

## Acil durumlarda hastane sirkülasyon sistemlerinin performansı için bir model

Alper ÜNLÜ\*, Erincik EDGÜ, Gökhan ÜLKEN, Suat APAK

İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 34437, Taşkışla, Taksim, İstanbul

### Özet

Özellikle karmaşık dolaşım sistemleri olan binalarda algılama ve güvenlik problemleri mimari tasarım kavramını etkiler. Bu durumun oluşmasındaki ana nedenlerden biri, bu tür karmaşık binalarda birçok işlevin, farklı davranış kalıplarıyla bir arada yer alıyor olmasıdır. İşlevsel karmaşıklığın yanı sıra, bu tür binaların tasarımında mekânlar da algısal olarak karışık görüntüler sergileyebilir. Karmaşık binalar, tasarım sürecinde, belirsiz dolaşım sistemleri ve zihinde yer etmeyen giriş çıkışları olan mekânsal kurgulara dönüşebilir. Karmaşık binalara örnek olarak, hastaneler de benzer dolaşım sistemi problemlerine sahiptirler. Hastaneler birçok işlevden oluşur ve kullanıcılarının değişken becerilerine bağlı olarak gelişir. Diğer yandan, hastane acil kaçış sistemleri, hastaların farklı özelliklerine bağlı olarak tasarım sürecine önemli sorunlar getirir. Bu tür karışık binaların tahliyesinde, binanın okunabilirliği ve yön bulma becerisi önemli etkenlerdendir. Hastanelerin okunabilirliğine etki eden değişkenler arasında koridorların geometrik şekli, kullanıcıların özellikleri ve mekânların ergonomisi bulunmaktadır. Bu araştırmada, acil durum güvenlik sistemleri içinde yer alan aktif önlem etkenleri göz ardı edilerek, hastanelerin tahliye sistemlerindeki pasif önlem etkenleri ele alınmıştır. Çalışmada yer alan bütünleşmiş acil çıkış modelinde, mekândaki kalabalıklık, kullanıcıların becerisi, mekânın ferahlık değeri, mekânın bütünleşiklik değeri, kullanıcıların görüş açısı, mekân ve çıkış noktası arasındaki uzaklık gibi altı değişken ortaya konmaktadır. Çalışma, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Binasını araştırma konusu olarak ele almakta, hastaneler için örnek olabilecek bir acil kaçış sistemini incelemekte ve mekânsal, ergonomik ve algısal parametrelere dayanan bir modeli ortaya koymaktadır. Araştırmada önerilen model, insan faktörü, geometrik yapı ve mekânsal dizim girdilerinin, acil durumlardaki etkilenebilirliğin (vulnerability) değerlendirilmesinde özellikle etkili olduğunu vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Acil kaçış, kalabalık davranışı, mekansal dizim, görüş açısı, hastane tasarımı.

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Prof. Dr. Alper ÜNLÜ. aunlu@itu.edu.tr; Tel: (212) 293 13 00 \* 2229.

Bu makale, birinci yazarın yürütücüsü olduğu 'Acil durumlarda hastane sirkülasyon sistemlerinin performansı için bir model önerisi' adlı İTÜ BAP desteği ile tamamlanmış olan araştırma projesinden hazırlanmıştır. Makale metni 03.10.2007 tarihinde dergiye ulaştı, 18.12.2007 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 01.02.2009 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## A Space Syntax based model in evacuation of hospitals

### Extended abstract

The concept of architectural design comprises problems such as perception and security especially in buildings having complicated circulation systems. In complex buildings many functions take place at the same time and within different behaviour modes. Besides their functional complexity, the designs of these buildings present perceivably complicated spatial appearances. Either linear or circular in architectural geometry, the shape of the building, affects the legibility of the spaces. In design process complicated buildings turn into some spatial plots with unclear circulation systems where entrances and exits have no significance in memory. As an example of a complex building, hospitals reflect similar circulation system problems. Considering the different characteristics of the patients, the hospital emergency evacuation systems present questions to the design process. The legibility of the building and the means of way finding are important aspects of evacuation. The parameters affecting the legibility of hospitals may be considered as the geometric shape of the corridors, the ergonomics of the spaces as well as the characteristics of occupants. These parameters are considered as passive prevention factors against any event or disaster. This research eliminates the active prevention factors of emergency safety system.

The evacuation of hospitals can be discussed within the context of architectural legibility. Architectural theory mainly focuses on this issue especially in scope of perceptive and cognitive studies. The architectural path analysis in way finding, “node theory” and “graph theory”, are considered as an extent of circuit theories. The evacuation of buildings can be argued with occupants’ movements. The occupants’ flow on circulation systems, confrontations with others in emergency cases, occupant’s competence such as speed and even their postures can shape the nature of occupant traffic in buildings. The theoretical framework depends on an intersection area of various disciplines such as crowding of occupants in fluid-flow model in traffic engineering, competence of occupants in crowd behaviour model in psychology and real integration, visibility area - isovist values of Space Syntax model. The integrated model of egress proposes six factors based on various models; the crowding in the space, the competence of the occupants, the spaciousness factor of the

space, the integration value of the space, the visibility area of the occupants and the distance between the egress point and the space.

This research deals with one of the wings of the plastic surgery department located at the fifth floor of the General Surgery Building of Istanbul University, Istanbul Medicine Faculty as the case study; examines the exemplary emergency hospital evacuation systems and presents a model related to the spatial, ergonomic and perceptive parameters. The plan layout of the selected wing is subjected to five analyses. The real integration values of the selected wing are obtained through s-partition analysis of Spatialist. The values obtained from the s-partition analysis presents 56 visual space cells enabling a virtual base for the determinations, as well as the isovist areas. The cells located on the circulation routes are more integrated compared to the cells located on rooms. Certain central spaces in the system, used mainly by the staff, have the highest mean depth values of the whole plan indicating a level of emergency vulnerability. The isovist area analysis points out that the visibility area of the cells located on the corners of the circulation routes have the highest values indicating a wider angle of way finding thus, a lower level of emergency vulnerability. The queuing crowd data indicates that especially spaces including more people such as the wards for patients are more vulnerable compared to professors’ offices. Distance parameter presents that farther the space cell is located from the egress point, the more vulnerable the cell gets. Spaciousness factor analysis indicate that as the l/w ratio gets lesser than 1, the value of emergency vulnerability tends to decrease. The correlations of parameters with the total VEV emphasize that the vulnerability of a building in emergency cases, is directly related with the syntactic value of real integration and the dimensional value of distance between the starting cell and the egress point.

It is exposed that, although the distance from the starting point to egress point may quite be within the limits of existing standards and codes, the results may not be sufficient enough to avoid vulnerability. However, in this research, the model emphasizes that human factor, geometrical structure and the Space Syntax inputs are especially effective for the evaluation of evacuation vulnerability.

**Keywords:** Emergency evacuation, crowd behaviour, Space Syntax, visibility, hospital design.

## Giriş

Binaların dolaşım sistemleri organizmaların damarlarını andırır. Damarlar, vücut içinde bir ağ oluşturur ve basınca bağlı olarak kan akışını düzenlerler. Damarların şekli ve hücrelerle bütünlüğü binaların mekânlarına benzetilebilir. Mimari geometri açısından çizgisel ya da dairesel olsa bile, binanın şekli mekânların okunabilirliğine etki eder. Bina planından elde edilen “doğrulanmış grafik” (*justified graph*), mimari biçim, mekân ve dolaşım ilişkisi, mekânların çizgiselliği ya da merkeziliği, mekânsal dizim terminolojisinde “bağlı asimetri” olarak bilinen derinlik ve sıklık kavramlarıyla anlaşılabilir (Hillier ve Hanson, 1984).

Bu araştırma esas olarak, hastaneler gibi karmaşık binaların tahliyelerine odaklanmıştır. Hastaneler birçok işlevden oluşan ve kullanıcılarının değişken becerilerine bağlı olarak gelişen karmaşık bir ortamdır. Bu tür karışık binaların tahliyesinde, binanın okunabilirliği ve yön bulma becerisi önemli etkenlerdendir. Hastanelerin okunabilirliğine etki eden değişkenler arasında koridorların geometrik şekli, kullanıcıların özellikleri ve mekânların ergonomisi bulunmaktadır. Bu değişkenler, herhangi bir olaya ya da afete karşı pasif edilgen önlem etkenleri olarak değerlendirilmektedirler. Diğer yandan, gelişmiş yangın söndürme sistemleri, yangın yükleri, sensörler, gözetleme mekanizmaları, hatta işaretleme sistemlerinin varlığı gibi aktif önlem etkenleri de bulunmaktadır. Bu araştırma, acil durum güvenlik sistemleri içinde yer alan aktif önlem etkenlerini göz ardı ederek, hastanelerin tahliye sistemlerindeki pasif önlem etkenlerini ele almaktadır. Bu etkenler hastane tahliye sistemlerinde genel olarak dört önemli kanının varlığına işaret etmektedir. Bunlar;

- Binanın bir bütün olarak geometrisi ya da şekli,
- Bina dolaşım sistemi ya da rota,
- Rota etrafındaki hücreler ya da mekanlar,
- Kullanıcıların algılama ya da hareket becerisi gibi fizyolojik sistem potansiyelleridir.

Mimari kuram temelde, yukarıda değinilen konulara yoğunlaşır; mimari tasarım ise, bu konu-

ları detaylandırarak tasarım sürecinde, tasarımcıları bu girdileri kullanmaya yönlendirir.

## Kuram

Hastane tahliyeleri mimari okunabilirlik bağlamında tartışılabilir. Mimari kuram bu konuya özellikle algısal ve bilişsel çalışmaların ışığında odaklanır. Birçok araştırmacı da binaların tahliye rotalarının, binanın okunabilirliğiyle doğrudan bağlantılı olduğunu düşünmektedir. O’Neil (1991), Passini (1984) ve Peponis ve diğerleri (1990) de bu araştırma alanına katkılarda bulunmuş, tasarımda yol bulmanın ve mimari okunabilirliğin rolünü vurgulamışlardır. Araştırmalarında, tasarlanmış çevrenin, binanın sinir sisteminin bir parçası olarak görüldüğünü ve mekân bağlantılarının düğümler üzerinde kesiştiğini açıklamışlar, bina dolaşımının bir ağ ya da sinir sistemi olarak değerlendirilebileceğini ileri sürmüşlerdir (O’Neil, 1991; Passini, 1984; Peponis, Zimring, Choi, 1990).

Binaların sinir sistemlerini, düğüm noktalarının etkileşimi ya da mekân bağlantılarıyla açıklamak olasıdır. Düğüm noktaları, dolaşım sisteminin özellikle kesişen noktalarındaki mimari okunabilirliği basitleştiren fiziksel alanlardır. O’Neil (1991) ve diğer araştırmacılar, okunabilir alanları açıklamak için, “düğüm noktaları” şartıyla yol analizini kullanmışlardır. Bu bütünlüşme mimari kuramda yeni kavramları ortaya çıkarmıştır. O’Neil (1991), Passini (1984), Peponis, Zimring ve Choi (1990) mekânsal biçimlenmeye bağlı olarak, mimari tasarımda bina bileşenlerinin parçalarını kavramak, birbirlerine bağlamak ve resmin tamamını görebilmek için düğüm noktalarının önemine dikkat çekmişlerdir.

Binalardaki düğüm noktaları, kaçış rotasını anlamaya yardımcı olan, kaçınılmaz değişkenlerdir. Yangın mühendisliği konusunda çalışan birçok araştırmacı (Sime, 1994; Abrahams, 1994) kullanıcıların kaçış davranışları olgusunu kullanmışlardır. Sime’in (1994) katkısı kaçış davranışına dayanmaktadır; Sime, araştırma örneğinde, yangın kaçış rotasını düğüm noktalarına bağlı olarak uygulamıştır. Bundan başka,

Abrahams (1994) kullanıcı özelliklerine odaklanmış ve uyku riski, kullanıcı sayısı, hareket yetisi, yangın alarmını tanımak ve alarma tepki verebilmek gibi beş anahtar özelliği tanımlamıştır. Modern mimarlık yaklaşımlarının bir uzantısı olarak, tasarımcılar, binaları kısaca makina olarak tanımlarlar. Ancak, binalar acil durumlarda bir anda kaotik mekânlara dönüşebilir ve çeşitli insan tepkilerini, insan, zaman ve mekân etkileşimlerini ortaya çıkarabilir. Bu sonuçlar aynı zamanda kullanıcıların sosyokültürel ve psikolojik durumlarından da elde edilebilir. Örneğin, Chetkoff ve Kushigian'ın "Don't Panic" (1999) başlıklı kitabı panik teorisi açısından, acil çıkış ve giriş psikolojisinde önemli bir kilometre taşıdır.

Yol bulmada kullanılan, "düğüm kuramı" olarak özetleyebileceğimiz, mimari yol analizi, yangın mühendislerinin uygulamalarında kullanılan devre kuramları olarak da bilinen "çizge kuramı"na (graph theory) genişletilebilir. Örneğin, Olsson (1999) bir hastane modelinde güvenlik düzeyini ölçmek için, "olay ağaç tekniğini" uygulamıştır. Gelişmiş sayısal risk analizi modelleri ya da yangın risk değerlendirme modellerinin oluşturulması, yangın mühendisliği araştırmacılarının her zaman hedefleri arasında yer almıştır. Bu modeller de risk etken değerlendirmesi için kullanılan "Evacnet" ya da "Exodus" gibi gelişmiş yazılımlar da genellikle matematik ve bilgisayar bilimleri kapsamında geliştirilmiştir.

Binaların tahliyesi kullanıcıların hareketleri ile birlikte tartışılabilir. Kullanıcıların dolaşım sistemi üzerindeki akışları, acil durumlarda diğerleriyle karşılaşmaları, hızları ve hatta duruşları da binalardaki kullanıcı trafiğinin doğasını belirler. Smith (1991) ve Lovas'ın (1994) kullanıcı hareketlerinin altında yatan fikirleri ortaya çıkaran katkıları gibi kullanıcıların binalardaki akışı da modellenebilir. Örneğin, Smith'in (1991) dolaşım sistemlerindeki kuyruklama modeli, stokastik yöntemin bir uzantısı olarak, insan hareketlerini karmaşıklığa dönüştürmekte ancak niceliksel olarak ölçülebilir kılmaktadır.

Livesey ve Donegan (2003) acil çıkış karmaşıklık değerlerinin normalleştirilmesi için ortalama

derinlik, bütünleşme ve bağıl asimetri verilerini önermiştir. Araştırmacılar mekânsal dizim değerlerinin acil çıkış karmaşıklığı için önemini ortaya koymaktadırlar. Shell ve Mataric (2003) mekânsal dizim değerlerini hareketli robotik alanında da kullanmışlardır. Hareketli robotiklerin tasarımında ya da değerlendirilmesinde birçok modelde yer alan çeşitli değişkenler dikkate alınmalıdır; mekânsal dizimin, sıvı-akışın ya da kalabalık davranış modellerinin hayati önemi kabul edilmelidir (Shell and Mataric, 2003). Mekânsal dizim dilindeki ajan örneği olarak, hareketli robot bir yüzeyde hareket etmeli ve mekânı tam bir insan gibi algılayabilmelidir. Böylece, hareketli robot tasarımı da mekânsal dizim değişkenlerini içermelidir.

Bu araştırma yukarıda bahsedilen kuramsal içeriğin birikimi olarak görülebilir. Binaların tahliyesi konusunda oluşturulan kuramlar yangın güvenliği mühendisliği, matematik ve bilgisayar, yöneylem araştırması, endüstri mühendisliği, çevresel psikoloji ve mimari tasarım gibi çok farklı disiplinlere odaklanmıştır. Ancak, mimari psikoloji ve tahliye sisteminin tasarımı konusunda yapılan araştırmalar kısıtlıdır (Stollard ve Johnston, 1994). Böylece bu araştırma, bu kuramlardan elde edilen değişkenlerin etkileşimini tartışmaktadır. Bundan başka, bu çalışma kullanıcının tahliye sürecindeki psikolojisine ve mimari tasarımın mekânsal bildirilerine odaklanmaktadır. Çalışmanın kuramsal çerçevesi, trafik mühendisliğinin "sıvı-akış modelinde" kullanıcıların kalabalıklaşması, psikolojinin kalabalık davranış modelinde kullanıcıların becerisi ve mekânsal dizim modelinin gerçek bütünleşme, görüş alanı-eşgörü değerleri gibi çeşitli disiplinlerin kesişim noktalarına dayanmaktadır.

## Yöntem

Çalışmada yer alan bütünleşmiş acil çıkış modelinde, çeşitli modellere dayanan altı etken ortaya konmaktadır. Tahliye sisteminin mekânsal dizim, sıvı-akış ve topluluk davranışı modelleri bu etkenleri belirleyen değişkenleri;

- Mekândaki kalabalıklık,
- Kullanıcıların becerisi,

- Mekânın ferahlık değeri,
- Mekânın bütünlük değeri,
- Kullanıcıların görüş açısı,
- Mekân ve çıkış noktası arasındaki uzaklık olarak ortaya koymaktadır.

Kuramsal çerçevenin yukarıda değinilen altı etkeni, bütünlük acil çıkış modeli araştırmasının değişkenleridir. Mekândaki kalabalıklık değeri, ölçülen belirli bir alandaki kullanıcı sayısıdır. Diğer yandan, kaçış davranışının hızı da kalabalıklık değerine eklenmelidir; böylece, kullanıcıların becerisi değeri kullanıcıların hızı olarak ele alınmıştır. Kalabalık ya da kullanıcı becerisi değerleri, tahliyenin topluluk davranış ve sıvı-akış modellerinin bir uzantısı olarak görülmelidir.

Kaçış rotası üzerindeki mekânın ferahlık değeri ise temel olarak, mekânın boyutlarının oranına bağlıdır. Yangın merdiveni holü, ana kapı gibi çıkış noktalarının belirlenen mekân ile arasındaki uzaklık ölçülürse metrik değerleri, mekânın insan ergonomisiyle ilişkili boyutlarını dikkate almak gerekir.

Mekânın bütünlük değeri ile kullanıcıların görüş açısı temel olarak mekânsal dizim kuramından elde edilmiştir. Bütünlük değeri mekânların geçirgenliğini belirler ve binaların geometrisini değerlendirmeye yardımcı olur. Mekânsal dizim kuramı çizgisel ya da dairesel şemalara sahip mekânların biçimlenmesinde, “gerçek asimetri değerinin” son derece belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer yandan, görünürlük değeri ise, mekânların kenar çizgileriyle oluşan “eşgörüş” değerlerinden elde edilmiştir. Eğer bu değişkenleri sembollerle özetleyecek olursak, “n” kullanıcı sayısını, “A” mekânın alanını, “c” kullanıcıların becerisini, “l” mekân hücrelerinin uzunluğunu, “w” mekân hücrelerinin genişliğini, “d” mekân hücreleri ile çıkış noktası arasındaki uzaklığı, “IS” belirli bir mekân hücrelerindeki kişinin görüş açısını ya da eşgörüş değerini ve son olarak, “RI” ise mekân hücrelerinin gerçek bütünlük değerini simgelenmektedir. Burada kullanılan “mekân hücreleri” “space cell” terimi daha sonra açıklanacak olan yüzey bölümlenme analizi ile elde edilen görsel konveks şekilleri ifade etmektedir.

Eğer acil durumlarda binanın toplam etkilenebilirliğin determinantları bir araya getirilecek olursa, kalabalıklık incelenmesi gereken ilk etkidir. Acil tahliyelerde, kullanıcı mekân hücrelerini terkeder ve çıkış noktasına doğru hareket etmeye başlar. Acil durumlarda çıkış noktası yangın merdiven holü, ana kapı ya da tahliye holü, koridoru olabilir. Kullanıcının becerisi de önemli bir etkidir ve fizyolojik sonuçlara göre farklılıklar gösterir. Örneğin, kullanıcının düşük beceri düzeyi, tahliye sırasında kuyruklanmanın oluşmasına neden olur. Kullanıcıların becerileri için, 3 engelli kullanıcılar, 2 yarı engelli kullanıcılar 1 normal kullanıcılar gibi bazı algoritmalar üretilebilir. Kalabalıklık konusu ile dolaşım sistemindeki kuyruklamaya ilişkin formüller üreten kalabalık davranış modeli arasında bağlantı vardır. Her hücredeki ya da dolaşım alanındaki kalabalıklık değeri aynı zamanda tahliye rotası üzerindeki diğer kalabalıklık değerlerini de içermelidir. Kalabalıklığın kuyruklama değeri  $\sum$  ile simgelenir ve kuyruklanmış kalabalık aşağıdaki şekilde formüle edilir:

$$\sum(n.c) / \sum A \quad (1)$$

İncinebilirliğin bir başka determinantı ise mekânın ferahlık değeridir. Bir mekânın boyutları arasındaki oran, algılama derecesinin ölçümünde son derece önemlidir. Sadalla ve Oxley (1984) dikdörtgen mekânların illüzyonu güçlendirdiğini, göz yanılgısına neden olduğunu ve kullanıcıların dikdörtgen mekânlarda daha fazla ferahlık algıladıklarını öne sürmektedirler. Ancak, geniş mekânlar acil durumlarda ergonomiklik açısından özellikle kuyruklama için daha avantajlıdır. Böylece, ferahlık değeri 1/1 oranındaki kare esaslı mekânlara dayandırılmaktadır. Diğer yandan, acil durumlarda, avantajlı bir kaçış için kullanıcının uzunlukları daha az ancak, genişlikleri daha fazla olan hücrelerden geçmesi gerektiği dikkate alınarak, uzunluk ve genişlik arasındaki oran l/w 1’den daha az olmalıdır.

Başlangıç ve çıkış noktası arasındaki uzaklık özellikle yangın güvenliği mühendisliği açısından önemlidir. Ulusal ve uluslararası kurallardaki yangın önleme standartları bazı özel uzak-

lıklar belirlemektedir. Bu nedenle, acil tahliye durumlarında odanın çıkış noktası ile binanın çıkış noktası arasındaki uzaklık etkilenebilirliğin önemli bir determinantıdır.

Etkilenebilirliğin (*vulnerability*) bir başka determinantı ise, “RI” olarak sembolize edilen gerçek bütünleşme değeridir. Gerçek asimetri değeri, mekânsal biçimlenme içinde yer alan bütünleşme ve derinlik değerlerini tartışmaya yardımcı olur. Mekânın gerçek bütünleşme değeri ise, mekânın derinliğini ya da sığlığını, bir başka ifade ile mekânın yalıtım durumunu açıklar. En fazla yalıtılmış mekânlar tahliye sırasında zorluklara neden olur ve bu tür mekânlar etkilenebilir olarak değerlendirilebilir. Diğer yandan, geçirgenliği fazla ve bağlaşıklık değeri yüksek olan mekânlar ise, acil tahliyelerde elverişli mekânlar olarak değerlendirilebilir.

Eşgörüş değeri IS, kullanıcıların görüş açılarını ölçer. Bu değer aynı zamanda “görüş netliği aralığı” olarak da isimlendirilebilir. Acil durumlarda, kaçış davranışı açısından görüş alanının büyüklüğü ve işaretleme sistemlerini farkedebilme yeteneği son derece yaşamsal önem kazanmaktadır. Georgia Institute of Technology lisanslı “Spatialist” yazılımı bu değeri güçlendirmeye yardımcı olmakta ve eşgörüş değeri böylece toplam etkilenebilirlik formülüne eklenmektedir.

Bu araştırmadaki, acil durum etkilenebilirlik değeri - value of emergency vulnerability - VEV, bütün determinatların bir toplamı olarak ele alınmıştır. Kuramsal çerçeve ve tartışılan determinatlar dikkate alındığında acil durum etkilenebilirlik değeri aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$VEV = \left[ \frac{\sum n.c}{\sum A} \right] + (1/w) + d + (1/RI) + (1/IS) \quad (2)$$

Formül kuyruklamadan ve beceriden başlayarak mekânsal dizimle devam eden pasif önlem determinantlarını içermektedir. Toplam etkilenebilirlik değeri aktif önlem determinantlarını elerken, formül mimari planlardaki pasif algoritmaları ortaya çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle

karmaşık binalardaki kaçış rotasını ve mekânsal biçimlenmeyi değerlendirmek isteyen mimarlar açısından elverişlidir. Bu değerlendirme tasarım öncesi aşamaların ya da kullanım sonrası değerlendirme-POE çalışmalarının bir parçası olarak uygulanabilir.

### Alan çalışması

Araştırmada hastane acil tahliye sistemlerine örnek olarak İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Binası alan çalışması için ele alınmış ve mekânsal, ergonomik ve algısal değişkenlere bağlı bir model oluşturulmuştur. Bina ana bir düşey dolaşım çekirdeğinin etrafında yer alan 4 kanattan oluşmaktadır. Alan çalışması kapsamında, beşinci katta yer alan plastik cerrahi bölümünün bir kanadına odaklanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. 5. kat plan düzeni ve seçilen kanat

Bu kavramsal model, yukarıda sözü edilen beş ana etkene bağlı olarak, binanın dolaşım sistem performansını değerlendirmektedir. Hücrelerin toplam etkilenebilirlik değeri VEV için, kalabalığın kuyruklanması, mekânın ferahlık değeri, uzaklık, eşgörüş alanı ve sistemin gerçek bütünleşme değerleri gibi determinatlar ele alınmıştır. Araştırmanın ilk veri toplama aşamasında, Georgia Institute of Technology lisanslı “Spatialist” yazılımı ile yüzey bölümlenme -s-partition- analizi yapılmış ve sözü edilen kanadın mekânsal gerçek bütünleşme değerleri elde edilmiştir. Bu analiz, mekânların gerçek

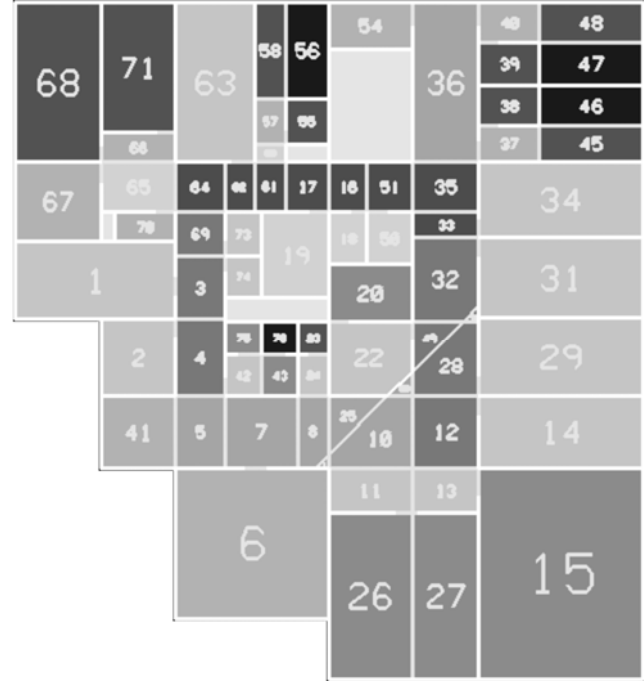
bütünleşme değerlerinden başka, diğer değişkenlerin analizlerinde kullanılacak görsel mekân dizileri üretmektedir. Bu hücreler yüzey bölümlene sonuçlarına göre numaralandırılmakta ve toplam VEV değerlendirmesi, dolaşım rotası ya da gerçek işlevsel oda mekânları üzerinde bulunan bu sabitlenmiş mekân hücreleri üzerinden belirlenmektedir. Sonraki aşamalarda, mekân hücrelerindeki kalabalık kuyruklanma değerleri, her hücrenin çıkış noktasına olan uzaklığı, hücre uzunluklarının genişliklerine oranı, yani hücrelerin ferahlık değerleri, her dolaşım rotası üzerindeki hücrenin merkezinden ve her oda mekânı hücresinin eşliğinden alınan görüş açısı, yani eşgörüş alanı değerleri belirlenmiştir. Değişkenlerin sonuçları ortalama değerlere göre hesaplanmış ve 1'den 5'e kadar değişen aralıkta, 5 en çok etkilenebilir, 1 en az etkilenebilir mekanlar olarak kodlanmıştır. Daha sonra bu sonuçlar görsel şemalara aktarılmıştır.

## Analizler

Seçilen kanadın plan düzeni beş analize tabi tutulmuştur. Bu analizlerin toplam sonuçları da 1'den 5'e kadar derecelendirilmiş bir aralıkta değerlendirilmiştir. Seçilen kanadın gerçek bütünleşme değerleri Spatialist yazılımının yüzey bölümlene analizleri ile elde edilmiştir (Şekil 2). Buradan elde edilen veriye göre, dolaşım rotası üzerinde yer alan hücreler odalarda yer alan hücrelere göre daha bütünleşiktirler. Ayrıca, sistem içinde yer alan ve esas olarak personel tarafından kullanılan bazı merkezi mekânların tüm plan içinde en yüksek ortalama derinlik değeriyle, acil durum etkilenebilirliğine sahip oldukları görülmüştür.

Yüzey bölümlene analizinden elde edilen değerler, diğer determinantlar ve hücrelerin eşgörüş alanları için sanal bir temel oluşturabilecek 56 görsel mekân hücresi ortaya koymaktadır (Şekil 3). Eşgörüş alanı belirli bir noktadan bakıldığında elde edilen görüş alanının erişimini belirlemektedir. Eşgörüşlerin doğası 360°'lik bakış açısına dayandığı için eşgörüş noktalarının yeri için bir varsayımda bulunulmuştur. Bu araştırmada, dolaşım rotası üzerinde yer alan hücrelerin eşgörüş alanları, o hücrenin tam orta noktasından hesaplanmıştır. Diğer yandan oda hücrelerinin eşgörüş alanları ise, eşik hizasının

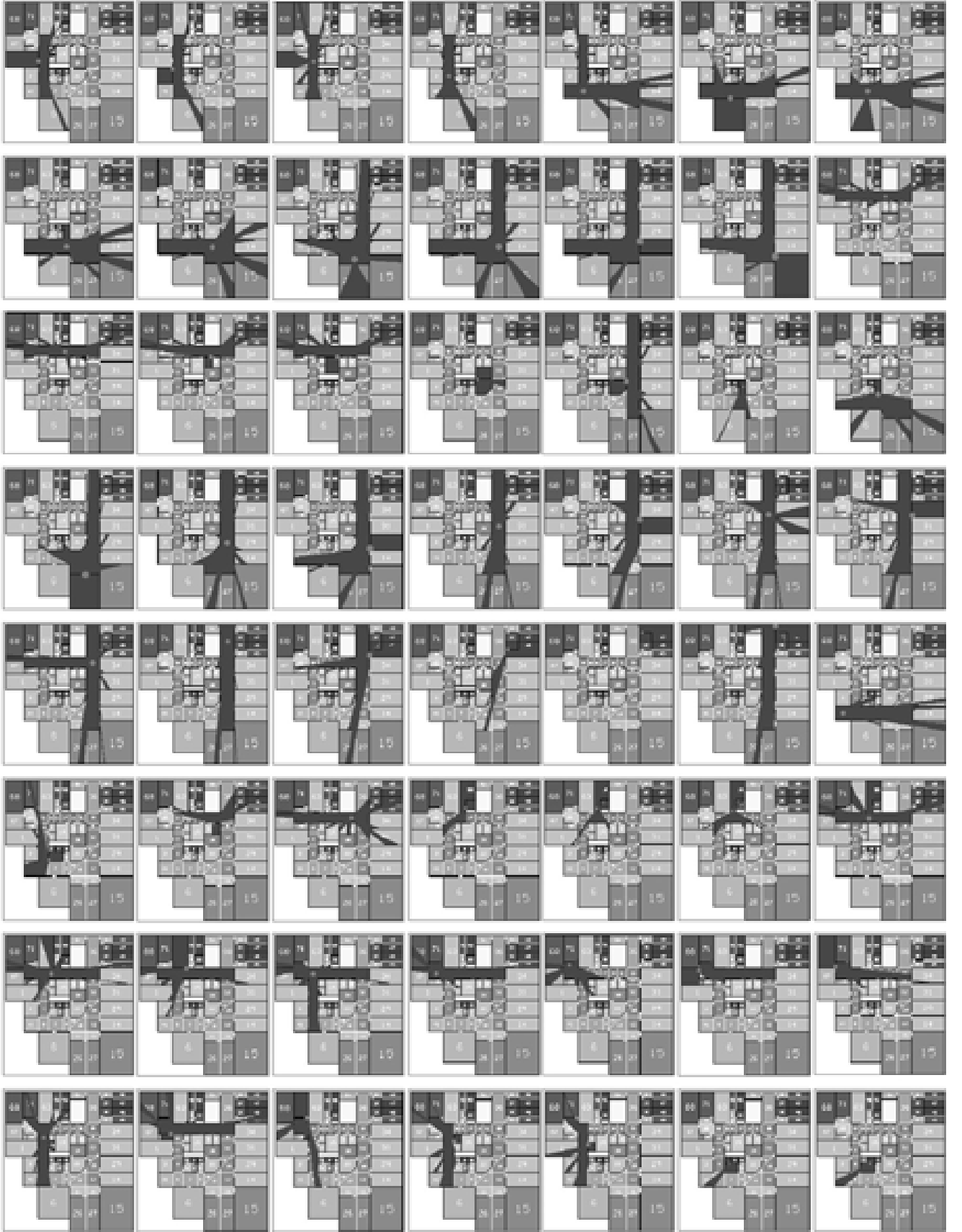
orta noktası temel alınarak belirlenmiştir. Eşgörüş alan analizleri dolaşım rotasının köşelerinde yer alan hücrelerin daha yüksek değerlere sahip olduğunu, daha geniş görüş açısının yol bulma becerisini arttırdığını ve böylece acil durumlarda daha az etkilenebilirlik düzeyi sergilediğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Seçilen kanadın yüzey bölümlene analizi

Kuyruklanmış kalabalık ile ilgili veriler ise daha önceki bölümlerde açıklanan bir formül yardımıyla elde edilmiştir. Buradaki düşünce, ilerdeki toplam kuyruklanmış kalabalığı hesaplayabilmektir; yani, belirlenmiş hücresinden bina çıkış noktasına kadar olan yol üzerinde sıralanmış kullanıcıların toplamıdır. Böylece, toplam kullanıcı sayısının beceri katsayıları ile çarpımı ileride katedilmesi gereken toplam alana bölünür.

Beceri değerleri için belirlenen bazı varsayımlara göre; özellikle cerrahi bölümünde, hastanın durumu ne kadar kritik olursa olsun acil tahliyelerde yardıma gereksinimi olacağı için beceri değeri 3 olarak belirlenmiştir. Kendi kaçışını idare edebilecek kadar sağlıklı olabileceği halde yol bulma konusunda dezavantajlı olabileceği için ziyaretçilerin ve hasta yakınlarının becerisi 2 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Mekân hücrelerinin eşgörüş alan analizleri



Son olarak, mekânsal kaçış rotaları üzerindeki kontrol yetenekleri nedeniyle personelin becerisi 1 olarak belirlenmiştir. Kuyruklanmış kalabalıktan elde edilen veri, çok insan barındıran hasta koşulları gibi mekânların profesörlerin ofislerine oranla özellikle daha etkilenebilir olduğunu ortaya koymuştur.

Şekil 4, 1'in en az, 5'in en çok etkilenebilir mekânları simgelediği 1-5 ölçü aralığında kodlanmış, beş analizin görsel dağılımını göstermektedir. Sırasıyla, gerçek bütünleşme, eşgörü, kuyruklanmış kalabalık, uzaklık ve ferahlık değeri analizlerini gösteren şekilde, mekânlardaki renklemenin koyulaştıkça etkilenebilirlik değerinin arttığı vurgulanmaktadır.

Uzaklık değişkeninden elde edilen veri her mekân hücresinin merkezinden çıkış noktasına olan uzaklığı sayısal olarak göstermektedir. Bu veriye göre mekân hücresi, çıkış noktasından uzaklaştıkça etkilenebilirliği artmaktadır.

Mekânın ferahlık değeri ise, her hücrenin l/w oranından elde edilen veridir. Hücrenin genişliği odalarda kapının bulunduğu duvarın genişliği, dolaşım alanlarında ise koridorun kaçış yönündeki genişliğidir. Buradaki varsayım, hücre genişledikçe, yığılmayı önlemenin kolaylaşacağı ve kaçış rotasında üzerinde bulunan hücreyi terk edip bir diğerine geçişin hızlanacağı düşüncesidir. Bu analizin sonuçlarına göre l/w oranı 1'den azaldıkça toplam etkilenebilirlik değeri de azalmaktadır.

Önceki bölümlerde açıklandığı gibi, seçilen kanadın acil durum toplam etkilenebilirlik değeri VEV tüm beş değişkenin bir araya getirilme-

siyle belirlenmiştir. Şekil 5, mekân hücrelerinin toplam VEV skorlarını göstermektedir.

Şekil 5, mekânların etkilenebilirliğinin geometrik yapılarıyla, kuyruklanmış kalabalıkla ve dizimsel özelliklerle ilgili olduğunu göstermektedir.

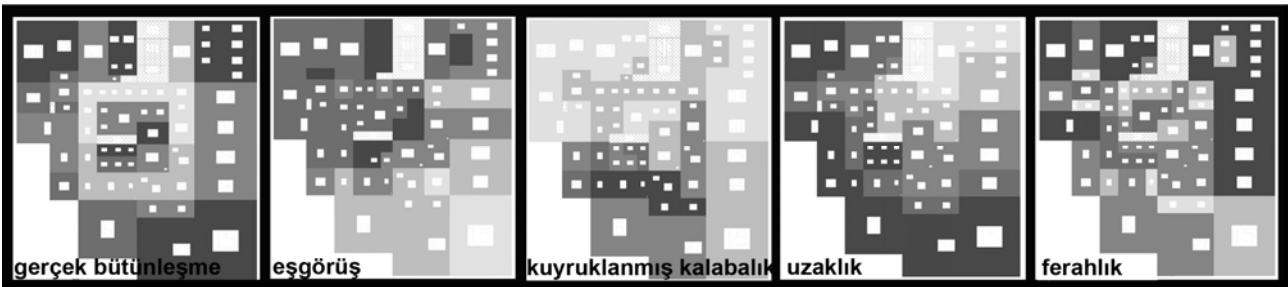
Binaların acil durum etkilenebilirlik değeri VEV beş ana determinant ortaya koymaktadır. Alan çalışmasının sonuçları dikkate alındığında, bu değişkenlerin birbirleriyle ve toplam VEV ile ilişkilerini değerlendirmek gerekmektedir.

Böylece Şekil 6'da görüldüğü gibi, analizler regresyon analiziyle doğrulanmışlardır. Şemada toplam VEV değerini belirlemek için kullanılan değişkenlerden özellikle gerçek bütünleşme (RI) ve uzaklık (d) değerlerinin sırasıyla  $R^2= 0.58$  ve  $R^2= 0.55$  sonuçları ile anlamlılık içerdiği görülmektedir.

Farklı bina türlerinin oluşturduğu planların, kullanılan değişkenlerin ağırlığına bağlı olarak, farklı sonuçlar ortaya koyabileceği açıktır. Ancak bu araştırmada, değişkenlerin toplam VEV değeri ile korelasyonu, binaların afet ya da acil durumlardaki etkilenebilirliğinin gerçek bütünleşmenin dizimsel değeri ile başlangıç noktası ve çıkış noktası arasındaki uzaklığın boyutsal değerine doğrudan bağlı olduğunu vurgulamaktadır.

## Sonuçlar

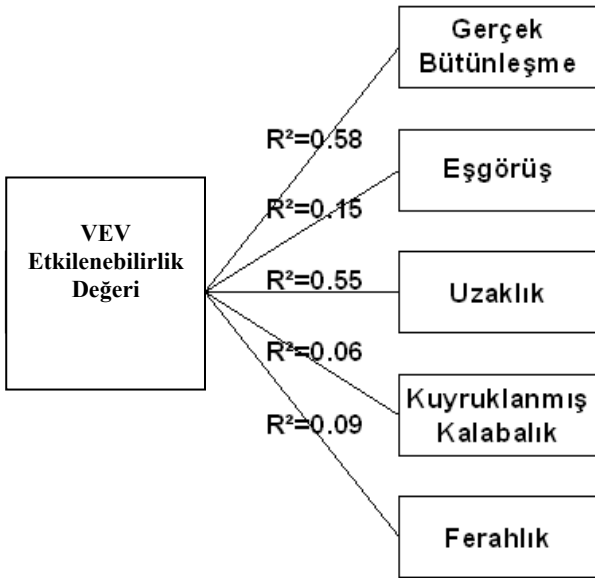
Mimari tasarımın süreçlerinden bağımsız olarak, toplam VEV analizi herhangi bir afet ya da acil durumda, binaların kaçış rotalarının ve oda mekânlarının etkilenebilirliğini ortaya koymaktadır



Şekil 4. Beş analizin görsel dağılımı



Şekil 5. Toplam VEV analizinin çakıştırılmış dağılımı



Şekil 6. VEV bileşenlerinin korelasyonu

Bu yöntem mimarların tasarımlarını afet ya da acil durumlara göre sınamalarına yardımcı olmaktadır. Böylece mimar bina geometrisi ya da oda mekânlarının dolaşım rotasıyla ilişkisi için gerekli hallerde pasif önlemler uygulamayı düşünebilecektir. Mimar ayrıca, işlevsel dağılımla-

rı ve kuyruklanmış kalabalığın dağılımını yeniden ele alma olanağı bulabilecektir.

Bu araştırma, her ne kadar kabul edilmiş mevcut standartların ve kuralların sınırları içinde kalsa da, başlangıç noktası ile çıkış noktası arasındaki uzaklığın etkilenebilirlikten kaçınmak için yeterli olmadığını ortaya koymuştur. Bu durumun ana nedenlerinden biri işlevsel kullanım ile çıkış noktasına olan boyutsal uzaklığın birbiriyle ilişkisidir.

Farklı bina türlerinin oluşturduğu farklı plan tiplerinin, kullanılan değişkenlerin ağırlığına bağlı olarak, farklı sonuçlar ortaya koyabileceği açıktır. Ancak bu çalışmadaki model, acil durumlardaki etkilenebilirliğin değerlendirilmesinde insan faktörü, geometrik yapı ve mekânsal dizim girdilerinin, özellikle etkili olduğunu vurgulamaktadır.

## Kaynaklar

- Abrahams, J., (1994). Fire Escape in Difficult Circumstances, *Design Against Fire*, Eds. Stollard, P., Johnston, L., FN Spon, Great Britain, 88-96.
- Chertkoff, J. M., Kushigian, R.H., (1999). *Don't Panic*, Praeger, Westport, Connecticut, London.

- Hillier, B., Hanson, J., 1984, *The Social Logic of Space*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Livesey, G.E., Donegan, A., (2003). Addressing Normalisation in the Pursuit of Comparable Integration, 64, *Proceedings Volume II, Space Syntax 4th International Symposium* Ed. Hanson, J., Space Syntax Laboratory, The Bartlett School of Graduate Studies, University College London, London.
- Lovas, G. G., (1994). Modeling and Simulation of Pedestrian Traffic Flow, *Transportation Research B*, **28B**, 6, Pergamon Press, Great Britain, 429-443.
- Olsson, F., (1999). *Tolerable Fire Risk Criteria for Hospitals*, Report 3101, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund, Sweden.
- O'Neill, M.J. (1991). Evaluation of a Conceptual Model of Architectural Legibility, *Environment and Behaviour*, 23, 259-284.
- Passini, R. E., (1984). *Wayfinding in Architecture*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Peponis, J., Zimring, C., Choi, Y.K., (1990). Finding the Building in Wayfinding, *Environment and Behaviour*, **22**, 555-590.
- Sadalla, E. K., Oxley, D., (1984). The Perception of Room Size, The Rectangularity Illusion, *Environment and Behaviour*, **16**, 3, 394-405.
- Sime, J., (1994). Escape Behaviour in Fires and Evacuations, *Design Against Fire*, Eds. Stollard, P., Johnston, L., FN Spon, Great Britain, 56-87.
- Shell, D. A., Mataric, M. J., (2003). Human Motion based Environment Complexity Measures for Robotics, *Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Las Vegas, Nevada, USA, October 2003.
- Smith, J. M., (1991). State Dependant Queuing Models in Emergency Evacuation Networks, *Transportation Research B*, **25B**. 6, Pergamon Press, Great Britain, 373-389.
- Stollard, P., Johnston, L., (1994). *Design Against Fire*, FN Spon, Great Britain.