

Mimari Tasarım Sürecinde Son Ürünün Değerlendirilmesi: Bir Bulanık Karar Verme Modeli

Evaluation of End-Products in Architecture Design Process: A Fuzzy Decision-Making Model

Serkan PALABIYIK,¹ Birgül ÇOLAKOĞLU²

Bu çalışma, mimari tasarım alternatiflerinin ürün bazında değerlendirilmesine yardımcı bir bulanık çok ölçütlü karar verme modelinin geliştirilmesi ile ilgilidir. Geliştirilen modelin potansiyelleri, mimari tasarım eğitimi alanında gerçekleştirilen “Sökme ve Yeniden Kullanmaya Yönelik Tasarım: Dönüştürülebilir Çok-amaçlı Sergi Mekânlarının Tasarım ve Yapımı” (“Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions”) başlıklı uluslararası bir tasarım stüdyosu kapsamında araştırılmıştır. Tasarım stüdyosunda tasarım süreci sistematik ve sezgisel düşüncenin bir arada yer aldığı bütünlüklü bir anlayışla kurgulanmıştır. Buna göre tasarım amaçları ile değerlendirme ölçütleri stüdyo yürütücülerince süreç başında net bir şekilde ortaya konularak tasarım uzayının daraltılması ve tasarım sürecinde verilecek kararlarda farkındalığın artırılması öngörülmüştür. Tasarım süreci sonunda stüdyo kapsamında üretilen tasarımlar geliştirilen karar vermeye yardımcı model ile değerlendirilerek, tasarımların olumlu ve olumsuz yönlerinin belirlenmesi ve öngörülen hedefler kapsamında en uygun alternatif tasarımın seçilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar sözcükler: AHS; bulanık mantık; karar verme modeli; mimari tasarımların değerlendirilmesi.

This paper presents a study on the development of a fuzzy multi-criteria decision-making model for the evaluation of end products of the architectural design process. Potentials of the developed model were investigated within the scope of architectural design education, specifically an international design studio titled “Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions.” The studio work followed a design process that integrated systematic and heuristic thinking. The design objectives and assessment criteria were clearly set out at the beginning of the process by the studio coordinator with the aim of narrowing the design space and increasing awareness of the consequences of design decisions. At the end of the design process, designs produced in the studio were evaluated using the developed model to support decision making. The model facilitated the identification of positive and negative aspects of the designs and selection of the design alternative that best met the studio objectives set at the beginning.

Key words: AHP; fuzzy logic; decision making model; evaluation of architectural designs.

¹Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Balıkesir.
²Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul.

¹Department of Architecture, Balıkesir University, Faculty of Engineering and Architecture, Balıkesir, Turkey.

²Department of Architecture, Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Istanbul, Turkey.

*Bu makale, birinci yazar tarafından YTÜ Mimarlık Fakültesinde Mart 2011 tarihinde tamamlanmış olan “Mimari Tasarım Sürecinde Karar Verme: Bulanık AHS Yöntemi” isimli doktora tezinden hazırlanmıştır.

MEGARON 2012;7(3):191-206

Başvuru tarihi: 13.07.2011 (**Article arrival date:** 13.07.2011) - **Kabul tarihi:** 16.12.2012 (**Accepted for publication:** 16.12.2012)

İletişim (Correspondence): Serkan PALABIYIK. e-posta (e-mail): serkan@balikesir.edu.tr

© 2012 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2012 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Günümüzde karmaşıklaşan tasarım sorunlarını çözmek ve kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla, tasarlama olgusuna, bir problem çözme ve karar verme eylemi olarak bakılmaya başlanmıştır.¹ Bu anlayışla, tasarım sürecinde çözüme ulaşma eyleminin farklı nitelikteki karar verme aşamalarını içerdiği belirtilmektedir.² Mimari tasarım sürecinde, ürün bazında ve süreç bazında olmak üzere başlıca iki aşamada karara bağlama bağlı değerlendirme yapılmaktadır.³

Sunulan bu çalışmada mimari tasarım ürünlerinin değerlendirilmesinde karar vermeyi rasyonel bir yapıya oturtmak ve tasarımlar hakkında daha bilinçli, objektif kararların verilmesini sağlamak amacıyla, mimari tasarımların ürün bazında değerlendirilmesine yardımcı bir karar verme modelinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Genel bir değerlendirme ile mimarlık pratiği kişisel görüşün yoğun olduğu, tasarım esnasında oluşan algılamalar ve gösterilen tepkiler sonucu ulaşılan yargıların, bireysel duygu ve düşüncelere göre şekillendiği bir alandır. Bu yönüyle geliştirilecek karar vermeye yardımcı modelin mimari tasarım süreci sonunda elde edilen tasarımların değerlendirilmesinde insani boyutu dolayısıyla ile belirsizlikleri ifade etmede etkili olması oldukça önemlidir.

Bu anlayışla çalışmada, nesnel değerlendirme yanında, mimarlığın bünyesinde bulunan öznel değerlendirmeleri de (kütlesel, mekânsal, anlamsal, form ve deneyime ilişkin aktarımlar) ifade etmede etkili olabilecek bir karar verme modelinin geliştirilmesinde, aşağıda belirtilen yaklaşımlar esas alınmıştır. Bu yaklaşımlar;

- Karmaşık ve birden çok ölçütün göz önüne alınması gerektiği durumlarda oldukça etkili bir yaklaşım olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS),
- İnsan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakla, gerçek dünyada sık sık meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olarak kullanılan Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi,
- Karar alıcı için sonuç problemi anlamakta esneklik ve sağlamlık sağlayabilen, Bulanık Mantık ile AHS yönteminin kombine edilmesi sonucu oluşturulmuş Bulanık AHS yaklaşımı.

Sonuç olarak çalışma kapsamında, tasarım sürecinde karar vermenin sistematik yöntemlerle gerçekleştirilmesi amacıyla; yukarıda belirtilen üç yaklaşımdan yararlanılarak, tasarım süreci sonucu elde edilen ürünlerin değerlendirilmesine yönelik kuramsal bir "bulanık çok ölçütlü karar verme modeli" geliştirilmiştir.

Geliştirilen karar vermeye yardımcı modelin mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği ve barındırdığı potansiyeller, mimarlık eğitiminin zaman ve etki açısından en önemli parçası sayılan mimari tasarım stüdyosu kapsamında gerçekleştirilen uluslararası bir tasarım atölyesi (International Design Studio, Spring 2009) sürecinde araştırılmıştır.

Bu çerçevede çalışmaya geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme modelinin temellendiği kuramsal yapının açıklanması ile başlanmış, bunu geliştirilen modelin etkinliğinin araştırıldığı, gerçekleştirilen tasarım stüdyosu sonucunda elde edilen tasarımların değerlendirildiği süreç izlenmiş ve sonuç kısmında yapılan çalışma değerlendirilerek ileride yapılacak çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Kuramsal Yapı

Karar verme; bir amacı/amaçları gerçekleştirmek için birtakım ölçütler ışığında alternatifler arasından uygun alternatifi/alternatifleri seçme işlemidir.⁴ Bir dizi zihinsel eylemi içeren karar verme süreci ise; karar vermek için kullanılan teknik ve yöntemlerin eylem düzeyini ve izlenen yolu ifade etmektedir.⁵

Tasarımda karar verme süreci, problem çözme eylemlerini izleyen ve çözüm alternatifleri arasından seçim yapılan bir süreçtir. Tasarım alanında, diğer alanlardaki yöntemlerin yardımı ile karar verme süreci işlemlerinin ve aşamalarının denetlenebilir ve modellenilebilir biçime getirmesiyle problemlerin çözülmesinin amaçlandığı birçok sistematik yöntem geliştirilmiştir.⁵

Karar verme amaçlı geliştirilen bu sistematik yöntemlerin mühendislik alanındaki kullanımları geniş uygulama alanları bulurken mimarlık alanındaki uygulamaların daha sınırlı olduğu görülür. Bu durum, ağırlıklı olarak bireysel süreç ve öznel değerlendirmelerin hâkim olduğu mimari tasarım alanında, tasarımcının zihninde gerçekleşen eylemlerin tam olarak açıklanamaması ve eylemlerin gözlemlenememesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenlerle, zaman içinde önerilen yöntemler mimari tasarım alanında tasarımcılar tarafından kabul görmemiş ve yapılan yöntem odaklı çalışmalar buna bağlı olarak azalmıştır.

Genel bir bakış açısıyla, mimarlıkta karar verme amaçlı kullanılan modellerin; statik, mekanik, topografya gibi ölçülebilir (nicel) faktörlerin değerlendirilme-

¹ Bayazit, 2004, s: 51.

² Gero, 1975.

³ Tapan, 2004, s: 25.

⁴ Simoes-Marques and etc, 2000.

⁵ Behesti and Monroy, 1986.

si ile yapı ürünleri, yapım sistemi ve teknolojilerinin seçiminde kullanıldıkları, ancak mimarlığın (mimarlık işinin) bünyesinde barındırdığı zaman, boşluk, ortam, karakter, estetik boyut gibi soyut (nitel) öğelerin değerlendirilmesinde kullanılmadıkları görülür.

Çalışmada bu durum, tasarım alanında kullanılan mevcut karar vermeye yardımcı modellerin nitel verileri değerlendirmede, nicel verileri değerlendirmedeki kadar başarılı olamamaları ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle mimari tasarım alanında karar vermeye yardımcı bir modelin kabul görmesi için, geliştirilen modelin nicel veriler kadar nitel verileri de değerlendirmede etkili olması büyük önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında bu anlayış çerçevesinde geliştirilen karar vermeye yardımcı model, birçok alanda başarılı bir şekilde kullanılan karar teorisinden yararlanılarak kurgulanmıştır. Karar teorisinin geliştirilen model kapsamında kullanılmasındaki öncelikli hedef; karar verme sürecindeki belirsizliği ve karmaşıklığı azaltmak suretiyle olası alternatiflerin sistematik biçimde değerlendirilmesi için karar vericilere yardım etmektir.

Çalışmanın izleyen bölümü karar teorisi ile ilgili olarak iki aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada mimari tasarım alanında bilinçli değerlendirme ile değer kavramı üzerinde durulmuş ve geliştirilecek karar verme modelinden beklentiler ortaya konulmuştur. İkinci aşamada çalışma kapsamında geliştirilen karar vermeye yardımcı modelin temellendiği üç yaklaşım incelenmiştir.

Mimarlıkta Bilinçli Değerlendirme

Herhangi bir sistemin sağladığı faydayı saptamak veya sistem alternatifleri arasından birini seçmek için karar verme sürecinde değerlendirmeye gerek duyulmaktadır. Değerlendirme, başlıca görevi tanımlanmış olan amaca erişmek için gerekli alternatifleri seçmek ve bu alternatiflerin birbirleri ile olan karşılaştırmalarını nesnel olarak yapmaktır.³ Karar verme sürecinde böylesi bir değerlendirmenin yapılabilmesi için karar verilecek nesne veya düşünce ürünün bir değere sahip olması gerekir.

Değer kavramının çeşitli alanlardaki tanım ve yorumu farklılık gösterir. Tasarım alanında yapılan tanımlamalarda mimari ürün için geçerli olabilecek en uygun tanımlamalar arasında, kullanıcı isteklerini ve gereksinmelerini temel alarak, bir nesnenin o gereksinme ve istekleri hangi oranda yerine getirip getirmediğini belirlemek amacıyla “değer” kavramını ifade etmeye çalışan, Anstey⁶ ve Siddall’ın⁷ tanımlamaları örnek gösterilebilir.

Mimarlıkta bilinçli değerlendirme, alternatifler arasından seçme veya bir ürünün hipotetik bir alternatif

ile karşılaştırma işlemidir. Tapan,³ mimarlıkta bilinçli bir değerlendirmenin amacını, problemin tanımlanmasında belirlenen kullanıcı istek ve gereksinmelerine bağlı olarak gelişen değer ölçütlerinin sonuç üründe hangi oranda gerçekleştiğini saptamak olarak ifade etmektedir. Genel olarak mimarlıkta bilinçli değerlendirme yöntemleri ile amaçlananlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir. Buna göre:

- Optimum bir çözümün bulunmasına yardımcı olunması,
- Tasarlama sürecindeki aşamalar arasında geri dönüşlere, dolayısı ile sürecin denetlenmesine olanak sağlanması,
- Gelecekte tasarlanması söz konusu aynı tipolojik özelliği olan ürünlerin programlarına ve tasarlama süreçlerine veri sağlanması.

Mimarlık alanında salt uç ürünün değerlendirilmesinde, belirlenen değerlendirme ölçütlerinin yeterli sayıda ve iyi tespit edilmiş olmaları daha gerçekçi bir değerlendirilmenin yapılabilmesi için önemlidir. Bunlarla birlikte mimarlıkta ürün bazında ki değerlendirmelerin daha bilinçli yapılabilmesi için geliştirilecek bilimsel yöntemlerde olması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir. Buna göre;

- Tasarım ürünün başarısında sıklıkla, farklı ölçme birimlerine sahip birden fazla ölçüt etkili olmaktadır. Değerlendirme sonucunda elde edilen değer yargılarının sağlıklı olabilmesi için, seçeneklerin değerlendirilmesi ve karar verilmesinde birden fazla ölçütün ve ölçme biriminin dikkate alınması,
- Değerlendirmede karar vericilerin tümü tarafından kabul edilmiş nesnellığın esas alınması,
- Tasarım ürünün başarısında bütün ölçütler aynı öneme sahip değildir. Dolayısı ile ölçütlerin önem derecelerinin belirlenmesinde, karar vericilerin ölçütler hakkındaki kişisel görüşlerini ifade etmelerine olanak sağlanması,
- Mimarlık sezgisel, soyut, somut, ölçülebilir, ölçülemez, tahmin edilemez ve belirsiz özellikleri bünyesinde taşımaktadır.⁸ Dolayısı ile belirsizliklerin ifade edilmesi ve bu belirsizliklerin, rasyonel olarak değerlendirilebildiği bir formata dönüştürülmesinde geliştirilecek yöntem ile etkili olunması.

³ Tapan, 2004, s: 21.

⁶ Anstey, 1973.

⁷ Siddall, 1972.

⁸ Yürekli ve Yürekli, 2004, s: 54.

Özetle, geliştirilecek bir karar verme modelinde, birbirinden farklı özelliklere sahip birden fazla ölçüt ile çalışmaya ve seçenekleri birbiri ile karşılaştırmaya olanak sağlayan, belirsizlikleri ifade etme ile değerlendirebilmede etkili bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Buradan hareketle çalışma kapsamında geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme modeli öngörülen beklentilerin karşılanabilmesi amacıyla; Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi ile Bulanık AHS yaklaşımları üzerine yapılandırılmıştır.

Modelin Kuramsal Yapısı

Günümüzde tasarım alanında kullanılabilen karar verme yöntemleri incelendiğinde, çok ölçütlü karar verme yöntemleri ölçülebilir, ölçülemeyen birçok stratejik, operasyonel faktörü aynı anda değerlendirme imkânı sağlaması ve karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dâhil edebilmesi yönüyle ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin tasarım alanında uygulanması, önem dereceleri açısından ağırlıklandırılmış birçok ölçüte göre bir tasarımın topluca değerlendirilmesinde ve en etkin alternatiflerin seçilmesinde etkili bir yaklaşım sağlayacaktır. Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process – AHP) tamamen bu anlayışa dayalı olarak geliştirilmiş, çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir. Karmaşık ve birden çok ölçütün göz önüne alınması gerektiği durumlarda oldukça etkili bir yaklaşım olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci'ni (AHS) diğer karar verme yöntemlerinden ayıran temel fark, çok ölçütlü karar verme problemlerini hiyerarşik olarak yapılandırmasıdır.⁹

Ancak AHS, mimarlık işinin değerlendirilmesinde, karara, ölçütlere ve seçeneklere ilişkin mevcut olabilecek belirsizlikleri dikkate almada ve sayılara dökülmesi konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu durum verilecek kararları önemli ölçüde etkilemektedir.¹⁰

Belirtilen eksikliklerin üstesinden gelmek ve insani düşünme şeklini yansıtmak amacıyla, sunulan bu çalışmada Bulanık Mantık ile AHS yönteminin kombine edilmesi sonucu (Bulanık AHS) gerçeğe daha uygun ve tutarlı sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda çalışmanın bu bölümünde geliştirilen karar vermeye yardımcı modelin temellendiği yaklaşımların kuramsal özellikleri üzerinde durulmuştur.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), 1970'li yıllarda Thomas Satty tarafından geliştirilmiş bir "çok ölçütlü karar verme yöntemi"dir. Yöntem; belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yapılırken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok ölçütlü karar verme durumlarında kullanılır. Yöntemin uygulanması; karar alternatif ve ölçütlerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle, yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanır ve bu uygulama esnasında karar süreci, çok ölçütlü karmaşık bir karar probleminin hiyerarşik bir yapı içinde ayrıştırılması ile düzenlenir.^{11,12,13} Analitik Hiyerarşi Sürecinde, kişilere daha iyi kararlar vermelerinde yardımcı olmak amacıyla, nasıl karar verecekleri noktasında bir yöntem kullanımını zorunlu kılmak yerine, kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlanmaktadır.¹⁴ Anlaşılmasının çok kolay olması ve basit matematik hesaplamaları içermesi sebebiyle, AHS yöntemi büyük ilgi görmüş ve gerçek hayatta ekonomi, planlama, eğitim, sosyoloji ve bilişim bilimleri gibi birçok alanda kullanılmıştır.

Bu yöntemin uygulanmasında ilk olarak probleme ait birbirleri ile ilişkili elemanlar (ölçütler ve alternatifler) bir hiyerarşi içinde düzenlenirler (Ayrıştırma İlkesi). Daha sonra karar elemanları arasında çift yönlü karşılaştırmalar yapılarak probleme ait veriler toplanır. Sözel ifadelerden oluşan bu veriler Tablo 1'deki oran ölçeği kullanılarak sayısallaştırılır (Çift Yönlü Karşılaştırma İlkesi). Son olarak tanımlanan karar elemanlarının göreceli ağırlıkları hesaplanır, bu ağırlıklar toplanarak karar alma süreci gerçekleştirilir (Hiyerarşik Sentez İlkesi).

Çift yönlü karşılaştırmalarda kullanılan ölçeğin (Tablo 1) belirsizliğin tanımlanmasında yetersiz oluşu AHS'nin en önemli eksikliklerinden biridir. Bulanık Mantık Kavramının belirsizlikleri ifade etmedeki başarısı AHS'nin bu konudaki eksikliğin giderilmesinde önemli fırsatlar sunmaktadır.

Tablo 1. Çift yönlü karşılaştırmalar için oran ölçeği¹⁴

Değer	Tanım
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Kesinlikle daha önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

⁹ Partovi, 1994, s: 29

¹⁰ Chen, 1996.

¹¹ Harker and Vargas, 1987, s: 1384.

¹² Kumar and Ganesh 1996, s: 657.

¹³ Murtaza, 2003, s: 110.

¹⁴ Saaty, 1990, s: 11.

Tablo 2. Nitel değerlendirme iin ¼gen bulanık sayıların kullanımı¹⁷

Seilik değer	Bulanık değer	Seilik değer	Bulanık değer
1	Köşegen ise; (1, 1, 1) Köşegen değil ise; (1, 1, 3)	1/1	Köşegen ise; (1/1, 1/1, 1/1) Köşegen değil ise; (1/3, 1/1, 1/1)
2	(1, 2, 4)	1/2	(1/4, 1/2, 1/1)
3	(1, 3, 5)	1/3	(1/5, 1/3, 1/1)
4	(2, 4, 6)	1/4	(1/6, 1/4, 1/2)
5	(3, 5, 7)	1/5	(1/7, 1/5, 1/3)
6	(4, 6, 8)	1/6	(1/8, 1/6, 1/4)
7	(5, 7, 9)	1/7	(1/9, 1/7, 1/5)
8	(6, 8, 10)	1/8	(1/10, 1/8, 1/6)
9	(7, 9, 11)	1/9	(1/11, 1/9, 1/7)

Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi

Bulanık mantık (fuzzy logic) ilk defa 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Esası Bulanık Küme Teorisine dayanan Bulanık Mantık, mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Bulanık Küme Teorisi, temelde insan düşünce ve algılarındaki belirsizlikle ilgilenir ve bu belirsizliği sayısallaştırmaya çalışır. Bu sayede bulanık mantık, insanın sağduyusuna dayanılarak akıl yürüt¼len durumların matematiksel olarak modellenebilmesine imkân tanır ve oluşturulan modelde her şey bir değer ile ifade edilebilir.^{15,16}

Klasik küme teorisinde evrenin elemanları bir M kümesine ait olanlar ve olmayanlar olarak iki grupta tanımlanırlar. Kümeye ait elemanlara “1”, olmayanlara “0” değerleri atanarak M kümesine üye olup olmama durumları açıklanmaya çalışılır. Hâlbuki bulanık mantık yaklaşımında üye olanlar veya olmayanlar şeklinde kesin bir sınıflandırma yoktur. Bulanık kümelerde kümenin elemanları üyelik fonksiyonları ile tanımlanırlar. Bu fonksiyonlar, elemanlara $[0,1]$ aralığında reel değerler atarlar. Bu reel değerler elemanların M bulanık kümesi ile temsil edilen kavrama ne derecede uygun olduklarını gösterirler. Bulanık küme işlemlerinin gerçekleştirilmesinde genellikle ¼gen bulanık sayılar veya yamuk bulanık sayılar kullanılır. Bu çalışmada ¼gen bulanık sayılar kullanılmıştır. Buna göre bir M bulanık sayısının R reel sayılar kümesinde bir ¼gen bulanık sayı olarak $\mu_M(x): R_{[0,1]}$ üyelik fonksiyonundaki eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x}{m-1} - \frac{l}{m-1}, & x \in [l, m] \\ \frac{x}{m-u} - \frac{u}{m-u}, & x \in [m, u] \\ 0, & \text{diğer tüm durumlar için} \end{cases} \quad (1)$$

Burada $M = (l, m, u)$ ve $l \leq m \leq u$ şeklinde ifade edilmektedir ve “ m ”, M bulanık sayılarının mümkün olan en olası değer, “ l ” ile “ u ” sırasıyla M bulanık sayılarının en düşük ve en yüksek sınırlarını belirtmektedir.¹⁷

Çift yönlü karşılaştırmalar için kullanılan oran ölçęindeki seilik değerler (Tablo 1) 1 nolu eşitlik kullanılarak bulanıklaştırılabilir. Seilik değerler ve bunlara karşılık gelen ¼gen bulanık değerler Tablo 2’de verilmiştir.

Bulanık AHS Yaklaşımı

Bulanık mantık ile AHS yaklaşımın kombine edilmesi sonucu gerçeğe daha uygun ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu yaklaşım, insan karar alma işleminin yapısındaki kararsızlık ve belirsizliği yeterince ifade edebilmekte ve karar alıcı için sonuç problemini anlamakta esneklik ve sağlamlık sağlamaktadır.

Bu doğrultuda çeşitli araştırmacılar tarafından, bulanık kümeler kuramı ve hiyerarşik yapı kullanılarak çok ölç¼tl¼ ortamda en iyi seçeneği belirlemeye veya seçenekleri sıralamaya yönelik çeşitli yöntemler sunulmuştur. Bu çalışma kapsamında bulanık AHS uygulamaları içinde yaygın olarak kullanılan, kullanım aşamaları nispeten daha kolay olan ve klasik AHS yönteminin adımlarıyla benzerlik gösteren Chang’ in “Bulanık Sentetik Değer Analizi” yönteminden yararlanılmıştır.¹⁷

Bulanık Sentetik Değer Analizi

Bulanık sentetik değer analizinin ana fikri bulanıklaştırılmış karşılıklı ikili karşılaştırma matrislerini çözererek ölç¼tlerin önemlerini ve her bir ölç¼te göre al-

¹⁵ Zadeh, 1965.

¹⁶ Zadeh, 1968.

¹⁷ Chang, 1996, s: 650.

ternatiflerin performanslarını elde etmektedir.²¹ Bulanık performansların elde edilmesinden sonra amaç, seçilim biçimdeki sonuçların elde edilmesidir. Çalışma kapsamında Chang'ın bulanık sentetik analiz yöntemi, yararlanılan eşitler bağlamında dört adımda ele alınmıştır.

Adım 1. Bulanık sentetik değer analizinin, bulanık performans matrislerini elde etmek için ikili karşılaştırma matrisine uygulanması.

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ bir nesne kümesi ve $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ bir amaç kümesi olarak kabul edilirse, Chang'ın değer analizi yöntemi kullanılarak, her bir nesne alınır ve sırasıyla her bir amaç için değerlendirme analizleri yapılır. Böylece her nesne için m tane (extent) analiz değeri aşağıda belirtildiği gibi elde edilir.²¹

$$M_{gi1}, M_{gi2}, \dots, M_{gim}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

Belirtilen M_{gij} , ($j = 1, 2, 3, \dots, m$), değerlerinin her biri üçgen bulanık sayılardır ve i 'nci bir nesne için bulanık sentetik büyüklük değerinin elde edilmesinde aşağıda verilen (3) eşitliğinden yararlanılır.

$$S_i = j=1m M_{gij} \dots i=1nj = 1m M_{gij} - 1 \quad (3)$$

Burada M_{gij} , u_j amacı ile ilgili x_i nesnesinin performansını göstermektedir.²¹

Adım 2. Bir bulanık ikili karşılaştırma matrisi verildiğinde, her bir amaca göre öncelik vektörlerinin ağırlık değerlerine ait tahminleri elde etmek için, bulanık sayıların karşılaştırılması gerekir.

$M_2 \geq M_1$ olma olasılığı aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{x \geq y} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (4)$$

Bir (x, y) çifti verildiğinde, $y \geq x$ ve $\mu_{M_1}(x) = \mu_{M_2}(y)$ ise;

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ bulanık sayılarının dışbükey olmalarından dolayı $V(M_2 \geq M_1) = 1$ olur. Bu durumda

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d)$$

$$\mu_{M_2}(d) = 1, \quad \text{if } m_2 \geq m_1 \quad 0, \quad \text{if } l_1 \geq u_2$$

$$1 - \frac{u_2 - m_2}{m_2 - l_1}, \quad \text{diğer durumlar için,} \quad (5)$$

Eşitlikteki d , Şekil 1'de gösterildiği gibi μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktası olan D 'nin ordinatını ifade eder. Burada M_1 ve M_2 'nin karşılaştırılmasında, $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerine gerek duyulur.¹⁸

Adım 3. Bir dışbükey bulanık sayının k dışbükey bulanık sayılarından M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) daha büyük olma olasılığı aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k)$$

$$= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)]$$

$$= \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (6)$$

Eğer;

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k), \quad (7)$$

$k = 1, 2, \dots, n$; $k \neq i$ ise, bu durumda ağırlık vektörü aşağıdaki gibi belirtilir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (8)$$

Eşitlikteki A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) n tane elemanı ifade eder.

Adım 4. Normalizasyon sayesinde normalize edilmiş ağırlık vektörleri eşitlik (9) daki gibi ifade edilirler.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (9)$$

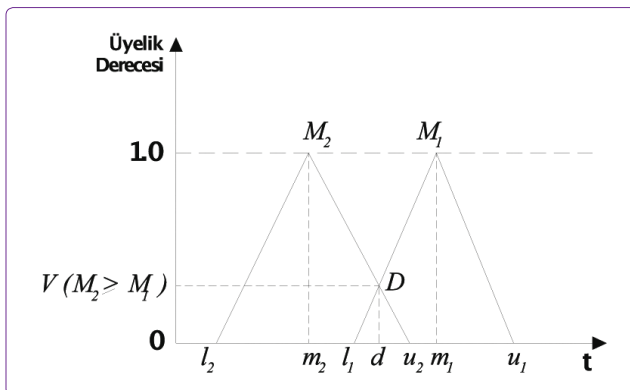
Eşitlikteki W bulanık olmayan bir sayıdır.¹⁷

Mimari Tasarımların Ürün Bazında Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında mimari tasarım süreci sonunda elde edilen tasarımları değerlendirilmek için geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme modeli, birbirinin devamı niteliğinde altı ana bileşenden oluşturulmuştur. Bu bileşenlerden ilk üçü analiz diğer üç bileşen ise sentez aşaması olarak nitelendirilmiştir.

Analiz aşamasında:

1. Adım, mimari tasarım konusunda öngörülen amaçları karşılamada etkili olabilecek, değerlendirme ölçütlerinin C_j ($j = 1, 2, \dots, m$) belirlenmesi.
2. Adım, belirlenen değerlendirme ölçütlerine ait hiyerarşik organizasyonun C_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$) oluşturulması.
3. Adım, her bir proje yürütücüsünün, belirlenen



Şekil 1. M_1 ve M_2 arasındaki kesişim.¹⁷

¹⁷ Chang, 1996, s:651.

¹⁸ Büyüközkan and etc, 2004.

değerlendirme ölçütleri ve karar verme bağlamında değerlendirilen alternatif tasarımlar A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) hakkındaki düşünce ve değer yargılarını ortaya koyabileceği bir anket çalışmasının yapılması.

Sentez aşamasında:

4. Adım, her bir değerlendirme ölçütünün göreceli önemini ifade eden ağırlık vektörlerinin $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ belirlenmesi.

5. Adım, sonuç performans matrisinin (P) oluşturulması

6. Adımda, her bir alternatifin belirlenen her bir ölçüte göre ağırlıklı performans değerlerinin hesaplanması.

Bu çerçevede çalışma kapsamında geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin uygulanması esnasında izlenen sürece ait temel adımlar sırasıyla aşağı ifade edilmiştir. Buna göre;

Her bir ölçütün performansına ait çift taraflı karar matrisi (W) veya alternatif tasarımların her bir ölçüte göre performansları (C_j) Tablo 2'de yer alan bulanık değerler kullanılarak aşağıdaki gibi oluşturulur.

w veya $C_j = a_{11} a_{21} \dots a_{k1} a_{12} a_{22} \dots a_{k2} \dots \dots \dots$
 $\dots a_{1k} a_{2k} \dots a_{kk}$ (10)

Yukarıdaki eşitlikte;

$als = 1, 3, 5, 7, 9; l < s, 1, l = s, 1 > s, l, s = 1, 2, \dots, k; k = m$ veya n (11)

Değerlendirmeye esas olan bulanık ölçütler (w_j) arasındaki ağırlıkların veya herhangi bir ölçüte göre, bulanık alternatiflere (x_{ij}) ait performans değerlerinin elde edilmesi için bulanık sentetik değer analizi, eşitlik (10)'a uygulanmıştır.

x_{ij} veya $w_i = s = 1/k$ $als = 1/k = 1/k$ als (12)

Eşitlikte, $i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m$ ve karar matrisinin amacına göre (her bir ölçüte veya alternatife ait ağırlıklı performans değerinin elde edilmesi) $k = n$ veya $k = m$ olarak tanımlanmaktadır.

Bulanık çok ölçütlü karar verme modeli için karar matrisi (X) ve ağırlık vektörü (W) sırasıyla aşağıdaki biçimde ifade edilebilir.

$X = x_{11} x_{21} \dots x_{n1} x_{12} x_{22} \dots x_{n2} \dots \dots \dots$
 $\dots x_{1m} x_{2m} \dots x_{nm}$, (13)

$W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ (14)

Burada x_{ij} ; C_j kriterine göre alternatiflere (A_i ($i = 1, 2, \dots, n$)) ait bulanık performans değerlendirmelerini ve w_j ; kriterin (C_j ($j = 1, 2, \dots, m$)) bulanık ağırlığını ifade eder.

Bulanık ağırlıklandırılmış performans matrisi olan (P), ağırlık vektörü (W) ile karar matrisinin (X) çarpılması sonucu elde edilir.

$$P = X * W = w_{11} x_{11} w_{12} x_{12} \dots w_{1n} x_{1n} w_{21} x_{21} w_{22} x_{22} \dots w_{2n} x_{2n} \dots \dots \dots$$

$$w_{m1} x_{m1} w_{m2} x_{m2} \dots w_{mn} x_{mn} = P_1 P_2 \dots P_n \quad (15)$$

Yukarıdaki performans matrisinde alternatiflerin ağırlıklandırılmış performansları arasında en yüksek değere sahip olan alternatif değerlendirilen tasarımlar arasındaki en uygun alternatiftir.¹⁹

Geliştirilen Karar Vermeye Yardımcı Modelin Potansiyellerinin Tasarım Stüdyosu Kapsamında Araştırılması

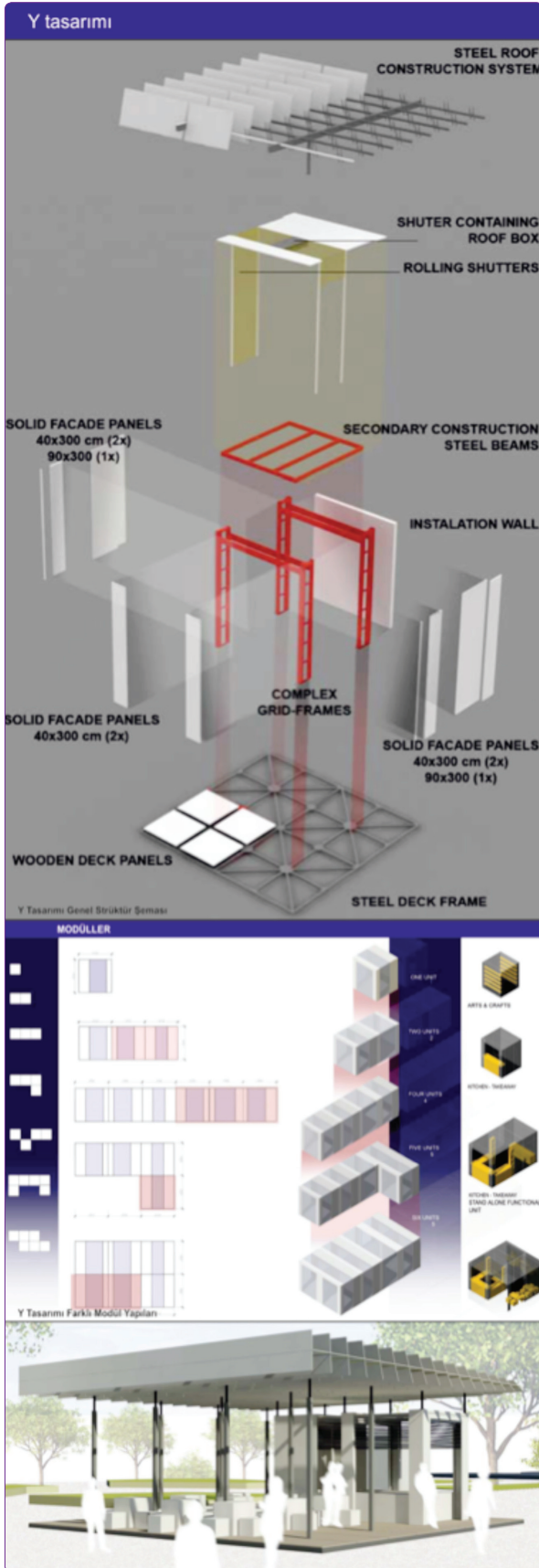
Tasarım stüdyosu, 2009 bahar yarısında Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi (Türkiye), Twente Üniversitesi Mühendislik Teknolojileri Fakültesi (Hollanda) ve Saraybosna Üniversitesi Mimarlık Fakültesi (Bosna Hersek) yüksek lisans öğrencilerinin katılımları ile gerçekleştirilmiştir. "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions", başlıklı bu tasarım stüdyosunda, yerel yönetimler için farklı etkinliklerde kullanılabilecek sökülüp takılabilen, enerji tasarrufu sağlayan, çevreye duyarlı pavilyonlar tasarlanması amaçlanmıştır.²⁰ Bu amaç kapsamında tasarım stüdyosu, iki grup olarak organize edilmiş ve katılımı sağlayan üç ülkede gerçekleştirilen, atölye çalışmaları ile yürütülmüştür. Süreç sonunda gruplar tarafından üretilmiş "Y ve Z" olarak adlandırılan, kendi içinde farklı işlevleri karşılayabilen iki tip pavilyon tasarımı elde edilmiştir. (Karar verme bağlamında değerlendirilen Y ve Z projeleri için bkz. Şekil 2 ve Şekil 3).

Tasarım süreci sonunda üretilen alternatif tasarımların belirlenen hedefler kapsamında değerlendirilip en uygun pavilyon tasarımın seçilmesi aşamasında;

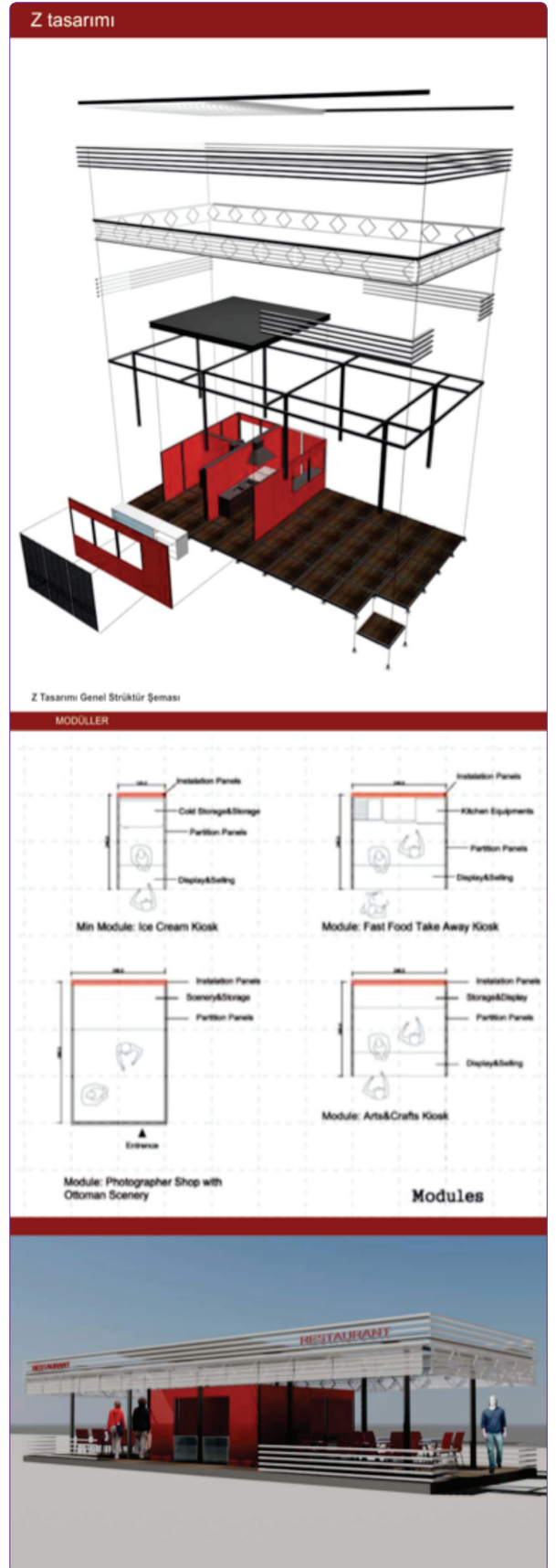
- Karar vermeyi rasyonel bir yapıya oturtmak ve tasarımlar hakkında daha bilinçli, objektif kararların verilmesini sağlamak,
- Toplu olarak karar vermeyi olanaklı hale getirmek,
- Mimari tasarım alternatiflerini iyiden kötüye sıralamaktan öte tasarımların eksik görülen yanlarının anlaşılmasına yardımcı olmak, amacıyla, çalışma kapsamında geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme modeli kullanılarak yöntemin potansiyelleri araştırılmıştır.

¹⁹ Deng, 1999, s: 210.

²⁰ Durmisevic, 2009.



Şekil 2. Geliştirilen model ile değerlendirilen Y tasarımı.²⁴



Şekil 3. Geliştirilen model ile değerlendirilen Z tasarımı.²⁴

Mimari Tasarımların Geliştirilen Kuramsal Model Kullanılarak Değerlendirilmesi

Sunulan bu çalışmada geliştirilen kuramsal modelin uygulanması esnasında izlenen süreç analiz ve sentez olmak üzere başlıca iki aşamada ele alınmıştır. Bu iki aşama birbirinin devamını sağlayan altı bileşenden (adımdan) oluşmaktadır.

Analiz Aşaması

1. Adım

Tasarım sürecine sürdürülebilirlik bağlamında genel tasarım ilkelerinin irdelenmesi ile başlamıştır. Sistemik bir tasarım sürecinin kurgulandığı çalışmada değerlendirme ölçütleri, grup yürütücüleri ve öğrencilerin ortak katkıları ile süreç başında belirlenmiştir.

Genel sınıflandırması aşağıda verilen değerlendirme ölçütleri tasarım sürecinin özellikle ilk aşamasında temel veri olarak kabul edilmiş ve süreç içerisinde tasarım gelişim adımları “sürdürülebilir kıstaslar” göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

- **A. Mimari kalite:**
 - A.1 Kimlik,
 - A.2 Ölçek / Oran,
 - A.3 Bütünlük / Uygunluk,
 - A.4 Yapısal çekicilik,
 - A.5 Dönüştürülebilirliğin anlaşılabilirliği,
 - A.6 Mekânsal adaptasyonun anlaşılabilirliği,
- **B. Çok fonksiyonlu olması:**
 - B.1 Mekânsal verimlilik,
 - B.2 Erişilebilirlik,
 - B.3 Güvenlik,
 - B.4 Donanım eklemeye uygunluk,
 - B.5 İç esnekliğe uygunluk,
 - B.6 Bakım kolaylığı,
- **C. Dönüştürülebilir olması:**
 - C.1 Bir tasarımdan bir başka tasarıma dönüştürülebilirlik kolaylığı,
 - C.2 Pavilyonların iki veya daha fazla pavilyon ile birleşebilme veya bölünebilme kolaylığı,
 - C.3 Büyüyebilme kolaylığı,
 - C.4 Açık ve kapalı alanlara dönüşebilme kolaylığı,
 - C.5 İklim koşullarına ve gece gündüz şartlarına uyum sağlayabilme,
 - C.6 Bileşenler arasındaki ilişki (bütünleşmenin güvenilirliği),
 - C.7 Sistem bütünleşmesinin esnekliği,
 - C.8 Bileşenlerin ve sistemlerin dönüştürülebilirlik kolaylığı,
 - C.9 Bileşenlerin / sistemlerin endüstriyel üretim potansiyeli,

• D. Enerji performansı bağlamında sürdürülebilir olması:

- D.1 Bina enerji performansı, sıfır karbon, doğal çevreleri destekleme potansiyeli,
- D.2 Yapı sistemlerinde yenilenebilir sistemler kullanma potansiyeli,
- D.3 Düşük enerji kullanımını özendirme,
- D.4 Kullanılan malzemeler ile çevreye olan etkinin minimumda tutulma potansiyeli,
- D.5 Su tasarrufu sağlama potansiyeli,
- D.6 Demonte bileşenlerin tekrar kullanılabilirlik potansiyeli,

• E. Konfor koşullarını sağlaması:

- E.1 Isı konforu (kış),
- E.2 Isı konforu (yaz),
- E.3 İç hava kalitesi,
- E.4 Pavilyon ve sistemlerin kolay kullanılabilirliği,
- E.5 Görsel konfor,

• F. Kültürel ve yerel alan bağlamında toplanmaya, taşınmaya, kurulmaya, depolanmaya uygun olması:

- F.1 Kültürel kontekste cevap verme,
- F.2 Mevcut fiziksel çevre ile uyum,
- F.3 Çevre ile sosyal bütünleşme,
- F.4 Çevre ile kentsel bütünleşme,
- F.5 Yapıya ulaşılabilirlik,

• G. Maliyet:

- G.1 İlk yatırım maliyeti,
- G.2 Yıllık işletme maliyeti,
- G.3 Yaşamsal döngü maliyeti,
- G.4 İşlevsel dönüştürme maliyeti,
- G.5 Enerji kullanım maliyeti,
- G.6 Depolama maliyeti.

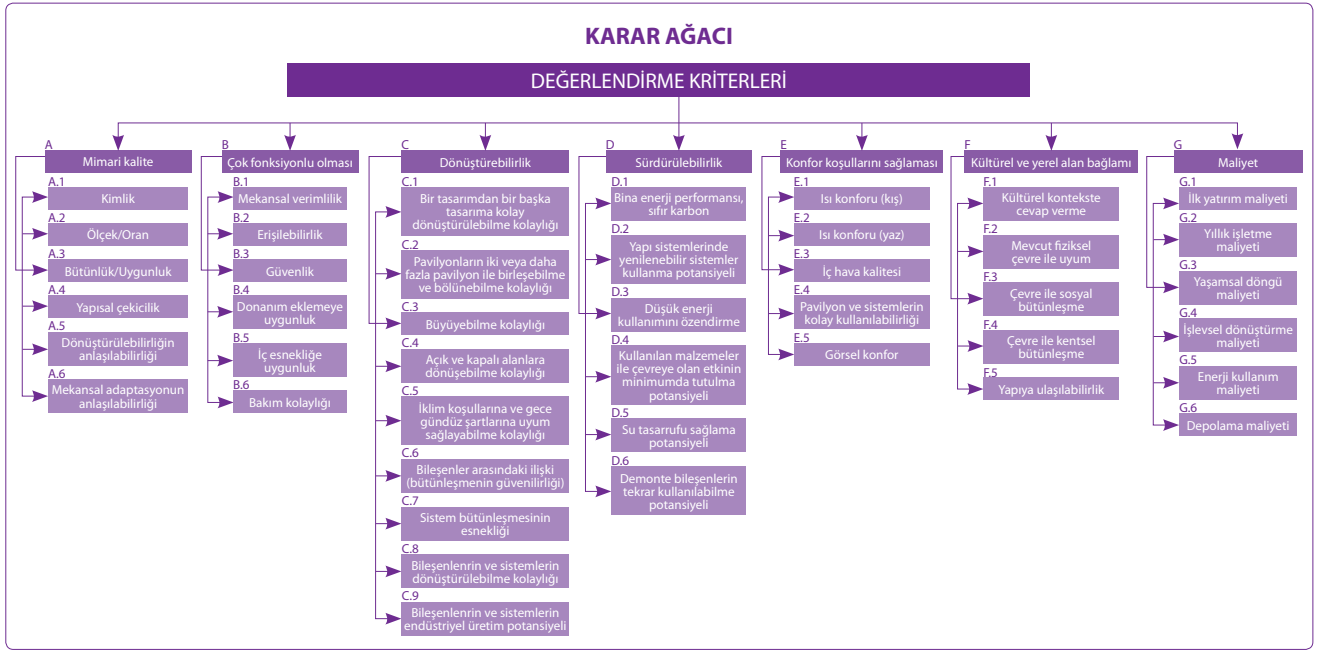
2. Adım

Belirlenen değerlendirme ölçütlerinin birbirleri ile olan ilişkilerini gösteren hiyerarşik organizasyon şeması oluşturulmuştur (Şekil 4).

3. Adım

Öngörülen amaçlar doğrultusunda “A Scientific Model Aiding the Evaluation of Architectural Design and Product” başlıklı, iki aşamalı olarak organize edilmiş bir anket çalışması düzenlenmiştir.

Anket çalışmasının ilk aşamasında, her bir proje yürütücüsünün belirlenen değerlendirme ölçütlerinin öncelikleri ile ilgili görüşlerinin öğrenilmesi amaçlanmıştır. Bu anlayışla öngörülen tasarım konusunda beklentileri netleştirmek adına ortaya konulan her bir değerlendirme ölçütünün, birbiri ile ikili karşılaştırmalarının yapılması istenmiştir. Yapılan ikili karşılaştırmalarda belli bir üstünlük derecesini yansıtan sözel yar-



Şekil 4. Ölçütlere ait hiyerarşik organizasyon şeması.

gılardan yararlanılmıştır (kesinlikle daha önemli, çok kuvvetli derecede önemli, kuvvetli derece önemli, orta derecede önemli, eşit derece önemli).

Anket çalışmasının ikinci aşamasında, tasarım süreci sonunda elde edilen alternatif tasarımların her bir değerlendirme ölçütüne göre ikili karşılaştırmalarının yapılması istenmiştir. İkili karşılaştırmaların yapılmasında ilk aşamada olduğu gibi günlük hayatta kullanılan sözel yargılardan yararlanılmıştır (eşit derecede iyi, orta derecede iyi, kuvvetli derecede iyi, çok kuvvetli derece iyi, kesinlikle daha iyi).

Geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme modelinin çalışma kapsamında uygulanmasında;

- analiz aşaması olarak nitelendirilen, öngörülen proje konusunda değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi, ölçütlere ait hiyerarşik yapının oluşturulması ve grup yürütücüleri ile yapılan anket çalışmasından sonra, modelin uygulanmasına,

- sentez aşamasının ilk adımını oluşturan ve her bir ölçütün birbirine göre öncelikli ağırlık değerlerinin belirlendiği süreç ile devam edilmiştir.

Sentez Aşaması

4. Adım

Ölçütlere ait ağırlık vektörlerinin belirlendiği bu adımda, grup yürütücülerinden gelen anket sonuçları, tüm ölçütlerin birbirine göre ağırlıklı öncelik derecelerinin belirlendiği çift yönlü karar matrislerinin oluşturul-

masında kullanılmıştır. Buna göre Tablo 3'teki A, B, C, D, E, F ve G ölçütlerine ait karar matrisleri oluşturulurken, ankette yer alan "eşit derecede önemli", "orta derecede önemli", "kuvvetli derecede önemli", "çok kuvvetli derecede önemli" ve "kesinlikle daha önemli" sözel yargıları, 9'lu karşılaştırma cetveli (Tablo 1) kullanılarak sayısal (seçilim) değerlere dönüştürülmüştür. Bu dönüştürme esnasında i elemanının j elemanına göre önem derecesi "a" olarak belirlenmişse, j elemanın i elemanına göre önem derecesi "1/a" olarak ifade edilmiştir.

A, B, C, D, E, F ve G ölçütlerinin performanslarına ait çift yönlü karar matrisinde (Tablo 3), seçilim değerlere karşılık gelen bulanık değerlerin yer aldığı Tablo 2'de belirtilen bulanık değerler kullanılarak, Tablo 4'teki A, B, C, D, E, F ve G ölçütlerine ait bulanık çift yönlü karar matrisi oluşturulur.

Karar vermeye yardımcı modelin uygulanması sürecine, Tablo 4'te verilen A, B, C, D, E, F ve G ölçütlerine ait bulanık değerlerin aritmetik ortalamalarının hesaplanması ile devam edilir. Böylece, her bir ölçütün öncelikli ağırlık değerinin belirlenmesi amacıyla yapılan anket çalışmasından elde edilen ve grup yürütücülerinin değerlendirme ölçütleri hakkındaki görüşlerini yansıtan değerler, aynı ölçüte ait ortak görüşü yansıtan tek bir bulanık değere indirgenmiş olur.

Elde edilen bulanık değerlere (3) eşitliğinin uygulanması ile Tablo 4'teki sentetik bulanık değerler elde edilmiştir ve Şekil 15'te A, B, C, D, E, F ve G ölçütlerine ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırması yapılmıştır.

Tablo 3. A, B,..., G ölçütlerine ait çift yönlü karar matrisi

		Mimari kalite (Architectural quality)	Çok fonksiyonlu olması (Multi-Functionality)	Dönüştürülebilirlik (Transformability)	Sürdürülebilirlik (Sustainability)	Konfor koşullarını sağlaması (Comfort and Healthy)	Kültürel ve yerel alan bağlamı (Cultural and Local site context)	Maliyet (Cost)
		A	B	C	D	E	F	G
A	1. Uzman görüşü	1	1/5	1/5	1	1	1/3	1
	2. Uzman görüşü	1	5	5	5	5	5	5
	3. Uzman görüşü	1	1	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3
B	1. Uzman görüşü	5	1	5	5	5	3	3
	2. Uzman görüşü	1/5	1	5	5	5	5	5
	3. Uzman görüşü	1	1	1	1/5	1/5	5	5
C	1. Uzman görüşü	5	1/5	1	5	5	5	5
	2. Uzman görüşü	1/5	1/5	1	7	7	7	7
	3. Uzman görüşü	7	1	1	5	7	5	5
D	1. Uzman görüşü	1	1/5	1/5	1	1	1	1
	2. Uzman görüşü	1/5	1/5	1/7	1	7	7	7
	3. Uzman görüşü	5	5	1/5	1	5	5	5
E	1. Uzman görüşü	1	1/5	1/5	1	1	1/5	1
	2. Uzman görüşü	1/5	1/5	1/7	1/7	1	7	7
	3. Uzman görüşü	5	5	1/7	1/5	1	1/5	5
F	1. Uzman görüşü	3	1/3	1/5	1	5	1	1
	2. Uzman görüşü	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1	6
	3. Uzman görüşü	5	1/5	1/5	1/5	5	1	5
G	1. Uzman görüşü	1	1/3	1/5	1	1	1	1
	2. Uzman görüşü	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/6	1
	3. Uzman görüşü	3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1

Tablo 4. A, B,..., G ölçütlerine ait seçilic değerlerin bulanıklaştırıldığı çift yönlü karar matrisi

		Mimari kalite (Architectural quality)	Çok fonksiyonlu olması (Multi-Functionality)	Dönüştürülebilirlik (Transformability)	Sürdürülebilirlik (Sustainability)	Konfor koşullarını sağlaması (Comfort and Healthy)	Kültürel ve yerel alan bağlamı (Cultural and Local site context)	Maliyet (Cost)
		A	B	C	D	E	F	G
A	1. Uzman görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1/5,1/3,1/1	1,1,1
	2. Uzman görüşü	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7
	3. Uzman görüşü	1,1,1	1,1,1	1/9,1/7,1/5	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/5,1/3,1/1
B	1. Uzman görüşü	3,5,7	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	1,3,5	1,3,5
	2. Uzman görüşü	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7
	3. Uzman görüşü	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	3,5,7	3,5,7
C	1. Uzman görüşü	3,5,7	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7
	2. Uzman görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	5,7,9	5,7,9	5,7,9	5,7,9
	3. Uzman görüşü	5,7,9	1,1,1	1,1,1	3,5,7	5,7,9	3,5,7	3,5,7
D	1. Uzman görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
	2. Uzman görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1,1,1	5,7,9	5,7,9	5,7,9
	3. Uzman görüşü	3,5,7	3,5,7	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7
E	1. Uzman görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1,1,1
	2. Uzman görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1,1,1	5,7,9	5,7,9
	3. Uzman görüşü	3,5,7	3,5,7	1/9,1/7,1/5	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1/7,1/5,1/3	3,5,7
F	1. Uzman görüşü	1,3,5	1/5,1/3,1/1	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	1,1,1	1,1,1
	2. Uzman görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1,1,1	4,6,8
	3. Uzman görüşü	3,5,7	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	3,5,7	1,1,1	3,5,7
G	1. Uzman görüşü	1,1,1	1/5,1/3,1/1	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
	2. Uzman görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1/8,1/6,1/4	1,1,1
	3. Uzman görüşü	1,3,5	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1

Elde edilen sentetik değerlere sırasıyla;

- Eşitlik (5)'in uygulanması ile Tablo 6'daki, SA, 'ya ait sentetik karşılaştırma değerleri,

- Eşitlik (6)'nın uygulanması ile Tablo 7'de belirtilen, bulunan sentetik üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları elde edilmiştir.

Sonuçta normalizasyon yolu ile A, B, C, D, E, F, G karar ölçütleri ile ilgili, Tablo 8'deki öncelikli ağırlık vektörleri elde edilmiştir. Çalışmanın devamında tasarım stüdyosu kapsamında belirlenen her bir değerlendirme ölçütüne ait elde edilen öncelikli ağırlık değerleri Şekil 5'te hiyerarşik bir düzende karar ağacı üzerinde gösterilmiştir.

5. ve 6. Adım:

Sonuç performans matrislerinin oluşturulup, her bir alternatifin belirlenen her bir ölçüte göre ağırlıklı performans değerlerinin hesaplandığı bu süreçte, geliştirilen modelin analiz aşaması ikinci adımında izlenen süreç aşağıdaki gibidir;

1. Y ve Z alternatif tasarımlarının her bir değerlendirme ölçütüne göre ikili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması,

2. Sentetik bulanık değerlerin elde edilmesi,

3. Sentetik bulanık değerlerin karşılaştırılması,

4. Bu değerlerle, hiyerarşik organizasyonunun en alt basamağından başlayarak karar ağacındaki (Şekil 5. 4) ilgili ölçütün ağırlık değerlerinin çarpılması sonucunda Y ve Z tasarımlarına ait ağırlıklı performans değerlerinin elde edilmesi.

Bu süreçte yapılan işlemler, sıralama ve tip itibari-

le ölçütlerin öncelikli ağırlık değerlerinin bulunduğu analiz aşamasının birinci adımı ile benzerlik gösterir ve yapılan hesaplamalarda kullanılan eşitlikler aynıdır.

Tablo 5. A, B,...,G ölçütlerine ait sentetik bulanık değerler

	l	m	u
SA	0.067	0.139	0.283
SB	0.036	0.069	0.142
SC	0.033	0.065	0.130
SD	0.063	0.122	0.239
SE	0.096	0.190	0.375
SF	0.089	0.182	0.367
SG	0.115	0.233	0.468

Tablo 6. A, B,...,G ölçütlerine ait sentetik bulanık değerler

	la	ma	ua	l	m	u
V(SA≥SB)	0.067	0.139	0.283	0.036	0.069	0.142
V(SA≥SC)	0.067	0.139	0.283	0.033	0.065	0.128
V(SA≥SD)	0.067	0.139	0.283	0.063	0.122	0.239
V(SA≥SE)	0.067	0.139	0.283	0.096	0.190	0.375
V(SA≥SF)	0.067	0.139	0.283	0.090	0.182	0.367
V(SA≥SG)	0.067	0.139	0.283	0.115	0.233	0.468

Tablo 7. SA'ya ait sentetik değerlerin minimumları

$$d'(A) = V(SA \geq SB, SC, SD, SE, SF, SG)$$

$$d'(A) = \min(1,000, 1,000, 1,000, 0,786, 0,818, 0,641) = 0,641$$

$$d'(B) = V(SB \geq SA, SC, SD, SE, SF, SG)$$

$$d'(B) = \min(0,517, 1,000, 0,598, 0,275, 0,315, 0,141) = 0,141$$

$$d'(C) = V(SC \geq SA, SB, SD, SE, SF, SG)$$

$$d'(C) = \min(0,452, 0,958, 0,533, 0,204, 0,245, 0,072) = 0,072$$

$$d'(D) = V(SD \geq SA, SB, SC, SE, SF, SG)$$

$$d'(D) = \min(0,910, 1,000, 1,000, 0,678, 0,713, 0,528) = 0,528$$

$$d'(E) = V(SE \geq SA, SB, SC, SD, SF, SG)$$

$$d'(E) = \min(1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 0,858) = 0,858$$

$$d'(F) = V(SF \geq SA, SB, SC, SD, SE, SG)$$

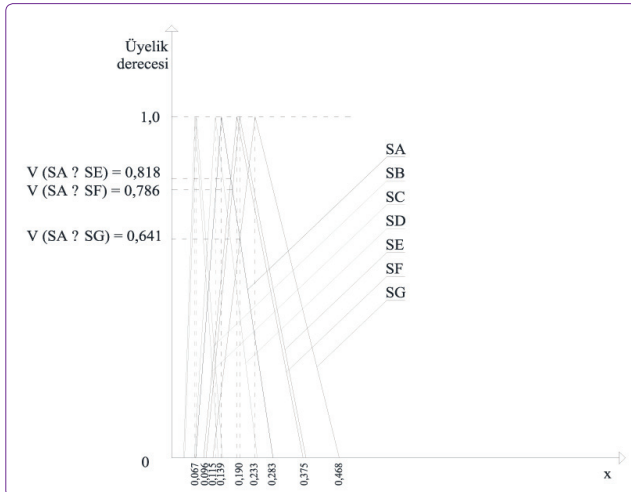
$$d'(F) = \min(1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 0,971, 0,832) = 0,832$$

$$d'(G) = V(SG \geq SA, SB, SC, SD, SE, SF)$$

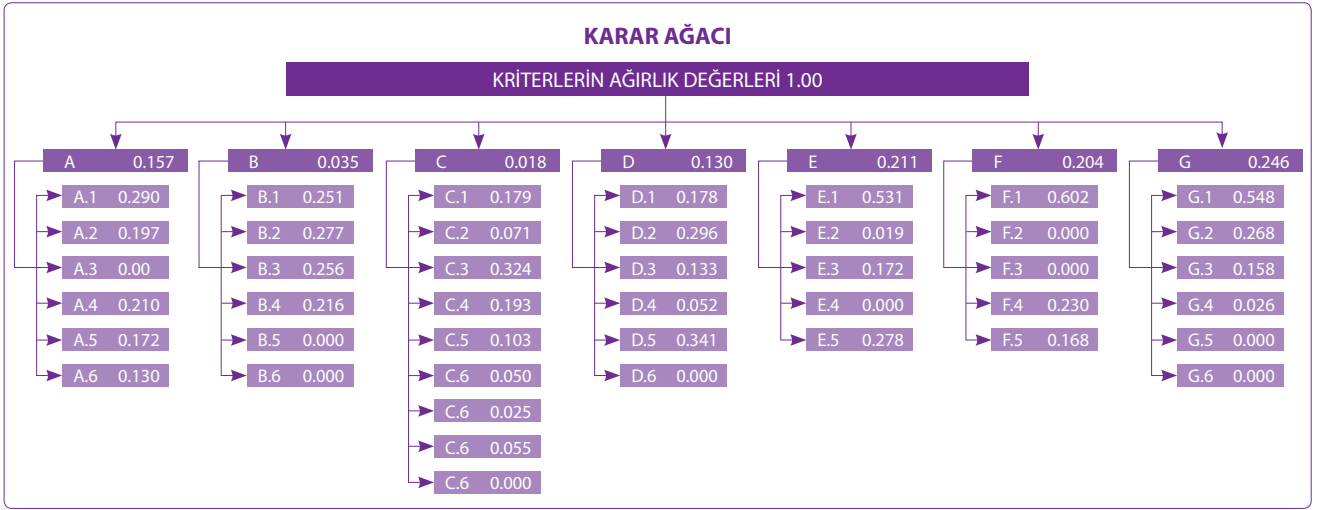
$$d'(G) = \min(1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000) = 1,000$$

Tablo 8. A, B, C, D, E, F ve G ölçütlerine ait öncelikli ağırlık vektörleri

	A	B	C	D	E	F	G	Top.
W'	0.641	0.141	0.072	0.528	0.858	0.832	1.000	4.072
W	0.157	0.035	0.018	0.130	0.211	0.204	0.246	1.000



Şekil 5. A ölçütüne ait sentetik bulanık değerlerin karşılaştırılması.



Şekil 6. Tasarım stüdyosu kapsamında belirlenen her bir değerlendirme ölçütüne ait öncelikli ağırlık vektörleri.

Hesaplama sürecinde, yapılan anket çalışmasının ikinci aşamasından elde edilen uzman görüşlerine ait veriler kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde uzun işlemel tablolardan kaçınmak için, her bir tasarım alternatifinin sadece A1 ölçütüne göre yapılan hesaplamalı tablolara yer verilmiştir.

Y ve Z alternatifleri (Şekil 7 ve 8) her bir karar ölçütüne göre değerlendirilerek Şekil 6'da belirtilen değerlendirme sonuçları (Y= 0,710, Z= 0,290) elde edilmiştir. Bu sonuca göre kabul edilen koşullar altında geliştirilen Y tasarımı grup yürütücülerince yapılan değerlendirmede Z tasarımına göre %71 oranında daha başarılı bulunmuştur. Diğer bir ifade ile Z tasarımı da Y tasarımına göre %29 oranında başarılıdır. Bu durumda belirlenen hedefler kapsamında en uygun pavilyon alternatifinin Y tasarımı olduğuna karar verilmiştir.

Kimlik (A.1)		Y	Z
Y	1. Uzman Görüşü	1,1,1	1/5,1/3,1/1
Y	2. Uzman Görüşü	1,1,1	1,1,1
Y	3. Uzman Görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3
Z	1. Uzman Görüşü	1,3,5	1,1,1
Z	2. Uzman Görüşü	1,1,1	1,1,1
Z	3. Uzman Görüşü	3,5,7	1,1,1

Şekil 7. A1 ölçütüne göre, Y ve Z alternatiflerine ait bulanık ikili karşılaştırma matrisi.

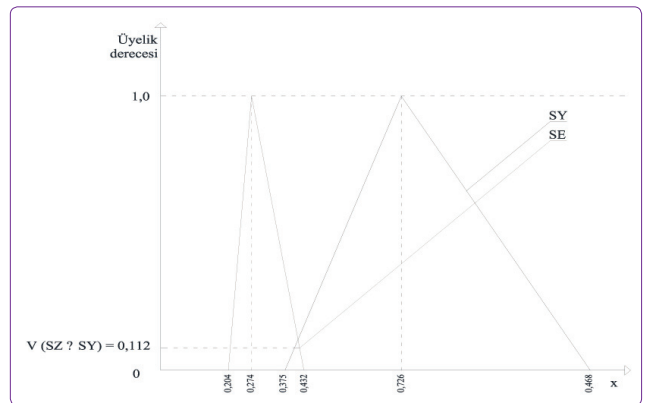
Tablo 9. A1 ölçütüne göre, Y ve Z alternatiflerinin sentetik bulanık değerleri

A. 1	l	m	u
SY	0.375	0.726	1.296
SZ	0.204	0.274	0.432

Sonuç

Proje kapsamında uygulanan tasarım süreci sistematik bir şekilde kurgulanmış, değerlendirme ölçütleri süreç başında grup yürütücülerince belirlenmiş ve hedefler net olarak ortaya konulmuştur. Böylesi bir anlayış, geliştirilen karar vermeye yardımcı modelin mimari tasarım süreci sonunda değerlendirme amaçlı uygulanmasında kolaylaştırıcı bir rol oynamıştır.

Sonuç olarak, geliştirilen karar vermeye yardımcı modelin, çalışma kapsamında sunmuş olduğu avantajlar aşağıdaki gibi belirtilebilir.



Şekil 8. A1 ölçütüne göre, Y ve Z alternatiflerine ait sentetik bulanık değerlerin karşılaştırılması.

Tablo 10. A1 ölçütüne göre, Y ve Z alternatiflerine ait sentetik bulanık karşılaştırma değerleri

A. 1	ly	my	uy	lz	mz	uz	d'(A1) = min	
V(SY≥SZ)	0.375	0.726	1.296	0.204	0.274	0.432	1.706	1,000
	lz	mz	uz	ly	my	uy	d'(A1) = min	
V(SZ≥SY)	0.204	0.274	0.432	0.375	0.726	1.296	0.112	0,112

Tablo 11. A1 ölçütüne göre, Y ve Z alternatiflerine ait sentetik bulanık karşılaştırma değerlerinin minimumları

$d'(A1) = V(SY \geq SZ)$	$d'(A1) = V(SZ \geq SY)$
$d'(A1) = \min(1.706, 0.112)$	$d'(A1) = \min(0.112, 1.706)$
= 1.000	= 0.112

Tablo 12. A1 ölçütüne göre, Y ve Z alternatiflerine ait ağırlıklı performans değerleri

A. 1	Y	Z	Toplam
W'	1.000	0.112	1.112
W	0.899	0.101	1.000

Buna göre;

- Modelin altında yatan anlayış, uygun alternatifin belirlenmesinde kapsamlı karşılaştırmalara dayalıdır.
- Model ile nitel veri içeren çok ölçütlü karar problemleri etkili şekilde çözülebilmektedir.
- Model, karar vericinin karar problemlerini daha iyi

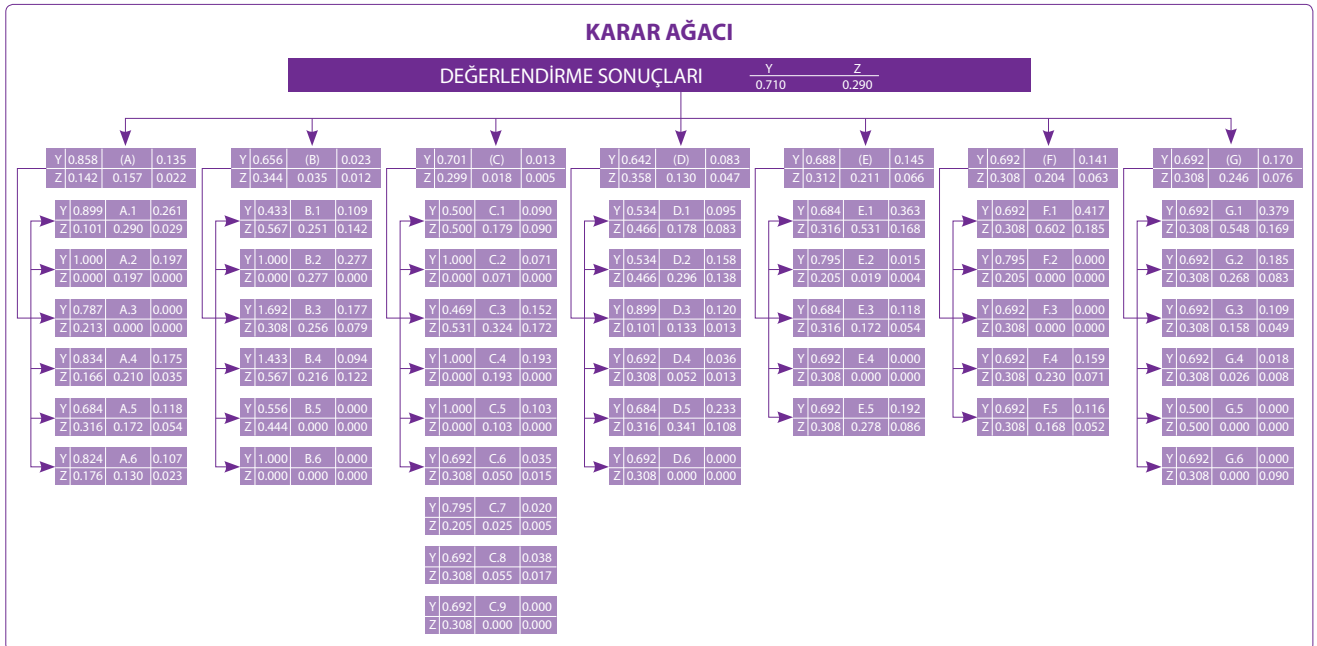
anlamasını ve karar vericilerin kararlı davranışları için gerekli olan tutarlılığı ve esnekliği sağlayabilmektedir.

• Model ile toplu karar verme olanaklı hale getirilebilmektedir.

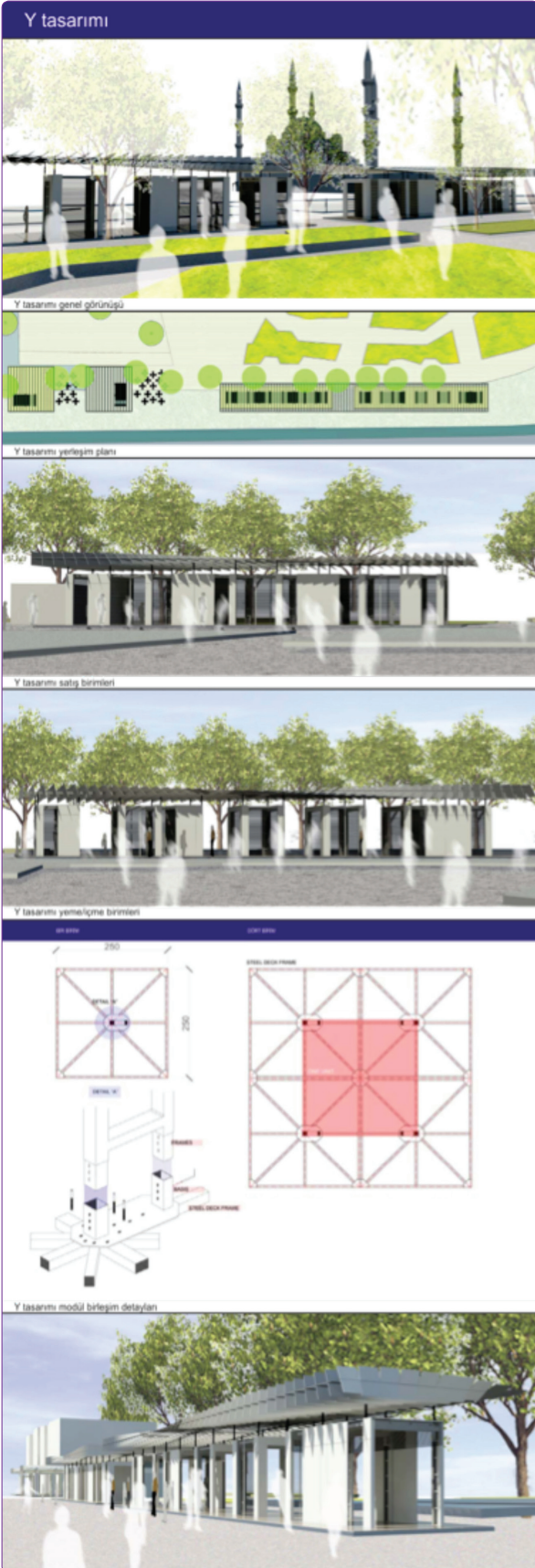
• Model, mimari tasarım pratiğinde karar vermenin rasyonel bir yapıya oturtulması ve tasarımlar hakkında daha bilinçli objektif kararların verilmesine yardım olabile potansiyeline sahiptir.

Bu yönleriyle geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme modeli mimari tasarım sürecinde son ürünün karar verme amaçlı değerlendirilmesinde, çalışma kapsamında başarılı bulunmuştur.

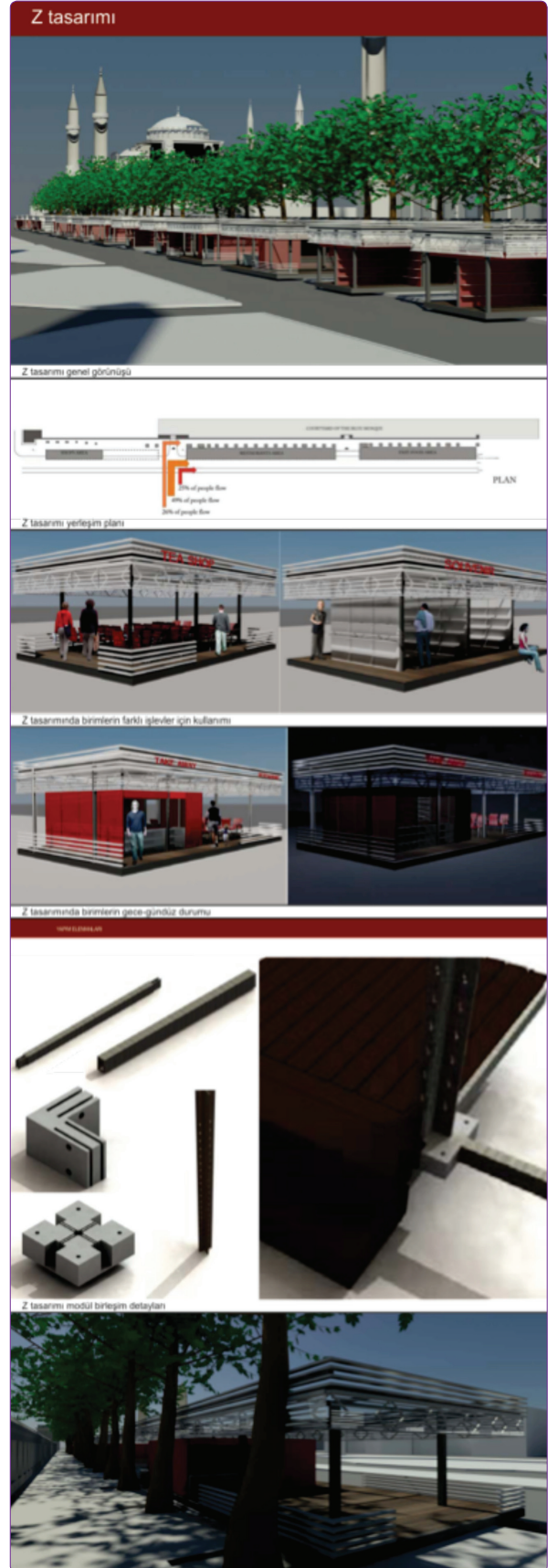
Geliştirilen karar vermeye yardımcı modelin yapılan alan çalışmalarında veri sentezleme faaliyeti, Microsoft Excel programı üzerinden yapılmıştır. Ancak gelecekte yapılacak çalışmalarda, geliştirilen kuramsal modelin modüler veya bütünlük bir bilgisayar yazılımının geliştirilmesi, model ile mimari tasarım sürecinde karşılaşılan çok ölçütlü karar verme problemlerinin daha etkili bir biçimde çözülmesini sağlayacaktır.



Şekil 9. Y ve Z tasarımlarına ait ağırlıklı performans değerleri.



Şekil 10. Geliştirilen model ile değerlendirilen Y tasarımı.²⁴



Şekil 11. Geliştirilen model ile değerlendirilen Z tasarımı.²⁴

Kaynaklar

- Anstey, B., (1973). *An Introduction to the Theory of Value: Land and Property Valuation*, Applied Science Publishers Ltd., Londra.
- Bayazıt, N., (2004). *Endüstriyel Tasarımcılar İçin Tasarlama Kuramları ve Metotları*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Behesti, M.R. and Monroy, M. R., (1986). "ADIS: Steps Towards Developing an Architecture Design Information System", *Open House International*, 11(2):38-45.
- Büyüközkan, G., Kahraman, C. and Ruan, D., (2004). "A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection", *International Journal of General Systems*, 33(2-3):259-280.
- Chang, D.Y., (1996). "Applications of the extent analysis methods on fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research* 95:649-655.
- Chen, S. M., (1996). "Evaluating Weapon Systems Using Fuzzy Arithmetic Operations", *Fuzzy Sets and Systems*, 77(3):265-276.
- Deng, H., (1999). "Multi Criteria Analysis with Fuzzy Pair Wise Comparison", *International Journal of Approximate Reasoning*, 21(3):215-231.
- Durmisevic, E., *International Design Studio 2009*, (2009). University of Twente, University of Sarajevo, Yildiz Technical University, Netherlands.
- Gero, J. S., (1975). "Architectural Optimization – A Review", *Engineering Optimization*, 1(3):189-199.
- Harker, P.T. and Vargas, L.G., (1987). "Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's AHP", *Management Science*, 33(11):1383-1403.
- Kumar, N.V. and Ganesh, L.S., (1996). "A Simulation-Based Evaluation of The Approximate and The Exact Eigenvector Methods Employed in AHP", *European Journal of Operational Research*, 95:656-662.
- Murtaza, M.M., (2003). "Fuzzy-AHP Application to Country Risk Assessment", *American Business Review*, 109-116.
- Partovi, F.Y., (1994). "Determining What to Benchmark: An Analytic Hierarchy Process Approach", *International Journal of Operations & Production Management*, 14 (6):25-39.
- Saaty, T. L., (1990). "How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 48:9-26.
- Siddal, I.N., (1972). *Value Theory as A Vehicle For User Participation*, IN. *Design Participation*, Manchester.
- Simoës-Marques, M., Ribeiro, R.A. and Gameiro-Marques, A., (2000). "A Fuzzy Decision Support System for Equipment Repair under Battle Conditions", *Fuzzy Sets and Systems*, 115(1):141-157.
- Tapan, M., (2004). *Mimarlıkta Değerlendirme*, İTÜ Yayınevi, Maçka, İstanbul.
- Yürekli, İ. ve Yürekli, F., (2004). "Mimari tasarım eğitiminde enformellik", *İTÜ Dergisi/a Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 3(1):53-62.
- Zadeh, L.A., (1968). "Fuzzy Algorithms", *Information and Control*, 12:94-102.
- Zadeh, L.A., (1965). "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8:338-353.