

Yüksek teknoloji yapılarında biçim/sentez ilişkisi

Gaye OĞULTEKİN*, Mete TAPAN, Sinan Mert ŞENER

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

Özet

Bu çalışmada, yüksek teknoloji ile üretilen ve İngilizce kaynaklardan hareketle mimarlık ortamında "High-Tech" olarak isimlendirilen yapıların biçim dilinin varlığının, göstergebilimsel (semiyolojik) ve dilbilimsel yaklaşımlarla kanıtlanması amaçlanmıştır. Göstergebilimin kullandığı yöntemlerden biçim dizgesi gramer kuralları yöntemi; bir tasarımcı kılavuzu oluşturulurken ise sentaktik (sözdizimsel) ve semantik (anlamsal) değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Örnek yapıların analiz edilmesi ile biçim dizgesi gramer kuralları tanımlanmıştır. Biçim dizgelerinin tümevarımla sentezi yapılarak "High Tech" in biçim dili ortaya konmuştur. Bu mimari yaklaşımın biçim dili dört kategoride sınıflandırılan tasarım kriterlerine dayanmaktadır. Bu kategoriler, strüktür tasarımı, dijital üretim teknolojileri, ileri inşaat teknolojileri ve enerji etkin akıllı bina tasarımıdır. Bu kategorilerdeki biçim dizgelerinden soyut nitelikliler, geometrik nitelikli tasarım yardımcı araçlarını; somut nitelikliler, üretim ve malzeme teknolojileri ile dijital üretim teknolojilerini, sözlük elemanlarını ve sistemleri kullanmaktadırlar. Dört kategorinin bulguları tasarımcı kılavuzundaki örneklerde sınanmıştır. Enerji kaynaklarının tükenmesi, High-Tech yapıların enerji etkin akıllı bina olmasını gerektirmektedir. High-Tech yapılarda özgün tasarımlar için fonksiyon, strüktür, yapı kabuğu, biçim, malzeme teknolojileri, fiziksel performans, alt sistemler ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographical Information Systems (GIS)) bütünsel düşünülmelidir. Oluşturulan biçim dizgelerinin, yenilerine olanak tanınması ile, bu çalışmanın tasarımcılara referans olabilmesi amaçlanmıştır. 19.yy'ın endüstriyel üretimi; 20.yy'ın ulaşımaya dayanan planlaması; 20.yy'ın sonunun ise Bilgi Teknolojileri (Information Technologies (IT)) ve dijital teknolojileri bütünleştirilmektedir. Sürdürülebilir tasarım temelde, yenilenebilir enerji ve geri dönüştürülebilirliği içermektedir. High Tech, elektronik, mekanik, bilgisayar vb. teknolojileri transfer edip, ekolojik tabanlı teknolojiler (Eco-Tech), aktif teknolojiler ve akıllılık mekanizmalarını kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göstergebilim, High Tech'in biçim dili, enerji etkin akıllı bina, dijital üretim.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Gaye OĞULTEKİN. ogulteking@itu.edu.tr; Tel: (533) 263 98 55.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Yüksek teknoloji yapılarında biçim/sentez ilişkisi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 28.06.2007 tarihinde dergiye ulaşmış, 25.07.2007 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 01.02.2009 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

The relationship between the form and the synthesis of High-Tech buildings

Extended abstract

This study aims to prove the existence of the High-Tech buildings' form-language by using the semiologic and linguistic approaches. The methods of semiology are used, such as grammar rules of form-syntagm; and syntactic & semantic evaluations are made, while generating the designer manual. Grammar rules of form-syntagm are characterized by analysing sample High-Tech buildings. Abstract design principles are exploited during the design process, and while arranging form-syntagms sample buildings' system installations are exploited. Form-syntagms are synthesised by induction to introduce the form-language. The form-language of High Tech approach bases on the design criteria, which are classified into four categories. These categories are: structural design, digital production technologies, advanced construction technologies, and energy-efficient intelligent building design. The form-syntagms in these categories are abstract syntagms: using geometrical auxiliary design tools; and concrete syntagms: using "hard (production) and soft (digital) technologies", vocabulary elements and systematic grammar rules. A designer manual is derived from syntactic and semantic evaluations of samples. The findings from four categories are tested on the manual. Depletion of resources indicates that High-Tech buildings should be energy-efficient intelligent. For authentic design of High-Tech buildings, function, structure, skin, form, material technologies, physical performance, subsystems, and GIS should be integrated. Arranging form-syntagms leads to the presentation of new syntagms, therefore the possibility of being referable of this work to designers is aimed. The 19th century's industrial production with steel, glass and concrete; the 20th century's urban design according to transportation; end of the 20th century's Information Technology (IT), digital and satellite-imaging (GPS) technologies, wireless are integrated with design. Sustainable design consists of renewable energy, recycling etc. High Tech approach has been transformed by transferring the technologies from industries, such as electronics, mechanics, computers and industrial production. High Tech covers user responsive intelligence mechanisms and active technologies. The results of the study are stated as follows: Structural morphology depends on structural behavior, structural material, functional space configuration, and service & structural systems in-

tegration. Digital architecture has transferred technologies from ship building and aeronautics & aerospace industries. Performance based design principles determine the form-syntagm, which consist of FEM and CFD analyses. The projects which are modeled with CAD/CAM tools and being simulated as well are produced in CNC machines. Parametric design is a method in which digital prototyping of elements and buildings are generated, with changing parameters. Hybrid-space of digital architecture is presented as real & virtual. Advanced construction technologies consist of application of IT in building sector and use of BMS and BAS. Energy-efficient intelligent building is a system in which energy consumption is controlled automatically with building components in order to increase energy-efficiency by using active and passive systems. Passive systems reduce heat losses in houses, and supply ventilation in offices. Selective solar control glass is used on façade, which admits daylight. Robotics is a state of the art technology in High Tech. The findings, i.e. Grammar Rules of Form-Syntagm (GROFS) and the Categories (C.1,2,3,4) are as follows: The GROFS, C.1. Structural design and detail: In the form-syntagm: design of structural elements, such as tension chord etc., is arranged according to loads. Long spans are crossed by truss beams. Structure and service systems are integrated. The GROFS, C.2. Digital production technologies: In soft technologies in CAD the operations on geometrical 3-dimensional auxiliary design tools are applied to generic geometrical forms, such as transformations: stretching; combining: addition etc. There are certain examples, such as: monocoque shell and bubble form, wave effect on surfaces. The GROFS, C.3. Advanced construction technologies: At the building component scale the systematic form-syntagm is modeled as intelligent skin type 1 and type 2 by using CAD. Type 1 is the intelligent skin which is double layered, and type 2 is the intelligent skin which is an active façade. The GROFS, C.4. Energy-efficient intelligent building: Systematic form-syntagms according to energy efficiency are as follows: single skin or double skin glazed façades with sun control devices; naturally or mechanically ventilated double skin (multi-skin); double skin ventilated intelligent glazed façades which is one story height or building height. Other syntagms are Stadttor's double skin, the lighting and the HVAC.

Keywords: *Semiology, High Tech's form-language, energy-efficient intelligent building, digital production.*

Giriş

Bu çalışmada, High-Tech yapıların biçim dilinin varlığı, göstergebilim (semiology) ve dilbilim yöntemlerinden yararlanılarak kanıtlanmıştır. Bu yöntemlerden biçim dizgesi gramer kuralları yapı örnekleri analiz edilerek belirlenmiştir. Sentaktik ve semantik değerlendirme yöntemleri ile bir tasarımcı kılavuzu oluşturulmuştur. Bulgular kılavuzda sınanmıştır. Biçim dizgelerinin tümevarımla sentezi yapılarak “High Tech” in biçim dili ortaya konmuştur.

Mimari tasarım sürecine metodolojik yaklaşımlarla ilgili çalışmalar ya da bilimsel yöntemlerin ilk örneği 1967’de Harris’le başlamaktadır (Harris, 1967). Diğer disiplinlerarası kuramlardan: güdümbilim ve bilişim (bilgi iletimi yöntemi) yalnızca birkaç örnektir (Bertalanffy, 1968). Bilgi iletimi yönteminde mimarlık: işaretbilim, anlambilim, modeller ve işlev-mekan ilişkilerini içeren bir iletişim kuramıdır. Mimarlıkta göstergebilim yaklaşımı mimarlığı bir iletişim kuramı olarak değerlendirmiştir. İletişim kuramına göre göstergebilimde (semiology), gösterge (yapı), gösteren (biçim/anlatım) aracılığıyla gösterilene (içerik/kavram) bir gönderme yapar. Böylelikle biçimlendirme ilkelerine değinilmektedir. Eytışimci sistem yaklaşımında mimari stillerin eleştirel değerlendirmesi yapılmaktadır (Aksoy, 1975). Bildirişim, mimarlıkta bilgi alışverişini: gönderici (mimar), mesaj (bina), kanal (ortam), kullanıcı (alıcı) olarak açıklamaktadır. Mimar-bina-kullanıcı arasında, tasarlama, algılama, biçimsel ilişkiler oluşturma ilişkisi vardır (Aksoy, 1975). Bildirişimde, Doğu Avrupa (1970) biçimbilim-göstergebilim; Barthes (1993), Saussure (1985) dilbilim-göstergebilim; Eco (1984) güdümbilim-göstergebilim ilişkilerini incelemektedir. Binanın planı bir tür görüntüsel göstergedir. Göstergebilim: edimbilim (ilişkiler), sözdizimi (syntax), anlambilim (semantics) veya yapısal kuruluştan (yapısalcılık veya eklemlemeden) oluşmaktadır (Tablo 1), (Erkman, 1987; Yıldırım, 2003). Yapısalcı dilbilimden ödünç alınarak, göstergebilimin elemanları dört ana başlıkta gruplandırılmaktadır (Barthes, 1964):

- Dilbilim ve konuşma (language and speech),
- Gösterilen ve gösteren (signified and signifier),
- Dizge (sözdizimi veya dizim) ve sistem,
- Düzanlam ve yananlam.

Tasarlama metodları: Tasarım strüktürü, tasarım sistemleri ve tasarım modelleri olarak sınıflandırılmaktadır. Tasarım modelleri ise mimari tasarımda, “metafor” kullanma, biçimsel (ikonik), benzer (analoji) ve simgesel (sembolik) özellikler taşımaktadır (Bayazıt, 1994).

Bu çalışma kapsamında ortaya konan High Tech’in biçim dili dört kategoride oluşan kriterlere dayanmaktadır. High-Tech yapılarda özgün tasarımlar için bütünsel yaklaşım gereklidir. Enerji kaynaklarının tükenmesi, High-Tech yapıların enerji etkin akıllı bina olmasını gerektirmektedir. Oluşturulan biçim dizgelerinin, yenilerine olanak tanınması ile bu çalışmanın tasarımcılara referans olabilmesi amaçlanmıştır.

Mimarlıkta gösterge dizgesi yaklaşımı

Biçimin dizgesi ve içeriğin dizgesi incelenmektedir. Biçim dıştan algılanandır. Dilbilimde, gramerde, cümle dizgesi varken; mimarlıkta, yapının dizgesi: yapısal kuruluş, yapım teknolojisi, biçimlendirme öğeleridir, mekan dizgesidir, tipolojilerdir, mimari üsluplardır, detay-malzeme geliştirmedir. Gösterge dizgesi bir dizinin elemanlarının hangi ilkelerle biraraya geldiğini incelemektedir. Temel olarak cephe dizgesi, mekan dizgesi ve kitle organizasyonu üzerinde durulmaktadır (Erkman, 1987). Göstergenin diziminde açıklayıcı çalışmalar, mimarların belirledikleri tasarım prensipleri üzerinde durularak örneklenebilir. Ching (1996) ve Meiss (1991) mimarlık prensipleri belirlemişlerdir. High Tech’in biçim dizgesi gramer kurallarının başlıcaları: strüktür tasarımı ve detay (depreme dayanıklı tasarım vb.), dijital üretim teknolojileri (monokok kabuk vb.), ileri inşaat teknolojileri (tırmanır kalıp vb.), enerji etkin akıllı bina tasarım kriterlerine (güneş kontrollü çift cephe vb.) dayanmaktadır. High Tech’in sözlük elemanları olarak: akıllı malzemeler, akıllı kabuk (çift cephe, aktif cephe), hareketli strüktürel elemanlar, panel elemanlar vb. kullanılmaktadır (Tablo 2), (Ching, 2002).

Tablo 1. Dil ve mekan arasındaki semiyolojik ilişkiler (Castex vd., 1974; Öke vd., 1978; Coyne vd., 1990; kaynak: Yıldırım, 2003)

DİL	KURALLAR	MİMARLIK
1. Anlatı (Bölüm, paragraf)	1. Retorik, Kitle kompozisyonu	1. Yapı toplulukları
2. Tümce / Tümcecik	2. Dizim, Sentaks (sözdizimi)	2. Yapı / Yapı bölümü
3. Anlam ayırıcısı (Monem)	3. Biçimbilim (Morfoloji)	3. Mekan birimi / Yapı birimi
4. Anlamlı ses birimi (Fonem)	4. Ses bilimi / Yapı	4. Mekan bileşeni
5. Ses titreşimi	5. Ses fiziği / Malzeme kimyası	5. Yapı elemanı / Yapı malzemesi
6. Anlam	6. Semantik	6. Yapının yerine getirdiklerine göre tanımlanması (Performans)

Tablo 2. High Tech ' in göstergibilimsel ilişkilere göre değerlendirilmesi (Erkman, 1987; Ching, 2002)

SENTAKTİK (SÖZDİZİMSSEL) DEĞERLENDİRME:	
<ul style="list-style-type: none">• Strüktürün dışavurumu• Dijital üretim teknolojileri (örn. parametrik tasarım) ve interaktif tasarım• Teknolojik üretim (ileri inşaat teknolojileri)• Teknoloji-süreklilik-ekoloji-bina performansı (enerji etkin akıllı bina)• Servis elemanlarının strüktürle entegrasyonu• Geniş iç mekan (serbest plan)• Yeni malzeme teknolojileri	
HIGH TECH'İN BİÇİM DİLİNİN SINIFLANDIRILMASI: strüktür-dijital-ileri inşaat teknolojileri-enerji etkin akıllı bina	
BİÇİM DİZGESİ GRAMER KURALLARI: yapı ve yapı elemanı ölçeğinde dört kategoride oluşturulan, 2-Boyutlu çizimler ve 3-boyutlu katı modeller şeklinde biçim dizgeleri gramer kuralları (BDGK), (strüktür, kabuk, çok kabuklu akıllı cepheler vb.)	
SÖZLÜK ELEMANLARI: akıllı kabuk (çift cephe, aktif cephe) vb.	
SEMANTİK (ANLAMBİLİMSSEL) DEĞERLENDİRME:	
GÖSTERİLEN: (ANLAMLANDIRMA)	YANANLAM: Tüm anlamlar: teknolojik olma, estetik, ekonomik olma, kentsel imaj, metafor anlamı, semboller (teknolojik elemanlar) DÜZANLAM: Fonksiyon, örneğin: konut-alışveriş-iş merkezi kompleksi
GÖSTEREN:	Algılanan yapı biçimi, örneğin: cam-çelik dikdörtgenler prizması
GÖSTERGE:	High-Tech örnek yapı

Biçimlendirme araç ve yöntemleri

Aksoy'a (1977) göre biçimlendirme etkinliği soyut yapılardan somut yapılar yaratmadır. Mitchell'e (1990) göre biçimlendirme araçları: matematiksel nitelikli ve geometrik nitelikli tasarım yardımcı araçları olarak sınıflandırılmaktadır. Şener'e (1994) göre geometrik nitelikli tasarım yardımcı araçları: çizgisel, düzlemsel, üç boyutlu, düzlemsel geometrik ızgara, strüktürler, paketlenmeler olarak sınıflandırılmaktadır. Düzlemsel nitelikli işlemler: temsil, dönüştürmeler (döndürme, ölçek değiştirme), biraraya getirme, yer değiştirme vb.dir. Zellner'e (2000) göre "üretim teknolojilerinin (hard)"¹ ve "dijital üretim teknolojilerinin (soft)"² kullandığı tasarım yardımcı araçları üzerinde durulmaktadır.

¹ Hard technologies: Hard teknoloji, üretim ve malzeme teknolojileridir (Zellner, 2000).

² Soft technologies: Soft teknoloji, dijital üretim teknolojileridir (Zellner, 2000).

High Tech yaklaşımı

Mimari tasarım sürecine akımların etkileri açıklanmış ve "High Tech" yaklaşımı ele alınmıştır. Uluslararası Stil'de cephe, Post Modernizm'de bina kabuğu önemlidir. 1967-1987 yılları arasındaki, "Team 4" adı verilen: N.Foster, R.Rogers, N.Grimshaw ve M.Hopkins tarafından tasarlanan her yapıya "High-Tech" denmektedir. Bu yüzden "High Tech"³ bir akım ya da stil değil mimari bir yaklaşımdır. Yaklaşımın karakteristikleri: tipik malzemelerin metal ve cam olması; ifadede açıklık; endüstriyel üretim fikri; imaj ve teknolojiye yapı endüstrisinden farklı endüstrilerden yararlanmak; kullanımda esnekliğe öncelik vermek olarak belirlenmekte-

³ "High-Tech": High-Tech yapı fakat High Tech mimari şeklinde yazılır. Sıfat olduğunda arada çizgi ile isim olduğunda ise arada çizgi olmadan yazılır (www.en.wikipedia.org/wiki/High-Tech-architecture, 2006).

dir. High Tech adı, “High Tech: The Industrial Style And Source Book For The Home” adlı bir kitaptan alınmıştır (Kron ve Slesin, 1978). Pompidou Yapısı (1977), erken dönem örneğidir. 20.yy sonrasının bilgi teknolojileri, birinci ve ikinci makine çağlarının High Tech anlayışını dönüştürmektedir (Davies, 1999). Erken, ileri ve maniyerist aşamalardan sonra 1987’den beri değişime uğrayan “High Tech” in dönüşüm unsurları şöyledir:

- Biyolojik paradigmalardan kullanılması (dijital üretim teknolojileri),
- Dijital teknolojilerin kullanılması (dijital üretim teknolojileri),
- Ekolojik tabanlı teknolojiler (“Eco-Tech”, üretim teknolojileri),
- Yapı elemanlarının endüstrileşmiş üretim süreci (üretim teknolojileri),
- High-Tech çözüm (üretim teknolojileri),
- Akıllılık mekanizması, akıllı malzemeler (üretim teknolojileri).

Bu çalışmada, High-Tech yapılarıdaki ortak özellikler; anlamsal ve sözdizimsel çözümlenmeler ele alınmıştır (Davies, 1988; Trachtenberg ve Hyman, 1986; www.greatbuildings.com, 2006).

High-Tech yapıların biçim dilini ortaya koyan sınıflandırmalar ve biçim dizgesi gramer kuralları

High Tech, teknolojik yenilikleri esas alarak dönüşüme uğramakta ve diğer endüstrilerden teknoloji transfer etmektedir (Şekil 1, Tablo 3). High Tech’in biçim dilinin varlığının kanıtlanması için High-Tech yapıların analiz edilmesi ile biçim dizgesi gramer kuralları tanımlanmaktadır. Bu mimari yaklaşımın biçim dili dört kategoride sınıflandırılan tasarım kriterlerine dayanmaktadır. Kategori 1 ve 2’ye ait biçim dizgeleri, soyut; kategori 3 ve 4’e ait biçim dizgeleri somut niteliklidir. Soyut nitelikli biçim dizgelerinde geometrik nitelikli tasarım yardımcı araçlarından (düzlemsel nitelikli, strüktürler vb.) ve “soft teknolojiler (dijital üretim teknolojileri)”den; somut nitelikli sistematik biçim dizgelerinde ise “hard ve soft teknolojiler (üretim ve

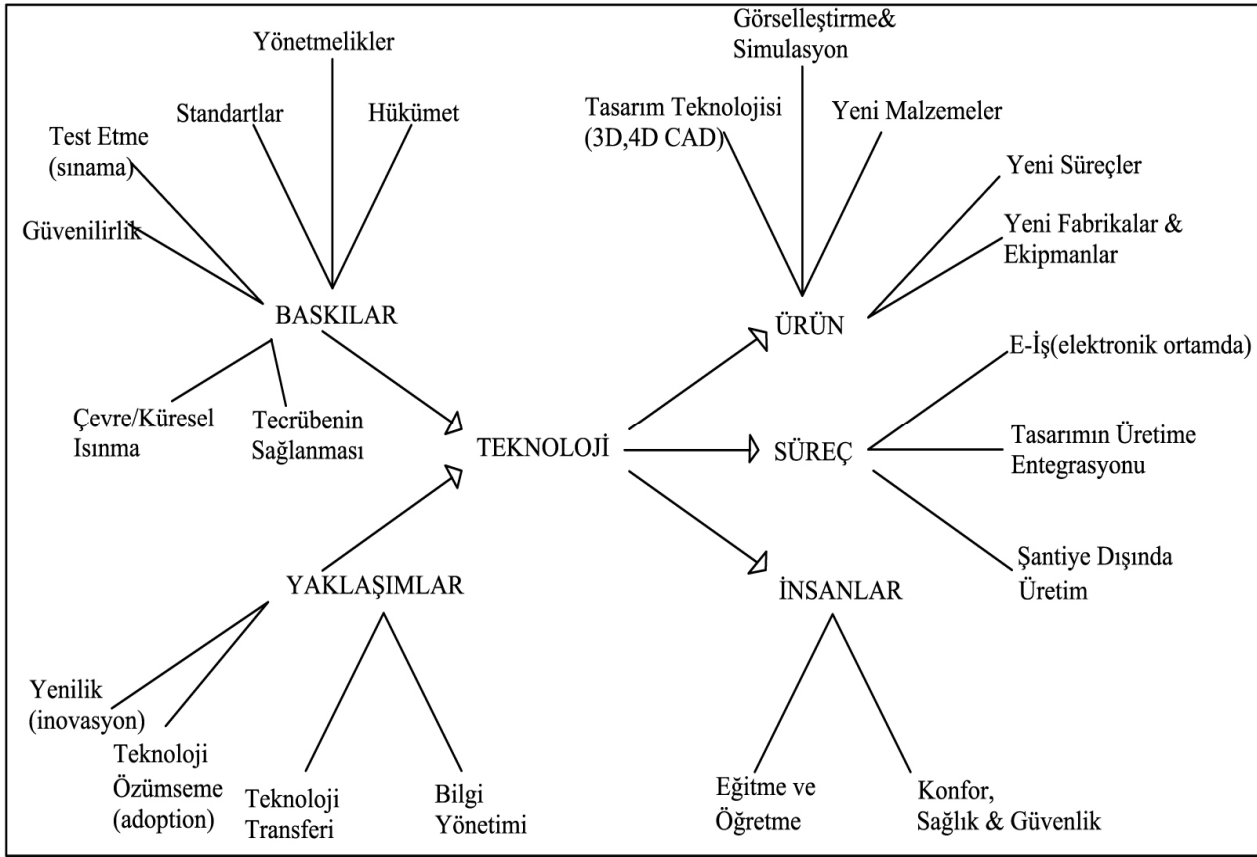
dijital üretim teknolojileri)”in tasarım yardımcı araçlarından yararlanılmıştır.

Kategori 1: Strüktür tasarımı ve detay

- Addis’e (2001) göre strüktürel davranışa göre strüktürel eleman seçimi (basit ve karmaşık strüktürel davranış) yapılmaktadır. Strüktürel tasarımda diğer bazı kurallar: doğal geometrilerin açığa vurulması; malzeme-strüktür uygunluğu; servis elemanları ve strüktürel elemanların entegrasyonu, strüktürel stabilite vb.dir.
- Gründig’in (2006) hafif strüktürlerde biçim bulma yönteminde, kablo ağındaki her bir elemanın tek tek analizi için sonlu eleman metoduna (Finite Element Method (FEM)) başvurulmaktadır. Bu yöntem Munich Olympic Stadium Yapısı’na uygulanmaktadır.
- Moore’a (1999) göre strüktür sistemleri: kablo askılı sistemler, düzlem kafes, geodezik kubbe, kolonlar ve duvarlar, kirişler ve döşemeler, çerçeveler, zincir eğrilikli asma kablolar, membran örtü, şişme sistemler, kemeler, tonozlar, kabuklar, plaklar, tensegrity strüktürler olarak sınıflandırılmaktadır.
- Charleson’a (2005) göre strüktür tasarımında birtakım gramer kuralları: bina dış görünümünde modülasyon; bina fonksiyonunda mekânın esnek planlanması; iç mekânda strüktürün algılanması; strüktür ve aydınlatma; strüktürel detaylandırma; strüktüre odaklı tasarım (köprü, spor alanı vb.); strüktür ve sembolizm vb.dir.
- Lloyd’s of London (R.Rogers, 1986), Hongkong&Shanghai Bank (N.Foster, 1985) ve Commerzbank’ta (N.Foster, 1997) servis, strüktür, kabuk, elektro-mekanik sistemler ile bina otomasyon sistemi entegre çalıştırılmaktadır (Bilgin ve Utkutuğ, 1999).
- Strüktürel morfoloji, strüktürel davranışa, malzemeye, strüktürün servis elemanları ile entegrasyonuna ve fonksiyona uygunluğuna göre düzenlenmelidir (Sebestyén, 2003).

Kategori 2: Dijital üretim teknolojileri

F.O.Gehry ve N.Foster dijital mimarinin öncüleridir. G.Lynn dijital mimaride biçimlendirme üzerinde çalışmaktadır. Bilbao Guggenheim Museum Yapısı (F.O.Gehry, 1997, İspanya),



Şekil 1. Teknoloji haritası (Flanagan, 2002)

Tablo 3. Diğer endüstrilerden öğrenmek (Flanagan, 2002)

Diğer endüstrilerden öğrenmek	
1. Gemi inşaatı & kıtalararası	1. Uzaktan kaynak sistemi, Simulasyon / Görselleştirme (Virtual Reality), Yalıtım, Güvenlik teknolojileri, Kompozit malzemeler
2. Bilgi teknolojileri (ICT)	2. "Fibre optics", Akıllı kartlar, Kablosuz ve kablo döşemesiz teknoloji (wireless & wire free)
3. Ticaret	3. "Bar coding", Lojistik, Web tabanlı pazar, Kullanıcı memnuniyeti
4. Otomotiv	4. Yapışkanlar, Yalıtım / yüzey işlemleri, Güvenlik teknolojileri, Robotik
5. Eczacılık & biomühendislik	5. Yeni malzemeler, Kompozit malzemeler, Biomimetik, Nanoteknolojik malzemeler
6. Cam ve çelik	6. Yapışkanlar, Kompozit malzemeler, Kaplamalar
7. Ulaşım & lojistik	7. Eğitim sistemleri, GPS / GIS araştırma, Telematik (TV) izleme, İzleme sistemleri
8. Uzay (aerospace)	8. Tedarik zinciri yönetimi, Bütünleşik tasarım & üretim, Bakım bilgi sistemleri
9. Ekipman & kontrol	9. "Sensör"ler (alıcılar), Mekatronik (makine-bilgisayar-elektronik), Robotlar, Telematik (TV vb. ekipmanlar)

City Hall GLA Headquarters Yönetim Merkezi Yapısı (N.Foster, 2002), Kunsthaus Kültür Merkezi Yapısı dijital biçimlendirme ile tasarlanmışlardır. Dijital mimarinin biçimlendirme ilkeleri şöyledir (Kolarevic, 2003):

- Gemi inşaatı üretim teknolojileri ve uçak-uzay üretim teknolojileri transfer edilmiştir.
- Morfolojik düzen: Geometrik düzenleme kuralları (topoloji, "non-euclidean" geometri, pa-

rametrik tasarım, "eşşekiller veya isomorfic", bir şeklin dönüştürülmesi vb.) kullanılır. Dijital mimarinin mekân kavramları: "akışkan mekân (fold)"⁴, "hibrid mekân (hybrid space)"⁵, "hiper mekân (hyperspace)"⁶ ve "siber mekân (cyberspace)"⁷ kavramlarıdır.

⁴ Fold: Deluze'nin akışkan mekanıdır (Kolarevic, 2003).

⁵ Hybrid space: Hibrid-mekan gerçek ve sanal mekanın birleştirilmesidir. Fiziksel mekan görsel/işitsel etkilerle ve animasyonlarla güçlendirilmektedir (Zellner, 2000).

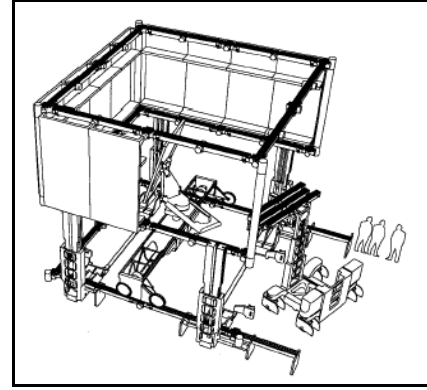
- Performansa dayanan tasarım kuralları biçim dizgesini belirler. Yapı elemanı ölçeğinde ve yapı ölçeğinde, FEM analizi, CFD analizi vb. kullanılmaktadır.
- 2 ve 3 Boyutlu üretim teknolojilerine ve stratejilerine dayanan yüzey ve kabuk tasarımı kuralları kullanılmaktadır.
- Parametrik tasarımın dijital prototip üretimi, prefabrikasyonun standartlaşma ilkesinin dijital mimariye uyarlanmasıdır.
- CAD/CAM yazılımları, 3D, 4D modelleme, CNC’de üretim, simulasyonlar, analizler, animasyonlar kullanılmaktadır.
- “Dijital medya”nın (görsel / işitsel etkiler) kullandığı yazılımlar yardımcı araç olarak kullanılmaktadır.
- Yeni malzemeler: akıllı malzemeler, kompozit malzemeler, “nanoteknolojiler” kullanılmaktadır.
- İnteraktif tasarım: kullanıcıya odaklı tasarımdır (örn. sanal mekan).

Frank O.Gehry, hava-uzay endüstrisinde kullanılan, CATIA bilgisayarda modelleme tekniğini binalarında kullanmaktadır. NatWest Media Center (Future Systems, 1999), gemi tersanesinde üretilmiş monokok kabuk bir yapıdır. Waterloo İstasyon Yapısı’nda (N.Grimshaw, 1993), bilgisayarda sabit bir boyutta üretilen eğrisel düzlem kafes kirişler parametrik tasarım yöntemiyle çeşitli eğrilik çaplarında üretilmektedir.

Kategori 3: İleri inşaat teknolojileri

Bu kategoride: Yeni inşaat teknolojileri, Yeni malzeme teknolojileri ve akıllı malzemeler, Enformasyon teknolojileri üzerinde durulmaktadır. Flanagan’a (2002) göre teknolojik yenilik: baskılar, yaklaşımlar, ürün, süreç ve insanlara dayanmaktadır (Şekil 1). Bina sistemleri (örn. cephe sistemi), kompozit malzemeler ve teknolojiler ve inşaat ekipmanları gelişmiş inşaat teknolojileridir. Akıllı malzemeler, çevresel olayları hissedebilir, çevreden gelen verileri işler ve nasıl programlandıysa ona göre harekete geçer. De-

formasyonu önceden hisseden akıllı beton “akıllı (smart)”⁸ malzemedir. Elektrik enerjisi ile kararlı “elektrokromik (electrochromic)” cam, “akıllı (intelligent)” malzemedir. Aegis Hyposurface (hiper-yüzey) adlı interaktif duvar (dECOi Mimarlık), “sensör”lerle dışarıdan aldığı uyarılara cevap veren akıllı malzemenin kullanıldığı, tiyatro sahnesi duvar düzenlemesidir. Akıllılık mekanizması, “algılayıcı (sensor)”, “kontrolör (controller)”, “işletici (actuator)” elemanlarıyla çalışmaktadır (Addington ve Schodek, 2005). Esnek üretim bandında kullanılmaya başlanan makineler, robotik inşaat teknolojileri olarak geliştirilmektedir. Bileşen bina sistemi tanımlanmaktadır (Şekil 2), (Howe, 2006).



Şekil 2. Robotik inşaat teknolojisi (Howe, 2006)

Kendini temizleyen boyalar “nanoteknolojik” malzemelere bir örnektir. Enformasyon teknolojilerinin bina sektöründe uygulamaları: bilgisayarın araç olarak, ortam olarak ve ortaklık olarak kullanımını kapsamaktadır. Bina sektöründe bilgisayar teknolojisi uygulamaları: CAD/CAM, simulasyon teknikleri ve uzman sistemleri kapsamaktadır (Tunçer vd., 2003). Bina sektöründe enformasyon teknolojileri: bina süreci entegrasyon, grafik ve görsel gerçeklik, GIS ve GPS şehir sistemleri, proje yönetimi ve destek sistemlerini (4D inşaat yönetimi modeli, örn. ArchiCAD) kapsamaktadır (Anson vd., 2002). Endüstriyel tasarım, ürünlerin kullanılabilirliğine dayanan fabrika üretimidir.

⁶ Hyperspace: Hiper-mekan zaman kavramını içine alan çok boyutlu mekandır (Zellner, 2000).

⁷ Cyberspace: İnternetin bilgi mekandır (Kolarevic, 2003).

⁸ Akıllı (Smart) malzeme: Dış ortam koşullarına göre şekil ve özellik değiştiren malzemelerdir (Addington ve Schodek, 2005).

Kategori 4: Enerji etkin akıllı bina

Bu kategori: Akıllı bina sistemleri; Bina otomasyonu (“BAS”), neural networks; Sürdürülebilir tasarım, “Eco-Tech”; Enerji etkin akıllı bina; Aktif sistem, pasif sistem kavramlarını içermektedir. “BAS”nin (otomatik kontrol) amacı merkezi denetim ve işletmeyi, enerji tasarrufunu ve güvenlik kontrolünü sağlamaktır. Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri (HVAC), enerji sistemleri, yangın güvenliği, asansörler, güvenlik, aydınlatma, elektromekanik sistemler “BAS”ye bağlanmaktadır (Linde, 1991; Bilgin ve Utkuğ, 1999). Bina yönetim sistemi “BMS”, “BAS” nin tek bir merkezden yönetilmesidir. Binanın akıllılık derecesi otomasyonun seviyelerine ve sistemlerin entegrasyonuna göre belirlenmektedir. Tüm otomasyon sistemleri üç ana elemana sahiptir (Aytis, 1999):

- Algılayıcılar (“sensors” ve “detectors”),
- Kontrolörler (“controllers”): dış uyarıya göre kontrol edilen yapı elemanlarını denetlerler, örneğin: kapakçıklar, açma-kapama mekanizmaları vb.,
- İşleticiler (“actuators”).

Akıllı binanın ulaştığı uç nokta “ANN” (“Artificial Neural Networks”) öğrenen, tepki veren, karar veren, gelişmiş bir bina otomasyon sisteminin adıdır. Kablosuz teknolojiler (wireless) yaygınlaşmaktadır. Akıllılık özellikleri şöyledir (Wigginton ve Harris, 2002):

- Bina yönetim sistemi “BMS” ve “BAS”,
- Öğrenme kabiliyeti (ANN vb.),
- Hava şartları verileri (dış ve iç hava),
- Gün ışığına duyarlı yapma aydınlatma (photocell sensör kontrollü),
- Güneş izleme kabiliyeti,
- Kullanıcının yeniden programlaması,
- Kendiliğinden tedarik: Yerinde enerji üretimi (CHP), PV (opak veya şeffaf güneş pili) ve Rüzgar trübini,
- Gece soğutma (ısı kütlenin ön soğutması),
- Güneşle suyu ısıtma (kollektörler),
- Ses kontrolü (akustik damperler veya kapaklar),

- Yalıtım (gece soğuktan, gündüz güneşten),
- Gün ışığından daha fazla yararlanma (atriyum’da yansıtıcı güneş küreği),
- Güneşten korunma (jaluzi, panjur, güneş kırıcı), Gün ışığından hem korunma hem yararlanma (şeffaf jaluzi, ışık rafı),
- Basınç ayarlayıcı (havalandırma bacası),
- Havalandırma (otomatik damper veya kapaklar, sıcaklık termostat kontrollü, yaz-kış durumuna göre ve iklimlendirme).

Bu çalışmada incelenen içsel ısı kazançları yüksek enerji etkin akıllı binalar şöyledir: Stadttor Binası (Petzinka Punt&Partner, 1997, Almanya), Debis Binası (R.Piano, 1996, Almanya), The Environmental Binası (F.Clegg, 1996, UK.), Commerzbank Binası (N.Foster, 1997, Almanya). Enerji etkin akıllı bina: enerji verimliliğini artırmak üzere binanın enerji harcamalarının otomatik olarak binanın kendi elemanlarıyla ve ek donatılarla kontrol edildiği sistemlerdir. Enerji etkin pasif sistem: binanın yeri, iklim, yönü ve biçimi, bina kabuğunun fiziksel özellikleri, güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri vb.dir. Enerji etkin akıllı bina: pasif sistem ve aktif sistemin eşgüdümlü olarak tasarlandığı ve işletildiği, işletim sisteminin otomatik olarak kontrol edildiği binalardır. Pasif sistem, konutlarda ısı kayıplarını azaltmayı, ofislerde ise doğal havalandırmayı amaçlamaktadır. Enerji harcamalarının yüksek olduğu binalar enerji etkin akıllı bina olmalıdır. Bu binalarda akıllı kabuk (çift cephe, aktif cephe) kullanılmaktadır (Yılmaz, 2005). Stadttor (City Gate) Binası’nda çift cephe uygulaması çeşitli şekillerde örneğin jaluzili hava kanallı cepheler olarak tasarlanarak doğal havalandırma ile pasif bir sistemle soğutma yükü azaltılmakta, güneş kontrolü sağlanmaktadır (Şekil 6). Bu binanın akıllı kabuk çift cephesindeki (aktif cephe) havalandırma kapakçıkları ve ızgaralar yaz veya kış durumuna göre “BAS”ile açılıp kapatılabilmektedir (Çetiner, 2002). Doğal ve mekanik havalandırma birlikte entegrasyon içinde kullanılmaktadır. Gün ışığına duyarlı yapma aydınlatma, ısı kontrolü, iklimlendirme kontrolü, akıllı kontrol ile sağlanmaktadır. Debis Binası’nda, otomatik kontrollü cam gölgeleme araçları mevcuttur. Environmental Binası’nda güneş bacası, Commerzbank Binası’nda atriyum ve iç bahçeler vardır (Wigginton ve Harris, 2002). Aktif cepheler, cephedeki eleman-

ların özelliklerinin kullanıcı tercihlerine göre otomatik değiştiği cephelerdir. Örneğin, elektrokromik cam kaplı cepheler elektrik akımı ile kararlı aktif cam cephedir. Kaplamalı şeffaf jaluziler gün ışığını seçerek geçirir. Höfler'e (2005) göre aktif sistem birincil enerji kaynaklarının (fossil fueller vb.), pasif sistem ise enerji gerektirmeyen düzenlemelerle yapılan tasarımların kullanıldığı sınıflandırmadır. Rüzgar, güneş, bioenerji vb. yenilenebilir enerjilerin kullanımı, geri dönüştürebilen malzeme kullanımı ve binanın çevresini az etkilemesi sürdürülebilirlik için gereklidir (Glass, 2002). Aktif sisteme otomasyon, pasif sisteme yönlendirme, güneş bacası, çift cephe, "trombe wall", solar wall vb. örnektir. Çift cephe enerjinin pahalı olduğu Avrupa'da uygulanmaktadır. Otonom bina kendi kendine yeten binadır.

High-Tech yapıların biçim dilini ortaya koyan biçim dizgeleri gramer kuralları (BDGK), kategoriler

(K.1, 2, 3, 4), çizimler ve modeller

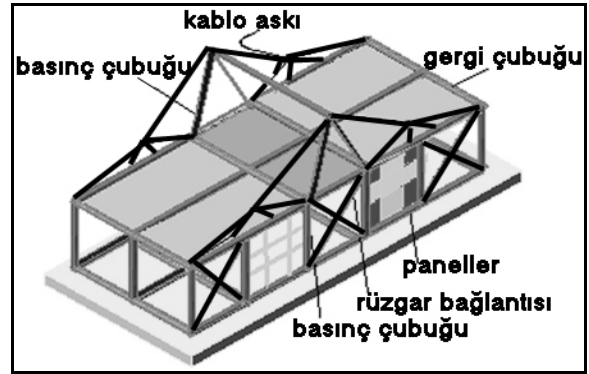
BDGK, K.1. Strüktür tasarımı (Şekil 3); BDGK, K.2. Dijital üretim teknolojileri (Şekil 4); BDGK, K.3. İleri inşaat teknolojileri (Şekil 5); BDGK, K.4. Enerji etkin akıllı bina (Şekil 6, Şekil 7) çizim ve modellerle açıklanmıştır.

High-Tech yapılar için tasarımcı kılavuzu

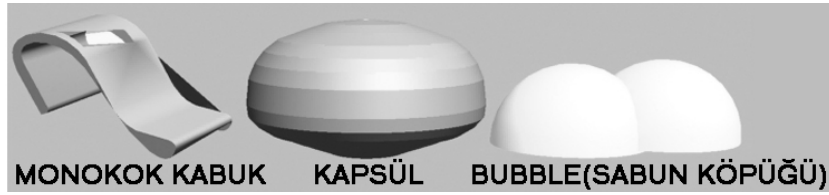
Bu kılavuz teknolojinin ölçülebildiğini, sayısal bir skala oluşturarak kanıtlamıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Tasarımcı kılavuzunun içeriği

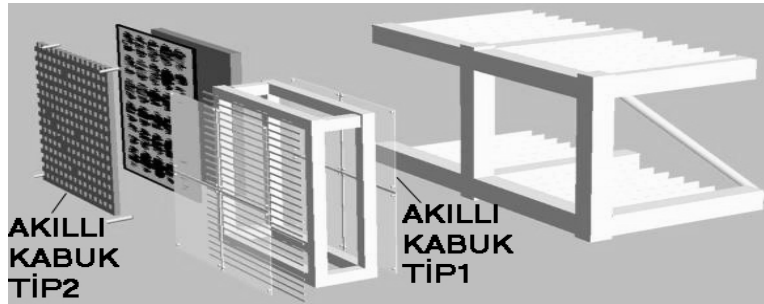
Tasarım kriterleri (veya sentaktik analiz) ve semantik değerlendirmeler
<ul style="list-style-type: none">16 adet ana tasarım kriteri ve alt kriterler ile beraber herbiri +/- sayısal değerlerle toplam max 33 puanlık kantitatif değerlendirmeDört kategorinin bulguları örnekler üzerinde sınımlanmıştır54 adet 1977-2003 arasındaki High-Tech yapının fotoğrafı



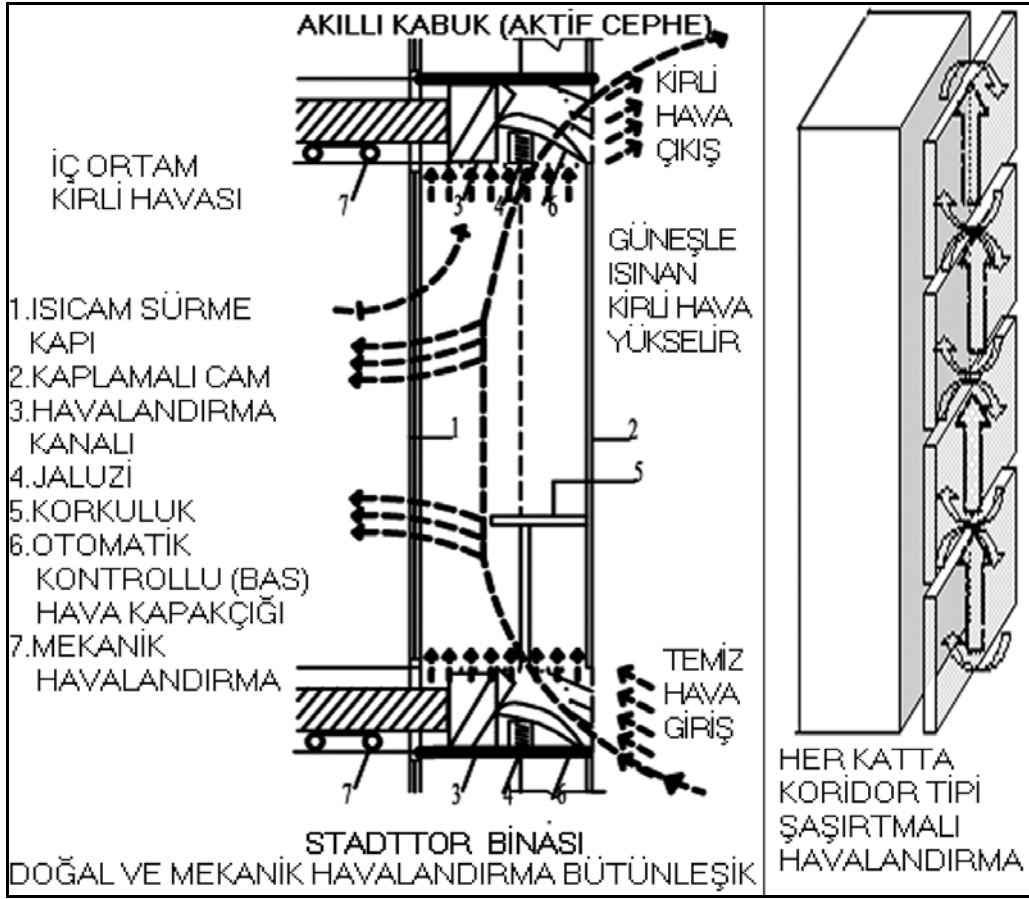
Şekil 3. BDGK, K.1. Strüktür tasarımı (3DAutocad2004), (Moore, 1999)



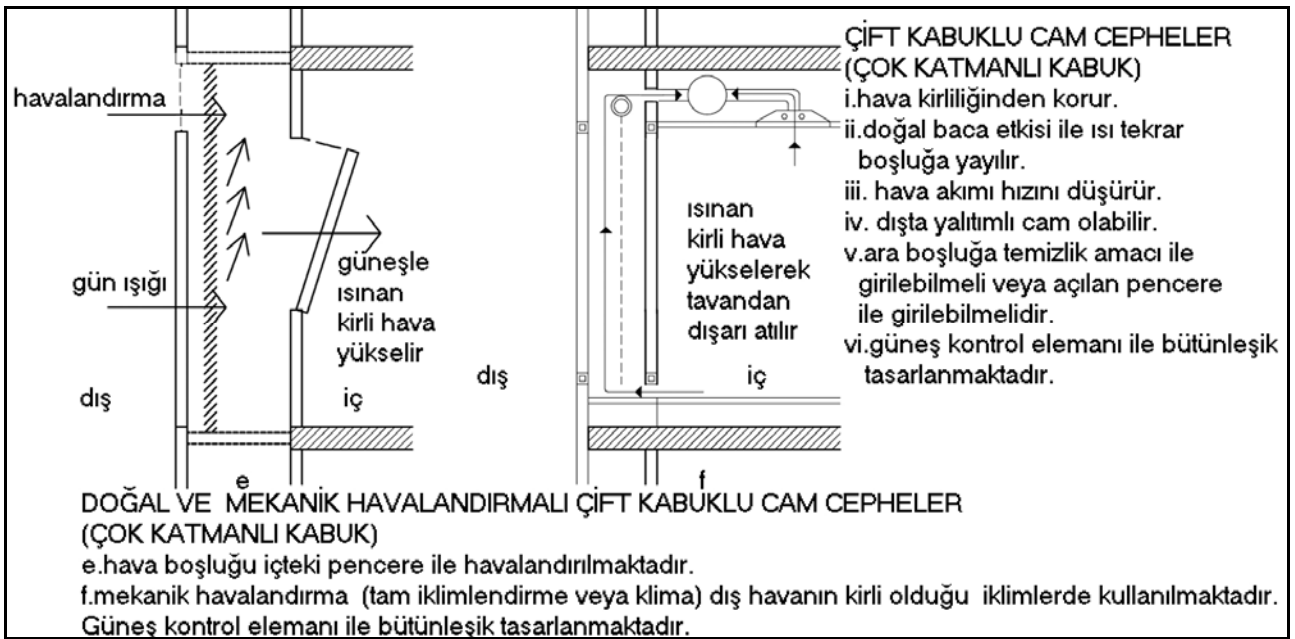
Şekil 4. BDGK, K.2. Dijital üretim teknolojileri (3DSMax7), (Kolarevic, 2003)



Şekil 5. BDGK, K.3. İleri inşaat teknolojileri (Autocad2004, 3DSMax7), (Wigginton ve Harris, 2002)



Şekil 6. BDGK, K.4. Enerji etkin akıllı bina, Stadttor Binası, (Autocad2004), (Eşsiz ve Hattap, 2004; Wall, 2004)



Şekil 7. BDGK, K.4. Enerji etkin akıllı bina (Autocad2004), (Altinkaya ve Özgen, 2004)

Sonuçlar

High Tech'in biçim dili, Tablo 5'te özetlenmektedir. High Tech, diğer endüstrilerden teknolojileri transfer edip; "Eco-Tech" ve akıllılık ile bütünleşmektedir. Binalar kent bilgi ağı ile (GIS ve GPS) birbirlerine bağlı duruma gelecektir. "Arts and Crafts" hareketindeki gibi, yapı elemanlarının tek tek özel olarak tasarlanıp, CNC makinelerinde üretimi dijital mimaride mümkün olmaktadır (Kolarevic, 2003). Bulgular tasarımcı kılavuzunda sınanmıştır. Enerji kaynaklarının tükenmesi, High-Tech yapıların enerji etkin akıllı bina olmasını gerektirmektedir. High-Tech yapılarda özgün tasarımlar için fonksiyon, strüktür, yapı kabuğu, biçim, malzeme teknolo-

jileri, fiziksel performans, alt sistemler ve GIS bütünsel düşünülmelidir. Biçim dizgeleri gramer kurallarının (BDGK) yenilerine olanak tanınması ile tasarımcılara referans olabilmesi amaçlanmıştır. Bulgular şöyledir:

Biçim dizgeleri gramer kuralları, kategori 1: Strüktür tasarımı ve detay

Bu tip biçim dizgelerinde, gergi çubuğu, basınç çubuğu, kablo askı, rüzgâr bağlantısı ve paneller vb. strüktürel elemanların, yüklere göre düzenlenmesi biçim sentezinin ana prensibidir. Geniş açıklıklar düzlem ve uzay kafes kirişler yardımıyla geçilmektedir. Strüktür sistemi ve servis sisteminin entegrasyonu sağlanmaktadır.

Tablo 5. High Tech'in biçim dilini ortaya koyan sınıflandırmalar ve biçim dizgesi gramer kuralları

BİÇİM DİLİNİN SINIFLANDIRILMASI VE BİÇİM DİZGESİ GRAMER KURALLARI	
<i>KATEGORİ 1: Strüktür tasarımı ve detay</i>	
Kriterler ve örnekler	Servis elemanı/ strüktür/ fonksiyon ilişkisi; Strüktürel davranış ve tasarım; Doğal geometrik strüktürel formlar; Strüktürel malzeme, Analitik modellerde yapılan sonlu eleman analizi (FEM); Strüktürlerin inşaat yöntemlerinin dış vurulması; Prefabrikasyon ile seri üretim; Alt sistemlerin entegrasyonu. Strüktürün modülasyonu vb. Örnekler: Hong Kong Bank (N.Foster, 1985); Lloyd's of London (R.Rogers, 1986).
<i>KATEGORİ 2: Dijital üretim teknolojileri</i>	
Kriterler ve örnekler	Üretim teknolojileri (Fabrication technologies); CNC makinelerinde kalıp/ kesme/ montaj; Gemi inşaatı üretim teknolojileri; Uçak-uzay üretim teknolojileri (CATIA bilgisayarda modelleme); CAD/CAM, 2D, 3D, 4D Mimarlık ve İnşaat modellemeleri; Animasyonlar; Analizler (FEM, CFD analizleri) ve Simulasyonlar; Performansa dayanan tasarım (FEM, CFD vb.); Dijital mimarinin akışkan mekan (fold), hibrid mekan, hiper mekan, siber mekan kavramları ve değişken mekan (flux); Dijital mimariye uygun malzemeler: cam kabuk, polyster membran, ETFE yastık, çeşitli kablo ve elemanlar; Yeni malzemeler: akıllı malzemeler (elektrokromik cam), kompozit malzemeler (cam lifli takviyeli polimer "GFRP"), nanoteknolojiler; Morfolojik düzen: topoloji, non-euclidean geometri, parametrik tasarım, hypersurface (hiper-yüzey), eşşekiller (isomorfic), bir şeklin dönüştürülmesi, 2 ve 3 Boyutlu yüzey ve kabuk tasarımı; Interaktif tasarım, Örnekler: Guggenheim Museum Yapısı Bilbao (Frank O. Gehry, 1997).
<i>KATEGORİ 3: İleri inşaat teknolojileri</i>	
Kriterler ve örnekler	Ürün (Tasarım teknolojisi); Süreç (E-iş); Baskılar (Yönetmelikler); Yaklaşımlar (Teknoloji transferi); Mühendislik malzemeleri: örneğin "titanium" ve "aluminium"; Akıllı malzemeler: Smart malzeme (öğretilebilir: örneğin, deformasyonu hisseden akıllı beton); Intelligent malzeme (bilgi edinmede hız: örneğin, elektrikle kararan elektrokromik cam kullanıcı kontrollüdür); Adaptive malzeme (dış uyarıya göre özellik değiştirir); Yeni teknolojiler: bina sistemleri, kompozit malzemeler, beton ve çelik teknolojileri, inşaat ekipmanları, nanoteknolojiler, strüktürel bağlantılar. Enformasyon teknolojileri: bilgi işleme ve modelleme (örn. CAS); depreme dayanıklı tasarım uzman sistemleri; mimari ürün anlatımı (CAD/CAM, 3DVIZ vb.); proje yönetim ve destek sistemleri (4D inşaat yönetim modeli); Endüstriyel tasarım: Esnek üretim, otomasyon ve çevikliğe odaklıdır. "Hard" teknolojiler üretim ve malzeme ile ilgili iken; "soft" teknolojiler dijital üretim ile ilgilidir. Örnekler: Lift-slab teknolojisi (Hevilift Ltd.)
<i>KATEGORİ 4: Enerji etkin akıllı bina</i>	
Kriterler ve örnekler	"BAS"nin amacı: merkezi denetim ve işletmeyi (DDC ve LAN); enerji tasarrufunu ve güvenlik kontrolünü sağlamaktır. Otomasyon sistemli binalar (Automated, 1981-1985); kullanıcı gereksinmelerine duyarlı binalar (Responsive, 1986-1991); verimli binalar (Effective, 1992 sonrası) olarak sınıflandırılmaktadır. Akıllı bina özellikleri: bina kabuğu özellikleri (cephede güneşlenme ve havalandırma durumları) ve servis hizmetleri (HVAC:ısıtma, havalandırma, iklimlendirme) yönetim stratejileridir. Binanın bütününe dağıtılmış sistemler (distributed systems), günümüzde ise entegre bina sistemleri yaygındır. BMS, BAS'yi yönetmektedir. ANN, öğrenen tecrübe edinen, tepki veren, karar veren bina otomasyonunun son şeklidir. Sıfır enerji evleri; Artı enerji evleri; Enerji etkin akıllı bina: akıllı kabuk (çift cidarlı cephe, aktif cephe); Aktif sistem ve pasif sistem; Otonom bina vb. Örnekler: Stadttor (City Gate, Punt&Partn., 1997); Debis Binası (R.Piano, 1996); The Environmental Binası (F.Clegg; 1996), Frankfurt Commerzbank Binası (N.Foster&Partners, 1997).
SENTEZ:	
High Tech'in Biçim Dili: 2-boyutlu ve 3 boyutlu çizim ve modellerden oluşan biçim dizgeleri gramer kuralları(BDGK) / Bulgular	

Biçim dizgeleri gramer kuralları, kategori 2: Dijital üretim teknolojileri

Biçimlendirmede kullanılan dijital teknoloji (soft teknoloji) tasarım yardımcı araçlarına. geometrik nitelikli 3-boyutlu tasarım yardımcı araçları üzerinde yapılan işlemler, örneğin: dönüştürmeler: esnetme; biraraya getirme: ekleme uygulanmaktadır. Örnek olarak: monokok kabuğun esnetilerek dönüştürülmesi, “bubble”ın (sabun köpüğü’nün) biçimlendirilmesi, yüzeylere dalga etkisi verilmesi, strüktürel örtülerde üçgen yüzeyler elde edilmesi (triangulation) vb. verilmektedir.

Biçim dizgeleri gramer kuralları, kategori 3: İleri inşaat teknolojileri

Bu tip biçim dizgesinde gramer kuralları şöyledir: akıllı kabuklar, tip 1 (çift cephe) ve tip 2 (aktif cephe), bilgisayar ortamında modellenmiştir.

Biçim dizgeleri gramer kuralları, kategori 4: Enerji etkin akıllı bina

Bu tip biçim dizgesinde gramer kuralları şöyledir: güneş kontrol elemanı ile birlikte tek kabuklu veya çift kabuklu cam cepheler, doğal veya mekanik havalandırmalı çift kabuklu cam cepheler (çok katmanlı); kat yüksekliğinde veya bina yüksekliğinde çift kabuklu havalandırmalı akıllı cam cepheler. Çok kabuklu cam cepheler: tampon bölgesi, çıkış havalı ve çift cepheli olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Lang ve Herzog, 2000). Çift kabuklu cepheler boşluk tipine göre, bina yüksekliğinde, koridor cephe, kutu pencere tipi ve şaft kutu tipi olmak üzere dörde ayrılmaktadır (Wall, 2004).

Kısaltmalar

ANN	:Artificial Neural Networks(yapay sinir ağı)
BMS	:Building Management System(bina yönetim sistemi)
BAS	:Building Automation System(bina otomasyon sistemi)
CAD	:Computer Aided Design(bilgisayar destekli tasarım)
CAM	:Computer Aided Manufacturing(bilgisayar destekli üretim)
CAS	:City Administration System(şehir yönetim sistemi)

CATIA	:Computer Aided Three Dimensional Interactive Application, for french aerospace industry(Fransız uzay sanayinde kullanılan bilgisayarda modelleme)
CFD	:Computational Fluid Dynamics(hesaplamalı akışkanlar dinamiği)
CHP	:Combined Heat And Power(yapıda yerinde enerji üretimi)
CNC	:Computer Numerically Controlled machines(bilgisayar kontrollu üretim makineleri)
DDC	:Direct Digital Control(bina sisteminde merkezi bilgisayarlı kontrol)
ETFE	:EtilTetraFluorEtilen(şeffaf görünümlü plastik kaplama malzemesi)
FEM	:Finite Element Methods(sonlu eleman analizi)
GPS	:Global Positioning System(uzaktan algılama sistemi)
GIS	:Geographical Information System(coğrafi bilgi sistemi)
HVAC	:Heating, Ventilating, Air Conditioning(ısıtma, havalandırma, iklimlendirme)
HIGH-TECH	:Yüksek teknoloji
GFRP	:Glass Fibre Reinforced Polymers(cam lifli takviyeli polimer)
IT	:Information Technologies(bilgi teknolojileri)
LAN	:Local Area Networks(yerel alan ağı)

Kaynaklar

- Addington, D., M. ve Schodek, D., L., (2005). *Smart materials and new technologies for the architecture and design professions*, Harvard University, Elsevier, Architectural Press, Amsterdam.
- Addis, B., (2001). *Creativity and innovation, the structural contribution to design*, Elsevier, Architectural Press, Oxford.
- Aksoy, E., (1975). *Mimarlıkta tasarım, iletim ve denetim*, Gün Matbaası, İstanbul.
- Aksoy, Ö., (1977). *Biçimlendirme*, Karadeniz Gazetecilik Matbaacılık A.Ş., Trabzon, 81.
- Altinkaya, T. ve Özgen, A., (2004). Camın yapısal kullanımının tarihsel gelişimi, güncel olanaklar ve uygulama örneklerinin incelenmesi, 2. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi Ve Sergisi, Kongre Bildirileri*, İTÜ Taşkılla, İstanbul, TMMOB, 87-97.
- Anson, M., Ko, J.M. ve Lam, E:S.S.: editors, (2002). *Proceedings Of The International Conference On*

- Advances In Building Technology*, Hong Kong, China, Elsevier, Architectural Press, Amsterdam.
- Aytis, S., (1999). Çağdaş binalarda güvenlik Kontrol sistemleri ve otomasyon, *Tasarım+Kuram*, Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, Mayıs 1999, İstanbul, 1, 52-59.
- Bayazıt, N., (1994). *Endüstri ürünlerinde ve mimarlıkta tasarlama metodlarına giriş*, Literatür, İstanbul.
- Barthes, R., (1993). *Göstergebilimsel serüven*, Çev. M. Rıfat, S. Rıfat, İstanbul, Yapı Kredi Yayınları.
- Bertalanffy, L., (1968). *General system theory*, New-York, Braziller.
- Castex, J. ve Panerai, P., (1974). Structure de l'espace architectural, Paris, Çevre Yapı Ve Tasarım Dergisi, Çevre Ve Mimarlık Bilimleri Derneği, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Matbaası, Ankara, 381-399.
- Charleson, A., W., (2005). *Structure as architecture, a source book for architects and engineers*, Elsevier, Architectural Press, Amsterdam.
- Çetiner, İ., (2002). Çift kabuk cam cephelerin enerji ve ekonomik etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılabilir bir yaklaşım, *Doktora tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ching, F. D., K., (2002). *Mimarlık: Biçim mekan ve düzen*, Çev. Sevgi Lökçe, Y.E.M., 85, İstanbul.
- Coyne, R., D., Rosenman, M., A., Radford, A., D., Balachandran, M., ve Gero, J., S., (1990). *Knowledge-based design systems*, Reading Mass: Addison-Wesley Publication.
- Davies, C., (1988). *High tech architecture*, Rizzoli New York, USA.
- Davies, C., (1999). *Hindsight or foresight, architectural design*, England, John Wiley&Sons Ltd., London, UK, 69, 3/4, 16-17.
- Eco, U., (1984). İşlev ve gösterge: Göstergebilim açısından mimari, La Struttura Assente'den Çeviri, Milano 1968, Çev. F.Erkman, *Çağdaş Eleştiri Dergisi*, Yıl: 3, 12.
- Erkman, F., (1987). *Göstergebilime giriş*, Alan Yayıncılık, İstanbul.
- Eşsiz, Ö. ve Hattap, S., (2004). Cam teknolojisinde enerji sağlamaya ve ekolojik kullanımını geliştirmeye yönelik uygulamalar, 2. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi Ve Sergisi, Kongre Bildirileri*, İTÜ, İstanbul, TMMOB, 445-455.
- Flanagan, R., (2002). Creating competitive advantage and profits with technology in the construction sector, *Proceedings Of The International Conference On Advances In Building Technology, 2002*, Hong Kong, China, Elsevier, Architectural Press, Amsterdam, 1, 39-46.
- Glass, J., (2002). *Encyclopedia of architectural technology*, Wiley Academy, England.
- Gründig, L., (2006). Formfinding and structural analysis of lightweight structures concepts and applications, Technische Universität Berlin, Institut Für Geodäsic Und Geoinformationstechnik, *İTÜ İnşaat Fakültesi Konferansları*.
- Harris, B., (1967). The limits of science and humanism in planning, *AIP Journal*, 9.
- Höfler, H., (2005). Yapı tasarımında enerji optimize eden önlemlerin morfolojik olarak bir araya getirilmesiyle verimin sistematik olarak artırılması, *Internationales Symposium, Öko-Technologien-Ökologische Siedlungen*, Yıldız Teknik Üniversitesi Oditoryumu, İstanbul.
- Kolarevic, B., (2003). *Architecture in the digital age, design and manufacturing*, Spon Press, New York.
- Kron, J. ve Slesin, S., (1978). *High tech: The industrial style and source book for the home*, Publications By Clarkson, N.Potter, New York.
- Lang, W., ve Herzog, T., (2000). Using multiple glass skins to clad buildings, *Architectural Record*, New York, Mc Graw-Hill, 188, 7, 171-182.
- Linde, C., W., (1991). *Understanding building automation systems*, R.S. Means Company, Inc pub., Kingston, MA, USA.
- Meiss, P., V., (1991). *Elements of architecture from form to place*, Published By E&FN Spon Of Chopman&Hall, London, UK.
- Mitchell, W. J., (1990). *The logic of architecture, design computation and cognition*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 107-108.
- Moore, F., (1999). *Understanding structures*, WCB/McGrawHill, Boston.
- Öke, A., Bayazıt, N., İnceoğlu, M., Tapan, M., (1978). Mimari tasarlama ders notları, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Saussure, F., D., (1985). *Genel dilbilim dersleri*, Çev. B.Vardar, Ankara, Birey Ve Toplum Yayınları.
- Sebestyén, G., (2003). *New architecture and technology*, Elsevier, UK, 118.
- Şener, S.M., (1994). Mimari tasarımda düzlemsel geometrik örüntü kullanımının ihtiyaç programının alansal değeri ile ilişkisi, *Doktora tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Trahtenberg, M. ve Hyman, I., (2002). *Architecture from prehistory to postmodernity*, H.N.Abrahams, Inc. New York, 552-558.
- Tunçer, B., Özşarıyıldız, Ş.S., Şarıyıldız, S. ve Çağdaş, G.: editors, (2003). *Proceedings of the*

- 9th *EuropIA International Conference, E-Activities And Intelligent Support In Design And The Built Environment*, ITU, Turkey, Pub. By Europa-Paris.
- Wigginton, M. ve Harris, J., (2002). *Intelligent skins*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Yıldırım, M.T., (2003). Bina işlevi ile bina biçimi ilişkisinde çizge teorisi kullanımı ile veri eldesi, *Doktora tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, Z., (2005). Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji, *Tasarım Yayın Grubu, Enerji+Ekoloji+Mimarlık*, İstanbul, 157, 100-104.
- Zellner, P., (2000). *Hybrid space, new forms in digital architecture*, Thames&Hudson, London, UK, 8-16.
-
- Barthes, R. (1964). *Elements of semiology*, publ. Hill and Wang, 1968, <http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/fr/barthes.htm>, (18.08.2006).
- Bilgin, E. ve Utkutuğ, G.S., (1999). Tasarım ve üretim sürecinde mimar-mühendis iş birliğini yansıtan üç örnek bina, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi. <http://www.teskon.mmo.org.tr>, (11.05.2007).
- High-Tech: <http://www.en.wikipedia.org/wiki/High-Tech-architecture>, (20.12.2006).
- High-Tech modern architecture: [http://www.greatbuildings.com/types: High-Tech Modern Architecture](http://www.greatbuildings.com/types:High-TechModernArchitecture), (30.01.2006).
- Howe, S., (2006). *Designing for Automated Construction-1996*, <http://www.personal.umich.edu/~ashowe/research.html>, (06.12.2006).
- Wall, M., (2004). *Double skin façades*, <http://www2.ebd.lth.se/>, (09.04.2007).