

Mesleğimize, Odamızı Sahip Çıkacağız

Ülke gündeminin belirleyen "torba yasa"lara sürekli yenileri ekleniyor. Son torba yasa çalışması TMMOB'u, mimarların müelliflik haklarını, meraları, kıyıları hedef alıyor....

TMMOB Yasası'na sıra geldi şimdiden... Uzun süredir serbest meslekleri "beyaz yakalıya dönüştüren" yasa çalışmaları hazırlayan hükümet şimdiden mimar ve mühendisleri ve onların meslek örgütünü hedef alıyor. Hazırlanan torba yasada hem meslek ortamı, hem meslek örgütü yeniden tanımlanıyor.

Yapı denetim kuruluşlarını "teknik müşavirlik kurulu"na dönüştürerek her türlü mimarlık, mühendislik, planlama, denetim, yapım, müteahhitlik... vb. yapma yetkisi verilmek isteniyor. Teknik Müşavirlik Kuruluşlarının yapabileceği görevler dikkate alındığında tüm mimarlık ve mühendislik hizmetlerinin tek bir çatı altında toplanması ön görülmekte, böylelikle mimarlık mesleğinin "serbest meslek" olma özelliği ortadan kaldırılmaktadır. Müelliflik dahi tüzel kişiliğe dönüştürülmektedir.

Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu değiştirilerek mimarların telif hakları da ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır.

Mimar, mühendisin olmadığı illerde; aslı görevleri mimar ve mühendislere yardımcı olması gereken teknikerler, teknik öğretmenler, teknisyenlere mimarlık-mühendislik hizmetleri yapılırmaya çalışılmaktadır.

Şantiye şefi mimar ya da mühendisin yardımcısı olarak görev alması gereken tekniker, teknisyen, teknik öğretmenlere şantiye şefliği hakkı tanınmaktadır.

Kıyı Kanunu değiştirilerek kıylara 10 metreye kadar yaklaşarak yapılaşma izni getirilmek istenmektedir.

Mera alanları "kentsel dönüşüm yapmak, yeni yaşam çevreleri oluşturmak, toplu konut projeleri yapmak" üzere yaplaşmaya açılmak istenmektedir.

Kapalı kapılar arasında hazırlanan, mesleğimizi degersizleştirmeye, örgütümüzü işlevsizleştirmeye yönelik tüm girişimlerin karşısında olacağız.

Kapalı kapılar arasında hazırlanan TMMOB'u bölmeye, parçalamaya, etkisizleştirmeye yönelik yasa değişikliğini kabul etmiyoruz.

YÖNETİM KURULU

SÜBE'DEN

EGE MİMARLIK'TAN

2 3-24 Kasım 2012 tarihlerinde Mersin'de TMMOB Mimarlar Odası 43. Dönem 1. Danışma Kurulu'nda toplumsal, örgütsel ve mesleki gündem konuları değerlendirilmiş; "Torba Yasa" niteliğindeki "Yapı Denetimi Hakkında Kanun ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Yasa Taslağı" girişiminin durdurulması için başlatılan çalışmalar gerçekleştirılmıştır. Danışma kurulu sonuç bildirisini sizlerle paylaşıyoruz.

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nce 2007-2009 döneminde yürütülen İzmir Ulaşım Ana Planı çalışmalarının danışmanlarından Yıldırım Oral, "İzmir Ulaşım Planı" adlı makalesinde oluşturulan ana plan ile ilgili gerçekleştirilen geniş kapsamlı çalışmaları aktarıyor.

Yenal Akgün editörlüğünde "Çağdaş Yapı Teknolojileri" isimli dosya konusuna bu sayıda yer veriyoruz. Son yıllarda teknolojideki hızlı gelişmelerin mimarlık alanına etkilerinin ve yapı malzemeleri, teknik donanımlar ve tasarım araçlarındaki gelişmelerin konu edildiği dosya kapsamında, Werner Sobek, Christian Bergmann ve Walter Haase makalesinde Stuttgart Üniversitesi bünyesinde hafif yapı elemanları alanında yapılan çalışmaları aktarmakta, Ayşe Dösemeciler çalışmasında ileri mühendislikle tasarılanmış, çevreye akıllı tepkiler veren malzemeler olarak tanımlanan akıllı malzemelerin mimari yapı elemanı ve tasarım açısından etkileri paylaşmakta, Ahmet Vefa Orhon makalesinde akıllı malzemelerin farklı uyaranlara tepkilerini ve bu malzemelerin niteliklerine göre yapı elemanlarında kullanım alanlarını aktarmakta, Başak Güçyeter makalesinde yapı kabuğu tasarımında enerji etkin teknolojiler üzerine incelemelerini aktarmakta, İsmail Sarıay çalışmasında Türkiye'de asma-germe membran sistemlerin kullanımlarını örnekleri ile aktarmakta ve Gözde Susam, Fulya Gürcü, Koray Korkmaz ise hareketli çift eğrilikli çizel yüzeylerin tasarımı ve üretilmesi üzerine çalışmalarına degenmekteler.

Yapı Tanıtım bölümümüzde Noyan Umur Vural tarafından tasarlanan Özyavru Elektrik İdare Binası tasarım aşamalarını sizlerle paylaşıyoruz.

Önümüzdeki sayıda Didem Akyol Altun editörlüğünde "Medyatik bir kavram olarak Sürdürülebilirlik" dosyası ile sizlerle buluşmayı hedefliyoruz.

Bir sonraki sayımızda buluşmak dileğiyle, iyi okumalar...

YAYIN KOMİTESİ

NEWS Challenge for Our Country, Profession and Shared Future

The Consultative Committee of Chamber of Architects of Turkey was met in Mersin on 23-24th of November to discuss the new arrangements about law of building codes changes and other new law of codes by government that need to stop. The challenge text is placed in the issue.

ISSUE A Modern Construction Technologies

Assist. Prof. Yenal Akgün, Gediz University

In recent years, the rapid developments in technology and their effect on the field of architecture and the development of techniques, materials and tools of design are discussed in the issue in different articles.

ISSUE Lightweight Structure Design: current Studies on the Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design at University of Stuttgart

*Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Werner Sobek, ILEK, University of Stuttgart
Dipl.-Ing. Christian Bergmann ILEK, University of Stuttgart
Dr.-Ing. Walter Haase, ILEK, University of Stuttgart*

The Institute for Lightweight Structures and conceptual Design (ILEK) at University of Stuttgart merges the architectural subject areas of design and form with the engineering fields of analysis, construction and material. In this article, the current studies about all types of building technologies and structural systems which continue on the ILEK are shared.

ISSUE The Smart Materials of Glass and Lighting Systems

Assist. Prof. Dr. Ayşe Döşemeciler, Faculty of Architecture of Gediz University, Interior Design Field

The smart materials, defined as the materials which differ from the traditional materials with changing form and adapting the environmental conditions, are changing our vision to design and architectural structural material chosen.

ISSUE Smart Materials in Architecture

Ahmet Vefa Orhon, Assist. Prof. Dr., Dokuz Eylül University, Faculty of Architecture

There are more than twenty categories of responsive architecture materials today, and they are still being researched. The author tells about the term "responsive architecture" and the effects of new changeable-responsive materials on architecture.

ISSUE A Research about Energy-Efficient Technologies on Building Envelope Design

Instructor Dr. Başak Güçyeter- Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Architecture, Department of Architecture

The author summarises the points of energy efficient technologies which are adapted to building envelope, their potentials to integrate architectural forms, passive systems and responsive effects of technologically developed new materials.

ISSUE The Examples of Suspension Lift Top Covers from Turkey

Ismail Sarıay, Architect, Arch-Art Architectural Design Group

The tensile membrane structures are being used in architecture since 1950s. But, in turkey, we can say that it is not so common to use tensile structures and there are not enough examples of them. The author aims to inform the general properties about tensile structures with examples from Turkey.

ISSUE The Design of Deployable and Retractable Structures

Gözde Susam, Graduate Student at Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture

Fulya Gürçü, Graduate Student at Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture

Koray Korkmaz, Assist. Prof. Dr., Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture

The Mec-Art Group has been studying on the structural mechanisms. These are the mechanical designed structures that were developed after previous mechanical structure designers' models to have fewer parts or lighten the total structure. The authors inform us about the new developed mechanical structure and the development process in the article.

ARCHITECTURES Simple, Transparent, Functional (Özyavru Headquarters)

Noyan Umur Vural, Architect

Özyavru Headquarters Building, located in Bornova, intends to be a structure that aims to make an attempt to break the monotony of the surrounding by turning back the blind parts. The office building's concept and details are shared.

Ülkemiz, Mesleğimiz ve Ortak Geleceğimiz İçin Mücadeleye Çağrı!

TMMOB MİMARLAR ODASI 43. DÖNEM 1. MERKEZ DANIŞMA KURULU SONUÇ BİLDİRİSİ

23-24 Kasım 2012 tarihlerinde Mersin'de toplanan TMMOB Mimarlar Odası 43. Dönem 1. Danışma Kurulu'nda toplumsal, örgütsel ve mesleki gündem konuları değerlendirilmiştir; siyasal iktidarca basına servis edilen, örgütSEL yapıımızı ortadan kaldırılmaya yönelik olarak hazırlanan, içerisinde TMMOB Kanunu da bulunan 11 adet kanunda değişiklik yapılmasını içeren "Torba Yasa" niteliğindeki "Yapı Denetimi Hakkında Kanun ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Yasa Taslağı" girişiminin durdurulması için TMMOB bütünlüğünde başlatılan çalışmalar bağlamında Ülkemiz kamuoyu, meslektaşlarımız ve demokratik örgütlerle birlikte bir mücadele kampanyasının etkin bir şekilde sürdürülmesi kararlaştırılmıştır.

Bu çerçevede Danışma Kurulumuzda yapılan tespit ve değerlendirmeler ışığında hazırlanan belli başlı görüş ve önerileri bilgilerinize sunuyoruz: Ülkemizde hukusuzluğun ve demokrasi karşıtlığının "ilke" haline geldiği ve rejimin giderek daha da otoriterleştiği bir dönemden geçmekteyiz. 12 Haziran Seçimleri sürecinde çıkarılan KHK'lerle bütün meslek örgütlerini ve sivil-demokratik örgütleri de kapsayacak şekilde "tasfiye ve sindirme" operasyonları hız kazanırken; aynı zamanda yurt sathında yağmanın engelsiz sürdürülmesi için radikal adımlar atılmış ve atılmaya devam edilmektedir. Türkiye'deki imar faaliyetlerine ilişkin tüm yapı üretim sürecinin, demokratik katılım mekanizmaları dışlanarak, yerel yönetimleri de işlevsizlestirecek şekilde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlanması ve adeta Bakanlığın "Türkiye Belediye Başkanlığı"na dönüştürülmesi; ülkemizdeki "otoriter yaklaşımın" yeni adımları olmuştur. Ülkemiz kaynaklarını, "sıcak para" girişinin sürekliliğini sağlamaya yönelik olarak mali sermayenin ve iktidar çevresine kümelenmiş bir avuç sermaye grubunun emrine sunan AKP iktidarı; bu amaçla TBMM'deki oy çokluğuna bağlı olarak "mimarlık ve şehircilik ilkeleri" ile bağdaşmayan pek çok "yasa" çıkararak yürürlüğe sokmaktadır.

2B arazileri ve HES'lerle başlatılan bu

yağma süreci, kamuoyunun yoğun tepkilerine rağmen afet gerekçesiyle 6306 Sayılı "Kentsel Dönüşüm Yasası" ve daha sonra çıkarılan "Büyükşehir Yasası" ile sürdürmüştür. Son olarak gündeme getirilen "Torba Yasa Taslağı" ile şimdi sırnan kıyılar, kırsal alanlar, meralar ve dönüşüm sürecinin engelsiz atlatılmasına yönelik diğer düzenlemelere geldiği anlaşılmaktadır. "Taslak" ile yapılan değişikliklerde bu alanlar, kısmî imar aflarını da içerecek şekilde yapışmaya açılmakta ve halkın ortak varlığına el konulmaktadır.

Taslağın asıl gerekçisi olan "Yapı Denetimi" bağlamında yapılan düzenleme ile kentsel dönüşüm uygulamalarına yönelik olarak, "teknik danışmanlık" adı altında teknik taşeronların oluşturulması hedeflenmektedir. Meslek hukukumuz açısından kabul edilemez nitelikte çeşitli yetkilerle donatılan bu kuruluşların işlevlerini engelsiz bir biçimde yapmasının sağlanması için de imar yasası ve diğer mevzuat değişiklikleri "Taslak" kapsamı içine alınmıştır. Doğrudan mesleğimizi ve örgütessimizi ilgilendiren Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu (FSEK) ve TMMOB Kanunu bu "Torba Yasa" kapsamında değiştirilmek istenmektedir. FSEK ile ilgili değişiklikleri içeren taslağın 51 ve 52. maddelerinde; "Görev, yetki ve sorumlulukları Bakanlık tarafından çıkarılacak Yönetmelikle belirlenen ve yerel yönetimler bünyesinde kurulan mimari estetik kurullarca özgün fikir ifade ettiğine karar verilen ve tescil edilen mimari proje, tasarım ve maketler eser kapsamına alınacağı" "Yapı sahibi vefat ettiğinde telif hakkının son bulacağı" belirtilmek suretiyle mesleğin özgün yapısına açık ve pervasız bir saldırı niteliğinde bir değişiklik önerilmektedir.

Cumhuriyet dönemi modern mimari mirasımızın ve mimarlık kültürümüzün yok edilmesine kaynaklık edecek bu girişime ve aslı haklarımız olan telif ve müelliflik haklarımızı yok sayan bu yaklaşımın mutlaka durdurulması gerekiyor. TMMOB'nın KHK'lerle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı işlevsiz bir "müdürlük" haline getirilme süreci, bu değişiklikle meslek örgütlerinin aslı

niteliklerine yönelik bir biçim kazanmıştır. TMMOB ve bağlı Odalar, yapısal olarak bir yandan parçalanmakta ve dağıtılmakta, diğer yandan "piyasalaştırılmaya" çalışılmaktadır. TMMOB ve Odaların görüşü alınmadan, başka bir kanun adı altında Anayasa'ya açık aykırılıklar içeren bir düzenlemenin yapılması hukusuzluğun boyutları bakımından ibret vericidir. Bu düzenleme hem "torba" niteliği, hem de yanından mal kaçırıcısına hızla yapılan hazırlık süreci açısından suçu "ikrar" etmektedir.

Çünkü TMMOB ve Meslek Odaları Ülkemizdeki toplumsal-kentsel demokratik muhalefetin başat unsuru olarak halen baskılara direnmekte, toplum sözcülüğü görevini sürdürmektedir. Siyasal iktidar "otoriter ve yağmacı" yaklaşımının bir sonucu olarak bütün toplum kesimlerini "zapturapt" altına almak isterken; toplumsal barışı, kardeşlik duygularını ve birarada yaşamı zedeleyen uygulamaları hız vermektedir. Her türlü demokratik talebi zorla bastırmak suretiyle kamuoyunda "iktidarının mutlak olduğu" yanılgısını yaratmaktadır. Oysa ülkemizde "demokratik, özgür ve barışın egemen olduğu bir ülke" talebi giderek daha kapsamlı bir şekilde dile getirilmektedir.

SALDIRI, TÜM YAŞAM ALANLARIMIZA ve MESLEĞİMİZE YÖNELİKTİR! TMMOB Mimarlar Odası 26 Şubesi ile birlikte, bu süreci durdurmak için TMMOB koordinatörüğünde başlatılan mücadele sürecinin yaygınlaştırılarak sürdürülmesi için kararlığını ve kendi birikiminin bir ifadesi olan "Mimarlar Odası Toplum Hizmetinde, Toplum Hizmetinde Mimarlık" hedefinden asla vazgeçmeyeceğini bir kez daha vurgulamaktadır.

KAMU VE TOPLUM YARARINI YOK SAYAN; KENTLERİMİZE, KİYILARIMIZA, MERALARIMIZA ve KIRSAL ALANLARIMIZA, MESLEKLERİMİZE ve TOPLUMSAL- KENTSEL DEMOKRATİK HAKLARIN SAVUNUCUSU ÖRGÜTLÜ BİRLİĞİMİZE YÖNELİK SALDIRI NİTELİĞİNDEKİ "TORBA" YASA GİRİŞİMİNİ DURDURALIM!

Değerli kamuoyumuza saygı ile duyurulur.
TMMOB Mimarlar Odası 43. Dönem 1. Danışma Kurulu

DOSYA: ÇAĞDAŞ YAPI TEKNOLOJİLERİ

EDİTÖR **Yenal Akgün**

SON YILLARDA TEKNOLOJİDEKİ HIZLI GELİŞİM, BİRÇOK ALANI OLDUĞU GİBİ MİMARLIK ALANINI DA DERİNDEN ETKİLEMEKTEDİR. YAPI BİLGİ SİSTEMLERİ TEMELLİ TASARIM DESTEK ARAÇLARINDAN, YAPI ÜRETİM TEKNOLOJİLERİNE, ELEKTRONİK DESTEK VE KONTROL SİSTEMLERİNDEN, ÇAĞDAŞ YAPI MALZEMELERİNE KADAR PEK ÇOK YENİLİK TEKNOLOJİNİN GELİŞİMİYLE BERABER MİMARLIK DÜNYASINA GİRMIŞ DURUMDADIR.

BU SÜREÇTE ÖZELLİKLE YAPI MALZEMELERİNDEKİ, TEKNİK DONANIMLARDAKİ VE TASARIM ARAÇLARINDAKİ GELİŞİM MİMARİYİ DOĞRUDAN ETKİLEMEKTEDİR. ÖRNEK OLARAK; BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM YÖNTEMLERİYLE KONVANSİYONEL OLARAK ÜRETİLMESİ ZOR GEOMETRİLER VE MİMARİ ELEMANLAR ÜRETİLEBİLMekte; AKILLI MALZEMELERLE HEM MEKÂNSAL HEM FONKSİYONEL HEM DE KONFOR ŞARTLARINA DAİR BAZI İHTİYAÇLARIN KARŞILANABİLMESİ SAĞLANMAKTADIR. AYRICA SENSÖRLER, MOTORLAR GİBİ YARDIMCI ELEMANLARLA BİNA DESTEK, DÖNÜŞÜM VE ADAPTASYON SİSTEMLERİ ÜRETİLEBİLMEKTEDİR. BU DOĞRULTUDA DOSYAMIZDA ÖNCELİKLE WERNER SOBEK VE ARKADAŞLARI, STUTTGART ÜNİVERSİTESİ HAFİF STRÜKTÜRLER VE KAVRAMSAL TASARIM ENSTİTÜSÜ'NÜN ÇAĞDAŞ YAPI TEKNOLOJİLERİ GELİŞTİRME KONUSUNDAKİ GÜNCEL ÇALIŞMALARINI ANLATMIŞTIR. AYÇE DÖSEMECİLER, AKILLI MALZEMELERİN CAM VE AYDINLATMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR DERLEME YAPMIŞ, BU MALZEMELERİN HANGİ POTANSİYELLERİ BARINDIRDIĞI ANLATMIŞTIR. AHMET VEFA ORHON YİNE AKILLI MALZEMELER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME YAPARAK MİMARLIK ALANINDAKİ KULLANIMLARINA İŞIK TUTMAYA ÇALIŞMIŞTIR. BAŞAK GÜCYETER İSE YAZISINDA ÇAĞDAŞ ENERJİ ETKİN MALZEMELERİ DETAYLI BİR ŞEKİLDE TANITMIŞ, TEMEL UYGULAMA PRENSİPLERİNİ AKTARMIŞTIR. GÖZDE SUSAM VE ARKADAŞLARININ YAZISI, GÜNÜMÜZ MİMARLIĞINDA GÜNCELLİK KAZANAN ADAPTASYON VE ŞEKİL DEĞİŞTİREBİLME GİBİ KONULARA DEĞİNEREK, ÇİFT EĞRİLİKLİ VE ŞEKİL DEĞİŞTİREBİLEN STRÜKTÜR VE FORM OLUŞTURMA KONUSUNDA BİR ÖRNEK SERGİLEMEKTEDİR. İSMAİL SARIAY'IN YAZISI İSE MEMBRAN VE ASMA GERME SİSTEMLERDEKİ GELİŞMELERİ TÜRKİYE'DEN GÜNCEL ÖRNEKLER ÜZERİNDEN AKTARMAKTADIR.

Hafif Yapı Elemanları Tasarımı: Stuttgart Üniversitesi Hafif Strüktürler ve Kavramsal Tasarım Enstitüsü'nün Güncel Çalışmaları

ENSTİTUDE HER TÜR HAFIF VE ADAPTE OLABİLİR STRÜKTÜR TASARIMI KONUSUNDA ARAŞTIRMA YAPILMAKTADIR

Werner Sobek, Christian Bergmann, Walter Haase • ÇEVİRİ Yenal Akgün



Origami temelli tekstil cephe kaplaması
(Resim 1)

Stuttgart Üniversitesi Hafif Strüktürler ve Kavramsal Tasarım Enstitüsü (ILEK), özellikle hafif strüktürler konusunda, dünya çapında üne sahip bir araştırma ve eğitim kurumudur. Çalışmalarında interdisipliner bir yaklaşım izleyen enstitü mimari tasarım, mühendislik, strüktürel tasarım ve malzeme bilimlerini bir arada ele almaktır; yeni malzemeler ve uygulama yöntemleri geliştirmektedir. Enstitünün uzmanlık alanları mimari tekstil ürünlerinden cam konstrüksiyonlara, yenilikçi çelik ve öngerilmeli beton tasarımlarından, adaptif ve ultra-hafif strüktürlere kadar geniş bir yelpazededir. Enstitünün ana felsefesi; tutarlı, dayanıklı, uygulanabilir, geri dönüşüm potansiyeli olan ve çevreye duyarlı sistemler geliştirmektir. Geliştirilen tüm bu sistemlerde ana esin kaynağı her zaman doğadaki formlar, ve onların üretilmiş biçimleri olmuştur.

Hafif yapılar; malzeme, strüktür ve sistemine göre olmak üzere üç temel grupta sınıflandırılabilir. Hafif yapıların genel mantığını, ve dolayısıyla ILEK'in çalışmalarını kavramak için, bu üç temel grubu oluşturan tasarımlardan örnekler bu metinde paylaşılacaktır. Böylece ILEK'in genel tasarım ve araştırma yaklaşımları ile beraber, hafif yapı elemanı tasarımının mimari ve mühendislik bağlamında bugünü de aktarılmasına çalışılacaktır.

ILEK'te, hafif yapılar ve strüktür sistemleri üzerine yapılan çalışmaların yanında, mimariye yeni malzemeler kazandırmaya yönelik çalışmalara da ağırlık verilmektedir. Özellikle farklı disiplinlerde kullanılan bir malzeme, ya da malzeme üretim yöntemi, hafif yapı

alanında bir malzemeye aktarıldığında çok şartlı ve estetik açıdan tatmin edici ürünler ortaya çıkmaktadır. Çift eğrilikli camlar, ultra yüksek performanslı beton (UHPC) veya tekstil ürünleri üzerine yapılan çalışmalar bu konuya örnektir; ve bu metinde kısaca değinilecektir.

Bu metinde öncelikle, ILEK'in tekstil ve membran sistemler üzerine çalışmaları anlatılacaktır. Tekstil ürünler bugüne kadar mimarlıkta genel olarak asma-germe sistemlerde ya da kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır. Ancak tekstil ürünler bu işlevlerden çok daha fazlasını yapabilecek teknik özelliklere sahiptir. Örneğin, tekstil ürünlerinin görsel ve dokusal özellikleri, esnekliği, yayılabilme, örtme ve buruşup katlanabilme özellikleri mimarlık dünyası için çok ciddi bir potansiyel oluşturmaktadır. ILEK'teki araştırmalarda, tekstil ürünlerinin bu özellikleri düşünülerek şu sorulara cevap aranmaktadır: Tekstil bina cidarları nasıl hava sirkülasyonu sağlar? Hangi malzeme kombinasyonları tekstil mimari ürünlerin görsel, dokusal ve fonksiyonel özelliklerini artırbilir? Katlama teknikleri bir tasarım unsuru ya da yapı elemanı olarak kullanılabilir mi? Tüm bu sorulara yanıt ararken esas olan; farklı formlar üretip ışık geçirgenliği ve strüktürel hafiflik sağlanırken, aynı zamanda yapı fizigi ve inşaat mühendisliği bilimlerinin gereksinimlerini de karşılamaktır. ILEK'te yapılan birçok araştırma ve bu araştırmalar süresince geliştirilmiş olan prototipler, tekstil ürünlerinden oluşturulmuş binaların potansiyellerini



SOLDA "Akan Eleman" Projesi
(Resim 2)

ALTTA "Stuttgart Cam Kubbe"
Projesi (Resim 3)

ortaya koymaktadır (Resim 1). Bu bağlamda, "Akan Eleman" projesi çok katmanlı tekstil bina cedarlarında açıklıklar açabilme konusunda farklı ve zarif bir alternatif ortaya koyar. Basit bir kullanıcı arayüzü sayesinde tekstil malzeme esnek bir şekilde dalga-benzeri kıvrılma hareketini yapar ve açıklıklar oluşturur (Resim 2).

ILEK'in odaklandığı diğer bir konuda camın yapı elemanı olarak

kullanılmıştır. Dünyada cam yapı elemanları konusunda yapılmış yaygın araştırmalar sonucunda fiziksel malzeme özellikleri değiştirilmiş filigran cam strüktürler geliştirilmiştir. Stuttgart Cam Kubbe, bu cam strüktürlere örnektir. Kubbe strüktürü, hiçbir metal desteği ihtiyaç duymadan birleşen 1cm kalınlığında çift eğrilikli cam panellerden oluşur ve 8.5m açıklığa sahiptir (Resim 3).

Hafif yapı konusunda çığır açan yeni malzemelerden birisi de Ultra Yüksek Performanslı Beton'dur (UHPC). Bu malzemenin teknik ve malzeme özellikleri bilinse de, mimaride kullanım alanları ve yöntemleri konusunda halen araştırma ve pratik eksiklikler vardır. Bu eksikliği doldurmak adına ILEK'te yakın zamanda UHPC üzerine bir atölye serisi düzenlenmiştir; bu malzemeyle ne tür yüzey tasarımları yapılabileceği, hangi





formların oluşturulabileceği ve hangi fonksiyonların bu yüksek performanslı malzemeye yüklenebileceği üzerine çalışılmıştır. Bu atölye çalışmalarında geliştirilen ince beton kabuk örneği Resim 4-5'de görülebilir. Betonun yapı malzemesi olarak sunduğu potansiyel yalnızca bu kadar değildir. Beton, fonksiyonel derecelenmiş malzeme (FDM) olarak da çok ciddi imkanlar ortaya koyar. FDM'ler, bünyesinde bulundukları elemanın istenen dış gereksinmelerle göre özelliklerini değiştirmesini sağlarlar. Değişebilen parametreler hem bileşenin gözenekliliği hem de beton içindeki liflerin içeriği ve konumlandırılmasıdır. Yakın gelecekte, FDM'ler yapıarda malzemelerin daha verimli

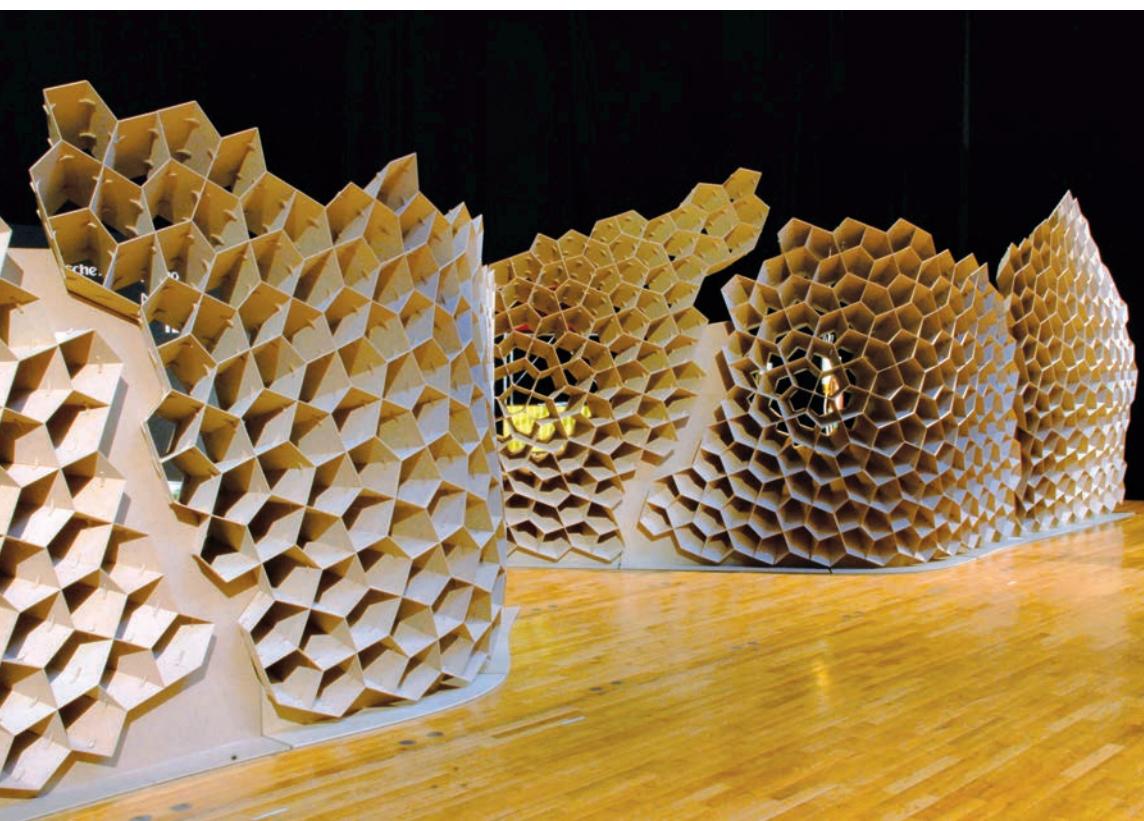
uullanılmasına katkı sağlayacak; ve farklı formların üretilmesine, malzemelerin optimize edilmesine katkı sağlayacaktır.

Çağdaş mimarlık, bugünkü artan bir şekilde, sadece özel olarak geliştirilmiş bilgisayar programlarıyla üretilebilecek kompleks geometrilere odaklanmıştır. Genelde kavramsal düzeyde kalan bu formların gerçekleştirilebilmesi için farklı uygulama optimizasyonları gereklidir. ILEK çalışmalarında bu optimizasyonlar üzerine yoğunlaşmakta; karmaşık mimari formları minimum malzemeyle olanaklı kılabilcek model arayışları üzerinde de çalışmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları her zaman uygulamaya yönelik gerçek boyutlu

prototipler ile test edilmektedir. Ayrıca, bütün bu karmaşık geometriler oluştururken de malzemelerin her birinin söküldüğünde geri dönüştürülmesine dikkat edilmektedir.

ILEK'in, karmaşık formların fiziksel olarak üretilmesi konusundaki çalışmalarına örnek olarak 3D2Real ve Rn601 projeleri örnek gösterilebilir. Bir strütür nasıl olur da hem her tür şekli alırken aynı zamanda da hafif, dayanıklı, kolay üretilen, ucuz, kolay nakledilebilir, kolay monte ve demonte edilebilir olabilir? ILEK öğrencileri tarafından geliştirilmiş iki fuar standı hem karmaşık geometrilerin nasıl uygulanabileceğini araştırırken, hem de bu soruya yanıt arar. Her iki tasarımda da kullanılan yöntem; düz bir malzemenin kolay üretilen kesitlerinin birleştirilmesiyle, önceden belirlenmiş üç boyutlu bir form oluşturulması çalışmasıdır. Her bir sistem parametrik olarak tanımlanmıştır ve iç/ dış, statik ve dinamik girdileri kontrol edilmiştir. 3D2Real standı kompleks uzaysal strütürlerle endüstriyel üretimlerin nasıl birleştirilebileceğini göstermektedir (Resim 6). Sistemdeki herbir bal peteği oluşturan bileşenler CNC tezgahta ayrı ayrı üretilmiş benzersiz elemanlardır. Üretim süreci için gerekli veri, kullanılan bilgisayar programındaki algoritmalar ile elde edilmiştir.

Sözkonusu algoritma, her bir bileşenin tüm ölçülerini ve bütün içindeki tam yerleşimini verebilmektedir. Rn601 projesi, düzlemsel parçaları birleştirerek uzaysal bir sistem elde etme konseptini daha ileri bir seviyeye getirmiştir, değişken yoğunluğu olan sabun köpüğü benzeri yarı düzlemsel bir strütür, bir önceki projedeki karmaşık grid sistemin yerini almıştır (Resim 7). Bu standın tasarım sürecinde, herbir hücre bilgisayar algoritmaları ile teker teker deform edilerek, altında sergilenecek objelere odak sağlamaya çalışılmıştır. Tüm strütür geliştirilebilir düzlemsel elemanlardan olussa bile sonuç ürün, etkileyici bir mimari etkisi olan serbest formlu bir strütür olmuştur. Bu stand tasarımında her bir elemanın birleşim yöntemine özel bir önem verilmiştir: Basit misina ipleri herbir hücreyi oluşturan elemanların çevresinden sarılmış, böylece kolay



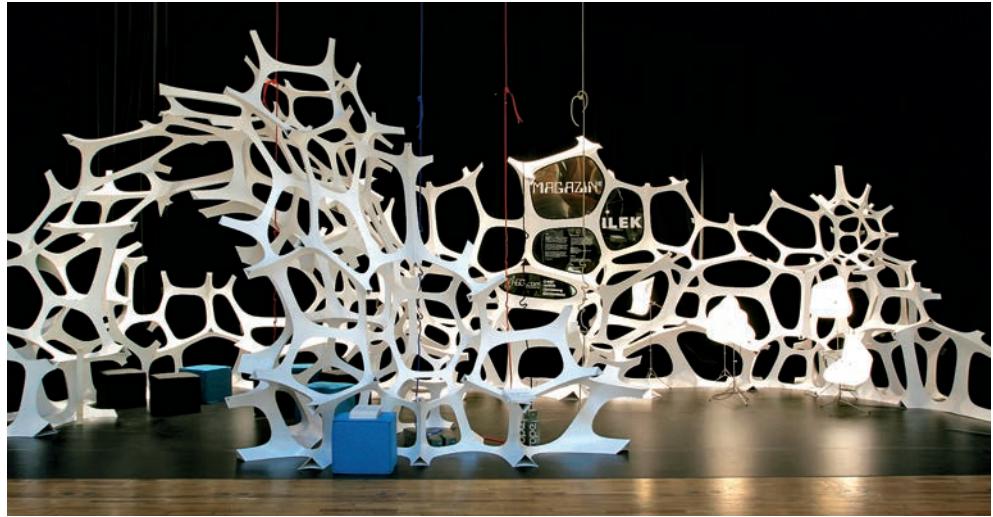
SOL ÜSTTE UHPC ile oluşturulan Beton Kabuk (Resim 4)

UHPC kabuğu detayı (Resim 5)

SOL ALTTA 3D2Real standı (Resim 6)

SAĞDA Rn601 standı (Resim 7)

ALTTA Stuttgart Smart Shell (Resim 8)



sökülebilecek çok pratik bir çözüm sağlanmıştır.

Yapılı çevremizi oluşturan strüktürler her zaman maksimum yükleme ve gerilme şartlarına göre tasarlanır. Ancak, bu tarz büyük yükleme ve gerilmeler gerçek hayatı çok nadiren ve çok kısa sürelerle oluştur. Yani, strüktürü oluşturan malzemenin (beton, çelik gibi) büyük kısmı sadece bu olağan dışı pik yüklerle karşı koyabilmek için yapıda yer alır. Tam da bu soruna yanıt olabilmesi amacıyla ILEK, ultra hafif strüktürler geliştirmek üzerine de çalışmaktadır. Geliştirilen strüktürlerin amacı; bilinen strüktürel tasarımın sınırlarını aşarak ciddi bir malzeme tasarrufu sağlamak, ve aktif manipülasyonlar yoluyla

“HAFIF VE DEĞİŞEBİLEN STRÜKTÜRLER, TEKNOLOJİNİN DE GELİŞİMİYLE MİMARİYE DAHA ÇOK GİRMEKTEDİR”

dinamik yüklerle karşı daha iyi reaksiyonlar elde etmektir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen ve gerçek ölçekte üretilen bir adaptif kabuk strüktür olan “Stuttgart Akıllı Kabuğu”, aynı ölçekte bir kabuk için varsayılan kalınlıktan çok daha incedir. 4cm'lik bir kabukla ahşap kabuk 100m²'lik bir alanı örtebilmektedir (Resim 8). Kabluğun inceliği, adaptif bir strüktür sisteminin kullanılması sonucudur. Birçok sensör, farklı noktalarda ahşap kabuğun anlık yükleme durumunu kaydederler.

Kabığın yükleme durumuna göre gerekli form manipülasyonu hidrolik sürücüler ile milisaniyeler içinde yapılır; ve rüzgar, kar veya diğer yüklerin sebep olduğu gerilimlerin yol açtığı deformasyonı sönmleyecek hareketler oluşturulur.

Yapıların ölü yükünü azaltmak için kullanılabilecek diğer bir yöntem de yüksek hava basıncına ya da vakumla hava emmeye dayalı strüktürler kullanmaktadır. Bu iki tekniğin kombinasyonu ayrıca strüktürlerin





sönümlenip tekrar aktif hale getirilebilmesini de sağlar. ILEK tarafından geliştirilmiş "Artı-Eksi Sistem" bu yaklaşımın başarısını sergiler (Resim 9). Vakum ile stabilize edilmiş folyo çubuklar, bağımsız bileşenleri tek bir sistemde toplayıp sistemi sertleştirirken, taşıyıcı çubuk elemanlar yüksek basınçla stabil hale gelir. Strüktürel eleman olarak havayı kullanan bu tasarım, hem bir fuar standı hem de bir kabuk strüktür olarak ILEK tarafından gerçekleştirilip üretilmiştir.

Strüktürel sistemlerle ilgili geliştirilmiş adaptasyon fikirleri, sadece taşıyıcı sistemlerde değil, bina çeperleri gibi başka yapı üretimi alanlarına da uygulanabilir. Herhangi bir yapı malzemesinin olası şekil veya özelliklerini değiştirebilme kabiliyeti yapının çevresel koşullara adaptasyonuna ciddi bir destek sağlar. Bu konuya örnek olarak ILEK'te geliştirilmiş olan likit kristal temelli

değişebilir cam prototipi, kullanıcının camın ışık geçirgenliğini sürekli ve anlık olarak değiştirme imkanı verir. Bu cam sayesinde iç konfor sıcaklığının her zaman ideal aralıklarda kalması sağlanır. Bu değişim genel ya da seçilmiş iki sıcaklık aralığında olabilir ve kullanıcının bina içindeki ışığı ve sıcaklığı kontrol edebilmesini sağlar. Böylece, ciddi enerji tasarrufları ve kayda değer kullanıcı konforu sağlanır (Resim 10).

Çok yakın zamanda tamamlanmış bir proje, daha büyük ölçekte enerji ve kaynak verimliliği konusunu ele almayı amaçlamıştır: Elektromobiliteye sahip Yüksek Verimlilik Evi, bir yapının kendi enerjisini üretirken bir yandan da küçük ölçekli bir elektrikli araç filosunun elektriğini üretebilecek potansiyeli olduğunu göstermek için geliştirilmiştir (Resim 11). Bu sistematik yaklaşım, tüm teknik sistemleri içinde barındıran ve içerisindeki yaşamı tamamıyla yansitan

çarpıcı bir cam vitrin ile vücut bulmuştur. Proje, öncelikle kendi ihtiyaç duyduğundan daha fazla enerjiyi üretebilen, geleceğin çekirdek aile konutlarının uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda ise geleceğin binalarının tamamen geri dönüştürülür olarak nasıl tasarlanması gerektiğini de ortaya koymaktadır. İnterdisipliner bir tasarım ekibinin bütüncül bir tasarım yaklaşımıyla ele aldığı bir yapı olarak sürdürülebilir tasarım konusunu farklı bir çerçevede ele almıştır. □

o. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Werner Sobek, ILEK, Stuttgart Üniversitesi

Dipl.-Ing. Christian Bergmann ILEK, Stuttgart Üniversitesi,

Dr.-Ing. Walter Haase, ILEK, Stuttgart Üniversitesi

• Metni İngilizce orijinalinden çeviren: Yrd. Doç. Dr. Yenal Akgün



Tarihçe

Werner Sobek, 1994'te Frei Otto'nun başkanı olduğu kürsüyü, 2001 yılında ise Prof. Dres. Jörg Schlaich'in başkanı olduğu kürsüyü devralarak birleştirmiştir; o tarihten itibaren beri de ekibin liderliğini yapmaktadır. Bu her iki çok ünlü profesör, Stuttgart Üniversitesi'nin dünya çapında bir üne kavuşmasına ciddi katkıda bulunmuş, üniversitenin hem hafif strüktürler hem de beton strüktürler konusundaki seviyesini ciddi şekilde artırmasına vesile olmuşlardır. Her iki kürsünün 2001 yılında birleşmesiyle, Werner Sobek son iki yüzyıldır ayrı disiplinler olarak düşünülen mimarlık ve mühendisliği tekrar birleştirmiştir, ortak çalışmalarla hız vermiştir. 2008'de, Illinois Teknoloji Enstitüsü'nün çağrısı üzerine Werner Sobek bu üniversitede Mies van der

Rohe profösörü olarak da görev almayı kabul etmiştir. ILEK'in bir parçası (Pfaffenwaldring 14) halen, 1967 Montreal Expo için tasarlanan Alman Pavyonu'nun test ve montaj prototipi olarak inşa edilen çadır strüktürde ikamet etmektedir. Bugün yapı, modern mimarinin önemli simgelerinden biri olarak kabul edilmektedir.

SOL ÜSTTE "Artı-eksi Sistem" (Resim 9)

SOL ALTTA Likit kristal temelli değişebilir cam prototipi (Resim 10)

ALTTA Elektromobiliteye sahip Yüksek Verimlilik Evi (Resim 11)

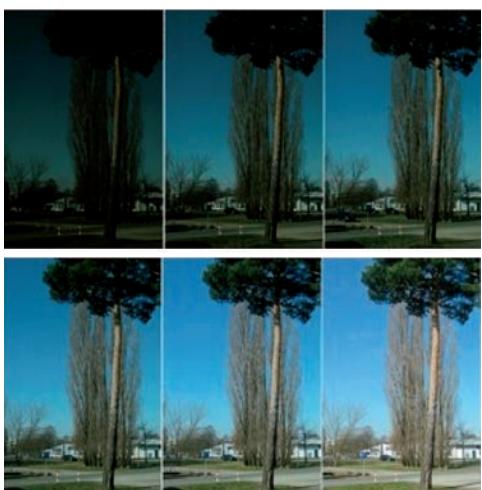
“YENİLİKÇİ TASARIM ARACLARININ VE ÇAĞDAŞ YAPI MALZEMELERİN KULLANIMI, ÇOK DAHA HAFIF VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILAR TASARLANABILMESİNİ SAĞLAYACAKTIR „



Cam ve Aydınlatma Sistemlerinde Akıllı Malzemeler

GELENEKSEL YAPI MALZEMELERİNDEN TEPKİ VERME, ÇEVRESEL KOŞULLARA ADAPTE OLABİLME VE KENDİ KENDİNE HAREKETE GEÇEBİLME GİBİ ÖZELLİKLERLE AYRILAN AKILLI MALZEMELER, MİMARİ YAPI ELEMANI ANLAYIŞIMIZI VE TASARIMA BAKIŞ AÇIMIZI DEĞİŞTİRMEKTEDİR

Ayçe Döşemeciler



ÜSTTE Termokromik Cam
(Kaynak- www.gesimat.de) (Resim 1)

SAĞ ÜSTTE Elektrokromik Cam
(Kaynak- www.gesimat.de) (Resim 2)

SAĞ ALTTA Chanel Ginza Cephe
Görünüşü- Gündüz/ Gece (Resim 3-4)

Ileri mühendislikle tasarlanmış, çevreye akıllı tepkiler veren malzemeler olarak tanımlanan akıllı malzemeler, 1990'ların başından beri ticari olarak günlük yaşamımızda yer almaktadır. Tıptan mühendisliğe çeşitli alanlarda kullanılan akıllı malzemelerin mimarlıkta kullanımı hiç kuşkusuz tasarım-malzeme ilişkisini değiştirmiştir. Yapı malzemeleri görsel ve işlevsel olarak binanın durağan bir parçasıyken, artık sıcaklık, ışık, hareket gibi çeşitli dış uyaranlara tepki veren, aktif bir yapı elemanı olarak ele alınmaya başlamıştır. (Addington ve Schoedek, 2005b) Üzerine gelen ışığa göre renk değiştiren fotokromik camlar ve ortam sıcaklığına bağlı olarak renk değiştiren boyalar gibi örnekler, malzeme seçiminde mimarlara geleneksel malzemelerden daha farklı seçenekler sunmaktadır. Ancak, akıllı malzemeler geleneksel malzeme sınıfılandırmasından çizim tekniklerine kadar birçok değişimi beraberinde getirmiştir. Bu gelişmelere ayak uydurmanın dışında, makine, kimya, elektrik ve elektronik mühendisliği gibi mühendisliğin çeşitli alanlarında geliştirilen akıllı yapı malzemelerinin uygulayıcısı olan mimarlara birçok sorumluluk düşmektedir. Malzemenin yapı elemanı olarak boyutları, detaylandırılması ve en önemli yapıda kullanım alanlarının geliştirilmesi için teknolojiyi üreten mühendislerle aradaki köprü işlevini yine mimarlar üstlenmeliidir. Nitekim 2000'li yılların başlarından itibaren bu konuda çalışan ve uygulama yapan mimarların sayısı artmıştır. Ancak teknolojinin görece yeni olması ve yapı malzemesi olarak

maliyetinin yüksek olması sebebi ile henüz daha yolu başında olduğu söylenebilir. Bu yazı, akıllı malzemeleri güncel örneklerle tanıtmayı ve yakın gelecekte bizi neler beklediğine dair bir fikir vermeyi amaçlamaktadır.

Öncelikle bir malzemeyi akıllı malzeme yapan özellikler nedir? Addington ve Schodek'e (2005) göre akıllı malzemeler aşağıdaki özellikler taşırlar:

1. Tepkiyi gerçek zamanda verir.
 2. Birden fazla çevresel koşula tepki verebilir.
 3. Kendi kendine çalışabilir, harekete geçebilir.
 4. Tepkileri sınırlı ve öngörülebilirdir.
 5. Tepkileri etkinleştirilen duruma bağlı olarak sınırlıdır, bölgelerdir.
- Akıllı malzemeleri iki ana grupta toplamak mümkündür: Nitelik Değiştirebilen Akıllı Malzemeler ve Enerji Değiştokuşu Yapabilen Akıllı Malzemeler

Nitelik Değiştirebilen Akıllı Malzemeler

Bu gruptaki akıllı malzemeler, ışık, sıcaklık, basınç, elektrik ya da manyetik alan ve kimyasal uyaranlara göre fizikal olarak değişen ve eski haline dönen malzemelerdir. Malzemeyi uyaranlar çevresel koşullar olabildiği gibi enerji girdisi ile de nitelik değiştirilebilirler. Renk Değiştirebilen, Şekil Değiştirebilen ve Faz Değiştirebilen Akıllı Malzemeler olmak üzere üç grupta toplanırlar (Addington ve Schoedek, 2005b; Rittel, 2007).

Enerji Değiştoğu Yapabilen Akıllı Malzemeler

Bir malzeme iç ve dış enerjiler eşit olduğunda denge halindedir. Malzemeler ısı, ışık gibi uyarana maruz kalmışında genellikle ısı enerjisi üretir. Akıllı malzemeler ise bu enerji artışına, ışık, ısı, elektrik enerjisi gibi faydalı enerjiler üreterek tepki verirler ve bu yönleriyle geleneksel yapı malzemelerinden ayrılırlar. İşık yayabilen, elektrik enerjisi ve ısı enerjisi depolayabilen akıllı malzemeler, bu gruptaki akıllı malzemelere örnektir (Addington ve Schoedek, 2005b).

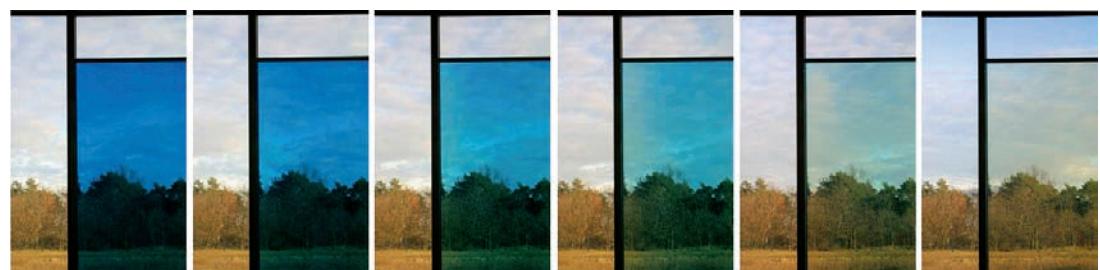
Hangi gruptan olursa olsun, akıllı malzeme tiplerini incelerken bir girdiden ve bir çıktıdan bahsetmek mümkündür. Sonuçta dış veya iç çevrede bir uyarın olması ve malzemenin buna nitelik değiştirerek veya enerji değiştoğu yaparak tepki vermesi esastır. Akıllı malzemeleri birbirinden ayıran da aynı ya da farklı uyarılara/girdilere farklı tepki/çıktı vermeleridir. Bu açıdan baktığımızda Addington ve Schodek'in (2005b) hazırladığı tablo yukarıda bahsettiklerimizi detaylı bir şekilde açıklar:

AKILLI MALZEME TİPİ	GİRİ	ÇIKTI
NİTELİK DEĞİŞTİRİLEBİLLEN AKILLI MALZEMELER		
Termokromik	Sıcaklığa duyarlı İşinim (ışık)	Renk Değiştirme
Fotokromik	İşinim (ışık)	Renk Değiştirme
Mesajalanımlı		Renk Değiştirme
Kromokromik	Kromikalı yoğunlaşık	Renk Değiştirme
Elektrokromik	Elektrik voltajı değişim	Renk Değiştirme
Sıvı akıllı malzemeler	Elektrik voltajı değişim	Renk Değiştirme
Aşağı parçacıklar	Elektrik voltajı değişim	Renk Değiştirme
Elektroresistif	Elektrik voltajı değişim	Renk Değiştirme
Mesajalanımlı	Elektrik voltajı değişim	Sertlik/Aşırıalanma Değiştirme
ENERJİ DEĞİŞTOKUŞU YAPABİLLEN AKILLI MALZEMELER	Elektrik voltajı değişim	İşinim (ışık)
Elektro-güçlüler		
Fotoelektroniklar		
Katalitik malzemeler		
Termo-ışınımsızlar	Kromikalı yoğunlaşık	İşik
İşik yanıcıları (LED)	Sıcaklığa duyarlı	İşik
Fotonik malzemeler	Elektrik voltajı değişim	İşik
ENERJİ DEĞİŞTOKUŞU YAPABİLLEN TERSENİN AKILLI MALZEMELER	İşinim (ışık)	Elektrik voltajı değişim
Pazarlamalı	Sıcaklığa duyarlı	Elektrik voltajı değişim
İşin etkinliği	Sıcaklığa duyarlı	Elektrik voltajı değişim
Termosensibleler	Elektrik voltajı değişim	Sıcaklığa duyarlı
Elektro-sensitif	Elektrik voltajı değişim	Sıcaklığa duyarlı
Mesajalanımlı	Mesajalanımlı	Sıcaklığa duyarlı

Akıllı malzemeleri mimari kullanım alanlarına göre incelemek, malzeme bazında incelemekten daha aydınlatıcı olacaktır. Çünkü üretim/pazarlama aşamasına geçebilen ve yaygın şekilde kullanılan mimari akıllı malzeme tipleri her yıl artmakla beraber yine de sınırlı sayıdadır. Dolayısıyla yazda bir giriş niteliğinde cam ve aydınlatma sistemlerinde kullanılan akıllı malzemeler tanıtılacaktır.

Cam Sistemleri

Cam ve cam sistemleri deyince aklımıza klasik pencere sistemleri ve giydirmeye cam sistemleri gelir. Bu sistemlerde genellikle akla ilk gelen akıllı malzemeler fotokromik cam, termokromik cam ve elektrokromik camdır (Addington ve Schoedek,



2005a). Bu üç malzeme, bir dış etkiye göre optik özelliklerini değiştirebildiklerinden dolayı kromojen malzemeler olarak da adlandırılırlar (Kiri et al., 2010).

Fotokromik camlar, işinime bağlı olarak renk değiştirir. Yapı cephesinde kullanımılarında başlıca problem kişin,

malzeme / film kaplanmasıyla üretilirler. Termokromik malzemenin sıcaklığı önceden belirlenen kritik sıcaklığı ulaştığında malzemede tersinir bir faz değişimi olur ve ışık iletim özelliği değişir. Resim 1'de termokromik camın uygulandığı bir yapı görülmektedir. Ancak mimari

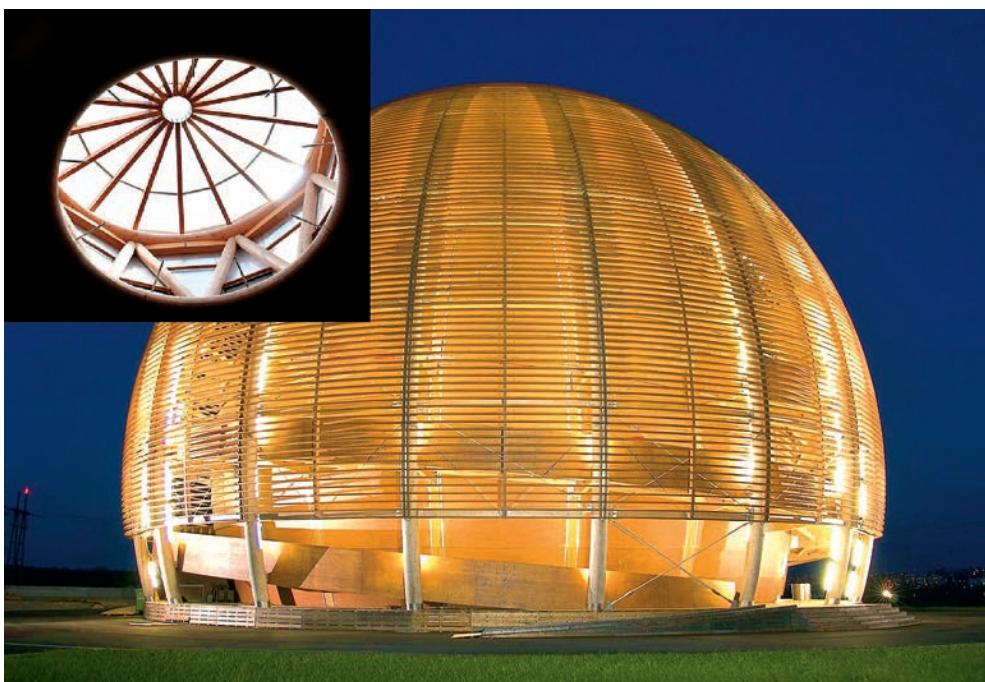
“YAPI MALZEMELERİ GÖRSEL VE İŞLEVSEL OLARAK BİNANIN DURAĞAN BİR PARÇASIYKEN, ARTIK SICAKLIK, İŞIK, HAREKET GİBİ ÇEŞİTLİ DİS UYARANLARA TEPKİ VEREN, AKTİF BİR YAPI ELEMAMI OLARAK ELE ALINMAYA BAŞLAMİŞTIR”

işinimin yüksek, sıcaklığın düşük olduğu zamanlarda oluşur. İşinim yüksek olduğundan fotokromatik cam işinimi azaltmak için kararlı. Bu durum da iç mekandaki ısı kazanımını düşürür. Bir diğer problem de estetiktir. Fotokromatik camın karardığı ve ışığı yuttuğu zaman aldığı renk kahverengi ya da gridir. Bu da cephede tercih edilmeme sebeplerinden birisidir (Addington ve Schoedek, 2005b). Termokromik camlar, cam sistemlerinde yakın geçmişte sık önerilen bir akıllı malzeme olup, sıcaklık değişimi olduğunda optik özelliklerini değiştirme özelliğine sahiptir. Aslında camın üstüne ince tabaka termokromik

uygulamada en büyük sıkıntı zamana karşı dayanıklılık, malzemede iletim özelliklerinin değiştiği kritik sıcaklık değerinin belirlenmesi, mekanlarda çoğu zaman istenilen düzeyin altında/üstünde ışık geçirmesi ve malzemede kararma olduktan sonra oluşan sarı renktir (Haldimann et al., 2008).

Malzeme sıcaklık girdisi ile tepki verdiğiinden, kiş aylarında malzeme belirlenen kritik sıcaklığı ulaşmaz ve optik özelliklerini değiştirmez. Dolayısıyla kişin sıcaklık düştüğünde ve güneşin yüksekliği azaldığından ışına arttığında, iç mekanlarda aşırı işinan ya da aşırı parlama olan bölgeler





“MALZEMELER ISI, IŞIK GİBİ UYARANA MARUZ KALDIĞINDA GENELLİKLE ISI ENERJİSİ ÜRETİR. AKILLI MALZEMELER İSE BU ENERJİ ARTIŞINA, ISI, IŞIK, ELEKTRİK ENERJİSİ GİBİ FAYDALI ENERJİLER ÜRETEREK TEPKİ VERİRLER VE BU YÖNLERİYLE GELENEKSEL YAPI MALZEMELERİNDE AYRILIRLAR”

görülebilir. Yaz aylarında ise, kritik sıcaklık değeri aşıldığında malzeme ışık iletimini düşürür ve bu sebeple iç mekanlarda yapay aydınlatma gereksinimi doğabilir (Addington ve Schoedek, 2005a). Bütün bunlara ek olarak, termokromik cam yansımayı artırıp iletimi azaltlığında, bunu görür ışık tayıfı aralığında yapar. Bu da camdan beklediğimiz transparan

etkiyi, manzarayı etkiler (Addington ve Schoedek, 2005b).

Fotokromik ve termokromik camlar, bütünüyle ısı ve sıcaklık gibi çevresel koşullara bağlı pasif akıllı cam sistemleridir. Kontrolün kullanıcısında olduğu, daha fazla optik özellik seçeneği sunan ve yukarıda saydığımız olumsuzları aşan bir sistem arayışı ile elektrokromatik camlar geliştirilmiştir.

Elektrokromatik camlar aktiftir, yani bir elektrik devresine bağlı olarak camın optik özellikleri değişimdir (Hart, 2007). Nanoteknoloji ile üretilmiş çok ince bir film tabaka ile camlar kaplanır. Basit bir kontrol düğmesi ile camın optik özellikleri değiştirilebilediği gibi, farklı ışık geçirme seviyeleri arasında da geçiş yapılabilir (Leydecker, 2008). (Resim 2)

Peter Marino + Associates tasarımı olan Tokyo'daki Chanel Ginza binası (2004), elektrokromatik camın LED (Light Emitting Diodes) sistemiyle birleştiği akıllı bir cephe sistemine sahiptir. Gündüz elektrokromik cam saydamken, gece opak hale dönüştürülür ve ekran haline geçer. Cam sistemine entegre edilmiş LED'ler sayesinde cephe iletişim kurun, marka reklamını yapan siyah-beyaz bir video ekranına dönüşür (Sullivan, 2007). (Resim 3 ve 4)

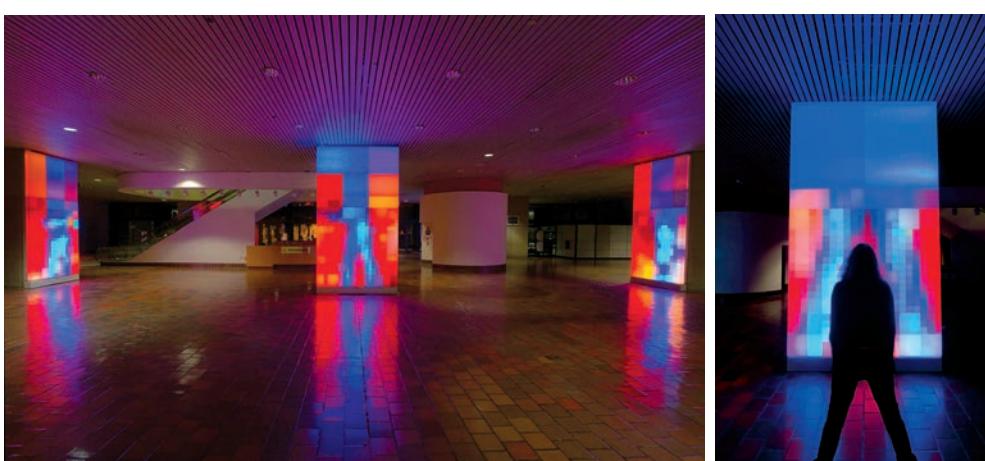
Elektrokromik sistemlere bağlı olarak geliştirilen asılı parçacık aygıtları (Suspended Particle Devices: SPD) da günümüzde cephe cam sistemlerinde güneş kontrolü ve iç mekanlarda mahremiyet sağlanması gereken bölücü cam sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemlerde elektrik devresi ile cam saydam durumdan opak duruma geçebilmektedir. T. Büchi ve H. Dessimoz tarafından tasarlanmış CERN Bilim ve Yenilik Küresi yapısında SPD cam sistemi kullanılmıştır. Manuel elektrik düğmesinden veya otomatik olarak cam saydamlık oranı değişmekte ve bu sayede kürenin içine giren ışık ve ısı miktarı ayarlanabilmektedir. (Resim 5)

Aydınlatma sistemleri:

Mimari aydınlatmada en sık kullanılan akıllı malzeme ışık yayan diyon (Light Emitting Diode: LED) sistemidir. LED, yarı-iletken malzeme kullanarak elektriği ışığa çeviren elektronik devredir. En önemli avantajları arasında:

- Uzun ömürlü olması,
- Küçük boyutlu olması sebebi ile geleneksel aydınlatma sistemleriyle aydınlatılmayacak bölgelere dahi ulaşabilmesi,
- Yaydığı ışığın tayfsal özelliklerinin yüksek hassasiyetle ayarlanabilmesi,
- Kaynakta ışın yayılımının kontrol edilebilmesi

sayılabilir. Bu sebeple LED aydınlatma sistemleri Türkiye'de köprü, dış mekan



dekoratif aydınlatması, lokal aydınlatmada kullanılmaktadır. Ancak burada düşünülmeli gerekken başka bir nokta vardır. LED teknolojisi geleneksel aydınlatma sistemlerinin geldiği noktaya ulaştığında ne olacaktır? Addington ve Schoedek'e göre (2005b) LED sistemi, geleneksel sistemlerin ötesinde mimarlara şu olanağı da sunmaktadır: Dinamik kontrol ve geçicilik. İstenilen zamanda, istenilen renkte ve istenilen yoğunlukta. Dilersek bir piksel, dilersek geniş bir alanda.

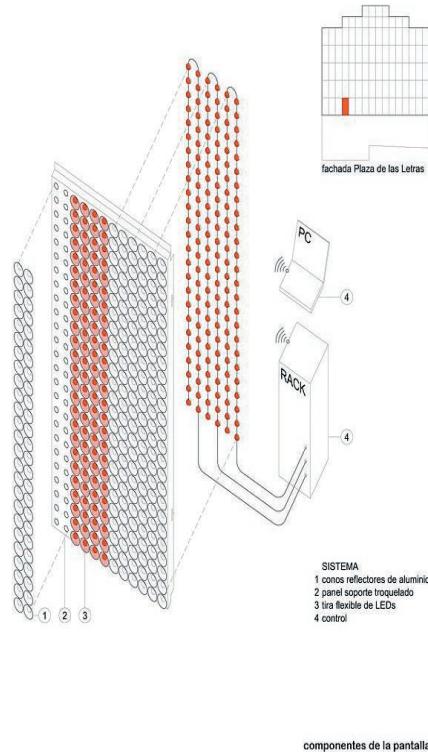
Kullanıcının da parçası olduğu LED bazlı aktif aydınlatma sistemleriyle ilgili mimari/sanatsal uygulamalar her geçen gün artmaktadır. İlgi çekici bir uygulama, Miami'de bulunan Stephen Clark Hükümet Merkezi Lobisi'nde Ivan Toth Depeña tarafından 2011'de tasarlanan "Reflect" isimli çalışmadır. Depeña, ışık ve sensörler kullanılarak, kullanıcının lobi alanında günlük sirkülasyon deneyimini farklı ve interaktif hale getirmeyi amaçlamıştır. Lobide farklı noktalara yerleştirilen LED ışık kutuları, kullanıcının hareketlerine bağlı olarak ışık değiştirerek tepki vermektedir (www.archdaily.com). (Resim 6 ve 7)

Madrid'de bulunan Medialab-Prado Merkezi'ndeki Plaza de las Letras yapısı dijital bir cepheye sahiptir. 2009 yılında tamamlanan proje Langarita Navarro Mimarlık tarafından tasarlanmıştır. LED'lerden oluşan dijital cephe, medya araştırma laboratuvarının ürettiği çalışmaları sergilediği, paylaştığı aktif bir sergi alanıdır.

Cephede taşıyıcı bir panel üzerine yansıtıcı alüminyum koniler içine monte edilmiş LED'ler nodlar oluşturacak şekilde yerleştirilmiş; elektronik kontrol noktasına ve oradan bilgisayara bağlanmıştır (Resim 8). Sistem açık iken her türlü hareketli ve sabit görüntü gösterilebilmektedir (Resim 9 ve 10). Sistemin kapalı olduğu durumlarda alüminyum koniler ve LED nodları günışlığını ya da gece aydınlatmasını yansitan bir cepheye dönüştürmektedir (Resim 11).

Sonuç

Günümüzde mimari akıllı malzemeler, her geçen gün biraz daha gelişmekte ve buna bağlı olarak ticari ürün gamı da artmaktadır. Anlayış olarak



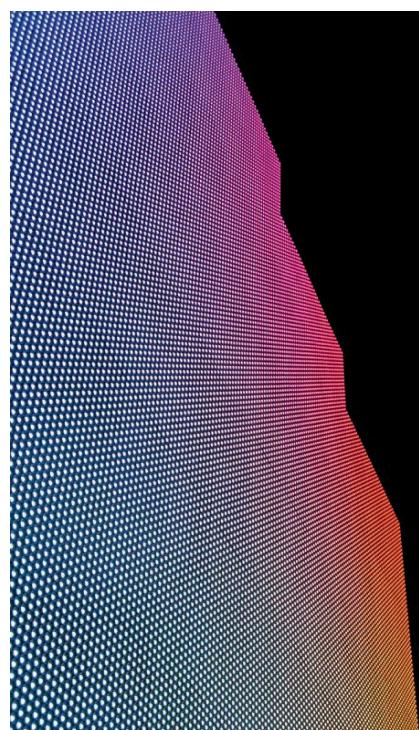
SOL ÜSTTE CERN Bilim ve Yenilik Küresi ve SPD Akıllı Cam Sistemi Açık Durumda İken Çatı Penceresi (Resim 5)

SOL ALTTA Stephen Clark Hükümet Merkezi Lobisi - LED Kutularının Kuzey Görünüşü (Kaynak- www.archdaily.com) (Resim 6)

Stephen Clark Hükümet Merkezi Lobisi - Aktif Güney Kolunu (Kaynak- www.archdaily.com) (Resim 7)

ÜSTTE Plaza de las Letras Cephe Detaylı ve Aktif Cephe Görünüşleri (Kaynak-www.archdaily.com) (Resim 8-9-10)

ALTTA Plaza de las Letras, LED Pasif Cephe Görünüşü (Kaynak-www.archdaily.com) (Resim 11)



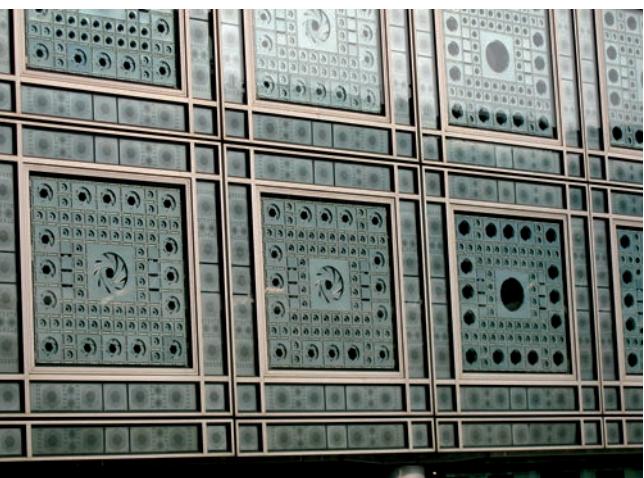
KAYNAKLAR

- Addington, D. M. ve Schoedek, D. S. (2005a), "Architecture", in Encyclopedia of Smart Materials: Volume 1 and Volume 2, ed. Mel Schwartz, John Wiley & Sons, New York, pp. 59-67.
- Addington, D. M. ve Schoedek, D. S. (2005b), Smart Materials and New Technologies: for architecture and design professions, Elsevier, Oxford.
- Haldimann, M., Luible, A. ve Overend, M. (2008), Structural Use of Glass, International Association for Bridge and Structural Engineering, UK.
- Hart, S. (2007), "'Smart Glass' on the Verge", Architectural Record, Vol. 195 Issue 12, p. 150.
- Kiri, P., Hyett, G. ve Binions, R. (2010), "Solid State Thermochromic Materials", Advanced Materials Letters, Vol. 1(2), pp. 86-105.
- Leydecker, S. (2008), Nanomaterials in Architecture, Interior Architecture and Design, Birkhäuser, Germany.
- Rittel, A. (2007), Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design, Birkhäuser, Germany.
- Sullivan, C. (2007), Chanel Ginza, Architectural Lighting Magazine, June 2007, www.archlighting.com

Akıllı Malzemelerin Mimarlıkta Kullanımı

AKILLI MALZEMELER MİMARLIĞA UYGULANDIĞINDA “ORTAM ŞARTLARIYLA MÜCADELE EDEN” ALIŞILMIŞ YAPI ANLAYIŞI, YERİNİ “ÇEVRESEL UYARANLARA YANIT VEREREK ORTAM ŞARTLARINA UYUM GÖSTEREN” (AKILLI) YAPI ANLAYIŞINA BIRAKMAKTADIR

Ahmet Vefa Orhon



ÜSTTE Institut du Monde Arabe
yapısında cephe paneleri (Resim 1)

SAĞ ÜSTTE Kiyoyuki Kikutake'nin
"Dünya" heykeli (Resim 2)

Giriş Akıllı malzemeler, dış uyarlanlara - fiziksel (basınç, sıcaklık, nem, ışık, elektrik alan, manyetik alan vb.), kimyasal (pH, çözelti vb.) veya biyolojik - karşı niteliğini değiştirerek ve/veya enerji dönüşümü yaparak yanıt veren malzemelerdir. Günümüzde yirmiden fazla grup altında sınıflanan akıllı malzemelere örnek olarak -elektrik (piezoelektrik, termoelektrik vb.), -kromik (termokromik, fotokromik vb.), -reolojik (manyeto-reolojik, elektro-reolojik vb.) malzemeler ve şekil bellek alışmları verilebilir. Bir malzemenin akıllı malzeme olarak nitelendirilmesi için gerekli özellikler şunlardır (Addington & Schodek, 2005):

- Nitelik değişimi: dış uyarlan etkisiyle mikrostrütürde oluşan değişiklikler malzemenin bir veya birkaç niteliğini (şekil, renk, sertlik, akışkanlık, hal vb.) değiştirir. Nitelik değiştiren akıllı malzemelere örnek olarak elektrik potansiyeli uygulandığında renk değiştiren elektrokromik malzemeler verilebilir.
- Enerji dönüşümü: malzemenin mikrostrütüründe oluşan değişiklikler (faz değişimi) sırasında enerji bir formdan diğerine dönüşür. Enerji dönüştüren akıllı malzemelere örnek olarak uygulanan kuvvet sonucunda elektrik potansiyeli oluşturan piezoelektrik malzemeler verilebilir.
- Tersinirlilik: malzemede oluşan ‘nitelik değişimi’ veya ‘enerji dönüşümü’ tersinebilirdir. Örneğin: elektrokromik malzemede elektrik potansiyeli kalktığında malzeme eski rengine döner. Piezoelektrik malzemede ise

kuvvet (mekanik enerji) uygulandığında elektrik enerjisi olduğu gibi, malzemeye elektrik uygulandığında mekanik enerji dönüşümü olur - malzeme üzər veya kışalar.

Akıllı Malzeme Anlayışı ve Mimarlık

Malzeme biliminde alışılmış anlayış, malzemelerin kullanım süresince mümkün olduğunda niteliklerini korumasıdır; çünkü malzeme niteliklerinin değişmesi genellikle dış uyarlanlar sonucu bozulma (çürüme, korozyon, göçme vb) ile ilişkilendirildiğinden istenen bir durum değildir. Malzemeden kullanım boyunca değişime uğramaması dışında bir beklenisi olmayan alışılmış (klasik) malzeme anlayışının aksine akıllı malzeme anlayışında malzemeden kullanım sırasında dış uyarlanlara karşı işlevlerine yardımcı olacak faydalı nitelik değişimleri yapması beklenmektedir. Okay'a göre "bir anlamda tüm malzemelerin belli bir derece akıllılığı söz konusudur. Örneğin ısıtlıklarında genişlerler veya daha kolay işlenirler, bazılarının ısıtilması ile iletkenlikleri artar. Ancak malzemeyi gerçekten akıllı yapan bu tip değişimlerin malzemenin dizaynı ile ortaya çıkmasıdır" (Okay, 2003). Bu nedenle akıllı malzemeler aslında tasarlanmış malzemelerdir.

Akıllı malzeme yaklaşımı mimarlığa uygulandığında ‘ortam şartlarıyla mücadele eden’ yapı anlayışı yerini ‘çevresel uyarlanlara yanıt vererek ortam şartlarına uyum gösteren’ yapı anlayışına bırakmaktadır. Bu

yaklaşımada yapıya atfedilen 'akıllılık' kavramı, akıllı malzeme kullanılarak uygun biçimde tasarlanan yapı elemanları veya bileşenlerinin bir sonucudur.

'Çevresel koşullara yanıt veren mimarlık' (ing: responsive architecture) kavramı ilk kez 1970 yılında Negroponte tarafından ortaya atılmıştır (Negroponte, 1970). Kişisel bilgisayar fikrinin şekillenmeye başladığı bir zamanda ortaya atılan kavram başlangıçta 'yapıya bütünlük algılayıcılarla alınan ve bilgisayar ile değerlendirilen dış uyarılara yapı elemanlarına (kabuk, strüktür vb.) bütünlük hareket mekanizmalarıyla yanıt vermek' anlayışını esas almıştır. Ancak sonraları akıllı malzemelerin kullanıma girmesi bilgisayarlara gerek duymaksızın akıllı malzemelerin algılayıcı (ing: sensor) ve/veya devindirici (ing: actuator) olarak kullanıldığı yapılar üretmeye olanak sağlamıştır. Çevresel koşullara yanıt veren mimari yapıların ilk örneklerinden biri Institut du Monde Arabe (Paris, Fransa, 1981-1987, Jean Nouvel) yapısıdır. Cepheye gelen ışığa bağlı olarak otomatik kontrol edilen mekanik diyafram düzeneğiyle içeri alınan ışığı ayarlayan cephe panellerinin kullanıldığı yapıda sadece ışık algılayıcılarında sınırlı biçimde akıllı malzeme kullanılmıştır (Resim 1). Yapı kullanıma açıldığında ışık algılayıcı sistemin hassas ayarı yüzünden cephe panellerinin sık aralıklarla adapte olması sorun yaratmış; algılayıcı hassasiyetinin ve kontrol kademelerinin azaltılması gerekmıştır. 1992 yılında Münih Modern Sanat Müzesi için açılan yarışmada Becker Gewers Kühn & Kühn tarafından sunulan proje, cephede güneş kontrolü için kromik cam kullanımının ilk örneklerinden biri olmuştur (Ritter, 2007). Böylece akıllı malzemeleri gerçek potansiyeliyle kullanarak çevresel koşullara yanıt veren ilk yapılar ortaya çıkmıştır.

Mimarlıkta Kullanılan Akıllı Malzemeler

Malzemelerin nitelik değişimlerini kontrol ederek bunlardan yararlanmak modern mimarlığa özgü bir buluş değildir. Örneğin: üzerindeki çatlaklı sokulan ahşap kamaları sıcak su döküp genişletecek taş blokları çatlatma



“AKILLI MALZEMELER YARARLI ÖZELLİKLERİ KULLANILMAK ÜZERE TASARLANMIŞTIR”

yöntemi mimarlık tarihi kadar eskidir. Akıllı malzeme etkileri de eski çağlardan beri bilinmektedir. Örneğin: Theophrastus M.Ö. 4. yüzyılda turmalinin istildiğinde saman liflerini ve külü kendisini çektiğini yazarak bilmeden ilk piroelektrik malzemeyi tanımlamıştır. 18. Yüzyılın sonlarından itibaren akıllı malzemelere niteliklerini kazandıran etki mekanizmaları farkedilip bilimsel olarak incelenmeye başlansa da bu malzemelerin günlük kullanıma girmeye başlaması ancak 20. yüzyılın son çeyreğinde olabilmıştır.

Mimarlık alanında kullanıcıları ise birkaç malzeme grubu dışında hala araştırma aşamasındadır. Mimari uygulamalarda kullanılan akıllı malzemeler şunlardır:

a) Kromik malzemeler: fiziksel ve kimyasal uyaranlara karşı renk niteliklerinde (renk, opaklık vb.) oluşan tersinir değişiklikler (kromizm) ile tepki gösteren malzemeler en geniş akıllı malzeme gruplarından birisidir. Bunlar arasında elektrik potansiyeli uygulandığında renk değiştiren elektrokromik malzemeler, sıcaklığı bağlı olarak renk değiştiren termokromik malzemeler, ışık etkisiyle renk değiştiren fotokromik malzemeler ve ortamın asitlik (pH) derecesine bağlı olarak renk değiştiren halokromik malzemeler mimari kullanıma en uygunlardır. Günümüzde 'Akıllı cam'

olarak adlandırılan, üzerilerine düşen ısı, ışık yoğunluğu veya uygulanan elektrik potansiyeline bağlı olarak renk nitelikleri kontrol edilebilen akıllı cephe sistemlerinde pasif kontrollü uygulamalarda fotokromik ve termokromik camlar, aktif kontrollü uygulamalarda ise elektrokromik camlar kullanılmaktadır (Selkowitz, 2001). Termokromik akıllı boyalar da uzun süreden beri kullanımdadır. Örneğin, Tokyo Modern Sanat Müzesi'nin önünde duran Kiyoyuki Kikutake tasarımcı "Dünya" isimli paslanmaz çelik heykelde, çevre sıcaklığı ile etkileşerek günboyu sarı ve kırmızı arasında renk değiştiren termokromik boya kullanılmıştır (Resim 2) (Orhon, 2006). Bu malzeme grubunun bir diğer potansiyel uygulaması, uygulandıkları yüzeyde meydana gelebilecek asitlik değişimi ile karakterize bozulmaları (korozyon, çürüme vb.) renk değişikliğiyle göstererek erken uyarı verecek halokromik akıllı boyalarıdır.

b) Piezoelektrik malzemeler: üzerlerine uygulanan kuvvet sonucunda karşılıklı yüzlerinde elektrik potansiyeli oluşturan malzemelerdir. Ticari olarak üretilen piezoelektrik malzemelere örnek olarak seramik esaslı PZT (kurşun zirkonat titanat), polimer membran PVDF (poliviniliden florür) ve polimer

köpük PP (polipropilen) verilebilir (Patel, 2011). Piezoelektrik etkiyle oluşan elektrik uygulanan kuvvetle orantılı olduğundan, bu malzemelerin yapı uygulamalarında öncelikle strüktürel davranışın izlenmesinde kullanımları düşünülmüş ve uygulanmıştır. Örneğin: PZT içeren boyalar, metal konstrüksiyonun (çelik, alüminyum) üzerine uygulanarak – boyada oluşan elektrik potansiyelini izleyen algılayıcılarla bütünsel bir sistemle birlikte – strüktürel davranışın izlenmesinde kullanılmaktadır. Bu tip bir akıllı boyası Gateshead Millennium Köprüsü'nde (Newcastle, İngiltere, 2001, Wilkinson Eyre Architects) kullanılmıştır (Orhon, 2006). Temas, ses veya hareketi algılayan piezoelektrik polimer (PEP) malzemeli ince film algılayıcılarda kullanım aşamasındadır. Örneğin: 2005 yılında Finlandiya'da bir polis karakolunda linolyum kaplama altına yerleştirilen bu tip bir basınç algılayıcılarıyla denenmiştir. Japonya'da ise PEP film algılayıcılarla kullanıcı varlığını algılayan "akıllı oda" sistemleri geliştirme

aşamasındadır (Ritter, 2007).

Tersinirlik ilkesi gereği piezoelektrik etkiyi her iki yönde de kullanarak ses kesici akıllı kaplamalar geliştirilmiştir. İki PEP tabakadan oluşan bu kaplamalarda birinci tabaka ses dalgalarını nedeniyle oluşan hava basıncı değişimlerini elektrik sinyaline çevirirken (algılayıcı) diğeri gürültü sesini sökümlendirecek negatif ses dalgaları yaymaktadır (devindirici). Aktif gürültü kontrolü sayesinde ince kaplamalarla mekanlar arasında gürültü geçişinin azaltılması hatta tamamen kesilebilmesi mümkün olabilecektir (Okay, 2003).

Aviva Binasında (Münih, Almanya, 2003) jaluzi ve ışıkların kontrolü için batarayısız – çalışması için gerekli enerjiyi temas basıncıyla üreten – uzaktan kumandalı piezoelektrik anahtarlar kullanılmıştır. Piezoelektrik malzemeleri rüzgar gücüyle elektrik üretiminde kullanmak için öneriler de geliştirilmiştir; örneğin: MATscape projesinde (2005) yapı kabuğuna piezoelektrik malzemeli tüy şeklinde elektrik üreticilerinin (ruzgar tüyleri) konması önerilmiştir (Ritter, 2007).

İklimlendirme sayesinde ısıtma için m² başına yılda 3 lt. akaryakıt tüketileceği hesaplanmış ve yapı adını buradan almıştır.

FDM kullanılarak akıllı cephelede geliştirilmiştir. Kalınlığı 62-86 mm. arasında olan bu yarı-sayıdam cepheler üç tabakalıdır. Dışkıtı prizmatik cam katmanı güneş ışınları 40° den büyük açıyla geldiğinde (yaz zamanı) yansıtacak, bu açının altına düşüğündeyse (kış zamanı) geçirecek şekilde tasarlanmıştır. Sistemin akıllı elemanı güneş radyasyonuyla gelen ısını depolamak üzere konulan ve FDM özelliği gösteren sulu tuz tabakasıdır. Sulu tuz, ısı emilimini artırmak üzere griye boyanmış, hava geçirmez polikarbonat kaplara konulmuştur (GlassX, 2005). Malzemenin faz dönüşümü +27°C civarında başladığından iç mekan sıcaklığı bu değerin altına düşüğünde depoladığı ısını mekana vermeye başlar. Malzemenin doğal mekanizması faz dönüşümüyle depolanan ısının kontrollü biçimde salımına olanak tanıyarak deyim yerindeyse termostat görevi de görmektedir. Bu sistemin kullanıldığı yapılara örnek olarak Alterswohnen (Domat/Ems, İsviçre, 2004, Dietrich Schwarz) yapısı verilebilir (Resim 3). Yapının cephesine bakıldığından faz değişimi evrelerine bağlı olarak malzemedeki saydamlık değişimini izlemek mümkündür.

d) Adezyon değiştiren malzemeler:

İşik, sıcaklık, elektrik alan vb. uyarın etkisiyle katı, sıvı veya gaz bileşenlerinin atom veya moleküller arasındaki adezyonu değiştiren malzemelerdir. Bu malzemeler arasında titanyum dioksit (TiO_2) absorbsiyon (emme) veya adsorpsiyon (yüzeye tutunma) ile kendisine tutunan kirletici maddeleri (parçacık maddeler, uçucu organik bileşikler, azot oksitler vb.) ışık etkisi altında su ve karbodioksite parçalayıcı (fotokatalitik) etki göstermesi nedeniyle mimari uygulamalarda kullanıma girmiştir. Ticari olarak 1909 yılından bu yana kullanılsa da fotokatalitik etkisi geç farkedilen malzeme, mimari uygulamalarda ilk kez 1995 yılında Japonya'da seramik yüzey kaplamalarında kullanılmıştır (Ritter, 2007). Bu kaplamalar 'ışıkla kendi kendine temizleme' işlevi dışında

"GÜNÜMÜZDE YİRMİDEN FAZLA GRUP ALTINDA SINIFLANAN AKILLI MALZEMELERİN MİMARLIKTA KULLANIMLARI BİR KAÇ MALZEME GRUBU DIŞINDA HALA ARAŞTIRMA AŞAMASINDADIR"

ALTTA Konut yapısında faz değiştiren malzemeli akıllı cephe (Resim 3)

EN ALTTA Centre Pompidou-Metz yapısında titanyum dioksit fotokatalitik membran (Resim 4)

SAĞ ÜSTTE Jülide Kilisesi(Resim 5)



c) Faz değiştiren malzemeler (FDM): dış uyarınlar etkisiyle hal (katı, sıvı, gaz vb.) değiştiren malzemelerdir. Enerji depolama özelliği gösteren bu malzemeler mimari uygulamalarda genellikle pasif iklimlendirmede ısı enerjisini depolama maksadıyla kullanılmaktadır. Polimer mikrokapsüllenmiş parafin mumu esaslı bir FDM micronal adıyla ticari olarak piyasaya sunulmuştur; toz haldeki malzeme duvar veya tavanlarda kullanmak üzere siva, dolgu vb. maksatlarla yapı malzemelerine katılmaktadır. Malzemeyi içeren alçı levhalarda üretilmiştir (Micronal, 2006). Bu malzemenin kullanıldığı ilk projelerden biri 3-litre-house (Ludwigshafen, Almanya, 2001) projesidir; yapıda bu malzemenin kullanımıyla sağlanan pasif



titanyum dioksitin kuvvetli yükseltgen özellikleri sebebiyle yüzeyindeki bakteri ve virüsleri de parçalayarak yok edebilirler; bu nedenle ameliyathane vb. sağlık mekanlarında da kullanılırlar. Seramik dışındaki yapı malzemelerine de titanyum dioksit ince filmlerle kaplama veya pigment olarak katma yoluyla fotokatalitik özellik kazandırılmıştır; duvar kağıtları, camlar, dış cephe boyaları, yapı membranları gibi. Malzemenin süper hidrofilik özelliği nedeniyle bu tip kaplama uygulanan camlar ‘buğu yapmama’ özelliğe kazanırlar. Titanyum dioksit fotokatalitik membran kullanılan yapılara örnek olarak Centre Pompidou-Metz (Metz, Fransa, 2010, Shigeru Ban & Jean de Gastines) verilebilir (Resim 4).

Titanyum dioksit kullanılan fotokatalitik cimentolara ilk kez İtalya'da 'TX active' adıyla piyasaya sunulmuş ve ilk defa Jübile Kilisesi (Roma, İtalya, 2003, Richard Meier) yapısında kullanılmıştır (Resim 5). Günümüzde bu tip cimentolarla yapılan betonlar 'kirlilik yiyici beton' olarak da anılmaktadır.

e) Şekil bellek alaşımaları (ŞBA): plastik şekil değişikliğine uğradıktan sonra uygun yönde sıcaklık değişimi uygulandığında ilk konumuna dönen alaşımalarıdır. Bu etki ilk kez 1932 yılında altın-kadmium (AuCd) alaşımalarında saptanmış, asıl ilerleme 1962 yılında ağırlıkça eşit oranlarda nikel-titanyum içeren NiTi alaşımının bulunmasıyla olmuştur. Ticari olarak Nitinol adıyla kullanımına sunulan NiTi, bugün bilinen en güçlü ŞBA'dır (Orhon, 2006). Yapılarla sprinkler yanın sistemleri ile giren ŞBA'ların yapılarda diğer kullanım alanları dünyanın pek çok yerinde araştırma aşamasındadır. ŞBA'ları yapı uygulamalar için en çok araştırılan malzemelerden biri haline getiren temel potansiyelleri yapı elemanlarına hareket verme yetenekleridir. Elektrik akımı uygulanıp sıcaklığı değiştirerek hareketi kontrol edilen ŞBA telleri, membran vb. yapı elemanlarına yerleştirerek veya tensigriti strüktürlerde kullanarak hareketli yapı kabukları oluşturmak mümkündür. Yapı elemanları ŞBA ile çevresel koşullara yanıt verecek biçimde de tasarlanabilir; örneğin yapı cephesinde güneş kırıcılarının ŞBA ile



yapılması durumunda bu elemanlar, güneş - dolayısıyla sıcaklık - durumuna yanıt vererek güneş kontrol işlevlerini gerçekleştireceklere (Orhon, 2006).

Bazı ŞBA'lar sabit sıcaklıkta konvansiyonel metallere göre 20 misli daha elastiktir; süperelastisite olarak anılan bu özelliklerini yapı strüktürlerinin deprem dayanımını artırmak üzere ŞBA kullanımını olanaklı kılmaktadır. Bu konuda yürütülen çalışmalarla deprem yüklerini sökünlendirmek üzere kritik noktalarda (kolon-kiriş bağlantıları gibi) veya aktif yapısal kontrol sistemlerinde (deprem damperleri gibi) ŞBA kullanımını geniş biçimde araştırılmaktadır.

f) Diğer akıllı malzemeler: yapı cephelerini renkli ve hatta etkileşimli medya ara yüzlerine dönüştüren LED dijital ve sıvı kristal ekran, kullanımı giderek yaygınlaşan fotovoltaik güneş panelleri gibi teknolojiler de akıllı ve yarı-akıllı malzeme kökenlidir. Yazı kapsamında ancak bir kısmına degeñilebilenler dışında mimari uygulamalar için gelecek vaat eden daha onlarca akıllı malzeme vardır. Örneğin: her iki yüzü arasında sıcaklık farkı bulunduğu elektrik potansiyeli oluşturan termolektrik malzemeler yapı kabuklarında kullanılarak - iç ve dış mekan arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle - elektrik üretilabilir. Manyetik alan etkisinde sıvı fazdan katı faz milisaniyeler içerisinde geçip tersinirlik ilkesi gereği manyetik alan kalkınca tekrar sıvı fazda dönen manyeto-reolojik (MR) malzemeler ve aynı faz değişimini elektrik alanla yapan elektro-reolojik malzemeler darbe sökünlendirici olarak deprem damperlerinde kullanılabilir - darbe alındıktan sonra tekrar sıvı fazda geçen malzeme salınarak dengeleyici vazifesi görecektir. ŞBA lar gibi çalışan şekil bellek polimerleri (ŞBP) daha iyi

arastırıldığından ucuzlukları sebebiyle çok kullanım bulacaktır. Şekil bellek etkisini sıcaklık değişimi yerine ışıkla yapan polimerler de tesadüfen keşfedilmeleri beklenmeden araştırılmaktadır.

Sonuç

20. yüzyılda Le Corbusier, mimarlığı yaşayan bir makineye benzetmişti. Mimarlık eyleminin devingenliğini vurgulamak için kullandığı bu metafor aynı yüzyıl bitmeden yapılar için gerçekten düşünülür ve hatta uygulanır olmuştur. Günümüzde artık akıllı malzemelerle çevreye duyarlı ve çevreyle uyumlu yeni nesil yapılar yapmaya başladık bile. Geleceğin yapıları yalnızca canlı gibi tepki vermenin ötesine geçerek nanoteknoloji, biyoloji vb. teknolojilerle destekli yeni nesil akıllı malzemelerle "kendisini tamir eden" ve hatta "kendisini kopyalayan" özellikler kazanıp belki de bir gün gerçekten canlı gibi tasaranacaklardır. □

Ahmet Vefa Orhon, Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

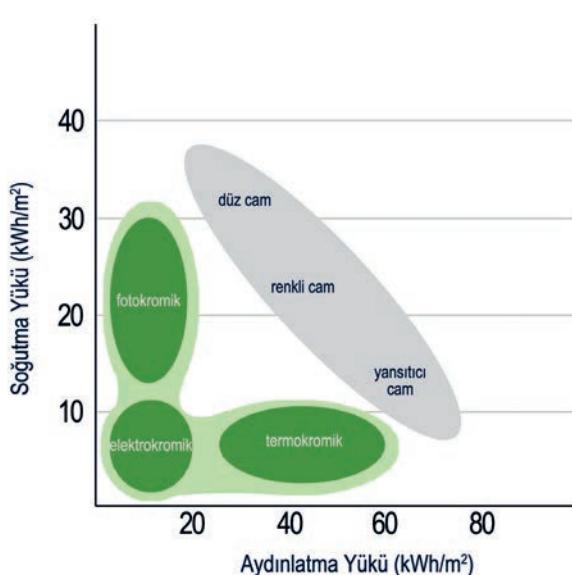
KAYNAKLAR

- Addington, M., Schodek, D. (2005). "Smart Materials and Technologies for Architecture and Design Professions", Elsevier Ltd., Amsterdam.
- GlassX (2005). "GLASSX®crystal: The glass that stores, heats and cools", GlassX AG, Zürich.
- Micronal (2006). "Intelligentes Temperaturmanagement für Gebäude". BASF, Ludwigshafen.
- Negroponte, N. (1970). "The Architecture Machine", M.I.T. Press, Cambridge.
- Okay, O. (2003). "Polimerik Malzemelerin Bugünü ve Yarını".
- Orhon, A. V. (2006). "Modern Yapı Malzemeleri", Yapı, sayı: 300, YEM Yayınları, İstanbul.
- Patel, I., Uzun, M. (2011). "The Requirement for Piezoelectric Smart Material For Current and Future Applications", Sigma - Journal of Engineering and Natural Sciences, sayı: 29, YTÜ.
- Ritter A. (2007). "Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design", Birkhauser, Basel.
- Selkowitz, S. E. (2001). "Integrating Advanced Facades into High Performance Buildings", LBNL Report No: 47948.

Yapı Kabuğu Tasarımında Enerji-Etkin Teknolojiler Üzerine Bir İnceleme

ARTAN DÜNYA NÜFUSU, YOĞUN KENTLEŞME GİBİ OLGULAR ENERJİ-ETKİN TEKNOLOJİLERİN YAPILARA ENTGRASYONUNU VE BU TEKNOLOJİLERDEN ELDE EDİLEN VERİLERİN NİCEL İZLENEBİLİRLİĞİNİ ZORUNLU KILMAKTADIR

Başak Güçyeter



ÜSTTE Yüksek teknoloji ürünü kromojenik camlar için soğutma ve aydınlatma yükünün diğer cam tipleriyle karşılaştırılması (Pratt, 2012) (Resim 1)

SAĞ ÜSTTE Elektrokromik cam katmanları ve voltaja bağlı geçirgenlik değişimi (Lee vd., 2006) (Resim 2)

SAĞ ALTTA Century College Kütüphanesi, Minnesota, ABD. Elektrokromik cam uygulaması. Üst: Geçirgen durum. Alt: Renkli durum (Sage Glass, 2012) (Resim 3)

Giriş Sürdürülebilir mimarlık üzerine geleneksel ve teknolojik bağlamdaki tüm kavramsal tartışmaların amacı ortaktır: yapıyı çevrenin doğal çevreye en az zararı vermesi ve yapının içinde bulunduğu ekosistemi koruma çabasıdır. Bu noktadan bakıldığından sürdürülebilir mimarlığın en akılçi biçimini yerel ve geleneksel olanı benimsemek olarak algılanabilir. Ancak, artan dünya nüfusu, yoğun kentleşme gibi olgular enerji-etkin teknolojilerin yapılara entegrasyonunu ve bu teknolojilerden elde edilen verilerin nicel izlenebilirliğini zorunlu kılmaktadır (Guy ve Farmer, 2001; Guy, 2005). Sürdürülebilir mimarlık tanımlarındaki muğlaklığa paralel bir diğer sorun, mimarlık pratiğinin disiplinlerarası niteliğinden kopuk ele alınması, teknolojinin tasarıma aktarımının yeterli etkinlikte sağlanamamasıdır. Sürdürülebilir teknoloji ve değerlendirme yöntemleri mühendislik problemi olarak algılanmaktadır. Oysa yapıların kullanım sürecindeki konfor/enerji performans seviyeleri mimarlık disiplini tarafından öngörülmesi gereken sorumluluk alanlarıdır. Mimarlığı sürdürülebilir yaklaşılardan, sürdürülebilir mimarlığı ilişkili olduğu diğer disiplinlerden ayrı düşünmek olanaksızdır. Dolayısıyla, yenilikçi ve teknoloji odaklı sürdürülebilir yaklaşımının mimarlık disiplinindeki yerinin kavranması önem kazanmaktadır. Kavramsal olarak incelenliğinde, sürdürülebilir mimarlık etkin enerji kullanımına odaklanan bir tavırdan çok, malzemeden kentsel ölçüde geniş bir yelpazedeeki

yaklaşımıları barındırmalıdır. Bu noktadan bakıldığından, bu çalışmanın amacı sürdürülebilirliğin teknik bir problem olduğu iddiasında olmak değil, yapı kabuğu tasarımına entegre edilebilen enerji-etkin teknolojileri incelemektir. Son on yılda gelişen enerji-etkin teknolojiler, disiplinlerarası bilgi aktarımı ve sürdürülebilirliği değerlendirme yöntemlerinin varlığının farkında olmak önemlidir. Bu makalede özetlenen, yapı kabuğuna entegre edilebilen teknolojiler, mimari biçimlerle ilişkilenme potansiyelleri, pasif sistem özelliklerini göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Çevresel etkilere cevap veren kromojenik camlar ve opak yüzeyler için geliştirilmiş pasif çözümler başlıklarını altında yeni teknoloji enerji-etkin malzemeler incelenmiştir.

Kromojenik Malzeme Kökenli Camlar

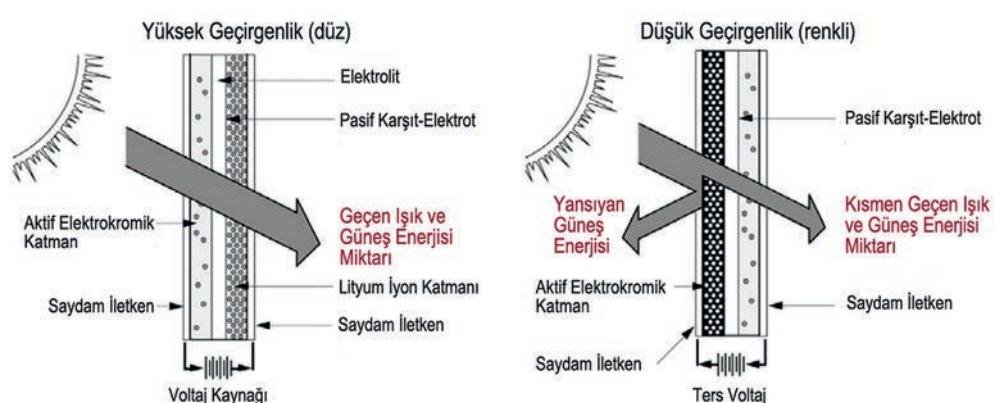
İç mekanda doğal aydınlatma ve görsel konforun sağlanabilmesi için uygun miktarda gün ışığı girişine duyulan gereksinimin yanısıra, ışınım kontrolü ve soğutma yüklerinin düşürülmesinin gerekliliği, cam teknolojilerinde gelişimini zorunlu kılmaktadır. Film tabakalı (low-e vb.) camlar, sabit özelliklerle yaz mevsiminde soğutma yüklerini düşürürken aydınlatma yükünün artmasına ve kış mevsiminde yararlanılabilecek pasif ısı kazanımlarının engellenmesine sebep olmaktadır. Kromojenik malzemelerin optik özelliklerini dış etkenlere göre değiştirebilme potansiyelinin yapıda kullanımı 2000'lerin ortalarından itibaren "aklılı camlar" adı altında hayatı geçmiştir (Lee vd., 2006;

Granqvist, 1990). Kromojenik camlar, ışık ve ısı geçişini dış uyarana bağlı olarak (ışık, ısı ya da voltaj) kontrol edebilecek özellikte tasarılmıştır. Işığa duyarlı olarak değişebilen cam tipleri fotokromik, ısıya duyarlı olarak değişebilenler termokromik, ve akımla niteliği değişebilen camlar da elektrokromik ve likit kristal cam teknolojileri olarak sıralanabilir (Chen vd., 2011; Han vd., 2010; Kazanasmaç ve Diler, 2011).

Kromojenik camların soğutma ve aydınlatma yükü analizleri Resim 1'de görülmektedir. Karşılaştırılmasına göre, düz cam uygulamalarının düşük aydınlatma ve yüksek soğutma yükü, renkli/yansıtıcı film tabakalı cam tiplerinin düşük soğutma ve yüksek aydınlatma yüküne sebep oldukları söylenmek mümkündür. Kromojenik camlar her iki parametre için daha etkin sonuçlar sunmaktadır (Pratt, 2012).

Kromojenik camlar kendi aralarında karşılaştırıldığında, ultraviyole ışığa duyarlı renk değiştirebilme özelliklerinin sonucu olarak, fotokromik camların aydınlatma yükünü 20 kWh/m²'den daha az bir aralıkta tutabildiğini gözlemek mümkündür (Resim 1). Fotokromik camlar, yüksek ışık girişini ve parlama etkilerini indirgerek, görsel konfor sağlamalarına rağmen, güneş ışınımına bağlı ışık geçişinde düşük performansa sahiptir. Termokromik camlarsa, ısıya duyarlı renk değiştirebilme özellikleriyle, güneş ışınımına bağlı ışık geçişinin yüksek olduğu durumlarda camların koyularak soğutma yükünü indirmekte etkindir. Ancak, gün ışığı geçişinin azalması yapay aydınlatma yüklerinde artışa sebep olmaktadır (Pratt, 2012; Carmody vd., 2004; CEC, 2012). Bu açıdan incelendiğinde, fotokromik ve termokromik camlara oranla, elektrokromik camlar soğutma ve aydınlatma yüklerinde daha etkin performansa sahiptir. Fotokromik ve termokromik camların diğer bir dezavantajı da ışık ve ısı etkisine göre değişimlerinin kullanıcı tarafından kontrol edilememesi, değişim özelliğinin malzemenin kimyasal yapısına bağlı olmasıdır (Granqvist, 2007; Baetens vd., 2010).

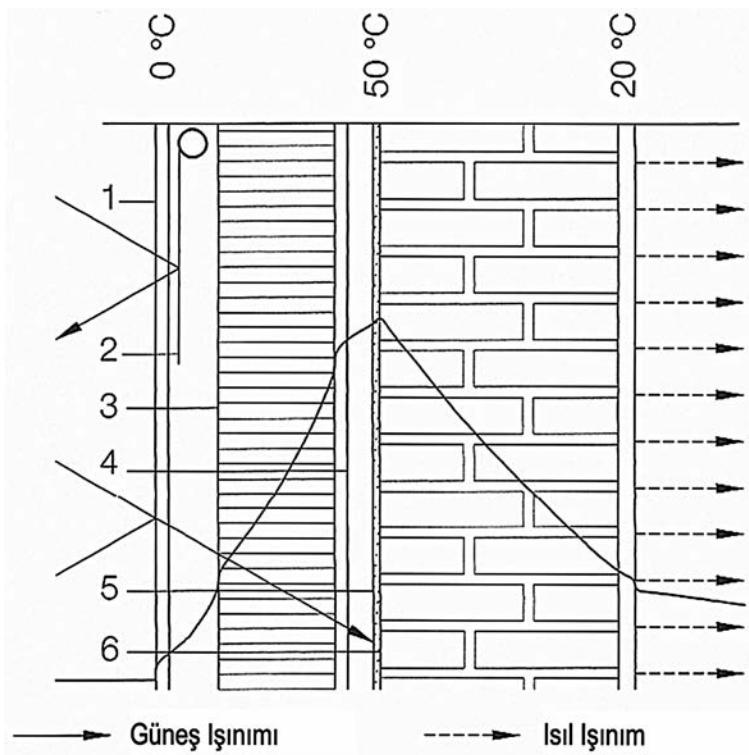
Elektrokromik camlar, düşük miktarda voltaj uygulanarak renklendirilebilen, ışık ve ısı geçiş



mikarını kullanıcının konfor algısına uygun biçimde kontrol edilebilen özelliktir. Dış ve iç cam arasında 5 katmandan oluşan elektrokromik camlarda (Resim 2), saydam iletken yüzeyler arasında yerleştirilen tungsten oksit, nikel oksit, iridyum oksit gibi aktif elektrokromik film tabakaları bulunur. Saydam iletken yüzeylere uygulanan voltaj pozitif yüklü iyonların lityum iyon katmandan aktif film tabakasına geçmesini ve bu tabakanın renginin koyulaşmasını sağlar (Resim 3). Voltaj

diğer yönde uygulandığında durum tersine döner ve geçirgenlik elde edilir (Baetens vd., 2010; Deb vd., 2001; Lee vd., 2006; Granqvist, 1990). Elektrokromik camlarda görsel geçirgenlik (T_{vis}) 0.75-0.03 ve güneş ışınım geçirgenliği (T_{sol}) 0.52-0.012 değerleri arasında değişim gösterir. Yüksek geçirgenlik değerleri düz cam, düşük değerlerse renkli duruma karşılık gelir. Cam panellerin U-değerleri çift cam uygulamalarında 1.1 W/m²K ve üç cam uygulamalarında 0.5 W/m²K





SOLDA Opak yapı kabuğu için saydam yalıtım malzemesi uygulaması (Pfundstein vd., 2007) (Resim 4)

SAĞDA Mimar Dietrich Schwarz, İsviçre. Faz değiştiren malzeme uygulaması. Üst: Dış görünüş. Orta: İç görünüş. Alt:FDM tabakalı yarı geçirgen yapı kabuğu detayı. (GlassX, 2012) (Resim 5)

seviyelerindedir (Jelle vd. 2012). Diğer yandan, voltajla bağlı durum değiştirmeleri söz konusu olsa da, 1-3 volt aralığında operatif değerler, gerektiğinde PV pillerle sağlanabildiğinden pasif sistem olarak nitelendirilmeleri mümkündür (Deb vd., 2001).

“YAPILARIN KULLANIM SÜRECİNDEKİ KONFOR/ENERJİ PERFORMANS SEVİYELERİ MİMARLIK DISİPLİNİ TARAFINDAN ÖNGÖRÜLMESİ GEREKEN SORUMLULUK ALANLARIÐDIR”

Elektrokromik camlar yeni ya da mevcut yapılarda kullanılabilir. Simülasyon analizi ve pilot çalışmalarında, elektrokromik camların soğutma ve aydınlatma yüküne dayalı enerji tüketiminin indirgendiği veriler sunulmaktadır. Tip ofis binaları için yapılan simülasyon analizleri sonucunda bu cam tipinin %15-23 aralığında enerji verimliliği sağladığı görülmüştür (Lee vd., 2006). Elektrokromik cam performansını değerlendirmeye yönelik bir pilot çalışmanın sonuçlarına göre kullanıcı kontrolünün devreye girmesiyle günlük aydınlatma yükünün %91 azaldığı, kış döneminde pasif güneş kazanımları ve soğutma döneminde ısıl kazancın azatılması sonucu %39-48 aralığında yıllık enerji tasarrufunun olanaklı olduğu ortaya çıkmıştır (Lee vd., 2012). Bir başka çalışmada, elektrokromik camların enerji verimliliğine etkisi araştırılmış ve yaklaşık %55 oranında soğutma ve ısıtma yükü tasarrufu saptanmıştır. Ancak, maliyet ve yaşam

enerji döngüsü bakımından incelenmeleri gerekiðinin altı çizilmiştir. Elektrokromik camların enerji-etkinliklerinin yanısıra çevresel etki, kullanım ömrü ve yatırım maliyetleri bakımından değerlendirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (Papaefthimiou vd., 2009).

olabilir. Resim 4'te görülen opak duvar kesitinde, iki cam katman arasına uygulanan saydam yalıtım, güneş ışınınmini duvar katmanı dış yüzeyi üzerindeki ısı yutucu tabakaya ileter ve ısı enerjisi duvar kütlesi boyunca iletimle iç mekana aktarılır. Isıtma yüklerini indirgeme açısından etkin olan bu sistem, soğutma yüklerinin artmasına sebep olabilir. Dolayısıyla, saydam yalıtım dışına açılıp kapanabilen yansıtıcı nitelikte güneş kontrolü sağlamak, yaz dönemlerinde aşırı ısınmayı engellemek gerekmektedir (Pfundstein vd., 2007; Wong vd., 2007).

Güneş ışınınının etkili olduğu yönlenmelerde bulunan masif duvarlara uygulanacak saydam yalıtım sisteminin pasif kazanımları %39 oranında artırdığınına dair bir simülasyon çalışması literatürde yer almaktadır. (Yang vd., 2000). Saydam yalıtım performansının uygulama üzerinden değerlendirildiği başka bir çalışmada %15-28 aralığına ısıtma enerjisi tasarrufu elde edilebileceği sonucuna varılmıştır (Voss, 2000). Son yıllarda aerojel teknolojisile uygulanma potansiyelleri araştırılan saydam yalıtım malzemeleri, yüksek ışık geçirgenliği, ısıl özellikleri, hafif yoğunluklarıyla özellikle çatı aydınlatma, giydirme cephe panelleri ve çok düşük U-değerlerine sahip (~0.1 W/m²K) enerji-etkin yarı geçirgen cam ünitesi olarak kullanım olanağı sunmaktadır (Bahaj vd., 2008; Baetens vd., 2011).

Faz değiştiren malzemeler (FDM'ler), direk kazanım amaçlanan durumlarda, opak/yarı geçirgen olarak yapı kabuğuna entegre edilebilen teknolojilerdir. Gizli ısı depolama

Opak Yüzeyler İçin Pasif Çözümler

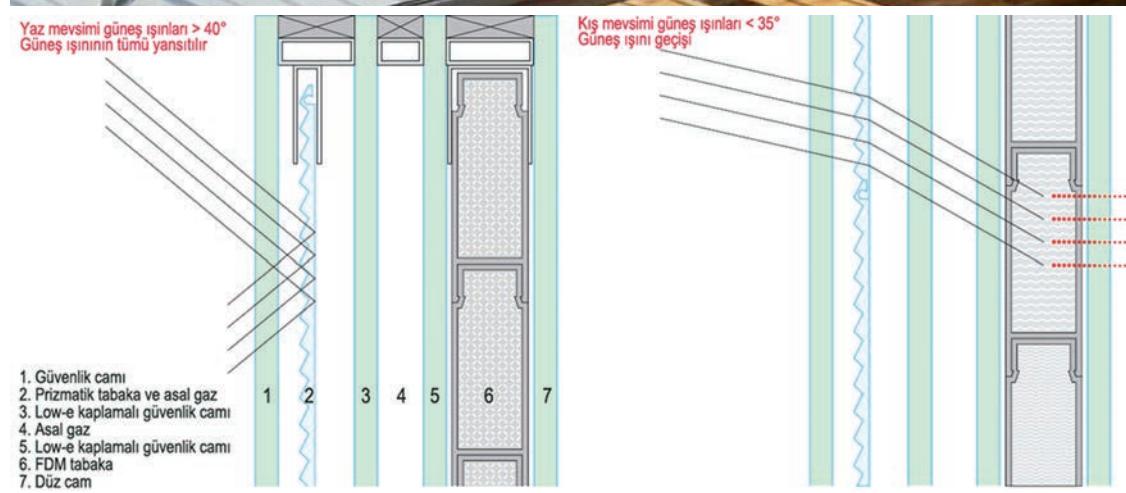
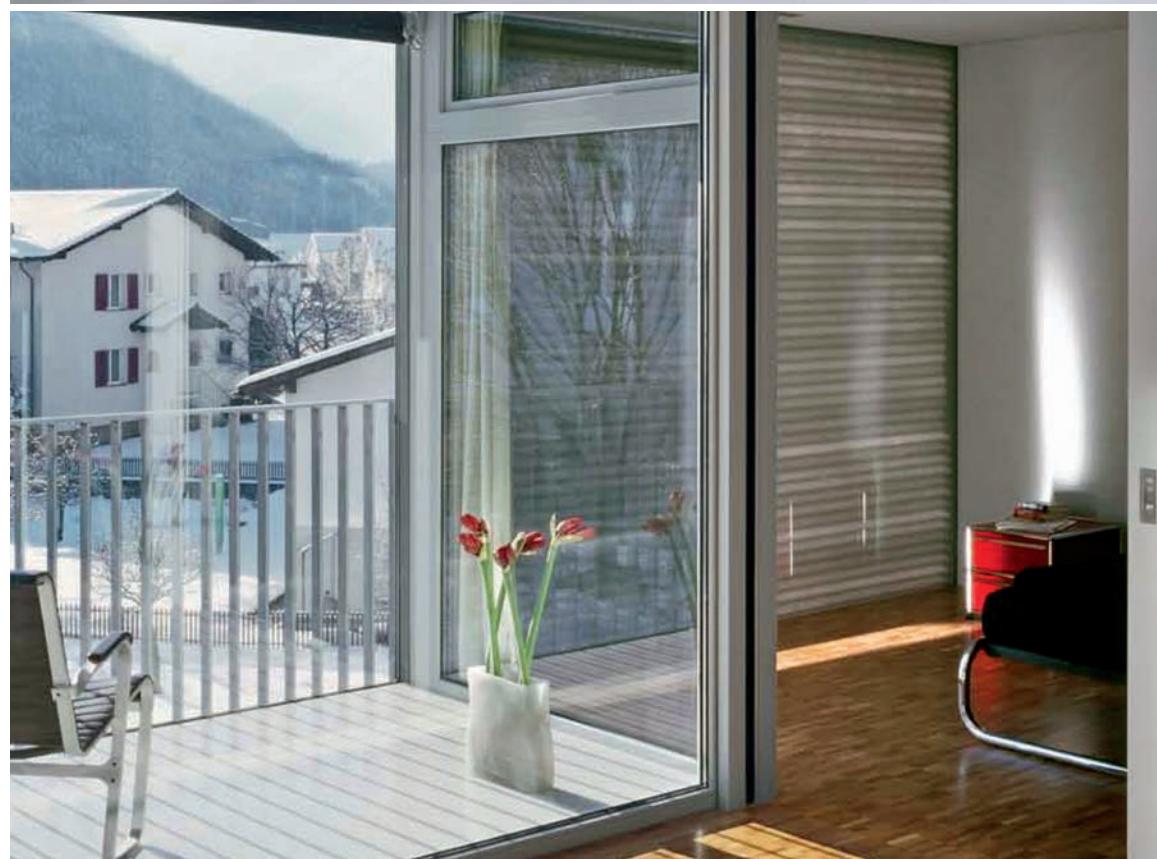
Enerji-etkin teknolojilerin incelenilecegi diğer alan, opak yüzeylerin ısıl kütlelerini artırmak amacıyla yapı kabuğu katmanlarına entegre edilen yalıtım malzemeleridir. Günümüzde kullanılan geleneksel yöntemlerin performansını artırmak, düşük ısıl geçirgenlik katsayılarına bağlı enerji verimliliği elde etmek amacıyla üretilen yüksek teknoloji ürünü yalıtım malzemelerine odaklanarak, saydam yalıtım, faz değiştiren malzemeler (FDM) ve vakum yalıtım panellerinden (VYP) bahsetmek mümkündür.

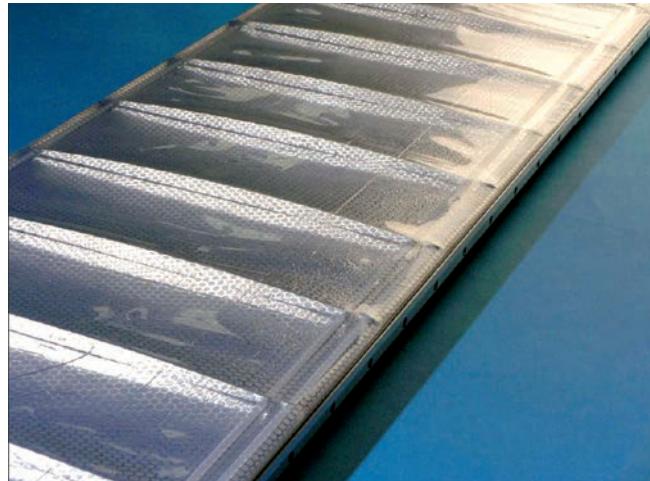
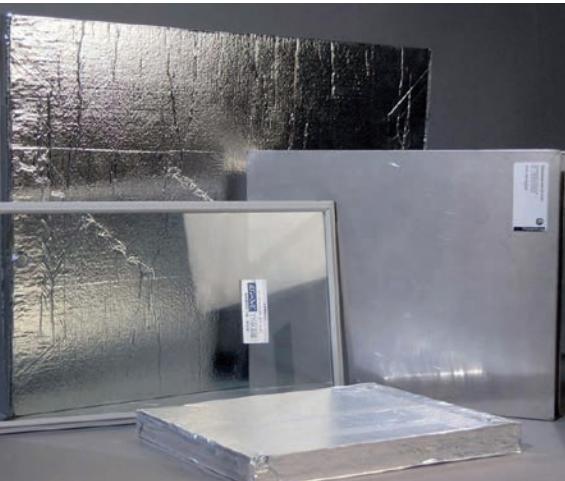
Saydam yalıtım, ışık geçirgenliğine sahip balpeteği ya da kılcal yapısıyla ısıl kütle artırmayı sağlayan, 20 yılı aşkın süredir araştırılan bir teknolojidir. Opak dış duvar kurgusuna entegre edilerek katmanlar arası ısı akışını pasif olarak kontrol etme olanağı sağlar. U-değerleri 0.2-1.0 W/m²K arasında değişen saydam yalıtım malzemeleri cam, polikarbonat ya da aerojel kökenli

kapasitesine sahip bu malzemeler, endotermik özellikleri sayesinde 20-32°C arasında katıdan sıvı faza geçer ve ısını bünyesinde hapseder. Soğuma başlığında durum tersine döner ve FDM içinde depolanmış olan gizli ısı açığa çıkar (Jelle, 2011; Kuznik vd., 2011; Tyagi ve Buddhi, 2007). İnorganik (tuz hidratları) ya da organik (parafin ve yağ asitleri) olabilen FDM'ler, alçı ya da beton kökenli opak yapı malzemelerine mikrokapsül olarak aşılanmaktadır. ısın düzenleyici niteliğinde çalışan FDM'ler trombe duvar, duvar ve çatı panelleri, yapı blokları ya da güneş önleyici yüzeylerde kullanılabilir (Tyagi ve Buddhi, 2007; Sharma vd., 2009). Resim 5 ve 6'da yarı geçirgen FDM tabakanın iç yüzeyde, prizmatik yalıtım camının dış yüzeyde kullanımına ait detaylar görülmektedir. Bu sayede, yazın soğutma, kışın ısıtma yüklerini düşürürken iç mekanda ısın dengesini de sabit tutmak mümkündür (GlassX, 2012). FDM içeren 1.5 cm kalınlığında alçıpan panel, normalden 5 kat yüksek ısın enerji depolama kapasitesine sahip olup, 20-30°C aralığındaki 12 cm kalınlığında bir tuğla duvarın ısın özelliklerini sağlar (Oliver, 2012).

Parameshwaran vd. yapı kabuğu, zemin ve tavan uygulamalarında kullanılan farklı FDM'lerin enerji performansına etkilerini derlemiştir. Yapılan çalışmaların çoğu FDM kullanımına bağlı olarak soğutma yüklerinin %28-38 aralığındaki indirgendiğini, ısıtma yüklerinin ise %20-60 gibi geniş bir aralıkta değişen oranda azaldığını göstermiştir (Parameshwaran vd., 2012).

Vakum yalıtım panelleri (VYP'ler) gözenekli yapıda iç dolgu malzemesinin (silika tozu, aerojel, açık hücreli poliüretan) bariyer film tabakası (çok katmanlı aluminyum, polimer film) arasına yerleştirilerek, dolgu malzemesinin uygun gaz gidericilerle vakumlanmasıyla üretilirler. VYP'ler opak ve yarı geçirgen olarak üretilmekte ve farklı yapı kabuğu uygulamalarına olanak sağlamaktadır (Resim 6) (Baetens vd., 2010; Cremers, 2005). Ortalama 2 cm kalınlığındaki VYP'in U-değeri 0.2 W/m²K'dır (Fricke vd., 2008). VYP'ler pilot uygulamalar ve simülasyon çalışmalarıyla halen geliştirilmektedir. Araştırılan en önemli noktalardan biri VYP'in panel kenarlarında konumlandırılan profillerin





SOLDA Vakum yalitim paneli çeşitleri (Cremers, 2005) (Resim 6)

SAĞ ALTTA Lichtblau Mimarlık, Münih, Almanya. Yenileme projesinde vakum yalitim panellerinin kullanımı. Sol: Kuzey cephe uygulaması. Sağ: Kuzey cephe, 3 yıl arayla çekilmiş termal fotoğraf. Panel kenar profillerinin ısı köprüsü etkisi (Binz vd., 2005) (Resim 7)

ısı köprüsü oluşturmasına karşı çözüm geliştirilmesidir. İlk uygulamadan itibaren kullanım ömrü boyunca ısı köprüsü etkisi, malzemenin yalitim değerinin zamana bağlı düşmesine paralel olarak artmaktadır (Resim 7). Diğer önemli nokta, uygulama sürecinde vakum özelliklerinin bozulmaması için özenli uygulama gerektirmeleridir. VYP'lerin şantiyede kesilerek kullanılabilmesi söz konusu değildir. Düşük kalınlıklarla yüksek ısı performans sağlamalarına rağmen, özellikle mevcut yapıların iyileştirilmesinde kullanımları sınırlıdır. Yeni tasarımlarda, mevcut panel boyutları bir ön tasarım problemi olarak değerlendirilerek uygulanabilir (Baetens vd., 2010; Binz vd., 2005).

politikaların uzmanlar tarafından dünyadaki bilimsel düzey izlenerek geliştirilmesidir. Enerji verimliliğini dış yalitim kalınlığı olarak algılamak sorunlu ve geçici bir yaklaşımdır. Bir çok çalışma göstermiştir ki, yapının ısı kütlesini artırmaya dayalı uygulamalar %10-30 arasında enerji verimliliği sağlamaktadır (Güçyeter, 2010; Verbeeck ve Hens, 2005). Yapı kabuğu ve servis sistemerine bütünsel yaklaşım geliştirmeli, yapıya özel çözüm stratejileri, enerji izleme, performans değerlendirme süreçleri tanımlanmalıdır. Yeni tasarımlar ve mevcut yapıların iyileştirilmesinde öngörülen enerji-etkin yaklaşımız izleme ve performans süreçlerinden edinilen deneyimlerle şekillendirilmelidir.

yönenmesine, yapının içinde bulunduğu mikroklima ya da iç mekanda gerek duyulan konfor koşullarına göre belirlenmelidir. Benzer olarak, elektrokromik camların kullanımı da yönlenme, yapı morfolojisini, cephe açıklık oranları, iç mekanda doğal aydınlatma gereksinimi, ısı konfor gibi bir çok bileşen göz önüne alınarak kurgulanmalıdır.

Bu makalede incelenen ve diğer teknolojiler, bina enerji performans yazılımları ve yaşam döngüsü analizleriyle değerlendirerek, yapıya özel çözümleri, enerji/ekoloji performans kriterleri göz önünde tutularak uygulanmalıdır. Enerji-etkin mimarlığa bu düzeyde yaklaşabilmek için özellikle mimarlık eğitiminde sürdürülebilirlik ve yapı fiziki alanlarına ait bilimsel bilgi ve yöntemler müfredatın bir parçası olarak ele alınmalı, mimarlık disiplini ve teknoloji arasındaki kopukluk aşılmalıdır. Teknoloji, eğitim ve disiplinlerarası karar verebilme yeteneği gibi yaklaşımalar sayesinde, mimarlık pratiği bir yapının yaşam döngüsü boyunca içinde bulunduğu yakın çevreye ekolojik ve kullanıcıyla konfor ilişkisini öngormeyi, ve buna bağlı olarak gerçek anlamda sürdürülebilir yaklaşımalar geliştirmeyi başarabilecektir.

Sonuç

Yapılarda enerji-etkin teknolojilerin kullanımı yoğun kentleşmeye bağlı olarak zorunlu hale gelmektedir. Enerji-etkin teknolojiler, yapı kabuğu tasarımında kullanımını üzerinden incelendiğinde, yüksek oranda enerji tasarrufu potansiyeli sunar. Ancak yapıların karmaşık kurgusu da göz

“ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ DIŞ YALITIM KALINLIĞI OLARAK ALGILAMAK SORUNLU VE GEÇİCİ BİR YAKLAŞIMDIR”

Yapı Kabuğu Tasarımında Enerji-Etkin Teknolojileri Uygulama Prensipleri

Enerji-etkin yapılar için sadece yüksek teknoloji çözümlere odaklanmak yeterli değildir. Yeni yapıların tasarımında öncelikli olarak biyoklimatik tasarım parametreleri (yonlenme, kontrollü güneş kazanımları, doğal havalandırma vb.) değerlendirilmeli, yapı ve içinde bulunduğu bağlama uygun tasarım çözümleri geliştirilmelidir. Yapının enerji performansını destekleyecek teknolojiler ek olarak entegre edilmelidir. Tasarım kararlarının yanısıra önemli bir diğer nokta kamusal

Yapı kabuğu tasarımında enerji-etkin teknolojiler kapsamında ele alınan cam teknolojileri ve opak yüzeyler için geliştirilen yeni nesil yalitim malzemelerinin ortak özellikleri (vakum yalitim panelleri dışında) çevresel etkilere tepki verebilecek teknolojiye sahip olmalarıdır. Bu teknolojilerin entegrasyonunda göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametre, yapı kabuğunun diğer servis sistemlerinin enerji tüketimlerini azaltacak biçimde kurgulanmasıdır. Örnek olarak FDM'lerin duvar katmanında iç ya da dışta konumlandırılması, yapı kabuğunun

önünde bulundurularak, bu teknolojilerin uyarlanması etkin sonuçlar elde edebilmek için; (1) paralel disiplinlere ait bilmisel gelişmeleri tanımak, mimari tasarımda yorumlayabilmek, (2) yapıya özel çözüm geliştirme yeteneğine sahip olmak; izleme, modelleme, değerlendirme gibi adımları uygulayabilmek, (3) yeni sürdürülebilir teknolojlere yaşam döngüsü enerji performansı açısından yaklaşabilmek ve (4) kullanıcının enerji performansı üzerindeki rolünü irdeleyebilmek önemli birer tasarım girdisi olarak değerlendirilmelidir. Eğitim, sürdürülebilir mimarlık yaklaşımları, teknolojinin kullanımını, yapıların enerji ve ekolojik performanslarının değerlendirilmesi gibi girdiler sayesinde daha enerji-etkin yapı ve yerleşkelere doğru adım atmak mümkün olacaktır. □

Başak Güçyeter, Öğr. Gör. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

KAYNAKLAR

- Baetens R., Jelle B.P. ve Gustavsen A. (2011). Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review. Energy and Buildings, 43, 761-769.
- Baetens R., Jelle B.P. ve Gustavsen A. (2010). Properties, requirements and possibilities of smart windows for dynamic daylight and solar energy control in buildings: A state-of-the-art review. SolarEnergy Materials & Solar Cells, 94, 87-105.
- Baetens R., Jelle B.P., Thue J.V. vd. (2010). Vacuum insulation panels for building applications: A review and beyond. Energy and Buildings, 42, 147-172.
- Bahaj A.S., James P.A. ve Jentsch M.F. (2008). Potential of emerging glazing technologies for highly glazed buildings in hot arid climates. Energy and Buildings, 40, 720-731.
- Binz A., Moosmann A., Steinke G. vd. (2005). Vacuum Insulation in the Building Sector - Systems and Applications - Subtask B Annex 39, IEA/ECBCS.
- CEC(2012). http://www.consumerenergycenter.org/home/windows/windows_future.html
- Carmody, J., Selkowitz S., LeeE.S. vd. (2004). Window Systems for High-Performance Buildings. W. W. Norton & Company, New York.
- Chen Z., Gao Y., Kang L. vd.(2011). VO₂-based double-layered films for smart windows: Optical design, all-solution preparation and improved properties. Solar Energy Materials & Solar Cells, 95, 2677-2684.
- Cremers J. (2005). Typology of applications for opaque and translucent VIP in the building envelope and their potential for temporary thermal insulation. Presentation for 7th International Vacuum Insulation Symposium, Duebendorf, Switzerland.
- Deb S.K., Lee S., Tracy E. vd. (2001). Stand-alone photovoltaic-powered electrochromic smart window. Electrochromica Acta, 46, 2125-2130.
- Fricke J., Heinemann U. ve Ebert H.P. (2008). Vacuum insulation panels—From research to market. Vacuum, 82, 680-690.
- GlassX. (2012). http://www.glassx.ch/fileadmin/pdf/Broschuere_online_en.pdf
- Granqvist C.G. (1990). Chromogenic materials for transmittance control of large-area windows. Critical Reviews in Solid State and Material Sciences, 16:5, 291-308.
- Granqvist C.G. (2007). Transparent conductors as solar energy materials: A panoramic review. Solar Energy Materials & Solar Cells, 91, 1529-1598.
- Gücüyeter B. (2010). A Method on Energy-Efficient Retrofitting for Existing Building Envelopes. Mimarlık Doktora Tezi. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.
- Guy S. (2005). Exploring Sustainable Architectures. S. Sustainable architectures: cultures and natures in Europe and North America (s. 125-140). New York: Spon Press.
- Guy S. ve Farmer G. (2001). Reinterpreting Sustainable Architecture: The Place of Technology. Journal of Architectural Education, 54/3, 140-148.
- Han H.J., Jeon Y.I., Lim S.H. vd. (2010). New developments in illumination, heating and cooling technologies for energy-efficient buildings. Energy, 35, 2647-2653.
- Jelle B.P. (2011). Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions - Properties, requirements and possibilities. Energy and Buildings, 43, 2549-2563.
- Jelle B.P., Hynd A., Gustavsen A. vd. (2012). Fenestration of today and tomorrow: A state-of-the-art review and future research opportunities. Solar Energy Materials & Solar Cells, 96, 1-28.
- Kazanasmaz T. ve Diler Y. (2011). Gelişmiş Cam Teknolojileri ile Enerji Etkinliğinin Değerlendirilmesi. VI. Ulusal Aydinlatma Sempozyumu. İzmir.
- Kuznik F. vd. (2011). A review on phase change materials integrated in building walls. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 379-391.
- Lee E.S., Claybaugh E.S. ve LaFrance M. (2012). End user impacts of automated electrochromic windows in a pilot retrofit application. Energy and Buildings, 47, 267-284.
- Lee E.S., Selkowitz S.E. vd. (2006). Advancement of Electrochromic Windows. Lawrence Berkeley National Laboratory. California Energy Comission.
- Oliver A. (2012). Thermal characterization of gypsum boards with PCM included: Thermal energy storage in buildings through latent heat. Energy and Buildings, 48, 1-7.
- Papaeftithimou S., Syrrakou E. ve Yianoulis, P. (2009). An alternative approach for the energy and environmental rating of advanced glazing: An electrochromic window case study. Energy and Buildings, 41, 17-26.
- Parameshwaran R., Kalaiselvam S., Harikrishnan S. ve Elayaperumal A. (2012). Sustainable thermal energy storage technologies for buildings: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews , 16,2394-2433.
- Pfundstein M., Gellert R., Spitzner M.H. vd. (2007). Insulating Materials. Munich: Architektur-Dokumentation GmbH & Co.
- Pratt. (2012). http://www.reliant.com/en_US/Platts/PDF/P_PA_6.pdf
- Sage Glass. (2012). <http://sageglass.com/portfolio/century-college-2/>
- Sharma A., Tyagi V.V., Chen C.R. ve Buddhi D. (2009). Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 318-345.
- Tyagi V.V. ve Buddhi D. (2007). PCM thermal storage in buildings: A state of art. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11, 1146-1166.
- Verbeeck G. ve Hens H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? Energy and Buildings, 37, 747-754.
- Voss K. (2000). Solar energy in building renovation - results and experience of international demonstration buildings. Energy and Buildings, 32, 291-302.
- Wong I. L., Eames P.C. ve Perera R.S. (2007). A review of transparent insulation systems and the evaluation of payback period for building applications. Solar Energy, 81, 1058-1071.
- Yang H., Zhu Z. ve Burnett J. (2000). Simulation of the behaviour of transparent insulation materials in buildings in northern China. Applied Energy, 67, 293-306.



Türkiye'de Asma-Germe Membran Sistemlerin Kullanımı İle İlgili Örnekler

ASMA- GERME MEMBRAN SİSTEMLER 1950'Lİ YILLARDAN BERİ MİMARİDE KULLANILMAYA BAŞLANMIŞ, ANCAK ÜLKEMİZDE HENÜZ İSTENİLEN SEVİYEDE KULLANILMAMAKTADIR. BU METİN, ASMA GERME MEMBRAN SİSTEMLERİYLE İLGİLİ GENEL BİR BİLGİLENDİRME VE ÜLKEMİZDEKİ UYGULAMALARDAN ÖRNEKLER VERMEYİ AMAÇLAMAKTADIR

İsmail Sarıay



ÜSTTE İzmir Otobüs Terminali Açık Alan Üst Örtüsü Uygulaması

AŞAĞIDA Ankara Altınpark Fuar Alanı'ndaki Tekerlekli Paten Pisti

SAĞ ÜSTTE Tüyap Fuar ve Kongre Merkezi'nin Pnömatik Sergi Salonları

SAĞ ALTTA Oasis Alışveriş Kültür ve Eğlence Merkezi'ndeki Giriş Kanopisi

Asma germe membran sistemler, mimaride ilk defa 1950'li yıllarda Frei Otto, Peter Strohmeyer, Horst Berger, Walter Birdair ve Tailbert gibi mimar ve mühendislerce dillendirilmeye başlanarak kullanılmıştır. Örgü dokuma membran malzemeden meydana getirilen, hafif ve kolay kurulup sökülebilen, asma germe membran sistemlerin dayanımları, minimum yüzeyli ters eğrilikli formlarından ve yüksek dayanıklı taşıyıcı özellikli malzemelerinden ileri gelmektedir.

Bu tür strütürel malzemelerin kullanıldığı yapılar temelde yeni uygulamalar olmayıp, Kıızılderili çadırı, yurt, bedevi çadırı gibi geleneksel eski tarihi dokuma formların yeni ve modern ve de yüksek dayanıklı, gelişmiş örgü dokuma malzemeler ile tekrar yorumlanmasıdır. Geleneksel çadırlarda kullanılan deri, pamuk, keçe, keten gibi yüzey örtülerinin yerini daha esnek ve dış fiziki etkilere daha dayanıklı silikon, yumuşak P.V.C. veya P.T.F.E.(teflon) kaplı aramid, polyester, cam lifi, kevlar lifi örgü dokuma dokulara sahip membran malzemeler; ip, halat, ahşap direkler gibi germe ve destek elemanlarının yerini de ileri teknoloji ile geliştirilmiş son derece dayanıklı ve esnek çelik kablolar, çelik dikmeler, uzay kafes veya çelik çerçeveli sistemler, yüksek dayanıklı lamine ahşap kemerler almıştır.

Membran sistemler antisinklastik (çift eğrili zit yönlü) jeodezik formlardır. Bu tür yüzeysel taşıyıcı sistemlerin statik analizleri -dynamic relection- veya -force density- yöntemlerinden biri kullanılarak non-

linear yük dağılımına göre özel bilgisayar programları ile yapılmaktadır.

Membran sistemlerde form tasarılandıktan sonra, ortaya çıkan form üzerinde yapının bulunduğu coğrafik koşullarda dikkate alınarak; ön germe(malzeme tipine bağlı olarak), kar etkisi, rüzgârin emme ve basınç etkilerine göre ve farklı yönlerden rüzgâr etkilerine- yük kombinasyonlarına göre çeşitli statik analizler yapılmaktadır. Bu ancak yukarıda belirtilen yöntemlerden birini kullanan „özel“ programlarla yapılmaktadır. Piyasada kullanılan betonarme ve çelik hesabı yapan programlar bu yöntemlerle jeodezik yüzeyli asma-germe sistem membran örtülerin statik hesaplarını yapamamakta ve dolayısı ile malzeme seçimi ve de taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasına izin vermemektedir. Tüm analizler yapıldıktan sonra membran örtünün tipine karar verilebilmektedir. (Uluslararası toplumda kabul edilen beş tip membran vardır: Type I-800gr/m², Type II-900 gr/m², Type III- 1100 gr/m², Type IV-1300 gr/m², Type V- 1400 gr/m²) . Bu membran tipleri kendi içinde farklı özelliklerine göre alt gruplara da ayrılabilir.

Yapısal membran üst örtüyü oluşturan patronları bir araya getirirken; „HF“ (High Frequency) Yüksek frekans kaynağı veya hız ve ısı kontrollü özel robot makineler aracılığı ile yapılan ısisal kaynak“ metotları kullanılmaktadır. Bu şekilde kaynatılan malzemeler tek malzeme gibi davranışma özelliği kazanarak gerekli yüzeysel statik devamlılığı sağlamaktadır.

Türkiye'de Asma-Germe Membran Sistemlerin Kullanımı İle İlgili Örnekler

ASMA- GERME MEMBRAN SİSTEMLER 1950'Lİ YILLARDAN BERİ MİMARİDE KULLANILMAYA BAŞLANMIŞ, ANCAK ÜLKEMİZDE HENÜZ İSTENİLEN SEVİYEDE KULLANILMAMAKTADIR. BU METİN, ASMA GERME MEMBRAN SİSTEMLERİYLE İLGİLİ GENEL BİR BİLGİLENDİRME VE ÜLKEMİZDEKİ UYGULAMALARDAN ÖRNEKLER VERMEYİ AMAÇLAMAKTADIR

İsmail Sarıay



ÜSTTE İzmir Otobüs Terminali Açık Alan Üst Örtüsü Uygulaması

AŞAĞIDA Ankara Altınpark Fuar Alanı'ndaki Tekerlekli Paten Pisti

SAĞ ÜSTTE Tüyap Fuar ve Kongre Merkezi'nin Pnömatik Sergi Salonları

SAĞ ALTTA Oasis Alışveriş Kültür ve Eğlence Merkezi'ndeki Giriş Kanopisi

Asma germe membran sistemler, mimaride ilk defa 1950'li yıllarda Frei Otto, Peter Strohmeyer, Horst Berger, Walter Birdair ve Tailbert gibi mimar ve mühendislerce dillendirilmeye başlanarak kullanılmıştır. Örgü dokuma membran malzemeden meydana getirilen, hafif ve kolay kurulup sökülebilen, asma germe membran sistemlerin dayanımları, minimum yüzeyli ters eğrilikli formlarından ve yüksek dayanımlı taşıyıcı özellikli malzemelerinden ileri gelmektedir.

Bu tür strütürel malzemelerin kullanıldığı yapılar temelde yeni uygulamalar olmayıp, Kıızılderili çadırı, yurt, bedevi çadırı gibi geleneksel eski tarihi dokuma formların yeni ve modern ve de yüksek dayanımlı, gelişmiş örgü dokuma malzemeler ile tekrar yorumlanmasıdır. Geleneksel çadırlarda kullanılan deri, pamuk, keçe, keten gibi yüzey örtülerinin yerini daha esnek ve dış fiziki etkilere daha dayanıklı silikon, yumuşak P.V.C. veya P.T.F.E.(teflon) kaplı aramid, polyester, cam lifi, kevlar lifi örgü dokuma dokulara sahip membran malzemeler; ip, halat, ahşap direkler gibi germe ve destek elemanlarının yerini de ileri teknoloji ile geliştirilmiş son derece dayanımlı ve esnek çelik kablolar, çelik dikmeler, uzay kafes veya çelik çerçeveli sistemler, yüksek dayanımlı lamine ahşap kemerler almıştır.

Membran sistemler antisinklastik (çift eğrili zit yönlü) jeodezik formlardır. Bu tür yüzeysel taşıyıcı sistemlerin statik analizleri -dynamic relection- veya -force density- yöntemlerinden biri kullanılarak non-

linear yük dağılımına göre özel bilgisayar programları ile yapılmaktadır.

Membran sistemlerde form tasarılandıktan sonra, ortaya çıkan form üzerinde yapının bulunduğu coğrafik koşullarda dikkate alınarak; ön germe(malzeme tipine bağlı olarak), kar etkisi, rüzgârin emme ve basınç etkilerine göre ve farklı yönlerden rüzgâr etkilerine- yük kombinasyonlarına göre çeşitli statik analizler yapılmaktadır. Bu ancak yukarıda belirtilen yöntemlerden birini kullanan „özel“ programlarla yapılmaktadır. Piyasada kullanılan betonarme ve çelik hesabı yapan programlar bu yöntemlerle jeodezik yüzeyli asma-germe sistem membran örtülerin statik hesaplarını yapamamakta ve dolayısı ile malzeme seçimi ve de taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasına izin vermemektedir. Tüm analizler yapıldıktan sonra membran örtünün tipine karar verilebilmektedir. (Uluslararası toplumda kabul edilen beş tip membran vardır: Type I-800gr/m², Type II-900 gr/m², Type III- 1100 gr/m², Type IV-1300 gr/m², Type V- 1400 gr/m²) . Bu membran tipleri kendi içinde farklı özelliklerine göre alt gruplara da ayrılabilir.

Yapısal membran üst örtüyü oluşturan patronları bir araya getirirken; „HF“ (High Frequency) Yüksek frekans kaynağı veya hız ve ısı kontrollü özel robot makineler aracılığı ile yapılan ısisal kaynak“ metotları kullanılmaktadır. Bu şekilde kaynatılan malzemeler tek malzeme gibi davranışma özelliği kazanarak gerekli yüzeysel statik devamlılığı sağlamaktadır.

Membran üst örtüyü oluşturan patronlar çıkarıldıkten sonra, her bir patronun "compensation" adı verilen özel bir işlemenin geçmesi gerekmektedir. Bu sayede üst örtünün montajından sonra ileriki zaman sürecinde mevsimlere bağlı olarak, malzemedede ısınma ve soğuma sonrası oluşacak esneme ve uzama deformasyonları engellenebilmektedir. Malzemenin özel programlarla statik analizi yapılip tipi belirlendikten sonra, "compensation" işleminin yapılabilmesi için -biaxial testlerinin- yapılması ya da üretici firmadan bu teknik bilgilerin sağlanması gerekmektedir.

Bu tur sistemlerin güvenliği ve daha az tonajla daha fazla mesafenin geçilebilmesi için en doğru yol; membran örtünün ve taşıyıcı sistemin birlikte özel programlarda -hibrit- olarak statik analizinin yapılmasıdır. Bu yaklaşık sistemde %20'lere varan tasarruf sağlamaktadır.

Asma germe membran strüktürlerin ana elemanları olan, aşırı gerilimlere dayanıklı kablolar ve dokuma membran malzemeler yüksek teknolojileri gereği düşük maliyetli değildirler.

Bu yapılar konvansiyonel ve endüstriyel yapım sistemlerine ve de demir, çelik, beton, betonarme gibi malzemelere göre; kolay kurulup sökülebilme katlanıp depolanabilme, çok kısa sürede yerinde uygulanabilme gibi rasyonel özelliklerin getirdikleri avantajlara sahiptirler. Bunun en iyi örneği Yeni İzmir Otobüs Terminali'nde yaşanmıştır. İlk önce betonarme kabuk sistem olarak tasarlanan üst örtü; şantiyede yapılabılırlik, uygulanabilirlik ve montaj sürecinin kısalığı gibi rasyonel inşai avantajlar getirmesi nedeni ile çelik çerçeveli ters radyal membran bir üst örtü ile değiştirilmiştir.

Mühendislik açısından, 23m yükseklikteki ve 304t ağırlığındaki betonarme üst örtü modülünün yan yükler karşısındaki davranışları son derece sakıncalı bulunmuştur. Betonarme olarak üst örtünün inşası makul ölçütlerde olmadığı için statik araştırma ve çalışmaları ön çalışmalardan ileriye götürülmemiştir.

Yapılan irdeleme sonucu, inşa edilen son halinin (9.5t.) tasarlanan ilk halinden (304t.) 32 kat daha hafif olduğu; betonarme kabuk üst örtü

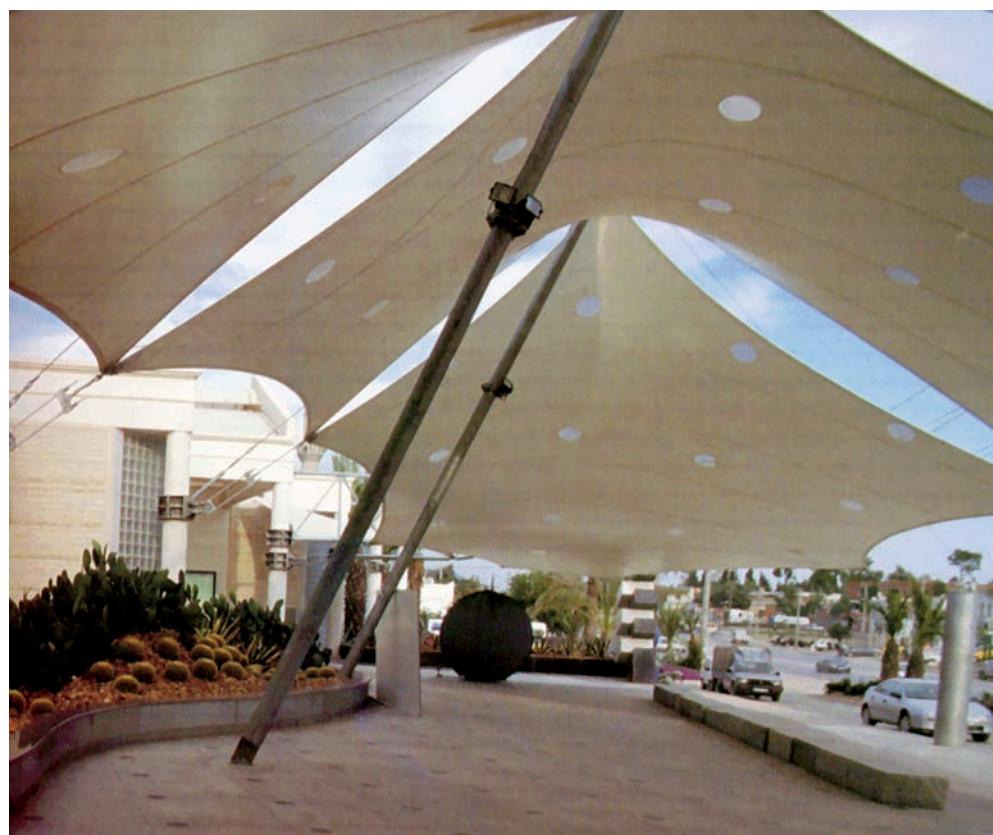


“MEMBRAN SİSTEMLER ANTİSINKLASTİK JEODEZİK FORMLARDIR. BU TÜR SİSTEMLERİN STATİK ANALİZLERİ NONLINEER YÜK DAĞILIMINDA GÖRE ÖZEL BİLGİSAYAR PROGRAMLARI İLE YAPILMAKTADIR”

modülünün toplam malzeme ve işçilik giderinin 1996 yılı verilerine göre 5.302.800.000TL.'lık maliyeti ile membran üst örtü modülünün 3.015.000.000TL.'lık toplam malzeme ve işçilik giderinden fazla olduğu; betonarme kabuk üst örtünün yapımı için 26 veya 13 aylık zaman dilimleri gereklidir, membran üst örtünün yapımı için 1,5 aylık bir zaman diliminin

gerektiği görülmektedir.

Yukarıda yapılan irdeleme ve karşılaşmalar sonucu İzmir Otobüs Terminali Açık Alan Üst Örtüsü uygulamasının yapım esnasında değiştirilmesinin süreci ve maliyet açısından yapı bütününe inşasına getirdiği faydalara görülmektedir. Bu da bize geniş alanların örtülmesinde çekmeye çalışan asma-germe membran





SOLDA Bilkent Üniversitesi Açık Hava Tiyatrosu

ALTTA Ege Üniversitesi Tribün, İzmir

SAĞ ÜSTTE Adnan Menderes Havalimanı, İzmir

SAĞ ORTADA Havagazı Fabrikası, İzmir

SAĞ ALTTA Konak Meydanı, İzmir

“ASMA GERME MEMBRAN SİSTEMLER ÇOK FARKLI İŞLEVLERE SAHİP YAPILarda KULLANIM ALANI BULMAKTADIR”

taşıyıcı sistemlerin strüktürel etkinlik ve süreç açısından geliştirilmiş konvansiyonel yapım sistemi ile yapılmış betonarme karkas taşıyıcı üst örtülerden daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Mimarların tasarımlarında geniş alanların örtülmesinde daha gerçekçi ve ekonomik çözümlere ulaşmak için bu kriterleri dikkate almaları gerekmektedir.

Ortaya çıkan yukarıdaki özellikler doğrultusunda asma germe membran sistemler çok farklı işlevlere sahip yapılarda kullanım alanı bulmaktadır. Bunların başlıcaları ticari yapılar, endüstri yapıları, spor yapıları, sergi-kültür ve eğlence yapıları, ulaşım yapıları, askeri yapılar, açık alan düzenlemeleri ve hatta konutlar olarak sıralanabilir.

Anadolu yarımadasında çadır geleneksel olarak eskiden beri kullanıla

gelmiştir. Ancak toplumların yerleşik düzene geçmeleri ile birlikte çadır ve benzeri yapılar ağırlıklarını yitirmiştir. Bizans, Selçuklu, Osmanlı dönemlerinde çadırların daha çok askeri amaçlı kullanıldığı görülmüştür. Daha sonraları ise ağırlıklı olarak Yörükler tarafından yaylalarda ve Akdeniz Bölgesi’nde kullanıldığı görülmektedir. 1980’li yılların sonlarına doğru yurdumuzda eski tarihi formların tıpkı 1970’lerde Avrupa’da olduğu gibi yeni modern ve yüksek dayanıklı, gelişmiş örgü dokuma membran malzemeler ile çağdaş anlamda tekrar yorumlanmaya başladığını görmekteyiz.

Bunların ilk örnekleri olarak Ankara Altınpark Fuar Alanı’ndaki açık hava



tiyatrosunu ve tekerlekli paten pistini görmekteyiz.

Yine bir eğlence merkezi olan Temalı Park; Tatilşa'da giriş sağlığı olarak membran üst örtü kullanılmıştır. Bu yapıya 2003 yılında alüminyum ve membran malzemelerin kullanıldığı çok amaçlı salon eklenmiştir.

Su an yine ekonomik ömrünü tamamladığı için sökülen Tüyap Fuar ve Kongre Merkezi'nin Pnömatik (alçak hava basıncı ile ayakta tutulan) sergi salonları 7500 m²'lik kullanım alanları ile Türkiye'nin önemli sergi mekânlarından birini teşkil etmektedir.

Oasis Alışveriş Kültür ve Eğlence Merkezi'ndeki giriş kanopisi ve gölgeleme amaçlı membran kullanımı da ticari ve eğlence yapılarındaki ilk kullanımlardan biri olarak öne çıkmaktadır.

Ankara'daki büyük çaplı projelerden olan T.J.K Ankara Hipodromu ve Bilkent Üniversitesi Açık Hava Tiyatrosu geniş açıklıklarda ve tribünlerde membran kullanımına yeni soluk getirmiştir.

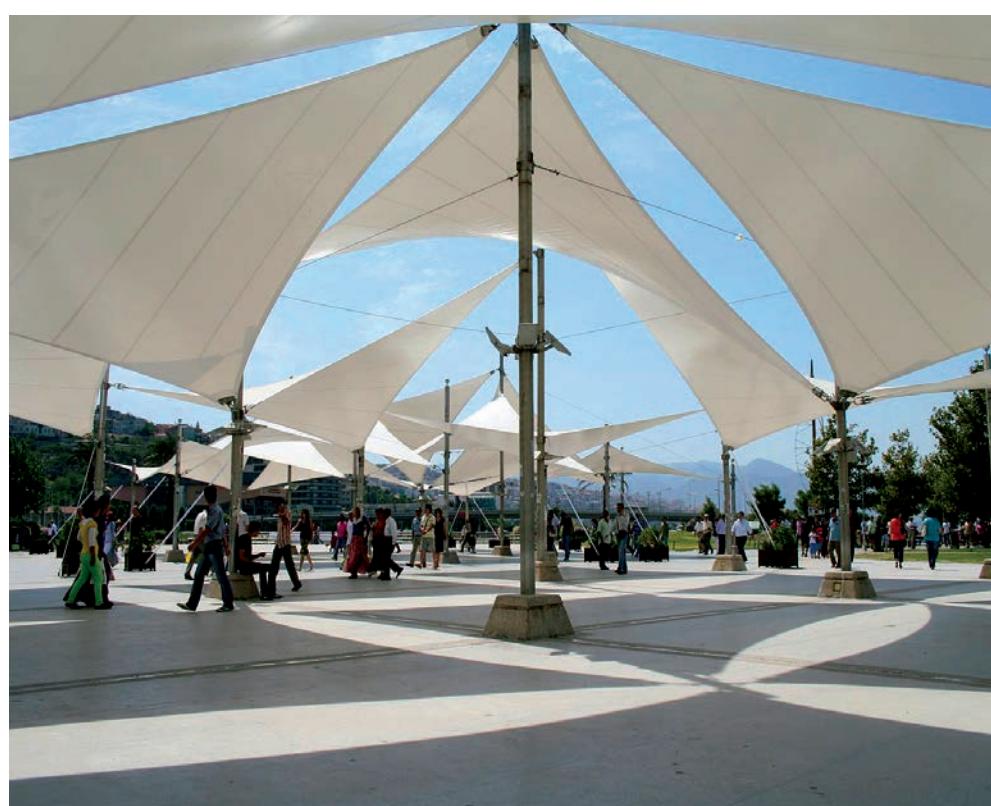
Bunları Fenerbahçe ve B.J.K. spor kulüplerinin stadyumlarındaki tribün üst örtüleri izlemiştir.

Ülkemizde ağırlıklı olarak turistik bölgelerde ve İzmir'de de gölgeleme özelliği, hafifliği ve sık görüntüsünden dolayı son zamanlarda tercih edilen bir üst örtü türü olarak asma germe membran sistemler yine karşımıza çıkmaktadır. □

İsmail Sarıay, Yüksek Mimar, Arch-Art Mimari Tasarım ve Uygulama Grubu

KAYNAKLAR

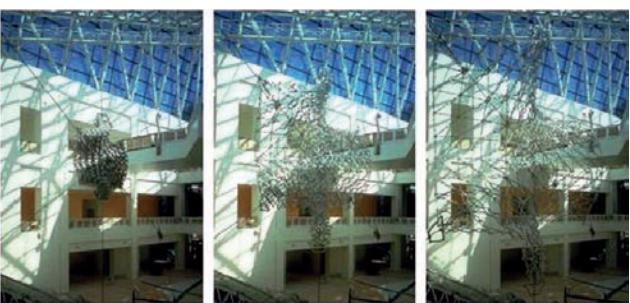
- Berger, H. (1996), Light Structures, Structures of Light, Berlin: Birkhäuser Verlag
- Demirci, C. (1999, Mayıs 24). (Kişisel görüşme), İzmir
- Drew, P. (1976), Frei Otto-Form und Konstruktion, Stuttgart: Verlag Gerd Hatje
- Kronenburg, R. (1995), Houses in Motion -the genesis, history and development of the portable building-, London: Academy Editions
- Özgümüş, M. (1999, Temmuz 21). (Kişisel görüşme), İzmir
- Robbins, T. (1996), Engineering a New Architecture, New Haven and London: Yale University Press
- Sarıay, İsmail, (1998), "Stadyum Yapılarının ve Üst Örtülerinin Araştırılması", D:E.Ü. Arc503 Yapı Sistemleri Araştırması ve Tasarımı, İzmir
- Sarıay, İsmail (1999), Membranların Malzeme ve Konstrüksiyon Özellikleri Açısından Mimari Formun Oluşumundaki Yeri ve Konvansiyonel Yapım Sistemiyle Yapılmış Kagir Malzemeli Yapı Örneği ile Karşılaştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Basılılmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir Internet
 - "<http://www.arch-art.com.tr/>" www.arch-art.com.tr
 - "<http://www.architen.com/>" www.architen.com
 - "<http://www.birdair.com/>" www.birdair.com
 - "<http://www.canaobbio.com/>" www.canaobbio.com



Hareketli Çift Eğrilikli Çizel Yüzeylerin Tasarımı

MEC-ART ARAŞTIRMA GRUBU, MEKANİZMA BİLİMINİN DE KATKILARIYLA HAREKETLİ ÇİFT EĞRİLİKÇİ ÇİZEL YÜZEY ÜRETİLMESİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR YAPMAKTADIR. HAREKETLİ STRÜKTÜREL MEKANİZMALAR İLE MİMARLIK GÜNÜMÜZÜN DEĞİŞEN İHTİYAÇLARINA DAHA KOLAY ADAPTE OLACAKTIR

Gözde Susam, Fulya Gürcü, Koray Korkmaz



ÜSTTE Genişleyen Hiperbol(expanding hypar) Chuck Hoberman (1998,California) (Kaynak : <http://hoberman.com/portfolio/expandinghypar>) (Resim 1)

SAĞ ÜSTTE Franz Dischinger tarafından 1922 yılında tasarlanan betonarme kabuk sistemi çatı örtüsü. (Kaynak: Casinello Pepa, Félix Candela: Centenary 2010) (Resim 2)

Candela tarafından tasarlanan Los Manantiales Restoranı, Meksika 1958. (Kaynak: Casinello Pepa, Félix Candela: Centenary 2010)(Resim 3)

SAĞ ALTTA Düz Kenarlı Hiperbolik Paraboloid. (Kaynak: Helmut Pottman, 2007) (Resim 4)

Cizel yüzeyleri ilk kez İspanyol Mimar Félix Candela 1950'li yıllarda betonarme kabuk sistemlerde kullanmıştır. Mimaride birçok çizel yüzey günümüzde kadar çelik ve benzeri metaller kullanılarak durağan yapılar için üretilmiştir. Biz Mec-Art grubu olarak, mimarlığın diğer disiplinler ile girdit bir yapısının olması gerekliliğine inanıyoruz. Bu girdit yapıda günümüz çağdaş yapım teknolojilerinin bir parçası olmalıdır. Bu doğrultuda, mekanizma biliminin de katkılarıyla hareketli çift eğrilikli çizel yüzey üretilmesi üzerine çalışmalar yaptık. Hareketli strüktürel mekanizmalar ile mimarlık günümüzün değişen ihtiyaçlarına daha kolay adapte olacaktır.

Mimarlar özgün tasarım yaklaşımları geliştirebilmek için diğer disiplinlerden gelecek yeni bilgilere ve uygulamalara açık olmalıdır. Böylelikle, ortaya çıkacak yeni tasarımlar farklı disiplinlerin sahip oldukları potansiyeller ile zenginleşecektir. Geçmişte mimariyi sanat ve mühendislikle bütünlüğe getirmeyi başarmış birçok mimar mevcuttur. Örneğin dünyaca ünlü mimar Frank O. Gehry mimariyi sanat ve mühendislikle bütünlüğe getirmeyi başarıyla başarmıştır. Mimarlarla çalışan makine mühendisi Chuck Hoberman'ın tasarladığı mekanizmalar da mimariye yeni bir boyut kazandırmıştır. Hoberman, California Bilim Müzesi'nin avlusunda 'genişleyen hiperbol' (expanding hypar) (Resim 1) enstalasyonu ya da kendi adını verdiği açılıp katlanarak büyütülen ve küçülen

Hoberman külesi gibi hareketli strüktürleri ile mimaride fark yaratmayı başarmıştır. Mimar Santiago Calatrava ise mekanizmaları akademik çalışma ortamından çıkarıp mimari projelerinde kullanmıştır. Örneğin en basit mekanizmalardan biri olan dört çubuk mekanizması ile Ernsting Deposu (1983-1985, Almanya), Pfalzkeller Acil Hizmetler Merkezi (1996-1999, İsviçre), Alcoy Metro Giriş (1995, İspanya), Valencia bilim merkezinde bulunan 'Hemispheric' in (2007, İspanya) hareketli giriş gibi mimari uygulamaları gerçekleştirmiştir. Bu projeler ile alışılmış durağan mimarının dışına çıkip, dikkat çeken hareketli yapılar inşa etmiştir. Calatrava tasarladığı strüktürel mekanizmalarla kısa zamanda tanınan bir mimar olmuştur.

Biz Mecart grubu olarak mimariyi mekanik bilimi ile harmanlayarak, özgün bir yapı elemanı tasarlamayı hedefledik. Félix Candela'nın 50'li yıllarda yaygın olarak kullandığı hiperbol yüzeyleri günümüz çağdaş yapım teknolojilerinin ve mekanik bilimin yardımıyla hareketli hale getirerek özgün bir yapı elemanı elde ettik.

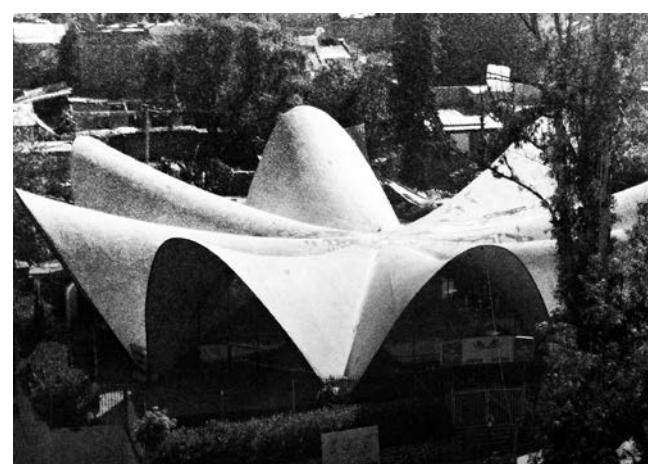
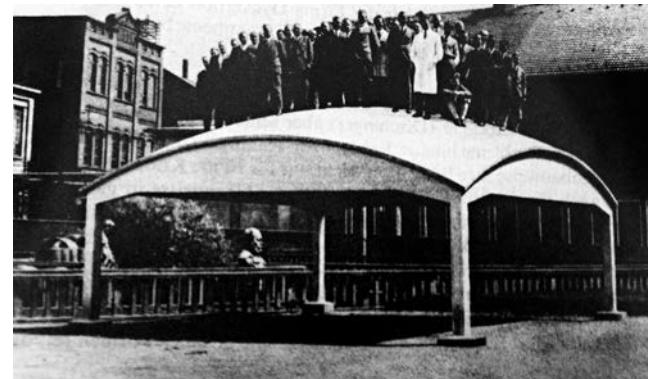
Mühendis ve mimar Félix Candela kabuk sistemlerinden faydalananarak 1950'li yıllarda kendisine dünya çapında ün sağlayacak eserler yaratmıştır. Bazı kaynaklarda "structural artist" (yapı sanatçısı) olarak adından söz ettirmeyi başardığı bir kaç santimlik narin, çoğunuğu hiperbol yüzeylerden oluşan kabuk sistemler ile üst örtüler tasarlamıştır. 1950-1960'lı yıllarda Candela'nın heykelimsi kabuklarına ilginin artmasının bir nedeni de,

Bauhaus, Gropius, Mies Van der Rohe, Le Corbusier etkisindeki modern mimarlığın keskin hatlı formları ve kutularına karşı oluşan tepkidir (Casinello Pepa, Félix Candela: Centenary 2010). Félix Candela'dan önce de gerçekleştirilmiş kabuk yapı örnekleri mevcuttur. Alman tasarımcı Franz Dischinger tarafından 1922 yılında 16 metre açılığı sadece 3 cm kalınlığı ile geçmeyi başaran betonarme kabuk sistem çatı örtüsü, inşa edildiği günden bu yana Wiesbaden-Erbesheim Almanya'da yer almaktadır (Resim 2). Dischinger'in yapısı bu alanda gerçekleştirilmiş ilk örnek olma özelliğine sahiptir. Ancak, Candela gerçekleştirdiği nirengi yapılar haline gelen tasarımlarıyla kabuk sistemlerin yaygınlasmasını sağlayan mimar olmuştur. Candela'nın ikonik yapılarına bir örnek olarak 1958 yılında Xochimilco Meksika'da inşa edilen Los Manantiales Restoranını örnek olarak verebiliriz. Söz edilen yapıda 42,5 metre uzunluğundaki açılık 42 milimetre kalınlığındaki ardışık hiperbolik parabolllerle çözülmüştür (Resim 3).

Félix Candela'nın kabuk sistemlerinde de rastlandığı gibi hiperbolik parabolit kabuk sistemlerde sıkça kullanılan çizel yüzeyler arasındadır. Çift eğrilikli yüzeylerden hiperbolik parabolitler (H.P.) çizel yüzey olarak türetilmektedir ve mimaride düz kenarlı ve eğri kenarlı olmak üzere farklı şekillerde kullanılır (Resim 4). Daha önce de dephinildiği gibi Candela da tasarımlarında H.P. geometrisini tercih etmiştir. Böylelikle kalıp yapımı kolay olan tek eğrilikli yüzeylere ek olarak, taşıyıcılık yönünden de daha dirençli olan çift eğriliğe sahip yüzeyler uygulanırken kalıplar doğrusal elemanlar (kalıp tahtaları) kullanılarak düşük bir maliyette yapılabilmekteydi (Çetin Türkçü, 2003-syf.110).

Ancak sonraki yıllarda betonarme kabukların çok ince dökümlerinden dolayı kendi yüklerini taşımakta zorlandıları görüldü. Oluşan çekme gerilmeleri yüzünden betonarme kabuklarda çatlaklar oluştu. Hatta oluşan bu çatlaklardan dolayı bazı yapılar kullanılamaz duruma gelmiştir. Çift eğrilikli yüzeyler için betonarme kabuk ince kalınlıklarda dökülebilmesi

ve kalıp imalatının kolaylığı açısından avantajlı görünse de dayanıklılık açısından zamanla uygun olmadığı anlaşıldı. Dayanıklılık açısından yaşanan sorunlara ek olarak, betonarme kabukların tasarım ve yapı fiziği açısından da sorunları vardı. Örneğin betonarme kabuk sistemler opak yapılardır. Yapı içine ışığın geçmesine olanak sağlamadığı için geniş açıklıklarda iç mekan karanlık olur. Betonarme kabuklara ışık için boşluk açmak da rasyonel bir çözüm değildi, çünkü kabuğun dayanımı azaltmaktadır ve analizleri güçlendirmektedir (Casinello Pepa, Félix Candela: Centenary 2010). İnşa edildikleri yıllarda betonarme kabukların yapı fiziği açısından sorunu ise iyi bir termal yalıtım sağlayamamışıydı. Yalıtım levhaları betonarme kabukların en önemli özelliği olan 'narinlik' özelliği ile örtüşmemesi. Bu yüzden özellikle kuzey ülkelerinde betonarme kabuk sistemler tercih edilmemiştir. Son olarak,

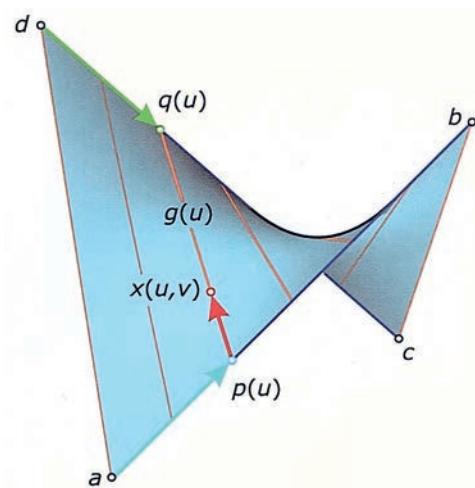


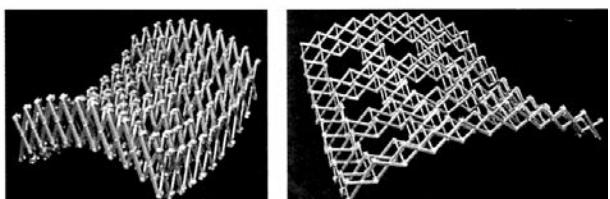
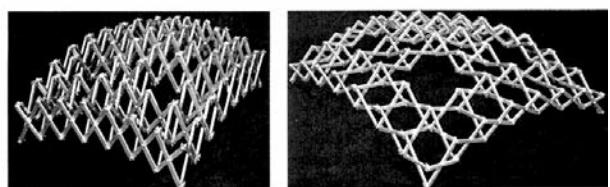
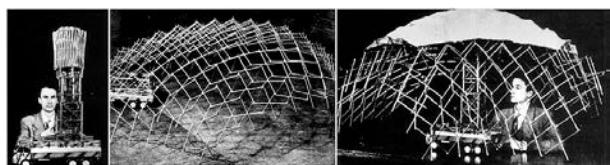
“MEC-ART GRUBU 1903 YILINDA BULUNAN BENNETT MEKANİZMASINDAN YOLA ÇIKARAK YENİ BİR MEKANİZMA GELİŞTİRMIŞTIR”

Candela'nın da onayladığı gibi 30 metreden fazla olan açılıklar için betonarme kabuk sistemler ekonomik değildir (Kaynak: Casinello Pepa, Félix Candela: Centenary 2010). Tüm bu sebeplerden dolayı kabuk sistemlerin betonarme uygulamaları giderek azaldı. Sonraki yıllarda çelik yapı teknolojisinin gelişmesi ve yapısal çeliğin endüstriyel üretiminin ucuzlaşmasıyla çizel yüzeylerin uygulamalarında yapı malzemesi olarak çelik ve diğer metaller tercih edilmeye başladı.

Özetleyeceğimiz olursa, 1950'li yıllarda H.P. yüzelyi betonarme kabuklar Candela ile mimarlık camiası tarafından tanınmış, sonraki yıllarda ise betonarme kabuğun sorunları keşfedildikçe ve çelik yapı sektörü gelişikçe yapı malzemesi olarak çelik kullanımını tercih etmiştir. Ancak günümüzde kadar yapılmış olan örneklerin hiçbir fonksiyonel ya da iklimsel değişime adapte olabilecek, yani hareket ederek şekil değiştirebilen strüktürel mekanizmalar değildir. Başka bir deyişle, var olan tüm mimari

örnekler durağan yapılardır. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Mec-Art çalışma grubu tarafından benzer çizel yüzeylerin hareketli olabilmeleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Mimaride hareketli yapı ve yapı bileşeni kullanımı çok eskilere gitse de, bilimsel anlamda mimaride mekanizmaların kullanımı üzerine ilk çalışmaları İspanyol mimar Emilio Pérez Piñero 1960'lı yıllarda yapmıştır. Piñero makas





EN ÜSTE Emilio Pérez Piñero'nun hareketli üst örtüsü. (Kaynak :T.Robbin, 1996) (Resim 5)

ÜSTE Travis Langbecker'in makaslardan oluşan çift eğrilikli strüktürel mekanizması. (Kaynak: Langbecker,1999) (Resim 6)

ALTA Bennett mekanizmasının pipet ve iğne kullanılarak üretilmiş üç farklı tipi. (Resim 7)

EN ALTA Mec-Art grubu'nun denediği ilk Bennett mekanizması çalışması (Resim 8)

mekanizmalar üzerine çalışmıştır ve geliştirdiği strüktürel mekanizması ile hareketli bir üst örtü tasarlamıştır (Resim 5). Piñero bu strüktürü 1961 yılında Londra'daki UIA (Union Internationale des Architectes) kongresinde tanıtmıştır. Üst örtüsü serbestlik derecesi bir olan mekanizmalar sınıfına girer. Bu tür mekanizmalar sadece tek bir hareketi gerçekleştirir. Daha başka bir ifade ile Resim 5'de görülen strüktürel mekanizma her zaman aynı kapalı ve açık biçimleri alabilir. Başka bir biçimde kapanamaz veya açılamaz. Piñero'nun çalışmaları benzer strüktürler üzerine çalışan diğer araştırmacılara da önderlik etmiştir. Theodore Zeigler(1976) ve Felix Escrig(1980) kubbemsi ve tonoz formları üzerine çalışmışlardır. Daha sonra Travis Langbecker (1999), Resim 6'da görülen çift eğrilikli hareketli yüzeyleri tasarlamıştır.

Mec-Art grubu Langbecker'in makas mekanizmaları ile ürettiği hareketli çift eğrilikli yüzeyleri geliştirmeyi hedeflemiştir. Langbecker'in makas mekanizması çok sayıda döner mafsal ve çubuk elemandan oluşur. Strüktürel mekanizmanın sorunu imalattan kaynaklanan mafsal boşlukları sebebiyle çok sayıda mafsalın sistemde istenmeyen hareketlere neden olmasıdır. Ayrıca kuvvetin ve hareketin iletimi çok sayıda çubuk üzerinden olması sistemi aşırı zorlamaktır, sistemin kendini dahi taşıması mümkün olamamaktadır. Mec-Art grubu benzer yüzeylerin çizel yüzeylerin üretim yönteminden de faydalalarak daha az sayıda çubuk ve mafsal ile üretilebileceğini düşünmektedir. Bu fikirden yola çıkarak yapılan ilk araştırma sonrasında Bennett mekanizmasının hareketli doğrultmanları oluşturmak için uygun olduğuna karar verildi. Bennett mekanizması dört çubuğu dört döner mafsalla bir araya getirilmesinden oluşan üç boyutlu bir mekanizmadır (Resim 7). G. T. Bennett bu

mekanizmayı oluşturan çubukların uzunlukları ile mafsallar arasındaki açısal ilişkiye 1903 yılında ispatlamış ve yayılmıştır (Bennett 1903). Kısaca bu ilişkiye ifade etmek gerekirse; Resim 7'deki mekanizmaları oluşturan eşit uzunluktaki pipetler uçlarındaki mafsal

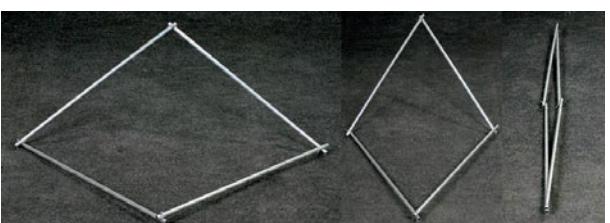
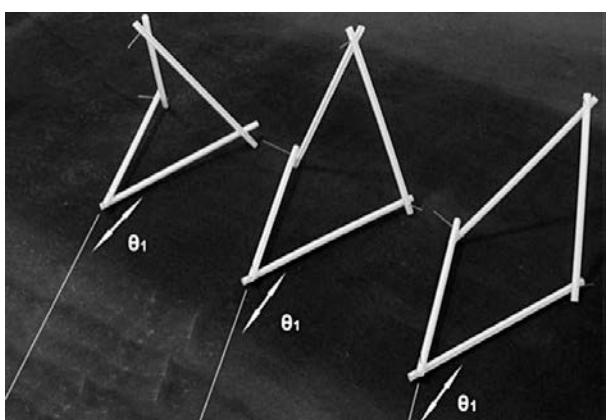
görevi gören iğnelerin belirli bir açıyla döndürülerek batırılmasıyla birbirine tutturulur. Resim 7'deki üç mekanizma aynı uzunluktaki pipetlerden yapılmış olsa da farklı biçimleri aldıkları görülmektedir. Bunun sebebi her üçünde mafsallar arasındaki açıların farklı olmasıdır.

Ayrıca Bennett mekanizmasının kısıtlı olan hareket kabiliyeti Resim 8'de görülmektedir. Mekanizmayı oluşturan dört çubuk aynı anda hiçbir zaman zemine temas edememektedir. Mekanizmanın hareketi önceden belirlenmiş olan açık ve kapalı biçimleri ile kısıtlıdır. Aslında Resim 8'de görülen mekanizma tam doğru bir Bennett mekanizması da değildir. Çünkü Bennett bu mekanizmayı açıklarken çubukların aslında bir aksta kesiştiğini söylemiştir. Fakat Bennett'in açıkladığı gibi çubukları bir aksta kesitirerek bu mekanizmanın imalatı çok zordur.

Resim 8'de görülen örnekte çubuklar üst üste monte edilerek bir benzeri yapılmıştır. Çubuklar aynı aksta kesişmediği için bu mekanizma gerçekle hareket de etmez. Bu makette hareket mafsal boşlukları sayesinde gerçekleşmektedir.

Doğu bir Bennett mekanizması yaparken mafsal imalatındaki zorluğu aşmak için makine mühendisi olan Yan Chen yeni bir döner mafsal montaj yöntemi önermiştir. Öncelikle dairesel kesitli çubuklar yerine kare kesitli çubuklar kullanmıştır. Bu kare kesitli çubukları da yaprak menteşeler ile birleştirmiştir (Yan Chen, 2003). Chen doktora tezinde bu kare kesitli çubukların hangi açılarda kesilmesi gerektiğini birçok maket üzerinden açıklamıştır. Bulduğu çözüm mafsal imalatını ve montajını kolaylaştırır da hareket kabiliyeti açısından fazla bir katkı sağlamamıştır. Resim 9'da görüldüğü gibi ürettiği mekanizmanın dört çubuğu da artık aynı düzlem üzerinde durabilmektedir ve dört çubuk tam olarak kapanabilmektedir. Ancak mekanizma bu şekliyle de tek bir harekete izin vermektedir. Yani hep aynı açılıp kapanma hareketini yapabilmektedir. Aslında hareketi hala kısıtlıdır.

Mec-Art grubu Bennett mekanizmasını inceleyip hareket ve mafsal montajının zorluklarını gördükten sonra yeni bir mekanizma

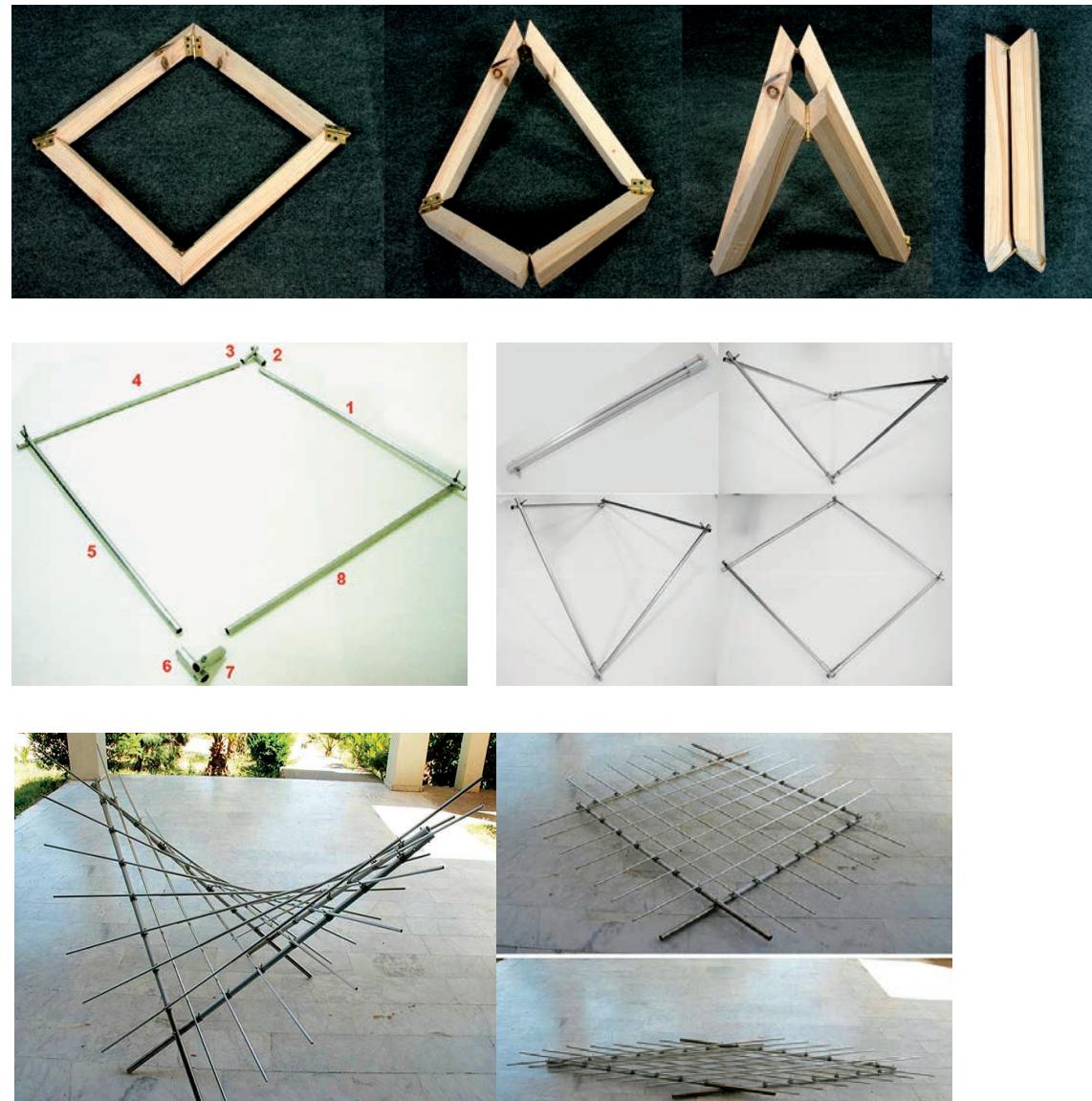


geliştirmiştir ve yayınlanmıştır (K. Korkmaz, 2012). Yeni mekanizma fikri resim 7'dan çıkmıştır. İstenilen, yeni üretilenek mekanizmanın Resim 7'de görülen üç farklı H.P. yüzeyin biçimini alması hatta sonsuz biçimde H.P. yüzeye dönüştürmesidir. Daha önce de ifade edildiği gibi resim 7'deki üç maket aynı uzunlukta çubuklardan bir araya gelse de, çubuklar arasındaki açı 180-θ₁ kadar olsa da aynı biçimini alamamalarının sebebi her maketin çubuklarının üzerindeki iki mafsalın (iğnenin) arasındaki açının diğer makettekilerden farklı olmasıdır. Açıların değişmemesi bir maketin diğerinin biçimini alamamasına sebep olur. O halde mafsallar arasındaki açıları değiştirebilir yaparsak yeni mekanizma her tür H.P. yüzeye dönüştürür.

Resim 10'da görülen yeni mekanizma dört kısa ve kalın, dört uzun ve ince toplamda sekiz adet dairesel kesitli çubuktan oluşmaktadır. Tüm çubuklar döner mafsallarla birbirine tutturulmuştur ve mafsallar arasında açısal bir ilişki yoktur. Ayrıca çubuklar aynı aksta kesişmek zorunda değil ve üst üste monte edilebilir. Açısal ilişkinin ortadan kalkması ve çubukların üst üste monte edilebilirliği mekanizmanın mafsal montajını basitleştirmiştir ve hareket kabiliyetini artırmıştır. Yeni mekanizma istenilen her tür H.P. biçimini alabilemektedir (Resim 11).

Mekanizmaya eklenen ara çubuklar ise doğuray görevi görmekte ve sistem tam bir çizel yüzey görünümünü almıştır (Resim 12). Eklenen ara çubukların montajı için mafsal tipleri ayrıca bulunmuştur. Mekanizmanın hareket kabiliyetini daha iyi görebilmek için Mec-Art grubunun internet sitesinden maketin filmini izleyebilirsiniz.

Günümüzde birçok yapı değişen ihtiyaçlara cevap veremediği için yıkılmaktadır. Yine birçok yapı iklimsel değişikliklere adapte olamamaktadır. Hareketli yapı veya yapı bileşenlerinin, mimarlığın değişen ihtiyaçlara adapte olabilme becerisini artıracağını düşünüyoruz. Biz ürettiğimiz yeni mekanizmanın mimaride hareketli cephe veya çatı örtüsü olarak kullanılabilceğini düşünüyoruz. Ara çubuklara monte edilecek rıjît paneller ile mekanizma hareketli bir cephe veya çatı olarak kullanılabilir. Elbette



hareketi gerçekleştirmek için ilk tahrik hidrolik pistonlar ile veya elektrikli motorlardan sağlanacaktır. □

*Gözde Susam, Mimar, İYTE Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans Öğrencisi*

*Fulya Gürcü, Mimar, İYTE Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans Öğrencisi*

*Koray Korkmaz, Yrd. Doç. Dr. İYTE Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü*

EN ÜSTE Mec-Art grubu tarafından yapılan Yan Chen'in Bennett mekanizması maketi (Resim 9)

ÜST ORTADA Mec-Art grubunun geliştirdiği yeni mekanizma (Resim 10)

ÜST SAĞ ORTADA Mec-Art grubunun geliştirdiği yeni mekanizma her tür HP biçimini alabilemektedir (Resim 11)

ÜSTE Yeni mekanizmanın üzerine ara çubuklar eklenerek çizel yüzeye dönüşmüş biçimi (Resim 12)

KAYNAKLAR

- Bennett, G T (1903), A new mechanism, *Engineering*, 76, 777-778.
- Cassinello, Pepa. "Felix Candela: Centenary 2010-The Achievement of Slenderness." Madrid Fundacion Juanelo Torriano, Universidad Polinectica de Madrid, 2010.
- Chen, Y. "Design of Structural Mechanisms." PhD Thesis, Department of Engineering Science, Oxford: University of Oxford, 2003.
- H. Pottmann, A. Asperl, M. Hofer and A. Kilian. "Architectural Geometry." Exton, PA: Bentley Institute Press, 2007.
- K. Korkmaz, Y. Akgün, F. Maden, "Design of an 2-DOF 8R Linkage for Transformable Hypar Structure", *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, 40: 19-32 pp., 2012 ..
- Langbecker, T. "Kinematic Analysis of Deployable Scissor Structures." *International Journal of Space Structures* 14, no. 1 (1999): 1-15.
- Robbin, Tony. "Engineering a New Architecture." New Haven and London: Yale University Press, 1996.
- Türkçü, Çetin. "Çağdaş Taşıyıcı Sistemler." İstanbul : Birsen Yayınevi, 2009.
- URL1:
<http://www.flickr.com/photos/kecko/6904917163/> (Erişim tarihi: 23.04.2012)
- URL 2: <http://mecart.iyte.edu.tr/> (Erişim tarihi: 10.05.2012)
- URL 3: <http://hoberman.com> (Erişim tarihi: 20.06.2012)

Sade, Saydam, Fonksiyonel

İZMİR BORNOVA'DA YER ALAN ÖZYAVRU ELEKTRİK İDARE BİNASI, ÇEVRESİNDEKİ SAĞIR YÜZEYLERE SIRTINI DÖNMÜŞ, TEK DÜZELİK VE MONOTONLUK KAVRAMLARINI KIRMAYA ÇALIŞAN BİR YAPI NİTELİĞİNDE OLmayı HEDEFLEMEKTEDİR

Noyan Umur Vural

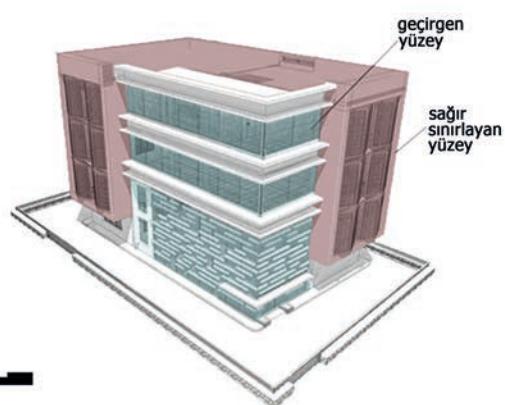
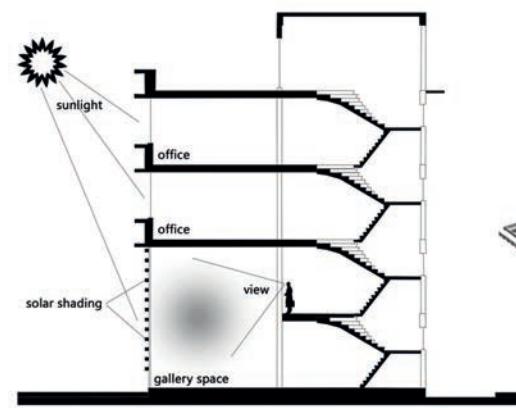
YAPI ADI Özyavru Elektrik İdare Binası
MİMARİ GRUBU Noyan Umur Vural, Mahir Çimen,
Leyla Kantur, Gizem Soybil, F. Burcu Durmaz
İŞVEREN Vedat Özyavru
YÜKLENİCİ Sentez Yapı
STATİK PROJE Salih Erdil Vural
ELEKTRİK PROJE Vedat Özyavru - Özyavru Elektrik
TESİSAT Nejdet Tunali / Proje İşi
YAPIM TARİHİ 2011

Özyavru Elektrik Şirketi İdare Binası, Bornova'da 4 kat ve bodrumdan oluşan 1300 m²'lik alana inşa edilmiş bir yapıdır. Yapı içerisinde yer alan açık ofisler daha aydınlatır ve ferah olması düşünülerek şeffaf kısımlara yerleştirilirken; özel çalışma alanları, toplantı odaları gibi mekanlar kenarlara yaslanarak ve sağır yüzeylerle ilişkilendirilerek ortak alandan koparılmıştır.

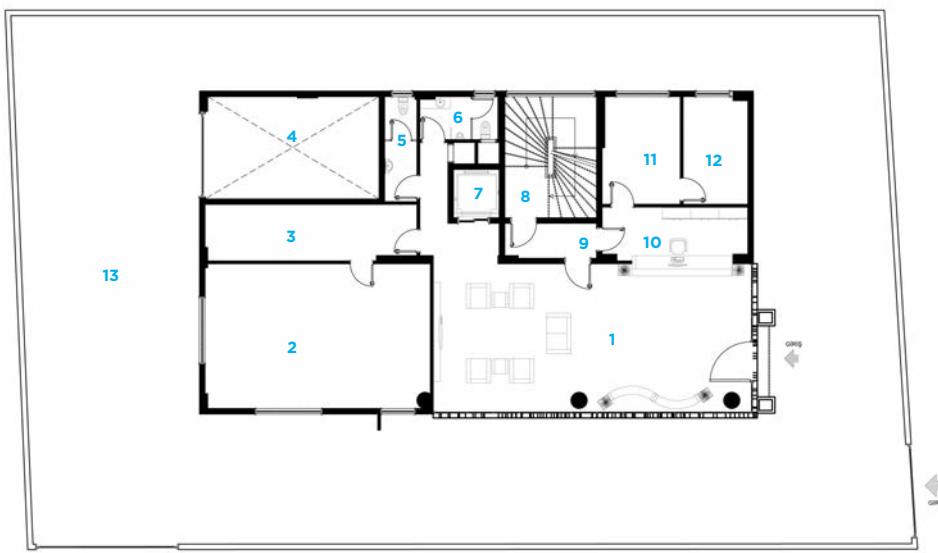
Yapının tasarlandığı bölgeye üst ölçükten bakıldığından bir çok potansiyeli içinde barındırdığını görülmektedir. Öyle ki, bu alan İzmir'in en önemli kent merkezlerinden Alsancak ve Karşıyaka'ya yakınlığı ile ön plana çıkmaktadır. Ayrıca çevresinde bulunan

eski depo binaları, fabrikalar gibi yapılarla ilerde dönüştürmeye müsait, kent için hiyerarşik bir nokta olma niteliğindedir. Özyavru Elektrik Şirketi İdare Binası, bölgesindeki bu tarz bir gelişimin ilk adımlarından biri olarak görülmektedir. Dolayısıyla yapı bulunduğu mimari çevrede, tek düzeltik ve monotonluk kavramlarını kırmaya çalışan bir yapı niteliğinde olmayı hedeflemektedir.

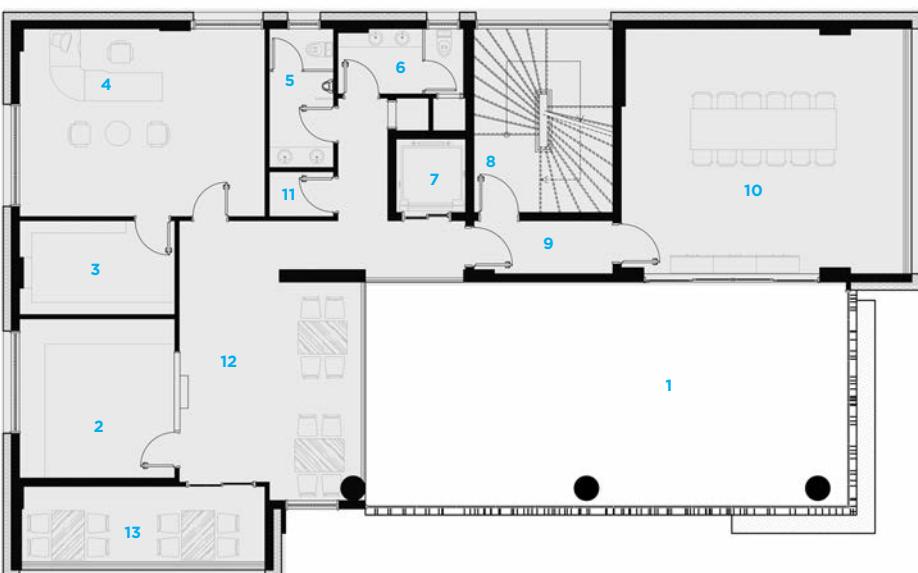
Özellikle iş hayatındaki yoğunluğun kent merkezlerinde toplanması, yetersiz mekan-fazla iş gücü oluşumlarına sebep olurken, özel sektörün kent merkezlerinden önce bu merkezlere sadık kalarak uzaklaşmasını, sonrasında ise yeni odakların oluşturulması



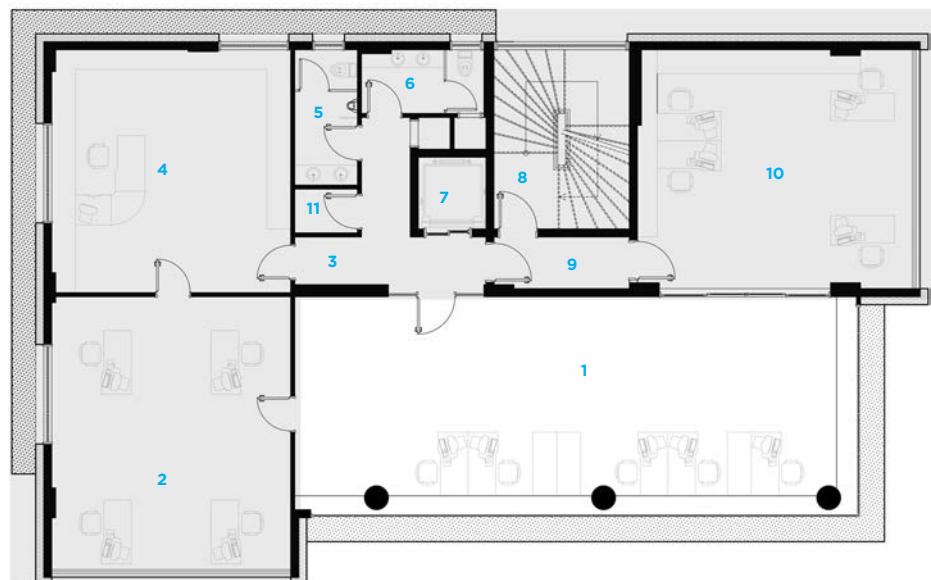




Zemin kat planı



Birinci kat planı



İkinci kat planı

- 1 Lobi ve Giriş
- 2 Ofis
- 3 Depo
- 4 Araç Asansörü
- 5 Bayan WC
- 6 Bay WC
- 7 Asansör
- 8 Merdiven
- 9 Yangın Güvenlik Holü
- 10 Sekreterya
- 11 Bilgi İşlem
- 12 Pano Odası
- 13 Otopark Alanı

- 1 Galeri boşluğu
- 2 Çay Ocağı
- 3 Arşiv
- 4 İnsan Kaynakları Bölümü
- 5 Bayan WC
- 6 Bay WC
- 7 Asansör
- 8 Merdiven
- 9 Yangın Güvenlik Holü
- 10 Toplantı Odası
- 11 Depo
- 12 Kafeterya
- 13 Sigara İçme Bölümü

- 1 Proje Grubu Birimi
- 2 Mühendis Odası
- 3 Koridor
- 4 Mühendis Odası
- 5 Bayan WC
- 6 Bay WC
- 7 Asansör
- 8 Merdiven
- 9 Yangın Güvenlik Holü
- 10 Proje Grubu Birimi
- 11 Depo



“BİNANIN FORMAL YAPISI VE CEPHEDEKİ OYUNLAR HEM İÇE DÖNÜK OLAN BU YAPININ İŞLEVLERİNi DİSARIYA OKUTMASINI SAĞLIYOR HEM DE ONA BOYUTSAL BİR KAYGISI OLMAMASINA RAĞMEN ÇEVRESİNE GÖRE HİYERARŞİK BİR ETKİ KAZANDIRIYOR”





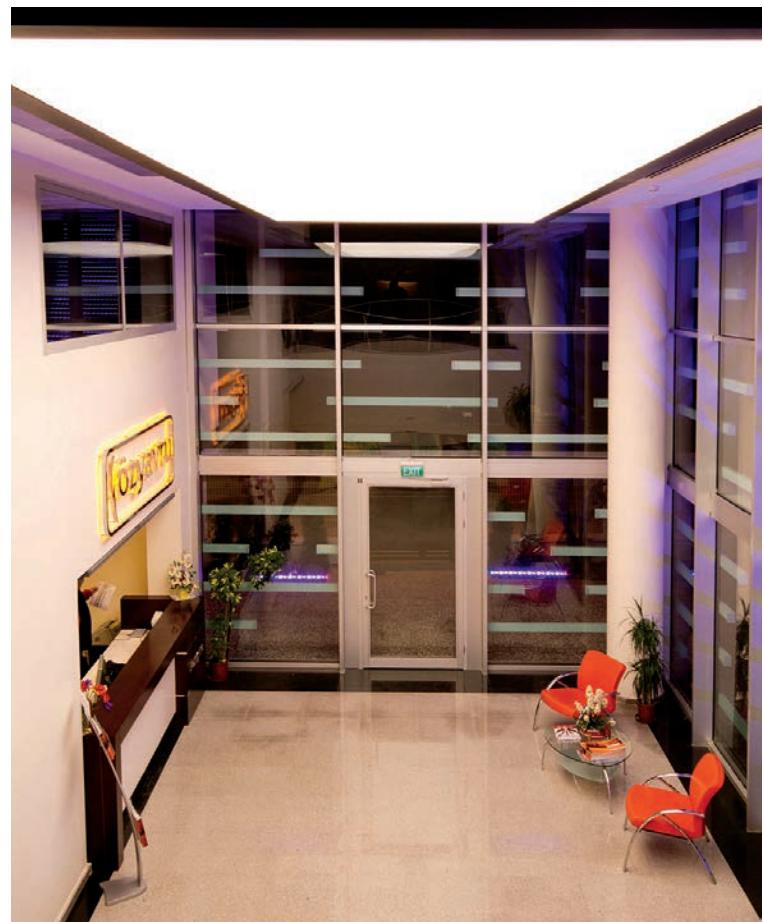
“YAPININ ASLINDA ÇOK BASIT VE SADE OLAN PLAN ŞEMASI
İŞLEV VE MOTİVASYONA YÖNELİK KAYGILAR TAŞIMAKLA
BERABER BU NETLİK SAYESİNDE FORMDA DA ALGISAL BİR
BÜTÜNLÜK SAĞLIYOR”

durumunu getirmektedir. Böylelikle daha serbest mekanlara sahip, kişiye veya firmaya özel yapıların ivmeli olarak arttığı görülmektedir. Bu perspektife göre Özyavru Elektrik Şirketi'nin İzmir'in Bornova ilçesinde bulunan idare binası, sade ve mütevazı bir örnek olma özelliğine sahiptir.

Çevresindeki sağrı yüzeylere sırtını dönmüş bir yapı olan Özyavru Elektrik Şirketi İdare Binası, aslında iç yaşantısını dışarıdan okutma becerisine sahip olmayı hedeflemektedir. Öyle ki galerili giriş, ortak amaca hizmet eden geçirgen yüzeyleri ve daha özel, kapalı ofis birimleri sokaktan algılanmaktadır. Bu da aslında oldukça kompakt ve içe dönük bir formun yüzey farklılaşmasındaki net kararlar ile birlikte kendini sergilemesini sağladığını göstermektedir. Binanın mimarisine formal olarak bakıldığından, tasarımında işlevsel ve motivasyona yönelik kaygılarla beraber kullanıcı odaklı bir plan şeması görülmektedir. Aslında yapı daha özel kullanımlara hizmet eden L formuna sahip bir dış cephe ile bu cephenin sardığı ve ortak kullanım alanlarının bulunduğu odak niteliğindeki daha geçirgen bölümden oluşmaktadır. Yapının köşelerindeki konsollar birbirlerine bu saydam bölümde dış kontürlerle bağlanmaktadır. Kontürler, sarma etkisini ve iç mekanlardaki fonksiyonel farklılaşmayı daha çok vurgulamaktadır. Bu fikri daha da desteklemek ve farklılaşmayı belirginleştirmek için giriş kısmının cephesinde bu dış kontürlere referans veren güneş kırıcılar tercih edilmektedir.

Tüm bu kararlar sonucunda, tasarım dilini kesin hatlarıyla belirleyen Özyavru Elektrik Şirketi İdare Binası aslında farklılaşma oyunları ile (hem kendi içinde hem çevresiyle) hiyerarşik olma yarışına girmeden varlığını belli etme eğilimindedir. Bu tavır tasarımın niteliğini düşürmemekte, aksine onu son derece işlevi ve kullanıcıya yönelik farklı bir proje haline getirmektedir.

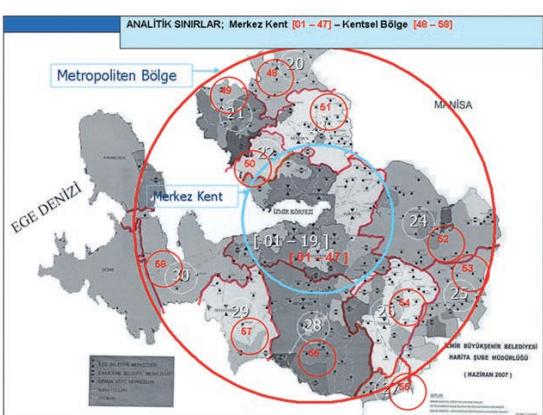
Tüm bu konseptin ve sonuçta çıkan ürünün özü, kullanıcı odaklı, işlevi yönelik alternatif bir ofis binası oluşturabilmektir. □



İzmir Ulaşım Ana Planı 2009

ŞEHİRSEL ULAŞIM SİSTEMLERİNE AİT ALT YAPI YATIRIMLARININ UZUN VADELİ HESAPLAMALARA DAYALI OLARAK PLANLANMASINDA GELİŞTİRİLEN YAKLAŞIMLARIN, YASA GEREĞİ BÜYÜKŞEHİRLERDE HER BEŞ YILDA BİR GÜNCELLEŞTİRİLMESİ GEREKMEKTEDİR. İZMİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ'NCE 2007 - 2009 DÖNEMİNDE YÜRÜTÜLEN ÇALIŞMANIN DANIŞMANLARINDAN BİRİ OLAN YAZAR, GENİŞ KAPSAMIİ İŞLERİN KISA BİR ÖZETİNİ VERMEKTEDİR

M. Yıldırım Oral



5216 Sayılı Yasa ile Öngörülen İzmir Büyükşehir Belediyesi Sınırları (Resim 1)

Giriş “İzmir Ulaşım Ana Planı” [kısaca Ana Plan] İzmir Büyük Şehir Belediye Başkanlığı'nın [kısaca Belediye] kurumsal yapısı içinde, Ulaşım Dairesi Başkanlığı – Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü'nde kurulan birimde yürütülmüş ve iki yıl süren araştırma/planning süreci 2009 yılında tamamlanmıştır. Sonrasında ise öngörülen alt sistemlere ilişkin işletme ve hat planlaması bağlamında çalışmalar sürdürülmektedir. Bu yazında adı geçen üniversitelerden uzmanlıklarına göre çalışmaya katkı sağlayan danışmanların, sözü geçen birimde görev almaları ve sonuç raporun yine bu danışmanlarca yazılması Belediye tarafından kararlaştırılmıştır. Söz konusu danışmanlık hizmetleri İzmir Büyükşehir Belediye Başkanlığı ile Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakülteleri'nin, ayrıca yine Belediye'nin Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ile imzaladığı protokollere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir*. 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu'nun hükmü gereğince hazırlanan “İzmir Ulaşım Ana Planı” İzmir Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Merkezi'nin 11.03.2009 tarih ve 299.(2009/04) sayılı toplantısının gündemine alınarak görüşülmüş ve uygunluğuna oybirliği ile karar verilmiştir. Ayrıca Ana Plan İzmir Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 17.04.2009 tarihli toplantısının gündemine alınmış, planın meclis üyelerine sunumu yapılmıştır. Belediye'nin görev ve sorumluluk sınırlarının 5216 sayılı Kanun'a göre

yeniden tanımlanarak genişletilmiş olması nedeniyle Ana Plan çalışmalarının da bu yeni çerçevede ele alınması gerekmıştır (Resim 1). Yine söz konusu sınırlar içinde hazırlanmış bulunan İzmir Kentsel Bölge Nazım İmar Planı'nın (İKBNİP) getirdiği uzun vadeli stratejiler ve gelişme önerileri esas alınarak Ana Plan'ın yürütülmesi istenilmiştir. Bu nedenle çalışmada gerekli olan 2030 yılı hedefli temel planlama verileri ve kestirimlerin nazım imar planı paftalarından ve rapor eklerinden aktarılıp yorumlanarak elde edilmiştir. İKBNİP'nin bölgelik ölçekte hazırlanmış olması, Ana Plan'ın da aynı düzeyde ele alınmasını gerektirmiştir, çalışmalarında adı geçen plandan gelen “Kentsel Bölge” (Metropoliten Bölge) ve “Merkez Kent” tanımlamaları hesaplamalarda kullanılmıştır (Resim 1). Ana Plan'ın temel amaçları ve bekłentilerine kısaca bakıldığından ise aşağıdaki hususlar öne çıkacaktır:

Ana Plan'ın hedefi Büyükşehir belediyesinin sorumluluğu altındaki şehirsel-bölgelik alanda uygulamalı olarak;

- Ulaşım ve trafik sistemleriyle ilgili araştırma, değerlendirme, bilgi-veri düzeni kurma çalışmalarını sürdürmek ve bu girişimlere süreklilik kazandırmak,

- İlgili tüm kamu kurumları arasında yeniden eşgüdüm ve yönetimsel düzenleme olanakları yaratmak,

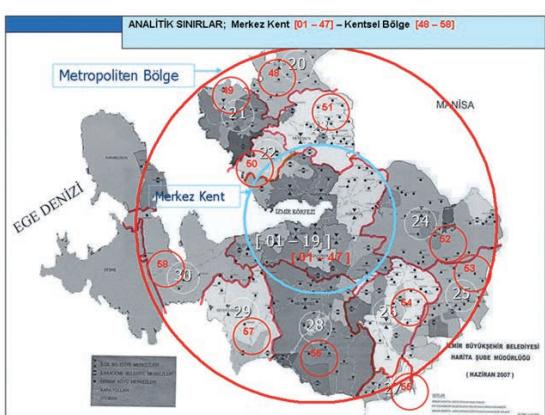
- Sosyo – ekonomik yapıyı ve davranışsal özellikleri araştırıp saptamak, buna dayalı ulaşım talep analizleri ve kestirimleri geliştirmek,

- Arazi kullanım kararlarıyla ulaşım sistemleri arasındaki karşılıklı ilişkilerin göz önünde bulundurulduğu bir

İzmir Ulaşım Ana Planı 2009

ŞEHİRSEL ULAŞIM SİSTEMLERİNE AİT ALT YAPI YATIRIMLARININ UZUN VADELİ HESAPLAMALARA DAYALI OLARAK PLANLANMASINDA GELİŞTİRİLEN YAKLAŞIMLARIN, YASA GEREĞİ BÜYÜKŞEHİRLERDE HER BEŞ YILDA BİR GÜNCELLEŞTİRİLMESİ GEREKMEKTEDİR. İZMİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ'NCE 2007 - 2009 DÖNEMİNDE YÜRÜTÜLEN ÇALIŞMANIN DANIŞMANLARINDAN BİRİ OLAN YAZAR, GENİŞ KAPSAMIİ İŞLERİN KISA BİR ÖZETİNİ VERMEKTEDİR

M. Yıldırım Oral



5216 Sayılı Yasa ile Öngörülen İzmir Büyükşehir Belediyesi Sınırları (Resim 1)

Giriş “İzmir Ulaşım Ana Planı” [kısaca Ana Plan] İzmir Büyük Şehir Belediye Başkanlığı'nın [kısaca Belediye] kurumsal yapısı içinde, Ulaşım Dairesi Başkanlığı – Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü'nde kurulan birimde yürütülmüş ve iki yıl süren araştırma/planning süreci 2009 yılında tamamlanmıştır. Sonrasında ise öngörülen alt sistemlere ilişkin işletme ve hat planlaması bağlamında çalışmalar sürdürülmektedir. Bu yazında adı geçen üniversitelerden uzmanlıklarına göre çalışmaya katkı sağlayan danışmanların, sözü geçen birimde görev almaları ve sonuç raporun yine bu danışmanlarca yazılması Belediye tarafından kararlaştırılmıştır. Söz konusu danışmanlık hizmetleri İzmir Büyükşehir Belediye Başkanlığı ile Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakülteleri'nin, ayrıca yine Belediye'nin Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ile imzaladığı protokollere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir*. 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu'nun hükmü gereğince hazırlanan “İzmir Ulaşım Ana Planı” İzmir Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Merkezi'nin 11.03.2009 tarih ve 299.(2009/04) sayılı toplantısının gündemine alınarak görüşülmüş ve uygunluğuna oybirliği ile karar verilmiştir. Ayrıca Ana Plan İzmir Büyükşehir Belediye Meclisi'nin 17.04.2009 tarihli toplantısının gündemine alınmış, planın meclis üyelerine sunumu yapılmıştır. Belediye'nin görev ve sorumluluk sınırlarının 5216 sayılı Kanun'a göre

yeniden tanımlanarak genişletilmiş olması nedeniyle Ana Plan çalışmalarının da bu yeni çerçevede ele alınması gerekmıştır (Resim 1). Yine söz konusu sınırlar içinde hazırlanmış bulunan İzmir Kentsel Bölge Nazım İmar Planı'nın (İKBNİP) getirdiği uzun vadeli stratejiler ve gelişme önerileri esas alınarak Ana Plan'ın yürütülmesi istenilmiştir. Bu nedenle çalışmada gerekli olan 2030 yılı hedefli temel planlama verileri ve kestirimlerin nazım imar planı paftalarından ve rapor eklerinden aktarılıp yorumlanarak elde edilmiştir. İKBNİP'nin bölgelik ölçekte hazırlanmış olması, Ana Plan'ın da aynı düzeyde ele alınmasını gerektirmiştir, çalışmalarında adı geçen plandan gelen “Kentsel Bölge” (Metropoliten Bölge) ve “Merkez Kent” tanımlamaları hesaplamalarda kullanılmıştır (Resim 1). Ana Plan'ın temel amaçları ve bekłentilerine kısaca bakıldığından ise aşağıdaki hususlar öne çıkacaktır:

Ana Plan'ın hedefi Büyükşehir belediyesinin sorumluluğu altındaki şehirsel-bölgelik alanda uygulamalı olarak;

- Ulaşım ve trafik sistemleriyle ilgili araştırma, değerlendirme, bilgi-veri düzeni kurma çalışmalarını sürdürmek ve bu girişimlere süreklilik kazandırmak,

- İlgili tüm kamu kurumları arasında yeniden eşgüdüm ve yönetimsel düzenleme olanakları yaratmak,

- Sosyo – ekonomik yapıyı ve davranışsal özellikleri araştırıp saptamak, buna dayalı ulaşım talep analizleri ve kestirimleri geliştirmek,

- Arazi kullanım kararlarıyla ulaşım sistemleri arasındaki karşılıklı ilişkilerin göz önünde bulundurulduğu bir

denetim ortamını yaratmak,

- Ulaşım altyapı projelerinin tanımlanmasını, konumlandırılmasını yapmak, maliyetleriyle ilgili analizler geliştirerek teknik, ekonomik ve toplumsal standartlarını tespit etmek,
- Bu projelerle ilgili olarak da kurumsal sorumluluk alanları ve uygulama önceliklerini belirlemek olarak tanımlanmıştır.

Ana plan çalışmalarının yukarıda sayılan hedef ve ilkeleri, uygulanacak iş programının teknik ayrıntılarının belirlenmesinde etken olmuştur. Belediyenin ilgili birimlerinin hazırlanacak bu program çerçevesinde ve mutlak bir eşgündüm içinde çalıştığı, ayrıca planlama alanındaki tüm ulaşım ve trafik sorunlarının uzun vadeli ve birbiriyle çelişmeyecek politikalarla çözümlenmesinin yönetimsel denetim altında tutulacağı kabul edilmiştir. Çalışmaların ara raporlarla izlenmesi, bir yandan mevcut ulaşım uygulamalarının kararlaştırılan politika ve stratejiler içinde irdelenip değerlendirilmesi diğer yandan da yeni uygulama projelerinin önerilerek geliştirilmesi düşünülmüştür.

Gerçekleştirilen Araştırma ve Etütler

Ulaşım ana planı çalışmaları genelinde gerekliği kabul gören teknik araştırma ve kurulacak bilgi sisteminin gereği olarak aşağıdaki başlıklar altında bir dizi araştırma ve etüt çalışması gerçekleştirilmiştir. Kurulan atölyede bu girişimlerin özgünlük içinde tasarılanmasına ve İzmir'in koşullarına uygun uygulamalar olarak ele alınması ve yürütülmesine özen gösterilmiştir.

Planlama Verileri

- İKBNİP Kararları ve Öngörüler
- Mevcut ve Gelecekteki Nüfus Verileri
- Mevcut ve Gelecekteki Arazi Kullanış Verileri

Trafik Etütleri

- Otopark Etütleri
- Motorlu Taşıt Bilgileri-Trafik Hacim ve Kompozisyon Sayımları
- Mevcut Trafik Sorunları Etüdü
- Merkez Şehirsel Alan Trafik Mühendisliği Stratejileri
- Yolculuk Süreleri ve Maliyetleri Analizleri
- Karayolu Ağrı Teorik Kapasiteleri Etüdü - Hizmet Düzeyi Etütleri
- Karayolu Ağrı Öngörülen Pratik Kapasiteleri Etüdü

İzmir Merkez Kent – Değişkenlerin Yıllara Göre Durumu								Tablo 1
Değişken Türleri	2000	2008	2009	2010	2015	2020	2025	2030
Nüfus	2270161	2680472	2731761	2783050	3039494	3295938	3552383	3808827
Toplam Merkez Kullanımları (Ha)	-	1008,36	1031,35	1055,41	1194,31	1373,14	1609,06	1912,98
Toplam Eğitim ve Sağlık Kullanımları (Ha)	-	224,51	228,5	232,69	257,2	290,28	337,5	381,63
Toplam Sosyo – Kültürel ve Rekreasyon Kullanımları (Ha)	-	447,59	467,9	490,31	644,39	909,3	1378,64	1670,23

İzmir Kentsel Bölge – Değişkenlerin Yıllara Göre Durumu								Tablo 2
Değişken Türleri	2000	2008	2009	2010	2015	2020	2025	2030
Nüfus	2811487	3582433	3678801	3775169	4257011	4738852	5220693	5702534
Toplam Merkez Kullanımları (Ha)	-	1225,86	1256	1287,21	1461,86	1676,43	1948,11	2287,77
Toplam Eğitim ve Sağlık Kullanımları (Ha)	-	342,29	362,43	382,75	487,97	601,73	729,68	854,54
Toplam Sosyo – Kültürel ve Rekreasyon Kullanımları (Ha)	-	596,66	645,16	695,78	990,82	1396,72	2007,04	2439,6

Anketler

- “Merkez Kent” Yolculuklar Başlangıç – Bitiş Hane halkı Anketi
- Toplu Ulaşım Etütleri - Otobüs - Körfez Vapurları - Raylı Sistemler; Sayımlar / Anketler
- “Kentsel Bölge” Ölçeğindeki Etüt ve Araştırmalar - İşyeri - Konut - Kurum Anketleri
- İç ve Dış Kordon Geçişlerine İlişkin Araştırmalar - Sayımlar / Anketler

Ulaşım Ağı Fiziki Verileri

- Mevcut Yol ağları Analizleri - Kademelenme ve Kapasite Ölçümleri
- Mevcut Ulaşım Alt Yapı Yatırım Programları [Şehir İçi Karayolları, Hafif Raylı Sistem, Körfez Vapurları, Demiryolları Banliyö Sistemi]
- Genişletilmiş Mevcut Ulaşım Yol Ağları Analizleri

Yük Etütleri

- Yük Hareketlerinin Ortaya Çıkmasına Neden Olan Arazi Kullanış tipleri
- Alan, İstihdam ve Kullanışlara Göre / Gelip - Giden / Ağır - Hafif Yük Taşıtları Sayıları

Tamamlayıcı Ön Araştırmalar, Kuramsal ve Teknik Çalışmalar

- Şehir içi Trafik Kazaları Etüdü, Risk Analizleri
- Tamamlayıcı Kuramsal ve Teknik Çalışmalar
- Ulaşım Ortam ve Taşıtlarında Engelliler İçin Öneriler
- Şehirsel Ulaşım Sistemleri Tür Seçenekleri Üzerinde Araştırmalar
- Bisiklet; Bisiklet Kullanıcıları ve Bisiklet Yolları Etüdü

- Yaya Güzergâhları Analizleri
- Ara Toplu Ulaşım Etütleri: Taksi - Dolmuş - Servis Taşıtları Etütleri - (Özel - Kurumsal - Şehirlerarası Otobüs Servisleri)

Bu çalışmalarla elde edilen veriler; bilgi sisteminin oluşturulmasında, yerel olarak deneye dayalı (ampirik) İzmir ulaşım modelinin kurgusunda, alt modellerin geliştirilmiş ölçümlemelerinin gerçekleştirilebilmesinde (kalibrasyonunda), ayrıca tamamlayıcı trafik mühendisliği stratejilerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Planlama Modelinde Kullanılan Değişkenler

Ana plan çalışmasında model kurgusunda kullanılan İzmir merkez kent ve kentsel bölgede nüfus ve arazi kullanış değişkenleri ölçümlenmiş ve 2010 – 2030 yıllarını kapsayan planlama dönemi kestirimleri hesaplanarak tablolaştırılmıştır (Tablo 1 ve 2). Ulaşım modelinin kurgusunda ilk önce; Toplam Nüfus, Toplam Aktivite Merkezi Kullanımları, Eğitim ve Sağlık Kullanımları Toplamı, Sosyo-Kültürel ve Rekreasyon Kullanımları Toplamı, yolculuk talebinin hesaplanması değişkenler olarak kullanılmıştır. Sonrasında ise hesaplamanın güvenilirliği açısından; Toplam Çalışanların Sayıları, Toplam Öğrenci Sayıları, Toplam İş ve Okul Amaçlı Yaratılan Yolculuk Talepleri ve Yaratılan Yolculukların Süreleri değişkenler olarak kestirim hesaplamalarına eklenmiştir.

2030 Hedef Yılı İçin Toplam Yolculuk Taleplerinin Kestirimi

İlk belirlenen değişkenlere göre yolculuk talep tahmini çalışmasında merkez kent için 2030 yılı toplam günlük yolculuk sayısı kestirimi 5.656.114 olarak, toplam taşıtlı yolculuk kestirimi ise 3.508.596 olarak yapılmıştır. Hane halkı anket uygulaması sonrasında ise yolculuk talebini etkileyebilecek faktörler çeşitlileştirilmiş ve toplam yolculuk talebinin 2030 yılında kentsel bölge için en çok 7.600.000, en az ise 6.500.000 olarak tespit edilmiştir. Eksik tahminlerin, bilgi verilmesi ihmal edilmiş çok kısa veya yaya yolculuklarının bir bölümyle ilgili olduğu kabul

edilmiştir. Aşırı tahminler ise kıskırılmış talep olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuç olarak, toplam yolculuk sayısının, tüm elde edilen değerlerin genel bir ortalaması olarak, merkez kent için 5.656.114 kişi olacağı, kentsel bölge (Metropoliten Bölge) için ise 7.128.847 kişi olarak kabul edilmesi gerekliliği gerçekçi değerler olarak hesaplanmıştır (Resim 1).

Yolculuk Oranları

Bir şehirsel yerleşmedeki yolculuk alışkanlıklarının genel bir göstergesi olarak İzmir'deki yolculuk oranlarına bakıldığından, 1974 yılından beri yapılan hane halkı anket uygulamalarında bu oranın ortalama olarak aynı değerde

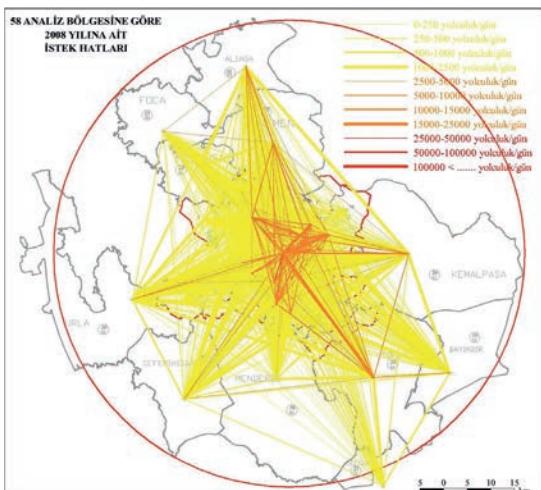
kaldığı saptanmıştır. En son ana plan çerçevesinde uygulanmış olan anket sonuçları da benzer oranları vermektedir. Bu nedenle Tablo 3'de verilen değerlerin halen geçerli olduğu kabul edilmiştir.

İstek Hatları

Yolculukların mevcut ve planlama dönemi içindeki dağılım hesaplamalarına göre günlük değerlerin algılanması açısından istek hatlarının şema ile gösterilmesi mümkündür (Resim 2, 3). Yolculuk istek hatları 5216 sayılı yasanın getirdiği yetki sınırlarına göre yapılan yolculuk dağılımı kestirimleriyle de elde edilmiştir. Bu yazında ise söz konusu hatlar yalnızca 2008 ve 2030 yılları için ve "kentsel

ALTTA 2008 yılı dağılımlarına göre istek hatları. Kalın koyu kırmızı çizgiler 100.000 yolculuk / gün isteği temsil etmektedir. Kuzey - Güney ve Doğu - Batı okları istek hattı ağırlıklarını göstermektedir.(Resim 2)

EN ALTTA 2030 yılı dağılımlarına göre istek hatları. Kalın koyu kırmızı çizgiler 100.000 yolculuk / gün isteğini temsil etmektedir. Kuzey - Güney ve Doğu - Batı okları istek hattı ağırlıklarını göstermektedir.(Resim 3)



Genel Yolculuk Oranlarının Türlere Dağılımları

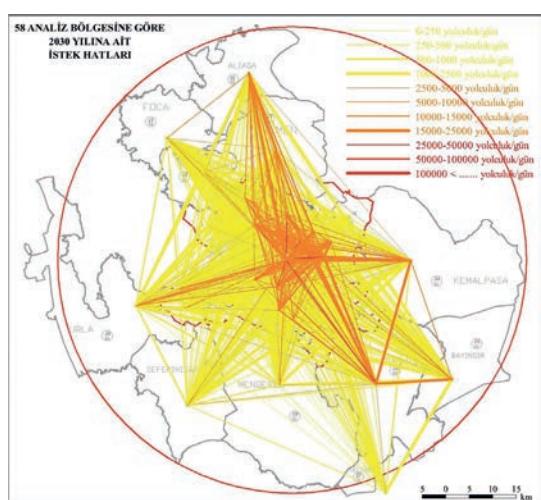
Tablo 3

Toplu Ulaşım Sistemleri Taşıtlı Yolculukları	Yaya Yolculukları	Özel Taşıtlı Yolculukları	Toplam Taşıtlı Yolculuklar	Toplam Yolculuklar
% 50	%38	%12	%62	%100
0.72 Yolculuk/kişi	0.55 Yolculuk/kişi	0.18 Yolculuk/kişi	0.90 Yolculuk/kişi	1.45 Yolculuk/kişi

2030 Toplu Ulaşım Atamalarının Türlere Göre Dağılımı

Tablo 4

Sınıf	Tür No	Tür Adı	Sayı	Uzunluk (km)	Yolculuk Sayısı	Oran %
Karayolu	1	Cevre Yolu	59	236,3	221.122	4,85
	2	Transit	113	209,3	583.884	12,81
	3	Ana Arter	440	619,6	1.199.160	26,32
	4	Toplayıcı Yol	616	589,4	956.663	20,99
	5	Alt Toplayıcı Yol	14	135,9	28.472	0,62
Karayoluna Dayalı T.Uİ. Toplamı			1.242	1.790,4	2.989.301	65,60
Toplu Ulaşım	7	Feribot	1	5,5	12.875	0,28
	9	Metro	50	82,8	488.842	10,73
	10	Banliyö	41	157,8	585.161	12,84
	11	Vapur	38	445,3	302.123	6,63
	12	Tramvay	70	56,4	178.488	3,92
Diğer Toplu Ulaşım Toplamı			200	747,8	1.567.489	34,40
GENEL TOPLAM			1.442	2.538,2	4.556.790	100,00



2030 Toplu Ulaşım Atamalarının Aktarma Kesimlerine Göre Dağılımı

Tablo 5

Sınıf	Tür No	Tür Adı	Sayı	Uzunluk (km)	Yolculuk Sayısı	Oran %
Aktarma Noktaları	14	Karayolu - Banliyö	36	21,4	2.817.750	26,76
	15	Karayolu - Metro	37	7,0	2.090.382	19,85
	16	Karayolu - Tramvay	40	0,9	1.964.420	18,65
	17	Karayolu - Vapur	11	3,7	1.224.109	11,62
	18	Banliyö - Metro	3	1,3	497.351	4,72
	19	Banliyö - Tramvay	4	0,8	413.605	3,93
	20	Banliyö - Vapur	0	0,0	0	0,00
	21	Metro - Tramvay	5	1,0	407.125	3,87
	22	Metro - Vapur	2	1,4	251.568	2,39
	23	Tramvay - Vapur	9	3,3	718.050	6,82
Aktarma Toplamı			151	41,8	10.530.490	100,00

Tablo 6

Sınıf	Tür No	Tür Adı	Sayısı	Uzunluk (km)	Otomobil Sayısı	Yüzde
Karayolu	1	Çevre Yolu	59	236,3	288.949	21,01
	2	Transit	113	209,3	329.100	23,93
	3	Ana Arter	440	619,6	409.589	29,78
	4	Toplayıcı Yol	616	589,4	313.784	22,82
	5	Alt Toplayıcı Yol	14	135,9	30.894	2,25
	7	Feribot	1	5,5	3.023	0,22
	TOPLAM		1.243	1.795,9	1.375.340	100,00

bölge” düzeyinde verilmekte ve bölgeler arasındaki yolculuk istek ağırlıklarını ayrı ayrı gösterilmektedir. Bu istek hatlarının ağırlıklarıyla ulaşım alt yapı yatırımları arasında bir ilişkinin kurulması görsel olarak mümkün olmaktadır. (Resim 3, Resim 14)

Taşıtlı Yolcuların Ulaşım Alt Sistemlerine Toplam Atamaları (2030)

Taşıtlı yolculukların 2030 yılı için atama değerleri ulaşım alt sistemlerine göre Tablo 4, 5, 6 ve 7'de verilmektedir. Toplu ulaşım sistemlerine atamalar (Tablo 4) ve toplu ulaşım aktarma kesimleri atamaları (Tablo 5) ve şehir içi karayolu ağı özel ulaşım yolculukları atama değerleri (Tablo 6) oransal dağılımlıyla gösterilmiştir.

Aktarma kesimlerinin yolculuk yüklerine bakıldığından, 2030 yılında %26,76 ile en yüksek oranın karayoluna dayalı toplu ulaşım ile banliyö demiryolu yolculukları arasındaki bağlantı toplamında ortaya çıkacağı görülmektedir (Tablo 5).

Özel otomobil yolculuklarının 2030 yılı karayolu ağıının tür kesimlerine göre dağılımları Tablo 6 ve 7'de ortalama bir günde otomobil ve yolculuk sayıları olarak gösterilmektedir.

Ulaşım Alt Yapı Yatırımları Program Öngörüleri

Yukarıda belirtilen 2010 – 2030 yılları dönemi için yapılan ileriye dönük hesaplama ve kestirimler sonucunda ulaşım alt yapı yatırımlarının da aşamalı olarak gerçekleştirilemesi için yatırım programı cetvelleri oluşturulmuştur (Tablo 8 – 11). Sürekli olarak, toplu ulaşım sistemlerine ağırlık verilen bir programın gerçekleştirilemesi esas olarak alınmıştır.

Yatırım cetvelleri geliştirilirken karayoluna dayalı yatırımlar ayrı bir tablo ile ele alınmış (Tablo 8), diğer toplu ulaşım alt sistemlerinin her biri için İZBAN – METRO – İZDENİZ olarak ayrı ayrı tablolastırımlara gidilmiştir (Tablo 9, 10 ve 11).

İzmir Kentsel Bölgede Ulaşım Altyapı Yatırımlarının Mekansal Oluşumu

Tanımlanan ulaşım alt yapı sistemleri yatırımlarının mekansal olarak algılanabilmesi amacıyla ayrıca şematik

2030 Özel Ulaşım Atamasının Karayolu Türlerine Göre Dağılımları
Yolculuk/gün

Tablo 7

Sınıf	Tür No	Tür Adı	Sayısı	Uzunluk (km)	Özel Yolculuk Sayısı	Yüzde
Karayolu	1	Çevre Yolu	59	236,3	375.634	21,01
	2	Transit	113	209,3	427.831	23,93
	3	Ana Arter	440	619,6	532.466	29,78
	4	Toplayıcı Yol	616	589,4	407.920	22,82
	5	Alt Toplayıcı Yol	14	135,9	40.162	2,25
	7	Feribot	1	5,5	3.930	0,22
	TOPLAM		1.243	1.795,9	1.787.942	100,00

Özel oto doluluk oranı = 1,3

KARAYOLLARINA DAYALI TOPLU ULAŞIM ALTYAPI YATIRIMLARI CETVELİ

Tablo 8

YATIRIMLAR (Eshot – İzulaş – Yol Yapım ve Bakım – Trafik Yönetimi)	DÖNEMLER				
	2010	2015	2020	2025	2030
Karayolları İyileştirme Uygulamaları					
Karayolları Geliştirme Uygulamaları					
Trafik Yönetimi ve Mühendisliği Uygulamaları					
Yolculuk Talepleri Sınırlandırma ve Yönlendirme					
Ara Toplu Ulaşım Sistemlerine İlişkin Düzenlemeler					
Otobüs Ana Arterlerinin ve Hatlarının Düzenlenmesi	2010				
Otobüs Hatlarının Diğer Toplu Ulaşım Sistemlerine Göre Düzenlenmesi			2020		
TRAMVAY İŞLETMELERİ					
Konak Tramvayı		2013			
Buca Tramvayı		2013			
Karşıyaka Tramvayı			2015		
Bornova Tramvayı				2017	
OTOBÜS SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ					
İzmir Merkez Kent YAYA YOLLARI					
İzmir Merkez Kent BİSİKLET YOLLARI					
Ayrıntılı Uygulama Proje Seçenekleri					

BANLİYÖ DEMİRYOLLARI - (İZBAN) YATIRIMLARI CETVELİ

Tablo 9

	2010	2015	2020	2025	2030
BANLİYÖ DEMİRYOLU (İZBAN) HATLARI					
Kuzey Hattı - İzmir - Aliağa					
Aliağa - Aliağa OSB					
Güney Hattı-İzmir-Cumaovası					
Cumaovası - Torbalı					
Torbali - Bayındır					
Torbali - Selçuk					

HAFİF RAYLI SİSTEM (HRS) - (METRO) YATIRIMLARI CETVELİ

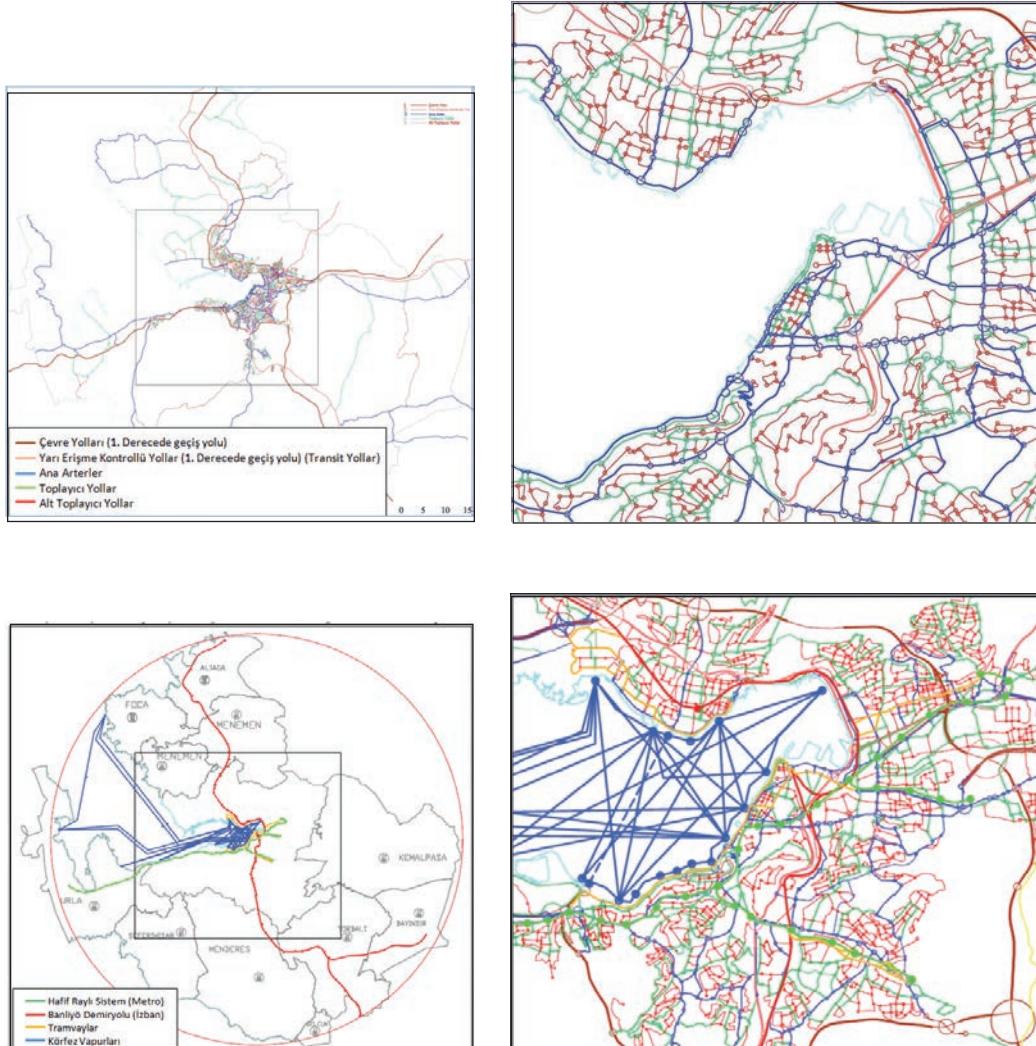
Tablo 10

	2010	2015	2020	2025	2030
HAFİF RAYLI SİSTEM (METRO) AŞAMALARI					
2. Aşama - F. Altay		2013			
1. Kısım					
3. Aşama - Bornova Merkez		2012			
2. Kısım					
3. Aşama - Bornova Otogar					
4. Aşama - Narlıdere					
5. Aşama - DEÜ Tinaztepe					
6. Aşama - Urla İYTE					

KÖRFEZ VAPURLARI – (İZDENİZ) YATIRIMLARI CETVELİ

Tablo 11

	2010	2015	2020	2025	2030
KÖRFEZ VAPURLARI (İZDENİZ) HATLARI					
İç Körfez Vapur Hatları - İyileştirme					
İç - Orta - Dış Körfez Vapurları					
Teknik Özellikleriyle Yenilenmesi - Sayılarının Arttırılması					
Mavişehir-İnciraltı-Güzelbahçe Hatları					
Urla ve Balıklıova Hatları					
Foça Hattı					
Konak - Üçkuyular Hattı (M. Kemal Bulvarına paralel iskeleler)					



anlatım kullanılmıştır. Bu amaçla İzmir Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu'nda öngörülen 2030 ulaşım ağları ve ulaşım altyapısı yatırımları mekânsal analiz şemaları oluşturulmuştur.

2030 Yılı Ulaşım Ağları (Resim 4, 5, 6 ve 7)

2030 yılı hedefi için önerilmekte olan tüm alt sistemlere ait ulaşım ağları, mekânsal şemalarla "Kentsel Bölge" için genelde ve "Merkez Kent" için ayrıntılı örnekleri ve lejantlarıyla birlikte verilmektedir.

Ulaşım Altyapısı Yatırımları Mekânsal Analizleri (Resim 8 - 14)

Ulaşım altyapısı yatırımlarının "Merkez Kent"e ilişkin şemaları uygulama aşamalarına göre verilmektedir. İlk uygulanmanın 2011 yılında banliyö demiryolu öncesinde karayolu ağındaki

iyileştirmeler ve trafik düzenlemeleri girişimleriyle yürütülmlesi, ESHOT belediye otobüsleri ana arterlerinin oluşturularak olağanüstü otobüs yolculukları yükünün, otobüs öncelikli hat düzenlemeleri ve optimizasyon çalışmalarıyla daha akılcı bir düzeye çekilmesi düşünülmüştür (Resim 8).

2011 yılında bu düzenlemelerin sürdürülerek banliyö demiryolu uygulamalarının başlatılması ile birlikte İzmir'de ulaşım sisteminin yeni bir aşamaya geleceği ve bu çerçevede ulaşım sistemleri arası entegrasyonun geliştirilerek aktarma noktalarının yeniden ele alınmasının gerekeceği kabul edilmiştir (Resim 9).

Ayrıca 2011 - 2015 yılları aşamasında ise HRS'nin (Metro); F.Altay uzantısı ve Bornova Merkez bağlantı kısımlarının işletme alınacağı öneri programa

konulmuştur (Tablo 10, Resim 10).

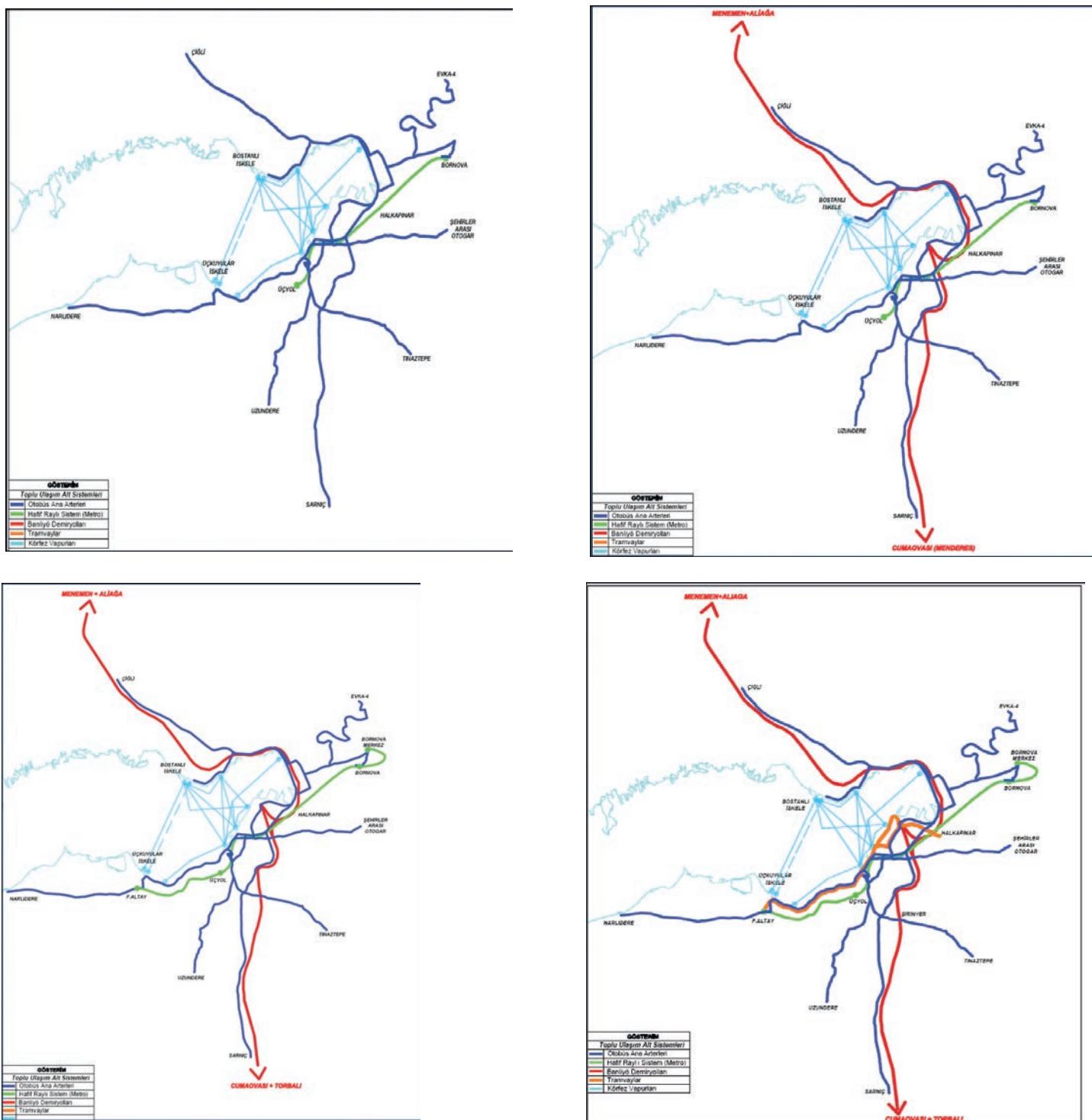
Hafif raylı sistemin (HRS) 2010 - 2015 döneminde 2013 yılı sonu itibariyle mekânsal oluşumu diğer toplu ulaşım sistemleriyle birlikte Resim 10'da gösterilmektedir.

2015 sonrasında Banliyö Demiryolu'nun (İZBAN) Torbalı'ya uzatılacağı yatırımcı cetvelinde önerilmiştir.

Yine bu dönemde 2013 yılı sonuna kadar Konak ve Buca Tramvay sistemleri uygulanması önerilmiştir (Tablo 8).

Bu durumda 2020 yılı sonuna kadar mekânsal açıdan bakıldığından (Resim 10, 11 ve 12);

- Ulaşım talep yönetimi (UTY) uygulamaları sonuçlandırılması,
- Ara toplu ulaşım sistemlerine ilişkin diğer sistemlere bağlı olarak



yeniden düzenleme uygulamaları tamamlanması,

- Belediye otobüs sistemlerinin ve hatlarının diğer toplu ulaşım sistemlerine göre düzenlenmesinin sonuçları alınması,

- Öncelikle Konak sonrasında Buca Tramvay sistemlerinin uygulanmış olması,

- Üçüncü ve dördüncü aşamalar olarak Karşıyaka ve Bornova Tramvay sistemlerinin işletme alınması,

- Vapur sisteminin Konak -

Üçkuyular hattının, M. Kemal Bulvarı'na paralel iskeleler olarak tamamlanması önerilmektedir.

Yine 2015 – 2020 yılları döneminde aynı şekillerde izlenmekte olduğu gibi;

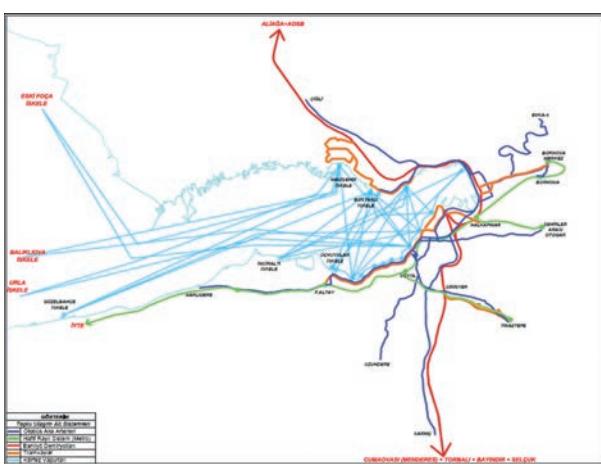
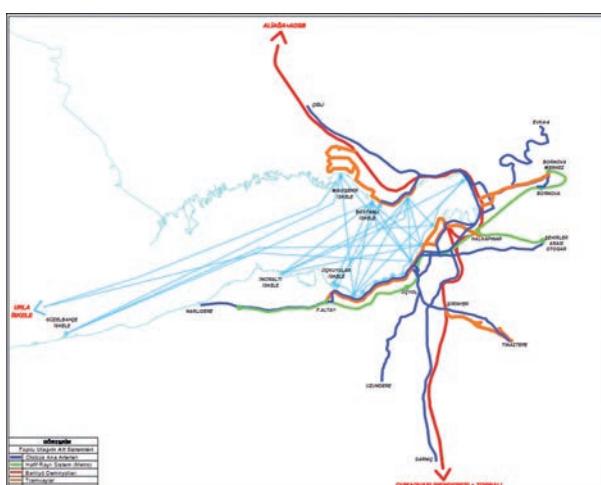
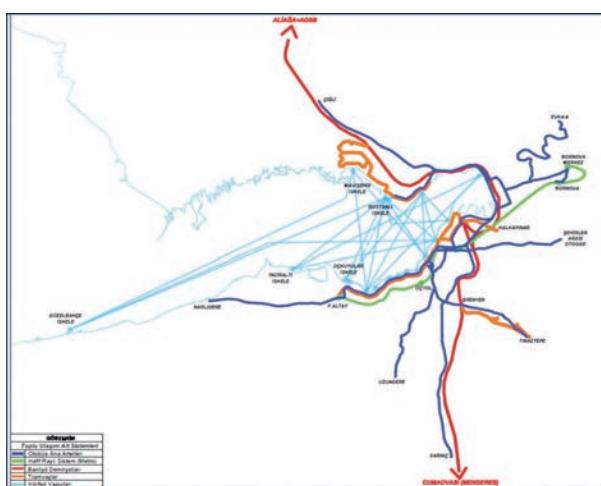
- Demiryolu banliyö sisteminin Torbalı'ya uzatılması,
 - Konak, Buca ve Karşıyaka Tramvay Sistemlerinin işletme alınması
 - Mavişehir, İnciraltı ve Güzelbahçe yeni vapur hatlarının işletme alınması,
 - Banliyö demiryolu hattının Aliağa Organize Sanayi Bölgesi'ne uzatılması,

EN ÜSTE 2011 Banliyö Demiryolu Sistemi İşletme Alınmadan Uygulanması Önerilen Toplu Ulaşım Ağı ve Otobüs Ana Arterleri (Resim 8)

2011 Banliyö Demiryolu Sistemi İşletme Alındıktan Sonra Önerilen Toplu Ulaşım Ağı (Resim 9)

ÜSTE 2013 Yılı Sonu - HRS ve Diğer Toplu Ulaşım Ağı (Resim 10)

2015 Yılı Sonu - Önerilen Toplu Ulaşım Ağı (Resim 11)



Torbalı bağlantısının kurulması, önerilmiştir.

Sözü edilen yatırımların olanaklara göre uygulamaya konulmasında gecikmeler olabileceğinin kabul edilmektedir. Ancak tümünün, 2020 yılı sonuna kadar öncelikleri korunarak tamamlanması programın amaç tutarlılığı ve genel ulaşım sistemine denge getirilmesi açısından gerekliliği düşünülmektedir.

2025 - 2030 yılları döneminde Metro'nun İYTE ve DEÜ Tınaztepe Yerleşkesi bağlantılarının kurulması, orta ve dış körfezdeki Urla, Balıklıova ve Eski Foça vapur işletme hatlarının uygulanması ve banliyö demiryolu sisteminin Bayındır ve Selçuk'a uzatılması ile 2030 hedef yılına ulaşım sistemleri açısından erişilmesi gerçekleştirilmiş olacaktır (Resim 13 ve 14) (Tablo 8, 9, 10 ve 11).

Sonuç

İzmir Ulaşım Ana Planı çalışmaları kapsamında geliştirilmiş bulunan karar, öneri ve hesaplamalar çerçevesinde öngörülen ulaşım alt yapı projelerinin ve işletme sistemlerinin verilen önceliklere ve zamanlamalara (Tablo 8, 9, 10, 11) göre gerçekleştirilmesi durumunda 2025 yılında İzmir'de denge bir ulaşım sisteminin oluşmuş olacağı kabul edilmektedir. 2030 yılı sonrası ise bulanıkta. Bu nedenle 2025 - 2030 yılları döneminde yeni bakış açısıyla ileriye dönük hesaplamaların ve kararların yenilenmesi gerekecektir.

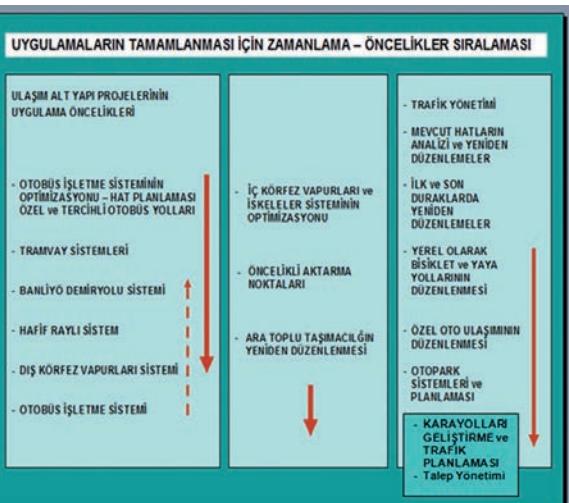
Ayrıca yine 5216 sayılı yasa gereği her beş yılda ana planın güncelleştirilmesi, bunun bir gereği olarak da hane halkı ve toplu ulaşım anketi uygulamalarının iki yılda bir, trafik etüt ve sayımlarının ise her yıl güncelleştirilmesi yararlı olacaktır. İzmir Ulaşım Ana Planı ile getirilen karar ve önerilerin, (UKOME) Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü'nce izlenmesi, sürekli olarak güncelleştirilmesi ve yaşama geçirilmesinde ısrarlı olunması gerekmektedir. Çalışmaların gerekli ayrıntılarda ilerletilerek yürütülmesi ile bu girişimlerden sonuç alınması mümkündür. Dolayısıyla programın Resim 15'de çerçevelendiği gibi yönlendirilmesi ve geliştirilmesi danışmanlarca önerilmektedir. Söz konusu planlama çalışmasının, gerekli tüm hazırlık, ön etüt ve araştırmaları ile

birlikte yaklaşık iki yıllık bir sürede tamamlanmasına bağlı olarak proje çalışmalarının ve uygulamaların da başlatılması beklenilmektedir.

Bu Ana Plan'ın yerel nitelikli kurumsal, yasal ve yönetsel düzenlemelerde ve uygulamalarda belirleyici olması sağlanmalıdır. Yine mevzuata uyularak zaman içinde revize edilmesi yasal ve teknik kurallar çerçevesinde mümkün olabilecektir. Ana Plan belgeleriyle kabul edilmiş temel ilke ve esaslara aykırı karar ve uygulamalara meydan verilmemesine Belediye ve diğer tüm idarelerce özen gösterilmesi sağlanmalıdır. □

M. Yıldırım Oral, Yrd. Doç. Dr., DEÜ Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

* İzmir Ulaşım Ana Plan Danışmanları:
Yrd. Doç. Dr., M. Yıldırım Oral, DEÜ
Doç. Dr., Serhan Tanyel, DEÜ
Yrd. Doç. Dr., Çetin Varlıoprak, DEÜ
Doç. Dr., Y.Şazi Murat, Pamukkale Üniversitesi



**SOLDA SIRAYLA 2020 Yılı
Sonu - Önerilen Toplu
Ulaşım Ağı (Resim 12)**

**2025 Yılı Sonu - Önerilen
Toplu Ulaşım Ağı (Resim 13)**

**2030 Yılı Sonu - Önerilen
Toplu Ulaşım Ağı (Resim 14)**

**İzmir Ulaşım Ana Planı
İlkelerine göre yapılacak işler
için ana çerçeve programı
(Resim 15)**