

Geleneksel Sistemlerden Sürdürülebilir Akıllı Sistemlere Geçişte Model Önerisi

Model Proposal for the Transition from Traditional Systems to Sustainable Smart Systems

M. Batuhan ZEYBEK, Leyla Y. TOKMAN

¹Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Eskişehir

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Bina Bilgisi Anabilim Dalı, Eskişehir

Doi: 10.51764/smutgd.996063

Geliş Tarihi : 16.09.2021

Kabul Tarihi : 10.11.2021

ÖZET

İnsanlığın günden güne değişen yaşam şartları, yeni talepleri meydana getirmektedir. Bu talepleri karşılayabilmek adına doğal kaynakların aşırı şekilde kullanılmaya çalışılması hem bu kaynakları hem de doğayı her geçen gün artan bir baskı ile karşı karşıya bırakmıştır. Doğada bulunan kaynakların azalmasının etkileri çeşitli durumlarla (ozon tabakasının incelmeye, ekolojik değişimler, türlerin yok olması vb.) insanlığın karşısına çıkmakta ve insanlığı tehdit etmektedir. Bu durumun altyapısını hazırlayan belli başlı nedenler bulunmaktadır. Bu nedenlerden birisi de hiç şüphesiz yapımcı faaliyetlerinin yer aldığı inşaat sektörüdür. İnşaat sektörü çok farklı parametreleri olan çok boyutlu ve farklı beklentileri bünyesinde barındırabilen bir sektördür. Teknolojinin gelişmesi ve yaşam kalite standartlarının yükselmesi inşaat sektörüne büyük bir ivme kazandırmıştır. Sayıları hızla artan konutların paralelinde kaynak kullanımı da hızla artmıştır. Bu noktada konutlarda beklentilerde artan ekolojik sorunlar nedeniyle değişmekte ve mevcut konut stoklarının da bu değişimlere katılması beklenmektedir. Artan ekolojik sorunlar karşısında yapıların tasarım aşamasından, uygulama aşamasına hatta bakım- onarım- yıkım aşamasına kadar çevresine duyarlı verimi yüksek ve sürdürülebilir parametrelere sahip binalar olması gerekmektedir. Tam bu noktada çalışmanın hedefi çevreye etkisi yüksek, bulunduğu yere ve döneme cevap veremeyen ve verimi düşük konut stoklarının, dünyadan örnekler incelenerek ve yabancı kaynaklar taranarak, elde edilen veriler doğrultusunda hazırlanan "Akıllı Model Önerisi" ile büyük bir ekonomik yük gerektirmeden ve bu yapı stoklarının yıkılmadan, çevreye duyarlı, bulunduğu çağın teknolojisini kullanabilen, verimi yüksek sürdürülebilir niteliklere sahip olabilecek binalara dönüştürülmesini amaçlayan bir yaklaşımı ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: süreç yönetimi, mevcut yapı stoğu, akıllı sistemler, konutta teknoloji, yaşam kalitesinin yükseltilmesi, sürdürülebilir mimari tasarım.

ABSTRACT

The changing living conditions of humanity day by day create new demands. In order to meet these demands, the excessive use of natural resources has left both these resources and nature face to face with increasing pressure. The effects of the decrease in the resources in nature confront humanity with various situations (thinning of the ozone layer, ecological changes, extinction of species, etc.) and threaten humanity. There are certain reasons that prepare the infrastructure of this situation. One of these reasons is undoubtedly the construction sector, where construction activities take place. The construction industry is a multidimensional industry with very different parameters and can accommodate different expectations. The development of technology and the rise in life quality standards have given a great impetus to the construction industry. In parallel with the rapidly increasing number of residences, the use of resources has increased rapidly. At this point, expectations in housing are changing due to increasing ecological problems and existing housing stocks are expected to participate in these changes. In the face of increasing ecological problems, the buildings should be environmentally friendly, efficient and sustainable buildings from the design phase to the implementation phase and even to the maintenance-repair demolition phase. At this point, the aim of the study is to analyze the housing stocks with high environmental impact, unable to respond to the location and period and low efficiency, by examining examples from the world and scanning foreign sources, with the "Model Proposal" prepared in line with the data obtained, without requiring a great economic burden and in order to reduce these building stocks. To put forward an approach that aims to transform it into buildings that are environmentally friendly, that can use the technology of the era, and that can have high efficiency and sustainable qualities without being demolished.

Keywords: process management, existing building stock, smart systems, technology in housing, raising the quality of life, sustainable architectural design

Murat Batuhan ZEYBEK, Orcid: 0000-0002-5275-7780, mbatuhanzeybek@gmail.com

Leyla Y. TOKMAN, Orcid: 0000-0002-8293-0871 lytokman@eskisehir.edu.tr

GİRİŞ

Çalışmanın ana konusu olan ve günümüzde sorgulanan-araştırılan ve hiç şüphesiz yakın gelecekte mimarlık disiplinin merkezinde yer alacak olan “Geleneksel Sistemlerden Sürdürülebilir Akıllı Sistemlere Geçiş Süreci ve Bu Sürecin Yönetilmesi” konusudur.

Bu konunun önemi, son yıllarda ülkemizde yaşanan sosyo-ekonomik değişimlerle birlikte, hızlı nüfus artışı, değişen ve gelişen dönemsel şartlar, temel ihtiyaçların karşılanma zorunluluğu, kırsal bölgelerden kentlere yaşanan göçler vb. birçok sebep nedeniyle kentlerde planlı/plansız birçok yapı inşa edilmiştir. Bu yapılar son yıllarda konut sektörüne yapılan yatırımlar, devlet tarafından verilen teşvikler başlangıçta toplumda ihtiyaç olan konutlar için önemli olsa da son yıllarda bu gelişmeler ihtiyacın ötesine geçerek yapı stoklarını oluşturmaya başlamış ve bu stoklarda yerleşim alanlarında mekânsal kalitenin azalmasına önayak olmuştur. Öyle ki T.C Kalkınma Bakanlığı'nın “On Birinci Kalkınma Planı'nda” yer verdiği bilgilere göre (TÜİK, 2017):

Tablo 1. Yapı Kullanma İzin Belgesi Alınan Binalar

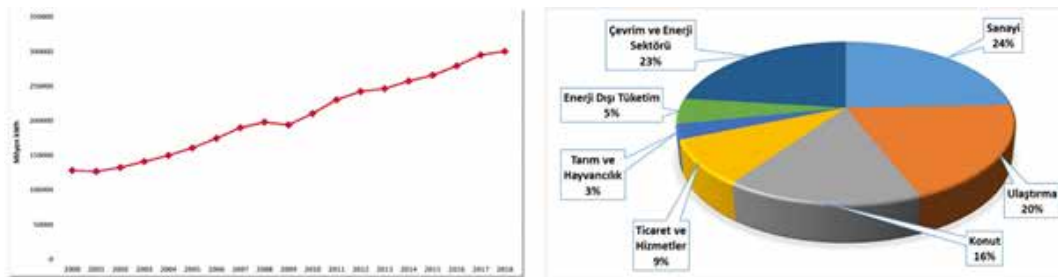
2002 Yılı	2017 Yılı
161.491 adet	820.526 adet

Tablo 2. Toplam Daire Sayısının Yüzölçümü (m²)

2002 Yılı	2017 Yılı
31.676.425 m ²	161.119.235 m ²

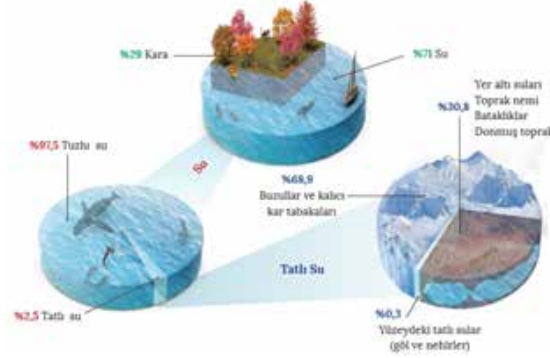
Tüm bu inşai faaliyetlere rağmen Türkiye' de 2020 yılında sadece 42 yapı LEED sertifikası alabilmiştir (GBIG,2020).

Bu veriler göstermektedir ki ülkemiz, yapım sektöründe ki gelişmelerden payını alarak hızlı bir inşai faaliyet süreci içerisine girmiştir. Bu durum beraberinde bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Artan inşai faaliyetler paralelinde yapıların büyük çoğunluğunun sadece tüketim odaklı işlemesi, doğayı ve yapıların kullandığı doğal kaynakları tüketmeye başlamasına neden olmuştur. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) raporlarına göre inşaat sektörü toplam enerji kullanımının %25-45'ini, su kullanımının %50'sini ve katı atık üretiminin %30-40'ünün oluşmasına neden olduğunu açıklamıştır (Dixon, 2010). Bu veriler çevreye duyarlı, sürdürülebilir yapıların önemini ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Enerji Tüketim Oranları (ETKB,2018)

I. Grafik incelendiğinde 2000 yılından 2018 yılına kadar olan süreçte enerji sarfiyatının belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Bu artışın konut payı ise Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2018 verilerine göre yaklaşık %16 olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum konutların enerjide sarf ettikleri miktarların düşürülmesi gerektiğinin bu durumda öncelikli olarak konut strateji ve politikaları üzerinden olacağını göstergesi niteliindedir. Yapıların doğada yer edinme stratejisini değiştirmesi, yapıların bu kaynakları en doğru şekilde kullanabileceği sistemlerin geliştirilmesi ana hedef olmalıdır. Bu veriler kaynakların korunması ve kaynak kullanımının yarattığı çevresel etki açısından yapı sektörünün hangi aşamada olduğunu göstermektedir. Yapı sektörüne bu noktada düşen görev mevcut stratejisine, sürdürülebilir yapı parametrelerini entegre etmesinden geçmektedir.



Şekil 2. Greenfacts Dünyada Suyun Dağılımı (Tubitak, 2020:2)

Yukarıya yer verilen grafik ise bir diğer doğal kaynak olan suyun dünyada bulunma yüzdelerini göstermektedir. Bu veriler sonucunda dünyada bulunan suyun yaklaşık %2,5'i tatlı su niteliğindedir. Bu %2,5'lik dilimin %68,9'u buzul, %30,8'i yer altı suyu ve %0,3'ü yüzeysel su olarak bulunmaktadır. Bu %0,3 yüzeysel suyun da %67,4'ü göllerde %1,6'sı nehirlerde ve %31'i ise diğer su kapsamında incelenmektedir.

Özellikle dünyada Endüstri Devrimiyle başlayan, yaşadığımız sürece kadar gelişen ve değişen teknolojik gelişmeler, yeni iş kollarının yaratılması, değişen yaşam standartları doğal çevrenin ve doğal kaynakların günden güne artan tüketim eğilimine girmesine neden olmuştur. Tüm bu ekonomik ve sosyal etkilere dünyanın nüfusunun da artması eklenince artan bu tüketim eğilimi ile kaynakların nasıl bir risk taşıdığı yapılan araştırmalar ile gözler önüne serilmektedir.

Bu noktada çalışma içeriğini, sürdürülebilir bina hedefleri ve yapıların doğal çevre üzerindeki baskısını azaltmak için EPA (U.S Environmental Protection Agency, 2012) tarafından hazırlanan:

- Akıllı Sistemler
- Enerji Verimliliği
- Su Verimliliği
- Yapı Malzemesi
- Atık Yönetimi

Parametreleri temel alınarak, internet vb. sanal ortamda ulaşılan veri tabanları, yabancı kaynaklar kullanılarak; süreç yönetimi, mevcut yapı stoğu, akıllı sistemler, konutta teknoloji, yaşam kalitesinin yükseltilmesi, sürdürülebilir mimari tasarım anahtar kelimeleri bağlamında literatür ortamında yapılan araştırmalarla gerek teorik, gerek örneksel analizler yapılmış bu analizler sonucunda, önerilen Model Şeması eki ile makale kurgusu oluşturulmuştur.

SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEK İÇİN, SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM

Son yıllarda, çeşitli ölçeklerdeki projelerin çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle sürdürülebilir kalkınma ve yapı uygulamaları büyük önem kazanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı doğrultusunda, uygulayıcıların sağlıklı, sürdürülebilir yapılar çevre yaratması son derece önemlidir (Çelik, 1994). Sürdürülebilirlik kavramı, ilerleme ve kalkınmanın gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerinden ödün vermeden bugünün ihtiyacını karşılama gerektiği olarak tanımlanmıştır (Steele, 1997). Bu kavram geniş bir yelpazede ekonomik kalkınma ve tarımdan, insan yerleşimlerinin yönetimine ve bina uygulamalarına kadar çeşitli düzey ve ölçekleri kapsamaktadır. Bu genel tanım sürdürülebilir bina uygulamalarını ve insan yerleşimlerinin yönetimini içerecek şekilde daha da geliştirilmiştir. Sürdürülebilirlik, "sistemi bir bütün olarak görerek, sosyal ve ekolojik sistemler ile alt bağlantılarını koruyarak hem sistemlerin esnekliğini hem de işlevselliğini korumaktadır. Böylelikle ekolojik ve doğa ilgili süreçleri öncelerken içinde bulunduğu toplumun sosyal süreçlerini ve bir şeyi koruma ve sürdürmesi ile ilgili bileşenleri de inceleyebilmektedir (Litting ve Griebler, 2005)." Bu tanımlamadan hareketle sürdürülebilirlik doğal olanın sürdürülmesi, mevcuda yeni bir bakış açısı geliştirmesi, kalkınmanın ne şekilde olması gerektiğini tanımlayan parametrelerden oluşmaktadır. Bu parametreler 1987 yılında Dünya Çevre Komisyonu'nun yayımladığı "Ortak Geleceğimiz" adlı rapor ve öncesine dayanarak sosyal, ekonomi ve çevresel bileşenlere oturtulmaktadır.



Şekil 3. Sürdürülebilirlik Kavramı Temel Bileşenleri

Tablo 3. Sürdürülebilir Mimarlıkta Güncel Tasarım İlkeleri (Tokman, Çiğın,2019)

ÇEVRESEL	EKONOMİK	TOPLUMSAL
Kaynak tüketimlerinin azaltılması	Ulusların ve nesiller arasındaki eşitliğinin desteklenmesi	İnsan yaşamının niteliğinin artırılması
Her türlü zararlı atık maddenin ve üretimlerinin azaltılması	Bir toplumun zenginliği için bir değerinin yoksullaştırılmaması	Sosyal eşitliğin tüm insanlık için sağlanmasını desteklemek
Atık maddelerinin tümünün geri dönüşümünün sağlanması	Yatırım ve kaynak sağlama politikalarının etik boyutlarının sağlanması	Kültürel ve toplumsal bütünleşmenin sağlanması
Yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması	Fiyatlandırmanın gerçek maliyet üzerinden yapılmasının sağlanması	Toplumlara yetki ve kapasite artırımına olanak verilmesi

Sürdürülebilirliğin çevresel bileşeni doğayı ve doğanın barındırdığı kaynakları temele alan bir bileşendir. Yapısal boyutta doğa ve doğanın barındırdığı kaynaklara saygılı bir yapıım sisteminin oluşmasında temel değer olan ekolojik tasarım, ekoloji biliminden yola çıkarak geliştirilmiştir. Ekolojiyi temel alan yaklaşımda amaçlanan, doğa ve insan ilişkisinde, insanın doğa ve doğanın barındırdığı kaynakları verimli bir şekilde kullanarak, çevre üzerinde negatif etkiyi düşürecek yapılar yapılmasıdır. Bu temelde ortaya çıkan ekolojik ve sürdürülebilir mimari kavramlar bu maçı destekleyen düşüncelerdir. Bu noktada Roy, “Ekolojik mimarlık, insan sağlığı ve çevre üzerindeki zararlı etkileri en aza indiren, çevre dostu bina ile hava, su ve insanı korumaya çalışan yeşil bir mimaridir. (Roy,2008)” olarak tanımlamıştır.

Bu amaçla ekoloji ve mimarlık ilişkisinin daha net ortaya konulabilmesi amacıyla Amerika Yeşil Bina Konseyi tarafından beş ekolojik tasarım unsuru oluşturulmuştur (USGBC):

- Sürdürülebilir Alan Tasarımı
- Su Yönetimi ve Su Kalitesi
- Enerji Yönetimi
- İç Mekan Kalitesi
- Malzeme ve Kaynaklar

Bu kavramlar aslında ekolojik tasarımın, ekolojik fonksiyonlar ile yapının entegresinden başladığını göstermektedir. Bu tasarımın amacı yapının ömrü boyunca doğaya entegre olarak doğal olanı korumaya çalışmasından ortaya çıkmakta ve kentsel bağlamda yeni bir yaşam alanı yaratarak biyo çeşitliliği ve ekosistemi desteklemektedir.

Sürdürülebilir Gelecek İçin Mimari Tasarımın Rolü

İskoçya Devleti, ülkelerinde Mimarlık Politikasını sürdürülebilirlik gündeminin dahil edilebilmesi için binaların kullanım amacı ve doğasıyla bina tasarımının rolüne ilişkin anlayışımız da temel bir değişiklik gerektirdiğini kabul etmiştir (Scottish Executive, 2006).

Son yıllarda sürdürülebilir bina ve mimari üzerine gün geçtikçe sayıları artan dizinler ortaya konmaktadır. Sürdürülebilirliğin ana fikri olarak, mevcut yapı sistemlerinin istenmeyen yönlerini en aza indirebilecek şekilde, çevrenin maksimum içsel özelliklerine sahip tasarlanmış bir ürün elde etmek için çevresel verileri ve koşulları odağına koymaktadır (Grierson, Maltrie, 2011).

Yapılar doğa ile olan yüzleşmesini azaltmak için tasarım aşamasından, uygulama aşamasına kadar çevresine cevap verebilmelidir. Bu nedenle çevresel tasarımında sürdürülebilirliğin amaçları (Ka-mar ve ark., 2010):

- İnsan konforunu en üst düzeye çıkarmak
- Verimli planlama
- Değişim için tasarım
- Doğal değerlerin korunması
- Giderlerin minimize edilmesidir.

Sürdürülebilirlik sadece fiziksel sürdürülebilirliği değil aynı zamanda yer yüzünün ve enerji kaynaklarının sürdürülmesini ve korunmasını da amaçlamıştır. Bu nedenle mimarlıkta sürdürülebilirlik, gelecek için tasarım ve inşaat için hayal gücü anlamına gelmektedir (Zabihi ve ark., 2012).

Sürdürülebilir mimari, teknoloji ve insan hedeflerini içeren iki amacı bütünleştirir. Uluslararası Yapı Konseyi (CIP), sürdürülebilir mimarinin amacını, ekolojik tasarım ve kaynak verimliliğine dayalı, sağlıklı bir çevre yaratma ve yenileme olarak tanımlamıştır. Sürdürülebilir yapı, yapay ve doğal çevre ile uyumsuzluğu en düşük olan yapıdır ve yapının kendisini, çevresini, bölgesel ve küresel çevreyi içerir (Sheramini, 2008).

Genel ve kapsamlı tanımda, sürdürülebilir mimari, çevresel ve yerel koşullara yanıt veren ve bunlarla etkileşime giren bir mimaridir ve arzu edilen çevresel koşulları yaratmak için bağlamsal ekolojik yetenekleri uygulamaya çalışan bir mimaridir; dolayısıyla ekolojik denge, esneklik, uyum, değişim ve ihtiyaçlara sürekliliği yanında ekolojiye en az zarar vermesi anlamına gelir ve yerel niteliklere sahip olmasıyla ayırt edicidir (Zabihi ve ark., 2012).

Genel olarak sürdürülebilir bir binanın özellikleri sosyal, ekonomik, teknik, çevresel gruplarda dört ana hedefle bağlantılıdır. Bu dört hedef finans ile ekonomik tasarrufları arttırmak, çevre üzerindeki etkiyi azaltmak ve çevre ile uyumluluğu arttırmak, sosyal verimlilik ve kullanılabilirlik, kaliteyi artırma ve binayı optimize etmektir. Bu sistem genel olarak sürdürülebilirliği sağlamak için binanın sahip olması gereken özellikleri belirtir ve önerir.

Sürdürülebilir Gelecek İçin Mimarın Rolü

Mimar eğitimli kişidir. Mimarın bir bileşeni doğal sistemleri temel alan ve doğanın ruhuna yeniden bağlama kapasitesine sahip binalar tasarlamaktadır. Bu durum mimarlık dışında başka mesleklerle çalışmayı sağlayan ve grupların katkısını ve desteklerini arayan bir süreci beraberinde getirmektedir. Diğer bir bileşen ise mimarın, sosyal değişim aracı ve doğal sistemler ile ekolojik düşüncenin savunucusu olmayı içerecek bir yapısının olmasıdır. (Cody, 2014).

Tüm bu durumlar 'Topluluk, İyileştirme, Bütünlük, Tamlık ve Yer Arayışı' gibi kavramları yapılara entegre edilmesini sağlayan bir görev sorumluluğunu oluşturur. Bu bileşenleri temel alan mimarlık dili sınırların lüksü ilkesini belirleyerek sadece belli başlı sınırları yerine getiren bir noktadan çıkarak düşüncesini etkileyebilecek tüm sınırların lüksünü yakalayabilecektir. Temel olarak sürekli gelişen bir rolü benimsemek yeni bağlantılar ve farklı süreçler yaratma bu noktada önem kazanacaktır. Mimarın bu yeni dili toplumda genel düşünceyi geliştirecek sürdürülebilirlik ve tasarım kavramlarını genişletmeye yardımcı olacaktır.

Sürdürülebilirlik kavramı, doğal çevrenin hızla tahrip olmasıyla mimari tasarımın kapsamına girmeye başlamış ve mimarlığın tasarım parametrelerinde yeniden dönüşümü başlatmıştır. Geçmişte yapılan tasarımları temel alarak kavram dünyasını zenginleştirmiş ve teknolojik gelişmeler yardımıyla doğanın, doğanın barındırdığı kaynakların ve enerjinin verimli bir şekilde kullanımını amaç edinmiştir. Sürdürülebilir mimari, yapısal bağlamda genel tasarım kriterlerinin oluşturulmasında, doğal olanın kullanılmasıyla başlar ve doğal çevreye, doğal olanın tekrar kazandırılmasıyla döngüsünü tamamlar (Tokman, Çiğın, 2019). Bununla birlikte yapısal değerler her zaman ve her ortamda yeni kavramlar üretirken bu kavramlar ile negatifliklerin azaltılmasını, deforme olmuş ekolojik sistemin korunmasını iyileştirilmesini ve gelecek nesillere aktarılması için mimarlar çözümler üretmektedir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEK İÇİN, AKILLI BİNALAR

Doğanın ve doğanın barındırdığı kaynakların bilinçsizce kullanımı doğal dengeye ve doğal çevreye zarar vermektedir. Bu durum karşısında pek çok hizmet sektörü gibi yapı sektörü de yapıların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve yapılarda yenilenebilir kaynaklardan yararlanmak ana hedef olmuştur. Bu hedefi gerçekleştirmek için birçok sektörün temel bileşenini hazırlayan ve yapı sektöründe de birçok parametresine doğrudan veya dolaylı sirayet eden günün teknolojik sistemleri olmuştur.

Teknolojik bağlamda 'akıllı sistemler' dinamik bir ortamda değişen koşullara uyum sağlayarak performansını optimize etmek için birtakım teknolojiler kullanılmaktadır. Bu noktada 'akıllı yapı sürdürülebilir mimariye nasıl yardımcı olur?' sorusu sorulabilmektedir.

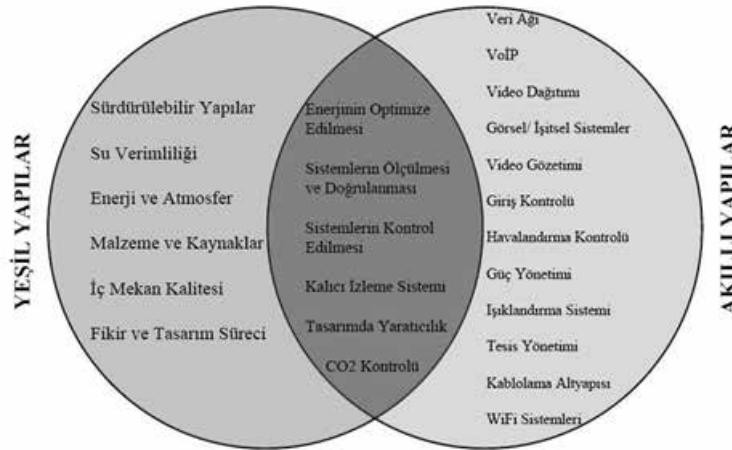
Yeşil ve sürdürülebilir mimari hedefler üç alanda sınırlandırılır (Ahmadi, 2004):

- Çevresel Hedefler: Daha fazla geri dönüştürülebilir malzemeler ile daha kaliteli çevre hedefler.
- Ekonomik Hedefler: Azaltılmış maliyet ve tüketimle, uygun performans ve yüksek verim hedefler.
- Sosyal Hedefler: Çevre ve güvenlik iyileştirilmesi hedeflenir.

Sürdürülebilir mimari hedeflere ulaştıracak bir yapının koşulları ise (Abasalipour, 2008):

- Çevreye etkisi az toksik olmayan malzeme
- Daha az enerji tüketen inşaat süreci
- Daha uzun ömürlü ve daha kaliteli binalar
- Malzeme ve sistemlerin yeniden kullanılabilirliği olarak belirlenmiştir.

Van Der Ryn ve Calthrope (1986) sürdürülebilir toplumlarda sürdürülebilir çevreyi şu şekilde anlatır, 'sürdürülebilir çevre, sakinleri için minimum fiziksel ve psikolojik problemlere neden olur.' Günden güne yapılar çevre genişlemekte ve yeni inşaat yöntemleri keşfedilmektedir. Dolayısıyla inşaat sektörünün büyümesi ile sürdürülebilirliğin üç bileşeni daha çok önem kazanmaktadır.



Şekil 4. Yeşil Bina ve Akıllı Bina İlişkisi (Sinopoli, 2010)

Günümüzde çeşitli fonksiyonlara sahip binaların çok yönlü gereksinimleri karşılmalıdır. Bu gereksinimler örnek olarak daha az çevresel etki, web ağlarına erişim vb. sayılabilmektedir. Bu noktada bina kalitesi, yaşam kalitesini doğrudan etkileyebilmektedir. Özellikle inşaat sektörü bu seviyeye ulaşabilmek adına kaynakların büyük bölümünü kullanabilmekte ve bunu akabinde büyük miktarda atık ve kirlilik üretebilmektedir. ITU, ISO, LEC vb. standartları enerjinin verimli kullanımını, ekolojik reformları desteklemek amacıyla çevresel performans ve gaz değerlendirilmesine ilişkin standartlar dahil olmak üzere tüm dünyada akıllı binaları teşvik etmektedir (Ghorbanzadeh, Nezami, 2010). Tasarımcılar, mimarlar, mühendisler, endüstri sahipleri, kamu otoriteleri bu standartlar üzerine akıllı bina geliştirmeyi sağlar.

Bu uluslararası standartlar, binalarda salt güvenlik gerekliliklerini ve yüksek kaliteyi sağlamakla kalmayıp, inşaatta yeni teknolojilerin geliştirilmesine akıllı sürdürülebilir binaların önünün açılmasına olanak tanır (Farhoodi, 2008).

Genel olarak akıllı binalar ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda insan yardımcı olacak şekilde tasarlanmaktadır. Dolayısıyla hem yapının inşası ve kullanımı sırasında hem de işlevselliğinin sona ermesi sırasında sürdürülebilirlik kavramına yardımcı oldukları için sürdürülebilir tasarıma ulaşma araçlarıdır.

Akıllı sistemler ile sürdürülebilir binalar temelde (Ghorbanzadeh, Nezami, 2010):

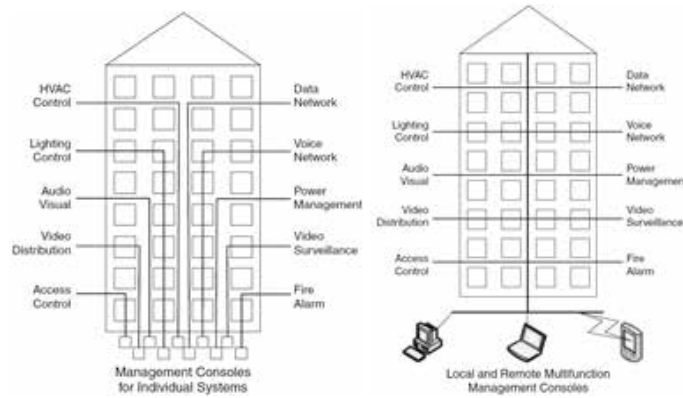
- Doğal süreç ve sistemlerden barındırdığı teknoloji ile tek aşamalı tasarım ve inşaat yerine sürekli uyarlamayı temsil ederek sürdürülebilirlik gereksinimlerini sağlar.
- Akıllı yapı barındırdığı otomasyon sistemleri ile yeniden inşa ve bakımda sürdürülebilirlik yönlerine yardımcı olabilmektedir.
- Akıllı yapı konsepti, mimarın çeşitli kullanımlar için esnek alanlar sağlamasına yardımcı olur.

Bu noktada yeniden inşa edilebilme, değiştirilebilme ile akıllı yapıyı aktif ve kalıcı olmayan, mimaride yer alan birçok uyumsuzluk problemini çözebilen bir yapı haline almaya yardımcı olmaktadır.

Tüm bu veriler akıllı binaların, yaşam koşullarının ve çevresinin iyileştirilmesi ve nihayetinde doğanın, insan yaşamında daha önemli bir rol almasını ve yapıların talep düzeyinin değişmesi için en önemli çözüm haline gelmesi bakımından önem kazanmaktadır.

Akıllı binalar sadece teknoloji veya teknolojik gelişmeleri kurmak veya işletmekle ilgili değildir. Binalarda ki teknoloji ve sistemler basitçe kolaylaştırıcıdır, amaca yönelik bir araçtır. Teknoloji, binayı daha verimli çalıştırmamızı sağlamaktadır. Bu şekilde, binaları daha verimli inşa etmemizi, bina sakinlerine ve ziyaretçilerine verimli ve sağlıklı alanlar sağlamak, enerji verimi yüksek ve sürdürülebilir yapılar tasarlamak ve geliştirmek, teknoloji kullanımının amacını oluşturmaktadır. Bu noktada akıllı bir bina, gelişmiş entegre bina sistemlerinin kurulumunu ve kullanımını içermektedir. Bu sistemler, bina otomasyonunu, can güvenliği, kullanıcı sistemlerini, telekomünikasyonu ve tesis yönetim sistemlerini içerir. Bu şekilde akıllı binalar, bina sahibi veya sahibinin binayı veya alanı yönetmesine izin vermek için bir bina içindeki alanı eyleme geçirilebilecek bilgiler sağlamaktadır.

Bir bina tasarlanmasının ve inşa etmenin geleneksel yolu her sistemi ayrı ayrı tasarlamak, kurmak ve işletmektir. Akıllı bina, sistemleri tasarlamak içinse farklı bir yaklaşım benimsenir. Bu yaklaşımda mimarlar tüm binanın tasarımını koordine eder. Sistem tasarımında kablolama, ekipman odaları, sistem veri tabanları ve iletişim protokolleri yer alır. Bu kavramlar ana sistemle birleştirilerek sistemin işletilmesi sağlanır. Bu süreç, tasarımın ve yapım sürecindeki verimsizlikleri azaltarak zamandan ve ekonomiden tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 5. Sol Panel Geleneksel Sistem / Sağ Panel Akıllı Sistemin Yapısal Kullanımı (Sinopoli, 2010)

Akıllı otomasyon sistemlerin mimari tasarımdaki etkisi; son yıllarda endüstrileşmenin ve nüfus artışının büyük hız kazanmasıyla ve artan bilinçsiz tüketim ile birlikte kaynakların azalması hatta tükenme noktasına gelmesine neden olmuştur. Bu durum küresel bağlamda yaşanan enerji kriziyle birlikte yapı sektöründe enerjinin ve kaynakların verimli kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Günümüz teknolojisi yapı sektörüne entegre olarak yapının tasarım kriterlerini değiştirmiş ve öncelik teknolojik altyapıyla kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymuş ve yeni tasarım ilkelerine bir zemin oluşturmuştur.

SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEK İÇİN, GEÇİŞ SÜRECİNİN YÖNETİMİ

Son yıllarda inşaat teknolojisinin gelişmesi ve hızlı yapım tekniklerine geçilmesi ile tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de inşaatla ilgili faaliyetler hız kazanmıştır. Yapım sürecinin kısalması ile ülkemizde artan konut talebine yanıt verebilmek amacıyla çeşitli devlet destekleri ile kısa sürede yapım işleri kentlerin yapısını değiştirmiş ve ülke ekonomisinde önemli yer edinmiştir.

Bu noktada yapım işlerinde kazanılan ivmenin ekonomi ve zaman parametreleri yapıların tasarım hususlarında bazı sorunları beraberinde getirmiştir. Talebi karşılayabilmek adına yapılan genellikle barınma, çalışma vb. işlevleri taşıyan bu yapılar, belli bir noktadan sonra talebin çok üstüne çıkarak yapı stokları oluşturmaya başlamıştır. Özellikle kentlerin planlaması yapılan bölgelerde uygun alanların azalması, yeni yapılacak yapıların yapılaşmaya açılan kırsal alanlara ait tarım, orman vb. kullanım amaçlı arazilere yönlendirilmiş ve şehirler yapım hizmetinin bu hızına yetişemeyerek kontrolsüz bir büyüme riskiyle karşı karşıya kalmıştır.

Bu ivme yapıların bağlamından kopuk tasarımlarına kentlerin doğal kaynaklara doğru kontrolsüz sayılabilecek büyümesiyle birleşince doğal çevre ve barındırdığı kaynaklar için bazı olumsuz durumları beraberinde getirmiştir. Bu durum karşısında yapıların doğal çevreye olan negatif etkilerini azaltmak amacıyla mevcut konut stoklarının iyileştirilerek hem değerlendirilmesi hem de çevre üzerinde baskısının azaltılması amaçlanmalıdır.

Çalışmanın bu noktasında dünyadan konu ile ilgili örneklerin incelenmesi sonucunda ortaya çıkan parametreler doğrultusunda mevcut konut stoklarında yapılabilecek iyileştirmelerle ilgili neler yapılabileceğine çalışmada yer verilmiştir.

Geçiş Süreci İçin Önerilen, Akıllı Model

Hazırlanan Akıllı Modelde, ilk bölümde değinilen ve Amerika Yeşil Bina Konseyi'nin (USGBC) belirlediği ana başlıklar (EPA, 2012):

- Enerji Yönetimi
- Su Yönetimi
- Malzeme Yönetimi
- Hava- Biyoçevre ve Atık Yönetimi

Üst başlıkları ile mevcut konut stoklarının çevresel etkisinin ve doğal kaynakları kullanma yetisinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

Enerji Yönetimi Şeması

Hazırlanan Akıllı Modelde, enerji yönetiminde yapıda kaynak alternatifi yaratarak doğa dostu yenilenebilir sistemlerin yapıya entegre edilmesini sağlamaya çalışmaktadır. Özellikle Güneş Enerji Sistemleri teknolojisinin son dönemde bütünleşik yapı tasarımına çeşitli şekillerde (cephe malzemesi, sundurmada, çatılarda, balkon duvarlarında vb.) katılmasıyla yapıda istenen enerjinin büyük bir miktarının karşılanmasında alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca Güneş Enerji Sistemleri teknik ekipmanlarıyla mevcut konut sistemine entegre edilebilmektedir. Diğer bir alternatif enerji kaynağı ise ısı pompalarının bir türü olan Toprak Kaynaklı Isı Pompalarıdır. Toprağın yıl içinde sıcaklık değişimlerinin -toprağın yapısına bağlı olarak- az olmasından (Ekberli, Gülser, 2016) yararlanılarak yapıda düşey ve yatay sistemde kurulabilen ısı pompaları ile mevcut konut stoklarında enerji için alternatif kaynak oluşturabilecektir.

Su Yönetimi Şeması

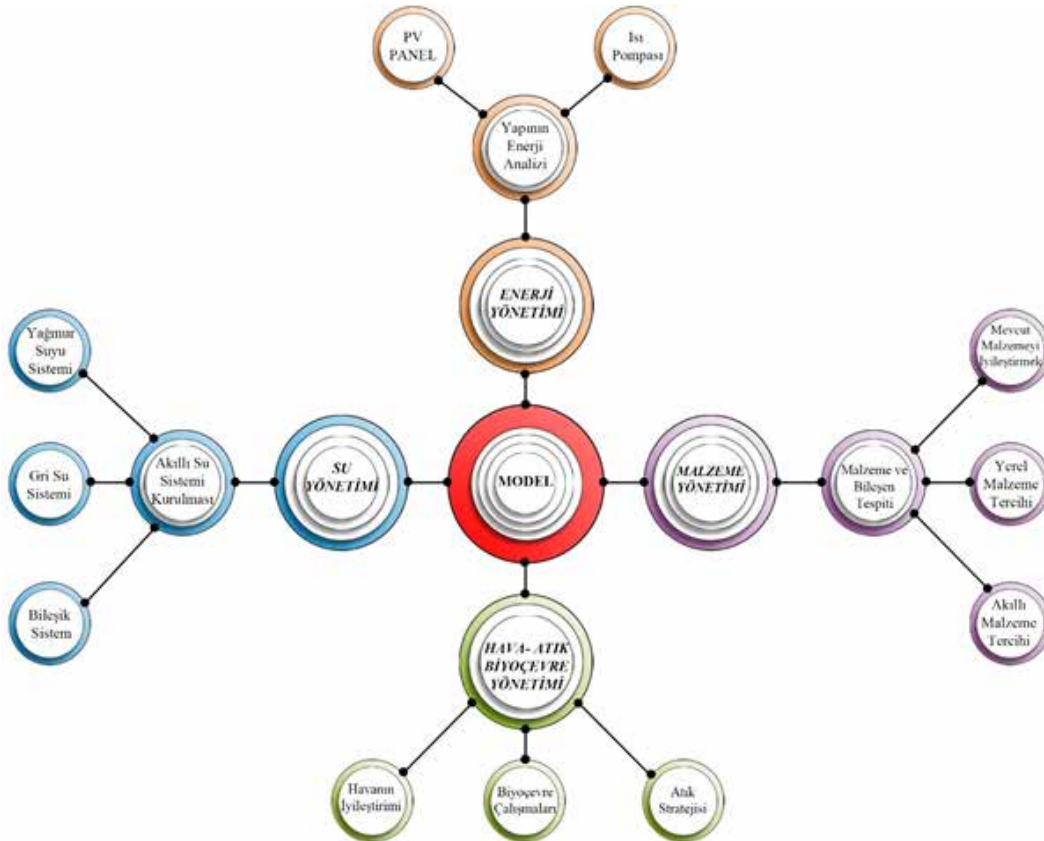
Hazırlanan Akıllı Modelde, özellikle son dönemde dünya genelinde ülkeler üzerinde artan su stresi ülkemizde de belirgin şekilde hissedilmektedir. Birleşmiş Milletler Dünya Su Geliştirme Konseyi (WWDR, 2020) verilerinde ülkemiz yüksek riskli kategorilerde gösterilmiştir. Bu denli önemli bir hususta su kullanım oranlarında konut sektörü önemli bir paya sahiptir. Şema da önerilen modelde konut stoklarında yapılan yağmur suyu ve gri su sistemleri entegre edilerek su kullanımının büyük bir kısmının kazanılarak yeniden kullanılmasını sağlayarak su verimliliğini arttırmaya çalışmaktadır. Özellikle Yağmur Suyu ve Gri Su Sistemi birlikte kullanılması ile su verimliliği %94' ulaştığı belirlenmiştir (Li ve ark., 2010).

Hava- Atık ve Biyoçevre Yönetimi Şeması

Hazırlanan Akıllı Modelde, yer verilen bu başlık altında mevcut yapıların, çevreye vermiş olduğu etkilerin Yeşil Çatı, Yeşil Cephe vb. uygulamalar ile iyileştirilmesini benzer şekilde iç mekanlarda plastik esaslı malzemeler yerine Yeşil Bölme Elemanları ile yaşam kalitesini arttırmayı amaçlamaktadır. Bu başlık altında mevcut yapılarda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın belirlediği Atık Stratejisi Yönergesi ile atıkların ayrıştırılmasını ve belirlenen atıkların kentsel bağlamda gübre vb. şekillerde kullanılmasını amaçlamaktadır.

Malzeme Yönetimi Şeması

Hazırlanan Akıllı Modelde, özellikle yaşam alanlarımızın iyileştirilmesi, kullanılan malzemelerin içeriklerine göre kullanıcı sağlığına etkisinin belirlenerek gerekirse Doğal Malzemelerle değiştirilmesini amaçlar. Ayrıca yapı bileşenlerinde Yerel Malzemeyi önceleyerek sürdürülebilirliğe ve bölge kültürüne katkı sağlamaya çalışmaktadır.



Şekil 6. Geçiş Sürecinde Önerilen Akıllı Modelin Genel Strüktürü

Hazırlanan Akıllı Modelde, günümüzde sayıları hızla artan konut yapılarının günümüz teknolojisinin yardımıyla yapılara entegre edilerek yapıların sürdürülebilir nitelik kazanmasına yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır. Bu yapıların 'yıkılmadan', şehirleri şantiye alanları haline getirmeden ve büyük ekonomik fonlar gerektirmeden istenilen üst başlıklarda neler yapılabileceğini göstermesi bakımından önem kazanmaktadır.

Şekil 6'da ise üst başlıkları verilen Akıllı Model alt bileşenlere açılması yer almaktadır. Bu sayede Akıllı Model üst başlıklardan alt bileşenlere ayrılarak mevcut konut stoğunda seçilen üst başlığın alt bileşenlerinde iyileştirmelerin adım adım hangi aşamalardan geçmesini gerektiğini belirtmektedir.

Hazırlanan Akıllı Modelde yer alan model ile birlikte bu yapıların çevreye olan etkilerinin azaltılması, günümüz teknolojisini kullanarak esnek bir yapı kazanmasını, doğa ve doğanın barındırdığı kaynakları verimli kullanarak çevresel etkiyi azaltan, özellikle konut stoklarının doğaya kazandırılırken yıkılmadan gerçekleşmesi ve bunun akabinde şehirlere ek atık yükü getirmeden kazandırılması sistemin önemli getirileri olarak gösterilebilmektedir.

Sonuçta kısa vadede konutların iyileştirildiği, uzun vadede iyileşen konutlarla birlikte kentlerin iyileştiği ve sürdürülebilir nitelik kazanması, Hazırlanan Akıllı Modelin ana hedefini oluşturmaktadır. Yapıların çevresel etkisinin azaltılarak doğaya kazandırılması kaynakların korunmasında ve sonraki nesillere aktarılmasında son derece önemlidir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR GELECEK İÇİN, MOR ÖRNEĞİ

MOR (Modular Office Renovation), Delft TU çatısı altında yer alan ekibin mevcut bir yapıya sürdürülebilirlik parametreleri doğrultusunda yapmış olduğu müdahalelerin anlatıldığı uluslararası yarışma projesi için hazırlanan çalışmasıdır.

Bu çalışmanın örnek olarak verilmesindeki amaç; Hollanda'nın Rotterdam kentinde bulunan ofis binası olarak kullanılan Europoint Tower'ın herhangi bir ofis katından alınan bağımsız bölümünün 1/1 ölçekte, mevcutta bulunan yapıyla aynı malzemeler kullanılarak inşa edilmesi ve inşa edilen bu modülün belirlenen başlıklarda (enerji, hava, su, malzeme, biyoçevre) iyileştirilerek doğaya kazandırılmasında öncü örneği teşkil etmesinden dolayı seçilmiştir.

Bu bağlamda mevcut yapıya yapılan müdahale de alınan kavramlar beş başlıkta incelenmiştir. Bu kavramlar; enerji, hava, su, malzeme ve çevredir. Bu parametreler doğrultusunda çalışma mevcut bir ikonik yapı ele alınarak hazırlanmış ve yapının bölgenin ihtiyacına cevap verecek şekilde renovasyonu hazırlanmaya çalışılmıştır.

MOR, "Bir kavram pratikte uygulanabilirliğini kanıtlanma şansını ne sıklıkta elde eder?" sorusunun karşılığını bulmak için bir çalışma başlatmıştır. Bu çalışmada, MOR' un prototipi, Rotterdam Europoint Tower yapısının herhangi bir katından modüler bir ofis yapısının birebir ölçekte alınıp ekibin kendi proje alanında sürdürülebilirlik parametrelerinin bina fiziği ve enerji ilişkisini incelemek amacıyla inşa edip daha sonra bu inşa edilen prototip üzerinden test etmesi ve verileri değerlendirip analiz etmesine dayanmaktadır.



Şekil 8. Rotterdam Europoint Towers ve Prototipi (MOR, 2018)

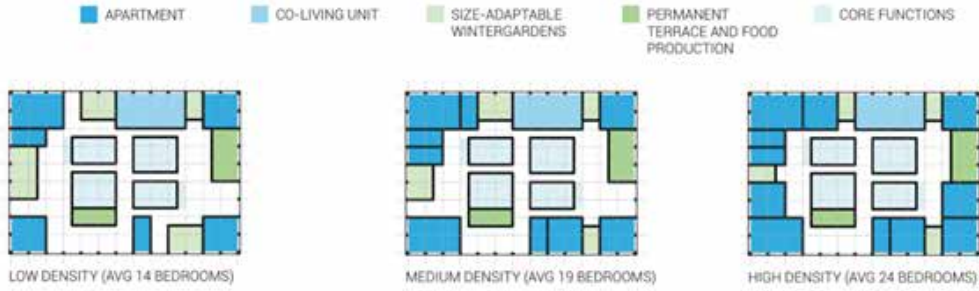
Çalışma Konsepti

Çalışma, "Binalar en büyük kaynak tüketicilerinden biridir. Bunun farklı olması gerektiğini düşünüyoruz (MOR, 2018)." tanımlamasından yola çıkılmıştır. Çalışmada gelecek nesiller için, çevreye gerekenden fazlasını veren, geleceğe hazır bir yapıyı çevre sunan yapının tüketici olmasından ziyade olumlu katkılar sağlayan birimler olması gerektiği belirtilir.



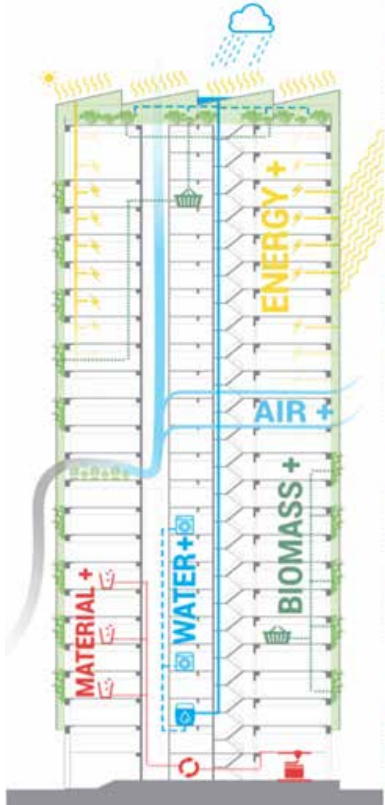
Şekil 9. Prototip Üzerinde Yapılan İyileştirme Çalışmaları (MOR, 2018)

Çalışma enerji kaybeden, verimsiz binaları yeniden yorumlayarak, modüler ve uyarlanabilir konutlara dönüştürerek, konut sıkıntısını ve boş bina stoku sorunları ile ilgilenmiştir.



Şekil 10. Esnek Kat Planı Çalışması (MOR, 2018)

MOR çalışması, Trias Energetica prensibini izler. Enerji talebini minimuma indirir. Enerjiyi çeşitli şekillerde geri kazanır ve kazandığı bu enerjiyi yeniden kullanır. Prototipin enerji şeması ve sirkülasyonu bu şekilde kurgulanmıştır. Bu enerji sisteminin büyük oranda sağlayıcısı ise güneş enerjisi ve güneş panelleridir. Çalışma enerji verimliliğinin yanında çeşitli teknolojileri su yönetimini, malzeme, hava kalitesi ve biyokütleyi de içeren sistemleri de barındırmaktadır.



Şekil 11. Prototipin Uygulanması Sonucu Öngörülen Kesit (MOR, 2018)

MOR (Modular Office Renovation), projesinde yapılan sürdürülebilirlik parametreleri içeren beş başlık;

Enerji Sistemi: Güneş paneli ve yeni nesil elektrik sistemleri

Su Sistemi: Yağmur suyunu toplama ve toplanan yağmur sularının katlarda rezervuarlarda kullanımı, gri su arıtma sistemleri, gri ve siyah su ayrıştırma sistemi

Hava Sistemi: Pasif havalandırma sistemi

Biyokütle: Düşey kat bahçeleri ve sera sistemi

Malzeme: Geri Dönüştürülebilir malzeme ve malzeme enerji ve çevre verilerini içeren künyesi

Rotterdam da yer alan bu yapının dönüşümü başlangıç noktası olma yolunda başta bölgesine daha sonra genişleyen perspektifiyle uzak çevresine katalizör görevi üsleneceği açıktır.

SONUÇ

“Bugün karşı karşıya olduğumuz önemli sorunlar, geçmişte onları yaratan aynı bilinç düzeyi ile çözülemez.”
Albert Einstein

Dünyada özellikle Sanayi Devrimi ve sonrasında gelişen endüstrileşme ile pazarın yeni bir boyut kazanması, insanlar için yeni yaşam standartlarını beraberinde getirmiştir. Değişen ve gelişen yaşam standartlarına, artan nüfusun da eklenmesi doğal çevre ve doğal çevrenin barındırdığı kaynaklar üzerinde baskı oluşturmaya neden olmuştur. Bunun en önemli örneği 1970 yılında yaşanan Enerji Krizi'dir. Bu durum dünyadaki kaynakların bir gün bitebileceği gerçeğini gözler önüne sermiş ve kaynaklar üzerindeki kullanımların verimli olması gerektiğini göstermiştir.

Kaynak tüketiminde çeşitli sektörler yer alsa da buradaki en büyük paylardan birine sahip kalem inşaat sektörüdür. Çoğu yapının gelişen teknoloji ve sistemleri bünyesine adapte edememesi kaynakların eski düzende kullanılmasına neden olmakta bu durum da verimi düşürmektedir. Günden güne yapımları artarak devam eden ve arzın üstünde kapasite ile çalışan yapı sektöründe konut stoklarının öngörülen düzeyin üstüne çıkması hem çevre üzerindeki olumsuz etkiyi hem de yatırımcıya olan negatif etkiyi arttırmaktadır. Bu durum ürünlerin kalitesini düşürerek bağlamından kopuk, çevresel etkisi yüksek, verimi düşük, bulunduğu döneme ve çağına cevap veremeyen yapıların oluşmasına neden olmaktadır. Bu mevcut yapı stoklarının çevresel etkisinin iyileştirilmesi amacıyla sürdürülebilir özellikleri yıkmadan ve ekstra bir maliyet yükü getirilmeden, yaşam standartlarını yükseltmek ve yapıların çağına uygun mekanlara dönüştürmek amacıyla, dünyada yapılan örnekler incelenip elde edilen veriler ışığında mevcut konut stoklarının aşağıda belirtilen parametreler ile;

- Enerji Yönetimi
- Su Yönetimi
- Malzeme Korunumu
- Hava ve Biyo Çevre

Kente ve doğaya kazandırmak için “Akıllı Model Önerisi” hazırlanmıştır.

Sonuç olarak, mevcut konut stokları üzerinden yapılan bu çalışmanın temelini oluşturacak düşünce “doğal olanın korunması, mevcut yapıların çevresel etkenlerinin iyileştirilip optimum verim kazandırmak üzere uygun teknolojilerle sürdürülebilir nitelik sağlanması, kullanıcıları için yaşam kalitesinin yükseltilmesi, yatırımcı için bu stokların ekonomik boyutunun geliştirilmesi ve tüm bu süreçlerin nasıl yapılacağına yönetilmesi” önerilen Akıllı Model ile birlikte ortaya konmasını sağlamak, özellikle son dönemlerde ekolojik dengenin bozulması ile hız kazanan ve üzerinde çalışılıp geliştirilmeye çalışılan sürdürülebilirlik kavramına katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abasalipour, S., (2008) Nano houses, the houses of future, Fine arts Mag., vol. 30, p. 86, 2008.
- Ahmadi, F., “Sustainable Architecture”, Abadi Mag, vol. 40, 41, p. 95, 2004
- Celik Z. (1994). “Urban preservation as theme park: the case of Sogukcesme Street.” In: Celik Z., Favro Z., and Ingersoll R., editors. Streets: critical perspectives on the public space. Berkeley (CA): University of California Press, p. 83-94.
- Cody, B., (2014) The Role of Technology in Sustainable Architecture. In: Wolkenkuckucksheim, Internationale Zeitschrift zur Theorie der Architektur. Jg. 19, Heft 33, 2014,
- Dixon, W., (2010), The Impacts of Construction and the Built Environment, Erişim Tarihi: 13.04.2014, <http://www.willmott-dixongroup.co.uk/assets/b/r/briefing-note-33-impacts-of-construction-2.pdf>
- Ekberli İ., Gülser C., (2016) “Toprağın ısısal yayılımının fonksiyonel değişimi ve toprak sıcaklığına etkisi” Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi , 2016
- U.S Environmental Protection Agency -Amerika Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı- (EPA), 2012, “Resource Conservation and Recovery, Local Government Climate And Energy Strategy Guides, 2012
- Farhoodi, M., (2008) “Sustainable Architecture Concept Review, Architectural & Construction Mag”., vol. 12, p. 39, 2007-2008.
- GBC. Green Building Challenge, (2000). Stokholm: The Swedish Council for Building Research; 2000.
- Ghorbanzadeh M., Nezami A., (2010), “Smart architecture contribution to achieving sustainable architecture realization” Bojnord University, Iran

- Greenfacts, (2020), "Su Kaynakları Hakkında Gerçekler, Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim Raporu-2"; 2020
- Grierson, D. (2011). Towards Sustainable Building Design, Design Principles and Practices: An International Journal, Volume 3, Number 3, 2009, ISSN 1833-1874.
- Kamar K.M, Ismail E, Ismail E, Abd. Hamid Z, Egbu C, Arif M., Mohd Zin, Mohd.M.Z.N Ghani.K, Rahim.A.H, (2010) "Sustainable and Green Construction", Construction Industry Development Board (CIDB), Malaysia.
- Li Z., Boyle F., Reynolds A., (2010) " Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland" Department of Mechanical Engineering, Dublin Institute of Technology, Bolton Street, Dublin 1, Ireland
- Littig, B. ve Griebler , E. (2005). "Social Sustainability: A Catchword between Political Pragmatism and Social Theory, International Journal for Sustainable Development", 8(1/2), 65-79.
- MOR (Modular Office Renovation) Press#1 , TU Delft, 2018
- Moultrie, C. (2010). Architectural Design Principles and Processes for Sustainability Unpublished Masters of Research Dissertation, University of Strathclyde Glasgow
- Roy M., (2008), "Dept. Of architecture, Jadavpur university, Kolkata, India, "Importance of green architecture today".
- Ryn V.D., Cowan, S. (1996) . "Ecological Design", Washington DC, Island Press.
- Shemirani S.M, Akhtar M, Akhtar .H , "Sustainable Architecture, Energy and Environment", the Second Conference and Specialized Fair of Environment Engineering, Tehran University, Iran, 2008.
- Sinopoli J., (2010). "Smart Building Systems for Architects, Owners, and Builders, BH, British Library Cataloguing-in-Publication Data, London
- Steele J., (1997). "Sustainable architecture: principles, paradigms, and case studies". New York: McGraw-Hill Inc.
- Tokman L.Y., Çiğın A.,(2019)" Sürdürülebilir Kalkınmada Güncel Tasarım İlkeleri" Sürdürülebilir Kalkınma Rolüyle Mimarlık Dergisi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Rektörlük Yayınları No:1, s:31, Eskişehir
- Zabihi H., Habib F., Mirsaeedie L., (2012), "Sustainability in Building and Construction: Revising Definitions and Concepts" Department of Art and Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)
Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)
Organisation for Economic Co- Operation and Development - Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü- (OECD)
Green Building Information Gateway -Yeşil Bina Bilgi Sistemi- (GBIG)