

Bina işlevi ile bina biçimlenişi arayüzünde topolojik araçlar ile veri eldesi

M. Tayfun YILDIRIM*, **S. Mete ÜNÜGÜR**

İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 80191, Taksim, İstanbul

Özet

Bu makalede, bina mekansal örgütlenme sistemini tündengelimci çözümlemeyen “mekan dizgesi” yöntemi, tümevarımcı olarak mimari tasarlama veri eldesinde kullanılmıştır. Bu yöntem ile birlikte, şebeke indeksleri verileri, işlevsel embriyo eldesinde kullanılmıştır. Önerilen modelde, tasarım veri alanlarından “İşlev” dışında kalan girdiler yöntem dışında tutulmuştur. Mekanların komşulukları temel veri olarak ele alınarak; bunların “derinlik” ve “bağlantılık” değerlerine ulaşılmıştır. Buna ek olarak, hiyerarşik olarak bağlantılılığı en yüksek değere sahip mekandan tasarlama başlanması ve mekan çevre gereksinmesine göre tasarım alanına yerleştirilmesi önerilmiştir. Yöntemin çıktıları iki başlıkta toplanmaktadır: 1- Bina alt bölümlerinin bütünsel işlev içerisindeki dizinsel derecelenmelerine ulaşmak, 2- İşlevsel şebeke indeksleri ile bina bütünsel formuna ilişkin sayısal veriler elde etmektir.

Anahtar Kelimeler: *Bina programlama, mimari tasarım, graf teori, şebeke indeksleri, mekan dizgesi.*

Obtaining design data by using topological tools within the context of building function and building forming systems

Abstract

In this paper, the deductive “Space Syntax” analysis method and graph analysis tools have been tried in the architectural design process. Graph analysis tools such as konig numbers, beta index, gamma index, connectivity value, cyclomatic number and network diameter data have been used to obtain building shape named “Functional Embryo”. Functional programming data are needed to apply this inductive method. The structural, technological, cultural, economical and aesthetics data inputs are excluded from the mentioned method. Here, the functional system of the building, the depth - connectivity values of each space are considered as main data. The graph of functional connectivity at building and space adjacency have been obtained through the use of building programming techniques. Relation of vertices in this graph contains mathematical properties. These properties such as cycles, trees have some hints toward possible shape of the total building form. The connectivity graph of the building has been used to list the connectivity value of each space hierarchially and numerically and each space has been placed to design area according to their environmental needs. The outputs of the suggested method can be stated into two titles : 1- Obtaining syntactic degrees of the each space in the building by using “Space Syntax Analysis Method” 2- Obtaining functional system based numerical values about total shape of the building.

Keywords: *Building programming, architectural design, graph theory, network index, space syntax*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: M. Tayfun Yıldırım. tayfun@mmf.gazi.edu.tr; Tel: (312) 231 74 00 dahili:2617.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Bina gereksinme programı ile bina morfolojisi ilişkisinde graflar ve geometrik sentaks olanaklarının kullanımına yönelik bir yöntem yaklaşımı" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 04.02.2002 tarihinde dergiye ulaşmış, 24.06.2002 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 28.02.2003 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Giriş

Toplumsal gereksinimlerde görülen artış ve buna paralel olarak bilim dallarında görülen gelişmenin ve sinerjinin mimarlık bilimlerini de etkilediği görülmektedir. Mimari tasarımda, bina biçimine etki eden girdilerin zaman boyutunda artmasına bağlı olarak günümüzde tasarım olgusu karmaşık bir nitelik kazanmıştır. Bu nedenle, gerek genel tasarlama sorunsalında, gerekse mimari tasarım eğitiminde, izlenebilir, adımsal ve algoritmik yöntemlerin araştırılması ve “Karar” düğümlerinin netleştirilmesi gerekli olmaktadır.

Bu bağlamda mimari tasarlama, “Planlama”, “Bina Programlama” ile “Bina Üretimi”, “Bina Çözümleme ve Performans Değerlendirme” evrelerinin arasında yer almaktadır. Ön süreçler tasarlama doğruşal veri sağlarken, tasarım sonrası süreçleri ise, geriye beslemeler biçiminde sonraki tasarım sorunsalları için veri seti oluşturmaktadır (Sanoff, 1977; Farbstein, 1985; Sanoff, 1989, 1992).

Bu makalede yukarıda belirtilen süreçlerden bina işlevsel programlaması ile çözümleyici teknikler, bina biçimlenişi öncesi pratikte “Leke”, “Şema”, “Kurgu” olarak isimlendirilen “Biçimsel Embriyo”nun oluşturulmasında entegre olarak kullanılmaktadır.

Model girdileri, içeriği ve yöntemi

Önerilen model dört alt modelden oluşmaktadır:

- Program analizi alt modeli,
- Bina alt bölümleri mekansal ilişki ve kapasite – büyüklük belirleme alt modeli,
- Bina bütünü embriyo biçimlendirme alt modeli,
- Tasarım geliştirme alt modeli.

Bu yöntemin mimari tasarımda kullanılabilmesi için, ön çalışma olarak, tasarım verilerinin toplanması, değerlendirilmesi ve sınıflandırılması çalışması olan “Bina Programlama ve İşlevsel Programlama Teknikleri” ile elde edilen bina işlevsel yapısına ilişkin verilere gereksinim duyulmaktadır.

Birinci aşama olan “Program Analizi Alt Modeli”nde tasarım konusu binanın yönetsel ve işlevsel yapısının tanımlanması gerekmektedir. Bina

eleman, ekipman, üretim kapasitesi, esneklik, büyüyebilirlik olanakları, alt bölümler, bu bölümlerin içerdiği mekanlar ve mekan ilişkileri temel veriler olmaktadır. Bu bağlamda, tasarım konusu binanın işlevsel yapısı, “Bina İçi Statik”, “Bina İçi Dinamik”, “Bina Dışı Statik” ve “Bina Dışı Dinamik” olarak sınıflanmaktadır (Tabor, 1976). Yönetsel – İşlevsel yapının niteliğine göre binanın alt bölümlerine ve bu alt bölümlerinin içerdiği mekan listelerine ulaşmaktadır. Bu çalışmada kullanıcı – yatırımcı istekleri, benzer mevcut binaların gözlemlenmesi, konu ile ilgili literatür kaynakları gerekli veriyi sağlamaktadır.

“Bina Alt Bölümleri Mekansal İlişki ve Kapasite – Büyüklük Belirleme Alt Modeli”nde ilk aşamada, bina alt bölümlerinin içerdiği mekan birimlerinin alan-hacim gereksinimleri saptanmaktadır. Bu büyüklükleri hesaplamada mekanların işlevleri, personel-ekipman gereksinimleri, mekan çevre etkileşim nitelikleri veri setini oluşturmaktadır. Burada, bina alt birimlerinin, insan - hizmet veya mal sirkülasyona bağlı olası komşuluk ilişkilerinin, akış diyagramları aracılığı ile tanımlanması izlenmektedir. Akışlara bağlı olarak birim mekanların sentaktik eklemlenmesi ile alt bölüme ilişkin kesin bir biçime ulaşmak tasarlama olgusunun biçimsel stratejisi ve strüktürü ne olursa olsun rasyonel bir yaklaşım olmamaktadır.

Alt bölümlerin kesin biçiminin eldesini amaçlayan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan tümevarımcı stratejideki yaklaşımlarda işlevsel ilişkiler ve sirkülasyonlar çözülmesine rağmen, bina bütünü içinde anlamlı bir parça oluşturacak kesin biçime ulaşma gücüğü bulunmaktadır (Whitehead ve Eldars, 1964). Tümdengelimci yaklaşımlarda ise, bütünsel biçim ön kararı; gerek mekanların bu form içine yerleştirilmesini gerekse, yatay ve düşey sirkülasyon araçlarının çözülmesini güçleştirmektedir (Levin, 1964; Tabor, 1976). Bu nedenle, modelin ikinci aşamasında alt bölüm biçimsel olasılıkları yerine, gridal bir örüntü içerisinde mekansal ilişkilere bağlı “Alt Bölüm Büyüklükleri”ne ulaşmak, bina bütünü biçimlenişine veri sağlayan çalışma aralığı olmaktadır.

Bu alansal-hacimsel büyüklüklerin ve alt bölümün diğer alt bölümler ile olan ilişkisinin önerilen modelin son aşaması olan “Tasarım Geliştirme Alt Modeli”nde, seçilecek biçimlendirme stratejisi ve strüktürü bağlamında yeniden yorumlanması gerekli olmaktadır.

Üçüncü aşama olan “Bina Bütünü Embriyo Biçimlendirme Alt Modeli”, tasarım konusu binanın bina işlevsel programlaması çalışmasının ve ön alt modeller ile elde edilen verilerin Graf teori araçları ile çözümlenmesini içermektedir. Bina alt bölümlerinin birbirleri ile olan ilişkilerinin graflar ile ifade edilmesi bu bütünsel işlevsel şebekenin çözümlenmesine olanak sağlamaktadır.

Bina alt bölümlerine ait işlevsel şebekenin üretilmesi için, bölümler arası ilişki matrislerinin kurulması, yardımcı araçlar olarak kullanılabilir. İki alt bölüm arasındaki ilişki varlığını ve değerini tanımlamak amacı ile üçgen matrisler yeterli olmaktadır. Ancak, bu ilişkinin bir orijinden diğerine olduğu değerinde, karşı bölümden olmadığı durumları tanımlayan kare matrislere gerek duyulmaktadır. Bu bağlamda, bina işlevsel yapılarını tanımlayan üçgen matrisler “Komşuluk Matrisi” niteliğini gösterirken, kare matrisler “Frekans Matrisi” yapısındadır.

Bu matrislerin içerdiği “İlişkililik”, “Komşuluk” ve “Sirkülasyon Frekansı” verilerine bağlı olarak; tasarım konusu binaya ilişkin “Alt Bölümler İlişki Grafi”nin oluşturulması, “Bina Bütünü Biçimsel Embriyo Eldesi Alt Modeli” çözümlerinin önemli bir adımını oluşturmaktadır.

Oluşturulan bu graf şebekesinin matematiksel çözümlenmeleri, bina bütünsel biçimi ile ilişki kurmaktadır. “Sistem Analizi”, “Yön-Eylem Araştırma” gibi birçok alanda graf çözümlenme yöntemleri kullanılmaktadır (Clark ve Holton, 1991). Bu aşamada, bu genel sistem çözümlenmesi amaçlı tekniklerin; mimari tasarlama biçimlendirme kavramları ile ilişkilerini kurmak olası görülmektedir.

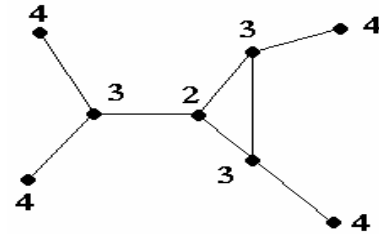
Mimari biçimlendirme ile ilişkiler kurmak amacı ile kullanılacak “Mevcut Şebekeleri Çözüm-

leme Yöntemleri” şöyle sıralanabilir (Broadbent, 1973; Tabor, 1976):

V = graf düğümü
E = graf kenarı
R = graf bölgesi

-König sayısı
-Beta indeksi,
-Gamma indeksi,
-Döngü-bölge sayısı,
-Grafin çapı,
-Alt yedek şebeke indeksi,
-Her düğümün ortalama derinliği,
-Her düğümün entegrasyon değeridir.

“König Sayıları” şebeke içinde yer alan her elemanın diğer elemanlara olan kenar uzaklığını vermektedir. Bu değer her düğümün sistem içerisinde diğer düğümler ile olan “Bağlantılılık” sayısını sayısal olarak göstermektedir (Kansky, 1963). Bu kavram; “Mekan Dizgesi Çözümleme Yöntemi” ile daha ayrıntılı olarak ele alınmakta ve sayısal değerlere ulaşılmaktadır. Şekil 1'de bir şebekede König sayıları gösterilmektedir.

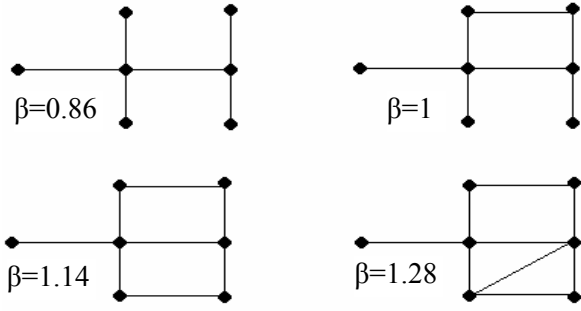


Şekil 1. Bir şebekede König sayıları (Kansky, 1963).

“Beta İndeksi” şebekenin düğüm ve kenar ilişkilerine bağlı olarak şebekenin ne tür bir şebeke olduğunu sayısal olarak vermektedir. Şebekenin ağaç, döngü veya kompleks devre olması bina bütünsel formunun lineer, döngüsel veya kompozit formlardan hangisine uygun olduğunu tanımlamaktadır. Kenar sayısının, düğüm sayısına oranı olan Beta indeksi:

$$\beta = \frac{E}{V} \quad (1)$$

formülü ile elde edilmektedir.

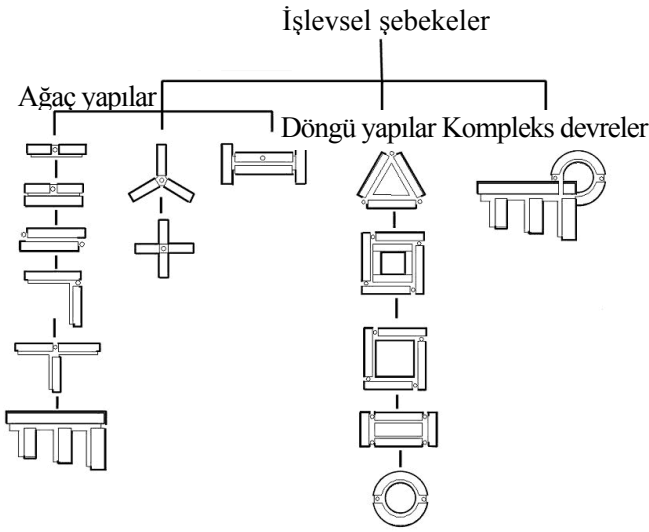


Şekil 2. Beta indeksi (Broadbent, 1973)

Mimari biçimle ilişki kuran diğer bir şebeke çözümlene işlemi; “Döngü ve Bölge Sayıları”dır. Döngü Sayısı:

$$C = E - V + 2 \quad (3)$$

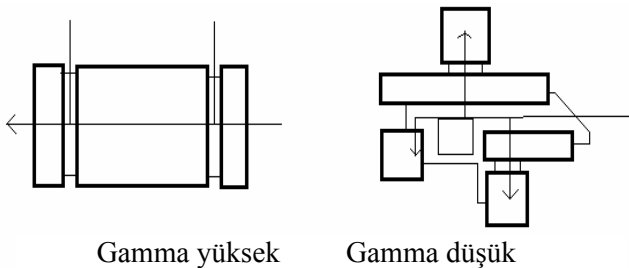
Bu değer, bina alt bölümleri arasında başladığı noktaya dönen sirkülasyon akslarının sayısını vermektedir. Bu değer ise, bina biçimlenişinde avlu, iç aydınlatma boşlukları gibi mimari elemanların varlığına ilişkin veriler sunmaktadır.



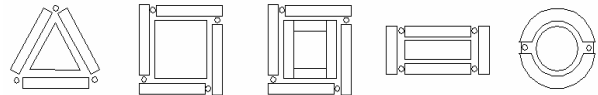
Şekil 3. Bina işlevsel şebekesi ile bina biçimi ilişkisi

“Gamma İndeksi” ise, şebeke elemanlarının ilişki yoğunluğuna bağlı olarak, şebekenin “Bağlantılılık” oranını sayısal olarak vermekte ve bina formunun kompakt veya parçalı düzenlenebilirliğine ilişkin veriler sağlamaktadır. Gamma İndeksi (Şebeke bağlantılılık oranı):

$$G = \frac{E}{(v^2 - v)} / 2 \quad (2)$$

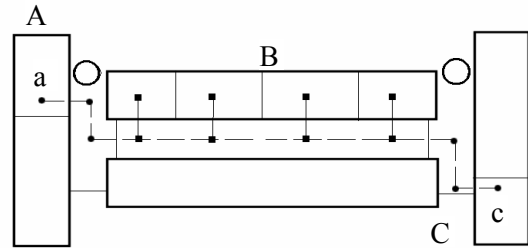


Şekil 4. Gamma indeksi – bina biçimi ilişkisi



Şekil 5. İşlevsel yapıda döngü içeren bina formları

“Grafin çapı” kavramı, bir şebekede birbirine en uzak iki düğüm arasındaki kenar sayıları toplamıdır. Bu değer ise, bina alt bölümlerinin alan – hacim büyüklük verilerine bağlı olarak, binanın toplamsal nitel büyüklüğüne ilişkin ipuçlarını oluşturmaktadır. Bu grafik değer bina büyüklüğü – tasarım alanı orantısında kullanılabilir veri sağlamaktadır.

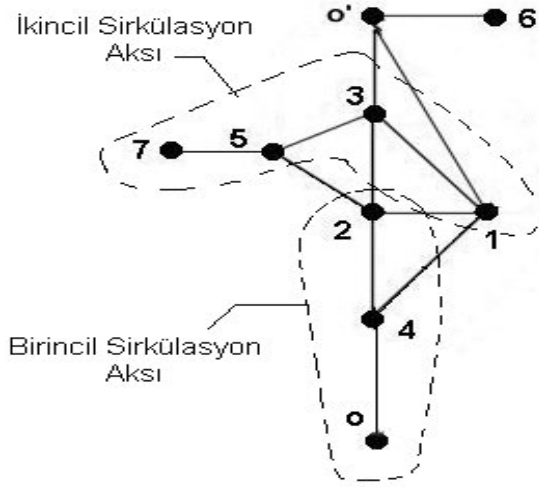


Şekil 6. En uzak iki mekan arası şebeke çapı

“Alt Yedek Şebeke İndeksi” ise, şebeke içerisindeki düğümler arasındaki olası yolların sayısını, diğer bir tanımlama ile sirkülasyon olasılıklarını vermektedir. Bu niteliği ile tasarımda veri sağlamamakta, ancak kesin tasarım aşamasında bölümler arasındaki sirkülasyon akslarının sınıanmasına olanak sağlamaktadır.

Alt yedek şebeke indeksi:

$$RI = (e-v+2) / [(v-2)/2] - (v-1) \quad (4)$$



Şekil 7. İşlevsel yapıda alt yedek şebekeler olarak akış aksları

Graf yapılarının çözümlenmesi mimarlık bilimleri içerisinde “Çözümleyici” yaklaşım olarak kullanılmaktadır. “Mekan Sentaksı Çözümleme” yönteminde mevcut binaların bölümleri arasındaki ilişkiler graflar ile çözümlenmekte ve bina alt bölümlerinin bütünsel işlevsel yapı içerisindeki davranışlarına sayısal olarak ulaşılmaktadır. Bu çözümlemede farklı kültürlere ait fiziksel yapılaşmalardaki mekansal örgütlenme ilkelerine ve sosyal davranış mantığına ulaşmak amaçlanmaktadır (Hillier v. diğ. 1976; Hillier ve Hanson, 1984; Hillier v. diğ. 1987). Orhun ve diğerlerinin (1996) geleneksel Türk evleri çözümlenmeleri bu çalışmaya örnek olarak verilebilir.

Bu yöntemin tasarım konusu binanın işlevsel yapıları belirginleşmiş tasarlama süreçlerinde kullanılabilirliği, bu makalenin amaçlarından birini oluşturmaktadır.

“Mekan Dizgesi Çözümleme Yöntemi”nde bina alt bölümlerinin “ortalama derinlik” ve “entegrasyon değerleri” ile bina işlevsel bütünü içerisinde diğer mekanlarla en yoğun ilişkide olan asal alt bölümün ifadesi sayısal olarak bulunmaktadır. Bu yöntemin tasarlama kullanımında işlevsel yapı içerisinde diğerleri ile en yoğun ilişkide olan “Asal Bina Alt Bölümü”,

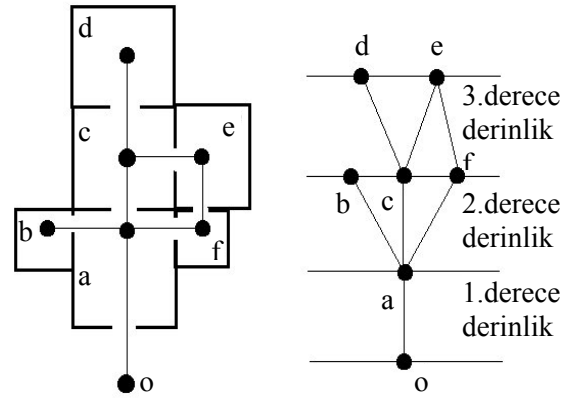
tasarlama başlanacak bina bölümü olmaktadır.

Bu yöntemde her bina alt bölümü “Kök” olarak seçilerek, diğer alt bölümlerle olan ilişkisi “Ağaç” olarak tanımlanmaktadır. Bu derinlikler toplamı o alt bölümün toplam derinliğini vermektedir.

k = grafta toplam döğüm sayısı
 d = derinlik

Toplam derinlik:

$$\Sigma d = (1 \times \Sigma 1^0) + (2 \times \Sigma 2^0) + (3 \times \Sigma 3^0) + (n \times \Sigma n^0) \quad (5)$$



Şekil 8. Bir mekansal örgütlenmenin “o” kök mekanına göre “Düzenlenmiş Graf” ile ifadesi

Toplam derinliğin kök hariç tutularak toplam döğüm sayısına bölünmesi ise, her mekanın ortalama derinliğini vermektedir. Ortalama derinlik:

$$md = \frac{\Sigma d}{k-1} \quad (6)$$

Her mekanın ortalama derinlik değerleri ile ilgili mekanın bütünsel sistem içerisindeki “Görelî Asimetri” değerine ulaşılmaktadır. Bu değer her bölümün bütünsel sistem içerisindeki “Bağlantılılık” ve “Ayrışma” değerini sayısal olarak vermektedir. Bu sayısal hiyerarşi bina alt bölümlerini, bütünsel sistem içerisinde hiyerarşik bir dizilişe yerleştirmektedir.

Düğüm entegrasyon değeri (Görelî Asimetri Değeri):

$$RA = \frac{2(md-1)}{k-2} \quad (7)$$

Yukarıda açıklanan graf çözümlene tekniklerinin, bina işlevsel programlama ile Mimari biçimlendirme arayüzünde oluşturduğu çıktıları iki başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar:

- Bina alt bölümlerinin, bina işlevsel yapısı bütünü içerisinde sahip oldukları hiyerarşik bağlantı değerleri, (König sayıları ve Mekan Dizgesi Çözümlene Değeri)
- Bina bütünü işlevsel çözümlenmelerinin, bina bütünsel formuna ilişkin oluşturduğu değerlerdir.

İşlevsel niteliklere bağlı veriler bağlamında, “Biçimsel Embriyo”nun elde edilmesi bu makalenin özgün savını oluşturmaktadır. İşleve bağlı olarak bina bütününe ilişkin sayısal veriler bina bütünsel formuna ilişkin nesnel veriler sunmaktadır. Ancak, bina alt bölümlerinin tasarım alanına yerleştirilmesinde “Alt Bölüm Entegrasyon Değeri” yerleşim önceliğini belirtmesine rağmen yeterli olmamaktadır. Her bölümün içerdiği işlevsel niteliklere ve tasarım alanı çevresel verilerine bağlı olmak üzere yerleşim gereksinimleri bulunmaktadır.

Bu nedenle, hiyerarşik diziliş bağlamında her bölümün tasarım alanına yerleştirilmesinde, “Alt Bölüm Çevresel İlişki Matrisi” kullanılması gerekli olmaktadır. Yer, topoğrafya, yaya - araç ulaşım verileri, yön, gürültü kontrolü gibi alt bölüm gereksinimlerin kontrol listesi niteliğinde oluşturulan matris, her bölümün yerleşiminin tasarım alanı verileri ile sınanmasını sağlamaktadır. Alt bölümlerin entegrasyon değerleri ve matris gereksinimleri karşı etkileşiminin belirlediği öncelikler, her bölümün tasarım alanına yerleştirilme öncelik ve yerini belirginleştirmektedir. Bu algoritma ile her bölüm önceki bölüme eklenerek, kesin biçim öncesi veri sağlayan “Biçimsel Embriyo” ya ulaşılmaktadır

Bu yöntemde işlevsel ilişkiler “Düzlemsel Graf”

olarak betimlenmesine rağmen, graflarda kenar bağlantıları esnek yapıdadır. Bu nedenle, önerilen yöntem tasarım alanı verilerine bağlı olarak bina alt bölümlerinin geometrik artikülasyonuna düşeyde de olanak tanımaktadır.

Yöntemde tasarım konusu, binanın işlevsel sistem grafının matematiksel yapısı ve binanın olması biçimlenişi ile ilişkiler kurulmuştur. Buna ek olarak, hiyerarşik olarak bağlantılılığı en yüksek değere sahip mekandan tasarlama başlanması ve mekan kriterleri kontrol listesi verilerine göre tasarım alanına yerleştirilmesi önerilmiştir. Elde edilen emriyonun bina biçimlendirmesi aşamasına veri sağlamasına rağmen, “Kesin Bina Biçimi” niteliği taşımamaktadır. Bu nedenle, “İşlevsel” ve “Tasarım Alanı Fiziksel Çevre Bağlamı” verileri dışında kalan diğer veriler değerlendirilerek, embriyonun geliştirilmesi gerekli olmaktadır.

Sonuçlar ve tartışma

Önerilen “Bina İşlevsel Embriyo Eldesi” yöntemi işleve dayalı, endüktif stratejide, geometrik strüktürde kanonik, pragmatik biçimlendirme yaklaşımları için uygun bir model niteliğindedir. Bu niteliği ile, mimari tasarım eğitiminin alt dönemleri için uygun bir yaklaşım olarak görülmektedir. Yöntemin işlevsel sistemin değişmediği, dedüktif strateji ve organik strüktüre sahip, anolojik, ikonik biçimsel yaklaşımlarda da bina bütünü içerisinde de mekansal örgütlenme verileri sağlamaktadır.

Model tasarlama başlangıç düğümü “Girdiler”i olarak bina işlevsel verilerini ele almaktadır. Modelin “Çıktı”ları ise, “Bina Alt Bölümlerinin Büyüklükleri”, alt bölümler ilişki grafının çözümlenmesi sonucu elde edilen ve bina bütünsel formuna ilişkin veriler sağlayan “Sayısal İndeks”ler ile, bu sayısal verilerin çevre etkileşim matrisi aracılığı ile oluşturduğu “İşlevsel Embriyo” olmaktadır.

Bu çıktılar mimari tasarlama olgusunda bina biçimine ilişkin sayısal veriler üretmesine rağmen, kesin biçim oluşumunda yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, çıktıların diğer tasarım verilerinin katılımı ile geliştirilmesi gerekli olmaktadır.

Ancak, önerilen model tüm biçimlendirme yaklaşımları için işleve bağlı veri hazırlayan bir ön çalışma niteliğini taşımaktadır.

Kaynaklar

- Broadbent, G., (1973). Design in Architecture, John Wiley & Sons, London.
- Clark, J., Holton, D. A., (1991). A First Look at Graph Theory., World Scientific Publising Co., London.
- Farbstein, J. D., (1985). Using the Program, *Programming the Built Environment*, Edited by: Preiser F.E.W, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Hillier, B., Leaman, A., Stansall, B., Bedford, M., (1976). Space Syntax, *Environment and Planning B*, **3**, 147-185.
- Hillier B., Hanson, J., (1984). The Social Logic of Space, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hillier, B., Hanson, J., Graham, H., (1987). Ideas are in Things: An application of the space syntax method to discovering house genotypes, *Environment and Planning B*, **14**, 363-385.
- Kansky, K. J., (1963). Structure of Transportation Networks, Research Paper No.84, University of Chigago, "Broadbent, G., (1973), *Design in Architecture*, John Wiley & Sons, London".
- Levin, P. H., (1964). Use of Graphs to Decide the Optimum Layout of Buildings, *The Architects' Journal*, Ekim 1964, Liverpool.
- Orhun, D., Hillier, B., Hanson, J., (1996). Socialising Spatial Types in Traditional Turkish Houses. *Environment and Planning B*, **23**, 329-351.
- Sanoff, H., (1977). Methods of Architectural Programming, Dowden, Hutchinson & Ross Inc. Stroudsburg.
- Sanoff, H., (1989). Facility Programming, Advances in Environment, Behaviour and Design, Plenum Press, New York.
- Sanoff, H., (1992). Integrating Programming, Evaluation and Participation in Design, A Theory Z Approach, Athenaum Press Ltd., New Castle, Upontyne, England.
- Tabor, P., (1976). Analysing Communication patterns, *The Architecture of Form, 1976*, Edited by: Martin, L., March, L., Cambridge University Press, Cambridge.
- Tabor, P., (1976). Analysing Route patterns, "*The Architecture of Form*, Edited by : Martin L., March L., Cambridge University Press, Cambridge.
- Whitehead, B., Eldars, Z., (1964). An Approach to the Optimum Layout of Single Storey Buildings, *The Architects' Journal*, Ekim 1964, Liverpool.