İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI BİNALARIN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mim. Ulaş CİVAN

Anabilim Dalı: MİMARLIK

Programı: FİZİKSEL ÇEVRE VE YAPI TEKNOLOJİSİ

HAZİRAN 2006

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI BİNALARIN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mim. Ulaş CİVAN
502011306

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Haziran 2006

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. İkbal ÇETİNER (İ.T.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Seda TÖNÜK (Y.T.Ü.)

Prof.Dr. Gül KOÇLAR ORAL (İ.T.Ü.)

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Akıllı Binaların Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi adlı bu çalışmamda, değerli fikirleri ve yakın ilgisi ile araştırmamı yönlendirerek tezin tamamlanması sürecinde sonsuz katkı ve yardımlarını esirgemeyen Y. Doç. Dr. İkbal Çetiner'e, değerli yorum ve eleştirileriyle Prof. Dr. Gül Koçlar Oral'a ve hep yanımda olarak sevgi ve desteğini esirgemeyen sevgili ailem ve dostlarıma teşekkür ederim.

Haziran 2006 Ulaş CİVAN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR v
TABLO LİSTESİ vii
ŞEKİL LİSTESİ viii
ÖZET ix
SUMMARY x

1. GİRİŞ 1

2. AKILLI BİNALAR 3
2.1. Akıllı Bina Nedir? 3
2.2. Akıllı Binaların Tarihçesi 5
2.3. Akıllı Bina Kavramının Boyutları 7
2.4. Akıllı Binalar ve Otomasyon 8
2.5. Akıllı Bina ve Enerji Verimliliği 11
2.6. Türkiye'deki Akıllı Bina Uygulamaları 14
2.7. Bölüm Sonucu 16

3. ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK 18
3.1. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Gelişim 18
3.2. Sürdürülebilir Yapım 21
3.3. Sürdürülebilirlik ve Teknoloji 24
3.4. Çevresel Sürdürülebilirlik 26
3.5. Bölüm Sonucu 33

4. AKILLI BİNALARIN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 36
4.1. Mevcut Çevresel Bina Değerlendirme Metodlarının İncelenmesi 36
4.1.1. BREEAM (İngiltere) 37
4.1.2. BEPAC (Kanada) 40
4.1.3. HK-BEAM (Hong Kong) 41
4.1.4. LEED (Amerika) 43
4.2. Çevresel Bina Değerlendirme Metodlarının Çevresel Sürdürülebilirlik İlkeleri Açısından Karşılaştırılması 45
4.3. Değerlendirme Yaklaşımı 46

4.3.1. Değerlendirme Kategorilerinin Belirlenmesi 47
4.3.2. Değerlendirme Kategorilerine Ait Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi 48
4.3.3. Değerlendirme Kategorilerine Ait Kredilerin Belirlenmesi ve Soru Formunun Oluşturulması 50
4.3.4. Puanlama Sisteminin Oluşturulması ve Toplam Puanın Belirlenmesi 52
4.4. Uygulama 53
4.5. Bölüm Sonucu 54

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 55

KAYNAKLAR 57

ÖZGEÇMİŞ 60

KISALTMALAR

BREEAM : Building Research Environmental Assesment Method
Bina Araştırma Çevresel Değerlendirme Metodu

BEPAC : Building Environmental Performance Assesment Criteria
Bina Çevresel Performans Değerlendirme Kriterleri

HK-BEAM : Hong Kong Building Environmental Assesment Method
Hong Kong Bina Çevresel Değerlendirme Metodu

LEED : Leadership in Energy and Environmental Design
Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik

EIBG : European Intelligent Building Group
Avrupa Akıllı Bina Grubu

IBI : Intelligent Building Institute
Akıllı Bina Enstitüsü

HVAC : Heating, Ventilating and Air-conditioning
Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme

EMCS : Energy Management and Control System
Enerji Yönetim ve Kontrol Sistemi

NAS : National Academy of Sciences
Ulusal Bilim Akademisi

BAS : Building Automation System
Bina Otomasyon Sistemi

EMS : Energy Management System
Enerji Yönetim Sistemi

CCMS : Central Control and Monitoring System
Merkezi Kontrol ve Görüntüleme Sistemi

FMS : Facilities Management System
Bina Yönetim Sistemi

UPS : Uninterruptible Power Supply
Kesintisiz Güç Kaynağı

DDC : Direct Digital Control
Doğrudan Sayısal Kontrol

DDC : Direct Digital Control
Doğrudan Sayısal Kontrol

VAV : Variable Air Volume
Değişken Hava Hacimli

VRF : Variable Refrigerant Flow
Değişken Soğutucu Debili

UIA : Union of International Architects
Uluslararası Mimarlar Birliği

EPA : Environmental Protection Agency
Çevresel Koruma Örgütü

APEGBC : Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia
British Columbia Uzman Mühendis ve Jeofizikçiler Cemiyeti

BRE : Building Research Establishment
Bina Araştırma Kuruluşu

IEQ : Indoor Environmental Quality
İç Mekan Çevresel Kalitesi

VOC : Volatile Organic Compounds
Uçucu Organik Bileşikler

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 2.1.	Tekfen Tower, İş kuleleri ve Polat Tower Residence'ın genel özellikleri…….	15
Tablo 4.1.	BREEAM değerlendirme sistemi……	39
Tablo 4.2.	HK-BEAM değerlendirme sistemi……..	42
Tablo 4.3.	LEED değerlendirme sistemi……..	44
Tablo 4.4.	Çevresel bina değerlendirme metotlarının genel özellikleri açısından karşılaştırılması……...	45
Tablo 4.5.	Çevresel bina değerlendirme metotlarının içerikleri açısından karşılaştırılması……...	46
Tablo 4.6.	Değerlendirme kategorilerine ait kredilerin toplam kredilere oranları……	49
Tablo 4.7.	Kategoriler için önerilen ağırlık değerleri……...	50
Tablo 4.8.	Soru Formu……..	51
Tablo 4.9.	Puanlama Sistemi……	52
Tablo 4.10.	Seçilen akıllı bina örnekleri için belirlenen puanlar……	53

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 4.1 **:**Değerlendirme yaklaşımı..... 47

AKILLI BİNALARIN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

"Sürdürülebilir" ve "akıllı" kavramlarının; sürdürülebilirlik söz konusu olduğunda sıklıkla birarada kullanıldığı görülmektedir. Fakat bu, "akıllı" ve "sürdürülebilir" bina kavramlarının aynı anlamı taşıdıkları anlamına gelmemektedir. Bir binanın sürdürülebilir olması için akıllı sistemlere sahip olması gerekmediği gibi, bu sistemlerin varlığı da sürdürülebilir bir bina olduğunu göstermeyecektir. Bu durum, akıllı binaların sürdürülebilirlik kriterlerine ne ölçüde uygun oldukları sorusunu beraberinde getirmektedir. Bu kriterler, çeşitli kaynaklarda çevresel, ekonomik ve sosyal konular olmak üzere üç farklı boyutta ele alınmaktadır. Tezde; akıllı binaların sürdürülebilirlik kriterlerine uygunluğunun çevresel boyutta değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Giriş bölümünde, tezin amacı ve içeriği belirtilerek, akıllı bina ve sürdürülebilirlik kavramlarına kısaca değinilmekte ve aralarındaki ilişki kısaca açıklanmaktadır.

2. bölümde; akıllı binalarla ilgili tanımlara ve bu binaların gelişimine değinilmekte, ilgili otomasyon ve enerji verimliliği konularından bahsedilmektedir.

3. bölümde; sürdürülebilirlik, sürdürülebilir gelişim, sürdürülebilir yapım ve teknoloji kavramlarına değinilmekte, çevresel sürdürülebilirlik açıklanarak, temel çevresel sürdürülebilir tasarım ilkeleri belirlenmektedir.

4. bölümde başlıca çevresel bina değerlendirme metodları olan BREEAM, BEPAC, HK-BEAM ve LEED; genel özellikleri ve değerlendirme sistemlerine değinilerek, karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu metodların 3. bölümde belirlenen temel çevresel sürdürülebilir tasarım ilkeleri doğrultusunda yapılan analizi sonucunda; akıllı bir binanın çevresel sürdürülebilirlik açısından incelenmesine yönelik bir yaklaşım oluşturulmuş ve seçilen akıllı bina örnekleri üzerinde uygulanmıştır.

Sonuç bölümünde, akıllı binaların çevresel sürdürülebilirliğe büyük oranda katkı sağlayabileceklerinin altı çizilerek, buna bağlı yorum ve düşüncelere yer verilmiştir.

ASSESSMENT OF INTELLIGENT BUILDINGS IN TERMS OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

SUMMARY

It is seen that concepts of “sustainable” and “intelligent” are often used together while speaking of sustainability. But this does not mean that “sustainable” and “intelligent” building concepts possess the same meaning. A building would not need to possess intelligent systems to be sustainable and the possesion of these systems would not show that a building is sustainable either. This state comes with the question if intelligent buildings are suitable for the criteria of sustainability or not. These criteria of sustainability are discussed in three different extents of environmental, economical and social sustainability in many different sources. Assessment of intelligent buildings’ suitability according to the environmental extent of sustainability forms the scope of this study.

In the introduction section, the aim and content of the study are explained, and topics of both intelligent buildings and sustainability and the relation between them are shortly mentioned.

In the second section, definitions and history of intelligent buildings are mentioned and referring subjects of automation and energy efficiency are explained.

In the third section; sustainability, sustainable development, sustainable construction and technology topics are mentioned, environmental sustainability is explained and the main criteria of environmental sustainability are defined.

In the fourth section, the main environmental assesment methods, BREEAM, BEPAC, HK-BEAM and LEED are explained in terms of their content and assesment systems, and compared depending on these aspects. These four methods are then analyzed using the criteria defined in the third section and an approach for assessing intelligent buildings in terms of environmental sustainability is established and carried out on the examples of intelligent buildings chosen for this subject.

At the end of the thesis, it is stated that intelligent buildings can contribute greatly to environmental sustainability is explained, and the comments and notions related to the subject are given.

1. GİRİŞ

Enerji kaynaklarının hızla tükendiği ve çevresel sorunların artmaya devam ettiği günümüzde, ekoloji ve enerji verimliliği konuları gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. İnşa ettiğimiz binalar, bu binaların içinde ve dışında kurduğumuz yaşam tarzı, çevresel sorunlara doğrudan ve dolaylı olarak katkıda bulunmaktadır. İnşaat ve kullanım süreci boyunca kaynaklar yüksek oranda kullanılmakta, büyük miktarlarda atık ortaya çıkmakta ve açık alanlar tüketilmektedir. Kaynakları yoğun olarak kullanan akıllı binalar; çevresel sorunların bir parçası olarak görülebilecekleri gibi, kullanıcı isteklerine verimli şekilde cevap verdiklerinde çözümün bir parçası da olabileceklerdir [1].

"Akıllı" kavramı, enformasyon teknolojilerinin ve kontrol sistemlerinin kullanımı ve bu sistemlerin birbirleriyle ilişkili olarak yönetilmesi ile değişen durumlara enerji verimli ve maliyet etkin bir şekilde yanıt verme becerisi için kullanılmaktadır. Akıllı bir binada; ısıtma, soğutma, iklimlendirme ile aydınlatma, yangın, güvenlik ve enformasyon için kullanılan birçok sistem maksimum etkinlik sağlanacak şekilde merkezi bir sistem tarafından yönetilmektedir. Ancak, söz konusu birlikteliğin sağlanması; kaynakların yoğun olarak kullanımını gerektirmekte ve bu da çevresel kirliliğe katkıda bulunmaktadır. Gelecek kuşaklara ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için gereken kaynakları yoketmeden, doğal, temiz bir çevre bırakmak için, birbiri ile çelişen bu iki zıtlığın dengelenmesi sürdürülebilir bir yaklaşım ile mümkün olacaktır. Sürdürülebilir bir yaklaşım, "akıllı" teknolojilerin kullanımını gerektirmemektedir. Fakat karmaşık alt sistemler ve kullanıcılar arasındaki karmaşık ilişkilerin yönetilmesi ve kontrolü için "akıllı" teknolojilerin kullanımı, başta ticari binalar olmak üzere binalara çok önemli faydalar sağlayabilmektedir [2].

Tezde; yukarıda açıklanan çelişkili durumun söz konusu olduğu akıllı binaların, çevresel sürdürülebilirlik kapsamında incelenmesi ve ne ölçüde sürdürülebilir olduklarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda, öncelikle akıllı binalar ve çevresel sürdürülebilirlik konuları ele alınarak, bunlara ilişkin temel özellikler belirlenmiştir. Daha sonra başlıca

çevresel bina değerlendirme metodlarından Bina Araştırma Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM: Building Research Environmental Assesment Method), Bina Çevresel Performans Değerlendirme Kriterleri (BEPAC: Building Environmental Performance Assesment Criteria), Hong Kong Bina Çevresel Değerlendirme Metodu (HK-BEAM: Hong Kong Building Environmental Assesment Method), Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (LEED: Leadership in Energy and Environmental Design) incelenerek, kullandıkları değerlendirme yöntemleri ve konuya yaklaşımları ortaya koyulmuştur. Bu analiz sonrasında; HK-BEAM ve LEED metodlarını ve üçüncü bölümde belirlenen çevresel sürdürülebilir tasarım ilkelerini (enerji, iç mekan çevresel kalitesi, arazi, malzemeler ve su) temel alan bir değerlendirme yaklaşımı önerilmiştir. İncelenen başlıca dört metodun değerlendirme sistemleri kapsamında yer almayan ilgili diğer tasarım ilkeleri ile estetik yaklaşımların değerlendirme üzerindeki etkileri ve özellikle ülkemiz için önemli bir parametre olan deprem konusunun çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi kapsam dışında tutulmuştur. Yaklaşım kapsamında değerlendirmede kullanmak üzere bir soru formu oluşturulmuş ve bu form; İstanbul'daki üç akıllı bina örneği olarak seçilen Tekfen Tower, İş Kuleleri ve Polat Tower Residence'daki ilgili kişilerle yapılan görüşmelerde kullanılmıştır. Elde edilen cevaplara bağlı olarak, söz konusu binaların çevresel açıdan ne ölçüde sürdürülebilir oldukları sorusuna cevap aranmıştır.

2.AKILLI BİNALAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1 Akıllı Bina Nedir?

Isıtma, soğutma ve iklimlendirme ile beraber aydınlatma, güvenlik ve enformasyon için kullanılan birçok sistemin merkezi bir bilgisayar destekli yönetim sistemiyle konfor ve maksimum verim elde edilecek şekilde yönetildiği akıllı binalar hakkında birçok tanım bulunmaktadır. Karşımıza en sık çıkan iki tanımdan biri Avrupa Akıllı Bina Grubu'na, diğeri ise Amerikan Akıllı Bina Enstitüsü'ne aittir. Avrupa Akıllı Bina Grubu (EIBG: European Intelligent Building Group) akıllı binayı, "Organizasyonların çalışma amaçlarını gerçekleştirmelerini sağlayan ve bina kullanıcılarının verimliliğini arttıran bir ortam oluştururken, aynı zamanda kaynakların ömür boyu minimum maliyetle, verimli yönetimini sağlar." şeklinde tanımlamaktadır [3]. Amerikan Akıllı Bina Enstitüsü'ne göre (IBI: U.S Intelligent Building Institute) "Akıllı bir bina; sistemler, strüktürler, servisler ve yönetimin oluşturduğu başlıca dört elemanın optimizasyonu ve bunlar arasındaki karşılıklı ilişkilerin sağlanmasıyla üretken ve maliyet verimli bir ortam sağlar. Tüm akıllı binaların sahip olduğu tek ortak özellik; değişime, maliyet verimli ve uygun şekilde uyum sağlayan strüktürlü tasarımdır" [4].

Bu iki tanım dışında Nordx Cdt firmasının akıllı binalarla ilgili yaptığı açıklama ise şu şekildedir. "Akıllı bir bina; ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC: Heating, Ventilating, Air conditioning), yangın güvenlik ve enerji/aydınlatma yönetimi gibi otonom kontrol sistemleri yoluyla kullanıcılarına üretken ve rahat bir ortam sağlar. Böyle bir binada, söz konusu sistemler birbirleriyle bütünleşiktir ve etkileşim halindedir. Örneğin; yangın durumunda, yangın güvenlik sistemi, merkezi güvenlik sistemi ile iletişim kurup kapı kilitlerinin açılmasını sağlar ve bunun devamında merkezi güvenlik sistemi de alevlerin yayılmasını durdurmak üzere hava akışını ayarlaması için HVAC sistemiyle iletişim kurar. Aynı zamanda bir akıllı bina; telekomünikasyonlarını ve kontrol servislerini, bugünkü, gelecekteki teknolojiler ve

bina/kullanıcı isteklerini karşılayabilecek tek strüktürlü bir kablolama ağı ve yönetim sistemi ile entegre eden binadır" [5].

Yine Nordx Cdt firmasının Smart Accelerate projesi çerçevesinde yaptığı bir başka tanıma göre akıllı bir bina; dört temel bileşenin (strüktür, sistemler, servisler, yönetim) ve aralarındaki etkileşimlerin optimizasyonu ile üretken ve maliyet etkin bir ortam sağlar. Bunun yanında kullanıcılarının verimliliğini arttırır ve kaynakların minimum ömür boyu maliyetle etkin yönetimine olanak sağlar [6]. Arup firması, akıllı binayı, bina malzemelerinin, mekanların, servislerin ve enformasyon sistemlerinin; bina sahipleri, kullanıcılar ve çevrenin birincil ve değişken isteklerine verimli bir şekilde tepki verebildiği bina olarak tanımlamaktadır [7].

Toronto'daki 28-29 Mayıs 1985 tarihli International Symposium'da ortaya çıkan tanıma göre akıllı bir bina, teknolojik yada teknolojik olmayan yenilikleri, yatırım üzerinden geri dönüşü arttıracak şekilde, yetenekli bir yönetimle birleştirir [8]. Akıllı bina tanımları içinde en kabul görenlerinden biri ise Barcelona'daki Institut Defons Cerda tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre akıllı bir bina; bina boyunca bilgi akışını destekleyen enformasyon sistemlerini, gelişmiş servis, iş otomasyonu ve telekomünikasyon faaliyetlerini sunarak, binanın farklı alt sistem ve servislerini lokal yada uzaktan, optimum ve entegre şekilde, daha ileri otomatik kontrole, görüntüleme yönetimi ve bakıma izin verecek şekilde birleştiren ve gelecekteki sistemlerin ekonomik ve basit yoldan eklenmesini mümkün kılabilecek esneklikle tasarlanmıştır [9].

Çağdaş yapım teknikleriyle gerçekleştirilen akıllı binalar, tasarım aşamasından kullanıma kadar çok çeşitli alt sistemler ile bunların tasarım ve üretimini üstlenen disiplinleri uyum içinde bir araya getirmekte ve son derece titiz bir çalışmayı gerektirmektedir. Güvenlik, yangın, telefon, işletme, enerji kullanımı, asansörlerin yönetimi ve hatta çevre koruma çalışmalarında; bilgisayar kullanımı ile yönetici ve çalışanların işlerinde yoğunlaşmalarını sağlayarak verimi büyük ölçüde arttırmaktadır. Bina içine yerleştirilen optik kanallar tüm bilgilerin anında bina yönetim merkezindeki ekranlara yansıtılmasını sağlamaktadır. Böylece kullanım amacı doğrultusunda en verimli çalışma ortamının sağlandığı, işletme masraflarının en aza indirildiği, işletmede en ileri teknolojilerin kullanıldığı problemsiz binalar akıllı bina olarak nitelendirilmektedir [10].

İstanbul'da inşa edilen Metrocity Millenium Tower mimarı Doğan Tekeli, binalarda bahsedilen akıllılığı aklın niteliği; bir karar alabilme ve duruma uyma yeteneği şeklinde ifade etmektedir. Sabah Tesisleri mimarı Mehmet Konualp'e göre ise akıllılık; "verilen veya edinilmiş programa göre yüklenmiş veya yüklenilmiş performansı yardım almadan kendiliğinden yapmaktır". Benzer şekilde Ankara Aktif otel inşaatı mimarı Ertan Anıl akıllılığı, "binanın kendi kendine, bir müdahaleye ihtiyaç duymadan, normal ve rutin çalışmasını sürdürebilme yeteneği" olarak tanımlamaktadır [11].

Akıllı binalar ana başlıklarla, insanlar, ihtiyaçlar, iş hayatının gerekleri, teknolojiler, maliyetler, riskler arasındaki etkileşimin bir sonucudur da denilebilir. Akıllı bina çözümleri, işlemci teknolojilerindeki ilerleme, iletişim teknolojilerindeki gelişme, açık sistem tasarımları ve ucuz bilgi teknolojileri sayesinde oluşmuştur ve gelişimine devam etmektedir [12].

Tüm bu tanımlardan varılabilecek sonuç; akıllı binanın sadece ileri teknoloji kullanan, birçok karmaşık sistemi bir arada bulunduran bir bina değil; içinde yaşayanların çalışma ve yaşama konforunu arttırırken, güvenliklerini sağlayan, sürekli değişen yaşam standartları ve eğilimler çerçevesinde kullanıcılarının isteklerine minimum yatırımla gerekli cevapları sunabilen, enerji verimliliği için ileri teknoloji ürünü sistemlerle doğal enerji kaynaklarını akıllıca bir arada kullanabilen, çevreye duyarlı, değişimlere karşı esnek ve bütün bunlar için kullanılan sistem ve tekniklerin birbiriyle uyum içinde olduğu bir bina olmasıdır.

2.2 Akıllı Binaların Tarihçesi

Akıllı binalar konusu Amerika'da, etkin enerji kullanımı düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Akıllı ofis binası enerji yönetimi sistemlerini bir adım daha öteye götürmektedir. Amaç; sadece enerji tüketimini kontrol etmek değil, aynı zamanda binadaki diğer sistemlerin birçoğunu da en iyi şekilde işletmektir [10]. Bu düşüncenin sonucu olarak, 1980'lerin başına gelindiğinde, ticaret dergileri "akıllı binalar" ile ilgili hikayeler yayınlamaya başlamıştır. Mekanik sistemlerle ilgili yayınlar, binaları daha enerji verimli yapan otomasyon sistemleri ile ilgili makaleler hazırlamış; iletişim endüstrisine hizmet eden dergiler, gelişmiş telekomünikasyon sistemlerinin binaları nasıl daha verimli ve bundan dolayı da daha akıllı yaptığını söylemiştir. Bu yaygın basın desteği ve reklamların sonucu olarak; akıllı binalar inşa

etme konusunda mal sahipleri ve üreticiler üzerinde büyüyen bir baskı olmuştur. Fortune, Forbes ve Business Week'te akıllı binalar ile ilgili birçok makale yayınlanması ise; daha eski, daha az akıllı mevcut binalarla ne yapılacağı sorusunu ortaya çıkarmıştır. Bunların sonucunda, New York'ta yer alan 19 binadan kurulu Rockfeller Center, bütün binalarına karmaşık ve paylaşımlı telekomünikasyon sistemini kurmak için kendi telekomünikasyon şirketini yaratmıştır. Harbringer Group of Connecticut tarafından sürdürülen bir çalışma, Kuzey Amerika'daki mevcut binaların çoğunun, kiracılar tarafından kullanılan teknoloji sistemlerini verimli olarak idare edecek "akıllılığa" sahip olmadığını göstermiştir [8].

Bunların sonucunda ortaya çıkan ve o günden itibaren yayılmaya başlayan düşüncenin ürünü olan ve bilgisayar teknolojisine dayanan akıllı binalar 20 yıldır çevrede bulunmaktadırlar. Belki de en önemli gelişmeler; bina kontrol sistemlerine yerleşmiş işlemcilerin, tahsis edilmiş ağların ve akıllı araç yaklaşımlarının tanıtılmasıdır. Bu görüş, teknolojik dayanaklı olan akıllı binalar için aşağıdaki sınıflandırmayı ortaya çıkarmıştır:

- İlk dönem akıllı binalar, çok sayıda bağımsız ve kendi kendini ayarlayan (otomatik) alt sistemlerden oluşmaktaydı. Bu sistemler nispeten karmaşık (örneğin HVAC veya güvenlik sistemleri) olup gerçekte birbirlerinden bağımsızdılar.
- İkinci dönem akıllı binalar, bir önceki paragrafta anlatıldığı gibi sistemler bir ağ aracılığıyla birbirlerine bağlandıklarında oluştular. Böylece sistemleri uzaktan kontrol etmek (bir bina hizmetleri müdürünün ofisinden) ya da bir merkezi planlama ya da sıralamayı kolaylaştırmak (alanları güvenli hale getirmek, özel zamanlarda sistemleri açık ya da kapalı konuma geçirmek) mümkün olabilmekteydi.
- Üçüncü dönem akıllı binalar, ilk iki dönemdeki işlemcilere ve ağlara ek olarak, bina ve binada bulunanlar konusunda öğrenme kapasitesine ve buna bağlı olarak kontrol davranışlarını bu bilgilere uydurma yeteneğine sahip olmaktadır.

İlk iki dönem akıllı bina teknolojileri, bina kontrol sistemlerinin çalışmasını büyük oranda arttırmış olsalar da; halen binaya, üçüncü dönem sistemlerde yer alan muhakeme, öğrenme ya da uyum sağlama gibi insan zekasına benzer fonksiyonları verememişlerdir [13].

2.3 Akıllı Bina Kavramının Boyutları

Le Corbusier "Bir ev, içinde yaşamak için bir makinedir". Gerçekten de modern binalar; çok sayıda mekanik, elektrikli ve elektronik aygıtlarla, hesaplama ve komünikasyon aygıtları bulundurdukları için, makinelerle güçlü fiziksel benzerlikler gösterirler. Bina hizmetleri daha karmaşık hale gelirken; binalar daha da fazla algılayıcı, bilgisayar bazlı aygıt ve ağ bulundurmaya başlamaktadırlar. Bilgisayar bilimi bakış açısından bir akıllı bina, " Kullanıcı konforunu, enerji tüketimini, güvenlik ve çalışma verimini optimize etmek için, bina ortamına otonom olarak hükmetmek amacıyla bilgisayar teknolojisinden istifade eder." şeklinde tanımlanabilir. Akıllı binalarda bilgisayarlar; yapay zeka teknikleri ile beraber muhakeme, öğrenme, uyum sağlama gibi normalde insan zekası ile ilişkilendirilen bir kontrol seviyesi sağlamak için bina hizmetlerini yönetmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Robotlar gibi makineler, bunu davranış bazlı yapay zekanın dahil edilmesi ile yaparlar. Binaların daha akıllı davranmaları için böyle tekniklerin bina kontrol sistemlerine uygulanması sonucunda, binalar ve makineler (özellikle hareketli robotlar) arasında yeterli benzerlik oluşmaktadır. Her ikisi de fazlasıyla dinamik ve öngörülemeyen bir dünya ile uğraşmaktadırlar [14].

Binanın akıllılık derecesine ikna olunması çoğu zaman binanın Enerji Yönetim ve Kontrol Sistemi (EMCS: Energy Management System) ile komünikasyon sisteminin karmaşıklık seviyesi ile ilişkilidir. Fakat binanın etkin olabilmesi için; maliyetleri azaltma ve verimliliği arttırma amaçlı mekanik ve elektrik sistemlerinin kontrolüne sahip olması gerekmektedir. HVAC, aydınlatma ve diğer sistemler binada bulunan insanların ihtiyaçlarıyla buluşup tatmin etmedikten sonra, ideal EMCS ve diğer komünikasyon sistemlerinin geliştirilmesinde bir anlam olmayacaktır [9].

Washington'daki Ulusal Bilim Akademisi (NAS: National Academy of Sciences); akıllı binaların elektronik özelliklerini; enerji verimliliği, yaşam güvenlik sistemleri, telekomünikasyon sistemleri ve çalışma alanı otomasyonu olmak üzere dört kategoride toplamıştır. Akıllı bina tasarımındaki asıl hedef bu dört işletim alanının tek bir bilgisayarlı sistem yardımıyla birleştirilmesidir [8].

Enerji verimliliği; enerji kullanımının bilgisayarlı sistemler yardımı ile minimuma indirgenmesiyle oluşmaktadır. Bu sistemler; Bina otomasyon sistemi (BAS: Building Automation System), Enerji Yönetim Sistemi (EMS: Energy Management System),

Enerji Yönetim ve Kontrol Sistemi (EMCS: Energy Management and Control System), Merkezi Kontrol ve Görüntüleme Sistemi (CCMS: Central Control and Monitoring System) ve Tesis Yönetim Sistemi (FMS: Facility Management System)dir.

Yaşam güvenlik sistemleri; yangın alarm ve güvenlik sistemlerinin performanslarının yükseltilmesi ve kullanım maliyetlerinin minimuma indirilmesi için yüksek teknolojili sistemlerin kullanılmasıyla oluşmaktadır. Bu sistemler; kapalı devre televizyon, kart giriş kontrolü, duman keşfi, hırsız alarmları, asansörler, HVAC sistemi ile kapıların acil durum kontrolleri ve kesintisiz güç kaynakları (UPS: Uninterruptible Power Supply)dır.

Telekomünikasyon sistemleri; birçok karmaşık telekomünikasyon özelliklerinin, ekipman birçok kullanıcı tarafından paylaşıldığı için kiracılara azaltılmış maliyetlerle sunulmasından oluşmaktadır. Bu özellikler; telefon sistemleri, kablovizyon ve elektronik postadır.

Çalışma alanı otomasyonu ise; bir firmanın işletilmesini daha verimli hale getirmek için ileri teknoloji ofis otomasyon sistemlerinin kullanımından oluşmaktadır. Bu, paylaşımda olan ekipmanın özellikleri sayesinde kiracılara daha düşük maliyetli olarak yapılabilmektedir. Akıllı binalardaki çalışma alanı otomasyonunda yer alan bazı faktörler; merkezi hale getirilmiş veri-işleme, kelime işleme, bilgisayar destekli tasarım ve enformasyon servisleridir.

2.4 Akıllı Binalar ve Otomasyon

Akıllı binalar, yukarıda tanımlanan amaçlarını gerçekleştirebilmek için yüksek oranda bilgisayarla yönetilen birçok sistemi birarada kullanmaktadırlar.

Bina komplekslerinde bulunan ısıtma, soğutma, iklimlendirme, kullanma suyu üretimi ve dağıtımı ile ilgili sistemler, zayıf akım sistemleri ve asansörler gibi teknik hizmetlerin, işletme güvenilirliği ve işletme ekonomisi yönünden, tek merkezden yürütülmesini sağlamak üzere bilgisayarlı bir denetim ve kontrol sistemi kurulur ki buna Bina Otomasyon Sistemi (BAS: Building Automation System) denir.

1950'li yıllarda ortaya çıkan BAS kavramı, elektronikteki baş döndürücü gelişmelerin sonucunda içerik ve konfigürasyon olarak büyük değişimlere uğrayarak günümüze gelmiştir. Günümüz sistemlerinin öncüleri olan ilk BAS sistemleri, tüm

bilgi ve kontrol noktalarının kablolarla ana bir kontrol paneline bağlandığı, operatörün sistemine kendi panosunun yanı sıra ana panodan da müdahale edebildiği kablolu sistemlerdi.

1960'lı yılların sonlarında ve 1970'lerin başlarında seri bilgi taşıma sistemleri ve elektronik ekipmanlar BAS sistemleri için önemli bir adımdır. Bu sayede 2 telli bir haberleşme hattı üzerinden, binanın değişik noktalarına ulaşmak mümkün olmuştur. Bu sistemlerde bir saha bilgi toplama paneli, sahadaki sıcaklık,basınç vb. gibi bilgileri toplar ve ana merkeze gönderir, ana merkez bu bilgiyi yorumlar ve yapılması gerekeni, saha bilgi toplama paneline gönderir.

1970'lerin ortasında mini bilgisayarlar ana merkezde kullanılmaya başlanmış; bu, birkaç merkezden izleyebilme ve yazıcı gibi ara birimlerin bağlanabilmesini sağlamıştır. Fakat maliyet ve yüksek eğitimli işletmeci ihtiyaçlarından dolayı, bu sistemler ancak çok büyük ofis binaları, askeri ve endüstriyel tesisler gibi kısıtlı uygulama alanlarında kalmışlardır.

Kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasıyla, BAS sistemleri her büyüklükte ve tipteki binalar için cazip bir yatırım haline gelmiştir. 1980'lerin ortalarında bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucunda, saha bilgi toplama panelleri akıllandırılmıştır. Böylece, bilgiyi aldıktan sonra kendileri yorumlayıp, gerekli kontrolleri kendi yapar ve son olarak ta bilgileri izlenmesi için ana merkeze gönderir hale gelmişlerdir. Bu sayede maliyetlerde büyük düşüşler sağlanmıştır. Günümüzde ise akıllı ev sistemleriyle bina otomasyon sistemleri evlerimize kadar girmiş bulunmaktadır [15].

Mikroişlemci tabanlı doğrudan sayısal kontrollü (DDC: Direct Digital Control) sistemlerin pazarda ilk belirmeye başladığı dönem 1980'lerin başlarına denk gelir. Bu teknolojinin bina endüstrisinde öncü ve başarılı olduğu uygulama alanlarının başında HVAC sistemleri gelmiştir. Elektronik ve pnömatik kontrol sistemleriyle kıyaslandığında daha hassas kontrol ve uygulamada sağladığı geniş esneklik potansiyeliyle, bir yandan konfor seviyesini yükseltirken diğer yandan enerji maliyetlerini düşürmesi, DDC sistemlerin kabul görmesini ve yaygınlaşmasını kolaylaştırmış, kendi başına iş gören HVAC, aydınlatma, güvenlik, yangın algılama, söndürme ve asansör gibi sistemlerin birbirleriyle iletişim ve etkileşim içerisine girmesini sağlayan bu kontrol ağı, "akıllı bina" kavramını hayatımıza sokmuştur [16].

Böylelikle bina veya tesis içindeki her bir uygulama diğerlerinden bağımsız bir şekilde yapılabilir olmuş, buna ek olarak da tüm cihaz ve alt sistemlerin kontrolünü tek bir birim üzerinden yürütme, diğer deyişle tüm cihaz ve alt sistemleri entegre etme olanağı doğmuştur [17].

Otomasyon sistemlerinin kullanılmasıyla birçok avantaj elde edilmektedir. Sürekli tekrarlanan işlemler otomatik olarak yapılmakta, konfor şartları farklı durumlara uygun olarak analiz edilerek gerekli değişiklikler daha hızlı ve etkin şekilde gerçekleştirilmektedir. Mekanik ve elektrik sistemlerinin kontrol altında tutulmasıyla işlerin yürütülmesi için gereken iş gücü ve bakım maliyetleri azalmakta, arızaların daha çabuk görülerek kontrol altına alınması sayesinde binada bulunanların konfor şartlarını ve çalışmalarını minimum derecede etkileyecek şekilde sorunlar giderilebilmektedir. Bunların yanında; HVAC, aydınlatma, elektrik güç dağıtım, dikey taşıma, güvenlik ve komünikasyon sistemlerinin entegrasyonu ile yönetim kolaylığı sağlanarak tüm sistemin daha etkin yönetilmesi ve enerji sarfiyatının azalması sağlanarak, değişimlere daha kolay uyum sağlayabilen esnek çözümler üretilebilmektedir.

Gelişen teknoloji ve sistemlerin sonucunda meydana gelen çeşitlilik ve bu sistemlerin entegrasyonunun avantajları göz önünde bulundurulduğunda, bütün bu cihaz ve alt sistemlerin birbirleriyle haberleşmesi için ortak haberleşme metodlarına ihtiyaç duyulmuştur. İletişim protokolü olarak adlandırılan bu metodlar içerisinde en önemlileri ise BACnet , LonWorks, Modbus EIB ve KNX'tir [16].

Protokolden kastedilen iki cihazın birbirlerine bilgi aktarmakta kullandıkları lisandır. Nasıl iki insanın anlaşabilmek için aynı lisanı konuşmaları gerekiyorsa cihaz ve sistemlerin de birbirleriyle anlaşmaları gerektiğinde ortak bir lisanı konuşmaları yani ortak bir iletişim protokolunu kullanmaları gerekmektedir [18].

Halefşan Sümen bu protokollerin kullanımıyla sağlanan entegrasyonla ilgili olarak "Enerji verimliliği, içerde bulunanların konforu ve iç hava kalitesi günümüz bina profesyonellerinin gündemini oluşturmaktadır. Ürün ve çözüm satıcı firmalar ile işbirliği yapmak, bu konuları yüksek sistem performansı ile yürütebilmek için çok önemli bir faktördür. BACnet gibi satıcı bağımsız, açık mimari ve uluslararası kamu standardı kabul edilen bir protokole dayalı çözümler, bina sahiplerinin amaçlarına ürün ve çözüm seçmede daha fazla özgürlük içinde ulaşmalarını sağlamaktadır." sözleriyle konunun önemini açıklamıştır [17].

Sonuç olarak bir akıllı binada yer alan doğrudan kontrol edilen sistemler dışındaki, bina yönetim sistemine entegre edilmiş diğer sistemlerin, tek bir protokol altında birbirleriyle haberleşebilmesi ile tüm sistemler arasında bütünlük sağlanarak; büyük ölçüde enerji verimliliği, güvenlik ve konforun yanısıra, daha az yatırım ve kullanım maliyeti ortaya çıkmaktadır.

2.5 Akıllı Binalar ve Enerji Verimliliği

Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile enerji tüketimleri arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Toplam ve kişi başına tüketilen enerji, bir ülkenin gelişmişlik derecesini belirlemede en önemli kriterlerden biridir. Dünya'daki enerji tüketimi nüfus artışına, sanayileşmeye ve teknolojik ilerlemelere bağlı olarak hızla artmaktadır. 21. yy da enerji tüketen ülkeler ortaya çıkmıştır. Ülkelerin ekonomik, kültürel ve bilimsel seviyeleri, ürettikleri ve kullandıkları enerji miktarına bağlıdır. 6 milyar nüfusu olan Dünyamızda sanayi ülkelerinde yaşayan 1 milyar nüfus toplam enerjinin %60'ını kullanırken, diğer ülkelerde yaşayan 5 milyar nüfus toplam enerjinin %40'ını kullanmaktadır. Bu oranlar enerjinin ülke kalkınması için ne kadar önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır [19].

Enerji, maddede varolan ısı ve ışık biçiminde ortaya çıkan güç olarak tanımlanabilir. mevcut kaynaklara göre ve birincil ve ikincil olmak üzere iki grupta toplanabilir. Başka enerji kaynaklarından elde edilmemiş olanlar birincil, başka enerji kaynaklarından elde edilenler ikincil olarak adlandırılmaktadır. Mevcut kaynaklar ise; fosil yakıtlar (Kömür, Petrol ve Doğal Gaz) ile yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları (Hidrolik, Güneş, Rüzgar, Jeotermal, Biyokütle, Nükleer enerji, Yakıt Hücreleri ve Hidrojen Enerjisi) olarak incelenebilir.

Dünya'da nüfus artışına bağlı olarak, enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık %4-5 arasında artmaktadır. Buna karşılık fosil yakıt rezervleri ise hızla azalmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre en geç 2030-2050 yılları arasında petrol, kömür, doğal gaz rezervleri tükenme aşamasına gelecek ve ihtiyacı karşılayamayacaktır. Fosil yakıtların kullanımı dünya ortalama sıcaklığını 500 bin yılın en yüksek seviyesine ulaştırmıştır. Bu durum son yıllarda yoğun hava kirliliğine sel, fırtına ve doğal afetlerin hızla artmasına sebep olmaktadır. Sıcaklığın yükselmesi ile deniz seviyesinde bulunan birçok adada yerleşim alanları, buzulların erimesi ve su seviyesinin yükselmesinden dolayı boşaltılmıştır. Önlem alınmaması durumunda;

yakın gelecekte, deniz kenarlarındaki birçok şehir sular altında kalacak, birçok bitki ve hayvan soyu tükenecektir. Bu durumda doğal denge bozulacak ve yaşam şartları ağırlaşacaktır. Egzoz gazlarındaki kurşun nedeniyle zihinsel özürlü olarak doğan çocuk sayısı hızla artmaktadır. Asit yağmurları nedeniyle birçok doğal eko sistemler tamamen ölmüş, doğadaki gıda ve madde zinciri ile ağır metaller insan vücuduna besinlerle girmeye başlamıştır. Bu olumsuz yönlerden dolayı alternatif enerji kaynakları çok önem kazanmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarına geçilmesiyle, daha değişik dünya görüşü hayatımıza girecektir. Sınırsız ve sorumsuz harcanan enerji tüketiminin yerini bilinçli, çevreye saygılı ve ihtiyacı karşılamaya yönelik enerji tüketimi olacaktır. Böyle bir ortamda refah düzeyini, en fazla enerji tüketen yerine, en verimli enerjiyi kullanan belirleyecektir. Fosil yakıtları bitmeden temiz enerji dediğimiz alternatif enerji kaynaklarına yönelmek son çare olacaktır. Temiz enerji kaynaklarından en sık karşılaştığımız hidroelektrik, güneş ve rüzgar enerjisi söz konusu olduğunda ise, hidroelektrik enerjisi; suyun depolanması için gereken alanın, yatırım maliyetinin ve inşaat süresinin yüksekliğinden dolayı, rüzgar enerjisi; yine geniş alan ihtiyacı, görsel sorunlar, gürültü ve yatırım maliyeti açısından güneş enerjisi kadar avantajlı değildir.

Günümüzde, yukarıda değinildiği gibi enerji bu kadar önemli ve fosil yakıt kaynakları tükenmeye bu kadar yakınken enerjinin etkin ve verimli kullanımı ile alternatif enerji kaynaklarının kullanımı üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Akıllı binalar ile enerji verimliliği arasında çok önemli bir ilişki bulunmaktadır. Bu binalar amaçları gereği değişikliklere minimum maliyetle uyum sağlayabilecek şekilde maliyet etkin olarak tasarlanırken, enerjiyi verimli kullanmaları ve bunu yaparken de gerektiği ölçüde doğal enerji kaynakları kullanıp fosil yakıtları kullanımından uzak olmaları en önde gelen tasarım ilkelerindendir.

Akıllı bir binanın başlıca amacı enerjinin etkin kullanımıdır. Etkinlik en düşük düzeyde girdi ile en üst düzeyde çıktı sağlanması, başka bir deyişle en yüksek girdi/çıktı oranı olarak tanımlanabilir. Akıllı bir binada enerji kullanımındaki etkinlik % 100 veya buna çok yakın bir değer olmalıdır. Bu durumda enerji kullanımı en az düzeye indirilmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar göstermiştir ki, akıllı bir bina akıllı olmaktan çok, yüksek verimli olan binadır [20].

Bir binanın enerji tasarrufu sağlayabilmesi, konunun mimari tasarım aşamasında düşünülmesini gerektirir. Bina, doğadan tümüyle izole sistemler içermek yerine,

doğa ve iklim şartları ile uyumlu tasarlanmalı, bulunduğu yerin mikroklima imkanlarını değerlendirebilmelidir. Güneşten; kışın ısınma, yazın serinleme amacıyla ve yıl boyunca doğal aydınlatma için yararlanabilmesi gereklidir. Bu düşünceyle inşa edilmiş yapılarda, belirli ısı, nem, iç hava kalitesi ve aydınlatma sağlayacak elektromekanik sistemler hem daha küçük kapasitede seçilebilmekte, hem de işletme için daha az enerji harcanmaktadır [21].

Bu bilgiler ışığında incelendiğinde, bir binanın akıllı bina olarak adlandırılabilmesi için ekolojik özellikleri de bünyesinde bulundurması gerektiği görülmektedir. Enerjinin kaynağı ve kullanma şekli büyük önem taşımaktadır. Enerji elde edilirken mümkün olduğu ölçüde fosil yakıt kullanımından kaçınılmalı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı arttırılırken çevreye zarar verecek sistemler kullanılmamalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajı hem tükenmeyen kaynaklar olmaları hem de doğal yollarla kullanıldıkları için çevreye zararları olmamasıdır. Bunlar yanında bina enerji açısından dışarıya minimum şekilde bağımlı olarak tasarlanmalı, mümkün olduğunca kendi enerjisini üretebilmelidir. Bir akıllı bina özellikle güneş enerjisinden faydalanabilir olmalıdır. Bu doğrudan ısı elde etmek, kimyasal tepkimeler yada fotovoltaik sistemler kullanarak elektrik elde etmek şeklinde olabilir.

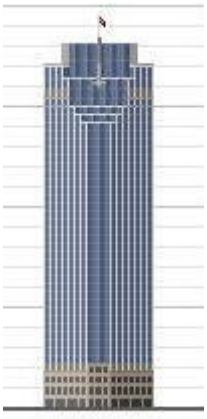
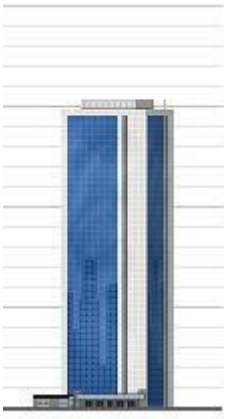
Akıllı binada enerji verimliliği söz konusu olduğunda; aktif ve pasif sistemler önem kazanmaktadır. Pasif sistemler; bina şekli, yapısı ve yönlenmesini, aktif sistemler ise ek servisleri kapsamaktadır. Akıllı bir bina; pasif sistemlerin yeterli olmadığı durumlarda bunlara destek olmak üzere, aktif sistemlerle bütünlük sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Pasif sistemler; dayanıklıdır, bakımları kolaydır ve yapma kaynakları kullanmadıkları için dikkatli tasarım sayesinde birçok enerji sorununun çözümünde tek başlarına yardımcı olabilirler. Bu sistemler; bina kabuğunun bina yönleri dikkate alınarak tasarlanması, termal kütle ve izolasyon desteğiyle ısı kazanç ve kayıplarının kontrolu, güneş ışığından yararlanmanın, pencere tasarımı, gölgeleme sistemleri, ışık rafları gibi sistemleri kullanımıyla, bina ve mekan derinliklerinin düzenlemesiyle kontrol edilmesi , serinleme ve soğuktan korunma gibi ihtiyaçların peyzaj düzeni ile sağlanması vb. gibi sistemleri kapsamaktadır. Aktif sistemler ise dış etkilere karşı hassastırlar, periyodik bakıma ihtiyaç duyarlar ve pasif sistemlerin aksine enerji kullanarak operasyonlarını gerçekleştirirler. Bu sistemler; EMS Sistemleri ve bunların bünyesinde yer alan frekans konvertörleri, havalandırma

sistemindeki VAV (Variable Air Volume/Değişken Hava Hacimli) ve VRF (Variable Refrigerant Flow/Değişken Soğutucu Debili) sistemleri, toprak veya su kaynaklı ısı pompaları, ısı değiştiriciler, ko-jenerasyon sistemleri, güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesini sağlayan fotovoltaik paneller, güneş ışığının yeterli olmadığı durumlarda yapay aydınlatmayı harekete geçirerek aydınlık seviyelerinin korunmasına yardımcı olan ışık algılayıcıları, kullanıcı durumuna göre aydınlatma sistemini harekete geçiren yada kapatan mekan kullanım algılayıcıları vb gibi sistemleri kapsamaktadır [22,23].

2.6 Türkiye'deki Akıllı Bina Uygulamaları

Türkiye'de 1960'ların ortalarından itibaren yüksek binalar yapılmaya başlanmış, gökdelenler ise 1990'larda ortaya çıkmaya başlamıştır. İş dünyasının hareketlenmesi ve ofis ihtiyacının öne çıkmasıyla birlikte, ardı ardına "plaza" ve "gökdelen" tarzı binalar yükselmiştir. Bu binaların büyük bir kısmı ise "akıllı" teknoloji ve sistemlerle donatılmıştır. Sahip oldukları özellikler ve avantajlarla akıllı binalar hayatı kolaylaştırarak, enerji, zaman ve iş gücünden tasarruf sağlarken, çalışanlara da güvenli, sağlıklı ve keyifli bir çalışma ortamı sunmaktadır. 1990'lı yılların başından itibaren Türkiye'de akıllı binalara olan ilgi de hızla artmış ve özellikle son 5 yıldır akıllı bina uygulamalarında büyük bir artış görülmüştür. Peki Türkiye'nin en akıllı binaları hangileri? Bu sorunun yanıtını bulma amacıyla Capital dergisi akıllı bina uzmanlarıyla akıllı bina kriterlerini belirleyerek, Türkiye'nin büyük emlak şirketlerine ve ünlü mimarlarına hangi binaların Türkiye'nin en akıllı binaları olduğunu sormuştur. Bu araştırma sonucunda ise, faaliyette olan 20 akıllı bina ismi ortaya çıkmıştır. Gayrimenkul uzmanı, mimar, danışman ve teknoloji uzmanlarının çeşitli kriterlerine göre hazırlanan listede yer alan bu binalardan 8'inin iş merkezi, 1'inin havalimanı ve 6'sının da alışveriş merkezi olduğu görülmüştür. Geriye kalan 5 bina ise konut bloğu olarak kullanılmaktadır. Bu binalar arasında akıllı bina kriterlerine yüzde 100 uyanların yanı sıra, tüm kriterlere uymayan ancak yine de uzmanların akıllı olarak tanımladığı binalar da yer almaktadır. Listenin ilk 3 sırasını oluşturan Tekfen Tower, İş Kuleleri ve Polat Tower Residence'ı Borusan Oto İstinye, Sun Plaza, Sabancı Center ve Atatürk havalimanı izlemektedir [24]. Tekfen Tower, İş Kuleleri ve Polat Tower residence'a ait genel bilgiler Tablo 2.1'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1 Tekfen Tower, İş kuleleri ve Polat Tower Residence'ın genel özellikleri [26,27,28].

Genel Özellikler			
İsim	Tekfen Tower	İş Kuleleri	Polat Tower Residence
Mimar	Swanke Hayden Connell Architects	Doğan Tekeli, Sami Sisa	Polat İnşaat
Bitiş tarihi	2003	1996	2001
Kullanım amacı	Ofis	Ofis	Konut
Kat sayısı	32 kat	52 kat	42 kat
Yüksekliği (en uç nokta)	135 m	195 m (Kule 1)	152.5 m
Arsa alanı:	10 bin 451 m^2	25 bin 909 m^2	11 bin m^2
Toplam inşaat alanı:	81 bin m^2	224 bin 357 m^2 (üç kule)	72 bin m^2
Otopark kapasitesi	800 araç	2 bin 900 araç	650 araç

Genel özelliklerine ait bilgiler Tablo 2.1'de gösterilen bu 3 bina incelendiğinde, Tekfen Tower'ın iş dünyası temsilcilerinin yanıtladığı anket sonuçları paralelinde özellikleri belirlenerek inşası gerçekleştirilen bir bina olduğu görülür. 2003 yılında faaliyete geçen bina 33 kat yüksekliğindedir ve binada 18 şirket ve 1700 çalışan yer almaktadır. Tekfen İnşaat tarafından hazırlanan Tekfen Tower, teknik olarak tek bir noktadan kontrol edilerek yönetilmektedir. Yangın algılama, ihbar, duman kontrol, güvenlik, kartlı geçiş, enerji otomasyon sistemleri birbirleriyle entegredir. Uluslararası akreditasyonu olan kuruluşlarca onaylı sistemlerin kullanıldığı binanın otomasyon sistemi, teknolojik gelişmelere kendini kolaylıkla entegre edebilecek bir yapıya sahiptir [24].

İş Kuleleri kompleksi, toplam 3 kule olarak 2000 yılında hizmete açılmıştır. Kule 1'de 52, Kule 2 ve Kule 3'de ise 33'er kat bulunmaktadır. Kule 1 İş Bankası Genel Müdürlüğü, Kule 3 Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları Genel Müdürlüğü binası olarak kullanılmaktadır. Kule 2'de ise 27 şirketin genel merkezleri yer almaktadır. Yaklaşık 5 bin kişinin çalıştığı binanın otomasyonu iki farklı noktadan, güvenlik otomasyonu ise üç farklı noktadan yönetilmektedir. Bina otomasyonunda havalandırma, iklimlendirme, yangın algılama ve elektrik dağıtımı sistemlerine ait 50 bin nokta kontrol edilmektedir [24].

Polat İnşaat tarafından 2002 yılında inşa edilen 42 katlı Polat Tower Residence binasında 34 işyeri, 7 ofis ve 406 konut yer almaktadır. Bina elektronik anlamda 6 noktadan kontrol edilmektedir. Sistemde güvenlik, yangın, teknik geçiş sistemi gibi 11 değişik birim entegre olarak 17 ana bilgisayar tarafından idare edilmekte ve binanın güvenlik ve geçiş teknolojileri birbiriyle entegre olarak çalışmaktadır [24]. Bina otomasyonunda havalandırma, iklimlendirme, yangın algılama ve elektrik dağıtımı sistemlerine ait 33.000 nokta kontrol edilmektedir. Yaratılan otomasyon senaryosuyla, dünyada residence uygulamaları içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır [25].

2.7 Bölüm Sonucu

Bölüm içinde anlatılanlar doğrultusunda, akıllı bir binanın özellikleri genel olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Akıllı binalar enerji verimli olmalıdır. Bu verimlilik pasif tasarım özellikleri yanında; aktif sistemlerin akıllı binanın beyni olan otomasyon sistemiyle kontrolü yardımıyla sağlanmaktadır. Bu binalarda; pasif tasarımın getirdiği enerji kazançları akıllı tasarımın getirileri ile birleştirilmeli, aktif sistemler doğal kaynakların yeterli olmadığı durumlarda devreye girecek şekilde kullanılmalıdır. Böylece binanın minimum bakım ve maliyetle etkin olarak yönetimi sağlanmalıdır.

Akıllı binalar enerji açısından kendine yetebilir olmalıdır. Bu yeterlilikle kastedilen; binanın mümkün olduğu ölçüde dışarıdan enerji ve yakıt almadan kendine yetebilmesi, güneş enerjisi veya rüzgar enerjisi gibi kaynaklardan maksimum şekilde yararlanabilmesidir. Akıllı binalar, tükenmekte olduğunu bildiğimiz fosil yakıtlardan

ziyade yenilenebilir enerji kaynaklarıyla performanslarını gerçekleştirebilecek yeteneklere sahip olmalıdırlar.

Akıllı binalar ekolojik olmalıdır. Enerji verimliliğinin çok önemli olduğu, kaynakların hızla tükenmeye devam ettiği ve çevrenin birçok açıdan tehdit edildiği çağımızda; geri dönüşümlü malzemelerin, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ve çevreye uyuma dikkat edilmelidir.

Akıllı binalar entegre olmalıdır. Birçok elektronik sistemi bünyelerinde bulunduran akıllı binalar, bütün bu sistemleri tek merkezden kontrol edebilmeli; bu sistemler de birbirleriyle gerekli durumlarda haberleşerek ve birbirlerinden aldıkları bilgileri analiz ederek tam bir koordinasyonla çalışabilmelidir. Aksi halde ortaya çıkan ürün, sadece kısmi faydalar sağlayan birçok elektronik sistem barındıran bir bina olacaktır.

Akıllı bina kullanıcı konforuna önem vermelidir. Kullanıcıların konfor koşullarını en iyi şekilde sağlamalı ve faaliyetlerini gerçekleştirmelerini kolaylaştırırken verimliliklerini arttıracak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Çevreden izole elektronik sistemlerle örülü kapalı mekanlar sunmak yerine tasarımın elverdiği şekilde çevreyle ilişkili, doğal havalandırma ve aydınlatma yapılabilen, çevreyle ilişkili mekanlar sunmalıdır. Bu kaynakların yeterli ya da kullanılabilir olmadığı durumda ise, elektronik sistemlere başvurarak kullanıcı konforuna destek olmalıdır.

Akıllı binalar esnek olmalıdır. Kullanıcı ihtiyaçlarının ve isteklerinin, binada faaliyetlerini yürüten organizasyonların ve bina sahiplerinin ihtiyaç ve isteklerinin sürekli değiştiği; yeni teknolojilerin ortaya çıktığı dinamik durumlara minimum maliyet ve işgücü kullanımı ile kullanıcı faaliyetlerini aksatmayacak şekilde cevap verebilecek şekilde tasarlanmalıdır.

3. ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

3.1 Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Gelişim

Belirli zamanlarda bir bilgi dalının uygulamalarında, genel temalara veya endişelere dayanan konseptler ve stratejiler ortaya çıkmaktadır. Devamlılık, küçük değişiklikler, belli başlı dönüşümler, veya sorunların yerini yeni sorunların alması; politik olaylar gibi kurumsal ayarlamalar, teknolojik gelişmeler, bilimsel keşifler, felaketler veya ekonomik işlemler ve uygulamalar tarafından etkilenebilir. Bu şekilde bakıldığında, "yeşil","ekolojik" ve "çevresel" kelimeleri, bina tasarımının doğal çevreye olan etkisinin ve bu çevreyle olan ilişkisinin esas alınarak göz önünde bulundurulması gereği fikrini benimseyen etiketler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konseptlerin oluşumu takip edildiğinde 1970'lere kadar gittikleri görülmektedir. Aynı tarihlerde ortaya çıkan "düşük enerji", "solar","pasif" gibi etiketlerin hepsi, bir binayı işletirken fosil yakıtlara bağımlılığı azaltacak tasarım yaklaşımlarını belirtmek için kullanılmıştır.

Kısa zaman öncesine kadar iyi mimari tanımı, içinde yaşayanları iklimden ve çevresel koşullardan korumaktan ibaretti. Günümüzde görünen ise, korunmaya ihtiyacı olanın "çevre" olduğudur. İyi mimarinin konsepti, çevreyi insan yerleşmesinin ortaya çıkardığı potansiyel kirlilik ve bozulmadan koruma fikrini kapsayacak şekilde değişmeye başlamıştır.

Sürdürülebilirlik sözlüklerde devamlılık ve kaynakların bakımı terimleriyle tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir mimari, insan aktivitelerinin etkilerine ait sayısız kaygıya tepki olarak sonradan ortaya çıkan yenilenmiş bir mimari kavramsallaştırmadır. Bu etiket, sözü edilen kaygılara böyle açık şekilde tepki vermeyen diğerlerinden ayırt etmek için kullanılmaktadır [29, s.1] Çeşitli kaynaklarda farklı tanımlarla ifade edilen sürdürülebilirlik, esas olarak doğal sistemlerin üretkenliğini ve sağlığını azaltmadan insanların ihtiyaçlarını sağlamaya yönelik bir dengeyi temsil etmektedir. Amerikan Mimarlar Enstitüsü ise sürdürülebilirliği "Toplumun; dayandığı anahtar kaynakları aşırı yükleme veya

tükenme nedeniyle azalmaya zorlamadan, görevini gelecekte de yerine getirmeye devam edebilme kabiliyetidir" şeklinde tanımlamıştır [30, s.1].

Sürdürülebilir gelişim, 1987'de Dünya Çevre ve Geliştirme Organizasyonu tarafından "Gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetine engel olmadan bugünün ihtiyaçlarının karşılanması." şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanım, birçok teknolojik, politik ve kurumsal etkilerle beraber sosyal-ekonomik-çevresel ilişkiler sisteminin öneminin altını çizmiştir. Bir gelişimin sürdürülebilir sayılabilmesi için değişebilir ihtiyaçları karşılayarak zamanla dinamik olarak evrimleşen doğru sosyal-ekonomik-çevresel dengeyi sağlayabilir olması gerekmektedir [31, s.11].

Sürdürülebilirliği, sürdürülebilir gelişim tanımı yardımıyla da açıklamak mümkündür. Bu iki kavram arasında zaman zaman karışıklıklar ortaya çıktığı için, bu açıklama hem kavramları anlamaya hem de karışıklığı gidermeye yardımcı olacaktır. Her iki kavram sıklıkla farklı ideolojileri açıklar gibi görülmektedir. Sürdürülebilirlik; saf ekonomik süreklilik, veya şimdiki çevresel koşulların düzeltilmesi ve bakımını savunan çevresel bir konsept olarak algılanmaktadır. Tezat olarak, sürdürülebilir gelişim şu anki gelişimin (sık sık ekonomik büyüme ve yaşam standardının yükselmesi olarak yorumlanır) sürdürülmesi amacını güden ileri bir yaklaşım olarak görülür. Gerçekte, sürdürülebilir gelişim sürdürülebilirlik durumunu başarabilmemiz için izlememiz gereken gelişim şeklidir [32, s.5]. Bu; insanların eşitlik, refah ve yaşam kalitesi istekleri ile ekolojik olarak mümkün olan arasında dinamik bir denge sağlamak için süregelen bir süreçtir. Sürdürülebilirlik tüm bunlardan dolayı insanın varlığının devamına izin verecek durum yada vaziyet olarak tanımlanabilmekte ve gerçekleştirilmeye çalışılan amaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürekli olarak değişmekte olan iç ve dış durumlardan dolayı bu durum sabit olmayıp, değişen şartlara sürekli olarak uyum sağlanabilmesini sağlayan dinamik bir dengedir [32, s.6].

1993 Haziranında Chicago'da Uluslararası Mimarlar Birliği'nin (UIA: Union of International Architects) düzenlediği Dünya Mimarlar Kongresi'nde, uzmanların işlerini mimarlık disiplini içerisinde, sürdürülebilir tasarım şartlarına uygun olarak çerçevelendirmeleri gereğini onaylayan bir demeç verilmiştir. Hem sosyal hem de çevresel sürdürülebilirliği kapsayan bu demeçte; çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin, çalışma ve profesyonel sorumlulukların merkezine konulması;

sürdürülebilir tasarımın uygulanabilmesi sağlayacak prosedürler, ürünler, müfredat, servis ve standartlar oluşturulması ve bunların sürekli geliştirilmesi; uzmanlar, yapı endüstrisi, müşteriler, öğrenciler ve toplumun sürdürülebilir tasarımın kritik önemi ve sağlam fırsatları konusunda eğitilmesi; sürdürülebilir tasarımın normal uygulama haline gelmesini sağlayacak politikalar, kısıtlamalar, iş ve hükümet uygulamaları oluşturulması; yapılmış çevrenin tüm varolan ve gelecekte varolacak elemanlarının, tasarımlar, üretim, kullanım ve yeniden kullanım açısından sürdürülebilir standartlara uygun hale getirilmesi gereği vurgulanmıştır [29, s.8].

1992'de Rio de Janeiro'daki Birleşmiş Milletler Dünya Zirvesinde, dünyadan 179 ülke global sürdürülebilir gelişimin gerekliliği üzerine fikir birliğine varmıştır ve bölgesel sürdürülebilir gelişimi; çevresel, sosyal ve ekonomik temel hizmetleri, dayandıkları ekolojik sistemler ve toplulukların varlıklarını sürdürmelerini tehdit etmeden sağlayan gelişim olarak tanımlamışlardır. Global sürdürülebilirliğe olan bölgesel katılımın farkına varabilme amaçlı bu kolektif çabanın sonucunda Agenda 21 ortaya çıkmıştır [31, s.11]. Agenda 21'in amacı gezegenimize verilen çevresel zararı durdurarak tersine çevirirken, tüm ülkelerde çevresel olarak sağlam ve sürdürülebilir bir gelişimin ilerlemesine yardımcı olmaktır [29, s.8].

Agenda 21'e göre sürdürülebilir gelişim ardında yatan ana motivasyon insan türünün devamıdır. Bunu Rio Deklarasyonu "İnsanoğlu Sürdürülebilir gelişimde temel kaygıdır" sözüyle açıkça belirtmektedir. Bundan dolayı insanlar sürdürülebilir gelişim tartışmasının ana ilgi odağıdır. Anahtar kaygı gezegenimizdeki şartları global olduğu kadar bölgesel seviyede de elverişli tutmaktır. Bu durumu sağlamak için bazı gereklilikler sağlanmalıdır. İlk olarak insanların ihtiyaçlarıyla gezegenin taşıma kapasitesi ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarının karşılanmasına devam edilebilmesi için kapasiteyi koruma ihtiyacı dengelenmelidir [32, s.5] Fakat amaç sadece hayatta kalmak değil, belirli bir yaşam kalitesi sağlayan bir çevrede yaşayabilmektir. Bunun için en temel gereklilik; doğa, bölgesel ve ruhsal değerlerle uyumlu bir şekilde güvenli, sağlıklı ve üretken bir yaşam sürmektir. Popüler inancın aksine sürdürülebilir gelişim sadece sürdürülebilen gelişim değil; daha çok, sürdürülebilirlik durumunu gerçekleştirebilmek için izlemek zorunda olduğumuz gelişim şeklidir [32, s.6].

3.2 Sürdürülebilir Yapım

İnşaat sektörü, çevresel problemlere doğrudan ya da dolaylı olarak katkıda bulunmaktadır. Binalar çok büyük oranda kaynak kullanırlar ve atık üretirler, ayrıca bina bileşen ve malzemelerini imal etmek için yapılan işlemler de, kirlilik ve atıklara katkıda bulunmaktadır. Binalar ve binaları destekleyen altyapı açık alanları tüketir ve canlıların yaşam alanlarının yerlerini değiştirir [30, s.2].

İnşaat sektörünün etkisini hesaplamaya başlamak için en basit nokta, enerji tüketimine ve sera gazları emisyonlarına bakmaktır. İklim değişimi konusundaki en büyük suçlular, modern inşaat malzemeleri olan beton ve çeliktir. Dünyadaki resmi inşaatlarda beton; ahşap, çelik, plastik ve alüminyumun da dahil olduğu diğer tüm inşaat malzemelerinin iki katından daha fazla kullanılmaktadır. Beton üretimi, fosil yakıtlarının yakılmasından sonra sera gazı emisyonlarındaki en büyük insan kaynaklı katılımcıdır. Çimento ocakları yılda 25 tondan daha fazla azot oksit yayan sabit azot oksit kaynakları olarak belirlenmiştir. Çimento son beton karışımının %14'ünü oluştursa da, bünyesinde bulundurduğu ilave enerji, agregaların çıkarılması ve taşınmasından, güçlendirilmiş betonda ise çeliğin imalinden gelmektedir [32, s.13]. Çelik bünyesinde en çok enerji barındıran malzemelerden biridir. Çelik ve demir beraberce global enerji kullanımının %4.1'lik kısmını oluşturmaktadırlar. Bu malzemelerin imali ve son kullanımları da ayrıca yoğun oranda su tüketimine neden olabilmektedir. İster inşaat malzemelerinin üretimi, ister inşaat sırasındaki işlemler sonucunda olsun, inşaat aktiviteleri birçok çevresel sorunu beraberinde getirmektedir. Bunlara, gürültü kirliliği, toz ve zehirli atıklar yoluyla tehlikeli kirlenme de dahildir.

Bina malzemeleri ve ürünleri bünyesinde toplanan enerji ile sera gazları emisyonları yanında, ham maddelerin işlenmesi ve üretimi sırasında da büyük oranda çevresel kirlilik oluşmaktadır. Çevresel ortamlara yayılan zehirli gazlar ve fabrika atıkları; atmosferik kirlenmeye katkıda bulundukları gibi, su ve deniz yaşamı üzerinde de yıkıcı etkilere sahiptir. İnşaat ve yıkım atıkları bir başka önemli sorun olup; bu atıklar kanuni olmayan şekillerde barajlara, akarsu yataklarına ve herhangi müsait boş alanlara dökülmektedir. Kontrol edilmezlerse bu alanlar zararlı hayvanlar ve sivrisinekler için yumurtlama alanları haline gelmektedir.

Bina malzemeleri üretim endüstrisi de, akarsu yataklarının kirlenmesi ve arazi doldurma alanlarının dolmasından sorumludur. Bina malzemeleri için gerekli hammaddeler çoğunlukla kırsal iç bölgelerden çıkarılmakta ve buralardaki toprak ve ekosistemin bozulmasına sebep olmaktadırlar. Bunların işlenmesi ve üretimi genellikle şehre yakın gerçekleşip hava ve toz kirliliği yaratır ve yüksek oranda enerji tüketilmesine neden olur.

İnşaatın çevresel etkisi üzerine herhangi bir tartışma, madencilik ve minerallerle ilgili sektörler katılmadan tamamlanmış olmayacaktır. Kirlilik, toprağın ve doğal arazinin yaygın olarak bozulması, madencilik alanlarının rehabilitasyonu ile ilgili programların ve düzenlemelerin eksikliğinden dolayı şiddetlenmektedir [32, s.14]. Gelişen ülkelerde ormanların azalmasının bir nedeni de bölgesel kullanım yanında ihracat amaçlı olarak kullanımla beraber malzeme endüstrisi ile ilişkilendirilebilir. İnşaat endüstrisi ve ilişkili diğer sektörler tarafından kullanılan ahşap çoğunlukla yerel ormanlardan elde edilmekte ve bunlar tekrar yerine konulmadığı için toprak erozyonuna ve su yataklarının tortulaşmasına sebep olmaktadır. Bu dolaylı etkiler, bölgesel eşitsizlikleri, fakirleşmeyi ve işsizliği beraberinde getirmektedir.

Arazi tasarımı ve inşaat işlemlerinin doğal çevreye etkileri genel problemler olarak kalmaktadır. Gelişen dünyanın birçok kentsel bölgesinde, binaların, özellikle yerleşime ayrılmış binaların inşaatları tüm araziyi kapsayacak şekilde devam ettirilmektedir. Bu işlem sonucunda, doğa (yeşil sistem) yok olmakta, sıkıştırma topraktaki hava hareketini inşaat bittikten sonra bile engelleyecek seviyeye gelmektedir. İnşaat endüstrisinin tarımsal alanlar üzerinde de büyük etkisi vardır. Erozyon ve diğer toprak bozulma şekilleri dünyanın yılda 70-140000km^2 'lik tarımsal toprağını çalmaktadır [32, s.15].

WorldWatch Institute'a göre Amerika'daki binalar temiz su akışının %17'sini ve kesilen odunun %25'ini kullanırken; CFC (kloroflorokarbon) üretiminin %50'sinden, toplam enerji akışının ise %40'ından sorumludur. CO_2 (karbon dioksit) emisyonlarının %33'ünü, inşaat atığı olarak da çöplerde bulunan malzemelerin %40'ını üretirler. Binaların çevresel etkileri yaşam kalitemizi erozyona uğratmaktadır. Mekanlarımız yığınlar tarafından tüketilmekte ve topluluklarımız trafik yüzünden altedilmektedir. Amerika Çevresel Koruma Örgütü (EPA: Environmental Protection Agency)'ne göre binaların yaklaşık üçte biri "Hasta Bina"

sendromundan muzdariptir [30, s.2]. Bu örnekler çoğaltılabilir fakat anlaşılması gereken inşaat endüstrisinin dünyamız üzerinde önemli etkileri olduğudur.

Sürdürülebilir yapım; sürdürülebilir gelişim ilkelerinin binanın ve alt yapısının planlanması, tasarlanması ve inşa edilmesiyle hammaddelerin çıkarılmasından yararlı hale getirilmesine, yıkım ve sonuçta çıkan atıkların yönetimine kadar kapsamlı bir inşaat döngüsüne uygulanmasıdır. Bu, insanın değerini vurgulayan ve ekonomik eşitliği destekleyen yerleşimler yaratırken, doğa ve yapma çevreler arasındaki uyumu sürdüren ve yeniden sağlamayı amaçlayan bütünsel bir işlemdir [32, s.6]. Sürdürülebilir yapım söz konusu olduğunda atılacak ilk adım yapı malzemelerinin kalitesini, inşaat işlemlerinin güvenliğini ve verimliliğini arttırmaktır. Kaynakların kullanımını azaltmak inşaat endüstrisinin bir önceliği olmalıdır ve her biri ayrı bir mücadele olan doğrudan ve dolaylı şekillerde yapılabilir [32, s. 18]. Bunlar;

Bina malzemesi israfının azaltılması: Bina malzeme sarfiyatının azaltılması; global malzeme tüketimini, inşaat atıklarını ve uzun dönemde de yıkım atıklarını azaltır. Ayrıca inşaat masraflarını da azaltarak evlerin daha kolay satın alınabilmesini sağlar [32, s. 18].

Bina malzemesi olarak geri dönüştürülmüş atıkların kullanımının arttırılması: Geri dönüştürülmüş atıkların bina malzemesi olarak kullanımının düzgün yapılması, inşaat endüstrisinin çevreye etkisini azaltmak için elverişli bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu işlemin getireceği çevresel avantajları; doğal kaynakların tüketiminin azaltılması, arazi doldurma döküntüsünü azaltılması, Enerji tüketimi, malzeme üretimi ve bunlarla ilgili kirliliğin azalması ve daha dayanıklı malzemelerin oluşmasıdır.

Binalarda Enerji Verimliliği: Enerji tüketimini ve malzemelerin bünyelerinde bulundurdukları enerjiyi keserek başarılabilir. Tüketimin azaltılması; eğitim, enerji kodu geliştirilmesi, sistemlerin (iklimlendirme, ısıtma, su ısıtma) ve izolasyonun geliştirilmesi, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, ve pasif güneş tasarımının geliştirilmesi ile başarılabilir. Tüketim, su ısıtıcılar ve aydınlatma elemanları gibi cihazların yeniden tasarlanması ile de azaltılabilir.

Suyun idareli kullanımı**:** Suyun idareli kullanımı için; kullanıcı eğitimi, tasarım ve teknik değişikliklerin bir kombinasyonu gerekmektedir. Önerilen metodlar arasında, geliştirilmiş su ölçümü sistemleri, yağmur suyu toplama sistemleri, suyun yeniden

kullanımı, su kullanmayan teknolojiler, kendini kapatan musluklar yer almaktadır. İnşaat alanlarında ve malzeme üretiminde su kullanımı yeniden gözden geçirilmelidir.

Dayanıklılık ve bakım: Yapma çevrenin servis ömrü bilgilerini oluşturma ve yönetme kabiliyetini arttırmak, daha sürdürülebilir bir inşaat endüstrisi oluşturmak için temel bir mücadele olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu, inşa edilmiş varlığın fiziksel ve fonksiyonel dayanıklılığı yanında, hizmet ömrünün inşaat sürecinin tüm aşamalarında optimizasyonunu da kapsamaktadır. Bunun yanında bina esnekliğinin ve kapasitesinin arttırılmasını gerektirmektedir. Bakım tasarımda da göz önünde bulundurulmalı ve yaşam dönemi maliyetleri daha rekabetçi teknolojiler seçilmesi için kullanılmalıdır [32, s. 19].

3.3 Sürdürülebilirlik ve teknoloji

Bilim dünyayı anlamanın en etkili yollarından biri haline gelmiştir ve bu kurumsallaşmış güven ve bilimsel metodoloji birçok insanın maddi mutluluğuna ve sağlığına katkıda bulunan yeni teknolojilere doğru yol almıştır. Fakat bunların yanında, korkunç imha silahlarının keşfini ve limitli kaynakların gereğinden fazla kullanımını da beraberinde getirmiştir. Michael Redclift sürdürülebilirliğin bir yandan modern yaklaşımların üst çizgisini oluştururken; diğer yandan bazı yazarların sürdürülebilirliğin desteklenmesi olarak gördükleri kültürel çeşitliliğin, post-modernizmin açık bir ifadesidir olduğunu ifade etmektedir [29, s.8].

Lord Norman Foster; Berlindeki Reichstag Parlemento binası için yaptığı tasarımla ilgili olarak bir röportajında; " Stonehenge'den beri mimarlar teknolojinin keskin kenarında bulunmaktadırlar. Ve siz, teknolojiyi binanın insani ve ruhsal kısmından ayıramazsınız. Bu bina yüksek oranda mühendislik barındırmaktadır... Büyük aynalar ışığı toplantı odasına yöneltir... bu bina; binaların çevreyi kirletmediği, sera gazları üretmediği günlere doğru bakmaktadır." sözleriyle sürdürülebilirlik ve teknoloji beraberliğinin önemini vurgulamaktadır. Sürdürülebilirliğin teknik görüntüsü, sosyal, ekonomik ve çevresel sorunların çözümünde teknolojik yeniliklerden yardım alınması gereğinin portresini çizmektedir. Bu görüntüde sürdürülebilirlik; zaman zaman sorun olarak gözüken durumların etkisiz hale

getirilmesi ya da bunlardan yarar sağlanmasını sağlayan teknolojik aygıtlar geliştirilmesinin konusudur [29, s.31].

Bu teknik görüntü; katı olgular ve özellikle hava kalitesi, aydınlatma, gürültü seviyeleri ve kaynak tüketimi gibi öğelerin, çevresel ve ekonomik olgularla beraber önemini vurgulamaktadır. Azalan enerji kullanımı, malzemelerin bünyesinde bulundurdukları enerjinin azalması, istenilen sıcaklık ve aydınlatma seviyelerine ulaşılması , azalan kurulum ve operasyon maliyetleriyle kazanılan başarıda anahtar, malzeme kullanımı ve sistemlerin verimli ve rasyonel şekilde planlanmasıdır. Görüntünün sembolik ve estetik sonucu ise ; parlayan cam, paslanmaz çelik, alaşım veya alüminyum kaplama panelleri gibi modern mimarlık malzemelerinin kullanımındaki teknik uzmanlıktır. Çift kabuklu dış duvar veya çatılar, filtre edici veya etkin camlar, güneş çanakları, güneşi izleyen gölgeleme sistemleri ve fotovoltaik paneller gibi aktif veya pasif sistemler de bu uluslararası mimari dilini tamamlamaktadır. Görünmeyen sonuçlar ise, jeotermal sistemler, ısı geri kazanımı, zamanlayıcı ve hareket algılayıcıları aracılığıyla ısıtma, soğutma ve aydınlatmanın bilgisayarlar tarafından kontrolu olacaktır. Orijinal şekil, birbirine benzer ofis binalarının bulunduğu bir şehirdeki yüksek teknolojili kolektif bir ofistir. Verimli binalar ve bu binalardaki üretken insanlar, beraberce kontrolu sağlayarak sorunlarla mücadele eder ve yeniliklerle tepki verirler. Simgesel bir örnek olarak Frankfurt'taki Commerzbank Headquarters (mimarları Foster and Partners) verilebilir. Ekolojik çok katlı ofis binası olarak tanımlanan ve inşa edildiği zaman Avrupa'daki en yüksek bina olan Commerzbank Headquarters birçok teknik özelliğe sahiptir. Bunlar arasında, çift kabuklu duvarlar, doğal ve yapay havalandırma sistemleri, içe bakan ofislerin ışık alabilmesini sağlayan 4 kat yüksekliğindeki kış bahçeleri, havalandırma bacası olarak çalışan bir atrium ve içerilerinde yeralan suyun temizlik amacıyla kullanıldığı soğutma kuleleri yer almaktadır. Bir diğer sürdürülebilir tasarım örneği 2000 Olimpiyat Oyunları için Sydney'de yapılan binalar grubudur. Çevresel sorumluluğu vurgulayan tasarımlarıyla, büyük bir mücadelenin olduğu teklif aşamasında oyunların Sydney'e verilmesinde önemli bir etken olmuşlardır ve teknolojik görüntüyü yoğun şekilde desteklemektedirler. Guy and Farmer'ın mimari sürdürülebilirlik de bulduğu mantık da bu görüntüyü yansıtmaktadır. Sözkonusu bakış açısı; gelişimin ciddi yan etkilerinin ve modernizasyon yolundaki daha birçok

problemin uluslararası anlaşma ve kısıtlamalar ile düzenlenebileceğini vurgulamakta ve politik seviyede ekolojik modernleşmeyle olan ilişkiyi belirtmektedir [29, s.32].

3.4 Çevresel Sürdürülebilirlik

Bölüm başında; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişim kavramlarının çevresel, sosyal ve ekonomik olmak üzere 3 boyuta sahip olduğundan bahsedilmiş ve gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetine engel olmadan bugünün ihtiyaçlarının karşılanması tanımının da bu ilişkiler sisteminin altını çizmekte olduğu belirtilmiştir. Tez kapsamında akıllı bir binanın çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi amaçlandığı için, sürdürülebilirlik kavramının çevresel boyutu bu bölümde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Bir bina, varlığı süresince insan aktiviteleri ve doğal işlemlerle, bölgesel ve global çevreyi etkiler. Erken safhada arazi gelişimi ve inşaat, ekolojik karakteristikleri etkiler. Geçici de olsa inşaat ekipmanı, personelin sahaya akışı ve inşaat süreci bölgesel ekolojiye zarar verir. Malzemelerin elde edilmesi ve imal edilmesi global çevreyi etkiler. Bir kez yapıldıktan sonra binanın kullanımı çevre üzerinde uzun süren bir etki oluşturur. Örneğin, kullanıcıları tarafından kullanılan su ve enerji, zehirli gazlar ve lağım meydana getirir. Ayrıca bina kullanımı ve bakımı sırasında kullanılan bütün kaynakların, gerek çıkarılmaları gerekse arılaştırılmaları ve taşınmaları işlemleri çevre üzerinde sayısız etki meydana getirmektedir [33].

Çevresel sürdürülebilirlik kapsamında tasarım, insanların isteklerini yerine getirmekten çok ihtiyaçlarını karşılamayı, bunu da doğal çevrenin taşıma kapasitesi ile dengeleyerek gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Çevresel etkiler, malzeme ve enerji ithali yanında atık üretimini de azaltmak gerekmektedir. Üretim gerekiyorsa; binanın araziden toplanmış doğal ve sürdürülebilir malzemelerden inşa edilmesi, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynakları yardımıyla kendi enerjisini üretmesi ve kendi atıklarını idare edebilmesi en ideal durumdur. Çevresel sürdürülebilirliğe uygun olarak tasarım, yaptıklarımızın sonuçlarını anlamamızı talep eden ekolojik ve sistematik bir yaklaşımdır. Bu ilkeyi anlamak için bir organizmayı örnek verebiliriz. Organizma, kendini inşa ederken o an çevresinde bulabildiği malzemeleri kullanır ve bunu ekonomik ve verimli şekilde yapar. Bu stratejiler gelişimde kullanıldıklarında, kaynaklar üzerindeki global ve bölgesel etkileri azaltabilmektedir. Organizma çevreye, içgüdüsel reaksiyonlar ve kuşaklar boyu

geçirdiği evrimsel değişimler yardımıyla uyum sağlar. Neden-sonuç ilişkisi kurabilme kabiliyeti ve araçlar oluşturup bunları kullanma yeteneği ile insan, uyum içgüdüsü olmadığı halde fiziksel ve psikolojik açıdan kısa bir sürede çevreye uyum sağlayabilmektedir. Bir organizma ise ihtiyaçlar ve mevcut kaynaklar arasında bir denge oluşturarak çevresiyle uyumlu bir ilişki sağlar. Aynı şekilde ekolojik tasarım, ihtiyaçları, yaşam stilleri ve teknolojileri; çevredeki doğal ve kültürel sistemler arasında uygun bir denge oluşturacak şekilde düzenlerken, kaynakların azalması ve tüketimin global ölçekte azaltılmasını amaçlamaktadır. Bu amacın yerine getirilebilmesi için aşağıdakiler sağlanmalıdır [34]:

- İnsan yaşamının sürdürülebilmesinde çevrenin önemini göstermek için binanın öğretici bir araç olarak kullanılması
- İnsanların; doğanın ruhsal, duygusal ve iyileştirici özelliklerinden yararlanmak üzere çevreleri ile tekrar iç içe olmaları
- Bölgesel, yöresel, global kaynaklar ve çevre ile daha uyumlu ilişkiler kurmak için yeni insani değerler ve yaşam stilleri geliştirilmesi
- Halkın, sağlanan teknolojiler ve çeşitli yapı ve tüketim malzemelerinin kullanım sürecinde meydana getirdikleri enerji ve atık sorunları hakkında bilgilendirilmesi
- Kültürlerin bölgesel çevre etmenleriyle uyumlu ve bunlarla ilgili olacak şekilde yetiştirilmesi
- Arazinin; bölgesel, yerel ve global ilişkiler ile kültürel ve tarihsel şekilde anlaşılmasının yeniden sağlanması

Michigan Üniversitesi Mimarlık ve Şehir Planlama bölümünden Jong Jin Kim; mimaride çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için gerekli üç ilkeden bahsetmektedir. Bunlar; kaynakların ekonomik kullanımı, yaşam döngüsü tasarımı ve uygar tasarımdır. Kaynakların ekonomik kullanımı; binaya giren doğal kaynakların azaltılması, yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesiyle ilgilidir. Yaşam döngüsü tasarımı; bina işlemlerinin çevreye olan etkisi üzerine bir metodoloji sağlamaktadır. Uygar tasarım ise; insanlar ve doğal yaşam arasındaki etkileşimlere odaklanmaktadır. Aşağıda bu üç ilke ayrıntılı olarak açıklanmıştır [33].

1-Kaynakların ekonomik kullanımı

Mimar; kaynaklardan tasarruf ederek yenilenemeyen malzemelerin, binanın kullanımı ve inşa sürecindeki kullanılma miktarını azaltabilir. Bir binada, hem içeri hem de dışarı doğru sürekli bir kaynak akışı vardır. Bu akış inşaat malzemelerinin üretimi ile başlar ve yaşamı boyunca devam eder. Bir bina, kullanım ömrü bittiğinde diğer binalar için bileşenlerine dönüşmelidir. Kaynakların tasarrufu için üç strateji; enerjinin, suyun ve malzemelerin korunmasıdır.

Enerjinin korunması: Bir bina, inşaatından sonra yaşamı boyunca sabit bir enerji akışına ihtiyaç duyar. enerji tüketiminden dolayı çevreye olan etkisi öncelikle; enerji kaynaklarının madenden çıkarılması, işlenmesi ve güç üretimi yoluyla oluşmaktadır. Kömürle çalışan elektrik santralleri atmosfere; SO_2, CO_2, CO, NO_X gibi kirliliğe sebep olan gazlar yaymaktadır. Nükleer santraller şu an etkin bir yönetim çözümü bulunmayan radyoaktif atıklar üretmektedir. Hidroelektrik santraller yüksek oranda su barındırabilen büyük bir baraj ve rezervuara ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca barajların inşaatı; nehir ekosistemlerinin yok olmasına, hayvan ve bitkiler için yaşam alanı kaybına neden olmaktadır. Enerjinin korunması amacıyla kullanılan yöntemler:

- Enerji bilinçli şehir planlama
- Enerji bilinçli bölge planlama
- Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı
- Pasif ısıtma ve soğutmanın kullanımı
- Isı kazancı ve kaybının önlenmesi
- Bünyelerinde az enerji barındıran malzemelerin kullanımı
- Zamanlama aygıtlı enerji verimli ekipman kullanımıdır.

Suyun korunması: Bir bina; içme suyu, pişirme, yıkama ve temizleme, tuvaletlerin temizliği, bitkilerin sulanması gibi amaçlar için yüksek oranda su kullanmaktadır. Bu suyun tümü, enerji tüketilerek kimyasal işlemlerden geçer ve dağıtılır. Binadan atık olarak çıkan su bile kimyasal işlemlerden geçirilmelidir. Suyun korunması için kullanılan yöntemler:

- Yerel peyzaj
- Düşük akışlı duşlar
- Vakum destekli yada küçük rezervuarlı tuvaletler

- Yağmur suyu toplama
- Atık su toplamadır.

Malzemelerin korunması: İnşaat alanına birçok ürün getirilmektedir. Bu malzemelerin akışı temel olarak inşaat evresinde gerçekleşmektedir. İnşaat ve kurulum işlemi sonunda çıkan atıklar belirgindir. İnşaattan sonra, bakım, yerini alma ve yenileme aktiviteleri amaçlı düşük seviyeli bir akış devam eder. İnsanların aktivitelerine destek olması için tüketim ürünleri binaya akar. Bu malzemeler, sonunda geri dönüştürülmek ya da bir çöp alanına atılmak üzere binadan çıkmaktadır. Malzemelerin korunması için kullanılan yöntemler:

- Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve inşaat
- Bina sistemlerinin düzgün boyutlandırılması
- Mevcut yapıların rehabilitasyonu
- Geri dönüştürülmüş veya islah edilmiş malzeme ve bileşenlerin kullanımı
- Konvansiyonel olmayan bina malzemeleri kullanılmasıdır.

2-Yaşam döngüsü tasarımı

Çevresel sürdürülebilirliğin ikinci ilkesi yaşam döngüsü tasarımıdır. Beşikten mezara yaklaşımı, mimari kaynakların elde edilmelerinden doğaya dönüşlerine kadar tüm yaşam döngülerinin çevresel sonuçlarına önem vermektedir. Bu yaklaşım, bir malzemenin bir yararlı formdan diğerine geçtiği kabulüne dayanmaktadır. Bir binanın yaşam döngüsü; bina öncesi, bina ve bina sonrası olmak üzere üç safhada açıklanabilir. Bu safhalar binanın çevresel etkisini azaltmaya odaklanmış yaşam döngüsü stratejilerine dönüştürülebilir. Bina işlemlerinin bu üç safhada analizi; binanın tasarımı, inşaatı, operasyonu ve yıkımının ekosistem üzerinde nasıl etkileri olacağının daha iyi anlaşılmasını sağlar.

Bina öncesi safhası: Bu safha; arazi seçimi, bina tasarımı ve malzemeyle ilgili işlemlerden kuruluma kadar olan süreci kapsamaktadır. Çevresel sürdürülebilir bina tasarım stratejisi ise binanın tasarımı, yönlenmesi, manzaraya olan etkisi ve kullanılan malzemelerin doğurduğu çevresel sonuçları incelemektedir. Ağaçların kesilmesiyle ormanların azalması ve mineral (çelik için demir; alüminyum için bauksit; beton için kum, çakıl ve kireç taşı) çıkarma işlemleri doğal çevreyi rahatsız etmektedir. Bu malzemelerin sadece taşınması bile sahanın uzaklığı ve malzemelerin ağırlığına bağlı olarak çevreyi kirleten bir aktivite olmaktadır. Bina malzemelerinin

imalatı da enerji gerektirmekte ve çevresel kirlilik yaratmaktadır. Örneğin; çelik ve alüminyum ürünleri imal etmek için yüksek oranda enerji gerekmektedir. Bina öncesi safhasında kullanılan yöntemler:

- Yenilenebilir kaynaklardan yapılmış malzemeler kullanımı
- Ekolojiye zarar vermeden çıkarılmış yada imal edilmiş malzemeler kullanımı
- Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı
- Geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı
- Dayanıklı ve az bakım gerektiren malzeme kullanımı
- Malzemelerin dağıtılması için gerekli enerjinin azaltılmasıdır.

Bina safhası: Bu safha binanın fiziksel olarak inşa edilmesi ve kullanımı süreciyle ilgilenmektedir. Çevresel sürdürülebilir tasarım stratejisinde ise çevresel etkiyi ve kaynakların tüketimini azaltmak için inşaat ve kullanım işlemlerini incelemektedir. Bunun yanısıra,bina çevresinin kullanıcılar üzerindeki uzun dönemli sağlık etkilerini de göz önünde bulundurmaktadır. Bina safhasında kullanılan yöntemler:

- Arazi etkisinin azaltılması için inşaatın planlanması
- Atık ayıklama olanakları sağlanması
- Kullanıcılar yanında inşaat iççilerini de korumak için zehirli olmayan malzemelerin kullanılması
- Zehirli olmayan temizlik malzemeleri kullanımıyla düzenli bakım sağlanmasıdır.

Bina Sonrası Safhası: Bu safha bir binanın yararlı ömrü bittiğinde başlamaktadır. Bu safhada bina malzemeleri diğer binalar için kaynaklar ya da doğaya dönmek üzere atıklar haline gelmektedir. Sürdürülebilir tasarım stratejisi bu safhada; bina malzemelerinin ve binaların yeniden kullanımı yoluyla inşaat atıklarının azaltılmasına odaklanmaktadır. Bina sonrası safhasında kullanılan yöntemler:

- Mevcut yapıların yeni kullanıcılara ve programlara uyarlanması
- Bina bileşen ve malzemelerinin yeniden kullanımı
- Bina bileşen ve malzemelerinin geri dönüştürülmesi
- Mevcut arazinin ve alt yapının yeniden kullanımıdır.

3-Uygar Tasarım

Uygar tasarım çevresel sürdürülebilir tasarımın üçüncü ilkesi olup belki de en önemli olanıdır. Kaynakların ekonomik kullanımı ve yaşam döngüsü tasarımı verimlilik ve tasarruf ile ilgilenirken uygar tasarım, hayvanlar ve vahşi yaşamı da kapsayan global ekosistem öğelerinin yaşam değerleriyle ilgilenmektedir. Bu ilke, iyiliksever ve özverili şekilde yaşayan organizmaların yaşamlarına saygılı olma amacından oluşmuştur. İlave araştırmalar bu ilkenin köklerinin, insanların yaşamlarını sürdürmelerine olanak veren ekosistem zinciri elemanlarının korunmasına kadar indiğini göstermektedir. Modern toplumda, bir bireyin yaşamının %70'inden fazlası iç mekanlarda geçmektedir. Mimarın asıl rolü; kullanıcıların güvenliğini, sağlığını, fizyolojik konforunu, psikolojik mutlululuğunu ve üretkenliğini sürdürebilmelerini sağlayan mekanlar oluşturmaktır. Bu rolün daha iyi anlaşılmasını sağlamak üzere, uygar tasarımın kapsamını oluşturan doğal koşulların korunması, şehir-bölge planlama ve insan konforunun sağlanması alt başlıkları aşağıda açıklanmıştır:

Doğal koşulların korunması: Bir mimar, bir binanın bölgesel ekosistem (mevcut topoğrafya, bitkiler, vahşi yaşam vb.) üzerindeki etkisini azaltmalıdır. Doğal koşulların korunması için kullanılan yöntemler:

- Tasarımın doğa üzerindeki etkisinin anlaşılması
- Topoğrafik hatlara uyulması
- Su döngüsünün korunması
- Mevcut flora ve faunanın korunmasıdır.

Şehir ve bölge planlama: Mahalleler, şehirler ve hatta coğrafi bölgeler; işbirliği içinde yapılan bir planlama yardımıyla enerji ve su tasarrufundan yararlanabilmektedir. Bunun sonucu kirlilikten uzak, doğayla dost ve daha güzel bir kentsel çevre olabilmektedir. Şehir ve bölge planlama kapsamında kullanılan yöntemler:

- Kirliliğin yayılmasının engellenmesi
- Karışık kullanımlı yerleşimlerin geliştirilmesi
- Yaya cepleri oluşturulması
- Motorsuz taşımaya destek olunması
- Toplu taşımanın tasarımla birleştirilmesidir.

İnsan Konforu: Tasarım insan konforunun önüne geçmeyip, iş ve yaşam çevrelerini geliştirmelidir. Bunun sonucu olarak yaşam stresinin azaldığı; mutluluk, sağlık koşulları ve üretkenliğin arttığı gözlemlenebilmektedir. İnsan konforunun sağlanması için kullanılan yöntemler:

- Isısal, akustik ve görsel konfor sağlanması
- Dış mekanlara görsel bağlantı sağlanması
- Açılabilir pencerelerin kullanımı
- Temiz ve taze hava sağlanması
- Tasarım yapılırken farklı fiziksel kabiliyetleri olan insanların göz önünde bulundurulması
- Zehirli olmayan ve dışarı gaz yaymayan malzemelerin kullanımıdır.

Çevresel sürdürülebilirliğin gelişimi için bir bina, sürdürülebilir tasarım ilkelerini; tasarım, inşaat, kullanım, bakım, mimari kaynakların yeniden kullanımı ve geri dönüşümü safhalarının tümünde bütünsel olarak birleştirmeli ve dengelemelidir.

APEGBC (Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia) çevresel sürdürülebilirliğin bina tasarımına yansımasını beş ilkeyle açıklamaktadır [35]:

1-Arazi

- Doğal aydınlatma ve ısıtma için güneşe yönlenme
- Yeşil alan yerine toprak alanların seçimi
- Önceki binanın kurulduğu alanın kullanımı
- Binanın kurulduğu alanı azaltacak şekilde yerleşim
- Mevcut altyapının kullanımı
- Bisiklet parkı , alternatif yakıt istasyonları gibi alternatif ulaşım servislerinin sağlanması
- Su akışının önüne geçilmesi için arazideki su geçirmez alanların azaltılması
- Heat island (Isı adası) etkisini azaltma amaçlı peyzaj kullanımı

2-Su verimliliği

- Düşük su akışlı, su verimli donanım kullanımı, su kullanmayan pisuarlar ve iki fazlı sifon seçeneğine sahip tuvaletlerin kullanımı
- Sulama ihtiyaçlarının azaltılması için yerel bitkilerin kullanımı

- Kirli suyun yeniden kullanımı ve sahada işlenmesi

3-Enerji verimliliği

- Yenilenebilir enerji kullanımı
- Enerji verimli donanım kullanımı
- Pencere ve izolasyon malzemelerinin etkin kullanımı
- Sahada enerji üretimi
- Isıtma ve soğutma sistemlerinin optimizasyonu için enerji modellemesi kullanılması

4-Malzemeler ve kaynaklar

- Bölgesel ve yerel malzemelerin kullanımı
- Geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı
- İnşaat atıklarının azaltılması, yeniden kullanımı ve değişik şekillerde kullanımı
- Geri dönüşümlü malzemelerin depolanması
- Dayanıklı malzemelerin kullanımı
- Mevcut bina kabuğunun kullanımı

5-İç mekan çevresel konforu

- Düşük oranda partikül yayınımı yapan malzemeler (yapıştırıcılar, contalar, boyalar, halılar, kompozit ahşap ürünleri) kullanımı
- Gün ışığı alan mekanların arttırılması
- Havalandırma performansının arttırılması
- İnşaat sırasında iç mekan hava kalitesinin yönetimi
- CO_2 üretiminin kontrolü ve görüntülenmesi
- Sistemlerin kontrol edilebilirliğine yönelik tasarım

3.3 Bölüm Sonucu

Bölüm kapsamında; çevresel sürdürülebilirlik açısından gözönünde bulundurulması gereken tasarım ilkeleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Çevresel sürdürülebilir tasarım, enerjinin korunmasını sağlamalıdır. Fosil yakıtların yerine mümkün olduğu ölçüde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve

yapıların bir ölçüde kendilerine yetecek kadar enerjiyi üretebilmeleri desteklenmelidir. Pasif tasarım ilkeleri, izolasyon malzemeleri, enerji verimli ekipman ve elde edilmeleri için yüksek oranda enerji kullanımı gerekmeyen malzemeler kullanılarak kaynakların tüketiminin azaltılması sağlanabilmektedir. Tüm bunların yanında, yapı malzemelerinin ve yapı tarafından kullanılan kaynakların taşınması ve kullanılabilir şekle getirilmeleri aşamasındaki enerji tüketimini de göz önünde bulundurmaktadır.

Çevresel sürdürülebilir tasarım, iç mekan çevresel kalitesi sağlamalıdır. Kullanıcılara doğal aydınlatma ve havalandırma yanında bunu sağlayan sistem ve pencereleri kontrol edebilme imkanı sunulmalıdır.Dış mekanlar ile görsel bağlantı yaratılmalı ve gürültü kirliliğinden korunma sağlanmalıdır. Bu şekilde maksimum ısısal, görsel ve işitsel konfor sağlanmalı; gaz yayınımı yapan ve sağlığa zararlı malzemelerin kullanımından kaçınılmalıdır. Tasarım yapılırken farklı fiziksel kabiliyetlere sahip kullanıcılar da gözönünde bulundurulmalı, herkes için eşit kullanım koşulları sağlanmalıdır.

Çevresel sürdürülebilir tasarım, arazi koşullarının korunmasını sağlamalıdır. Doğal topoğrafik yapı korunmalı, yapım için yeşil alanlar yerine çorak veya terkedilmiş endüstriyel alanlar tercih edilirken, yapının çevre üzerindeki etkisini ve arazi üzerindeki izini azaltacak şekilde esnek ve dikkatli bir tasarım yapılmadır. Arazi yönlenmesi, güneşten maksimum derecede yararlanılabilecek şekilde düzenlenmeli, ısı kayıpları ve doğal koşullardan kaynaklanan sorunların önüne geçmeye yönelik peyzaj yapılmalıdır.Yerleşim yapılırken alışveriş, iş ve barınma fonksiyonları iç içe yerleştirilerek daha güvenli yaşam alanları ve rahat ulaşım sağlanırken, bisiklet gibi alternatif ulaşım metodları da desteklenmelidir. Yapım alanı çevresinde bulunan bitki ve hayvanlar korunmalı, yaşamları ve yaşam alanlarına saygılı davranılmalıdır.

Çevresel sürdürülebilir tasarım, malzemelerin korunmasını ve çevreye duyarlı şekilde kullanımını sağlamalıdır. Geri dönüşümlü malzemelerin kullanılması yanında dayanıklı ve bakımı kolay malzemelerin seçilmesi gerekmektedir. Bunun yanında mevcut yapılara yeni fonksiyonlar kazandırılması, inşaat atıklarının azaltılması, geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımı sağlanmalıdır. Geri dönüştürülebilir malzemelerin ayrılabilmesi ve toplanabilmesi için imkan sağlanmalı, mümkün olduğu oranda yerel malzeme kullanımı tercih edilmelidir.

Çevresel sürdürülebilir tasarım, suyun korunmasını sağlamalıdır. Yağmur suyunun depolanması ve atık suların yeniden işlenmesi ile elde edilen su, bahçe sulaması veya ıslak hacimlerdeki temizlik faaliyetleri için kullanılabilmektedir. Peyzaj için yerel bitkilerin seçimiyle ihtiyaç duyulan sulama miktarı azaltılabilmekte; algılayıcılı musluklar, düşük akışlı duş başlıkları ve vakum destekli ya da kademeli kullanılabilen sifon sistemleri gibi ekipmanlar yardımıyla tüketim azaltılmaktadır.

4. AKILLI BİNALARIN ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1 Mevcut Çevresel Bina Değerlendirme Metotlarının İncelenmesi

Binaların yapımı ve kullanımı birçok farklı seviyede çevresel zarara neden olmaktadır. Fosil yakıtların kullanımından ortaya çıkan karbondioksit global sera etkisine sebep olmakta, yüksek binalar komşu çevrelerde tehlikeli rüzgarlar oluşmasına neden olabilmekte, birçok bina ise hasta bina sendromundan dolayı değerini kaybetmektedir. Bu saydığımız örnekler uzun bir listenin sadece küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bundan dolayı birçok bina uzmanı, çevre üzerindeki insan etkisini hem bölgesel hem de global ölçekte azaltmak amacıyla çevresel olarak sağduyulu olan sürdürülebilir tasarım ilkelerini benimsemektedir. Çevreyi koruma eğiliminin giderek hız kazandığı günümüzde, sosyal ve politik güçler çevresel olarak daha sağlıklı teknolojik kararlar alınması konusunda baskıda bulunmaktadır. Şirketler ve kurumlar da; uygun malzemeler ve atık yönetimi, etkin işlem ve ürün tasarımı, enerji verimliliği ve geri dönüşüm gibi adımların hem karlı hem de çevreye saygılı olduğunun farkına varmaktadır [36].

Binaların çevresel etkisinin azaltılması ve yaşadığımız çevre ve insan aktivitelerinin devamını sağlamak üzere çevreyle dost yapıların geliştirilmesi konusunda yapılan tüm çalışmaların sonucunda binalarda sürdürülebilirlik ve çevresel performansın değerlendirilmesine yönelik sistemler ortaya çıkmıştır. Bu sistemlerin temelleri, çevresel bina değerlendirmesi konusunun bundan 80 yıl önce İngiltere'de ele alınmasıyla atılmıştır. Uluslararası düzeyde kullanılan ilk çevresel değerlendirme aracı; İngiltere'deki Bina Araştırma Kuruluşu (BRE: Building Research Establishment) tarafından 1990'da ortaya koyulan Bina Araştırma Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM: Building Research Environmental Assesment Method)'dur. BREEAM'in ortaya çıkışını izleyen yıllarda benzer çalışmaların sonucu olarak birçok farklı çevresel değerlendirme metodu ortaya çıkmıştır. Kanada Hükümeti tarafından 1993'te oluşturulan Bina Çevresel Performans Değerlendirme Kriterleri (BEPAC: Building Environmental Performance Assesment Criteria),

1996'da Hong Kong'ta ortaya çıkan Hong Kong Bina Çevresel Değerlendirme Metodu (HK-BEAM: Hong Kong Building Environmental Assesment Method) ve Amerikan Yeşil Bina Konseyi tarafından 1998'de oluşturulan Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (LEED: Leadership in Energy and Environmental Design) bunların başlıca örnekleridir [37].

Binaların, seçilmiş bazı çevresel performans kriterlerine göre incelenmeleri sonucunda elde ettikleri puanlar doğrultusunda değerlendirilmelerine dayanan bu metotlar, yeni tasarlanmakta olan binalar için kullanılabilecekleri gibi mevcut veya yeniden düzenlenmekte olan binalar için de kullanılabilmektedir. Her tip yapı için tek bir değerlendirme modeli kullanan metotların yanında farklı tipler için farklı değerlendirme modelleri kullanan veya sadece özel bir bina tipinin değerlendirilmesi için düşünülmüş olan metotlar da bulunmaktadır.

Söz konusu bina değerlendirme metotlarının birbirleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmesi, hem temel çevresel sürdürülebilirlik ilkelerinin anlaşılması hem de kullandıkları yöntemler ve kriterlerin analizi yardımıyla basit ve kolay uygulanabilir bir değerlendirme yaklaşımı önerilmesine yardımcı olacaktır. Bu metotlar; bir binanın yeni veya kullanımda olan bir bina olmasına bağlı olarak farklı değerlendirme sistemleri sunmaktadır. Tezde mevcut bir akıllı binanın sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi amaçlandığı için; bu metotlar ve mevcut binaları değerlendirmek üzere kullandıkları sistemler aşağıda açıklanmıştır.

4.1.1 BREEAM (İngiltere)

BRE tarafından, ofis binalarının çevresel performansının incelenmesi ve geliştirilmesi için kullanılan en yaygın metot olarak tanımlanmaktadır. Hem mevcut hem de yeni binaların çevresel performansının değerlendirilmesine olanak sağlayan bu metot; Kanada, Yeni Zelanda ve Avustralya'da uygulanan bazı değerlendirme programlarının temeli olarak da kullanılmaktadır [37].

BREEAM; ofis binaları, konutlar, endüstriyel yapılar, ve yakın zamanda eklenen okul ve alışveriş yapıları ile birçok farklı bina tipine özel değerlendirme imkanı sunmaktadır. Diğer bina tipleri için ise; BRE'nin seçilen binaya özel kriterleri belirlemesi ve tecrübeli bir değerlendirme görevlisinin bu kriterlere göre analiz

yapmasına dayanan Bespoke metodu kullanılmaktadır [38]. BREEAM değerlendirmesi, binaların inceleme sonucunda elde ettikleri puanlara göre sınıflandırılmalarına dayanmaktadır. Yönetim, sağlık ve konfor, enerji, taşıma, su tüketimi, malzemeler, arazi kullanımı, ekoloji ve kirlilik ana başlıklarıyla tanımlanan 9 kategori ve bu kategoriler altında yer alan krediler metodun temelini oluşturmaktadır. Her kategori değerlendirme açısından önemine göre bir kredi değeri almıştır. Enerji, su tüketimi, sağlık ve konfor gibi ana kategorilerdeki mevcut kredi sayıları kendi kredi değerleriyle çarpılarak elde edilen puanların toplanmasıyla binaların BREEAM değerlendirmeleri ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.1'de BREEAM değerlendirme sistemi kategorilerine ilişkin kredi sayıları, kredi değerleri ve bu kategorilerden elde edilebilecek maksimum puanlar gösterilmektedir. Örneğin, 6 adet Yönetim Kredisi olan bir bina 10 (6*1.67= 10) puana sahip olacaktır. Tüm puanların sonunda toplam 41 puanı olan bir bina "İyi" olarak değerlendirilecek, 25 puanın altında puan alan bir bina ise başarısız sayılacaktır [37]. Tabloya bakıldığında değerlendirme sistemi içinde en fazla puana sahip kategorilerin yönetim, sağlık ve konfor, enerji ve kirlilik konuları üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

Tablo 4.1 BREEAM değerlendirme sistemi [37,38,39].

BREEAM DEĞERLENDİRME SİSTEMİ			
Kategori	Kredi sayısı	Kredi Değeri	Maksimum Puan
Yönetim Temel çevre yönetim politikası Çevresel satın alma politikası Arazi yönetimi ve prosedüre bağlı önemli noktalar	9	1.67	15
Sağlık ve konfor Sağlık ve konforu etkileyen iç mekan ve dış ortama bağlı önemli noktalar: Aydınlatma üzerinde kullanıcı kontrolü Lejyoner Hastalığı riski için düzenlemeler Sigara yasağı İç mekan hava kalitesinin sağlanması	15	1.00	15
Enerji Kullanıma bağlı enerji ve CO_2 ile ilgili önemli noktalar: Isı kazanç ve kayıpları CO_2 emisyonları Elektrik kullanımı	17	0.83	14
Taşıma Taşımaya bağlı CO_2 ve konumla ilgili önemli noktalar: Bina konumuna bağlı olarak binaya doğru ve binadan olan ulaşımda meydana gelen CO_2 Toplu taşımanın desteklenmesi ve konuma bağlı toplu taşıma imkanları	13	0.83	11
Su Tüketimi Tüketim ve su verimliliği: Su tüketiminin kontrolü Verimli ekipman kullanımı	6	0.83	5
Malzemeler Yapı malzemelerinin çevresel etkileri Yapı malzemelerinin yaşam boyu etkileri	11	0.91	10
Arazi Kullanımı Yeşil alan kullanımı Terkedilmiş endüstriyel alanların kullanımı	2	1.50	3
Ekoloji Ekolojik değerlerin korunması Arazinin iyileştirilmesi	8	1.50	12
Kirlilik Su ve hava kirliliği ile ilgili önemli noktalar	11	1.36	15
Toplam			100
Puanlama sistemi Geçer: 25-40 İyi: 40-55 Çok İyi: 55-70 Mükemmel: 70-100			

4.1.2 BEPAC (Kanada)

BEPAC, İngiltere'nin BREEAM programının ardından 1993'de ortaya çıkmıştır. British Columbia Üniversitesi tarafından yaratılan BEPAC, yeni ve mevcut ofis binalarının çevresel performanslarının ölçümünde kullanılan gönüllü bir programdır. BEPAC'ın amacı; binanın iç mekandaki, bölgesel ve global ölçekteki çevresel etkilerinin iyileştirilmesidir [40]. Uluslararası kullanıma uygun bir değerlendirme sistemi olan BEPAC'a göre, bir binanın çevresel performansı 2 etkenden meydana gelmektedir. Bu etkenlerden biri; esas bina ve ana sistemlerinin, iç mekan ve bina kullanıcıları tarafından ortaya konulan alt sistemlerle olan karşılıklı ilişkileridir. Diğer etken ise, bunların devamında bina ve çeşitli kullanıcıların ne tarzda yönetildiğidir. Metot, bir binanın çevresel performansını değerlendirmede 5 temel başlığı incelemektedir. Bunlar [41]:

1-Enerji Kullanımının Çevresel Etkisi: Enerji kullanımı sonucu oluşan emisyonların neden olduğu global ısınma, hava kirliliği ve asit yağmurlarının önüne geçilmesi.
2-İç Mekan Çevresel Kalitesi: Çalışma alanında sağlık, konfor ve üretkenlik sağlanabilmesi için bazı düzenlemelerin yapılması.
3-Ozon Tabakası Korunumu: Ozon tabakası delinmesinin önüne geçilmesi için ozon tabakasına zarar veren maddelerin emisyonlarının %85 oranında azaltılması.
4-Kaynak Korunumu: Yenilenmeyen kaynak kullanımının azaltılması, bazı materyallerin yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesiyle çevreye zararlı olmayan malzeme kullanımının desteklenmesi.
5-Arazi ve Taşıma: Arazinin ekolojik değerinin korunması ve taşıma faaliyetlerinin (bisiklet, yaya girişi) düzenlenmesi ile, binanın yerel çevre üzerindeki etkisinin azaltılması.

Her başlık bazı alt kriterler içermektedir. Örneğin, iç mekan çevresel kalitesinin 3 kriteri; iç mekan hava kalitesi, aydınlatma kalitesi ve akustik kontroldür. Her kriter 0 ile 10 arasında puan içermektedir. BEPAC belirli bir kritere ait kredileri belirlerken; önemine, aynı başlık altındaki diğer kriterlere göre önceliğine veya sağlanması için gereken efora bağlı olarak bir ağırlık değeri sistemi kullanmaktadır. 5 ana başlık altında yer alan kriterlerden elde edilen puanlar, bu ağırlık değerleriyle çarpılarak krediler belirlenmektedir. Bu krediler belirlenirken; ozon tabakası korunumu ve enerji kullanımının çevresel etkisi bölümleri performansla ilgili oldukları için; puanlar sağlanan performansın devamlılığına verilmektedir. Kaynak korunumu ile

arazi ve taşıma bölümleri özelliklerle ilgili oldukları için; puanlar, bu özellikler mevcut olduğunda verilmektedir. Bu kriterlerin seviyeleri; gerekli, önemli ve tamamlayıcı olma özelliklerine göre belirlenmektedir [41].

4.1.3 HK-BEAM (Hong Kong)

Hong Kong Bina Çevresel Değerlendirme Metodu (HK-BEAM), binaların yaşam boyu çevresel sürdürülebilirliklerinin hesaplanması, geliştirilmesi, onaylanması ve sınıflandırılması amacıyla 1996'da ortaya çıkmıştır. İlk on yılda 100'den fazla proje bağımsız ve gönüllü olarak sınıflandırmaya katılmıştır. Bu sınıflandırmanın değerlendirme altyapısı ve kriterlerinin istikrarlı olarak yenilenmesi de; sürdürülebilir tasarım, yapım ve yönetimin belirlenmesindeki güvenilirliğini arttırmıştır. Başlangıcından itibaren HK-BEAM, Hong Kong'da değerlendirme modeli olarak türünün tek örneği olmuş ve bölgede yaygın olarak kullanılmıştır. Mevcut binalar ve yeni binalar için olmak üzere 2 farklı versiyonu olan HK-BEAM, bina performansını değerlendirmede birçok anahtar özelliği birleştirmektedir. Bu özellikler, hijyen, sağlık, konfor ve rahatlık; arazi kullanımı, arazi etkileri ve taşıma; malzemelerin kullanımı, geri dönüştürülmesi ve atık yönetimi; su kalitesi, korunumu ve geri dönüştürülmesi ile enerji verimliliği, korunumu ve yönetimidir [42].

Bu anahtar özellikler Tablo 4.2'de görüldüğü gibi 6 ana kategori oluşturmaktadır. Bunlar iç mekan çevresel kalitesi, arazi kullanımı, enerji kullanımı, su kullanımı, malzeme kullanımı ile yeniliklerdir. Belirli bir krediden kazanılan puana bağlı olan ağırlık sistemi, değerlendirme metodunun kritik bölümünü oluşturmaktadır. Puanlar; benzer değerlendirme metotlarında kullanılan ağırlık değerleri, HK-BEAM'e katkıda bulunanların izlenimleri ve araştırmaların analizleri göz önünde bulundurularak kredilere paylaştırılmıştır. HK-BEAM'de bulunan ve yasal gerekliliği olan bazı çevresel durumlar, puanların kazanılabilmesi için ön gereklilik şartı oluşturmakta, değerlendirme modelinin ana kategorileri altında yer almamaktadır. Belirli bir bina tipi ya da durumuna uygun olmayan bölümler olduğunda, bunlar metodun izin verdiği şekilde değerlendirmeden çıkarılabilmektedir. Krediler; standart puanlar ve kazanılabilir toplam puana etki etmeyip ek puan sağlayan prim puan değerleri sağlamaktadır. Değerlendirme, kazanılan puanların mevcut kazanılabilir puanlara oranına bağlı olarak yüzdesel olarak belirlenmektedir. Kategorilerin değerlendirilebilmesi için öncelikle iç mekan çevresel kalitesinin değerlendirilerek

gerekli minimum iç mekan çevresel kalitesi (IEQ: Indoor Environmental Quality) puan yüzdesinin sağlanabilmesi gereklidir [43].

Tablo 4.2 HK-BEAM değerlendirme sistemi [43].

HK-BEAM DEĞERLENDİRME SİSTEMİ			
Kategoriler	Krediler	Maksimum Puan	Maksimum Prim Puan
Arazi Binanın konumu ve tasarımı İnşaat alanında oluşan emisyonlar İnşaat alanı yönetimi	15	22-19 (Bina tipine bağlı olarak)	4
Malzemeler Malzeme seçimi Malzemelerin verimli kullanımı Atıkların idaresi ve geri dönüştürülmesi	8	11	3
Enerji Kullanımı Yıllık enerji kullanımı Enerji verimli sistemler ve ekipman Enerji Yönetimi	10	35-24 (Bina tipine bağlı olarak)	5
Su Kullanımı Su kalitesi Su korunumu Atık su akışı	6	11	1
İç Mekan Çevresel Kalitesi(IEQ) Güvenlik Hijyen İç mekan hava kalitesi ve havalandırma Isısal Konfor Aydınlatma Akustik ve gürültü yönetimi Bina konforu	27	44-24 (Bina tipine bağlı olarak)	1
Yenilikler Yenilikler Performans İyileştirmeleri	2		5
Toplam		89-123	19
HK-BEAM Performans seviyesi Platin %75 (IEQ %65) Altın %65 (IEQ %55) Gümüş %55 (IEQ %50) Bronz %45 (IEQ %40)			

4.1.4 LEED (Amerika)

LEED; Amerika Yeşil Bina Konseyi tarafından yeşil binaların gelişimi ve üretiminin hızını arttırmak üzere1998'de tasarlanmış, ulusal oybirliğine dayanan, piyasaya bağlı bir bina değerlendirme sistemidir. Amerikan Yeşil Bina Konseyi tarafından

“piyasaya bağlı” şeklinde tanımlandığı halde; LEED’in ilk müşterileri; hükümete bağlı kurumlar, üniversiteler, okullar ve çevresel organizasyonlar olmuştur [37]. LEED’in yeni inşaatlar ve temel yenileme projelerini ve mevcut binalar ile ticari iç mekan projelerini değerlendirmede kullanılan versiyonları yanında; şu an pilot safhada olan konutlar, çekirdek ve kabuk projeleri ile çevre geliştirme projelerini değerlendirmek üzere kullanılan farklı versiyonları da bulunmaktadır. Bu versiyonlardan LEED Yeni İnşaat; başta ofis binalarının değerlendirilmesi için geliştirilmiş olmasına rağmen, şu an müstakil evler dışındaki tüm bina tipleri için kullanılan ve Amerika’da yüksek oranda kabul gören bir yeşil bina değerlendirme sistemidir. Tablo 4.3’de görüldüğü gibi, LEED metodu; sürdürülebilir arazi kullanımı, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzemeler ve kaynaklar, iç mekan çevresel kalitesi ile tasarım ve yenilik işlemleri olmak üzere 6 ana kategoriden oluşmaktadır. Her kategori belirli sayıda ön gereklilik ve kredi içermekte, bu krediler ise değerlendirme çerçevesinde 1 veya daha fazla puan kazandırmaktadır. Bir projenin LEED sertifikası almak üzere değerlendirmeye girebilmesi; öncelikle ön gereklilikleri sağlamasına bağlıdır [44]. Tabloya göre; ön gereklilikleri sağlayarak sertifika için değerlendirmeye giren bir bina, “Malzemeler ve Kaynaklar” kategorisindeki tüm kredi puanlarına sahip ise 16 puan alacak ya da toplam puanı 49 olan bir bina “Altın” sertifika seviyesine sahip olurken 32 puanın altında kalan bir bina sertifika sahibi olamayacaktır [45,46].

Tablo 4.3 LEED değerlendirme sistemi [45,46].

LEED DEĞERLENDİRME SİSTEMİ			
Kategori	Ön Gereklilikler	Kredi Sayısı	Maksimum Puan
Sürdürülebilir Arazi kullanımı Mevcut bina ve arazilerin yeniden kullanımı, Isı köprülerinin azaltılması, Mevcut yeşil alanların korunması, Alternatif ulaşım metotları sağlanması	2	7	14
Su Verimliliği Binanın ihtiyaç duyduğu su miktarının azaltılması Suyu verimli kullanacak şekilde peyzaj	2	3	5
Enerji ve Atmosfer Yenilebilir ve alternatif enerji kaynakları kullanımı Enerji verimliliği ve sistem performansının sağlanması Ozon tabakası koruma protokollerinin desteklenmesi	3	6	23
Malzemeler ve Kaynaklar Çevresel etkileri düşük, alternatif malzemelerin kullanımı Atıkların azaltılması ve yönetimi Kullanıcı atık akışından geri dönüşüm imkanları	3	6	16
İç Mekan Çevresel Kalitesi İç mekan hava kalitesinin sağlanması İç mekan havasını kirleten malzemelerin elenmesi, azaltılması ve yönetimi Isısal konfor ve kullanıcı kontrolünün sağlanması Dış mekanla –kullanıcı ilişkisinin sağlanması	4	10	22
Tasarım ve Yenilik İşlemleri LEED sertifikalı binaların incelenmesi Yeşil binalardaki yenilikler	-	2	5
Toplam			85
LEED Sertifika seviyeleri: Sertifikalı: 32-39 Gümüş: 40-47 Altın: 48-63 Platin: 64 ve daha fazla			

4.2 Çevresel Bina Değerlendirme Metotlarının Çevresel Sürdürülebilirlik İlkeleri Açısından Karşılaştırılması

Çevresel Bina Değerlendirme Metotlarının farklı ve ortak noktalarını belirlemek üzere; incelenen kaynaklardan yararlanarak [37,38,41,42,43,44] genel özellikleri ve içerikleriyle ile ilgili iki farklı tablo oluşturmak mümkündür.

Tablo 4.4'de BREEAM, BEPAC, HK-BEAM ve LEED değerlendirme metotları, genel özellikleri açısından karşılaştırılmaktadır. Söz konusu genel özellikler; değerlendirme metotlarının ortaya çıkış tarihlerine, geliştirildiği ülkelere, ulusal veya uluslararası kullanıma uygunluklarına ve hangi bina tipleri için uygulanabilir olduklarına ilişkindir. Ofisler, konutlar ve diğer bina tipleri olmak üzere 3 grupta düzenlenen bina tipleri; mevcut ve yeni yapı oluşlarına da bağlı olarak ayrıca 2 gruba ayrılmışlardır. Son olarak hangi metodun hangi tip bina değerlendirilmesinde kullanılabileceği de belirtilmiştir. Diğer binalar başlığı; alışveriş amaçlı binaları, okullar ve endüstriyel üniteleri kapsamaktadır.

Tablo 4.4 Çevresel bina değerlendirme metotlarının genel özellikleri açısından karşılaştırılması.

Metot			BREEAM	BEPAC	HK-BEAM	LEED
Çıkış Tarihi			1990	1993	1996	1998
Ülke			İngiltere	Kanada	Hong Kong	Amerika
Uluslararası/ Ulusal			Uluslararası	Uluslararası	Uluslararası	Ulusal
Yapı Tipleri	Ofisler	Yeni	+	+	+	+
		Mevcut	+	+	+	+
	Konutlar	Yeni	+	-	+	(Pilot safha)
		Mevcut	+	-	+	
	Diğer Yapılar	Yeni	+	-	+	+
		Mevcut	+	-	+	+

Tablo 4.5'de ise BREEAM, BEPAC, HK-BEAM ve LEED değerlendirme metotları içerikleri açısından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada; değerlendirme metodunun uygulanması için ön gereklilik şartı olup olmadığı ve değerlendirme kategorileri ele alınmaktadır. Söz konusu kategoriler, üçüncü bölüm sonunda belirlenen 5 ana çevresel sürdürülebilir tasarım ilkesi olan enerji kullanımı, su kullanımı, malzemeler, iç mekan çevresel kalitesi ve arazi kullanımıdır. Bunların farklı başlıklar altında yer aldığı veya farklı adlandırıldığı durumlar parantez içinde belirtilmiştir. Tablonun

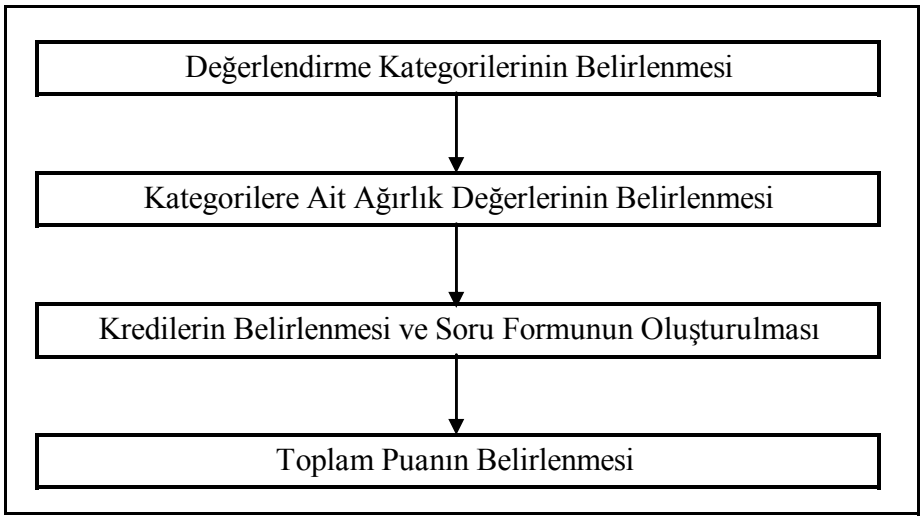
oluşturulmasında amaç; farklı özelliklere sahip olan metotların hangi sürdürülebilirlik kategorilerine göre değerlendirme yaptıklarını belirlemektir.

Tablo 4.5 Çevresel bina değerlendirme metotlarının içerikleri açısından karşılaştırılması.

Değerlendirme Metotları			BREEAM	BEPAC	HK-BEAM	LEED
Ön Gereklilikler			-	-	+	+
Değerlendirme Kategorileri	Temel çevresel Sürüdürülebilirlik kategorileri	Enerji	+	+	+	+
		İç Mekan Çevresel Kalitesi	+ (Sağlık ve Konfor başlığı altında)	+	+	+
		Arazi	+	+	+	+
		Malzemeler	+	+ (Kaynak korunumu başlığı altında)	+	+
		Su	+	+ (Kaynak korunumu başlığı altında)	+	+
	Diğer Kategoriler		Yönetim, Sağlık ve Konfor, Taşıma, Ekoloji, Kirlilik,	Ozon tabakası korunumu, Kaynak korunumu, Taşıma	Yenilikler	Tasarım ve Yenilik İşlemleri

4.3 Değerlendirme Yaklaşımı

Tezde mevcut bir akıllı binanın çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilebilmesi için basit bir yaklaşım önerilmesi amaçlanmaktadır. Değerlendirmede izlenecek adımlar Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1 Değerlendirme yaklaşımı.

İlk adımda, çevresel sürdürülebilirlik açısından önem taşıyan değerlendirme kategorilerinin belirlenmesi gerekmektedir. İkinci adımda; değerlendirme kategorilerinin sonuca hangi oranlarda etki edeceklerine (ağırlık değerlerine) karar verilmektedir. Üçüncü adımda, kategorilere ait krediler belirlenmekte ve bunlar bir soru formu oluşturacak şekilde düzenlenmektedir. Son adımda ise bir puanlama sistemi önerilerek toplam puanlar elde edilmektedir. Bahsedilen bu adımlar aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

4.3.1 Değerlendirme Kategorilerinin Belirlenmesi

Üçüncü bölümde çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri olarak belirlenen enerji korunumu, su korunumu, malzemeler, iç mekan çevresel kalitesi ve arazi korunumu çıkış noktası olarak belirlenmiş ve bunların değerlendirme kategorileri olarak kullanılmalarına karar verilmiştir. Bu kriterlere bağlı olarak incelenen başlıca bina değerlendirme metotlarının ne şekilde değerlendirme yaptığı üçüncü bölümden elde edilen verilerle beraber analiz edilerek; incelenen kaynaklar [39,43,46] doğrultusunda kategorilerin kapsamları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Enerji kategorisi; enerji kaynaklarının korunumu, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması, enerji verimliliği ve enerji kullanımından kaynaklanan kirlilik konularını kapsamaktadır.
- İç mekan çevresel kalitesi kategorisi; kullanıcılar için sağlık ve konfor koşullarının sağlanması, insan ve doğa arasındaki ilişkinin sağlanması ile

engelli kullanıcılar için eşit kullanım imkanlarının sağlanması konularını kapsamaktadır.

- Arazi kategorisi; toplu taşıma imkanları ve bu çerçevede çevre kirliliği kontrolü, doğal kaynaklardan yararlanmaya yönelik tasarım ve arazideki doğal koşullar ile yeşil alanların korunumu konularını kapsamaktadır
- Malzemeler kategorisi; malzemelerin verimli kullanımı, yenilenebilir ve geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı, çevreye zararlı malzeme kullanımının engellenmesi ve atık kontrolü konularını kapsamaktadır.
- Su kullanımı kategorisi; suyun verimli kullanımını kapsamaktadır.

4.3.2 Değerlendirme Kategorilerine Ait Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi

Değerlendirme için kullanılacak kategorilerin sonuca ne oranda etki edeceklerini belirlemek ve soru formunun oluşturulmasında hangi metotların kullanabileceğine karar vermek için, BREEAM, BEPAC, HK-BEAM ve LEED'in özelliklerinin karşılaştırıldığı Tablo 4.5'den yararlanılmıştır. Bu tablo incelendiğinde; HK-BEAM ve LEED'in değerlendirme için kullandıkları kategori sistemleri nedeniyle, belirlenen sürdülebilir tasarım ilkeleri ile en çok örtüşen metotlar oldukları görülmüştür. HK-BEAM, bu 5 temel ilke dışında başlık olarak sadece "yenilikler" isimli bir diğer kategori daha kullanmakta; LEED ise malzemeler ilkesini, "malzemeler ve kaynaklar" kategorisinde; enerji korunumu ilkesini de "enerji ve atmosfer" kategorisinde değerlendirmeye sokmaktadır. Bunun yanında LEED, HK-BEAM'de olduğu gibi "tasarım ve yenilikler" adlı bir ek kategoriye de sahiptir. Belirlenen 5 temel ilkeye en yakın değerlendirme imkanı sunan LEED ve HK-BEAM'i detaylı şekilde incelemek, soru formunun altyapısını oluşturmakta yararlı olacaktır.

İlk olarak, bu iki metodun değerlendirme için kullandıkları kategorilere, sonuç kapsamında ne ağırlıkta önem verdikleri incelenmiştir. Değerlendirme kategorilerine ait kredilerin, tüm kategorilerin toplam kredilerine oranları ve her iki metoda ait değerlerin ortalaması yüzde değeri olarak belirlenerek Tablo 4.6'da gösterilmiştir. HK-BEAM'de yenilikler kategorisi sadece prim puan kazandırdığı için yüzde olarak değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 4.6 Değerlendirme kategorilerine ait kredilerin toplam kredilere oranları.

Metot	Temel Sürdürülebilirlik İlkeleri					
	Enerji	Su	Malzemeler	İç Mekan Çevresel Kalitesi	Arazi	Yenilikler
HK-BEAM	%28	%9	%9	%36	%18	-
LEED	%27	%6	%19	%26	%16	%6
ORTALAMA	%28	%7	%14	%31	%17	%3

Tablo 4.6'da görüldüğü gibi HK-BEAM'in en çok önem verdiği üç kategori sırasıyla iç mekan çevresel kalitesi, enerji ve araziyken; LEED'te sıralama enerji, iç mekan çevresel kalitesi ve malzemeler olmaktadır. Bunlar arasından iç mekan çevresel kalitesi ve enerjinin, her iki metot içinde en yüksek orana sahip oldukları görülmektedir. LEED; enerji kategorisini birinci sırada, iç mekan çevresel kalitesini ikinci sırada değerlendirmeye almakta; HK-BEAM' de ise, iç mekan çevresel kalitesi birinci sırayı alırken, enerji ikinci sırada değerlendirilmektedir. Akıllı binaların incelendiği ikinci bölüm sonucunda akıllı binaların başlıca özellikleri arasında, enerji verimliliğini ve iç mekan çevresel kalitesini arttırmaya yönelik tasarımın öne çıkan iki ana özellik olduğu belirtilmiştir. Bu veriler incelendiğinde; bu iki özelliğin çevresel sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde en önemli iki kriter olması gerektiği görülmektedir.

Kategorilerin yüzde olarak ağırlık değerlerine karar verilmesi sürecinde, HK-BEAM ve LEED'in kullandıkları ortalama değerlerden yola çıkılabilir. Tablo 4.6'da gösterilmiş olan bu değerlere bakıldığında; iç mekan çevresel kalitesine ve enerji kategorilerine ait değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. LEED'in yenilikler kategorisinden kaynaklanan %3 lük ağırlık değerinin enerji kategorisine eklenmesi ile, her iki kategori %31'lik eşit bir ağırlık değerine sahip olacaklardır.

Bu bilgiler ışığında, incelenen metotların ağırlık değerleri ortalaması ve soru formunda yer alacak kategoriler için önerilen ağırlık değerleri Tablo 4.7'de gösterilmektedir.

Tablo 4.7 Kategoriler için önerilen ağırlık değerleri.

Metot	Temel Sürdürülebilirlik İlkeleri					
	Enerji	Su	Malzemeler	İç Mekan Çevresel Kalitesi	Arazi	Yenilikler
HK-BEAM ve LEED ORTALAMASI	%28	%7	%14	%31	%17	%3
ÖNERİLEN DEĞER	*%31*	*%7*	*%14*	*%31*	*%17*	-

4.3.3 Kategorilere Ait Kredilerin Belirlenmesi ve Soru Formunun Oluşturulması

Krediler ağırlıklı olarak LEED ve HK-BEAM metotlarından yararlanılarak belirlenmiş ve mevcut binaları değerlendirme için görüşmelerde kullanmak üzere Tablo 4.8'de görülen soru formu haline getirilmiştir. Bu formda her kategoriye ilişkin kredilerin neler oldukları görülmektedir. Buna göre; enerji kategorisi için 11 kredi, iç mekan çevresel kalitesi için 11 kredi, arazi kategorisi için 11 kredi, malzeme kategorisi için 8 kredi ve su kategorisi için 4 kredi belirlenmiştir.

Tablo 4.8 Soru Formu.

	KREDİLER		Evet	Hayır	Belirsiz
KATEGORİLER	Enerji (11 kredi)	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı			
		Binanın kendi enerjisini üretme yeteneği			
		Bina HVAC sistemlerinin düzenli bakımı			
		Kullanıcı ve yöneticilerin enerji verimliliği konusunda bilgilendirilmesi			
		CO2 üretiminin ölçülmesi görüntülenmesi			
		Enerji tüketiminin ölçülmesi ve görüntülenmesi			
		Bina kabuğunda ısı yalıtımı yapılması			
		Enerji verimli ekipman kullanımı			
		Enerji verimli HVAC sistemleri kullanımı			
		Doğal aydınlatmaya yönelik tasarım			
		Doğal havalandırmaya yönelik tasarım			
	İç Mek. Çevr. Kalitesi (11 kredi)	Yangın güvenlik sistemlerinin düzenli kontrolü ve bakımı			
		Bina güvenliğinin sağlanması			
		Aydınlatma sistemi üzerinde kullanıcı kontrolü imkanı			
		Havalandırma sistemi üzerinde kullanıcı kontrolü imkanı			
		Kullanıcıların manzara ve günışığından faydalanması			
		Voc kontrolü			
		Lejyoner hastalığının engellenmesi			
		Sigara kullanımından kaynaklanan tütün dumanının kontrolü			
		Mekanlar arasında ses izolasyonu sağlanması			
		Engelliler için ulaşım ve kullanım kolaylığı			
		Düzenli temizlik ve yılda bir kez yüksek performanslı temizlik yapılması			
	Arazi (11 kredi)	Toplu taşıma imkanı			
		Binaya giren ve çıkan araçlar için güvenli ve etkin giriş imkanı			
		Şehir merkezine yakınlık			
		Toplu taşımanın desteklenmesi			
		Yaya alanlarında bina kaynaklı rüzgar kontroluna uygun tasarım			
		Erozyon kontrolü			
		Bina strüktürü ve kaplama malzemesinin düzenli bakım ve temizliği			
		Bina çevresindeki bölümlerin düzenli bakım ve temizliği			
		Bina kullanıcılarının çevresel imkanlardan faydalanabilmesi			
		Bina kullanıcılarının rekreasyon alanları ve açık alanlardan yararlanması			
		Binanın bulunduğu arazide peyzajın sağlanması			
	Malzemeler (8 kredi)	Modüler ve standartlaşmış boyutlarda malzemelerin kullanıldığı tasarım			
		Farklı mekanlara farklı kullanım imkanları sağlayabilen esnek tasarım			
		Yenilenebilir ve geri-dönüşümlü malzemelerin kullanımı			
		Atıkların yönetimi			
		Geri dönüşümlü atıkların toplanması, ayıklanması ,depolanması ve atılması			
		Ozon tabakasına zararlı malzeme kullanımının azaltılması			
		Zehirli malzeme kullanımının azaltılması (Ampullerdeki civa)			
		Asbest kullanılmaması			
	Su (4 kredi)	Su verimli ekipman kullanımı			
		Yağmur suyu kullanımı			
		Atık suların yeniden kullanımı			
		Su verimli peyzaj (sulama ihtiyacı az olan bitkilerin kullanılması)			

4.3.4 Puanlama Sisteminin Oluşturulması ve Toplam Puanın Belirlenmesi

Tezde incelenen metotlardaki sınıflandırma sistemlerinden farklı olarak sadece sürdürülebilirlik ilkelerine uygunluk belirlenecektir. Uygulama ve algılama kolaylığı açısından toplam yüz kredi üzerinden değerlendirmeye dayalı bir sistem kurulmuştur.

Böylece kategori başına verilen toplam puan, önceden belirlediğimiz yüzde ağırlık değerlerine eşit olacaktır. Örneğin; ağırlık değeri %31 olan enerji kategorisi toplam 31 puana sahip olurken, %17 ağırlık değerine sahip arazi kategorisi 17 puan sağlayacaktır. Kredi değerleri ise kategorilerin toplam puanlarının kredi sayısına bölünmesiyle elde edilecektir. Örneğin; enerji kategorisinin her bir kredisi, 31 puanın 11'e bölünmesi sonucunda elde edilen 2.8 kredi değerini taşıyacaktır. Diğer kategorilere ait kredi değerleri de aynı şekilde belirlenecektir. Tablo 4.9'da kategorilere ilişkin, kredi sayıları, kredi değerleri ve toplam kategori puanları birarada gösterilmiştir.

Sonuç olarak, değerlendirilmeye alınan bir bina, kazandığı puan kadar sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak değerlendirilecektir. Örneğin; enerjiden 8, iç mekan çevresel kategorisinden 7, araziden 6, malzemeden 5, su kullanımından 3 kredi sağlayan bir binanın toplam puanı: **(8x2.8) + (7x2.8) + (6x1.55) + (5x1.75) + (3x1.75) = 65.3 değerindedir.** Önerilen anket doğrultusunda böyle bir binanın, sürdürülebilirlik ilkelerini %65 oranında karşıladığını söylemek mümkündür.

Tablo 4.9 Puanlama sistemi.

Kategoriler	Kredi Sayısı	Kredi değeri	Puan
Enerji	11	2.80	31
İç mekan çevresel kalitesi	11	2.80	31
Arazi	11	1.55	17
Malzemeler	8	1.75	14
Su	4	1.75	7
Toplam			100

4.4 Uygulama

Önerilen yaklaşımın bir uygulamasını yapmak üzere akıllı binalar bölümünde genel özelliklerine ilişkin bilgi verilen ve İstanbul'daki akıllı binalar arasında yer alan Tekfen Tower, İş Kuleleri ve Polat Tower; çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmek üzere seçilmiştir. Bu üç binadaki ilgili kişilerle yapılan görüşmelerde; çevresel sürdürülebilirlik ilkelerini ve çevresel değerlendirme metotlarını temel alarak oluşturulan soru formu kullanılmıştır. Alınan cevaplar doğrultusunda her üç bina için elde edilen puanlar Tablo 4.10'da görülmektedir.

Tablo 4.10 Seçilen akıllı bina örnekleri için belirlenen puanlar.

Değerlendirme Kategorileri	Soru Formu Uygulanan Akıllı Binalar		
	Tekfen Tower (Levent)	İş Kuleleri (Levent)	Polat Tower Residence (Fulya)
Enerji (31)	25.2	22.4	25.2
İç Mekan Çevresel Kalitesi (31)	31	28	31
Arazi (17)	17	17	13.95
Malzemeler (14)	14	14	14
Su (7)	5.25	5.25	5.25
Toplam (%)	92.45	86.65	89.40

Uygulama sonunda, Tekfen Tower 92.45 ile en yüksek puanı alırken, Polat Tower Residence 89.40, İş Kuleleri ise 86.65 puan almıştır. Puanlar soru formu uygulamaları kapsamında kategorilere bağlı olarak incelendiğinde, enerji kategorisindeki puan kayıplarının yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmaması ve binaların kendi enerjisini üretme yeteneğine sahip olmamalarından; iç mekan çevresel kalitesinde ise, havalandırma sistemi üzerindeki kullanıcı kontrolü bulunmamasından kaynaklandığı görülmektedir. Malzemeler kategorisinden tam puan alan 3 binanın su kategorisindeki kayıpları ise atık suların yeniden kullanılmamasından kaynaklanmaktadır. Polat Tower Residence'ın arazi kategorisinde puan kaybetmesinin nedeni toplu taşıma ve ulaşım imkanlarının kısıtlılığından ileri gelmektedir.

4.5 Bölüm Sonucu

Başlıca çevresel değerlendirme metotları olan BREEAM, BEPAC, HK-BEAM ve LEED'in üçüncü bölümde belirlenen temel sürdürülebilirlik ilkeleri kapsamında incelenmeleri doğrultusunda, ağırlıklı olarak HK-BEAM ve LEED'in değerlendirme sistemlerinden yararlanan bir yaklaşım oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, akıllı binaların çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesinde genel bir görüş edinme amacıyla kullanılabilmektedir. Mevcut metotlar çoğunlukla uluslararası kullanım için düşünülmüş olsalar da, uygulanan farklı kanunlar, çevre anlayışı veya gelişmişlik seviyesine bağlı olarak, bu yaklaşım dahilinde yapılan değerlendirme ve ele alınan kriterler açısından bakıldığında; ülkemizde elde edilen sonuçlar sayısal bir değerlendirme sunmaktan çok konuyla ilgili fikir vermek ve genel bilgi edinmek amacıyla kullanılmaya yöneliktir.

Daha kesin veriler elde etmek için Türkiye`deki koşulların incelenerek, bunları temel alan kapsamlı bir yaklaşım oluşturulması gereklidir. Bu yaklaşım kapsamında, incelediğimiz metotlardan farklı olarak yeni değerlendirme kategori veya kriterlerinin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Örneğin, incelediğimiz başlıca 4 metodun değerlendirme kapsamında yer almayan deprem konusu, çevresel sürdürülebilirlik söz konusu olduğunda çok büyük önem kazanmakta ve deprem kuşağında yer alan Türkiye için en önemli değerlendirme faktörlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Deprem riski, malzemeler ve insan sağlığı gibi konuların yanında, incelediğimiz metotların farklı koşullardan dolayı değerlendirme dışı tuttuğu kriterlerin ortaya çıkmasına bağlı değişiklik ve eklemelerin yapılması da gerekli olacaktır.

Ülkemizdeki binaların çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesine yönelik kapsamlı sonuçlar ve sayısal verilere ulaşılmasını sağlayacak bir yaklaşım ise, öncelikli olarak bahsettiğimiz başlıca çevresel bina değerlendirme metotlarından biri ya da yeni oluşturulacak bir metodun; ülkemizde uygulanan ve geliştirilecek olan çevresel standartlara ve ülke koşullarına bağlı olarak değerlendirme imkanı sunacak şekilde düzenlenmesi ve uzmanlarca uygulanmasıyla elde edilebilecektir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Akıllı Binaların çevresel sürdürülebilirliğe önemli derecede katkı sağlayabilecekleri açıktır. Isıtma, soğutma, iklimlendirme ile aydınlatma, yangın, güvenlik ve enformasyon sistemlerinin maksimum etkinlik ve verim sağlanacak şekilde merkezi bir sistem tarafından yönetildiği bu tip binalar, sahip oldukları akıllı sistemler ve sistemler arası karmaşık ilişkilerin yönetimi ile bütünlüğün sağlanmasının avantajıyla çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlayabilmektedirler.

Kullanıcıların konforlu ve üretken ortamlarda maksimum verimle çalışmalarını sağlama, bunu da minimum ömür boyu maliyetle, etkin şekilde yapabilme amacı güden akıllı binalar üzerine yapılan çalışmada; çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda hazırlanan soru formu, İstanbul'daki akıllı binalar arasında yer alan Tekfen Tower, İş Kuleleri ve Polat Tower Residence'a uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar; bu binaların çevresel sürdürülebilirlik kriterlerine büyük oranda uygun olduklarını göstermiştir. Amaçlanan, sayısal bir değerlendirme yapmaktan çok, tezde ayrı ayrı yer verilen akıllı bina ve çevresel sürdürülebilirlik kavramları arasındaki ilişkinin daha somut şekilde açıklanması ve akıllı binaların çevresel sürdürülebilirlik konusunda sağlayabilecekleri katkıların mevcut çevresel bina değerlendirme metodlarından yararlanılarak ortaya koyulması olmuştur.

Soru formunun seçilen akıllı bina örneklerine uygulanması sonucunda elde edilen veriler, bu binaların temel çevresel sürdürülebilirlik kategorilerine büyük oranda uygun olduklarını göstermiştir. Verilere bakıldığında, rakamların çok yüksek veya başka bir deyişle iyimser oldukları düşüncesi ortaya çıkarabilir. Bunun nedeni, soru formunun değerlendirme metodlarına göre daha basit ve az kapsamlı olarak, genel bir incelemeye imkan verecek şekilde düzenlenmiş olmasıdır. Başlıca çevresel değerlendirme metodlarından biri uygulama için kullanıldığı takdirde elde edilecek rakamların farklılık göstermesi muhtemeldir. İncelenen metodların bazıları değerlendirme kategorileri ya da kategoriler altında yer alan krediler için ön gereklilikler sunmakta, bunlardan bazıları ise yerel veya uluslararası standartlara

bağlı bulunmaktadır. Bu ön gereklilikler sağlanmadığında ise, bağlı oldukları kategori veya kredi kapsamında değerlendirme yapılmamaktadır. Ayrıca, sözü geçen metodların uygulanmasında, metodları oluşturan organizasyonlara bağlı uzmanlar görev almakta, değerlendirme bu uzmanların gözetiminde yapılmaktadır. Soru formu kapsamında elde edilen veriler ise; çoğunlukla görüşme yapılan yetkililerden alınan bilgilere dayanarak düzenlenmiştir. Yine hazırlanan soru formundan farklı olarak değerlendirme kategorileri ve kredilerde, örneğin, enerji kayıp ve kazançları ya da kişi başı su tüketimi gibi sayısal verilere bağlı olarak farklı puanlama imkanları uygulanmaktadır.

Bölümün başında belirtildiği gibi, akıllı binaların çevresel sürdürülebilirlik açısından çok önemli katkıları olabileceği açıktır. Bu katkı özellikle, en önemli kategoriler olan enerji ve iç mekan çevresel kalitesinde sağlanmaktadır. Bu kategoriler kapsamında karşılaşılan sorun ise, doğal kaynaklardan maksimum şekilde yararlanan ve sadece bunların yetersiz olduğu durumlarda elektronik sistem ve akıllı bileşenlerden destek alan binalar yerine, sadece sahip olduğu elektronik sistemlerden dolayı akıllı olarak değerlendirilen ve kullanıcı-çevre bağlantısını sağlayamayan binalarda yaşanmaktadır. Akıllı Binalar; arazi, malzemeler ve su kategorilerinde de oldukça başarılı sonuçlar elde etmektedir. Bunlardan arazi ve malzemeler, günümüz akıllı binalarının birçoğunun, özellikle çok katlı ve prestij amaçlı binalar olduğu düşünülürse; birçok pahalı, farklı ve özel malzeme kullanımının, kullanıcıların özel isteklerinin, arazinin çok değerli olduğu alanlarda inşa edilmelerinin sonucu olarak sağlanmaları daha güç olan kategoriler olarak görülmektedir.

Sürdürülebilir bir gelecek söz konusu olduğunda; sürekli artan nüfus ve teknolojik gelişmelerin doğurduğu daha fazla ihtiyaç, tüketim ve hızlı değişime bağlı olarak akıllı binalar, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlayabilir ve geleceğin modern yerleşim alanlarının önemli bir unsuru olabilirler. Unutulmaması gereken; bu katkının sağlanmasındaki sınırlayıcı etkenin sadece teknoloji değil doğaya saygılı tasarım ile toplumsal çevre bilinci ve çevrenin korunmasına yönelik kısıtlama ve kanun uygulamalarının ne oranda anlaşıldığı ve uygulandığı olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Hamilton, A., Nelson, M., 1999. The Role of Intelligent Buildings in Sustainable Development**,** *International Congress on Intelligent and Responsive Buildings,* Brugge, Belgium, March 29-30.

[2] Bell, J., 2003. Is "smart" always "sustainable" in building design and construction?, *Smart and Sustainable Built Environment,* Brisbane, Australia, November 2003, 1-6.

[3] Serbini, K., Krawczyk, R., 2004, E-design in Architecture KFUMP, *1ST ASCAAD International Conference*, Dhahran, Saudi Arabia, December 2004, 139.

[4] INTERNET www.coggan.com/aboutintelligentbuildings.html (ŞUBAT, 2003)

[5] INTERNET www.nordx.com/public/htmen/3_1.htm (ŞUBAT, 2003)

[6] INTERNET www.ibuilding.gr/definitions.html (ŞUBAT, 2003)

[7] INTERNET www.arup.com/communications/knowledge/intelligent.htm (ŞUBAT, 2003)

[8] INTERNET http://www.coggan.com/intelligent-building-systems.html (ŞUBAT, 2003)

[9] Lafontaine, J., 1999. Intelligent Building Concept, *PWGSC A&ES Technology,* Ontario, Canada, January 1999, 4.

[10] INTERNET www.yapirehberi.net/Yazi-Akillibina.htm (MART, 2003)

[11] Zağpus, S., 2002.Development of Intelligent Buildings and Their Impacts on Architecture in Turkey, *Yüksek Lisans Tez*, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.

[12] INTERNET www.sensor.com.tr/gazete/makale.pdf (MART, 2003)

[13] Sharples, S., Callaghan, V., Clarke, G., 1999**.** A Multi-Agent Architecture For Intelligent Building Sensing and Control**,** *International Sensor Review Journal***,** Colchester, UK**,** May 1999**,** 3.

[14] Callaghan, V., Clarke, G., Pounds-Cornish, A., Sharples, S., 2000. Buildings as Intelligent Autonomous Systems: A Model For Integrating Personal and Building

Agents**,** *6th International Conference on Intelligent Buildings***,** Venice, Italy, July 2000, 1-2.

[15] Avican, G., 1999. Akıllı Bina Otomasyon Sistemleri ve Türkiye'deki uygulamaları, *Yüksek Lisans Tez,*. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[16] INTERNET http://belimo.com.tr/kitaplik/acikprotokoltarihce.html (EKİM, 2005)

[17] Halefşan, S., 2004. Bina Otomasyonunda Yeni Trendler ve BACnet, *BEST Dergisi*, **39**, 64-70.

[18] INTERNET http://belimo.com.tr/kitaplik/ttmd04mart.html (EKİM, 2005)

[19] INTERNET http://www.bilesim.com.tr/tr/index.nsf?lf=/tr/leftbaryayincilik.html &rf=http://www.bilesim.com.tr/mistoportal/showmakale.nsf?xd=1119.xml (KASIM, 2005)

[20] INTERNET http://www.bilesim.com.tr/tr/index.nsf?lf=/tr/leftbaryayincilik.html &rf=http://www.bilesim.com.tr/mistoportal/showmakale.nsf?xd=2227.xml (KASIM, 2005)

[21] Okutan M., 2001. Akıllı Konutlar, *XXI Mimarlık Kültürü Dergisi*, **9**,114-117.

[22] Çakmanus İ., 2004. Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, **84**, 20-27.

[23] Cinemre, T., 2004. Kişisel görüşme.

[24] INTERNET http://www.rotagayrimenkul.org/index.php?haber_id=23&PHPSESSID=f2b6871681db1ac9898584834263fdc7 (ARALIK, 2005)

[25] INTERNET http://www.polattower.com/tr/polattower/tanitim.asp (ARALIK, 2005)

[26] INTERNET http://skyscraperpage.com/diagrams/?c749 (OCAK, 2006)

[27] INTERNET http://www.hurriyetim.com.tr/haber/0,,sid~1@nvid~333350,00.asp (OCAK, 2006)

[28] INTERNET http://www.ntv.com.tr/news/155016.asp (OCAK, 2006)

[29] Williamson, T. and Redford, A. and Bennets, H., 2003. Understanding Sustainable Architecture, pp. 1-9, 31-32, Spon Press, London

[30] Mendler, F. S. and Odell, W., 2000. The Guidebook to Sustainable Design, pp. 1-2, HOK, New York

[31] Maiellaro, N., 2001. Towards Sustainable Building, pp. 11-25, Kluwer Academic Publishers, Boston

[32] Plessis, D. C., 2002. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries, pp. 5-19, Capture Pres, Pretoria

[33] INTERNET http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/ARCH pdfs/ARCHdesIntro.pdf (EKİM, 2005)

[34] INTERNET http://www.nps.gov/dsc/dsgncnstr/gpsd/ch6.html (EKİM, 2005)

[35] INTERNET http://www.civil.ubc.ca/faculty/SNesbit/Bullet2.pdf (EKİM, 2005)

[36] INTERNET http://www.ba.itc.cnr.it/sksb/PAPERS/35-57o.pdf (ŞUBAT, 2006)

[37] INTERNET http://www.usgbc.org/Docs/Resources/BDCWhitePaperR2.pdf (ŞUBAT, 2006)

[38] INTERNET http://www.breeam.org/ (ŞUBAT, 2006)

[39] INTERNET http://www.breeam.org/pdf/MOPredictionChecklist2005.pdf (ŞUBAT, 2006)

[40] INTERNET http://www.smartoffice.com/gb6.htm (ŞUBAT, 2006)

[41] Peuportier, B., Kohler, N., Boonstra, C., Blanc-Sommereux, I., Hamadou, H., Pagani, R., Gobin, C., Kreider, J., 1997, European Methodology for the Evaluation of Environmental Impacts of Buildings, Project REGENER Final Report to European Commission DG 12, Paris, Fransa, January 1997, 48-50

[42] INTERNET http://www.hk-beam.org.hk/fileLibrary/intro_eng.pdf (ŞUBAT, 2006)

[43] INTERNET http://www.hk-beam.org.hk/fileLibrary/5-04%20(full)%2021 feb05.pdf (ŞUBAT, 2006)

[44] Kibert, J., C., 2005. Sustainable Construction, pp. 72-73, Wiley and Sons, New Jersey

[45] INTERNET https://www.usgbc.org/FileHandling/show_general_file.asp? DocumentID=799 (MART, 2006)

[46] INTERNET https://www.usgbc.org/FileHandling/show_general_file.asp? DocumentID=679 (MART, 2006)

ÖZGEÇMİŞ

Ulaş Civan, 27 Temmuz 1978 yılında Göynük'te doğmuştur. İlk öğrenimini Çapa Gazi İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini Bahçelievler Adnan Menderes Anadolu Lisesi'nde tamamlamıştır. 1996 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'ne girmiştir. Lisans eğitimini 2001 yılında tamamlamış ve aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Ensitütüsü Mimarlık Anabilim Dalı Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programına başlamıştır. Halen, yüksek lisans programına devam etmektedir.