from options at right to narrow your search, then click **Show All** to see your results.

Find more search tips on our [Help Page](#).

Show All

Clear All

Usage

Fire resistance

- ☐ High (3528)
- ☐ Medium (2379)
- ☐ Low (813)

Usage temperature

- ☐ Low (6745)
- ☐ Medium (1101)
- ☐ High (515)

Colorfastness

- ☐ High (5540)
- ☐ Medium (1119)
- ☐ Low (88)

Wear Resistance

- ☐ High (3793)
- ☐ Medium (2258)
- ☐ Low (679)

Water Resistance

- ☐ High (4844)
- ☐ Medium (1737)
- ☐ Low (328)

Acoustics

- ☐ Sound absorbing (4016)
- ☐ Sound diffusing (498)
- ☐ Sound reflecting (1888)
- ☐ Sound Transparent (583)

Chemical Resistance

- ☐ High (1518)
- ☐ Medium (2511)
- ☐ Low (117)

UV resistance

- ☐ High (4722)
- ☐ Medium (1993)
- ☐ Low (196)

Scratch resistance

- ☐ High (2740)
- ☐ Medium (3532)
- ☐ Low (383)

Outdoor use

- ☐ Yes (1991)
- ☐ No (3627)

Tear Resistance

- ☐ High (2787)
- ☐ Medium (1381)
- ☐ Low (418)

Reflectivity

- ☐ Highly reflective (457)
- ☐ Slightly reflective (1668)
- ☐ Light absorbing (5071)

Stain Resistance

- ☐ High (4279)
- ☐ Medium (2185)
- ☐ Low (363)

Thermal Conductivity

- ☐ High (368)
- ☐ Medium (243)
- ☐ Low (3509)

Physical Properties

Stiffness

- ☐ Stiff (2700)
- ☐ Semi-rigid (893)
- ☐ Flexible (3729)
- ☐ Rubbery (420)

Structure

- ☐ Open (1277)
- ☐ Closed (5930)

Impact Resistance

- ☐ Good (2528)
- ☐ Moderate (1264)
- ☐ Poor (241)

Surface/Texture

- ☐ Glossy (2563)
- ☐ Matte (4279)
- ☐ Texture (2175)
- ☐ Pattern (1034)

Transparency

- ☐ Opaque (5725)
- ☐ Translucent (1412)
- ☐ Transparent (1189)

Surface Hardness

- ☐ Hard (2629)
- ☐ Semi-hard (1711)
- ☐ Soft (2645)

Şekil 3.6 : Material Connexion (t.y.) veri tabanı içerisindeki filtreleme başlıklarını gösteren örnek sayfa.

Güncel ve geniş bir malzeme havuzuna sahiptir. Veri tabanının bir bölümü üyelik gerektirmeden kullanılabilir. Ürünün adı ve üreticisine ilişkin bilgilere ulaşabilmek için ücretli üyelik yapılması gerekmektedir. Malzeme özelliklerine ilişkin sayısal veriler yerine karşılaştırmalı değerlendirmeler içermesi ve sunduğu filtreleme imkânları ile yapı malzemesi tasarımında malzeme seçimi sürecinde malzeme araştırması ve karşılaştırması aşamalarında kullanılabilecek bir veri tabanıdır.

3.3.6. Materia

Hollanda kökenli veri tabanı, uluslararası ölçekte 2600 ürün içermektedir. Yenilikçi malzemelerin bir araya geldiği uluslararası bir ağ olma özelliği taşımaktadır. Malzemeler, farklı malzeme özellikleri üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek sunulmaktadır (Şekil 3.7).

MATERIAL PROPERTIES		
SENSORIAL	TECHNICAL	TAGS
GLOSSINESS	FIRE RESISTANCE	WOOD
TRANSLUCENCE	UV RESISTANCE	
STRUCTURE	WEATHER RESISTANCE	
TEXTURE	SCRATCH RESISTANCE	
HARDNESS	WEIGHT	
TEMPERATURE	CHEMICAL RESISTANCE	
ACOUSTICS	RENEWABLE	
ODOUR		

Şekil 3.7 : Materia (t.y.) veri tabanı içerisindeki ürün altında yer alan malzeme özelliklerini gösteren örnek sayfa.

Veri tabanı içerisinde; malzemenin kökeni, fiziksel ve algısal çeşitli özellikleri üzerinden filtreleme yapılabilir. Veri tabanı içerisinde kullanım alanı üzerinden her hangi bir filtreleme sunulmadığı için ürünlerin hangi işlevde kullanılacağına ilişkin bilgilere ürün açıklamaları incelenerek ulaşılmalıdır. Ürünün boyutsal özelliklerine ilişkin bilgiler de yine açıklamalar altında sunulmaktadır.

Güncel bir malzeme havuzuna sahiptir. Üyelik gerektirmeden kullanılabilir ve üyelik ücretsizdir. Malzeme özelliklerine ilişkin sayısal veriler yerine karşılaştırmalı değerlendirmeler içermesi ve sunduğu filtreleme imkânları ile yapı malzemesi tasarımında malzeme seçimi sürecinde malzeme araştırması ve karşılaştırması

aşamalarında kullanılabilecek bir veri tabanıdır. Material Connexion kadar çok sayıda ürün ve malzeme özelliği içermese de, erişilebilirliği ve kullanım kolaylığı ile kullanılabilecek alternatif bir veri tabanı olarak değerlendirilmektedir.

3.3.7. Material properties database

Uluslararası ölçekte kabul görmüş “jenerik” malzemelere ilişkin sayısal bilgiler içermektedir. Sunulan bilgiler, üreticiler ile yapılan anketler ve bilimsel kaynaklar üzerinden derlenmiştir. Öncelikli olarak mühendislik tasarımcılarının kullanımına yöneliktir. Metaller, polimerler ve seramiklere ilişkin malzeme bilgileri yer almakta, malzemeleri birbirleri ile karşılaştırma olanağı sunulmaktadır. Mekanik, ısı, elektriksel ve diğer malzeme özelliklerine ilişkin veriler ve malzeme özelliklerine dair açıklamalar ASTM ve ISO standartları ile ilişkilendirilerek sunulmuştur.

Güncel bir malzeme havuzuna sahiptir. Veri tabanının bir bölümü üyelik gerektirmeden kullanılabilmektedir. Malzeme özelliklerine ilişkin bilgilerin yer aldığı açıklamalara ve ilgili standartlara ulaşabilmek için ücretli üyelik yapılması gerekmektedir. Mühendislik bakış açısı ile kullanım amaçlı geliştirilmiş olması nedeniyle malzemelere ait görseller ve mimari alandaki kullanım alanlarına dair bilgiler yer almamaktadır. Ancak, yapı malzemesi tasarımında malzeme seçimi sürecinde özellikle malzemelerin karşılaştırması aşamasında yapılacak sayısal bir değerlendirmede kullanılabilecek bir veri tabanıdır.

3.3.8. Woolley yaklaşımı

Kullanım alanları üzerinden sınıflandırılarak yapı malzemelerinin yaşam döngüsü analizi ile çevreye etki düzeylerini ortaya koyan değerlendirmeler sunmaktadır. Yapılan sınıflandırmada yaklaşıma ait ilk ve ikinci kaynakta malzemeler yapıdaki kullanımları ve kökenleri üzerinden aşağıdaki başlıklar altında sunulmaktadır (Wolley ve diğ, 2005; Wolley ve Kimmins, 2005).

Green Building Handbook Volume 1

- Isı yalıtımı malzemeleri
- Örme sistemler
- Ahşap
- Kompozit paneller
- Ahşap kökenliler
- Doğramalar
- Doğramalarda boyalar ve lekeler

- Çatı kaplama malzemeleri
- Yağmur suyu uzaklaştırma sistemleri
- Tesisat sistemleri
- Halılar ve döşeme kaplamaları

Green Building Handbook Volume 2

- İç dekorasyon
- Bağlayıcılar
- Elektrik kabloları
- Cam
- Düz çatılar
- Havalandırma
- Çitler
- Saman/kamış ile yapılmış binalar

Yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılırken, malzemelerin “üretim” ve “kullanım” süreçlerindeki başlıklar üzerinden çevresel etkileri, benzer işlevdeki malzemeler ile kıyaslanarak 0-4 arasında ekti değerleri alır.

Çevresel etki değerlendirme başlıkları; “üretim” başlığı altında; *enerji kullanımı, biyolojik kaynakların tüketimi, biyolojik olmayan kaynakların tüketimi, küresel ısınma, ozon incelmeleri, toksinler, asit yağmurları, fotokimyasal oksidanlar*, “kullanım” başlığı altında; *enerji kullanımı, dayanım/bakım, geri dönüşüm/tekrar kullanım/atık, sağlık* şeklinde sıralanabilir.

Çevresel etki değerlendirmelerini sunan tablolarda daha büyük noktalar daha büyük olumsuz etki anlamına gelecek şekilde, sayısal değerler yerine görsel ifadeler kullanılmıştır. Aynı zamanda, her bir başlık ile ilgili yazılı değerlendirmeler ile tasarımcılara çevresel etkileri gözetilerek yapılacak bir malzeme seçimi için ipuçları sunulmaktadır (Wolley ve diğ., 2005; Wolley ve Kimmins, 2005).

3.3.9. Demkin yaklaşımı

AIA tarafından hazırlanan *Environmental Resource Guide*, yapı malzemelerinin yaşam döngüsü analizi ile çevreye etki düzeylerini ortaya koyan değerlendirmeler sunmaktadır (Demkin ve diğ. 1998). Woolley yaklaşımında olduğu gibi, malzemeler kullanım alanları ve kökenleri üzerinden aşağıdaki başlıklar altında sınıflandırılarak sunulmaktadır.

- Hafif strüktürler
- Yalıtımlar

- Kaplamalar
- Duvar bitişleri
- Elastik döşeme kaplamaları
- Mimari bitişler
- Cam
- Halı
- Taşıyıcı sistem
- Metal ve plastik borular
- Kumaş ve kâğıt duvar bitişleri

Yaşam döngüsü değerlendirmesi, “çevre ve ekosistem”, “sağlık ve refah”, “enerji” ve “bina operasyonu” başlıkları altında çevresel etki düzeylerini 6!ı skala üzerinden karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Tablolarda sayısal değerler yerine görsel ifadeler kullanılmıştır.

Çevresel etki değerlendirme başlıkları; “çevre ve ekosistem” başlığı altında, *hava kalitesi/atmosferik etkiler, su kalitesi/erişilebilirliği, arazi ve toprak kalitesi/erişilebilirliği, ham madde tüketimi, biyolojik çeşitlilik/yetişme ortamı* “sağlık ve refah” başlığı altında, *çalışanların sağlığı, bina kullanıcılarının sağlığı, toplumun sağlığı*, “enerji” başlığı altında, *üretim, taşıma, kullanım* ve “bina operasyonu” başlığı altında, *kullanım ömrü/dayanım, bakım onarım, tekrar kullanım/geri dönüşüm* şeklinde sıralanabilir.

Çevresel etki değerlendirme tablolarının yanı sıra malzemeler kökenleri üzerinden “*hammaddenin temini ve hazırlanması*”, “*üretim ve fabrikasyon*”, “*inşaat, kullanım ve bakım*” ve “*tekrar kullanım, geri dönüşüm, yoketme*” başlıkları altında ele alınarak yazılı açıklamalar ile detaylı değerlendirmeleri sunulmakta ve tasarım ilkelerine dair ipuçları verilmektedir (Demkin ve diğ, 1998).

3.3.10. Anderson yaklaşımı

BRE tarafından oluşturulan yaşam döngüsü değerlendirmeleri üzerinden, *The Green Guide To Specification: An Environmental Profiling System for Building Materials and Components* isimli kitabında Anderson, yine malzemeleri kullanım alanları üzerinden gruplayarak çevresel etkilerini tablolar halinde sunmaktadır (Anderson ve Shiers, 2002).

Kullanım alanı üzerinden malzemeler; *dış duvarlar, çatılar, döşemeler ve döşeme kaplamaları, döşeme konstrüksiyonları, iç bölme duvarlar, asma tavanlar ve tavan*

kaplamaları, kapılar, boyalar, yalıtımlar, peyzaj elemanları başlıkları altından sınıflandırılmıştır.

Diğer yaklaşımlardan farklı olarak burada, her bir etkinin farklı göreceli öneme sahip olması söz konusudur. En fazla öneme sahip etkiden en az öneme sahip etkiye aşağıdaki şekilde sıralanmış yaşam döngüsü değerlendirme başlıklarına yer verilmiştir (Anderson ve Shiers, 2002). *İklim değişimi, fosil atık tüketme, ozon incelmesi, havaya karışan toksinler, atık yönetimi, su çekme, asit tortusu/birikmesi, ötrofikasyon, ekotoksisite, yaz dumanı/sisi, minerallerin çıkarılması, suya karışan toksinler*, başlıkları üzerinden malzemeler değerlendirilmektedir. Toplam değerlendirme sonucu aldığı değer ve her bir başlık için etki düzeyleri A, B, C harfleri ile ifade edilmiştir.

3.3.11. Anink yaklaşımı

Yaşam döngüsü analizlerinden yola çıkarak, kullanım alanı üzerinden olası malzemeler için bir tercih sıralaması ortaya koymaktadır (Anink ve diğ, 2004). Hangi kullanım alanında çevresel etki bakış açısı ile hangi malzemeler kullanılmalı, hangi malzemeler tercih edilmemelidir konusunda tasarımcılara ipuçları sunmaktadır.

Malzemeler, başta yapı elemanı, sonra yapı elemanını oluşturan katmanlar üzerinden oldukça detaylı bir sınıflandırma ile işlevine göre gruplandırılarak sunulmuştur. Her bir başlık için, olası malzeme seçenekleri *1. tercih, 2. tercih, 3. tercih ve tavsiye edilmeyen* olmak üzere değerlendirilerek sunulmuştur. Sunulan tablonun altında aynı zamanda malzemelerin çevresel etki değerlendirmeleri ve uygulamalarına yönelik açıklamalar, yapılabilecek temel seçim ve yorumlara yer verilmiştir.

3.2.12. Mevcut malzeme veri tabanlarının sınıflandırılması

Mevcut malzeme veri tabanları ön değerlendirme sonucu elde edilen veriler üzerinden yeniden sınıflandırılmıştır.

İlk sınıflandırma veri tabanının internet üzerinden erişilebilen, genel malzeme özellikleri sunan bir site veya çevresel etki değerlendirmesi yapan basılı bir kaynak olmasıdır. İnternet tabanlı malzeme veri tabanları kendi aralarında, malzeme özelliklerine ilişkin bilgilerin *kökeni* üzerinden, firma kökenli veya bilimsel kökenli olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan bir diğer sınıflandırma da malzeme özelliklerinin *sunuş şekli* ile ilgili olarak, karşılaştırmalı veriler sunan veya sayısal veriler sunan veri tabanlarıdır. Çevresel etki değerlendirme tabloları ise kendi aralarında, *sunuş şekli*

üzerinden, malzeme özelliklerini karşılaştırmalı değerlendirmeler halinde veya tercih sıralaması halinde sunan kaynaklar olarak ikiye ayrılmıştır.

Veri tabanının bulunduğu platform, kökeni ve sunuş şekli başlıkları üzerinden ele alınan malzeme veri tabanları için yapılan sınıflandırma Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 : Mevcut malzeme veri tabanlarının sınıflandırılması.

	YEM yapı kataloğu	Mimarlar odası	vanı malz. Arkitera raf ürün dergisi	Archi expo	Material connexion	Materia	Material nron. data	Woolley	Demkin	Anderson	Anink
BULUNDUĞU PLATFORM											
İnternet üzerinden	0	0	0	0	0	0	0				
Basılı kaynak üzerinden çevresel etki değerlendirmesi								0	0	0	0
KÖKENİ											
Firma kökenli	0	0	0	0	0	0					
Bilimsel kökenli							0	0	0	0	0
SUNUŞ ŞEKLİ											
Karşılaştırmalı veriler					0	0		0	0	0	
Sayısal veriler	0	0	0	0			0				
Tercih sıralaması											0

3.4. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Uyarlanması

Mevcut malzeme seçim yöntemleri bir önceki bölümde ele alındığı gibi ilgili kaynaklar içerisinde incelenerek genel özellikleri bir ön değerlendirme ile ortaya konulmuştur. Objektif bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla her yöntem bir *uyarlama* sürecinden geçirilerek adımlaştırılmış ve bir tasarım problemi üzerinden uygulamaya tabi tutulmuştur. Söz konusu uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için bütün mevcut malzeme seçim yöntemlerinin kolay anlaşılır ve uygulanabilir bir şekilde, aynı formatta adımlaştırılması gereklidir.

Uyarlama iki temel bakış açısı ile yapılmıştır; yöntem içerisinde tanımlanan adımların doğrudan alınması veya yöntem içerisinde net bir şekilde ortaya konulmayan ancak çeşitli şekillerde anlatılan sürecin içerisinde adımların çıkartılması. *Balanlı ve Japon* yöntemi dışındaki malzeme seçim yöntemleri içerisinde yöntemin işleyişi, adımları net bir şekilde ortaya konulmamış ve kaynaklar incelenerek adımların çıkartılması gerekmiştir.

Uyarlama sürecinde ele alınan bir diğer konu ise malzeme seçim yöntemlerinin mimari bir detay tasarım sürecinde kullanılabilecek şekilde düzenlenmesidir. *Ashby, Charles ve George* yöntemleri endüstri ürünleri ve mühendislik bakış açısı ile ortaya konulan yöntemlerdir. Bu yöntemlerin adımları, sunulan kaynaklar incelenerek ve mimari bir tasarımda nasıl kullanılabileceği sorgulanarak oluşturulmuştur.

Bu bölüm içerisinde, yapılan adaptasyonlar sonucu, yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi sürecinde uygulanmak üzere seçilen sırası ile; *Balanlı, Japon Araştırma Enstitüsü, Lohaus ve Steinborn, Müller, Cronberg, Sneck, Ashby, Charles, George* yöntemlerine ait açıklamalar ve akış şemaları sunulmuştur.

3.4.1. Balanlı yöntemi için akış

Balanlı (1997): Adımlar doğrudan alınmıştır. Yapılan tek uyarlama sürecin ilerleyişinin malzeme ölçeği ile sınırlandırılmasıdır. Ögenin geneli için tanımlanan performans özellikleri ele alınacak malzemeden beklenen özelliklere dönüştürülerek değerlendirme ögenin bütünü için değil malzeme ölçeğinde yapılır. Diğer bir deyişle, öğeye ait diğer bütün bileşenlerin aynı kaldığı durum için malzeme alternatifleri ele alınır.

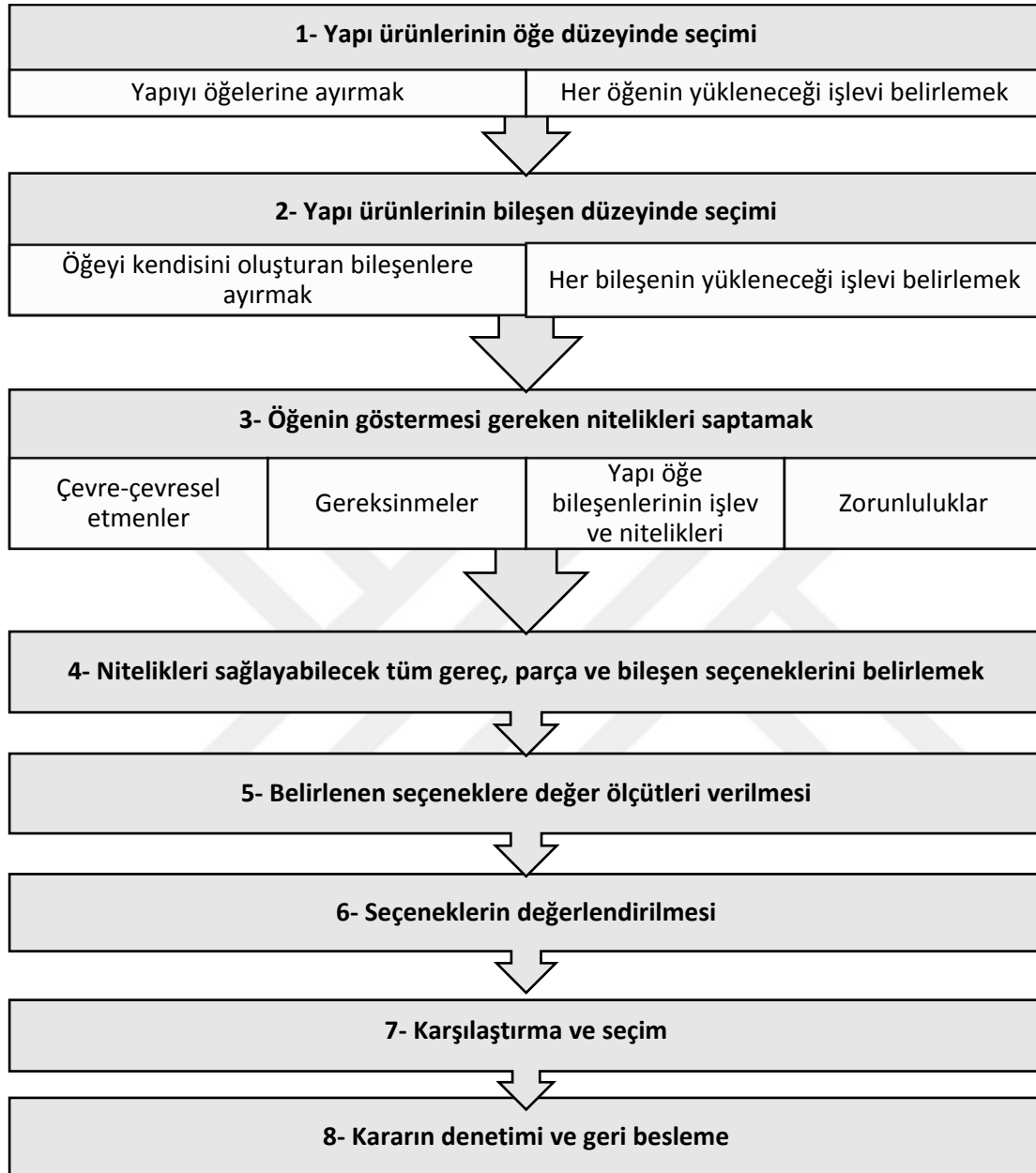
Yöntem, yapı elemanı tasarımı sürecini en başından ele almakta ve içerisinde malzeme seçimine yönelik adımlar ortaya koymaktadır (Şekil 3.8).

1. adımda yapı öğelerine (yapı elemanlarına) ayrılır ve her elemanın yükleneceği işlev belirlenir. 2. adımda ise ele alınacak öğe (yapı elemanı) bileşenlerine (katmanlarına) ayrılır ve her bir katmanın yükleneceği işlev belirlenir. 3. adımda yapı elemanından beklenen nitelikler, performanslar 4 ana başlık üzerinden tanımlanmaktadır.

4. adımda bir malzeme taraması yapılarak olası malzeme seçenekleri belirlenmekte ve 5. adımda malzeme seçeneklerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Belirlenen her malzeme seçeneğinin, belirlenen nitelikleri ne oranda karşıladığını gösteren *yarar değerleri (Yd)* tanımlanmaktadır. *Yarar değeri* tanımı, malzeme seçeneklerinin istenilen her bir niteliği ne oranda karşıladığına bakılarak, *yarar alt sınırı -1, yeterli yarar değeri -3, yarar üst sınırı -5* olarak 5li skala üzerinden belirlenmektedir.

6. adımda malzemeden beklenen niteliklerin değerlendirme sürecinde ne oranda etkin olacağı belirlenmektedir. Bu amaçla, istenilen niteliklerin birbirlerine göre önemlerini kıyaslayarak, toplamda 100 olacak şekilde bir *ölçüt önem ağırlığı değeri (A)*

verilmektedir. Diğer bir deyişle belirlenen nitelikler önem sıralamasına konulmaktadır.



Şekil 3.8 : Balanlı Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

7. adımda tanımlanmış olan ölçüt önem ağırlıkları ve yarar değerleri kullanılarak deklm 3.1-4'teki formüller ile her bir malzemenin *kullanım değeri* ve *değişim değeri* hesaplanmaktadır. *Kullanım değeri* (G_k) en yüksek ve *değişim değeri* (G_d) en düşük olan malzeme seçilmektedir. Böylelikle istenilen nitelikleri en iyi oranda karşılayan ve en düşük maliyete sahip malzeme seçeneği seçilmektedir.

$$\text{Seçeneğin ağırlığı (G)} = \text{Ölçüt önem ağırlığı (A)} \times \text{Seçeneğin yarar değeri} \quad (3.1)$$

$$\text{Seçeneğin kullanım değeri (Gk)} = \text{Her nitelik için seçenek ağırlıkları toplamı (\sum G)} \quad (3.2)$$

$$\text{Seçeneğin değişim değeri (Gd)} = \text{Yapım maliyeti ağırlığı (Gy)} + \text{Bakım-onarım maliyeti ağırlığı (Go)} \quad (3.3)$$

$$Gy = 0.70 \times \text{yapım maliyeti}, Go = 0.30 \times \text{bakım-onarım maliyeti} \quad (3.4)$$

8. *adım* ise eleman ölçeğine geri dönülerek seçilen malzemenin beklenen performansları karşılayıp karşılamadığının kontrolünün yapılmasını, eğer problem var ise önceki adımlara geri dönerek sürecin tekrarlanmasını içermektedir.

3.4.2. Japon Araştırma Enstitüsü yöntemi için akış

Japon Araştırma Enstitüsü (1968): Adımlar doğrudan alınmıştır. Olası fonksiyonel gereksinimlerin yer aldığı tablonun, malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanmasında kullanımı ön görülmektedir. Yöntem içerisinde yapılan diğer değerlendirmelerden ise Japonya üzerinden yapıldıkları için yararlanılamamaktadır. Yöntem değerlendirmeye yönelik 10 farklı seçenek sunmaktadır. Bunlar içerisinde pratik kullanımı ve süreç içerisinde kullanım kolaylığı düşünülerek yalnızca ikisi kullanılmak üzere seçilmiştir.

Yöntem, yapı elemanı tasarımı sürecini en başından ele almakta ve içerisinde malzeme seçimine yönelik adımlar ortaya koymaktadır (Şekil 3.9).

1. ve 5. *adımlar arasında* yapının bulunduğu alana, yapıya, yapının içerisindeki mekâna, yapı elemanına ve yapı malzemesine ait tanımlamalar yapılmaktadır. Bu adımlarda yapılan tanımlamalar gereksinimlerin tanımlanmasında birer girdi olma özelliği taşımaktadır.

6 ve 7.*adımda* yapı elemanın bütününden beklenen fonksiyonel gereksinimler tanımlanmaktadır. Öncelikle “nitel” bir şekilde yapılan tanımlamalar sonraki adımda sınır değerler olarak “nicel” bir tanımlamaya dönüştürülmektedir. Yöntem içerisinde yer alan fonksiyonel gereksinimlerin listesi Japon Araştırma Enstitüsü, Fonksiyonel Gereksinimler Tablosu başlıklı EK E altında sunulmuştur.

Önceki adımda yapı elemanının bütünü için yapılan tanımlamalar 8. *adımda* malzemeden beklenen özelliklere dönüştürülmektedir. 9. *adım* ise malzeme

seçeneklerinin bir araya getirilip karşılaştırıldığı adımdır. Her malzeme özelliği ve her malzeme seçeneği için aşağıdaki değerler tanımlanarak bir tabloda toplanmalı ve denklem 3.5 ile malzeme değerı hesaplanmalıdır.

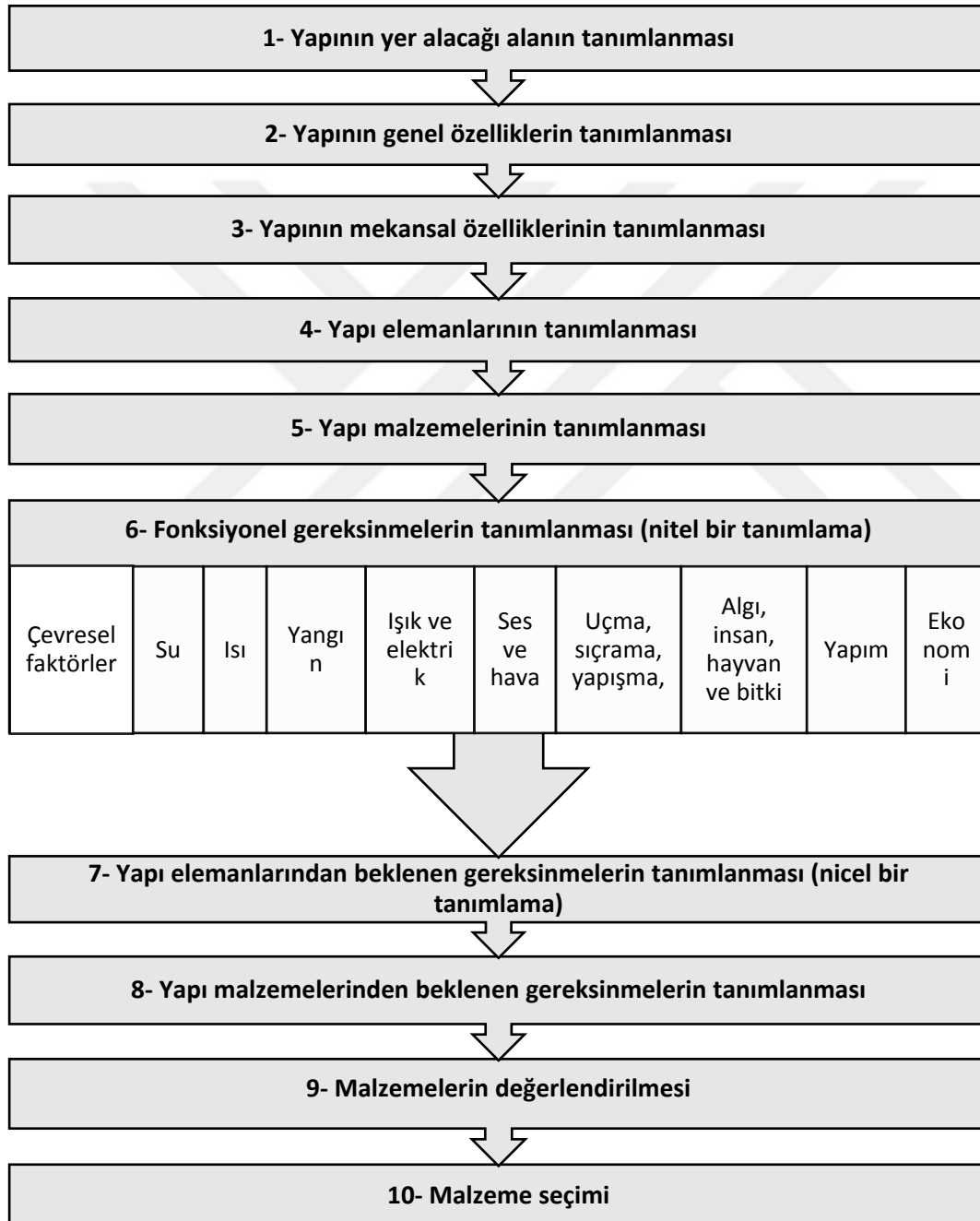
Malzemenin “değerı”, $V = \text{value} = kp$

Malzemeden beklenen sınır değer, $d = \text{property required}$

(3.5)

Malzemenin sahip olduğu değer, $p = \text{property possessed}$

Malzeme özelliğinin diğer gereksinimlere göre bağlı önemi, $k = \text{constant number}$



şekil 3.9 : Japon Araştırma Enstitüsü Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

Karar verme aşamasına gelindiğinde 10. adımda aşağıdaki 2si sunulan, 10 farklı değerlendirme seçeneği sunulmaktadır. Seçilecek yöntem kullanılarak malzeme kararı verilir.

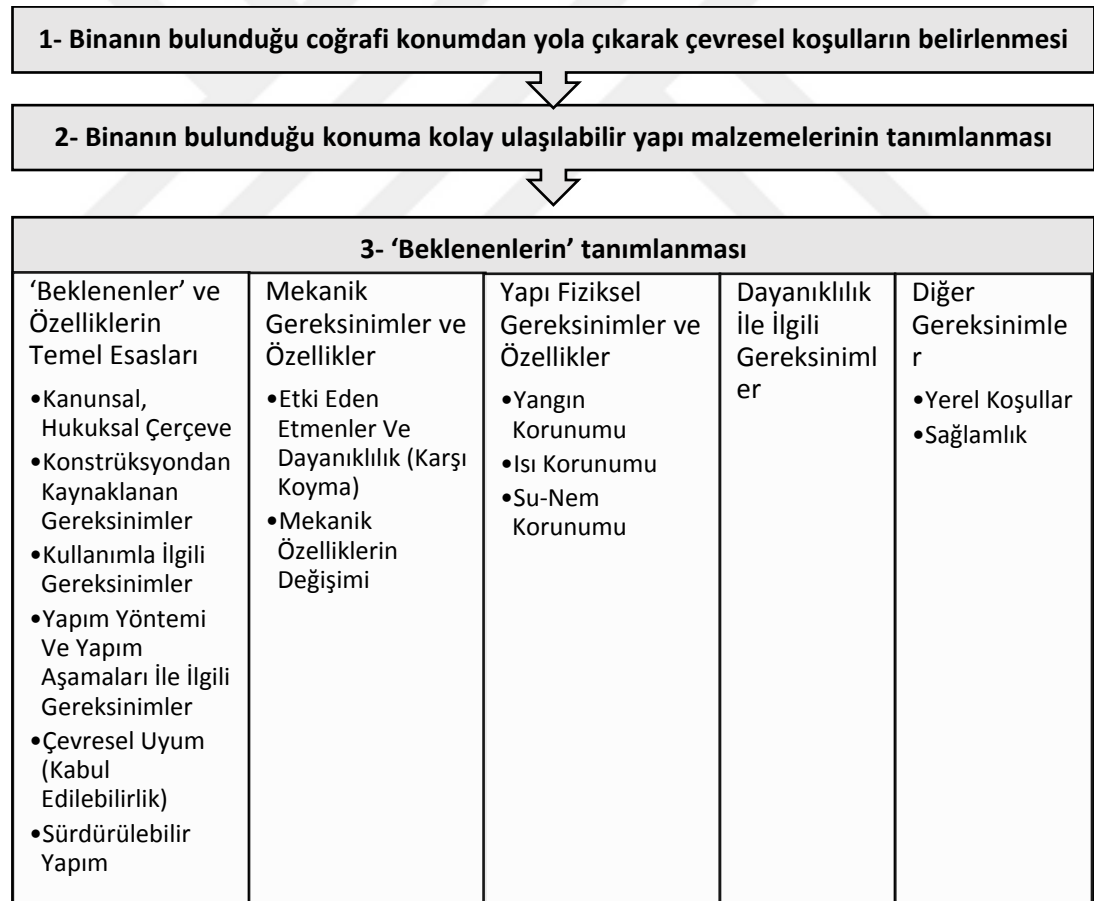
Değerlendirme 1: Bütün nitelikler için $p \geq d$ koşulunu sağlayan malzemenin seçilmesi

Değerlendirme 2: Malzeme “değeri” toplamaları en yüksek olan malzemenin seçilmesi

3.4.3. Lohaus ve Steinborn yöntemi için akış

Lohaus ve Steinborn (Fouad ve diğ, 2013’da atıfta bulunulduğu gibi): Yöntem içerisinde atılacak adımlar net bir şekilde belirtilmemiştir. Yöntemin işleyişine dair yapılan açıklamalar ve anlatım sırası üzerinden üç temel adım ortaya çıkarılmıştır.

Yöntem yapı elemanı tasarımı sürecini içerisinde malzeme seçimine yönelik tanımlamaların yapılmasına ilişkin adımlar ortaya koymaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 : Lohaus ve Steinborn Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

1. adımda binaya etki eden çevresel koşullar tanımlanmaktadır. 2. adımda binanın konumu itibari ile kolay ulaşılabilir, yerel malzeme seçeneklerinin araştırılması

yapılmaktadır. Böylelikle, yöntemde çevreye duyarlı bir malzeme seçimi süreci kurgulanmaktadır.

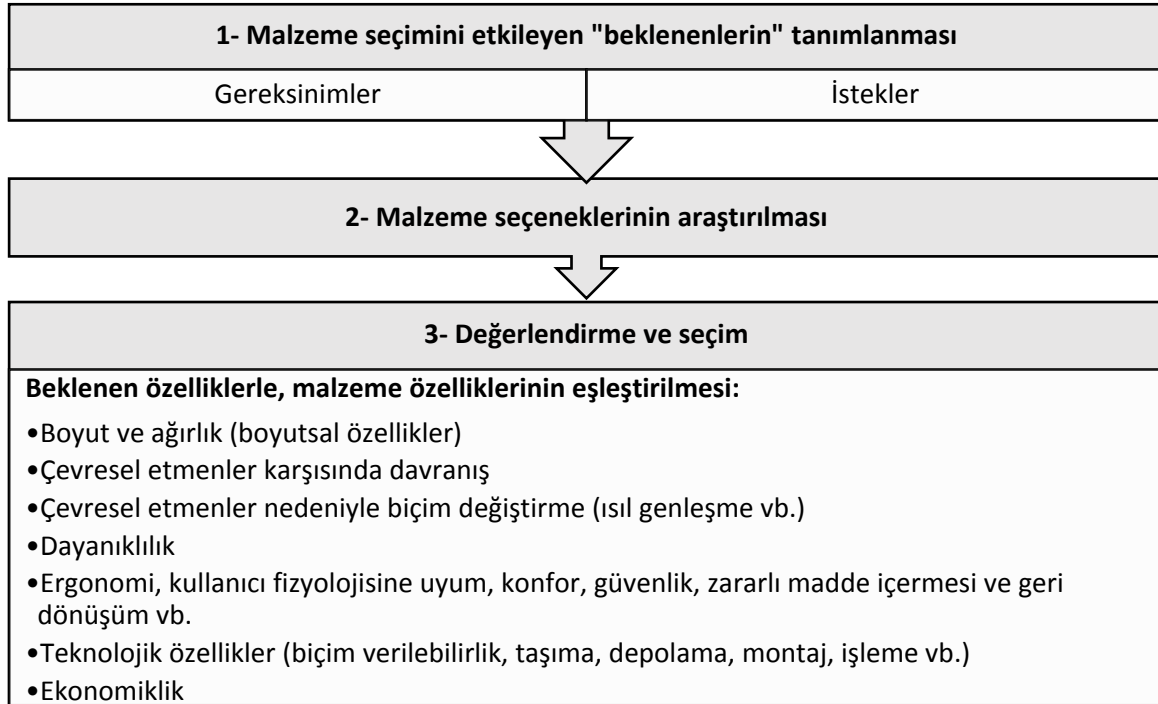
3.adımda söz konusu malzemeden beklenen özellikler tanımlanır. Bu tanımlama yapılırken üzerinden gidilmesi ön görülen 5 başlık tanımlanmıştır; '*Beklenenler*' ve *Özelliklerin Temel Esasları, Mekanik Gereksinimler ve Özellikler, Yapı Fiziksel Gereksinimler ve Özellikler, Dayanıklılık İle İlgili Gereksinimler, Diğer Gereksinimler.*

Yöntem kesin bir değerlendirme ve seçim süreci ortaya koymaz; "gereksinimler, özellikler belirlendikten sonra bunları karşılayabilecek malzeme seçenekleri oluşturulabilir" şeklinde ifade edilmektedir. Beklenenler tanımlandıktan sonra olası malzeme seçenekleri karşılıklı olarak değerlendirilmelidir.

3.4.4. Müller yöntemi için akış

Müller (Cziesielski ve diğ, 1990'da atıfta bulunulduğu gibi): Yöntem içerisinde atılacak adımlar net bir şekilde belirtilmemiştir. Yöntemin işleyişine dair yapılan açıklamalar ve anlatım sırası üzerinden üç temel adım ortaya çıkarılmıştır.

Yöntem yapı elemanı tasarımı sürecini içerisinde malzeme seçimine yönelik tanımlamaların yapılmasına ilişkin adımlar ortaya koymaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 : Müller Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

1. *adım*da malzemeden beklenen özellikler tanımlanmaktadır. Bu aşamada gereksinimler ve istekler olarak yapılan bir ayırım söz konusudur. *Gereksinimler*; kullanıcı gereksinimleri, çevresel koşullar, yapısal sınırlamalardan ortaya çıkan performans gereksinimleridir. *İstekler* ise; tasarımcının katmak istediği bir takım algısal özelliklerdir. Söz konusu tanımlamalar yapının konstrüksiyon bütünlüğü göz önüne alınarak yapılmalıdır.

2. *adım*da yapılan tanımlamalar üzerinden malzeme araştırması yapılmaktadır. 3. *adım*da ise yapılan araştırma sonucu oluşturulan malzeme seçeneklerine ait özellikler tanımlanan gereksinimler ve istekler ile eşleştirilerek değerlendirilmektedir.

Yöntem kesin bir değerlendirme ve seçim süreci ortaya koymaz ancak değerlendirme ve seçim aşamasında belirtilen malzeme özellikleri ile malzemeden beklenen özelliklerin eşleştirilmesi söz konusudur.

3.4.5. Cronberg yöntemi için akış

Cronberg (Özkan 1976'da atıfta bulunduğu gibi; Berksun 1979'da atıfta bulunduğu gibi): Yapılan araştırmalar sonucu yöntemin orijinal kaynağına ulaşamamıştır. Bu nedenle yöntemin işleyişine ait adımlar söz konusu yöntemi kaynak gösteren iki farklı çalışma üzerinden yorumlanarak oluşturulmuştur.

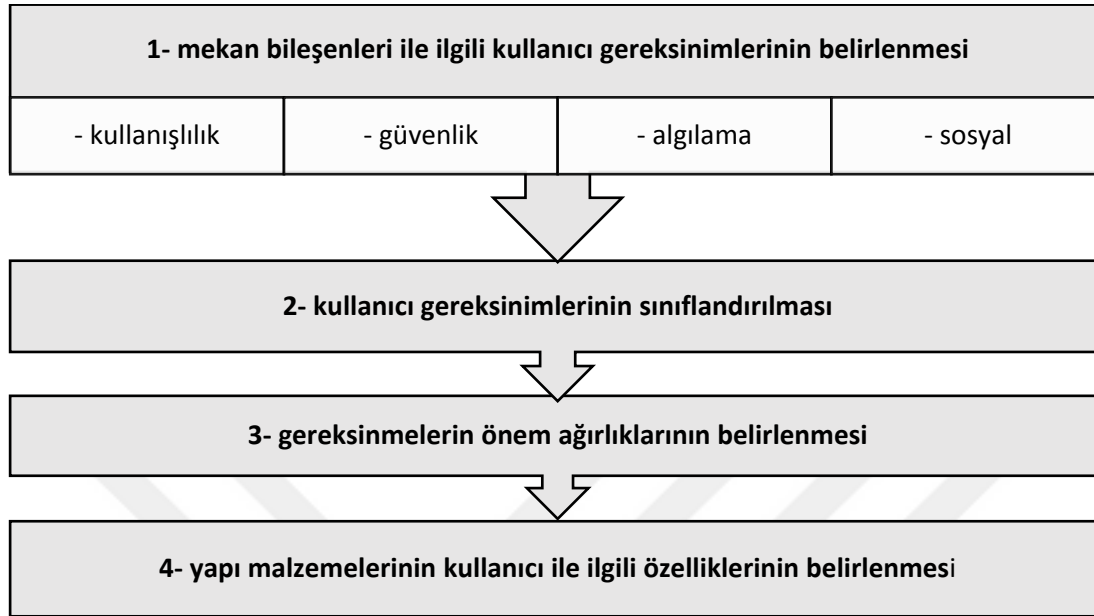
Yöntem, yapı elemanı tasarımı sürecini içerisinde malzeme seçimine yönelik, kullanıcı üzerinden tanımlamaların yapılmasına ilişkin adımlar ortaya koymaktadır (Şekil 3.12).

1. *adım*da mekânla ilişkili yapı elemanının söz konusu katmanı için kullanıcı gereksinimleri belirlenmektedir. Bu gereksinimler belirlenirken, kullanılabilirlik, güvenlik, algılama ve sosyal başlıkları üzerinden ilerlenmelidir.

2. *adım*da belirlenen gereksinimler sınıflandırılarak her biri için beklenen minimum değerler, 1 çok kötü – 5 çok iyi olmak üzere, 5li skala üzerinden tanımlanmaktadır. 3. *adım*da belirlenen gereksinimlerin birbirine göre bağıl önemleri belirlenerek önem sıralamasına konulmaktadır.

4. *adım*da ise 1. adımda belirlenen gereksinimler, malzemeden beklenen özelliklere dönüştürülür. Her bir gereksinim altında birden fazla malzeme özelliği yer alabilmektedir. Örneğin, kullanıcı gereksinimi olarak tanımlanan kullanılabilirlik başlığı altında, malzemeden beklenen özellik kolay temizlenebilirlik olarak tanımlanmaktadır. Güvenlik gereksinimi altında ise malzemeden beklenen hem

kaymazlık hem de düzgün bir yüzeye sahip olma, tökezlemeye izin vermeme gibi farklı iki özellikten birden söz edilebilmektedir.



Şekil 3.12 : Cronberg Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

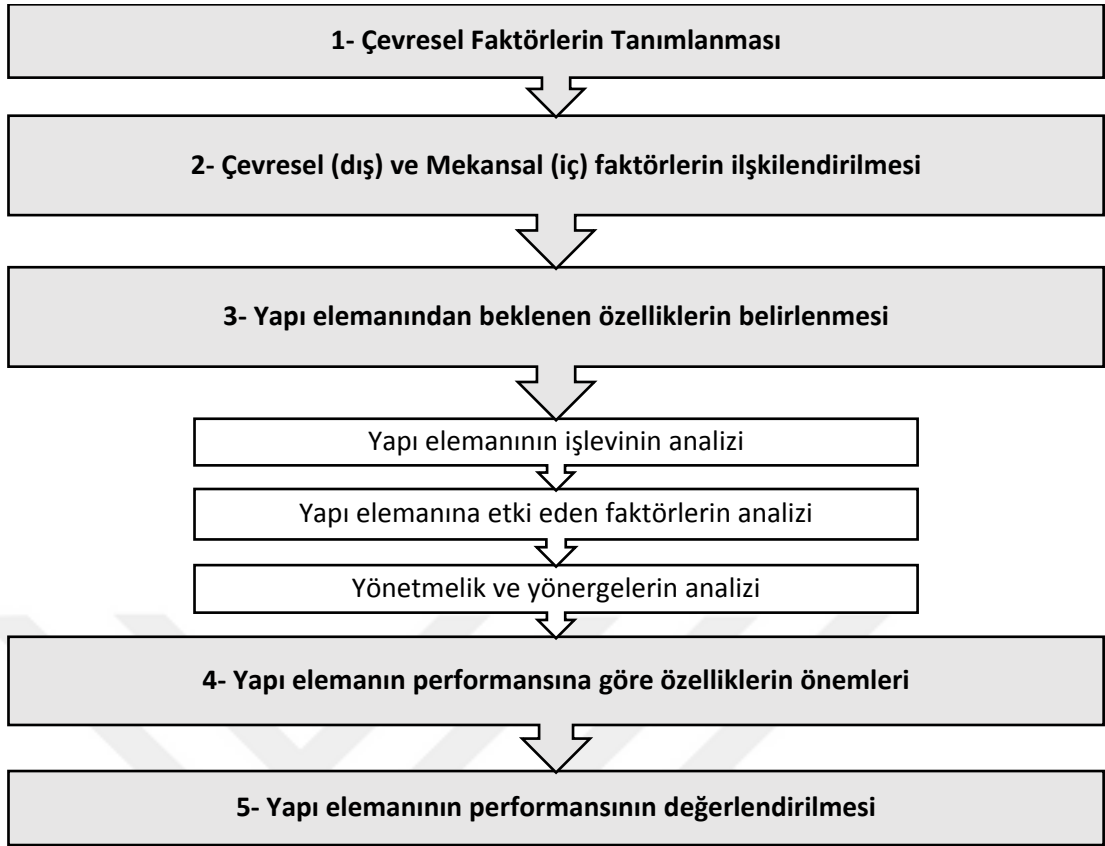
Yöntem kesin bir değerlendirme ve seçim süreci ortaya koymaz ancak kullanıcı gereksinimlerinin ağırlıkları üzerinden bir değerlendirme yapılarak malzemeler birbirleri ile karşılaştırılabilir.

3.4.6. Sneck yöntemi için akış

Sneck (1972; Sneck ve diğ, 1969): Yapılan araştırmalar sonucu yöntemin geliştirilme aşamasına ait iki yayına ulaşılmıştır. “*Qualitative Performance Analysis of Floors*” isimli kaynakta döşemeler için performans gereksinimlerinin belirlenmesi, “*On the Connection Between Performance Evaluation and Material Science*” isimli kaynakta ise yapı elemanında performans ve malzeme ilişkisine yönelik bir workshopa ait çalışmalar yer almaktadır. İki kaynak birlikte incelenerek yönteme ait adımlar oluşturulmuştur.

Yöntem, yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde malzeme seçimine yönelik performans üzerinden tanımlamaların yapılmasına ilişkin adımlar ortaya koymaktadır (Şekil 3.13).

1. adımda yapıya etki eden çevresel faktörler tanımlanmaktadır. 2. adımda, tanımlanan çevresel faktörler ile mekân içerisindeki faktörlerin ilişkisi kurularak mekan içerisinde yaratılmak istenen atmosfer belirlenmektedir.



Şekil 3.13 : Sneck Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

3. adımda yapı elemanından beklenen özellikler tanımlanırken üç alt adım izlenmektedir. İlk olarak yapı elemanından beklenen işlevler tanımlanır. Sonrasında yapı elemanına etki eden faktörler belirlenir (iç ve dış etkiler). Son olarak, yönetmelik ve yönergelerin çizdiği sınırlar analiz edilir.

4. adımda söz konusu tanımlar üzerinden belirlenen performansların birbirlerine göre önemlerinin ilişkisi ele alınmaktadır. 5. adımda ise seçilen malzeme/ler ile oluşan yapı elemanının tanımlanan performansları karşılama durumu değerlendirilmektedir.

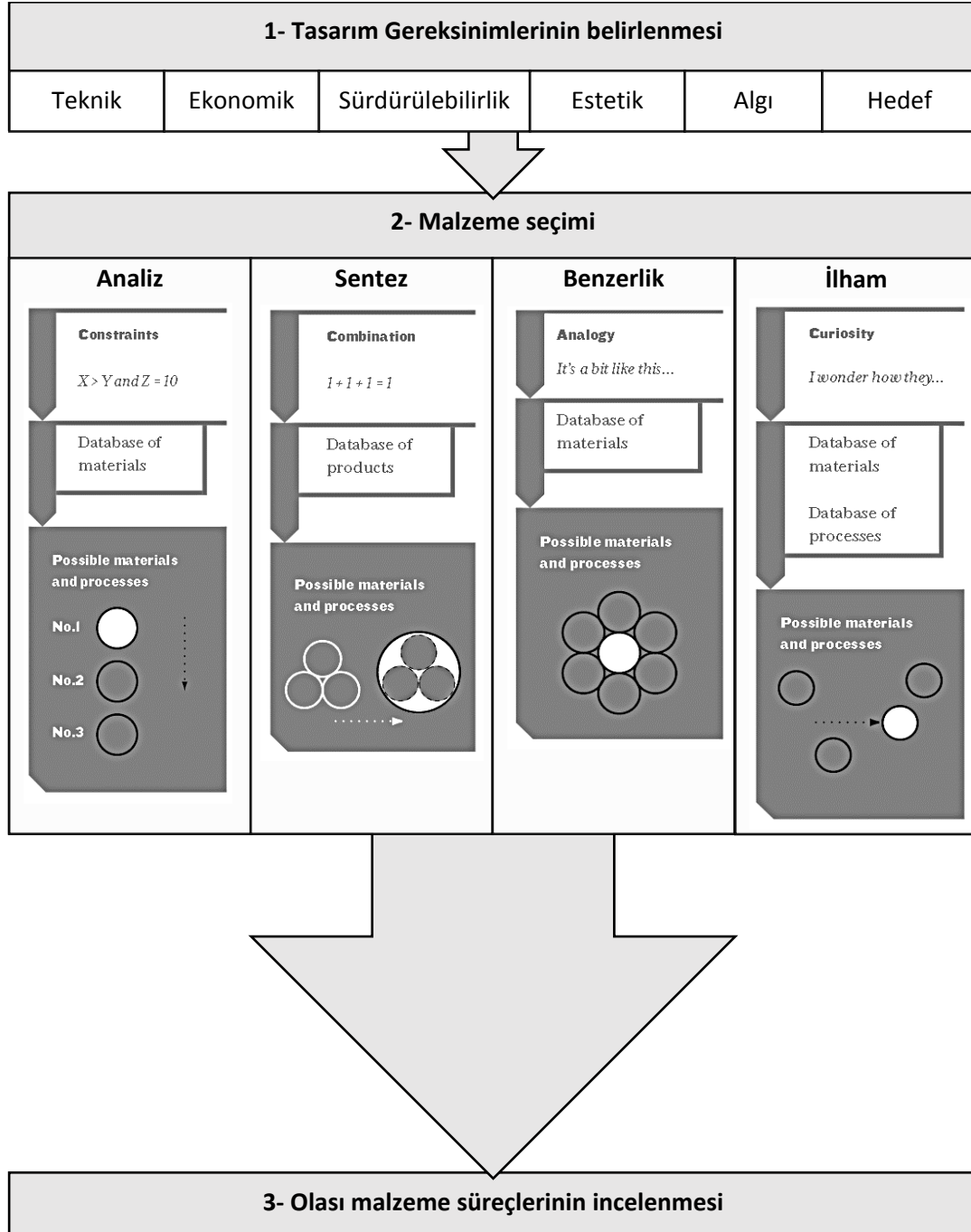
Yöntem kesin bir değerlendirme ve seçim süreci ortaya koymaz ancak performans gereksinimlerinin ağırlıkları üzerinden bir değerlendirme yapılarak malzemeler birbirleri ile karşılaştırılabilir.

3.4.7. Ashby yöntemi için akış

Ashby ve Johnson (2010): Yöntemin adımları doğrudan alınmış, uygulanışı ile ilgili yapılan açıklamalar üzerinden yöntemin alt adımları ve açıklamalar eklenerek mimari bir tasarım sürecinden uygulanabilecek şekilde detaylandırılmıştır. Yöntemin kurgulandığı şekilde işleyebilmesi için, gerektiğinde mimari veri tabanları ile

desteklenerek, yöntem içerisinde sunulan karşılaştırmalı malzeme özelliği tablolarının kullanımı ön görülmektedir.

Endüstri ürünleri tasarımlarına yönelik oluşturulmuş yöntemin, yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde malzeme seçimine yönelik olarak adapte edilmiş adımları ve ilgili açıklamalar aşağıda ortaya konulmaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Ashby Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması (görseller: Ashby ve Johnson, 2010).

1. adımda yöntem içerisinde sıralanan; teknik, ekonomik, sürdürülebilirlik, estetik, algı, hedef başlıkları üzerinden, tasarlanan yapı elemanından beklenen tasarım gereksinimleri belirlenmektedir. Diğer bir deyişle, yapı elemanının karşılaması gereken performans özellikleri tanımlanmaktadır.

Belirlenen gereksinimleri malzeme ölçeğine indirerek ve *2. ve 3. adımda* yöntem içerisinde verilmiş olan malzeme özelliklerini karşılaştırmalı bir şekilde gösteren grafikleri kullanarak malzeme seçimi yapılmaktadır.

Yöntem içerisinde yer alan grafiklerin örnekleri Ashby, ve Johnson, Malzeme Haritaları başlıklı EK F altında sunulmuştur. Malzemenin iki özelliğini karşılaştırmalı olarak gösteren grafikler üzerinden her bir malzeme için kökenine göre gruplanmış bir şekilde malzemelerin ilişkisi görülmektedir.

Temel süreç ve prensipler aynı olmakla birlikte malzeme seçimi için izlenebilecek dört farklı yaklaşım tanımlanmıştır; analiz, sentez, benzerlik, ilham. Belirtilen dört yaklaşımdan her hangi biri tek başına ve/veya birbirleri ile bütünleştirilerek kullanımı söz konusudur (Ashby ve Johnson, 2010).

Analiz: Malzeme istenilen özellikleri karşılıyor mu? Her özelliğin tekil kontrolü.

Sentez: Bütün özellikleri aynı anda karşılayan malzeme seçeneklerinin aranması

Benzerlik: Daha belirsiz tanımlamalar için kullanılabilir. “Biraz şuna benzer...”

İlham: Merak üzerinden yola çıkarak, deneme yanılma.

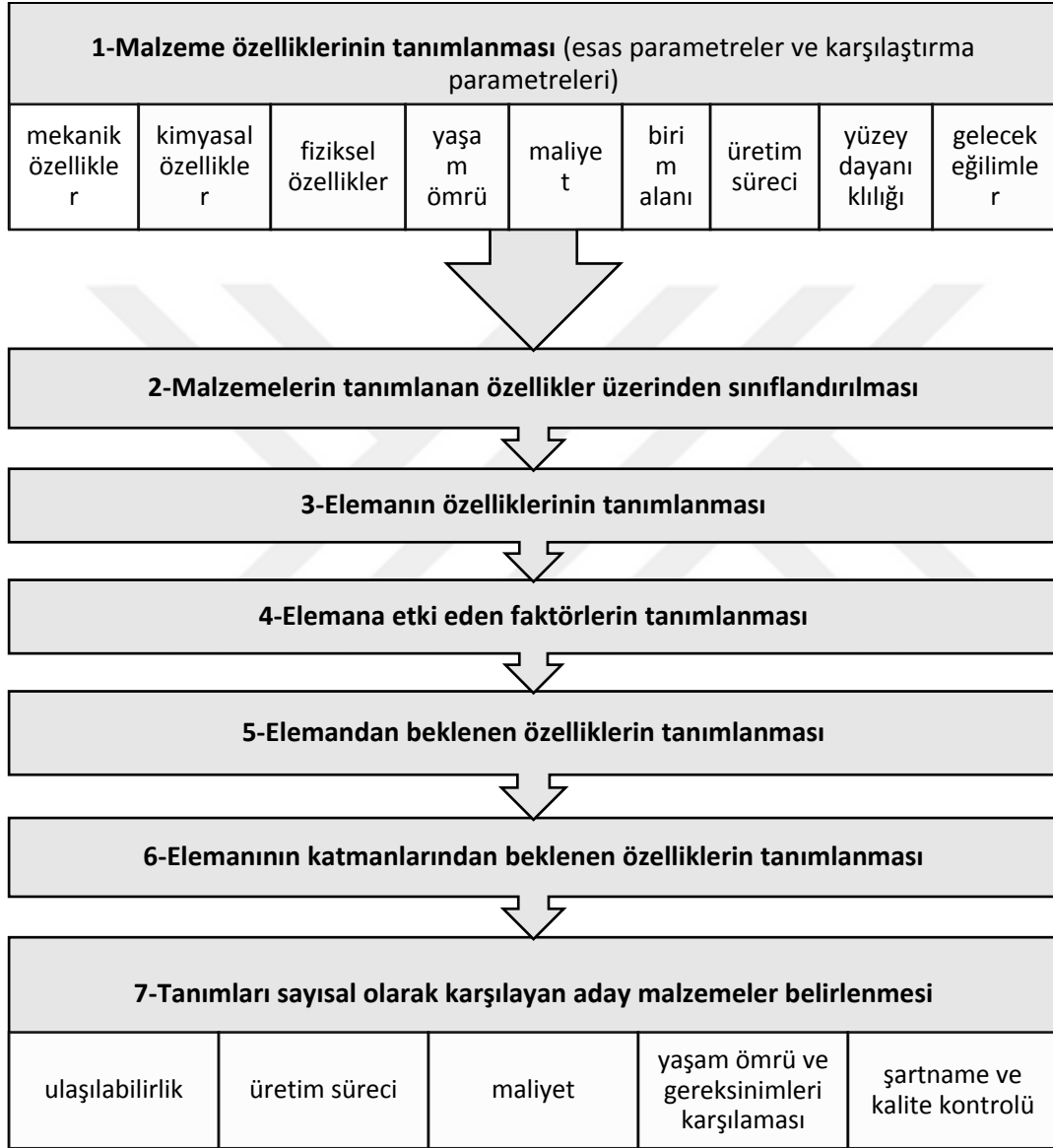
3.4.8. Charles yöntemi için akış

Charles ve diğ., (1997): Yöntem içerisinde atılacak adımlar net bir şekilde belirtilmemiştir. Yöntem mühendislik bakış açısı ile sayısal bir malzeme seçim modeli ortaya koyar. Yöntemin işleyişine dair yapılan açıklamalar üzerinden temel adımları ortaya çıkarılmıştır ve malzeme seçiminde dikkate alınması gerekenler alt başlıklar olarak akış içerisine eklenmiştir. Yöntem, içerisinde kullanılan terimler mimari bakış açısına uygun olarak adapte edilmiştir. Örneğin, “ürün” yerine “eleman”, “alt bileşen” yerine “katman” kelimesi kullanılmıştır.

Yöntem, diğer malzeme seçimi süreçlerinden farklı olarak özelliklerin tanımlanması evresi ile değil, malzeme araştırması ile başlamaktadır ve yöntem içerisinde sürece uygun kullanılabilecek olası veri tabanlarının bir listesi sunulmuştur. Gerektiğinde

mimari veri tabanları ile desteklenerek, söz konusu kaynaklardan yararlanılması ön görülmektedir.

Mühendislik tasarımlarına yönelik oluşturulmuş yöntemin, yapı elemanı tasarımı sürecini içerisinde malzeme seçimine yönelik olarak adapte edilmiş adımları ve ilgili açıklamalar aşağıda ortaya konulmaktadır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 : Charles Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

1. adımda malzeme seçimi yapılacak söz konusu katman için olası malzemelerin özelliklerinin belirtilen; mekanik özellikler, kimyasal özellikler, fiziksel özellikler, yaşam ömrü, maliyet, birim alanı, üretim süreci, yüzey dayanıklılığı, gelecek eğilimler başlıkları üzerinden tanımlanmasıdır. Tanımlanan malzeme özelliklerinin hangilerinin “esas”, olmazsa olmaz, hangilerinin karşılaştırma amaçlı bakılacak parametreler

olduğu belirlenmelidir. Bu tanımlamalar yapılırken yöntem içerisinde verilmiş olan malzeme veri tabanlarından, gerekli ise liste içerisinde yer almayan mimarlık alanına yönelik geliştirilmiş veri tabanlarından yararlanmalıdır.

2. *adımda* ilk başta ele alınan olası malzemeler kendi içerisinde karşılaştırarak sınıflandırmaktadır. Örneğin, bir skala üzerinden malzemeler her bir tanımlanan malzeme özelliği için iyi-orta-kötü gibi gruplandırılabilir.

Böylelikle 1. ve 2. adımda, sonrasında sayısal bir karşılaştırma yapılabilmesine olanak veren bir malzeme veri tabanı oluşturulmuş ve olası malzeme seçenekleri kendi içerisinde karşılaştırılarak sınıflandırılmıştır.

3. 4. ve 5. *adımda* yapı elemanı bir bütün olarak ele alınarak öncelikle yapı elemanın işlevi, sonra elemana etki eden faktörler ve sonrasında elemandan beklenen özellikler tanımlanmaktadır. 6. *adımda* ise, eleman ölçeğinde yapılmış tanımlamalar, yapı elemanının hangi katmanının hangi işlevi yükleneceği göz önüne alınarak katman düzeyine, malzemeden beklenen özelliklere indirilmektedir.

Belirlenen malzeme özellikleri için 7. *adımda* malzeme seçeneklerini karşılaştırmaktadır. Bu karşılaştırma 1. ve 2. adımda yapılmış tanımlamalardan ve malzeme sınıflandırmalarından referans alınarak gerçekleştirilmelidir. Gerektiği noktada tekrar veri tabanlarına da başvurarak özellikler belirtilen; *ulaşılabilirlik, üretim süreci, maliyet, yaşam ömrü ve gereksinimleri karşılaması, şartname ve kalite kontrolü* başlıkları üzerinden malzeme seçenekleri karşılaştırılmaktadır. Malzeme özelliklerini sayısal olarak en iyi karşılayan malzeme seçeneğini seçilmektedir.

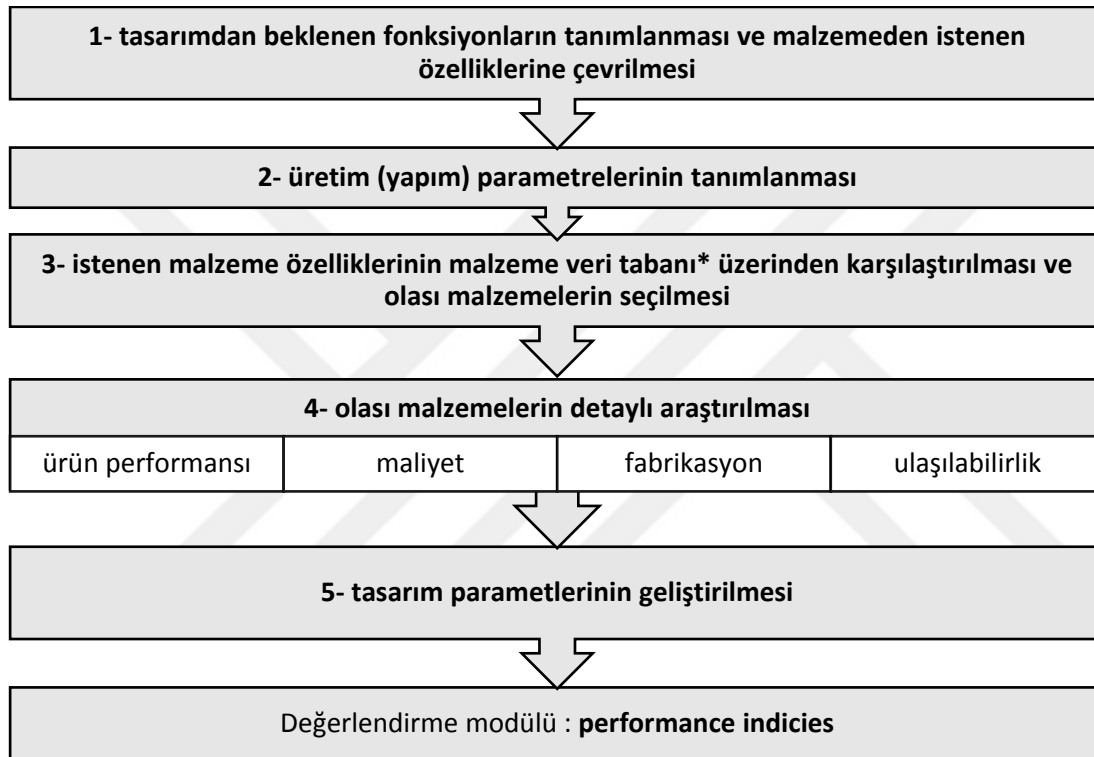
3.4.9. George yöntemi için akış

George (1987, 2012): Yöntemin adımları doğrudan alınmıştır. Yöntem mühendislik bakış açısı ile bir malzeme seçim modeli ortaya koyar. Yöntemin uygulanışı ile ilgili yapılan açıklamalar üzerinden yöntemin alt adımları ve açıklamalar eklenerek detaylandırılmış, yöntem içerisinde kullanılan terimler mimari bakış açısına uygun olarak uyarlanmıştır.

Yöntem, kesin bir değerlendirme ve seçim süreci ortaya koymaz ancak farklı karar verme aracından biri veya bir kaçının kullanılmasını önerir. Bu araçlar, yöntemin farklı yıllara ait kaynaklarında farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Güncelliği ve pratik kullanımı nedeniyle ile mimari sürece en yakın olan karar verme modeli olarak, 2012

yılına ait aşamada önerilen araçlarından biri olan “*performance indicies*” modeli kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu bağlamda, gerektiğinde mimari veri tabanları ile desteklenerek, yöntem içerisinde sunulan, *Ashby’nin* karşılaştırmalı malzeme özelliği tablolarının kullanımı ön görülmektedir.

Mühendislik tasarımlarına yönelik oluşturulmuş yöntemin, yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde malzeme seçimine yönelik olarak uyarlanmış adımları ve ilgili açıklamalar aşağıda ortaya konulmaktadır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 : George Yöntemi için oluşturulmuş akış şeması.

1. adımda yapı elemanının genelinden beklenen performanslar tanımlanmakta ve yalnızca söz konusu malzemedan beklenen özelliklere dönüştürülmektedir.

2. adımda yapı elemanının yapım aşamaları göz önüne alınarak söz konusu malzemedan beklenen yapım süreci tanımlanır.

Yöntem içerisinde Ashby (2011)’e referans verilerek sunulan, malzeme özelliklerini karşılaştırmalı bir şekilde gösteren grafikler üzerinden incelenerek, 3. adımda söz konusu tasarım için olası malzeme seçenekleri belirlenmektedir.

4. adıma gelindiğinde olası malzeme seçenekleri belirtilen; ürün performansı, maliyet, fabrikasyon, ulaşılabilirlik başlıkları üzerinden daha detaylı bir şekilde

araştırılmaktadır. Tanımlanan malzemeden beklenen özelliklere bağlı olarak başlıklar, mimari bakış açısı ile detaylandırılabilir.

5. adımda tasarım parametreleri olarak ifade edilen, anahtar malzeme özellikleri belirlenerek ve standartlar üzerinden minimum değerleri tanımlanmaktadır.

Son adımda ise, belirlenen sınır değerlere bağlı olarak yöntem içerisinde farklı değerlendirme süreçleri önerilmektedir. Bunlardan biri olan “*performance indices*” yaklaşımı, performans indeksi yüksek olan malzeme seçeneğinin seçilmesi prensibine dayanmaktadır.

Performans indeksi fonksiyonel gereksinimler, geometrik parametreler ve malzeme indeksine bağlı olarak tanımlanan bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır (George, 2012). Fonksiyonel gereksinimler ve geometrik parametrelerin tasarıma uygun bir şekilde tanımlandığı durumda performans indekslerini hesaplamak için yalnızca malzeme indeksi, yani malzemenin özelliği karşılama düzeyi yeterli olacaktır. Diğer bir deyişle, malzeme indeksleri tasarım için belirlenen sınır değerden yüksek olan malzemelerin kullanımı söz konusu için uygundur.

Malzemenin iki özelliğini karşılaştırmalı olarak gösteren Ashby’nin Malzeme Haritaları, her bir malzeme için kökenlerine göre gruplanmış bir şekilde malzemelerin ilişkisini göstermektedir. Malzemenin hem x, hem de y eksenine karşılık gelen özellikler için aldığı değer malzeme indeksi olarak adlandırılmaktadır. Malzeme indeksi sınır değerinin üstünde olan malzemeler içerisinde öncelikle malzeme kökeni, sonrasında yapılan detaylı araştırma ile malzeme kararı verilmektedir.

3.5. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Uygulanması

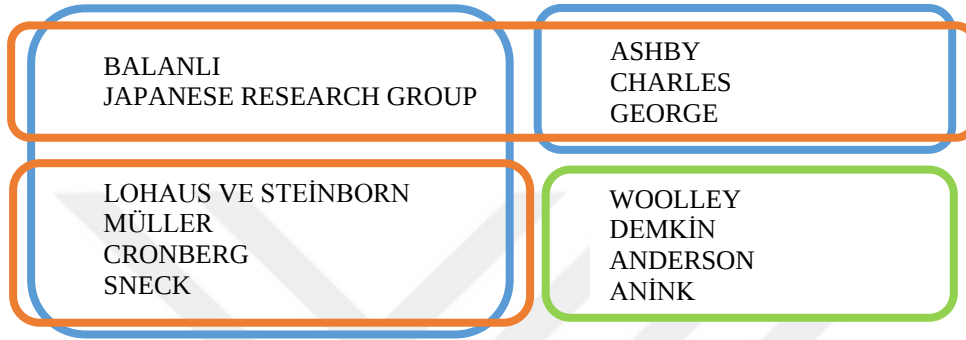
Yapılan literatür taramaları üzerinden farklı alanlarda kullanılmak üzere geliştirilen sistematik malzeme seçim yöntem ve araçları araştırılmış, pilot çalışmalar üzerinden denemeler yapılarak irdelenmiş, her yönteme ait akış şemaları oluşturulmuştur. Detaylı incelenmek üzere seçilen yöntemler bu noktada yapılan uygulamalar üzerinden karşılaştırılmaktadır.

Mevcut sistematik malzeme seçim yöntemleri içerisinde 9 yöntem tasarım probleminin çözümü kapsamında karşılaştırılacaktır. Söz konusu malzeme seçim araçları, yer aldığı kaynak veya yöntemi geliştiren kişi adı üzerinden; *Balanlı, Japanese Research Group, Lohaus ve Steinborn, Müller, Cronberg, Sneek, Ashby,*

Charles, George şeklinde sıralanabilir. Uygulamanın bir diğer kolunu ise mevcut çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımları oluşturmaktadır. Bu kapsamda 4 yaklaşım ele alınmıştır; Woolley, Demkin, Anderson, Anink.

Uygulama kapsamında ele alınan sistematik malzeme seçimi yaklaşımları yapılan sınıflandırmalar üzerinden aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır (Şekil 3.17)

ALAN üzerinden gruplandırma; mimari – endüstri ürünleri/mühendislik
SÜREÇ üzerinden gruplandırma; tanımlama – tanımlama + değerlendirme
ÇEVRESEL ETKİ bakış açısı üzerinden gruplandırma



Şekil 3.17 : Mevcut sistematik malzeme seçimi yaklaşımlarının gruplandırılması.

Yapılan uygulamalar kapsamında 4 temel karşılaştırma yer almaktadır.

1. “Alan”: mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar ile endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımların karşılaştırılması
2. “Süreç”: mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar içerisinde, değerlendirme aşaması içeren yaklaşımlar ile değerlendirme aşaması içermeyen yaklaşımların karşılaştırılması
3. Hem “alan” hem “süreç”: mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar içerisinde, değerlendirme aşaması içermeyen yaklaşımlar ile endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımların karşılaştırılması
4. Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımlarının kendi içerisinde karşılaştırılması.

Uygulamalar, çalışmanın farklı alt amaçlarına yönelik iki farklı grup ile yapılmıştır. 1.grup yöntemlerin eğitim süreci içerisinde kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla, öğrencilerden, 2.grup ise yöntemlerin profesyonel alanda kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla, az deneyimli ofis çalışanlarından oluşturulmuştur.

3.5.1. Mimarlık öğrencileri ile yapılan uygulamalar

3.5.1.1. Uygulama süreci

Söz konusu “sistematiik” malzeme seçim araçlarının *eğitim* alanında kullanılabilirliğini ortaya koyabilmek için İstanbul Teknik Üniversitesi lisans mimarlık bölümü 4.sınıf öğrencileri tarafından, uygulama stüdyosu kapsamında ele aldıkları mevcut bir tasarım probleminin çözümü sırasında bu araçların kullanılması ve değerlendirilmesi biçiminde deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Koyaz ve Altun, 2015).

Uygulamanın kurgusu oluşturulurken her bir katılımcının kendi tasarımları üzerinden gitmesi böylelikle katılımcılar arasında ortaya çıkabilecek farklı yaklaşımların da gözlenebilmesi tercih edilmiştir. Bu bağlamda, tasarım sürecini gözlemlemek için Yeomans’ın (1982) da önerdiği şekilde, katılımcılardan süreç boyunda attıkları adımları tuttukları notlar ve yaptıkları çizimler ile belgelenmeleri istenmiştir. Aynı zamanda süreç uygulamayı gerçekleştirmeyen bir gözlemci tarafından da takip edilmiş, süreç boyunca kullanılan araçlar, zaman, yaşanan problemler gibi noktalar kaydedilmiştir. Uygulama sonrasında ise Naoum’un (1999) tariflediği ölçütler üzerinden, ele alınan malzeme seçimi yaklaşımları ile ilgili karşılaştırmalı soruların yer aldığı bir anket kurgulanmıştır. Çalışma kapsamında malzeme seçim araçlarının yapı elemanı tasarımı sürecinde kullanılabilirlikleri; kolay öğrenilebilirlik, kolay uygulanabilirlik, hız, sonucun güvenilirliği ve faydalı olma durumu gibi kriterler üzerinden karşılaştırılmakta, her bir malzeme seçim aracının olumlu ve/veya olumsuz bulunan yönleri irdelenmektedir.

Uygulama süreci, her katılımcının uygulama stüdyosu kapsamında geliştirmekte olduğu tasarımlarını 1/50 sistem kesiti detayı üzerinden ele almaları ve aynı yapı elemanının aynı katmanı için malzeme seçimi yapmaları şeklindedir. Her bir katılımcıya 2 farklı sistematiik malzeme seçimi yaklaşımına ait akış şemaları ve ilerleyişe yönelik açıklamalar ile varsa yöntemin önerdiği ve/veya sunduğu veri tabanları verilmiştir. Hangi katılımcının hangi yöntemi uygulayacağı rastgele belirlenmiştir. Belirlenen 4 farklı karşılaştırma ölçütü için iki tasarım problemi kurgulanmıştır. Öncelikli olarak yapılan uygulama, katılımcıların tipik bölge detayı tasarımları sürecinde döşeme kaplama malzemesi seçimi yapmalarıdır. 6 katılımcı bu uygulamaya katılmıştır. Katılımcının, sunulan 2 farklı sistematiik malzeme seçim yaklaşımının ayrı ayrı uygulaması üzerinden “Alan”, “süreç”, hem “alan” hem “süreç”

karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan diğer uygulamada tipik bölge detayı tasarımları sürecinde ısı yalıtımı malzemesi seçimi ele alınmaktadır. Bu uygulama 1 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcının, sunulan 3 farklı çevresel etki bakış açısı ile malzeme yaklaşımını ayrı ayrı uygulaması üzerinden çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımlarının karşılaştırılması yapılmıştır (Çizelge 3.3). Uygulama kapsamında Wolley ve Demkin yaklaşımlarının sunuş biçimlerindeki benzerlik nedeniyle yalnızca biri için değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 3.3 : Hangi katılımcının hangi yöntemi uyguladığı gösteren tablo (1: ilk olarak uygulanan, 2: ikinci olarak uygulanan, 3: üçüncü olarak uygulanan).

	Balanlı Japon	Lohaus Steinborn	Müller Cronberg	Sneck	Ashby Charles George	Demkin Anderson	Anink
Katılımcı 1	1		2				
Katılımcı 2		1	2				
Katılımcı 3	1				2		
Katılımcı 4		1			2		
Katılımcı 5				2		1	
Katılımcı 6		1				1	2 3

Katılımcılara sunulan materyaller, yönteme ait oluşturulmuş akış şemasını, adımlar ile ilgili kısa yazılı açıklamaları, yöntem içerisinde sunulmuş veya önerilen bir veri tabanı varsa ilgili belgeleri içermektedir. Materyaller dağıtıldıktan sonra ve genel işleyiş ile ilgili sözlü açıklamalar yapılmış, tasarım problemi ile sürecin nasıl işlemesi gerektiği anlatılmıştır.

Veri tabanı kullanımı ile ilgili; yöntem içerisinde tanımlanan bir veri tabanı varsa öncelikli olarak onun kullanımı teşvik edilmiş, yoksa ve/veya ihtiyaç duyulursa farklı veri tabanları kullanımı serbest bırakılmıştır.

3.5.1.2. Uygulama sonuçları

Uygulamayı gerçekleştiren katılımcılar, lisans mimarlık eğitimini tamamlamak üzere olmasına rağmen, daha önceki malzeme seçimi süreçlerinde her hangi bir sistematik yaklaşım kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle de, özellikle ilk uygulanan yöntemler ön görülenden daha uzun sürelerde tamamlanabilmiş ve uygulama sırasında

sürece dair sözel açıklamalara ihtiyaç duyulmuştur. Katılımcıların sistematik bir malzeme seçim yönteminin uygulanışına alıştıkları ve 2. yöntemleri çok daha hızlı uyguladıkları gözlemlenmiştir. İlk yöntemlerin uygulanma süresi ortalama 75-90 dakika iken ikinci yöntemlerin uygulanma süresi ortalama 15-30 dakikadır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 : Her bir malzeme seçimi yönteminin uygulanması için geçen süreler.

	Balanlı		Japon		Lohaus Steinborn			Müller Cronberg			Sneck			Ashby Charles George			Demkin Anderson Anink		
Deneyin uygulanması için geçen süre (dk)	70	94	70	87	15	21	32	40	63	59	130	3	9	20					

Uygulama süresince katılımcıların tutmuş oldukları notlar ve uygulama sırasında yapılan gözlemlerden, her bir yöntemin uygulanması için geçen sürelerle bakıldığında; öncelikli olarak değerlendirme modülü olan yöntemlerin diğerlerine kıyasla daha fazla vakit aldığı söylenebilir. Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçim yöntemleri ise hazır verilerin analizi üzerinden ilerleyen ve yalnızca tek bir bakış açısını içeren modeller oldukları için, diğer yöntemlerden çok daha hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir (Çizelge 3.4).

Sistematik bir malzeme seçimi sürecinin öğrencilere daha bilinçli seçimler yapmaya yönelttiği, daha fazla malzeme seçeneği görerek tasarımın gereklerini daha fazla sorgulamaya ittiği yapılan gözlemler arasındadır. Tasarımın çıktıları incelendiğinde uygulamaya katılan bütün öğrencilerin varmış oldukları malzeme sonuçları tasarımlarının gerekleri ile tutarlılık göstermektedir. Bu anlamda, bir değerlendirme modülü içermeyen yaklaşımlarda yapılan malzeme seçimlerinin kişinin bilgi birikimine bağlı olduğu söylenebilir.

Düzenlenen değerlendirme anketinde katılımcılardan uygulamış oldukları malzeme seçim yöntemlerini hem kendi içinde değerlendirmeleri hem de diğer yöntem ile karşılaştırmaları istenmiştir. Elde edilen sonuçlara 3.6. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Son Değerlendirilmesi ve 3.7. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Son

Değerlendirilmesi bölümleri içerisinde sunulan karşılaştırma tablolarında yer verilmiştir.

Özetle, sistematik malzeme seçim yöntemleri içerisinde değerlendirme modülü içeren yöntemler *kolay öğrenilebilirlik, uygulanabilirlik ve hız* başlıklarında değerlendirme modülü içermeyen yöntemlere göre daha kötü olarak değerlendirilse de *sonucun güvenilirliği ve faydalı olma durumu* ele alındığında daha iyi olarak değerlendirilmiştir. Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yöntemleri için yapılan değerlendirmeler ise kendi içinde oldukça benzer değerlendirilmiştir. Bütün yöntemler için kolay öğrenilebilir, uygulanabilir, sonucu güvenli ve faydalı denilebilir. Bir tek Anink yaklaşımının diğerlerine göre çözüme ulaşmadaki hızının daha az olduğu belirtilmiştir.

Değerlendirme kapsamında ele alınan bir diğer kriter de veri tabanı ihtiyacıdır. Bu değerlendirme zaten bir veri tabanı olarak ele alınan, çevresel etki yaklaşımları için yapılmamıştır. Sistematik malzeme seçim yöntemleri içerisinde ise, yalnızca Ashby ve George yöntemleri hazır bir veri tabanı sunmaktadır, diğer yöntemler veri tabanı kullanma kararını tasarımcıya bırakmakta ve Charles yöntemi dışındaki yöntemler her hangi bir veri tabanı önerisinde dahi bulunmamaktadır.

“Malzeme seçim yöntemini kullanırken bir veri tabanı kullanma ihtiyacı hissettiniz mi? Evet ise, hissettiğiniz ihtiyaç düzeyini değerlendiriniz?” sorusu sorulduğunda; kendi içerisinde bir veri tabanı sunmayan neredeyse bütün yöntemler için veri tabanı ihtiyacının söz konusu olduğu belirtilmiştir. Değerlendirme modülü içeren yöntemler için ihtiyaç düzeyinin diğerlerine göre daha fazla olduğu söylenebilir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin veri tabanı ihtiyacının kendi içinde değerlendirmesi (1- çok az/ 5 –çok fazla).

	Balanlı		Japon		Lohaus Steinborn		Müller	Cronberg	Sneck	Ashby	Charles	George
Veri tabanı ihtiyacı	4	5	5	5	4	3	0	2	1	4	0	

Katılımcılar uyguladıkları yöntem bir veri tabanı sunmadığı durumda *google* başta olmak üzere internet üzerinden ulaşabildikleri birçok farklı kaynaktan

yararlandıklarını belirtmiştir. Bunlar içerisinde en çok kullanılan veri tabanları olarak; *yapı kataloğu* ve *materia* sıralanabilir.

Uygulanan yöntemler ile ilgili yapılması istenilen bir diğer değerlendirme de, her bir yöntem için olumlu ve olumsuz yönlerin belirtilmesidir. Sonuçlar katılımcılar ağzından, anahtar kelimeler ile aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri.

	Olumlu özellikler	Olumsuz özellikler
Balanlı	“performans ve ekonomik açıdan en uygun alternatif” “önce beklentiler sonra bunları karşılayan ürünler”	“karmaşık ve uzun süren” “hesaplamalar zaman alıcı anlaşılması zor”
Japon	“sayısal mukayese, araştırma, projeyi baştan düşünme” “gruplandırma malzeme bilgisine ulaşımı kolaylaştırması”	“sayısal mukayese tam somut değil” “irdelenmesi çok fazla adım var fakat veri ve sistem içinde tutarlılık yok.”
Lohaus Steinborn	“yerel malzeme tanımı”	“çok dar bir bakış açısına sahip, yetersiz”
Müller	“kolay, hızlı”	“sezgisel”
Cronberg	“kullanıcı odaklı olması”	“malzeme seçimine yönlendirmemesi”
Sneck	“sistemlik oluşu”	“belirsizlikler var”
Ashby	“karar verme ve sürece hâkim olma özellikleri var”	“muallak şeyler var”
Charles	“asıl malzemeye aday malzemeler belirlenmesi”	“adımların daha sistemlik tablo altlıklı, grafik altlıklı olmaması”
George	“arka planını oluşturan veriler, grafikler ve adım adım gelişen bir sistem”	“değerlendirme aşamasının daha sağlam zemine oturtulmaması”
Demkin	“matris yöntemi ile iki farklı kriteri çaprazlama olanağı”	“malzeme özelliği (yapısal) yetersiz”
Anderson	“matris yöntemi ile iki farklı kriteri çaprazlama olanağı”	“malzeme özelliği (yapısal) yetersiz”
Anink	“kendi yorumları öğretici”	“birkaç malzeme dışında bilgi edinilememek”

Katılımcıların geneli sistemlik malzeme seçimi araçlarının kullanılmasını “faydalı” bulduklarını belirtmişlerdir. Son olarak, “bundan sonraki yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminizde, sistemlik malzeme seçim yöntemlerini kullanmayı düşünür müsünüz?” sorusu sorulduğunda; deneklerin geneli olumlu yanıtlar vermiş ve yöntemleri ileri ki malzeme seçim süreçlerinde kullanmayı düşündüklerini belirtmiştir.

“Tercihiniz hangi yöntemden yana olurdu?” sorusu sorulduğunda ise katılımcıların yapmış oldukları tercihler aşağıdaki gibidir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin tercih edilme durumu (+ tercih edilen, - tercih edilmeyen).

	Balanlı Japon	Lohaus Steinborn	Müller Cronberg	Sneck	Ashby Charles George	Demkin Anderson	Anink
Katılımcı 1	+		-				
Katılımcı 2		+	-				
Katılımcı 3	+				-		
Katılımcı 4		-			+		
Katılımcı 5				-		+	
Katılımcı 6						-	+

3.5.2. Az deneyimli mimarlar ile yapılan uygulamalar

3.5.2.1. Uygulama süreci

Söz konusu “sistemati” malzeme seçim araçlarının *profesyonel* alanda kullanılabilirliğini ortaya koyabilmek için İstanbul Teknik Üniversitesi mimarlık bölümü 2013 mezunları ile çalıştıkları ofislerde ele aldıkları mevcut projelerde malzeme seçimi sırasında bu araçların kullanılması ve değerlendirilmesi biçiminde deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Uygulamanın kurgusu ve düzenlenen materyaller öğrenciler ile gerçekleştirilen uygulama ile benzerdir. Her bir katılımcıya 2 farklı sistemati malzeme seçimi yaklaşımına ait akış şemaları ve ilerleyişe yönelik açıklamalar ile varsa yöntemin önerdiği ve/veya sunduğu veri tabanları verilmiştir.

Katılımcılardan sunulan 2 farklı sistemati malzeme seçim yaklaşımını, üzerinde çalıştıkları projelerin tipik bölge detayı tasarımları sürecinde döşeme kaplama malzemesi seçimi sürecinde ayrı ayrı uygulaması üzerinden “Alan”, “süreç”, hem “alan” hem “süreç” karşılaştırmaları yapılmıştır (Çizelge 3.8). Süreç, hem dışarıdan yapılan gözlemlerle, hem deneklerin günlük formatında süreci belgelemesiyle belgelenmiş, yapılan anket ile de karşılaştırmalı sonuçlar elde edilmiştir. Bu uygulama

kapsamında çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımlarına dair bir karşılaştırma yapılmamıştır. Elde edilen sonuçlar mimarlık öğrencileri ile yapılan çalışma ile karşılaştırılarak yorumlanmaktadır.

Çizelge 3.8 : Hangi katılımcının hangi yöntemi uyguladığı gösteren tablo (1: ilk olarak uygulanan, 2: ikinci olarak uygulanan, 3: üçüncü olarak uygulanan).

	Balanlı	Japon	Lohaus Steinborn	Müller	Cronberg	Sneck	Ashby	Charles	George	Demkin	Anderson	Anink
Katılımcı 1	1				2							
Katılımcı 2		1				2						
Katılımcı 3		1					2					
Katılımcı 4	1								2			
Katılımcı 5			2					1				

3.5.2.1. Uygulama sonuçları

Uygulamanın gerçekleştirildiği az deneyimli mimar katılımcılar da mimarlık öğrencileri gibi ilk uygulanan yöntemleri ön görülenden daha uzun sürelerde tamamlayabilmiş ve uygulama sırasından sürece dair sözel açıklamalara ihtiyaç duymuştur. Katılımcıların sistematik bir malzeme seçim yönteminin uygulanışına alıştıkları ve 2. yöntemleri çok daha hızlı uyguladıkları gözlemlenmiştir. İlk yöntemlerin uygulanma süresi ortalama 100 dakika iken ikinci yöntemlerin uygulanma süresi ortalama 30 dakikadır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9 : Her bir malzeme seçimi yönteminin uygulanması için geçen süreler.

	Balanlı	Japon	Lohaus Steinborn	Müller	Cronberg	Sneck	Ashby	Charles	George	Demkin	Anderson	Anink
Deneyin uygulanması için geçen süre (dk)	80	94	150	148	27		19	35	42	86	55	

Öncelikli olarak, bilimsel alanda kullanılmak üzere geliştirilmiş söz konusu malzeme seçimi yaklaşımlarının birçoğu içerisinde maliyet ile ilgili değerlendirme araçları içermemektedir. Bu nedenle, profesyonel bir bakış açısı ile uygulandığında, ele alınan en önemli kriterlerden birinden yoksunlardır.

Yapılan gözlemler ve tasarımın çıktıları incelendiğinde deneklerin bu konuda problemler yaşadığı söylenebilir. Tasarımın gereklerini en iyi sağlayan malzeme her zaman maliyet olarak en uygun malzeme olarak karşımıza çıkmamakta, bu gibi durumlarda yapılan seçimler varılan sonucun tasarımın gerekleri ile tutarsız olmasına neden olabilmektedir. Bu noktada tasarımcıların kişisel bilgi birikimleri yapılan seçimlerde önemli bir faktör olmuştur.

Uygulama sonucunda gerçekleştirilen anket çalışmasında, katılımcıların sistematik malzeme seçim yöntemleri ile karşılaşmadan önce, yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminde izlediği yolu (Model 0), sistematik bir malzeme seçim yöntemi kullanarak izlediği süreç ile karşılaştırması ve çeşitli başlıklar üzerinden değerlendirmesi istenmiştir. Elde edilen sonuçlara 3.6. Mevcut Malzeme Seçimi Süreçlerinin Son Değerlendirilmesi bölümü içerisinde sunulan karşılaştırma tabloları içerisinde yer verilmiştir.

Çalışma kapsamında ele alınan bir diğer kriter de veri tabanına ihtiyaç duyulup duyulmamasıdır. Uygulamaya katılan az deneyimli mimarların da, yöntemleri uygulayabilmek için, en az mimarlık öğrencileri kadar veri tabanına ihtiyaç duydukları görülmektedir. Öyle ki, bilgi düzeyi arttıkça bir veri tabanının içermesi beklenen özellikler de artmaktadır. Örneğin, mimarlık öğrencileri daha çok algısal özellikleri incelerken, az deneyimli mimarlar daha çok maliyet üzerinde durmaktadır.

Öğrenciler için karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanları tercih edilirken, benzeri veri tabanları seçenek oluşturulmasında az deneyimli mimarlar tarafından yararlı bulunsa da karşılaştırma için yeterli bulunmamaktadır. Bu noktada tanımlanan özellikler için sınır değerler belirleyerek, bu değerler üzerinden bilgiler sunan kaynaklardan yararlanma yoluna gidilmiştir. Standartlar ve yönetmelikler ile firmaların sunmuş olduğu bilgileri içerek kataloglar, teknik şartnameler incelenmektedir.

Uygulanan yöntemler ile ilgili yapılması istenilen bir diğer değerlendirme de, her bir yöntem için olumlu ve olumsuz yönlerin belirtilmesidir. Sonuçlar katılımcılar ağızından, anahtar kelimeler ile aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri.

	Olumlu özellikler	Olumsuz özellikler
Balanlı	“detaylı analizler yaptırıp, net sonuç vermesi” “detaylı ve objektif”	“malzeme analizleri uzun sürüyor” “uzun, zahmetli, sabit bir kıyaslama listesi kullanmıyor”
Japon	“gruplandırma ve onun malzeme bilgisine ulaşımı kolaylaştırması” “doğru uygulanırsa en doğru sonuç veriyor”	“karşılaştırmanın zorluğu, çok farklı kriterlerin toplanması” “çok karışık”
Lohaus Steinborn	“kısa süre”	“net sonuç vermemesi”
Cronberg	“olumlu bir başlangıç sağlıyor”	“yetersiz, sübjektif”
Sneck	“anlaşılabilir ve genel olması”	“daha yüzeysel kaldığından detaylı analiz yapılmaması”
Ashby	“görsel öğeler süreci kolaylaştırıyor”	“benzerlik ve ilhan gibi muğlak şeyler var”
Charles	“çok net ve güvenilir sonuç”	“çok uzun sürmesi”
George	“malzemelerin teknik özellikleri üzerine eğilmesi”	“mimarlığa uygun değil, daha çok mühendislik”

Yapılan uygulama sonucunda “Alan”, “Süreç”, Hem “alan” hem “süreç” üzerinden yapılan karşılaştırmalar için mimarlık öğrencileri ile gerçekleştirilen uygulamadan farklı sonuçlar elde edilmiştir. Mimarlık öğrencilerinin yapmış olduğu yorumlar ile karşılaştırılırsa, bilgi birikimi ve deneyim arttıkça değerlendirme süreci eksikliğinin yarattığı problemlerin azaldığı görülmektedir. Bu nedenle alan ve sürecin yanı sıra, uygulanma hızı ve sonucun güvenilirliği tercih nedeni olmuştur (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11 : Söz konusu malzeme seçimi yönteminin tercih edilme durumu (+ tercih edilen, - tercih edilmeyen).

	Balanlı	Japon	Lohaus Steinborn	Müller	Cronberg	Sneck	Ashby	Charles	George	Demkin	Anderson	Anink
Katılımcı 1	+				-							
Katılımcı 2		-				+						
Katılımcı 3		-					+					
Katılımcı 4	+								-			
Katılımcı 5			-					+				

3.5.3. Uygulamaların değerlendirmesi

Ele alınan sistematik malzeme seçimi yaklaşımlarının kullanılabilirliğinin değerlendirmesi için yapılan uygulama sonucu elde edilen sonuçlar aşığıdaki gibi sıralanabilir.

“**Alan**” üzerinden karşılaştırma yapıldığında; endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımlar sunmuş oldukları kaynak tablo ve grafikler ile kolay uygulanabilirlik, öğrenilebilirlik ve hız açısından mimari bakış açısına sahip yaklaşımlara oranla daha iyi değerlendirilmiştir. Ancak, genele baktığımızda bu gibi yaklaşımların sunmuş oldukları veriler mimari bir tasarımda malzemeden beklenen özelliklerin değerlendirilmesi için yeterli değildir. Bu nedenle, alan karşılaştırmasında mimari bakış açısına sahip yaklaşımların kullanılabilirliği daha güçlü olarak değerlendirilebilir.

“**Süreç**” üzerinden karşılaştırma yapıldığında; mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar içerisinde, değerlendirme aşaması içeren yaklaşımlar her ne kadar sürecin pratikliğini kaybetmesine neden olsa da, değerlendirme aşaması içermeyen yaklaşımlara oranla tercih edilmektedir. Değerlendirme aşamasının varlığı malzeme kararlarının verilmesi için izlenmesi gereken yolu adım adım belirterek, uygulayıcıları güvenilir malzeme sonuçlarına ulaştırmaktadır.

Hem “alan” hem “süreç” üzerinden karşılaştırma yapıldığında; yaklaşımın bir değerlendirme aşaması içerip içermemesi bu başlıktaki kullanılabilirlik karşılaştırmasında daha baskın bir kriter olmuştur.

Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımlarının kendi içerisinde karşılaştırılmasında, malzemenin diğer performans özellikleri ile ilgili de bilgiler de sunan yaklaşımlar tercih edilmektedir. Tek başına çevresel etki değerlendirme tablolarının yapı elemanı tasarımından beklenen performansları karşılayacak malzeme kararını vermede yeterli olmadığı, ancak diğer sistematik malzeme seçimi yaklaşımlarının içerisine bir araç olarak dâhil edilebileceği sonucuna varılabilir.

Yapılan karşılaştırma deneyleri kapsamında değerlendirilen bir diğer kriter de **veri tabanı ihtiyacı**dır. Sınırlı bir malzeme bilgisine sahip mimarlık öğrencileri tarafından yapılacak bir malzeme seçiminde, olası malzeme seçeneklerini bulmak, araştırmak ve karşılaştırmak için bir kaynak kullanılması kaçınılmazdır.

3.6. Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Son Değerlendirmesi

Mevcut malzeme seçimi süreçleri; sistematik malzeme seçimi yöntemleri ve malzeme veri tabanları olarak, ön değerlendirmeler sonrasında mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar ile yapılan uygulamalar ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Süreç boyunca edinilen deneyimler üzerinden, ön değerlendirme kapsamında da pilot proje üzerinden yapılan bireysel çalışma tekrarlanarak, her bir yöntemin ve veri tabanının yapı elemanı tasarımı malzeme seçimi sürecinde kullanılabilirliğine ilişkin son değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yapılan değerlendirmelerde; mimarlık öğrencileri ile yapılan uygulama sonuçları, az deneyimli mimarlar ile yapılan uygulama sonuçları ve pilot çalışma üzerinden yapılan bireysel uygulama sonuçları sunulmuştur.

Yapılan uygulamalar, fazla sayıda katılımcının sunmuş olduğu veri havuzunun istatistiksel bir yorumlanması şeklinde kurgulanmamıştır. Bunun yerine, az sayıda katılımcı ile gerçekleştirilmiş uygulamalar yapılarak katılımcıların süreçleri gözlemlenmiş ve sunmuş oldukları geri bildirimler detaylıca incelenmiştir. Uygulama sonuçları ve bireysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar, süreç boyunca edinilen deneyimler ile yorumlandığında, her yöntemin farklı başlıklar üzerinden değerlendirmesi yapılabilmektedir.

Yapılan değerlendirme ele alınan yöntemin ele alınan başlığı karşılama düzeyini sunmayı amaçlamaz. Süreç boyunca elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak ortaya koyulan sayısal değerler, yöntemlerin güçlü ve zayıf yönlerinin ortaya koyulması ve aynı skala üzerinden bakıldığında birbirleri ile karşılaştırılmasının yapılabilmesi için veri oluşturmaktadır.

Mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin her biri; *veri toplamaya katkısı, toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı, seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak, seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak, probleminin tam çözümüne ulaştırabilmesi, kolay öğrenilebilirliği, kolay uygulanabilirliği, çözüme ulaşmadaki hızı, sonucun güvenilirliği, yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkıları, faydalı olma durumu ve veri tabanı ihtiyacı* başlıkları üzerinden 1-çok kötü, 5-çok iyi olmak üzere 5li skala ile değerlendirilmiştir (Çizelge 3.12).

Yapılan değerlendirmelerin ortalamaları alındığında mevcut malzeme seçimi yöntemleri, en yüksek skordan en düşüğe, *Balanlı, Ashby, Charles, George, Sneck, Cronberg, Müller, Japon Araştırma Enstitüsü, Lohaus ve Steinborn* şeklinde sıralanabilir.

Çizelge 3.12 : Mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırmalı analiz (1 çok kötü – 5 çok iyi)		Veri toplamaya katkısı	Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı	Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak	Seçeneklerin değerlendirilme, sağladığı olanak	Problemnin tam çözümüne ulaştırabilmesi	Kolay öğrenilebilirliği	Kolay uygulanabilirliği	Çözüme ulaşmadaki hızı	Sonucun güvenilirliği	Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine	Faydalı olma durumu	Veri tabanı ihtiyacı
BALANLI	öğrenci						4	3	2	4		5	evet
	az deneyimli mimar						3	3	2	4		3	
	bireysel	5	3	4	4	5	3	3	2	5	4	4	
		5	5	4	4	4	2	3	2	4	3	5	
		5	4	4	4	4	3	3	2	4	4	5	
3,78	ortalama:	5,00	4,00	4,00	4,00	4,33	3,00	3,00	2,00	4,20	3,67	4,40	
JAPON ARAŞ. ENSTİTÜ.	öğrenci						3	3	3	3			evet
	az deneyimli mimar						2	5	1	4			
	bireysel	5	1	4	2	2	1	1	1	4	3	4	
		4	2	2	3	2	1	1	1	1	2	4	
		4	3	4	3	3	2	2	1	3	3	4	
2,72	ortalama:	4,33	2,00	3,33	2,67	2,33	1,80	2,40	1,40	3,00	2,67	4,00	
LOHAUS STEINBO RN	öğrenci						2	3	4	2		3	evet
	az deneyimli mimar						4	4	4	3	2		
	bireysel	4	2	2	1	2	4	4	4	3	2		
		3	3	3	1	2	4	3	4	2	2	2	
		3	3	3	1	2	4	3	4	2	2	2	
2,64	ortalama:	3,50	2,50	2,50	1,00	2,00	3,33	3,33	4,00	2,33	2,00	2,50	
MÜLLER	öğrenci						5	4	5	2		3	evet
	az deneyimli mimar												
	bireysel	3	3	3	1	2	4	3	4	2	2	2	
		3	3	3	1	2	4	3	4	2	2	2	
		3	3	3	1	2	4	3	4	2	2	2	
2,82	ortalama:	3,00	3,00	3,00	1,00	2,00	4,50	3,50	4,50	2,00	2,00	2,50	
CRONBERG	öğrenci					4	4	5	5	3		4	hayır
	az deneyimli mimar					5	5	5	4	1	1		
	bireysel	2	2	1	2	5	5	5	4	1	1		
		3	3	2	2	2	5	4	4	2	2	3	
		3	3	2	2	2	5	4	4	2	2	3	
3,08	ortalama :	2,50	2,50	1,50	2,00	3,67	4,67	4,67	4,33	2,00	1,50	3,50	
SNECK	öğrenci						5	5	5	3		3	evet
	az deneyimli mimar						3	3	4	3	3	3	
	bireysel	3	4	2	3	3	3	3	4	3	3	3	
		3	3	2	2	2	5	4	4	2	2	3	
		3	3	2	2	2	5	4	4	2	2	3	
3,12	ortalama:	3,00	3,50	2,00	2,50	2,50	4,33	4,00	4,33	2,67	2,50	3,00	

Çizelge 3.12 (devam) : Mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırmalı analiz (1 çok kötü – 5 çok iyi)		Veri toplamaya katkısı	Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı	Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak	Seçeneklerin değerlendirilme sağladığı olanak	Problemnin tam çözümüne ulaştırabilmesi	Kolay öğrenilebilirliği	Kolay uygulanabilirliği	Çözümde ulaşmadaki hızı	Sonucun güvenilirliği	Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine	Faydalı olma durumu	Veri tabanı ihtiyacı
ASHBY	öğrenci						5	5	4	4		4	hayır/evet
	az deneyimli mimar	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	
	bireysel	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	
	ortalama:	4,00	4,00	4,00	3,50	3,50	4,33	4,33	3,67	3,33	2,50	3,33	
CHARLES	öğrenci						2	2	3	2		3	evet
	az deneyimli mimar	5	4	5	5	5	4	3	2	5	4	4	
	bireysel	4	4	4	3	4	3	3	2	4	3	4	
	ortalama:	4,50	4,00	4,50	4,00	4,50	3,00	2,67	2,33	3,67	3,50	3,67	
GEORGE	öğrenci						4	4	3	5		5	hayır/evet
	az deneyimli mimar	2	4	3	3	3	4	4	3	3	3		
	bireysel	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	
	ortalama:	2,50	4,00	3,50	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,67	3,00	4,50	

3.6.1. Balanlı yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Yöntem, malzeme seçimini yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde ele almaktadır. Eleman, katman, malzeme hiyerarşisi söz konusudur. Malzemenin eleman içerisindeki işlevi üzerinden gereksinimler tanımlanır.
- Sistematik yapısı ile kullanıcıyı sonuca yönlendiren net adımlar içermektedir.
- Sayısal bir değerlendirme süreci içermektedir. Bu süreçte malzemenin maliyetini de göz önüne almaktadır.

Zayıf Yönler:

- Yönteme destek olacak ve malzeme seçeneklerinin oluşturulması ile seçimi süreçlerini kolaylaştıracak bir veri tabanı ihtiyacı söz konusudur.
- Soyut ölçütlerin yöntem içerisinde nasıl yer alacağına ilişkin her hangi bir tanımlama yapılmamıştır.
- Yöntemin, özellikle malzeme araştırmasını ve karşılaştırmasını içeren adımlarının, uygulanması uzun zaman almaktadır.

3.6.2. Japon araştırma enstitüsü yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Yöntem malzeme seçimini yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde ele almaktadır. Bina, mekân, eleman, katman, malzeme hiyerarşisi söz konusudur ve her birine etki eden faktörler ile istenilen koşullar tanımlanır.
- Tanımlamaların önce nitel sonra nicel yapılması tasarımcının düşünce sürecini kolaylaştırmaktadır.
- Tanımlamalar gruplandırmalar üzerinden 10'lu matrisler üzerinden gruplandırılarak ilerlemektedir. Örneğin, elemana etki eden 10 faktör, her faktörün etki biçimi için 10 alt başlık, her başlığın etki düzeyini gösteren 10lu skala tanımlanmıştır. Böylelikle, tanımlamalar sistematik bir şekilde yapılabilir.
- Değerlendirme aşamasında farklı değerlendirme seçenekleri sunulmuştur. Farklı tasarımlar ve tasarımcılar için farklı değerlendirme modüllerinin seçilebilmesi olumludur.

Zayıf Yönler:

- Yöntem, mimarlık öğrencileri veya az deneyimli tasarımcıların pratik süreçlerinde kullanımı için fazla sistematik kalmakta ve uzun vakit almaktadır. Bilimsel çalışmalar için kullanımı daha uygundur.
- Yönteme ait bütün materyallerin çevrilmemiş olması ve çeviri dilinin İngilizce öğrenme ve uygulama sürecini zorlaştırmıştır.
- 10lu matrisler üzerinden yapılan tanımlamalar Japonya koşulları üzerinden yapıldığı için yalnızca bir kısmı kullanılabilir. Yöntemin tanımlandığı şekilde ilerleyebilmesi için ilgili bilgilerin Türkiye koşullarına uyarlanarak oluşturulması gerekmektedir.
- Yönteme destek olacak ve malzeme seçeneklerinin oluşturulması ile seçimi süreçlerini kolaylaştıracak bir veri tabanı ihtiyacı söz konusudur.
- Değerlendirme aşamasında sunulan farklı değerlendirme seçeneklerinin her biri için detaylı açıklamalar olmaması, farklı uygulandığında varılan sonuçların değişmesine neden olmaktadır.

3.6.3. Lohaus ve Steinborn yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Yapı elemanı tasarımını etkileyen ve malzeme seçimi ile ilişkili faktörlerin başlıklarının sunulması tanımlama aşaması için yardımcıdır.
- Binanın bulunduğu konuma kolay ulaşılabilir yapı malzemelerinin kullanıma teşvik etmesi olumludur.

Zayıf Yönler:

- Değerlendirme aşaması tanımlanmamıştır. Kullanıcı malzeme araştırmasında nasıl bir süreç izleyeceğine ve nasıl bir seçim yapacağına kendi karar vermelidir. Özellikle, konu ile ilgili bilgi düzeyi düşük veya az deneyimli kişilerin kullanımında yöntemin sağladığı fayda ve sonucun güvenilirliği en azdır.
- Yönteme destek olacak ve malzeme seçeneklerinin oluşturulması ile seçimi süreçlerini kolaylaştıracak bir veri tabanı ihtiyacı söz konusudur.

3.6.4. Müller yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Yapı elemanı tasarımını etkileyen ve malzeme seçimi ile ilişkili faktörlerin başlıkların sunulmadı tanımlama aşaması için yardımcıdır.
- Malzemeden beklenen özelliklerin eşleştirilmesi için sunulan başlıklar yol gösterici olmaktadır.
- Gereksinimler ve istekler ile ifade edilen, işlevsel ve algısal özellikler ayrımı olumludur.

Zayıf Yönler:

- Değerlendirme ve malzeme araştırması aşamaları sistematik bir şekilde tanımlanmamıştır. Özellikle konu ile ilgili bilgi düzeyi düşük veya az deneyimli kişilerin kullanımında yöntemin sağladığı fayda ve sonucun güvenilirliği minimumdardır.
- Yönteme destek olacak ve malzeme seçeneklerinin oluşturulması ile seçimi süreçlerini kolaylaştıracak bir veri tabanı ihtiyacı söz konusudur.

3.6.5. Cronberg yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Kolay öğrenilebilir, uygulanabilir, hızlı ve pratiktir.

- Kullanıcı gereksinimleri üzerinden malzeme özelliklerinin tanımlanması için yol göstericidir.

Zayıf Yönler:

- Bir malzeme seçim yönteminden çok destek aracıdır. Malzeme seçiminde ele alınacak değerlendirme şekli yöntem içerisinde tanımlanmamıştır. Seçim süreci kullanıcının bilgi birikimi ve deneyimleri üzerinden ilerlemektedir.

3.6.6. Sneck yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Kolay öğrenilebilir, uygulanabilir, hızlı ve pratiktir.
- Performans gereksinimleri üzerinden malzeme özelliklerinin tanımlanması için yol göstericidir.

Zayıf Yönler:

- Bir malzeme seçim yönteminden çok destek aracıdır. Malzeme seçiminde ele alınacak değerlendirme şekli yöntem içerisinde tanımlanmamıştır. Seçim süreci kullanıcının bilgi birikimi ve deneyimleri üzerinden ilerlemektedir.
- Yönteme destek olacak ve tanımlanan performanslar üzerinden malzeme seçeneklerinin oluşturulması ile seçimi süreçlerini kolaylaştıracak bir veri tabanı ihtiyacı söz konusudur.

3.6.7. Ashby yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Farklı tasarımlar ve tasarımcıların ihtiyaçlarına yönelik izlenebilecek farklı sistematiklikte yollar ortaya koymaktadır.
- Malzemelerin kökenleri üzerinden karşılaştırmalı özelliklerini gösteren malzeme haritaları sunmaktadır. Bütün malzemeleri bir arada görmek ve hızlı bir şekilde karşılaştırma yapabilmek adına olumludur.

Zayıf Yönler:

- Başta endüstri ürünleri tasarımcıları ve mühendislerin kullanımına yönelik olduğu için sunduğu malzeme özellikleri de bu bakış açısı üzerinden sunulmuştur. Mimari bir tasarımda tanımlanan malzeme özelliklerinin yalnızca bir kısmını içermektedir. Eksik kalan noktaların farklı veri tabanları ile desteklenmesi gerekmektedir.

- Farklı kaynaklardan malzeme özelliklerine ilişkin bilgilerin yöntem içerisindeki değerlendirme sürecine nasıl katılacağı belirsizdir.
- Soyut ölçütlerin sayısal değerlendirme sürecine nasıl katılacağı belirsizdir.

3.6.8. Charles yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Sürecin, aday seçenekler üzerinden malzeme özelliklerinin karşılaştırılması ile başlaması daha sonrasında elemandan hangi özelliklerin beklendiğinin ortaya konulması seçim sürecine kolaylık sağlamak ve veri toplama sürecini sistematikleştirmektedir.

Zayıf Yönler:

- Başta endüstri ürünleri tasarımcıları ve mühendislerin kullanımına yönelik olduğu için önerilen veri tabanları da bu bakış açısı üzerinden sunulmuştur. Eksik kalan noktaların farklı veri tabanları ile desteklenmesi gerekmektedir.
- Yalnızca sayısal tanımlamalar üzerinden ilerlemektedir. Ancak, mimari bir tasarımın bir parçası olan ve nicel olarak tanımlanamayacak ölçütlerin süreç içerisinde nasıl katılacağı tanımlanmamıştır.
- Yöntemin, özellikle malzeme araştırması içeren ilk adımlarının, uygulanması uzun zaman almaktadır.

3.6.9. George yöntemi için güçlü ve zayıf yönler

Güçlü Yönler:

- Kaynak olarak Ashby'nin malzemelerin kökenleri üzerinden karşılaştırmalı özelliklerini gösteren malzeme haritalarını kullanmaktadır. Bütün malzemeleri bir arada görmek ve hızlı bir şekilde karşılaştırma yapabilmek adına olumludur.

Zayıf Yönler:

- Başta endüstri ürünleri tasarımcıları ve mühendislerin kullanımına yönelik olduğu için malzeme özellikleri de bu bakış açısı üzerinden sunulmuştur. Eksik kalan noktaların farklı veri tabanları ile desteklenmesi gerekmektedir.
- Farklı kaynaklardan malzeme özelliklerine ilişkin bilgilerin yöntem içerisindeki değerlendirme sürecine nasıl katılacağı belirsizdir.
- Soyut ölçütlerin sayısal değerlendirme sürecine nasıl katılacağı belirsizdir.

3.7. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Son Değerlendirmesi

Yapılan uygulamalarda, kaynak taralaları sonucunda bulunan veri tabanları içerisinde erişilebilirliği, güncel bilgiler içermesi ve malzeme seçiminde kullanım şekli göz önüne alınarak *Yapı Kataloğu*, *Material Connexion* ve *Materia* veri tabanları için değerlendirmeler yapılmıştır. Bunun yanı sıra çevresel etki değerlendirme tabloları da birer veri tabanı olarak ele alınarak bu bölüm altında değerlendirilmiştir.

Mevcut malzeme veri tabanlarının her biri ise; *erişilebilirlik*, *hız*, *kullanım kolaylığı*, *seçeneklere ulaşmada*, *seçenekleri karşılaştırmada*, *seçenekleri görmede*, *seçenek sayısı*, *faydalı olma durumu* başlıkları üzerinden 1-çok kötü, 5-çok iyi olmak üzere 5li skala ile değerlendirilmiştir (Çizelge 3.13).

Yapılan değerlendirmelerde; mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar ile yapılan uygulama sonuçları ve pilot çalışma üzerinden yapılan bireysel uygulama sonuçlarının yanı sıra, 3.8. Geliştirilen Malzeme Seçimi Aracı Aşamaları başlıklı bölümde yer verilen uygulamaların veri tabanları ile ilgili sonuçları da sunulmuştur. Bütün uygulama sonuçlarının ortalamaları alınarak her bir yöntemin son değerlendirmesini oluşturmuştur.

Yapılan değerlendirmelerin ortalamaları alındığında incelenen malzeme veri tabanları en yüksek skordan en düşüğe, *Materia*, *Yapı Kataloğu*, *Material Connexion* şeklinde sıralanabilir.

Materia veri tabanı, bütün başlıklar üzerinden iyinin üstünde değerlendirmeler almıştır. Veri tabanının malzeme özelliklerini karşılaştırmalı bir şekilde sunması, algısal özelliklere yer vermesi, sunduğu filtreleme seçenekleri güçlü özelliklerindendir. Kullanım alanı üzerinden filtreleme seçeneği olmayışı ve diğer veri tabanlarına oranla daha az sayıda malzeme içermesi ise zayıf yönleri olarak sıralanabilir.

Yapı kataloğu veri tabanının güçlü yönleri, başta Türkiye odaklı bir veri tabanı olması ve kullanım alanı üzerinden filtreleme yapılabilmesidir. Malzeme özelliklerine ilişkin sunduğu bilgiler yetersiz kalabilmektedir. Bu anlamda malzeme özelliklerini karşılaştırmalı olarak sunan veri tabanlarına oranla güvenilirliği ve seçenekleri karşılaştırmadaki faydası düşüktür.

Material Connexion veri tabanı ise, *Materia* gibi malzeme özelliklerini karşılaştırmalı bir şekilde sunması, algısal özelliklere yer vermesi, sunduğu filtreleme seçenekleri güçlü özelliklere sahiptir. Ancak veri tabanına ücretsiz üyelik ile sınırlı erişim sağlanabilmesi, birçok farklı filtreleme seçeneklerinin birden kullanımında doğabilecek malzeme havuzunun kontrolsüz daralması gibi problemler kullanımını zorlaştırmaktadır.

Çizelge 3.13 : Malzeme veri tabanlarının karşılaştırılması.

Karşılaştırmalı analiz (1 çok kötü – 5 çok iyi)	Erişilebilirlik	Hız	Kullanım kolaylığı	Seçeneklere ulaşmada	Seçenekleri karşılaştırmada	Seçenekleri görmede	Seçenek sayısı	Faydalı olma durumu
YAPI KATAL OĞU	V2			4,00	2,67	4,75	3,25	4,33
	V3	5	5	4	5	5	4	4
	V4	4	4	4				5
	bireysel	5	5	3	5	2	4	4
	ortalama:	4,67	4,67	3,67	4,67	2,22	4,58	3,75
MATER IA	V2			4,25	4,00	4,50	4,00	4,67
	V3	5	5	4	5	4	5	5
	V4	5	5	5				5
	bireysel	5	5	4	4	5	4	5
	ortalama:	5,00	5,00	4,33	4,42	4,33	4,50	4,92
MATER IAL CONX.	V1	3,14	3,38	2,67	3,39	3,21	3,76	3,09
	V3	4	4	3	5	3	4	5
	V4	5	4	3				3
	bireysel	4	3	3	3	5	4	5
	ortalama:	3,79	3,60	2,92	3,80	3,74	3,92	4,44

Çevresel etki değerlendirmesi sunan yaklaşımlar da *hız*, *kullanım kolaylığı*, *seçeneklere ulaşmada*, *seçenekleri karşılaştırmada*, *seçenekleri görmede*, *faydalı olma durumu* başlıkları üzerinden 1-çok kötü, 5-çok iyi olmak üzere 5li skala ile değerlendirilmiştir (Çizelge 3.14).

Yapılan değerlendirmelerde; mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar ile yapılan uygulama sonuçları ve pilot çalışma üzerinden yapılan bireysel uygulama sonuçlarının yanı sıra, Geliştirilen Malzeme Seçimi Aracı Aşamaları başlıklı bölümde yer verilen uygulamaların veri tabanları ile ilgili sonuçları da sunulmuştur. Bütün uygulama sonuçlarının ortalamaları alınarak her bir yöntemin son değerlendirmesini oluşturmuştur.

Yapılan değerlendirmelerin ortalamaları alındığında incelenen çevresel etki tabloları en yüksek skordan en düşüğe, *Woolley*, *Anderson*, *Demkin*, *Anink* şeklinde sıralanabilir.

Her ne kadar değerlendirme sonuçları birbirine yakın olsa da, tabloların ilk bakışta kullanım kolaylığı nedeniyle *Woolley* yaklaşımı ön plana çıkmıştır.

Anderson yaklaşımı görsel ifadeler yerine A, B, C gibi değerler kullanılması nedeniyle kullanım kolaylığı ve hız başlıklarında geri planda kalmıştır.

Demkin yaklaşımı ise, özellikle döşeme kaplama malzemeleri üzerinden yapılan çalışmalarda, içerdiği malzeme sayısının azlığı nedeniyle diğerlerinden daha düşük bir değer almıştır.

Anink yaklaşımı, dördü içerisinde farklı bakış açısına sahip olan, malzemelerin tercih sıralaması sunan bir yaklaşımdır. Her ne kadar kullanımı kolay ve hızlı sonuç veren bir sistemi olsa da, tercih sıralamasında yer alan malzeme seçeneklerinin dışına çıkılmak istenildiği durumda çevresel etki değerinin bulunması problemli olabilmektedir.

Çizelge 3.14 : Çevresel etki yaklaşımlarının karşılaştırılması.

Karşılaştırmalı analiz (1 çok kötü – 5 çok iyi)		Hız	Kullanım kolaylığı	Seçeneklere ulaşmada	Seçenekleri karşılaştırmada	Seçenekleri görmeye	Faydalı olma durumu
WO OLL EY	V3	4	5	5	4	4	4
	bireysel	5	5	5	4	4	4
	ortalama:	4,67	5,00	4,67	3,67	3,67	4,00
	4,28						
DEM KIN	öğrenci	4	5				4
	V3	4	4	2	3	2	3
	bireysel	5	5	5	4	4	4
	ortalama:	4,33	4,67	3,50	3,50	3,00	3,67
ANDER SON	öğrenci	4	5				4
	V3	4	5	5	4	4	4
	bireysel	5	5	5	4	4	4
	ortalama:	4,25	4,75	4,67	3,67	3,67	4,00
ANI NK	öğrenci	3	5				4
	V3	5	5	2	2	2	3
	bireysel	4	5	4	4	4	5
	ortalama:	4,00	5,00	3,00	3,00	3,00	4,00
3,67							

3.8. Geliştirilen Malzeme Seçimi Aracı Aşamaları

Mevcut malzeme seçimi yöntemleri ile ilgili analizler devam ederken, bu analizlerden beslenen ve süreç boyunca gelişerek evrimleşen malzeme seçimi araçları geliştirilmiştir.

YETMSA son halini almadan önce geliştirilen bu malzeme seçimi aracı aşamaları, başta mimarlık öğrencileri olmak üzere az deneyimli tasarımcıların malzeme seçimi süreçlerini irdeleyen, yapı elemanı tasarımı sürecinde malzeme seçiminin yerini sorgulayan, mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin güçlü yönlerinden ilham alan ve zayıf yönlerini iyileştirmeye çalışan, mevcut malzeme veri tabanlarının kullanılabilirliklerini araştıran denemelerdir.

Bu bağlamda 4 farklı malzeme seçimi aracı aşaması geliştirilmiştir. Her bir aşamanın malzeme seçimi süreci içerisinde araştırdıkları ve aracın geliştirilmesinde yararlanılan araçlar Çizelge 3.15’te gösterilmektedir. Aşamaların geliştirilme süreçleri, akış şemaları, uygulamaları ve değerlendirmeleri bölüm içerisinde sunulmaktadır.

Çizelge 3.15 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşamalarının araştırdıkları ve aracın geliştirilmesinde yararlanılan araçları gösteren tablo.

	Araştırılan Süreç	Yararlanılan Araçlar
Aşama 1	Mimarlık öğrencilerinin malzeme seçimi süreçlerini ve karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanının malzeme seçimi sürecinde kullanımı	<i>Balanlı, Japon ve Ashby yöntemleri + Woolley yaklaşımı + Material Connexion veri tabanları</i>
Aşama 2	Malzeme seçimi aracının 4+10 yapı elemanı tasarımı süreci içerisindeki yerini ve iki farklı veri tabanının bir arada kullanımı	<i>Balanlı, Japon ve Ashby yöntemleri + Woolley yaklaşımı + Yapı Kataloğu ve Materia veri tabanları</i>
Aşama 3	Yapı elemanı tasarımı ile malzeme seçimi sürecinin ilişkisini, farklı veri tabanlarının bir arada kullanımını ve sürece yardımcı araçları	<i>Balanlı, Japon, Ashby ve George yöntemleri + Woolley, Demkin, Anderson ve Anink yaklaşımı + Yapı Kataloğu, Materia ve Material Connexion veri tabanları</i>
Aşama 4	“4+9” yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde malzeme seçimi aracının yerini, farklı veri tabanlarının farklı kullanımları ile oluşabilecek farklı alt akışları	Bütün mevcut malzeme seçimi yöntemleri + bütün çevresel etki yaklaşımları + bütün malzeme veri tabanları

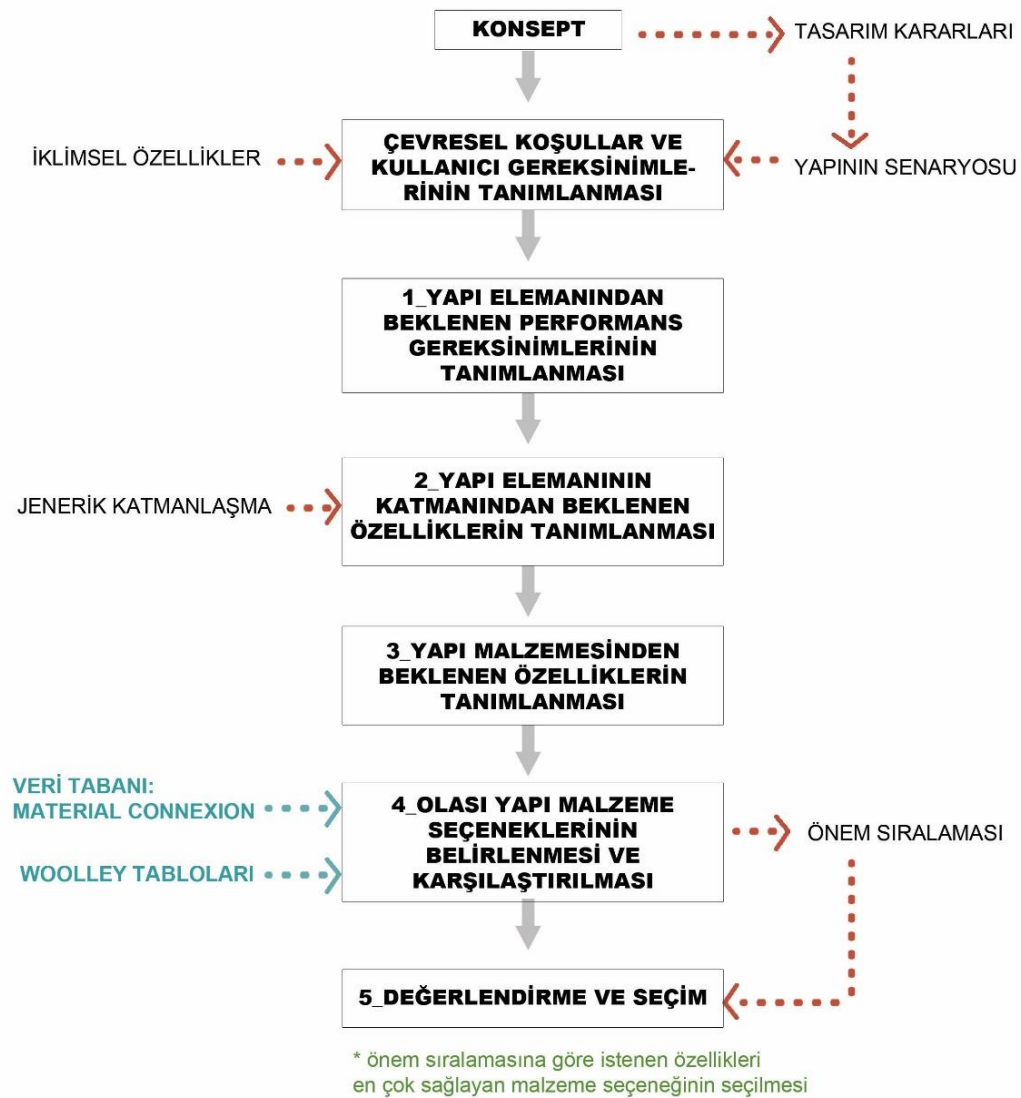
3.8.1. Aşama 1

Geliştirilen ilk malzeme seçimi aracı aşaması, mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin ve veri tabanlarının ön değerlendirmesi sonrasında oluşturulmuştur. *Balanlı, Japon ve Ashby* yöntemlerinden yola çıkılarak, *Material Connexion* veri tabanı ve *Woolley*

yaklaşımına ait çevresel etki tablolarının kullanımı üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 3.18).

Aracın ana adımları Balanlı ve Japon yöntemleri üzerinden oluşturulmuştur. Yapılan değerlendirmeler sırasında bu yöntemlerin zayıf yönlerinden biri olarak ortaya konulan veri tabanı eksikliği, *Material Connexion* ve *Woolley* tablolarının sürece dâhil edilmesi ile kapatılmaya çalışılmıştır. Ashby yönteminden ilham alan daha pratik bir karşılaştırma ve değerlendirme süreci ortaya koyulmuştur.

Aşama 1, mimarlık öğrencilerinin malzeme seçimi süreçlerini ve karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanının malzeme seçimi sürecinde kullanımını araştırmaktadır.



Şekil 3.18 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 1.

Araç, ilk olarak konsept tasarım ile başlamaktadır. Bu süreçte verilen tasarım kararları yapının senaryosunu oluşturur. Konsept tasarım ve yapının senaryosu ile ilişkili olarak kullanıcı gereksinimleri, iklimsel özellikler ile ilişkili olarak yapıya etki eden çevresel koşullar tanımlanır. Yapılan tanımlamalar gözetilerek ele alınacak yapı elemanından beklenen performans gereksinimleri belirlenir. Yapı elemanının temel katmanlarını (gövde, yalıtımlar, kaplama) içeren jenerik bir katmanlaşma modeli üzerinden yapı elemanının ele alınacak katmanından beklenen performanslar tanımlanır. Tanımlanan bu performanslar malzeme özelliklerinden beklenen özelliklere dönüştürülür.

Böylelikle, tanımlanan malzeme özellikleri üzerinden malzeme araştırması yapılarak olası yapı malzeme seçenekleri belirlenir ve karşılaştırılır. Aracın kurgusu karşılaştırma sürecinin doğrudan malzeme veri tabanları üzerinden yapılması şeklindedir. Bu nedenle araç içerisinde kullanılmak üzere malzeme özelliklerini karşılaştırmalı olarak sunan, birçok farklı malzeme özelliğini içeren ve geniş bir malzeme havuzuna sahip *Material Connexion* veri tabanının kullanımı ön görülmüştür. Çevresel etki ile ilgili değerlendirmeler içinse kullanımındaki pratiklik nedeniyle *Woolley* yaklaşımına ait çevresel etki tablolarının kullanımı ön görülmüştür.

Değerlendirme ve seçim sürecinde, tanımlanan malzeme özellikleri bir önem sıralamasına koyularak, istenilen özellikleri en çok sağlayan malzeme seçeneği seçilir. En yüksek bağıl öneme sahip malzeme özelliğinden en düşük bağıl öneme sahip malzeme özelliğine gidilerek, malzeme seçeneklerinin istenilen özelliği sağlayıp sağlamadığı kontrolü yapılır. Böylelikle, malzeme seçeneklerinin eleme sürecinden geçirilerek seçilmesi şeklinde yarı sistematik bir karar verme modülü kurgulanmıştır.

Araç, İstanbul Bilgi Üniversitesi Mimarlık 2. Sınıf öğrencilerinin Yapı Malzemeleri ve Teknolojileri 2 (Ymvt2) dersi kapsamında ele alınan “Konut +” tasarımı problemi içerisinde döşeme kaplama malzemesi seçiminde uygulanmıştır. Uygulama sonucunda tasarımın çıktıları, sürece ait gözlemler ve yapılan anketler ile aracın değerlendirmesi yapılmıştır (Koyaz ve Altun, 2014).

Uygulama sonrasına gerçekleştirilen değerlendirme anketi iki amaca hizmet etmektedir; mimarlık öğrencilerinin detay tasarımında malzeme seçimi süreçlerinin araştırılması ve geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama 1 kapsamında kullanılan *Material Connexion* veri tabanına ilişkin geri bildirimler alınması. Anketin ilk kısmı 94 öğrenci, ikinci kısmı ise 33 öğrenci tarafından cevaplandırılmıştır.

Anketin ilk kısmında, “yapı elemanı tasarımında malzeme seçiminde izlenilen yol” ile ilgili öğrencilerin izledikleri yollar tercih sıralaması ile aşağıdaki gibidir;

- %28 *“beklediğim performans özelliklerini karşılayacak malzemeleri araştırırım”*
- %20 *“benzer projelerde kullanılan malzemeleri incelerim”*
- %20 *“konu hakkında bilgi sahibi olan arkadaşlarıma /hocalarıma danışırım”*
- %14 *“aklımdaki, daha önceden bildiğim malzeme/malzemelere yönelirim”*
- %10 *“çevreye az olumsuz etkisi olan malzemeleri (yerel malzemeler... vs.) araştırırım”*
- %6 *“ekonomik malzeme seçeneklerini araştırırım”*

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçiminde öğrenciler en çoktan en aza aşağıdaki araçları kullanmayı tercih etmektedir;

- %26 *“örnek projelerden yararlanırım”*
- %25 *“internet üzerinden arama yaparım (arama motorları kullanarak)”*
- %18 *“İnternet üzerinden arama yaparım (malzeme veri tabanları kullanarak)”*
- %16 *“kaynak kitaplardan yararlanırım”*
- %14 *“firmalara ait kataloglardan yararlanırım”*

“Yapı elemanı tasarımında malzeme seçim sürecinizde kullanacağınız malzemeyi seçmede aşağıdakilerden hangisi / hangileri etkili olmuştur” sorusunu cevaplandıran öğrencilerin ise tercih sıralaması aşağıdaki gibidir;

- %35 *“beklediğim performans özelliklerini karşılaması”*
- %34 *“görsel etki, algı ile ilgili özellikler”*
- %15 *“malzemenin çevreye az olumsuz etkiye sahip olması”*
- %7 *“malzemenin kökeni”*
- %7 *“malzeme fiyatı”*
- %2 *“malzemenin boyutları, uygulanış biçimi ve gerçekçi olması”*

Malzeme seçimi yaparken bazı öğrencilerin malzemeden beklenen performans özelliklerini karşılamasını göz ardı ederek ve yalnızca görsel etkiyi dikkate alarak karar verdiği gözlemlenmiştir.

Anketin ikinci kısmında, yapı elemanı tasarımında malzeme seçiminde veri tabanı kullanımının seçim sürecine katkılarına yönelik sorulan soruda, veri tabanı kullanımı *farklı malzeme seçeneklerini görmede, hızlı sonuç almada, seçeneklere ulaşma ve karşılaştırmada, doğru seçim yapmada* orta üstü düzeyde faydalı olarak değerlendirilmiştir.

Material Connexion veri tabanı ile ilgili elde edilen sonuçlara, 3.7. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Son Değerlendirilmesi bölümü içerisinde sunulan karşılaştırma tabloları içerisinde yer verilmiştir.

Değerlendirme:

Tasarımın çıktıları, sürece dair gözlemler ve anket sonuçları üzerinden Aşama 1'e ilişkin yapılan değerlendirmeler maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır.

- Algısal özelliklerin malzeme seçimi süreci içerisine nasıl dâhil olacağı araştırılmalıdır. Mimarlık öğrencilerinin malzeme kararını etkileyen faktörlerin başında algısal özellikler ve performans özellikleri gelmektedir.
- Sistematik bir tasarım sürecine aşına olmayan kullanıcılar için sürecin hızlı bir şekilde sonuca ulaştırması, pratikliği büyük bir önem taşımaktadır. Aksi takdirde adım atlanması, akıldaki malzeme seçeneklerine yönelmesi gibi durumlar ortaya çıkmaktadır.
- Malzemenin kullanım alanının kontrolünün yapılması ihtiyacı söz konusudur. Mimarlık öğrencilerinin genellikle anahtar kelime üzerinden arama yaparak sürece başladıkları ortaya konulmuştur. En çok kullanılan anahtar kelimenin ise kullanım alanı ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bu anlamda kullanım alanı üzerinden bir filtreleme malzeme seçeneklerinin oluşturulması için kullanılabilir.
- Malzeme özelliklerini karşılaştırmalı bir şekilde sunan bir veri tabanının kullanımının özellikle karşılaştırma aşamasında sağladığı yarar yadsınamaz. Malzeme özellikleri üzerinden filtreleme yapılması da bu anlamda malzeme seçeneklerinin oluşturulması için kullanılabilir. Ancak *Material Connexion* veri tabanı için aynı anda çok fazla filtreleme başlığı kullanılmaması gerektiği gözlemlenmiştir.
- Veri tabanının İngilizce olması bazı kullanıcılar için süreci zorlaştırmakta, yavaşlatmaktadır. Aynı zamanda, veri tabanı içerisinde bulunan malzeme seçeneklerinin Türkiye ölçeğinde ürünler ile ilişkilendirilmesinde de problemlere neden olabilmektedir.

3.8.2. Aşama 2

Geliştirilen ikinci malzeme seçimi aracı aşaması, mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin ve veri tabanlarının ön değerlendirmesi sonrasında, Aşama 1'in uygulaması üzerinden edinilen deneyimlerle oluşturulmuştur. *Balanlı, Japon ve Ashby*

yöntemlerinden yola çıkılarak ve Woolley yaklaşımına ait çevresel etki tablolarının kullanımı üzerinden kurgulanmıştır. Bu aşamada *Materia ve Yapı Kataloğu* veri tabanlarının kullanımı üzerinden gidilmektedir (Şekil 3.19).

Aşama 1’de olduğu gibi aracın ana adımları Balanlı ve Japon yöntemleri üzerinden oluşturulmuş, Ahby yönteminden ilham alan bir karşılaştırma ve değerlendirme süreci ortaya koyulmuştur. Aşama 1’den farklı olarak, malzemelerin araştırılması ve karşılaştırılmasında *Materia ve Yapı Kataloğu* veri tabanlarının bir arada kullanımı söz konusudur.

Aşama 2, malzeme seçimi aracının 4+10 yapı elemanı tasarımı süreci içerisindeki yerini ve iki farklı veri tabanının bir arada kullanımını araştırmaktadır.

Aracın genel kurgusu Aşama 1 ile benzerlik göstermektedir. Araç içerisinde bina, eleman, katman, malzeme hiyerarşisi gözetilerek adımlar ortaya konulmuştur. Süreç ilk olarak bina ölçeğinde tasarım kararları ile başlamaktadır. Bu süreçte verilen tasarım kararları ve yapının senaryosu ile ilişkili olarak kullanıcı gereksinimleri, iklimsel özellikler ile ilişkili olarak yapıya etki eden çevresel koşullar tanımlanır.

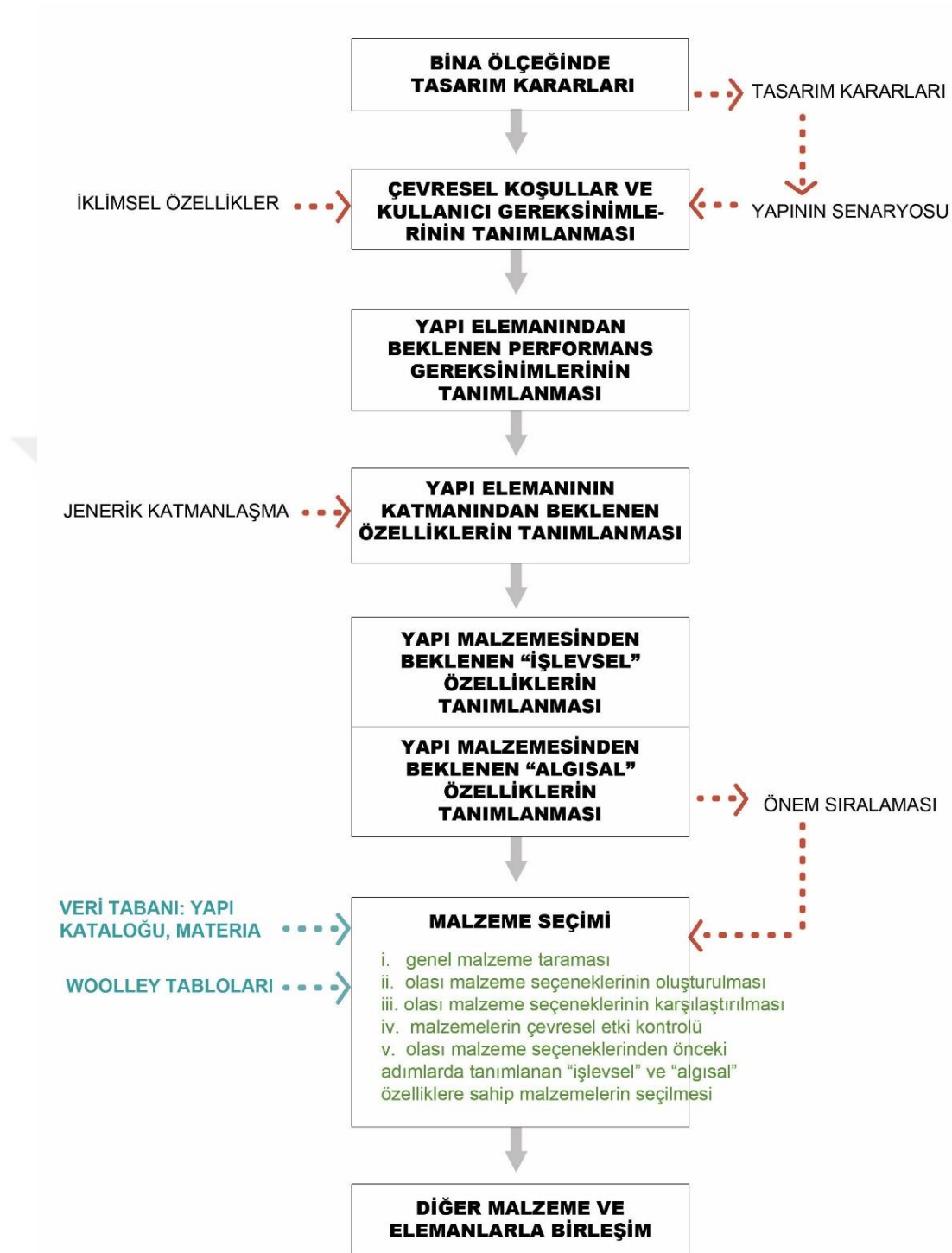
Yapılan tanımlamalar gözetilerek ele alınacak yapı elemanından beklenen performans gereksinimleri belirlenir. Bir jenerik katmanlaşma modeli üzerinden yapı elemanını ele alınacak katmanından beklenen performanslar tanımlanır ve tanımlanan bu performanslar malzeme özelliklerinden beklenen özelliklere dönüştürülür.

Aşama 1’den farklı olarak, malzemedan beklenen özellikler “işlevsel” ve “algısal” olmak üzere iki başlık altında tanımlanır ve bağıl önemleri üzerinden sıralama yapılır. Tanımlamalar üzerinden yapılması kurgulanan malzeme araştırması ve seçimi 5 alt adım üzerinden ilerlemektedir (Şekil 3.19). Bu temel adımlar korunarak, farklı veri tabanlarının hangi sırada ve ne şekilde kullanılabileceğine ilişkin farklı senaryolar üzerinden ilerlenebilecek 3 akış tanımlanmıştır.

Akış 1: Yapı Kataloğu —→ Materia

- i. Yapı kataloğu veri tabanında yer alan sınıflandırılmış arama seçenekleri ile malzemenin kullanım alanı üzerinden tarama yapılması
- ii. Ulaşılan sonuçlar içerisinde olası malzeme seçeneklerinin belirlenmesi
- iii. Olası malzeme seçeneklerinin Materia veri tabanı kullanılarak karşılaştırılması
- iv. Malzemelerin çevresel etki kontrolü, Woolley yaklaşımı üzerinden

v. Olası malzeme seçeneklerinden önceki adımlarda tanımlanan performansları karşılayan özelliklere sahip malzemelerin seçilmesi



Şekil 3.19 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 2.

Akış 2: Materia → Yapı Kataloğu

i. Materia veri tabanında yer alan “duyusal” ve “teknik” özellikler başlıkları altındaki parametreler ile filtreleme yapılarak tarama yapılması

- ii. Ulaşılan sonuçlar içerisinde olası malzeme seçeneklerinin belirlenmesi
- iii. Olası malzeme seçeneklerinin Yapı kataloğu veri tabanı kullanılarak karşılaştırılması
- iv. Malzemelerin çevresel etki kontrolü, Woolley yaklaşımı üzerinden
- v. Olası malzeme seçeneklerinden önceki adımlarda tanımlanan performansları karşılayan özelliklere sahip malzemelerin seçilmesi

Akış 3: Google → Materia ↔ Yapı Kataloğu

- i. Google arama motorunda kullanım alanı, malzemenin kökeni, malzemenin belli özellikleri üzerinden anahtar kelimeler ile tarama yapılması
- ii. Ulaşılan sonuçlar içerisinde olası malzeme seçeneklerinin belirlenmesi
- iii. Olası malzeme seçeneklerinin Materia veri tabanında yer alan “duyusal” ve “teknik” özellikler başlıkları altındaki parametreler ve Yapı kataloğu veri tabanı kullanılarak karşılaştırılması
- iv. Malzemelerin çevresel etki kontrolü, Woolley yaklaşımı üzerinden
- v. Olası malzeme seçeneklerinden önceki adımlarda tanımlanan performansları karşılayan özelliklere sahip malzemelerin seçilmesi

Tasarımcıya ve tasarıma bağlı olarak kullanımı tercih edilen akış üzerinden ilerlenerek seçilen malzemenin, aracın son adımında, diğer malzeme ve elemanlarla nasıl bir araya geleceği sorgulanmaktadır. Böylelikle malzeme, katman, eleman ve bina hiyerarşisi izlenerek, malzemenin özelden genele bütünlemesi yapılmaktadır.

Araç, “4+10” yapı elemanı tasarımı aracı içerisinde 6. adım olarak doğrudan dâhilmiş ve İstanbul Teknik Üniversitesi 3. ve 4. Sınıf öğrencilerinin Design Principles of Building Element (Dpobe) dersi kapsamında ele alınan farklı tasarım problemlerinin döşeme kaplaması seçiminde uygulanmıştır. Uygulama sonucunda tasarımın çıktıları, sürecin belgelenmesi ve yapılan anketler ile aracın değerlendirilmesi yapılmıştır (Altun ve diğ., 2015).

Uygulamaya katılan 8 öğrencinin sürece dair sunmuş olduğu çıktılar ve uygulama sonrasında gerçekleştirilen değerlendirme anketi ile geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama 2 kapsamında *Materia* ve *Yapı Kataloğu* veri tabanlarının kullanımına ilişkin sunulan farklı akışlar üzerinden geri bildirimler elde edilmiştir.

Yapılan uygulamada yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde kullanılan malzeme seçimi aracına ait farklı akışlar arasından seçme şansı sunulmuştur. 8 katılımcıdan 3’ü

Yapı Kataloğu veri tabanı kullanılarak *kullanım alanı* üzerinden filtreleme yapılması ile başlayan ve Materia veri tabanı üzerinden karşılaştırma ile devam eden *Akış 1*'i tercih etmiştir. 2 kullanıcı, Materia veri tabanı kullanılarak özellikler üzerinden *filtreleme* yapılması ile başlayan ve Yapı Kataloğu üzerinden karşılaştırma ile devam eden *Akış 2*'yi tercih etmiştir. 1 kullanıcı, Google arama motoru üzerinden başlayan ve Yapı Kataloğu ile Materia veri tabanlarının bir arada kullanımı ile ilerleyen *Akış 3*'ü tercih etmiştir. 1 kullanıcı ise Yapı Kataloğu ile Materia veri tabanları arasında gidip gelmeler ile kendi akışını oluşturduğunu belirtmiştir.

Anketi cevaplandıranların çoğu *Akış 1*'de olduğu gibi *kullanım alanı* üzerinden arama yaparak başlamayı tercih etmektedir. Seçeneklerin karşılaştırılması aşamasında ise *malzeme özelliklerini karşılaştırmalı olarak sunan* veri tabanlarının kullanımı tercih edilmektedir. Ancak kullanılan iki veri tabanı için de arama sonucu çıkan ürün sayısı yeterli bulunmamıştır. Bu bağlamda, veri tabanlarını tek başına kullanımının yeterli olmadığı sonucuna varılabilir.

Bütün katılımcılar malzeme tercihlerini yaparken performans özelliklerinin sağlanması kadar görsel, algısal özelliklerin de önem kazandığını ifade etmiştir. Katılımcıların yalnızca bir kısmının seçim aşamasında *çevresel etki ile ilgili özellikleri* dikkate aldıkları gözlemlenmiştir. Ancak hepsi sunulan çevresel etki değerlendirme tablosunu karşılaştırmalarının bir parçası olarak veya fikir edinme amaçlı olarak kullanmış ve süreç içinde kullanımını olumlu olarak değerlendirmiştir.

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi sürecinde veri tabanı kullanımının seçim sürecine katkılarına ilişkin, *farklı malzeme seçeneklerini görmede, doğru seçim yapmada hızlı sonuç almada ve seçeneklere ulaşma ve karşılaştırmada* faydalı olarak değerlendirilmiştir. “*Seçenekleri karşılaştırmada*” başlığı için yapılan değerlendirmelerin izlenilen akışa bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Karşılaştırma sürecinde Materia veri tabanını kullananların değerlendirmeleri, Yapı Kataloğunu kullananlara kıyasla çok daha yüksektir.

Materia ve Yapı Kataloğu veri tabanları ile ilgili, ankette sunulan cevapların yüzde değerler üzerinden oranlanması ile elde edilen sonuçlara, 3.7. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Son Değerlendirilmesi bölümü içerisinde sunulan karşılaştırma tabloları içerisinde yer verilmiştir.

Değerlendirme:

Tasarımın çıktıları, sürece dair gözlemler ve anket sonuçları üzerinden Aşama 2'e ilişkin yapılan değerlendirmeler maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır.

- Yapı elemanı tasarımı süreci içerisine dâhil edilen malzeme seçimi aracının uygulanması için önce elemandan, sonra elemanın katmanlarından beklenen işlevlerin tanımlanması gerekmektedir. Böylelikle malzemeden beklenen özellikler ele alınırken bir işlevin birden fazla katman tarafından karşılanması veya bir katmanın birden fazla işlev yüklenmesi durumu dikkate alınarak tanımlanmaktadır.
- Sunulan akışlar içerisinde en çok tercih edilenin *Yapı Kataloğu* veri tabanı kullanılarak kullanım alanı üzerinden filtreleme yapılması ile başlayan ve *Materia* veri tabanı üzerinden karşılaştırma ile devam eden *Akış 1* olduğu görülmüştür. Tasarıma ve tasarımcıya göre farklılık gösterse de kullanım alanı üzerinden yapılan bir ön elemanın, olası malzeme seçenekleri oluşturmada ilerlenebilecek bir yol olduğu sonucuna varılabilir.
- Olası malzeme seçeneklerine ait algısal özelliklerin, işlevsel özellikler ile bir arada karşılaştırma ve değerlendirme sürecinin içerisinde yer alması gerekmektedir. Ancak performans gereksinimlerine bağlı işlevsel özellikler ile ilgili karşılaştırma için yeterli veriye ulaşamaması durumunda kullanıcıların algısal özellikler üzerinden malzeme kararını verdikleri gözlemlenmiştir. Bu anlamda malzeme özelliklerini karşılaştırmalı bir şekilde sunan veri tabanlarının kullanımı önem kazanmaktadır.
- İki veri tabanının bir arada kullanımı her ne kadar birbirinin eksik yönlerini tamamlayarak süreci beslese de çeşitli zorluklara neden olmaktadır.
 - o *Materia* veri tabanının kullanım alanı üzerinden bir filtreleme içermemesi, bulunan malzemenin açıklamalarının okunarak işlevine ilişkin bilgiler çıkarılmasını gerektirmekte ve süreci yavaşlatmaktadır.
 - o İki veri tabanı arasında doğrudan ürün ilişkisinin kurulması mümkün değildir. Veri tabanları arasındaki geçiş anahtar kelimeler ile yapılan aramalarla veya malzeme kökeni üzerinden yapılan filtrelemeler ile ürün bazında değil malzeme genelinde yapılabilmektedir.
 - o *Materia* veri tabanı karşılaştırmalı veriler sunsa da sınırlı sayıda malzeme özelliği içermektedir. *Yapı Kataloğu* ise malzemeler ile ilgili sayısal özellikler sunmaktadır. Karşılaştırma yapılırken iki veri tabanının bir arada kullanılması

durumunda, elde edilen verilerin aynı formatta bir araya getirilmesi gerekmektedir.

3.8.3. Aşama 3

Geliştirilen üçüncü malzeme seçimi aracı aşaması, mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin ve veri tabanlarının uygulamalar sonucu karşılaştırmalı analizlerinden de beslenerek, Aşama 1 ve 2'nin uygulamaları ile edinilen deneyimler üzerinden geliştirilmiştir. Aşama 3, *Balanlı, Japon, Ashby ve George* yöntemlerinden yola çıkılarak ve *Woolley* ile beraber *Demkin, Anderson, Anink ve Boonstra* yaklaşımlarının da dâhil edilmesi ile oluşturulmuştur. *Material Connexion, Materia ve Yapı Kataloğu* veri tabanlarının bir arada kullanımı üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 3.20).

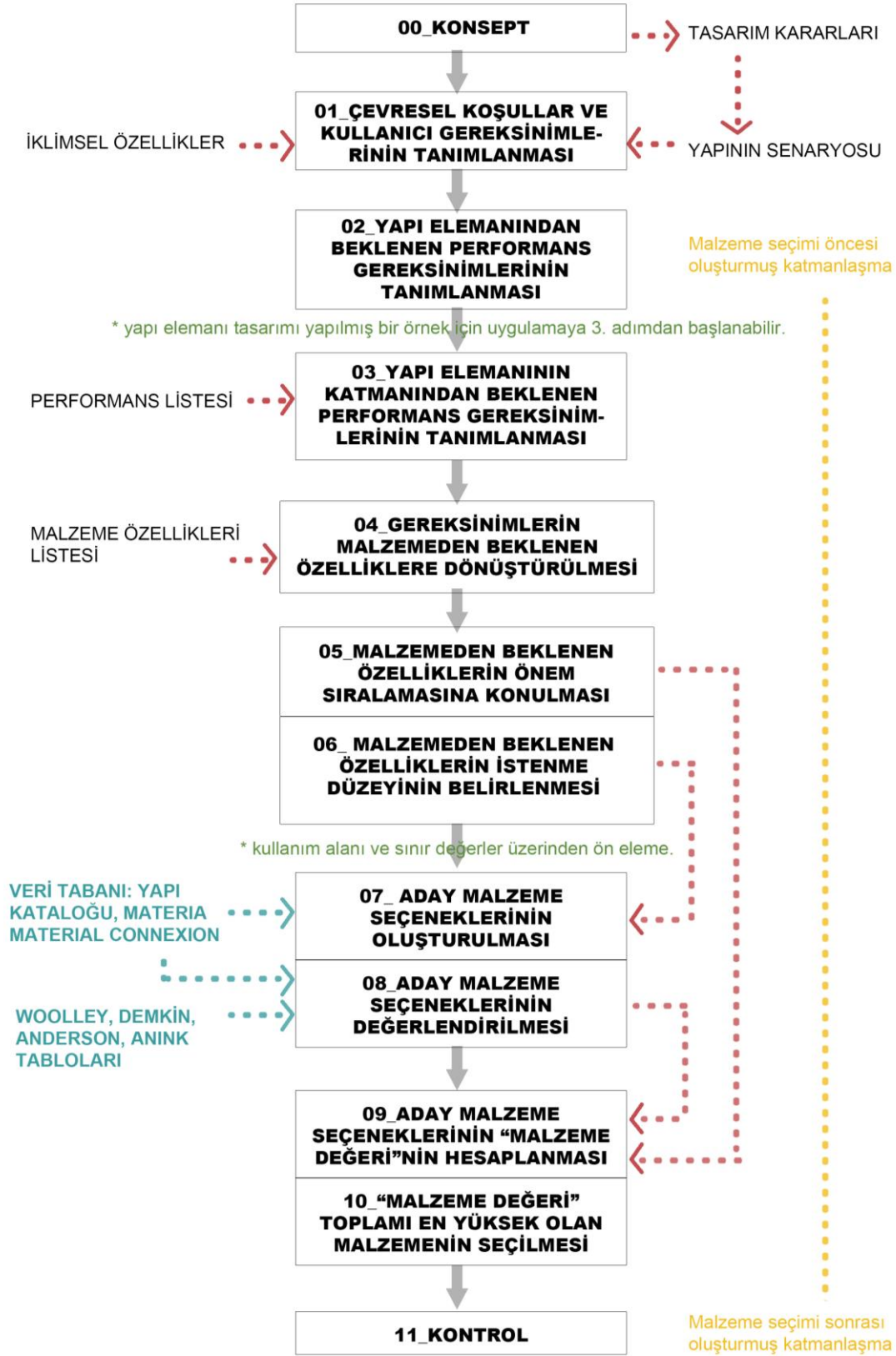
Aşama 3, yapı elemanı tasarımı ile malzeme seçimi sürecinin ilişkisini, farklı veri tabanlarının bir arada kullanımını ve sürece yardımcı araçları araştırmaktadır.

Araç, Aşama 1 ve 2'de de olduğu gibi ilk olarak bina ölçeğinde tasarım kararları ile başlamaktadır. Bu süreçte verilen tasarım kararları ve yapının senaryosu ile ilişkili olarak kullanıcı gereksinimleri, iklimsel özellikler ile ilişkili olarak yapıya etki eden çevresel koşullar tanımlanır. Yapılan tanımlamalar gözetilerek ele alınacak yapı elemanından beklenen performans gereksinimleri belirlenir.

Bu süreçte, kullanıcıya yardımcı olması için yapı elemanı ve katmanına bağlı olarak oluşturulmuş bir performans listesi sunulması kurgulanmıştır. Böylelikle, konu ile ilgili bilgi birikimi az olan mimarlık öğrencileri için bir çıkış noktası oluşturmak ve tanımlama sürecini hızlandırmak amaçlanmaktadır.

Tanımlanacak gereksinimlerden birer tanesinin, görme, dokunma gibi algısal özellikler ile ilişkili olması, bir tanesinin ise çevreye az olumsuz etki olması zorunlu tutulmuştur. Kullanıcı bu özelliklere performans ile ilişkili özellikleri de eklemelidir.

Devam eden adımlarda, öncelikle tanımlanan gereksinimler malzemeden beklenen özelliklere dönüştürülür. Bu aşamada da, yine tanımlama sürecini hızlandırmak için ele alınan katman ile ilişkili malzeme özelliklerinin kullanıcıya sunulması kurgulanmıştır. Malzeme özellikleri tanımlanırken bir performans gereksinimin birden fazla malzeme özelliği ile karşılanacağı düşünülerek tanımlanan özelliklerin sayısı gereksinimler ile ilişkilendirilerek artış gösterebilir.



Şekil 3.20 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 3.

Aracın 6. adımında tanımlanan malzeme özellikleri bir önem sıralamasına konulur, 7. adımında ise istenme düzeyleri belirlenir. Döşeme kaplaması katmanı üzerinden örnek verilirse, tanımlanan özellik dokunma sıcaklığı, kolay temizlenebilirlik, alev almama gibi bağıl önemlerine göre sıralanabilir. İstenme düzeyleri ise dokunma sıcaklığı için çok iyi, kolay temizlenebilirlik ve alev almama için orta gibi tanımlanabilir. Diğer bir deyişle; önem sıralaması, tasarımcıya bağlı değişiklik gösteren subjektif tanımlamaları, istenme düzeyi ise tasarım için gereken objektif değerleri içermelidir. Önem düzeyi için 3lü, istenme düzeyi için ise 5li skala üzerinden tanımlamaların yapılması kurgulanmıştır.

Malzeme araştırma kısmına geçildiğinde, sürecin *kullanım alanı* veya malzeme özellikleri için tanımlanan *sınır değerler* üzerinden yapılacak bir ön eleme ile başlaması kurgulanmıştır. Aday malzeme seçenekleri *Material Connexion*, *Materia* ve *Yapı Kataloğu* veri tabanlarının ve *Google* gibi arama motorlarının bir veya bir kaç üzerinden oluşturur ve yine veri tabanları üzerinden değerlendirilir. Böylelikle, her bir aday malzeme seçeneğinin, tanımlanan her bir malzeme özelliğini karşılama düzeyi, istenme düzeyi ile ilişkili olarak, 5li bir skala üzerinden değerlendirilmektedir.

Karar verme sürecine gelindiğinde ise, Aşama 1 ve 2’de yarı sistematik düzeyde bırakılan değerlendirme süreci, Aşama 3’te daha tanımlı hale getirilmiştir. Böylelikle kullanıcının aklındaki malzemelere yönelmesi veya yalnızca algısal özellikler üzerinden seçim yapmasının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Süreç boyunca yapılan tanımlamalar üzerinden, tanımlanan her bir gereksinimin önem sıralamaları yapılmış, yüzde önem düzeyleri belirlenmiştir. Yapılan malzeme araştırmasında, her bir malzeme seçeneğinin tanımlanan malzeme özelliğini ve onunla ilişkili performans gereksinimlerini karşılama düzeyleri tanımlanmıştır. Bütün bu bilgilerin altlığı verilen değerlendirme tablosuna işlenmesi ön görülmektedir (Şekil 3.21). Böylelikle karar verme süreci, tablo üzerinden yapılacak işlem ile her bir malzeme seçeneği için malzeme değerinin hesaplanması, en yüksek malzeme değerine sahip malzemenin seçilmesi şeklinde gelişmektedir.

Malzeme kararı verildikten sonra, 2. adıma ele alınacak katman için malzeme atanmamış bir şekilde yapı elemanın katmanlaşma modeli üzerine, seçilen malzemenin nasıl uygulanacağı araştırılarak katmanlaşma modeli tekrar oluşturulur.

Böylelikle geriye dönük, özelden genele yapılan bir kontrol ile süreç sonlanmaktadır (Şekil 3.20).

Tablo 1: Malzeme özelliklerinin görece önem düzeyi ve istenme düzeyini gösteren tablo

Görece önem düzeyi 3'lü skala: 3 - çok önemli, 2 - önemli, 1 - az önemli

İstenme düzeyi 5'li skala: 5 - çok iyi düzey, 4 - iyi düzey, 3 - orta düzey, 2 - kötü düzey, 1 - çok kötü düzey

Malzeme özellikleri												
Görece önem düzeyi												
İstenme düzeyi												

Tablo 2: Malzeme seçeneklerinin özelliği karşılama düzeylerini gösteren tablo

Özellik karşılama düzeyi 5'li skala: 5 - çok iyi düzey, 4 - iyi düzey, 3 - orta düzey, 2 - kötü düzey, 1 - çok kötü düzey

S1:												
S2:												
S3:												
S4:												
S5:												

Tablo 3: Malzeme seçeneklerinin malzeme değerlerini gösteren tablo

Malzeme değeri (M) = özelliğin görece önem düzeyi (O) x özelliği karşılama düzeyi (D)

S1:													Mtop
S2:													
S3:													
S4:													
S5:													

Şekil 3.21 : Değerlendirme tablo altlığı - aşama 3.

Aracın uygulaması İstanbul Teknik Üniversitesi mimarlık 3. sınıf öğrencisi, daha önceden sistematik bir tasarım süreci geçirmiş, iki katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Ele alınan tasarım problemi katılımcıların önceki dönem almış oldukları Yapı Elemanı Tasarımı dersi kapsamında yapmış oldukları tasarımlarına ait döşeme kaplama malzemesinin yeniden seçilmesidir. Yapı elemanı tasarımı önceden yapılmış bir problem üzerinden uygulanan malzeme seçimi aracı, ilk adımlardaki tanımlamalar hatırlanarak 3. adım üzerinden uygulanmaya başlanmıştır. Özellikle, kaplama malzemesi seçiminde uygulanabilecek bu yaklaşım ile süreç, ele alınacak katman için malzeme atanmamış bir şekilde yapı elemanın katmanlaşma modeli üzerinden başlamaktadır. Uygulama sonucunda tasarımın çıktıları, sürece ait gözlemler, yapılan anketler ve sözlü geri bildirimler ile aracın değerlendirmesi yapılmıştır.

Elde edilen geri bildirimlerde iki katılımcının da sistematik malzeme seçim yöntemleri ile tanışmadan önce, yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçimi süreci ile karşılaştırıldığında Aşama 3'ün kullanımının malzeme seçimi sürecine faydalı olduğunu ifade etmektedir. Katılımcı 1; *aracın çok sayıda performansın karşılaştırılmasında yararlı olduğunu*, Kullanıcı 2 ise; *malzemeden ne arandığının daha iyi tespit edilmesinin ve doğru soruların sorulmasını sağladığını* ifade etmiştir.

Katılımcıların farklı başlıklar üzerinden malzeme seçimi aracını değerlendirmeleri istendiğinde, aracın iyi ve üstü şeklindedir puanlandığı görülmektedir (Çizelge 3.16).

Çizelge 3.16 : Malzeme seçimi aracı Aşama 2'nin değerlendirilmesi (1- çok kötü/ 5 –çok iyi).

	Katılımcı 1	Katılımcı 2
Veri toplamaya (performans özellikleri, malzeme özellikleri vb.) katkısı	4	4
Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı	5	4
Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak	3	5
Ulaşılan seçenek sayısının yeterliliği	4	5
Seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak	4	4
Probleminin tam çözümüne ulaştırabilmesi	5	4
Kolay öğrenilebilirliği	4	4
Kolay uygulanabilirliği	5	4
Çözüme ulaşmadaki hızı	3	5
Sonucun güvenilirliği	5	4
Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkıları	5	5

Malzeme seçeneklerinin değerlendirilmesi kısmında, karşılaştırmalı veriler sunan Materia veya Material Connexion veri tabanlarının kullanımı katılımcılar tarafından tercih edilmiştir. Ancak, aday malzeme seçeneklerinin oluşturulmasında izlenen yol, kullanım alanı ve binanın işlevi üzerinden gidilerek, Yapı Kataloğu ve Google üzerinden taramalar yapılması, örnek projelerden yararlanılması şeklindedir.

Çevresel etki değerlendirme tabloları için ise, katılımcılar aday malzeme seçenekleri hangi tabloda var ise onu kullanmak şeklinde bir yol izlemiştir. Woolley ve Anderson yaklaşımı içerdiği malzeme seçeneğinin fazlalığı nedeniyle en sık kullanılan tablolar olmuştur.

Veri tabanlarına ilişkin yapılan değerlendirmelere, 3.7. Mevcut Malzeme Veri Tabanlarının Son Değerlendirilmesi bölümü içerisinde sunulan karşılaştırma tabloları içerisinde yer verilmiştir.

Değerlendirme:

Aşama 3 için yapılan çalışmalarda, katılımcılardan kullanmış oldukları malzeme seçimi aracında en çok problem yaşadıkları adımı/ları ve yaşadıkları problemi belirtmeleri, söz konusu problemi ortadan kaldırmak için iyileştirme önerilerinde bulunmaları istenmiştir. Aracın değerlendirmesi bu sorulardan elde edilen geri

bildirimler üzerinden yapılmış ve maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır. Elde edilen geri bildirimler sonucu aracın 04, 06, 07, 08 ve 09 adımlarında problemler olduğu görülmüştür.

- 04_ Gereksinimlerin Malzemedan Beklenen Özelliklere Dönüştürülmesi adımıında kullanıcının yaşadığı problem; malzeme özelliklerinin performans gereksinimleri ile ilişkilendirmektedir. Bunu ortadan kaldırmak için, kullanıcılara sunulan performans gereksinimleri ve malzeme özellikleri listelerinin bir araya getirilerek birbirleri ile ilişkileri gösterir şekilde düzenlenmesi, yapılan iyileştirme önerisidir.
- 06_ Malzemedan Beklenen Özelliklerin İstenme Düzeyinin Belirlenmesi Katılımcı 2, önem düzeyi ve istenme düzeylerinin ayrı ayrı tanımlanmasını, birinin 3lü, birinin 5li skalaya sahip olmasını kafa karıştırıcı bulmaktadır. İyileştirme amaçlı olarak, objektif ve sübjektif şeklinde ayrılan iki farklı tanımlama yapılması ortadan kaldırılabilir.
- 07_ Aday Malzeme Seçeneklerinin Oluşturulması, Katılımcı 1 tarafından *uygulaması çok vakit almakta*, Katılımcı 2 tarafından ise *adımı uygulamak için gerekli araçlarda eksiklikler var* şeklinde değerlendirilmiştir. Problemin ortaya çıkmasının nedeni öncelikli olarak kullanıcıların sınırlı bir malzeme bilgisine sahip olmasıdır. Diğer bir neden ise her kullanıcının bu süreçte alıştığı ve izlediği yolun farklı olması ve yöntem içerisinde tanımlanan sürecin kişiyi zorlamasıdır. İyileştirme önerisi olarak, yöntem içerisinde farklı akışlar sunulması ve kişinin kendine ve tasarımına en uygun yolu tercih etmesi olabilir.
- 08_ Aday Malzeme Seçeneklerinin Değerlendirilmesi, Katılımcı 1 tarafından *5li bir skala ile göreceli bir karşılaştırma yapılmasının güvenilirliği sorgulanarak*, Katılımcı 2 tarafından ise *kolay uygulanabilir değil, çok vakit almakta, gerekli araçlarda eksiklikler var* şeklinde değerlendirilmiştir. Problemin ortaya çıkmasının nedeni sunduğu verilerin güvenilirliği kanıtlanmış, sistematik bir karşılaştırma süreci içerisinde kullanılabilecek, sayısal veriler sunan bir veri tabanının eksikliğidir. Bu nedenle kullanıcılar farklı kaynaklardan edindikleri bilgileri yorumlamak, aday seçenekleri kendi içerisinde karşılaştırarak göreceli değerlendirmeler yapmak durumunda kalmaktadır. Bu sürece ilişkin problemlerin tamamen giderilmesi, araç ile

uyumlu çalışabilecek bir veri tabanının eksikliği söz konusuysa pek olanaklı değildir. Ancak iyileştirme için, hangi veri tabanından hangi şekilde yararlanılabileceği, hangi bilgileri sunduğu, nasıl bir değerlendirme sürecinde kullanılabileceği detaylı bir şekilde irdelenerek, farklı ihtiyaçlar için tercih edilebilecek farklı akışlar ortaya konulabilir. Güvenilirliği arttırmak için, profesyonel ve bilimsel amaçlı kullanımlarda, firmaların sunmuş olduğu verilerden bağımsız, bilimsel kökenli kaynaklar, standartlar, yönetmelikler ve kaynak kitaplardan yararlanılabilir.

- 09_Aday Malzeme Seçeneklerinin “Malzeme Değeri”nin Hesaplanması, Katılımcı 1 tarafından *kolay anlaşılabilir değil* şeklinde değerlendirilmiştir. Katılımcı, bu adımda yapılacak hesaplama için bir ön açıklama ihtiyacını dile getirmekte ve süreci hızlandırmak için sunulan tablo altlıklarının iyileştirilebileceğini dile getirmektedir.

3.8.3. Aşama 4

Geliştirilen dördüncü malzeme seçimi aracı aşaması, YETMSA öncesinde geliştirilen son aşamadır. İncelenen bütün sistematik malzeme seçimi yöntemleri bir arada ele alınarak oluşturulmuştur ve *Material Connexion*, *Materia* ve *Yapı Kataloğu* veri tabanları ile çevresel etki değerlendirmelerinin bir arada kullanımı üzerinden kurgulanmıştır (Şekil 3.22).

Aşama 4, “4+9” yapı elemanı tasarımı içerisinde malzeme seçimi aracının yerini, farklı veri tabanlarının farklı kullanımları ile oluşabilecek farklı alt akışları araştırmaktadır.

Malzeme seçimi aracı dört ana adımdan oluşmaktadır ve her adım içerisinde farklı veri tabanlarının kullanımı üzerinden şekillenen farklı akışlardan oluşmaktadır;

- i. Malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanması
- ii. Aday malzeme seçeneklerinin oluşturulması
- iii. Aday malzeme seçeneklerinin karşılaştırılması
- iv. Karar verme modülü

Geliştirilen malzeme seçimi aracı, yapı elemanı tasarımı sürecinden beslenerek malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanması ile başlamaktadır. Geçiş aşamasında yardımcı olması için kullanıcıya, ele alınan yapı elemanı katmanının işlevine bağlı olarak performans gereksinimleri ve malzeme özelliklerinin ilişkisini gösteren bir liste sunulması kurgulanmıştır. Bu liste içerisinde malzemenin algısal özelliklerine de yer

verilerek performanslar ile ilişkisi kurularak sürece dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Belirlenen malzeme özellikleri sonrasında bir önem sıralamasına konulur ve çok önemli, önemli, az önemli şeklinde 3lü bir skala üzerinden önem düzeyleri tanımlanır. Aracın ikinci adımında, aday malzeme seçenekleri oluşturulur. Bu süreç farklı veri tabanlarının kullanımı üzerinden 4 farklı akış üzerinden ilerleyecek şekilde kurgulanmıştır (Şekil 3.22).

- *Adım 2 Akış 1:* Yapı kataloğu veri tabanı kullanılarak, kullanım alanı üzerinden ön eleme yapılması
- *Adım 2 Akış 2:* Materia veri tabanı kullanılarak, çok önemli özellikleri karşılayacak malzemeler için filtreleme yapılması
- *Adım 2 Akış 3:* Material Connexion veri tabanı kullanılarak, bütün özellikleri karşılayacak malzemeler için filtreleme yapılması
- *Adım 3 Akış 4:* Google gibi arama motorları kullanılarak, akıldaki malzeme seçeneklerinin araştırılması

Kullanıcının tercih ettiği akış üzerinden ilerleyerek minimum, maksimum 5 malzeme özelliği oluşturulması kurgulanmıştır. Aracın üçüncü adımında, oluşturulan adayların karşılaştırması yine farklı veri tabanlarının kullanımı üzerinden 3 farklı akış üzerinden ilerlemektedir (Şekil 3.22).

- *Adım 3 Akış 1:* Materia ve/veya Material Connexion veri tabanları kullanılarak, karşılaştırmalı veriler üzerinden
- *Adım 3 Akış 2:* Yapı Kataloğu veri tabanı kullanılarak, sayısal veriler üzerinden
- *Adım 3 Akış 3:* Materia, Material Connexion ve Yapı Kataloğu veri tabanlarının bir arada kullanımı ile

Yapılan uygulamalar ve değerlendirmeler ortaya koymuştur ki incelenen malzeme veri tabanlarının hiçbiri, malzeme seçimi sürecinde tek başına kullanılmak için yeterli değildir. Bu nedenle farklı malzeme özellikleri ve farklı aday malzeme seçenekleri için izlenebilecek farklı akışlar ortaya konularak, hangi akışın kullanılacağı tasarımcının tercihi bırakılmıştır. Çevresel etki değerlendirme tablolarının da birer veri tabanı olarak yöntem içerisinde sunulması ve tasarımcının ihtiyacı doğrultusunda kullanımı kurgulanmıştır. Bu adım sonunda kullanıcının her bir aday malzeme seçeneğinin tanımlanan her bir malzeme özelliğini karşılama düzeylerini çok kötü, kötü, orta, iyi, çok iyi şeklinde 5li skala üzerinden tanımlaması gerekmektedir.

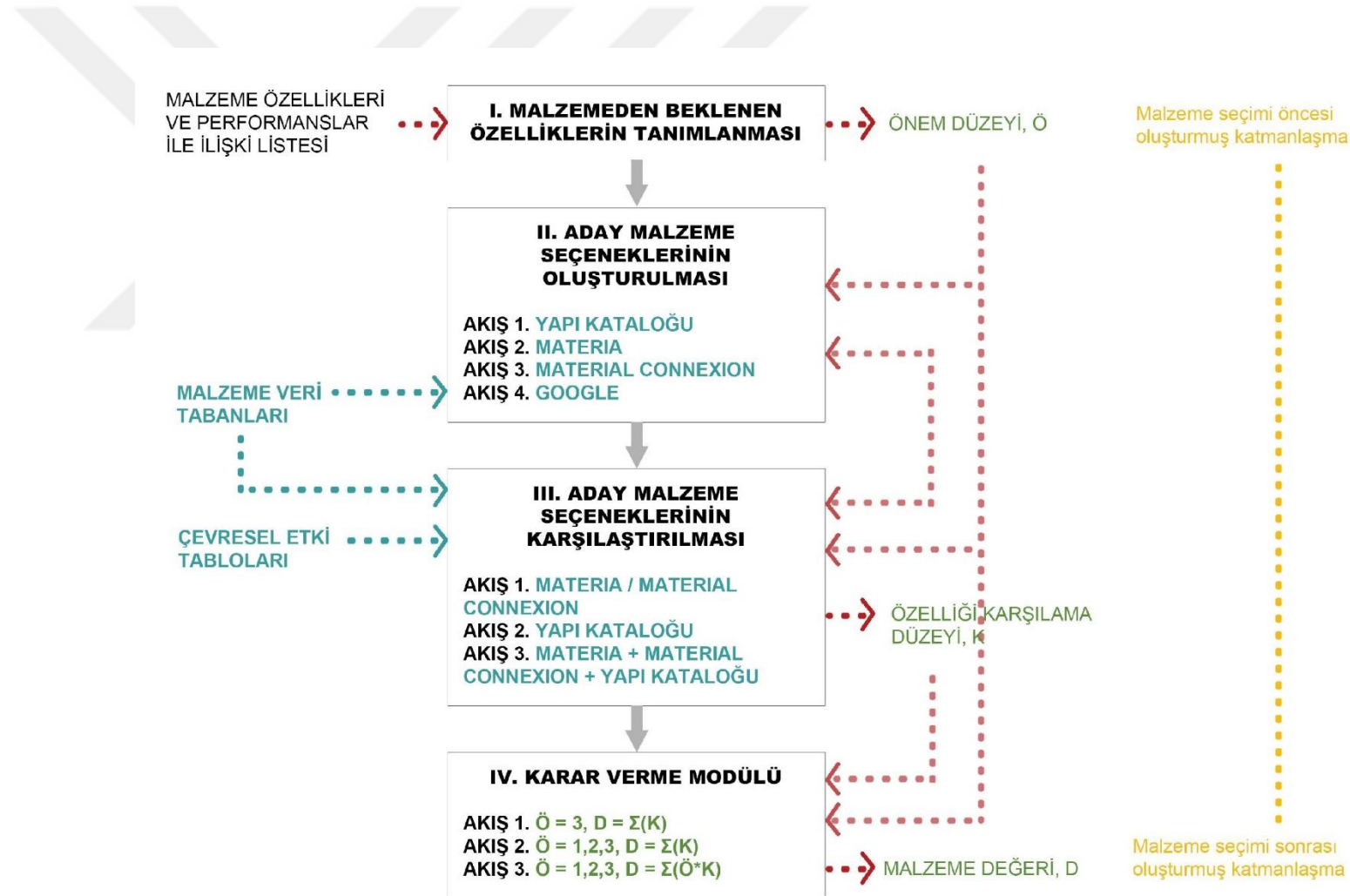
Aracın 4. adımında, karar verme sürecinde farklı pratiklikte ve farklı güvenilirlikte 3 farklı değerlendirme modülü ortaya koyulmuştur (Şekil 3.22).

- *Adım 4 Akış 1:* Çok önemli özellikleri en iyi karşılayacak malzeme seçeneği
- *Adım 4 Akış 2:* Önemden bağımsız, bütün özellikleri en iyi karşılayacak malzeme seçeneği
- *Adım 4 Akış 3:* Öneme bağımlı, bütün özellikleri en iyi karşılayacak malzeme seçeneği

Seçilen akış üzerinden gidilerek malzeme değeri hesaplanır ve en yüksek malzeme değerine sahip malzeme seçilir. Akış 1 aracın sunmuş olduğu en pratik ancak daha çok fikir verme amaçlı tercih edilmesi gereken değerlendirme modülüdür. Akış 2, bütün malzeme özelliklerinin eşit öneme sahip olduğu durumlarda tercih edilmelidir. Akış 3 için malzeme özelliklerinin önem düzeyleri de dâhil eden, aracın sunmuş olduğu en sistematik değerlendirme modülüdür.

Malzeme kararı verildikten sonra yapı elemanı tasarımı sürecine dönülerek malzemenin yük aktarma ilişkisi ve uygulama yöntemi ele alınarak süreç sonlanır.

Aracın uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi 4. mimarlık öğrencisi bir katılımcı ile sunulan tasarım problemleri üzerinden döşeme kaplama malzemesi seçiminde gerçekleştirilmiş. Katılımcıya 2 farklı tasarım problemi sunulmuş, ilk problemde kendi malzeme seçimi süreci üzerinden, ikinci problemde ise sunulan malzeme seçimi aracı üzerinden ilerlenmiş, tasarımın çıktıları, sürece ait gözlemler ve yapılan karşılaştırma anketi ile aracın değerlendirmesi yapılmıştır.



Şekil 3.22 : Geliştirilen malzeme seçimi aracı aşama – 4.

Katılımcı ilk tasarım probleminde, bilgileri dâhilinde aklına gelen malzemelerin uygulanması ile ilgili bilgileri araştırarak şeklinde bir süreç izlemiştir. Google arama motoru üzerinden farklı ürünlere bakarak, konut yaşama alanı için, 11 dakika içerisinde ahşap parke olarak malzeme seçimini tamamlamıştır.

Sürece ilişkin yapılan açıklamalar sonrasında ikinci tasarım problemi, ofis hacmi için döşeme kaplama malzemesi seçimini Aşama 4 üzerinden gerçekleştirmiştir. Süreci hızlandırması için kaplama malzemesi tanımlanmamış bir döşeme katmanlaşması sunulmuştur. Sunulan katmanlaşmanın “4+9” adımları üzerinden gidilerek gözden geçirilmesi ile 6. adımda malzeme seçimi aracının adımları içerisine girilmiştir. *Adım 1’de* 5 malzeme özelliği tanımlamış, *Adım 2 Akış 1* üzerinden, Yapı kataloğu veri tabanı kullanılarak, kullanım alanı üzerinden ön eleme yapılması ile aday malzeme seçenekleri oluşturulmuş, *Adım 3 Akış 3* üzerinden, Materia, Material Connexion ve Yapı Kataloğu veri tabanlarının bir arada kullanımı ile malzeme seçeneklerinin karşılaştırılmış, *Adım 4 Akış 3* üzerinden, öneme bağımlı, bütün özellikleri en iyi karşılayacak malzeme seçeneği seçilmiştir. Aracın uygulaması 113 dakika sonunda yanmaz halı seçilerek tamamlanmıştır.

Değerlendirme:

Sonrasında yapılan değerlendirme anketinde katılımcıdan sistematik malzeme seçim süreciyle tanışmadan önce izlediği “kişisel” süreci ile Aşama 4’ü farklı başlıklar üzerinden karşılaştırması ve kullanmış olduğu malzeme seçimi aracında en çok problem yaşadığı adımı/ları ve yaşadıkları problemi belirtmesi, söz konusu problemi ortadan kaldırmak için iyileştirme önerilerinde bulunması istenmiştir. Aracın değerlendirmesi bu soruda elde edilen geri bildirimler, katılımcının belirtmiş olduğu olumlu - olumsuz özellikler üzerinden yapılmış ve maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır.

- Sürecin aday malzeme seçenekleri oluşturup onlar arasından asıl malzemenin seçilmesi şeklinde, malzeme havuzunu daraltarak ilerlemesi olumlu bulunmuştur. Böylelikle kullanıcı aklında olmayan farklı malzemeleri de görme şansı bularak bütün seçenekleri taramaktadır.
- Adımlar altında sunulan akışların farklı kombinasyonlarda uygulanması farklı avantajlar ve dezavantajlar sağlayabilmektedir. Bazı akışların kullanımı hız anlamında olumsuz olsa da güvenilirlik açısından olumludur. Bu nedenle

süreci iyileştirmeye yönelik izlenebilecek akışlar çeşitlendirilerek, farklı ilgi ve bilgi düzeyindeki kullanıcılar için farklı akışların kullanımı önerilebilir.

- Sürecin uygulaması ve sunulan materyaller optimize edilerek daha hızlı kavranabilecek ve üzerinden ilerlenebilecek şekilde kurgulanmalıdır.

3.9. Genel Değerlendirme

Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme Seçimi Aracının geliştirilmesi sürecinde, bir koldan mevcut malzeme seçimi süreçleri incelenirken, bir koldan da seçim sürecini farklı yönleriyle irdeleyen malzeme seçimi aracı aşamaları oluşturulmuştur.

Mevcut malzeme seçimi araçları ilk olarak, pilot proje üzerinden yapılan bireysel çalışmalar ile değerlendirilmiş, sonrasında bir uyarlama sürecinden geçirilerek mimarlık öğrencileri ve az deneyimli tasarımcılar tarafından farklı tasarım problemlerinin çözümünde uygulanmıştır. Yapılan uygulamaların sonuçları üzerinden mevcut malzeme seçimi süreçlerinin son değerlendirmesi yapılmış, güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulmuştur. Süreç boyunca geliştirilen malzeme seçimi araçları da farklı katılımcılar ile farklı tasarım problemlerinin çözümünde uygulanarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler bu aşamada değerlendirilerek YETMSA'nın genel kurgusunu oluşturacak ilkeler ortaya konulmuştur.

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi aracı öncelikli olarak farklı kullanıcıların farklı tasarımların problemlerine çözüm olabilecek bir esneklik içermelidir. Süreç boyunca yapılan çalışmalar tasarımcıların malzeme araştırmalarını yapmak, karşılaştırmak ve değerlendirmek için farklı yollar izlemeyi tercih ettiğini göstermiştir. Öte yandan, mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar hedef kitlesi için geliştirilen malzeme seçimi aracı minimum bilgi gereksinimi ile pratik bir şekilde uygulanabilecek ve güvenilir bir sonuca ulaştırmalıdır.

İlk olarak, malzeme seçimi sürecinin yapı elemanı tasarımı süreci içerisindeki yerinin öneminden söz edilebilir. Mevcut malzeme seçimi yöntemleri ile yapılan uygulamalar göstermiştir ki, her hangi bir yapı elemanı süreci içerisinde uygulanan her hangi bir malzeme seçimi süreci tasarımcıyı doğru malzeme sonucuna götürememektedir. Yapı elemanı tasarımı sürecinden bağımsız uygulandığında malzeme özelliklerinin tanımlanması, seçilen malzemenin yapı elemanı içerisindeki yeri, konstrüktif özellikleri

ile ilişkili problemler ortaya çıkmaktadır. Yapı elemanı tasarımı paralel uygulandığında ise tekrarlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, malzeme seçimi süreci, yapı elemanı tasarımının bir parçası olarak, doğrudan süreç içerisinde yer alan, yapı, yapı elemanı, yapı elemanının katmanı, yapı malzemesi hiyerarşisi ile beslenen adımlar içermelidir. Genelden özele ilerleyerek malzeme özelliklerinin tanımlanması, seçilen malzemenin özelden genele ilerleyerek sistem içerisine bütünlenmesi ile parça-bütün ilişkisi gözetilerek kurgulanmalıdır.

İncelenen mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin en büyük eksikliğinin içerisinde sunmuş olduğu sürece yardımcı araçların yetersizliği olduğu gözlemlenmiştir. Bu eksiklik, tanımlama ve değerlendirme süreçlerinde farklı şekillerde problemlere neden olmaktadır.

Tanımlama evresinde, malzemeden beklenen özellikler belirlenirken her zaman yapı elemanı tasarımı süreci ile ilişkili olarak ilerlenmelidir. Ancak, yapı elemanının geneli için tanımlanan performansların yapı elemanının tek bir katmanından beklenen performanslara ve malzeme özelliklerine dönüştürülmesinin, özellikle bilgi birikimi sınırlı düzeydeki kullanıcılar için problemli olduğu gözlemlenmiştir. Bu aşamaya yardımcı bir araç olarak, aşama 4'te olduğu gibi, performans gereksinimi-malzeme özelliği ilişkisini gösteren bir liste sunulmasının sürece faydalı olduğu söylenebilir.

Süreç boyunca yapılan çalışmalar, malzeme seçiminden beklenen özellikler tanımlanırken performans gereksinimlerinden gelen “teknik” özelliklerin yanı sıra tasarım ile ilişkili “algısal” özelliklerin de ele alınması gerektiğini ortaya koymuş ve bu amaçla farklı yollar aranmıştır. Nitel olarak tanımlanan algısal özelliklerin, nicel olarak tanımlanan özellikler ile bir arada tanımlanması için özelliklerin birimleri ve sayısal değerlerinden bağımsız bir skala oluşturulabilir. Bu şekilde, tasarımcı bir malzemeden istediği görsel özelliklerin ne oranda karşılandığını, malzemeden beklediği fiziksel özellikler ile aynı skalada değerlendirerek karşılaştırabilecektir.

Malzeme seçiminde kullanımı kaçınılmaz araçlardan biri de veri tabanlarıdır. Farklı malzeme veri tabanlarının kullanımı ile geliştirilen farklı malzeme seçimi aracı aşamalarına ait değerlendirmeler, süreç boyunca tek bir malzeme veri tabanının kullanımının yeterli olmadığını ortaya koymuştur. Bu anlamda YETMSA içerisinde, veri tabanlarından en çok verimi alabilecek farklı kullanım biçimleri tanımlanmalı ve esneklik sağlayacak farklı alt akışlar bunun üzerinden kurgulanmalıdır.

Farklı veri tabanlarının içerdikleri veriler ve kullanım şekilleri farklı değerlendirme süreçlerini de beraberinde getirmektedir. Bu anlamda, farklı kullanımlar farklı karar verme modülleri ile ilişkilendirilerek süreç içerisinde ele alınmalıdır. Bazı veri tabanlarının kullanımı daha sayısal değerlendirme süreçleri ortaya koyarken bazıları için görsel süreçler tercih sebebidir.

Başta değerlendirme aşaması olmak üzere, süreç boyunca esneklikler ortaya konulması, izlenebilecek farklı yolların farklı sistematiklikte ve güvenilirlikte olması sonucunu doğurmaktadır. Bu bağlamda, ortaya konulan farklı süreçlerin hangi tasarım problemlerinde, hangi bilgi düzeyindeki kullanıcılar tarafından kullanılmasına ilişkin öneriler ortaya konulabilir. Böylelikle, kullanıcılar kendine en uygun yolu seçerek malzeme seçimlerini yapabilecektir.



4. YAPI ELEMANI TASARIMINDA MALZEME SEÇİM ARACI

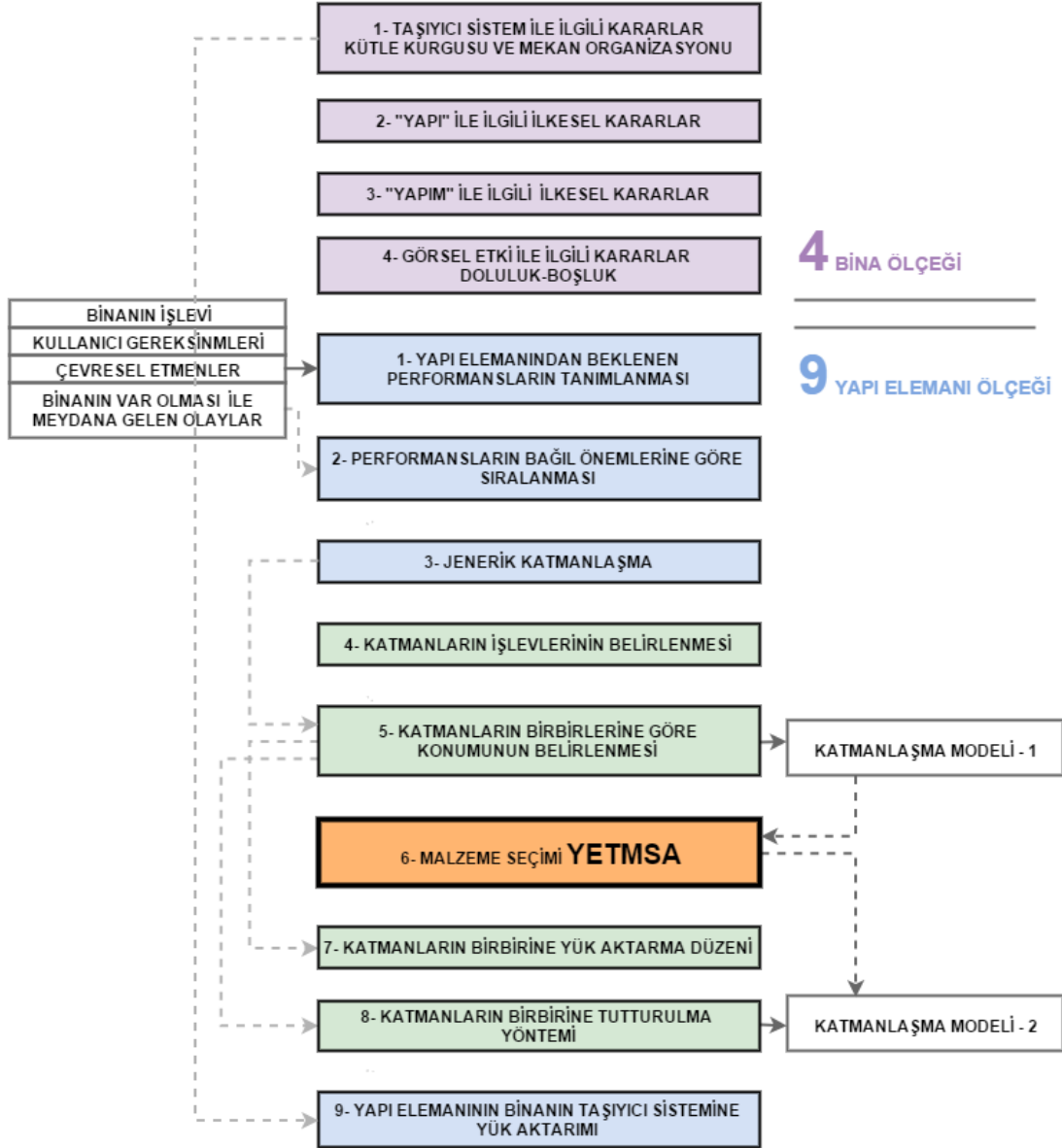
4.1. Yapı Elemanı Tasarımı İçerisinde YETMSA'nın Yeri ve Genel İşleyişi

Mevcut sistematik malzeme seçimi araçlarının incelemeleri ve geliştirilen farklı malzeme seçimi aracı aşamaları ile yapılan uygulama sonuçları üzerinden Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme Seçimi Aracı (YETMSA) geliştirilmiştir.

Sistematik bir malzeme seçimi süreci, yapı elemanı tasarımı sürecinden bağımsız düşünülemez. Bina ölçeğinden başlayarak, malzeme ölçeğine kadar farklı ölçeklerde verilen her bir tasarım kararı malzeme seçiminde etkilidir. Bu sebeple, YETMSA oluşturulurken de ilk olarak detay tasarımı süreci içerisindeki yeri irdelenmiştir. Çalışma kapsamında ele alınan yapı elemanı tasarımı modeli 4+9'dur. YETMSA, bu modelin 6. Adımı içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 4.1).

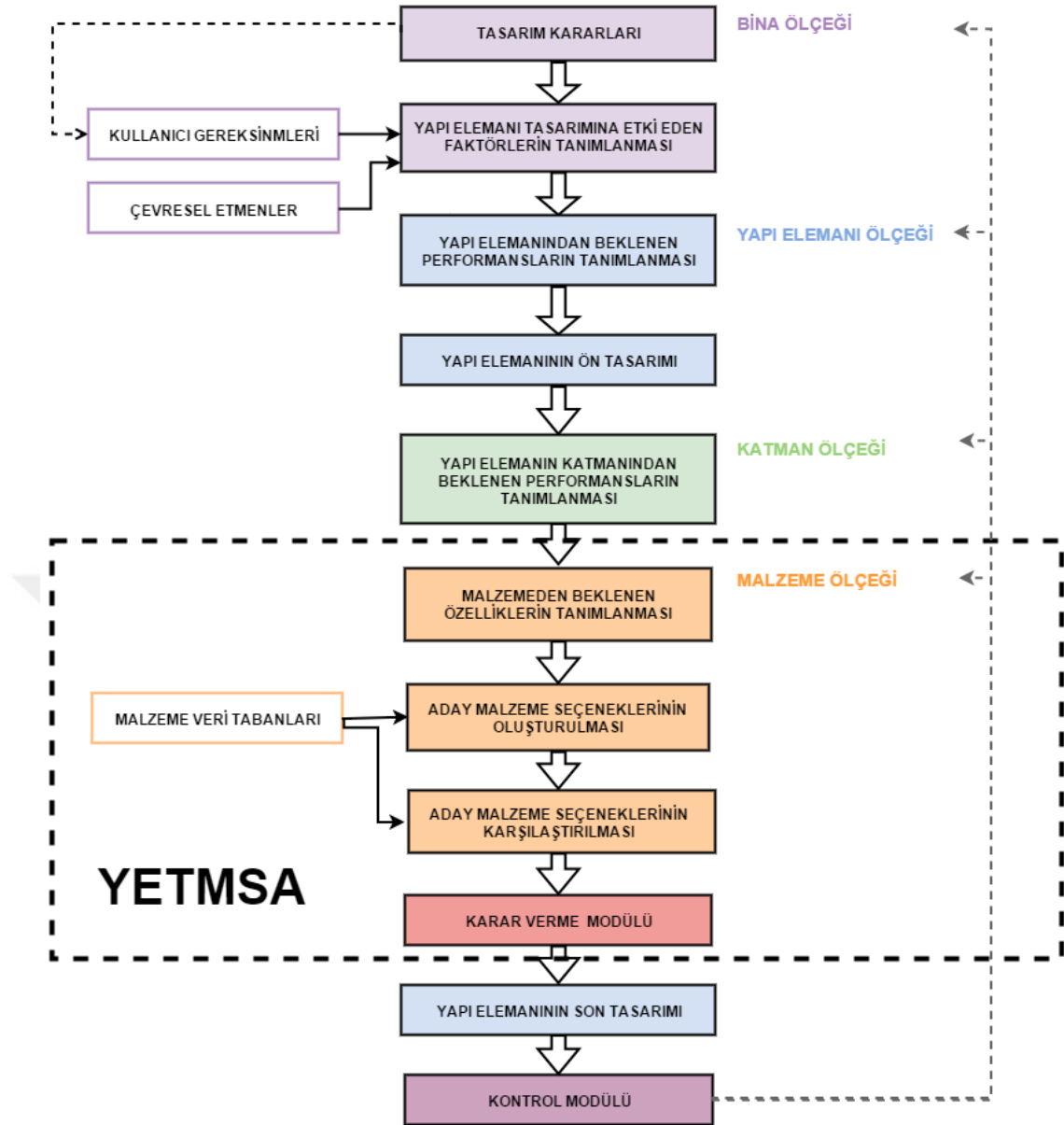
4+9 modeline ait adımlar ile ilk olarak bina ölçeğinde tasarım kararları verilir. Binanın işlevi, kullanıcı gereksinimleri, çevresel etmenler ve binanın var olması ile meydana gelen olaylara bağlı olarak yapı elemanından beklenen performans gereksinimleri tanımlanarak yapı elemanının ön tasarımı yapılır. Bu süreç jenerik bir katmanlaşma üzerinden; gövde, kaplamalar, yalıtımlar şeklinde işlevler belirlenerek detaylanır. Tanımlanan hangi performans gereksinimlerinin hangi katman/lar ile karşılanacağını tanımlanması ve katmanların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi ile henüz malzeme seçimi yapılmamış bir katmanlaşma modeli oluşur; Katmanlaşma Modeli-1 (Şekil 4.1).

YETMSA tanımlanan her bir katman için ayrı ayrı veya ihtiyaç duyulan tek bir katmanda uygulanmak üzere, malzeme seçimi sürecine yönelik alt adımlar ortaya koymaktadır. Malzeme seçimi yapıldıktan sonra katmanlar arası yük aktarımı ilişkileri ve tutturulma yöntemleri ele alınarak katmanlaşma modeli yeniden oluşur; Katmanlaşma Modeli-2 (Şekil 4.1). Yapı elemanının binanın taşıyıcı sistemine yük aktarımı ilişkisinin de kurulması ile yapı elemanı tasarımı süreci sonlanır.



Şekil 4.1 : 4+9 modeli içerisinde YETMSA'nın yerini gösteren akış şeması.

Bina ölçeği, yapı elemanı ölçeği, katman ölçeği ve malzeme ölçeği hiyerarşisi ile ilişkileri korunarak YETMSA farklı modeller içerisinde yapı elemanını oluşturan bir katmana ait malzemelerin seçilmesi için kullanılabilir. Temel ilke, ilk olarak malzeme özelliklerinin performans yaklaşımına bağlı olarak, katman, eleman ve bina ölçeği ile ilişkili olarak ortaya koyulmasıdır. Malzeme seçimi yapıldıktan sonra ise malzemenin uygulanma şekli göz önüne alınarak tekrar malzeme, katman, eleman ve bina ölçeğinde kararların kontrolü şeklindedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 : Yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde YETMSA’nın yerini ön gören akış şeması.

Bu bağlamda, YETMSA içerisinde 4 adım tanımlanmıştır (Şekil 4.2). Yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde tanımlanan bu malzeme seçimi sürecinin kurgusu; malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanması, malzeme veri tabanları ile ilişkili olarak bu özellikleri karşılayabilecek aday malzeme seçenekleri oluşturulması, yine veri tabanları üzerinden karşılaştırılması ve özellikleri en iyi karşılayan malzeme kararının verilmesi şeklindedir. YETMSA, yapı elemanının bir seferde tek bir katmanına uygulanmak üzere kurgulanmıştır. Performans gereksinimlerinin yanı sıra görme ve dokunma ile ilgili özelliklerin değerlendirildiği kaplama işlevindeki katman üzerinden oluşturulan süreç diğer bütün katmanlar için de uygulanabilir.

YETMSA'nın genel işleyişi ve her bir adımın girdileri ile çıktıları Şekil 4.3'teki, akış şeması üzerinde gösterilmiştir.

1. Adım: Malzemeden Beklenen Özelliklerin Tanımlanması

Aracın ilk adımı olan, malzemeden beklenen özelliklerin tanımlanması, yapı elemanı ölçeğinde tanımlanan performans gereksinimleri ve katmanların işlevlerinin belirlenmesi ile doğrudan ilişkilidir. Katmanlaşma Modeli-1 ile ifade edilen, ele alınacak katman için malzeme seçimi yapılmamış hali ile yapı elemanı için oluşturulmuş ön katmanlaşma modelidir.

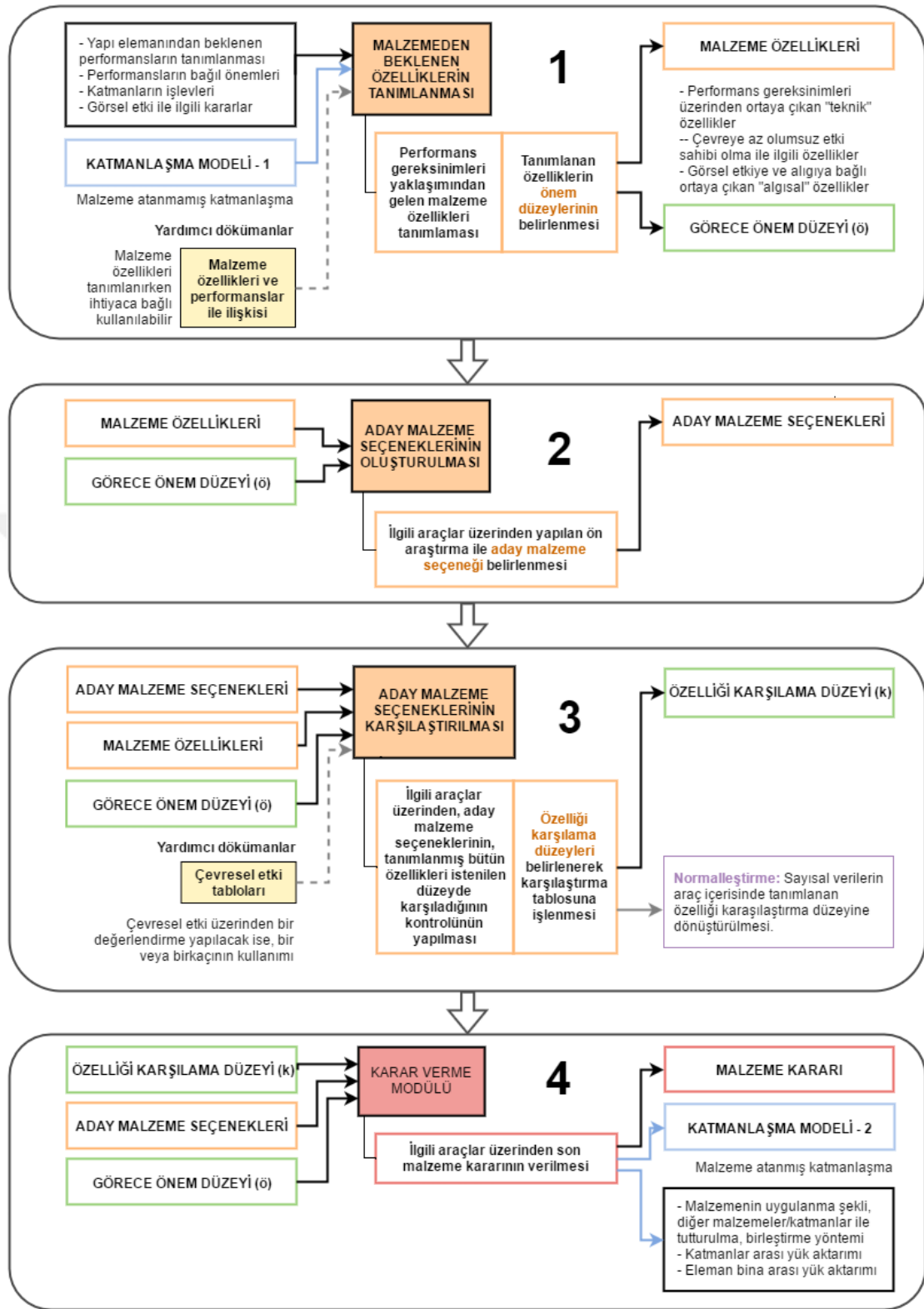
Söz konusu katmanın işlevi ve performans gereksinimleri üzerinden yola çıkılarak malzemeden beklenen “teknik” özellikler oluşturulur. “Teknik” özellikler başlığı altında, “çevresel etki” ile ilgili özellikler, çevreye duyarlı bina tasarımı ve sürdürülebilirliğin günümüzdeki önemi nedeniyle ön plana çıkmakta ve ayrı bir başlık olarak araç içerisinde de yer almaktadır. Tasarımın kimliği, bina ve mekan ölçeğindeki görsel etki başta olmak üzere duyular ile ilişkili kararlar ise malzemeden beklenen “algısal” özellikleri oluşturmaktadır. Malzeme seçimi yapılacak katmanın bir kaplama olması durumda algısal özelliklerin ön plana çıktığı, dışarıdan algılanmayacak bir katmanın ele alındığı diğer durumlarda ise göz ardı edilebileceği ifade edilebilir.

Malzemeden beklenen “teknik” ve “algısal” özellikler tanımlandıktan sonra birbirleri ile önem dereceleri kıyaslanarak bir bağıl önem sıralaması yapılır. Sonrasında ise bu sıralama gözetilerek özellikler, çok önemli, orta önemli ve az önemli olarak görece önem düzeyleri üzerinden gruplandırılır.

2. Adım: Aday Malzeme Seçeneklerinin Oluşturulması

Aracın ikinci adımında, var olan malzeme havuzu içerisinde kullanım alanına uygun, tanımlanan malzeme özelliklerini karşılayabilecek malzemeler bir ön elemeye tabi tutularak aday malzeme seçenekleri oluşturulur.

Aday malzeme seçeneği oluşturma süreci bir malzeme veri tabanlarının yardımı ile yapılmaktadır. Burada malzeme havuzu içerisinde kullanım alanı, malzeme kökeni, tanımlanan malzeme özellikleri için belirlenen istenme düzeyleri gibi farklı parametreler üzerinden bir filtreleme yapılarak havuz daraltılmakta ve söz konusu tasarımın gerekleri göz önüne alınarak aday seçenekler belirlenmektedir.



Şekil 4.3 : YETMSA'yı genel işleyişini gösteren akış şeması.

3. Adım: Aday Malzeme Seçeneklerinin Karşılaştırılması

Aracın üçüncü adımında, detaylı karşılaştırma belirlenen aday seçenekler içerisinde yapılarak malzemelerin tanımlanan malzeme özelliklerini karşılama düzeyleri

birbirleri ile kıyaslanır. Kıyaslama sonucunda her bir aday malzemenin her bir malzeme özelliğini karşılama düzeyi, iyi, orta, kötü şeklinde değerlendirilir. Karşılaştırmalı veri tabanları kullanılarak bu değerlendirme doğrudan yapılabileceği gibi, sayısal veriler üzerinden bir *normalleştirme* süreci sonrasında da özelliği karşılama düzeyine dönüştürülebilir.

4. Adım: Karar Verme Modülü

Son adıma gelindiğinde, farklı karar verme modüllerinin yardımı ile aday malzemelerin özellikleri karşılama düzeyleri üzerinden yapılan karşılaştırma sonucu ortaya çıkan sonuçlara bağlı olarak, malzemedan beklenen “teknik” ve “algısal” özellikleri en iyi oranda karşılayan malzeme kararı verilir.

Seçilen malzemenin uygulanma şekli, diğer malzemeler ve katmanlar ile nasıl bir araya geleceği araştırılarak YETMSA öncesinde oluşturulan katmanlaşma yeniden ele alınır ve malzeme seçimi sonrasında bütün katmanların bir araya gelmesi ile Katmanlaşma Modeli-2 oluşturulur.

4.2. YETMSA’nın Farklı Alt Akışları ve Farklı Kullanıcı Tipleri

Aracın geliştirilme sürecinde yapılan çalışmalar ve mevcut farklı malzeme seçim yöntemleri üzerinde yapılan incelemeler ortaya koymuştur ki; *farklı bilgi birikimi ve farklı deneyime sahip tasarımcıların* gerek malzeme özelliklerini belirlemek, gerek aday seçenekler oluşturarak karşılaştırmak, gerek karar vermek için izledikleri yaklaşımlar farklılık göstermektedir. Bunun yanı sıra aracın kullanılacağı *tasarımın kimliği ve tanımlanmış tasarım parametrelerine* bağlı olarak da farklı alt akışlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Her ne kadar sistematik bir malzeme seçimi süreci ile malzeme seçiminde izlenecek adımlar tanımlanması amaçlansa da, bu süreç için tek bir yol çizilmesi tasarımcıları sınırlandırarak olumsuz bir etki doğurabilecektir.

Aracın uygulanma şeklini etkileyen bir diğer faktör ise, özellikle aday malzeme seçeneklerinin oluşturulması ve karşılaştırılması adımlarında kullanımı kaçınılmaz olan *malzeme veri tabanları* ile ilişkilidir.

YETMSA süreci içerisinde kullanımı ideal olacak bir veri tabanından beklenen özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Malzemelerin farklı özellikleri ile ilgili karşılaştırmalı veriler sunması, bu anlamda güvenilirliğinin kanıtlanmış olması

- Bilimsel kökenli veriler ile firma kökenli veriler arasındaki ilişkiyi kurabilmiş olması, bu anlamda güvenilirliğinin kanıtlanmış olması
- “Teknik” ve “algısal” çok sayıda malzeme özelliği üzerinden karşılaştırma yapabilme olanağı sunması
- Ulusal ve uluslararası ölçekte geniş bir malzeme havuzu içermesi
- Kullanım alanı üzerinden filtreleme olanağı sunması
- Malzeme kökeni üzerinden filtreleme olanağı sunması
- Kolay kullanılabilir olması
- Kolay erişilebilir olması

Ancak günümüzde, bu özelliklere sahip bir veri tabanının varlığı hemen hemen söz konusu değildir. Mevcut veri tabanlarının ise araç ile uyumlu olarak kullanılabilirlik ve erişilebilirlik açısından çeşitli problemlerinin olması, malzeme özelliği veya sayısı açısından yetersiz kalması, farklı veri tabanlarının farklı kullanım senaryoları üzerinden farklı alt süreçler ortaya çıkmasında etkili olmuştur. YETMSA içerisinde olası kullanımı ön görülen malzeme veri tabanları; aşağıdaki şekilde gruplandırılmış ve araca ait şema içerisinde de bu başlıklar ile yer verilmiştir (Şekil 4.4).

- **V1.** Arama motorları (Google... vb.)
- **V2.** Firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan
 - **V2a.** Sınırlı malzeme havuzu, az sayıda malzeme özelliği; örnek: Materia veri tabanı
 - **V2b.** Geniş malzeme havuzu, çok sayıda malzeme özelliği; örnek: Material Connexion veri tabanı
- **V3.** Firma kökenli, sayısal veriler sunan
 - Türkiye odaklı; örnek: Yapı Kataloğu veri tabanı
- **V4.** Bilimsel kökenli; sayısal veriler sunan
 - **V4a.** Dijital, internet üzerinden erişilebilen veri tabanları
 - **V4b.** Basılı (veya e-book şeklinde), kaynak kitaplar

Yukarıda ifade edilen nedenlerle, YETMSA 4 ana adım üzerinden genel ilerleyişi korunarak, farklı tasarımların gereklerini ve farklı tasarımcıların isteklerini karşılayabilecek, farklı veri tabanları üzerinden farklı şekillerde ilerlemeye olanak veren alt akışlar ortaya koymaktadır. Aracın öncelikli olarak hedef kitlesini oluşturan kullanıcılar, mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlardır. Ancak sunulan farklı

akışlar ile araç, farklı düzeylerde bilgi birikimi ve deneyimi olan birçok farklı kullanıcı tipi için yol gösterici adımlar ortaya koymaktadır.

Farklı olası kullanıcılar ve kullanım amaçları düşünülerek YETMSA içerisinde 5 farklı yol tanımlanmış ve her biri içerisinde izlenmesi önerilen farklı akışlar ortaya konulmuştur (Şekil 4.4).

- **Yol A:** Tek bir malzeme özelliğini kontrolü
- **Yol B:** Mimarlık öğrencileri, hızlı sonuç veren, *güvenilirliği düşük, bilgi gerekliliği düşük*
- **Yol C:** arlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar, *görece hızlı sonuç veren, güvenilirliği orta, bilgi gerekliliği orta*
- **Yol D:** Az deneyimli mimarlar, *yavaş sonuç veren, güvenilirliği yüksek, bilgi gerekliliği yüksek*
- **Yol Z:** İdeal YETMSA çizgisi

Sırası ile YETMSA içerisinde tanımlanan farklı yollar ve içerdikleri farklı akışların uygulanmasına dair açıklamalar bölümün devamında yer almaktadır. YETMSA'nın bütün yollarını içeren tablo, YETMSA Şeması başlıklı Ek G altında sunulmuştur.

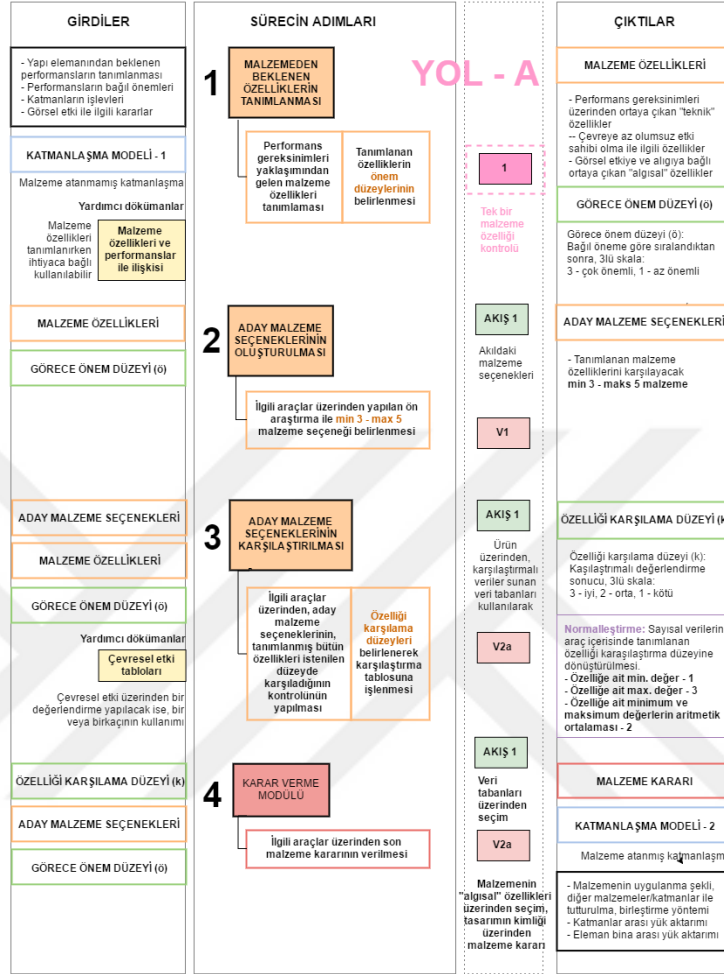
4.2.1. Yol A: Tek bir malzeme özelliğini kontrolü

Pembe kod rengi ile tanımlanan ilk yol, akıldaki malzeme seçeneği/leri için tek bir malzeme özelliğinin karşılanmasına ilişkin kontrole yönelik, hızlı, sonuç odaklı bir akış ortaya koymaktadır (Şekil 4.4).

Aracın ilk adımında malzemeden beklenen özellik ortaya konulur. Bu özellik yapı elemanı tasarımında söz konusu katmana yüklenmiş en büyük öneme sahip özellik olabilir. Örneğin; bir dış cephe kaplama malzemesinden beklenen su geçirimsizlik özelliği. İkinci adımda bu özelliği karşılayabilecek aday malzeme seçenekleri ortaya koyulur. Çizilen yolun kurgusu tasarımcının aklındaki malzeme seçenek/lerini üzerindendir. V1 başlığı ile ifade edilen, arama motorlarından yararlanılarak akıldaki malzeme seçenek/lerine karşılık gelen olası ürünler tanımlanır (2-AKIŞ 1).

Üçüncü adımda, aday malzeme seçeneklerinin karşılaştırılması V2a başlığı ile ifade edilen; firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanları üzerinden yapılır (3-AKIŞ 1). Tek bir malzeme özelliğine bakılacağı için örnek olarak Materia veri tabanının kullanımı süreç ile uyumludur. Tanımlanan aday malzeme seçeneklerine

karşılık gelen ürünler bu veri tabanı içerisinde *anahtar kelime* veya *malzeme kökeni* üzerinden arama yapılarak bulunur ve söz konusu malzeme özelliğini karşılama düzeyleri kontrol edilir.



Şekil 4.4 : YETMSA Yol A'nın alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.

Son olarak karar verme adımında ayrı bir karar verme modülüne ihtiyaç duyulmayarak, aynı veri tabanı üzerinden, karşılaştırma süreci ile ilişkili olarak, tasarımın kimliğine uygun malzeme seçimi yapılmaktadır (4-AKIŞ 1).

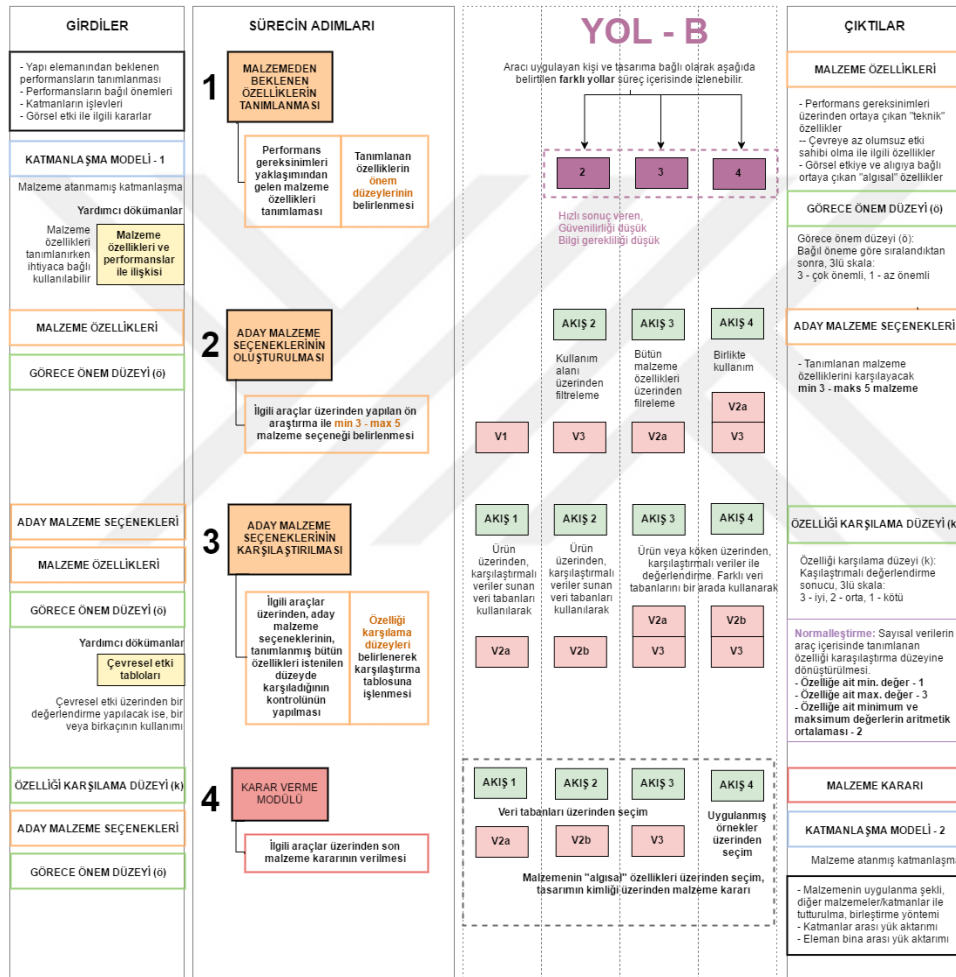
4.2.2. Yol B: Mimarlık öğrencileri

Mor kod rengi ile tanımlanan ikinci yol, konuya ilgisi düşük ve konuyu öğrenme aşamasında olan, daha çok mimarlık öğrencilerine hitap eden bir akış ortaya koymaktadır. Az sayıda malzeme özelliği üzerinden ilerlediği ve bilimsel kökenli her hangi bir kaynak kullanımı olmadığı için güvenilirliği düşüktür. Öte yandan, az sayıda malzeme özelliği üzerinden ilerlediği, erişilebilirlik ve kullanılabilirlik açısından

pratik veri tabanları üzerinden kurgulandığı için de hızlı sonuç veren bir yol olma özelliğine sahiptir.

Aracın ilk adımında malzemeden beklenen 2, 3 veya 4 malzeme özelliği tanımlanır. Sonrasında tanımlanan özelliklerin bağıl önem düzeyleri belirlenir. Bütün özellikler eşit öneme sahip olabileceği gibi, çok, orta ve az önemli şeklinde ayrılabilir.

İkinci adıma geçildiğinde, aday malzeme seçenekleri oluşturulurken ilenebilecek farklı akışlar tanımlanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 : YETMSA Yol B'nin alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.

Olası akışlardan ilki (2-AKIŞ 2); kullanım alanı üzerinden bir filtreleme yapılarak minimum 3, maksimum 5 aday malzeme seçeneği oluşturulmasıdır. Bu şekilde bir filtrelemeye izin veren, YETMSA süreci içerisinde kullanımı uyumlu, V3 başlığı ile ifade edilen, firma kökenli sayısal veriler sunan bir veri tabanı olan Yapı Kataloğu olarak ön görülmüştür. Yapı elemanının söz konusu katmanı için; örneğin, veri tabanı

içerisinde sırası ile bitirme işleri, dış cephe kaplamaları şeklinde seçim yapılarak kullanım alanı üzerinden malzeme havuzu daraltılır. Sonrasında malzeme kökeni performans gereksinimleri ve tasarımın kimliği göz önünde bulundurularak 3-5 aday malzeme seçeneği tanımlanır.

Olası bir diğer akış (2-AKIŞ 3); aday malzeme seçeneği oluşturma sürecinin tanımlanan malzeme özellikleri üzerinden filtreleme ile yapılmasıdır. Bu amaçla V2a başlığı ile ifade edilen, firma kökenli karşılaştırmalı veriler sunan bir veri tabanı olan Materia'nın kullanımı ön görülmüştür. Tanımlanan her bir malzeme özelliği için istenme düzeyleri veri tabanı içerisindeki skala üzerinden tanımlanarak yapılan filtreleme ile malzeme havuzu daraltılır. Sonrasında kullanım alanı, malzeme kökeni ve tasarımın kimliği göz önünde bulundurularak 3-5 aday malzeme seçeneği tanımlanır.

Bu yol içerisinde yer alan son akış ise kullanım alanı ve malzeme özelliklerinin bir arada ele alınarak, her ikisi ile ilişkili veri tabanlarının bir arada kullanımı ile aday malzeme seçeneklerinin tanımlanmasıdır (2-AKIŞ 4). Olası bir arada kullanım senaryosu; ilk olarak Yapı Kataloğu üzerinden kullanım alanları üzerinden filtreleme yapılarak belirlenen birkaç malzemenin, Materia içerisinde yer alan ürünler ile ilişkilendirilerek tanımlanan özellikleri karşılama düzeylerinin kontrol edilmesi şeklindedir. İlk olarak Materia üzerinden malzeme özelliklerini karşılama düzeyi ile filtreleme yapılarak belirlenen birkaç malzemenin, Yapı Kataloğu içerisinde yer alan ürünler ile ilişkilendirilerek kullanım alanının kontrol edilmesi gibi farklı senaryolar da izlenebilir.

Aracın üçüncü adımında, aday malzemelerin karşılaştırılmasına yönelik yine izlenebilecek farklı akışlar ortaya konulmuştur (Şekil 4.5). Bu akışlar kullanımı ön görülen veri tabanları bakımından ayrılrsa da, iki üst grupta toplanabilir; ürün üzerinden, karşılaştırmalı veriler ile değerlendirme veya ürün ve köken üzerinden farklı veri tabanlarının bir arada kullanımı ile karşılaştırmalı veriler ile değerlendirme.

İlk grupta yer alan akışlardan ilki (3-AKIŞ 1), V2a başlığı ile ifade edilen; firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan, sınırlı bir malzeme havuzuna sahip Materia veri tabanının kullanımı ön görmektedir. İkinci akış ise (3- AKIŞ 2), V2b başlığı ile ifade edilen; yine firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan, ancak daha geniş bir malzeme havuzuna sahip Material Connexion veri tabanının kullanımı ön görmektedir.

Tanımlanan malzeme özelliklerinin sayısı ve ihtiyaç duyulan malzeme havuzunun genişliği gibi etmenlere bağlı olarak en uygun veri tabanı seçilerek, aday malzeme seçeneklerinin tanımlanmış malzeme özelliklerini karşılama düzeylerinin kontrolü yapılır.

İkinci grupta yer alan akışlar ise, farklı veri tabanlarının bir arada kullanımını ön görmektedir. Bu anlamda izlenebilecek ilk akış (3-AKIŞ 3), firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan, Materia ile, firma kökenli, sayısal veriler sunan Yapı Kataloğu'nun bir arada kullanımı senaryosu üzerinden gitmektedir. İkinci akış ise (3-AKIŞ 4), firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan, Material Connexion ile, firma kökenli, sayısal veriler sunan Yapı Kataloğu'nun bir arada kullanımı üzerinden kurgulanmıştır. Karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanlarının yetersiz kaldığı durumlarda, sayısal veriler sunan bir veri tabanı ile desteklenmesi prensibine dayanmaktadır. Aynı zamanda Yapı Kataloğu'nun Türkiye ölçeğinde ürünler sunması da iki veri tabanının bir arada kullanımı ile süreci zenginleştirmektedir. İki veri tabanı arasındaki geçiş malzemenin kökeni üzerinden yapılmaktadır. Örneğin, Materia veri tabanından bulunan bir ürünün sunmuş olduğu karşılaştırmalı veriler yetersiz kaldığında bu ürün kökeni üzerinden Yapı Kataloğu içerisinde aratılarak benzeri bir ürün bulunur ve bu ürüne ait sayısal veriler incelenerek süreç desteklenir.

Hangi akış üzerinden gidilirse gidilsin, aracın üçüncü adımının sonunda aday malzeme seçeneklerinin tanımlanan her bir malzeme özelliği için özelliği karşılama düzeyleri üçlü skala ile (iyi, orta, kötü) değerlendirilerek, karşılaştırma tablosu üzerine işlenerek tanımlanmış malzeme özelliklerini karşılama düzeylerinin kontrolü yapılmalıdır.

YETMSA'nın son adımına gelindiğinde bu yol içerisinde iki olası karar verme modülü üzerinden gidilmektedir. İlk olarak malzemenin “algısal” özelliklerinin ön plana çıktığı bir karar verme süreci tanımlanmıştır. Önceki adımda tanımlanan malzeme özelliklerini karşılama düzeyleri kontrol edilen aday malzeme seçenekleri, bu adımda yine ilgili veri tabanları kullanılarak olarak tasarımın kimliği ile malzemenin görsel özelliklerinin ilişkisi göz önüne alınarak incelenir ve malzeme kararı verilir. Bu bağlamda ilk akış (4-AKIŞ 1) V2a başlığı ile ifade edilen Materia veri tabanı, ikinci akış (4-AKIŞ 2) V2b başlığı ile ifade edilen Material Connexion veri tabanı, üçüncü akış ise (4-AKIŞ 3) V3 başlığı ile ifade edilen Yapı Kataloğu ile ilişkilendirilmiştir.

Karar verme aşamasında izlenebilecek bir diğer akış ise (4-AKIŞ 4), aday malzeme seçeneklerinin uygulanmış olduğu benzer örnekler incelenerek, söz konusu tasarımın kimliği ve malzemenin “algısal” özellikleri üzerinden malzeme kararının verilmesi olarak tanımlanmıştır.

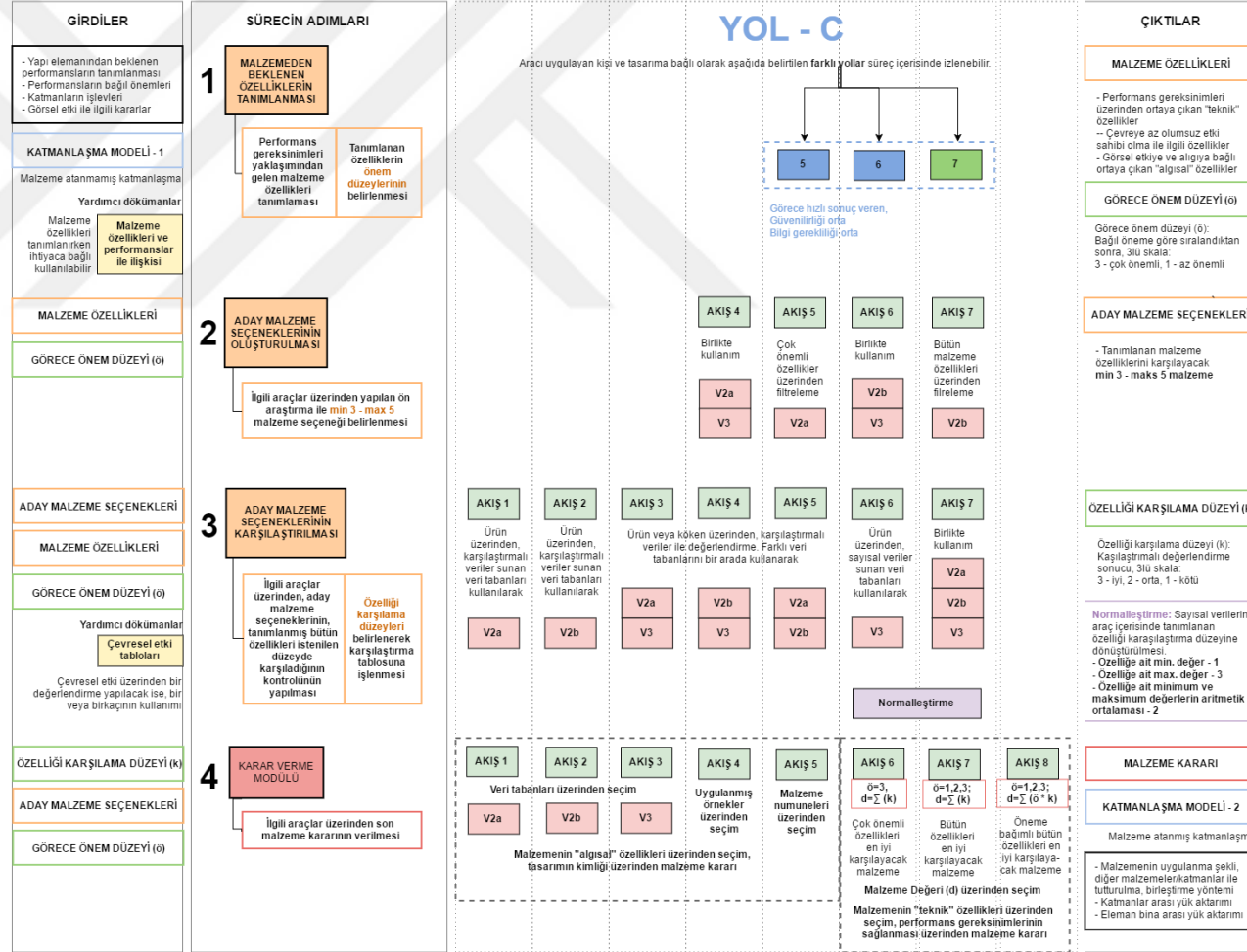
4.2.3. Yol C: Mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar

Mavi kod rengi ile tanımlanan üçüncü yol, konuya ilgisi ve konu hakkında bilgisi orta düzeyde olan, mimarlık öğrencileri ve az deneyimli tasarımcılara hitap eden bir yol ortaya koymaktadır. En fazla esnekliğe sahip olan ve izlenilmesi en çok önerilen yoldur. Tanımlanan malzeme özelliği sayısı orta düzeydedir ve firma kökenli farklı kaynaklar üzerinden oluşturulmuştur. Bu nedenle güvenilirliği orta düzeyde olarak değerlendirebilir. Tanımlanan malzeme özelliği sayısı bir önceki yola kıyasla artsa da erişilebilirlik ve kullanılabilirlik açısından pratik veri tabanları üzerinden kurgulandığı için yine de görece hızlı sonuç veren bir yol olma özelliği taşımaktadır.

Aracın birinci adımında, ele alınan yapı elemanının söz konusu katmanından beklenen 5 veya 6 malzeme özelliği tanımlanır. Sonrasında tanımlanan bu özellikler bağlı önemlerine göre sıralanarak, çok önemli, orta önemli ve az önemli şeklinde üçlü bir skala ile gruplandırılır.

Aracın ikinci adımında tasarımcıya ve tasarıma bağlı olarak izlenebilecek dört farklı akış ortaya koyulmuştur (Şekil 4.6). Bu akışlar yalnızca çok önemli olarak gruplandırılan malzeme özellikleri üzerinden filtreleme veya tanımlanan bütün malzeme özellikleri üzerinden filtreleme yapılarak aday malzeme seçeneklerinin oluşturulması şeklinde iki grup altında toplanabilir. Tanımlanan her bir malzeme özelliği için istenme düzeyleri veri tabanı içerisindeki skala üzerinden tanımlanarak yapılan filtreleme ile malzeme havuzu daraltılır. Sonrasında kullanım alanı, malzeme kökeni ve tasarımın kimliği göz önünde bulundurularak 3-5 aday malzeme seçeneği tanımlanır.

Çok önemli özellikler üzerinden ilerleyen ilk akışın (2- AKIŞ 5), firma kökenli veri tabanları içerisinde, sınırlı bir malzeme havuzuna sahip ve daha az malzeme özelliği üzerinden karşılaştırmalı veriler sunan, V2a başlığı ile ifade edilen Materia veri tabanı üzerinden ilerlemesi ön görülmüştür.



Şekil 4.6 : YETMSA Yol C'nin alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.

Tanımlanan bütün özellikler üzerinden ilerleyen ikinci akış (2- AKIŞ 7) ise yine firma kökenli veri tabanları içerisinde, geniş bir malzeme havuzuna sahip ve çok sayıda malzeme özelliği üzerinden karşılaştırmalı veriler sunan, V2b başlığı ile ifade edilen Material Connexion veri tabanı üzerinden ilerlemektedir. Her iki veri tabanının da V3 başlığı ile ifade edilen, firma kökenli, sayısal veriler sunan bir veri tabanı olan Yapı Kataloğu ile bir arada kullanımı da olası akışlardandır (2-AKIŞ 4 ve 6). Türkiye odaklı bir veri tabanı ve kullanım alanı üzerinden filtreme imkanı sunması ile Yapı Kataloğu, karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanlarına destek verir niteliktedir.

Aracın üçüncü adımında, aday malzemelerin karşılaştırılmasına yönelik yine izlenebilecek farklı akışlar ortaya konulmuştur (Şekil 4.4). Bu akışlar üç üst grupta toplanabilir; ürün üzerinden, karşılaştırmalı veriler ile değerlendirme, ürün üzerinden sayısal veriler ile değerlendirme, ürün ve köken üzerinden farklı veri tabanlarının bir arada kullanımı ile karşılaştırmalı veriler ile değerlendirme.

Ürün üzerinden, karşılaştırmalı veriler ile değerlendirmenin V2a veya V2b başlıkları ile ifade edilen firma kökenli karşılaştırmalı veriler sunan, Materia veya Material Connexion veri tabanları üzerinden yapılması ön görülmüştür (3-AKIŞ 1 ve 2). Ürün üzerinden, sayısal veriler ile değerlendirmenin ise V3 başlığı ile ifade edilen firma kökenli sayısal veriler sunan, Yapı Kataloğu veri tabanı ile yapılması ön görülmüştür (3-AKIŞ 6). Veri tabanı içerisinde sunulan verilerin yetersiz kalması durumunda ürünün bulunduğu firmanın sitesi üzerinden, katalog bilgilerinden veya doğrudan firma ile iletişime geçilerek talep edilecek sayısal verilerden de yararlanılabilir.

YETMSA'nın genel ilerleyişi içerisinde tanımlanan karar verme modüllerinin çalışabilmesi ve aday seçeneklerin değerlendirilebilmesi için, üçüncü adımın sonunda, her aday malzeme seçeneğinin tanımlanan her bir özelliği karşılama düzeyleri üçlü skala (iyi, orta, kötü) ile değerlendirilerek karşılaştırma tablosu üzerine işaretlenmesi gerekmektedir.

Karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanlarından yararlanırken bu düzeyler doğrudan alınabilse de sayısal veriler üzerinden yapılan değerlendirmeler için aynı durum söz konusu değildir. *Normalleştirme* olarak tanımlanan ek süreç, sayısal olarak ortaya konulan özelliklerin kendi içerisinde karşılaştırılarak özelliği karşılama düzeyine dönüştürülmesidir. Söz konusu malzeme özelliği için minimum değere sahip olan malzeme seçeneği için özelliği karşılama düzeyi 1-kötü, maksimum değere sahip olan

3-iyi, minimum ve maksimum değerlerin aritmetik ortalamasına sahip olan ise 2-orta olarak dönüştürülür (Şekil 4.6). Sayısal verilerin kullanıldığı durumlarda her zaman bir *normalleştirme* ihtiyacı söz konusudur. Böylelikle sayısal veriler sunan bir veri tabanı da karşılaştırmalı veri tabanları ile birlikte araç içerisinde yer alabilmektedir.

Ürün ve köken üzerinden farklı veri tabanlarının bir arada kullanımı ile karşılaştırmalı veriler ile değerlendirme ise araç içerisinde kullanımı ön görülen üç temel veri tabanının farklı kombinasyonlarda bir arada kullanımı üzerinden tanımlanmıştır. İlk akış (3-AKIŞ 3) Materia ve Yapı Kataloğu'nun, ikinci akış (3-AKIŞ 4) Material Connexion ve Yapı Kataloğu'nun, son olarak üçüncü akış (3-AKIŞ 5) Materia ve Material Connexion veri tabanlarının bir arada kullanımını ön görmektedir. Bu grubun bir diğer varyasyonu olarak bütün veri tabanlarının bir arada kullanımı şeklinde tanımlanan akış (3-AKIŞ 7) da ele alınabilir. Veri tabanları içerisinde tanımlanan ürünler farklılık gösterebildiği için, iki veri tabanı arasındaki geçiş kökeni üzerinden yapılmalıdır. Böylelikle bir veri tabanı içerisinde yer alan ürün, kökeni üzerinden yapılan tarama ile diğer veri tabanı içerisinde yer alan benzeri bir ürün ile bir olarak alınır ve iki veri tabanının sunmuş olduğu veriler birbirini destekleyerek söz konusu malzeme seçeneğinin tanımlanan malzeme özelliklerini karşılama düzeyleri üçlü skala üzerinden tanımlanır.

Aracın son adımı olası farklı karar verme modülleri ortaya koymaktadır. Bu modellerin bir kısmı malzemenin “algısal” özelliklerinin ön plana çıktığı bir karar verme süreci tanımlarken diğerleri malzemenin “teknik” özelliklerinin ön plana çıktığı süreçler ortaya koymaktadır. Tasarımın gereklerine ve tasarımcının isteklerine bağlı olarak yedi farklı akıştan biri seçilerek uygulanabilir.

İlk olarak malzemenin “algısal” özelliklerinin ön plana çıktığı süreçlerde, önceki adımda özellikleri karşılama düzeyleri kontrol edilen aday malzeme seçenekleri, ilgili veri tabanları kullanılarak olarak tasarımın kimliği ile malzemenin görsel özelliklerinin ilişkisi göz önüne alınarak incelenir ve malzeme kararı verilir. Bu bağlamda kullanılabilecek akışlar, ilk olarak (4-AKIŞ 1) V2a başlığı ile ifade edilen Materia veri tabanı, ikinci olarak (4-AKIŞ 2) V2b başlığı ile ifade edilen Material Connexion veri tabanı ve son olarak (4-AKIŞ 3) V3 başlığı ile ifade edilen Yapı Kataloğu üzerinden kurgulanmıştır.

Yine malzemenin “algısal” özelliklerinin ön plana çıktığı karar verme süreçlerinden bir diğeri ise (4-AKİŞ 4), aday malzeme seçeneklerinin uygulanmış olduğu benzer örnekler incelenerek malzeme kararının verilmesidir. Bu akışta malzemenin görsel özellikleri ile tasarımın kimliği karar verme sürecinde belirleyici olmaktadır. Görsel yanı sıra malzemenin algısal özelliklerin bir parçası olan dokunma, dokuya ilişkin özelliklerin de karar verme sürecince etkili olduğu akış (4-AKİŞ 5), aday malzeme seçeneklerinin numuneleri üzerinden malzeme kararının verilmesidir. Bu akışın uygulanabilirliği malzeme numunelerinin erişilebilirliği ile sınırlı olsa da malzeme seçimi sürecinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Malzemenin “teknik” özelliklerinin ön plana çıktığı karar verme süreçleri, incelenen mevcut karar verme modellerinin YETMSA kurgusu içerisinde uygulanabilecek şekillerde adaptasyonu ile ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda ortaya koyulan ilk akış (4-AKİŞ 6), çok önemli olarak gruplandırılan malzeme özelliklerinin karşılanma düzeyleri üzerinden malzeme kararının verilmesidir. Her aday malzeme seçeneği için tanımlanan malzeme özellikleri içerisinde çok önemli olanların, özelliği karşılama değerleri toplamı ile o seçeneğin malzeme değeri hesaplanır. Malzeme değeri en yüksek olan aday malzeme seçilir. Benzeri ikinci akış (4-AKİŞ 7) ise, önemden bağımsız bütün malzeme özelliklerinin karşılanma düzeyleri üzerinden değerlendirme yapılmasıdır. Her aday malzeme seçeneği için tanımlanan bütün malzeme özelliklerini karşılama düzeyleri toplanarak malzeme değeri hesaplanır ve en yüksek değere sahip aday malzeme seçilir.

Ortaya koyulan bu iki akış öncelikli olarak “teknik” özelliklerin değerlendirilmesi amacı ile ortaya konulmuş olsa da, “algısal” özeller de tasarımcının isteklerine ve tasarımın kimliğine uyma düzeyleri değerlendirilerek 3lü bir skalaya dönüştürülmesi ile değerlendirme parametrelerinin bir parçası olarak yer alabilir. Örneğin, bir dış cephe kaplaması için nitel bir şekilde yapılan “yatay çizgiler, parlak ve pürüzsüz yüzey” gibi tanımlamalar üzerinden bu tanımlamaları en iyi karşılayan malzeme seçeneğinin 3, en karşılayamayan malzeme seçeneğinin 1 şeklinde nicel değerler alması ile, bir nevi *normalizasyon* yapılarak, algısal özellikler de diğer malzeme özelliklerinin yanında yer alabilmektedir. Böylelikle YETMSA hem teknik hem de algısal özelliklerin sistematik bir şekilde, bir arada değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

4.2.4. Yol D: Az deneyimli mimarlar

Yeşil kod rengi ile tanımlanan dördüncü yol, konuya ilgisi ve konu hakkında bilgisi yüksek düzeyde olan, daha çok az deneyimli tasarımcılara hitap eden bir yol ortaya koymaktadır. Tanımlanan malzeme özelliği sayısı üst düzeydedir ve bilimsel kökenli kaynaklar ile firma kökenli kaynakların bir arada kullanımı söz konusudur. Bu nedenle güvenilirliği yüksek düzeyde olarak değerlendirilebilir. Tanımlanan malzeme özelliği sayısının fazlalığı, bilimsel kökenli veriler ile firma kökenli verilerin ilişkisinin kurulması ve sayısal değerler üzerinden ilerlenmesinin bir sonucu olarak yavaş sonuç veren bir yol olma özelliği taşımaktadır. Bu yol içerisinde sunulan bazı akışlar ile aracın amaçladığı pratiklik yitirilse de tam anlamıyla sistematik bir malzeme seçimi süreci ortaya koyduğu söylenebilir.

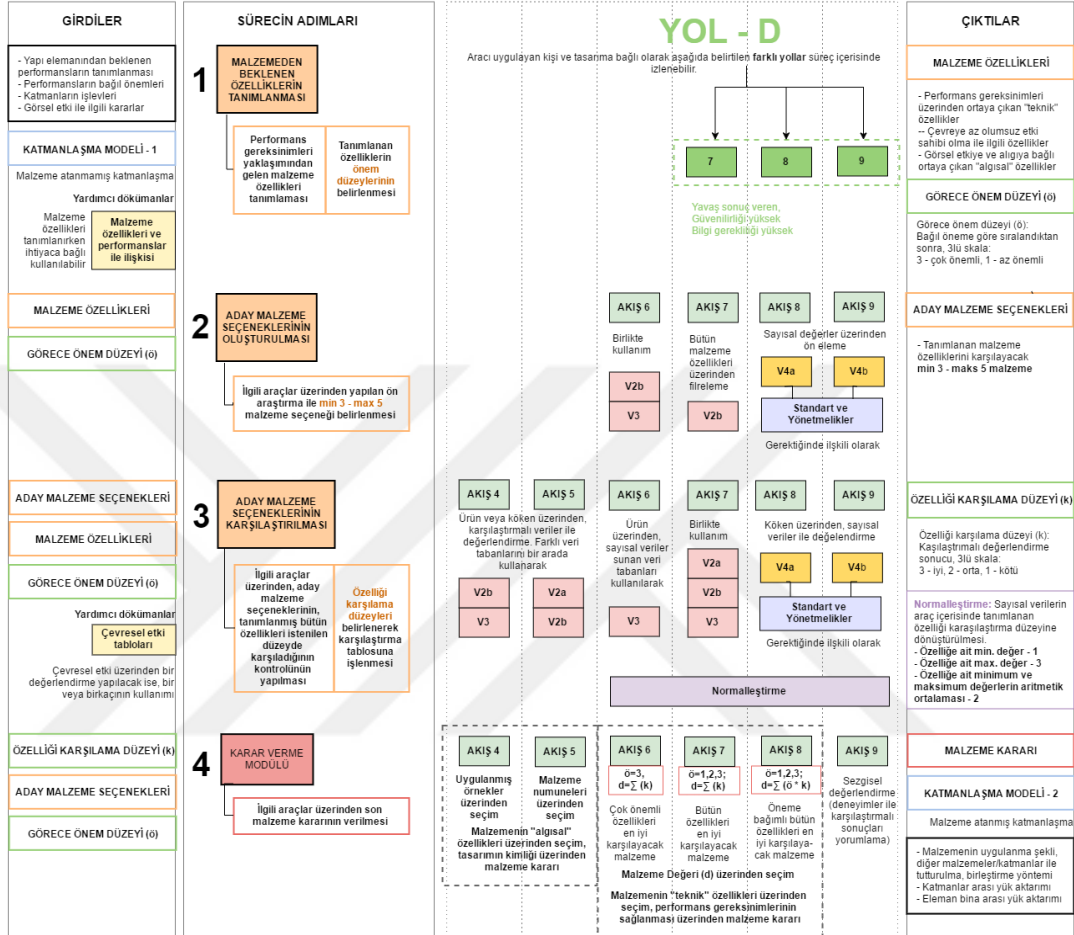
Aracın birinci adımında, ele alınan yapı elemanının söz konusu katmanından beklenen 7, 8 veya 9 malzeme özelliği tanımlanır. Sonrasında tanımlanan bu özellikler bağlı önemlerine göre sıralanarak, çok önemli, orta önemli ve az önemli şeklinde üçlü bir skala ile gruplandırılır.

Aracın ikinci adımında tasarımcıya ve tasarıma bağlı olarak izlenebilecek dört farklı akış ortaya koyulmuştur (Şekil 4.7). Bu akışlar tanımlanan bütün malzeme özellikleri üzerinden karşılaştırmalı veri tabanları kullanılarak filtreleme yapılması veya sayısal değerler üzerinden ön eleme yapılması olarak iki grupta toplanabilir. İlki firma kökenli ikincisi ise bilimsel kökenli veriler üzerinden ilerleyen akışlar ortaya koymaktadır.

Firma kökenli veriler üzerinden ilerleyen akışlardan ilki (2-Akış 7), tanımlanan malzeme özelliği sayısı fazla olduğu için, karşılaştırmalı veri tabanları kullanılarak filtreleme yapılırken, geniş bir malzeme havuzuna sahip ve çok sayıda malzeme özelliği içeren, V2b başlığı ile ifade edilen, Material Connexion veri tabanı üzerinden ilerlemektedir. Tanımlanan her bir malzeme özelliği için istenme düzeyleri veri tabanı içerisindeki skala üzerinden tanımlanarak yapılan filtreleme ile malzeme havuzu daraltılır. Sonrasında kullanım alanı, malzeme kökeni ve tasarımın kimliği göz önünde bulundurularak 3-5 aday malzeme seçeneği tanımlanır.

Yine firma kökenli veri tabanları üzerinden ilerleyen ikinci akış ise (2-AKİŞ 6) karşılaştırmalı veriler sunan, V4b başlığı ile ifade edilen, Material Connexion veri tabanı ile sayısal değerler sunan, V3 başlığı ile ifade edilen, Yapı Kataloğu veri tabanlarının bir arada kullanımını ön görmektedir. Material Connexion üzerinden

tanımlanan malzeme özelliklerinin istenme düzeyleri belirtilerek filtreleme yapılırken, Yapı Kataloğu üzerinden malzemelerin kullanım alanı kontrol edilir ve Türkiye ölçeğinde karşılık gelen ürünler ile desteklenerek 3-5 aday malzeme seçeneği tanımlanır.



Şekil 4.7 : YETMSA Yol D'nin alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.

Bilimsel kökenli veriler üzerinden ilerleyen akışlardan ilki (2-AKİŞ 8), V4a başlığı ile ifade edilen, dijital, internet üzerinden erişilebilen veri tabanlarının, ikincisi ise (2-AKİŞ 9), V4b başlığı ile ifade edilen, basılı (veya e-book şeklinde), kaynak kitapların kullanımını ön görmektedir. İki akış da tasarımın gerekleri ile ilişkili olarak tanımlanan malzeme özellikleri için sınır değerler belirlenmesi ve bu sınır değerlerin altında kalan malzemelerin bir ön elemeyden geçerek aday malzeme seçenekleri oluşturulması prensibine dayanır. Gerek sınır değer belirlenmesinde, gerekse hangi malzemelerin belirlenen sınır değerleri sağladığının kontrol edilmesinde, ilgili standart ve yönetmeliklerden ikincil bir kaynak olarak yararlanılmalıdır.

Aracın üçüncü adımına gelindiğinde, aday malzemelerin karşılaştırılmasına yönelik yine izlenebilecek farklı akışlar ortaya konulmuştur (Şekil 4.4). Aracın ikinci adımında da olduğu gibi firma kökenli veya bilimsel kökenli veriler üzerinden ilerleyen akışlar tanımlanmıştır.

Bilimsel kökenli veriler sunan kaynaklar üzerinden ilerlenirken, firma kökenli kaynaklarda olduğu gibi ürün üzerinden değil köken üzerinden değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu nedenle ikinci ve üçüncü adım arasındaki geçişte izlenecek akış seçilirken bu farklılık gözetilmelidir. Bilimsel kökenli veriler üzerinden başlayan sürecin bilimsel kökenli veriler ile ve firma kökenli veriler ile başlayan sürecin firma kökenli veriler ile sürdürülmesi her hangi bir uyum sorunu yaşanmadan izlenilebilecek yollardan biridir. Süreci zenginleştirecek ve bir nevi bilimsel kökenli veriler ile firma kökenli verilerin sağlamasını yapacak diğer bir yol ise firma kökenli veriler ile başlayan sürecin bilimsel veriler ile devam etmesidir. Bu durumda ilk başta ürün bazında ele alınan malzemelerin, köken üzerinden değerlendirilmesi söz konusu olacaktır. İzlenebilecek bir diğer yol ise, bilimsel kökenli veriler ile başlayan sürecin firma kökenli veriler ile devam etmesidir. İlk iki yol kadar güvenilir olmasa da, köken düzeyinde değil ürün düzeyinde değerlendirme yapılması tasarımın gereklerine bağlı olarak avantajla dönüştüğü durumlarda bu yol tercih edilebilir.

Aday malzemelerin karşılaştırılması için, firma kökenli veriler üzerinden ilerleyen dört farklı akış ortaya konulmuştur. Bunlardan ilki (3-AKIŞ 4), firma kökenli karşılaştırmalı veriler sunan, V4b başlığı ile ifade edilen, Material Connexion veri tabanı ile sayısal değerler sunan, V3 başlığı ile ifade edilen, Yapı Kataloğu veri tabanlarının bir arada kullanımını ön görmektedir. Diğer bir akış (3-AKIŞ 5), firma kökenli karşılaştırmalı veriler sunan, V4b başlığı ile ifade edilen, Material Connexion veri tabanı ile V4a başlığı ile ifade edilen, Materia veri tabanının bir arada kullanımını ön görmektedir. Üçüncü akış ise (3-AKIŞ 7), araç içerisinde tanımlanan üç temel veri tabanının (Material Connexion, Materia ve Yapı Kataloğu) bir arada kullanımını üzerinden tanımlanmaktadır. Veri tabanları içerisinde tanımlanan ürünler farklılık gösterebildiği için, iki veri tabanı arasındaki geçiş köken üzerinden yapılmalıdır. Böylelikle bir veri tabanı içerisinde yer alan ürün, kökeni üzerinden yapılan tarama ile diğer veri tabanı içerisinde yer alan benzeri bir ürün ile bir olarak alınır ve iki veri tabanının sunmuş olduğu veriler birbirini destekleyerek kullanılır. Her bir akış sonunda, sonunda aday malzeme seçeneklerinin tanımlanan her bir malzeme özelliği

için özelliği karşıla ma düzeyleri l skala ile (iyi, orta, kötü) değerlendirilerek, karşılaştırma tablosu üzerine işlenmelidir.

Firma kökenli veriler üzerinden ilerleyen dördüncü akış (3-AKIş 6), sayısal değerler sunan bir veri tabanı olan, V3 başlığı ile ifade edilen, Yapı Kataloğu üzerinden ilerlemektedir. Oluşturulan aday malzemelere karşılık gelen ürünler incelenerek tanımlanan malzeme özellikleri için aldıkları sayısal değerler *normalleştirme* sürecinden geçirilerek özelliği karşıla ma düzeyleri l skala ile değerlendirilir. Veri tabanı içerisinde sunulan verilerin yetersiz kalması durumunda ürünün bulunduğu firmanın sitesi üzerinden, katalog bilgilerinden veya doğrudan firma ile iletişime geçilerek talep edilecek sayısal verilerden de yararlanılabilir. Normalleştirme süreci, söz konusu malzeme özelliği için minimum değere sahip olan malzeme seçeneği için özelliği karşıla ma düzeyi 1-kötü, maksimum değere sahip olan 3-iyi, minimum ve maksimum değerlerin aritmetik ortalamasına sahip olan ise 2-orta olarak dönüştürülmesi şeklinde tanımlanmıştır (şekil 4.7).

Bilimsel kökenli kaynakların kullanımı ile sayısal değerler üzerinden ilerleyen diğer akışlarda da (3-AKIş 8-9) sayısal değerler *normalleştirme* sürecinden geçirilerek özelliği karşıla ma düzeylerine dönüştürülerek değerlendirilir. Akışlardan ilki, V4a başlığı ile ifade edilen, dijital, internet üzerinden erişilebilen veri tabanlarının, ikincisi ise, V4b başlığı ile ifade edilen, basılı (veya e-book şeklinde), kaynak kitapların kullanımını n görmektedir. Değerlendirme malzemenin kökeni üzerinden, gerekli durumlarda standart ve yönetmeliklerden yararlanılarak yapılır. Örneğin, st açık bir döşemeden kullanılacak olan bir yer kaplaması için, andezit, granit ve bazalt aday malzemeleri arasında aşınma dayanımı ile ilgili elde edilen sayısal veriler sonucu, malzemenin özelliği karşıla ma düzeyleri kıyaslanarak normalleştirme sonucu 2, 3, 1 değerlerini alır. Böylelikle sayısal değerler l skala ile özelliği karşıla ma düzeylerine dönüştürülerek karşılaştırma tablosu üzerine işlenerek YETSA süreci içerisinde değerlendirilebilir.

Aracın son adımında olası farklı karar verme modülleri tanımlanmıştır. Bu modüllerin bir kısmı malzemenin “algısal” özelliklerinin ön plana çıktığı bir karar verme süreci tanımlarken diğerleri malzemenin “teknik” özelliklerinin ön plana çıktığı süreçler ortaya koymaktadır. Tasarımın gereklerine ve tasarımcının isteklerine bağlı olarak yedi farklı akıştan biri seçilerek uygulanabilir.

Malzemenin “algısal” özelliklerinin ön plana çıktığı akışlardan ilki (4-AKIŞ 4), aday malzeme seçeneklerinin uygulanmış olduğu benzer örnekler incelenerek malzeme kararının verilmesidir. Bu akışta malzemenin görsel özellikleri ile tasarımın kimliği karar verme sürecinde belirleyici olmaktadır. Görsel özelliklerin yanı sıra malzemenin algısal özelliklerin bir parçası olan dokunma, dokuya ilişkin özelliklerin de karar verme sürecince etkili olduğu akış (4-AKIŞ 5), aday malzeme seçeneklerinin numuneleri üzerinden malzeme kararının verilmesidir. Bu akışın uygulanabilirliği malzeme numunelerinin erişilebilirliği ile sınırlı olsa da malzeme seçimi sürecinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Malzemenin “teknik” özelliklerinin ön plana çıktığı karar verme süreçleri içerisinde ortaya koyulan ilk akış (4-AKIŞ 6), çok önemli olarak gruplandırılan malzeme özelliklerinin karşılanma düzeyleri üzerinden malzeme kararının verilmesidir. Her aday malzeme seçeneği için tanımlanan malzeme özellikleri içerisinde çok önemli olanların, özelliği karşılama değerleri toplamı ile o seçeneğin malzeme değeri hesaplanır. Malzeme değeri en yüksek olan aday malzeme seçilir. Benzeri ikinci akış (4-AKIŞ 7) ise, önemden bağımsız bütün malzeme özelliklerinin karşılanma düzeyleri üzerinden değerlendirme yapılmasıdır. Her aday malzeme seçeneği için tanımlanan bütün malzeme özelliklerini karşılama düzeyleri toplanarak malzeme değeri hesaplanır ve en yüksek değere sahip aday malzeme seçilir. Bu kapsamda ortaya koyulan son akış (4-AKIŞ 8) öneme bağımlı bütün malzeme özelliklerinin karşılanma düzeyleri üzerinden değerlendirme yapılmasıdır. Her aday malzeme seçeneği için tanımlanan bütün malzeme özelliklerini karşılama düzeyleri o özellik için tanımlanan önem düzeyi için çarpılır. Her aday malzeme için karşılama ve önem düzeyi çarpımları toplanarak malzeme değeri hesaplanır ve en yüksek değere sahip aday malzeme seçilir.

Özellikle malzemenin “teknik” özelliklerinin değerlendirilmesine yönelik ortaya konulan akışlar içerisinde, “algısal” özeller de tasarımcının isteklerine ve tasarımın kimliğine uyma düzeyleri değerlendirilerek 3lü bir skalaya dönüştürülmesi ile değerlendirme parametrelerinin bir parçası olarak yer alabilir. Söz konusu malzemedan beklenen algısal özellikler için önce nitel olarak yapılan tanımlamalar ve bu tanımlamaya yakınlığı üzerinden bir nevi *normalizasyon* yapılarak, özelliği karşılama düzeyleri nicel olarak tanımlanır. Böylelikle YETMSA hem teknik hem de algısal özelliklerin sistematik bir şekilde, bir arada değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Yalnızca bu yol içerisinde ilerlenmesi önerilmiş son karar verme modülü (4-AKIŞ 9) sezgisel değerlendirmedir. Akışın kurgusu, aracın üçüncü adımı sonucunda karşılaştırılan ve karşılaştırma tablosu üzerinde özelliği karşılama düzeyleri işlenen aday malzeme seçenekleri üzerinden, tasarımcının deneyimi ve bilgi birikimi ile sonuçları yorumlaması ve diğer akışların aksine her hangi bir hesaplama süreci olmadan malzeme kararını vermesi şeklindedir. Böylelikle, kişisel deneyimi ve/veya bilgi birikimini yeterli düzeyde gören kullanıcıların YETMSA'yı malzemeleri karşılaştırmak için bir nevi kaynak olarak kullanarak, malzeme kararını daha serbest, daha sezgisel bir şekilde vermeleri için de esneklik tanınmıştır.

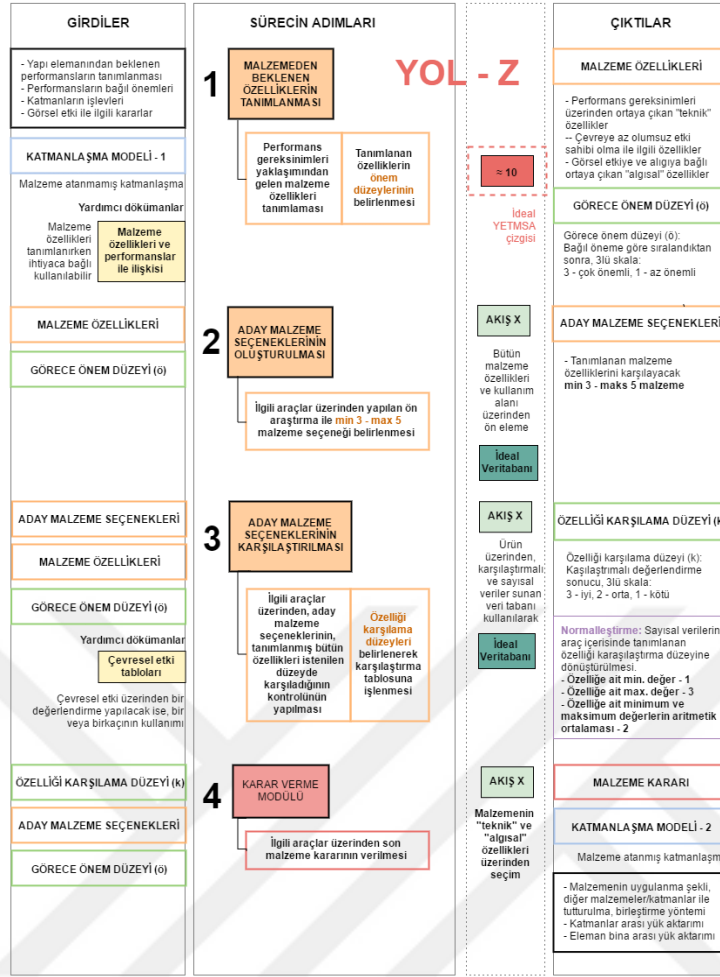
4.2.5. Yol Z: İdeal YETMSA çizgisi

Kırmızı kod rengi ile tanımlanan beşinci ve son yol, YETMSA süreci içerisinde kullanımı ideal olacak bir veri tabanı üzerinden tanımlanan sürece dair ideal akışı ortaya koymaktadır. İdeal veri tabanı olma özelliğini gösteren bir veri tabanının varlığı söz konusu olduğu durumda bu akış ile 10 ve üzeri sayıda malzeme özelliği tanımlandığı durumda bile, kolay uygulanabilir, hızlı ve güvenilir bir şekilde sonuca götüren bir yol olma amacı ile tanımlanmıştır (Şekil 4.8).

İdeal akışa göre ilk olarak, yapı elemanı tasarımı süreci ile ilişkili olarak malzemeden beklenen özellikler tanımlanır. Tanımı yapılan malzeme özellikleri içerisinde en az 1 adet “teknik”, 1 adet “çevresel etki”, 1 adet “algısal” malzeme özelliği yer almalıdır. Sonrasında malzeme özellikleri bağıl önemleri üzerinden 3-çok önemli, 2-önemli, 1-az önemli olarak gruplandırılarak görece önem düzeyleri tanımlanır.

Aracın ikinci adımında, aday malzeme seçeneklerinin oluşturulması YETMSA içerisinde tanımlanan ideal veri tabanı üzerinden yapılır. Malzeme havuzu kullanım alanları ve tanımlanan malzeme özelliklerini karşılama düzeyleri üzerinden filtreleme yapılarak daraltılır. Tasarımın gerekleri ve tasarımın kimliği göz önüne alınarak malzeme havuzu içerisinde 3-5 adet malzeme seçeneği oluşturulur.

Aday malzeme seçeneklerinin karşılaştırması da yine ideal veri tabanı üzerinden yapılır ve özelliği karşılama tablosu oluşturulur. Oluşturulan tablo üzerinden farklı durumlarda farklı karar verme modüllerinden yararlanılarak yine ideal veri tabanı yardımıyla malzeme kararı verilir. Böylelikle süreç ideal bir veri tabanı çerçevesinde kurgulanarak hem daha sistematik hem de çok daha pratik bir şekilde ilerleyebilmektedir.



Şekil 4.8 : YETMSA Yol Z'nin alt akışları ve izlenebilecek farklı yolları gösteren akış şeması.

4.3. YETMSA'nın Uygulanması

YETMSA içerisinde farklı olası kullanıcılara ve kullanım amaçlarına yönelik geliştirilen farklı akışlar içerisinde, çalışmanın ana hedef kitlesini oluşturan mimarlık öğrencilerine yönelik Yol B ile Yol C içerisinde, katılımcıların konuya olan ilgi ve bilgi düzeyleri göz önüne alınarak örnek akışlar uygulanmak üzere seçilmiştir. Uygulama iki mimarlık öğrencisinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Katılımcı 1: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü 4. sınıf öğrencisi. Çalışma öncesinde her hangi bir sistematik yapı elemanı tasarımı veya malzeme seçimine ilişkin bilgi sahibi değil.

Katılımcı 2: İstanbul Bilgi Üniversitesi Mimarlık Bölümü 4. sınıf öğrencisi. Çalışma öncesinde sistematik yapı elemanı tasarımı ve malzeme seçimi süreçlerine ilişkin dersler almış.

Katılımcı 1 için, ilk defa sistematik bir süreç uygulayacak olması nedeniyle YETMSA'nın en "basit" halini sunan Yol B, Katılımcı 2 için ise, sistematik süreçlere aşına olduğu için Yol C içerisinden akışlar sunulmuştur (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).

4.3.1. Uygulama süreci

Yapı Elamanı Tasarımında Malzeme Seçimi Aracı, YETMSA'nın uygulamasının kurgusu, iki farklı tasarım problemi üzerinden; ilkinde her hangi tanımlı adımlar olmadan (sezgisel) bir malzeme seçimi, ikincisinde ise tanımlanmış adımlar üzerinden ilerleyen (sistematik) bir malzeme seçimi süreçlerini karşılaştırmak şeklindedir

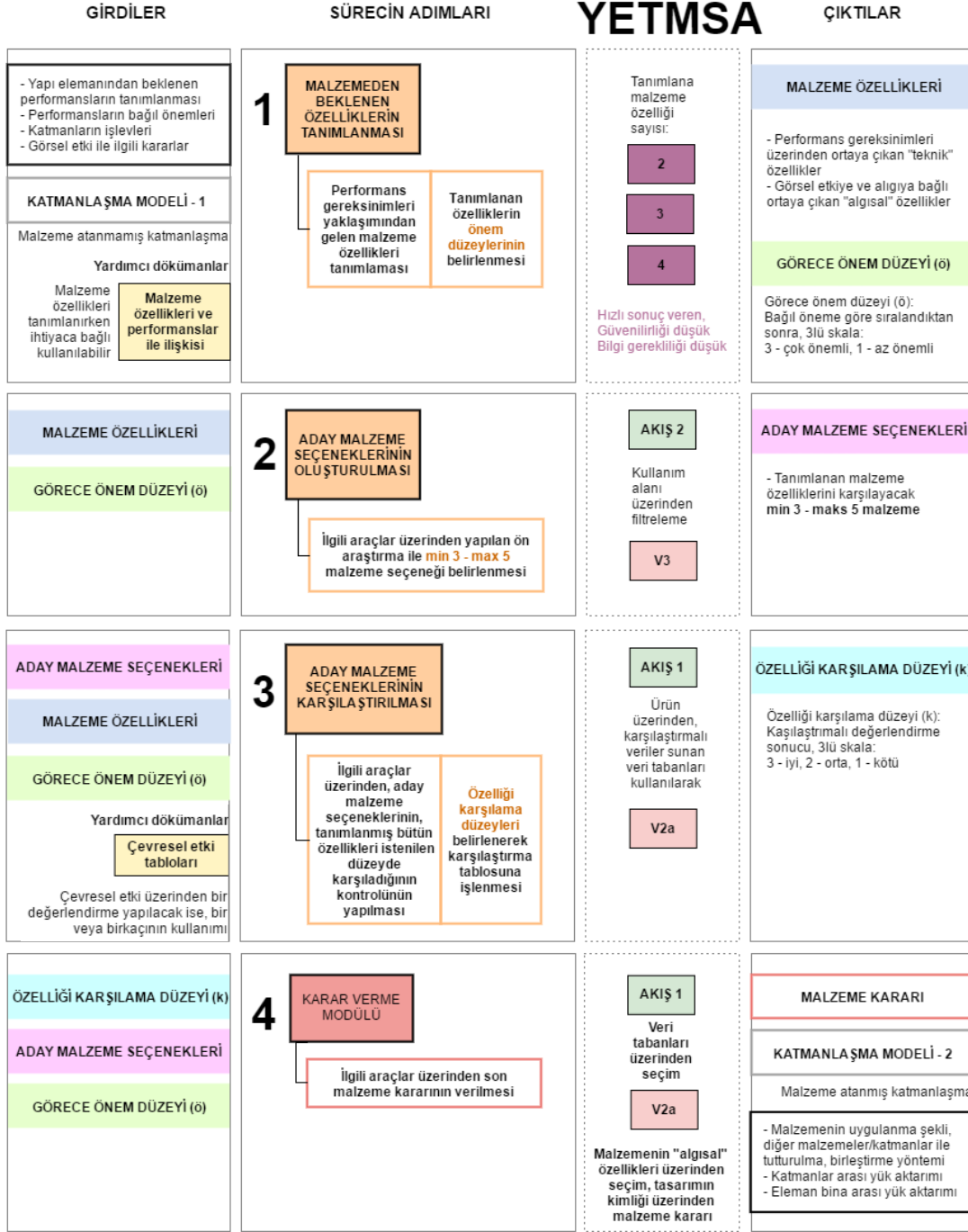
İzlenilen YETMSA akışları farklılık gösterse de Katılımcı 1 ve 2 ile gerçekleştirilen uygulamalar eş süreçlere sahiptir. Sunulan dokümanların tamamı YETMSA Uygulamaları başlıklı EK H altında sunulmaktadır.

İlk olarak sunulan Tasarım Problemi 1: *verilen konut yapısı için, kesit ve plan üzerinde gösterilen, zemin kat yaşama alanı ile bodrum kat depo alanlarını birbirinden ayıran döşeme için döşeme kaplama malzemesi seçilmesi*, şeklindedir.

Malzeme seçimi sürecine odaklanmak adına, döşeme kaplaması tanımlanmamış bir şekilde, öneri niteliğinde bir yapı elemanı katmanlaşma modeli sunulmuş ancak gövde malzemesi sabit kalarak tasarımcıların modeli yeniden tasarlayabilme özgürlüğü sunulmuştur. Katılımcıların verilenler üzerinden "kişisel" süreçleri ile bir döşeme kaplama malzemesi seçimi yapmaları istenmiştir. Süreç, süre, girdiler, çıktılar, düşünceler, varsa yararlanılan veri tabanları ve/veya kaynaklar başlıkları üzerinden belgelenmiştir.

Tasarım Problemi 1'in tamamlanmasının ardından YETMSA'ya ve uygulamanın devamına ilişkin açıklamalar yapılmıştır. İlk olarak YETMSA'nın genel ilerleyişi anlatılmıştır. Sonrasında yapı elemanı tasarımı süreci içerisindeki yeri ve 4+9 modeline değinilmiştir. Son olarak katılımcıya sunulan YETMSA akış şeması, süreç içerisinde kullanılacak asıl ve yardımcı araçlar ve sürecin belgelenmesine ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Yaklaşık 30dk kadar süren anlatımın ardından bir ara verilerek Tasarım Problemi 2'nin uygulamasına geçilmiştir.

Tasarım Problemi 2: *verilen ofis yapısı için, kesit ve plan üzerinde gösterilen, ara kat ofis hacmi ile yine ara kat ofis hacimlerini birbirinden ayıran döşeme için döşeme kaplama malzemesi seçilmesi* şeklindedir.



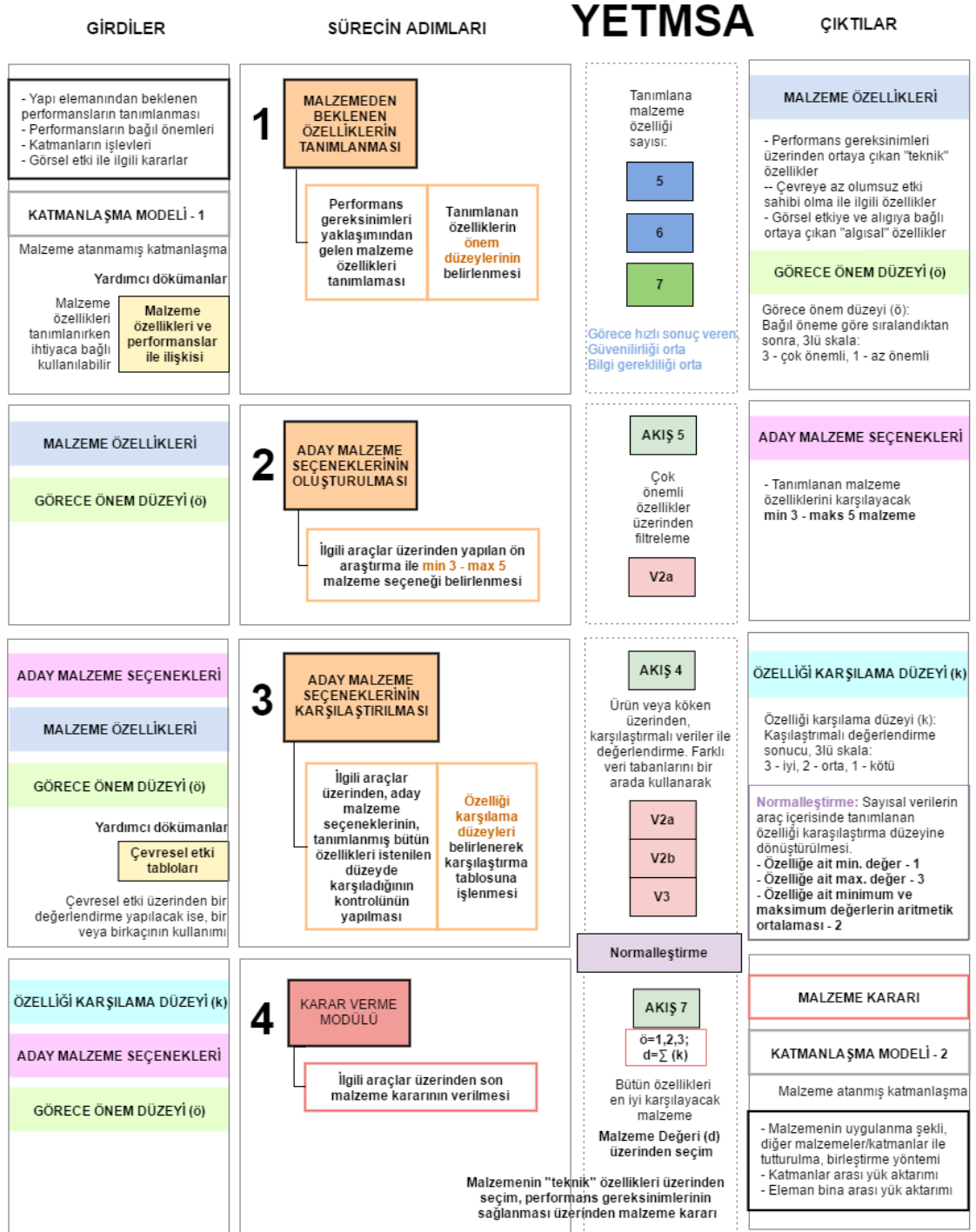
V2.Firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanları

- V2a** Sınırlı malzeme havuzu, az sayıda malzeme özelliği; örnek: Materiaveritabanı
- V2b** Geniş malzeme havuzu, çok sayıda malzeme özelliği; örnek: Material Connexionveri tabanı

V3.Firma kökenli, sayısal veriler sunan veri tabanları

- V3** Türkiye odaklı, güncel; örnek: Yapı Kataloğuveritabanı

Şekil 4.9 : Katılımcı 1'e sunulan YETMSA, Yol B'ye aitt akış şeması.



V2.Firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanları

V2a	Sınırlı malzeme havuzu, az sayıda malzeme özelliği; örnek: <u>Materiaveritabanı</u>
V2b	Geniş malzeme havuzu, çok sayıda malzeme özelliği; örnek: <u>Material Connexion</u> veri tabanı

V3.Firma kökenli, sayısal veriler sunan veri tabanları

V3	Türkiye odaklı, güncel; örnek: <u>Yapı Kataloğu</u> veri tabanı
-----------	---

Şekil 4.10 : Katılımcı 2'ye sunulan YETMSA, Yol C'ye aittir akış şeması.

Malzeme seçimi sürecine odaklanmak adına, yine döşeme kaplaması tanımlanmamış bir şekilde, öneri niteliğinde bir yapı elemanı katmanlaşma modeli sunulmuş ancak gövde malzemesi sabit kalarak tasarımcıların modeli yeniden tasarlayabilme özgürlüğü sunulmuştur. Katılımcıların kullanımına yönelik sunulan altlıklar üzerinden yazılı olarak ve dışardan yapılan gözlemler ile her bir adım için, süre, girdiler, çıktılar, düşünceler, yararlanılan araçlar belgelenmiştir.

İki tasarım sürecinin de tamamlanmasının ardından katılımcılar değerlendirme anketini doldurarak sürece dair deneyimlerini aktarmakta, “kişisel” malzeme seçimi süreçleri ile YETMSA’yı karşılaştırarak değerlendirmektedir.

Uygulama sırasında tasarım problemi olarak kaplama malzemesi seçiminin tercih edilmesinin nedeni, algısal özelliklerin de dahil olması ile en çok parametreye sahip olan katman oluşudur. YETMSA’nın kurgusunu en iyi ortaya koyan süreç kaplama malzemesi seçimi olsa da, yapı elemanının her hangi bir katmanı için malzeme seçiminde kullanılabilecek şekilde oluşturulmuştur.

4.3.2. Uygulama sonuçları

Kullanılan YETMSA akışlarının farklılık göstermesi nedeni ile uygulama sonuçları iki katılımcı için ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

4.3.2.1. Katılımcı 1 ile yapılan uygulama

Gözlemler ve tasarımın çıktıları:

Tasarım Problemi 1 için katılımcı sunulan katmanlaşma modeli üzerinde düzenlemeler yaparak yapı elemanı tasarımı sürecini tekrar ele almıştır. Bu süreçte katılımcının yapı elemanı katmanları ve yüklendikleri işlevler üzerine odaklandığı görülmektedir. Bu süreçte arama motorları üzerinden “*ara kat betonarme döşeme katmanları*” anahtar kelimeleri ile yapı elemanı katmanlaşmaları ve çizimlerine ilişkin taramalar yaptığı, aynı zamanda daha önceki derslerinde çalışmış olduğu katmanlaşma modellerini de incelediği kaydedilmiştir. Benzeri anahtar kelime ile aramaları yapı elemanının katmanlarına ilişkin malzemeleri tanımlarken de tekrarlamıştır; “*poliüretan döşeme ısı yalıtımı*”, “*yüzer döşeme yalıtımı*” gibi.

Döşeme kaplama malzemesi ile ilgili seçim sürecinde ise yine arama motorları üzerinden “*ağşap lamine parke*” anahtar kelimeleri ile arama yapılmıştır. Katılımcı ağşap parkeye yönelmesinin sebebini konut işlevinde aradığı “*dokunma sıcaklığı*” ve

“psikolojik konfor” olarak açıklamaktadır. Yapılan arama sonucu bir firmaya ulaşılmış ve firmanın sunmuş olduğu ürün özellikleri incelenerek malzeme seçimi yapılmıştır. Diğer ağaçlara göre daha yumuşak olması nedeni ile ceviz ağacının tercih edildiği belirtilmiştir.

Katılımcı tanımlanmış malzeme seçimi adımı üzerinden ilerlemese de, sezgisel olarak, döşemeden beklenen performansları, döşeme kaplamasından beklenen fiziksel ve görsel özellikleri göz önünde bulundurarak söz konusu malzeme kararına varmıştır.

Tasarım Problemi 1 için malzeme seçiminin 47 dk sürdüğü kaydedilmiştir (Çizelge 4.1).

Tasarım Problemi 2 öncesinden sürece dair yapılan açıklamalar ve katılımcının bireysel incelemeleri ile başlamıştır. İlk olarak 4+9 adımları üzerinden, görsel etki ile ilgili kararlar ve yapı elemanından beklenen performanslar tanımlanmıştır. Katılımcı görsel etki olarak “sürekli ve derzsiz” olmasını isterken, “teknik alt yapıya hizmet etmesi, ulaşılabilirlik” belirlenen performanslar içerisinde ön plana çıkmıştır. Bu nedenle katılımcı yükseltilmiş döşeme kullanma kararı olarak farklı yükseltilmiş döşeme paneli malzemelerini araştırmaya yönelmiştir.

Çizelge 4.1 : Tasarım Problemi 1 ve 2 için uygulama süreleri _ Katılımcı 1.

	Tasarım Problem i 1	Tasarım Problem i 2	YETMSA Öncesi	YETMSA 1	YETMSA 2	YETMSA 3	YETMSA 4	YETMS A sonrası
Süre (dk)	47	112	24	18	35	22	5	8

YETMSA’nın içerisine girildiğinde, 1. adımda malzemeden beklenen özellikler; “ulaşılabilirlik”, “akustik”, “kaymazlık” ve “derzsizlik” olarak tanımlanmıştır. 2. adımda yapı kataloğu veri tabanı kullanılarak kullanım alanı üzerinden malzemeler araştırılmış ve 3 aday seçenek oluşturulmuştur. Belirlenen malzeme özelliklerinin ve önem düzeylerinin, aday malzeme oluşturma süreci içerisinde farklı malzeme örnekleri görüldükçe, revizyona uğradığı gözlemlenmiştir.

Oluşturulan aday seçenekler; “halı”, “pvc” ve “ahşap” şeklinde sıralanabilir. Pvc ve ahşap doğrudan yükseltilmiş döşeme panellerinin kaplaması olarak, halı ise yükseltilmiş döşeme panelinin kaplaması olma durumu veya paneller üzerine sonradan serilmesi durumu ile iki farklı şekilde ele alınmıştır. 3. adımda aday malzeme seçenekleri **materia** veri tabanı üzerinden karşılaştırılmıştır. İki veri tabanı arasında

ürün bazında ilişki kurulması mümkün olmadığı için köken üzerinden ve anahtar kelimeler ile veri tabanı içerisinde arama yapılmış, ulaşılan ürünler altında yapılan değerlendirmeler yorumlanarak karşılaştırma tablosuna aktarılmıştır.

4. adımda, önceki adımlarda yapılan taramalar göz önünde bulundurularak katılımcı “*kaplama malzemesi halı olan yükseltilmiş döşeme panelleri*” kullanma kararı almıştır. Akustik özelliği, kaymazlık özelliği ve diğer malzemeler ile kıyaslanınca görsel olarak tasarımın konseptine daha uygun olacağı düşüncesi ile halı tercih edilmiştir. Ulaşılabilirlik özelliğinin ön plana çıkması nedeni ile halının doğrudan panellerin kapması olması tercih edilmiştir.

YETMSA sonrasında 4+9 adımlarına geri dönüldüğünde, seçilen malzemenin döşemenin diğer katmanları ile ilişkisi ve nasıl uygulanacağı kurgulanmıştır.

Tasarım Problemi 2 için malzeme seçiminin 112 dk sürdüğü kaydedilmiştir (Çizelge 4.1). Sürecin her alt adımının uygulaması için geçen süre de tablo da sunulmaktadır.

Anket sonuçları:

1. Tasarım Problemi 1 için malzeme seçimi yaparken izlediğiniz süreci kısaca tanımlayınız; *İzlediğim süreç, problemdeki kullanıcı tipi, kullanım şekli ve gereksinimleri belirleyip, ona göre durumu çözmek idi.*

2. Daha önceki malzeme seçiminizde de hep aynı süreci mi izlediniz? İzlediğiniz farklı malzeme seçimi süreçleri oldu ise belirtiniz; *Hayır, farklı süreçler de oldu: Tasarımın uygulanabilirliği adına hibrit kullanımda alternatif arayışlarım da oldu, daha konvansiyonel yaklaşımlarla da duruma göre çözebilirdim.*

3. Sistematik malzeme seçim süreciyle tanışmadan önce, Tasarım Problemi 1’de izlediğiniz “kişisel” süreciniz ile, Tasarım Problemi 2’de uyguladığınız YETMSA’yı aşağıdaki başlıklar üzerinden karşılaştırınız. Kısaca açıklayınız (Çizelge 4.2).

4. Tasarım Problemi 2’de uyguladığınız YETMSA’yı aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendiriniz. Kısaca açıklayınız (Çizelge 4.3).

5. Uygulamış olduğunuz malzeme seçimi yöntemi adımları ile ilgili düşüncelerinize karşılık gelen seçenek/seçenekleri işaretleyiniz. (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

Problemleri bulduğunuz adımlarda karşılaştığınız sorunları gidermek için ne gibi iyileştirme önerileriniz olurdu? (adım çıkarma/ekleme, adımların yerlerini değiştirme, farklı bir araç kullanma... gibi) Kısaca açıklayınız (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.2 : “Kişisel” ve YETMSA süreçlerinin karşılaştırması (1- çok kötü/ 5-çok iyi) _ Katılımcı 1.

	“Kişisel”	YETMSA
Veri toplamaya (performans özellikleri, malzeme özellikleri vb.) katkısı	3	4
Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı	5	3
Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak	3	3
Ulaşılan seçenek sayısının yeterliliği	3	4
Seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak	4	5
Problemin tam çözümüne ulaştırabilmesi	4	5

Çizelge 4.3 : YETMSA sürecinin değerlendirilmesi (1- çok kötü/ 5 –çok iyi)_ Katılımcı 1.

	YETMSA
Malzeme seçiminize katkılarını	4
Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkılarını	5
Kolay öğrenilebilirliği	3
Kolay uygulanabilirliği	3
Çözümüne ulaşmadaki hızı	2
Sonucun güvenilirliği	4

Çizelge 4.4 : YETMSA adımlarına ilişkin problemleri noktalar _ Katılımcı 1.

	Problem
01- Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması	Çok vakit almakta
02- Aday Malzeme Seçenekleri Oluşturulması	Çok vakit almakta
03- Aday Malzeme Seçeneklerinin Karşılaştırılması	Çok vakit almakta
04- Karar Verme Modülü	Çok vakit almakta

- Referans noktası örnek bir yapı elemanı kararı süreci verilirse kullanıcı/öğrenci daha rahat edebilir. (sistemi anlamak ve hız kazanmak adına)

6. YETMSA içerisinde kullanmış olduğunuz veri tabanlarını aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendiriniz (Çizelge 4.5).

7. YETMSA içerisinde, yardımcı doküman olarak sunulmuş olan malzeme özellikleri ve performanslar ile ilişkiyi gösteren listeyi kullandınız mı? Evet ise kullanımınızı

kısaca açıklayınız; *Evet, kullandım: performansların genel listesini verdiği için faydalı buldum.*

Çizelge 4.5 : Malzeme veri tabanlarının değerlendirilmesi (1-çok kötü/ 5-çok iyi) _ Katılımcı 1.

	Yapı Kataloğu	Materia
Erişilebilirlik	4	4
Hız	4	2
Kullanım kolaylığı	5	3
Faydalı olma durumu	5	5
Seçeneklere ulaşma	5	2
Seçenek sayısı	3	5
Seçenekleri kıyaslama	1	4

8. YETMSA içerisinde, yardımcı doküman olarak sunulmuş olan çevresel etki değerlendirme tablolarını kullandınız mı? Evet ise kullandığınız bir veya birkaç tabloyu aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendiriniz; *Hayır, kullanmadım*

9. YETMSA'nın olumlu ve olumsuz olduğunu düşündünüz özelliklerini belirtiniz.

- OLUMLU: eğitim düzeni olarak yapı derslerinde uygulanması gereken bir sistem. Tasarım sürecinde revize durumunu somut bir şekilde algılatıyor.
- OLUMSUZ: tablo kavramsal kalıyor. Herhangi bir örnekle durum daha net açıklanabilir.

10. Bundan sonraki yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminizde, YETMSA'yı kullanmayı düşünür müsünüz? Nedenlerinizi kısaca açıklayınız. (1-kesinlikle hayır/ 5 –kesinlikle evet)

- 5, hata payını azalttığı ve süreç için daha efektif olduğu için.

Değerlendirme:

Katılımcı 1 tarafından uygulanan YETMSA Yol B içerisinde tanımlanan süreç aşağıdaki şekilde ilerlemektedir.

- 1.Adımda, 2-4 arası malzeme özelliği tanımlanması
- 2. Adımda Akış 2, ilgili veri tabanları ile kullanım alanı üzerinden aday malzeme seçenekleri oluşturulması
- 3. Adımda Akış 1, ürün üzerinden karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanları ile aday malzemelerin karşılaştırılması

- 4. Adımda Akış 1, ilgili veri tabanları ile malzemelerin algısal özellikleri üzerinden seçim

Katılımcı, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü 4. sınıf öğrencisidir ve çalışma öncesinde her hangi bir sistematik yapı elemanı tasarımı veya malzeme seçimine ilişkin bilgi sahibi değildir. Uygulama sürecine ilişkin gözlemler, tasarımın çıktıları ve anket sonuçlarına ilişkin yapılan değerlendirmeler sonucunda söz konusu akışlar üzerinden ilerleyen YETMSA sürecine ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Malzeme seçimine katkıları

Tasarım Problemi 1’de izlenen “kişisel” malzeme seçimi sürecine ilişkin, kişinin bilgi birikimi ile sınırlı kaldığı ve farklı malzeme arayışlarına gidilmediği söylenebilir. Bu bağlamda, YETMSA’nın kullanımı ile Tasarım Problemi 2 için gerçekleştirilen malzeme seçimi süreci, ulaşılan seçenek sayısı, seçeneklerin değerlendirilmesi için sağladığı olanaklarla kullanıcının kendi bilgisinin dışına çıkarak farklı malzeme alternatiflerini görmesine ve incelemesine olanak sağlamıştır. Bu nedenle de malzeme seçimi sürecini zenginleştirmektedir.

Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkıları

Bina ölçeğinden yapı elemanı ölçeğine, yapı elemanı ölçeğinden malzeme ölçeğine doğru ilerleyen bir detay tasarımı sürecinde YETMSA, eleman bazında tanımlanan performans gereksinimleri ile malzeme ölçeğinde özellikler arasında ilişki kurmaya yardımcı kaynaklar sunarak veri toplamaya katkı sağlamaktadır. Yapı elemanı için geliştirilen katmanlaşma modelinin malzeme seçimi öncesi ve sonrası farklılaşabilmesi, YETMSA’nın tasarım sürecini geri besleyen, yeniden şekillendiren özelliğini ortaya koymaktadır.

Kolay öğrenilebilirliği

YETMSA kurgusu gereği, özellikle sistematik bir tasarım sürecine aşina olmayan bir kullanıcı için, sürece yayılarak öğretilmesi ve öğrenilmesi gereken bir modeldir. Ancak gerçekleştirilen uygulamada olası koşullar gereği bu öğrenim süresi saatler ile sınırlandırılmak durumunda kalmıştır. Öte yandan YETMSA içerisinde farklı tasarımcılara yönelik kullanılabilecek farklı birçok akış yer almaktadır. Ancak yine geliştirilen uygulamada öğrenim süresini kısaltmak adına katılımcıya yalnızca tek bir akış sunulmuştur.

Uygulama kurgusundan ortaya çıkan bu durumların katılımcının değerlendirmesinde olumsuz etkileri olduğu söylenebilir. Yapılan uygulamada katılımcı tarafından “*eğitim düzeni olarak yapı derslerinde uygulanması gereken bir sistem*” yorumu yapılmıştır. Sistematik tasarım nedir, sistematik yapı elemanı tasarımı nasıl olur, mevcut malzeme veri tabanları nelerdir, sistematik malzeme araştırması nasıl yapılır gibi soruların ele alındığı, zamana yayılmış bir öğrenme sürecinin ardından, kullanıcı kendine uygun araç içerisinde kendine uygun bir yol bularak ilerleyebilecektir.

Kolay uygulanabilirliği

Öğrenilebilirlik ile ilişkili olumsuzluklar uygulanabilirlik ile ilişkili zorlukları da beraberinde getirmiştir. Bu noktada katılımcı “*tablo kavramsal kalıyor, herhangi bir örnekle durum daha net açıklanabilir*” yorumunu yapmıştır. Kullanıcının incelemesi için, izlenecek adımların ve her bir adım içerisinde kullanılacak araçların açıklandığı örnek bir uygulamanın sunulması faydalı olacaktır.

Çözümle ulaşılmadaki hızı

Yapılan uygulamada YETMSA’ya ilişkin ortaya koyulan en temel problem sürecin çok vakit alması olmuştur. Öğrenme sürecinin sürece yayılması ve örnek bir uygulama süreci sunulması bu konudaki problemleri iyileştirmek adına alınabilecek çözümlerdendir. Söz konusu problemin ortaya çıkmasındaki bir diğer etken de mevcut veri tabanları ile ilişkilidir.

YETMSA mevcut veri tabanlarının olası en faydalı kullanım şekillerine yönelik akışlar ortaya koymaya çalışmaktadır. Ancak özellikle Türkiye ölçeğinde malzemeleri ve karşılaştırmalı değerlendirmeleri içeren bir veri tabanının eksikliği özellikle malzeme araştırması kısmında sürecin yavaşlamasına neden olmaktadır. Yapılan uygulamada yapı kataloğu ve materia veri tabanları kullanılmıştır. İki veri tabanı arasında ürün ilişkisinin doğrudan kurulamaması ve İngilizce bir veri tabanı kullanılırken çeviri yapma gerekliliği süreci yavaşlattığı gözlemlenen durumlardır. Bu noktada sürecin hızı kullanıcının malzeme bilgisine ve veri tabanlarına aşinalık düzeyine bağlı olarak etkilenmektedir.

Sonucun güvenilirliği

Yapılan uygulamada her ne kadar karar verme süreci algısal özellikler üzerinden bir seçim ortaya koysa da öncesinde yapılan malzeme karşılaştırması ile her bir malzemenin istenilen özellikleri ne düzeyde karşıladığı görülebilmektedir. Katılımcı

tarafından da “iyi” olarak değerlendirilmiş ve “*hata payını azaltmakta*” yorumu yapılmıştır. Kullanılan araçların bilimselliği ve değerlendirme sürecinin sistematikliği arttıkça sonucun güvenilirliği de artmaktadır.

4.3.2.2. Katılımcı 2 ile yapılan uygulama

Gözlemler ve tasarımın çıktıları:

Öncesinde “yapı malzemeleri ve teknolojileri” dersi ile “mimari tasarımda malzeme” dersleri almış, sistematik bir malzeme seçimi sürecine ve kullanılması ön görülen malzeme veri tabanlarına aşina bir öğrenci. Tasarım Problemi 1 için katılımcının kişisel malzeme seçimi süreci de sistematığe yakın; beklenen performansların belirlenmesi, yapı kataloğu üzerinden malzeme araştırması yapılarak seçilmesi şeklinde ilerlemektedir.

İlk olarak sunulan katmanlaşma yorumlanarak, ısıtılmayan bir hacim ile ısı konforun ön planda olduğu iki hacmi birbirinden ayıran bir döşeme olduğu için ısı yalıtımının kalınlığının arttırılması ve buhar kesici eklenmesi müdahaleleri yapılmıştır. Sonrasında döşemeden beklenen özellikler tanımlanmış ve önem sıralamasına koyulmuştur; “*dokunma sıcaklığı*”, “*kolay temizlenebilirlik*”, “*kaymazlık*” şeklinde sıralanabilir. **Yapı kataloğu** üzerinden farklı döşeme kaplama malzemeleri incelenerek önem sıralaması göz önünde bulundurularak malzeme kararı verilmiştir.

Tasarım Problemi 1 için malzeme seçiminin 54 dk sürdüğü kaydedilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 : Tasarım Problemi 1 ve 2 için uygulama süreleri _ Katılımcı 2.

	Tasarım Problemi 1	Tasarım Problemi 2	YETMSA öncesi	YETMSA 1	YETMSA 2	YETMSA 3	YETMSA 4	YETMS A sonrası
Süre (dk)	54	92	14	20	18	29	1	10

Tasarım Problemi 2 öncesinden sürece dair yapılan açıklamalar ve katılımcının bireysel incelemeleri ile başlamıştır. İlk olarak 4+9 adımları üzerinden, görsel etki ile ilgili kararlar ve yapı elemanından beklenen performanslar tanımlanmıştır. Katılımcı, yüksek katlı bir ofis yapısı olduğunu göz önüne alarak görsel etki olarak “endüstriyel bir görünüm” istediğini belirtmiştir. Yapı elemanından beklenen performanslar için ise, önem sıralamasına göre, “*dayanıklılık*”, “*ses yalıtımı*” ve “*yeniden*

dönüştürülebilirlik” tanımlanmıştır. Sunulan katmanlaşma üzerinde her hangi bir değişiklik yapılmadan YETMSA sürecine geçilmiştir.

YETMSA’nın 1. adımında 4+9 sürecinde verilen kararlar göz önünde bulundurularak 6 malzeme özelliği tanımlanmış ve bunlara ek olarak “*çevreye az olumsuz etki*” özelliği ele alınmıştır. Böylelikle çok önemliden az önemliye doğru tanımlanan malzeme özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

- Ses ile ilgili performans
- Alev almama
- Aşınma dayanımı
- Kaymazlık
- Renk
- Su geçirimsizlik
- Çevresel etki ile ilgili özellikler

2. adımda aday malzeme seçenekleri **materia** veri tabanı üzerinden oluşturulmuştur. Yapılan seçimde çok önemli malzeme özellikleri üzerinden filtreleme yapılarak, “endüstriyel renkler barındırması” gibi görsel özellikler üzerinden 5 malzeme seçeneği oluşturulmuştur. 3. adımda yine materia veri tabanı üzerinden bu seçeneklerin özelliği karşılama düzeyleri incelenerek karşılaştırma tablosu üzerine işlenmiştir. 4. adımda özelliği karşılama düzeyleri toplanarak malzeme değeri en yüksek aday malzeme seçilmiştir. Verilen malzeme kararı “*beton görünümlü bir seramik*” şeklinde olmuştur.

Tasarım Problemi 2 için malzeme seçiminin 92 dk sürdüğü kaydedilmiştir (Çizelge 4.1). Sürecin her alt adımının uygulaması için geçen süre de tablo da sunulmaktadır.

Anket sonuçları:

1. Tasarım Problemi 1 için malzeme seçimi yaparken izlediğiniz süreci kısaca tanımlayınız; *Yapının işlevinin belirlenmesi, beklenen özelliklerin belirlenmesi (3 tane), bu özelliklere göre yapı kataloğu araştırma, özelliklere bakarak fakat daha sezgisel malzeme seçimi*

2. Daha önceki malzeme seçiminizde de hep aynı süreci mi izlediniz? İzlediğiniz farklı malzeme seçimi süreçleri oldu ise belirtiniz; *Evet, hep aynı süreci izledim*

3. Sistematik malzeme seçim süreciyle tanışmadan önce, Tasarım Problemi 1’de izlediğiniz “kişisel” süreciniz ile, Tasarım Problemi 2’de uyguladığınız YETMSA’yı aşağıdaki başlıklar üzerinden karşılaştırınız. Kısaca açıklayınız (Çizelge 4.7).

4. Tasarım Problemi 2’de uyguladığınız YETMSA’yı aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendiriniz. Kısaca açıklayınız (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7 : “Kişisel” ve YETMSA süreçlerinin karşılaştırması (1- çok kötü/ 5 –çok iyi) _ Katılımcı 2.

	“Kişisel”	YETMSA
Veri toplamaya (performans özellikleri, malzeme özellikleri vb.) katkısı	4	5
Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı	2	5
Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak	4	5
Ulaşılan seçenek sayısının yeterliliği	4	5
Seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak	2	5
Problemin tam çözümüne ulaştırabilmesi	1	5

- Çok daha sistematik, yani kaynak kullanımı, çevresel özellikler

Çizelge 4.8 : YETMSA sürecinin değerlendirilmesi (1- çok kötü/ 5 –çok iyi) _ Katılımcı 2.

	YETMSA
Malzeme seçiminize katkılarını	5
Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkıları	4
Kolay öğrenilebilirliği	5
Kolay uygulanabilirliği	5
Çözüme ulaşmadaki hızı	4
Sonucun güvenilirliği	5

- Kaynak kitapçık ayrıntılıydı, verilen bilgiler doğrultusunda tekrar değerlendirme, bir kere daha yapsam çok daha hızlı olurdu, akılda kalıcıydı, ilk başta anlamak biraz zorlandım ancak anlayınca oldukça kolay, tasarım 1 ile aynı hız ama kesin çözüm, sayısal veriler ile net çözüm

5. Uygulamış olduğunuz malzeme seçimi yöntemi adımları ile ilgili düşüncelerinize karşılık gelen seçenek/seçenekleri işaretleyiniz. (Birden fazla seçenek işaretlenebilir) Problemlili bulduğunuz adımlarda karşılaştığınız sorunları gidermek için ne gibi iyileştirme önerileriniz olurdu? (adım çıkarma/ekleme, adımların yerlerini değiştirme, farklı bir araç kullanma... gibi) Kısaca açıklayınız (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 : YETMSA adımlarına ilişkin problemlerli noktalar _ Katılımcı 2.

	Problem
01- Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması	-
02- Aday Malzeme Seçenekleri Oluşturulması	Çok vakit almakta
03- Aday Malzeme Seçeneklerinin Karşılaştırılması	Sunulan araçlarda eksikler var
04- Karar Verme Modülü	-

- Kullanılan veri tabanlarının bazı eksiklerinden kaynaklı vakit almakta
- Çevresel etki analizi yaparken bazı kökenlerde eksiklikler var, ekstra köken bilgisi verilebilir.

6. YETMSA içerisinde kullanmış olduğunuz veri tabanlarını aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendiriniz (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 : Malzeme veri tabanlarının değerlendirilmesi (1-çok kötü/ 5-çok iyi) _ Katılımcı 2.

	Yapı Kataloğu	Materia
Erişilebilirlik	5	4
Hız	3	5
Kullanım kolaylığı	4	5
Faydalı olma durumu	4	5
Seçeneklere ulaşma	4	5
Seçenek sayısı	5	5
Seçenekleri kıyaslama	1	5

7. YETMSA içerisinde, yardımcı doküman olarak sunulmuş olan malzeme özellikleri ve performanslar ile ilişkiyi gösteren listeyi kullandınız mı? Evet ise kullanımınızı kısaca açıklayınız; *Evet, kullandım: her zaman bütün özellikleri hatırlamak zor oluyor, hızlandırıcı bir etken oldu*

8. YETMSA içerisinde, yardımcı doküman olarak sunulmuş olan çevresel etki değerlendirme tablolarını kullandınız mı? Evet ise kullandığınız bir veya birkaç tabloyu aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendiriniz; *Evet kullandım, yalnızca Woolley tablolarını* (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 : Çevresel etki tablolarının değerlendirilmesi (1-çok kötü/ 5-çok iyi)_ Katılımcı 2.

	Woolley
Hız	5
Kullanım kolaylığı	5
Faydalı olma durumu	5

9. YETMSA'nın olumlu ve olumsuz olduğunu düşündünüz özelliklerini belirtiniz.

- OLUMLU: net bir sonuca ulaşma, açık bir şekilde istenildiğini belirtmesi. Bütün kaynakları bir arada toplaması, geniş bilgi kitapçığı
- OLUMSUZ: fazla sistematik olma, bir aşımı atlarsan sonuca ulaşamama böylelikle bazı projelerde vakit kaybı yaşanabilir.

10. Bundan sonraki yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminizde, YETMSA'yı kullanmayı düşünür müsünüz? Nedenlerinizi kısaca açıklayınız. (1-kesinlikle hayır/ 5 –kesinlikle evet)

- 4, malzeme seçiminden emin olmak ve geri dönüşler yapmamak için evet kullanırım.

Değerlendirme:

Katılımcı 2 tarafından uygulanan YETMSA Yol C içerisinde tanımlanan süreç aşağıdaki şekilde ilerlemektedir.

- 1. Adımda, 5-7 arası malzeme özelliği tanımlanması
- 2. Adımda Akış 5, ilgili veri tabanları ile çok önemli özellikler üzerinden filtreleme yapılarak aday malzeme seçenekleri oluşturulması
- 3. Adımda Akış 4, ürün ve köken üzerinden karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanlarının bir arada kullanımı ile aday malzemelerin karşılaştırılması
- 4. Adımda Akış 7, bütün malzeme özelliklerini en iyi karşılayacak malzemenin seçilmesi, performans gereksinimlerinin sağlanması üzerinden malzeme kararı

Katılımcı, İstanbul Bilgi Üniversitesi Mimarlık Bölümü 4. sınıf öğrencisidir ve çalışma öncesinde sistematik yapı elemanı tasarımı ve malzeme seçimi süreçlerine ilişkin dersler almıştır. Uygulama sürecine ilişkin gözlemler, tasarımın çıktıları ve anket sonuçlarına ilişkin yapılan değerlendirmeler sonucunda söz konusu akışlar üzerinden ilerleyen YETMSA sürecine ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Malzeme seçimine katkılarını

Tasarım Problemi 1'de uygulamış olduğu “kişisel” malzeme seçimi süreci ile kıyaslandığında; veri toplamaya katkısı, toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı, seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak, ulaşılan seçenek sayısının yeterliliği, seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak ve problemin tam çözümüne ulaştırabilmesi başlıkların üzerinden katılımcı YETMSA'yı daha olumlu

değerlendirmektedir. Özellikle karşılaştırmalı veriler sunan bir veri tabanının kullanılması ve değerlendirme sürecinin tamamen matematiksel olması katılımcının bu değerlendirmelerinde motive edici olmuştur. Aynı zamanda katılımcı “bütün kaynakların bir arada toplanması, geniş bilgi kitapçığı” şeklinde ifade ettiği materyallerin de malzeme seçimi sürecine olumlu katkılarını belirtmektedir.

Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkıları

YETMSA içerisinde sunulan, performans gereksinimleri ile malzeme özellikleri arasındaki ilişkiyi gösteren tablonun yapı elemanı tasarımı sürecine katkı sağladığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra malzeme seçimi sonrasında, malzemenin yapı elemanının diğer katmanları ile nasıl bir araya geleceğinin sorgulanması ve binanın geneline ilişkin hayal edilen atmosfer üzerinden tasarımın tekrar değerlendirilmesi de bütünsel sürece yönelik katkılardır.

Kolay öğrenilebilirliği

Yapılan değerlendirmede katılımcı “bir kere daha yapsam çok daha hızlı olurdu, akılda kalıcıydı” yorumunu yapmıştır. Katılımcı 1’e kıyasla, sistematik bir tasarım sürecine ve mevcut malzeme veri tabanlarına aşina olan Katılımcı 2, öğrenme sürecinin bir kısmını yaşamış olarak YETMSA ile tanıştığı için uygulama öncesi kısıtlı vakitte aktarılan bilgilerin öğrenilme süreci çok daha problemsiz bir şekilde gerçekleşebilmiştir.

Kolay uygulanabilirliği

Katılımcı uygulanabilirlik ile ilgili, “ilk başta anlamak biraz zorlandım ancak anlayınca oldukça kolay” yorumunu yapmıştır. Öğrenilebilirlik ile ilişkili olarak katılımcının benzeri sistematik süreçlere ilişkin mevcut bilgisi ve konuya olan ilgisi aracın uygulanmasında olumlu birer faktör olarak devreye girmiştir. Öte yandan, YETMSA’nın uygulanan akışı için yapılmış “fazla sistematik olma” yorumu, aracın farklı gerekleri olan farklı tasarımlarda, farklı tasarımcılar tarafından kullanılabilmesi için esnek bir yapısının olması gerektiğini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Çözüme ulaşmadaki hızı

Özellikle aday malzeme seçeneklerinin oluşturulması adımıyla sürecin çok vakit aldığı ifade edilmiştir. Söz konusu problemi doğuran durum, kullanılan materia veri tabanı içerisinde kullanım alanı üzerinden bir sınıflandırmanın yer almamasıdır. Bu

nedenle kullanıcı veri tabanı içerisinde karşılaştığı her bir malzeme ile ilgili açıklamaları okuyarak, kendi bilgi birikimi doğrultusunda yorumlamak ve kullanım alanına uygun malzemeleri bulmak durumundadır. Hem karşılaştırmalı veriler sunan hem de kullanım alanı üzerinden sınıflandırma yapan bir veri tabanın eksikliği performanslar üzerinden filtreleme yapılarak aday malzeme seçeneklerinin oluşturulması şeklinde ilerleyen bir akışta süreci yavaşlatan bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sonucun güvenilirliği

Yapılan uygulamadaki karar verme süreci, her bir aday malzeme seçeneğinin tanımlanan her bir malzeme özelliğini karşılama düzeylerinin toplamlarından oluşan malzeme değerinin en yüksek olduğu seçeneğin seçilmesi şeklindedir. Algısal özellikler de bu süreçte tanımlanan bir malzeme özelliği olarak önem düzeyleri üçlü bir skala üzerinden tanımlanmakta ve her bir seçeneğin istenilen algıyı, görsel etkiyi karşılama düzeyi aynı skala üzerinden sayısal olarak ortaya koyulmaktadır. Seçim süreci tamamen sayısal verilere dayandığı için, katılımcının ifadesi ile “*net bir sonuca ulaşma*” imkanı sunmaktadır. Kullanılan araçların bilimselliği ve değerlendirme sürecinin sistematikliği azaldıkça sonucun güvenilirliği de azalmaktadır. Malzeme özelliklerinin karşılanma düzeyleri belirlenirken farklı kaynaklarda sunulan bilgilerin yorumlanması ve bir skalaya adapte edilmesindeki doğruluk da güvenilirliğe etki etmektedir. Bu nedenle YETMSA içerisinde, sınırlı bilgi düzeyine sahip kullanıcılar için, anlaşılması ve yorumlanması daha kolay kaynakların kullanımı önerilmektedir.

4.4. YETMSA’nın Değerlendirilmesi

YETMSA’nın, yapılan uygulamalar ile Yol B ve Yol C olarak tanımlanan iki farklı sürecinin birer olası akışı üzerinden değerlendirmeler ortaya koyulmuştur. Farklı katılımcılar ile, YETMSA’nın uygulanış biçimini göstermeye yönelik yapılan uygulama 4.3. YETMSA’nın Uygulanması başlıklı bölümde anlatılmakta ve her bir yola ait sunulan akışlar için değerlendirmeler ortaya konulmaktadır. Elde edilen sonuçlar aynı zamanda karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.12’de de sunulmuştur.

Araç içerisinde tanımlanan diğer süreçler içerisinde, Yol D yavaş sonuç veren yapısı ile sürece yayılarak uygulanması gereken akışlar ortaya koymaktadır ve bu nedenle uygulaması yapılamamıştır. Yol A baştan sona bir malzeme seçimi yapılmasına

yönelik olmaktan çok kontrol amaçlı ilerlenebilecek bir yol olması nedeniyle uygulama üzerinden değerlendirme gereği duyulmamıştır. Yol Z ise ileriye dönük bir süreç ortaya koymaktadır.

YETMSA, mimarlık öğrenciler ve az deneyimleri mimarların kullanımı için geliştirilen, yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi sürecini sistematik bir şekilde tanımlayan, yol gösterici adımlar ortaya koyan bir araçtır. Yapı elemanı tasarımı eğitiminin bir parçası olmayı, mimarlık öğrencilerine hem eğitim hayatlarında hem de birer mimar olarak profesyonel hayatta karşılaşacakları problemler için çözümler sunmayı amaçlamaktadır.

Çizelge 4.12 : YETMSA uygulamalarına ilişkin Katılımcı 1'in Yol B, Katılımcı 2'nin Yol C için yapmış olduğu değerlendirmelerin karşılaştırmalı analizi.

	Yol B	Yol C
Veri toplamaya (performans özellikleri, malzeme özellikleri vb.) katkısı	4	5
Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı	3	5
Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak	3	5
Ulaşılan seçenek sayısının yeterliliği	4	5
Seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak	5	5
Problemin tam çözümüne ulaştırabilmesi	5	5
Malzeme seçiminize katkılarını	4	5
Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkıları	5	4
Kolay öğrenilebilirliği	3	5
Kolay uygulanabilirliği	3	5
Çözümüne ulaşmadaki hızı	2	4
Sonucun güvenilirliği	4	5

İçerisinde farklı kullanıcılar ve ihtiyaçlara yönelik farklı yollar sunan YETMSA'nın, uygulanan iki akışı üzerinden genel işleyişi ortaya koyulmuştur.

Yapılan değerlendirmeler, aracın *malzeme seçimi sürecine katkılarını*, veri toplamaya, toplanan verilerin analizinin yapılmasına, seçeneklere ulaşmaya, seçeneklerin değerlendirilmesine sağladığı katkılar ve problemin tam çözümüne ulaştırabilmesi başlıkları üzerinden olumlu olarak ortaya koymaktadır. Araç içerisinde farklı malzeme veri tabanlarının kullanımı ile malzeme seçeneklerinin oluşturulması ve karşılaştırılmasında sistematik süreçler sunulmaktadır.

Aracın *yapı elemanı tasarımı sürecine katkıları*, malzeme seçimi sonrasında, malzemenin yapı elemanının diğer katmanları ile nasıl bir araya geleceğinin

sorgulanması ve binanın geneline ilişkin tasarım kararlarının değerlendirilmesi üzerinden ortaya koyulmaktadır. YETMSA içerisinde parça-bütün ilişkisi gözetilmiştir. Araç, malzeme seçimi yapılmamış katmanlaşma modeli ile başlayarak, malzeme seçimi sonrası gelişen, değişen katmanlaşma modeli ile sonlanmaktadır.

YETMSA içerisindeki farklı akışlar için farklı *öğrenilebilirlik*, *uygulanabilirlik*, *hız ve güvenilebilirlik* değerlendirmeleri yapılabilir. Bu nedenle farklı kullanıcılar için farklı akışları kullanımı önerilmiş ve her bir akışın ilgili değerlendirmeleri sunulmuştur.

Yapılan uygulamalar, kısıtlı bir süre içerisinde, sınırlı bir öğrenme süreci sonrasında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle uygulamaların katılımcıları tarafından, yapılan değerlendirmelerde kolay öğrenilebilirlik ve kolay uygulanabilirlik başlıkları üzerinden olumsuz değerlendirmeler yapılmıştır. Süreç bir eğitim modeli içerisinde yer aldığı ve kullanıcının sunulan bütün akışları görerek kendine en uygun yolu izlemesi esnekliği sunulduğunda söz konusu olumsuzlukların ortadan kalkacağı düşünülmektedir.

YETMSA'nın sonuca ulaştırmadaki hızı ve güvenilirliği de yine hangi akışın izlendiği ile ilişkili olarak farklı şekillerde değerlendirilebilir. Örneğin, karşılaştırmalı veriler sunan veri tabanları üzerinden ilerleyen bir karşılaştırma süreci, sayısal veriler üzerinden ilerleyen bir sürece kıyasla çok daha hızlı sonuç vermektedir. Akış içerisinde tanımlanan veri tabanları ve bu veri tabanlarının kullanım kolaylığı sürecin hızını etkileyen en önemli etmenlerdir.

Karşılaştırmalı veri tabanlarından malzeme özelliklerine ilişkin sunduğu bilgiler ilk bakışta değerlendirmeye olanak sağlayacak şekildedir. Öte yandan bu veri tabanları firma kökenli veriler içerdiği ve az sayıda malzeme özelliği sunduğu için güvenilirlikleri sınırlıdır. Bilimsel veriler üzerinden sayısal karşılaştırma yapılması için ise standartlar, yönetmelikler gibi erişilebilirliği problemli kaynaklara ihtiyaç duyulmakta ve bu verileri yorumlayarak değerlendirme yapabilmek için belli bir bilgi birikimine ihtiyaç duyulmaktadır.

YETMSA, malzeme seçimi sürecini besleyecek araçlar tanımlamakta ve araçların olası kullanımları üzerinden izlenebilecek farklı akışlar ortaya koymaktadır.

Farklı bilgi birikimi ve farklı deneyime sahip tasarımcıların, tasarımın kimliği ve tanımlanmış tasarım parametrelerine bağlı olarak, mevcut malzeme veri tabanlarının

olası kullanım şekillerinden kendilerine uygun akışı seçerek uygulayabilmesine olanak sağlayan esneklikler içerse de, malzeme seçiminin genel çerçevesi koruyan sistematik bir araç olma özelliği taşımaktadır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde sürekli gelişen ve değişen teknolojiler, malzeme alanında ortaya konulan yenilikler ile sürekli genişleyen malzeme havuzu içerisinde, tasarıma uygun malzeme seçiminin yapılmasında geleneksel yaklaşımlar yetersiz kalmakta ve tasarımcılar yol gösterici araçlara ihtiyaç duymaktadır. Özellikle çalışmanın hedef kitlesini oluşturan mimarlık öğrencileri ve az deneyimli tasarımcılar için bu ihtiyaç oldukça fazladır.

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi aracı (YETMSA) bu ihtiyacı karşılamak adına, pratik bir şekilde uygulanabilecek ve tasarımın gerektirdiği malzemeye götürecek sistematik bir süreç ortaya koymayı amaçlamaktadır. YETMSA, esnek yapısı ile öncelikli olarak mimarlık öğrencileri ve az deneyimli tasarımcıların kullanımı için geliştirilmiş olsa da, içerdiği farklı akışlar ile profesyonel amaçlı olarak da yararlanılabilecek bir araç olma özelliği taşımaktadır.

Aracın geliştirilme sürecinde ilk olarak mevcut malzeme seçimi yöntemleri yapılan uygulamalar üzerinden incelenmiştir. Mevcut yöntemlerin güçlü yönlerini barındıran ve zayıf yönlerini iyileştirmeyi amaçlayan bir malzeme seçimi yaklaşımı ortaya koyulmuştur.

Diğer bir koldan, mevcut malzeme veri tabanlarının sunduğu olanaklar ve malzeme seçimi sürecinde ideal kullanımları araştırılmıştır. Geliştirilen malzeme seçimi aracı son halini almadan, farklı malzeme veri tabanlarının süreç içerisindeki olası kullanımını araştıran farklı aşamaları oluşturulmuştur.

Geliştirilen her bir aşamanın, mevcut malzeme seçimi yöntemlerinin ve veri tabanlarının uygulamaları üzerinden elde edilen geri bildirimler ile bir mimarlık öğrencisinin malzeme seçimi süreci ve bu süreçteki ihtiyaçları ortaya koyularak, yapılan değerlendirmeler YETMSA'nın geliştirilme sürecinin girdilerini oluşturmuştur.

Bütün-parça ilişkisi gözetilerek, yapı ölçeğinden başlayan, yapı elemanı ölçeğinde tanımlanan gereksinimlerin malzeme özellikleri ile ilişkilendirilmesi ile devam eden, olası malzeme seçenekleri üzerinden yapılan değerlendirmeler ile karar verilen bir

malzeme seçimi süreci ortaya koymaktadır. Araç yapı elemanından beklenen performanslar ile ilişkili olarak tanımlanan malzemenin “teknik” özelliklerinin yanı sıra, tasarımın kimliğini ortaya koyacak “algısal” özellikler ile sürdürülebilir bir tasarım için “çevresel” unsurların da dikkate alındığı bir süreç tanımlamaktadır.

YETMSA, farklı tasarımlar ve tasarımcılar için kullanılabilecek farklı akışlar sunan esnek bir yapıya sahiptir. İçermiş olduğu 4 ana adımın her biri 10 alt akışa sahiptir. Böylelikle araç bu akışların farklı kombinasyonları ile çok çeşitli kullanımlara olanak sağlayarak, tasarımcının karşılaşılabileceği farklı durumlara göre şekillenebilen bir süreç ortaya koymaktadır.

Yapı elemanı tasarımı sürecinin bir parçası olarak ele alınan araç, tasarım sürecinden beslenen ve tasarımı geliştiren özelliğe sahiptir. YETMSA içerisinde malzemeler incelenerek, “teknik” ve “algısal” özelliklerinin yapı elemanın diğer katmanları, mekân ve bina ile ilişkisi incelenmektedir. Aynı zamanda malzemelerin uygulama biçimi de YETMSA içerisinde araştırılarak yapı elemanın diğer katmanları ile nasıl bir araya geleceği, tamamlayıcı katmanlara ihtiyaç duyulması, katmanların birbirlerine göre konumları ve yük aktarımı ilişkilerinde de yol gösterici olmaktadır.

Geliştirilen malzeme seçimi aracının ortaya koydukları aşağıda sıralanmıştır;

- Yapı elemanı tasarımı içerisine malzeme seçimi sürecini ele alarak, parça-bütün ilişkisini gözetmektedir.
- Malzemedan beklenen özelliklerin tanımlanmasında yardımcı araçlar ile bilgi birikimi sınırlı kullanıcıları yönlendirmektedir.
- İçermiş olduğu esneklikler ile farklı ihtiyaçlara cevap veren bir yapıya sahiptir.
 - o Yalnızca akıldaki malzemenin kontrolü için kullanılabilir.
 - o Bilgi düzeyi sınırlı, hızlı sonuç almak isteyen, bir mimarlık öğrencisinin izleyebileceği, karşılaştırmalı veriler üzerinden ilerleyen, pratik, sonuç odaklı adımlar ortaya koymaktadır.
 - o Bilgi düzeyi orta, hızlı ve güvenilir sonuç almak isteyen, bir mimarlık öğrencisi veya az deneyimli tasarımcının izleyebileceği, sayısal veriler üzerinden ilerleyen, sistematik bir değerlendirme süreci içeren adımlar ortaya koymaktadır.
 - o Bilgi düzeyi yüksek, firma ve bilimsel kökenli kaynakların bir arada kullanıldığı, uzun süren ancak güvenilir sonuçlar ortaya koyan adımlar ortaya koymaktadır.

- İdeal bir veri tabanının tanımını ortaya koymakta ve bu veri tabanı üzerinden ilerleyecek malzeme seçimi sürecini tanımlamaktadır.
- Mevcut malzeme veri tabanlarının ve malzeme seçimi sürecinde kullanılabilecek diğer araçların olası ideal kullanımlarını ortaya koymaktadır.
- Çevresel etki bakış açısı ile yapılan değerlendirmelerin, malzeme seçimi sürecine dâhil oluş şeklini araştırmaktadır.
- Farklı değerlendirme modülleri ile hem tasarımın kimliğini ortaya koyan görsel özellikler hem de daha sayısal bir bakış açısı ile tanımlanan özellikleri en iyi karşılayan malzemelerin seçilmesine olanak tanımaktadır.

Geliştirilmiş malzeme seçimi aracının iki temel süreçte kullanımı söz konusudur; eğitim, profesyonel.

YETMSA mimarlık öğrencilerinin yapı elemanı tasarımı ve uygulama projesi gibi derslerin, yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde kullanılabilecek, sistematik bir malzeme seçimi yaklaşımı olarak ele alınacak şekilde geliştirilmiştir. Araç içerdiği farklı akışların verimli bir şekilde kavranabilmesi için zamana yayılan bir öğrenim sürecine ihtiyaç duymaktadır. Böylelikle mimarlık öğrencileri, YETMSA içerisinde kendilerine uygun, performans odaklı olup aynı zamanda algısal özellikleri de gözeten, çevreye duyarlı bir malzeme seçimi adımlarını bulabileceklerdir.

Geliştirilen malzeme seçimi aracının eğitime katkısı, hem eğitim süreci içinde hem de profesyonel hayatta kullanılabilecek, sistematik bir malzeme seçimi sürecini kavratmaktadır.

Araç içerisinde farklı tasarımlara ve farklı bilgi düzeyindeki tasarımcılara uygun farklı akışlar yer almaktadır. Bunlar içerisinde tasarımın tariflediği ihtiyaçlar üzerinden ideal malzeme seçeneğinin görülmesi için profesyonel amaçlı kullanıma uygun akışlar da yer almaktadır.

Araç öncelikli olarak eğitim sonrasında profesyonel süreçlerde kullanıma yönelik geliştirilmiş olsa da, bilimsel kökenli kaynakların kullanımı üzerinden tanımlanan akışlar ile aracın bir bilimsel araştırma kapsamında da yararlanılabilmesini sağlamaktadır. Ancak, karar verme modülünde sunulan değerlendirme süreçleri, aracın ana hedef kitlesi mimarlık öğrencileri ve az deneyimli tasarımcılara yönelik pratik süreçler içermektedir. Bu nedenle aracın çıktısının doğrudan bir bilimsel süreç için yeterli olmadığı söylenebilir.

YETMSA performans yaklaşımı ile malzeme özelliklerinin tanımlanması, aday seçenekler oluşturulması, aday seçeneklerin karşılaştırılması ve seçimi şeklinde ilerlemektedir. Bu kurgu içerisinde aracın ideal şekilde çalışabilmesi için bir malzeme veri tabanı ile beslenmesi gerekmektedir. Şu aşamada araç mevcut veri tabanlarının çerçevesinde sınırlı olarak işleyebilmektedir. İlerleyen çalışmalarda böyle bir veri tabanı ortaya koyulması halinde YETMSA, pratik ve “doğru” sonuç veren, her tasarımcıya ve tasarıma uygun bir araç olarak kullanılabilecektir.

Araç içerisinde maliyet bakış açısı ile bir değerlendirmeye yer verilmemiştir. YETMSA performans yaklaşımı ile malzemelerin istenilen özellikleri sağladığının kontrolünün yapılmasında kullanılarak, maliyeti ile ilgili değerlendirme farklı araçlar üzerinden yapılmalıdır.

YETMSA, ortaya koyduğu süreç ile sınırlı bir malzeme bilgisine sahip mimarlık öğrencileri ve az deneyimli mimarlar tarafından yapılacak bir malzeme seçiminde, olası malzeme seçeneklerini bulmak, araştırmak, karşılaştırmak ve değerlendirmek için mevcut kaynakların olası ideal kullanımlarını tanımlayan, farklı tasarım problemlerinin farklı ihtiyaçlarına cevap veren, yapı elemanı tasarımı süreci içerisinde kullanıcıyı pratik bir şekilde çözüme ulaştıran bir destek aracı olmayı amaçlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Aksu, Ö., Altun, M.C.** (2009). Architectural Detail Design Methods – Simplified and Analysed, *Proceedings of the Detail Design in Architecture 8 - Translating Sustainable Design into Sustainable Construction Conference 2009* (ss. 196-211). Cardiff, UK: 04.09.2009. University of Wales Institute, Cardiff (UWIC).
- Allen, E. Iano, J.** (2008). *Fundamentals of building construction: materials and methods*. Hoboken, N.J. : Wiley.
- Altun, M. C. Türkay, I.** (2015). “4+9: Tipik Bölge Detayı Tasarımı için Bir Destek Aracı ve Kullanılabilirliği”, *2. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi, Yapı Üretimi, Kullanımı ve Koruma Süreçleri*, (ss.187-200). TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, Ankara: 3-5.06.2015.
- Altun, M. C. Türkay, I. Koyaz, M.** (2015). A Design Support Tool for Building Envelope’s Typical Area Details. *VII International Congress on Architectural Envelopes*, San Sebastian-Donostia, Spain: 27-29.05.2015.
- Altun, M.C., Genç, H.N.** (2011). Effectiveness of the “VDI-H.F.O.Müller Method” in Building Element Design, *Proceedings of the 2011 AEI Conference*, (ss. 480-489). Oakland, USA: 30.03-02.04.2011. Architectural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers.
- Anink, D. Boonstra, C. Mak, J.** (2004). *Handbook of sustainable building : an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment*. London: James & James Limited.
- Archi Expo** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016, <http://www.archiexpo.com/>
- Raf ürün dergisi** (t.y.) Arkitera. Erişim: Mayıs 2016, <http://www.raf.com.tr/>
- Ashby, M.F.** (2011). *Materials Selection in Mechanical Design*. Fourth Edition. Elsevier Ltd.
- Ashby, M.F. Cebon, D.** (1993). Materials Selection In Mechanical Design. *Troisieme Conference Europeenne sur les Materiaux et les Procèdes Avances*. Euromat ‘93, Paris: 8-10.06.1993.
- Ashby, M. Johnson, K.** (2010). *Materials and Design: the art and science of material selection in product design*. Second Edition. Elsevier Ltd.
- Aygün, M.** (2000). Comparative Performance Appraisal By Multiple Criteria For Design Alternatives, *Architectural Science Review*, University Of Sydney, Vol.43/1.
- Aygün, M.** (2003). Generation And Evaluation Of Building Element Alternatives, *Building And Environment*, Elsevier Science, Vol.38/5.

- Azom** (t.y.) *The A to Z of Materials* Erişim: Mayıs 2016, <http://www.azom.com/>
- Balanlı, A.** (1997). *Yapıda ürün seçimi*. Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Hizmetleri Derneği Yayını. No:4.
- Berksun, F.** (1979). *Mekan bileşenleri tasarımında malzeme seçimi için kullanıcı gereksinimlerini değerlendiren bir yöntem*. Ankara : KTÜ.
- Binan, M.** (1986). *Yapı Elemanları, Çizimler-Açıklamalar*. İTÜ Vakfı Kitap Yayınları No:8. İstanbul: İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.
- Charles, J.A. Crane, F.A.A. Furness, J.A.G.** (1997). *Selection and use of engineering materials*. Oxford ; Boston : Butterworth Heinemann.
- Civic, A. and Vucijak, B.** (2014). Multi-criteria optimization of insulation options for warmth of buildings to increase energy efficiency. *Procedia Engineering* 69, (ss. 922-920).
- Comar.** (t.y.) *International database for certified reference materials*. Erişim: Mayıs 2016, <http://www.comar.bam.de/en/>
- Cziesielski, E. (ed.)** (1990). *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen*. Stuttgart : G. Teubner
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2012). *Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/Eec) Kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı Ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ*. (Tebliğ No: Mhg/2012-05). Resmi Gazete 25 Temmuz 2012 Sayı: 28364.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2013). *Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB)* Resmi Gazete 10 Temmuz 2013 Sayı: 28703
- Demkin, J. A. (ed.)** (1998). *Environmental Resource Guide*. AIA. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Emmitt, S. Olie, J. Schmid, P.** (2004). *Principles of Architectural Detailing*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Eriç, M.** (1994). *Yapı Malzemesi ve Fiziği*. Literatü yayıncılık, İstanbul.
- Fouad, N. A. (ed.)** (2013). *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Genç, H.N., Altun, M.C.** (2011). Analysis of Building Element Design Methods, *Proceedings of the 2011 AEI Conference*, (ss. 490-499). Oakland, USA: 30.03-02.04.2011. Architectural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers.
- George E. D.** (1987). *Engineering design*. New York : McGraw-Hill.
- George E. D.** (2012). *Engineering design*. New York : McGraw-Hill.
- Ginevicius, R. ve diğ.** (2008). Evaluating the alternative solutions of wall insulation by multicriteria methods.
- Hegger, A. Fuchs, R.** (2006). *Construction Materials Manual*. Edition Detail: Munich.

- Hiçdurmaz, Mümin.** (2011). A Fuzzy multi criteria decision making approach to software life cycle model selection.
- Japanese Araştırma Enstitüsü.** (1968). The systematic Method for Selecting Building Materials.
- Jee, D. Kang, K.** (2000). A method for optimal material selection aided with decision making theory. *Materials & Design (Formerly known as International Journal of Materials in Engineering Applications)*, (ss, 199–206). 2013 Elsevier Ltd. Volume 21, Issue 3.
- Jones, J.C.** (1992). *Design Methods*. second ed. Van Nostrand Reinhold: New York
- Kaya, U.** (2010). *Sürdürülebilir dış duvar sistemi için tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi*. Yüksek lisans tezi, ITU.
- Kocataşkın, F.** (1966). *Yapı malzemesi bilimi*. İstanbul:Ece
- Koyaz, M. Altun, M. C.** (2014). Usability of a Material Selection Tool for Architecture Students as a Sub Process of Building Element Design. *ICONARCH-II - International Congress of Architecture: 2014, Konya*.
- Koyaz, M. Altun, M. C.** (2015). Yapı Elemanları Tasarımında Kullanılabilecek Sistemik Malzeme Seçim Araçlarının Karşılaştırılması. 2. *Ulusal Yapı Kongresi Ve Sergisi: 3-5 Haziran 2015, Ankara*.
- Llewelyn-Davies, R. Petty, D. J.** (1969). *Building Elements*. London: Architectural Press.
- Materia.** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016 <http://materia.nl/>
- Material Connexion.** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016 <http://library.materialconnexion.com/>
- Material Data Center.** (t.y.) *Plastikler için Malzeme Veritabanı*. Erişim: Mayıs 2016 www.materialdatacenter.com
- Material Data Network.** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016 <http://www.matdata.net/index.jsp>
- Material Properties Database.** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016 <http://www.makeitfrom.com/>
- Material Property Data.** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016 <http://www.matweb.com/>
- Matrec.** (t.y.) *Sustainable Materials & Trends*. Erişim: Mayıs 2016 <https://www.matrec.com/en/materials>
- Mimarlar Odası.** (2012). *Mimari Proje Çizim ve Sunuş Standartları* Erişim: Mayıs 2016 <http://www.mimarist.org/>
- Mimarlar Odası Yapı Malzemeleri Kataloğu.** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016 <http://www.yapkat.com/>
- Müller, H.F.O.** (1990). Methodik des Konstruierens und Wahl der Baustoffe. In: E. Cziesielski, ed. *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen*, (ss.7-25). Stuttgart: B.G. Teubner.
- Naoum, S.G.** (1999). *Dissertation Research and Writing for Construction Students*. Oxford: Butterworth-Heinemann
- National Institute for Materials Science | NIMS.** (t.y.) *MatNavi Search* Erişim: Mayıs 2016 http://mits.nims.go.jp/index_en.html

- Neroth, G. Vollenschaar, D. eds.** (2011). *Wendehorst Baustoffkunde: Grundlagen - Baustoffe - Oberflächenschutz*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag.
- Onaran, K.** (1997). *Malzeme Bilimi*. Bilim Teknik Yayınevi.
- Özkan, E.** (1976). *Yapım Sistemleri'nin Seçimi için bir Yöntem*. Doktora, İTÜ.
- PGM Database.** (t.y.) *Metaller için Malzeme Veritabanı*. Erişim: Mayıs 2016 <http://www.pgmdatabase.com/>
- Prospector Materials Database** (t.y.) Erişim: Mayıs 2016 <http://www.ides.com/prospector/>
- Rao, R.V.** (2008). A decision making methodology for material selection using an improved compromise ranking method. *Materials and Design* 29, (ss. 1949-1954).
- Rich, P. Dean, Y.** (1999). *Principles of Element Design*. Butterworth-Heinemann, Architectural Press, Oxford.
- Sneck. T, Bring. C, Lossius. P, Malmstedt. K, Neilsen. P, Schjot. R.** (1969). *Qualitative Performance Analysis of Floors*. Helsinki.
- Sneck. T.** (1972). *On the Connection Between Performance Evaluation and Material Science*. Valtion teknillinen tutkimuskesku. Oteniemi marraskuu.
- Takano, A. et. al.** (2014). A multidisiplinary approach to sustainable building material selection: A case study in Finnish context. *Building and Environment* 82, (ss. 526-535).
- Tapan, M.** (2004). *Mimarlıkta Değerlendirme*. İtü yayınevi.
- Taş, E. Tanaçan, L. Yaman, H.** (2000). Building Materials Information Systems as an Architectural Education Tool. *International Conference on Information Technology Based on Higher Education and Treining*. İstanbul. Turkey. July 3-5 2000.
- Taş, E. Tanaçan, L. Yaman, H.** (2002). Yapı Malzemesi Enformasyonu Elde Etme Konusunda Türkiyede Karşılaşılan Sorunlar ve Türkiye için bir Model Önerisi - YMES. 1. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*. TMMOB, İstanbul. 9-13 Ekim 2002.
- Toydemir, N. Gürdal, E. Tanaçan, L.** (2000). *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme*. Literatür yayıncılık, İstanbul.
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS 12116, Yangın önleme - Yapı malzemeleri - Yangına dayanıklılık sınıfları ve özellikleri.
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS 5627 ISO 2424, Tekstil yer döşemeleri-Sınıflandırma ve terimler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS 5808, Boyalar ve vernikler - Su bazlı kaplama malzemeleri ve sistemleri - iç mekân duvar ve tavanlar için
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS 624-2 EN 654, Elastik yer döşemeleri-Polivinilklorürden (pvc)-Yarı esnek karolar-Özellikler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS 8848 EN 988, Çinko ve çinko alaşımları- Binalarda kullanılan haddelenmiş yassı mamullerin özellikleri

- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 1172 (İngilizce Metin), Bakır ve bakır alaşımları-Levha ve şeritler-Binalarda kullanılan
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 12058, Doğal taş mamuller - Döşeme ve merdiven kaplama plâkları – Gereker
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 12326-1, Kayraktaşı ve diğer taş mamuller - Sürekli olmayan çatı örtüsü ve kaplama için - Bölüm 1: Mamul özellikleri
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 12407 - Doğal taşlar - Deney yöntemleri - Petrografik inceleme
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 12664, Yapı malzemeleri ve ürünlerinin ısı performansını- Mahfazalı sıcak plâka ve ısı akışı sayacı metotları ile ısı işlem direncinin tayini- Orta ve düşük ısı dirençli kuru ve nemli mamuller
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 1304, Çatı kiremitleri ve bağlantı parçaları - Kilden imal edilmiş - tarifler ve özellikler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 13454-1, Bağlayıcılar, kompozit bağlayıcılar ve fabrika yapımı karışımlar - Kalsiyum sülfat esaslı - Şap malzemesi olarak kullanılan - Bölüm 1: Tarifler ve gerekli özellikler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 14783, Levha ve şerit - Metal - Yüzeye tam oturan - Çatı kaplaması, dış cephe kaplaması ve iç yüzey kaplaması olarak kullanım için - mamul özellikleri ve gereker
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 1910, Ahşap ve parke yer döşemeleri ve iç ve dış ahşap kaplamalar-Boyutsal kararlılığın belirlenmesi
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 485-2, Alüminyum ve alüminyum alaşımları - Sac, şerit ve plaka - bölüm 2: Mekanik özellikler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 501, Çatı kaplama levhaları-Metal-Çatıya tam oturan-Çinko levhadan mamul-Özellikler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 504, Çatı kaplama levhaları- Metal- Tümüyle oturan- Bakır levhadan- Özellikler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 507, Çatı kaplama-Levhaları-Metal tam oturan-Alüminyum levhadan-Özellikler
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 539-1 - Çatı Kiremitleri - Kilden İmal Edilmiş - Sürekli Olmayan Çatı Örtüsü İçin – Fiziksel Özelliklerin Tayini - Bölüm 1: Su Geçirimsizlik Deneyi
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 544, Bitümlü şingiller - Mineral ve/veya sentetik takviyeli - Mamul özellikleri ve deney yöntemleri
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS EN 655, Elastik yer döşemeleri - Polivinil klorür (PVC) karolar - Aglomera mantar tabanlı - Özellikler
- Türkçü, Ç. (1997).** *Yapım*. İzmir: Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınları.
- Woolley, T. ve diğ. (2005).** *Green Building Handbook Volume 1: A guide to building products and their impact on the environment*.

- Woolley, T. ve Kimmins, S.** (2005). *Green Building Handbook Volume 2: A guide to building products and their impact on the environment.*
- YEM.** (t.y.) *Yapı Katoloğu* Erişim: Mayıs 2016 <http://www.yapikatalogu.com/>
- Yenersoy, G.** (1990). *Malzeme yönetimi sistemleri.* İstanbul: Ma-Pa.
- Yeomans, D.** (1982). *Monitoring design process, in Changing design.* Edited by B. Evans, J.A. Powell and R. Talbot. Chichester, New York: John Wiley & Sons.



EKLER

Sayfa

Ek A: Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Değerlendirilme Tablosu	169
EK B: Malzeme Özellikleri Tablosu.....	179
EK C: Malzeme Veri Tabanları Değerlendirme Tablosu	185
EK D: Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları	187
EK D1: Wolley Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları.....	187
EK D2: Demkin Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları.....	191
EK D3: Anderson Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları	195
EK D4: Anink Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları.....	198
EK E: Japon Araştırma Enstitüsü, Fonksiyonel Gereksinimler Tablosu	203
EK F: Ashby ve Johnson, Malzeme Haritaları	205
EK G: YETMSA Şeması	211
EK H: YETMSA Uygulamaları.....	215
EK H1: Sunulan Dokümanlar	215
EK H2: Katılımcı 1 için Sürecin Belgelenmesi	222
EK H3: Katılımcı 2 Sürecin Belgelenmesi	229



Ek A: Mevcut Malzeme Seçimi Yöntemlerinin Değerlendirilme Tablosu

Yöntemin Adı		Balanlı
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	Mimarlık eğitim ve uygulamalarında yararlanılabilecek ürün seçim ilkelerini vermek, anlaşılır ve kolay kavranan bir yol göstermek. Biçim kararının verildiği kesin tasarım aşamasında öge ve/veya bileşen düzeyinde malzeme seçimi için bir yöntem sunmaktadır.
	Yılı	1997
	Kaynağı	Kaynağı, Ayşe Balanlı'nın "Yapıda Ürün Seçimi" adlı, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Hizmetleri Derneği yayınıdır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Kökenini Japon araştırma enstitüsünün 1968de yaptığı "The Systematic Method for Selecting Building Materials" isimli araştırma oluşturmaktadır.
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Yapı ürünlerinin öge düzeyinde seçimi 2- Yapı ürünlerinin bileşen düzeyinde seçimi 3- Ögenin göstermesi gereken nitelikleri saptamak 4- Nitelikleri sağlayabilecek tüm gereç, parça ve bileşen seçeneklerini belirlemek 5- Belirlenen seçeneklere değer ölçütleri verilmesi 6- Seçeneklerin değerlendirilmesi 7- Karşılaştırma ve seçim 8- Kararın denetimi ve geri besleme
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; mimari bir projenin kesin proje aşaması süresince uygulanması ve elde edilen sonuçlara göre projede gerekli değişiklikler yapılarak devam edilmesi şeklindedir.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini yapı elemanı ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Gereç < Parça < Bileşen < Öge < Birim < Yapı hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem içerisinde sistematik bir değerlendirme süreci tanımlanmıştır. Ölçüt önem ağırlığı, seçenek ağırlığı, yarar değeri, kullanım değeri ve değişim değerleri olarak ele alınan yarar değer analizi ile malzeme seçenekleri arasından nasıl bir seçim yapılacağı belirtilmiştir.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Malzemeden beklenen performanslar belirlenirken yapı elemanı içerisindeki katmanlaşma, malzemelerin birbiri ile ilişkileri, birbirine göre konumu düşünülmeli, yapı elemanının diğer elemanlar ile ilişkisi, birleşim, düğüm noktaları düşünülmeli • Soyut ölçütlerin yöntem içerisinde nasıl yer alacağı tanımsız

Yöntemin Adı		Japon Araştırma Enstitüsü
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	Bir yapıdaki malzeme seçimi ve kullanımı problemine akılcı bir çözüm önerisi sunan bir malzeme seçim yöntemi oluşturmak.
	Yılı	1968
	Kaynağı	Yöntem Japon Araştırma Enstitüsü tarafından ortaya konulmuş “The systematic Method for Selecting Building Materials” isimli bir araştırmadır.
	Özgünlüğü/Kökeni	özgün
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Yapının yer alacağı alanın tanımlanması 2- Yapının genel özelliklerin tanımlanması 3- Yapının mekânsal özelliklerinin tanımlanması 4- Yapı elemanlarının tanımlanması 5- Yapı malzemelerinin tanımlanması 6- Fonksiyonel gereksinimlerin tanımlanması 7- Yapı elemanlarından beklenen gereksinimlerin tanımlanması 8- Yapı malzemelerinden beklenen gereksinimlerin tanımlanması 9- Malzemelerin değerlendirilmesi 10- Malzeme seçimi
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Bir yapıdaki malzeme seçim sistemi sürecini başından sonuna kadar detaylı bir biçimde ele almaktadır. Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; yapı elemanı tasarımında kullanılacak malzemeye karar verme aşamasıdır.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini yapı elemanı ve malzeme ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; bina > mekan > yapı elemanı > yapı malzemesi > malzeme özelliği hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem içerisinde sistematik bir değerlendirme süreci tanımlanmıştır. 10 farklı değerlendirme alternatifi sunulmuştur. Hangi alternatifin kullanılacağı ise tasarımcıya bırakılmıştır.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Uzun süren bir uygulama, pratik değil • Ülkemiz koşullarına göre uyarlanmalı • Derecelendirme sisteminin sistematığı belirsiz (00-09 skalası) • Değerlendirme sisteminin sistematığı belirsiz, hangi değerlendirme alternatifinin hangi durumda kullanılacağı tanımlanmalı

Yöntemin Adı		Lohaus ve Steinborn
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	Yapı malzemesi seçimi iteratif (ardışan, tekrarlanan) bir süreçtir ve adımları birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Yöntem içerisinde bu faktörler tanımlanmaktadır.
	Yılı	2013
	Kaynağı	Kaynağı, Nabil A. Fouad editörlüğünde 2013 yılında yayınlanan “Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen” isimli kitaptır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Yöntemin ortaya konuluş tarihi ve özgünlüğü bilinmemektedir
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Binanın bulunduğu coğrafi konumdan yola çıkarak çevresel koşulların belirlenmesi 2- Binanın bulunduğu konuma kolay ulaşılabilir yapı malzemelerinin tanımlanması 3- ‘Beklenenlerin’ tanımlanması
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; bir yapıdaki malzeme seçim sürecinde kullanılması şeklindedir. Tasarımın en başından sonuna kadar, detay tasarımı ile birlikte ele alınmalıdır.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Bina/yapı > Yapı elemanı > malzeme hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem sistematik bir değerlendirme modeli sunmaz, yalnızca malzeme seçimi için yapılması gereken tanımları ve gereksinimleri ortaya koyar.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Yapı elemanı tasarımını etkileyen ve malzeme seçimi ile ilişkili faktörlerin tanımlanması • Seçim ve değerlendirme aşaması belirtilmemiş

Yöntemin Adı		Müller
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	Yapı malzemesi seçimini etkileyen gereksinimlerin tanımlanması ve bu gereksinimler üzerinden malzeme seçiminin adımlarının belirlenmesi.
	Yılı	1990 (kaynağın yılı)
	Kaynağı	Kaynağı, Erich Czielski editörlüğünde 1990 yılında yayınlanan “Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen” isimli kitaptır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Kökeni VDI (Association of German Engineers) yöntemeliklerine dayanmaktadır. Orjinalinde mühendislik tasarımı için kullanılan VDI 2221 and 2222 numaralı yönetmelikler H. F. O. Müller tarafından yapı elemanı tasarımı sürecine uyarlanmıştır
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Malzeme seçimini etkileyen "beklenenlerin" tanımlanması 2- Malzeme seçeneklerinin araştırılması 3- Değerlendirme ve seçim
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; tasarımın genel hatları oluşmuş ve yapı elemanından beklenen işlevlerin tanımlanmış olduğu aşamada, malzeme seçimi için bir araç olarak kullanılmalıdır.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Bina/yapı > Yapı elemanı > malzeme hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem sistematik bir değerlendirme modeli sunmaz, yalnızca malzeme seçimi için yapılması gereken tanımları ve gereksinimleri ortaya koyar.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Yapı elemanı tasarımını etkileyen ve malzeme seçimi ile ilişkili faktörlerin tanımlanması • Seçim ve değerlendirme aşaması belirtilmemiş

Yöntemin Adı		Cronberg
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	"Kullanıcı" yaklaşımı ile malzeme seçimi için kriterlerin belirlenmesi.
	Yılı	1976 (kaynağın yılı)
	Kaynağı	Yönteme ait kaynaklar, Ertan Özkan'ın 1976 yılına ait "Yapım Sistemleri'nin Seçimi için bir Yöntem" isimli doktora tezi ile Fikri Berksun tarafından 1979 yılında yayınlanan "Mekan bileşenleri tasarımında malzeme seçimi için kullanıcı gereksinimlerini değerlendiren bir yöntem" kitabıdır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Yöntemin ilk ortaya konuluş tarihi bilinmese de özgün bir çalışma olarak değerlendirilmektedir.
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Mekan bileşenleri ile ilgili kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi 2- Kullanıcı gereksinimlerinin sınıflandırılması 3- Gereksinimlerin ağırlıklarının belirlenmesi 4- Yapı malzemelerinin kullanıcı ile ilgili özelliklerinin belirlenmesi
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; kullanıcı gereksinimlerinin tanımlanmasıdır.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Bina/yapı > Yapı elemanı > malzeme hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem sistematik bir değerlendirme modeli sunmaz, yalnızca malzeme seçimi için yapılması gereken tanımları ve gereksinimleri ortaya koyar.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Bir malzeme seçim yöntemi değil, destek aracıdır. • Seçim ve değerlendirme aşaması belirtilmemiş

Yöntemin Adı		Sneck
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	"Performans" yaklaşımı ile malzeme seçimi için kriterlerin belirlenmesi.
	Yılı	1969 (kaynağın yılı)
	Kaynağı	Yönteme ait kaynaklar Sneck. T. Ve diğerlerinin 1969 Qualitative Performance Analysis of Floors yılına ait araştırması ve sonrasında 1972 yılında Sneck T.'nin yayınlamış olduğu "On the Connection Between Performance Evaluation and Material Science" isimli kitabıdır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Yöntemin ilk ortaya konuluş tarihi bilinmese de özgün bir çalışma olarak değerlendirilmektedir.
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Çevresel Faktörlerin Tanımlanması 2- Çevresel (dış) ve Mekansal (iç) faktörlerin ilişkilendirilmesi 3- Yapı ele. beklenen özelliklerin belirlenmesi 1- Yapı elemanının fonksiyonunun analizi 2- Yapı elemanına etki eden faktörlerin analizi 3- Yönetmelik ve direktiflerin analizi 4- Yapı ele. performansına göre özelliklerin önemleri 5- Yapı ele. performansının değerlendirilmesi
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; performans gereksinimlerinin tanımlanması
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Bina/yapı > Yapı elemanı > malzeme hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem sistematik bir değerlendirme modeli sunmaz, yalnızca malzeme seçimi için yapılması gereken tanımları ve performansları ortaya koyar.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Bir malzeme seçim yöntemi değil, destek aracıdır. • Seçim ve değerlendirme aşaması belirtilmemiş

Yöntemin Adı		Ashby
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	Bir ürün için hem estetik, hem teknik, hem de ekonomik açılardan istenilen performansları sağlayan malzeme seçimine yönelik “görsel düşünme” sürecini içeren bir yöntem olma.
	Yılı	2002 ve 2010 (kaynakların yılı)
	Kaynağı	Kaynağı, Ashby, M. ve Johnson, K. tarafından 2002 ve ikinci baskısı 2010 yılında yayınlanmış “Materials and Design: the art and science of material selection in product design” isimli kitaptır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Yöntemin ilk izleri Ashby, M.F. ve Cebon, D.’ye ait 1993 tarihli, “Materials Selection In Mechanical Design” isimli Troisieme Conference Europeenne sur les Materiaux et les Procedes Avances. Euromat ‘93, Paris kongresinde karşımıza çıkmaktadır.
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Tasarım Gereksinimlerinin belirlenmesi 2- Malzeme seçimi _ ANALİZ _SENTEZ _ BENZERLİK _ İLHAM 3- Olası malzeme süreçlerinin incelenmesi
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; endüstri ürünleri tasarımı veya mühendislik tasarımlarında malzeme seçimidir.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Materials > Properties of materials hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem kendi içerisinde farklı süreçler ortaya koymaktadır. Bunlar içerisinde seçim aşamasını tasarımcının öznel değerlendirmesine bırakan daha sezgisel yöntemler olduğu gibi daha sistematik değerlendirme modelleri sunan yöntemler de yer almaktadır.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Endüstri ürünleri tasarımına yönelik • Sunulan malzemelerin görselliği olumlu ancak ve sınırlı

Yöntemin Adı		Charles
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	Mühendislik ve endüstri ürünleri tasarımı alanlarında (<i>Engineering Design</i>) malzeme seçim sürecinin tanımlanması. Malzeme seçim süreci; malzeme seçimi sürecinin temeli tasarımın gereksinimlerine ait bir alışveriş listesidir, seçim süreci ise mümkün olduğunca numerik olmalıdır.
	Yılı	1997 (kaynağın yılı)
	Kaynağı	Kaynağı, Charles, J.A. Crane, F.A.A. ve Furness, J.A.G. tarafından 1997 yılında yayınlanan “Selection and use of engineering materials” isimli kitaptır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Yöntemin ortaya konuluş tarihi ve özgünlüğü bilinmemektedir.
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Malzeme özelliklerinin tanımlanması (esas parametreler ve karşılaştırma parametreleri) 2- Malzemelerin tanımlanan özellikler üzerinden sınıflandırılması 3- Elemanın özelliklerinin tanımlanması 4- Elemana etki eden faktörlerin tanımlanması 5- Elemandan beklenen özelliklerin tanımlanması 6- Elemanın katmanlarından beklenen özelliklerin tanımlanması 7- Tanımları sayısal olarak karşılayan aday malzemeler belirlenmesi
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; endüstri ürünleri tasarımı veya mühendislik tasarımlarında malzeme seçimidir.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Materials > Properties of materials hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem içerisinde sistematik bir değerlendirme süreci tanımlanmıştır. Ancak bu seçim süreci tamamen malzeme özellikleri ve performans ilişkisi arasındaki sayısal karşılaştırmalara dayanır.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		• Endüstri ürünleri veya mühendislik tasarımına yönelik • Yöntem nicel olarak tanımlanamayacak özelliklerin değerlendirmesini içermemektedir.

Yöntemin Adı		George
YÖNTEM	Yaklaşımın Amacı	Mühendislik ve endüstri ürünleri tasarımı alanlarında (<i>Engineering Design</i>) malzeme seçim sürecinin tanımlanması.
	Yılı	1987 ve 2012 (kaynakların yılı)
	Kaynağı	Yönteme ait kaynaklar George E. Dieter.'ın “Engineering design” isimli 1987 ve 2012 yıllarında yayınlanmış kitabının farklı iki aşamaudur. Zaman içerisinde yöntem gelişerek bir takım farklılıklar içerse de temelde aynı adımları ortaya koymaktadır.
	Özgünlüğü/Kökeni	Yöntemin ortaya konuluş tarihi ve özgünlüğü bilinmemektedir. 2012 yılına ait kaynakta yöntem içerisinde Ashby'nin malzeme seçimi yöntemine referans verilmektedir.
	Yöntemin adımları/işleyişi	1- Tasarımdan beklenen fonksiyonların tanımlanması ve malzemeden istenen özelliklerine çevrilmesi 2- Üretim (yapım) parametrelerinin tanımlanması 3- İstenen malzeme özelliklerinin malzeme veri tabanı üzerinden karşılaştırılması ve olası malzemelerin seçilmesi 4- Olası malzemelerin detaylı araştırılması 5- Tasarım parametrelerinin geliştirilmesi 6- Değerlendirme modülü
UYGULAMA	Uygulama Alanı	Yöntem içerisinde tanımlanan uygulama alanı; endüstri ürünleri tasarımı veya mühendislik tasarımlarında malzeme seçimidir.
	Ölçek/Hiyerarşi	Yöntem malzeme seçimini ölçeğinde ele almaktadır. Yöntem içerisinde; Materials > Properties of materials hiyerarşisinden söz edilmektedir.
	Değerlendirme Süreci	Yöntem içerisinde sistematik bir değerlendirme süreci tanımlanmış, farklı değerlendirme araçları kullanılmak üzere önerilmiştir. Cost vs. performance indices, weighted property indices, value analysis, failure analysis, benefit-cost analysis gibi değerlendirme sistemleri 1987 yılına ait kaynakta tanıtılmıştır. Performance indices, decision matrix, computer aided database gibi değerlendirme sistemleri 2012 yılına ait kaynakta tanıtılmıştır.
Kullanılabilirlik değerlendirmesi		- Endüstri ürünleri veya mühendislik tasarımına yönelik - Soyut ölçülerin adaptasyonu tanımlanmamış - Değerlendirme sisteminin sistematığı belirsiz, hangi değerlendirme alternatifinin hangi durumda kullanılacağı tanımlanmalı



EK B: Malzeme Özellikleri Tablosu

Malzeme Özellikleri		Birim
Türkçe	İngilizce	
Mekanik Özellikler		
Dayanım		
Basınç dayanımı ³	Compressive strenght ¹	N/mm2
Çekme dayanımı ³	Tensile strength ¹	N/mm2
	Tensile bending strenght ¹	N/mm2
Makaslama ³		N/mm2
Aşınma dayanımı	Abrasion resistance ¹	cm3/50cm3
Kopma dayanımı ³		N/mm2
Kopma uzaması ³	Elongation at break ¹	%
	Elongation at failure ¹	%
	Elongation at tear ¹	%
Kayma dayanımı		
Burulma dayanımı		
	Yield & 0.2% proof stress ¹	N/mm2
	Ult. Bend, strength ¹	N/mm2
Eğilme dayanımı ³	Max. Bend, strength ¹	N/mm2
Orantılılık sınırı ⁶		
Emniyet gerilmesi ⁶		
Çarpma mukavemeti ⁶		
Aşınma dayanımı ⁶	Scratch resistance ²	
Yırtılma mukavemeti	Tear Resistance ¹²	
Darbe dayanımı	Impact Resistance ¹²	
Akma dayanımı %0,2 kalıcı gerilme orantısız uzama Rp 0,2 (min) ¹¹	0,2 % proof strength ¹¹	N/mm2
Sürünme deneyinde kalıcı uzama (max) ¹¹		%
Eğme deneyi ¹¹		-
Yapışma dayanımı ²		
Sürekli titreşim dayanımı ²		
Sürekli gerilme daynımı ²		
(kar yükü) ⁴	movable load ⁴	P
(çarpma yükü) ⁴	impulsive load ⁴	P
rüzgar yükü	wind pressure ⁴	P
bölgesel basınç yükü	local compressive load ⁴	P
toprak yükü	earth pressure ⁴	
Biçim değiştirme		
Elastisite modülü	Modulus of elasticity ¹	N/mm2
Elastik, plastik, viskoelastik davranış ⁵		
Gerilme ve şekil değiştirme ⁵		
Yorulma ⁵		
Sünme Ve Gevşeme ⁵		
Kırılma Davranışı		
Gevreklik, süneklik (rijitlik) ⁵	Stiffness ¹²	
Gevrek Kırılma ⁵		
Sünek Kırılma ⁵		
Sertlik		
Sertlik Brinell H ³		N/mm2
	Mohshärte ²	
	Rosrwalhärte ²	
	Vickers ²	
Sertlik (Yüzey sertliği)	Surface Hardness ¹² , Hardness ¹³	

Sürtünme ve aşınma		
Aşınma (çizilme) dayanımı ⁵	Wear Resistance ¹²	
Kaymazlık (Sürtünme) ²		
Fiziksel Özellikler		
Yoğunluk		
Yoğunluk	Density ¹	kg/m3
	Bulk density ¹	kg/m3
Birim ağırlık (Özgül ağırlık) ³	unit weight	kg
Kütle ²		
İç yapı		
Kristalli iç yapı ³		
Moleküllü iç yapı ³		
Karma iç yapı ³		
Boşluk oranı ³		%
İç yapı ³	Structure ²	-
Katılma süresi ³		saat
Penetrasyon (25 °C, 100gr, 5sn) ³	Needle penetration ¹	1/10mm
porozite, kompazite ⁶		
gözeneklilik ²		
Isı ile ilgili Özellikler		
ısı depolama	Heat Storage Index ¹	kJ/m3K
ısı kapasitesi	Heat Capacity ¹	kJ/kgK
Isıl Genleşme Katsayısı	Coefficient of thermal expansion ¹	mm/mK
Buhar difüzyon direnç katsayısı	Vapour diffusion resistance index ¹	-
Donma dayanımı	Frost resistance ¹	-
Düktilite ³		-
Yumuşama noktası ³	R.s.B. softening point ¹	°C
	Fraass breaking point ¹	°C
Parlama noktası ³		°C
CS2'de erime ³		%
Erime ³		°C
Daimi ısıya dayanım ³		°C
	Max. Permissible temp. gradient ¹	K
	Cutting ability ¹	-
	Failure behaviour ¹	-
	Service at maximum temperature ¹	°C
Özgül Isı ⁵		
Rekristalizasyon sıcaklığı ¹¹		
Su/Nem ile ilgili Özellikler		
Su emme	Water absorption ¹	%/kütle
Su geçirme ³		%
Suda şişme ³	Swelling shrinkage behaviour ¹	%
Su/bağlayıcı oranı, birleşim ³		%
Deformasyon ³		%
Kapiler su emme ⁶		
Granülometri ve incelik ⁶		
Doyma derecesi ⁷		
Kılcallık ⁷		
Ses ile ilgili Özellikler		
Ses emicilik ³		dB
Ses yalıtımı ⁵		
Darbe sesi emicilik	tapping sound ⁴	
Elektrik ile ilgili Özellikler		
Elektriksel İletkenlik ⁵	Electrical conductivity ¹	m/Ωmm2
Elektrik direnci ³		ohmxcm2
Manyetik Özellikler ⁵		

Yangın ile ilgili Özellikler		
Yangın sınıfı	Building material class (fire) ¹	-
Yangına tepki ¹¹		
Dış yangın performansı ¹¹	Outdoor fire ⁴	
İç yangın performansı	Indoor fire ⁴	
	Interior fire ⁴	
Kıvılcım tehlikesi ¹¹		
Tehlikeli maddelerin açığa çıkması ¹¹		
	Fire spread ⁴	
Duman geçirimsizlik	Smoke generation ⁴	
	Leak fire ⁴	
	Arson ⁴	
Optik ile ilgili Özellikler		
Optik Özellikler ⁵		
Rengini koruma	Colorfastness ¹²	
UV dayanımı	UV resistance ²	
Dış mekanda kullanım	Outdoor use ¹²	
Geçirimsizlik ile ilgili Özellikler		
Su buharı ve hava geçirmezlik ¹¹		
toz, uçan şeyler geçirimsizlik	dust ⁴	
Yüzey ile ilgili Özellikler		
Leke tutmama	Stain Resistance ¹²	
Kimyasal özellikler		
Galvanik korozyon		-
Oksidasyon ³		
Asitlik		pH
Baziklik		pH
Su etkisi altında kireçlenme ⁷		
Kimyasal Maddelerin Etkisi ⁶	Chemical Resistance ²	
Biyolojik özellikler		
Mikroorganizma etkileri ³		-
Çiçeklenmeler ⁶		
	birds and beasts ⁴	
	insects ⁴	
	fungus and bacteria ⁴	
Boyutsal Özellikler		
Boyut (en-boy-kalınlık) ³	Production size ¹	m
Kalınlık ¹¹		
Genişlik ¹¹		
Uzunluk ¹¹		
Kılcına eğrilik ¹¹		
Düzgünlük ¹¹		
Görsel/Algısal Özellikler		
Renk ³	Color ¹	-
Berraklık ³	Clarity	-
Yüzey dokusu	Surface/Texture ¹²	
Pürüzlülük ⁷		
Parlaklık	Glossiness ¹³	
Yapı (doku)	Texture ¹³ Touch ⁴	
Saydamlık	Transparency ¹² , Translucence ¹³	
Koku	Odeur ¹³	
	form and shape ⁴	
Uyum ile ilgili özellikler		
Boyutsal tolerans ⁷		
Genleşme (dilatasyon) ⁷		

Uygulama yöntemi		
Çatı meyili ³		%
İşlenebilirlik ⁷		
yerinde hazırlanan malzemeler ⁷		
ön üretilmiş malzemeler ⁷		
bir yapıştırıcı ile tespit edilenler ⁷		
özel tespit malzemesiyle tespit edilenler ⁷		
bir ızgara sistemiyle tespit edilenler ⁷		
sürülerek uygulananlar ⁷		
serilerek uygulananlar ⁷		
doldurularak uygulananlar ⁷		
Levha malzemelerin uygulanması ⁷		
Şilte malzemelerin uygulanması ⁷		
Yerinde köpük oluşturan malz. uyg. ⁷		
Harca katılarak kullanılanların uyg. ⁷		
Dolgu (dökme) olarak kullanılanların uyg. ⁷		
Blok halinde örülerek kullanılanların uyg. ⁷		
Çevre etkisi ile ilgili özellikler		
	Abundant materials ¹²	
	Biodegradable ¹²	
	Biopolymers ¹²	
	Certified ¹²	
	Compostable ¹²	
	Lightweight ¹²	
	Single or mono-materials ¹²	
	Waste Material Content ¹²	
Yaşam döngüsü "beşikten beşiğe"	Cradle to Cradle ¹²	
Üretim enerjisi	Energy Use_Production ⁸	
Atmosferik etkiler ve hava kalitesine karşı etkiler ¹⁰	Air quality/atmospheric impacts ⁹	
toksik salınımı	Toxics ⁸	
Su kalitesine ve/veya kullanılabilirliğine karşı etkiler ¹⁰	Water quality/availability ⁹	
Saha ve toprak kalitesine ve/veya kullanılabilirliğine karşı etkiler ¹⁰	Land and soil quality/availability ⁹	
Biyolojik çeşitlilik ve kaynak azalmasına karşı etkiler ¹⁰	Biodiversity/habitat loss ⁹	
Kullanım Enerjisi	Energy Use_Usage ⁸	
İşçi ve uygulayıcı sağlığına etkiler ¹⁰	Worker/installer health ⁹	
Bina kullanıcı sağlığına etkiler (İç hava kalitesi) ¹⁰	Building occupant health-IAQ ⁹	
Toplum sağlığına ya da ulusal/uluslararası nüfusa karşı etkiler ¹⁰	Community health and welfare ⁹	
Yapı malzemesinin yaşam döngüsü sürecinde kullandığı işlem ve üretim enerjileri ¹⁰	Production/manufacturing ⁹	
Yapı malzemesinin yaşam döngüsü sürecinde kullandığı taşıma enerjisi ¹⁰	Transportation ⁹	
Dayanıklılığı ve hizmet ömrü boyunca ihtiyaç duyduğu bakımlar ve onarımlar ¹⁰	Durability/Maintenance ⁸	
Yapı malzemesinin yenileme ya da yok etme sürecinde tekrar kullanılabilme ve geri dönüştürülebilirlik olasılığı ¹⁰	Recycling/Reuse/Disposal ⁸	
Üretim yöntemi		
	Injection Molding ¹²	
	Extrusion ¹²	
	Thermoforming ¹²	
	Printable ¹²	
	Cold Pressing/Deep Drawing ¹²	
	Blow Molding ¹²	

	Rotomolding ¹²	
	Lamination ¹²	
	Stitchable ¹²	
	Weldable ¹²	
	Die cut ¹²	
	Wood Working Tools ¹²	
	Metal Working Tools ¹²	
	Castable ¹²	
Maliyet		
Üretim - temin maliyeti		
Kullanım – bakım onarım maliyeti		

Tablonun oluşturulması sırasında yararlanılan kaynaklar:

- 1 - (Hegger ve Fuchs 2006)
- 2 - (Neroth ve Vollenschaar 2011).
- 3 - (Eriç 1994).
- 4 - (Japanese Research Group 1968).
- 5 - (Onaran 1997)
- 6 - (Kocataşkın 1966)
- 7 - (Toydemir 2000)
- 8- (Woolley 2005)
- 9 - (Demkin 1998)
- 10 - (Kaya 2010)
- 11 - TSE EN Standardları
- 12 - Material connexion veri tabanı
- 13 - Materia veri tabanı



EK C: Malzeme Veri Tabanları Değerlendirme Tablosu

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ / VERİ TABANLARI			YEM. Yapı Katalogu	Mimarlar Odası Yapı Malzemeler i Katalogu	Arkitera. Raf ürün dergisi	Archi Expo	Material Connexion	MATERIA	Material Properties Database
FİLTRELEME	TARAMA KONUSLARI	KÖKENİ MALZ.	✓		✓	✓	✓	✓	✓
		KULLANIM ALANI	✓	✓	✓	✓			
		ÖZELLİK LERİ MALZ.	ÖZELLİKLER				✓	✓	✓
			ALGI				✓	✓	
			ÜRETİM				✓		
			ÇEVRESEL ETKİ				✓		
		FİRMA ADI	✓	✓	✓				
		FİRMANIN BULUNDUĞU ŞEHİR	✓	✓				✓	
		ÜRÜN DÖKMANLARI	✓						
		ANAHTAR KELİME	✓		✓	✓	✓	✓	✓
		ÜRÜN ADI		✓		✓			
		DİĞER		CI/SfB no ile	dergi no ile, tasarımcı ile	a-z'ye katalog, broşür arama		tema	
	DEĞERLENDİR ME TİPİ	3LÜ-4LÜ Değerlendirme					✓	✓	
		EVET-HA YIR şeklinde değerlendirme					✓	✓	
		SAYISAL VERİLER	•	•		•			✓
		KALİTE VE STANDARDLAR	•	•					✓
ANLATIM	TANIM ve GENEL BİLGİ		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	GÖRSEL		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	ÇİZİM		•	•		•			
	MALZEME ÖZELLİKLERİ	mekanik özellikle r	basınç dayanımı						✓
			çekme dayanımı						✓
			kayma dayanımı						✓
			burulma dayanımı						✓
			eğilme dayanımı						
			sertlik						
			aşınma dayanımı				✓	✓	✓
		fiziksel özellikle r	ısı	ısı geçirme		•	✓		✓
				ısı depolama			✓		✓
				ısı genleşme					✓
				yüksek sıcaklığa dayanım					
				düşük sıcaklığa dayanım					
			su	su emicilik					
				su geçirimsizlik			✓		
			nem	buhar geçirimsizlik					
			yangın	alev alma		•	•	•	✓
				zehirli gaz emisyonu					
			optik	geçirgenlik				✓	✓
				yutuculuk				✓	
				yansıtıcılık				✓	
				uv dayanıklılık				✓	✓
			akustik	ses geçiş kaybı				✓	✓
				yutuculuk				✓	
				yansıtıcılık				✓	
			hava geçirimsizlik						
			darbe dayanımı				✓		✓

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ / VERİ TABANLARI			YEM. Yapı Katalogu	Mimarlar Odası Yapı Malzemeler i Kataloğu	Arkitera. Raf ürün dergisi	Archi Expo	Material Connexion	MATERIA	Material Properties Database	
ANLATIM	MALZEME ÖZELLİKLERİ	kimyasal özellikle r	kimyasallara dayanıklılık				✓	✓		
			fiziko-kimyasal davranış							
		biyolojik özellikle r	bitkisel etkilere dayanım							
			hayvansal etkilere dayanım							
		çevre etkisi	geri dönüştürme olanağı					✓		
			geri dönüştürülmüş olma							
			kullanıcılara olumsuz etki							
		boyutsal özellikle r	üretim boyutları	✓	●	●	●	●		
			yoğunluk		●					✓
			birim ağırlığı	✓	●	●	●	●	✓	✓
			boyutsal toleranslar	●	●					✓
		uygulama yöntemi	birbiri ile birleştirme yöntemi							
			diğer malz.ve sist.ile birleştirme yö							
		uyum ile özellikle r	diğer malz. ve sist. ile birleştirilebil	●						
			fiziko-kimyasal uyum							
			boyutsal uyum							
			görsel uyum							
		görsel özellikle r	boyut	●	●	●	●			
			boyutsal oran	●						
			yüzey dokusu	●				✓	✓	
			renk	●	●	●	●			
		yüzey yapısı ile ilgili özellikle r	kolay temizlenebilirlik		●					
			renk sürekliliği					✓		
			kaymazlık (yatay alt yüzey)							
		maliyet	malzeme maliyeti				●			
			işçilik maliyeti							
			depolama maliyeti							
			taşıma maliyeti							
	bakım/onarım maliyeti									
	işletme maliyeti									
	yok etme/dönüştürme maliyeti									
	UYGULAMA ALANI			✓	✓	✓	✓	●	●	
KALİTE VE STANDARDLAR			✓	✓		●	●	●	✓	
FİRMA BİLGİSİ			✓	✓	✓	✓	✓	✓		
DETAYLI BİLGİ ve/veya TEKLİF TALEBİ			✓		✓	✓		✓		
FARKLI KAYNAKLARA REFERANS			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
DİĞER						firmaya ait video, katalog	algısal özellikler	algısal özellikler	ürün değil temel "malzeme" özellikleri	
ÜRÜN KARŞILAŞTIRMA			✓						✓	
BENZER ÜRÜN ÖNERİSİ			✓	✓		✓				

EK D: Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları

EK D1: Wolley Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları

- Yalıtım Malzemeleri

(Woolley, 2005; Wolley ve Kimmins, 2005)

İ	Production										Use				
	Unit Price Multiplier	Energy Use	Resource Depletion (bio)	Resource Depletion (non-bio)	Global Warming	Ozone Depletion	Toxics	Acid Rain	Photochemical Oxidants	Other	Energy Use	Durability/Maintenance	Recycling/Reuse/Disposal	Health	Other
Insulation Materials															
Cellulose Fibres	n/a	*												?	
Compressed Straw Slabs	n/a	*	*										*		
Cork	7.2	*											*		
Foamed Glass	16.7	●		*			●	●	●	●					
Glass Wool	1.0	●		●			●	●	●	●			●	●	
Phenolic Foams	n/a	●		●	?	?	●	●	●	●				●	HFCS, HCFCs
Polystyrene - Expanded	3.1	●		●			●	●	●	●				*	
Polystyrene - Extruded	8.2	●		●	?	?	●	●	●	●				*	HFCS, HCFCs
Rigid Urethane Foam	4.9	●		●	?	?	●	●	●	●				●	HFCS, HCFCs
Rock Wool	1.0	●		●			●	●	●	●			●	●	
Softboard	9.5	*	*										*		
Softboard + Bitumen	8.7	●	*	*			*	*	*	*			*		
Urea-Formaldehyde Foam	n/a	●		●			●	●	●	●				●	
Vermiculite (Expanded)	n/a	●		●						●				?	
Wood-Wool Slabs	11.8	●	*	*	*		*	*	*	*			*		
Wool	10.4	*													

- Gövde Malzemeleri

(Woolley, 2005; Wolley ve Kimmins, 2005)

	£	Production										Use					
	Unit Price Multiplier	Energy Use	Resource Depletion (bio)	Resource Depletion (non-bio)	Global Warming	Ozone Depletion	Toxics	Acid Rain	Photochemical Oxidants	Other	Energy Use	Durability/Maintenance	Recycling/Reuse/Disposal	Health	Other	ALERT!	
Bricks																	
Ordinary Clay	1.0	●					●	●	●	●							
Flettons	0.8	●					●	●	●	●							
Soft Mud/Stocks	1.0	●					●	●	●	●							
Perforated Clay	1.0	●					●	●	●	●							
Calcium-Silicate	0.9	●		●	●		●	●	●	●							
Re-Used	1.4																
Concrete Blocks																	
Ordinary Dense Blocks	0.3	●	●	●	●		●	●	●	●							
Lightweight Aggregate	?	●	●	●	●		●	●	●	●				●			
Aerated	3.2	●	●	●	●		●	●	●	●							
Composite Insulating	1.4	●	●	●	●	●	●	●	●	●						CFCs?	
Stone																	
Local	3.2									●							
Imported	?	●								●							
Reclaimed	3.2																
Artificial	1.4	●	●	●	●		●	●	●	●							
Mortar Ingredients																	
Ordinary Portland Cement	n/a	●		●	●		●	●	●	●			●	●		Haz. Waste	
Pure Lime	n/a	●		●			●	●	●	●				●			
Hydraulic Lime	n/a	●		●	●		●	●	●	●				●			
OP Blastfurnace Cement	n/a	●		●	●		●	●	●	●			●	●			
OP Pulverised Fuel Ash	n/a	●		●	●		●	●	●	●			●	●			
Masonry Cement	n/a	●		●	●		●	●	●	●			●	●			
Sand and Gravel	n/a		●	●						●							

- Çatı Kaplama Malzemeleri

(Woolley, 2005; Wolley ve Kimmins, 2005)

		£	Production								Use				
		Unit Price Multiplier	Energy Use	Resource Depletion (non-bio)	Resource Depletion (bio)	Global Warming	Ozone Depletion	Toxics	Acid Rain	Occupational Health	Recycling/Reuse/Disposal	Durability/Maintenance	Health	Other	ALERT!
'Natural' Tiles															
Clay Tile		09.2	●	*		●		●	●					*	
Natural Slate		24.6	*	●	*	*								*	
Cement Based Tile															
Concrete Tile		0.6	*	●	*	●		●	●	●	●		*	●	Haz. Waste?
Fibre Cement Tile	Glass Fibre	1	*	●		●		●	●	●	●		*	●	Haz. Waste?
	Synthetic Fibre	1	*	●		●		●	●	●	●		*	●	
	Cellulose Fibre	1	*	●	*	●		●	●	●	●		●	●	
Resin Bonded (reconstructed) Slate		11.4	*	●	*	●		●	●	●	●		*	●	Haz. Waste?
Polymer Modified Cement Slates		-	*	●		●		●	●					●	Haz. Waste?
Ferrocement		-	*	●		●		●	●	●	●		*	●	Haz. Waste?
Asphalt Shingles															
Organic/Cellulose Mat		-	*	●		●		●	●	*	●		●	●	
Glass Fibre Mat		0.6	●	●		●		●	●	*	●		●	●	
Metal Sheet															
Steel Sheet	Alu. Coated	-	●	*	●	●		●	*		●		*		H.D.
	Galvanised	0.7	●	●	*	●		●	●		●		●		H.D.
Additional Impacts of Organic Coatings for Steel Sheet	PVC	-	*	●		●		●	●		●		*		H.D.
	Polyester	-	●	●		●		●	●		●		●		
	Acrylic	-	●	●		●		●	●	●	*		●		
Stainless Steel Sheet		2.4	*	*		*		●	●				*		H.D.
Aluminium Sheet		1.4	●	*	●	*		●	*				*		
Lead Sheet		23.7	●	●	*	●		●	●	*		●			

H.D. = Hormone Disruptor

- Döşeme Kaplama Malzemeleri

(Woolley, 2005; Wolley ve Kimmins, 2005)

	£	Production								Use				
	Unit Price Multiplier	Energy Use	Resource Depletion (bio)	Resource Depletion (non-bio)	Global Warming	Ozone Depletion	Toxics	Acid Rain	Other	Durability/Maintenance	Recycling/Reuse/Disposal	Health	Other	<i>ALERT!</i>
Carpet Fibre/Pile														
Wool	1.6	•					•			•				
Nylon	0.6	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	
Polyester	-	•		•	•		•	•		•	•		•	
Polypropylene	-	•		•	•		•	•		•	•		•	
Acrylic	0.8	•		•	•		•	•		•	•	•	•	
Carpet Backing/Underlay														
Hessian	-	•												
Felt (Recycled)	-	•												
Polyethylene	-	•		•	•		•	•			•		•	
Polyurethane	-	•		•	•		•			•	•	•	•	
Polyurethane Foam	-	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	
Latex	-	•		•			•			•	•	•	•	
Latex Foam	-	•		•	•	•	•			•	•	•	•	
Smooth Floorcoverings														
PVC/Vinyl	0.6	•		•	•		•	•			•	•	•	Greenpeace Campaign
Linoleum	0.6	•		•										
Cork	1	•	•				•			•		•		
Wood/Parquet	1-24	•	•									•		
Stone	8.1	•		•								•		
Latex Tile & Sheet	-	•		•			•			•	•	•	•	
Butadiene/Styrene Tile	1	•		•	•		•	•		•	•	•	•	

EK D2: Demkin Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları

- Insulation Materials (Isı Yalıtımları)

(Demkin, 1998)

Performance  <i>good</i>  <i>varies from good to reasonably good</i>  <i>reasonably good</i>  <i>varies from reasonably good to poor</i>  <i>varies from good to poor</i>  <i>poor</i>	Environment and ecosystems					Health and welfare			Energy			Building operation		
	Air quality/atmospheric impacts	Water quality/availability	Land and soil quality/availability	Virgin resource depletion	Biodiversity/habitat loss	Worker/installer health	Building occupant health-IAQ	Community health and welfare	Production/manufacturing	Transportation	Impacts on operational energy use	Life expectancy/durability	Maintenance requirements	Reusability/recyclability
fiberglass														
mineral wool														
cellulose														
extruded polystyrene														
expanded polystyrene														
polyisocyanurate														
polyurethane														
phenolic foam														
open-cell isocyanurate														
magnesium silicate														
cotton														
perlite														
vermiculate														

– Glazing (Cam)

(Demkin, 1998)

Performance	Environment and ecosystems					Health and welfare			Energy			Building operation		
○ good	Air quality/atmospheric impacts	Water quality/availability	Land and soil quality/availability	Virgin resource depletion	Biodiversity/habitat loss	Worker/installer health ^a	Building occupant health —IAQ ^a	Community health and welfare	Production/manufacturing	Transportation	Impacts on operational energy use ^b	Life expectancy/durability	Maintenance requirements	Reusability/recyclability
◐ varies from good to reasonably good														
◑ reasonably good														
◒ varies from reasonably good to poor														
◓ varies from good to poor														
● poor														
Glass	○	◐ ¹	○	○	○	◑	○	◑	◑	◑	◐ ²	◐ ³	○	●
Acrylic glazing	◑	◑	◑	◐ ⁴	◑	●	○	◑	●	◑	◐ ²	◐ ³	○	◐ ⁵
Polycarbonate glazing	●	●	◑	◐ ⁴	◑	●	○	◑	●	◑	◐ ²	◐ ³	○	◐ ⁵
Laminated glass	◑	◑	◑	◑	◑	●	○	◑	◑	◑	◐ ²	◐ ³	○	●

– Resilient Flooring (Elastiki Kaplamalar)

(Demkin, 1998)

Performance	Environment and ecosystems					Health and welfare			Energy			Building operation		
○ good	Air quality/atmospheric impacts	Water quality/availability	Land and soil quality/availability	Virgin resource depletion	Biodiversity/habitat loss	Worker/installer health	Building occupant health—IAQ	Community health and welfare	Production/manufacturing	Transportation	Impacts on operational energy use ^a	Life expectancy/durability ^b	Maintenance requirements	Reusability/recyclability
◐ varies from good to reasonably good														
◑ reasonably good														
◒ varies from reasonably good to poor														
◓ varies from good to poor														
● poor														
Vinyl flooring	●	●	○	◐	◐	◐ ¹	◐ ¹	◐	◐	◐	n/a	◐ ²	○	◐
Linoleum	○	◐	○	○	◐	◐ ¹	◐ ¹	○	◐	◐	n/a	◐	○	◐

- Carpeting (Hahlar; yüzey liflerinin malzemeleri, destek malzemeleri)
(Demkin, 1998)

Figure 1: Comparative Environmental Performance—Carpet Face Fibers*

Performance	Environment and ecosystems					Health and welfare			Energy			Building operation		
	Air quality/atmospheric impacts	Water quality/availability	Land and soil quality/availability	Virgin resource depletion	Biodiversity/habitat loss	Worker/installer health	Building occupant health—IAQ	Community health and welfare	Production/manufacturing	Transportation	Impacts on operational energy use ^a	Life expectancy/durability ^b	Maintenance requirements	Reusability/recyclability
○ good														
◐ varies from good to reasonably good														
◑ reasonably good														
◒ varies from reasonably good to poor														
◓ varies from good to poor														
● poor														
Nylon	●	●	◐	◐	○	●	◐	●	●	◐	○	◐	●	◐
Wool	◐	●	●	○	◐	◐	◐	○	○	●	○	◐	●	◐
Polyester ^c	●	●	◐	◐	○	●	◐	●	◐	◐	○	●	●	●
Polypropylene	●	●	◐	◐	○	●	◐	●	◐	◐	○	●	●	●

Figure 2: Comparative Environmental Performance—Carpet Backing Materials*

Performance	Environment and ecosystems					Health and welfare			Energy			Building operation		
	Air quality/atmospheric impacts	Water quality/availability	Land and soil quality/availability	Virgin resource depletion	Biodiversity/habitat loss	Worker/installer health	Building occupant health—IAQ	Community health and welfare	Production/manufacturing	Transportation	Impacts on operational energy use ^a	Life expectancy/durability ^b	Maintenance requirements	Reusability/recyclability
○ good														
◐ varies from good to reasonably good														
◑ reasonably good														
◒ varies from reasonably good to poor														
◓ varies from good to poor														
● poor														
Polypropylene	●	◐	○	◐	○	◐	◐	●	●	◐	○	◐	○	●
Jute	○	◐	◐	○	◐	○	◐	○	○	●	○	◐	○	●
PVC	◐	●	○	◐	○	●	◐	●	◐	◐	○	◐	○	●
SB Latex	●	◐	○	◐	○	●	●	●	●	◐	○	◐	○	●

- Carpeting (Hahlar; tampon malzemeleri, yapıştırıcı malzemeler)
(Demkin, 1998)

Figure 3: Comparative Environmental Performance—Carpet Cushions*

Performance	Environment and ecosystems					Health and welfare			Energy			Building operation		
	Air quality/atmospheric impacts	Water quality/availability	Land and soil quality/availability	Virgin resource depletion	Biodiversity/habitat loss	Worker/installer health	Building occupant health—IAQ	Community health and welfare	Production/manufacturing	Transportation	Impacts on operational energy use ^a	Life expectancy/durability ^b	Maintenance requirements	Reusability/recyclability
○ good														
◐ varies from good to reasonably good														
◑ reasonably good														
◒ varies from reasonably good to poor														
◓ varies from good to poor														
● poor														
Prime urethane	●	●	○	◐	○	●	◐ ²	●	●	◐	○	○	○	◐
Bonded urethane	◐	◐	○	○	○	◐ ²	◐ ²	○	○	◐	○	◐	○	◐
Synthetic fiber	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	◐	○	◐	○	●
Sponge rubber	◐ ¹	◐ ¹	○	◐ ¹	○	◐	◐	◐ ¹	◐ ¹	●	○	◐	○	●
Rubberized jute	○	○	○	○	○	○	◐	○	○	◐	○	◐	○	●

Figure 4: Comparative Environmental Performance—Carpet Adhesives*

Performance	Environment and ecosystems					Health and welfare			Energy			Building operation		
	Air quality/atmospheric impacts	Water quality/availability	Land and soil quality/availability	Virgin resource depletion	Biodiversity/habitat loss	Worker/installer health	Building occupant health—IAQ	Community health and welfare	Production/manufacturing	Transportation	Impacts on operational energy use ^a	Life expectancy/durability ^b	Maintenance requirements	Reusability/recyclability
○ good														
◐ varies from good to reasonably good														
◑ reasonably good														
◒ varies from reasonably good to poor														
◓ varies from good to poor														
● poor														
Multipurpose adhesive	●	◐	○	◐	○	◐ ¹	◐ ¹	●	◐	◐	○	○	○	●
Pressure-sensitive adhesive ^a	●	◐	○	◐	○	◐	◐	●	◐	◐	○	○	○	●
Peel-and-stick adhesive ^b	●	◐	○	◐	○	◐	◐	●	◐	◐	○	○	○	●

EK D3: Anderson Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları

- **Yalıtım Malzemeleri_1**

(Anderson ve Shiers, 2002)

Zero ozone depletion potential (ZODP) insulations														Cost £/m ³	Typical Replacement Interval	Recycled Input	Recyclability	Recycled Currently	Energy Saved by Recycling
Element	Summary Rating	Climate Change	Fossil Fuel Depletion	Ozone Depletion	Human Toxicity to Air and Water	Waste Disposal	Water Extraction	Acid Deposition	Ecotoxicity	Eutrophication	Summer Smog	Minerals Extraction							
Cavity blown rock wool insulation, assumed density 40 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.6	60	B	C	C	C	
Cellular glass insulation, density 105 kg/m ³	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	17-20	60	C	A	A	A	
Cellular glass insulation, density 120 kg/m ³	B	B	B	A	A	A	A	B	A	A	A	C	17-20	60	C	A	A	A	
Corkboard insulation with density 120 kg/m ³	A	B	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	15-17	60	C	A	C	C	
Expanded polystyrene (EPS) density 15 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.9	60	C	C	C	C	
Expanded polystyrene (EPS) density 20 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.9	60	C	C	C	C	
Extruded polystyrene (XPS) (ZODP) with density less than 40 kg/m ³	C	C	C	A	A	A	A	C	A	A	A	A	21-33	60	C	C	C	C	
Glass wool insulation, density 12 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	C	C	C	C	
Glass wool insulation, density 25 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	C	C	C	C	
Glass wool insulation, density 32 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	C	C	C	C	
Glass wool insulation, density 48 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	C	C	C	C	
Glass wool insulation, density 80 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	C	C	C	C	
Glass wool insulation, density 145 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	C	A	A	5.6	60	C	C	C	C	
Glass wool insulation, density 160 kg/m ³	B	A	A	A	B	B	A	A	A	C	A	A	5.6	60	C	C	C	C	
Pentane blown (ZODP) polyurethane (PU) insulation	A	A	A	C	C	A	C	A	C	B	A	A	9-10	60	C	C	C	C	
Recycled cellulose insulation	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	6.8	60	A	C	C	C	
Rock wool insulation, density 33 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 45 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 60 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.5	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 80 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B	A	5.6	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 100 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B	B	5.6	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 130 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B	B	5.6	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 140 kg/m ³	A	A	A	A	C	C	A	A	A	C	C	B	6.7	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 160 kg/m ³	B	A	A	A	C	C	A	A	A	C	C	B	6.7	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 180 kg/m ³	B	A	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	7.8	60	B	C	C	C	
Rock wool insulation, density 200 kg/m ³	B	A	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	7.8	60	B	C	C	C	

• Yalıtım Malzemeleri_2

(Anderson ve Shiers, 2002)

All insulations (including those using HCFCs)														
Element	Summary Rating	Climate Change	Fossil Fuel Depletion	Ozone Depletion	Human Toxicity to Air and Water	Waste Disposal	Water Extraction	Acid Deposition	Ecotoxicity	Eutrophication	Summer Smog	Minerals Extraction	Cost £/m ²	Typical Replacement Interval
Any foamed insulation (HCFC blown)	C	C	B	C	C	A	A	B	C	C	A	A	9-10	60
Cavity blown glass wool insulation, assumed density 25 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5-6	60
Cavity blown rock wool insulation, assumed density 40 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5-6	60
Cellular glass insulation, density 105 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	17-20	60
Cellular glass insulation, density 120 kg/m ³	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	C	A	17-20	60
Corkboard insulation with density 120 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	15-17	60
Expanded polystyrene (EPS), density 15 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-9	60
Expanded polystyrene (EPS), density 20 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-9	60
Extruded polystyrene (XPS) (ZODP) with density less than 40 kg/m ³	B	C	C	A	A	A	C	A	A	A	A	A	21-33	60
Glass wool insulation, density 12 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Glass wool insulation, density 25 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Glass wool insulation, density 32 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Glass wool insulation, density 48 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Glass wool insulation, density 80 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Glass wool insulation, density 145 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	A	A	5-6	60
Glass wool insulation, density 160 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	A	A	5-6	60
Pentane blown (ZODP) polyurethane (PU) insulation	A	A	A	A	B	A	C	A	A	A	A	A	9-10	60
Recycled cellulose insulation	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	6-8	60
Rock wool insulation, density 33 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Rock wool insulation, density 45 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Rock wool insulation, density 60 kg/m ³	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4-5	60
Rock wool insulation, density 80 kg/m ³	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	5-6	60
Rock wool insulation, density 100 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B	A	5-6	60
Rock wool insulation, density 130 kg/m ³	A	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B	B	5-6	60
Rock wool insulation, density 140 kg/m ³	A	A	A	A	B	C	A	A	A	B	C	B	6-7	60
Rock wool insulation, density 160 kg/m ³	A	A	A	A	B	C	A	A	A	B	C	B	6-7	60
Rock wool insulation, density 180 kg/m ³	A	A	A	A	C	C	A	A	A	B	C	C	7-8	60
Rock wool insulation, density 200 kg/m ³	A	A	A	A	C	C	A	A	A	B	C	C	7-8	60

- **Döşeme Kaplama Malzemeleri**

(Anderson ve Shiers, 2002)

Summary Rating	Climate Change	Fossil Fuel Depletion	Ozone Depletion	Human Toxicity to Air and Water	Waste Disposal	Water Extraction	Acid Deposition	Ecotoxicity	Eutrophication	Summer Smog	Minerals Extraction	Cost £/m ²	Typical Replacement Interval	Recycled Input	Recyclability	Recycled Currently	Energy Saved by Recycling
----------------	----------------	-----------------------	-----------------	---------------------------------	----------------	------------------	-----------------	-------------	----------------	-------------	---------------------	-----------------------	------------------------------	----------------	---------------	--------------------	---------------------------

Ceramic floor tiles	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	22-78	20	C	C	C	A
Hardboard sheathing 3.2 mm, linoleum 2.5 mm	A	A	A	C	B	A	A	A	B	A	A	19-22	15	B	C	C	B
Hardboard sheathing 3.2 mm, PVC sheet 2 mm	B	B	B	B	C	A	A	B	C	C	A	17-19	10	B	C	C	C
Hardboard sheathing 3.2 mm, synthetic rubber tiles	C	C	C	A	A	C	A	C	A	C	A	28-37	10	B	C	C	C
Hardboard sheathing 3.2 mm, cork tiles 6.4 mm	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	26-30	10	B	C	C	C
Hardboard sheathing 3.2 mm, plus PVC tiles, 2.5 mm	B	B	B	B	C	A	A	B	C	C	A	18-21	10	B	C	C	C
Hardwood (parquet) 25 mm	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	48-75	20	C	A	B	A
Hardwood (strip) 8 mm	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	23-27	20	C	A	B	A
Marble tiles	A	A	A	A	A	A	C	A	A	A	B	235-301	30	C	A	A	A
Quarry tiles	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	23-41	30	C	C	C	A
Softwood block flooring, 25 mm deep	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	39-47	20	C	A	B	A
Terrazzo tiles	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	C	69-81	15	C	B	C	B

80/20 wool/nylon carpet, natural fibre underlay	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A	A	31-48	5	C	C	C	C
80/20 wool/nylon carpet, recycled rubber crumb underlay	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A	A	31-48	5	A	B	C	C
80/20 wool/nylon carpet, sponge foam underlay	C	C	C	A	A	C	A	C	A	A	A	31-48	5	C	B	C	B
Nylon carpet, natural fibre	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	13-19	5	B	C	C	C
Nylon carpet, recycled rubber crumb underlay	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A	A	13-19	5	A	B	C	C
Nylon carpet, sponge foam underlay	C	C	C	A	A	C	A	C	A	A	A	13-19	5	C	B	C	B
Seagrass, hardboard sheathing	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	35-40	5	C	C	C	C
Sisal/jute, hardboard sheathing	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	31-38	5	C	C	C	B
Wool carpet, natural fibre	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	26-34	5	C	C	C	B
Wool carpet, recycled rubber crumb underlay	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	26-34	5	A	B	C	C
Wool carpet, sponge foam underlay	C	C	C	A	A	C	A	C	A	A	A	26-34	5	C	B	C	B

EK D4: Anink Yaklaşımı, Örnek Çevresel Etki Değerlendirme Tabloları

- Döşeme Kaplama Malzemeleri

(Anink ve diğ, 2004)

Floor coverings	
	preference 1 linoleum preference 2 ceramic tiles preference 3 — not recommended vinyl
environmental preference	Linoleum is preferable to tiles as a floor covering in rooms. Linoleum consists of renewable raw materials, such as cork, linseed oil and jute, and its degradability is good, depending on the finish. Ceramic tiles are made of the less renewable material clay, with additives for, among other purposes, colour and hardness. They have a much greater energy content because of the firing process, and offer the advantage of being harder and therefore less vulnerable to damage.
not recommended	The use of vinyl containing PVC is not recommended.
basic selection	Ceramic tiles are included in the basic selection because linoleum is, in certain situations, insufficiently durable.
comments	An advantage of floor coverings compared with a hard floor of wood or stone-like material is the sound insulation it offers. This reduces noise pollution to neighbouring houses or dwellings located below. Linoleum is more expensive than vinyl, but it lasts longer.

- **Yalıtım Malzemeleri (Zemine Oturan Döşeme)**

(Anink ve diğ, 2004)

Ground floor insulation

preference 1	preference 2	preference 3	not recommended
mineral wool, EPS	foamed glass	perlite	extruded polystyrene, PUR

environmental preference

The production process of mineral wool and expanded polystyrene (EPS) requires less energy and results in a smaller emission of noxious substances than the production process of the skin and mucous membranes must be protected against foamed glass and

perlite. The fibres which can cause irritation when mineral wool is used. See Part 4 for a more detailed description of the environmental effects of the materials mentioned.

not recommended

Polyurethane (PUR) and extruded polystyrene are considerably more harmful to the environment than mineral wool. The use of (H)CFCs as foaming agents for extruded polystyrene and PUR should be avoided because of the damage caused to the ozone layer.

basic selection

Mineral wool and EPS is included in the basic selection as it is easily available without additional costs, even when used in combination with prefabricated flooring elements.

comments

The insulation layer must meet certain requirements in its compressibility because of its prefabricated stone flooring elements. With mineral wool this means that a special 'hard-pressed' variety is required.

Attention must be paid to how the insulation layer is fixed to the concrete elements.

Cassette rib concrete flooring elements have recently come onto the market, with an insulating layer of mineral wool; their insulation rating is higher and their cost comparable to EPS.

- **Yalıtım Malzemeleri (Duvar)**

(Anink ve diğ, 2004)

Wall insulation	
	<preference 1<="" pre=""> cork, cellulose </preference> <preference 2<="" pre=""> mineral wool, EPS </preference> <preference 3<="" pre=""> foamed glass </preference> <pre>not recommended</pre> PUR, extruded polystyrene
environmental preference	Cork and cellulose have the advantage that the raw materials are renewable, their production uses little energy and is relatively clean, and the waste is easily degradable. Cellulose is made of the by-product of waste paper. Cellulose can be used in properly enclosed constructions, such as a prefabricated wooden wall element. Application in the cavity is not possible. More energy is required for the production of mineral wool and the degradability of the material is also bad. Skin and mucous membranes must be protected against mineral wool fibres which can cause irritation when working with this material. The impact of expanded polystyrene (EPS) on the environment is slightly greater than the impact of mineral wool. During the extraction of petroleum and the refining process, emissions occur which are responsible for the difference. Foamed glass is used particularly for insulation in an external wall insulation system. In this case we recommend that the use of bitumen be avoided as a means of fixing.
not recommended	Polyurethane (PUR) and extruded polystyrene threaten the environment more than mineral wool. Damage to the ozone layer inhibits the use of (H)CFCs as a foaming agent. On the other hand, the production of polyurethane causes emissions of toxic agents. So, when foamed with other agents like CO₂, PUR is not recommended. See Part 4 for a more detailed description of the environmental impact of the materials mentioned.
basic selection	Mineral wool is included in the basic selection on account of its suitability and current application. Foamed glass is much more expensive than mineral wool.
comments	Consideration should be given to preventing material from sagging, which could result in large gaps and cold bridges, when using mineral wool sheets as cavity insulation. A possible solution would be to support the insulation with wires stretched crosswise in the structure.

- **Yalıtım Malzemeleri (Eğimli Çatı)**

(Anink ve diğ, 2004)

Pitched roof insulation

preference 1	preference 2	preference 3	not recommended
cork, cellulose, sheep's wool, flax	mineral wool, EPS		PUR, extruded polystyrene

environmental preference

Cork, sheep's wool and cellulose have the advantage that the raw materials are renewable, that the production demands little energy and is relatively clean, and that the waste is degradable. Cellulose is made of old paper. More energy is required for the production of mineral wool, and its degradability is poor. Also, skin and mucous membranes must be protected against wool fibres which can cause irritation when working with this material. The impact of expanded polystyrene (EPS) on the environment is slightly greater than the impact of mineral wool. During the extraction of petroleum and the refining process, emissions occur which are responsible for the difference in environmental impact.

not recommended

Polyurethane (PUR) and extruded polystyrene threaten the environment considerably more than mineral wool. Damage to the ozone layer inhibits the use of (H)CFCs as foaming agents for extruded polystyrene and PUR. Besides, the production of polyurethane causes emissions of toxic agents. See Part 4 for a more detailed description of the environmental impact of the materials mentioned.

basic selection

Mineral wool is included in the basic selection on account of its suitability and current application.

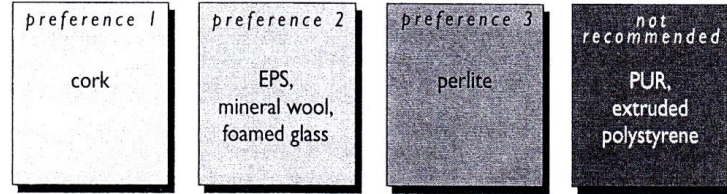
comments

Cellulose can in principle only be used in situations where moisture is not a problem, that is for sloping roofs in closed box panels. The large-scale availability of cork is not guaranteed and costs are also considerably higher than for alternatives.

- **Yalıtım Malzemeleri (Teras Çatı)**

(Anink ve diğ, 2004)

Flat roof insulation



environmental preference

Cork has the advantage that it is a renewable raw material, the extraction costs little energy and is relatively clean, and the waste is degradable. Mineral wool must stand up to being walked on when used as insulation material for a warm roof, which means that so-called hard-pressed sheets must be used. The production of hard-pressed mineral wool demands more energy than the 'normal' sheets.

The degradability of mineral wool is poor. Skin and mucous membranes must be protected against wool fibres which can cause irritation when working with this material. Foamed glass and expanded polystyrene (EPS) pose threats to the environment similar to those from the use of mineral wool due to the high density of mineral wool needed. See Part 4 for a more detailed description of the environmental impact of the materials mentioned.

not recommended

Extruded polystyrene and polyurethane (PUR) cause pollution which is considerably greater than that caused by mineral wool and EPS. The use of (H)CFCs as foaming agents for extruded polystyrene and PUR is not recommended on account of the damage to the ozone layer.

basic selection

Mineral wool sheets are included in the basic selection as this material is used regularly for this application.

comments

With all insulation materials the method of fixing is paramount for future reuse of the building elements at a later stage. Large-scale availability of cork is not guaranteed.

EK E: Japon Araştırma Enstitüsü, Fonksiyonel Gereksinimler Tablosu

(Japon Araştırma Enstitüsü, 1968)

No.	Main Factors	[5] Functional Requirements for Buildings			
		0	1	2	3
50	External forces	Own weight	Movable load	Impulsive load	Vibration
51	Water	Water supply and storage	Discharges	Drainage	Splash
52	Heat	Solar heat	Heat loss	Change of room temperature	Heat of heating, cooking, etc.
53	Fire	Outdoor fire	Outdoor flying sparks	Indoor fire	Interior fire
54	Light and Electricity	Skylight	Infrared ray	Ultraviolet ray	Illuminating light and fluorescence
55	Sound, Air and Gas	Indispensable exterior sound	Dispensable exterior sound	Room noise	Voice
56	Flying, Splash and Sticking Matters	Dust	Sticking matter	Oils	Acids and Alkalis
57	Sense, Human, Animals and Plants	Form and Shape	Dimension	Colour	Touch
58	Operation of Construction Work	Processing	Jointing	Installation	Finishing
59	Economy	Main material cost	Subsidiary material cost	Labour cost	Construction cost

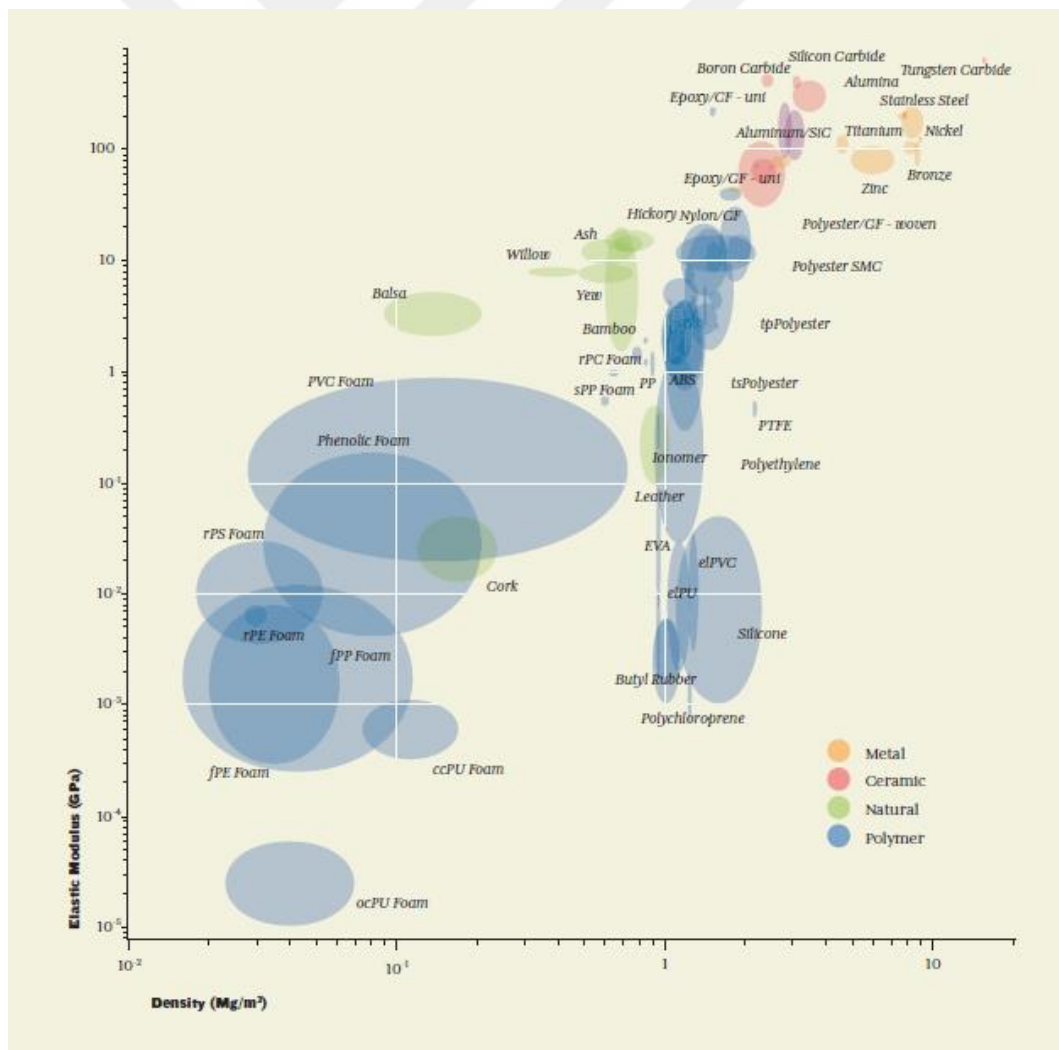
No.								
	4	5	6	7	8	9		
50	Seismic force	Wind force	Water pressure	Local compressive load	Earth pressure	Wear		
51	Outdoor moisture	Indoor moisture	Dew-condensation	Rain water	Underground water	Ocean water		
52	Heat of friction	Heat of industrial production	Cyclic heating	Low temperature	Freezing and thawing	Frost and heaving		
53	Fire spread	Smoke generation	Leak fire	Flash	Spontaneous combustion	Arson		
54	Visual line	Electric supply	Stray current	Static electricity	Lighting	Radioactive rays (harmful)		
55	Musical sound	Impact sound	Amount of ventilation	Air cleanliness	Indoor air current	Gas		
56	Salts	Radioactive isotope	Smoke	CO,CO ₂ and other harmful gases	Filth	Flying matter		
57	Human feeling against action	Odour	Human	Birds and Beasts	Vermin	Fungi and bacteria		
58	Transportation and Conveyancee	Module	Accuracy of dimension	Stability	Workability	Curing		
59	Procurement	Terms of works	Maintenance, re-placement, rearrangement and reconstruction	Life-time	Productivity	Ultimate cost		

EK F: Ashby ve Johnson, Malzeme Haritaları

- Chart 1 – Elastic Modulus and Density

(Ashby ve Johnson, 2010)

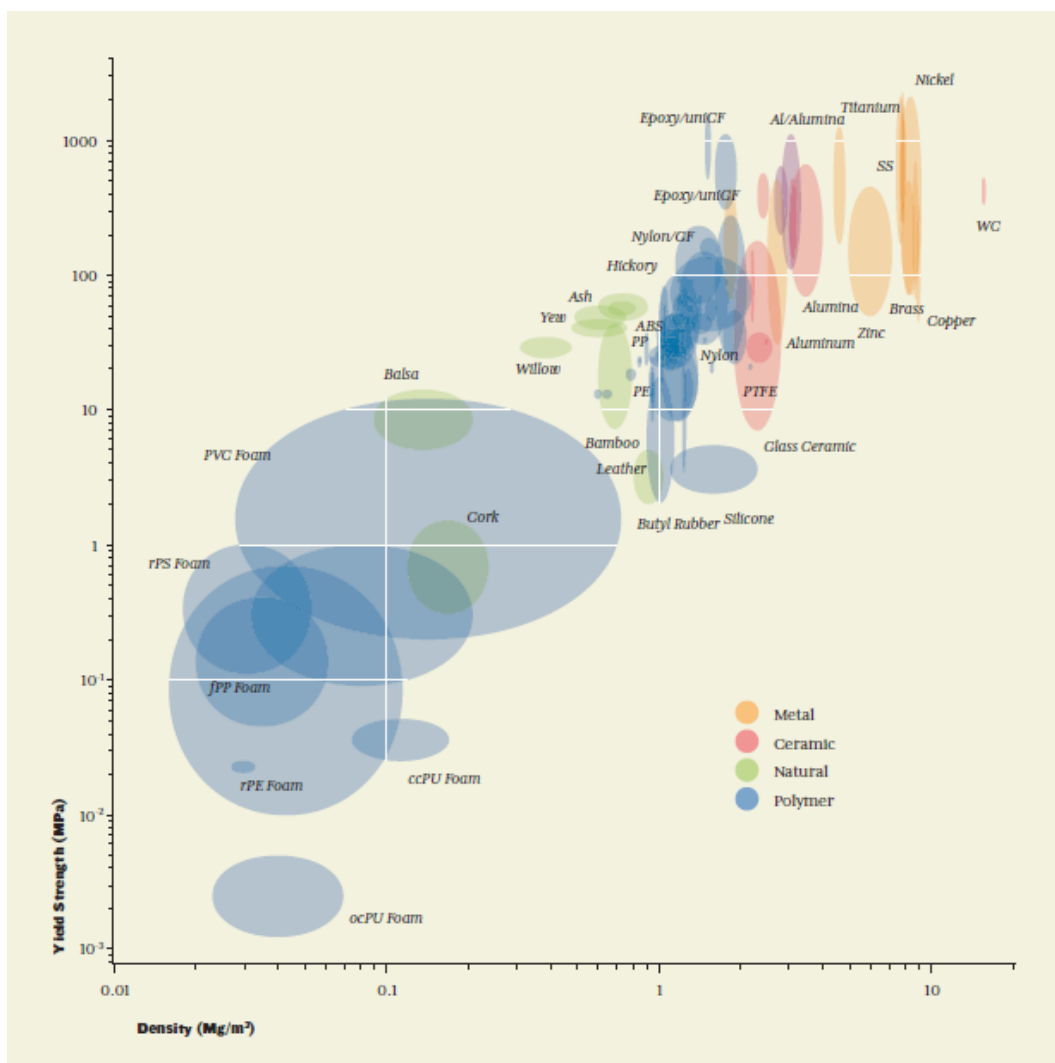
If a solid is deformed elastically, it springs back to its original shape when released. The atoms of solids are held together by atomic bonds – think of them as little springs linking the atoms. If the springs are hard to stretch, the solid is stiff; if they are easy to stretch, the solid is compliant. Young's modulus is a measure of the stiffness or compliance of the bonds. Metals and ceramics are stiff; polymers are much more compliant. Foams and elastomers are even more compliant, and for a new reason: their structure allows additional deflection (cell wall bending, molecular rearrangement) which, nonetheless, is recovered when the loads on the material are released. Inter-atomic spacings in materials do not vary very much: they are all within a factor of 3 of 0.3 nm (3×10^{-10} m). The densities of materials – the mass per unit of their volume – varies far more widely, simply because some atoms are heavy (copper, iron – and thus steel) and others are light (hydrogen, carbon – and thus polymers like polyethylene, $(CH_2)_n$).



- Chart 2 – Strength and Density

(Ashby ve Johnson, 2010)

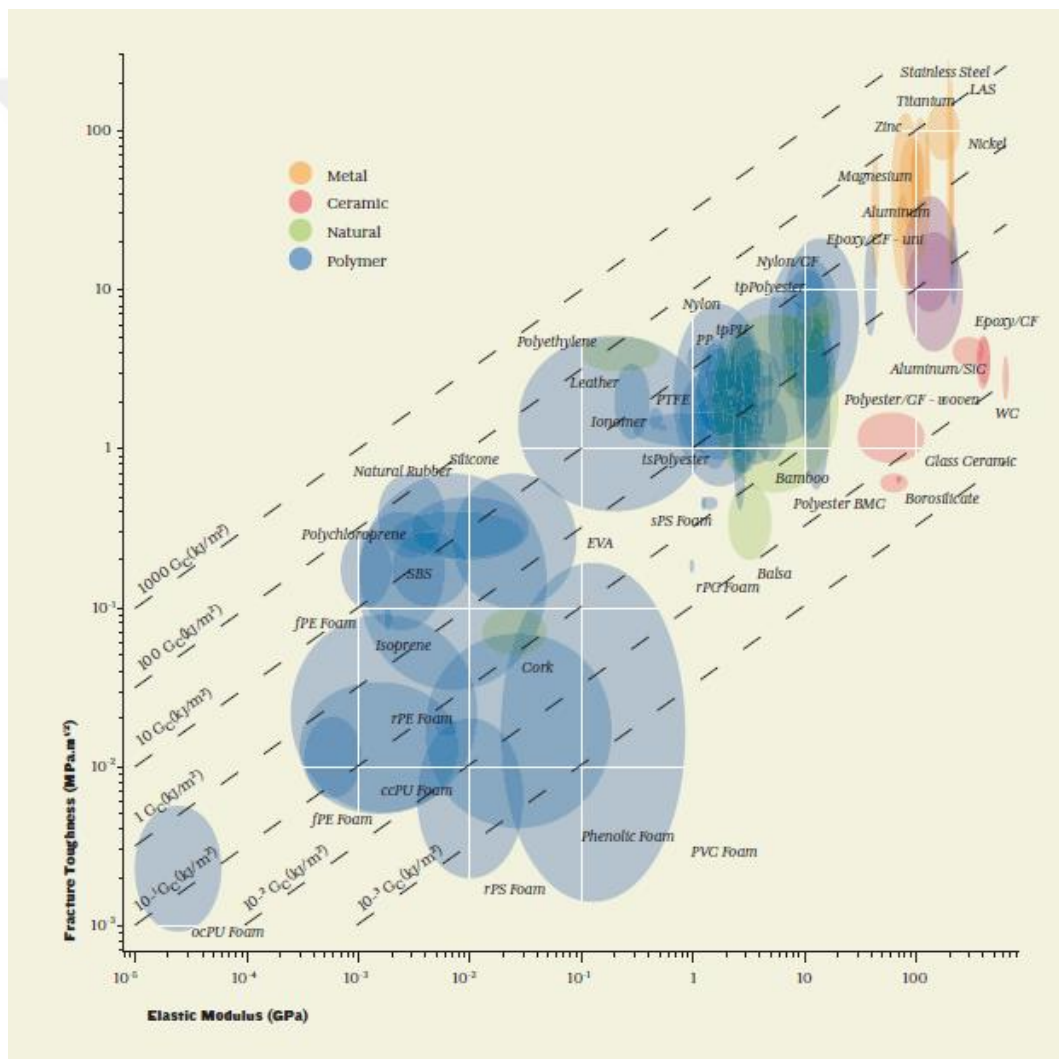
Strength is different from stiffness – think of it as a measure of the force needed to break atomic bonds. In brittle materials (glasses, ceramics) breaking means just that: the solid fractures. But in ductile materials (metals, many polymers) the bonds break, the atoms or molecules move, and new bonds form, leaving the material just as it was before, but with a new shape. This ability to reform bonds gives ductility and thus the ability to be shaped by rolling, drawing, molding and stretching. “Strength”, here, means the 0.2% offset yield strength for metals. For polymers it is the stress at which the stress-strain curve becomes markedly non-linear – typically a strain of about 1%. For ceramics and glasses, it is the compressive crushing strength; remember that this is roughly 15 times larger than the tensile fracture strength. For composites it is the tensile strength. For elastomers it is the tear strength.



- **Chart 3 – Fracture Toughness and Elastic Modulus**

(Ashby ve Johnson, 2010)

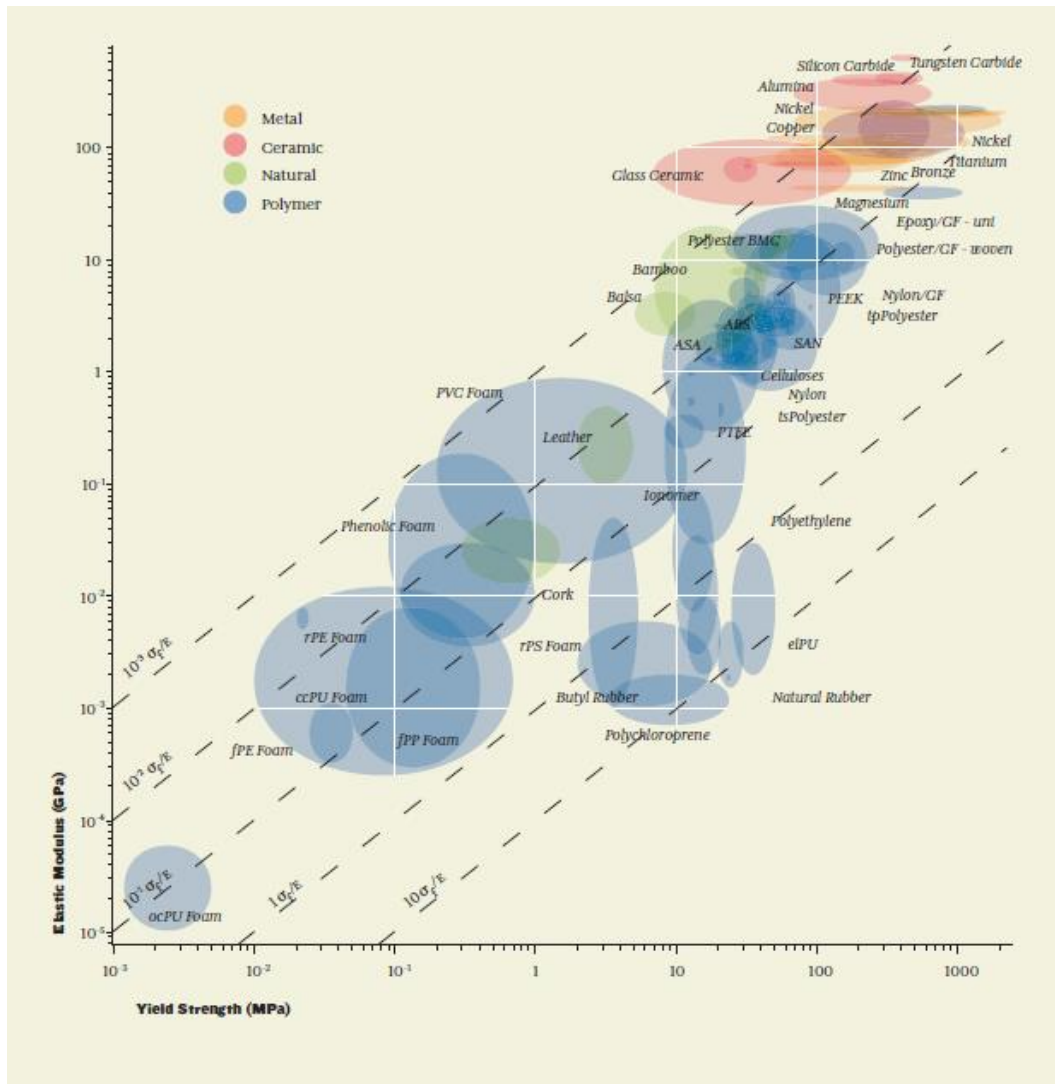
If you nick the edge of a cellophane wrapper or scratch the surface of a plate of glass, it will crack or tear from the nick or scratch. If you do the same to copper or steel, it won't. That is because the first two have low fracture toughness, K_{IC} , the property that measures the resistance to the propagation of a crack. Materials with low fracture toughness are strong when they are perfect (that's why it's so difficult to get the cellophane wrapper off a new cd or packet of biscuits), but as soon as the surface is damaged they break easily. Materials with high fracture toughness are crack tolerant; they still carry loads safely even when cracked. The chart shows fracture toughness, K_{IC} , plotted against modulus E . The "toughness," g , is related to K_{IC} by $g = K_{IC}^2/E$ – shown as a set of diagonal contours.



- Chart 4 – Elastic Modulus and Strength

(Ashby ve Johnson, 2010)

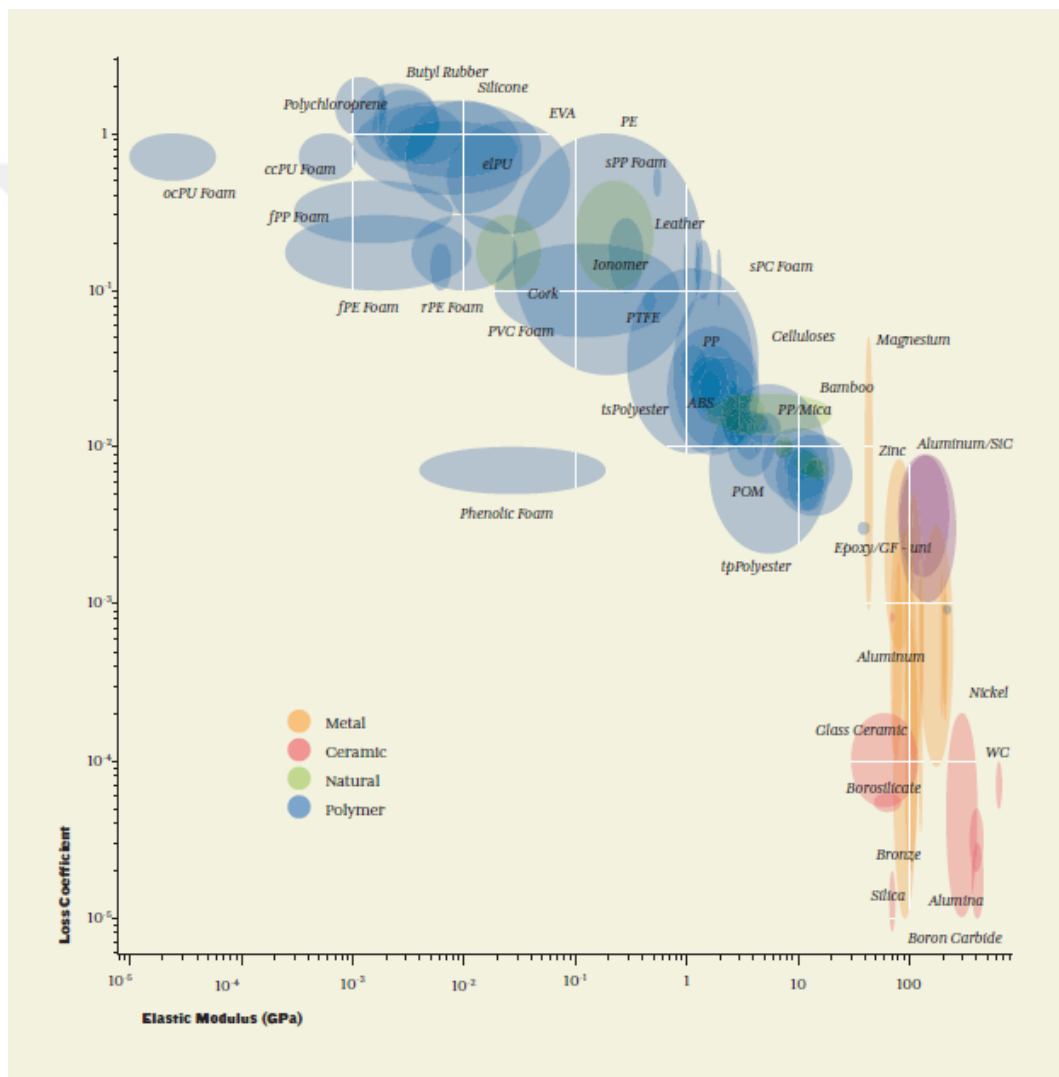
There are no new properties here. The value of the chart is that many designs depend on one or another combination of E and σ_f . Thus resilience – the ability to bend without damage (like leather) is measured by the combination σ_f/E , shown as one set of contours on the chart. The ability to store and return elastic energy (something rubber is good at) is measured by σ_f^2/E (not shown). Materials with large values of these combinations perform well in these functions.



- **Chart 5 – Loss Coefficient and Elastic Modulus**

(Ashby ve Johnson, 2010)

If a hard steel ball is dropped onto the surface of a material, it bounces back. The height to which it bounces is a measure of the loss of energy in the material: the higher it bounces, the less is the loss. Low loss-coefficient materials return almost all the energy of the ball so that it will bounce many times (as many as 1000) before it comes to rest. High loss materials bring the ball to rest almost immediately. Choose low loss materials for springs, vibrating reeds, strings for musical instruments and precision suspension systems; choose high loss materials for vibration damping.



(Ashby ve Johnson, 2010)

The chart displays the following materials and their approximate properties:

Material	Category	Thermal Conductivity (W/m.K)	Thermal Expansion ($10^{-6}/K$)
Polychloroprene	Polymer	0.1	100
PE	Polymer	0.4	100
SBS	Polymer	0.4	100
Isoprene	Polymer	0.1	100
Natural Rubber	Polymer	0.1	100
Cork	Natural	0.05	100
fPE Foam	Polymer	0.05	100
ccPU Foam	Polymer	0.05	100
fPP Foam	Polymer	0.05	100
Phenolic Foam	Polymer	0.05	100
ABS Foam	Polymer	0.05	100
ePVC	Polymer	0.1	100
Butyl Rubber	Polymer	0.1	100
TPC Foam	Polymer	0.1	100
PVC Foam	Polymer	0.05	100
PS/GF	Polymer	0.1	100
Polyester/GF - woven	Polymer	0.1	100
Polyester BMC	Polymer	0.1	100
Epoxy/GF - uni	Polymer	0.1	100
Polyester SMC	Polymer	0.1	100
Bamboo	Natural	0.1	10
Balsa	Natural	0.05	10
Willow	Natural	0.1	10
Ash	Natural	0.1	10
tpPVC	Polymer	0.1	10
tpPU	Polymer	0.1	10
Hickory	Natural	0.1	10
Borasilicate	Ceramic	0.1	10
Soda-Lime	Ceramic	0.1	10
Silica	Ceramic	0.1	10
Epoxy/CF - uni	Polymer	0.1	10
Glass Ceramic	Ceramic	0.1	10
Titanium	Metal	10	10
Stainless Steel	Metal	10	10
Magnesium	Metal	10	10
Zinc	Metal	10	10
Aluminum	Metal	10	10
Brass	Metal	10	10
Copper	Metal	10	10
Aluminum/SiC	Metal	10	10
Alumina	Ceramic	10	10
WC	Ceramic	10	10
Boron Carbide	Ceramic	10	10
Silicon Carbide	Ceramic	10	10
Nickel	Metal	10	10

EK G: YETMSA Şeması

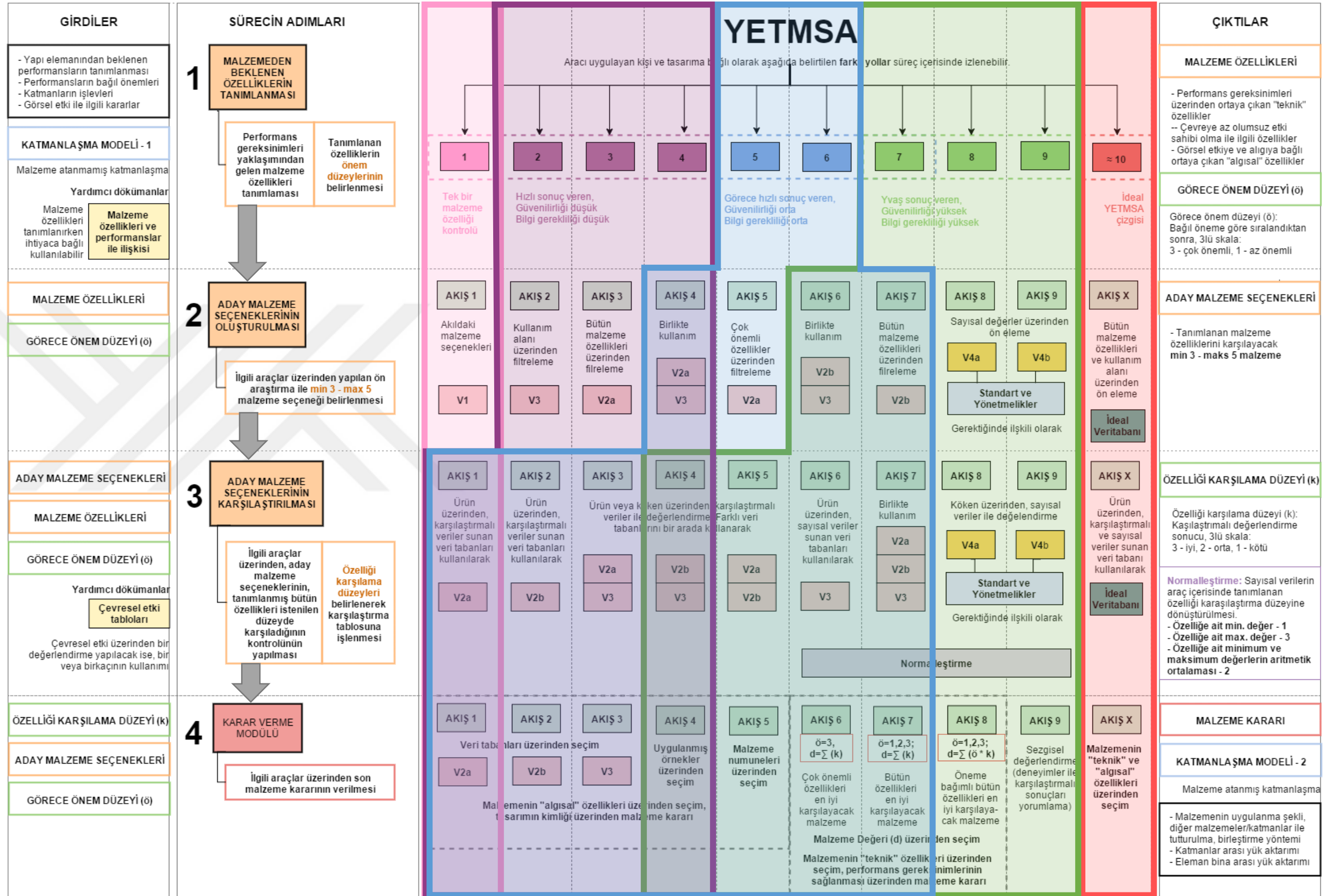
YETMSA'nın farklı kullanıcılar için esneklik göstermesi durumu

	Yol A: Tek bir malzeme özelliğini kontrolü
	Yol B: Hızlı sonuç veren, güvenilirliği düşük, bilgi gerekliliği düşük
	Yol C: Görece hızlı sonuç veren, güvenilirliği orta, bilgi gerekliliği orta
	Yol D: Yavaş sonuç veren, güvenilirliği yüksek, bilgi gerekliliği yüksek
	Yol Z: İdeal YETMSA çizgisi

YETMSA içerisinde kullanımı tanımlanan araçlar;

- **V1.** Arama motorları (Google... vb.)
- **V2.** Firma kökenli, karşılaştırmalı veriler sunan
 - o **V2a.** Sınırlı malzeme havuzu, az sayıda malzeme özelliği; örnek: Materia veri tabanı
 - o **V2b.** Geniş malzeme havuzu, çok sayıda malzeme özelliği; örnek: Material Connexion veri tabanı
- **V3.** Firma kökenli, sayısal veriler sunan
 - o Türkiye odaklı; örnek: Yapı Kataloğu veri tabanı
- **V4.** Bilimsel kökenli; sayısal veriler sunan
 - o **V4a.** Dijital, internet üzerinden erişilebilen veri tabanları
 - o **V4b.** Basılı (veya e-book şeklinde), kaynak kitaplar







EK H: YETMSA Uygulamaları

EK H1: Sunulan Dokümanlar

Genel Açıklamalar

YETMSA - Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme Seçim Aracı, yapı elemanı tasarımının bir parçası olan malzeme seçimi sürecini sistematikleştiren, yol gösterici adımlar sunar.

Uygulamanın kurgusu, **iki farklı tasarım probleminin ilkinin** her hangi bir yöntem kullanılmadan, **serbest** bir şekilde, **ikincisinin** ise **YETMSA** kullanılarak çözülmesi, süreç boyunca yapılan çalışmaların kaydedilmesi ve sürecin değerlendirilmesi şeklindedir.

Sunulan dokümanların listesi:

KİTAPÇIK 1 – Tasarım Problemi 1

- **Tasarım Problemi 1**
- **Tasarım Problemi 1 için sürecin belgelenmesi**

KİTAPÇIK 2_A – YETMSA

- **Yapı elemanı tasarımı (4+9 modeli) içerisinde YETMSA**
- **YETMSA’nın genel ilerleyişi**
- **YETMSA’nın alt akışları**

KİTAPÇIK 2_B – Tasarım Problemi 2

- **Tasarım Problemi 2**
- **Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi**

KİTAPÇIK 3 – Yardımcı Dokümanlar

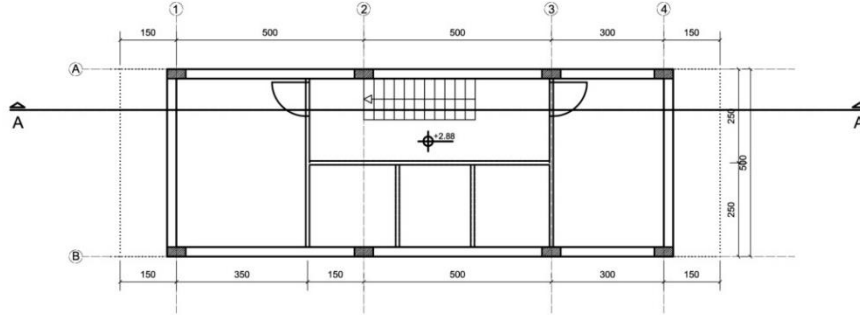
- **Malzeme özellikleri ve performanslar ile ilişkiyi gösteren liste**
- **Çevresel etki değerlendirme tabloları**

KİTAPÇIK 4 – Tasarımcının Künyesi ve Değerlendirme

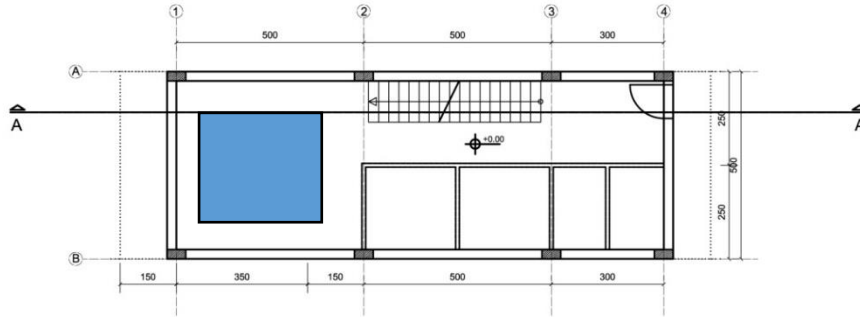
- **Kişisel Bilgiler _ Künye**
- **Değerlendirme Anketi**

Tasarım Problemi 1

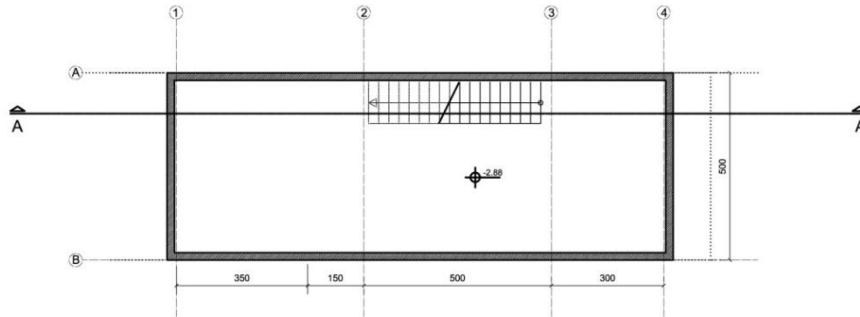
Aşağıda verilen konut yapısı için, kesit ve plan üzerinde gösterilen, **zemin kat yaşama alanı ile bodrum kat depo alanlarını birbirinden ayıran döşeme için döşeme kaplama malzemesi** seçilmesi.



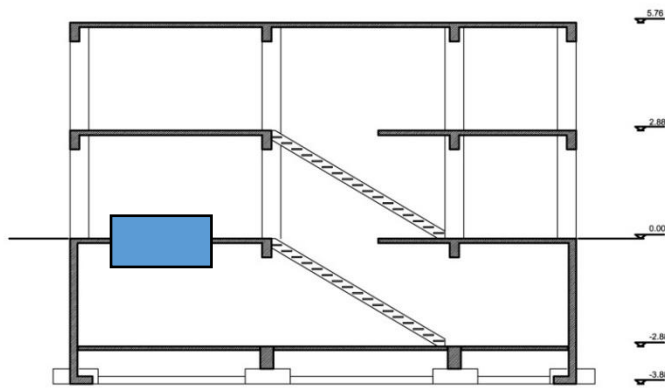
1. KAT PLANI



ZEMİN KAT PLANI



BODRUM KAT PLANI

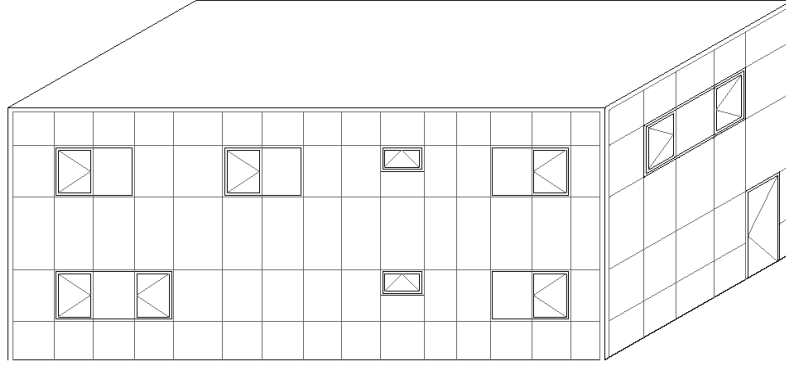


A-A KESİTİ



Tasarıma ait bilgiler:

- Bulunduğu Yer: İstanbul
- İşlev: Konut
- Kullanıcı: 2-3 kişilik bir aile
- Taşıyıcı Sistem: Betonarme
- Depo alanı ısıtılmayan hacim olarak düşünülmelidir.



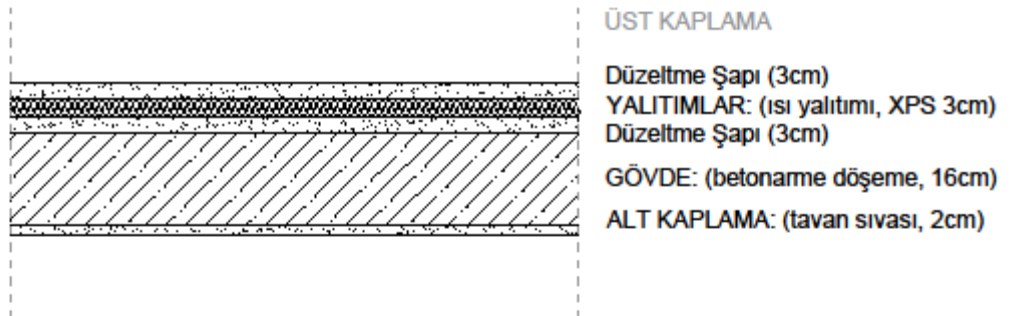
PERSPEKTİF GÖRÜNÜŞ

Yapı elemanı tasarımı süreci tipik bölge detayı olarak ele alınmalıdır.

Aşağıda verilen katmanlaşma **öneri** niteliği taşımaktadır. **Gövde malzemesi sabit** kalarak katmanlaşma modeli yeniden tasarlanabilir.

Üst kaplama için malzeme seçimi ayrıca yapılmalı ve süreç belgelenmelidir.

Döşemeye ait jenerik katmanlaşma (Ölçek 1/10):



ÜST KAPLAMA

Düzeltilme Şapı (3cm)

YALITIMLAR: (ısı yalıtımı, XPS 3cm)

Düzeltilme Şapı (3cm)

GÖVDE: (betonarme döşeme, 16cm)

ALT KAPLAMA: (tavan sıvası, 2cm)

YETMSA'nın genel ilerleyişi

Yapı elemanı tasarımında malzeme seçimi aracı (YETMSA), **4 ana adım** üzerinden ilerlemektedir.



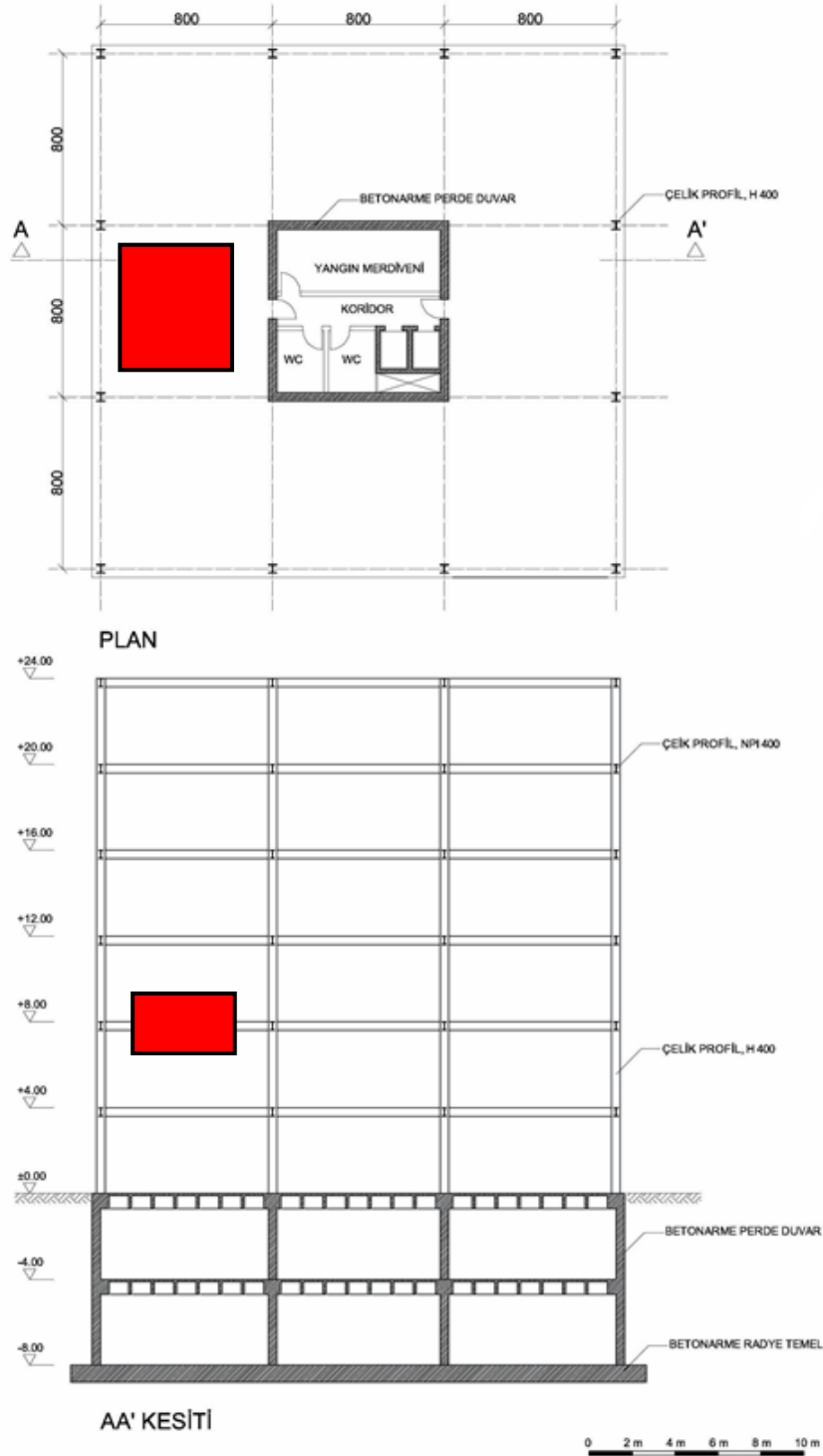
YETMSA farklı bilgi birikimi ve deneyimi olan tasarımcıların kullanımına olanak sağlayacak esneklikler içermektedir. Yöntemin genel ilerleyişi korunarak **farklı alt akışlar** tanımlanmış ve kullanıcılara bu akışlar içerisinde kendilerine uygun olanı seçme şansı sunulmuştur.

Sürecin girdileri, temel adımları ve çıktıları aynı kalarak adımlar içerisinde izlenebilecek farklı akışlar içerisinde, uygulama kapsamında kullanılmak üzere seçilen akışlar kitapçığın devamında sunulmuştur.

YETMSA, 4+9 modeli içerisinde sunulan adımlar izlenerek uygulanmalı ve süreç belgelenmelidir.

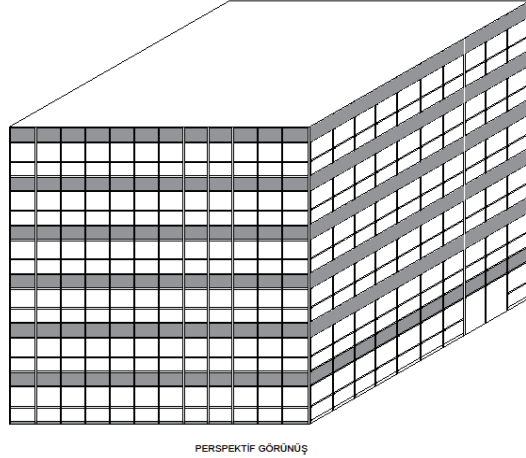
Tasarım Problemi 2

Aşağıda verilen ofis yapısı için, kesit ve plan üzerinde gösterilen, **ara kat ofis hacmi ile yine ara kat ofis hacimlerini birbirinden ayıran döşeme için döşeme kaplama malzemesi** seçilmesi. Yapı elemanı tasarımı (4+9 modeli) içerisinde YETMSA kullanılarak



Tasarıma ait bilgiler:

- Bulunduğu Yer: İstanbul
- İşlev: Ofis
- Kullanıcı: Ofis çalışanları
- Taşıyıcı Sistem: Çelik iskelet
- Ofis hacimleri açık veya kapalı olarak tasarlanarak farklı şekillerde bölümlendirilebilir.
- Farklı katlarda farklı ofis alanlarının olması durumu göz önüne alınmalıdır. (Farklı zamanlarda kullanılma, farklı yerleşim planlarına sahip olma...)

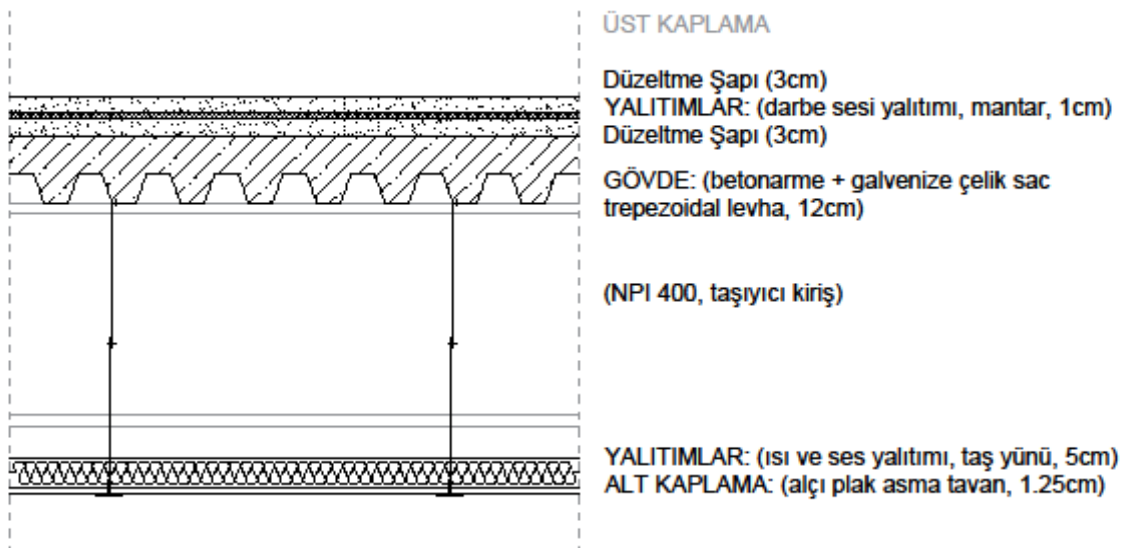


Yapı elemanı tasarımı süreci tipik bölge detayı olarak ele alınmalıdır. (Çizimler üzerinde gösterilen bölgeler temsilidir.)

Aşağıda verilen katmanlaşma **öneri** niteliği taşımaktadır. **Gövde malzemesi sabit** kalarak katmanlaşma modeli yeniden tasarlanabilir.

Üst kaplama için malzeme seçimi YETMSA kullanılarak yapılmalı ve süreç belgelenmelidir.

Döşemeye ait jenerik katmanlaşma (Ölçek 1/10):



Malzeme Özellikleri Ve Performanslar ile İlişki

döşeme kaplaması katmanından beklenebilecek performans gereksinimleri listesi

döşeme kaplama malzemesinden beklenebilecek malzeme özellikleri listesi

ısı performans

yüksek yüzey sıcaklığı (dokunma sıcaklığı)

fiziksel özellikler

- ısı
ısı iletkenlik (thermal conductivity)
- su
su emicilik
su geçirimsizlik (water resistance, weather resistance)
- akustik
yutuculuk (sound absorbing)
yansıtıcılık/saçıcılık (sound diffusing)
- yangın
yanmazlık sınıfı (fire resistance)
zehirli gaz emisyonu

su ve nem ile ilgili performans

su geçirimsizlik

ses ile ilgili performans

darbe sesini engellemeli

yangın ile ilgili performans

alev almama
zararlı gaz emisyonu meydana gelmemeli

hava geçirimsizlik

hava, toz, uçan şeyler geçirimsizliği ile ilgili performans

mekanik özellikler

dayanıklılık ile ilgili performans

mekanik aşınmaya dayanım

- basınç dayanımı (impact resistance)
- sertlik (hardness)
- aşınma dayanımı (scratch resistance)

yapı elemanının diğer katmanları ile bütünlenebilirlik, performans sürekliliği

uygulama yöntemi

- birbiri ile birleştirme yöntemi
- diğer malzemeler ve sistemler ile birleştirme yöntemi

güvenlik ile ilgili performans

kaymazlık sağlamalı

yüzey yapısı ile ilgili özellikler

- kaymazlık = yüzey pürüzlülüğü (Stiffness)

hijyen ile ilgili performans

kolay temizlenebilirlik

görsel özellikler

kir göstermeme ile ilgili performans

“algı” ile ilgili tanımlamalar

görme ile ilgili etki

dokunma ile ilgili etki

- boyut (derz miktarı)
- boyutsal oran
- renk (color)
- yüzey dokusu (Surface/Texture)
- yüzey sertliği (hardness)

çevresel etki ile ilgili performans

çevreye az olumsuz etki

Değerlendirme Anketi

1. Tasarım Problemi 1 için malzeme seçimi yaparken izlediğiniz süreci kısaca tanımlayınız.
 Açıklama: Yapılan işlemin belirlenmesi, belirlenen özelliklerin belirlenmesi, 3 tane bu özelliklere göre yapılabilecek araştırma, özelliklere göre bir malzeme seçimi, daha seçimsel malzeme seçimi.

2. Daha önceki malzeme seçiminizde de hep aynı süreci mi izlediniz? İzlediğiniz farklı malzeme seçimi süreçleri oldu ise belirtiniz.
☒ evet, hep aynı süreci izledim
☐ hayır, farklı süreçler de oldu
 Açıklama: Farklı katılardan malzemeler seçip, alarından eleme yaparken daha seçimsel davranmışım.

3. Sistematiğe malzeme seçim süreciyle tanışmadan önce, Tasarım Problemi 1'de izlediğiniz "kişisel" süreciniz ile, Tasarım Problemi 2'de uyguladığınız YETMSA'yı aşağıdaki başlıklar üzerinden karşılaştırınız. Kısaca açıklayınız. (1- çok kötü/ 5- çok iyi)

Veri toplamaya (performans özellikleri, malzeme özellikleri vb.) katkısı

"Kişisel"	01	02	03	04	05
YETMSA	01	02	03	04	05

Açıklama: Daha önceden edinmiş olduğum bilgiler doğrultusunda kişisel özellikler harici bilgilere sahiptim.

Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı

"Kişisel"	01	02	03	04	05
YETMSA	01	02	03	04	05

Açıklama: Çok daha sistematiğe.

Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak

"Kişisel"	01	02	03	04	05
YETMSA	01	02	03	04	05

Açıklama: Aynı kaynak kullanılmı.

Ulaşılan seçenek sayısının yeterliliği

"Kişisel"	01	02	03	04	05
YETMSA	01	02	03	04	05

Açıklama: Aynı kaynak.

Seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak

"Kişisel"	01	02	03	04	05
YETMSA	01	02	03	04	05

Açıklama: Sistematiğe (Adım 3 ve Adım 4)

Problemin tam çözümüne ulaştırılabilirliği

"Kişisel"	01	02	03	04	05
YETMSA	01	02	03	04	05

Açıklama: Adım 4

222

4. Tasarım Problemi 2'de uyguladığınız YETMSA'yı aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendirdiniz.

Kısaca açıklayınız. (1- çok kötü/ 5 -çok iyi)

Malzeme seçiminize katkıları

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarım sürecine katkıları

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Kolay öğrenilebilirliği

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Kolay uygulanabilirliği

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Çözümüne ulaşmadaki hızı

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Sonucun güvenilirliği

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

5. Uyguladığınız malzeme seçimi yöntemi adımları ile ilgili düşüncelerinize karşılık gelen seçenek/ seçenekleri

İşaretleyiniz. (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

Problemli bulduğunuz adımlarda karşılaştığınız sorunları

gidermek için ne gibi iyileştirme önerileriniz oldu? (adım

çıkarma/ekleme, adımların yerlerini değiştirme, farklı bir araç

kullanma... gibi) Kısaca açıklayınız.

01- Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması

Kullanılan Akış (belirtiniz):

02- Aday Malzeme Seçenekleri Oluşturulması

Kullanılan Akış (belirtiniz):

03- Aday Malzeme Seçeneklerinin Karşılaştırılması

Kullanılan Akış (belirtiniz):

04- Karar Verme Modülü

Kullanılan Akış (belirtiniz):

Açıklama 01: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama 02: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama 03: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama 04: Her zaman kolaylık sağladı.

Problem yok	Kolay anlaşılabilir	Kolay uygulanabilir	Çok vakit almakta	Sunulan araçlarda eksiklikler var
☒	☐	☐	☒	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☒
☒	☐	☐	☐	☐

6. YETMSA içerisinde kullandığınız verileri tabanlarımıza aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendirdiniz. (1- çok kötü/ 5- çok iyi) Ek bir veri tabanını kullandığınız olduysa "diğer" kısmında belirtiniz ve değerlendirdiniz.

Erişilebilirlik	Yapı Kataloğu	Materiya	Material	Diğer (belirtiniz):
Hız	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
Kullanım kolaylığı	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
Faydalı olma durumu	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
Seçeneklere ulaşma	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
Seçenek sayısı	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
Seçenekleri kıyaslama	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05

7. YETMSA içerisinde, yardımcı doküman olarak sunulmuş olan malzeme özellikleri ve performanslar ile ilişkili gösteren listeyi kullandınız mı? Evet ise kullandığınızı kısaca açıklayınız.

☐ hayır, kullanmadım

☒ evet, kullandım

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Açıklama: Her zaman kolaylık sağladı.

Sürece dair bütün çizimlerinizi ve notlarınızı aşağıdaki formatta belgeleyiniz.

224224

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

YETMSA 1.Adım

Sürece dair bütün çizimleriniz ve notlarınız için bu kağıdı kullanabilirsiniz

Malzeme Özelliklerine ait Görece Önem Düzeylerini, Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu üzerine işleviniz.

süre (dak.): 20.....

Ses ile ilgili yutuculuk 3
Aile almama 3
Aşınma dayanımı 2
Koyu malzeme 2
Su geçirimsizlik 1
Renk 1

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu

Tabloda yer alan başlıkların YETMSA'nın hangi adımları ile ilişkili olduğu parantez içerisinde belirtilmiştir.

*Görece önem düzeyi (ö): 3'lü skala: 3 - çok önemli, 1 - az önemli

**Özellik karşılaştırma düzeyi (k): 3'lü skala: 3 - iyi, 2 - orta, 1 - kötü

Malzeme özellikleri (1.ADİM)	Ses ile ilgili part.	Alev almama	Aşınma dayanımı	Koyu malzeme	Renk	Su geçirimsizlik	Görece önem düzeyi (ö)* (1.ADİM)	Özellik karşılaştırma düzeyi (k)** (3.ADİM)	Malzeme Değeri (d) (4.ADİM)

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

YETMSA 2.Adim

Sürece dair bütün çözümlerinizi ve notlarınızı için bu kağıdı kullanabilirsiniz.

Aday Malzeme Seçeneklerini, Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu üzerine işleyiniz.

süre (dak.): 18.....

Ribboord (beton kökenli)
Clickwall (ahşap)
Dover (seramik)
Beton
marbre (taş)

* Seçimini yaparken öncelikle endüstriyel renkler benzerliği, görsel özellikler gibi örnekler kullandım.
* Daha sonra malzeme kökeninde depisilik katmak istediğim için taş, ahşap, seramik kökenli malzemelerden de seçmeye çalıştım.

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

YETMSA 3.Adim

Sürece dair bütün çözümlerinizi ve notlarınızı için bu kağıdı kullanabilirsiniz.

Malzeme Seçeneklerinin Özelliği Karşılama Düzeylerini, Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu üzerinde doldurunuz.

süre (dak.): 24.....

⇒ Çevresel etki depelendirilmesini yaparak yardımı
kaynakta betonu bulamadığımdan dolayı taş
olarak yorumlandı. (köken olarak benzerliğinden
dolayı)

⇒ Çevresel etki tablolarında taş ile seramik
ayrı tablolarla yer aldığından (tabloların diğer
aralık farklılıkları) karşılaştırma ile sonucu ulaşıldı.

EK H3: Katılımcı 2 Sürecin Belgelenmesi

Kişisel Bilgiler _ Künye

Adı/Soyad (opsiyonel):

Yaş: 23

Cinsiyet: F

Çap Telefonu (opsiyonel):

e-mail (opsiyonel): canazmen@guanilcam

Öğrenim Durumu	Üniversite Adı	Bölüm/Program	Mezuniyet Yılı
☒ Lisans	İstanbul Tıp Ün.	Medikal	2017
☐ yüksek lisans			

Öğreniminiz Devam ediyor ise bulunduğunuz yarıyı: 8

Değerlendirme Anketi

1. Tasarım Problemi 1 için malzeme seçimi yaparken izlediğiniz süreci kısaca tanımlayınız.

Açıklama: İzlediğim süreç, problemleri belirleyici, fikirler, kollar, şifre ve gereksinimleri belirleyici, ana göre durum, düşünce, fikir.

2. Daha önceki malzeme seçiminizde de hep aynı süreci mi izlediniz? İzlediğiniz farklı malzeme seçimi süreçleri oldu ise belirtiniz.

☐ evet, hep aynı süreci izledim

☒ hayır, farklı süreçler de oldu

Açıklama: Tasarıma uygun malzeme seçimi, daha önceki malzeme seçimi, daha önceki malzeme seçimi, daha önceki malzeme seçimi.

3. Sistematik malzeme seçim süreciyle tanışmadan önce, Tasarım Problemi 1'de izlediğiniz "kişisel" süreciniz ile, Tasarım Problemi 2'de uyguladığınız YETMSA'yı aşağıdaki başlıklar üzerinden karşılaştırınız. Kısaca açıklayınız. (1- çok kötü/ 5- çok iyi)

Veri toplamaya (performans özellikleri, malzeme özellikleri vb.) katkısı

	1	2	3	4	5
"Kişisel"	☐	☐	☒	☐	☐
YETMSA	☐	☐	☐	☐	☐

Açıklama:

Toplanan verilerin analizinin yapılma kolaylığı

	1	2	3	4	5
"Kişisel"	☐	☐	☒	☐	☐
YETMSA	☐	☐	☐	☐	☐

Açıklama:

Seçeneklere ulaşmada sağladığı olanak

	1	2	3	4	5
"Kişisel"	☐	☐	☒	☐	☐
YETMSA	☐	☐	☐	☐	☐

Açıklama:

Ulaşılan seçenek sayısının yeterliliği

	1	2	3	4	5
"Kişisel"	☐	☐	☒	☐	☐
YETMSA	☐	☐	☐	☐	☐

Açıklama:

Seçeneklerin değerlendirilmesinde sağladığı olanak

	1	2	3	4	5
"Kişisel"	☐	☐	☒	☐	☐
YETMSA	☐	☐	☐	☐	☐

Açıklama:

Problemin tam çözümüne ulaştırılması

	1	2	3	4	5
"Kişisel"	☐	☐	☒	☐	☐
YETMSA	☐	☐	☐	☐	☐

Açıklama:

4. Tasarım Problemi 2'de uyguladığınız YETMSA'yı aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendirdiniz.

Kısaca açıklayınız. (1- çok kötü/ 5 -çok iyi)

Malzeme seçiminize katkılarını

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama.....

Yapı elemanı tasarımı ve bütünsel tasarımı sürecine katkıları

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama.....

Kolay öğrenilebilirliği

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama.....

Kolay uygulanabilirliği

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama.....

Çözüm ülaşmadaki hızı

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama.....

Sonucun güvenilirliği

YETMSA 01 02 03 04 05

Açıklama.....

5. Uyguladığınız malzemenin seçimi yöntemi adımları ile ilgili düşüncelerinize karşılık gelen seçenek/seçenekleri işaretleiniz. (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

01- Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması
Kullanılan Akış (belirtiniz): ...
02- Aday Malzeme Seçenekleri Oluşturulması
Kullanılan Akış (belirtiniz): ...
03- Aday Malzeme Seçeneklerinin Karşılaştırılması
Kullanılan Akış (belirtiniz): ...
04- Karar Verme Modülü
Kullanılan Akış (belirtiniz): ...

Açıklama 01: ...
Açıklama 02: ...
Açıklama 03: ...
Açıklama 04: ...

Problem yok	Kolay anlaşılabilir	Kolay uygulanabilir	Çok vakit almakta	Sunulan araçlarda eksiklikler var
☐	☐	☐	☒	☐
☐	☐	☐	☒	☐
☐	☐	☐	☒	☐
☐	☐	☐	☒	☐

6. YETMSA içerisinde kullanmış olduğunuz veri tabanlarını aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendirdiniz. (1- çok kötü/ 5- çok iyi) Ek bir veri tabanı kullanmış olduysa "diğer" kısmında belirtiniz ve değerlendirdiniz.

Yapı Kataloğu	Materia	Materia/Connexyon	Diğer (belirtiniz):
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05

7. YETMSA içerisinde, yardımcı doküman olarak sunulmuş olan malzeme özellikleri ve performanslar ile ilişkili gösteren listeyi kullandınız mı? Evet ise kullandığınızı kısaca açıklayınız.

☐ hayır, kullanmadım

☒ Evet, kullandım

Açıklama: ...

8. YETMSA içerisinde, yardımcı doküman olarak sunulmuş olan çevresel etki değerlendirme tablolarını kullandınız mı? Evet ise kullandığınız bir veya birkaç tabloyu aşağıdaki başlıklar üzerinden değerlendirdiniz. (1- çok kötü/ 5- çok iyi)

☐ hayır, kullanmadım

☐ Evet, kullandım

WOOLLEY	ANINK VE BOONSTRA	ANDERSON (BRE)	DEMKIN (AIA)
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05
01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05	01 02 03 04 05

9. YETMSA'nın olumlu ve olumsuz olduğunu düşündünüz özelliklerini belirtiniz.

Olumlu özellikler	Olumsuz özellikler
Açıklama: ...	Açıklama: ...
Açıklama: ...	Açıklama: ...
Açıklama: ...	Açıklama: ...
Açıklama: ...	Açıklama: ...

10. Bundan sonraki yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminizde, YETMSA'yı kullanmayı düşünür müsünüz? Nedenlerinizi kısaca açıklayınız. (1- kesinlikle hayır/ 5 -kesinlikle evet)

01 02 03 04 05

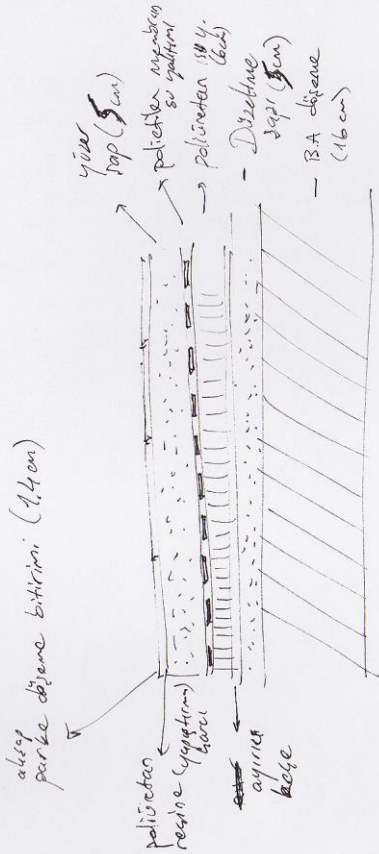
Açıklama: ...

...

Tasarım Problemi 1 için sürecin belgelenmesi

Süreçe dair bütün çizimleriniz ve notlarınızı aşağıdaki formatta belgeleyiniz.

süre (dak.)	Girdiler, çıktılar, süreç boyunca ki düşünceler	varsa yararlanılan veri tabanı ve/veya kaynaklar
4	İnceleme. Verilen örnek tasarım problemleri verilerini analiz etme.	
17	Malzeme seçimi ve katkı- laşma oranına göre seçilen malze- melerin birlikteliklerine durumunu inceleme. Yalıtıma odaklanma.	internet • İnternette araştırma olduğum Publ. Cont Tech. kapsamında deneyler.
	Yalıtım malzemeleri ve aradaki bağlayıcı veya ayırıcı malzemelerin seçim nedeninin açıklanması.	
	↳ Dispersiyon sapı : mevcut bir boyuna üzerinde gelecekte katmanlara düşen bir denim hissettirme.	
	↳ Polimerden ısı yalıtımı : Polimer malzemenin suya daha dayanıklı olması ve polimerden sarıdık parçaların darbe sesini kütlenin sönümlenmesi nedeniyle aile yapısıdır olan bir mükemmelleştirme kullanımı.	
	↳ polimerden membran : su yalıtımı, Bazı ve bazı mükemmelleştirme gözetiminde düşün.	



↳ yüzey sapı : Darbe sesinde gözlem sonucu darbe

↳ polimerden resine : lavine parke levhalarının üzerine
yapıştırılması için bağ görevinde.

BİRİNCİ MALZEMESİ

www.burcu-parke.com sitesinden ulaştığım ürün katalogunda
"ceviz walnut" isimli ürünün tercih ettim. Ahşap lavine parke
kullanımının sebebi bir aile için ~~uygun~~ uygun olduğu konut ortamında
temas yüzeyi sıcaklığın yüksek olmasını istenmedi. Ayrıca
ahşap kaplamaların yüzeyleri psikolojik konfor açısından daha
etkili olduğu düşünüyorum. Ceviz "ağır" tercih ettim
ise bu tipin diğerlerine göre daha güvenli olması.

4+9, YETMSA öncesi süreç

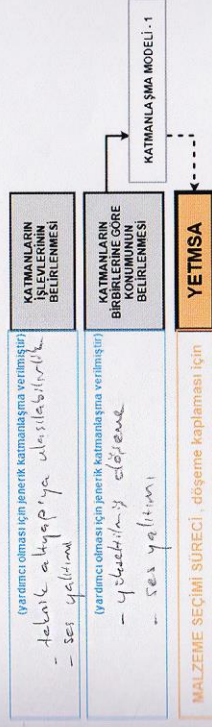
Eksik tasarım kararları verilerle takip edilmeli ve döşeme kaplama malzemesi tanımlanmamış şekilde Katmanlaşma Modeli 1 oluşturulmalıdır.

Sürece dair bütün çözümleriniz ve notlarınız için bu kağıdı kullanabilirsiniz.

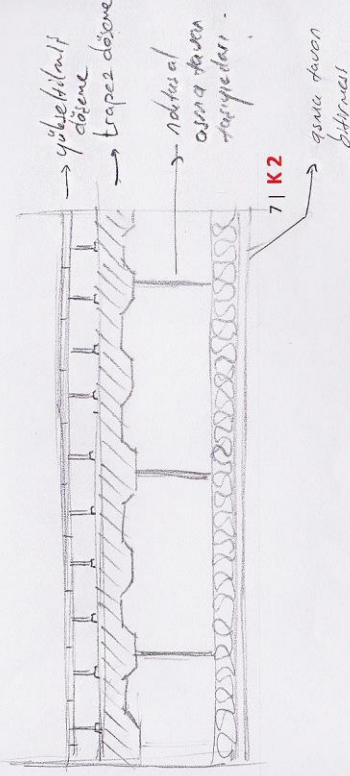
süre (dak.): 7

4 + 9

TASARIM KARARLARI bina ölçeği + yapı elemanı ölçeği



Katmanlaşma Modeli 1:



Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

4+9, YETMSA öncesi süreç

Eksik tasarım kararları verilerle takip edilmeli ve görsel etki ile ilgili kararlar, yapı elemanından beklenen performanslar tanımlanmalı ve performanslar bağlı önemlerine göre sıralanmalıdır.

Sürece dair bütün çözümleriniz ve notlarınız için bu kağıdı kullanabilirsiniz.

süre (dak.): 17

4 + 9

TASARIM KARARLARI bina ölçeği + yapı elemanı ölçeği

TAŞIYICI SİSTEM İLE İLGİLİ KARARLAR ÇOK KATLI OFİS KÜTLE Sİ MEKAN KURGUSU VE ORGANİZASYONU	FARKLI KATLARDAKİ FARKLI OFİSLERİN KULLANIMI
TAŞIYICI SİSTEM İLE İLGİLİ İLKESEL KARARLAR	"YAPIL" İLE İLGİLİ İLKESEL KARARLAR
ÇELİK İSKELET SİSTEM	"YAPIM" İLE İLGİLİ İLKESEL KARARLAR
ÖN ÜRETİMLİ KARMA	GÖRSEL ETKİ İLE İLGİLİ KARARLAR
Sürekli ve derzli eleman	DOLULUK BOŞLUK
Teknik altyapıya hizmet etmeli. 1. Taşıyıcı 2. Ses yalıtımı 3. Teknik altyapı	YAPI ELEMANINDAN BEKLENEN PERFORMANSLARIN TANIMLANMASI
DETAY ÇÖZÜMÜ: GÖVDE, YALITIMLAR VE ALT KAPLAMA TANIMLI	PERFORMANSLARIN BAĞLI ÖNEMLERİNE GÖRE SİRALANMASI
JENERİK KATMANLAŞMA	BİNANIN İŞLEVİ KULLANICI GEREKSİNİMLERİ ÇEVRESEL ETKİLER BİNANIN VAR OLMASI İLE MEYDANA GELEN OLAYLAR

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

YETMSA 1.Adim

Sürece dair bütün gözlemlerinizi ve notlarınızı için bu kağıdı kullanabilirsiniz

Malzeme Özelliklerine ait Görece Önem Düzeylerini (Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu üzerine işleyiniz.

süre (dak.): 18.....

Özellik:

1. Ulaştırılabilirlik, modülerlik: Teknik atkıya ulaştırılması, boyutlandırma.

2. Akustik: Ses yalıtımı olması

3. Kaymazlık: Yürüme güvenliği

4. Perzisi malzeme: Akışkan olarak sürekli olma durumu

Ulaştırılabilirlik: Dışarıya atılması teknik atkıya ulaşması ve geliştirilmesi için ana kısıtçı oluşturan özelliktir.

Akustik: Ofis binası olması yönünden önemlidir.

Kaymazlık: Kullanıcı yoğunluğundan dolayı, yürüme güvenliği açısından önemlidir.

Perzisi, sürekli olması: Tasarım kararına aykırı gerekliliği için önem taşıyor.

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu

Tabloda yer alan başlıkların YETMSA'nın hangi adımları ile ilişkili olduğu parantez içerisinde belirtilmiştir.

*Görece önem düzeyi (ö): 3'lü skala: 3 - çok önemli, 1 - az önemli

**Özellikli karşılaştırma düzeyi (k): 3'lü skala: 3 - iyi, 2 - orta, 1 - kötü

Malzeme özellikleri (1.ADIM)	Ulaştırılabilirlik	Akustik	Kaymazlık	Perzisi				
Görece önem düzeyi (ö)* (1.ADIM)	3	2	1	3				
Malzeme seçenekleri (2.ADIM)					Özellikli karşılaştırma düzeyi (k)** (3.ADIM)			
Hali	1/2	3	2	3				
PVC	3	2	2	2				
Alusap	3	1	2	1				
Akustik	1							

Yasaklılık: dışarıya atılması
gerekli değildir

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

YETMSA 2. Adım

Sürece dair bütün çözümlerinizi ve notlarınızı için bu kağıdı kullanabilirsiniz.

Aday Malzeme Seçeneklerini, Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu üzerine işleyiniz.

süre (dak.): 35

Şailedeki malzemeler enial örnekteki yönlendirilmiş döşeme üzerine uygulanabilir malzemelerdir.

→ Analizleme sürecinde yönlendirilmiş döşeme ve diğer döşeme örneklerini karşılaştırarak yönlendirilmiş döşeme konsepti daha uygun ve diğer döşemelerle birlikte uygulanabilirliği için tercihim oldu.

• Halı: Ağırsal özellikleri, derzine düşer ve kırılganlığı, diğer örneklerden farklıdır. derzine için Panel halindeki uygulamaları ile uygulanabilirliği potansiyelini barındırabilir.

• Linyum: Görsel olarak özellikleri ve tasarımı bakımından uygunluğu mevcut.

• Kavisli: Akustik performansı ve kırılganlığı bakımından.

• Ahşap: Psikolojik konforu ve kesim dayanıklılığı mevcut.

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

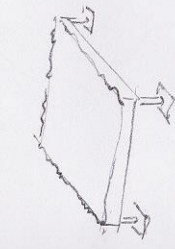
YETMSA 3. Adım

Sürece dair bütün çözümlerinizi ve notlarınızı için bu kağıdı kullanabilirsiniz.

Malzeme Seçeneklerinin Özellikleri Karşılaştırma Düzeylerini, Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu üzerinde doldurunuz.

süre (dak.): 25

Halı: Bu malzeme, yönlendirilmiş döşeme üzerine ile şekilde uygulanabilir.



teke bir panel üzerine yönlendirilmiş uygulamayı halinde.



Döşeme panelinin üzerine bölgesel olarak serilmesiyle.

* Diğer malzemeler teke bir panel üzerine yönlendirilmiş uygulamayı şekilde olacaktır.

Tasarım Problemi 2 için sürecin belgelenmesi

YETMSA 4. Adım

Süreçe dair bütün çizimlerin ve notların için bu kağıdı kullanabilirsiniz.

Malzeme Seçeneklerinin Malzeme Değerlerini, Malzeme Seçenekleri Karşılaştırma Tablosu üzerinden hesaplayınız.

süre (dak.): 5

Yaptığım incelemeler ve izlediğim yol sonucu, tüm girişleri analiz edip tasarımı kararım ile birleştirdim de kullanmak istediğim Malzemenin "baki" olduğu karar verdim. Ancak özelliği, bakiyle durumu ve süreç / dersleri görünüşü beni bu malzemeyi kullanmaya teşvik etti. Diğer malzemeler ile karıştırdım, halan bu konseptte daha uygun olacağını düşünüyorum. Bir önceki sayfada gösterdiğim üzere, bakiyi birinci tip olan, panel üzerinde tekil olarak kullanmayı düşünüyorum. Ulaştırılabilir durumu ön plana çıkarttığı için, konseptte bakiyi kalkan adına bu tercihi yaptım.

4+9, YETMSA öncesi süreç

Eksik tasarım kararları verilerle adımı takip edilmedi ve döşeme kaplama malzemesi tanımlanmış şekilde Katmanlaşma Modeli 2 oluşturulmuştur.

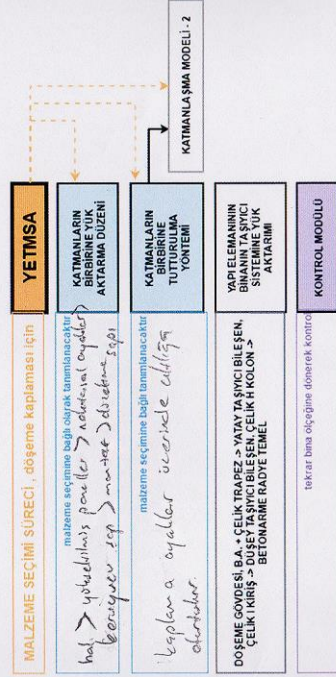
Süreçe dair bütün çizimlerin ve notların için bu kağıdı kullanabilirsiniz

süre (dak.): 8

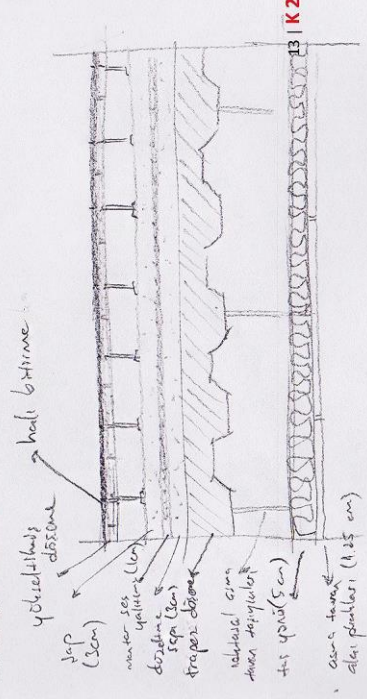
4 + 9

bina ölçeği + yapı elemanı ölçeği

TASARIM KARARLARI



Katmanlaşma Modeli 2:





ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Mine KOYAZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 29.09.1991 Ankara
E-posta : minekoyaz@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Yükseklisans** : 2016, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

MESLEKİ DENEYİM:

- 2014-2015 Eğitim-Öğretim Yılında İstanbul Bilgi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Malzemeleri ve Teknolojileri Dersine Yarı Zamanlı Öğretim Görevlisi olarak görev almıştır.
- Eylül 2015'ten itibaren, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev almaktadır.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR:

- Koyaz, M. Altun, M. C. 2014. Usability of a Material Selection Tool for Architecture Students as a Sub Process of Building Element Design. ICONARCH-II - International Congress of Architecture: 2014, Konya.
- Koyaz, M. Altun, M. C. 2015. Yapı Elemanları Tasarımında Kullanılabilecek Sistemik Malzeme Seçim Araçlarının Karşılaştırılması. 2. Ulusal Yapı Kongresi Ve Sergisi: 3-5 Haziran 2015, Ankara.
- Altun, M. C. Türkay, I. Koyaz, M. 2015. A Design Support Tool for Building Envelope's Typical Area Details. VII International Congress on Architectural Envelopes: May 27, 28, 29 2015, San Sebastian-Donostia, Spain.