

Mimari Tasarım Hizmetlerinde Bilgisayar Kullanımının Getirdiği Sonuçlar

Yrd. Doç. Burçin Cem Arabacıoğlu
MSGSÜ, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü

1.Giriş

Yaygın yöntemlerle tasarım sürecinde bir mimar, bilgi ve veri toplar, bu veriyi kendi deneyim ve bilgi birikiminin süzgecinden geçirerek analiz eder, çeşitli yargılara ve tasarım sonucuna varır. Çağdaş yöntemde mimarın bilgisayarlardan yararlanması, bilgiye erişme, toplama ve uygun verileri organize etme aşamalarında yer alır. Bunlara ek olarak mimar, oluşturduğu veri tabanını sadece tek bir projede uygulamak yerine, bunu diğer projelerin uygulanması sürecinde de kullanmak için organize eder. Bu aşamalarda bilgiye inceleme için ne kadar kolaylıkla ulaşılabilirirse tasarımcıya o kadar özgürlük ve kolaylık sağlanacaktır. Bilgilerin erişilebilirliğini organize bir şekilde sağlanması noktasında bilgisayarlar devreye girmektedir (Oxman 2006, 229-265).

Bu sistemlerle elde edilen kolaylıklar mimarlık hizmetleri veren firmaları da heveslendirmektedir. Bilgisayar kullanımının avantajlarını gören mimarlık ofisleri hızla bu teknolojilere yatırım yapmaktadır. Ancak sadece yeni sistemlere yatırım yapmak beklenen verim

artışını sağlamayabilir (Oxman 2006, 229-265). Bilgisayar teknolojilerinin kullanımı için yapılan yatırım bu teknolojinin getirdiği avantajlardan yararlanılacağını garanti edemez. Bu sistemlerle birlikte firmaların çalışma düzeni de yeniden elden geçirilmeli ve bu sistemlere uyum sağlayacak yeni yöntemler kullanılmalıdır. Sadece düşünülmüş, planlı bir düzenleme, eğitimli personel ve bilinçli bir uygulamanın gerçek anlamda bir verim sağlayacağı unutulmamalıdır (Arabacıoğlu 2003 a, 2003 b, 232-234).

Bu makalede bilgisayar teknolojilerindeki bu hızlı gelişim ile birlikte bu teknolojilerden büyük oranda yararlanan mimari tasarım sürecindeki değişim irdelenmekte ve tüm bu gelişmeler ışığında mimari tasarım hizmetlerinde bilgisayar kullanımının getirdiği sonuçlar araştırılmaktadır. Makalede öncelikle bu teknolojilerin mimari tasarım sürecine girişinin altında yatan ana neden olan sistemlerin sunduğu avantajlara değinilmekte, ardından bu sistemler ile birlikte ortaya çıkan çalışma yöntemlerindeki değişim açıklanmaktadır.

Özet:

Yaygın yöntemlerle tasarım sürecinde bir mimar, bilgi ve veri toplar, bu veriyi kendi deneyim ve bilgi birikiminin süzgecinden geçirerek analiz eder; çeşitli yargılara ve tasarımın sonucuna varır. Bu aşamaların tümünde, tasarımcı incelemek için ne kadar çok bilgiye kolaylıkla ulaşılabilirse, ona o kadar özgürlük ve kolaylık sağlanacaktır.

Son yıllarda bilgisayar teknolojileri, bu noktada sağladıkları kolaylıklar nedeniyle mimarlık sektöründe yadsınamaz şekilde etkili olmuştur. Artık birçok mimari tasarım bürosunda iletişim, kelime işlem ve muhasebe sistemlerinin yanı sıra, bilgisayar destekli tasarım sistemleri de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu gelişmenin altında yatan ana neden endüstriyel üretimin her alanda olduğu gibi mimarlık alanında da rekabet ortamını öne çıkarmasıdır. Bu noktada, bilgi teknolojilerinin getirdiği imkanlardan yararlanılmaktadır. Bilgi teknolojilerinin kullanımı firmalara büyük kolaylıklar getirirken ciddi bir çalışma da gerektirmektedir. Bu sistemlerle elde edilen kolaylıklar firmaları heveslendirmektedir.

Ancak sadece yeni sistemlere yatırım yapmak beklenen verim artışını sağlamayacaktır. Bu sistemlerle birlikte firmanın çalışma düzeni de yeniden elden geçirilmeli, bu sistemlere uyum sağlayacak yeni yöntemler kullanılmalıdır.

Summary:

With common design methods, an architect collects information and data, filters that data through his knowledge and experience, performs analyzes, exercises judgements and creates design concepts, during the process. The more information that is easily available for review and integration into the development of a design, the more freedom the designer will get. CAD systems are joining word processing and accounting systems as commonplace tools in most firms because of their advantages at these points.

The main reason lies under this revolution is the competitive atmosphere caused by the industrial production as in every profession.

This is the point where information technologies take role. Usage of information technologies brings many opportunities but on the other hand reengineering of the firms should be done. Investing money in technology is not a guarantee of enjoying its benefits. Only thoughtful planning, committed management, well-trained staff, conscious purchasing, and a continuing reevaluation of methods of practice help ensure a positive impact.

Anahtar Kelimeler:

Mimarlık, Ofis, Bilgisayar, Otomasyon, Tasarım, Teknoloji

Keywords:

Architecture, Office, Computer, Automation, Design, Technology

Makalede son olarak verilen bilgiler doğrultusunda sonuçlar anlatılmaktadır.

2. Mimarlık ofislerinde tasarım ve uygulama süreçlerinde bilgisayar teknolojileri ile elde edilen avantajlar

Bilgisayar teknolojileri gerek dünyada, gerek ülkemizde mimarlık hizmetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Artık birçok mimari tasarım bürosunda kelime işlem ve muhasebe sistemlerinin yanısıra bilgisayar destekli tasarım sistemleri ve internet üzerinden iletişim de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Mitchell 1990). Günümüzde proje yönetimi, sunum, veri tabanı, grafik ve animasyon yazılımlarının kullanımı da mimarlık hizmetlerinde hızla yayılmaktadır (Kalay 2004, 2006).

Günümüzde mimarlık hizmetlerinin eskiz, tasarım, üç boyutlu modelleme, proje çizim, proje yönetimi planlama, iletişim, finansal yönetim, muhasebe ve pazarlama süreçleri bilgisayarların kullanıldığı temel alanlar olarak sıralanabilir (Kalay 2004, 2006). Bilgisayarların mimarlık hizmetlerinde kullanımının başlangıcından bu yana bilgisayar teknolojilerinin gösterdiği gelişim ile birlikte firmaların tasarım sürecinde verim arttırabileceği bazı temel hizmet alanları da bulunmaktadır. Bunlar, ekonomik fizibilite analizleri, alternatif çözüm önerileri hazırlama, görev zamanlama, enerji analizleri, sunum, görselleştirme, modelleme, maliyet hesabı, muhasebe, çizim arşivi, grafik ve pazarlama hizmetleri olarak sıralanabilir (Burns 2000, 56).

Ofislerde standart hizmetler için kullanımının ötesinde, bilgisayar teknolojileri, firmalara hizmet alanlarını genişletme imkanı da sunmaktadır.

Bilgi ile yeteneği birleştirerek mimar, geleneksel yetenekleri yanında müşteri karşısında “yeni değerler” kazanabilmektedir. Bu yeni hizmetlerin bazıları interaktif animasyon, lazer modelleme, video dokümantasyonu, elektronik çizim veri tabanı oluşturma, kullanıcı erişimli ürün veri tabanı, mühendislik hizmetleri analiz ve simülasyonlarıdır (Catalano 2001, 59).

Bilgisayar destekli tasarım ve diğer otomasyon araçları, tasarım alternatiflerinin kolaylıkla çoğaltılabilmesi ve fizibilite analizlerinin hızlı bir şekilde yapılmasına da olanak sağlarken en büyük avantaj hem tasarım hem uygulama sürecinde mimarın en uygun seçeneği bulmasının hızlanması ve kapsamlı projeye hakimiyetin kolaylaşması açısından elde edilmiştir (Kalay 2006).

Bilgisayarların uygulama alanında sağladığı avantajlar müşteri beklentileri, üretimde sağlanan yararlar, kaliteye olan katkı ve yüklenici ilişkileri olarak ayrılabilir (Kolarevic 2003). Verimli kullanılan bilgisayar sistemleri ile tasarımcılar artık çok hızlı revizyonlar yapabilir, geleneksel yöntemlerle uzun sürelerde oluşturulabilen, mimari çizim tekniklerinden uzak müşteri tarafından eserin daha kolay anlaşılabilmesini sağlayan perspektif sunumları çok kısa sürede oluşturabilir ve müşteri ile olan ilişkilerinde daha iyi bir iletişim sağlayabilir (Kalay 2004, 2006). Bilgisayar destekli tasarım ve diğer otomasyon sistemleri programlı bir şekilde uygulandığında üretimdeki verimi ve kaliteyi arttıracaktır (Kolarevic 2003). İyi düzenlenmiş bir otomasyon diğer avantajlarının yanında hizmet kalitesini de arttırıcı bir etkidir.

Bilgisayar teknolojileri kaliteye, üretim standartları, hassasiyet, iletişim ve tasarım seçenekleri alanlarında katkı sağlamaktadır (Oxman 2006, 229-265). Standartlaşma, üretimde kaliteyi artırıcı bir etken olarak yararlı olabilir. Uluslararası ve yerel standartların bilgisayarlar yardımı ile organize edilerek kullanımı, hem üretimde kolaylıklar sağlamakta hem de üretim kalitesini arttırmaktadır. Bilgisayar teknolojisi ile gelen hassasiyet mimarlık ofislerinde de daha hassas işlerin çıkmasına neden olmaktadır (Kolarevic 2003). Bu da doğrudan kaliteyi artırıcı sonuçlar veren gelişmelerdendir.

Bilgisayarlar, mimarın iletişim imkanlarını büyük ölçüde arttırmaktadır. Bu iletişim sadece elektronik posta, elektronik faks gibi direkt iletişim olarak algılanmamalıdır. Gelişmelerle birlikte, bilgisayar üretimi grafik, üç boyutlu görselleştirme ve sunum öğeleri, mimar ile müşteri arasında yeni bir dil oluşturmaktadır (Mitchell 2005). Fikri müşteriye anlatmakta büyük kolaylıklar elde edilmiştir. Bilgisayarlar yükleniciler ile mimar arasındaki iletişimi de pratikleştirmiştir. Artık internet aracılığı ile dosyalar direkt olarak paylaşılabilir. Örneğin, iletişim araçlarının yaygınlığından yararlanılarak şantiye takibi "online" olarak yapılabilir. Bu teknolojilerden yararlanılarak yüklenicilerin uygulama hakkında herhangi bir detayı atlamadan en kısa sürede çözüm üretebilmesi mümkündür (Mitchell 2005).

3. Bir mimarlık ofisinin bilgisayar teknolojileri ile donatımı sürecinde yapılması gereken çalışmalar

Bilgisayar teknolojilerinden yararlanmak firmalara büyük kolaylıklar getirmektedir ancak aynı zamanda firmaların bu teknolojilerden verimli bir biçimde

yararlanabilmeleri için üzerlerine düşen görevler vardır. Firmalar bilgi teknolojilerinden yararlanmak için öncelikle, teknoloji planlaması yapmalıdırlar. Bu plan yapılırken firmanın bu teknolojilerden yararlanma hedefleri ve firmanın genel yapısı iyi irdelenmelidir. Bu planlama yapılırken dikkat edilmesi gereken noktalar şöyle sıralanabilir (Burns 2000):

- Firmanın sistemlerden beklentilerinden yola çıkılarak bilgisayar donanım ve yazılım ihtiyacı belirlenmelidir. Bu belirlenirken sistemleri kullanan diğer mimarlık firmaları ile bilgi alış verişini birlikte yapılmalıdır.
- Uygun sistemin yerleşimi planlanmalı, bunu tamamlayıcı donanım, yazılım ve uygulamacı kişiler belirlenmelidir.
- Bunu gerçekleştirecek profesyoneller ve yükleniciler belirlenmeli, firmanın sistemleri kullanma amacı konusunda yeterli bilgi verilmelidir. Unutulmamalıdır ki, sistemleri kuracak kişiler genellikle işletmeci ve pazarlamacıdır; mimarlık sektörü ve firma ihtiyaçları hakkında sadece teorik bilgiye sahiptirler. Bu nedenle firmanın pratikteki ihtiyacı detaylı bir şekilde ilgililere anlatılmalıdır.
- Firmanın işleyiş sistemi, yeni sisteme ayak uydurarak verimi arttıracak biçimde revize edilmelidir.
- Sistem hazırlandıktan sonra yapılacak işlerin bittiği düşünülmemelidir. Eğitim ve adaptasyon için bütçe ve zaman ayrılmalı, eğitim sürdürülebilir biçimde planlanmalıdır.

Bilgisayar teknolojilerinin kullanımı ile birlikte çalışma sistemlerinde de önemli değişiklikler olmaktadır. Yeni sistem ile birlikte yaşanan bir sıkıntı projenin

başlarında çizimlerin yavaş ilerlemesidir. Bu durum, sistemi tanımayan birçok yönetici için sorun teşkil etmektedir. Ancak aslında bu başlangıç için normal bir durumdur. Sistem, performansını projenin ilerleyen aşamalarında, bilginin paylaşıldığı ve tekrar kullanıldığı durumlarda göstermektedir. Örneğin, bir bilgisayar destekli tasarım programında bir kat planı çizilmesi, el ile çizime göre uzun sürebilir. Ancak benzer kat planları çizilmeye başlanıldığında büyük hız sağlanabilir (*Dingeldein 1997, 25 - 27*).

Geleneksel sistemle çalışan bir firmada bir veriye bağlı birkaç işlemi birkaç kişi yapmaktadır. Çağdaş sistemlerde ise çalışma sistemleri de farklılık gerektirmektedir. Örneğin, geleneksel sistemlerde, bir kapıyı bir kişi çizerken bir kişi de kapı listesi oluşturmaktadır. Çağdaş sistemlerde ise bu tarz kavramlar elektronik bağlantılarla ilişkilendirilmiştir. Tasarımcı kapıyı çizime yerleştirirken veya kaldırırken yazılım ilgili diğer programlara gerekli veriyi göndererek otomatik olarak sayım da yapmaktadır (*Jordani vd. 1996, 44*). Geçmiş deneyimlerden çıkan sonuç, geniş personele sahip büyük firmaların yeni teknolojik sistemlerden en verimli şekilde yararlanabileceği yönündeydi. Ancak uygulamada tam tersi sonuçlar elde edilmiştir. Küçük firmalara kurulan sistemler daha verimli sonuçlar sağlamıştır. Otomasyon sistemleri, karar verici kişiler aynı zamanda operatör olduklarında ve sistemleri kullandıklarında daha verimli çalışmaktadır (*Jordani vd. 1996, 65 - 66*). Bu gerçek, sistemlerin kurulumu ile firmanın çalışma sistemini de yeniden gözden geçirmek gereğini doğurmaktadır. Tasarım ve uygulama süreçlerinde bilgisayar kullanımı eski yöntemlere göre bazı noktalarda daha zor bir işlem olarak

görünebilir. Ancak elde edilen kolaylıklar bu zorluk karşısında çok daha fazla avantaj sağlamaktadır.

Firma çalışanlarını yeni sistemler hakkında eğitmek de ayrıca ele alınması gereken önemli bir konudur. Bu eğitim kısa süreli değildir. Yazılım ve donanımlar gün geçtikçe yenilenmekte güncellenmektedir. Bu da sürdürülebilir bir eğitim programı gerektirmektedir. Eğitim sadece sistem kullanıcıları ve operatörleri değil, yöneticileri de kapsamalıdır. Sistemlerin imkanları ve sınırlarını bilmeyen yöneticiler, beraberinde çalıştırdıkları personelin sistemleri en verimli şekilde kullanımını sağlamak için gerekli olan görev dağılımını da yapamayacaklardır. Bilgisayarların kullanımı gelişkin organizasyon, analitik düşünce ve yönetim becerileri gerektirmektedir. Bu becerilerin bir bölümü teorik olarak öğretilir ancak büyük bölümü de deneyimle elde edilebilir. Temel becerilerin dışında deneyim evresinde elde edilebilecek becerilerin belli başlıları şunlardır:

- Elektronik bilginin oluşturulma ve tekrar kullanımının anlaşılması ve uygulanabilmesi;
- Dinamik bağlantılardaki bilgilere erişebilme ve ihtiyaca göre değiştirebilme;
- Elektronik ortamdaki projeleri organize etme;
- Bilgisayar destekli tasarım yazılımlarından ihtiyaca göre en verimli şekilde yararlanabilme.

Mimarlık sektöründe çalışan firmaların bilgisayar teknolojileri ile otomasyonu için gereken bütçe, geçmiş yıllara oranla büyük ölçüde düşüş göstermiştir. Özellikle kullanılan donanım ve yazılım

yaygınlaşmış ve maliyetleri düşmüştür. Bu maliyetlerin yanı sıra, yazılım ve donanım güncelleme, sistem yönetimi, eğitim, destek ve bakım ilk yatırımdan sonra sürekli olarak ayrılması gereken bir bütçe gerektirmektedir. Otomasyon giderleri hesaplanırken eğitim giderleri kesinlikle göz ardı edilmemelidir. Bazı durumlarda eğitim giderleri otomasyon sistemlerine yapılan yatırımı geçebilir (Schley 2000, 29-32).

Bilgisayarların kullanıldığı firmalarda tüm bilgi elektronik ortamda depolandığından her türlü tehlikeye karşı korunmak için yedeklenmelidir. Firmanın verilerini yedeklemenin yanı sıra donanımını da koruması gerekmektedir. Sistemdeki arızalarda işin aksaması göz önünde bulundurulmalı ve eğer kritik bir donanım varsa mümkünse bir yedeği bulundurulmalıdır. Yedeklenmemiş verinin hasara uğraması veya silinmesi durumunda tamamen kaybedileceği unutulmamalıdır. Bilgisayar teknolojileri bilginin paylaşımına imkan sunmakta ve bu noktada kolaylık sağlamaktadır. Bu olanak aynı zamanda risk teşkil etmektedir. İstenmeden veya bilinçsizce bilgiye erişildiğinde veri kaza sonucu zarar görebilir veya silinebilir. Yangın, hırsızlık veya teknik aksaklık gibi dış etkenlerle veri kaybedilebilir. Tüm bu nedenlerle veri güvenliğini sağlamak çok önemlidir. Bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişim ve değişim, sistemlerin karışıklığı, mevcut personelin kendi işleri dışında bu sistemlerin takibini zorlaştırdığından bu sistemlerin organizasyon ve bakımı, ayrı bir personel tarafından veya dışarıdan bu hizmeti veren firmalar yardımı ile de sağlanabilir.

4. Sonuç

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler mimarlık sektöründe de hızlı bir şekilde hissedilmiş ve bilgisayar kullanımı hızla artmıştır. Bunun altında yatan ana neden, endüstriyel üretim anlayışı ile her alanda olduğu gibi mimarlık alanındaki rekabet ortamında da hızlı bir şekilde tasarım ve uygulama beklentisi ile geleneksel yöntemler terk edilerek çağdaş sistemlerin yaygınlaşmasıdır (Leach, Turnbull ve Williams 2004). Bilgisayar teknolojilerinin kullanımı firmalara büyük kolaylıklar getirirken ciddi bir çalışma gerektirmektedir. Tüm bu değişimin içerisinde en önemlisi, etki ofislerin çalışma sistemlerinde görülmektedir (Leach, Turnbull ve Williams 2004). Sonuç olarak, günümüz çağdaş mimarlık ofislerinde çalışma sistemleri bu nedenlerle yeniden gözden geçirilerek düzenlemelere gidilirken şu noktaların önem taşıdığı söylenebilir:

- Tüm ofis ve bağlantılı firmalarda otomasyon sistemleri kullanılmalı ve organizasyon, sistemlerden en üst düzeyde verim alacak şekilde yapılmalıdır. Böylece veri alışverişi de en üst düzeyde tutulabilmekte ve iletişimde uyum sorunları ortadan kalkmaktadır.
- Tasarımcılar ve mimarlar çizimleri bizzat bilgisayarda kendileri yapmalıdır. Yarı geleneksel yöntemde olduğu gibi tasarımcı eskizi hazırlayıp bilgisayar operatörüne vermemelidir.
- Yöneticiler ofis bünyesinde kullanılan bilgisayar teknolojilerine, bizzat bu sistemleri kullanmasalar dahi hakim olmalıdırlar.
- Ofis bünyesinde çeşitli sistemler entegre bir şekilde kullanılmalı ve her sistemin verimli olan yanlarından yararlanılmalıdır.
- Her aşamada sürdürülebilir bir anlayışla

otomasyon ve eğitim için yatırım yapılmalıdır. Sistemlerin sürekli geliştiği ve güncellendiği unutulmamalı ve sürdürülebilir bir eğitim programı hedeflenmelidir. Güncel teknoloji ve gelişmeler sürekli yakından izlenmelidir.

- Bilgisayar kullanımı ile elde edilen hassasiyet yanlış algılanmamalıdır. Örneğin, bir bilgisayar, plandaki kolon ile duvarın arasındaki boşluğu büyük bir hassasiyetle ölçebilir. Ancak kolonun veya duvarın doğru yerde mi yanlış yerde mi olduğunun kararını elbette veremez. Bunun takibini elbette bilgisayarların hassasiyetinden yararlanarak mimarlar yapmalıdır.

- Günümüzde mimarların müşterileri, her sektördeki gelişmelerden etkilenecek çoğu zaman bilinçsizce, mimarlardan birçok beklenti içerisinde. Müşteriler kendi beğenilerini anlatabilmek için mimardan öncelikle bir elektronik veri tabanı beklemektedir. Bunun yanı sıra, birçok müşteri sistemin ne şekilde işlediğini bilmeden mucizevi sonuçlar bekleyebilmekte, örneğin büyük bir tasarım üzerine yapılan bir toplantıdan hemen bir gün sonrasına çözülmüş proje isteyebilmektedir. Bu noktada, mimar “Neden çizimler yetişmiyor? Bilgisayarda değiller mi?” şeklinde sorularla karşılaşabilir. Mimar tasarımcı kimliği yanında müşterisini hem eğitmek hem de hizmeti yeterli biçimde sağlayarak dengeyi kurmakla da görevlidir.

- Genellikle bilgi teknolojilerindeki gelişmelerden mucizevi sonuçlar beklenmektedir. Elbette teknolojiye bu gelişmeler, imkanları sürekli olarak arttıracaktır. Ancak hiçbir zaman müthiş atlamalar beklenilmemelidir.

Teknolojik gelişmeler ve maliyetlerin düşerek sistemlerin yaygınlaşmasıyla birlikte bilgisayar destekli tasarım ve otomasyonun artık eskisi gibi pazarlama değerine sahip olmadığı unutulmamalıdır. Mimarlık hizmetlerinde bilgisayar kullanımı yayıldıkça sadece birkaç büyük firmanın sunduğu üstün teknolojik ekipmanlar olmaktan çıkmıştır. Bunun sonucu olarak firmalar sahip oldukları sistemleri yeteneklerini öne çıkartacak biçimde kullanarak kendilerini tanıtmalıdır. Ancak çalışma sistemleri yeniden düzenlenerek alt yapılar hazırlandığında bu teknolojilerden istenilen verim sağlanacaktır ●

KAYNAKÇA

- Arabacıoğlu, Burçin Cem. 2003 a. Bilgisayar Destekli Mekan Tasarımında Değişen Değerler, *MSGSÜ İç Mimarlık Seminerleri*, İstanbul.
- Arabacıoğlu, Burçin Cem. 2003 b. Günümüzde Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu Tasarımın Mimarlık ve İç Mimarlık Dallarında Kullanım Alanlarının Değerlendirilmesi, *2. Bilgi Teknolojileri Kongresi* (1): 232-234.
- Burns, Norma. 2000. *Computerizing The Firm*. Louisville, AIA Press.
- Catalano, Fernando. 2001. *The Computerized Design Firm*. Tool Press.
- Dingeldein, Michael. 1997. *Marketing CAD and Automation*. Atlanta, Analitic Publishers.
- Jordani, David. vd. 1996. *Firms in Transition*. Chelsea, Lewis Publishers.
- Kalay, Y. 2006. The Information Technology on Design Methods, Products and Practices, *Design Studies* 27 (3): 357-380.
- Kalay, Yehuda. 2004. *Architecture's New Media*. The MIT Press.
- Kolarevic, Brank. 2003. *Architecture in The Digital Age*. Spon Press.
- Leach, N., Turnbull, D. ve Williams, C. ed. 2004. *Digital Technics*. John Wiley and Sons.
- Mitchell, William. 2005. Constructing Complexity, *10th Int. Conference on Computer Aided Architectural Design Futures* (1): 41-50.
- Mitchell, William. 1990. *The Logic of Architecture: Design Computation and Cognition*. MIT Press.
- Oxman, R. 2006. Theory and Design in The First Digital Age, *Design Studies* 27 (3): 229-265.
- Schley, Michael. 2000. *CAD Layer Guidelines*, New York, American Inst. of Architects.