



Yüksek Yapılarda Strüktürel Sanatın Bulanık Mantık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Structural Art in Tall Buildings Using Fuzzy Logic Analytical Hierarchy Process Method

Sultan ŞİMŞEK,¹ Ayşin SEV²

EXTENDED ABSTRACT

To decide which high-rise buildings would be considered as artworks in the period they have been constructed with a higher structural art quality in mind is the problem of the study. To evaluate the structural art from the closest to the furthest while taking into account the structural art principles and features and to reach more concrete and objective data are the goals of the study. The fuzzy logic analytical hierarchy process (FLAHP) method is preferred to evaluate tall buildings in terms of structural art. First, evaluation categories and criteria are determined. The evaluation criteria consist of formal and structural elements. Secondly, sample structures are chosen to evaluate. Sample structures were those that are accepted as artworks and outshine with their structural features among other buildings. The structures were scored by three experts, using linguistic expressions through criteria. After scoring, the mathematical calculation was started. This is where the importance of the FLAHP method comes into play. The subjective evaluations are transformed into objective data as a result and, it was possible to make an evaluation of structural art among the buildings by reaching their performance values. The theoretical part of the study consists of structural art and its principles. In the study, the concepts of art and aesthetics are discussed, the subject of structural art is discussed through high-rise buildings. To make the evaluation sound, evaluation criteria were made by taking into account the general theoretical elements and principles of structural art, design, and high-rise buildings. The buildings were selected from the buildings whose aesthetic factors were prioritized, designed for a single time, and became the symbol of their locations. The structures are those built between 1969 and 2011, designed in the competitive environment of the period, innovative in terms of the technology used, and belonging to different structural systems. Since there are no restrictions on the number of experts, selected samples, and the number of criteria in the literature, the numbers tried to be kept within optimum limits to make an objective assessment. The biggest reason for the selection of the FLAHP method in this study is that it transforms subjective expressions into objective data with quite simple mathematical operations. As a result, the structures ranked according to their performance values by evaluation of tall buildings in terms of structural art. This ranking is, starting from the first; Swiss Re, Capital Gate Building, Turning Torso, Willis Tower, Burj Khalifa, Al Hamra Tower, Taipei 101, John Hancock Center, First Wisconsin Bank, One Shell Plaza. In the importance of the main criteria categories, the structure is the first, the mass form is the second, and the façade is the third. The order of importance of the sub-criteria; In the structure category, the perception of the structure from the outside is the first, the functionality of the structure is the second, the structural technology is the third. The role of the structure in mass formation is the first in the mass form category, the perception of the geometry of the mass is the second, the reflection of the mass on the structure is the third. In the façade design category; the perception of the structure on the façade is the first, the symbolic quality of the façade is the second, and the façade is symbolic. reflecting the technology was determined as the third. In the ranking, the Swiss Re Building was determined as the tallest building closest to structural art among other examples. In this article, the subject of "structural art" is handled in the context of "high buildings". Structural art has been studied before in studies on bridges, wide-span structures, and dams, but no studies on tall buildings were made. This study is one of the exemplary studies in which the subject of structural art and high-rise buildings brought together. When the studies carried out in the field of art and aesthetics are examined, it could be seen that abstract and subjective results have been reached with verbal expressions in the evaluation studies. This article is important because it is the first study to reach concrete and objective data on art and aesthetics, especially in which numerical operations are performed. It is important in terms of setting an example for the use of the FLAHP method and numerical values in the field of architecture, which constitutes the intersection of science and art.

Keywords: Analytic hierarchy process; fuzzy logic; high-rise building; structural art; structure.

¹Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kayseri

²Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul

Başvuru tarihi: 07 Mayıs 2019 - Kabul tarihi: 09 Nisan 2021

İletişim: Sultan ŞİMŞEK. e-posta: simseks@erciyes.edu.tr

© 2021 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2021 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

ÖZ

İlk defa 1970’li yıllarda strüktürel tasarımda mükemmellik olarak tanımlanan strüktürel sanat, yapıların sağlık ve güvenlik beklentilerini karşıladığı gibi, ait olduğu toplumun uzun vadede estetik duyularına da hitap edebilmelidir. Strüktürel sanat eseri yapılar, biçimsel anlamda estetik faktörlerin ön planda olduğu, tek defaya özgü tasarlanan, toplumda ilgi ve merak uyandıran yapılardır. Endüstri Devrimi’nin hemen öncesinde ortaya çıkan ve zaman içinde teknolojik gelişmelerle birlikte örneklerin arttığı strüktürel sanat eserleri çoğunlukla, köprüler, geniş açıklıklı yapılar, kuleler ve yüksek yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında yüksek yapılarda strüktürel sanat kavramı ve ilkeleri tanımlanmış ve bu çerçevede; kendi dönemi içerisinde sanat eseri olarak kabul gören yüksek yapılar arasından her strüktür sistemden birer yapı örnek olarak seçilmiş ve sanatsal özellikler dikkate alınarak belirlenen ölçütler yardımıyla sanata en yakından en uzağa bir değerlendirme yapılmıştır. Yüksek yapıların strüktürel sanat açısından değerlendirilmesinde, değerlendirmenin sayısal verilere dayandırılarak daha gerçekçi ve somut sonuçlara ulaşması amacıyla Bulanık Mantık Analitik Hiyerarşi Süreci (BMAHS) yönteminde yararlanılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda, örnek yapılar arasında bulunan Swiss Re Binası diğerlerine göre strüktürel sanata en yakın yapı olarak tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Analitik hiyerarşi süreci; bulanık mantık; strüktür; strüktürel sanat; yüksek yapılar.

Giriş

Mimarlık ve strüktürel tasarım her zaman birbirini yakından ilişkili olmuş iki uzmanlık alanıdır. Endüstri Devrimi’ne kadar yapılar mimar-mühendis ayırımı olmadan tasarlanırken, Endüstri Devrimi’nden sonra mimari fonksiyonlardaki çeşitliliğin artması ve malzeme ile yapım yöntemlerindeki gelişmelerin sonucu olarak bu iki uzmanlık birbirinden ayrılmıştır. Aynı dönemde bilim ve teknoloji okullarında eğitim gören mühendisler kendilerini taşıyıcılık ve malzeme konusunda geliştirirken, mimarlar daha çok estetik konusuna eğilim göstermişlerdir. Endüstri Devrimi sonrasında strüktür mühendisliği ve mimarlık mesleğinin birbirinden ayrı disiplinler olarak gelişmesine karşın büyük oranda birlikte çalışması gerekliliğinden doğan en önemli sorular; “Strüktür tasarımı sanat eseri olabilir mi?” ve “Bu sorumluluğu mühendis mi yoksa mimar mı yüklenmelidir?” olmuştur (Hu ve ark., 2014).

Bu soruların cevabı Billington tarafından 1970’li ve 1980’li yıllarda yayınlanan bir dizi kitap ve makalede tartışılmıştır. Billington, çalışmalarında strüktürel sanatı, strüktür tasarımının mükemmel şekli olarak tanımlamakta, bir strüktürün dayanıklılık, sağlık ve güvenlik gibi mühendislik gereksinimlerini karşılamakla kalmayıp, toplumun uzun vadede ihtiyaç duyduğu estetik duyguları sağlaması gerektiğini öne sürmektedir. Böylece strüktürel sanat eseri, yapı çevrenin estetik kalitesini de güçlendirecektir (Billington, 1979; Billington, 1983; Billington, 2003a; 2003b).

Geçmişten günümüze strüktürel sanat çalışmalarının çoğu büyük ölçekli strüktürler; yüksek yapılar, köprüler ve geniş açıklıklı yapılar alanlarında olmuştur (Mark ve Billington, 1989, s. 300). Yüksek yapıların estetiği belli bir zaman ölçeğinde ve çevre şartları içinde kişinin bakış açısına dayanan bir faktördür. Bundan dolayıdır ki estetiği bilimsel kurullarla formüle etmek ve aynı zamanda estetiği yansıtan strüktürel bir form bulmak oldukça zordur. En etkin strüktürel form, mimari açıdan da fonksiyonel ve estetik olmalıdır (Ali, 1990). Ali (1990), “Integration of Structural Form and

Esthetics in Tall Building Design” çalışmasında formun estetiğini, yüksek bir yapının cephesiyle ve kütleleriyle sunabileceği görsel bir zevk olarak tanımlamaktadır.

Günümüzde estetik kalite; narinlik, ekonomi ve strüktürel elemanlardaki incelikte bağdaştırılmaktadır. Bu durumda strüktürel form ve estetik arasında ortak bir nokta olduğu söylenebilir. Form, çevresi ile etkileşim halinde bulunan, binanın zarfı şeklinde tanımlanabilmektedir (Zalcik ve Franco, 1973).

Bu çalışmada 19. yüzyıldan itibaren kentlerde güç ve prestij sembolü haline gelerek teknolojinin gelişmesinde itici güç görevi üstlenen yüksek yapılar odak alınmış, strüktürel sanat eseri olarak seçilen örnekler mimari biçim ve strüktürel form ilişkileri açısından irdelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu kapsamda yüksek yapıların sanatsal açıdan değerlendirilmesinde kullanılan kategoriler; Ali’nin (1990) “Integration of Structural Form and Esthetics in Tall Building Design”, Billington’un (1983) “The Tower and Bridge: The New Art of Structural Engineering” ve Hu, Feng ve Dai’nin (2014) “Structural Art: Past, Present and Future” çalışmaları ve alt ölçütler ise; Zalcik ve Franco’nun (1973) “Town Planning and Sociological of Tall Building Construction in Slovakia” adlı çalışması, Gestalt Teorisi ve Tasarım ilkeleri referans alınarak oluşturulmuştur. Seçilen örneklerle değerlendirme ölçütleri doğrultusunda Bulanık Mantık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi uygulanarak bulgular tespit edilmiştir.

Strüktürel Sanat Kavramı ve Temel İlkeleri

Sanat; Türk Dil Kurumu Sözlüğünde (2021) “bir duygu, bir tasarı, güzellik vb. anlatımında kullanılan yöntemlerin tamamı veya bu anlatım sonucunda ortaya çıkan üstün yaratıcılık” olarak tanımlanmaktadır.

Yine aynı sözlükte geçen bir diğer tanım “belli bir uygarlığın veya topluluğun anlayış ve zevk ölçülerine uygun olarak yaratılmış anlatım” şeklindedir. Bu anlamın mimarlıktaki karşılığı, yapı sanatı olarak belirgin hale gelmektedir.

Sanatta önemli olan, ortaya çıkan ürünün insanın duygularına hitap etmesidir.

Ergün'ün (2012) Felsefeye Giriş (Estetik) çalışmasında, sanatın, sanatçının kişiliğinden ve orijinalliğinden büyük ölçüde etkilendiği ifade edilmektedir. Bütün sanat eserlerinin kişilerde estetik bir zevk ve heyecan uyandırma, beğenilme, takdir edilme beklentisi ise tartışmalı bir konudur. Ancak kesin olan, her sanat eserinin bir anlamı ve biçimi olduğudur. Sanatçının duyguları, yaşama tutunması, kültürü, yaşadığı çevre ve dönemi sanatına yansıtmakta, eserine biçim ve anlam kazandırmaktadır. Klee "sanat görüneni vermez, onun işlevi görünmeyeni görünür kılmaktır" diyerek düşüncüyü görselleştirmektedir (İpşişoğlu ve İpşişoğlu, 1993). Bu düşünce sanatın ne kadar geniş bir perspektife sahip ve vizyoner bir kavram olduğunun göstergesidir (Mercin ve Alakuş, 2020).

Sanat genel olarak sanatçısının alıcısına ulaştırmak için gösterdiği eylemdir. Sanatçının etkin olduğu bu eylemde sanat eseri, sanatçısı tarafından yaratılmış bir biçim olarak ortaya çıkar. İnsanların biçim yaratma veya bir eseri ortaya koyma isteği, öncelikle onun düşüncelerinin maddeye dönüştürülmesidir. Sanatçının sanat eserini ortaya koyma isteği, kendisinin ölümsüz olma isteğinden de kaynaklanmaktadır. Sanat eseri, bireyin yaşamında anlamsal ve işlevsel yönü ile olduğu kadar biçimi, rengi, dokusu, ritmi vb. gibi özellikleri ile de estetik beğenisini karşılamaktadır (Mercin ve Alakuş, 2007). Bir eser öznellik, biriciklik, özgünlük, estetiklik, ölçülülük (oran ve simetri), kalıcılık, yerellik ve evrensellik gibi özellikleri bünyesinde barındırıyorsa sanat eseri olarak kabul edilmektedir (Çelik, 2019).

İlk çağlardan bugüne kadar sanat ile ilgili çok sayıda sınıflandırma yapılmıştır. Immanuel Kant (1724-1804), sanatı estetik (güzel) sanat ve mekanik (teknik) sanat olarak ikiye ayırmıştır. Yine Kant, "estetik sanat; tek defalıktır, tekrarlanamaz ve öğretilen bir şey değildir, bir başkası tarafından tekrar aynı şekilde üretilemez, her türlü ilgi ve çıkardan farklıdır, dışarıdan bir amaç ve ihtiyaç için üretilmez, amacı kendi içindedir ve güçlü bir haz duygusuna sahiptir" (Kant, 1982, s. 165) diyerek, "plastik sanatı ise; estetik sanatın biçim verici sanat türü olan hem görme hem de dokunma duygusuna hitap eden ve uzayda üç boyutlu olarak yer kaplayan cisimlerden oluşan sanat türü" olarak, "mimarlığı ise; plastik sanatların bir dalı, doğada var olmayan biçimleri ortaya çıkaran ve insanların ihtiyaçlarını karşılayan bir sanat dalı" (Kant, 1982, s. 168) olarak tanımlamıştır.

Mimarlık ile ilgili, Vitruvius "De Architectura" adlı kitabında başarılı bir mimarlık için gerekli üç bileşenden bahseder: "Firmitas, Utilitas, Venustas" yani sağlamlık, kullanılabilirlik ve estetik. Bir sanat dalının olmazsa olmazları arasında estetik (güzellik) önemli bir yer tutmaktadır (Vitruvius, 2015).

Özer (1986) "Kültür, Sanat, Mimarlık" kitabında, mimarinin denklemsel halini "Mimari = Fonksiyon x (Strüktür + Konstrüksiyon) x Sanatsal Değer" şeklinde oluşturmuştur. Sanat mimariye olumlu ya da olumsuz değer kattığına göre, strüktür ve sanatsal değer fonksiyon ile buluştuğunda mimari ortaya çıkmaktadır.

Ünlü strüktür mühendisi Billington'un (1983) "The Tower and the Bridge" kitabında, bir strüktürün sanat eseri sayılabilmesi için etkinlik, ekonomi ve estetik olmak üzere üç bileşeni bünyesinde bulundurması gerektiğinden bahsetmekte ve bu üç bileşeni aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

Etkinlik; malzemenin minimum miktarda yeterli performans ve güvenlik dahilinde kullanılması,

Ekonomi; optimum yapım, bakım ve onarım maliyetinin sağlanması,

Estetik; estetiğin etkinlik ve ekonomi ile uyumlu şekilde ve en üst seviyede vurgulanmasıdır (Billington, 1983).

Bu tanımdan hareketle strüktürel sanat, mimarinin görsel uzantılarından çok ayrı bir konuma sahip olup, çok daha kapsamlı bir kavramdır. Bunun nedeni, strüktür sanatçılarının, ekonomi ve fonksiyonellikle çelişmeyen bir estetik arayışı içinde olmalarıdır. Şekil 1, 2 ve 3'te strüktürel sanat kavramını temsil eden farklı yapı türlerinden bazılarının yer verilmiştir.

Hem estetik hem de teknik üstünlükleri ile strüktürel sanat eseri olarak kabul edilen yapılardan Bayonne Köprüsü (Şekil 1), 1931 yılında yapımı tamamlandıktan sonra 46 yıl boyunca dünyanın en uzun çelik kemerli köprüsü olmayı başarmıştır (Rastofe, 2000).

Piere L. Nervi, dalgalı, kıvrımlı ve simetrik kavisli formlar tercih ettiği Little Sports Palace yapısını yüzeysel bir tasarımla zenginleştirmiştir (Şekil 2). Bu yapı, İtalya'nın mimari dilini karakterize eden yapısal dışavurumculuğun gelişimine katkı sağlayan geniş açıklıklı strüktürel sanat eseridir (Iori ve Poretti, 2005).



Şekil 1. Bayonne Köprüsü (Henderson, 2008).



Şekil 2. Little Sport Palace (Janberg, 2003).



Şekil 3. John Hancock Center (Gerometta, 2000a).

Narin ve hafif bir görünüm sergileyen John Hancock Center, başarılı bir mimari form ve strüktür bütünlüğü sağlamaktadır (Şekil 3). Strüktürün stabilite ve hafifliğindeki hassas denge yüksek yapılar arasında binayı estetik açıdan özel bir konuma taşımaktadır (Khan, 1967; Sev, 2001).

Strüktürel Sanat İlkeleri

Bir yapının strüktürel sanat eseri sayılabilmesi için öncelikle, strüktür kurgusunun çok iyi yapılmış olması, kendi dönemindeki yapılarla karşılaştırıldığında maliyetinin optimum sınırlarda kalması ve mimarlar tarafından vurgulanan estetik kriterlere bağlı olarak tasarlanması gerekmektedir.

Mimari alanda bir strüktürel sanat tasarımı aşağıdaki başlıca dört ilkeyi gözetmelidir. Birbirinden bağımsız gibi görünen bu ilkeler, birbirleriyle doğrudan ilişkili olup strüktürel sanatın gerçekleşme sürecinde birbirini desteklemektedir. Ayrıca strüktürel sanatın değerlendirilmesindeki kategori ve alt ölçütlerin oluşturulmasına da katkı sağlamışlardır. Bu ilkeler (Hu ve ark., 2014):

- i. Form geliştirme,
- ii. Strüktürel gereksinimlerin karşılanması,
- iii. Uygun strüktürel malzeme seçimi,
- iv. Estetik.

Form Geliştirme

Form, kavramsal olarak sadece biçim olmayıp, çizgi, leke, doku, renk, doluluk-boşluk ve mekân öğelerinin oluşturduğu elemanlar bütünüdür. Formların mühendislik tasarımı, strüktürel gereksinimler doğrultusunda gerçekleşmektedir. Mühendisler strüktürel gereksinimleri karşılayacak en uygun formu yakalamak için mücadele ederken, bazı mevcut formları tekrar etmek durumunda kalmaktadır. Buna karşın, strüktürel sanatın gerçekleşmesi için yeni bir form geliştirmek veya mevcut formları farklı biçimlerle bir araya getirmek gerekmektedir.

Formun estetiği, yüksek bir yapının cephesiyle ve kütlesiyle sunabileceği görsel bir zevktir (Ali ve Armstrong, 1995, s. 11). Form, çevresi ile etkileşim halinde bulunan, binanın zarfı şeklinde tanımlanabilmektedir (Zalcik ve Franco, 1973). Yüksek yapının formu genel olarak kütle biçimini çağırırsa da fonksiyon, strüktür ve plan şemasının oluşturduğu ilişkinin bir sonucudur. Mimari biçim, kütle veya hacim arasındaki bağlantıyı kuran kabuktur. Kütle ile mekân arasındaki bağlantıyı oluşturan öge ise, farklı kaynaklarda fiziksel biçim, bina biçimi olarak adlandırılan “mimari biçim”dir (Ching, 2002).

Mimaride formun fonksiyonu yansıtmayı ve bu iki özelliğin güçlü bir şekilde birbirine bağlı hale gelmesi, geleneksel birtakım görüşlerden sıyrılmayı mümkün kılmış (Aymelek ve Yıldırım, 2015), böylece form-fonksiyon ilişkisi kütle ve cepheden hissedilir hale gelmiştir.

Farklı dönemlerdeki gelişmelere bağlı olarak yüksek yapı formlarında da birtakım değişimler görülmüştür. Chicago Okulu mimari akımının en çok dikkati çeken mimarlarından birisi olan Louis Sullivan’ın antik bir sütun benzetmesinden ortaya çıkardığı kaide, gövde ve başlık formülü, 2. Dünya Savaşı’na kadar yüksek yapı formlarına egemen olmuştur. Savaş sonrasında ise modernizmin etkisi ile yüksek yapılarda prizmatik form anlayışı hâkim olmuştur (Eşsiz ve Sev, 2001). 1970’li yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler tasarımcıları; tarihi, kültürel ve bölgesel kaynaklı formlara yönlendirmiş, ilk olarak rasyonalizmin keskin hatlarını kaybetmesi ile başlayan esnek tutum daha sonralarda brütalizm ile kendisini göstermiştir. 1980’li yılların sonlarına gelindi-

ğinde bu yapı tipolojisinde “imaj ve simgesellik” arayışları biçimlenmeyi büyük ölçüde etkilediğinden, postmodernizm akımının özgün yapım arayışları başlamıştır (Özer, 1989, s. 7-15). Zamanla kutu formların çok fazla tekrarlanmasından sıkılan tasarımcılar, John Hancock Binası ve Onterie Center’da olduğu gibi strüktürü cephede ve kütlede vurgulama yoluna gitmişlerdir (Şekil 4).

Yüksek yapıların gelişim sürecinde, mimari formda olduğu gibi strüktürel form konusunda da farklı arayışlar devam etmiştir. Strüktürel form bulmada doğadan esinlenme (tematik etkilenme) özellikle F. R. Khan gibi mühendisleri heyecanlandırmış ve böylece strüktürel form konusunda deneysel çalışmalar yapılmasını kolaylaştırmıştır. Khan’ın yüksek yapılarda bir dönem uygulanan ve cepheyi delikli bir boruya benzeten tüp sistemi (Özgen, 1989) ve modüler cephe yaklaşımı bu dönemde ortaya çıkmıştır.

Mimari formun ayrılmaz bir parçası olan cephe çoğu kere strüktür ile birlikte düşünülmektedir. Kimi zaman strüktürel olarak taşıyıcı sisteme yardımcı olan cepheler uygulanırken kimi zaman da estetik kaygılarla cephenin giydirildiği sistemler tercih edilmektedir. Özellikle çok katlı yüksek yapılarda mimari biçim içerisinde cephe tasarımları kapsamlı bir planlama gerektirmektedir (Harmankaya ve Soyluk, 2010).



Şekil 4. Onterie Center (Gerometta, 2000b).

Strüktürel Gereksinimlerin Karşılanması

Bir strüktürden denge, stabilite, dayanım, işlevsellik, ekonomi ve estetik gibi özelliklere sahip olması beklenmektedir (Salvadori, 1963). Tasarımın ilk aşamasında bir strüktür, hem yeterli düzeyde rijitlik ve dayanıklılık sağlamalı hem de bir mimari mekân yaratırken araç görevi üstlenmelidir. Kısacası strüktür, teknoloji ve bilimin yardımı ile bir taraftan rijitlik, dayanıklılık, denge ve kararlılık için gereklilikleri yerine getirirken, diğer taraftan mimari mekân ve görsel ifadenin düzenlenmesinde de etkili bir faktördür (Sandaker ve ark., 2011).

En etkin strüktürel form, mimari açıdan da fonksiyonel ve estetik olanıdır. Form fonksiyonu izler ama aynı zamanda hoş bir görsel etki yaratmasının yanı sıra yapının doğal sağlamlığını da artırmaktadır (Ali ve Armstrong 1995). Günümüzde estetik kalite, narinlik, ekonomi ve strüktürel elemanlardaki incelikte bağdaştırılmaktadır. Bu durumda strüktürel form ve estetik arasında ortak bir nokta olduğu söylenmektedir (Zalcik ve Franco, 1973).

Strüktür sistemindeki ve malzemedeki gelişmeler, bu oldukları yerin simgesi haline gelen yüksek yapıların daha da yükselmesi için en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir. Özellikle sanatsal özelliği yüksek yapılarda, strüktürün yapının cephesinden algılanması, başka bir deyişle dışavurulması, strüktürün estetik bir öğeye dönüşmesi açısından önemli olmaktadır. Bu bağlamda strüktürden; heykelsi ve tek defaya mahsus olarak tasarlanması, çelik gibi hafif ve endüstriyel malzemelerden yapılmış olması, ileri teknoloji ürünlerinin kullanılması, dışarıdan ve içeriden görülebilir olması gibi beklentiler bulunmaktadır (Şimşek, 2019, s. 1).

Sanat eseri yapılarda strüktürden, çoğu zaman cephe elemanı gibi davranması beklenirken gün ışığının içeri alınmasını sağlayan ve cephede esnek tasarımlara imkân veren boyut ve modüllerde tasarlanması istenmektedir. Yüksek yapıların strüktür sistemleri incelendiğinde; perde ve çerçeve sistemlerin esnek ve şeffaf cepheye, tüp ve diagrid sistemlerin modüler cephe kurgusuna ve tüp, kafesli ve diagrid sistemlerin de strüktürün cepheden algılanmasına imkân verdiği tespit edilmiştir.

Uygun Strüktürel Malzeme Seçimi

Malzeme, bir sanat yaratmak için gerekli nesne olup, zihinde beliren tasarımın somut şekle dönüşmesi için yöntemlerin belirlenerek fonksiyonun gerçekleşmesini sağlar (Kaszonyi, 1981). Geçmişte de yeni strüktürel formların ortaya çıkmasını sağlayan, büyük oranda malzeme alanında gelişmeler olmuştur (Hu ve ark., 2014). Yenilikçi strüktürel formların geliştirilmesi, aynı zamanda iyi bir malzeme bilgisi ile mümkün olmaktadır.

Bir strüktürü oluşturan yapısal elemanlar için form seçimi, büyük oranda, yapıldıkları malzemelerin doğasından

etkilenmektedir. Kullanılan malzemelerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri, elemanların taşıyabileceği iç kuvvet türlerini, dolayısıyla strüktürün yük taşıma performansını doğrudan etkileyeceğinden, malzeme seçimi büyük önem taşımaktadır (MacDonald, 2001, s. 17-33).

Sanatsal strüktürler geliştirmek için malzemelerin özellikleri keşfedilerek özgün formlar geliştirmek büyük önem taşımaktadır. Çelik ve beton gibi en yaygın kullanılan malzemelerin yanı sıra günümüzde, fiber donatılı polimer (FDP) kompozitler gelişmiş malzemeler olarak yeni strüktürel formların tasarımında yerini almaktadır. Bu bağlamda malzemelerin tüm özelliklerinin iyi bilinmesi, son dönem ileri teknoloji ürünleri, narin, ince kesitli ve kolay form verebilmek için esnek malzemelerin tercih edilmesi strüktürel sanat tasarımında, etkin bir strüktür ortaya koyabilmek açısından önem taşımaktadır.

Estetik

“Estetik” kelimesi Yunanca “aisthesis” veya “aisthanesthai” kelimelerinden gelmekte olup, duyum, duyular, algı, duygu ile algılamak gibi anlamlar taşır (Jimenez, 2008). Yüksek yapılarda ön planda olan form kavramına bağlı olarak değişen estetik kavramı, göreceli bir kavramdır. Bulunduğu döneme, içinde olduğu çevreye, algılayan kişiye ve fonksiyona göre değişiklik göstermektedir.

Estetik, mimarinin hem biçimlendirilmesinde hem de değerlendirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Mimari biçim, toplumsal, kültürel ve fiziksel çevre ile beraber hayatın her alanında kendini gösteren fiziksel şartlar ve simgesel gereksinimlerin belirginleşmesiyle oluşmaktadır. Her sanat eserinde olduğu gibi mimaride de bir anlam ve bir biçim vardır. Mimari biçimler estetik açıdan, hem kütle ve hacim özelliklerine bağlı olarak hem de insanda uyandırdığı duygu ve anlam açısından değerlendirilebilmektedir.

İnsan-mimari ilişkisinde ve mimarinin bir özelliği olarak gerek ilkelerin gerekse binaların tanımlanmasında biçimsel ve fiziksel nitelikler ön plana çıkmakta ve biçimin estetik boyutu, biçim tartışmalarının ana konusunu oluşturmaktadır. Mimari formun ve elemanların biçimsel özelliklerinin, insanın psikolojik, fizyolojik ve sosyokültürel dünyasındaki etkilerini güzellik açısından araştırmaya çalışan çözümler bulunmaktadır. Bu çözümler, estetik mimarlık ilişkisinde ve estetiğin mimarlıktaki yerini ortaya koymada bir araç olarak ifade edilir (Grutter, 2007).

Mimaride estetik algılama, yapıt ve izleyen arasındaki ilişkide çok yönlü bir görsel oluşumdur. Yapıtı estetik olarak algılama; yapıtı oluşturan öğelerin görsel özelliklerini (boyut, renk, doku, ışık, malzeme, düzen, hareket gibi) algılayan kişinin biriktirdikleri, yaşanmışlıkları, deneyimleri ve tecrübeleri ile yapıtı algılaması ve okumasıdır. Yapıtı ait olma duygumuz, ona ait maddi kültürümüzle, sosyal ve psikolojik çağrışımlarla bağlantılıdır. Bu nedenle mimaride estetik algılama ve ifade etme biçimi, değerlendirmeyi

yapan kişi sayısı kadar çeşitlidir. Ayrıca mimari algılamada duyuların, bilgiyi toplama aşamasında, kişiden kişiye farklılaşması durumu vardır, bu da mimarinin duyuşsal algılamasındaki çeşitliliği gösterir (Gezer, 2008).

Mimarlık eserlerini estetik açıdan incelerken birçok kavram karşımıza çıkmaktadır. Kullanılan oran-ölçü, denge, simetri, ritim, harmoni ve benzeri kavramlar, mimarlık olgusunu daha iyi anlama bakımından yararlı çözümlere olanak sağlamaktadır (Kuban, 2010).

Birçok işlevi bünyesinde barındıran mimari yapıtların simgesellik özelliğinin olduğu unutulmamalıdır. Mimari yapıtların yansıttıkları kültürel ve estetik kodlar ancak biçim aracılığıyla okunabilmektedir. Yapılı çevre/mimarlık ürününün yansıttığı simgesel kodlar, cephe ve kütle formunda özellikle kendini ifade etmektedir.

Estetikte algı, duyuları yorumlayarak anlamlı bilgiler haline getirme ve örgütlenmiş bir bütün olarak kavrama sürecidir (Hançerlioğlu, 2008). Mimari yapıtın algılanmasında sadece o anki duyuşsal (ses, gürültü, koku vb.) algılar değil, yapıtın anlamsal estetik, psikolojik ve sosyolojik özelliklerinin algılanması da söz konusudur.

Estetiği algılamanın temelinde, her ikisi de mimari öğeler için geçerli olan iki algılama yöntemi kullanılmaktadır:

- i. Biçimsel algılama bağlamında estetik,
- ii. Görsel algılama bağlamında estetik.

Biçimsel algılama bağlamında estetik, uyarıcı kaynakların görsel değerlendirilmesine dayanmaktadır. Böylece estetik bir nesne değerlendirilirken öncelikle onun biçimsel incelemesi yapılır; bu değerlendirme yoruma bağlanan, tamamlanabilen, anlatılabilen ve matematiksel olarak nitelendirilebilen ölçütleri kapsamaktadır. Bu nedenle biçimsel estetik; şekil, oran, ritim, ölçek, renk, simetri, doku, zıtlık, harmoni vs. gibi birçok bileşenden oluşmaktadır (Lang, 1987; Wohlwill, 1976).

Görsel algılama bağlamında estetikte anlamlı bir görüntünün oluşması ancak bir nesnenin tek başına değil, ait olduğu ilişkiler çerçevesinde algılanması ve gören kişinin de aktif olarak sürece katılmasıyla mümkündür. Görüntünün insanın tecrübe dağarcığına aktarılması, kişinin eski tecrübeleri ile yoğrulmuş görüntünün yeni mesajının yaratıcı bir şekilde kaynaştırılmasıyla olmaktadır (Denel, 1981).

Almanya’da Wertheimer, Köhler ve Koffka tarafından ortaya atılan Gestalt algı kuramı, içerdiği farklı prensipleri ile algılamaya yeni bir tanım getirmiştir (Hançerlioğlu, 2008). Bu kurama göre algı, gözlerin gördüğü şeylerden çok daha fazlasıdır. Gestalt kuramına göre, bütünsel bir algı, görsel algılama sürecinde parçaları ayırarak ya da öğelere bölerek değil, tersine bu öğelerin meydana getirdiği biçim ve bütünü algılamakla mümkündür (Koffka, 1963).

Bütün bu açıklamalar ışığında strüktürel sanatın yüksek yapılarda değerlendirilmesinin görünen üzerinden yargı-

lanması, yorumlanması, kritik edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada estetik algılamaya göre değerlendirme yapılacağı için sonuçların öznel-kişisel olma ihtimaline karşı çeşitli ölçütlerin belirlenmesi gerekmektedir. Değerlendirmede nesnel yargılara ulaşabilmek için belirlenen ölçütlerin yüksek yapılar özelinde belirlenen ve estetik ölçütlere uyum sağlayan verilerden oluşması önemlidir. Değer sisteminin bilimsel bir temele oturtulması için somut verilere ulaşılabilir olması gerekmektedir.

Strüktürel Sanat Değerlendirme Kategorileri ve Ölçütleri

Geçmişten günümüze tarihsel gelişim içinde sanatsal ve simgesel özellikleri ile ön plana çıkan yüksek yapıların değerlendirilmesi, strüktürel tasarım ve mimari tasarım ölçütleri bağlamında yapılmıştır. Seçilen ana ölçüt kategorileri; strüktür, kütle biçimlenişi ve cephe kurgusu ana başlıklarından oluşmaktadır. Yüksek yapı tasarımını oluşturan bu kategoriler, strüktürel sanat ilkeleri bağlamında biçim oluşturmada ve biçimin analiz edilmesi noktasında

önemli olan hacimsel ve kütsel öğelere ilişkin ölçütleri oluşturmaktadır. Ana ölçütlere ek olarak alt ölçütlerin belirlenmesi değerlendirmenin daha nesnel olması açısından önemlidir. Bu değerlendirme ölçütleri, çalışmanın Gestalt algı kuramı ve temel tasarım ilkeleri ile strüktürel sanat ve estetik alanında yapılan literatür araştırmalarının sentezi sonucunda ortaya çıkmıştır.

Çeşitli kaynaklarda rastlanan ve çalışmaya esas oluşturulan alt ölçütler, yapının ve biçimin bütün olarak algılanmasını sağlayan öğelerden oluşmaktadır. Alt ölçütler, dönemsel mimari tarzlara ve akımlara gönderme yaparak bütün dönemlerde kabul gören form geliştirme, strüktürel gereksinimlerin karşılanması, uygun strüktürel malzeme seçimi ve estetik ilkelerinin sanatsal yapılara özgü özellikleridir (Tablo 1). Bu çalışma kapsamında belirlenen ölçütlere ait açıklamalar aşağıda özetlenmektedir.

İşlevsellik: Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğünde (1988) işlev kavramı, kullanılış ve işleyiş bakımından amaca uygun-

Tablo 1. Yüksek yapılarda strüktürel sanat değerlendirme kategori ve ölçütleri

DEĞERLENDİRME KATEGORİLERİ		
A STRÜKTÜR	B KÜTLE BİÇİMİ	C CEPHE KURGUSU
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		
A1 Özgünlük; strüktürün kendine ait, özgün bir niteliğinin olması	B1 Algılanabilirlik; kütle formunun algılanması	C1 Denge; cephede kullanılan elemanların ve cephe hareketlerinin birbirini karşılaması
A2 İşlevsellik; strüktürün yük taşıma ve form oluşturmada yeterliliğe sahip olması	B2 Fonksiyonu yansıtma; kütlelenin mimari fonksiyonla uyumlu olması	C2 Cephe elemanlarının ritmi; cephe elemanlarının bir düzen içinde yerleşmiş olması
A3 Simgesellik; strüktürün sembolize edilerek görsel açıdan mimari dile yansıtılması	B3 Simgesellik; kütlelenin sembolize edilerek, görsel açıdan mimari dile yansıtılması	C3 Simgesellik; cephe kurgusunun sembolize edilerek görsel açıdan mimari dile yansıtılması
A4 İleri teknoloji; strüktürün mimari ve strüktürel form konusundaki ilişkiler içinde ön plana çıkması ve son teknolojiyi yansıtması	B4 Ritim; kütle formunda, bütün içinde dengeli ve düzenli hareketlerin olması	C4 İleri teknoloji; cephe kurgusu ve elemanlarının son teknolojiyi yansıtması
A5 Esneklik; strüktürün değişken mimari fonksiyonlara uyum sağlaması	B5 Kütle oluşumunda strüktürün rolü; kütle formunu strüktürün oluşturması	C5 Esneklik; cephe elemanlarının ve cephe kurgusunun strüktüre bağlı olarak dönüşebilmesi
A6 Algılanabilirlik; strüktürün dıştan gözle görülebilir ve tanımlanabilir olması, başka bir deyişle strüktürün dışavurum durumu	B6 Strüktürü yansıtma; kütlelenin strüktürün okunabilmesi	C6 Strüktürün cephe elemanlarında algılanabilirliği; strüktürün cephe elemanlarında kendini göstermesi
A7 Modülerlik; strüktürün ritim oluşturma açısından bütünün parçası olarak düzenli bölümlere ayrılması	B7 Kütlede tematik etkilenme; kütle formunun doğadan esinlenerek ortaya çıkması	C7 Cephenin strüktürle uyumu; cephenin strüktürel sistemden ayrı olmaması
A8 Narinlik; strüktürün zarif ve ince kesitli elemanlardan oluşması	B8 Narinlik; yapı yüksekliğinin en küçük plan boyutuna oranı	C8 Cephe elemanlarının narinliği; elemanların ince kesitlere sahip olması

luk, belirli bir amaç ile ilgili eylem türü veya amacı gerçekleştiren eylem tarzı, uğruna belirli bir şeyin yapıldığı görev, fonksiyon şeklinde tanımlanmaktadır (Hasol, 1988).

Özgünlük: Bir buluş sonucu olan, nitelikleri bakımından benzerlerinden ayrı ve üstün olan şekilde tanımlanan “özgün olma durumu”nu ifade eder. Ayrıca “özgünlük”; bir kişinin yeni, özgün bir şey yaratma yeteneği, kişiliği, orijinalliğidir (Büyük Larousse, 1994).

Simgesellik: Türk Dil Kurumu Sözlüğünde (2021) simgesellik, simgesel olma durumu ve semboliklik anlamlarına gelmektedir. Mimarlık simgesel bir söylem tarzıdır ve simgenin olmadığı yerde mimari yoktur (Erarslan, 2014).

İleri teknoloji: Mimari form ve strüktürel form ilişkisinde strüktürü ön plana çıkararak ve strüktürün olanakları ile tasarımın gerçekleştiği bir ilişki türüdür. Tasarımın ilk aşamalarında ele alınarak ileri strüktürel malzemelerle teknolojik strüktürün kurgulanmasıdır (MacDonald, 2001).

Esneklik: Esneklik değişen şartlara uyabilmek olarak tanımlanırken değişebilirlik ve genişleme kavramları da esnekliğin türleri olarak ele alınmaktadır (Oxman, 1975).

Dışardan algılanabilirlik (Dışavurum): Yirminci yüzyılda gelişen düşüncelerde strüktürel simgesellik ya da diğer anlamı ile strüktürün dışavurumu teknolojiyi sembolize etmek içindir. Strüktürel elemanların simgesel kullanımı aynı zamanda işlevsel nedenlere dayandırılmaktadır (MacDonald, 2001).

Modülerlik: Türk Dil Kurumu Sözlüğünde (2021) modül, parça ve bir yapının çeşitli bölümleri arasında orantıyı sağlamak için kullanılan ölçü birimi olarak tanımlanmaktadır. Modülerlik ise, birbirinden bağımsız bir şekilde tasarlanabilen ve birlikte bütünsel bir fonksiyonu yerine getiren daha küçük alt sistemler ve süreçlerdir (Baldwin ve Clark, 2000).

Narinlik: Narinlik bina yüksekliğinin en küçük plan boyutuna oranı olarak tarif edilmekte olup, günümüz yüksek binalarında narinlik 8:1 veya 9:1'e kadar çıkabilmektedir (Celep ve Özuygur, 2017).

Ritim: Mimari yapılarda ritmi oluşturan, katlarla boşlukların, olaylarla aralıkların belirli bir sıra içinde birbirini izlemesidir. Mimarlıkta ritim duvara açılmış pencerelerle, kolonlarla veya arkadaki payelerle yaratılan örüntüdür (Başarır, 2011).

Denge: Tasarımı oluşturan parçaların tanımlı ve estetik bir biçimde yerleştirilmesidir. Denge, öğelerin yatay ve dikey olarak yüzeye eşit ağırlıkta yerleştirilmesi yoluyla oluşturulur (Çınar, 2018).

Tematik yaklaşımlar: İnsanoğlu var olduğu andan beri doğayı kendine rehber edinmiş, kimi zaman gözlemleyerek, kimi zaman benzeterek, kimi zaman da taklit ederek son derece karmaşık biçimler ve işlevsel çözümler üretmiştir. Bitki formları, hayvan kabukları ve insan anatomisinden esinlenerek tasarlanan yüksek yapılar, zaman içinde sade-

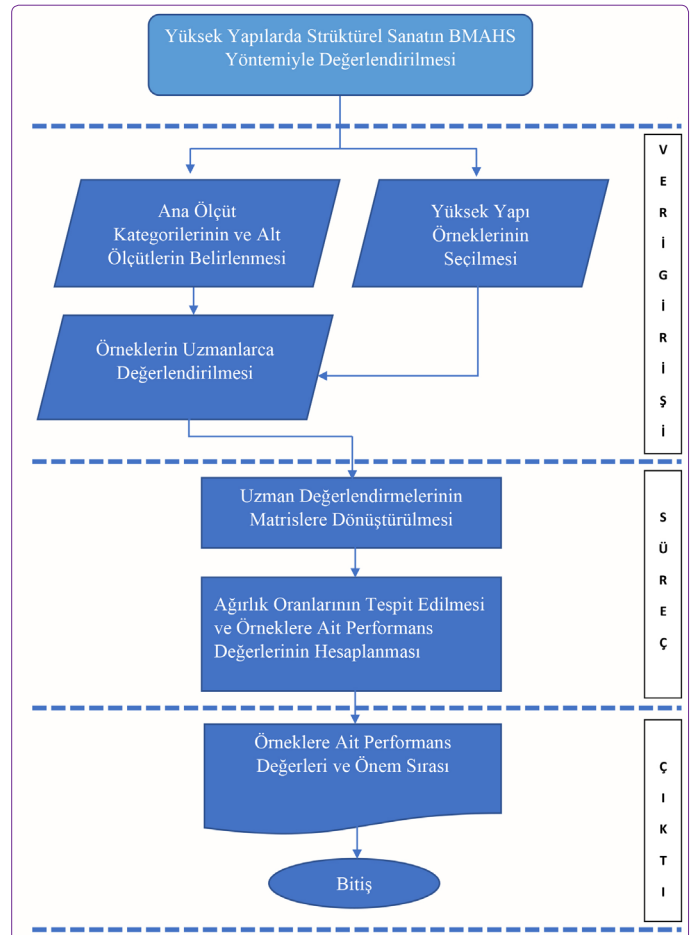
ce biçimsel olmaktan çok ekolojik ve sürdürülebilir olarak yer etmişlerdir (Şimşek, 2020, s. 1).

Yüksek Yapıların Strüktürel Sanat Bağlamında Değerlendirilmesi

Yüksek yapılarda sanatsal uygulamalara dikkati çekmek ve bu uygulama örneklerini değerlendirmek amacıyla ilk olarak ana ölçüt kategorileri ve alt ölçütler belirlenmiştir. Yüksek yapı örneklerinin seçilmesinden sonra örnekler kategori ve ölçütlere göre uzmanlarca dilsel ifadelerle değerlendirilmiştir. Uzmanların yapmış olduğu değerlendirmeler sayısal değerlere dönüştürülerek matrisler oluşturulmuştur. Yapılan matematiksel hesaplamaların ardından ana ölçüt kategorileri ve alt ölçütlere ait ağırlık oranları tespit edilerek örnek yapıların performans değerlerine ulaşılmıştır. Böylece seçilen örnekler arasında strüktürel sanat düzeyleri açısından nesnel bir sıralama yapmak mümkün olmuştur (Şekil 5).

Yüksek Yapı Örneklerinin Seçilmesi

Çalışmaya örnek oluşturan yüksek yapılar, 1969 ve 2011 yılları arasında yapılmış, bulunduğu dönemin rekabetçi ortamında tasarlanan, kullanılan teknoloji açısından yenilikçi



Şekil 5. Yüksek yapıların bulanık mantık ve analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmesine ait akış şeması.

ve farklı strüktür sistemlere ait yapılardan seçilmiştir. Her strüktürel sistemden bir yapı seçilmesi strüktürel sanat konusundaki kıyaslamaların daha objektif olması açısından önemlidir.

Bu örneklerin her birinde strüktürel form, yapıyı etkin bir biçimde yüklerle dayanıklı kılmasının yanı sıra biçim oluşturmada etkili esas unsurdur. Ayrıca bu örneklerde strüktürün cephe kurgusuna etkisi oldukça fazladır. Strüktürel tasarımdaki son gelişmeler yapılarda mimari formları özgürleştirmiş, böylece heykelsi, simgesel nitelikte formlar ortaya çıkmıştır. Yüksek yapılarda çok çeşitli formları uygulayabilmek için, güçlü bir biçim ve strüktür bilgisi gerektiği göz ardı edilmemelidir.

Örnek olarak seçilen yapıların listesi, yapım yılı, buldukları şehir, yükseklik ve kat adedi, işlev, strüktürel sistem, strüktür malzemesi, kütle biçimi vb. gibi özellikleri de belirtilerek Tablo 2’de verilmiştir.

Bulanık Mantık ve Analitik Hiyerarşi Süreci (BMAHS) Yöntemi

Bulanık mantık ve analitik hiyerarşi süreci yöntemi çok ölçütlü değerlendirme yöntemlerinden bulanık mantık ve analitik hiyerarşi süreci yöntemlerinin birlikte kullanımından oluşmaktadır. Sanat ve estetik ile ilgili yapılan değerlendirmeler sözel ifadeler içerdiği için somut olmayan, belirsiz ve tam olarak karşılığı bulunmayan sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, bulanık mantık ve analitik hiyerarşi süreci, insanın karar verme ve değerlendirme süreçlerini sadece sonuç odaklı planlamak yerine sonuca ulaşmak için kullanılan her adımı titizlikle işin içine

kattığı ve somut ve reel sonuçlara ulaşılmasına neden olduğu için tercih edilmiştir.

Bulanık mantık ve analitik hiyerarşi süreci yönteminin kuramsal altyapısını oluşturmak için her iki yöntem hakkında aşağıda ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi

Analitik hiyerarşi süreci, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından ilk defa önerilen çok ölçütlü değerlendirme yöntemidir. Analitik hiyerarşi süreci karar almada, karar vericinin önceliklerini dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren, matematiksel bir yöntemdir (Dağdeviren ve Eren, 2001, s. 41-52). Anlaşılması kolay olduğu için birçok sektörde karar aşamasında tercih edilen çok ölçütlü karar verme yöntemi olarak kullanılmaktadır.

Bulanık Mantık (BM) Yöntemi

Bulanık mantık yöntemi ilk defa 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilmiş olup esaslı bulanık küme teorisine dayanmaktadır. Bulanık mantık, mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Bulanık küme teorisi, temelde insan düşünce ve algılarındaki belirsizlikle ilgilenmekte ve bu belirsizliği sayısallaştırmaya çalışmaktadır. Bu sayede bulanık mantık, insanın sağduyusuna dayanılarak akıl yürütülen durumların matematiksel olarak modellenenbilmesine imkân tanımakta ve oluşturulan modelde her şey bir değer ile ifade edilebilmektedir (Zadeh, 1965; Zadeh, 1968). Bulanık kümelerdeki fonksiyonlar, elemanlara [0,1] aralığında reel değerler katmaktadır. Bu reel değerler üçgen bulanık sayılarda kullanılmaktadır.

Tablo 2. Değerlendirme için seçilen yüksek yapılar ve özellikleri

Yapı Adı										
John Hancock Center (Gerometta, 2000a)	Willis Kulesi (Gerometta, 2000e)	One Shell Plaza (Gerometta, 2000d)	First Wisconsin B. (Gerometta, 2012)	Taipei 101 (Taipei Financial Center Corporation, 2004)	Turning Torso (Gerometta, 2006)	Burj Khalifa (Gerometta, 2018)	Al Hamra (Mohdalğ, 2011)	Capital Gate (El ve Bystro/RMJM, 2011)	Swiss Re (Oldfield, 2011)	
Yükseklik (m)	344	442	308.8	183.2	500	190	828	412	165	180
Kat Adedi	100	108	50	42	101	57	163	80	36	40
Fonksiyon	Karma	Ofis	Ofis	Ofis	Ofis	Konut	Karma	Ofis	Karma	Ofis
Strüktür Sistemi	Kafesli tüp	Demet tüp	Tüp içinde tüp	Yatay kafes kirişli çerçeve ve çekirdek	Mega çerçeve	Çekirdek ve konsol döş. omurga	Payandalı çekirdek	Perde duvarlı çerçeve	Diagrid ve çekirdek	Diagrid
Strüktür Malzemesi	Çelik	Çelik	Betonarme	Çelik	Çelik	Betonarme	Betonarme ve çelik	Betonarme	Betonarme ve çelik	Çelik
Kütle Formu	Kesik piramit	Kare prizmalar	Kutu	Dikdörtgenler prizması	Sıra dışı (Ters koniler)	Burgu	Sıra dışı	Sıra dışı	Eğik, silindirik	Üstte daralan silindirik
Tematik Etkilenme	Yok	Yok	Yok	Yok	Çin pagodası	İnsan vücudu	Hymenocallis (çöl) çiçeği	Yarımada formu	Dönen kum spirali, dalga	Yok
Cephe Sistemi	Strüktürel cephe	Giydirme cephe	Strüktürel cephe	Strüktürel cephe	Giydirme cephe	Giydirme cephe	Giydirme cephe	Giydirme cephe	Giydirme cephe	Giydirme cephe

Karar verme ve değerlendirme konusunda analitik hiyerarşi süreci hem öznel hem de nesnel değerlendirme ölçütlerini dikkate alabilen ve oldukça yaygın kullanımı olan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olmasına rağmen birtakım tutarsızlıklar içermektedir. Ayrıca 1-9 arasındaki değerlerin kullanıldığı analitik hiyerarşi sürecinde karar vericiler değerlendirme yaparken sabit değerler kullanmak yerine aralıklı değerler kullanmayı tercih etmektedir. Dolayısıyla analitik hiyerarşi süreci, karar vericinin kararları ile belirsizliğin ortadan kalkması ve sayılara dökülmesi konusunda yetersiz kalmaktadır (Akman ve Alkan, 2006, s. 23-46).

Analitik hiyerarşi sürecinin (AHS) yetersiz kaldığı noktaları dengeleyebilmek ve karar verme noktasında, insani düşünme şekline uygun kararlar verebilmek için bulanık mantık (BM) ile analitik hiyerarşi süreci yönteminin kombine edildiği bulanık mantık analitik hiyerarşi süreci (BMAHS) yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ise BMAHS yöntemi olarak Chang'ın (1996) "Mertebe Analiz Tekniği" kullanılmıştır. Bu yöntemin avantajı, diğer BMAHS yöntemlerinden daha az hesaplamaların olması ve diğer yaklaşımlara göre daha kolay adımlara sahip olmasıdır.

Chang'ın Mertebe Analizi'ne dayalı BMAHS yöntemi ve başlıca uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

Birinci Aşama: Bulanık sentetik değer analizi:

Bulanık sentetik analizin ana fikri bulanıklaştırılmış, karşılıklı ikili karşılaştırma matrislerini çözerek ölçütlerin önemlerini ve alternatif performanslarını elde etmektir. Bulanık performansların elde edilmesindeki amaç, seçilim biçimindeki sonuçları elde etmektir. Örneğin; $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ bir nesne kümesi ve $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ amaç seti olarak kabul edilirse, bulanık sentetik değer analizinde, her bir nesne alınmakta ve sırasıyla her bir amaç

için performans sentetik analizler yapılmaktadır (Chang, 1996).

Seçilim A ikili karşılaştırma matrisi, ikili karşılaştırma matrisini bulanıklaştıran üçgensel bulanık sayılar $f = (l, m, u)$ kullanılarak bulanıklaştırılmaktadır. Alt sınır (l) ve üst sınır (u) karar verici ya da uzmanlar tarafından ifade edilen, belirsiz alanı yansıtmaktadır. Seçilim değerlerin bulanık sayılara dönüştürülmesi için kullanılan üçgensel bulanık sayılar Tablo 3'te sayısal olarak gösterilmiştir (Chang, 1996, s. 649-655). Bu yolla elde edilecek \tilde{A} bulanık ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi olacaktır.

İkinci Aşama: Bulanık sentetik değerlerin karşılaştırılması:

$aij = (lij, mij, uij)$ ve bununla ilişkili $lij = 1/lji$, $mij = 1/mji$, $uij = 1/uji$ olduğu, $A = (aij) n \times m$ bir bulanık ikili karşılaştırma matrisi verildiğinde, her bir ölçüt altındaki ağırlık vektörü değerlerinin, tahminlerini elde etmek için, bulanık sayıları karşılaştırma prensibine ihtiyaç duyulmaktadır (Chang, 1996, s. 650).

Karşılaştırma için, $V(S1 \geq S2)$ ve $V(S2 \geq S1)$ değerlerine gerek duyulmaktadır (Akman ve Alkan, 2006).

Üçüncü Aşama: Örneklere ait ağırlık performanslarının hesaplanması:

n = Hiyerarşideki ölçüt ya da alt ölçütlerin sayısıdır.

Böylece bulanık ağırlıklandırılmış performans matrisi olan P , karar matrisi (X) ile ağırlık vektöründen (W) gelen ağırlık ile çarpılarak elde edilmektedir (Chang, 1996, s. 651).

Örneklerin ağırlıklandırılmış performansları arasında en yüksek değere sahip olan örnek en uygun maksimumdur (P_1, P_2, \dots, P_n).

BMAHS Yönteminin Uygulanması

BMAHS yönteminin uygulanmasında öncelikle, örnek yüksek yapıları değerlendirmek üzere uzman kişiler be-

Tablo 3. Öznel değerlendirmede kullanılan üçgen bulanık ölçütler (Zadeh,1965)

Seçilim değer	Bulanık değer	Seçilim değer	Bulanık değer
1	Köşegen ise; (1,1,1)	1/1	Köşegen ise; (1/1, 1/1, 1/1)
	Köşegen değilse; (1,1,3)		Köşegen değilse; (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)

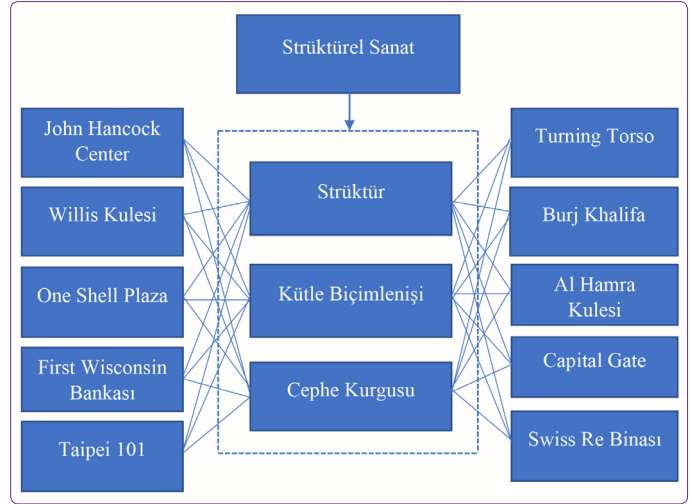
lirlenmiştir. Palabıyık'ın (2011) mimari tasarım sürecinde karar verme: bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemi adlı doktora tezinde üç uzman görüşüne başvurarak bu yöntemi kullanmış olması, Chang'ın (1996) çalışmalarında BMAHS yönteminin kullanılmasında uzman sayısının net olarak belirtilmemesi ve değişkenlik göstermesi üzerine bu çalışmada da üç uzman yeterli kabul edilmiştir. Uzmanlara ölçütler ve görsellerle desteklenen örnek yapılar hakkında bilgiler aktarılmış ve bir değerlendirme aracı olarak seçilen BMAHS yönteminin mantığından bahsedilmiştir. Değerlendirmeye dahil edilen örnek yapılar ve ölçütler, yüksek yapı konusunda yetkin, üç meslek uzmanı tarafından sözel ifadelerle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada BMAHS yönteminin tercih edilmesinin sebebi, uzmanların farklılıklarının (eğitimi, mezun oldukları okulların vizyonu, iş deneyimleri, hayat tecrübeleri ve değerlendirme anındaki pozisyonları) getirmiş olduğu belirsizliğe çözüm oluşturmasıdır.

Öznel görüşlerine başvuru uzmanların yapılar hakkındaki görüşleri ölçütler dikkate alınarak dilsel ifadelerle alınmış ve daha sonra bu karşılaştırma ifadeleri sayısal değerlere dönüştürülmüş ve belirlenen ölçütlerin birbirlerine göre ağırlıklı öncelik derecelerinin bulunması için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak çeşitli hesaplama teknikleri sonucu yapıların performans değerlerine ulaşılmıştır. BMAHS yönteminin uygulanması iki aşamada gerçekleşmektedir.

Analiz Aşaması

Birinci adım: Bu adımda, yüksek yapı örneklerini değerlendirmek için belirlenen strüktür, kütle biçimlenişi ve cephe kurgusu değerlendirme kategorileri ile bunların her birinin altında yer alan ölçütlerin bulunduğu karar ağacı oluşturulmuştur.

İkinci adım: Bu adımda hiyerarşik organizasyon şeması oluşturularak, örnek yapıların strüktürel sanat bağlamında değerlendirilmesinde belirlenen ölçütlerin, seçilen örneklerle ilişkisi gösterilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Örnek yapıların değerlendirme ölçütleri ile ilişkisini gösteren organizasyon şeması.

Üçüncü adım: Bu adımda örnek yapıların, ana ölçüt kategorilerinin ve alt ölçütlerin hem kendi aralarında hem de yapıların ölçütlere göre dilsel ifadelerle karşılaştırılması yapılmıştır (Şimşek, 2018, s. 136, 137).

Sentez Aşaması

Bu aşama, sözel ifadelerle yapılan karşılaştırmaların sayısal olarak değerlendirilmesi için hesaplamaların yapıldığı aşamadır. Bu çalışma kapsamında sadece ana ölçüt kategorilerinin hesaplama yöntemi ile değerlendirilmesi örnek olarak anlatılmıştır.

Dördüncü adım: Bu adım bir önceki adımda ana ölçüt kategorilerine ait yapılan sözel karşılaştırmaların sayısal değerlere dönüştürüldüğü adımdır. Buna göre, diğerlerine göre iyi olan kategori 3, eşit bulunanlar 1 ve diğerlerine göre daha az önemli olan kategori ise 1/3 ile gösterilmiştir.

Uzmanlar tarafından verilen değerler Tablo 4'te bulanık mantık yöntemindeki üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4. A, B, C kategorilerine ait seçilerek değerlendirilen bulanıklaştırıldığı karşılaştırma matrisi

Ana ölçüt kategorileri	Uzman görüşleri	Ana ölçüt kategorileri		
		Strüktür A	Kütle biçimi B	Cephe kurgusu C
Strüktür A	1. Uzman görüşü	1,1,1	1/5, 1/3, 1/1	1/5, 1/3, 1/1
	2. Uzman görüşü	1,1,1	1/5, 1/3, 1/1	1/5, 1/3, 1/1
	3. Uzman görüşü	1,1,1	1/5, 1/3, 1/1	1/5, 1/3, 1/1
Kütle biçimi B	1. Uzman görüşü	1,3,5	1,1,1	1/5, 1/3, 1/1
	2. Uzman görüşü	1,3,5	1,1,1	1/5, 1/3, 1/1
	3. Uzman görüşü	1,3,5	1,1,1	1/7, 1/5, 1/3
Cephe kurgusu C	1. Uzman görüşü	1,1,1	1,3,5	1,3,5
	2. Uzman görüşü	1,3,5	1,3,5	1,1,1
	3. Uzman görüşü	1,3,5	3,5,7	1,1,1

Tablo 5. Örnek yapıların performans değerleri

Sıralama	Yapının adı	Performans değerleri
1	Swiss Re	0.145
2	Capital Gate	0.137
3	Turning Torso	0.121
4	Willis Kulesi	0.114
5	Burj Khalifa	0.092
6	Taipei 101	0.091
7	Al Hamra Kulesi	0.087
8	John Hancock Center	0.068
9	First Wisconsin Bankası	0.063
10	One Shell Plaza	0.034

A strüktür, B kütle biçimlenişi, C cephe kurgusu ana ölçüt kategorilerine ait bulanık matris değerlerine sırasıyla bulanık toplama işlemi uygulanarak elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması alınmış ve yapılan işlemler sonucunda sentetik değerlere ulaşılmıştır.

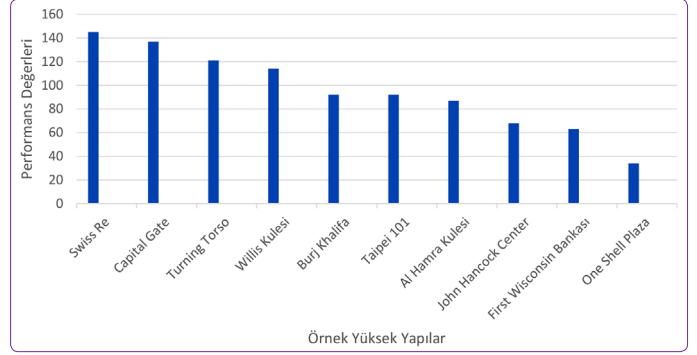
Sentetik karşılaştırma değerleri ve sentetik üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları normalizasyon yolu ile elde edildikten sonra A, B, C kategorilerinin öncelikli ağırlık değerleri belirlenerek önem sırası tespit edilmiştir.

Beşinci adım: A, B, C ana ölçüt kategorilerinin ağırlık değerlerinin belirlenmesinden sonra her bir alt ölçüte ait öncelikli ağırlık değerlerine ait hesaplamalar aynı sıralamayla yapılmıştır (Bkz. Şimşek, 2018).

Altıncı adım: Chang'in (1996) BMAHS yönteminde belirtildiği şekilde her bir ölçütün ağırlık değerinden sonra örnek yapıların performans değerleri hesaplanmıştır (Tablo 5) (Şimşek, 2018, s. 144). Bu hesaplamalar sonucunda örnek yapıların strüktürel sanat açısından önem sırası tespit edilmiştir.

Bulgular

Örnek yapıların BMAHS yöntemi ile strüktürel sanat açısından değerlendirilmesi sonucunda aşağıdaki bulgulara rastlanmıştır:

**Şekil 7.** Örnek yapıların strüktürel sanat açısından önem sırasını gösteren grafik.

Yüksek yapıların tüm ölçütler dikkate alınarak tespit edilen performans değerlerine göre strüktürel sanata yakınlık sıralamasında en yüksek değeri alan, özgün ve zarif strüktür tasarımı ile Swiss Re olmuş, onu en büyük farkla yine benzer strüktürel sisteme sahip Capital Gate Binası takip etmiştir. İlginç ve sıra dışı strüktürü ile dikkati çeken Turning Torso üçüncü, sıralamada kademeli görünümü ile Willis Kulesi dördüncü olmuştur. Hareketli ve zarif kütlesi ile Burj Khalifa beşinci ve bambu ağacına benzeyen görünümü ile Taipei 101 altıncı sıraya yerleşmiştir. Heykelsi görünümü ile Al Hamra Kulesi yedinci, strüktürel dışavurumun öncüsü sayılan John Hancock Center sekizinci sırada yer almıştır. Günümüz teknolojisi dikkate alınarak yapılan değerlendirmede First Wisconsin Bankası dokuzuncu, sakin görünüşü ile One Shell Plaza onuncu sırada strüktürel sanata yakın bulunmuştur (Şekil 7).

Örnek yapıların strüktür, kütle biçimi, cephe kurgusu ana ölçüt kategorilerine bağlı olarak performans değerleri göz önüne alındığında; strüktür ölçütüne göre en yüksek değeri alan yapılar Swiss Re Binası, Turning Torso ve Capital Gate, kütle biçimlenişi ölçütüne göre en yüksek değeri alan yapılar Willis Kulesi, Taipei 101, Capital Gate Binası, cephe kurgusu ölçütüne göre en yüksek değeri alan yapılar Swiss Re, Capital Gate Binası ve John Hancock Center olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6. Ana ölçüt kategori ve alt ölçütlerin önem sırası

Sıralama	Strüktür 1.	Kütle biçimi 2.	Cephe kurgusu 3.
1	Algılanabilirlik	Kütle oluşumunda strüktürün rolü	Strüktürün cephe elemanlarında algılanabilirliği
2	İşlevsellik	Algılanabilirlik	Simgesellik
3	İleri teknoloji	Strüktürü yansıtırma	İleri teknoloji
4	Özgünlük	Fonksiyonu yansıtırma	Cephenin strüktürle uyumu
5	Modülerlik	Kütlede tematik etkilenme	Cephe elemanlarının narinliği
6	Simgesellik	Simgesellik	Cephe elemanlarının ritmi
7	Narinlik	Ritim	Denge
8	Esneklik	Narinlik	Esneklik

Yüksek yapıların strüktürel sanat bağlamında değerlendirilmesinde ana ölçüt kategorilerinin ağırlık değerlerine göre önem sıralaması strüktür birinci, kütle biçimi ikinci ve cephe kurgusu üçüncü şeklindedir.

Yüksek yapıların strüktürel sanat bağlamında değerlendirilmesinde ilk üçe giren alt ölçütler; strüktür kategorisinde strüktürün dışarıdan algılanması, strüktürün işlevselliği, strüktürel teknoloji, kütle biçimi kategorisinde kütle oluşumuna strüktürün rolü, kütle geometrisinin algılanması, kütle strüktürü yansıması, cephe kurgusu kategorisinde ise cephede strüktürün algılanması, cephenin simgesel nitelik taşıması ve cephenin teknolojiyi yansıması olarak belirlenmiştir (Tablo 6).

Sonuçlar ve Tartışma

Strüktürel sanat eseri yüksek yapı tasarımında temel amaç en yüksek, özgün, simgesel ve tek defalık formlar tasarlamaktır. Yapıların yükseklikleri arttıkça form çeşitliliği ve strüktürel sistemin olanakları azalmaktadır. Sanatsal özelliği yüksek yapılar tasarlanırken strüktürün formu ve yapıdaki işlevi göz ardı edilemeyecek kadar önemli hale gelmektedir. Strüktürel tasarım elverdiği sürece, farklı plan geometrileri denenmekte ve farklı kütle biçimlerine ulaşılmaktadır. Bazı durumlarda kütle biçimi strüktürün oluşmasına katkı sağlamakta, bazı durumlarda ise strüktürün olanakları doğrudan kütle biçimini etkilemektedir. Bu durum, strüktürel tasarımla mimari tasarım arasındaki bilgi alışverişinin açık göstergesidir. Tam da bu noktada mimar ve mühendisin ortak çalışmasının gerekliliği net olarak ortaya çıkmaktadır.

Yüksek yapılarda strüktürel sistemin kütle ve cephe şekillenmesinde aktif rol oynadığı bilinmektedir. Cephe kurgusunda, strüktür dışavurumcu ise strüktürel cephe, strüktür kaplama arkasına gizlenmişse giydirmeye cephe ön plana çıkmaktadır. Kütle biçimlenişinde ise, diagrid strüktür sistemi ile silindirik ve eğik formlar, çekirdek ve omurgalı strüktür sistemi ile burju formlar, payandalı çekirdek strüktür sistemi ile aerodinamik formlar, demet tüp strüktür sistemi ile kademeli formlar, çerçeve ve perde duvarlı strüktür sistemi ile sıra dışı formlar, tüp içinde tüp ve yatay kafes kirişli ve çerçeve, çekirdek strüktür sistemi ile kutu formlar, mega çerçeve strüktür sistemi ile konik formlar, kafesli tüp strüktür sistemi ile de piramidal formlar elde edilmektedir.

Örneklerin strüktürel sanat açısından değerlendirilmesi sonucunda, dikkati çeken en önemli noktalardan biri, yapıların performans değerlerinin birbirine yakınlığıdır. Bazı yapılar ise diğerlerine göre birbirine daha da yakın değerler almıştır. Bunlar; Swiss Re ile Capital Gate Binası, Turning Torso ile Willis Kulesi, Burj Khalifa ile Taipei 101 ve One Shell Plaza, John Hancock Center ile First Wisconsin Bankasıdır. Her bir yapının strüktürel sanat yaklaşımının ken-

dine özgü ve tek defaya mahsus olmasına rağmen estetik açıdan insanlarda bıraktıkları hislerin birbirine benzediği gözlemlenmiştir.

Örnek olarak seçilen yüksek yapıları strüktürel sanat açısından değerlendirmek ve hangisinin sanatsal özelliğinin daha yüksek olduğuna karar vermek, yapıların hepsinin sanatsal özellik taşıyor olması ve estetik değer yargıları ile yapılan değerlendirmelerin öznel olması nedeniyle zor görünmektedir. Bir değerlendirme aracı kullanmadan, günlük hayatta tercih ettiğimiz dilsel ifadeler kullanılarak ve konusunda uzman kişilerin görüşleri alınarak bir değerlendirme yapılsa dahi bunun nesnel olma olasılığı azdır. Bu nedenle, bu çalışmada karar verme aşamasını kolaylaştırmak, daha objektif ve nesnel verilere ulaşmak için çok ölçütlü karar verme teknikleri tercih edilmiştir. Çok ölçütlü karar verme tekniklerindeki yeni arayışlar, çözüm olarak yeni analiz metodlarını ortaya çıkarmıştır. Bu metodlar içerisinde en yaygın olarak kullanılan BMAHS'dir. BMAHS'nin ön plana çıkmasında, öznel değerlendirmelerin ve dilsel ifadelerin belirli kalıpları olmadan, esnek bakış açıları kolayca analiz ederek sayısal değerlere dönüştürmesi ve karar vericiye somut sonuçlar sunması rol oynamaktadır.

Her ne kadar BMAHS yöntemi yapıların strüktürel sanat değerlendirmesinin yapılmasına olanak sağlamış olsa da değerlendirmede belirlenen ölçütlerin önemi göz ardı edilemez. Ölçütler, uzun araştırmalar sonucunda konuyu en iyi ifade edeceği düşünülen estetik görüşlerin yüksek yapılar özelinde harmanlanmasıyla ortaya çıkmış ve uzman görüşüne sunulmuştur. Yapılar ve değerlendirme ölçütleri hakkında uzman görüşleri, kişilerin deneyim ve sezgilerine göre yapıldığı için ancak gerçeğe yakın değerler elde edilmiştir. Değişen koşullarda, değişen ölçütlerle aynı yapılar farklı yöntemlerle değerlendirilebileceği gibi, farklı yapılar aynı ölçütlerle ve aynı/farklı yöntemlerle değerlendirilebilmektedir. Bu durum, çalışmanın zaman dilimlerine göre esnekliğini göstermektedir.

Kaynaklar

- Akman, G. ve Alkan, A. (2006). Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performanslarının ölçülmesi: Otomotiv yan sanayinde bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(9), 23-46.
- Ali, M. M. (1990). Integration of structural form and esthetics in tall building design: The future challenge [Collected papers]. Council on Tall Buildings and Urban Design.
- Ali, M. M. ve Armstrong, P. J. (1995). Architecture of tall buildings. Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 30 (Architecture). NY: McGraw-Hill.
- Aymelek, Y. ve Yıldırım, S. Ö. (2015). Çağdaş mimariyi etkileyen iki metafor: Form fonksiyonu izler ve form akışı izler. Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 33-60.
- Baldwin, C. Y. ve Clark, K. B. (2000). Design rules: The power of modularity. The MIT Press.
- Başarı, S. B. (2011). Şehir, mimari ve ritim. Kent ve Doğa [Poli-

- teknik yazılar]. <http://politeknik.org.tr/sehir-mimari-ve-ritim-sila-burcu-basarir/>
- Billington, D. P. (1979). Robert Maillart's bridges. New Jersey, Princeton University Press.
- Billington, D. P. (1983). The tower and the bridge: The New Art of Structural Engineering. Basic Books.
- Billington, D. P. (2003a). Jörg Schlaich as structural artist in Bögle. A. Schmal, P. C. Flagge (Eds). Leichtweit -light structures: Jörg Schlaich Rudolf Bergermann.
- Billington, D. P. (2003b). The art of structural design: A swiss legacy. Connecticut, Yale University Press.
- Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi. (1994).
- Celep, Z. ve Özüygür, A. R. (2017). Yüksek binaların yapısal tasarımı. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Bursa Şubesi Yayın Organı, 70, 8-12.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis methods on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- Ching, F. (2002). Mimarlık, biçim, mekân ve düzen. İstanbul, Yem Yayınları.
- Çelik, Ş. Ç. (2019). Kültür endüstrisi ve sanat ilişkisi içerisinde esin, taklit, alıntı, çalıntı. [Doktora tezi, Işık Üniversitesi].
- Çınar, A. B. (2018). Tasarım ilkeleri "denge". Sanat Düşünce ve Bilim Dünyası. <https://www.medyacuvali.com/dusunenler/tasarim-ilkeleri-denge>
- Dağdeviren, M. ve Eren, T. (2001). Tedarikçi firma seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(2), 41-52.
- Denel, B. (1981). Temel tasarım ve yaratıcılık. Ankara, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım.
- El, E. ve Bystro, S./RMJM. (2011). Capital Gate [Fotoğraf]. Archdaily. https://images.adsttc.com/media/images/5a96/5281/f197/ccd4/d000/00db/slideshow/Capital_Gate_3.jpg?1519800951
- Erarslan, A. (2014). Mimaride anlam; yapıdaki "sembolik dil" üzerine bir değerlendirme. *Tasarım Kuram Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Dergisi*, 18(35), 18. doi: 10.23835/tasarimkuram.239593
- Ergün, M. (2012). Felsefeye giriş (Estetik). <http://mustafaergun.com.tr/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/sanattelsefesi.pdf>
- Eşsiz, Ö. ve Sev, A. (2001). Tarihsel süreç içinde yüksek yapılarda cephe stillerinin uygulama örnekleri ile incelenmesi. *Mimari Biçimlendirmede Yüzeysel Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. Ankara.
- Gerometta, M. (2000a). John Hancock Center [Fotoğraf]. Ctbuh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/40750_500x650.jpg
- Gerometta, M. (2000b). Onerie Center [Fotoğraf]. Ctbuh. <https://www.skyscrapercenter.com/api/image/19004/thumb?size=500x650>
- Gerometta, M. (2000c). Willis Kulesi [Fotoğraf]. Ctbuh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/26138_500x792.jpg
- Gerometta, M. (2000d). One Shell Plaza [Fotoğraf]. Ctbuh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/19452_500x650.jpg
- Gerometta, M. (2006). Turning Torso [Fotoğraf]. Ctbuh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/48304_500x650.jpg
- Gerometta, M. (2012). First Wisconsin Bank [Fotoğraf]. Ctbuh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/40718_500x792.jpg
- Gerometta, M. (2018). Burj Khalifa [Fotoğraf]. Ctbuh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/75842_500x650.jpg
- Gezer, H. (2008). Mekân ve mekânın algılanması. *Mimarlıkta Malzeme Dergisi*, 13(1), 33- 37.
- Grutter, J. K. (2007). *Asthetik der architektur*. (4. Baskı). Pakzad, J. ve Homayun, A. (Çev.). Daneshgah Shahid Beheshti Nashr. Tehran.
- Hançerlioğlu, O. (2008). Felsefe sözlüğü (16. baskı). İstanbul. Remzi Kitabevi.
- Harmankaya, Z. Y. ve Soyluk, A. (2010, 15-16 Nisan). Yüksek yapılarda taşıyıcı sistem ve cephe etkileşimi [Konferans sunumu]. 5.Ulusal çatı ve cephe sempozyumu, İzmir.
- Hasol, D. (1988). *Ansiklopedik mimarlık sözlüğü* (12. baskı). İstanbul. Yem Yayınları.
- Henderson, J. (2008). Bayonne Bridge [Fotoğraf]. *Structurae*. https://files.structurae.net/files/photos/wikipedia/Bayonne_Bridge_Collins_Pk_jeh-2.JPG
- Hu, N., Feng, P. ve Dai, G. L. (2014). Structural art: past, present and future. *Engineering Structures*. 79. 407-416. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.08.040>
- Iori T. ve Poretti S. (2005, 27-29 enero). Pier Luigi Nervi's works for the 1960 Rome Olympics [Conference presentation]. *Actas del cuarto congreso nacional de historia de la construcción, Cádiz*.
- İprişoğlu, N. ve İprişoğlu, M. (1993). *Sanatta devrim*. İstanbul. Remzi Kitabevi.
- Janberg, N. (2003). Little Sport Palace [Fotoğraf]. *Structurae*. <https://files.structurae.net/files/photos/1/976812/f1000024.jpg>
- Jimenez, M. (2008). *Estetik nedir?* Aytekin, K. (Çev.). İstanbul. Doruk Yayıncılık.
- Kant, I. (1982). *The critique of judgement*. James Creed Meredith (Çev.). England, Clarendon Press.
- Kaszonı, G. (1981). *Aesthetic aspects of selecting materials for engineering structures*. Department of Building Materials, Budapest Technical University.
- Khan, F. R. (1967). *Current trends in concrete high rise buildings* [Conference presentation]. *Proceeding of symposium on tall buildings*, University of Southhampton, England.
- Koffka, K. (1963). *Principles of gestalt psychology*. New York. A Harbinger Book.
- Kuban, D. (2010). *Mimarlık kavramları*. İstanbul. Yem Yayınevi.
- Lang, J. (1987). *Creating architectural theory: The role of the behavioral sciences in environmental design*. *Journal of Architectural Education*, 41(3), 60-61. <https://doi.org/10.1080/10464883.1988.10758493>
- Mark, R. ve Billington, D. P. (1989). *Structural imperative and the origin of new form*. Technology and Culture, The Johns Hopkins University Press.
- Macdonald, A. J. (2001). *Structure and architecture* (2. baskı). Oxford. Architectural Press.
- Mercin, L. ve Alakuş, A. O. (2007). *Birey ve toplum için sanat eğitiminin gerekliliği*. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakül-

- tesi Dergisi, 9, 14-20.
- Mercin, L. ve Alakuş, A. O. (2020). Sanat eğitimi ve görsel sanatlar öğretimi, sanat nedir? (4. baskı). Ankara. Pegem Akademi. Doi: 10.14527/9786055885182
- Mohdalğ/ Wikimedia Commons. (2011). Al Hamra Kulesi [Fotoğraf]. Structurae. https://files.structurae.net/files/photos/1/alhamra_tower1.jpg
- Oldfield, P. (2011). Swiss Re [Fotoğraf]. Ctguh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/38652_500x792.jpg
- Oxman, R. M. (1975). Flexibility as a planing strategy, I. T. C. C. Jan.
- Özer, B. (1986). Kültür sanat mimarlık. İstanbul. Yem Yayınları.
- Özer, F. (1989, 1-3 Kasım). Yüksek yapıların tarihsel evrimi [Konferans sunumu]. Yüksek yapılar sempozyumu I. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Özgen, A. (1989). Çok katlı yüksek yapıların tarihsel gelişimi ve son aşama tübüler sistemler. Yapı Dergisi, 89, 41-53. doi: 10.31590/ejosat.618084
- Palabıyık, S. (2011). Mimari tasarım sürecinde karar verme: Bulanık AHS yöntemi. [Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].
- Rasthofer, D. (2000). Six bridges: The legacy of Othmar H. Ammann, Connecticut. Yale University Press.
- Salvadori, M. (1963). Structure in architecture (2. baskı). Prentice-Hall International Inc. New Jersey. <https://structu-reinarchi00salv>
- Sandaker, B. J., Eggeni A. P. ve Cruvellier, M. R. (2011). The structural basis of architecture (3. Baskı). <https://doi.org/10.4324/9781315624501>
- Sev, A. (2001). Integrating architecture and structural form in tall stell building design [Research paper]. Ctguh.
- Şimşek, S. (2018). Yüksek yapılarda strüktürel sanat ve mimari biçimlenme yönelik bir tasarım modeli. [Doktora tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi].
- Şimşek, S. (2019). Yüksek yapılardaki strüktürel dışavurumun bulanık topsis yöntemi ile belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 35(1), 1-13.
- Şimşek, S. (2020). Biomimicry approaches in high -rise buildings. H. Kozlu (Ed.). Academic studies in architectural sciences. https://academicworks.livredelyon.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1025&context=arch_sci
- Taipei Financial Center Corporation. (2004). Taipei 101 [Fotoğraf]. Ctguh. https://s3.amazonaws.com/images.skyscrapercenter.com/thumbs/2739_500x792.jpg
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (Erişim tarihi: 2021). <https://www.tdk.gov.tr/>
- Vitruvius (2015). Mimarlık üzerine on kitap. (Çev.) S. Güven. İstanbul. Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.
- Wohlwill, J. F. (1976). Environmental aesthetics: The Environment as a source of affect. Springer, New York.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zadeh, L. A. (1968). Fuzzy algorithms. Information and Control, 12(2), 94-102. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(68\)90211-8](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(68)90211-8)
- Zalcik, T. ve Franco, D. (1973, April). Town planning and sociological of tall building construction in Slovakia [Conference presentation]. Proceedings of 10th regional conference. CSVTA.