



Yapı Elemanlarının Detay Tasarımı İçin Bir Tasarım-Karar Verme Modeli

A Design-Decision Making Model for Detail Design of Building Elements

Ömer Şükrü DENİZ

ÖZ

Bu çalışmada, yapı elemanı detay tasarımcılarının, tasarım etmenlerine göre sistemli biçimde tasarım alternatifleri oluşturmasına ve alternatifleri değerlendirerek en uygun çözümü belirlemesine yardımcı olacak bir tasarım-karar verme modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Modelin geliştirilmesinde, tasarıma sistem yaklaşımı açısından bakan çeşitli kuramcılar tarafından kabul edilen, genel tasarım-karar verme süreci evreleri (analiz-sentez-değerlendirme) yöntem olarak izlenmiştir. Analiz evresinde, daha önceki tasarım evrelerinden elde edilen ön bilgiler analiz edilerek, detay tasarımını etkileyebilecek tasarım etmenleri belirlenir. Sentez evresinde, tasarım etmenlerine ve aralarındaki ilişkilere göre alternatif detay tasarım çözümleri geliştirilmeye çalışılır. Böylece, yapı elemanının tasarım amaçlarını karşılayabilecek olası detay tasarım alternatifleri elde edilebilir. Değerlendirme evresinde, oluşturulan olası alternatifler, uygun bir değerlendirme yöntemi kullanılarak ve tasarım etmenlerine göre değerlendirilerek en uygun detay tasarım alternatifleri seçilir. Geliştirilen tasarım-karar verme modeli, detay tasarım alternatifi oluşturma evresinde tasarımcılara sezgisel gücünü ve yaratıcılığını kullanma olanağı tanıy ve hem alternatifleri oluşturma hem de değerlendirme sürecinde kararların anlaşılmasında ve denetlenmesinde kolaylık sağlar. Modelin otomatikleştirilmesi ve BIM sistemleriyle bütünleştirilmesi, işlem uzunluğunu ve zaman kaybını ortadan kaldırarak, modelin daha etkin kullanımına olanak sağlayacaktır.

Anahtar sözcükler: Detay tasarımı; karar verme; mimari detaylandırma; yapı elemanı; yapı elemanı tasarımı.

ABSTRACT

In this study, it is aimed to develop a design-decision making model which helps the building element detail designers to create design alternatives according to the design factors and determine the most appropriate solution by evaluating the alternatives. In the development of the model, the general design-decision-making process phases (analysis-synthesis-evaluation) adopted by various theorists looking at design in terms of system approach were followed as a method. In the analysis phase, the preliminary information obtained from the previous design phases is analyzed and design factors that can affect the detail design are determined. In the synthesis phase, alternative detail design solutions are developed according to the design factors and the relations between them. Thus, feasible detail design alternatives that can meet the design objectives of the building element can be obtained. In the evaluation phase, by using an appropriate evaluation method, feasible alternatives are evaluated according to design factors and the most suitable detail design alternatives are selected. The developed design-decision-making model allows designers to use his intuitive power and creativity during the creation of a detail design alternative and simplifies the understanding and control of decisions both in the creation of alternatives and in the evaluation process. Automating the model and integrating it with BIM systems will eliminate the process length and time loss, enabling more efficient use of the model.

Keywords: Detail design; decision making; architectural detailing; building element, building element design.

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İstanbul

Başvuru tarihi: 18 Kasım 2018 - Kabul tarihi: 03 Ekim 2019

İletişim: Ömer Şükrü DENİZ. e-posta: omersdeniz@gmail.com

© 2019 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2019 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Mimari tasarım sürecine proje üretimi ve yönetimi açısından yaklaşan birçok akademik ve profesyonel literatürde, bu süreçte izlenebilecek çeşitli evreler ileri sürülmüştür.¹ Mimari tasarım süreci evreleri, ortak özellikleri açısından genelleştirilirse, Ön Tasarım (Concept Design, Schematic Design), Kesin Tasarım (Design Development) ve Detaylı Tasarım (Technical Design, Construction Documents) olmak üzere üç ana evrede toplanabilir. Bu evreler incelendiğinde, genel olarak, bina bütününe ilişkin kararların ön tasarım veya kesin tasarım evrelerinde, yapı elemanlarına ilişkin kararların kesin tasarım ve detaylı tasarım evrelerinde, yapı bileşenlerine ve malzemelerine ilişkin kararların ise detaylı tasarım evresinde verildiği görülmektedir.²

Ön tasarım ve kesin tasarım evrelerinde verilen kararlar ile yapım (uygulama) kararları arasında doğru bağlantı kurulabilmesi için, detaylı tasarıma gereksinim vardır. Mimari tasarım sürecinin detaylı tasarım evresinde, uygulama projesi ve detay projesi (Sistem ve montaj detayları, imalat detayları vb. detay tasarımları) çalışmaları yapılır. Detay projesi kapsamında hazırlanan detay tasarımları ön tasarım ve kesin tasarım evrelerinde belirlenen tasarım verileri ve uygulama projesi kararları dikkate alınarak, binayı oluşturan yapı elemanları, bileşenleri ve malzemeleri düzeyinde oluşturulan ve birbirleri ile bütünleşik, uygulamaya yönelik en açıklayıcı bilgi, belge ve çözümlerdir.

Artan ve çeşitlenen gereksinimler, beklentiler, beğeniler ve ürün teknolojileri, yapı elemanları, bileşenleri ve malzemeleri kapsamında kararların verildiği mimari detay tasarımlarının karmaşık bir sürece dönüşmesine yol açmaktadır. Çok fazla etmenin etkili olduğu bu tasarım sürecinde, birçok bilginin koordinasyonu, bu bilgilere göre alternatif çözümlerin oluşturulması ve rasyonel bir çözümün seçimi, sistemli tasarım ve karar verme yaklaşımını gerektirmektedir. Sistemli tasarım yaklaşımları, problem durumunun ve ilişkilerinin ortaya konmasına, tasarlayıcının düşünme olgusunu dışsallaştırmasına, bilginin incelenmesine, toplanmasına, işlenmesine ve depolanmasına olanak sağlayarak tasarımı açıklanabilir ve denetlenebilir bir sürece dönüştürür.³

İyi tanımlanmamış problemler içeren mimari tasarım sürecinde, tasarımcılar, çoğunlukla iyi tanımlanmış problemlere cevap veren sistemli tasarım yöntemleri yerine sezgisel ve deneyime dayanan yaklaşımları tercih etmektedir.⁴ Sezgisel beceri, deneyim ve yaratıcılık detay tasarımında önemlidir. Ancak çok fazla etmen ile ilişkili olarak

karmaşıklaşan detay tasarım sürecinin sadece tasarımcının deneyimi, yeteneği ve bilgi düzeyine bağlı sezgileriyle gerçekleştirilmesi ve böylece uygun çözümler üretilmesi olanaksızlaşmıştır. Sistemli olmayan tasarım yaklaşımlarında tüm gereksinimler ve olanaklar gözü kapalı biçimde sürece sokulacağı için süreç karmaşıklaşacak, belirsizleşecek, denetim dışına çıkacak ve kararlarda rastlantı faktörü ağırlık kazanacaktır. Bu nedenle detay tasarım sürecinde sistemli kararların alındığı, bilimsel analizlerin ve değerlendirmelerin yapıldığı, BIM araçlarının ve stratejilerinin kullanıldığı, denetlenebilir bir tasarım süreci izleyen yaklaşımlara gereksinim duyulmaktadır. Ancak, geliştirilen birçok sistemli tasarım yaklaşımı, yaratıcı süreci öteleyerek rasyonel süreci geniş tutmakta, sezgisel düşünceye olanak sağlamamakta ve uygulanmasında çok fazla işlem ve zaman gerektirmektedir. Bu nedenle araştırmacılar sistemli bir yöntem kapsamında sezgisel ve yaratıcı düşüncenin tasarım sürecinde yer bulmasının daha etkin sonuçlar ortaya koyabileceğini ileri sürmektedir.⁵

Yapılan literatür araştırmasında; detay tasarımı ile ilgili yayınlardan bazılarında detay tasarım etmenlerinin ortaya konması,⁶ bazılarında alternatif üretimi,⁷ bazılarında ise mevcut alternatiflerin değerlendirilmesi ve seçimi⁸ gibi detay tasarım sürecinin ara adımlarına ağırlık verildiği belirlenmiştir. Bu çalışmalarda genellikle, mimari ön tasarım kararlarından yola çıkarak detay tasarım sürecini açıklamak yerine, çoğunlukla bağımsız ve bağlamsız yapı elemanlarının detay tasarımları üzerinde durulduğu görülmüştür. Bu nedenle, mimari ön tasarım süreçleriyle bağlantı kuran, bu bağlantıyla belirlenen detay tasarım etmenlerini detay tasarımında dikkate alan, bu etmenlere göre detay tasarım alternatifleri oluşturmak için yol gösteren ve oluşturulan alternatiflerin etkin biçimde değerlendirmesine ve seçimine olanak sağlayan kapsamlı bir detay tasarım sürecine gereksinim olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada, detay tasarımcılarının detay tasarım etmenlerine göre sezgisel düşünce ve yaratıcılık becerilerini de kullanarak detay tasarım alternatifleri oluşturabilmelerine ve bu alternatifleri nesnel biçimde değerlendirerek en uygun çözüme ulaşma olanağı bulabilmelerine yardımcı olacak bir tasarım-karar verme modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamı, yapı elemanlarının detay tasarım süreci ile sınırlandırılmıştır. Yapı elemanlarının en uygun detay tasarımları belirlendikten sonra, alınan kararlara uygun biçimde, elemanların birleşim noktalarının detay tasarımları gerçekleştirilebilir. Bu nedenle bu çalışmada, birleşim nok-

¹ Gray ve Hughes, 2001; CSI, 2004; <http://www.mimarist.org/include/uploads/2015/11/mimarlik-hizmetleri-sartnamesi-en-az-bedel-tarifesi.pdf>; Sinclair, 2014.

³ Bayazit, 1994, s. 64-68.

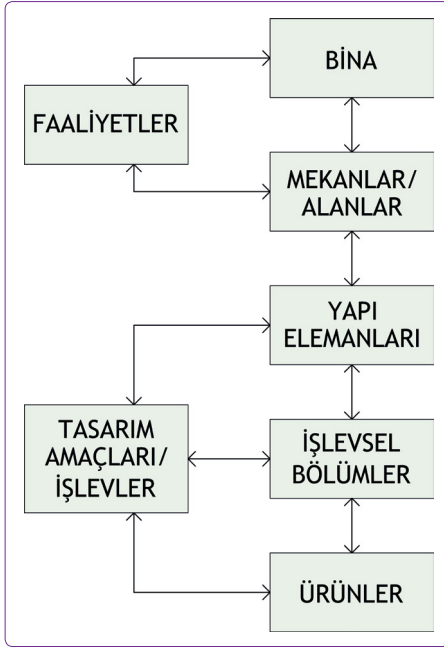
² CSI, 2004; <http://www.mimarist.org/include/uploads/2015/11/mimarlik-hizmetleri-sartnamesi-en-az-bedel-tarifesi.pdf>; Edis, 2007, s. 1-3.

⁵ Edis, 2007, s. 14-15.

⁶ Mackinder, 1980; Balanlı, 1997; Rich ve Dean, 1999; Toydemir vd. 2004; Allen ve Rand, 2016; CSI, 2018.

⁷ Radford ve Mitchell, 1986; Wakita ve Linde, 1999; Aygün vd., 1999; Emmitt vd., 2004; Allen ve Rand, 2016; Altun vd., 2015.

⁸ Mattar vd., 1978; Radford ve Gero, 1988; Nassar vd., 2003; Alibaba ve Özdeniz, 2004; Zavadskas vd., 2008; Deniz ve Ekinci, 2016.



Şekil 1. Yapı elemanlarının yapı sistemi içindeki konumu ve ilişkileri.

olarak kabul edilmiş ve çalışma kapsamında bırakılmıştır.

Yapı Elemanlarının Yapı Sistemi İçindeki Konumu

Detay tasarımı, yapı elemanları konusunda en kapsamlı ve açıklayıcı kararların verildiği bir süreçtir. Doğru ve etkin detay tasarım kararlarının verilebilmesi için, yapı elemanlarının yapı sistemi içindeki konumunu, özelliklerini ve ilişkilerini tanımlayan ve açıklayan sistemli bilgilere gereksinim duyulur. Bu nedenle, geliştirilecek bir detay tasarımı modelinde, yapıya yönelik bilgi kullanımını sistemleştirmeyi ve kolaylaştırmayı amaçlayan yapı sınıflandırma sistemlerinden yararlanılması önem kazanır.

OmniClass ve Uniclass-2015, yapı sistemi kapsamındaki bilgileri güncel biçimde tanımlayan ve açıklayan, birçok ülkenin inşaat sektöründe kabul görmüş ve BIM Tasarım Modellerinde de kullanılmakta olan iki önemli yapı sınıflandırma sistemidir.⁹ Birbirine benzer özellikler gösteren bu iki sınıflandırma sistemi esas alınarak yapılacak tanımlamalara göre, köprüler, tüneller vb. çeşitli varlıklar (Entities) yapı olarak adlandırılabilir. Bina/mimari yapı çeşitli faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için mekânlar ve alanlar (spaces/locations) sağlar. Binalar, belirli bir mekâna/alana yönelik belirli işlevleri üstlenen çeşitli yapı elemanlarının (Elements) bir araya getirilmesiyle elde edilir.¹⁰ Yapı elemanı ise, ilgili olduğu binaya ve alana/mekâna göre değişebilen belirli tasarım amaçlarını ve işlevleri karşılayacak biçimde bir araya

getirilen çeşitli işlevsel bölümlerden (Functional Segments) oluşur. İşlevsel bölümlerde, tasarım amaçlarına ve belirli kurallara göre çeşitli ürünler (systems/products) kullanılır. Bir yapı elemanının işlevsel bölümlerinde yer alan ürünler, bireysel malzemelerden/bileşenlerden veya malzemeler/bileşenler grubundan oluşur (Şekil 1). Böyle bir sınıflandırma yaklaşımı, yapı elemanlarının ve elemanları oluşturan parçaların yapı sistemi içindeki konumunu, özelliklerini, işlevlerini ve diğer alt-üst parçalarla ilişkilerini sistemli biçimde tanımlanabilir ve açıklanabilir kıldığı için, detay tasarımında doğru ve etkin karar vermeyi kolaylaştırabilir.

Detay Tasarımında Karar Verme Süreci

Birçok tasarım kuramcısının dikkate aldığı ve üzerinde çalıştığı sistemli tasarım-karar verme süreci evreleri, genel olarak şu başlıkları altında özetlenebilir: Analiz, Sentez, Değerlendirme.¹¹ Genel kabul gören bu evrelere bağlı olarak, yapı elemanlarının detay tasarımı için bir tasarım-karar verme süreci oluşturmak olasıdır. Bu çalışmada önerilen detay tasarımı modelinin geliştirilmesinde yöntem olarak genel tasarım-karar verme süreci evreleri izlenmiştir:

- Tasarım bilgilerinin oluşturulması (Analiz).
- Yapı elemanının detay tasarım alternatiflerinin oluşturulması (Sentez).
- Yapı elemanının en uygun detay tasarım alternatifinin belirlenmesi (Değerlendirme).

Tasarım-karar verme sürecinin ilk evresinde, daha önceki tasarım evrelerinde verilen kararlardan yararlanılarak, yapı elemanlarının detay tasarımları doğrultusunda uygun çözümler oluşturabilmek ve doğru kararlar verebilmek için gerekli ön bilgiler elde edilir, bu bilgilerin analizi sonucunda, mevcut koşulları, olanakları ve gereksinimleri ifade eden tasarım bilgileri belirlenir. Yapı elemanlarına ilişkin hangi problemlerin, hangi koşullarda çözülmesi gerektiğinin araştırıldığı bu evrede elde edilen bilgiler, detay tasarımını etkileyebilecek, yönlendirebilecek ve belirleyebilecek, "detay tasarım etmenleri" başlığı altında toplanabilir.

Sürecin sentez evresi, yapı elemanlarının detay tasarım etmenleri arasındaki ilişkilere göre alternatif detay tasarım çözümleri geliştirme çalışmalarını içerir. Böylece, yapı elemanlarının tasarım amaçlarını karşılayabilecek detay tasarım alternatifleri oluşturulur. Bu evrede detay tasarım sürecinin bilgi birikimi, deneyimi, sezgisel düşünme kapasitesi ve yaratıcılık gücü önem kazanır. Yapı elemanları için alternatif detay tasarım çözümleri, hazır alternatiflerin kullanılmasıyla veya hazır alternatiflerin yeniden düzenlenmesiyle elde edilebileceği gibi, çeşitli malzeme/bileşen teknolojilerinin yeni ve özgün biçimlerde bir araya getirilmesiyle ve bütünleştirilmesiyle de oluşturulabilir.

⁹ Afsari ve Eastman, 2016; Sands, 2017; Saleeb vd., 2018.

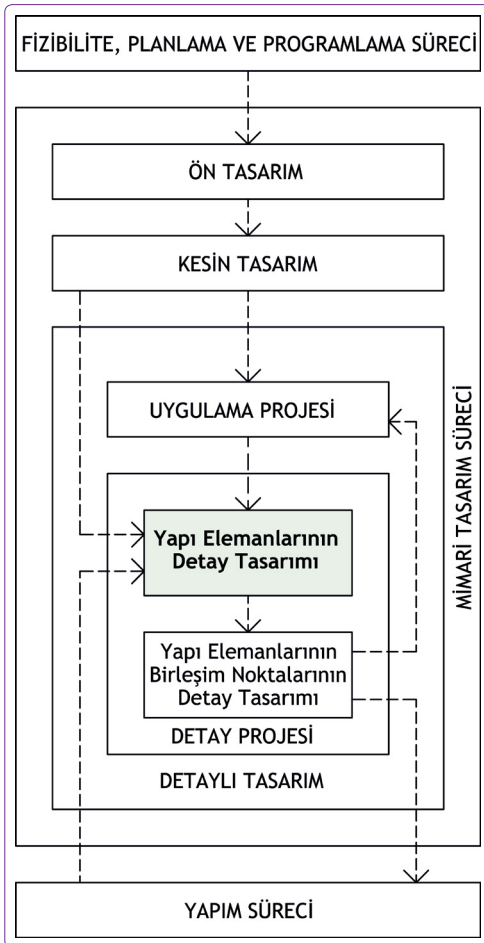
¹⁰ <http://www.omniclass.org/>; Sands, 2017; <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification/>.

¹¹ Radford ve Gero, 1988; Bayazit, 1994; Cross, 2008.

Değerlendirme evresi, yapı elemanları için oluşturulan detay tasarım alternatiflerinin değerlendirilerek en uygun alternatif çözümün seçilmesi çalışmalarını içerir. Değerlendirmenin sonucunu, alternatif çözümlerin detay tasarım etmenlerine uygunluk dereceleri belirler. Değerlendirme ve seçim konusunda çeşitli bilim dallarında çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Tasarım-karar verme sürecinin yapısına ve tasarım amacına uygun bir değerlendirme yöntemi kullanılarak, alternatif çözümler arasından tasarım amaçlarını en iyi karşılayan detay tasarım alternatifi belirlenebilir.

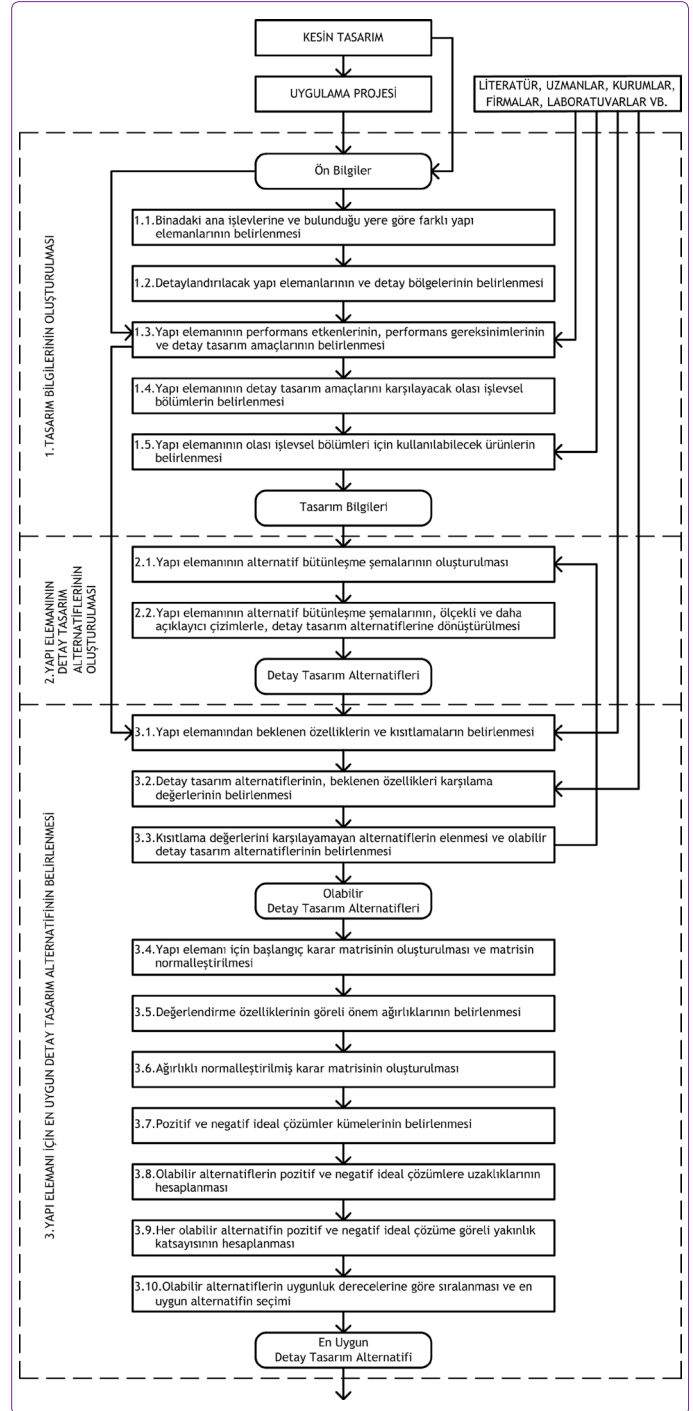
Yapı Elemanlarının Detay Tasarımı İçin Önerilen Model

Bu çalışmada önerilen, yapı elemanlarının detay tasarımı modeli, mimari tasarım sürecinin detaylı tasarım evresinde yer alan bir alt süreç konumundadır. Kesin tasarım ve uygulama projesi için verilmiş olan kararlar ve oluşturulan bilgi, bu sürecin girdileridir (ön bilgileridir). Süreç sonunda belirlenen en uygun yapı elemanı detay tasarım alternatifleri, daha sonra yapı elemanlarının birleşim noktası detay tasarımlarında kullanılmak üzere, sürecin çıktısını oluşturur (Şekil 2).



Şekil 2. Önerilen, yapı elemanlarının detay tasarımı modelinin mimari tasarım süreci içindeki yeri.

Önerilen model 3 evreden ve her evre çeşitli adımlardan oluşmaktadır. Birbirleriyle ilişkili karar dizilerinin adım adım izlendiği bir süreç içeren modelde, başlangıçtaki ön bilgilerin yanı sıra, ara adımlarda da bilgi giriş olanağı sağlanmaktadır. Tasarım süreci içinde oluşturulan detay tasarım alternatiflerinden yetersiz veya hatalı olanları, geri döngülerle yeniden ele alınabilmekte ve geliştirilebilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Önerilen, "Yapı Elemanlarının Detay Tasarımı Modeli".

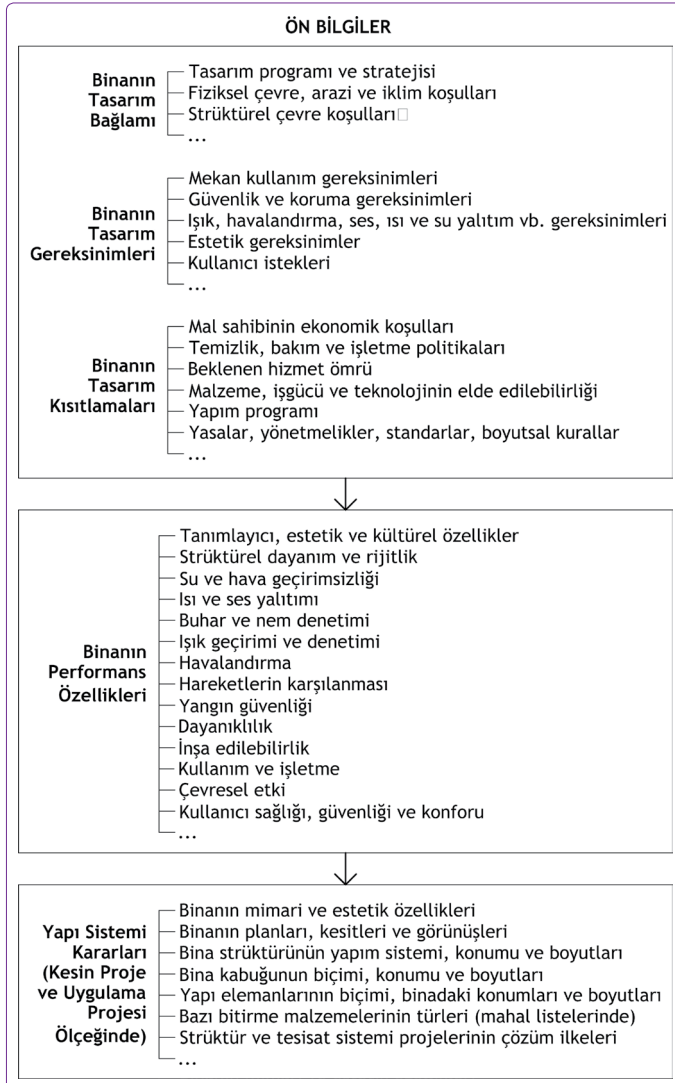
EVRE 1: Tasarım Bilgilerinin Oluşturulması

Bu evrede, detay tasarım çözümleri üretebilmek için gerekli olan tasarım bilgileri oluşturulur. Bu evreye, detay tasarım sürecinden önce belirlenmiş olan ön bilgilerin (kesin tasarım ve uygulama projesi için verilmiş kararların) elde edilmesiyle başlanır (Şekil 4).

Ön bilgilerden yararlanılarak, yapı elemanlarının detay tasarım alternatiflerini oluşturma sürecinde etkili (yönlendirici) olan detay tasarım etmenleri belirlenir. Detay tasarım etmenleri; yapı elemanının performans etkenleri, yapı elemanının performans gereksinimleri, yapı elemanının detay tasarım amaçları, yapı elemanının olası işlevsel bölümleri ve olası işlevsel bölümleri için ürünler başlıkları altında toplanabilir.

Adım 1.1: Binadaki ana işlevlerine ve bulunduğu yere göre farklı yapı elemanlarının belirlenmesi

Yapı elemanları binada buldukları yere ve ana işlev-



Şekil 4. Detay tasarım sürecinin önceki evrelerinden elde edilebilecek ön bilgiler.

lerine (görevlerine) göre farklı detay tasarım etmenleriyle karşılaşır ve farklı özellikler içerir. Bu nedenle, detaylandırılacak yapı elemanlarının öncelikle buldukları yerlerine ve işlevlerine göre sınıflandırılarak ele alınması gerekir (Tablo 1).¹² Böylece detaylandırma gereksinimi olan her farklı yapı elemanının, ilgili ön bilgilerinin ve detay tasarım etmenlerinin belirlenmesi ve analizi kolaylaştırılmış olur.

Adım 1.2: Detaylandırılacak yapı elemanlarının ve detay bölgelerinin belirlenmesi

Yapı sistemini oluşturan her farklı yapı elemanının detay tasarımının çizilmesi gerekmez. Eğer kesin tasarım veya uygulama projesi tasarımlarında bir yapı elemanı için yeterince açıklayıcı bilgiler varsa ve daha detaylı kararlara gereksinim duyulmuyorsa, bu yapı elemanının detay tasarımı çizilmeyebilir. Detay tasarımcısı, yapı elemanlarının yapım sürecini ve sergileyecekleri performans özelliklerini detaylı ve anlaşılır biçimde açıklayabilmek için neyin gerekli olabileceğini dikkate alarak, detaylandırılacak yapı elemanlarının türünü ve detay bölgesini belirleyebilir. Ayrıca yapımcı, yapım evresinde gerek duyduğunda ilave detay tasarımları da isteyebilir. Bir yapı elemanı için detay tasarımı gerekiyorsa, bu elemanın bina içindeki yeri ve ana işlevi açık biçimde tanımlanarak belirlenmelidir.

Adım 1.3: Yapı elemanının performans etkenlerinin, performans gereksinimlerinin ve detay tasarım amaçlarının belirlenmesi

Bir binada yer alan bir yapı elemanının performansı, çevre koşullarından, binanın katılımcılarından, bina üretim ve kullanım sürecinden kaynaklanan çeşitli etkenler altında, elemanın kendi özelliklerine bağlı olarak gösterdiği davranıştır. Yapı elemanından istenen/beklenen performansı sergileyecek bir detay tasarlayabilmek için, öncelikle elemanın performansını etkileyen etkenlerin bilinmesi gerekir. Performans etkenleri kesin tasarım ve uygulama projesi kararlarından elde edilen ön bilgilerden yararlanılarak belirlenebilir.

Performans etkenleri karşısında yapı elemanının yerine getirmesi istenen/beklenen davranışlar, performans gereksinimleri olarak ifade edilebilir. Performans gereksinimleri, ön bilgiler kapsamında performans etkenleri ile ilişkilendirilerek ve eleman performans analizleri yapılarak belirlenebilir.

Performans gereksinimleri, yapı elemanlarının detay tasarımında ulaşılmak istenen amaçlara yöneliktir. Performans gereksinimleriyle ilişkili olarak tanımlanabilen detay tasarım amaçları, detay tasarımı aracılığıyla ulaşılmak istenen durumları, koşulları veya sonuçları (performans gereksinimlerine uygun) ifade eder.

¹² Akçalı, 1983; Rich ve Dean, 1999; Toydemir vd., 2004; ISO, 2015; CSI, 2016; <http://www.omniclass.org/>; <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification/>.

Tablo 1. Binadaki ana işlevlerine ve bulunduğu yere göre sınıflandırılmış yapı elemanları (Tesisat elemanları bu çalışma kapsamı dışında tutulmuştur), bu elemanların üstlenebileceği ana işlevler ve bu işlevleri karşılayabilecek olası işlevsel bölümler

YAPI ELEMANLARI		YAPI ELEMANLARININ ANA (GENEL) İŞLEVLERİ	YAPI ELEMANLARININ OLASI İŞLEVSEL BÖLÜMLERİ
Toprak Üstü Taşıyıcı	Taşıyıcı Duvar, Taşıyıcı Plak, Taşıyıcı Perde, Kolon/Dikme, Kiriş, Payanda, Gergi, Taşıyıcı Kabuk, Uzay Kafes,...	<ul style="list-style-type: none"> - Binayı etkileyen düşey sabit ve hareketli yükleri taşımak. - Binayı etkileyen yatay (deprem, rüzgar vb.) yükleri taşımak. - Binaya rijitlik ve stabilite sağlamak. - İkincil taşıyıcıların (diğer yapı elemanlarının taşıyıcı bileşenlerinin) taşınması için zemin oluşturmak. - Belirli durumlarda dış kabuk veya iç bölme görevi yapmak. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Dış Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, İç Kaplama, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.
Toprak Altı Taşıyıcı	Sömel, Radye Plak, Temel Duvarı, Temel Kazığı, Temel Kirişi,...	<ul style="list-style-type: none"> - Toprak üstü taşıyıcılarından gelen yükleri güvenli biçimde doğal zemine iletmek. - İkincil taşıyıcıların (diğer yapı elemanlarının taşıyıcı bileşenlerinin) taşınması için zemin oluşturmak. - Belirli durumlarda dış kabuk veya iç bölme görevi yapmak. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Dış Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Taşıyıcı Altlığı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, İç Kaplama, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.
Dış Duvar	Dış Hacim İle İç Hacmi Ayıran Zemin Üstü Dış Duvar, İki Dış Hacmi Ayıran Zemin Üstü Dış Duvar, Dış Hacim İle İç Hacmi Ayıran Zeminle Sınırlı Dış Duvar, İki Dış Hacmi Ayıran Zeminle Sınırlı Dış Duvar,...	<ul style="list-style-type: none"> - Bir dış hacmi düşey doğrultuda bölerek çevrelemek. - Dış ve iç hacimler arasında hava, toz, buhar, su, ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - Bina cephesinin ve iç hacmin mimari karakterini belirlemek. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Dış Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, İç Kaplama, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.
Dış Döşeme	Üstü Isıtılan İç Hacim Olan Zemine Oturan Döşeme, Üstü Isıtılmayan İç Hacim Olan Zemine Oturan Döşeme, Üstü Dış Hacim Olan Zemine Oturan Dış Döşeme, Üstü Isıtılan İç Hacim Altı Dış Hacim Olan Döşeme, Üstü Isıtılmayan İç Hacim ve Altı Dış Hacim Olan Döşeme, Üstü ve Altı Dış Hacim Olan Döşeme,...	<ul style="list-style-type: none"> - Bir dış hacmi yatay doğrultuda bölerek çevrelemek. - Dış ve iç hacimler arasında hava, toz, buhar, su, ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - Üzerinde güvenli ve konforlu yürüme olanağı sağlamak. - İç ve dış hacimlerin mimari karakterini belirlemek. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Üst Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Taşıyıcı Altlığı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, Alt Kaplama, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.
Düz Çatı	Altı Isıtılan İç Hacim Olan Üzerinde Yürünen Düz Çatı, Altı Isıtılmayan İç Hacim Olan Üzerinde Yürünen Düz Çatı, Altı Isıtılan İç Hacim Olan Üzerinde Yürünmeyen Düz Çatı, Altı Isıtılmayan İç Hacim Olan Üzerinde Yürünmeyen Düz Çatı, Altı ve Üstü Dış Hacim Olan Üzerinde Yürünen Düz Çatı, Altı ve Üstü Dış Hacim Olan Üzerinde Yürünmeyen Düz Çatı,...	<ul style="list-style-type: none"> - Bir dış hacmi yatay doğrultuda bölerek çevrelemek. - Dış ve iç hacimler arasında hava, toz, buhar, su, ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - Belirli durumlarda üzerinde güvenli ve konforlu yürüme olanağı sağlamak. - İç ve dış hacimlerin mimari karakterini belirlemek. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Üst Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, Alt Kaplama, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.

Tablo 1. Binadaki ana işlevlerine ve bulunduğu yere göre sınıflandırılmış yapı elemanları (Tesisat elemanları bu çalışma kapsamı dışında tutulmuştur), bu elemanların üstlenebileceği ana işlevler ve bu işlevleri karşılayabilecek olası işlevsel bölümler (*devamı*)

YAPI ELEMANLARI		YAPI ELEMANLARININ ANA (GENEL) İŞLEVLERİ	YAPI ELEMANLARININ OLASI İŞLEVSEL BÖLÜMLERİ
Eğik Çatı	Altı Isıtılan İç Hacim Olan Eğik Çatı, Altı Isıtılmayan İç Hacim Olan Eğik Çatı, Altı ve Üstü Dış Hacim Olan Eğik Çatı,...	<ul style="list-style-type: none"> - Bir dış hacmi eğik doğrultuda bölerek çevrelemek. - Dış ve iç hacimler arasında hava, toz, buhar, su, ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - Bina cephesinin ve iç hacmin mimari karakterini belirlemek. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Üst Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, Alt Kaplama, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.
Pencere	Dış Duvar İçinde Pencere, Döşeme İle Tavan Arasında Pencere, Bina Cephesini Örtün Pencere, Çatı İçinde Pencere,...	<ul style="list-style-type: none"> - Bir dış hacmi bölerek çevrelemek. - Dış ve iç hacimler arasında hava, toz, buhar, su, ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - Bina cephesinin ve iç hacmin mimari karakterini belirlemek. - Dış ve iç hacimler arasında ışık geçişini kontrol etmek. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Taşıyıcı Sabit Çerçeve (Kasa), Taşıyıcı Sabit Çerçeve Tamamlayıcısı, Taşıyıcı Hareketli Çerçeve (Kanat), Taşıyıcı Hareketli Çerçeve Tamamlayıcısı, Yalıtımlı Cam Levha, Yalıtımlı Cam Levha Tamamlayıcısı, Derz Dolgusu.
Dış Kapı	Dış Duvar İçinde Dış Kapı, Karma Dış Doğrama İçinde Dış Kapı, İki Dış Hacmi Ayıran Dış Kapı,...	<ul style="list-style-type: none"> - Bir dış hacmi düşey doğrultuda bölerek çevrelemek. - Dış ve iç hacimler arasında hava, toz, buhar, su, ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - Bina cephesinin ve iç hacmin mimari karakterini belirlemek. - Dış ve iç hacimler arasında insan, eşya vb. geçişine olanak sağlamak. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Taşıyıcı Sabit Çerçeve (Kasa), Taşıyıcı Sabit Çerçeve Tamamlayıcısı, Taşıyıcı Hareketli Çerçeve (Kanat), Taşıyıcı Hareketli Çerçeve Tamamlayıcısı, Çerçeve Örtüsü, Çerçeve Örtüsü Tamamlayıcısı, Isı/Ses Yalıtımı, Derz Dolgusu.
İç Döşeme	Üstü ve Altı Isıtılan İç Hacim Olan Döşeme, Üstü Isıtılan ve Altı Isıtılmayan İç Hacim Olan Döşeme, Altı Isıtılan ve Üstü Isıtılmayan İç Hacim Olan Döşeme, Üstü Isıtılan Islak İç Hacim Altı Isıtılan İç Hacim Olan Döşeme, Üstü Isıtılan Islak İç Hacim Altı Isıtılmayan İç Hacim Olan Döşeme, Üstü Isıtılmayan Islak İç Hacim Altı Isıtılmayan İç Hacim Olan Döşeme,...	<ul style="list-style-type: none"> - İki iç hacmi yatay doğrultuda bölerek çevrelemek. - İki iç hacim arasında su, ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - Üzerinde güvenli ve konforlu yürüme olanağı sağlamak. - İç hacmin mimari karakterini belirlemek. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Üst Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, Alt Kaplama, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.
İç Duvar	Aynı Birime Ait İç Hacimleri Ayıran İç Duvar, Farklı Birimlere Ait İki İç Hacmi Ayıran Ortak İç Duvar, Yangın Tehlikesi Olan İç Hacimleri Ayıran Yangın Duvarı,...	<ul style="list-style-type: none"> - İki iç hacmi düşey doğrultuda bölerek çevrelemek. - İki iç hacim arasında ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - İç hacmin mimari karakterini belirlemek. - İç hacimde belirli derecede yangın bariyeri oluşturmak. - Dayanıklılık, yapılabilir, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	İç Kaplama, Kaplama Altlığı, Taşıyıcı, Su Yalıtımı, Isı Yalıtımı, Ses Yalıtımı, Buhar Kesici, Yalıtım Altlığı, Koruyucu, Derz Dolgusu, Tamamlayıcı.

Tablo 1. Binadaki ana işlevlerine ve bulunduğu yere göre sınıflandırılmış yapı elemanları (Tesisat elemanları bu çalışma kapsamı dışında tutulmuştur), bu elemanların üstlenebileceği ana işlevler ve bu işlevleri karşılayabilecek olası işlevsel bölümler (devamı)

YAPI ELEMANLARI		YAPI ELEMANLARININ ANA (GENEL) İŞLEVLERİ	YAPI ELEMANLARININ OLASI İŞLEVSEL BÖLÜMLERİ
İç Kapı	İç Duvar İçinde İç Kapı, Karma İç Doğrama İçinde İç Kapı,...	<ul style="list-style-type: none"> - İki iç hacmi düşey doğrultuda bölerek çevrelemek. - İki iç hacim arasında ısı, ses vb. akışını kontrol etmek. - İç hacmin mimari karakterini belirlemek. - İki iç hacim arasında insan, eşya vb. geçişine olanak sağlamak. - Dayanıklılık, yapılabılır, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Taşıyıcı Sabit Çerçeve (Kasa), Taşıyıcı Sabit Çerçeve Tamamlayıcısı, Taşıyıcı Hareketli Çerçeve (Kanat), Taşıyıcı Hareketli Çerçeve Tamamlayıcısı, Çerçeve Örtüsü, Çerçeve Örtüsü Tamamlayıcısı, Isı/Ses Yalıtımı, Derz Dolgusu.
Merdiven/Rampa	Zemine Oturan İç Merdiven/Rampa, Açıklık Geçen İç Merdiven/Rampa, Zemine Oturan İç Merdiven/Rampa, Açıklık Geçen İç Merdiven/Rampa,...	<ul style="list-style-type: none"> - Bir düzeyden farklı bir düzeye ulaşım olanağı sağlamak. - Bir düzeyden farklı bir düzeye eşya, araç, mobilya vb. taşıma olanağı sağlamak. - Ulaşım için sağlıklı, güvenli ve konforlu alanlar ve yüzeyler oluşturmak. - Mimari temaya uygun estetik oluşturmak. - Dayanıklılık, yapılabılır, işletilebilir, ekolojik, ekonomik, sağlıklı, güvenli ve kararlı olmak. 	Üst Kaplama, Kaplama Altlığı, Merdiven/Rampa Taşıyıcısı, Taşıyıcı Altlığı, Alt Kaplama, Korkuluk Taşıyıcısı, Korkuluk Örtüsü, Korkuluk Tamamlayıcısı, Derz Dolgusu, Küpeşte
Mobilya	Mutfak Tezgahı, Mutfak Dolabı, Yatak, Gardirop, Masa, Koltuk,...	<ul style="list-style-type: none"> - Belirli kullanım koşullarına ve aktivitelerin gerçekleştirilmesine olanak sağlamak için depolama ve kullanım araçları oluşturmak. 	

Detaylandırılacak yapı elemanının performans etkenlerini, performans gereksinimlerini ve detay tasarım amaçlarını tanımlamak için, bu doğrultuda bir tablo hazırlanabilir (Tablo 2).¹³ Bu tablonun hazırlanmasında ön bilgilerin yanı sıra ilgili literatürden, uzmanlardan, kurumlardan, firmalardan, laboratuvarlarından vb. yararlanılabilir.

Adım 1.4: Yapı elemanının detay tasarım amaçlarını karşılayacak olası işlevsel bölümlerin belirlenmesi

İşlevsel bölümler, yapı elemanının bütünsel performansına yönelik belirli işlevleri karşılayabilen yapı elemanı bölümleridir. Bu adımda önce, türüne ve binada bulunduğu yere göre yapı elemanının üstlenebileceği işlevler, daha sonra, bu işlevleri karşılayabilmesi için yapı elemanında bulunması gereken olası bölümler belirlenir (Tablo 1).¹⁴

Yapı elemanlarını oluşturan işlevsel bölümler genel olarak şöyle tanımlanabilir:

- Taşıyıcı Bölüm: Yapı elemanını oluşturan diğer işlevsel bölümleri taşır.
- Kaplama Bölümü: Yapı elemanının yüzeyini amaca uygun biçimde bitirir.

- Altlık Bölümü: İlişkili olduğu işlevsel bölümler için (üst kaplama, ısı yalıtımı, taşıyıcı vb.) taşınma, düzey, mesafe ve eğim ayarı, tespit sağlama vb. gereksinimleri karşılar.
- Tamamlayıcı Bölüm: İlişkili olduğu işlevsel bölümlerin yetersiz kalan taşıma, kaplama, koruma, yalıtım vb. işlevlerini tamamlar.
- Yalıtım Bölümü: Yapı elemanında gereksinim duyulan yalıtımı (ısı, su, ses, buhar vb.) sağlar.
- Koruyucu Bölüm: İlişkili olduğu, kolay etkilenebilecek işlevsel bölümlerin (ısı yalıtımı, taşıyıcı vb.) yapım ve kullanım süreçlerinde dış etkenlere (darbe yükü, toprak basıncı, güneş ısı vb.) karşı korunmasını sağlar.
- Örtü Bölümü: Çerçeve bölümlerin oluşturduğu belirli bir açıklığın sabit biçimde kapatılmasını ve örtülmesini sağlar.
- Derz Dolgu Bölümü: İşlevsel bölümlerin birleşimlerinde ortaya çıkan aralıklardan hava, toz, buhar, su, ısı, ses vb. geçişini engeller.

Yapı elemanı kompozisyonunda yer alacak olası işlevsel bölümler, detay tasarım amaçları ile ilişkilendirilerek belirlenebilir. Bir işlevsel bölüm sadece bir tasarım amacını karşılayabileceği gibi, belirli bir tasarım amacı birden fazla

¹³ Mackinder, 1980; BSI, 1993; Balanlı, 1997; Rich ve Dean, 1999; Aygün vd., 1999; Emmitt, 2002; Toydemir vd. 2004; Allen ve Rand, 2016; ISO, 2016; CSI, 2018.
¹⁴ Aygün vd., 1999; Rich ve Dean, 1999; Toydemir vd., 2004; Deniz, 2011.

Tablo 2. Genel olarak yapı elemanlarının performans etkenleri, performans gereksinimleri ve detay tasarım amaçları

YAPI ELEMANLARININ PERFORMANS ETKENLERİ		YAPI ELEMANLARININ PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ VE DETAY TASARIM AMAÇLARI
TANIMLAYICI ETKENLER	Biçim Boyut Ağırlık Renk, doku ve desen ...	Yapı elemanı biçiminin mimari estetiğe ve kullanım işlevine uygun olması Yapı elemanı boyutlarının mimari estetiğe ve kullanım işlevine uygun olması Yapı elemanı hafif olması Yapı elemanının renk, doku ve deseninin mimari estetiğe uygun olması ...
YÜKLER	Sabit yükler Hareketli yükler Darbe yükü Rüzgâr yükleri Deprem yükleri Su basıncı Toprak basıncı Titreşim Sehim ...	Yapı elemanının, etkili olan sabit yükleri taşıması Yapı elemanının, etkili olan hareketli yükleri taşıması Yapı elemanının, etkili olan darbe yüklerini taşıması Yapı elemanının, etkili olan rüzgâr yüklerini taşıması Yapı elemanının, etkili olan deprem yüklerini taşıması Yapı elemanının, etkili olan su basıncı yüklerini taşıması Yapı elemanının, etkili olan toprak basıncı yüklerini taşıması Yapı elemanında olumsuz titreşim oluşumunun önlenmesi Yapı elemanında olumsuz sehim oluşumunun önlenmesi ...
SU	Basıncılı su Biriken su Hava hareketiyle itilen su Kapiler su Su emme ...	Basıncılı suyun yapı elemanından bina içine girmesinin engellenmesi Biriken suyun yapı elemanından bina içine girmesinin engellenmesi ve suyun uzaklaştırılması Hava hareketiyle itilen suyun yapı elemanından bina içine girmesinin engellenmesi Kapiler suyun yapı elemanından bina içine sızmasının engellenmesi Yapı elemanı olumsuz derecede su emmemesi ...
ISI	Isı kaçıışı Isı biriktirme Yüzey sıcaklığı ...	Yapı elemanında ısı kaçışının olmaması Yapı elemanının, bünyesinde yeterince ısı birikimi oluşturabilmesi Yapı elemanının yüzey sıcaklığının iç ortam sıcaklığı ile uyumlu olması ...
SU BUHARI	Yüzeyde yoğuşma Katmanlar arasında yoğuşma ...	Yapı elemanının yüzeyinde yoğuşma oluşmaması Yapı elemanının katmanları arasında yoğuşma oluşmaması ...
SES	Hava kaynaklı ses Darbe kaynaklı ses Mekân gürültüsü Ses/gürültü üretimi ...	Yapı elemanının hava kaynaklı sesi iletmemesi Yapı elemanının darbe kaynaklı sesi iletmemesi Yapı elemanının mekânda oluşan gürültüyü emmesi Yapı elemanının ses/gürültü üretmemesi ...
IŞIK	Gün ışığı Güneş ışığı yansımaları Güneş ışığı emilimi İçten dışarıyı görüş Dıştan içeriği görüş ...	Yapı elemanının, gün ışığının bina içine yeterince girmesine olanak tanınması Yapı elemanının, güneş ışığının yeterince yansıtılmasına olanak tanınması Yapı elemanının, güneş ışığının yeterince emilmesine olanak tanınması Yapı elemanının, içten dışarının yeterince görünmesine olanak tanınması Yapı elemanının, dıştan içeriğin görünmesini yeterince engellemesi ...
HAVA	Hava sızıntısı Temiz hava girişi Havalandırma ...	Yapı elemanının hava sızdırmaması Yapı elemanının, bina içine gerekli temiz hava girişine olanak tanınması Yapı elemanının, kendi bünyesinde havalandırmaya olanak tanınması ...
YAPISAL HAREKETLER	Isıl genleşme/daralma hareketi Nemle şişme/büzülme hareketi Yüklerden kaynaklanan hareket ...	Yapı elemanının, bünyesinde oluşan ısıl genleşme/daralma hareketlerini sorunsuz biçimde karşılayabilmesi Yapı elemanının, bünyesinde oluşan nemle şişme/büzülme hareketlerini sorunsuz biçimde karşılayabilmesi Yapı elemanının, bünyesinde oluşan dış yüklerden kaynaklı hareketleri sorunsuz biçimde karşılayabilmesi ...

Tablo 2. Genel olarak yapı elemanlarının performans etkenleri, performans gereksinimleri ve detay tasarım amaçları (devamı)

YAPI ELEMANLARININ PERFORMANS ETKENLERİ		YAPI ELEMANLARININ PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ VE DETAY TASARIM AMAÇLARI
YANGIN	Yangında tutuşma	Yapı elemanının yangında kolay tutuşmaması
	Yangında patlama	Yapı elemanının yangında patlamaması
	Alev yayma	Yapı elemanının yangında alev yaymaması
	Yangında çökme	Yapı elemanının yangında taşıyıcılığını belirli bir süre sürdürmesi
	Zehirli gaz ve duman çıkarma	Yapı elemanının yangında zehirli gaz ve duman çıkarmaması
	Zehirli gaz ve duman sızdırma	Yapı elemanının yangında zehirli gaz ve duman sızdırmaması

DAYANIKLILIK	Kimyasallar	Yapı elemanının kimyasallardan zarar görmemesi
	Mantar ve bakteriler	Yapı elemanının mantar ve bakterilerden zarar görmemesi
	Zararlı hayvanlar	Yapı elemanının hayvanlardan zarar görmemesi
	Su ve nem	Yapı elemanının su ve nemden zarar görmemesi
	Buzlanma ve don	Yapı elemanının buzlanma ve don etkisinden zarar görmemesi
	Aşınma, çizilme ve delinme	Yapı elemanının kolay aşınmaması, çizilmemesi ve delinmemesi
	Toz ve kir yapışması	Yapı elemanı yüzeyinin toz ve kir yapışmasına olanak tanımaması
	Toz, kir ve su birikmesi	Yapı elemanı yüzeyinin toz, kir ve su birikmesine olanak tanımaması
	Morötesi (UV) ışınları	Yapı elemanının morötesi (UV) güneş ışınlarından zarar görmemesi
	Yüksek sıcaklık	Yapı elemanının yüksek sıcaklıklardan zarar görmemesi

İNŞA EDİLEBİLİRLİK	Malzeme/bileşen elde edilmesi	Yapı elemanını oluşturan malzemelerin/bileşenlerin kolay elde edilebilmesi
	Yapım teknolojisinin elde edilmesi	Yapı elemanını oluşturan yapım teknolojisinin kolay elde edilebilmesi
	İşgücü ve araçların elde edilmesi	Yapı elemanı yapımı için gerekli işgücü ve araçların kolay elde edilebilmesi
	Yapım süresi	Yapı elemanının yapım süresinin kısa olması
	Yapım kolaylığı	Yapı elemanının montaj ve yapım işlemlerinin kolay gerçekleşmesi
	Yapım maliyeti	Yapı elemanının yapım maliyetinin düşük olması

KULLANIM SÜRECİ VE İŞLETME	Kullanım maliyeti	Yapı elemanının kullanım maliyetinin düşük olması
	Temizleme kolaylığı	Yapı elemanını temizleme işlemlerinin kolay olması
	Bakım ve onarım kolaylığı	Yapı elemanının bakım ve onarım işlemlerinin kolay olması
	Değiştirme ve yenileme kolaylığı	Yapı elemanını değiştirme ve yenileme işlemlerinin kolay olması
...	...	
ÇEVRESEL ETKİ	Karbon salımı	Yapı elemanının karbon salımının düşük olması
	Yeniden kullanılabilirlik	Yapı elemanının, yeniden kullanılma kapasitesine sahip olması
	Geri dönüştürülebilirlik	Yapı elemanının, geri dönüştürülme kapasitesine sahip olması
	Oluşum enerjisi miktarı	Yapı elemanının, düşük oluşum enerjisine sahip olması
	Doğal kaynak tüketimi	Yapı elemanının, düşük doğal kaynak tüketimi gerektirmesi
...	...	
KULLANICI SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	Zararlı mikroorganizmalar	Yapı elemanının zararlı mikroorganizma barındırmaması
	Zehirli gaz ve bileşikler	Yapı elemanının zehirli gaz ve bileşikler oluşturmaması
	Tespit güvenliği	Yapı elemanının ve parçalarının tespitinin güvenli olması
	Boyut ve biçim güvenliği	Yapı elemanının boyut ve biçiminin kullanım için güvenli olması
	Yüzey güvenliği	Yapı elemanı yüzeyinin kullanım için güvenli olması
	İstenmeyen koku	Yapı elemanının istenmeyen koku yaymaması
	Statik elektrik	Yapı elemanının statik elektrik yaratmaması
	Algılanma	Yapı elemanının kolay algılanması
	Hırsızlık	Yapı elemanının hırsız karşı koruyucu olması
	Vandallık	Yapı elemanının vandallığa karşı koruyucu olması
	İstenmeyen canlı girişi	Yapı elemanının istenmeyen canlı girişini engellemesi

işlevsel bölüm tarafından üstlenilebilir veya belirli bir işlevsel bölüm birden fazla tasarım amacıyla ilişkili olabilir.

Adım 1.5: Yapı elemanının olası işlevsel bölümleri için kullanılacak ürünlerin belirlenmesi

Bir yapı elemanı üstlendiği işlevleri, işlevsel bölümlerinde kullanılan çeşitli ürünler (malzeme/bileşen teknolojileri) aracılığıyla yerine getirir. Yapı elemanının detay tasarımı, elemanın olası işlevsel bölümleri için kullanılacak en uygun ürünlerin, belirli tasarım amaçlarını istenen düzeyde gerçekleştirecek biçimde bir araya getirilip düzenlenmesiyle oluşturulur.

Teknolojik gelişmeler ve kolay elde edilebilme olanakları (küresel taşımacılığın etkisiyle), mimari tasarımda kullanılacak çeşitli özelliklerde ürün alternatifleri ortaya çıkarmaktadır. Yeni veya farklı alternatifler olarak elde edilebilen bu ürünlerin, özelliklerine ve performanslarına ilişkin doğru ve açıklayıcı bilgilere ulaşmak, böylece ürünleri tasarım sürecinde etkin biçimde kullanmak, detay tasarımcılarının karşılaştığı önemli problemlerden biridir. Ancak CAD sistemleriyle uyumlu, güncel dijital ürün kütüphaneleri oluşturularak, çeşitli türdeki ürünlerin açık biçimde tanımlanmasına, seçilmesine ve tasarımda etkin kullanılmasına olanak sağlanabilir.

Olası işlevsel bölümler kapsamında kullanılacak ürün (teknolojik çözüm) alternatiflerinin, bütünleştirilme ve değerlendirilme evrelerinde, performans değerlerinin detaylı biçimde bilinmesi önemlidir. Ürün alternatiflerinin ve bunların performans değerlerinin belirlenmesinde ilgili ticari ve teknik literatür, tanıtım dokümanları, yapı malzemesi katalogları ve broşürleri, üretici kuruluşların ve uzmanların görüşleri, anket çalışmaları, birim fiyat endeksleri, bilimsel yayınlar ve yöntemler vb. çeşitli bilgi toplama kaynaklarından yararlanılabilir.

EVRE 2: Yapı Elemanının Detay Tasarım Alternatiflerinin Oluşturulması

Bu evre, önceki evrede belirlenmiş olan detay tasarım etmenlerine bağlı olarak, detay tasarımcısını çözüm bulmaya yönelten sentez evresidir. Daha sonra değerlendirmeye alınacak olan aday detay tasarım alternatiflerinin belirlendiği sentez evresinde, detay tasarımcısına sezgisel düşünme ve yaratıcılık gücünü kullanma olanağı tanıyan bir süreç oluşturulmuştur.

Adım 2.1: Yapı elemanının alternatif bütünleşme şemalarının oluşturulması

Belirli performansı istenen düzeyde gerçekleştirebilecek bir bütün oluşturmak amacıyla çeşitli işlevlere sahip parçaların bir araya getirilmesi bütünleştirme olarak tanımlanabilir.¹⁵ Yapı elemanlarının detay tasarım alternatifleri, ilgili ürünlerin, detay tasarım amaçlarını istenen düzeyde gerçekleştirebilecek biçimde bir araya getirilerek bütünleştirilmesi yoluyla oluşturulabilir.

Detay tasarımcısı bütünleştirme çalışmasında, çeşitli işlevsel bölümleri ve ürünleri birlikte göz önünde bulundurarak çok çeşitli düzenlemeler (konfigürasyonlar) oluşturabilir. Bu süreçte detay tasarımcısı yaratıcı tasarımlar ve yeni fikirler üretebileceği gibi, sistemli bir çalışmaya dayalı rasyonel değerlendirmeler yapma olanağına da sahip olur.

Yapı elemanının bütünleşme sürecinde şu temel kararlar verilir:

- Olası işlevsel bölümlerin türü ve konfigürasyonu (yer ve konumları),
- Ürünlerin türü (yapı elemanı işlevsel bölümlerinde hangi tür ürünlerin yer alacağı),
- Ürünlerin birbirleriyle ilişki/birleşim biçimleri.

Yapı elemanının bütünleşmesi, bütünü oluşturan parçaların (ürünlerin) konfigürasyonunu ve ilişki/birleşim biçimlerini (bütünleşme düzeylerini) açıklayan sembolik bütünleşme şemalarıyla modellenebilir. Bütünleşme şemalarında, parçaların ilişki/birleşim biçimleri genel olarak dört farklı türde ifade edilebilir (Şekil 5).¹⁶

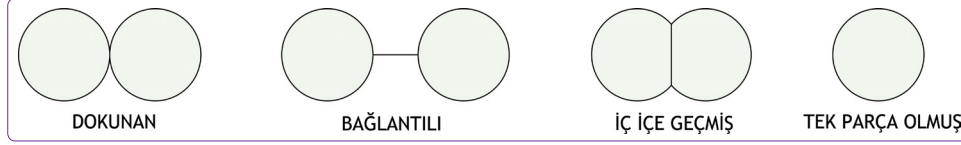
- Dokunan birleşim: Parçalardan birisi diğerinin üzerinde dokunan pozisyonadadır ve bu parça bulunduğu yerde sadece yerçekimi etkisiyle kalır. Parçalar arasında sabit birleşim yoktur.
- Bağlantılı birleşim: Parçalar birbirine çakma, vidalama, kaynaklama, asma, noktasal veya sürekli yapıdırma vb. yöntemlerle kalıcı biçimde bağlanır. Parçalar arasında sabit birleşim vardır.
- İç içe geçmiş birleşim: Parçalar birbirinin içine/içinden geçer ve aynı hacmi kullanır. Bu durumda parçalar fiziksel olarak bağlantılı olduğu için, bu birleşim bağlantılı birleşim biçimini de temsil eder.
- Tek parça olmuş birleşim: Bu birleşim biçiminde parçalar ayrı değildir ve aynı parça (aynı form ve malzeme) olarak birden çok işlev (kullanım) üstlenir.

Alternatif bütünleşme şemaları oluşturulurken ürünler yapı elemanı için belirlenen işlevsel bölümler kapsamında ele alınır. Kullanılmak amacıyla seçilen her ürünün, yapı elemanının işlevsel bölümlerinden birine ait olduğu kabul edilir. Bir ürün birden çok işlevsel bölüm ile ve farklı ürünler aynı işlevsel bölüm ile ilişkili olabilir. Bütünleşme şemalarında, ürünler arasındaki birleşim biçimleri açıklanmalıdır (Şekil 6).

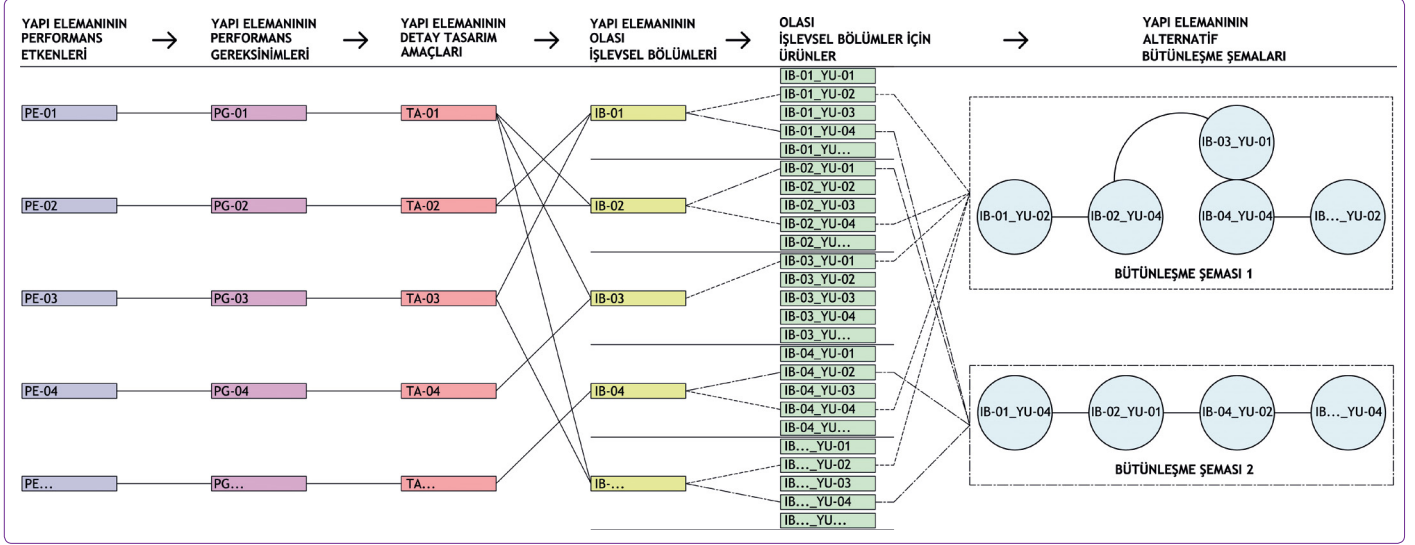
Olası işlevsel bölümlerde yer alacak ürünlerin seçimi, ön bilgiler ve detay tasarım amaçları doğrultusunda verilecek kararlara göre yapılır. Yapı elemanının taşıyıcı bölümü, diğer işlevsel bölümler için bağlayıcı ve baskın (öncelikli) işlevi üstlenir. Bu nedenle bütünleşme şeması oluşturulurken, öncelikle taşıma işlevini karşılayan ürünlerin belirlenmesi

¹⁵ Rush, 1986.

¹⁶ Rush, 1986, s. 12-14.



Şekil 5. Yapı elemanını oluşturan parçaların ilişki/birleşim biçimlerini (bütünleşme düzeylerini) açıklayan sembolik bütünleşme modelleri.



Şekil 6. Yapı elemanı için alternatif bütünleşme şemaları oluşturma süreci.

veya diğer ürünlerin, olası taşıyıcı bölüm ürünleri ile birlikte dikkate alınması gerekir. Belirlenen ürünler, taşıyıcı ürün çevresinde uygun biçimde bir araya getirilerek, taşıyıcı ile ve birbirleriyle birleşim biçimlerini de açıklayan bütünleşme şemaları çizilir.¹⁷

Ürünleri bir araya getirerek bütünleştirme işlemi, yapı elemanının detay tasarım amaçlarına uygun biçimde gerçekleştirilmelidir. Ayrıca, ön bilgilerde kararları verilmiş olan işlevsel bölüm ve ürün varsa, bütünleşme şemalarında bu kararlar dikkate alınmalıdır.

Adım 2.2: Yapı elemanının alternatif bütünleşme şemalarının, ölçekli ve daha açıklayıcı çizimlerle, detay tasarım alternatiflerine dönüştürülmesi

Oluşturulan alternatif bütünleşme şemalarının değerlendirilerek en uygununa karar verebilmek için, her şemada kullanılan ürünlerin fiziksel özellikleri (malzeme, boyut, biçim vb.), işlevleri, uygulanma (montaj, tespit) yöntemleri, birbirleriyle birleşim düzenleri (sıraları, kompozisyonları) ve ilişkileri açıkça tanımlanmalıdır. Diğer bir deyişle, şemalar bir teknik tasarım biçiminde sunulmalı ve şemanın uygulanabilmesi için gerekli teknik bilgiler açıklanmalıdır. Bunun sağlanabilmesi amacıyla, bütünleşme şemaları belirli bir çizim ve anlattım tekniğiyle, ölçekli ve daha açıklayıcı olan detay tasarım çizimlerine dönüştürülür (Şekil 7).

¹⁷ Rush, 1986, s. 336-346.

Detay tasarım çizimlerinden beklenen/istenen bilgilerin açıklanabilmesi için, gereken detay ifade düzeyine bağlı olarak bir çizim ölçeği seçilir. Tasarım çizimlerinin ifade edildiği belgelerde aranacak asgari koşullar çeşitli ulusal ve uluslararası standartlarda ve yayınlarda belirlenmiştir.¹⁸

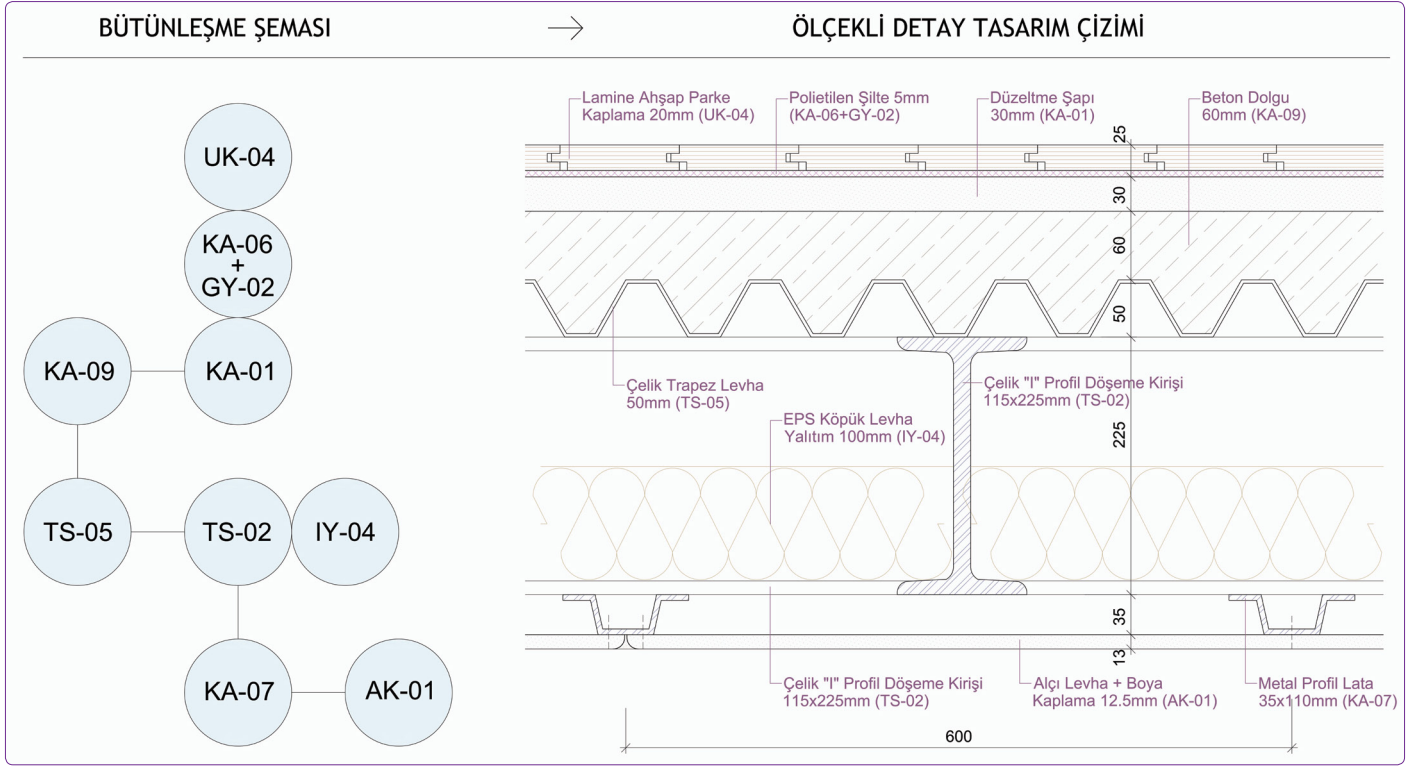
Bütünleşme şemalarının, daha açıklayıcı ve ölçekli belgelerle ifade edildiği detay tasarım çizimleri, değerlendirilmeye alınacak detay tasarım alternatiflerini oluşturur.

EVRE 3: Yapı Elemanı İçin En Uygun Detay Tasarım Alternatifinin Belirlenmesi

Bir yapı elemanının, üstlendiği işlevleri beklenen şekilde yerine getirebilmesi için, belirli özelliklere sahip olması gerekir. Yapı elemanından beklenen bu özellikler, detay tasarım alternatifinin yeterliliğini kanıtlayabilmek veya detay tasarım amaçlarını hangi derecede gerçekleştirebileceğini ortaya koyabilmek için ölçü olarak kullanılabilir.

Beklenen özellik değerleri, kısıtlamaları (en az kabul edilebilir sınır değerlerini) karşılayamayan detay tasarım alternatifleri, "kullanılması uygun olmayan", dolayısıyla değerlendirmeye alınmadan elenmesi gereken, sakıncalı alternatiflerdir. Beklenen özellik değerleri kısıtlama değerlerini karşılayabilen alternatifler ise, istenen özellikleri

¹⁸ TSE, 1997; Wakita ve Linde, 1999; TSE, 2000; TSE, 2003; Şahinler ve Kızıl, 2004; <http://www.mimarist.org/mimari-proje-cizim-ve-sunus-standartlari/>; BSI, 2016.



Şekil 7. Alternatif bütünleşme şemalarının, ölçekli ve standartlara uygun biçimde çizilmesiyle elde edilen detay tasarım alternatifleri.

(niteliği, performansı) gösterebildiği için, “olabilir (uygulanması sakıncalı olmayan)” alternatiflerdir.

Olabilir her alternatif, en uygun olmasa da, geçerli alternatiftir. Ancak detay tasarımcısının amacı, yapı elemanı için tüm alternatifler arasından en uygun olanı belirlemektir. En uygun olanın belirlenmesi bir optimizasyon işlemidir. Bu nedenle değerlendirme ve seçim sürecinde uygun bir optimizasyon yönteminin kullanımına gereksinim vardır.

Bir detay tasarım alternatifinin en uygun çözüm olabilmesi, alternatifin, belirlenen birçok özelliğe istenen değerlerde sahip olmasına bağlıdır. Bu nedenle, yapı elemanlarının detay tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesi ve seçimi, “Çok Özellikli Karar Verme (ÇÖKV)” problemi olarak dikkate alınabilir.¹⁹

Bu çalışmada detay tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesi ve seçimi için, ÇÖKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS (Technique for Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution) yöntemi kullanılmıştır.²⁰ TOPSIS yöntemi aracılığıyla, alternatiflerin özelliklerinin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılmaları yapılabilir ve alternatiflere uygunluk puanları verilebilir. Değerlendirme ve seçim sürecinde, yapı elemanı özelliklerine karar vericinin atayacağı önem ağırlıklarının belirlenmesinde, bazı özelliklerin nitel değerler

içermesi ve bazılarının farklı birimlere sahip olması nedeniyle problemler çıkabilmektedir. AHP (Analytic Hierarchy Process), farklı birimli özelliklerin bir arada kullanılabilmesi ve nitel değerlerin nicel formlara dönüştürülerek değerlendirilebildiği etkin bir yöntem olarak, bu tür problemlerin çözümünde kullanılabilir.²¹

Adım 3.1: Yapı elemanından beklenen özelliklerin ve kısıtlamaların belirlenmesi

Bu adımda, yapı elemanının çeşitli detay tasarım durumları için sahip olması beklenen/istenen özellikleri (değerlendirme özellikleri) ve kısıtlamalar (kabul edilebilir sınırlar) belirlenir. Yapı elemanından beklenen özellikler, elemanın performans gereksinimlerini, dolayısıyla işlevlerini karşılayabilmesi için gereken özelliklerini ifade eder. Bu özellikler, her elemanın üstlendiği işlevlere bağlı olarak değişebilir.

Değerlendirme özellikleri, detay tasarımcısı tarafından, detay tasarım etmenleri göz önünde bulundurularak ve ilgili yapı elemanı işlevlerinin yapı elemanından beklenen özelliklere dönüştürülmesiyle belirlenebilir. Yapı elemanından beklenen özellikleri tanımlamak amacıyla bir özellikler tablosu geliştirilebilir. Bu tablonun oluşturulmasında detay tasarımcısı kendi deneyimlerinin yanı sıra ilgili literatürden, dokümanlardan, uzmanlardan, kurumlardan, firmalardan, laboratuvarlardan vb. yararlanabilir.²²

¹⁹ Hwang ve Yoon, 1981; Tzeng ve Huang, 2011.

²⁰ Hwang ve Yoon, 1981; Yurdakul ve İç, 2005; Mahmoodzadeh vd., 2007; Deniz ve Ekinci, 2016.

²¹ Saaty ve Vargas, 2000; Deniz ve Ekinci, 2016.

²² Mackinder, 1980; BSI, 1993; Balan-

lı, 1997; Rich ve Dean, 1999; Toydemir vd. 2004; Allen ve Rand, 2016; ISO, 2016; CSI, 2018.

Kısıtlamalar, alternatiflerin özellik değerlerinin çeşitli kabullere göre yapabileceği sapmanın en çoğunu ve/veya en azını ortaya koyan sınırları (eşik değerlerini) temsil eder. Yapı elemanının beklenen özelliklerine ilişkin kabul edilebilir sınır değerleri ön bilgilere, detay tasarım etmenlerine, detay tasarımcısı, girişimci, mal sahibi ve kullanıcı olarak, beklenti, istek ve taleplerine bağlı olarak belirlenebilir. Ayrıca yasalar, tüzükler, yönetmelikler, şartnameler, standartlar

ve yönergeler biçiminde yer alan koşullar da karar verme sürecinde uyulması gereken sınır değerleri tanımlayabilir.

Yapı elemanının özellikler tablosunda, yapı elemanına ait belirlenen özelliklerin, detay tasarım amaçlarına uygun optimizasyon yönleri de (maksimizasyon veya minimize) belirtilmelidir. Böylece değerlendirme sürecinde dikkate alınacak ideal değerler ve kabul edilebilir sınır değerler (kısıtlamalar) tanımlanmış olur (Tablo 3).

Tablo 3. Genel olarak yapı elemanlarından beklenen özellikler ve beklenen özelliklerin en az kabul edilebilir sınır değerleri (kısıtlayıcı özellikler)

YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLER		DEĞER BİRİMİ	YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLERİN EN AZ KABUL EDİLEBİLİR SINIR DEĞERLERİ (KISITLAYICI ÖZELLİKLER)
TANIMLAYICI VE ESTETİK ÖZELLİKLER	Yapı elemanının biçimsel uygunluğu	Sıralama	Yapı elemanı biçiminin mimari estetiğe ve kullanım işlevine minimum uygunluğu
	Yapı elemanı boyutsal uygunluğu	Sıralama	Yapı elemanı boyutlarının mimari estetiğe ve kullanım işlevine minimum uygunluğu
	Yapı elemanının ağırlığı	Kg/m ²	Yapı elemanının maksimum ağırlığı
	Yapı elemanının renk, doku ve desen estetiğine uygunluğu	Sıralama	Yapı elemanının renk, doku ve deseninin mimari estetiğe minimum uygunluğu
...
STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER	Yapı elemanının sabit yüklere karşı dayanımı	Kg/m ²	Yapı elemanının sabit yüklere karşı minimum dayanımı
	Yapı elemanının hareketli yüklere karşı dayanımı	Kg/m ²	Yapı elemanının hareketli yüklere karşı minimum dayanımı
	Yapı elemanının darbe yüklerine karşı dayanımı	Sıralama	Yapı elemanının darbe yüklerine karşı minimum dayanımı
	Yapı elemanının rüzgâr yüklerine karşı dayanımı	Sıralama	Yapı elemanının rüzgâr yüklerine karşı minimum dayanımı
	Yapı elemanının deprem yüklerine karşı dayanımı	Sıralama	Yapı elemanının deprem yüklerine karşı minimum dayanımı
	Yapı elemanının su basıncına karşı dayanımı	Kg/m ²	Yapı elemanının su basıncına karşı minimum dayanımı
	Yapı elemanının toprak basıncına karşı dayanımı	Kg/m ²	Yapı elemanının toprak basıncına karşı minimum dayanımı
	Yapı elemanının titreşim değeri	mm/sn	Yapı elemanının maksimum titreşim değeri
	Yapı elemanının sehim değeri	mm	Yapı elemanının maksimum sehim değeri

SU İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının basınçlı suyu bina içine geçirimi	Sıralama	Yapı elemanının basınçlı suyu bina içine maksimum geçirim potansiyeli
	Yapı elemanının biriken suyu uzaklaştırma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının biriken suyu maksimum uzaklaştırma potansiyeli
	Yapı elemanının hava hareketiyle itilen suyu bina içine geçirimi	Sıralama	Yapı elemanının hava hareketiyle itilen suyu bina içine maksimum geçirim potansiyeli
	Yapı elemanının kapiler suyu bina içine geçirimi	Evet-Hayır	Yapı elemanının kapiler suyu bina içine maksimum geçirim potansiyeli
	Yapı elemanının su emme kapasitesi	%	Yapı elemanının maksimum su emme kapasitesi
...

Tablo 3. Genel olarak yapı elemanlarından beklenen özellikler ve beklenen özelliklerin en az kabul edilebilir sınır değerleri (kısıtlayıcı özellikler)

YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLER		DEĞER BİRİMİ	YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLERİN EN AZ KABUL EDİLEBİLİR SINIR DEĞERLERİ (KISITLAYICI ÖZELLİKLER)
ISI İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının ısı geçirgenliği	W/m ² K	Yapı elemanının maksimum ısı geçirgenlik değeri
	Yapı elemanının ısı biriktirme kapasitesi	Sıralama	Yapı elemanının yeterince ısı biriktirmeye minimum uygunluğu
	Yapı elemanı yüzey sıcaklığı	Sıralama	Yapı elemanı yüzey sıcaklığının ortam sıcaklığına minimum uygunluğu

BUHAR İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının yüzeyinde yoğuşma riski	Sıralama	Yapı elemanı yüzeyinde maksimum yoğuşma riski
	Yapı elemanının katmanları arasında yoğuşma riski	Sıralama	Yapı elemanı katmanları arasında maksimum yoğuşma riski

SES İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının hava kaynaklı ses iletim direnci	dB	Yapı elemanının minimum hava kaynaklı ses iletim direnci
	Yapı elemanının darbe kaynaklı ses iletim direnci	dB	Yapı elemanının minimum darbe kaynaklı ses iletim direnci
	Yapı elemanının mekânda oluşan gürültüyü emme potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının mekânda oluşan gürültüyü minimum emme potansiyeli
	Yapı elemanının ses/gürültü üretimi	dB	Yapı elemanının maksimum ses/gürültü üretme potansiyeli

IŞIK İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının gün ışığını geçirme potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının gün ışığını yeterince geçirmeye minimum uygunluğu
	Yapı elemanının güneş ışığını yansıtma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının güneş ışığını yeterince yansıtma minimum uygunluğu
	Yapı elemanının güneş ışığını emme potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının güneş ışığını yeterince emmeye minimum uygunluğu
	Yapı elemanının içten dışarıyı göstermesi	Sıralama	Yapı elemanının içten dışarıyı yeterince göstermeye minimum uygunluğu
	Yapı elemanının dıştan içerinin görünmesini engelleme potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının dıştan içerinin görünmesini yeterince engellemeye minimum uygunluğu

HAVA İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının bina içine hava sızdırma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının bina içine maksimum hava sızdırma potansiyeli
	Yapı elemanının bina içine temiz hava girişi sağlama potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının bina içine gerekli temiz hava girişi sağlamaya minimum uygunluğu
	Yapı elemanının kendi bünyesinde havalandırma sağlama potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının kendi bünyesinde havalandırma sağlamaya minimum uygunluğu

HAREKETLER İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının ısıl genleşme/daralma hareketlerini karşılama olanağı	Evet-Hayır	Yapı elemanının ısıl genleşme/daralma hareketlerini sorunsuz biçimde karşılama olanağının olması
	Yapı elemanının nemle şişme/büzülme hareketlerini karşılama olanağı	Evet-Hayır	Yapı elemanının nemle şişme/büzülme hareketlerine sorunsuz biçimde karşılama olanağının olması
	Yapı elemanının dış yüklerden kaynaklanan hareketleri karşılama olanağı	Evet-Hayır	Yapı elemanının dış yüklerden kaynaklanan hareketleri sorunsuz biçimde karşılama olanağının olması

Tablo 3. Genel olarak yapı elemanlarından beklenen özellikler ve beklenen özelliklerin en az kabul edilebilir sınır değerleri (kısıtlayıcı özellikler) (devamı)

YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLER		DEĞER BİRİMİ	YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLERİN EN AZ KABUL EDİLEBİLİR SINIR DEĞERLERİ (KISITLAYICI ÖZELLİKLER)	
YANGIN İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının yangında tutuşma direnci	h	Yapı elemanının yangında minimum tutuşma direnci	
	Yapı elemanının yangında patlama riski	Evet-Hayır	Yapı elemanının yangında patlama riskinin olmaması	
	Yapı elemanının yangında alev yayma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının maksimum alev yayma potansiyeli	
	Yapı elemanının yangında taşıyıcılığını sürdürme süresi	h	Yapı elemanının yangında minimum taşıyıcılığını sürdürme süresi	
	Yapı elemanının yangında zehirli gaz ve duman çıkarma riski	Sıralama	Yapı elemanının yangında maksimum zehirli gaz ve duman çıkarma riski	
	Yapı elemanının yangında zehirli gaz ve duman sızdırma riski	Sıralama	Yapı elemanının yangında maksimum zehirli gaz ve duman sızdırma riski	
	
DAYANIKLILIK İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının kimyasallara karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının kimyasallara karşı minimum direnci	
	Yapı elemanının mantar ve bakterilere karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının mantar ve bakterilere karşı minimum direnci	
	Yapı elemanının zararlı hayvanlara karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının zararlı hayvanlara karşı minimum direnci	
	Yapı elemanının su ve neme karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının su ve neme karşı minimum direnci	
	Yapı elemanının buzlanma ve don etkisine karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının buzlanma ve don etkisine karşı minimum direnci	
	Yapı elemanının aşınma, çizilme ve delinmeye karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının aşınma, çizilme ve delinmeye karşı minimum direnci	
	Yapı elemanı yüzeyine toz ve kir yapışma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanı yüzeyine maksimum toz ve kir yapışma potansiyeli	
	Yapı elemanı yüzeyinde toz, kir ve su birikme potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanı yüzeyinde maksimum toz, kir ve su birikme potansiyeli	
	Yapı elemanının morötesi (UV) güneş ışınlarına karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının morötesi (UV) güneş ışınlarına karşı minimum direnci	
	Yapı elemanının yüksek sıcaklığa karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının yüksek sıcaklığa karşı minimum direnci	
	
	İNŞA EDİLEBİLİRLİK İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının malzeme/bileşen teknolojilerini elde edebilme kolaylığı	Sıralama	Yapı elemanının malzeme/bileşen teknolojilerini minimum kolay elde etme potansiyeli
		Yapı elemanının yapım teknolojisini elde edebilme kolaylığı	Sıralama	Yapı elemanının yapım teknolojisini minimum kolay elde etme potansiyeli
Yapı elemanının yapımı için gerekli işgücü ve araçları elde edebilme kolaylığı		Sıralama	Yapı elemanının yapımı için gerekli işgücü ve araçları minimum kolay elde etme potansiyeli	
Yapı elemanının yapım süresi		Saat	Yapı elemanının maksimum yapım süresi	
Yapı elemanının montaj ve yapım kolaylığı		Sıralama	Yapı elemanının kolay montaja ve yapıma minimum uygunluğu	
Yapı elemanının yapım maliyeti		TL/m ²	Yapı elemanının maksimum yapım maliyeti	
...		

Tablo 3. Genel olarak yapı elemanlarından beklenen özellikler ve beklenen özelliklerin en az kabul edilebilir sınır değerleri (kısıtlayıcı özellikler) (devamı)

YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLER		DEĞER BİRİMİ	YAPI ELEMANLARINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLERİN EN AZ KABUL EDİLEBİLİR SINIR DEĞERLERİ (KISITLAYICI ÖZELLİKLER)
KULLANIM VE İŞLETME İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının kullanım maliyeti	Sıralama	Yapı elemanının maksimum kullanım maliyeti
	Yapı elemanının temizlenme kolaylığı	Sıralama	Yapı elemanının kolay temizlenmeye minimum uygunluğu
	Yapı elemanının bakım ve onarım kolaylığı	Sıralama	Yapı elemanının kolay bakım ve onarıma minimum uygunluğu
	Yapı elemanının değiştirilme ve yenilenme kolaylığı	Sıralama	Yapı elemanının kolay değiştirme ve yenilemeye minimum uygunluğu

ÇEVRESEL ETKİ İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının karbon salımı	Sıralama	Yapı elemanının maksimum karbon salımı
	Yapı elemanının yeniden kullanılabilirliği	Sıralama	Yapı elemanının yeniden kullanılmaya minimum uygunluğu
	Yapı elemanının geri dönüştürülebilirliği	Sıralama	Yapı elemanının geri dönüştürülmeye minimum uygunluğu
	Yapı elemanının gömülü enerji kapasitesi	Sıralama	Yapı elemanının maksimum gömülü enerji kapasitesi
	Yapı elemanının doğal kaynak tüketim potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının maksimum doğal kaynak tüketim potansiyeli

KULLANICI SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER	Yapı elemanının zararlı mikroorganizma barındırma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının maksimum zararlı mikroorganizma barındırma potansiyeli
	Yapı elemanının zehirli gaz ve bileşikler oluşturma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının maksimum zehirli gaz ve bileşikler oluşturma potansiyeli
	Yapı elemanının veya parçalarının tespit edilme güvenliği	Sıralama	Yapı elemanının veya parçalarının minimum güvenli tespit edilme potansiyeli
	Yapı elemanı boyutlarının ve biçiminin kullanım güvenliği	Sıralama	Yapı elemanında boyutların ve biçimin güvenli kullanıma minimum uygunluğu
	Yapı elemanı yüzeyinin kullanım güvenliği	Sıralama	Yapı elemanı yüzeyinin güvenli kullanıma minimum uygunluğu
	Yapı elemanının istenmeyen koku yayma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının maksimum istenmeyen koku yayma potansiyeli
	Yapı elemanının statik elektrik oluşturma potansiyeli	Sıralama	Yapı elemanının maksimum statik elektrik oluşturma potansiyeli
	Yapı elemanının algılanabilme kolaylığı	Sıralama	Yapı elemanının kolay algılanmaya minimum uygunluğu
	Yapı elemanının hırsıza karşı koruma kapasitesi	Sıralama	Yapı elemanının hırsıza karşı minimum koruma kapasitesi
	Yapı elemanının vandallığa karşı koruma kapasitesi	Sıralama	Yapı elemanının vandallığa karşı minimum koruma kapasitesi
	Yapı elemanının istenmeyen canlı girişini engelleme kapasitesi	Sıralama	Yapı elemanının istenmeyen canlı girişini minimum engelleme kapasitesi

Adım 3.2: Detay tasarım alternatiflerinin, beklenen özellikleri karşılama değerlerinin belirlenmesi

Detay tasarım alternatiflerinin, beklenen özellikleri karşılama değerleri nicel (ısı iletimi, maliyet vb.), veya nitel (estetik uygunluk, temizlenme kolaylığı vb.) olabilir. Sayılamayan nitel özellik değerleri, belirli bir ideal değere (belirlenen en iyi değere) göre bir gösterge çizelgesi (skala) üzerinde ölçülebilir şekilde dönüştürülerek belirlenebilir.²³

Değerlendirmede kullanılan özelliklerin karşılama değerlerinin belirlenmesi için, ilgili ticari ve teknik literatür, tanıtım dokümanları, yapı malzemesi katalogları ve broşürleri, üretici kuruluşların ve uzmanların görüşleri, anket çalışmaları, birim fiyat endeksleri, bilimsel yayınlar vb. bilgi kaynakları kullanılabilir. Ayrıca özellik değerleri, çeşitli bilimsel yöntemler veya benzer koşullar altında prototipler üzerinde yapılan testler aracılığıyla da elde edilebilir.

Adım 3.3: Kısıtlama değerlerini karşılayamayan alternatiflerin elenmesi ve olabilir detay tasarım alternatiflerinin belirlenmesi

Detay tasarım alternatiflerinin özellik değerleri belirlendikten sonra, bunların arasından değerlendirme sürecine girebilecek özelliklere sahip olan alternatifler, kısıtlamalar aracılığıyla belirlenir. Detay tasarım alternatiflerinin bazıları özelliğ değeri, kısıtlama değeri sağlayamaz. Kısıtlama değerlerinden daha olumsuz özellik değerlerine sahip alternatifler, bu durumları ile üstlendikleri işlevleri uygun biçimde yerine getiremeyecekleri için, değerlendirme sürecine kabul edilmez. Bu tür alternatifler ya elenir veya yeniden düzenlenmek ve geliştirilmek amacıyla, alternatif oluşturma evresine (Evre 2) gönderilir. Özellik değeri kısıtlama değeri karşılayabilen alternatifler ise değerlendirme sürecine alınacak “olabilir (kabul edilebilir)” alternatifleri oluşturur.

Böylece, olabilir alternatiflerin belirlenmesi evresi, değerlendirme sürecine yanlış alternatiflerin girmesini önleyen bir ilk eleme mekanizması görevini yapar ve alternatiflerin sayısını azaltarak, değerlendirme ve seçim aşamasında kolaylığa yol açar.

Adım 3.4: Yapı elemanı için başlangıç karar matrisinin oluşturulması ve matrisin normalleştirilmesi

Bu adımda önce yapı elemanı (YE_k) için olabilir alternatiflerin ($YE_k DA_i$) değerlendirme özelliklerini ($YE_k C_j$) karşılama değerlerinden (x_{ji}) oluşan başlangıç karar matrisi (X) düzenlenir. Burada x_{ji} , matristeki i alternatifinin j özelliğine göre gerçek değerini, n özelliklerin ve m alternatiflerin sayısını gösterir (1).

$$YE_k X = [x_{ji}] = \begin{matrix} & YE_k C_1 & YE_k C_2 & \dots & YE_k C_n \\ YE_k DA_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ YE_k DA_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \quad (1)$$

Başlangıç karar matrisindeki bazı özelliklerin kendine özgü farklı ölçme birimlerine sahip olması, alternatiflerin özellikleri karşılama değerlerinin birbiriyle karşılaştırılarak değerlendirilme olanağını zorlaştırır. Bu problem, tüm matris değerlerinin aynı ölçüğe dönüştürülmesiyle çözülebilir. Bu amaçla başlangıç matrisini ($YE_k X$) oluşturan tüm matris değeri (x_{ji}) 2 No’lu formül aracılığıyla normalleştirilebilir.²⁴

$$\bar{x}_{ji} = \frac{x_{ji}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ji}^2}} \quad (2)$$

Normalleştirilmiş matris değeri (\bar{x}_{ji}) kullanılarak normalleştirilmiş karar matrisi ($YE_k \bar{X}$) oluşturulur (3).

$$YE_k \bar{X} = [\bar{x}_{ji}] = \begin{matrix} & \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{matrix} \quad (3)$$

Adım 3.5: Değerlendirme özelliklerinin görece önem ağırlıklarının belirlenmesi

Bir yapı elemanı için, bütün değerlendirme özellikleri aynı derecede önemli olmaz. Ayrıca değerlendirme özelliklerinin önemleri, farklı detay tasarım amaçlarına ve farklı tasarım koşullarına göre değişebilir. Bu nedenle yapı elemanının her tasarım durumu için, her özelliğine belirli bir önem ağırlığı verilmelidir. Önem ağırlıklarının, özelliklerin ikili karşılaştırmalarıyla elde edilmesi, doğru, tutarlı, anlaşılır ve başarılı sonuçlara ulaşmayı sağlar.²⁵ Bu çalışmada, özelliklerin görece önem ağırlıklarının belirlenmesi için 3 aşamalı bir AHP yöntemi uygulanmıştır:²⁶

- (i) Özelliklerin ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması,
- (ii) Özelliklerin görece önem ağırlıklarının belirlenmesi,
- (iii) İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılığının belirlenmesi.

Özelliklerin, yapı elemanının detay tasarım amaçlarına göre önemleri dikkate alınarak ikili karşılaştırmaları ve karşılaştırmaların tutarlılık değerlendirmeleri sonucunda $YE_k C_j$ ’nin görece önem ağırlıkları (w_j) belirlenmiş olur.

²³ Tapan, 2004, s. 39-44.

²⁴ Tzeng ve Huang, 2011, s. 69.

²⁶ Saaty ve Vargas, 2000; Deniz ve Ekinci, 2016.

²⁵ Nassar vd., 2003, s. 549-550.

Adım 3.6: Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması

$YE_k C_j$ 'nin w_j değerleri, $YE_k \bar{X}$ 'nin her sütunundaki x_{ji} değerleri ile çarpılarak ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi ($YE_k V$) elde edilir (4).

$$YE_k V = [v_{ji}] = w_j \times \bar{x}_{ji} = \begin{bmatrix} opt.y. & opt.y. & \dots & opt.y. \\ w_1 \bar{x}_{11} & w_2 \bar{x}_{12} & \dots & w_n \bar{x}_{1n} \\ w_1 \bar{x}_{21} & w_2 \bar{x}_{22} & \dots & w_n \bar{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 \bar{x}_{m1} & w_2 \bar{x}_{m2} & \dots & w_n \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Yapı elemanının detay tasarım amaçlarına bağlı olarak, değerlendirme özelliklerinin optimizasyon yönleri (maksimizasyon veya minimize) değişebilir. Değerlendirme sürecinde bazı özellikler maksimize edilmek istenirken bazıları ise minimize edilmek istenebilir. Bu nedenle $YE_k V$ matrisinin her sütununun optimizasyon yönü belirtilmelidir.²⁷ Böylece yapı elemanı için pozitif ideal çözümlerin ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi olanaklı olabilir.

Adım 3.7: Pozitif ve negatif ideal çözümler kümelerinin belirlenmesi

5 ve 6 No'lu formüller aracılığıyla, değerlendirme özelliklerinin optimizasyon yönüne göre $YE_k V$ için pozitif ideal (en iyi) çözümler (PIS) kümesi ve negatif ideal (en kötü) çözümler (NIS) kümesi belirlenir.²⁸ Burada $YE_k B^+$, $YE_k V$ 'deki özelliklerin pozitif ideal değerlerinin, $YE_k B^-$ ise, $YE_k V$ 'deki özelliklerin negatif ideal değerlerinin kümesidir.²⁹

$$YE_k B^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_j v_{ji} \mid j \in J' \right), \left(\min_j v_{ji} \mid j \in J'' \right) \right\} \quad (5)$$

$$YE_k B^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_j v_{ji} \mid j \in J' \right), \left(\max_j v_{ji} \mid j \in J'' \right) \right\} \quad (6)$$

5 No'lu formülde J' maksimize edilen özelliklerin en yüksek değerlerinin, J'' ise minimize edilen özelliklerin en düşük değerlerinin kümesidir. 6 No'lu formülde J' maksimize edilen özelliklerin en düşük değerlerinin, J'' ise minimize edilen özelliklerin en yüksek değerlerinin kümesidir.

Adım 3.8: Olabilir alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklıklarının hesaplanması

Alternatifler arasındaki mesafe, n boyutlu Öklit uzaklık yaklaşımından yararlanılarak bulunabilir. Olabilir alternatiflerin ($YE_k DA_i$) PIS 'den uzaklıkları 7 No'lu formül ve NIS 'den uzaklıkları 8 No'lu formül aracılığıyla hesaplanabilir.³⁰

$$YE_k S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ji} - v_j^+)^2} \quad (7)$$

$$YE_k S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ji} - v_j^-)^2} \quad (8)$$

Bu formüllerde $YE_k S_i^+$, $YE_k DA_i$ 'nin ağırlıklı normalleştirilmiş değerinin PIS 'den uzaklığını, $YE_k S_i^-$ NIS 'den uzaklığını, v_{ji} $YE_k DA_i$ 'nin ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi içindeki değerlerini, v_j^+ $YE_k C_j$ 'nin pozitif ideal (en iyi) değerini, v_j^- ise $YE_k C_j$ 'nin negatif ideal (en kötü) değerini ifade eder.

Adım 3.9: Her olabilir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme göreli yakınlık katsayısının hesaplanması

Tüm olabilir detay tasarım alternatiflerinin ($YE_k DA_i$) detay tasarım amaçlarına uygunluk derecelerinin belirlenmesi için, her $YE_k DA_i$ 'nin pozitif ve negatif ideal çözüme göreli yakınlık katsayısı ($YE_k L_i$) bulunur. $YE_k L_i$, 9 No'lu formül aracılığıyla hesaplanabilir.³¹ $YE_k L_i$, her $YE_k DA_i$ 'nin PIS ve NIS 'e eşzamanlı olarak uzaklığını ifade eder ve aynı zamanda $YE_k DA_i$ 'nin yapı elemanının detay tasarım amaçlarına uygunluk derecesini belirler.

$$YE_k L_i = \frac{YE_k S_i^-}{YE_k S_i^- + YE_k S_i^+} \quad 0 \leq YE_k L_i \leq 1 \quad (9)$$

Adım 3.10: Olabilir alternatiflerin uygunluk derecelerine göre sıralanması ve en uygun alternatifin seçimi

Olabilir detay tasarım alternatifleri, pozitif ve negatif ideal çözüme göreli yakınlık katsayısı ($YE_k L_i$) açısından sıralanarak, en uygun yapı elemanı detay tasarım alternatifi seçilebilir. Bu sıralamada, göreli yakınlık katsayısı ($YE_k L_i$ değeri) daha büyük (ideal çözüme daha yakın) alternatifler, göreli yakınlık katsayısı daha küçük (ideal çözüme daha uzak) alternatiflere göre, detay tasarım amaçlarına daha uygun detay tasarımlarıdır. En yüksek göreli yakınlık katsayısına (uygunluk derecesine) sahip $YE_k DA_i$, en uygun detay tasarım alternatifini temsil eder. En uygun alternatif, PIS 'e en yakın ve NIS 'den en uzak alternatiftir.³² Tüm olabilir detay tasarım alternatifleri uygunluk derecelerine göre sıralandıktan sonra, karar vericiler yapı elemanı için en uygun alternatif seçebilir ve bu alternatif yapı elemanlarının birleşim noktalarının detaylandırılması sürecine veri olarak gönderebilir.

Önerilen Modelin Uygulanması

Çalışmada önerilen tasarım-karar verme modeli, uygulanabilirliğini açıklamak amacıyla, varsayımsal olarak belirlenen bir bina üzerinde denenmiştir. Bu doğrultuda, İstanbul'da gerçekleştirilecek, kesin tasarım kararları verilmiş, betonarme iskelet taşıyıcılı bir kitap satış binasının yapı elemanları için en uygun detay tasarım alternatiflerinin belirlenmesi amaçlanmıştır (Şekil 8). Çalışmada, işlemlerin uzamaması için sadece bir elemanın detay tasarımı dikkate alınmış, detay tasarım etmenlerinin sayıları sınırlandırılmış ve en öncelikli olanlar dikkate alınmıştır. Aşağı-

²⁷ Zavadskas vd., 2008, s. 89-90.

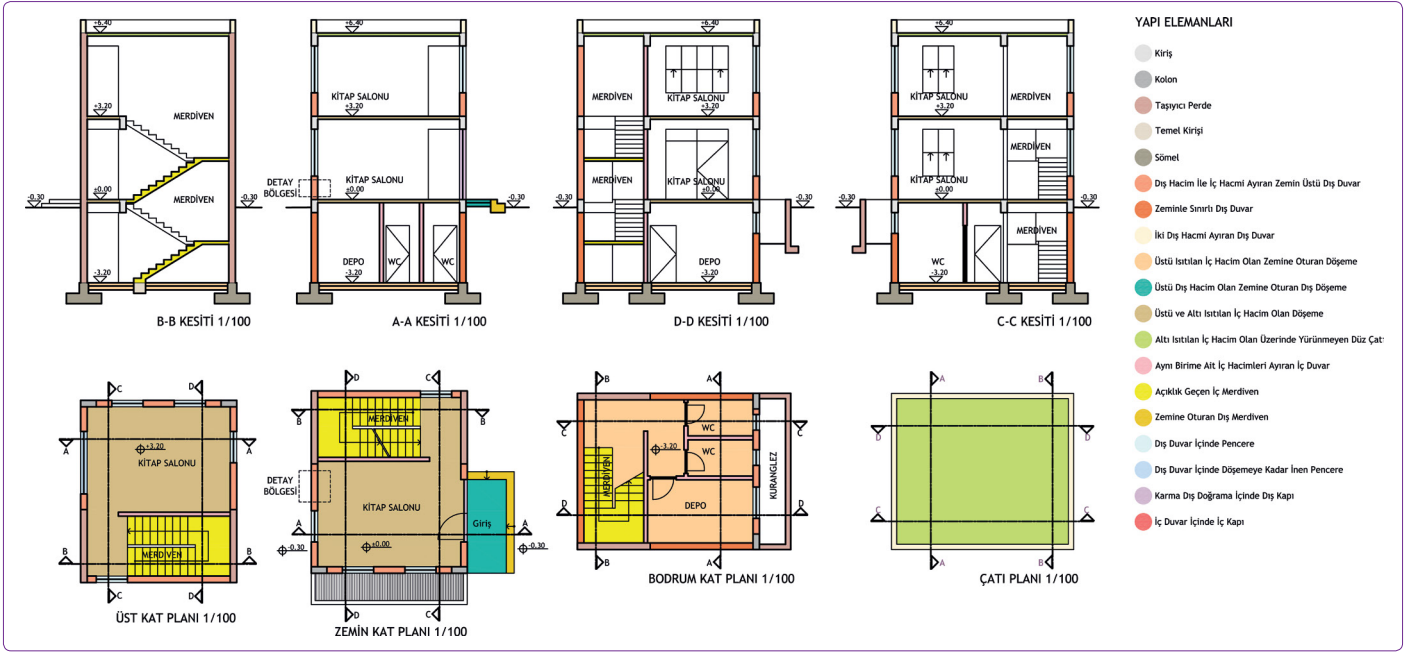
²⁹ Tzeng ve Huang, 2011, s. 69-71.

²⁸ Yurdakul ve İç, 2005, s. 4613.

³⁰ Mahmoodzadeh vd., 2007, s. 274.

³¹ Ginevicius vd., 2008, s. 223.

³² Yurdakul ve İç, 2005, s.



Şekil 8. Binayı oluşturan yapı elemanları ve bu çalışmada detaylandırılacak "zemin üstü dış duvar" yapı elemanı detay bölgesi.

da, örnek uygulamada izlenen tasarım-karar verme sürecinin adımları açıklanmıştır.

Adım 1.1-1.2: Kesin tasarımdan elde edilen ön bilgilerden yararlanılarak, binadaki işlevlerine ve buldukları yere göre farklılık gösteren yapı elemanları ortaya konmuştur. Sunacakları performansın açıklanabilmesi ve yapılarının gerçekleştirilebilmesi amacıyla bu yapı elemanları irdelenmiş ve daha detaylı tasarım gerektiren elemanlar ve detay bölgeleri belirlenmiştir (Şekil 8). Bu çalışmada, "dış hacim ile iç hacmi ayıran zemin üstü dış duvar" yapı elemanının detay tasarımı ele alınmıştır.

Adım 1.3 ve 1.4: Ön bilgilerin yanı sıra ilgili literatürden, uzmanlardan, kurumlardan, firmalardan, laboratuvarlardan vb. yararlanılarak, "zemin üstü dış duvar" yapı elemanının performansını etkileyen etkenler, bu etkenler karşısında yapı elemanının karşılaması istenen performans gereksinimleri, performans gereksinimlerine yönelik detay tasarım amaçları ve bu amaçları karşılayacak olası işlevsel bölümler belirlenmiş ve bir tabloyla açıklanmıştır (Tablo 4).

Adım 1.5 ve Adım 2.1: İlgili literatürden, uzmanlardan, kurumlardan, firmalardan, laboratuvarlardan vb. yararlan-

Tablo 4. "Zemin üstü dış duvar" yapı elemanının performans etkenleri, performans gereksinimleri, detay tasarım amaçları ve olası işlevsel bölümleri

ZEMİN ÜSTÜ DİŞ DUVAR YAPI ELEMANININ PERFORMANS ETKENLERİ	ZEMİN ÜSTÜ DİŞ DUVAR YAPI ELEMANININ PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ	ZEMİN ÜSTÜ DİŞ DUVAR YAPI ELEMANININ DETAY TASARIM AMAÇLARI	ZEMİN ÜSTÜ DİŞ DUVAR YAPI ELEMANININ OLASI İŞLEVSEL BÖLÜMLERİ											
			DK	KA	TS	SY	IY	GY	BK	YA	İK	DD		
Renk, doku ve desen	Yapı elemanının renk, doku ve deseni mimari estetiğe uygun olmalı	Mimari estetiğe uygun renk, doku ve desene sahip olmak	✓	✓									✓	✓
Rüzgâr yükleri	Yapı elemanı rüzgâr yüklerine karşı dayanımlı olmalı	Yapı elemanını etkileyen rüzgâr yüklerini taşımak	✓	✓	✓									
Hava hareketiyle itilen su	Hava hareketiyle itilen su yapı elemanından bina içine girmemeli	Hava hareketiyle itilen suyun bina içine girmesini engellemek	✓	✓		✓				✓			✓	✓
Dış-iç ortamlar arası ısı farkı	Yapı elemanında ısı kaçışı olmamalı	Isı kaçışını önlemek	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Katmanlar arasında yoğuşma	Yapı elemanının katmanları arasında yoğuşma oluşmamalı	Yapı elemanının katmanları arasında yoğuşma oluşumunu önlemek	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Su ve nem	Yapı elemanı su ve nemden zarar görmemeli	Su ve nemden zarar görmemek	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
Yapım maliyeti	Yapı elemanının yapım maliyeti düşük olmalı	Düşük yapım maliyetine sahip olmak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yeniden kullanılabilirlik	Yapı elemanı yeniden kullanılma kapasitesine sahip olmalı	Yeniden kullanılabilmek	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

KA: Kaplama Altlığı; TS: Taşıyıcı; SY: Su Yalıtımı; IY: Isı Yalıtımı; GY: Ses Yalıtımı; BK: Buhar Kesici; YA: Yalıtım Altlığı; İK: İç Kaplama; DD: Derz Dolgusu.

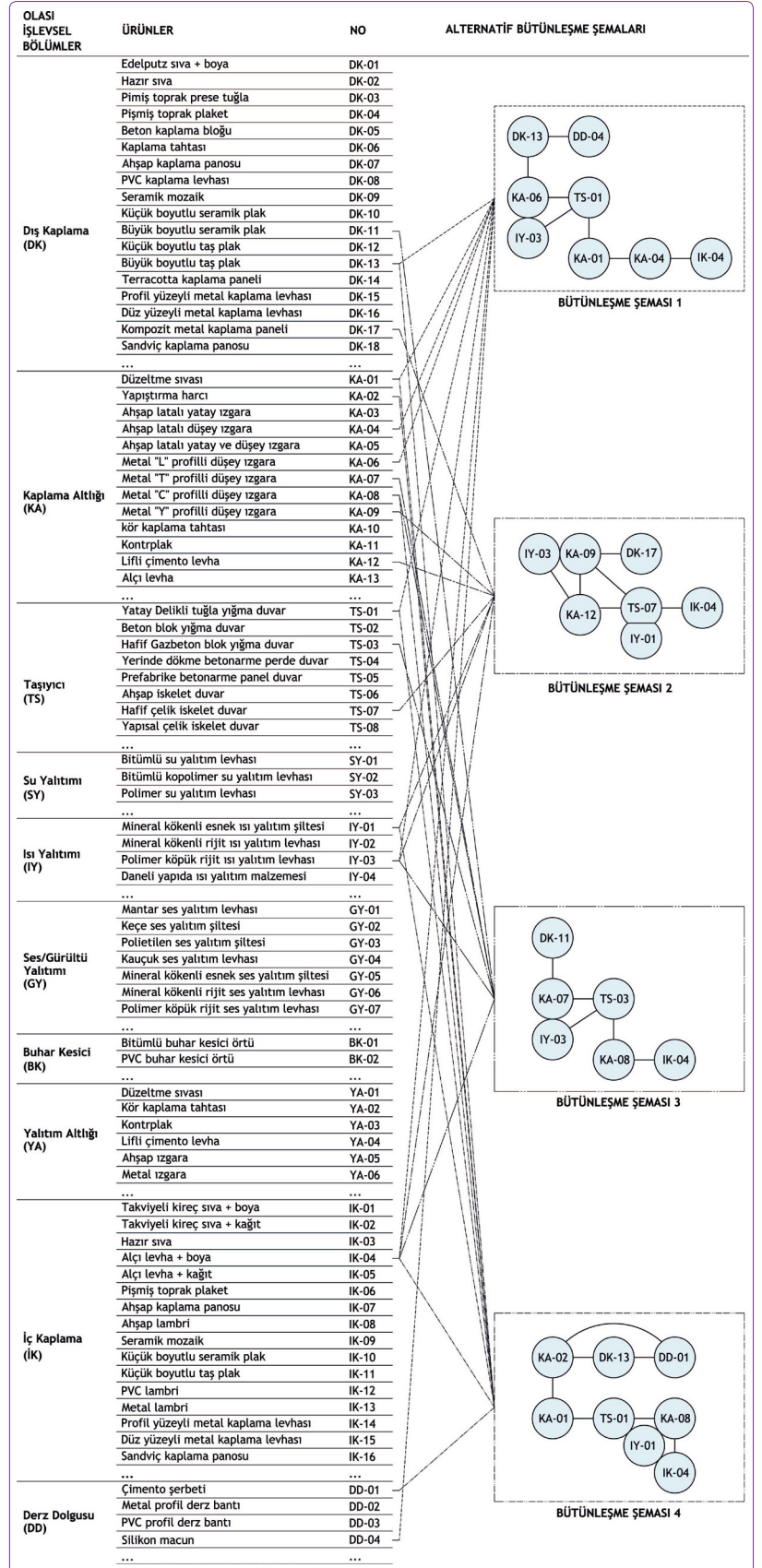
nılarak, “Zemin üstü dış duvar” yapı elemanının olası işlevsel bölümleri için kullanılacak ürünler belirlenmiştir. Bu ürünler, ön bilgilere ve elemanın detay tasarım amaçlarına uygun biçimde ve ürünlerin sağladığı olanaklar kapsamında, olası işlevsel bölümlerin çeşitli düzenlerine göre bir araya getirilerek, alternatif bütünleşme şemaları elde edilmiştir. Bu adımda dört adet alternatif bütünleşme şeması oluşturulmuştur (Şekil 9).

Adım 2.2: Oluşturulan alternatif bütünleşme şemaları, 1/5 ölçekli plan ve kesit çizim tekniğiyle, daha açıklayıcı detay tasarımlarına dönüştürülmüştür (Şekil 10). Burada elde edilen detay tasarım çizimleri, değerlendirmeye alınacak detay tasarım alternatifleridir.

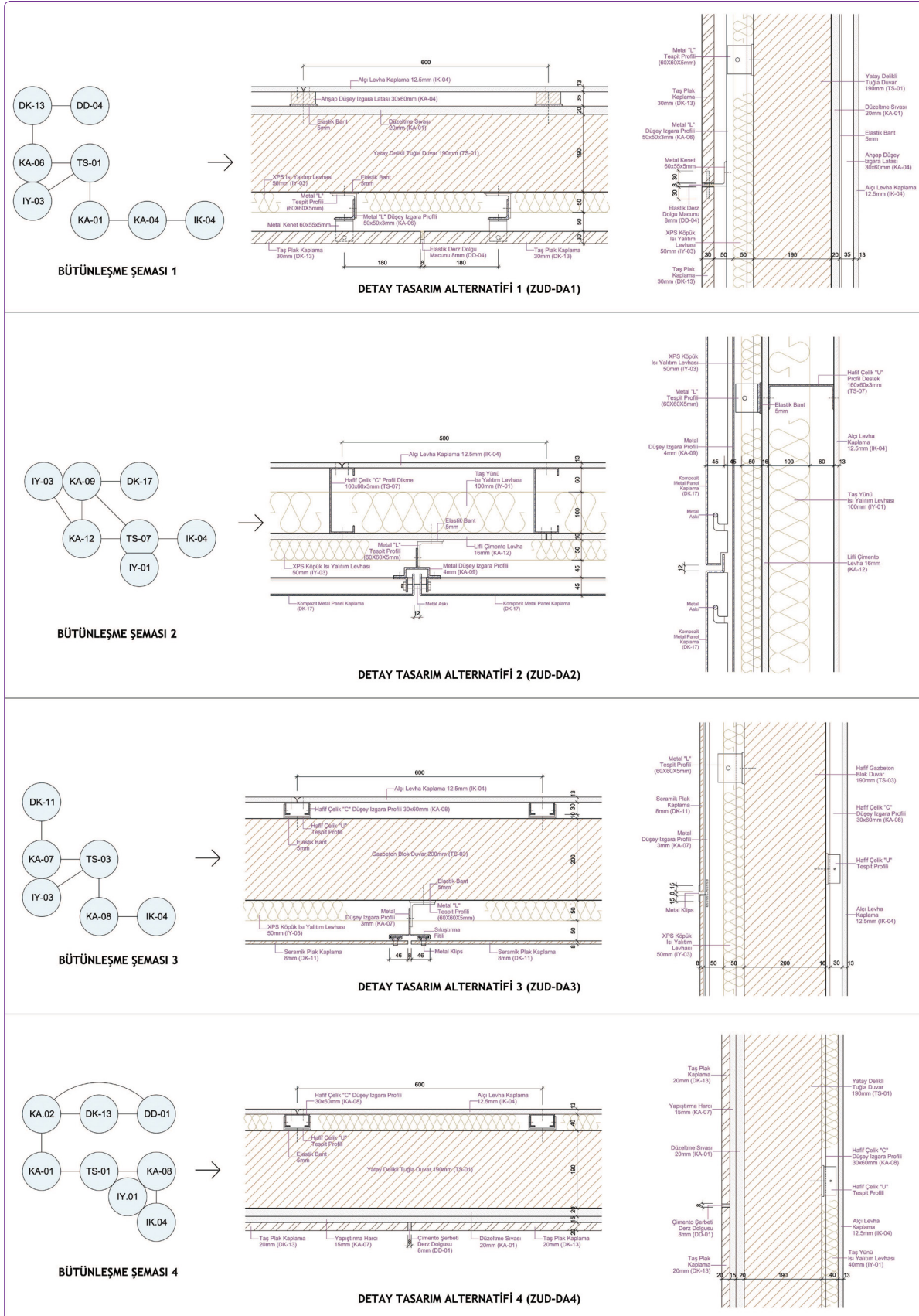
Adım 3.1: Detay tasarım etmenleri ve ilgili yapı elemanı işlevleri göz önünde bulundurularak ve ilgili literatürden, uzmanlardan, kurumlardan, firmalardan, laboratuvarlardan vb. yararlanılarak, “Zemin üstü dış duvar” yapı elemanından beklenen özellikler ve kısıtlamalar belirlenmiştir (Tablo 5).

Adım 3.2 ve 3.3: İlgili literatürden, üretici kuruluşlardan, deneyimli ve birikimli uzmanların görüşlerinden, anket çalışmalarından, fiziksel ve matematiksel yöntemlerden vb. yararlanılarak, “Zemin üstü dış duvar” yapı elemanı detay tasarım alternatiflerinin özellik değerleri ve kısıtlama değerleri belirlenmiştir. Detay tasarım alternatiflerinin nicel özellik değerleri kendi birimleriyle, nitel özellik değerleri ise 5 basamaklı bir ölçek (skala) üzerinde değerlendirilerek bulunmuştur. Özellik değerlerinden biri kısıtlama değerini karşılayamayan “ZUD-DA4” alternatifi elenmiş ve tüm özellik değerleri tüm kısıtlama değerlerini karşılayan diğer üç alternatif ise “Olabilir Alternatif” olarak değerlendirme sürecine kabul edilmiştir (Tablo 6).

Adım 3.4-3.7: “Zemin üstü dış duvar” yapı elemanının olabilir detay tasarım alternatiflerinin x_{ji} özellik değerlerinden oluşan başlangıç karar matrisi (X) ve özelliklerin normalleştirilmiş \bar{x}_{ji} değerlerinden oluşan normalleştirilmiş karar matrisi (\bar{X}), eleman özellikleri için belirlenen önem ağırlıkları (w_j), ağırlıklı normalleştirilmiş v_{ji} değerlerinden oluşturulan ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi (V), yapı elemanı için pozitif ideal çözümler kümesi (B^+) ve negatif ideal çözümler kümesi (B^-), bir tabloda açıklanacak şekilde belirlenmiştir (Tablo 7).



Şekil 9. “Zemin üstü dış duvar” yapı elemanının olası işlevsel bölümleri için kullanılacak ürünler ve oluşturulan alternatif bütünleşme şemaları.



Şekil 10. "Zemin üstü dış duvar" yapı elemanına ait alternatif bütünleşme şemalarının, 1/5 ölçekli plan ve kesit çizim tekniğiyle ifadesi.

Tablo 5. "Zemin üstü dış duvar" yapı elemanından beklenen özellikler, kısıtlamalar ve optimizasyon yönleri

KOD	ZEMİN ÜSTÜ DIŞ DUVAR YAPI ELEMANINDAN BEKLENEN ÖZELLİKLER	DEĞER BİRİMİ	ZEMİN ÜSTÜ DIŞ DUVAR YAPI ELEMANI ÖZELLİKLERİNİN EN AZ KABUL EDİLEBİLİR SINIR DEĞERLERİ (KISITLAYICI ÖZELLİKLER)	OPTİMİZASYON YÖNÜ
ZUD-C1	Yapı elemanının renk, doku ve desen estetiğine uygunluğu	Sıralama	Yapı elemanının renk, doku ve deseninin mimari estetiğe minimum uygunluğu	Maksimizasyon
ZUD-C2	Yapı elemanının rüzgâr yüklerine karşı dayanımı	Sıralama	Yapı elemanının rüzgâr yüklerine karşı minimum dayanımı	Maksimizasyon
ZUD-C3	Yapı elemanının hava hareketiyle itilen suyu bina içine geçirimi	Sıralama	Yapı elemanının hava hareketiyle itilen suyu bina içine maksimum geçirim potansiyeli	Minimizasyon
ZUD-C4	Yapı elemanının ısı geçirgenliği	W/m2K	Yapı elemanının maksimum ısı geçirgenlik değeri	Minimizasyon
ZUD-C5	Yapı elemanının katmanları arasında yoğuşma riski	Sıralama	Yapı elemanı katmanları arasında maksimum yoğuşma riski	Minimizasyon
ZUD-C6	Yapı elemanının su ve neme karşı direnci	Sıralama	Yapı elemanının su ve neme karşı minimum direnci	Maksimizasyon
ZUD-C7	Yapı elemanının yapım maliyeti	TL/m ²	Yapı elemanının maksimum yapım maliyeti	Minimizasyon
ZUD-C8	Yapı elemanının yeniden kullanılabilirliği	Sıralama	Yapı elemanının yeniden kullanılmaya minimum uygunluğu	Maksimizasyon

Tablo 6. "Zemin üstü dış duvar" yapı elemanı detay tasarım alternatiflerinin özellik değerleri ve kısıtlama değerleri

ALTERNATİFLER	ÖZELLİKLER								OLABİLİR ALTERNATİFLER
	ZUD-C1	ZUD-C2	ZUD-C3	ZUD-C4	ZUD-C5	ZUD-C6	ZUD-C7	ZUD-C8	
ZUD-DA1	5	4	1	0.46W/m2K	2	5	430TL/m ²	3	ZUD-DA1
ZUD-DA2	3	4	1	0.24W/m2K	1	4	440TL/m ²	4	ZUD-DA2
ZUD-DA3	4	3	1	0.44W/m2K	1	3	400TL/m ²	4	ZUD-DA3
ZUD-DA4	4	5	1	0.57W/m2K	4	5	400TL/m ²	2	ZUD-DA4
Kısıtlama Değeri	Minimum	Minimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	
	3	3	1	0.60W/m2K	2	3	450TL/m ²	2	

Alternatiflerin nitel özellikleri karşılama değerleri için skala: 5-Çok Kuvvetli, 4-Kuvvetli, 3-Orta, 2-Zayıf, 1-Çok Zayıf.

Tablo 7. "Zemin üstü dış duvar" yapı elemanına ilişkin matrisler ve değerler

ÖZELLİKLER		ZUD-C1	ZUD-C2	ZUD-C3	ZUD-C4	ZUD-C5	ZUD-C6	ZUD-C7	ZUD-C8
Optimizasyon Yönü		Maksimum	Maksimum	Minimum	Minimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
X	ZUD-DA1	5	4	1	0.46	2	5	430	3
	ZUD-DA2	3	4	1	0.24	1	4	440	4
	ZUD-DA3	4	3	1	0.44	1	3	400	4
\bar{X}	ZUD-DA1	0.7071	0.6247	0.5774	0.6762	0.8165	0.7071	0.5860	0.4685
	ZUD-DA2	0.4243	0.6247	0.5774	0.3528	0.4082	0.5657	0.5996	0.6247
	ZUD-DA3	0.5657	0.4685	0.5774	0.6468	0.4082	0.4243	0.5451	0.6247
w_j	ZUD-DA1	0.085	0.129	0.184	0.135	0.166	0.175	0.067	0.060
	ZUD-DA2	0.0601	0.0806	0.1062	0.0913	0.1355	0.1237	0.0393	0.0281
	ZUD-DA3	0.0361	0.0806	0.1062	0.0476	0.0678	0.0990	0.0402	0.0375
B^+	ZUD-DA1	0.0481	0.0604	0.1062	0.0873	0.0678	0.0743	0.0365	0.0375
	ZUD-DA2	0.0601	0.0806	0.1062	0.0476	0.0678	0.1237	0.0365	0.0375
	ZUD-DA3	0.0361	0.0604	0.1062	0.0913	0.1355	0.0743	0.0402	0.0281
B^-									

Tablo 8. “Zemin üstü dış duvar” yapı elemanı için geliştirilen olabilir detay tasarım alternatiflerinin uygunluk dereceleri

ALTERNATİF	S_i^+	S_i^-	L_i	SIRALAMA
ZUD-DA1	0.08112546	0.05852530	0.41908330	2
ZUD-DA2	0.03463785	0.08717494	0.71564686	1
ZUD-DA3	0.06759061	0.06960848	0.08112546	3

Adım 3.8-3.10: “Zemin üstü dış duvar” yapı elemanının olabilir detay tasarım alternatiflerinin pozitif ideal çözümlere olan uzaklıkları (S_i^+), negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları (S_i^-), her olabilir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere göreli yakınlık katsayısı (L_i) ve uygunluk derecesi, bir tabloda açıklanacak şekilde belirlenmiştir (Tablo 8). Bu tabloda alternatifler, detay tasarım amaçlarına uygunluk derecelerine göre sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre en uygun detay tasarımı “ZUD-DA2” alternatiftir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, yapı elemanlarının detay tasarımı için kullanılabilecek sistemli bir tasarım-karar verme modeli geliştirilmiştir. Model, detaylı tasarım süreci kapsamında ve bu sürece girdi oluşturan bir alt süreç konumundadır. Modelin ana girdilerini, kesin projeden ve uygulama projesinden gelen veriler oluşturur. Modelin çıktıları ise, yapı elemanlarının en uygun detay tasarım alternatifleridir ve bu çıktılar, daha sonra geliştirilebilecek, yapı elemanlarının birleşim noktalarının detaylandırılması sürecinde veri olarak kullanılabilir.

Modelin kuruluşunda, sistemli tasarım yaklaşımlarında genel olarak kullanılan ve aşağıda sıralanan, “tasarımda-karar verme süreci evreleri” esas alınmıştır:

- Bilgi toplama (Analiz),
- Alternatiflerin oluşturulması (Sentez),
- En uygun alternatifin seçimi (Değerlendirme).

Analiz evresinde, daha önceki tasarım evrelerinden elde edilen ön bilgiler analiz edilerek, detay tasarım etmenleri (elemanının performans etkenleri, performans gereksinimleri, detay tasarım amaçları, olası işlevsel bölümler, olası işlevsel bölümler için kullanılacak ürünler) belirlenir. Sentez evresinde, detay tasarım etmenlerine ve aralarındaki ilişkilere göre, alternatif detay tasarım çözümleri geliştirilir. Böylece, yapı elemanının detay tasarım amaçlarını karşılamaya aday, detay tasarım alternatifleri oluşturulur. Değerlendirme evresinde, oluşturulan alternatifler, uygun bir değerlendirme yöntemi kullanılarak ve detay tasarım etmenlerine göre değerlendirilerek en uygun detay tasarım alternatifleri belirlenir.

Çalışmada geliştirilen tasarım-karar verme modeli örnek bir proje üzerinde uygulanmıştır. Bu uygulama, modelin yapı elemanlarının detay tasarımında doğru işleyen bir ta-

sarım-karar verme süreci önerdiği ve bu süreçte ortaya çıkan birçok sorunun çok boyutlu doğasını uzlaştırdığını göstermektedir. Model aracılığıyla belirli bir projeye (binaya) ait yapı elemanları için en uygun detay tasarım alternatiflerinin oluşturulması olasıdır. Detay tasarım etmenlerinin ve yapı elemanı özelliklerinin yönlendirdiği bilinçli kararlar verilmesine yardımcı olan bu modelde, tasarım-karar verme sürecinin çok boyutlu yüzü sistemli bir karar akışına dönüştürülmüştür.

Önerilen model, adım adım izlenen kesintisiz bir süreç içerdiği için ve ön bilgiler (bina düzeyindeki kararlar) ile uyumlu bir sonuca (yapı bileşeni ve malzemesi düzeyindeki kararlara) ulaşabilmeyi olanaklı kılmaktadır. Model, tüm detay tasarım etmenlerinin ilişkili ve bütünsel olarak dikkate alınabileceği, denetlenebilir bir tasarım süreci kapsamında, detay tasarımcısının sistemli kararlar vermesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada, iyi tanımlanmamış özellikteki tasarım problemlerinin çözümü için, detay tasarımcılarının sezgisel gücünün ve yaratıcılığının kullanılması önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir. Bu yaklaşımla, modelin detay tasarım alternatifi oluşturma ve değerlendirme evrelerinde, detay tasarımcısına, sistemli bir model aracılığıyla sezgisel ve yaratıcı gücünü kullanma ve kendi mimari değer sistemine bağlı olarak uygun kararlar verebilme olanağı sağlanmaktadır. Model, detay tasarımında yapı elemanının fiziksel ve işlevsel analizlerinin yapılabilmesine, kullanılacak ürünlerin kendi aralarındaki ilişkilerinin ve bütüne yönelik performans değerlerinin dikkate alınmasına olanak verecek biçimde kurulmuştur. Ayrıca modelde geri döngüler aracılığıyla, yetersiz veya hatalı detaylar yeniden ele alınarak, geliştirilebilmekte ve güncellenmektedir.

Modelin BIM kapsamında bir modül olarak kullanılması ve BIM süreci ile bütünleştirilmesi, kapsamlı ve karmaşık detay tasarımlarında etkinliğini ve yaygınlaşmasını sağlayabilir. Ayrıca, modelin CAD ve BIM araçlarıyla desteklenmesi, modelde gereksinim duyulan çok çeşitli ve doğru bilgiye erişimi ve yeni bilgi oluşturulmasını kolaylaştırabilir. Modelin otomatikleştirilmesi (bilgisayar yardımıyla kullanılması), sistemli tasarımlar için önemli bir sorun olan işlem karmaşıklığı ve zaman kaybını ortadan kaldırarak, bütün çözümlün elde edilmesinde süreci hızlandırabilir ve en hassas ve doğru sonuca ulaşılmasına olanak sağlayabilir.

Model, az deneyime sahip detay tasarımcılarının tasarım çözümlerinde uygun sonuçlara ulaşmasına yardımcı olabilecek niteliktedir. Ancak, kapsamlı ve karmaşık problemler içeren projelerde, özellikle tasarım alternatifleri oluşturma evresinde, bilgi birikimi ve deneyimi olan detay tasarımcılarının yer alması, modelin kullanımını etkinleştirecektir.

Kaynaklar

- Afsari K. and Eastman, C. (2016) "A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models", Proceedings of 52nd Annual International Conference of the Associated Schools of Construction. Provo, Utah, April 13-16, 2016.
- Akçalı, Ü. (1983) Aktarmasız Analizlerle 1983 Yılı İnşaat Birim Maliyetleri, TÜBİTAK YAE, Ankara.
- Alibaba, H.Z. and Özdeniz, M.B. (2004) "A Building Elements Selection System for Architects", Building and Environment, 39:3, pp. 307-316.
- Allen, E. and Rand, P. (2016) Architectural Detailing: Function, Constructability, Aesthetics, John Wiley, New York.
- 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, pp. 229-236.
- Aygün M. (Yürütücü), Çetiner, İ., Göçer, C. (1999) "Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi", TÜBİTAK Proje No: İNTAG 108, Ankara.
- Balanlı, A. (1997) Yapıda Ürün Seçimi, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Hizmetleri Derneği Yayını. No:4. İstanbul.
- Bayazıt, N. (1994) Endüstri Ürünlerinde ve Mimarlıkta Tasarlama Metotlarına Giriş, Literatür Yayını, İstanbul.
- BSI (1993) BS-7642:1993: Performance Standards in Building - Contents and Format of Standards for Evaluation of Performance, British Standards Institution.
- BSI (2016) BS-1192:2007+A2:2016: Collaborative Production of Architectural, Engineering and Construction Information - Code of Practice, British Standards Institution.
- Cross, N. (2008) Engineering Design Methods: Strategies for Product Design, John Wiley and Sons, New York.
- CSI (2004) The Project Resource Manual: CSI Manual of Practice, 5th Edition, McGraw-Hill Education.
- CSI (2016) UniFormat, Construction Specifications Institute, USA.
- CSI (2018) MasterFormat, Construction Specifications Institute, USA.
- Deniz, Ö. Ş. and Ekinci, S. (2016) "A Decision-Making Process for Selecting Building Envelope Assemblies", Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 15:3, pp. 549-555.
- Deniz, Ö.Ş. (2011) "Bina Çevreyici Sistemi", Yalıtım Dergisi, Sayı.90,sf.60-68; Sayı. 91,sf. 56-60.
- Edis, F. E. (2007) "Mimari Yapısal Öğelerin Tasarımı İçin Bir Yöntem", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Emmitt, S. (2002) Architectural Technology, Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Emmitt, S., Olie, J., Schmid, P. (2004) Principles of Architectural Detailing, Blackwell Publishing, Oxford.
- Ginevicius, R., Podvezko, V., Raslanas, S. (2008) "Evaluating the alternative solutions of wall insulation by multicriteria methods", Journal of Civil Engineering and Management, 14:4, pp. 217-226.
- Gray, C. and Hughes, W. (2001) Building Design Management, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981) Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, New York.
- ISO (2015) ISO 12006-2: Building Construction - Organization of Information about Construction Works - Part 2, Framework for Classification, International Standardization Organisation, Geneva.
- ISO (2016) ISO 19208:2016: Framework for Specifying Performance in Buildings, International Standardization Organisation, Geneva.
- Mackinder, M. (1980) "The Selection and Specification of Building Materials and Components", Institute of Advanced Architectural Studies Research Paper No.17, The University of York, U.K.
- Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., Pariazar, M., Zaeri, M. S. (2007) "Project Selection By Using Fuzzy AHP And TOPSIS Technique", World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering, Vol:1, No:6, ss. 270-275.
- Mattar, S., Manning, P., Fazio, P., Bitterlich, W. (1978) "A Decision Model for the Design of Building Enclosures", Building and Environment, 13:4, pp. 201-216, pp. 217-232.
- Nassar, K., Thabet, W., Beliveau, Y. (2003) "A Procedure for Multi-Criteria Selection of -Building Assemblies", Automation in Construction, 12:5, pp. 543-560.
- Radford, A.D. and Gero, J.S. (1988) Design by Optimization in Architecture and Building, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Radford, A.D. and Mitchell, J.R. (1986) "Automated Architectural Detailing: A Knowledge-Based Approach", Advanced Building Technology-Proc. CIB86, Vol.2, pp. 737-745.
- Rich P. and Dean Y. (1999) Principles of Element Design, Butterworth-Heinemann, Architectural Press, Oxford.
- Rush, R. D. (Ed.) (1986) The Building Systems Integration Handbook. J. Wiley, Chichester.
- Saaty, T.L. and Vargas, L.G. (2000) Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Saleeb, N., Marzouk, M., Atteya, U. (2018) "A Comparative Suitability Study between Classification Systems for BIM in Heritage", International Journal of Sustainable Development and Planning, 13:1, pp. 130-138.
- Sands, J. (2017) Classification: An Introduction, BSRIA, UK.
- Sinclair, D. (2014) Design Management: RIBA Plan of Work 2013 Guide, RIBA Publishing.
- Şahinler, O ve Kızıl, F. (2004) Mimarlıkta Teknik Resim, YEM Yapı Yayın 91, İstanbul.
- Tapan, M. (2004) Mimarlıkta Değerlendirme, İTÜ Yayınevi, Maçka, İstanbul.
- Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan, L. (2004) Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayını, İstanbul.
- TSE (1997) TS 5319: Teknik Resim – Taramalar – Kesit Yüzeyinin ve Malzemenin Gösterilişi, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TSE (2000) TS EN ISO 7519: Teknik Resim – İnşaat Çizimleri – Genel Düzenleme ve Montaj Çizimlerine ait Gösterişlerin Genel

- Prensipleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE (2003) TS 88-23 ISO 128-23: Teknik Resim – Gösterişle İlgili Genel Prensip – Bölüm 23: İnşaat Teknik Resminde Çizgiler, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- Tzeng, G. H. and Huang, J. J. (2011) Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, CRC Press, New York.
- Wakita, O. A. and Linde, R. M. (1999) The Professional Practice of Architectural Detailing, John Wiley and Sons, USA.
- Yurdakul, M. and İç, Y.T. 2005. “Development of a Performance Measurement Model for Manufacturing Companies Using the AHP and Topsis Approaches”, International Journal of Production Research, 43:21, pp. 4609-4641.
- Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., Tamosaitiene, J. (2008)

“Selection of the Effective Dwelling House Walls Applying Attributes Determined in Intervals”, Journal of Civil Engineering and Management, 14:2, pp. 85-93.

İnternet Kaynakları

- <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification/> [Erişim Tarihi: 05.11.2018].
- <http://www.omniclass.org/> [Erişim Tarihi: 05.11.2018].
- <http://www.mimarist.org/include/uploads/2015/11/mimarlik-hizmetleri-sartnamesi-en-az-bedel-tarifesi.pdf> [Erişim Tarihi: 05.11.2018].
- <http://www.mimarist.org/mimari-proje-cizim-ve-sunus-standartlari/> [Erişim Tarihi: 05.11.2018].