

Fiziksel Çevre Tasarım Destek Modeli

Doktora Makalesi

Ümit Arpacioğlu, Danışman Prof. Dr. Halit Yaşa Ersoy
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

*Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Programında "Güneşli Öncelikli Fiziksel Çevre Tasarım Destek Modeli" başlıklı doktora tezinden oluşturulan bir makaledir. Makale metni 27/09/2011 tarihinde dergiye ulaşılmış, 03/10/2011 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 01/06/2012 tarihine kadar dergiye gönderilebilir.

1. Giriş

Fiziksel çevre ve iklimsel faktörler ve bunların bileşeni olan güneşli mimari tasarım için önemli verileri oluştururlar. Tasarımda bu derece önemli payı olan ve mekânda yaşam kalitesini etkileyen fiziksel çevre faktörleri, tasarım evresinde öncelikle düşünülmesi gereken, ancak bir o kadar da yönetilmesi zor bir konudur. Güneşliğin tasarımda etkin kullanılması elbette ki diğer fiziksel çevre değerleri ile birlikte düşünüldüğünde mümkün olmaktadır. Fakat günümüzde tasarlanan mekânlarda, güneşli faktörleri tasarım girdisi olarak yeterince tasarım sürecine dâhil olamamaktadır. Bu da toplam kalitenin düşmesine ve beraberinde ciddi maddi, iş gücü ve motivasyon kayıplarına neden olarak verimliliği azaltmaktadır. Tecrübeli mimarlar tasarım süreçlerinde deneyimlerini kullanarak mekân kalitesini yükseltmeye ve sonuç ürün için gereklilikleri sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu nedenle mimarların özellikle erken tasarım evresinde tasarımın fiziksel çevre değerleri açısından

kalitesinin sağlanması için oldukça fazla bilgi birikimine ihtiyaçları vardır. Günümüzde tasarım ve yapım sürecinde fiziksel çevre değerleri yapım aşamasına yakın değerlendirilmekte, bu aşamada tasarımcılar tarafından yalnızca gerekliliklerin yerine getirilmesi ile süreç sonuçlanmaktadır. Problemin çözümü, fiziksel çevre değerlerinin tasarım sürecine erken dönemde katılarak, mimarlar için çözüm alternatifleri oluşturulmasında aranmalıdır.

Tasarım süreci düşünüldüğünde, süreç devam ettikçe tasarımın değişebilirliği azalmakta iken, her değişim kararına karşı oluşan maliyetin ve alınan değişim kararını gerçekleştirme süresinin de arttığı söylenebilir. Bu nedenle hazırlanan çalışmada erken tasarım evresinde güneşli ve fiziksel çevre değerlerini tasarım sürecine dâhil edecek bir yöntemin oluşturulmasının maliyet ve zamandan tasarruf sağladığı gibi bütünlük mekân kalitesini de arttıracığı öngörülmüştür.

Öz

Güneşli mimarlığın temel girdilerinden birisidir. Tasarımda, güneşli ile diğer fiziksel çevre verileri arasındaki bağı kuracak ve güçlendirecek, tasarımcıya destek olacak bilgi dağarcığının oluşması gerekmektedir. Çalışmada, güneşli ile fiziksel çevre konularının mekân ve tasarımla ilişkisini kuran bir model geliştirilmesi hedeflenmektedir. Oluşturulan "Tasarım Destek Modeli"nde tasarımcının her tasarım için fiziksel çevre eğiliminin farklı olacağı kabulü yapılmakta ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) (Analytic Hierarchy Process) kullanarak tasarımcının eğilimi, tasarımcı ile etkileşimli olarak belirlenmektedir. Belirli bir mekân için güneşli ve fiziksel çevre çözümlemesi her bir faktör için yapıldıktan sonra oluşturulan model, belirlenen sorunlara karşı tasarımcıya çözüm alternatifleri sunmaktadır. Çözüm alternatiflerini tasarımcının tasarımı için değerlendirebilmesi için yine AHP matematiksel karar verme yöntemi kullanılarak, sorunlar ile ilişkili bir karar ağırlığı oluşturulmaktadır. Böylece geliştirilen model, tasarımcıların tasarladıkları mekânlarda kullanıcı konforunu sağlamalarına, mekânsal kaliteyi arttırmalarına yardımcı olacaktır.

Abstract

As design processes become more and more complex, the expectations architects face become greater and greater. In meeting these expectations and creating high quality spaces, the extent of the architect's knowledge and how they apply it to their design are obviously important factors. The study discusses the problems concerning daylight, the designer and the design process. The "Design Support Model" is constructed with the definition of its hypotheses and detailed descriptions of the stages of the model. Explanation of how the model will mediate an interaction between the designer and all the daylight-related environment parameters are also included in this part. identify the designer's tendency. For each factor of the space, the daylight and environment analyses have been made to come up with a model, which provides the designer with alternative solutions to the identified problems. In order for the designer to evaluate these alternative solutions, the AHP method for mathematical decision-making is used, and the relative weights of decision criteria related to problems is formed.

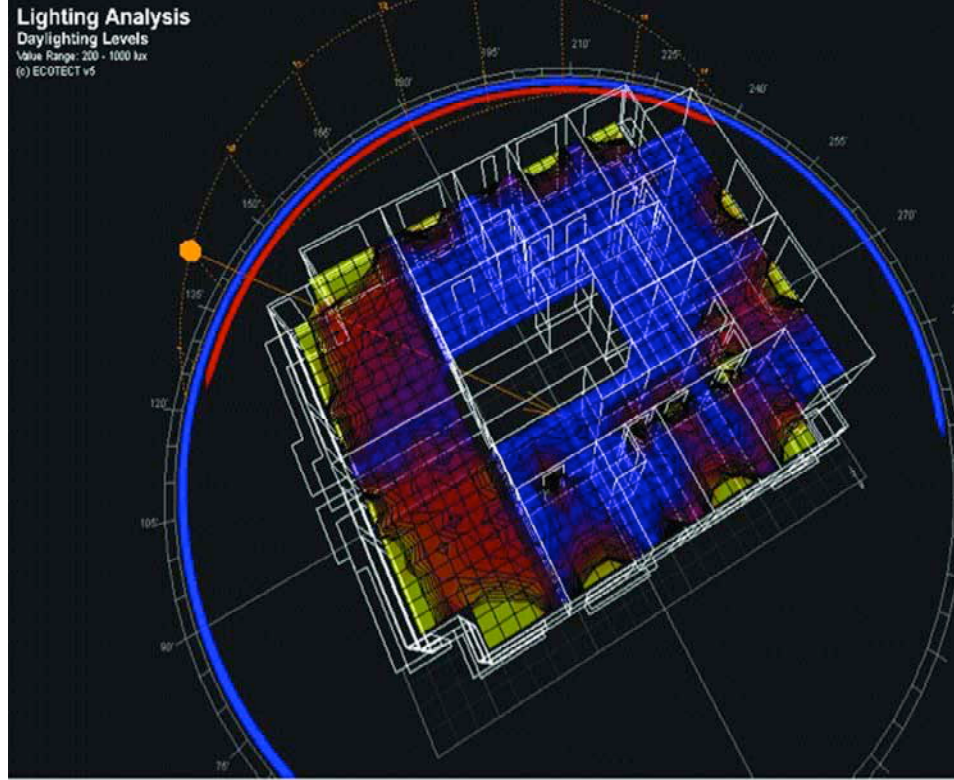
Anahtar kelimeler:

Güneşli, Enerji, Fiziksel Çevre, Isısal Konfor, Erken Tasarım, Mimari Tasarım, Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP), Tasarım Destek Modeli.

Keywords:

Daylight, Environment, Energy, Thermal Comfort, Early Design Stage, Architectural Design, Analytic Hierarchy Process (AHP), Design Support Model.

Şekil: 1
Fiziksel çevre analizinde
kullanılan üç boyutlu model.



Şekil 1

Mimari bir projenin ilk düşünölmeye başlandığı andan, yapımının bittiği zamana kadar geçen tasarım süreci ele alındığında, bu süreci belirli aşamalara ayırmak mümkündür. Tasarım süreci ile ilgili farklı yaklaşımlar olsa da temelde konsept, gelişim ve yapım aşaması olarak üç aşamaya ayrılabilir. “Konsept Aşaması” en fazla değişikliğin yapılabil-diği ve proje üzerindeki bu değişikliğin maliyetinin oldukça düşük olduğu aşamadır. Tasarımın geliştirildiği “Tasarım Gelişim Aşaması” ise, “Avan proje sonrası tasarımın geliştirildiği aşama” ve “Uygulama projesinin hazırlandığı aşama” olarak iki alt aşamaya ayrılabilir. Fiziksel çevre değerlerinin projeye adaptasyonu günümüzde çoğunlukla gelişim aşamasında olmaktadır. Günışığı ve fiziksel çevre değerlerinin proje sürecine erken tasarım evresinde, konsept aşamasında katılması

projenin bütüncül kalitesini yükseltmekte, zamandan kazanç sağlamakta, proje maliyetlerini azaltmaktadır. Bütünleşik bu yaklaşım, kalitenin yükselmesine yardımcı olurken, tasarım sürecinin ileriki aşamalarında farklı sorunların çıkmasını da engellemektedir. Geliştirilen model, günümüzün yenilikçi bilgisayar teknolojilerini kullandığı için tasarım aşamasında çağdaş tasarım tekniklerine daha rahat uyum sağlamakta ve hızlı sonuç almaktadır.

Günışığı ve diğer fiziksel çevre değerlerine mimarların hâkim olmayışları ya da bu hususları içselleştirememeleri, bu alandaki çalışmaların sınırlı olması,tasarım evresini destekleyecek yönlendirici bir tasarım destek sistemine gereksinimi doğurmaktadır. Çalışmada, günışığı ile fiziksel çevre konularının mekân ve tasarımla ilişkisini kuran bir model geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. Literatür Çalışması

Günişliği, mimarlık tarihinin ilk dönemlerinden beri mimarinin şekillenmesinde önemli bir rol üstlenmiştir. Günişliği, mekânsal kaliteyi etkileyen ve insanın doğa ile bütünleşmesini ve konforu sağlayan önemli bir mekânsal tasarım girdisidir. Bu nedenle günümüzde mimarların üzerinde sıkça düşündüğü konuların başında gelmektedir.

Geçmişte mekânlar elektrik ile aydınlatılmadan önce, mimari ile günişliği ilişkisi mimarlar için büyük önem teşkil etmiştir. Yapay aydınlatmanın yaygınlaşması ile bu konu mimarlar için görünürde çözülebilir olarak düşünülse de 1970'lerde petrol ve enerji sıkıntısıyla yeniden önemi anlaşılan mimaride günişliği ile ilgili bilimsel çalışmalar yapılmış, mekansal konfor ve enerji kullanımı açısından halen üzerinde çalışılan önemli bir bilimsel alan haline gelmiştir.

Mimaride günişliği etkinliğinin yararları iki ana grupta toplanabilir (*IESNA, Lighting Handbook. 2005; ASHRAE, The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2001*). Enerji kazanımı ve ısısal yükte azalma, yapıların enerji tüketiminin yaklaşık %30'u aydınlatma enerjisi olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle doğal aydınlatma oranı arttıkça elektrik ile aydınlatma maliyetleri ve buna bağlı enerji giderleri düşmektedir (*Hayter ve Torcellini 1999; Galasiu 2006, 728-742*). Konfor, üretkenlik ve sağlık, günişliğinin insan performansını yükselttiği kanıtlanmış bir gerçektir. Okullarda doğal aydınlatmanın etkinliği arttıkça deneysel sonuçların da iyileştiği görülmektedir. Ticari mekânlarda günişliği, satışları arttırmakta, konutlarda günişliğine sürekli maruz kalan mekânlarda insanları daha rahat uyumakta, hastanel-

erde pencereye yakın olan hastalarda uzak olanlara göre iyileşme oranı artmaktadır (*Garris 2004; Plympton ve Conway 2000; Roche, Dewey ve Littlefair 2001*).

Bilimsel çalışmalarda yetersiz günişliğinin baş ağrısına neden olduğu, fazla günişliğinin ise göz yorgunluklarına neden olabileceği belirlenmiştir (*Wotton 1983, 405-411*). Günişliği faktörü (DF) %5'in üzerine çıktığında muhtemel memnuniyetsizliğin artmakta olduğunu ayrıca yüksek günişliği seviyesinin kamaşma şikâyetlerini arttırdığını, günişliği faktörü %2 ile %5 arasında olduğunda memnuniyetin en yüksek seviyede olduğunu çalışmalar göstermektedir. Aydınlik düzeyinin uygun kullanımı görsel performans, ruh hali, tercihler, memnuniyet ve insan sağlığını kuvvetli derecede etkilediğini aynı şekilde iş performansı, sosyal ilişkiler ve iletişimi ise desteklediğine dair belirlemeler yapılmıştır (*Veitch 1996; Erdem 2007*).

Ayrıca günişliği, ısısal performans ve enerji konuları ile ilgili de birçok çalışma günişliği ile diğer fiziksel çevre faktörleri arasındaki güçlü bağı doğrular niteliktedir.

Tasarım aşaması ve özellikle erken tasarım aşaması için kullanılacak yöntemler sınırlıdır. Bunun nedeni erken tasarım aşamasında elimizde olan veriyi tanımlanma güçlüğü ve belirsizliğidir. Tasarımın gelişimi aşamasının devam etmesi dolayısıyla birçok yöntem için gerekli olan kesin ve değişmez karar girdileri bu aşamada çok sınırlıdır. Tasarım aşamasında oluşan günişliği ve diğer fiziksel çevre problemlerinin çözümü için geliştirilen modelde uygulanabilecek karar verme yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemleri içinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (*Analytic Hierarchy Process - AHP*) olarak belirlenmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinde birbirlerine göre öncelikleri belirli olan

birden çok kriter kullanılır ve alternatiflerin kriter değerlerinin yanı sıra, bu değerlerin amacı karşılama derecelerinin de ölçülebilmesi gerekir. T.L. Saaty tarafından geliştirilmiş Analitik Hiyerarşi Yöntemi karar vericiye ya da karar vericilere kendi karar verme mekanizmalarını tanıma imkânı sağlayarak daha uygun kararlar vermelerini sağlamaktadır. Karar elemanlarının karşılıklı etkileşimini ve aralarındaki göreceli ilişkileri vurgulayan AHP ayrıca, ortaya konan yargısal değerlerin tutarlılığının ölçümünü de sağlamaktadır. AHP, karar vericinin karmaşık bir problemi algılama biçimini açıklayan ve problemi sistematik olarak çözmesine imkân sağlayan bir yöntemdir (Deniz 1999; Saaty 1980; Saaty 1982, 64-69; Saaty 1989).

3. Güneşli ve Fiziksel Çevre Tasarım Destek Modeli

Tasarım sürecinde mimarlar analitik yapıda rasyonel kararlar verdikleri gibi içgüdüsel, keyfi kararlar da verebilmektedirler. Fakat fiziksel çevre değerleri ve teknik konular ile ilgili karar mekanizması çoğunlukla analitik yapıda gerçekleşmektedir. Bu süreçte tasarımcının tecrübesi ve bilgi birikimi, tasarımın o andaki sorunlarını belirlemede öncelikli rol oynamaktadır. Mekân tasarımında güneşli ve diğer fiziksel çevre değerlerinin etkinliğinin artırılması için oluşturulacak modelde güneşli ekseninde bir kapsam belirlenmiştir. Bir "Tasarım Destek Modeli" olan mekânsal kalitenin artırılmasını amaçlayan bu çalışma, güneşli, ısısal performans ve enerji konularını kapsamaktadır.

3.1. Modelin Hipotezleri

Geliştirilen "Kurgu Modelin" dayandığı hipotezler şu şekilde sıralanabilir.

-Tecrübeli bir mimarın mekânın fiziksel çevre sorunları karşısında gösterdiği karar verme davranışı modellenenebilir.

-Tasarımı etkileyen fiziksel çevre verileri birbirleriyle kesin olarak ilişkilidir. Dolayısıyla fiziksel çevre sorunlarının tek başına değil, bütünleşik ele alınarak çözümlenmesi toplam kaliteyi artırarak tasarım sürecine destek olur.

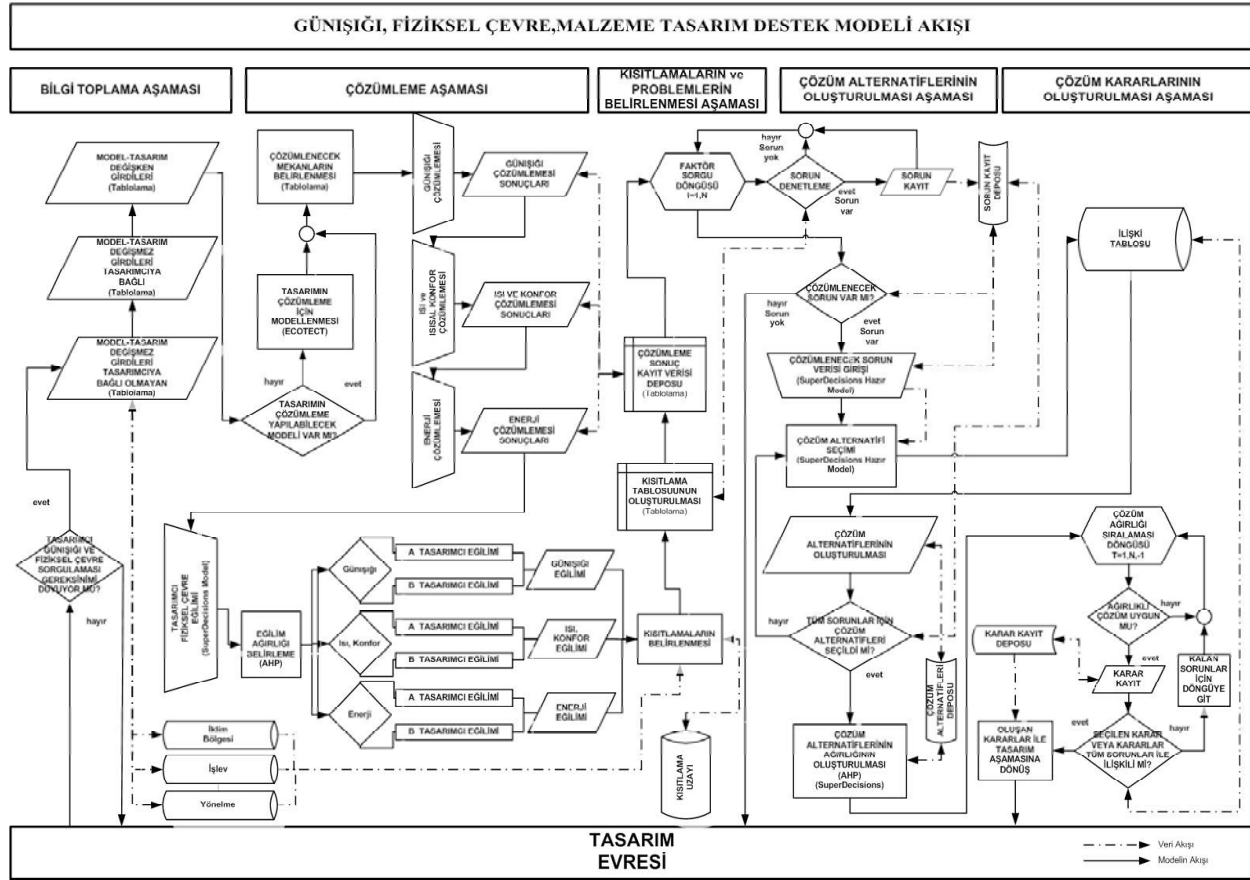
-Tasarımda fiziksel çevre değerlerinin tasarım sürecine dâhil olma aşamasının öne çekilmesi, erken tasarım evresinde tasarımcının fark etmediği ya da önemsemediği birçok fiziksel çevre sorununu ele alarak, tasarımın gelişmesine, esneklik kazanmasına, zaman tasarrufuna ve maliyet düşüşüne neden olur.

-İşleve, tasarımcı eğilimine, yönelmeye ve iklimsel verilere göre değişken çözümleme aşaması, tasarımın sorunlarının daha net ortaya çıkmasını ve bu sorunlara karşı çözümlerin erken tasarım aşamasında daha kolay bulunmasını sağlamaktadır.

3.2. Modelin Çalışma Yöntemi ve Kurgusu

Model, erken tasarım evresinde tasarımcıya fiziksel çevre konularında destek olmak için tasarım sürecine dâhil olmakta ve model sonuçları tasarımcı tarafından değerlendirilmektedir. Geliştirilen model akış şemasında görüleceği üzere hiyerarşik beş aşama üzerine kurgulanmıştır.

- Bilgi Toplama Aşaması
 - Çözümleme (Analiz) Aşaması
 - Kısıtlamaların ve Problemlerin Belirlenmesi Aşaması
 - Çözüm Alternatiflerinin Oluşturulması Aşaması
 - Çözüm Kararlarının Oluşturulması Aşaması
- Modelin işleyişi şematik olarak Şekil 2'de gösterilmektedir.



a) Bilgi Toplama Aşaması;

Tasarımcı tasarım süreci içinde birçok ön karar oluşturmaktadır. Tasarım sürecinde alınmış tüm kararlar ve süreçteki tasarımın durumunu içeren bilgiler model için girdi oluşturmaktadır. Bilgi toplama aşamasında “model-tasarım girdileri” iki grupta incelenmektedir. İlki erken tasarım sürecinde değişmediği, model akışı süresince de değişmeyeceği kabul edilen girdilerdir. İkincisi tasarımcının tasarım sürecinde müdahale edebildiği, değiştirebileceği tasarım değişkenleridir. Tüm model girdilerinin düzenlendiği aşamaya “Bilgi Toplama Aşaması” ismi verilmektedir. Bilgi toplama aşaması aşağıdaki başlıklar altına toplanabilmektedir.

- Tasarım Süreci Boyunca Değişmez Veriler

° Tasarımcıya Bağlı Olmayan Değişmez Veriler

° Tasarımcıya Bağlı Olan Değişmez Veriler

- Tasarım Süreci Boyunca Değişebilen Veriler

Tasarım evresinde mekânın tasarım sürecinde değişkenlik gösterebilecek özellikleri, geliştirilen model için “Değişken Model-Tasarım Girdileri”ni oluşturmaktadır. Bu değişken girdiler, aynı zamanda günışığı ve diğer fiziksel çevre problemlerine karşı modelin ele aldığı ve derecelendirdiği modelin sorunlara karşı öneride bulunduğu çözüm alternatiflerini oluşturmaktadır.

b) Çözümleme (Analiz) Aşaması;

Çözümleme aşamasında fiziksel çevre

Şekil: 2
Oluşturulan Günışığı ve Fiziksel Çevre Tasarım Destek Modelinin Akış Şeması.

faktörleri tasarımcının da daha rahat çalışabilmesi için üç modüle ayrılmıştır. Bu aşamada “Güneşli Etkinliği”, “Isısal Etkinlik ve Konfor”, “Enerji Etkinliği” modüllerinin kapsamında bulunan her faktör için analizler yapılarak çözümleme verileri oluşturulur. Geliştirilen modelde kullanılan modüller çalışmanın kapsamı dikkate alınarak belirlenmiştir. İstenildiği takdirde yeni modüller eklenerek çalışma geliştirilebilir niteliktedir. Modüller ve modülleri oluşturan alt faktörler aşağıdaki gibidir.

- Güneşli Etkinliği Modülü
 - o Güneşli Aydınlik Düzeyi
 - o Güneşli Aydınlanma Oranı
 - o Güneşli Faktörü
 - o Yıllık Güneşli Etkinliği Değişimi
 - o Güneşli Düzgünlük Faktörü
 - o Güneşli Kamaşma İndeksi
- Isısal Etkinlik ve Isısal Konfor Modülü
 - o Isısal Korunum Faktörü
 - o Güneş Radyasyon Kazancı Faktörü
 - o Genlik Küçültme
 - o Faz Geciktirme ve Isı Kapasitesi Faktörü
 - o Isısal Konfor Faktörü
- Enerji Etkinliği Modülü
 - o Isıtma Enerjisi
 - o Soğutma Enerjisi
 - o Aydınlatma Enerjisi

Günümüzde, BIM (Building Information Modeling) sürecine kullanılan yeni nesil tasarım programları ile analiz sonuç verileri kolay elde edilebilmektedir. Çözümleme aşamasında tasarım ile ilgili analiz sonuçlarının alınabilmesi için ilk önce tasarımın analiz yapılabilecek üç boyutlu modeli olup olmadığı model tarafından sorgulanmaktadır. Bu aşamada hazır bir üç boyutlu model yok ise analiz sonuçlarının alınabilmesi için üç boyutlu modelin hazırlanması öngörülmektedir. Daha sonra tasarım içinde bulunan

mekânlar değerlendirilerek model için analiz sonuçlarının alınacağı karar mekânları belirlenmektedir. Bu aşamada tasarım için önemli olan ve tasarıma yön veren mekânlar değerlendirmeye alınmaktadır. Hazırlanan model istendiği takdirde proje içindeki tek bir mekân için de çalışabilmektedir. Örnek vermek gerekirse, okul işlevli bir mimari projede ele alınan bir sınıf, projenin içindeki diğer mekânlardan öncelikli olarak değerlendirilmek istenebilir.

Tasarımın üç boyutlu modeli bilgisayar ortamında fiziksel çevre analizlerinin yapılacağı formata getirildikten ve değerlendirilecek mekânlar belirlendikten sonra analiz sonuçları her bir faktör için alınarak “Çözümleme Sonuç Kayıt Veri Deposu”na kaydedilir. Tasarımcı analiz sonuçlarını istediği analiz programından elde edebilir.

Güneşli Etkinliği Modülü içinde bulunan faktörler, görsel konfor için gerekli tüm parametreleri kontrol etmek suretiyle sadece aydınlanma ihtiyacı değil, kamaşma, yıllık güneşli değişimi gibi farklı faktörlerin çözümlemesini yaparak mekânsal görsel konforu denetlemekte ve oldukça kapsamlı bir güneşli analizine olanak sağlamaktadır.

Isısal Etkinlik ve Konfor Modülü, mekânı oluşturan malzemelerin ısısal korunuma etkisini değerlendirmekle kalmayıp ısısal konfor için gerekli çözümlemeleri yaparak bu konuda mekânsal bir standart oluşturmaktadır. Özellikle Türkiye’nin farklı iklimsel bölgeleri için faktörleri tasarımcıların algılayabileceği yalınlıkta ortaya koyarak, bu faktörlerin tasarım aşamasına dâhil olmasını sağlamaktadır. ISO 7730 Standardı (ISO7730 2005) ve ilgili konfor standartlarını kullanarak oldukça detaylı konfor çözümlemesi yapması, tasarımının mekânsal kalitesini kontrol edebilmesini sağlamaktadır.

Modelin Enerji Etkinliği Modülü, mimari tasarım sürecinde mekanın konfor değerlerini geliştirmek için hangi müdahale yapılırsa yapılsın enerjiye bağlı bir denetleme sistemi sağlamaktadır. Bu denetleme sistemi sürdürülebilir tasarım için önemi bir kontrol parametresi oluşturmaktadır. Enerjiyi toplam ve alt faktörleri ile ele alan bir yaklaşım ise tasarımcıya ürettiği düşüncenin enerji dağılımını görme fırsatı vermektedir.

Her tasarımın ve tasarımcının fiziksel çevre değerlerine yaklaşımı farklılık gösterebilmekte ve tasarım sürecinde tasarımcı, günışığı, ısısal etkinlik, enerji konuları arasında bir hiyerarşi oluşturabilmektedir. Bu nedenle modelde, tasarım için fiziksel çevre yaklaşımının da belirlenmesi öngörülmüştür. Böylece model aracılığı ile tasarımcının amacına daha uygun çözüm önerilerine ulaşabileceği öngörülmüştür. Bu amaç için “Hiyerarşik Ağırlık Oranları” kullanılmıştır. Fiziksel çevre konularının birbirlerine göre hiyerarşik yapısı bir başka değiş ile “Fiziksel Çevre Eğilimi” her tasarım için tasarımcı tarafından AHP (*Analytic Hierarchy Process*) yöntemi kullanılarak belirlenmektedir. Bu aşamada AHP yöntemi gereği tasarımcı, eğiliminin sisteme aktarılabilmesi amacıyla ikili karşılaştırma matrislerini ana konular (*modüller*) için doldurulmaktadır. AHP yöntemi için Super Decisions yazılımı kullanılmıştır. Böylece belirlenen söz konusu üç konunun için projeye bağlı ağırlık değerleri, tasarımcının tasarladığı mekân için karar önceliği oluşturmasına yardımcı olmaktadır. Tasarımcının bu üç konu içinde herhangi bir konu için eğilim ağırlığı 0,5’in üstüne çıkıyorsa tasarımcı bu konu için A (*Üst Düzey*) eğilim seviyesi, 0,5 altında kalıyor ise B (*Standart*) seviyesinde eğilime sahip olduğu kabul edilmektedir. Faktörler için belirlenmiş B

seviyesi günümüzde geçerli olan standart ve yönetmeliklerin öngördüğü seviyedir. A seviyesi ise ilgili faktör için, literatürde mekânsal kalite sağlanması amacıyla öngörülen ya da gelecekte standart olarak kabul edilebilecek seviyeyi ifade etmektedir. Bu seviyelere göre faktörler için tanımlanan olması gerekli sınır değerler değişmektedir. Oluşturulan Kısıtlama Tablosundan seviyelere göre faktörler için olması gerekli sınır değerleri belirlenmiştir.

c) Kısıtlamaların ve Problemlerin Belirlenmesi Aşaması;

Çözümleme aşamasında elde edilen verilerin değerlendirildiği, tasarım problemlerinin belirlendiği aşamadır. Çözümleme verilerinin değerlendirilebilmesi amacıyla çözümleme sonucunda oluşan veri için olması gereken sınır değeri tanımlayan bir “Kısıtlama Tablosu”na ihtiyaç vardır. Sorgulama sonucunda Kısıtlama Tablosu’nun ön gördüğü sınır değerleri karşılayamayan faktörler “Çözülmesi Gerekli Sorun” olarak kaydedilir. Geliştirilen model, belirlenen sorunların her biri için çözüm alternatifi geliştirmek yerine oluşan sorunlar bütünü çözmek için en uygun çözüm alternatifi kümesini oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Kısıtlama Tablosu, tasarımcının fiziksel çevre eğilimi, iklim bölgesi, işlev ve yönelmeye göre farklı kısıtlamaları içerir. Bu değişken ve oldukça geniş veri tablosu, tasarımcı için değerlendirme yapmayı kolaylaştırmaktadır. Her tasarımın farklılığını ön gören ve tasarımcı ile etkileşimli olarak fiziksel çevre eğilimini belirleyen model, her eğilim seviyesine göre farklı veri oluşturmaktadır. Model, Türkiye İklim Bölgeleri’ni, yürürlükte olan standartların tanımladığı iklim bölgeleri olarak kabul etmektedir. Bu

Kısıtlama Tablosu Türkiye 1. İklim Bölgesi		A Tasarım Eğilimi Seviyesi				B Tasarım Eğilimi Seviyesi			
		Konut	Ofis	Okul	Hastane	Konut	Ofis	Okul	Hastane
Güneşliği	Aydınlık Düzeyi (min Lx)	200	500	400	400	100	300	200	250
	Güneşliği Aydınlanma Oranı (min %)	-	80	70	70	-	70	60	60
	Güneşliği Faktörü (min DF)	1,5	4	4	2	1	2	2	1
	Yıllık Güneşliği Etkinliği	Tasarımcı Tarafından Yorumlanacak							
	Düzensizlik Faktörü (max)	-	0,2	0,2	0,3	-	0,3	0,3	0,5
	Güneşliği Kamaşma İndeksi (max)	-	22	22	20	-	22	22	20
Isısal Etkinlik ve Konfor	Opak Yüzey Isısal Korunum (max U)	0,65				0,7			
	Saydam Yüzey Isısal Korunum (max U)	2,6				2,8			
	Solar Radyasyon Kazancı (max %)	% 3				% 3			
	Genlik Küçültme (min %)	Batı, Güney-Batı >%25, Güney, Güney-Doğu >%15, Doğu, Kuzey, Kuzey-Doğu, Kuzey-Batı > %10							
	Faz Geciktirme (min Saat)	Batı, Güney-Batı > 12 saat, Güney, Güney-Doğu >10 saat, Doğu, Kuzey, Kuzey-Doğu, Kuzey-Batı >8 saat							
	Isısal Konfor Faktörü (max PPD)	-	%10	%10	%10	-	%20	%20	%20
Isısal Düzensizlik Faktörü (max)	3C ⁰								
Enerji	Toplam Enerji (EP) (kWh/m ² -yıl)	EP < 0,4*RG				0,4*RG ≤ EP <0,8*RG			
	Isıtma Enerjisi (max) (kWh/m ² -yıl)	44,1 x A/V + 10,4							
	Soğutma Enerjisi Değerlendirmesi	-	+	+	+	-	+	+	+
	Aydınlatma Enerjisi Değerlendirmesi	-	+	+	+	-	+	+	+

(EP) = Mekan için hesaplanan yıllık toplam enerji

(RG)= Türkiye Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği [18]'nin belirlediği toplam enerji sınır değeri

Tablo: 1
Geliştirilen modelde kullanılan tasarımcının sınır değerlerini iklimsel bölgeye, işleve ve tasarım eğilimine göre gösteren Kısıtlama Tablolarından Türkiye 1. İklim bölgesi için hazırlanan tablo.

nedenle Türkiye’de TS825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardının (TS825, 2008) tanımladığı 4 iklim bölgesi için dört ayrı kısıtlama tablosu oluşturulmuştur. Modelin bu yönü ülkeye ya da iklimsel bölge çeşitliliğine göre değişebilir niteliklidir.

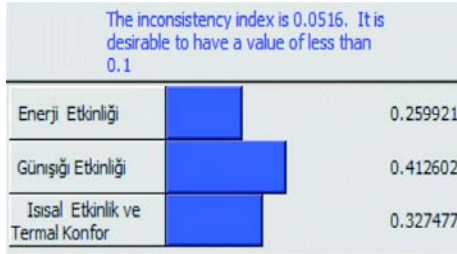
d) Çözüm Alternatiflerinin Oluşturulması Aşaması;

Geliştirilen model sorunlara bütünsel çözüm aramaktadır. Bu durum tasarım aşamasının karakteristik özelliklerindedir. Tasarımcı öngördüğü ya da belirlediği tasarım problemlerini çözmek için en mantıksal ve pratik yolu aramak, seçmek zorundadır.

Belirlenen sorunlara karşı modelin oluşturacağı çözüm önerileri “Model-Tasarım Değişken Girdileri”nden oluşmaktadır. Bu girdiler tasarımcının güneşliği ve diğer fiziksel çevre konularında tasarımda değiştirebileceği tüm kantitatif özellikte mekansal

değişkenleri içerir. “İlişki Tablosu”, fiziksel çevre faktörleri ile “Model-Tasarım Değişken Girdileri” arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu nedenle model ilk önce “İlişki Tablosu”nu kullanarak tüm model-tasarım değişken girdileri içinden çözüm olabilecek alternatifleri oluşturur. Model, AHP yöntemi kullanarak her fiziksel çevre faktörünün ağırlığını tasarıma etkisi oranında hesaplamakta ve tasarımda öncelikli faktörleri belirleyerek çözüm için bu faktörlere öncelik kazandırmaktadır.

Bir mimari tasarımda belirlenen sorunlara karşı tasarımcının oluşturduğu çözüm kararını, sorunlar ile ilişkili kriterlerin hiyerarşik yapısı etkilemektedir. Fiziksel çevre konuları için de durum aynıdır. Modelde fiziksel çevre faktörlerinin hiyerarşik yapısı, projeye ve tasarımcıya özgü farklılık gösterebileceği gibi genelleme yapılarak mantıksal bir önem sıralaması dâhilinde de ele alınabileceği kabul edilmiştir.

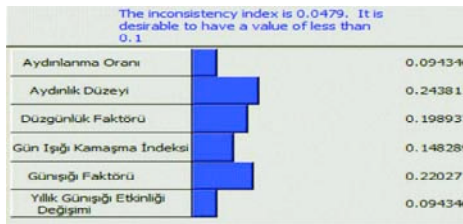


Şekil 3

İstenildiği takdirde tasarımcının isteği doğrultusunda çözüm ağırlıklarının hesaplandığı hiyerarşik yapı değişebilir niteliktedir. Fakat geliştirilen modelin ana kurgusu fiziksel çevre konusunda tasarımcıya destek verilmesi olduğu için, genel bir hiyerarşi oluşturulmuştur.

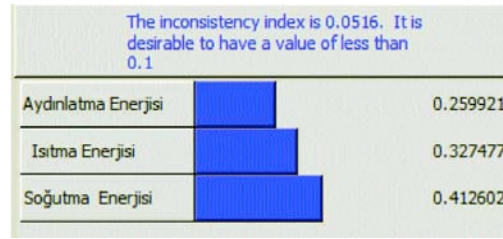
Hiyerarşik yapıda genelleme yapılmasının bir başka sebebi de bazı fiziksel çevre faktörlerinin diğerlerine göre göreceli olmayan önemidir. Örnek vermek gerekirse bir mekanda yeterli aydınlık seviyesi sağlanamıyor ise kamaşma problemi, önemini göreceli olarak yitirmektedir. Bu nedenle faktörlerin tasarımdaki etkileri ve ağırlıkları çözüm kararlarını etkilemelidir.

Mimarın tasarımı için düşünebileceği tüm tasarım değişkenleri ile belirlenen sorunlar arasında matematiksel ve mantıksal bir



Şekil 5

ilişki vardır. Tecrübeli bir mimar, tasarım evresinde özellikle fiziksel çevre konuları için bu mantıksal ilişkiyi kullanarak çözüm oluşturur ya da tasarımında değişiklik yapma kararı verir. Geliştirilen model, çözüm önerilerinin hesaplanması için AHP yöntemi kullanarak tecrübeli bir mimarın bu karar davranışını modellemektedir. Model, belirlenen fiziksel çevre



Şekil 4

sorunları ile çözüm alternatifi olabilecek tüm kararların mantıksal ağırlıklı ilişkisini kurmakta, duruma ve tasarımcının eğilimine özgü farklı çözüm ağırlıkları oluşturmaktadır. Tasarımcı model sonucunda çıkan çözüm ağırlıklarını değerlendirerek tasarımına en uygun çözüm kararını oluşturur.

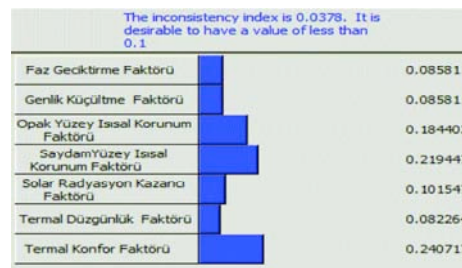
Modelin faktörlere dayalı hiyerarşik kurgusu ise şu şekildedir; Hiyerarşik yapı, ilk aşamada fiziksel çevre konuları (modüller) arasında oluşur. Oluşturulan model güneşli kapsamında hazırlandığı için hiyerarşik ağırlık en fazla güneşli etkinliği modülüne verilmiştir. Enerji modülünün diğer modüllerden hiyerarşik ağırlığının düşük olmasının sebebi ise güneşli ve ısısal etkinliği sağlamış bir tasarımın enerji etkinliğinin de yüksek olasılıkla uygun olacağını öngörülme-

Şekil: 3
Oluşturulan modelde modüller arasındaki hiyerarşik ağırlıkları.

Şekil: 4
Enerji Etkinliği Modülünü oluşturan faktörlerin hiyerarşik ağırlıkları.

Şekil: 5
Güneşli etkinliği modülünü oluşturan faktörlerin hiyerarşik ağırlıkları.

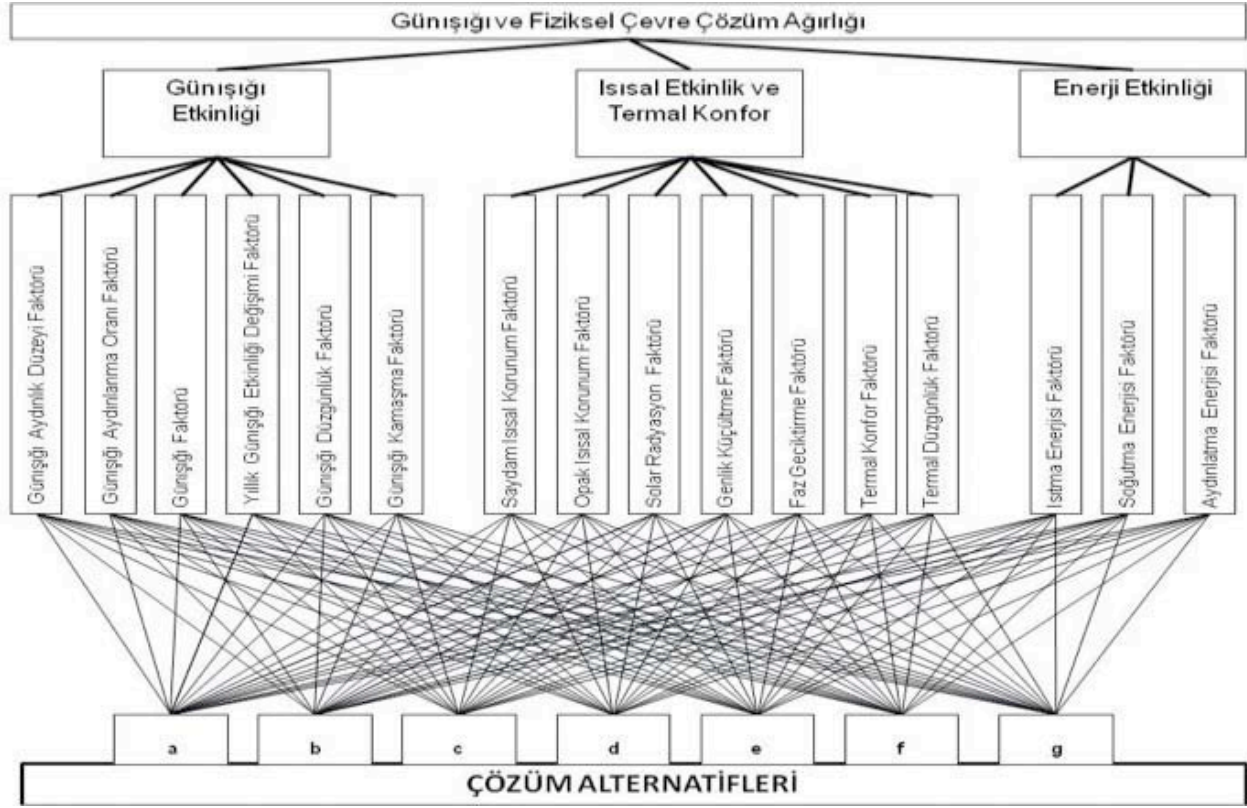
Şekil: 6
Isısal Etkinlik ve Isısal Konfor Modülünü oluşturan faktörlerin hiyerarşik ağırlıkları.



Şekil 6

sidir. Şekil 3'de modüller arasındaki hiyerarşik ilişki görülmektedir.

Güneşli Etkinliği Modülü kendi içinde altı faktörden oluşmuştur. Bu faktörler arasında da tasarım açısından bir önem hiyerarşisi oluşturulmuştur. Şekil 5'de Güneşli Etkinliği Modülü'nü oluşturan



Şekil: 7
Oluşturulan Modelde AHP
şeması.

faktörlerin hiyerarşik yapısı
görülmemektedir.

Faktörlerin kendi içindeki hiyerarşi yapısı şu şekilde açıklanabilir; mekân kalitesi düşünüldüğünde, Güneşli Etkinliği Modülü'nün altı faktöründen ilk akla gelen aydınlık düzeyidir. Aydınlık düzeyi yeterli olmayan bir mekânda güneşli düzgünlüğü ya da kamaşma problemi tasarımcı için daha düşük seviyede öncelikli olacağı öngörülmüştür.

Isısal Etkinlik ve Isısal Konfor Modülü yedi faktörden oluşmaktadır. Tasarım açısından faktörlerin kendi içindeki hiyerarşisi Şekil 6'de görülmektedir.

Faktörler arasındaki AHP yöntemi ile hesaplanan ağırlık dağılımına bakıldığında zaman, Isısal Konfor Faktörü'nün ağırlığının diğer faktörlere göre daha fazla

olduğu görülmektedir. Bu güneşli ve fiziksel çevre modelinin toplam mekansal kaliteyi, insan konforunu düşünerek tasarıma yansıtma amacıyla örtüşmektedir. Saydam Yüzey Isısal Korunum Faktörü ise güneşli ile en fazla ilişkili ve tasarımcının tasarım kararlarını bozmadan seçebileceği tasarım değişkeni olarak değerlendirilmiştir. Faz Geciktirme ve Genlik Küçültme Faktörü, her iklim bölgesinde değil, sıcak iklim bölgelerinde değerlendirildiği için, tüm iklim bölgelerinde tasarımı etkileyen faktörlere göre ağırlıkları daha düşük ele alınmıştır. Temel olarak üç faktörden oluşan Enerji Etkinliği Modülü'nü oluşturan faktörlerin ağırlık dağılımları Şekil 4'de görülmektedir. Soğutma enerjisinin diğer değerlere göre daha ağırlıklı ele alınmasının sebebi Güneşli Etkinliği ve Isısal Etkinlik Modüllerinin aydınlatma

İLİŞKİ TABLOSU		Cephe'nin Doluluk Boşluk Oranı	Hacmin Geometrisi	Yüzey Yansıtma Çarpanı	Cephe'de Saydam Yüzey İletim Yoluyla Isı Geçirimsizlik Değeri (u)	Cephe'de Saydam Yüzey Işık	Cephe'de Saydam Yüzey Işık Alma	Cephe'de Saydam Yüzey Göğzeleme	Cephe'de Saydam Yüzey IR	Cephe'de Saydam Yüzeyin Mekân İçinde IR Tutuculuk Değeri	Cephe'de Saydam Yüzey Geometrisi	Cephe'de Opak Yüzey Isı Geçirimsizlik Değeri (u)	Cephe'de Boşluk alanı İle Saydam Yüzey Alanı Oranı	Opak Yüzey IR Yansıtma/Yutma Oranı	Opak Yüzey Direkt Radyasyon Alma Oranı (Göğzeleme Oranı)	Opak Yapı Kabuğu Biçimi (Yüzey Alanı Değişimi)	Yapı Elemanlarının Isı Kapasitesi	Öteleme Teknolojisi Etkinliği	Aydınlatma Kontrolü	İç Mekan Havalandırma Durumu	Dış Hava Konveksiyon Oranı
Günlüğü	Aydınlık Düzeyi																				
	Güneşli Aydınlanma Oranı																				
	Güneşli Faktörü																				
	Yıllık Güneşli Etkinliği																				
	Düzensizlik Faktörü																				
	Güneşli Kamaşma																				
Isı	Opak Yüzey Isısal Korunum																				
	Saydam Yüzey Isısal Korunum																				
	Isısal Konfor																				
	Isısal Düzensizlik																				
	Genlik Küçültme																				
	Faz Geciktirme																				
	Güneş Radyasyon Kazancı																				
Enerji	Isıtma Enerjisi																				
	Soğutma Enerjisi																				
	Aydınlatma Enerjisi																				

Tablo: 2
Modelde kullanılan Fiziksel Çevre Faktörleri ile Tasarım Değişkenlerini gösteren "İlişki Tablosu".

enerjisini ve ısıtma enerjisini denetleyen modüller olmasıdır. Bu nedenle Soğutma Enerjisi Faktörü diğer faktörlere göre Enerji Etkinliği Modülü'nde daha ağırlıklı ele alınmıştır.

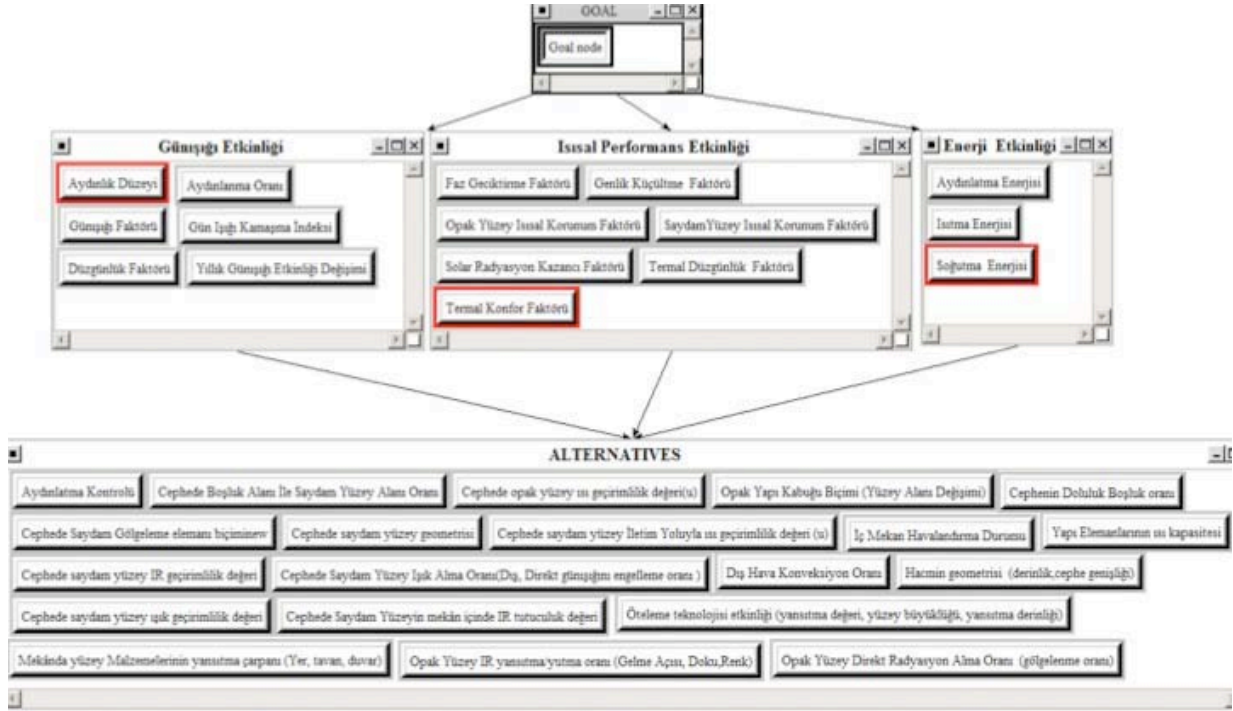
Bir tasarımda oluşan problemlere göre farklı ve etkin çözümün belirlenebilmesi amacıyla her faktör için Model-Tasarım Değişkenleri'nin ilişkisi ve faktörlere etkisi AHP yöntemi ile sağlanmıştır. AHP yöntemi kullanılarak bir ilişki ağı oluşturulmuş, faktörler ile çözüm alternatifleri arasındaki matematiksel ikili matrislere ilişki verileri girilerek her faktörün çözüm etkisi ağırlıkları hesaplanmıştır.

Sadece "Çözülmesi Gerekli Sorunlar Deposu"na kayıtlı faktörler ile ilişkili çözüm alternatiflerinin çözüm ağırlıkları AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmaktadır. Böylece model AHP yöntemini

genelde kullanıldığından farklı dinamik bir biçimde, her sorun kümesine göre çözüm alternatiflerini değiştirmeksizin sadece sorun olan faktörleri AHP hesabına katarak değişken bir yapıda kullanmaktadır.

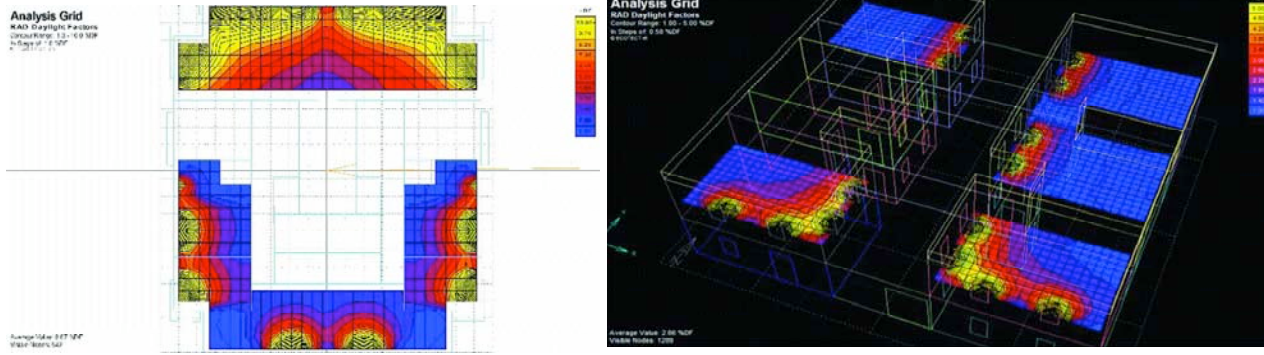
e) Çözüm Kararlarının Oluşturulması Aşamaları;

Modelin içinde bulunan "Çözüm Ağırlığı Belirleme İşlemi", çalışmanın temel hipotezlerinden biri olan, fiziksel çevre konusunda tecrübeli bir mimarın karar verme davranışını matematiksel olarak modellemektedir. Böylece Model, mekânın çözümlenecek sorunlarının farklılığına ve sorun kompozisyonuna göre farklı sonuçlar üretmektedir. Geliştirilen Model, "Model-Tasarım Değişkenleri"nin çözüm ağırlıklarını belirledikten sonra en uygun çözüm



Şekil: 8 alternatif kompozisyonunun oluşturulması için tasarımcı ile etkileşimli bir işlem yürütmektedir. Böylece tasarımcıya belirlenen çözüm alternatifleri arasından, çözüm ağırlıklarını değerlendirme imkanı verilerek kendi seçim yapma özgürlüğü sağlanmaktadır. Ayrıca modelin önerdiği çözüm kararları “özellik” niteliğindedir. Örnek vermek gerekirse, geliştirilen model “Saydam Cephenin Isı Geçirimsizlik Değeri Değişimi”ni öngörüyorsa, mimar bu kararı isterse cam özelliklerini değiştirerek, isterse de çok katmanlı cam malzeme kullanarak uygulayabilir. Bu nedenle modelin özelliği tasarımcıya kendi kararlarını oluşturabilme ve bu kararlara göre tasarıma en uygun sonuç uygulamayı seçme imkânı vermektedir. Modelin önerdiği en fazla ağırlığı almış olan çözüm alternatifini, tasarımcının tüm sorunlarını çözemeyebilir. Bu nedenle ağırlığı yüksek olan ve seçilen alternatifin, ilişkisi olan sorunları çözebileceği kabulüne dayanılarak, çözüm kararı

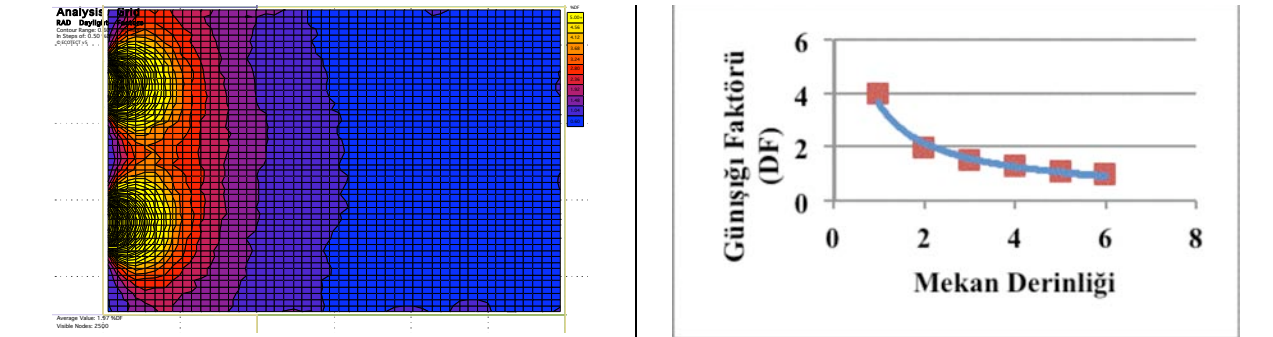
tasarımcı tarafından kabul edilir. Kalan sorunlar için yine çözüm ağırlığı yüksek ve tasarıma uygun bir çözüm alternatifini seçilir. Bu işlem çözümlenecek sorun kalmayana kadar tekrarlanır. Geliştirilen model bir “Tasarım Destek Sistemi”dir. Modelin önerilerini tasarımcı değerlendirmektedir. Tasarımcı istediği takdirde modeli, tasarım evresinin istediği bir aşamasında yeniden kullanabilir. AHP yönteminin kullanılması için Super Decisions programı kullanılmıştır. Modelde kullanılmak üzere önceden hazırlanmış ve modüllerin kendi arasında ve çözüm alternatifleri ile ilişkili hiyerarşik yapı yazılım yapısındaki sisteme girilmiştir. Bu hiyerarşik yapı, tüm faktörler ve çözüm alternatifleri ikili matris yöntemi ile ilgili literatüre bağlı karar ağırlıkları bulunarak, yazılım için temel karar alt yapısı oluşturmaktadır. Bu ilişkili mantık dataları, yazılıma girilerek ve tasarımcı ara yüzü oluşturularak bir model kullanım sistemi oluşturulmuştur.



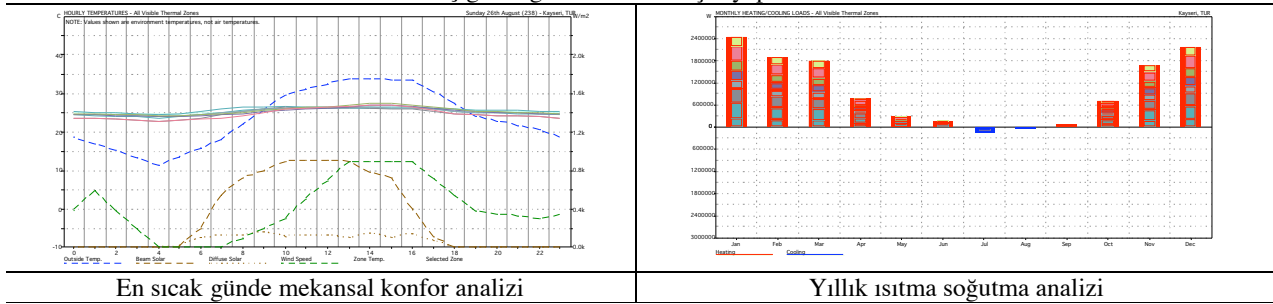
Böylece tasarımcı sadece çözülmesi gerekli sorunları yazılımın ara yüzüne işaretleyerek ilişkili çözüm ağırlığı sonucu alabilmektedir. Oluşturulan kullanıcı arayüzü Şekil 8'de görülmektedir. Yazılım

arayüzünde üç modül ve alt faktörleri üstte görülmekte ve kullanıcı tarafından sorunlar işaretlenmektedir. Bu sorunlar ile aşağıda bulunan çözüm alternatifleri arasındaki mantıksal ilişki matematiksel

Şekil 9
Analiz aşamasında güneşiği analizleri.
Tablo 3
Çözümleme aşamasında her faktör için analizler yapılarak tasarımın bu faktörler için değerleri belirlenmektedir.

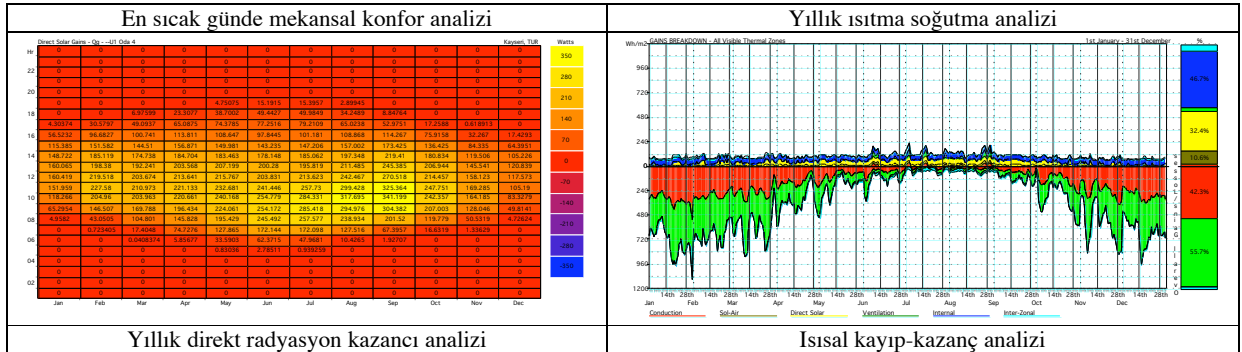


Güneşiği düzgünlük faktörü için yapılan analiz.



En sıcak günde mekansal konfor analizi

Yıllık ısıtma soğutma analizi



Yıllık direkt radyasyon kazancı analizi

Isısal kayıp-kazanç analizi

olarak yazılım tarafından kurularak alternatiflerin çözüm ağırlıkları sonuç olarak alınmaktadır. Bu süreçte aslında AHP yöntemi de genelde kullanıldığından farklı kullanılmıştır. Her sorun kompozisyonu için alternatifler ile yeni bir AHP hiyerarşisi oluşmakta ve bu nedenle sorun kompozisyonu değişimine bağlı olarak alternatiflerin çözüm ağırlıkları da değişmektedir. Bu yönü ile geliştirilen model AHP yöntemini dinamik değişken bir yapıda kullanmaktadır.

4. Modelin Sınanması ve Sonuç

Modelin sınanması için farklı projelerde modelin aşamaları denenmiş çözümlenmesi gerekli fiziksel sorunları belirlenerek modelin çözüm alternatifleri üretmesi gözlenmiştir. Çözümleme aşamasında analizler yapılarak projelerin fiziksel çevre değerleri belirlenerek modelde her iklim bölgesi için tanımlanmış sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Modelin sınanması için farklı fiziksel çevre sorunları bulunan üç (A,B,C) tasarım ele alınmıştır. Tasarımların çözümleme aşaması sonrasında belirlenen çözümleri

gerekli fiziksel çevre sorunları Şekil 9'da görülmektedir.

Şekil 8'de gösterilen ara yüze belirlenen sorunlar tasarımcı tarafından işaretlenerek çözüm ağırlıkları hesaplanabilmektedir. A,B,C tasarımlarının belirlenmiş sorunlarına göre hesaplanan çözüm ağırlıkları ise Tablo 5'de görülmektedir. Hesaplanan çözüm ağırlıkları A,B ve C tasarımları için oldukça farklıdır. Model farklı tasarımlar için verdiği sonuç verilerinde, belirlenmiş sorun kümelerinin farklılığına bağlı olarak çözüm önerilerinin de farklı olduğu belirlenmiştir.

Modelde, AHP yöntemi kullanılarak matematiksel bir mantık-ilişki ağırlığı oluşmuştur. Böylece çözüm alternatifleri, oluşan sorunlara karşı bir ilişki-çözüm ağırlığı ile sıralanmaktadır. Fakat bu ağırlık, tasarımcının kesin olarak kabul edeceği bir çözüm sıralaması değildir. Tasarımcı karşısına matematiksel olarak gelen çözüm ağırlıklarını değerlendirerek, tasarımı için bir çözüm kararı oluşturur. Matematiksel olarak en fazla ağırlığı olan çözüm model tarafından önerilmektedir.

Tablo: 4
Farklı üç tasarımın çözümlenmesi sonucunda belirlenen tasarım sorunları.

Güneşli ve Fiziksel Çevre Parametreleri		A Tasarımı	B Tasarımı	C Tasarımı
Güneşli	Aydınlık Düzeyi Faktörü	Sorun Var	-	-
	Güneşli Aydınlanma Oranı Faktörü	-	-	-
	Güneşli Faktörü	-	-	-
	Yıllık Güneşli Etkinliği Faktörü	-	Sorun Var	-
	Güneşli Düzgünlük Faktörü	-	Sorun Var	-
	Güneşli Kamaşma Faktörü	-	-	Sorun Var
Isı	Opak Yüzey Isısal Korunum Faktörü	-	-	Sorun Var
	Saydam Yüzey Isısal Korunum Faktörü	-	-	-
	Isısal Konfor Faktörü	Sorun Var	-	Sorun Var
	Isısal Düzgünlük Faktörü	-	-	-
	Genlik Küçültme Faktörü	-	-	-
	Faz Geciktirme Faktörü	-	Sorun Var	-
	Güneş Radyasyon Kazancı Faktörü	-	-	-
Enerji	Isıtma Enerjisi Faktörü	-	-	Sorun Var
	Soğutma Enerjisi Faktörü	Sorun Var	-	-
	Aydınlatma Enerjisi Faktörü	-	-	-

A Durumu		B Durumu	
Cephede Boşluk Alanı İle Saydam Yüzey Alanı Oranı	0.006503	Cephede opak yüzey ısı geçirimsizlik değeri(u)	0.061790
Cephede opak yüzey ısı geçirimsizlik değeri(u)	0.127679	Cephede Saydam Gölgelendirme elemanı biçiminew	0.142407
Cephede Saydam Gölgelendirme elemanı biçiminew	0.015168	Cephede saydam yüzey geometrisi	0.083798
Cephede saydam yüzey geometrisi	0.015583	Cephede saydam yüzey İletim Yoluyla ısı geçir~	0.010455
Cephede saydam yüzey İletim Yoluyla ısı geçir~	0.130717	Cephede saydam yüzey IR geçirimsizlik değeri	0.004853
Cephede saydam yüzey IR geçirimsizlik değeri	0.043996	Cephede Saydam Yüzey Işık Alma Oranı(Dış, Direkt g~	0.017302
Cephede Saydam Yüzey Işık Alma Oranı(Dış, Direkt g~	0.040923	Cephede saydam yüzey ışık geçirimsizlik değeri	0.014879
Cephede saydam yüzey ışık geçirimsizlik değeri	0.069303	Cephede Saydam Yüzeyin mekân içinde IR tutuculu~	0.004455
Cephede Saydam Yüzeyin mekân içinde IR tutuculu~	0.063742	Cephenin Doluluk Boşluk oranı	0.128582
Cephenin Doluluk Boşluk oranı	0.170675	Dış Hava Konveksiyon Oranı	0.019890
Dış Hava Konveksiyon Oranı	0.015953	Hacmin geometrisi (derinlik,cephce genişliği)	0.055543
Hacmin geometrisi (derinlik,cephce genişliği)	0.041884	İç Mekan Havalandırma Durumu	0.021936
İç Mekan Havalandırma Durumu	0.061712	Mekânda yüzey Malzemelerinin yansıtma ~	0.002502
Mekânda yüzey Malzemelerinin yansıtma ~	0.050250	Opak Yapı Kabuğu Biçimi (Yüzey Alanı Değişimi)	0.047535
Opak Yapı Kabuğu Biçimi (Yüzey Alanı Değişimi)	0.036754	Opak Yüzey Direkt Radyasyon Alma Oranı (g~	0.001248
Opak Yüzey Direkt Radyasyon Alma Oranı (g~	0.027304	Opak Yüzey IR yansıtma/ yutma oranı (Gelme Açısı~	0.023320
Opak Yüzey IR yansıtma/ yutma oranı (Gelme Açısı~	0.025968	Yapı Elemanlarının ısı kapasitesi	0.202455
Yapı Elemanlarının ısı kapasitesi	0.009903	Öteleme teknolojisi etkinliği (yansıtma değe~	0.146238
Öteleme teknolojisi etkinliği (yansıtma değe~	0.035619		

Tasarımcıya bu çözümün uygun olmaması durumunda ise model bir sonraki matematiksel ağırlığı en yüksek çözümü tasarımcıya önerir. Tasarımcı tarafından kabul edilen çözüm değişkeninin İlişki Tablosu'nda belirlenmiş ilişkili sorunları çözebileceği kabul edilmiştir. Çözülünecek sorun kalmayınca kadar tasarımcı çözüm kararlarını kendisi belirleyerek çözüm kararları oluşturur. Bu aşamanın "Tasarımcı aktif olarak" model akışında yer almasının sebebi, tasarımcıya tasarımı için uygun kararları seçme özgürlüğü verilmesidir. Bu süreç, geliştirilen yöntemi tasarımcı etkin ve özgün kılmaktadır.

Belirlenen çözüm kararları tasarımcının tasarım aşamasında istediği gibi değerlendireceği bir tasarım önerisi niteliğindedir. Geliştirilen model bu yönü ile tasarımcıya destek olan yön veren

C Durumu

Cephede opak yüzey ısı geçirimsizlik değeri(u)	0.165177
Cephede Saydam Gölgelendirme elemanı biçiminew	0.068744
Cephede saydam yüzey geometrisi	0.002978
Cephede saydam yüzey İletim Yoluyla ısı geçir~	0.101896
Cephede saydam yüzey IR geçirimsizlik değeri	0.034413
Cephede Saydam Yüzey Işık Alma Oranı(Dış, Direkt g~	0.186806
Cephede saydam yüzey ışık geçirimsizlik değeri	0.023412
Cephede Saydam Yüzeyin mekân içinde IR tutuculu~	0.049608
Cephenin Doluluk Boşluk oranı	0.130224
Dış Hava Konveksiyon Oranı	0.012252
Hacmin geometrisi (derinlik,cephce genişliği)	0.008340
İç Mekan Havalandırma Durumu	0.047047
Mekânda yüzey Malzemelerinin yansıtma ~	0.002502
Opak Yapı Kabuğu Biçimi (Yüzey Alanı Değişimi)	0.036695
Opak Yüzey Direkt Radyasyon Alma Oranı (g~	0.021043
Opak Yüzey IR yansıtma/ yutma oranı (Gelme Açısı~	0.020130
Yapı Elemanlarının ısı kapasitesi	0.008016
Öteleme teknolojisi etkinliği (yansıtma değe~	0.065442

fakat tasarımı için aktif kararı kendisinin almasına izin veren bir yapıdadır.

Tablo: 5
A,B,C Durumları için AHP çözüm ağırlıkları.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Bütünleşik Günışığı ve Fiziksel Çevre Tasarım Destek Modeli'nin amacı, erken tasarım evresinde tasarımcıya günışığı ve diğer fiziksel çevre konularında bir destek sistemi oluşturularak, bu konular ile ilgili tasarımın kalitesini arttırmaktır. Tasarımcıya yaklaşımlarını yansıtabileceği, aktif karar verebileceği, interaktif bir sistemin oluşturulması öngörülmüştür. Geliştirilen model günışığı ve diğer fiziksel çevre konularında tasarımcının içselleştiremediği ve bu nedenle tasarım sürecine dâhil edemediği birçok faktörün tasarım sürecine dâhil olmasını sağlayarak, tasarımın fiziksel çevreye daha uyumlu, mekânsal konforu yüksek ve sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır.

Ayrıca modelin temelini oluşturan ve tasarımcı için aynı zamanda rehber niteliği taşıyan çözümlene aşaması, fiziksel çevre sorunlarını belirlenmesini sağlayan bir kaynak niteliğindedir. Tasarımcı çözümlene aşamasında kaynak veriyi elde edebileceği, tercih ettiği yazılımı kullanma özgürlüğüne sahiptir. Geliştirilen model BIM süreci ile de uyumlu bir yapı sergilemektedir. BIM'in desteklediği yazılımlar ile çözümlene aşaması oldukça kolay ve hızlı bilgi üretmektedir. Modelde farklı Türkiye İklim Bölgeleri için ele alınması gereken fiziksel çevre şartları karşısındaki hedeflerinin belirlenmesi ve bu hedeflerin tasarım aşaması ile bütünleştirilmesi sağlanmaktadır.

Erken tasarım evresinde tasarımı etkileyen fiziksel çevre değerleri birbirleriyle kesin olarak ilişkilidir, dolayısıyla fiziksel çevre sorunlarının tek başına değil bir bütün olarak ele alınarak çözümlenmesi bir çeşit tasarımsal optimizasyonu gerçekleştirmektedir.

Geliştirilen model bir tasarım destek modeli olmasına ve fiziksel çevre değerlerini erken tasarım evresine çekmeye çalışarak toplam kaliteyi hedeflemesine rağmen, tasarımcılar tarafından tasarım aşamasının daha ileri aşamalarında veya yapımı tamamlanmış bir yapının günışığı ve fiziksel çevre sorunlarını çözmek, mekânsal kalitesini yükseltmek istendiği durumlarda da kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Fiziksel çevre konularında tecrübeli bir mimarın sorunları belirlemesi ve bu sorunlara karşı ilişkili mantık yürüterek karar vermesi, bu kararı verirken tasarımındaki beklentilerine göre mantık ağırlığının belirli ölçüde değişebilmesi öngörülmüştür.

Model belirlenen sorunlara, tecrübeli bir tasarımcının bütünleşik bir yaklaşımına benzer yaklaşımla çözüm müdahaleleri önermektedir. Sınanmasından sonra modelin, tecrübeli bir tasarımcının tasarım aşamasında verdiği benzer dinamik karar verme yapısını günışığı ve fiziksel çevre değerleri için gösterdiği, tasarım süreci ile uyumlu olduğu, istenilen aşamada sürece tasarımcı tarafından dâhil edilerek bilgi ürettiği ve üretilmiş bilginin değerlendirilmesini yine tasarımcıya bıraktığı görülmüştür.

Bu yönüyle tasarımcının istediği amaca ulaşmasını kolaylaştıran model, tasarımcı aktif, esnek bir yapı sergilemektedir. Fakat tasarım sürecinin karmaşık yapısı ve tasarımcıların bu süreçte eş zamanlı farklı karar verme parametrelerinin fazlalığı düşünüldüğünde, modelin oluşan çözüm kararlarının nasıl tasarıma yansıtılacağını tasarımcıya bırakması, modelin tasarım açısından sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır●

Kaynakça

- Anonim. 1982. The Analytic Hierarchy Process: A New Approach to Deal with Fuzziness in Architecture. *Architectural Science Review* 25 (3): 64-69.
- Anonim. 1989. *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburg: RWS Publications.
- ASHRAE. 2001. *The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*.
- Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği. 2008. Ankara: *Resmî Gazete*.
- Deniz, Ömer. 1999. Çok Katlı Konut Tasarımında, Kullanıcıların Esneklik Taleplerini Karşılacak Yapı Elemanlarının Seçimine Yönelik Bir Karar Verme Yaklaşımı. İstanbul Teknik Üniversitesi. Doktora Tezi.
- Erdem L., Enarun D. 2007. Kullanıcıların Aydınlık Düzeyi Tercihlerinin Değişkenliği Üzerine Bir Çalışma. *In IV. ULUSAL AYDINLATMA SEMPOZYUMU*. İstanbul.
- Galasiu A., Veitch J. 2006. Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices a literature review. *Energy and Buildings* 38: 728-742.
- Garris, L.B. 2004. The deliberation of daylighting. *Buildings magazine*.
- Hayter S., Torcellini P.A., Judkoff R. 1999. Optimizing building and HVAC systems. *ASHRAE journal*.
- IESNA. 2005. *Lighting Handbook*.
- ISO7730. 2005. *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Geneva: International Standard Organization.
- Plympton P., Conway S., Epstein K. 2000. *Daylighting in schools: improving student performance and health at a price schools can afford*.
- Roche L., Dewey E., Littlefair P., Slater A. 2001. Daylight in offices – occupant assessments. *In The 9th European Lighting Conference*.
- Saaty, TL. 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. London: McGraw-Hill International Book Co.
- TS825. 2008. *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Veitch J., Newsham G. 1996. Determinants of Lighting Quality II: Research and Recommendations. *104th Annual Convention of the American Psychological Association*.
- Wotton E, Barkow B. 1983. An investigation of the effects of windows and lighting in offices. *In Proceedings of the International Daylighting Conference*, 405-411. Washington: American Institute of Architects.