YAPILI ÇEVREDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİNİ AZALTMA VE UYUM STRATEJİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Büşra AYDIN

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPILI ÇEVREDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİNİ AZALTMA VE UYUM STRATEJİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Büşra AYDIN
0009-0000-7078-622X

Prof. Dr. Nilüfer TAŞ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS
MİMARLIK ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAPILI ÇEVREDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİNİ AZALTMA VE UYUM STRATEJİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Büşra AYDIN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nilüfer TAŞ

İklim değişikliğinin temel nedeni insan faaliyetleri sonucu atmosferdeki sera gazı miktarında ve küresel ortalama sıcaklıklarda artış yaşanmasıdır. Bu artış mevcut doğal dengede zamanla yıkıcı etkiler oluşturur. Yapı, yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu atık ve tükettiği enerji ile çevreye zarar vermektedir. Yapı üretiminin de etkisiyle değişen hava koşulları, yapıların maruz kaldığı dış kuvvetleri etkilemektedir. Yapılar ve kentler iklim değişikliği kaynaklı tehlikelerin neden olacağı risklere karşı kırılgandır. Bu kırılganlıkla mücadele etmek, yaşam alanlarımızın ve yapıların dirençliliğini arttırmak, inşaat sektöründe gelişen teknolojileri kullanmak ve yapı üretim sürecinde yer alan aktörlerin (mimar, mühendisler, işveren, denetim) alacağı kararlar ile mümkün olacaktır.

Mimarlıkta sürdürülebilirlik, yapılı çevrenin doğal çevre üzerindeki etkilerini azaltmanın yollarını vurgularken dirençlilik kentlerin ve yapıların iklim kaynaklı risklerle nasıl başa çıkabileceğini ve afetlerden nasıl kaçınabileceğini vurgular. Bu noktada bu iki kavram bir bütünün parçalarını oluşturur. Sürdürülebilirlik ve dirençlilik söz konusu olduğunda dünyada öne çıkan kavramsal renkler akla gelmektedir. ‘‘Yeşil gündem’’ sürdürülebilirlik yaklaşımlarını temsil ederken, ‘‘mavi gündem’’ dirençli olmayı ifade etmektedir. Ayrıca tasarım kararlarında her ikisinin de benimsendiği bir yaklaşım olarak ifade edilen ‘‘turkuaz gündem’’ de yer almaktadır. Turkuaz gündem; dirençlilik kaygılarının daha geniş sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle birleştirilmesidir. Bu çalışmanın amacı; yapı üretiminin iklim değişikliğine olan etkilerini azaltabilmek ve adaptasyon sağlamak amacıyla benimsenen (gündem) yaklaşımların araştırılması ve sunulmasıdır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Stratejik yaklaşımlar, Turkuaz gündem, Yapılı çevre.

2023, viii + 116 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF ADAPTATION STRATEGIES AND MITIGATION OF THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE IN THE BUILT ENVIRONMENT

Büşra AYDIN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Nilüfer TAŞ

The basic reason for climate change is the increase in the amount of greenhouse gases in the atmosphere and global average temperatures as a result of human activities. This increase creates devastating effects on the current natural balance over time. The building harms the environment with the waste it creates and the energy it consumes during its life cycle. Changing weather conditions, also with the effect of building production, affect the external forces that buildings are exposed to. Buildings and cities are vulnerable to the risks posed by climate change hazards. It is possible to combat this vulnerability, to increase the durability of our living spaces and buildings, by using the developing technologies in the construction sector and by design decisions to be taken by the actors (architects, engineers, employers, supervision) involved in the building production process.

Sustainability in architecture highlights ways to reduce the built environment's impact on the natural environment, while resilience highlights how cities can cope with climate-related risks and avoid disasters. At this point, these two concepts form parts of a whole. When it comes to sustainability and durability, conceptual colors that stand out in the world come to mind. While the ‘‘green agenda’’ represents sustainability approaches, the ‘‘blue agenda’’ refers to being resilient. There is also the ‘‘turquoise agenda’’, which is expressed as an approach where both are adopted in design decisions. Turquoise agenda; combining resilience concerns with the broader sustainability and sustainable development goals. The aim of this study; It is the research and presentation of (agenda) approaches adopted in order to reduce the effects of climate change in building production and to provide adaptation.

Key words: Built environment, Climate change, Strategic approaches, Turquoise agenda.

2023, viii + 116 pages.

ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin başından itibaren değerli bilgi ve birikimini sabırla aktarıp bu süreci tamamlamama en büyük katkı ve desteği sağlayan sevgili danışmanım Prof. Dr. Nilüfer TAŞ'a teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitim süreci boyunca desteklerini, tecrübelerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Murat TAŞ'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan canım annem Songül DEMİRTAŞ'a, attığım her adımda desteğini esirgemeyen ablası olmaktan gurur duyduğum canım kardeşim Şükrü Selman BURUŞLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte isimlerini saymakla bitiremeyeceğim desteğini ve takdirini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma ve her zaman bana ilham olan, cesaretlendiren sevgili Gonca RASLAYAN'a, son olarak bu zorlu süreçte sevgisini, inancını ve desteğini benden hiç esirgemeyen sevgili eşim Yasin AYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Büşra AYDIN
26/11/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ viii
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI 5
2.1. Çevre ve İklim Değişikliği Kavramları 5
2.1.1. Doğal ve Yapılı Çevre 6
2.1.2. İklim Değişikliği 11
2.1.3. Yapılı Çevre ve İklim Değişikliği Arasındaki İlişki 15
2.2. Yapı Yaşam Süreci ve İklim Değişikliğine Etkilerini Azaltma ve Uyum Stratejileri 21
2.2.1. Yeşil Gündem Kavramı: ‘‘Sürdürülebilirlik’’ 26
2.2.2. Mavi Gündem Kavramı: ‘‘Dirençlilik’’ 47
2.2.3. Turkuaz Gündem Kavramı: ‘‘Sürdürülebilirlik ve Dirençlilik’’ 64
3. MATERYAL ve YÖNTEM 73
3.1. Çalışmanın Materyali 73
3.2. Çalışmanın Yöntemi 73
3.2.1. Yeşil Gündem ile İlgili Dünya’da Yapılan Çalışmalar 74
3.2.2. Mavi Gündem ile İlgili Dünya’da Yapılan Çalışmalar 81
3.2.3. Turkuaz Gündem ile İlgili Dünya’da Yapılan Çalışmalar 88
4. BULGULAR 96
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 101
KAYNAKLAR 105

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
CH_4	Metan
CO_2	Karbondioksit
kWh	Kilowatt saat
N_2O	Azot Protoksit

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method
GlobalABC	Global Alliance for Buildings and Construction
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
LCA	Life Cycle Assessment
LED	Light-emitting diode
LEED	Leadership Energy Environmental Design
SKH	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
UIA	Union Internationale Des Architectes
USGBC	United States Green Building Council
WCED	World Commission on Environment and Development
WorldGBC	World Green Building Council
WWF	World Wildlife Fund

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.	Çevre düzeni ve tanımı……..	7
Şekil 2.2.	Doğal çevrenin yapılı çevre ile bütünleşmesi…….	9
Şekil 2.3.	Yapılı çevrenin yaşam döngüsü…….	10
Şekil 2.4.	2022'de seçilmiş önemli iklim anormallikleri ve olayları……..	13
Şekil 2.5.	Ekonomik sektörlere göre sera gazı emisyonları…….....	14
Şekil 2.6.	İklim değişikliği ve kentler arasındaki sebep-sonuç ve müdahale ilişkisi…….	16
Şekil 2.7.	Yapay çevrenin doğal sistemler üzerindeki etkisi……..	16
Şekil 2.8.	Yapının ömrü boyunca çevresel etkileri…….	17
Şekil 2.9.	İklim değişikliğinin yapılar, yapı sakinleri ve yapılarda meydana gelen kilit süreçler üzerinde etkili olduğu ana mekanizmalara şematik bir genel bakış……...	19
Şekil 2.10.	Bir yapının yaşam döngüsünün evreleri ve birbiriyle olan ilişkisi.....	22
Şekil 2.11.	Sürdürülebilirliğin üç temel bileşen ile ilişkilendirilmesi……...	28
Şekil 2.12.	Sürdürülebilir yapım için basit bir kavramsal model…….....	32
Şekil 2.13.	Sürdürülebilir yapım kavramsal modellemesi……	34
Şekil 2.14.	Sürdürülebilir bir yapı tasarımı için geliştirilen kavramsal çerçeve…	39
Şekil 2.15.	‘‘Kaynak Yönetimi’’ ilkesinin stratejileri ve uygulama yöntemleri...	40
Şekil 2.16.	Yapının yaşam döngüsünde enerji tüketimi……...	41
Şekil 2.17.	Sürdürülebilir yapı yaşam döngüsü modeli…….....	43
Şekil 2.18.	‘‘Yaşam Döngüsü Tasarımı’’ ilkesinin stratejileri ve uygulama yöntemleri……..	44
Şekil 2.19.	‘‘İnsan İçin Tasarım’’ ilkesinin stratejileri ve uygulama yöntemleri..	45
Şekil 2.20.	Dirençliliğin evrimi……	48
Şekil 2.21.	Kentsel sistemin kavramsal bir şeması……...	49
Şekil 2.22.	Kentsel dirençlilik boyutlarının çerçevelenmesi……	52
Şekil 2.23.	Kentsel dirençlilik……..	55
Şekil 2.24.	Kentsel dirençlilik kavramları……	55
Şekil 2.25.	Sürdürülebilir kalkınma hedefleri……..	59
Şekil 2.26.	Turkuaz gündem yaklaşımı katılımcıları…….....	64
Şekil 2.27.	Çevre sorunları, iklim değişikliği ve tasarım stratejileri arasındaki bağlantı……...	65
Şekil 2.28.	Mavi gündem ve yeşil gündem……..……	66
Şekil 2.29.	Sürdürülebilirlik ve dirençlilik arasındaki farklı ilişkiler……...	68
Şekil 2.30.	Yapılar için sürdürülebilirlik faktörlerinin kapsamı ve dirençlilikle bağlantısı……...	69
Şekil 2.31.	Dirençli ve sürdürülebilir tasarım kriterlerinin kesişimini gösteren grafik……..	71
Şekil 3.1.	The Crystal dış görünüş A) yapı dış görünüş B) yapı giriş bölümü…	74
Şekil 3.2.	The Crystal A) eskiz çalışması B) vaziyet planı……	76
Şekil 3.3.	Feldballe School A) yan görünüş B) ön görünüş……	78
Şekil 3.4.	Feldballe School A) samandan oluşan sıkıştırılmış panel sistemi B) çatıda yer alan güneş panelleri……..……..	78
Şekil 3.5.	UN17 Village A) dış görünüş B) ortak kullanım alanı……..	78

Şekil 3.6.	UN17 Village tasarım aracı ve global hedefler……..	79
Şekil 3.7.	UN17 Village A) çatı bahçesini içeren kısmi görünüş B) dış görünüş	79
Şekil 3.8.	Druk Lotus School A) yan görünüş B) bahçe ve toplanma alanı……	81
Şekil 3.9.	Druk Lotus School A) çatıda yer alan güneş panelleri B) iç mekân fotoğrafı……..	81
Şekil 3.10.	Punta Cana House vaziyet planı…….	83
Şekil 3.11.	Punta Cana A) çatı tasarımı B) çatı kaplaması……..	83
Şekil 3.12.	Punta Cana A) iç mekân fotoğrafı B) iç mekân fotoğrafı……..	83
Şekil 3.13.	Pixel A) dış görünüş B) iç mekân fotoğrafı……	85
Şekil 3.14.	Pixel su döngüsü…….	87
Şekil 3.15.	Pixel gölgeleme ve görünümler……..	87
Şekil 3.16.	Pixel dış görünüşler……	87
Şekil 3.17.	Bosco Verticale A) dış görünüş B) dış görünüş……..	88
Şekil 3.18	Bosco Verticale A) mevsimler ile cephedeki değişim B) sulama kanalları ve dikey orman……	89
Şekil 3.19.	The Bullitt Center A) yan görünüş B) çatıdaki fotovoltaik paneller..	91
Şekil 3.20.	The Bullitt Center taşıyıcı, su ve enerji sistemi……..	91
Şekil 3.21.	Mercedes Benz Stadyumu çatı görünüşü A) açık çatı görünüşü B) kapalı çatı görünüşü……	95
Şekil 3.22.	Mercedes Benz Stadyumu halo formu……	95

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1.	Yaşam döngüsü kavramlarının değerlendirilmesi…….....	22
Tablo 2.2.	Du Plesis'in sürdürülebilir kalkınma ilkeleri……...	30
Tablo 2.3.	Yapı ölçeğinde yeşil gündem stratejileri …….	46
Tablo 2.4.	Kentsel dirençlilik tanımları…….....	51
Tablo 2.5.	Kentlerin kırılganlıklarını belirlemeye yardımcı olan fiziksel, sosyal ve mekânsal göstergeler…….....	53
Tablo 2.6.	Kentsel dirençliliğin ana karakteristikleri…….....	56
Tablo 2.7.	Uyum kapasitesi yüksek ve dirençli yapı tasarımı için temel nitelikler……...	61
Tablo 2.8.	Yapılarda dirençlilik stratejileri ve uyum sağlama modelleri……. …	62
Tablo 2.9.	Yapı ölçeğinde mavi gündem stratejileri…….	63
Tablo 2.10.	Dirençlilik için sürdürülebilir tasarım ve tasarımın temel konularının karşılaştırılması…….....	70
Tablo 2.11.	Yapı ölçeğinde turkuaz gündem stratejileri…….	72
Tablo 3.1.	The Crystal yapısının yeşil gündem stratejileri kapsamında incelenmesi……..	75
Tablo 3.2.	Feldballe School yapısının yeşil gündem stratejileri kapsamında incelenmesi……..	77
Tablo 3.3.	UN17 Village yapısının yeşil gündem stratejileri kapsamında incelenmesi……..	80
Tablo 3.4.	Druk White Lotus School yapısının mavi gündem stratejileri kapsamında incelenmesi……..	82
Tablo 3.5.	Punta Cana House yapısının mavi gündem stratejileri kapsamında incelenmesi……..	84
Tablo 3.6.	Pixel yapısının mavi gündem stratejileri kapsamında incelenmesi….	85
Tablo 3.7.	Bosco Verticale yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi…….....	89
Tablo 3.8.	The Bullitt Center yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi…….....	92
Tablo 3.9.	Mercedes Benz Stadium yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi…….....	94
Tablo 5.1.	Turkuaz gündem kapsamında yapı tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler…….....	103

1. GİRİŞ

İnsan faaliyetlerinin bir sonucu olarak günümüzde atmosferdeki sera gazı miktarı katlanarak artmaktadır. Bu durum gezegeni tehdit eden ciddi sonuçlar doğurmakla beraber ilerici, doğal dengeyi koruyucu yaşamı mümkün kılmayı zorlaştırmaktadır. Giderek artan sera gazı miktarı atmosferde ozon tabakasının yok olması, küresel ısınma, buzulların erimesi, zincirleme bir sistematik ile iklimin değişmesi sonucunu doğurmuştur. Bunun bir sonucu olarak insanlık iklim değişikliği gündemiyle karşı karşıya kalmıştır. Kullanıcılar yaşam alanlarının ve yapıların üretimi ile günümüzde bu döngüye negatif katkı sağlamaktadır. Gelinen noktada gerekli önlemlerin alınması, mücadele noktasında yeterli özverinin gösterilmemesi olası olumsuz etkilerin kalıcılığını arttıracaktır. İklim değişikliğiyle mücadelede tek başına çevre bazlı, mikro ölçekte alınacak kararlar ve önlemler yeterli olmayacaktır. Yapılı çevrenin parametrelerini oluşturan insandan, yani kullanıcıdan başlayan toplumsal bir çabanın yönetim politikalarında yer alması ve küresel ölçekte gündeme alınması gerekmektedir.

Dünyanın iklimi son yüzyılda olağan hızının dışında değişim göstermektedir. Değişen hava koşulları doğal ve yapılı çevre üzerinde tehditler oluşturmaktadır. Bununla birlikte su kıtlığının ortaya çıkması, insan sağlığının olumsuz etkilenmesi, aşırı hava olaylarının yaşanması ve bunların bir sonucu olarak afetlerle karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır. İklim değişikliğini etkileyen ve bu değişimin sonuçlarından etkilenen sektörler arasında yapı üretimi sektörü de yer almaktadır. Yapılı çevre, sera gazı emisyonlarının en büyük sebeplerinden biri olduğundan, sürdürülebilirliğinin sağlanması kritik öneme sahiptir. Bu nedenle kentsel yapılı çevreler, uygun bir şekilde iklim değişikliğinden kaynaklanan risklere dirençli ve sürdürülebilir olmalıdır. Bu sebeplerden dolayı yönetişim ve sosyal sistemleri desteklemeleri için planlanmalı, tasarlanmalı, inşa edilmeli, yönetilmeli, kullanılmalı ve dönüştürülmelidir. Özellikle son dönemde inşaat sektöründe gelişmiş makine kullanımıyla, malzeme seçeneğindeki artışla ve artan nüfusla birlikte dünyada yapılı çevredeki üretim hızlı bir değişim ve gelişim göstermiştir. Yapı sistemlerindeki gelişmeler kullanıcı memnuniyeti üzerine olumlu etkilerinin olduğu gerçeğiyle birlikte kullanıcı memnuniyetini eksiksiz karşılamayı hedefleyen yeni yapılı çevre sisteminin oluşturduğu gürültü ve ışık kirliliğine, kullandığı yakıt ve malzeme ile

verimsiz kaynak kullanımına ve daha fazla atık, toz, koku, zehirli gazların üretimine sebep olduğu da kolayca gözlemlenmektedir. Bunun sonucunda yapılı çevre ekosistemlerin bozulmasına ve biyoçeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır. Aksine çevresiyle uyumlu bir yapı kullanıcısına sunduğu konforun dışında güçlü bir gelecek için asıl yaşam alanımızı oluşturan doğal çevreyi koruyarak sonraki nesillere aktarmanın çabası içinde olmalıdır.

Yapılar, yaşam döngüsünün her aşamasında tükettiği su ve enerji ile doğal sistemler üzerine etki etmektedir. Hızlı kentleşme ve nüfusun artışıyla birlikte değişen iklim hızı kentler üzerinde riskler oluşturmaktadır. Kentler ve doğal sistemler karşılıklı etkilenmektedir. Kent sistemi arazi kullanım kararları, tüketim deseni ve oluşturduğu atıklarla iklim değişikliğine yol açarken, değişen iklim koşulları kentleri aşırı sıcağa, sellere, kuraklığa, hava kirliliğine ve aşırı hava olaylarına maruz bırakmaktadır. Doğal çevrenin yapılı çevre üzerindeki risklerine karşı kentler savunmasız ve kırılgandır. Önümüzdeki yıllarda, iklim değişikliğinin oluşturduğu su kıtlığıyla birlikte ekonomi ve toplumsal hayat olumsuz yönde etkilenecek, tarımsal verimlilik ve ürün miktarı azalacak, hava kirliliğiyle şiddetli sağlık sorunları ortaya çıkacak bu yüzden gezegenin iklim değişikliğine daha da duyarlı hale geleceği düşünülmektedir. Kentler iklim değişikliği ile mücadelesinde; emisyonları azaltarak, zarar azaltma önlemleri alarak ve uyum stratejileri geliştirerek başarılı olabilecektir. Zarar azaltma ve uyum stratejileri, iklime duyarlı oldukları anlamına gelen dirençli ve sürdürülebilir yapılar tasarlamaktır.

Yapılar, iklim değişikliğine maruz kalan dış ortam, yapı sakinlerini güvende, rahat tutacak bir iç ortam ve yapı içerisinde meydana gelen her süreç için uygun bir arayüz oluşturmaktadır. Değişen çevresel etkiler yapı davranışı ve performansı üzerine etkiye sahiptir. Bu nedenle, yapı tasarımı için iklim değişikliğine bir cevap bulmak esastır. Genel olarak inşaat sektöründe ve özel olarak dirençli yapıların inşasında süreçlerin entegrasyonuna ihtiyaç vardır. Kentlerin direncini yükseltirken dirençliliğini arttırmak ekolojik yaklaşımlarla ve gelişen teknolojilerle mümkün olacaktır. Dünyada son yüzyılda yapıların performansı ortak bir soruna dönüşmüş, ülkeler farklı politikalar ve tasarım yaklaşımları geliştirse de kapsam ve amaçları sığ ve yetersiz kalmıştır.

Mimarlıkta sürdürülebilirlik, yapılı çevrenin doğal çevre üzerindeki etkilerini minimize etmenin stratejilerini vurgulamakta, dirençlilik kentlerin çeşitli şoklarla baş etme ve afetlerden kaçınma yeteneğine odaklanmaktadır. Sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramları, dünyada öne çıkan kavramsal renklerle ilişkilendirilmektedir. ‘‘Yeşil’’, sürdürülebilirlik ilkesini temsil ederken, ‘‘mavi’’ ise dirençli olmayı ifade etmektedir. Ancak günümüzde, tasarım süreçlerinde her iki ilkenin de entegre bir biçimde benimsendiği ‘‘turkuaz’’ tasarım yaklaşımı ön plana çıkmaktadır.

Bu entegre yaklaşım, mimari ve kentsel planlama süreçlerinde sürdürülebilirlik ve dirençlilik ilkelerinin eş zamanlı olarak ele alınmasını ifade etmektedir. Turkuaz gündem, çevresel sürdürülebilirlikle kentsel dirençliliği birleştirilerek, hem doğal çevrenin korunmasını hem de kentlerin beklenmedik olaylara karşı dirençli hale getirilmesini amaçlamaktadır.

Bu çalışma, günümüz teknolojisinin sürdürülebilir doğal çevre ve yaşam biçimlerine olan katkılarını inceleyerek bu alandaki sorulara odaklanmaktadır. Ayrıca, sürdürülebilirlik ve dirençlilik ilkelerine dayalı olarak sağlıklı bir yapılı çevre oluşturmak ve işletmek için alınan tasarım kararlarını araştırarak yapı yaşam döngüsünün katılımcılarına somut faydalar sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu tezin kuramsal temeller ve kaynak araştırması bölümünde, öncelikle doğal çevre, yapılı çevre kavramları ve arasındaki ilişkiler detaylı bir biçimde incelenmiştir. Daha sonra, iklim değişikliğinin yapılı çevre üzerindeki etkilerini azaltma amacını taşıyan yeşil gündem stratejisi, iklim değişikliğinin neden olduğu sonuçlarla mücadele etmeyi hedefleyen mavi gündem stratejisi ve her iki stratejiyi birleştirme amacını taşıyan turkuaz gündem stratejisi üzerine kapsamlı bir araştırma gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve yöntem kısmında belirlenen stratejiler doğrultusunda dünya genelinde gerçekleştirilen uygulamalar incelenmiştir. Yeşil gündemle ilgili olarak sürdürülebilir yapı örnekleri, mavi gündemle ilgili olarak farklı iklim koşullarına dirençli yapı örnekleri ve turkuaz gündemle ilgili olarak sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dirençli yapı örnekleri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Bulgular bölümünde, belirlenen stratejilerin tasarım kriterleri doğrultusunda seçilen örnekler üzerindeki uygulanabilirliği gözlemlenmiştir. Ayrıca, literatürde bu kavramlar için yapılan açıklamalar, örnekler üzerinden ele alınarak değerlendirilmiştir. Bu örneklerden elde edilen bulgular, yapıların doğal çevre ile ilişkisinde ortaya çıkan sorunları irdelemiş, sürdürülebilir ve dirençli yapıların taşıması gereken nitelikleri değerlendirilmiştir.

Tartışma ve sonuç kısmında, gündemler arasında karşılaştırmalar yapılarak ortak noktalar ve ayrışmalar vurgulanmış, iklim değişikliğinin etkilerini azaltma ve uyum stratejisi olarak turkuaz gündemin gerekliliği açıklanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu tez kapsamında, ilk olarak, yapılı çevrenin iklim değişikliğine olan etkilerini azaltma ve uyum stratejilerini anlatabilmek için ‘‘Doğal çevre’’, ‘‘Yapılı çevre’’ ve ‘‘İklim değişikliği’’ kavramlarının tanımları yapılmıştır. ‘‘Yapılı çevre ve iklim değişikliği arasındaki ilişki’’ incelenmiştir.

Daha sonra, yeşil gündem, mavi gündem ve turkuaz gündem kavramlarını ele alınmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu ‘‘yeşil gündem’’ in özü ve kapsamı olarak ‘‘sürdürülebilirlik’’ kavramı kullanılmaktadır. Bu bağlamda, mimarlık disiplininin sürdürülebilirlik ile ilişkisi olan çevresel boyut ve sürdürülebilir yapı üretimi (sürdürülebilir yapım) ilkeleri incelenmiştir. Literatürde ‘‘blue agenda’’ olarak yer alan ‘‘mavi gündem’’ iklim dinamiklerindeki ani veya zamanla yıkıcı etkileri olan değişikliklere karşı kullanıcıyı ve dengeli düzeni korumayı hedefleyen dirençlilik kavramının eşdeğeridir. Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar sonucu ‘‘mavi gündem’’in özü ve kapsamı olarak ‘‘dirençlilik’’ kavramı kullanılmaktadır. Bu başlık altında mimarlık disiplinin dirençlilik ile ilişkisi olan kentsel direnç ve dirençli yapı üretimi ilkeleri incelenmiştir.

Son olarak, iklim değişikliği problemiyle başa çıkarken denge kurma kavramını temsil edebilecek ‘‘turkuaz gündem’’ kavramını ele alınmıştır.

2.1. Çevre ve İklim Değişikliği Kavramları

Çevre, doğal ve yapay ögelerin birleşimi olarak nitelendirilmektedir. Çevre kavramının en önemli unsurlarından birisi insandır. İnsanlar yaşadıkları çevreyi farklı etkilerde bulunmakta, bu yolla mevcut çevreyi şekillendirmektedir. Yapay çevreyi ihtiyaçları ve tüketim alışkanlıkları doğrultusunda değiştiren insan aynı zamanda bulunduğu çevrede birtakım negatif etkiler oluşturmaktadır. Doğal çevre üzerindeki riskler arttıkça iklim faktörleri etkilenmeye başlamaktadır. Bunun sonucu olarak çağımızın en büyük sorunlarından biri olan iklimsel değişiklikler yaşanmaktadır. Özellikle yapılı çevrenin olumsuz etkilerinden zehirli gazlar, yapı üretim süresi boyunca oluşan atıklar, kaynak ve

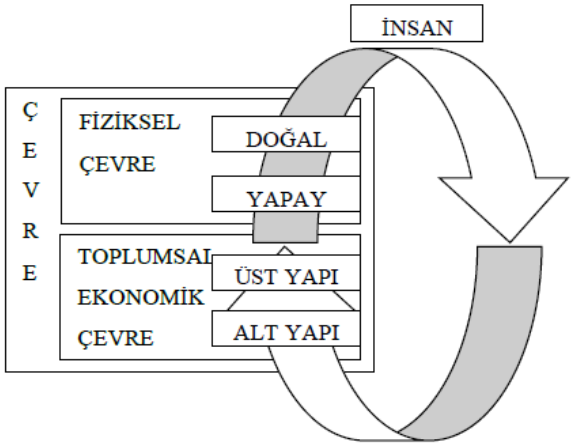
fosil yakıt kullanımı gibi etmenler bu sürece negatif etki sağlamaya devam etmektedir. Yaşanan iklim değişikliği sonucunda meydana gelen aşırı hava olaylarından yine en çok yapılı çevre ve kullanıcılar etkilenmektedir. Bu bölümde çevre ve iklim değişikliği kavramları incelenmiş ve aralarındaki ilişki irdelenmeye çalışılmıştır.

2.1.1. Doğal ve Yapılı Çevre

Doğan Hasol (2008), Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü'nde çevre kavramı "İnsan, hayvan ve bitkileri kuşatan doğal ve yapay öğeler bütünü" şeklinde tanımlanmaktadır. 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda ise çevre kavramı daha geniş perspektifte "Çevre, insanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır." şeklinde açıklanmıştır (Anonim, 2013).

''Çevre'' sözcüğü 20.yy'ın araştırmacılarının odağında bulunan en önemli konulardan biri durumundadır. Oldukça geniş, kapsamlı tanımlar bütününü kapsayan bu konu alt bileşenleri ile değerlendirilip gelecek yaşamın gündemini şekillendirmektedir. Çevresi ile her an etkileşim içinde olan insan için de önemi büyük olan bu gündem ''insan'' ve ''yaşam'' kavramlarından bağımsız ele alınmamaktadır (Sivri, 1993).

İnsanın bireysel veya toplumsal ölçekte yaşam biçimini etkileyen dış etkilerin tümü çevre olarak tanımlanmıştır. Çevrenin fiziksel ve sosyal bileşenleri ele alındığında bitkiler, yapılar vs. fiziki çevreyi oluştururken insanların farklı şekillerde psikolojik durumlarını, yaşam kalitelerini etkileyen diğer insanlar ise sosyal çevreyi oluşturmaktadır. ''Yapılı çevre'' kavramı ise insan eliyle yapılmayan, doğada kendiliğinden bulunan her şey olarak tanımlanmıştır. İnsan var olduğundan beri yaşadığı çevrede yaşam kalitesinin artırmak için müdahalelerde bulunmaktadır. Yaşadığımız kentleri oluşturan insan eliyle ortaya çıkmış tüm unsurlar yapılı çevrenin elemanlarıdır. Mimarlık alanında çevre kavramı fiziksel ve toplumsal (sosyal) çevre olarak ikiye ayrılmıştır (Şekil 2.1) (Kayıhan, 2006).



Şekil 2.1. Çevre düzeni ve tanımı (Kayıhan, 2006)

Çevreyi dış unsurların birbirleriyle kurdukları bir etkileşim sisteminin bütünü olarak tanımlamak mümkündür. İnsan, bu ilişkilerin farklı yerlerinde farklı oranlarda etki halindeki unsurlardan biri durumundadır. Dolayısıyla dış etkenlerde meydana gelecek değişiklikler insanı da doğrudan etkilemektedir. Şekil 2.1'de mimarlık temelinde insan odağında fiziksel çevreyi oluşturan iki alt bileşen doğal çevre ve yapılı çevredir. Yapılı çevrenin oluşumu ve gelişiminde en önemli role sahip olan insan doğal ve yapılı çevrenin kendi içinde kurduğu ilişkiyi doğrudan etkilemekte ve bunun sonuçlarından da direkt etkilenmektedir.

Fiziksel Çevre Faktörleri

Doğal çevrede mevcut bulunan ve insan etkisiyle meydana gelen fiziksel özelliklerin bütünü fiziksel çevreyi oluşturmaktadır. Fiziksel çevre, doğal ve yapay çevrenin keskin çizgilerle birbirinden ayrılmadığı bütününe verilen addır. Tüm boyutlarıyla ele alındığında maddeye dayanan temel yapısıyla fiziksel çevre, insan etkilerini de kapsamaktadır (Kayıhan, 2006). Fiziksel çevreyi, doğal çevre faktörleri ve yapay çevre faktörleri bileşenleri oluşturmaktadır:

- **Doğal Çevre Faktörleri**

İzgi'nin çevre tanımına bakıldığında bir bölgeyi coğrafyası, bitki örtüsü, mineral değerleri, fiziksel yapısıyla bir bütün olarak ele aldığını ve bu bütünü bölgenin doğal

yapısı (çevre) olarak tanımladığı görülmektedir. İnsan da yapacağı yapay, kalıcı etkilerin dışında bu doğal yapının parçasıdır. Yerkürenin sahip olduğu geniş biyosfer katmanı hava, su ve toprak bileşenlerinden oluşup oksijen, besin ve su değerleriyle kurduğu kendi dengesini canlıların yaşamlarını sürdürmeleri için uygun bir fiziksel ortam sağlamaktadır (İzgi, 1999).

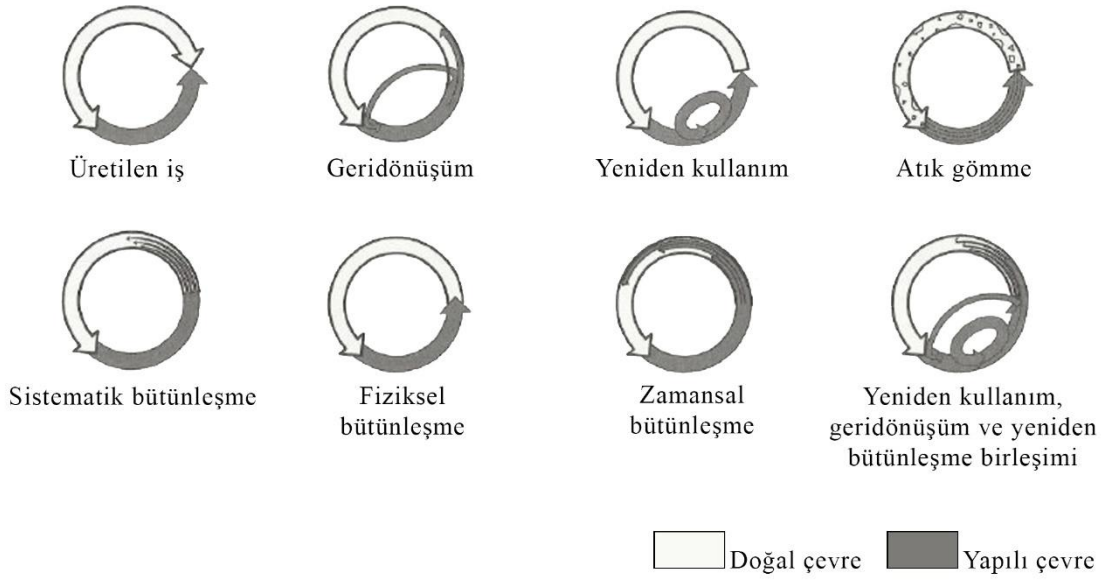
Tasarım birçok farklı katmanı barındırmaktadır, mimari tasarım yaklaşımı yapının yapılacağı alanı, yapının yönünü, topoğrafyayı, hakim rüzgarın yönünü ve şiddetini, çevrenin bitki örtüsünü; doğal ve yapay çevre etmenlerini kapsayan bir bütünü gerektirmektedir. Bitki örtüsü, arazinin kendi yapısı, su öğeleri, iklimle uyumlu sürdürülebilir tasarım kapsamında ilk önce ele alınması gereken önemli etkenlerdir.

Mimari tasarımın önemli bölümünü oluşturan çevresel faktörler: iklim, sıcaklık, rüzgâr, güneş, nem, yağış, doğa olayları(fırtına, kasırga, tayfun vb.), bitki örtüsü, topoğrafya, su kaynakları, arazinin hidrolojik, jeolojik, sismik yapısı, yaban hayatı olarak sıralanmaktadır. İnsanın yaşam alanında doğal dengeyi gözetmek, mevcut doğal durumu korumak ve yaşam alanını oluşturmak için gerekli faktörleri bir denge gözeterek kurgulamak için mimari tasarım sürecinin bütün bu bileşenlerle kapsamlı ele alınması gerekmektedir (Kayıhan, 2006).

- **Yapılı Çevre Faktörleri**

Mevcut çevrede insan müdahalesiyle oluşan her yapı, ortam ve etken yapılı çevreyi oluşturmaktadır. Çevrenin öğelerinden biri durumunda olan insan, yaşamını sürdürebilmek, bazı çevre etkilerinden kendini koruyabilmek için doğal çevreyi değiştirme eğilimindedir. İnsan dışında da doğal ortamda bulunan canlılar hayatta kalabilmek için bulundukları ortamı değiştirme refleksinde bulunurlar. İnsan, çevreyi değiştirme konusundaki eylemlerini kendi ihtiyaçlarına, değerlerine uygun ilerletmelidir. Nitekim değiştirilmiş çevre insan psikolojisini de direkt etkiler. Çevre ve insan davranışları arasında yadsınamaz bir bağlantılar bütünü bulunmaktadır. Bu sebeple bireyin tam olarak anlaşılabilmesi için çevresiyle ilişkileri irdelenmek zorundadır. İnsan çevreyi tanıyıp anladıktan sonra farklı reflekslerle ilişki kurma sürecini başlatmaktadır (Kayıhan, 2006).

Mimari tasarımda ekolojik bakışın ve eko-tasarımın öncelikli hedefi “çevreyle uyumlu bütünleşme”dir. Doğadaki tüm süreçler, akış ve dinamikler, örüntüler ve diğer fiziksel koşullarla uyumlu kaynaşma süreci; temel kaynaktan üretime, kullanım aşamasından yıkım aşamasına ve bunların bütününde var olan döngülerle ekosistem içinde özümsenmeye kadar yapılı çevre ile doğal çevre eşsiz bir bütünleşme örneği göstermektedir (Şekil 2.2) (Gölemen, 2014).



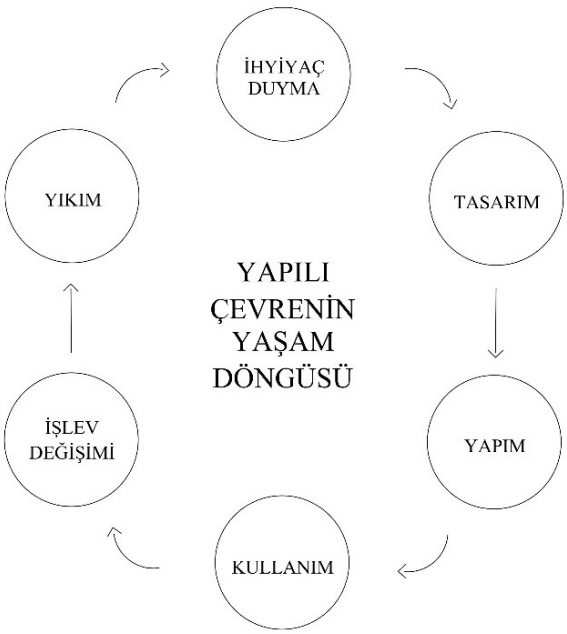
Şekil 2.2. Doğal çevrenin yapılı çevre ile bütünleşmesi (Yeang, 2012; Gölemen, 2014)

Fiziksel, zamansal ve sistematik boyutları olan biyobütünleşmenin bu 3 boyutu: ‘‘Fiziksel bütünleşme, yapılı çevrenin, ekosistemlerin fiziksel özellikleri ve süreçleriyle konum, coğrafya ve yerleşim bakımından bütünleşmesidir. Sistematik bütünleşme, yapılı çevredeki akışlar, işlevler, işleyişler ve süreçlerin ekosistemler ve biyosferdeki süreçler ve işlevlerle bütünleşmesidir. Zamansal bütünleşme, insanlar ve yapılı çevrenin doğal kaynakları, biyosfer süreçlerini kullanma ve tüketme hızının ekosistemler ve biyosferdeki yenilenme süreçlerinin hızlarıyla sürdürülebilir oranda bütünleşmesidir’’ olarak tanımlanmaktadır (Gölemen, 2014).

Yapılı Çevre ve Bileşenleri

İnsanlar tarih boyunca doğal çevre ile farklı şekillerde uyum sağlama refleksleri göstermiştir. Bu reflekslerin sonucu olarak yaşam alanının konfor seviyesini artırmakta olan insan yapay çevreyi bu şekilde oluşturmaktadır. Bugün yapay çevre içinde bulunmasak da dolaylı olarak etkisi altında kaldığımız, doğaya sonradan eklenen, insan tarafından üretilen her şeyi kapsamaktadır.

Yapılı çevre gelişler, büyür, değişir ve bu yönleriyle canlıdır. Yapılı çevrenin bir döngüsü vardır, bu döngü: ihtiyaç – tasarım – yapım – işlev değişimi – yıkım ve yeninde ihtiyaç duyma şeklinde kurgulanmıştır (Şekil 2.3). Douglas (2006), yapıların yaşam döngülerini şu beş aşamada toplamıştır: doğum, gelişme, kullanım, duraklama ve yıkım. Uyarlanabilir ve esnek tasarım stratejileri ile hedeflenen döngüdeki "işlev değişimi" aşamasını uzatmak ve yapının sürdürülebilir niteliğini artırmaktadır (Alsibaai, 2022).



Şekil 2.3. Yapılı çevrenin yaşam döngüsü (Alsibaai, 2022)

Yapılı çevreyi basit olarak "inşa edilmiş çevre" olarak tanımlamak mümkündür. İnsanın yaşam alanında kendi ihtiyaçları doğrultusunda yaptığı değişikliklerle yapay çevre veya diğer bir deyişle yapılı çevre oluşturmaktadır. Günlük hayatın bir parçası olarak evler,

köprüler, fabrikalar, çiftlikler, parklar, caddeler, anıtlar ve yollar yapılı çevreyi oluşturmaktadır (Graves, 1990). UIA (Union Internationale Des Architectes / Uluslararası Mimarlar Birliği)(2011) çocuk mimarlık komisyonu, "mimarlık ve yapılı çevreyi" – "yapılarımız, köylerimiz, kasabalarımız, kentlerimiz ve doğal çevre" sözleriyle açıklamakta – bu elemanların insani aktiviteler ve ilişkiler için bütünleyici bir çerçeve niteliğinde olduğundan bahsetmektedir (aktaran Taşçı, 2014).

2.1.2. İklim Değişikliği

İklim değişikliği bugün dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük tehdit olarak kabul edilmektedir (Yu vd., 2009). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) (1992) 'nde iklim değişikliğinin tanımı, "karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik" şeklinde yapılmıştır.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli Küresel Isınma Özel Raporu'na göre Dünya, sanayi öncesine kıyasla 1 °C ısınmış ve mevcut düzenin devam etmesi durumunda 2030 ile 2052 tarihleri arasında bu artış 1,5 °C'yi aşacağı öngörülmektedir. Yine Küresel Isınma Özel Raporu'nda var olan küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisiyle su kıtlığı, aşırı sıcak ve bazı ekosistem hasarlarının yaşandığına dikkat çekilmektedir. Bu durum karşısında sıcaklığın 1,5 °C limitinde kalması için "yapı, ulaşım, şehirler, sanayi, enerji ve toprak" gibi alan ve faktörlerde geniş dönüşümlere gidilmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2020).

İklim değişikliği, su kaynaklarını, temiz havayı tehdit etmekte, erozyondan korunmayı zorlaştırmaktadır. Ayrıca doğal kaynakların etkin, ekonomik kullanımını zorlaştırıp doğal çevrenin sağladığı avantajları da tehdit etmektedir. Bunların dışında doğal dengeyi olumsuz etkileyen iklim değişikliği yaban hayatı ve iklim düzenini çarpık bir sistemle etkileyerek gelecek nesillerin doğal düzeni bugünkü niteliğiyle deneyimleme şansının da önüne geçmektedir. Sera gazı emisyonlarında ciddi azalmalar sağlanamazsa mevcut

ekosistemde yok oluşlar ve geri döndürülemez olumsuz etkiler de kaçınılmaz olacaktır (National Climate Assessment, 2018).

Mevcut doğal denge üzerinde insan kaynaklı bozulmaların başlangıcı sanayi devrimi ile gelen kentleşme hareketine dayanmaktadır. Birleşmiş Milletler, 2018'de açıkladığı verilerde, insanların kentlerde yaşama eğiliminin giderek arttığından bahsetmiş ve 2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık %68'inin, Türkiye nüfusunun ise yaklaşık % 85'inin kentlerde yaşayacağının altını çizmiştir (United Nations, 2018). Günümüzde sera gazı emisyonlarının %80 oranındaki büyük bölümünün sorumlusu olan kentlerin gerekli önlemler alınmazsa tahmin edilen nüfus artışıyla bu orandaki payı giderek artacaktır (Dodman, 2009).

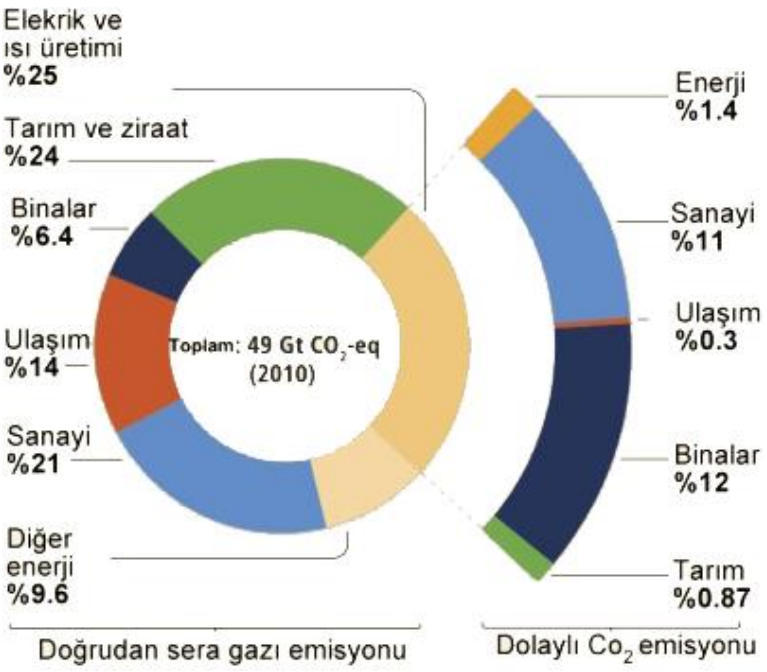
İklim değişikliğinin hızı ve etkilerinin her gün hızla artmakta olduğunu belirten Dünya Doğayı Koruma Vakfı (World Wildlife Fund-WWF)(2020), bilimsel verilerin ortaya koyduğu maksimum 1.5°C'lik sıcaklık değişiminden uzaklaşmış olduğumuzu gösteriyor. Dünyada 1 milyarın üzerinde insan iklim değişikliğinin tehdidi altındadır. Bu sebeple ekosistemlerde bulunan denge daha önce görülmemiş bir hızla bozulmaktadır. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak artan hava sıcaklıklarının oluşturduğu tehditler şu şekilde ifade edilmiştir: Sıcaklık artışları buzullarda erime, deniz seviyesinde yükselme, su kıtlığı ve kuraklık, altyapılarda giderek daha fazla hasara yol açma gibi etkiler ve bu etkilere bağlı gıda sorunu, hastalık gibi olumsuz sonuçlara sebep olacaktır.

2022 Uluslararası İklim Raporu'na göre (National Centers for Environmental Information, 2023): Dünyanın başlıca atmosferik sera gazları (CO_2, CH_4 ve N_2O) 2022'de bir kez daha yüksek konsantrasyonlara ulaşmıştır. Isınma eğilimleri dünya genelinde devam ettiği gözlemlenmiştir. Okyanus ısısı ve küresel deniz seviyesi tarihteki en yüksek seviyelerdeydi. Avrupa'daki aşırı yüksek yaz sıcaklıkları, Alpler'deki buzulların erimesine neden olmuştur. Orta ve Doğu Asya'da, özellikle de Yangtze Nehri havzasında rekor kıran yaz sıcakları, 38 milyondan fazla insanı etkileyen yıkıcı bir kuraklığa yol açmıştır. Sıcak hava dalgaları anormal sıcaklar yaşanmasına sebep olmuştur. Kuzey kutbu sıcak ve ıslak iken, Arktik sıcaklık anormallikleri kaydedilmiştir.

Şekil 2.4. 2022'de seçilmiş önemli iklim anormallikleri ve olayları (National Centers for Environmental Information, 2023)

Özellikle Antarktika'da olağanüstü yağışlarla birlikte rekor sıcaklıkların görülmüş, buz rafı çökmesi yaşanmıştır. Dünya çapında meydana gelen kasırgalar insan ölümlerine sebep olurken aynı zamanda maddi hasarlara da yol açmıştır. 2022 yılında dünya üzerinden iklim değişikliğinden kaynaklı meydana gelen mevsimsel anormalliklerin ve afet olayları Şekil 2.4'de gösterilmiştir.

İklim değişikliğine neden olan faktörlerin başında sera gazları gelmektedir. Dünya direkt olarak üzerine düşen güneş ışınlarıyla değil, dünyadan yansıyan ışınlarla ısınmaktadır. Işınların sera gazları tarafından tutulmasına sera etkisi denilmektedir. Dolayısıyla sera gazlarının oranı artıkça yüzeyden yansıyan Güneş ışınlarının uzaya ulaşması zorlaşmakta, yeryüzünde kalan ışınlar normalin dışında bir ısınmaya sebep olmaktadır. Isıyı atmosferde tutan sera gazları: karbondioksit, su buharı, metan, ozon şeklinde sıralanmaktadır. Karbondioksit, solunum, volkanik patlamalar gibi doğal yollardan oluştuğu gibi ormanların yok edilmesi, fosil yakıtların tüketimi gibi insan etkisiyle de salınmaktadır. Şekil 2.5'deki grafikte CO2 salınımına neden olan sektörlerin oransal dağılımı verilmiştir.



Şekil 2.5. Ekonomik sektörlere göre sera gazı emisyonları (IPCC, 2014)

Fosil yakıt yenilenmesi mümkün olmayan, karbon ve hidrokarbon içerikli fosil tabanlı bir kaynaktır. En çok kullanılan fosil türleri petrol, kömür ve doğalgazdır. Birçok makinede kullanılan fosil yakıtlar, yapıların ısınma ve soğutma sistemlerinde de şu an ana görevi görmektedir. Dünya üzerinde oldukça yaygın olan bu sınırlı kaynaklar demir, plastik gibi birçok malzemenin de ham maddesini oluşturmaktadır. Fosil yakıtlar kullanılmalarıyla atmosfere sera etkisi oluşturan gazlar salmaktadır.

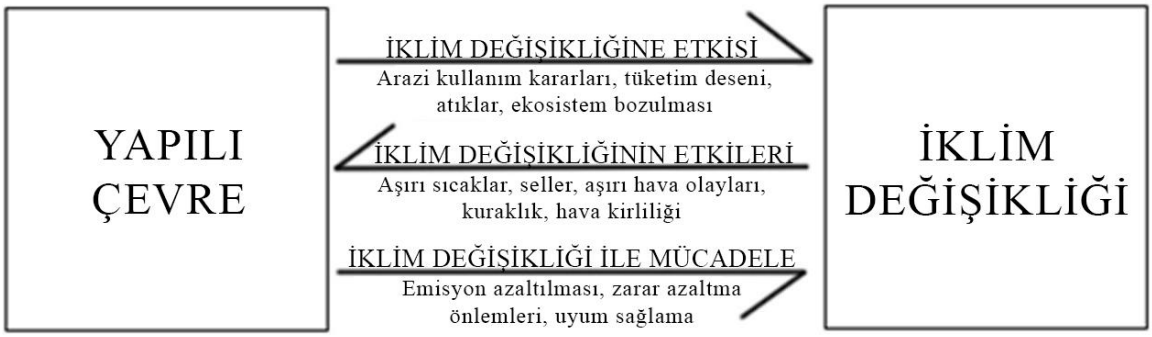
Tarımsal faaliyetler, zirai üretim ve benzer insan kaynaklı faaliyetlerin bir sonucu olarak atmosfere CO2, CH4 ve N2O gazları salınmaktadır. Bitkiler fotosentez yoluyla karbondioksit tüketirler, dolayısıyla tarımsal faaliyetler CH4 ve N2O gazlarının atmosferde artışının sorumlusudur (IPCC, 2013).

Günümüzde nüfus artışı; zirai faaliyetlerin, yapılı çevrenin ve benzeri sera gazı salınımı sonucunu doğuran faaliyetin tetikleyicisi durumundadır. Bu sebeple nüfus artışı iklim değişikliğinin önemli bir faktörü durumundadır.

Yapılar tüm yaşam döngüleri boyunca enerji kullanıcısı olarak sera gazı üretimi yapmaktadırlar. Şekil 2.5'deki verilerde sera gazı emisyonlarının yaklaşık %19'undan yapıların sorumlu oldukları görülmektedir. Yapılı çevre ve doğal çevre arasındaki ilişki dengesinin sağlanamamasından kaynaklı olarak yapılı çevre, iklim değişikliğine sebep olurken, etkilerinden zarar görmektedir.

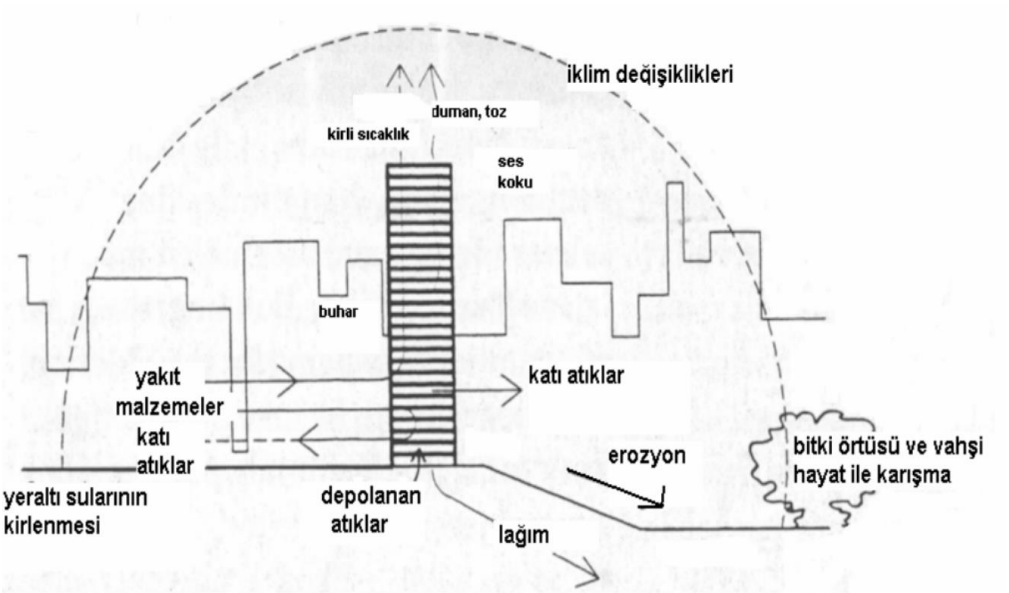
2.1.3. Yapılı Çevre ve İklim Değişikliği Arasındaki İlişki

İklim değişikliğini etkileyen ve bu değişimin sonuçlarından etkilenen sektörler arasında yapı üretimi sektörü de yer almaktadır. Yapılı çevre sera gazı emisyonlarının en büyük sebeplerinden biridir. Şekil 2.6'da görüldüğü gibi yapılı çevre iklim değişikliğinin hem nedeni hem de mağduru olmaktadır (Aygün & Torlak, 2020).



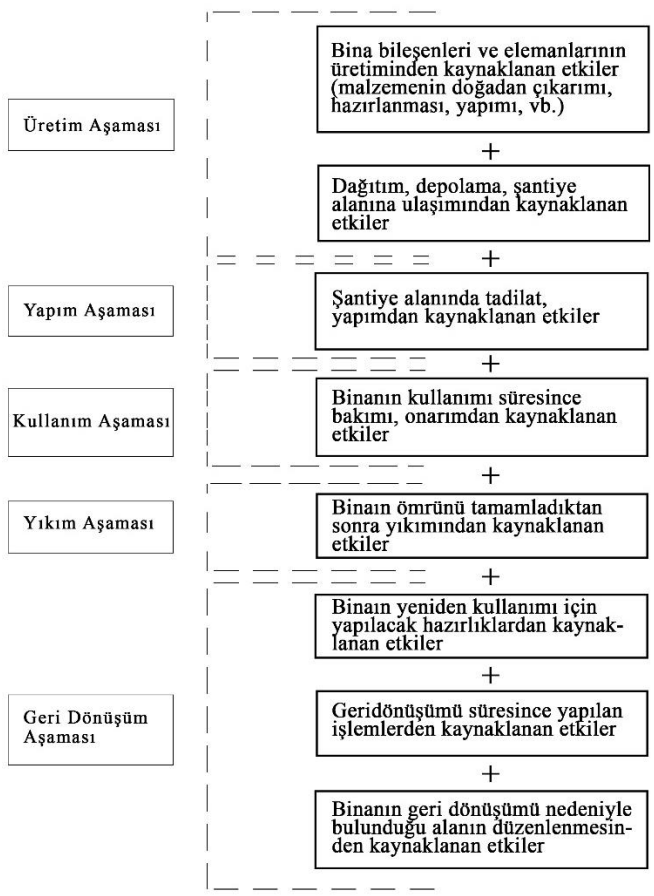
Şekil 2.6. İklim değişikliği ve kentler arasındaki sebep-sonuç ve müdahale ilişkisi (Aygün & Torlak, 2020)

Yapılı çevre, yenilenemeyen kaynakları tüketen ve atmosfere sera gazları salan tüm yaşam döngüleri boyunca ciddi miktarda enerji tüketmekte ve tetikledikleri CO2 emisyonlarıyla iklim değişikliğinin temel sebeplerinden biri olmaktadır. Hızlı kentleşme ve nüfusun artışıyla birlikte değişen iklim hızı kentler üzerinde riskler oluşturmaktadır. Kentler ve doğal sistemler karşılıklı etkilenmektedir. Şekil 2.7'de anlatıldığı gibi yapı sisteminde malzemeler çevreyi kirletmekte, olumsuz etkiler içeren şekilde dış ortama verilmektedir. Bunlar dış çevrede zehirli gaz ve atıklar olarak olumsuz etki göstermektedir.



Şekil 2.7. Yapay çevrenin doğal sistemler üzerindeki etkisi (Yeang, 1999)

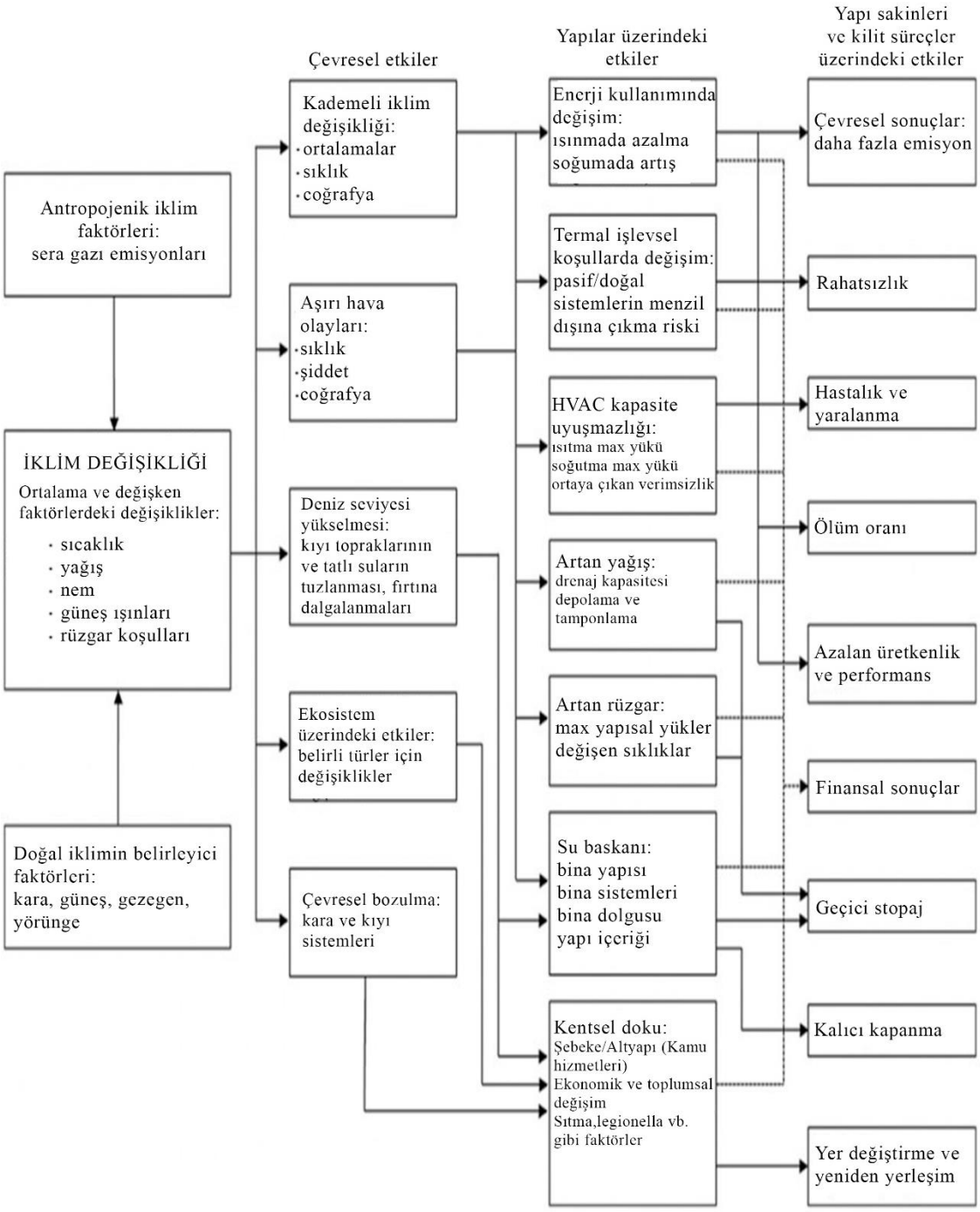
IPCC(2014) Raporuna göre kentsel alanlar, yerkürenin yüzde 3'ünden daha az yer kaplamasına rağmen, küresel enerji kaynaklı karbon emisyonlarına yüzde 71 oranında etki ettiği tahmin edilmektedir. Günümüzde kent sistemi arazi kullanım kararlarından kullanım sırasında oluşan tüketim temelli süreçlere kadar bütünüyle oluşturduğu atıklarla iklim değişikliğine yol açmaktadır (Şekil 2.8). Değişen iklim koşulları ise kentleri ve doğal çevreyi aşırı sıcağa, sellere, kuraklığa, hava kirliliğine ve aşırı hava olaylarına maruz bırakmaktadır. Doğal çevrenin yapılı çevre üzerindeki risklerine karşı kentler savunmasız ve kırılgandır. Yapılar yaşam döngülerinin her aşamasından kaynaklanan etkiler ile ekosistemlerin bozulmasına ve biyoçeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır. Yapılı çevrenin temelini oluşturan yapı, yapım ve kullanım aşamalarında iklim değişikliğinin oluşturacağı etkilerle direkt ilişkili kararlar içermektedir. Bu kararların nasıl alındığı ve uygulandığı birer faktör olarak, iklim değişikliği üzerinde oluşturulacak baskı ve streslerin boyutunu belirlemektedir.



Şekil 2.8. Yapının ömrü boyunca çevresel etkileri (Yasan, 2011)

Şekil 2.9'da görüldüğü gibi değişen hava koşulları doğal ve yapılı çevre üzerinde tehditler oluşturmaktadır. Bununla birlikte su kıtlığının ortaya çıkması, insan sağlığının olumsuz etkilenmesi, aşırı hava olaylarının yaşanması ve bunların bir sonucu olarak afetlerle karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır. Yapılar iklim değişikliği, artan sıcaklık, artan rüzgâr, artan yağış dolayısıyla su baskını gibi aşırı hava olayları ile birlikte yapılarda enerji kullanımında değişimler (ısınmada azalma, soğumada artış), termal işlevsel koşullarda değişim, HVAC kapasite uyuşmazlığı, oluşan altyapı sorunları gibi risklerle karşı karşıya kalmaktadır. Yapıları ısıtmak, aydınlatmak ve havalandırmak için kullanılan enerji şehirlerde hava kalitesinin bozulmasına, iklim değişikliğine neden olan gazların salınmasına; yapıları inşa etmek için kullanılan enerji, arındırma ve yapılardaki diğer su kullanımı içme suyu kirliliğine ve katı atık oluşmasına neden olarak küresel çevre kirliliği yaratmaktadır. İklim değişikliğinin neden olduğu sonuçlar; kademeli olarak atmosferden doğal çevreye, yapılı çevreye ve bütün bunların öncü sebebi olan insana değen noktalarıyla bir bütün olarak ele alınmaktadır. Küresel karbondioksit emisyonlarının yaklaşık %40'ından mevcut yapıların işletilmesi sorumludur. Yapılar kullanılabilir durumda kalmak için belli enerjiler tüketir, bu tüketim de sera gazı salınımında başroldedir. Yapılar soğutma ve ısıtma dengesini optimum seviyelerde tutmak için de enerji harcamaktadır. Bunların dışında; aydınlatma, yapının servis sistemleri ve ev aletlerinin çalışması için de ek enerjiye ihtiyaç oluşmaktadır.

Mimarlar ve şehir planlamacıları yapıların enerji tüketimine dayalı çevreye verdikleri olumsuz etkileri giderek daha çok dikkate almak zorundadır. Yapı performansını yapım işinde uzmanlaşanlar ile araştırmacılar iki farklı şekilde tanımlamaktadır. Her iki tanım da mimari tasarımın doğrudan faaliyet alanıyla ilişkilidir. İki tanımın ortak paydası ise: Bilgisayarlar ve teknolojik gelişmeler yapı performansını artırma çalışmalarında geniş alanlar açabilecek seçenekler olarak görünmektedir (Schlueter & Thesseling, 2009). İklim değişikliğinin getirdiği olumsuz etkiler kent ölçeğinden küresel ölçeğe kadar çevresel, ekonomik, sosyal ve kurumsal bütün sistemleri kapsamaktadır. Kentlerde ilişki içinde bulunan sistemlerin iklim değişikliği ile baş edebilme kapasiteleri ve uyum stratejilerinin belirlenmesi gelecekte varlıklarını sürdürebilmeleri için büyük öneme sahiptir. Bu sebeple bu süreçlerin kapsadığı bütün sistemlerin kırılganlıklarının ölçülmesi iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında büyük önem taşımaktadır.



Şekil 2.9. İklim değişikliğinin yapılar, yapı sakinleri ve yapılarda meydana gelen kilit süreçler üzerinde etkili olduğu ana mekanizmalara şematik bir genel bakış (Wilde & Coley, 2012)

Kentler iklim değişikliği ile iki yönlü bir ilişki içindedir. Faaliyetleri ile iklim değişikliği üzerinde ciddi etkilere sahip olan kentler, aynı zamanda bu etkilerin sonucunda oluşan olumsuz koşullardan etkilenen durumundadır.

Kentsel sistemlerin şekillendirdiği mekânların iklim krizine karşı oluşturduğu refleksler, planlamalar ve yönetim politikaları gibi bileşenleri kapsayan kararlar, iklim değişikliğinin etkileri göz önünde bulundurularak verilmelidir. İklim değişikliği ile mücadele kapsamında kentlerin ve mekânların dirençlilik seviyelerinin belirlenmesi mücadelenin önemli bir ayağını oluşturmaktadır. Bu anlamda iklim değişikliğiyle mücadelede zarar görebilirliğin en aza indirilmesi en önemli hedeflerden biri olmalıdır.

Zarar görebilirlik kavramı, maruz kalınan baskılar sonucu meydana gelen çevre değişiklikleri ve bu değişikliklere karşı koyabilme, belli noktalarda uyum sağlayabilme kabiliyetiyle ters orantı göstermektedir. Etkilenebilirlik ve risk oranlarının kolektif bir sonucu olarak dış etkilere karşı koyabilme yeteneğine de zarar görebilirlik denilmektedir (Adger, 2006). 90'lı yıllarda insanın çevre değişimlerine karşı direnci, zarar görebilirliği araştırmacılar tarafından irdelenmiştir (Janssen vd. 2006). İklim değişikliğinden zarar görebilirlik iki yönlü bir etkileşimi barındırmaktadır. Kent faaliyetleri iklim değişikliğinin hem sebebidir hem de sonuçlarından etkilenir durumdadır (McBean, & Henstra, 2003). Kentler iklim değişikliğinin gerçekleşme sürecinden daha çok sürecin sonunda oluşan olumsuz etkilerden zarar görmektedir. Bunlar: sıcaklık artışı, deniz seviyesinin yükselmesi, yağış rejimlerinin ve rüzgâr hızlarının değişmesi, kasırga, sel gibi sonuçlardan oluşmaktadır. Nüfusun yoğun olduğu ve dolayısıyla sosyal, kültürel ve ekonomik faaliyetlerin de yoğun olduğu kentler bu anlamda daha kırılgandır (Genç, 2007).

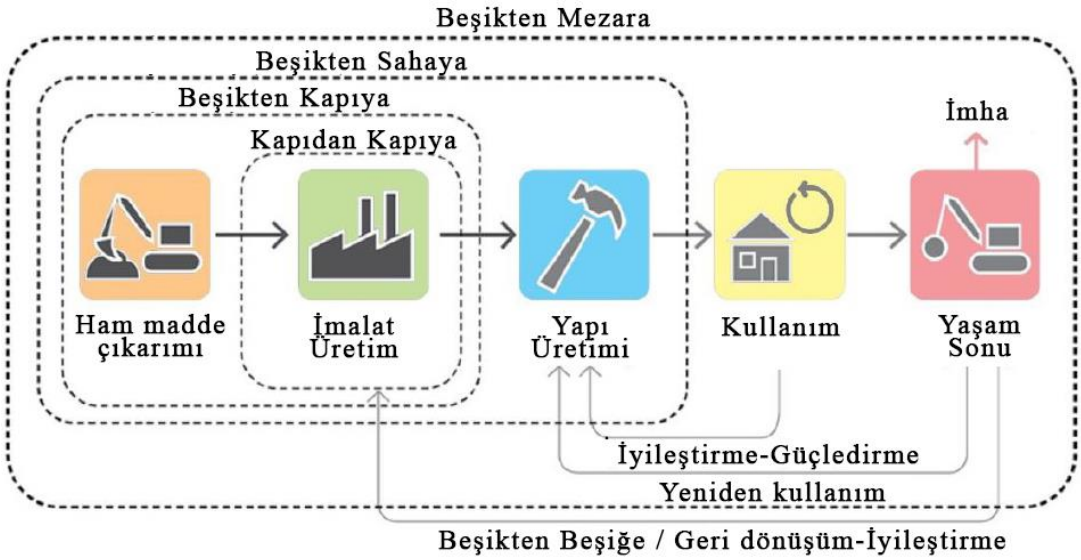
Gelecekte gelişmekte olan ülkelerin kentleri nüfusun yaklaşık yüzde 80'ini oluşturacaktır. Bu veri kentsel büyümenin %95'inin de bu kentlerde oluşacağı tahminlerini doğurmaktadır (World Bank, 2009). Bu durum kentlerin iklim değişikliği karşısında uyum reflekslerinin zayıflamasına, zarar görebilirliklerinin artmasına sebep olacaktır. Yapılan araştırmalar kentlerde doğal tehlike risklerinin artacağının göstermektedir. Bunlar: hidrolojik (taşkın, aşırı rüzgar/kıyı taşkını; kütle hareketi-kaya düşmesi, toprak kayması, göçük vb), meteorolojik (kasırga vb) ve iklimsel (ekstrem sıcaklıklar, kuraklık, yangın vb.) (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2009). Bu durumda kentlerin gelecekte olası zararlı etkilere karşı zarar görebilirliğinin değerlendirilmesi, uyum stratejilerinin ortaya konulması; kentleri ve yaşayanları bu değişikliklere

hazırlamak adına planlamaların yapılması gerekmektedir (Çobanyılmaz & Duman Yüksel, 2013).

2.2. Yapı Yaşam Süreci ve İklim Değişikliğinnin Etkilerini Azaltma ve Uyum Stratejileri

LCA(life cycle assessment- yaşam döngüsü değerlendirmesi), bir hizmetin veya ürünün çevresel etkilerini ölçmeye yarayan bir yöntemdir. ‘‘Yaşam döngüsü’’ bir kavram olarak zaman ve mekân anlamında bir genişlemeyi içermektedir. Zamansal genişleme sürecin “beşikten mezara” olarak tanımlanan ayağına atıfta bulunmaktadır. Yuva, belirlenen ham maddeyi çıkarmak için gerekli enerji veya yakıtın çıkarılması aşaması olarak tanımlanmaktadır. Beşik ise ham maddenin doğadan alınıp teknik sürece dâhil edildiği aşamadır. Mezar ise bu ürünlerin ömürlerini tükettikten sonra doğaya geri verildiği aşamayı temsil etmektedir. Mekânsal genişleme tanımı bu döngü için gerekli olan nakliye, üretim tesisleri, yardımcı malzemeler, tedarik sistemleri, bakım, atık arıtma ve benzeri faaliyetlerin analize dâhil edilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Çevresel etkiler ve kaynak kullanımı ekolojik sonuçları hesaba katmaktadır (Paulsen, 2001).

Yapının yaşam döngüsünü, kullanılan malzemelerin hammadde üretiminden yapının ömrünü tamamladıktan sonraki aşamalara kadar bir bütün olarak ele almak gerekmektedir (Şekil 2.10). Bu anlamda yapı bütün bu süreç içinde bir bütündür (ISO, 1997). Yapının yaşam döngüsü şu aşamaları içermektedir: hammadde çıkarma, inşaat malzemesi üretimi, yerinde malzeme montajı, kullanım, onarım ve bakım, yıkım veya yeniden kullanım (Gustavsson vd., 2010). Malzemelerin temin edilmesi, işlenmesi, inşaat, işletim, yıkım ve malzemelerin imhası gibi tüm yaşam döngüsü aşamaları sürece dâhildir.



Şekil 2.10. Bir yapının yaşam döngüsünün evreleri ve birbiriyle olan ilişkisi (Simonen, 2017; aktarılmıştır Koç vd., 2022)

Şekil 2.10'da gösterilen yaşam döngüsü kavramlarının açıklamaları Tablo 2.1'de yapılmıştır.

Tablo 2.1. Yaşam döngüsü kavramlarının değerlendirmesi

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life cycle assessment-LCA)	
Kapıdan kapıya (Gate to gate)	Tek bir aşamaya ait yaşam döngüsünü ifade etmektedir.
Beşikten kapıya (Cradle to gate)	Ham madde aşamasından üretim faaliyetlerine kadar bütün süreci barındıran gömülü enerjiye "beşikten kapıya" denir. (Malzeme çıkarma, işleme, inşaat)
Beşikten sahaya (Cradle to site)	Beşikten kapıya sürecine ham maddenin inşaat aşamasına aktarılması eklenirse (taşıma esnasında gömülü enerji eklenirse) "beşikten sahaya" olarak ifade edilmektedir.
Beşikten mezara (Cradle to grave)	Ham madde temininden atık bertarafına kadar tüm yaşam döngüleri düşünülerek analiz yapıldığında bu duruma "beşikten mezara" denir.
Beşikten beşiğe (Cradle to cradle)	Yapının ömrünü tamamlaması ve yıkılmasıyla elde edilen ham maddenin geri kazanımı sürecine kadar ulaşıldığında bu bütüne "beşikten beşiğe" denir. (Malzemenin yeniden kullanımı, geri dönüşümü veya atıktan enerjiye dönüşümü)

Yapım çeşitli kaynakların kullanımıyla bir ürünün elde edilmesini sağlayan zaman, maliyet ve kalite bileşenlerine yoğunlaşan bir süreçtir. Sürdürülebilir yapım süreci ise "yaşam döngüsü değerlendirmesi (life cycle assessment – LCA)" yaklaşımıyla geleneksel

yapım sürecinden ayrılmaktadır. Walsh (2002), yaşam döngüsü, “yaşam dönemi boyunca bir ürün ve/veya hizmet sisteminin girdilerinin, çıktılarının ve potansiyel çevresel etkilerinin derlenip değerlendirilmesi” olarak nitelendirilmiştir (aktaran Hoşkara & Sev, 2008).

Yapılar günümüzde enerji kullanımının çok büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yapılarda kullanımı artırılmadıkça ve verimli enerji kullanımı sağlanmadıkça yapı yaşam döngüsünün CO2 emisyon oranı giderek artmaktadır. Yapının yaşam döngüsü ham madde çıkarılmasından bu maddelerin yapı malzemelerine işlenmesi, malzemelerin yapıya montajı, yapının kullanımı, bakımı, yıkılması ve malzemelerin dönüştürülüp yeniden kullanılması süreçlerini kapsamaktadır. Yapının bu süreçler içinde CO2 emisyonunu en aza indirmeyi hedeflemesi gerekmektedir.

Yapılar işletme süreçlerinde yaşam döngüsü enerjilerinin büyük çoğunu kullanmaktadır. Düşük enerjili yapı kapsamında farklı kavramlar oluşturulmuştur. Bunlar: pasif ev, sıfır enerji evi, kendi kendine yeten ev vs. Bu kavramlar yapının bağımlı olduğu enerji miktarının en aza indirilmeye çalışıldığını ifade etmektedir. Bu da en temelde güçlendirilmiş yalıtım, yapı kabuğunda azaltılmış hava sızıntısı ve ısı geri kazanımı ile sağlanmaktadır. Bu önlemler de yapıda kullanılan malzeme miktarının artmasına dolayısıyla bu aşamada enerji kullanımında bir artışa sebep olmaktadır. Birçok araştırma hala yapının işletim sürecinde harcadığı enerjinin en büyük paya sahip olduğunu savunmaktadır. Ancak bazı araştırmalar da yapı yaşam döngüsünde kullanılan toplam enerjinin %40-60’ının üretim aşamasında olduğunu söylemektedir. Bu nedenle yapının işletme sürecinde harcanacak enerji en aza indirilebilirse diğer aşamalara verilen önemi artırmak daha kolay olacaktır.

Mevcut sistemde ‘‘çevresel sürdürülebilirlik’’ kavramı sıkça kullanılmaktadır ve uygulamaları giderek artıyor olsa bile istatistikler yapım ve kullanım süreçlerinin bütünüyle büyük bir enerji kullanıcısı olduğunu göstermektedir. İnşaat malzemelerinin sadece üretimi için harcanan enerji tüm dünyada harcanan enerjinin yaklaşık %10’unu oluşturmaktadır. İşletme aşamasında ise küresel sera gazı salınımının yaklaşık %30-

40’ından sorumlu olan yapılar bu yönüyle iklim değişikliğinin en büyük tetikleyicisi durumundadır. İnşaat sürecinin ardından ortaya çıkan yıkım ve atıklar ise gelişmiş ülkelerdeki tüm atıkların %40’ını oluşturmaktadır (Rode vd., 2011). Yapıların yapım ve kullanım teknikleri bu sonuçlarda pay sahibiyken aynı şekilde malzemelerin nakli, yapının yaşam ömründe ihtiyaç duyduğu ısıtma ve soğutma sistemleri, aydınlatma gereksinimi için kullanılan fosil yakıtlar yapının sera gazı emisyonuna yaptığı katkıda önemli etki oluşturmaktadır.

Günümüzde enerji tüketimi ve artan sera gazı emisyonları hesaba katıldığında yapıların enerji gereksinimlerini en aza indirmek zorunlu hale gelmiştir. İnşaat endüstrisi mevcut sera gazı emisyonlarında büyük paya sahip olmasına rağmen gerekli önlemlerin alınması adına yeterli adım atmamaktadır, bu durum çeşitli otoriteler tarafından eleştirilmektedir (Wong vd., 2013). Yapılar bu emisyonları iki aşamada gerçekleştirmektedir. Birincisi yapının yapımı için gerekli malzemelerin üretilmesi, nakliyesi ve uygulaması iken ikincisi kullanım sürecinde gerekli olan ısıtma, soğutma ve aydınlatma aşamalarıdır. Küresel İstatistik Raporuna göre (GlobalABC)(2018): Şantiye aşaması “bir yapının somutlaşmış karbonu” olarak ifade edilmektedir ve yaşam döngüsündeki sera gazlarının %11’inden sorumlu tutulmaktadır. Yapıda malzeme kullanımının sonucunda ortaya çıkan CO2 emisyonları çevre kaynaklı CO2 emisyonlarının %28’ini oluşturmaktadır. Bunların çoğu çimento ve çelik üretimi sırasında ortaya çıkmaktadır. Cam, alüminyum ve yalıtım malzemeleri de yüksek emisyon oranına sahiptir. Doğrudan ve dolaylı emisyonları önlemek için birçok önlem alınırken malzeme kaynaklı emisyonlar için alınması gereken önlemler arka planda kalmıştır.

Yapılardaki enerji tüketiminin oranı ve emisyonların miktarı büyük oranda işletilme sürecindeki ısıtma, soğutma ve aydınlatma ile ilişkilidir. Ayrıca yapılarda bu sistemler için ekstra kullanılan elektrikli aletler de buna katkı yapmaktadır (Schlueter, 2009). Yapıların tüm yaşamları boyunca çevreye verdikleri bu zarar iklim değişikliğine sebep olan etmenlerin başında gelmektedir. Bu sebeple iklim değişikliği ile mücadele için yapı yaşam döngüsünün her aşamasında alınacak önlemlere ihtiyaç oluşmaktadır. Yapının kendi yaşam döngüsü içinde enerji ve su tüketimini azaltmak ve israf oranını en aza

indirmek yapının sürdürülebilir niteliğini desteklemek adına önemlidir. Alınan önlemlerle yapının kendi yaşam döngüsü beşikten beşiğe bir süreci kapsayacaktır.

Kaynakları verimli kullanmaya yönelik herhangi bir girişimin merkezinde inşaat sektörü yer almaktadır. Mevcut yapılar küresel enerji arzının büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Buna paralel olarak enerji verimliliğini artırmak konusunda da en büyük potansiyele sahip olan da yine inşaat sektörüdür. Bunu gerçekleştirebilmek için yapıların tasarım kararlarından yapım aşamalarına, kullanımdan yıkıma ve geri dönüştürülme aşamalarına kadar tüm süreç bir bütün olarak ele alınmalı ve daha geniş perspektiften bakılabilmelidir. Yapıların çevresel etkileri en temelde yıllarca oluşturdukları enerji talebinde yatmaktadır. Enerji kullanımı açısından verimli yapılar bu yönleriyle iklim değişikliğiyle mücadelede en önemli rolü almaktadır. Yeni yapılmakta olan bir inşaatın veya mevcut güçlendirilen bir yapının fark etmeksizin doğru yönetimlerle sera gazı azaltma potansiyeli yüksektir.

IPCC (2014) iklim değişikliğine karşı izlenmesi gerekenleri iki temel bileşen üzerinden tanımlamıştır:

- Azaltma stratejileri geliştirilmesi: İklim değişikliğine sebep olan sera gazı emisyonlarının azaltılması, karbon yutaklarının arttırılması ve korunması.
- Uyum stratejilerinin geliştirilmesi: Değişen iklim koşullarına uyum sağlama kabiliyetinin arttırılması.

Kentler iklim değişikliği ile mücadelesinde; emisyonları azaltarak, zarar azaltma önlemleri alarak ve uyum stratejileri geliştirerek başarılı olacaktır. Uyum stratejileri, iklime duyarlı oldukları anlamına gelen sürdürülebilir ve dirençli yapılar tasarlamaktır. Yaşam alanlarının tasarım aşamasında alınan kararlar mekân sınırlarını aşarak, yapı, kent, ülke, kıta ve tüm dünyaya etkide bulunmaktadır.

Mimarlıkta sürdürülebilirlik, yapılı çevrenin doğal çevre üzerindeki etkilerini azaltmanın yollarını vurgularken dirençlilik kentlerin risklerle nasıl başa çıkabileceğini ve afetlerden nasıl kaçınabileceğini vurgulamaktadır. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde (2014) dirençliliği, sistemlerin tehlikeli bir olay, eğilim veya rahatsızlıkla başa çıkma,

temel işlevlerini, kimliklerini ve yapılarını sürdürecek şekilde yanıt verme veya yeniden düzenleme ve aynı zamanda adaptasyon, öğrenme ve dönüşüm kapasitelerini de sürdürme olarak tanımlamaktadır.

Son yıllarda literatürde iklim değişikliği ile ilgili tartışmalar, yeşil gündem ve mavi gündem olmak üzere iki farklı gündemi ortaya koymuştur (Oliver vd., 2019). Sürdürülebilirlik ve dirençlilik renklerle ifade edilmiştir. ‘‘Yeşil’’ sürdürülebilirlik yaklaşımlarını temsil ederken, ‘‘mavi’’ dirençli olmayı ifade etmektedir.

2.2.1. Yeşil Gündem Kavramı: ‘‘Sürdürülebilirlik’’

Literatürde ‘‘green agenda’’ olarak yer alan ‘‘yeşil gündem’’ özünde insan faaliyetleri sonucunda olumsuz etkilenen doğal sistemlerden, kaynakların verimli kullanımının zorluğuyla başa çıkan sürdürülebilir kalkınma kavramının eşdeğeridir (Oliver vd., 2019). Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar sonucu ‘‘yeşil gündem’’ in özü ve kapsamı olarak ‘‘sürdürülebilirlik’’ kavramı kullanılmaktadır. Sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç temel boyutu bulunmaktadır. Bu başlık altında mimarlık disiplinin sürdürülebilirlik ile ilişkisi olan çevresel boyutu ve sürdürülebilir yapı üretimi (sürdürülebilir yapım) ilkeleri incelenmiştir.

Yeşil gündem; ekolojik, sürdürülebilir, yeşil, rejeneratif tasarım gibi birçok kavramı ortak paydada buluşturmaktadır. Bu kavramları içeren tasarımlar duyarlı mimari tasarım olarak adlandırılmaktadır. Duyarlı mimari tasarım iklim değişikliğini azaltmak için bir araç olarak kabul edilmektedir (Sijakovic, Peric, 2020). Sürdürülebilir mimarlık başlığı altında olan yapılar genellikle; gelecek nesilleri dikkate alarak kendi enerjilerini üreten, yenilenebilir doğal kaynakları kullanan, geri dönüştürülmüş malzemelere yer veren, seçtikleri malzemeleri geri dönüştürülebilir seçen, çevreyi gözeten, yağmur sularını arıtarak kullanan gibi çevreci özelliklere sahiptir. Sürdürülebilir mimarlık bütüne odaklı, planlı, çevresel sorunları göz ardı etmeyen bir yapılaşma şeklidir. Bu sayede yörenin toplumsal, kültürel ve ekonomik altyapısına bulunduğu katkıyla da çevreye duyarlı bir mimari pratik öngörülmektedir (Paker, 2017).

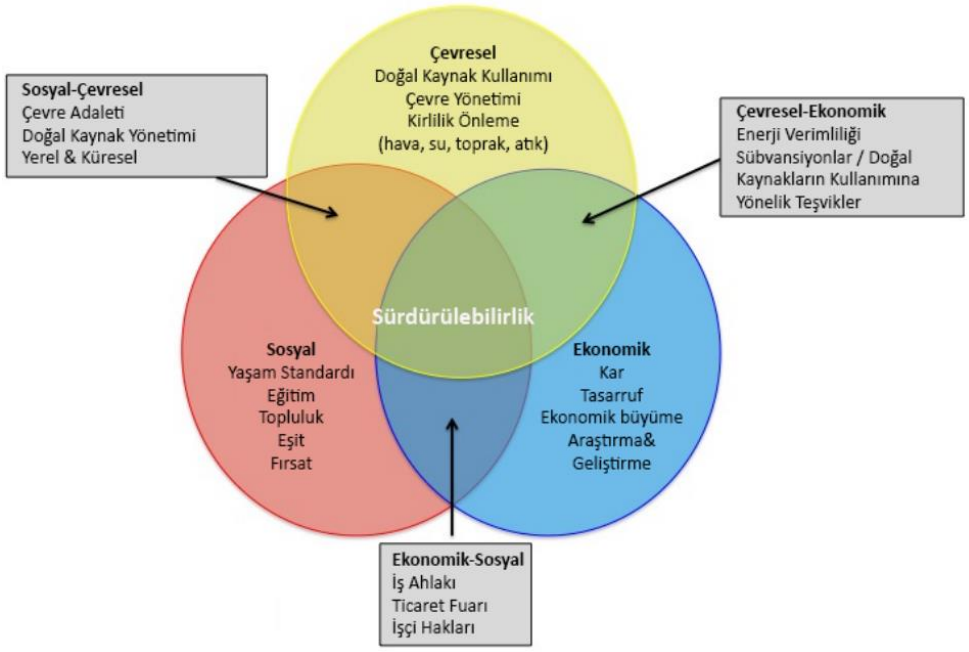
Günümüzde iklim kaynaklı felaketlerin artışı ve bu etkinin çevre üzerindeki negatif baskısı insan yaşamının her anlamda bağımlı olduğu doğal kaynakların hızla azalmasına, mevcut ihtiyacı karşılayamayacak seviyeye inmesine neden olmuştur. Fabrikalarda, konut ve ulaşım araçlarında tüketilen yakıtların bir sonucu olarak atmosfere salınan sera gazları da küresel ısınmayı ayrıca tetiklemektedir. İnsanların mevcut doğal dengeyi sarsıcı etkileri doğayı kirletirken doğal kaynakların da hızla ve bilinçsiz şekilde tüketilmesi sonucunu doğurmaktadır. Bu durumlar günümüz dünyasında "sürdürülebilirlik" kavramını doğal gündem haline getirmiştir. Latince kökünde "sus tenere" , korumak veya dayanmak anlamı taşıyan sürdürülebilirlik, insanlığın geleceğini şekillendirecek temel yaşam biçimi fikri olarak yükselmektedir (Jacques, 2014).

Sürdürülebilirlik kavramı bir durumun veya şeyin kendine yetebilmesi, kendi devamlılığını sağlayabilmesi temeline dayanmaktadır. İngilizce dilinde "sustainability" kelimesinin tam karşılığı olan sürdürülebilirlik, dilimize "tutmak, taşımak, katlanmak" olarak çevrilmektedir (Kayıhan 2006). Bu kavram ana anlamıyla; yaşamın temel düzenini ve devamlılığını sağlamak için öz kaynaklarını koruyarak kesintisiz, gelecekte de aynı etkiyle devam edebileceği ön görüsüyle dengeli bir varoluşun ortaya koyulmasıdır. Aynı şekilde devam edeceği ön görülerek dengeli bir biçimde var olması ve devam etmesidir.

Birleşmiş Milletler (BM) Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) 1987 yılında yaptığı açıklamada "İnsanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir." ifadelerini kullanmıştır. Çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik, sürdürülebilir nitelikli yaşamın 3 temel unsuru olarak karşımıza çıkmakta ve bu unsurlar sağlanırsa sürdürülebilir dengeli yaşam sağlanabilmektedir (aktaran Gölemen, 2014).

Sözlükteki tanımına bakıldığında bu kavram "bir kaynağın, tüketilmemek, bitirilmemek ve sonsuza kadar yok edilmemek üzere işlenme ve/veya kullanılma yöntemi" olarak tanımlanmaktadır (Merriam-Webster Inc., 2002).

Sürdürülebilirlik kavramına literatürde birçok farklı yaklaşım olduğu görülmektedir. Kavram üzerine yapılan farklı yorumlara bakmak gerekirse; var olan iklim değişikliği etkilerinin çevre üzerinde oluşturduğu hasar, doğanın kirletilmesi durumları çevrenin ve mevcut kaynakların uzun vadede korunması gerekliliğini gündeme getirmiştir. Sürdürülebilirlik bir kavram olarak ilk defa 1982 yılında Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından kabul edilen Dünya Doğa Şartı belgesinde karşımıza çıkmıştır. Şarta göre; "insanların yararlandığı ekosistem, organizmalar, kara, deniz, ve atmosfer kaynaklarının optimum sürdürülebilirliğini başarabilecek biçimde yönetilmeleri gerektiği, ancak bunun ekosistemlerin ve türlerin bütünlüğünü tehlikeye atmayacak biçimde yapılması öngörülmektedir." (Gezen, 2015).



Şekil 2.11. Sürdürülebilirliğin üç temel bileşen ile ilişkilendirilmesi (Saulters, 2012)

Eko gelişme, ekolojik sistem tartışmalarına Brundtland Komisyonu olarak da bilinen Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından (The World Commission on Environment and Development, WCED) 1987 yılında yayınlanan Ortak Geleceğimiz (Our Common Future) raporunda sürdürülebilir gelişme (sustainable development) olarak bir kavram niteliği kazandırılmıştır. Sürdürülebilirlik kavramı bu rapor ile dünya gündeminde önem kazanmaya başlamıştır. Raporda sürdürülebilir gelişme, gelecek

nesillerde insanların kendi ihtiyaç ve beklentilerini karşılayabilme imkânlarını yok etmeden, bugünün ihtiyaç ve beklentilerini karşılama yeteneği (WCED, 1987) olarak tanımlanmıştır. Ayrıca raporda yaşamın devamlılığı için gerekli kaynakların tüketiminde bugün ve gelecekte, yaşayan ve yaşayacak olan nesiller için eşit ve dengeli kullanım hakkı olduğu vurgulanmaktadır.

Çeşitli bileşenlerle içeriği genişleyen sürdürülebilirlik kavramı; çevreci duruşu ve kaynakların geleceğe kayıpsız aktarılabilmesi öngörüsüyle gelecekte insan ile ekosistemlerin uyumlu duruşunun ekonomik, sosyal ve çevresel ilkeleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 2.11) (Utkutuğ, 2011). Sürdürülebilirlik, doğal denge bağlamında yenilenebilir kaynakların doğru ve gerekli ölçüde kullanımıyla ekosistem dinamiğinin devamlılığını etkin kılmaktadır. Sürdürülebilir niteliği olan tasarımlar gelecek nesile daha sağlıklı ve etkin ulaşım sağlama olanağı ortaya koyulmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik, kaynakların etkin kullanımı ve ekolojik denge temeline oturduğu için iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini de en aza indirmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma ise doğal dengeyi ve insanın yaşam kalitesini korumayı, ekonomik iyileşmeyi ve refah düzeyini üst noktalara taşıma çabası ve bu sonuçları gerçekleştirme çabasıdır.

Civan (2006), sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma bazı noktalarda karıştırılabildiğine dikkat çekmiştir. Bu kavramların aslında birbirinden farklı yapıları işaret ettiğine dikkat çekmiştir. Bu iki kavram farklarıyla ele alındığında; sürdürülebilir kalkınma, mevcut koşullara ve değişken yapılara uyum sağlayabilen ve sürdürülebilirliğin etkin olarak gerçekleştirilebilmesini hedeflemektedir. Öyle ki sürdürülebilir kalkınma bir yol haritası niteliği taşır ve sürdürülebilirlik hedefine ulaşmak için yol göstermektedir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. Du Plesis'in sürdürülebilir kalkınma ilkeleri (aktaran Gölemen, 2014)

Çevresel	• Yeryüzünün canlılığının ve çeşitliliğin korunması • Yaşam destek sistemlerinin korunması • Yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir kullanımı • Yenilenemeyen kaynaklarının kullanımının en aza indirgenmesi • Çevreye ve bütün yasayan canlıların sağlığına verilen zararın ve kirliliğin en aza indirgenmesi • Kültürel ve tarihi çevrenin korunması
Ekonomik	• Uluslar ve nesiller arası adaletin teşvik edilmesi • Eşit olmayan değiş-tokuştan kaçınılması (*avoid unequal exchange*) • Bir grubu zenginleştirmek için bir diğer grubun yoksullaştırılmaması • Gerçek maliyet fiyatlandırılmasının sağlanması • Etik olan tedarik ve yatırım politikalarının teşvik edilmesi • Maliyet ve yararların eşit dağıtımının desteklenmesi • Yerel ekonomilerin desteklenmesi
Sosyal	• İnsan yaşam kalitesinde gelişime izin verilmesi • Halklar arasında sosyal adaletin desteklenmesi • Kültürel ve sosyal bütünlüğün hesaba katılması • Kendine güven ve hür iradenin yükseltilmesi • Bireyselden uluslararasına kadar bütün seviyelerde karar almada işbirliğinin ve katılımın cesaretlenmesi • Halkın yetkilendirilmesi ve kapasite artırımı için fırsatlar sağlanması

Yapı Üretim Sürecinde Sürdürülebilirlik

Mimarlık toplumun gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi niteliği taşımaktadır. Ülkedeki mimarlığın niteliğinin çevresel ve sosyal bazda sunduğu olanaklar o ülkenin yaşam kalitesini belirlemektedir. Bunun dışında ekonomide gerçekleşen krizlerin ilk yansımaları mimarlık ve inşaat sektöründe görülmektedir. Ülkenin gelişimi için çevresel, sosyal ve ekonomik dengeyi sağlayabilen "sürdürülebilir kalkınma" hedef gösterilmektedir.

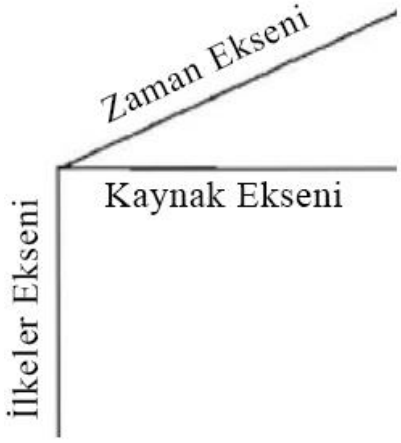
Mimarlık fiziksel olarak hayata yapılar ile dokunmaktadır. İnsan yaşamının devamlılığının sağlanması için gerekli olan yapılı çevre gerekli standartları sağlamasının yanında mevcut doğal denge ile uyumlu yaşamaktadır. Yapılı çevrenin tasarımı, canlı türlerinin yaşam alanlarının korunmasında, iklim değişikliğinin zararlı etkileriyle tehdit

altında olan doğal çevreye sürdürülebilir nitelik kazandırılmasında ve dengenin korunumunda etkin rol oynamaktadır (Utkutuğ, 2011). Bu noktada yapılı çevrenin tasarlanması canlı türlerinin korunması ve sağlıklı insan ilişkilerinin devamlılığı için önem arz etmektedir.

Sürdürülebilirlik ile doğal çevreye yapılan müdahele etkisi en aza indirilmekte, çevreyle uyum birincil hedef olarak uygulanmaktadır, böylece ekolojik denge korumaya alınmaktadır. USGBC (Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Bina Konseyi), sürdürülebilirlik kavramının geniş çaplı ve yenilikçi yapısı için bir sistematik oluşturabilmek için; yeşil yapılar, yüksek performanslı yapılar, sürdürülebilir tasarım gibi terimleri birbirine alternatif temel kavramlar olarak ortaya koymuştur. Bu terimler toplum şartlarına göre ayrıca yapının çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerini de ele alınmaktadır (Yılmaz, 2012).

Sürdürülebilir mimarlığın doğal çevre ile ilişkisi sürdürülebilir yapım yaklaşımıyla sağlanmaktadır. Sürdürülebilir yapım kavramı Hoşkara (2007) tarafından "yapım süreci boyunca, inşaat sektöründe yer alan aktörler (paydaşlar) tarafından, çeşitli ürün, yapı ve yerleşimlerin planlanması, tasarlanması, üretilmesi ve inşa edilmesinde ve yapıların kullanımında ihtiyaç duyulan kaynakların kullanımında ve bu süreçte meydana gelen atıkların yönetiminde sürdürülebilir kalkınma ilkelerinden türetilen sürdürülebilir yapım ilkelerinin uygulanması" olarak ifade edilmektedir. Huovila ve Koskela (1998) ise, sürdürülebilir yapımı, inşaat sektörünün sürdürülebilir kalkınma çabasına verdiği bir reaksiyon olarak tanımlamıştır (aktaran Hoşkara & Sey, 2008).

Kibert'e (1994) göre ise; bir projenin gerçek anlamda sürdürülebilir niteliğe sahip olması için tasarım, planlama, yapım ve yıkım süreçlerinin en az maliyetle yönetilmesi, çevresel ve ekonomik etkenlerle de uyumlu yapıda olması gerekmektedir. Sürdürülebilir yapı üretimi konusunda tasarım ve yapım aşamalarının temel aldığı konular Şekil 2.12'de gösterildiği gibi maliyet, zaman ve kalite olmuştur. Bunlara ek olarak, kaynak tüketimi ve çevre korunumunu da ele alan sürdürülebilir yapı üretim sürecinin sağlıklı bir çevre oluşumuna katkı sağlayacaktır (Kibert, 1994).



Şekil 2.12. Sürdürülebilir yapım için basit bir kavramsal model (Kibert, 1994)

İnşaat endüstrisi, yapılı çevrenin tüm yaşam döngüsünü kapsayan bir süreçtir. Bu süreci tasarlayan, inşa eden, değiştiren ve sürdüren katılımcılar arasında işverenler, planlamacılar, mimarlar, mühendisler, inşaatçılar ve operatörler bulunmaktadır. Katılımcılar için iki ayrı katmandan söz edilmektedir:

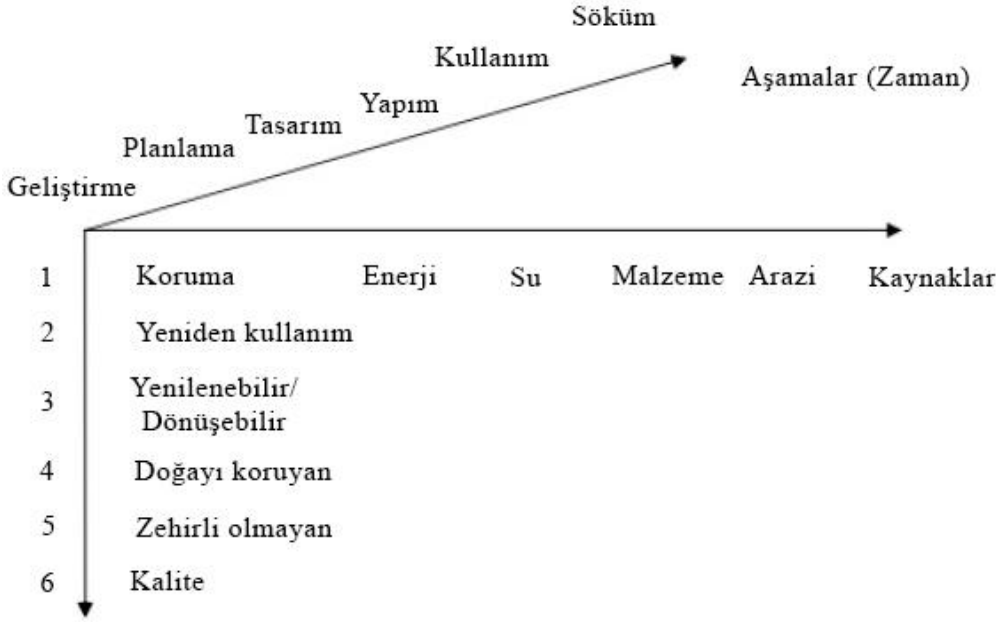
Tasarım ve uygulama katmanı, yapılı çevrenin fiziksel niteliğini belirleyen ve büyük ölçüde etkileyen katılımcıları içermektedir. Mimarlar, mühendisler ve inşaatçılar bu katmanda yer almaktadır. Bu üç ortak, yapılı çevrenin sistematiğini oluşturmakta, altyapısını kurmakta ve sürdürülebilirlik ilkelerini ele almaktadır. Tasarım ve uygulama rollerini üstlenerek, estetik değerleriyle birlikte çevresel ve teknik gereksinimleri dengelemeye çalışmaktadır.

Geliştirme, planlama ve işletme katmanı, inşaat sürecinin farklı aşamalarında yapılı çevreyi etkileyen birimleri içermektedir. Geliştiriciler, planlamacılar ve operatörler bu katmanda yer almaktadır. Sürdürülebilirlik ilkelerini doğru bir şekilde uygulamak ve entegre etmek için sürecin içinde yer almaktadır.

Kibert (1994), 3 eksen ile tanımladığı ilkeler, kaynaklar ve zaman boyutlarıyla bir model ortaya koyulmuştur (Şekil 2.13). Bu üç doğrultunun kesiştiği alanlar da karar verme noktalarını ifade etmektedir (Gölemen, 2014).

Kibert (1994)'in 3 boyutlu modeline göre ilkelerin kullanılmasının bir ürünü olarak çevresel bilinç ve duyarlılıkla yapılaşmış çevre sonucu ortaya çıkmaktadır. Kibert' in çalışmasında yer alan 6 sürdürülebilir yapım ilkesini ortaya koymaktadır. Bunlar:

1. Kaynak tüketiminin minimize edilmesi (Koruma): Sürdürülebilirliği sağlamanın başlıca gerekliliği aşırı tüketimi sonlandırılmasıdır. Bu ilke enerji tüketiminin en aza indirilmesi için ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma için pasif önlemlerin kullanılmasına yöneliktir.
2. Kaynakların yeniden kullanılmasının maksimize edilmesi (Yeniden kullanım): Yeniden kullanım ilkesinde malzemeler bozulmadan kullanılmasıdır. Su gibi kaynakların gri su sistemlerinde yeniden kullanılması örnek gösterilmektedir.
3. Yenilenebilir veya dönüştürülebilir kaynakların kullanımı (Yenileme/Dönüştürme): Geri dönüşümde malzemeler ham maddelere indirgenir ve yeni ürünlerde kullanılmaktadır. Geri dönüştürülmüş kaynakların kullanımı diğer kaynaklara göre öncelikli olmalıdır.
4. Doğal çevreyi koruma (Doğayı koruma): Yapılı çevre yaratma konusundaki eylemler doğal çevreyi etkilemektedir. Bu ilke ormansızlaşma yaşanan bölgelerin, kuruyan nehirlerin, gri bölgelerin düzeltilmesi, canlandırılması ve çevre yönetimi ile sürekliliğinin sağlanmasını amaçlamaktadır.
5. Sağlıklı ve zehirli olmayan bir çevre yaratma (Zehirli olmayan): Endüstrileşme ile oluşan zehirli atıklar doğal çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedir. Bu ilke toksik malzemelerin dikkatli kullanılmasını ele almaktadır. Yer altı sularını kirleten ilaçların, peyzaja ve bitki örtüsüne zarar veren maddelerin kullanımının mümkün oldukça ortadan kaldırılmasını anlatmaktadır.
6. Yapılaşmış çevreyi yaratmada kaliteyi sürdürme (Kalite): Sürdürülebilir inşaatın bir bileşeni olarak kalite kavramı en önemli faktördür. Enerji krizleri, su kıtlığı, hava kirliliği, hasta yapı sendromu, çökmekte olan mahalleler ve altyapı ve diğer pek çok sorun, bağımsız olaylar değil, birbirleri ile bağlantılıdır. Yapılı çevrenin sorunlarını çözmek için, tasarım kararları alınırken uzmanlık alanlarının birleştirilmesine önem verilmelidir. Sürdürülebilir bir çevre, sürdürülebilir inşaat yaratmakla mümkün olacaktır (Kibert, 1994).



Şekil 2.13. Sürdürülebilir yapım kavramsal modellemesi (Kibert, 1994)

Kibert'in (1994) modeli, enerji, su, malzeme ve arazi gibi kaynakların süreç boyunca her koşulda ve tüm aşamalarda korunmasını vurgulamaktadır. Model, sürdürülebilir yapı inşa sürecini altı aşamaya ayırmaktadır, bu aşamalar şunlardır: 1. Geliştirme, 2. Planlama, 3. Tasarım, 4. İnşaat, 5. Kullanım ve 6. Söküm. Bu model sürdürülebilir yapım için bir altlık görevi görmektedir.

- **Yapı Üretimi Sürecinde Ekonomik Sürdürülebilirliğin Sağlanması**

Yapı üretiminde ekonomik sürdürebilirliğin sağlanması yapının beşikten mezara kadar geçen süreç boyunca alınacak tasarım kararları ve yapılacak uygulamalar ile mümkündür. Emekci (2021) ekonomik sürdürülebilirliği incelerken yapı yaşam döngüsünü, "Yapım öncesi aşama", "Yapım, İşletme ve Kullanım Aşaması" ve "Kullanım Sonrası" olmak üzere üç aşamaya ayırılmıştır.

Yapım öncesi aşaması

Bu aşamada alınacak olan kararlar (arazi seçimine, yapı formuna, yapı kabuğuna, yapıda kullanılacak malzemeye, peyzaj tasarımı) ile mimari projenin şekillenmesi ve maliyetlerin ortaya çıkmasını etkileyen ilk kararlardır. Bu aşama sürdürülebilirlik

kararlarının alındığı aşamadır. Bu bölümde yapının araziyi verimli kullanılması, uzun ömürlü ve az bakım gerektiren çevreye duyarlı malzeme kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, suyun ve enerjinin korunumu gibi hususlara dikkat edilerek yapıların ekonomik sürdürülebilirliği sağlanabilmektedir.

- Yapının bulunduğu iklime uygun ısıtma ve soğutmadan kaynaklı enerji tüketimine karar vermek, iklime duyarlı yapı yapmak, modern yaşam standartlarından ödün vermeden yapıların enerji talebini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır.
- Planlama aşamasında tasarımı yapılan yapının topografyaya ve arazi koşullarına (bitki örtüsü, yıllık yağış miktarı, hakim rüzgar yönü, güneşin konumu, mevcut havzalar, iklim verileri) en uygun şekilde yerleştirilmesi malzeme seçimini ve yapım aşamasındaki işgücünü etkileyeceğinden enerji tasarrufu sağlanacaktır.
- Planlama aşamasında kullanım amacına uygun yapı formu oluşturmak. Şekil faktörü (shape factor) yapının kaplandığı alan ve hacim arasındaki orandır. Daha yüksek şekil faktörüne sahip yapılar, hacimleri ile orantılı olarak daha büyük bir yüzey alanına sahiptir, bu nedenle daha büyük ısı kayıpları yaşanmaktadır.
- Planlama aşamasında; iklime uygun (termal performansı ve yük taşıma özelliği uygun), yerel (kaynağından çıkarılması-işlenmesi-üretilmesi-taşınması kolay), bakım-onarım süresi uzun, geri dönüşümlü malzeme seçimiyle ekonomik ve enerji tasarruflu yapılar inşa edilebilecektir.

Yapım, işletim ve kullanım aşaması

Bu aşama yapının inşaatından başlayarak, kullanımını, kullanım sonrası onarımı ile ömrünün uzatılmasını, yapının yıkılarak atık oluşumunu kapsamaktadır. Literatüre göre bu aşama en fazla enerji ve su tüketiminin olduğu, yapı yaşam döngüsü maliyeti içinde en yüksek orana sahip olan aşamadır. Yapım öncesinde alınacak sürdürülebilir tasarım kararları ve uygulamalar, kullanıcıya maliyet-etkin tasarruflar sağlayacaktır (Emekci, 2021).

- Planlama aşamasında alınan kararların yapım aşamasında uygun yapıldığına dikkat edilmelidir.

- Yapıların planlama sürecinde hesaplanan ve tahmin edilen enerji performansının kullanıcı davranışları sonucu ile örtüşmemesi enerji tasarrufu yapmayı güçleştirmektedir. Literatür, yapılardaki kullanıcıların tercihlerinin kullanılan enerji verimliğini arttırdığını göstermektedir. Kullanıcıların bilinçlendirilmesi ile %30'a varan enerji tasarrufu yapmak söz konusudur.
- Bitkilerden faydalanarak peyzaj tasarımında doğal yollarla ısıtma ve soğutma söz konusu olabilmektedir. Bununla birlikte Emekci (2021): ''doğru peyzaj uygulaması ile hava kirliliğinin azalması, ses ve ısı izolasyonu, oksijen üretimi, buhar geçirimi, elektromanyetik radyasyonun soğurulması, sera gazlarının yok edilmesi, toprak kazanımı, yapıyı koruma ve kollamaya, alan ve vizyon kazanımı sağlanabilir" olarak ifade etmiştir.

Kullanım sonrası/yıkım aşaması

- Yapıların kullanım durumunun değerlendirilmesinin ardından, onarım-iyileştirme-yeniden yapım kararının alınarak ekonomik tasarruf edilebilecektir. Ömrünü tamamlayan yapılarda sağlam olan malzemelerin başka yapılarda değerlendirilmek üzere yeniden kullanımı enerjisi tasarrufu ve kaynak verimliliği sağlayacaktır.
- İnşaat atıkları uygun depolama ile yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilirdir. Bu yolla hammadde kaynaklarının korunumu sağlanmaktadır (Emekci, 2021).

- **Yapı Üretim Sürecinde Sosyal Sürdürülebilirliğin Sağlanması**

Yapı üretim süreci sosyal bir süreçtir. Bu yüzden yapı üretiminin sosyal boyut üzerindeki etkileri önemlidir. Sürdürülebilirliğin iskeletini oluşturan ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için her parçanın önemli bir rolü bulunmaktadır.

- Yapılı çevrenin kullanıcısı olan bireyler sosyal sürdürülebilirliğin merkezinde bulunmaktadır. Kullanıcıların sağlığını olumsuz etkilemeyecek malzemelerin kullanımı, güvenliğinin sağlanması, yaşam standartlarının ve memnuniyetlerinin arttırılması sürdürülebilir mimarlık için önemli gerekliliklerdir.

- Kullanıcıların en çok vakit geçirdiği mekânların, iç mekân hava kalitesi bireylerin sağlık durumlarını doğrudan etkilemektedir. Zararlı malzeme kullanımı iç mekân hava kirliliğine sebep olacaktır.
- Doğal ışığın doğru kullanımıyla enerji tasarrufu sağlanırken; bireylerin yorgunluğu azaltılabilir, üretkenlik ve verimlilik arttırılabilir. Termal ve görsel konforun sağlanması kullanıcı konforunun sağlanmasına katkı sağlayacaktır.
- Yapı üretim sürecinde iç mekânda kullanım sırasında oluşabilecek kazaları önleyen tasarımlar yapılmalıdır (Emekci, 2021).

- **Yapı Üretim Sürecinde Çevresel Sürdürülebilirliğin Sağlanması**

Yapılı çevre, canlı türlerinin yaşamlarının devam etmesinde, iklim değişikliği ve değişikliğin sonucu olarak oluşan riskler ve tehditler karşısında çevrenin sürdürülmesinde ve mücadelesinde etkili bir yere sahiptir.

Dünya genelinde yapılar yaklaşık olarak fosil yakıtların %35-40'ını tüketmektedir. Bu orana malzemelerin üretim sürecinde harcadıkları enerji dâhil edilmemiştir. Bunun yanında kullanıcıların konfor ihtiyacı artmıştır. Buna karşın enerji fiyatlarındaki artışlar fosil yakıtların kullanımının azaltılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve korunumunu gerekli kılmaktadır. Ayrıca, teknolojinin gelişmesiyle birlikte kullanıcıların yaşam standartlarının artması yüksek performanslı yapıların yapımını gerektirmektedir (UCLA, b.t.).

Yapı sisteminde malzemeler çevreyi kirletecek, olumsuz etkiler içeren şekilde dış ortama verilmektedir. Bunlar dış çevrede zehirli gaz ve atıklar olarak olumsuz etki göstermektedir. Yapıdaki girdileri oluşturan malzemelerin kullanımını en aza indirmek, dış ortama atık olarak aktarılan gereksiz kaynak harcanmasından kaçınmak ve kaynak verimini, korunumunu artırmak sürdürülebilirlik ile sağlanacaktır.

Çevresel sürdürülebilirliğin birincil hedefi sonraki nesiller için doğal dengeyi ve mevcut kaynakları en az kayıpla, iyi koşullarda aktarabilmektir. Bu anlamda çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için doğal kaynakların etkin ve akılcı kullanımı

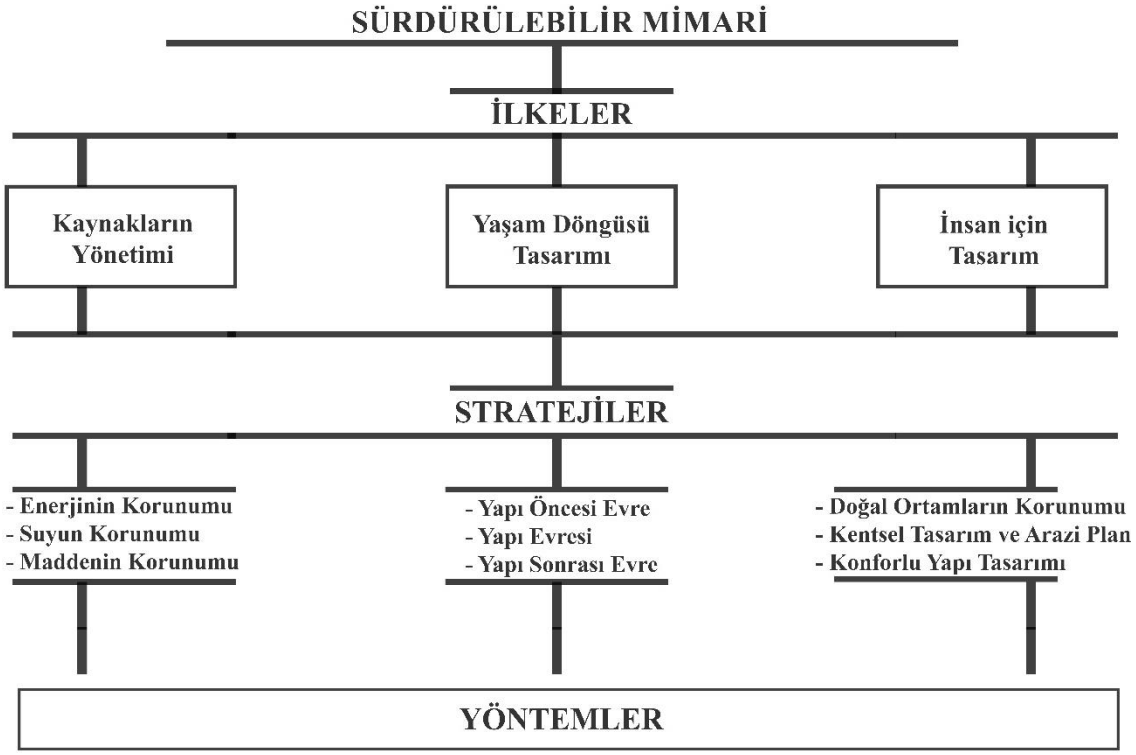
kaçınılmaz bir gerekliliktir. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi aşağıdaki hedeflere bağlıdır (Hoşkara 2007):

- Kaynak tüketimi en aza indirilmelidir
- Malzeme tüketimi için tüketim sonrası geri dönüştürülebilen malzemelerden veya (çevreye zarar vermeden ve kaynak temellerini tüketmeden elde edilen) yenilenebilir nitelikte kaynaklardan yararlanılmalıdır
- Atıkların % 100 geri dönüştürülmesi sağlanmalıdır
- Enerjinin korunması sağlanmalı ve enerjinin yenilenebilir, çevreyi kirletmeyen doğal (solar termal ve elektrik, rüzgâr gücü, biogaz vb.) kaynaklardan oluşması sağlanmalıdır
- Çevrenin geliştirilmesinde ve yapılandırılmasında, biyolojik canlılık ve çeşitlilik gözetilmelidir

Sürdürülebilir niteliğe sahip bir yapı tasarımı gündem olduğunda dikkate alınması gereken bazı faktörler vardır. Bunlar, fosil yakıt kullanımını en aza indirmek ve bunun yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak, atık miktarını azaltmak, çevresel kirliliği minimuma indirerek kullanıcı için sağlıklı, verimli ve nitelikli yaşam alanları oluşturmaktır (Özcan & Erol, 2018). Sürdürülebilir yapı üretiminde yeni teknolojik gelişmeleri de sürece dâhil ederek doğal çevreyi ve insanı zararlı etkilerden korumayı öncelenmektedir. Bu yaklaşımla yapı üretiminde yer alacak olan kaynakları etkin kullanmak ve enerji tasarrufunu en üst seviyeye çıkarmak hedeflenmektedir. Bu doğrultuda tasarım ilkeleri belirlenir, malzeme seçimi yapılmakta ve uygulanmaktadır (Paker, 2017).

Yapı tasarım sürecinde tasarım kararlarının ele alındığı aşamalarda sürdürülebilirliğin alt kavramlarına yer veren yaklaşımlar göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzde sürdürülebilir yapı en temelde ‘‘kendine yetebilen yapı’’ niteliği taşımalıdır. Kendi ihtiyaçlarını kullanıcıya sunarken yapının dışarıdan aldığı desteğin minimuma indirilmesi yapıya bu niteliği kazandıracaktır. Bu niteliğe sahip yapılar sınırlı doğal kaynak kullanımını en aza indirmektedir. Sürdürülebilir yapı döngüsü yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını temel almaktadır. Sağlıklı iç mekân hava kalitesini

sağlayabilen, güvenlik risklerini en aza indiren, enerjiyi maksimum verimle kullanan; sonuç olarak çevre kirliliğini azaltma ve biyolojik çeşitliliği koruma yeteneğine sahip olan yapılar sürdürülebilir yapı hedeflerine ulaşmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı küçük ölçekte yapı özelinde bu etkenlerle kendini göstermektedir.



Şekil 2.14. Sürdürülebilir bir yapı tasarımı için geliştirilen kavramsal çerçeve (Kim & Rigdon, 1998)

Sürdürülebilir yapıların sayısının artırılması, gelecek nesillere bu yapı ve çevre sisteminin en az kayıpla aktarılması için bazı temel ilkeler vardır. Sürdürülebilir yapı tasarım ve yapım için göz önünde bulundurulması gereken bu ilkeler; kaynakların korunumu, yaşam döngüsü tasarımı, insan için tasarım şeklinde ele alınmaktadır (Şekil 2.14). Sürdürülebilir mimarlığın ilkeleri aşağıda açıklanmaktadır.

I. Kaynakların yönetimi ilkesi:

Dünyada mevcut bulunan yapılar ve yerleşimler tüm su tüketiminin yaklaşık %12'sinden, sera gazı salınımının yaklaşık olarak %40'ından, elektrik kullanımının ise %71'inden

sorumlu durumdadır (Erten, 2010). İklim sorununun temel sebeplerinden biri olarak karşımıza çıkan yapıların tükettiği enerji ve atmosfere yaydıkları zararlı gazlar sürdürülebilir yenilikçi sistemin temel hedefindedir. Bu nedenle günümüzde kaynakların korunumu büyük öneme sahiptir. Yapılarda kaynakların korunumu 3 ilkede belirlenmektedir. Bunlar: suyun korunumu, enerji korunumu ve malzeme korunumu olarak karşımıza çıkmaktadır.

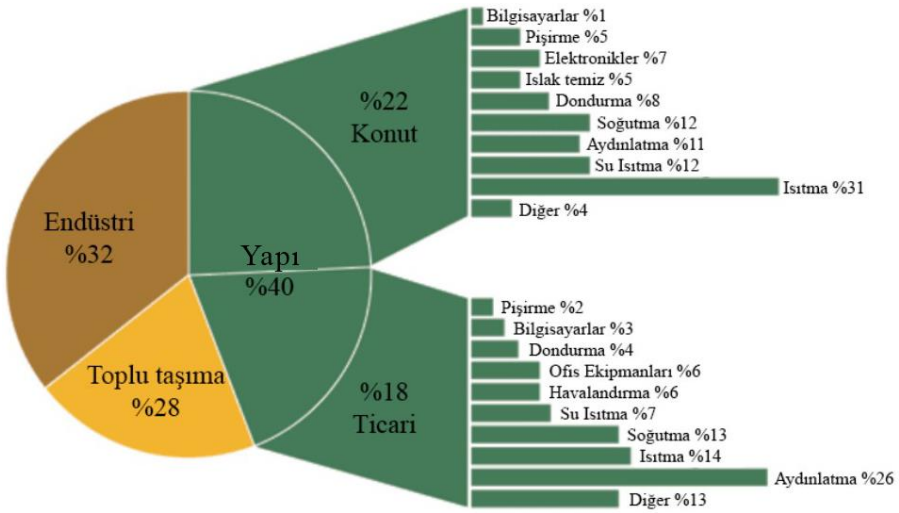


Şekil 2.15. ‘‘Kaynak Yönetimi’’ ilkesinin stratejileri ve uygulama yöntemleri (Kim & Rigdon, 1998; Sev, 2009)

Günümüzde giderek artan kaynak tüketiminin birincil sorumlusu olan yapılar bu yönüyle tüketimin artması ile üretimin azalması sistemindeki dengesizliğin derinliğini de artırmaktadır. Bu durum çeşitli temel ekolojik sorunları doğurur. Bunun için yapılarda doğal yenilenebilir kaynak tüketiminin en üst düzeye çıkarılması ve tüketim alışkanlığının minimuma indirilmesi öncelikli hedef olarak görünmektedir. Bu noktada kendine yetebilen yapılar ile bu sorunun aşılması sağlanacaktır. Kaynakların yönetimi ilkesinde; enerjinin etkin kullanımı, suyun korunumu, malzemenin etkin kullanımı ve yapı alanlarının etkin kullanımı irdelendiği Şekil 2.15’te sürdürülebilir yapı niteliği anlatılmaktadır.

Enerjinin Korunumu

Dünyada enerji tüketiminin yaklaşık olarak %40-50'si yapım ve kullanım aşamalarında gerçekleşmektedir. Bu noktada gündeme alınan enerji etkin yapı tasarımı, tasarım sürecinde iklim, hâkim rüzgâr ve yön gibi çevre etkenlerin yardımıyla verimli enerji kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Yanar, 2017). Yapılarda giderek artan enerji tüketim hızı iklim değişikliği ve çevre kirliliğinin temel nedeni durumundadır. Isıtma, soğutma, aydınlatma gibi faktörler de yapının enerji tüketim oranın katlanarak artmasına yol açmaktadır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Yapının yaşam döngüsünde enerji tüketimi (UCLA, b.t.)

Yenilenebilir enerji kullanımı, enerji tüketiminin olumsuz etkilerinin önüne geçebilmektedir. Jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir nitelikli enerji kaynakları zararlı atık oluşturmamaları ve sınırlı kaynak problemi oluşturmamaları yönüyle zararlı sonuçlar doğurmamaktadır. Bu noktada yenilikçi teknolojik gelişmeler yapılarda bilinçsiz enerji kullanımının olumsuz etkilerinin önüne geçmektedir.

Suyun Korunumu

Gelecekte su sorununun sürdürülebilir yaşam için oluşturacağı sorun günümüzden öngörülebilmektedir. Bu sorunun önüne geçebilecek ilerici fikirlerin, yapı tasarımı ve yerleşimi noktasında ele alınması büyük öneme sahiptir. Su korunumunda temel hedef yapılarda su kullanım oranını azaltmaktır. Yapılarda su korunumu gerçek anlamda

uygulanabilir duruma geldiğinde yapının ihtiyaç duyduğu suyun dağıtımı ve temizlenmesi için gerekli enerjinin harcanması konusunda da ayrıca tasarruf edilebilmektedir (Yetkin, 2019). Suyun korunumu ilkesi ile mevcut ekosistemde giderek tükenen su kaynaklarının korunumu da sağlanabilmektedir. Yapılarda kullanılan suyun arıtılması yoluyla tekrar kullanılması ve çevredeki yeşil alanların sulanması sağlanabilmektedir. Böylece verimliliğin artırılmasıyla birlikte atık miktarı da azaltılabilmektedir.

Malzemenin Korunumu

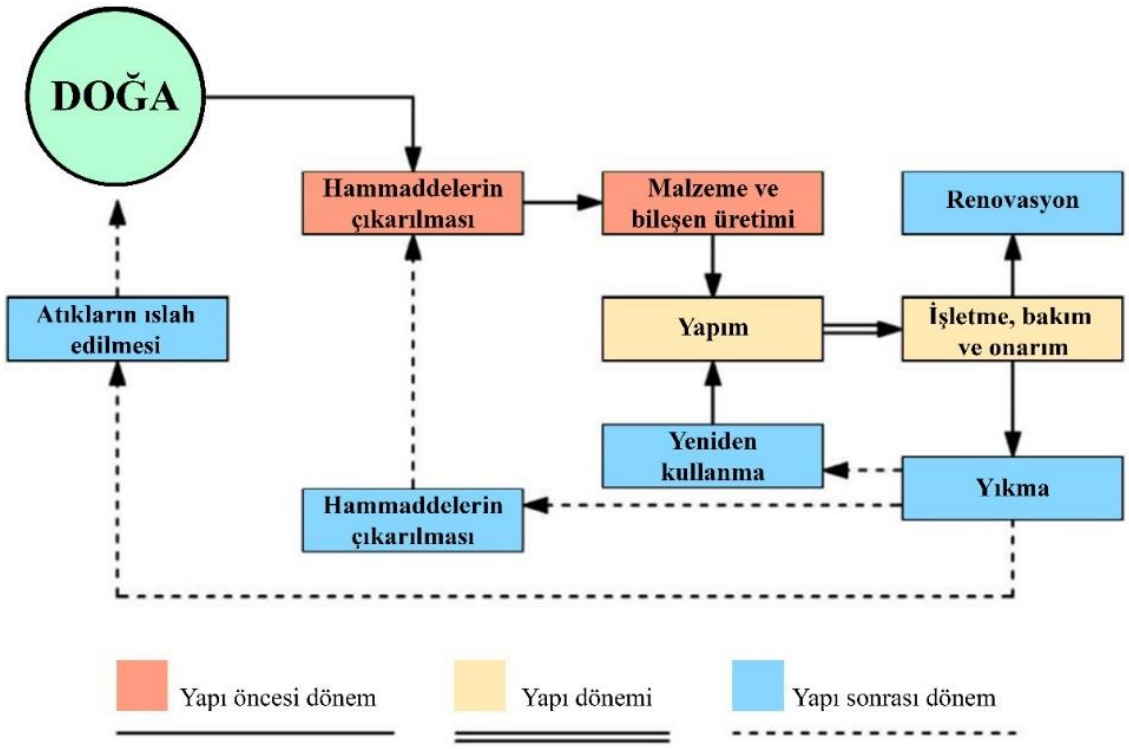
Yapı oluşum aşamasına bakıldığında malzemeler, ürünler ve bileşenler bir kaynak niteliği taşımaktadır. Bu sebeple malzeme kullanımı; kaynakların korunumu, doğal ham maddelerin korunması ve çevresel etkiler gibi birçok farklı öneme sahiptir (Şenel, 2010). Malzemelerin korunumu konusunda mevcut yapıların yenilenerek kullanıma sunulması, modüler, işlevsel yapı elemanları kullanımıyla malzeme korunumunu önceleyen mimari tasarım anlayışı, geri dönüştürülen malzemelerin kullanımı gibi kriterler ele alınarak sonuca etkin bir şekilde gidilebilmektedir. Malzeme kullanımını en aza indirerek doğal malzemelerin tercihi ve yerel malzeme seçimi ile yapılarda malzeme korunumu sağlanabilmektedir.

II. Yaşam döngüsü tasarımı ilkesi

Sürdürülebilir yapı yaşam döngüsü 3 ayrılmaktadır: yapım öncesi, yapım, yapım sonrası. Yapının yapım aşaması tamamlandıktan sonra kullanım aşamasına geçildiğinde, yapının işletimi, bakım - onarımı ve yeniden kullanım aşaması, bunlarla beraber faydalı bileşenlerin geri dönüşümü ile diğer bileşenlerin atık yönetimiyle ayrıştırılması aşamalarının bütünü ele alındığında Jong-Jin Kim'in (1998) yer verdiği Şekil 2.17'de bulunan diyagrama ulaşılmaktadır.

Bir yapının yaşam döngüsü 4 aşamada ele alınmaktadır. Bunlar: tasarım öncesi, tasarım, inşaat ve kullanım şeklinde sıralanmaktadır. Yapım öncesi dönem tasarım öncesi ve tasarım aşamalarını kapsıyorken yapım dönemi, inşaat aşamasını ifade etmektedir. Yapım sonrası dönem ise kullanım aşamasını işaret etmektedir. Bu aşamaların bütünü ise su,

enerji, malzemeler, iç mekân kalitesi, alan, tasarım hedefleri ve stratejileri ile çevresel sürdürülebilirlik kavramları ile ilişkilendirilmektedir.



Şekil 2.17. Sürdürülebilir yapı yaşam döngüsü modeli (Kim & Rigdon, 1998; Sev, 2009)

Yapı öncesi aşamada yapı için uygun arsanın belirlenmesi, uzun ömürlü, esnek nitelikte yapılar ortaya koymak için doğru tasarım ve malzeme seçimi gibi süreçler işlenmektedir (Şekil 2.16). Bu aşamada yapım için belirlenen arsanın, taşıyıcı sistem kararlarının, yönelimin ve kullanılacak malzemelerin seçiminde alınan kararların çevre üzerinde oluşturacağı etkiler ve sonuçlar araştırılmaktadır (Karslı, 2008).

Yapı evresi olarak tanımlanan aşama, yapının bir bütün olarak yapımı ve kullanımı aşamalarını içermektedir. Bu aşama yapım ve kullanım süreçlerinde kaynak tüketiminin çevresel etkilerini ele alarak mevcut yapılı çevrenin de kullanıcı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma eğilimindedir ve bu doğrultuda yöntem ve çözümleri içermektedir.

Yapı sonrası aşama ise yapının sağlıklı ömrünü tamamlanmasından sonraki süreci ele almaktadır. Bu evre sürdürülebilir mimari ilkeler kapsamında ortaya konulan stratejiler ve bu doğrultuda geliştirilen çözüm önerileri, yapı malzemelerinin yeniden kullanımı, yapı bileşenlerinin geri dönüştürülmesi, yıkım ve imha süreçleri işlenmektedir.



Şekil 2.18. ‘‘Yaşam Döngüsü Tasarımı’’ ilkesinin stratejileri ve uygulama yöntemleri (Kim & Rigdon, 1998; Sev, 2009)

III. İnsan için tasarım ilkesi

Kullanıcı için sağlıklı, fizyolojik, konforlu, güvenlikli, psikolojik gereksinimleri ve üretkenlik kavramlarını sağlamak üzere yapay çevreler üretmek, mimarlık disiplininin temel hedefidir. Bu yapay çevreler insanları ve diğer canlı türlerini bir arada içine almaktadır. Bu sebeple yapıların çevre ile ve kullanıcılar ile bir bütün olarak varlığını sürdürebilmesi önem kazanmaktadır (Wolley & Kimmins, 2002). İnsan için tasarım ilkesi değerlendirildiğinde kentsel tasarım ve arazi planlaması, doğal çevrenin korunumu konforlu yapı tasarımı olmak üzere üç önemli stratejiyi kapsadığı ve bu stratejileri hayata geçirmeye yönelik yöntem ve çözüm önerileri sunduğu görülmektedir (Şekil 2.19).

Doğal ortamların korunumu bir strateji olarak sürdürülebilir mimari tasarımda topografyayı ve mevcut bitki örtüsünü olumsuz etkileyen yapım faaliyetlerinin bütünün önlemek ve doğal şartların korunmasını sağlamak üzere çalışır ve insan ile diğer canlıların yaşam kalitesini artırmak üzere geliştirilmeye devam etmektedir. Kentsel tasarım ve arsa planlaması stratejisi, daha geniş perspektif ile kent ölçeğini ele alır ve sürdürülebilirlik kavramını bu açıdan değerlendirmektedir.



Şekil 2.19. ‘‘İnsan İçin Tasarım’’ ilkesinin stratejileri ve uygulama yöntemleri (Kim & Rigdon, 1998; Sev, 2009)

Kentsel tasarımda mevcut çevrenin niteliğine müdahale edilmemesi gerektiğine, enerji ve suyun korunumu konusuna, karma işlevli tasarımların önemine yönelik ortaya konulan yöntem ve çözüm önerilerini kapsamaktadır. İnsan konforu için tasarım stratejisi ise insanların yaşamlarının büyük kısmını geçirdikleri iç mekânlarda insan sağlığını, konfor ve güveliğini geliştirmeye yönelik, dış mekânla görsel ve işitsel bağ kurma, doğal havalandırma ve aydınlatma, yapı akustiği gibi yöntemleri kapsar ve çözüm önerileri getirmektedir (Şekli 2.19).

Yeşil gündem bağlamda, sürdürülebilir yapı oluşturmanın önemli bir unsuru, iklim değişikliğinin etkilerini en aza indirmeye yönelik stratejilerin etkili bir şekilde

uygulanmasıdır. Bu stratejilerin başarıyla hayata geçirilmesi için, katılımcıların uyum ve iş birliği içinde ortak bir çalışma yürütmeleri gerekmektedir. Sürdürülebilir yapım için belirlenen kriterler tabloya dökülmüştür (Tablo 2.3). Bu kriterler, enerji verimliliği, malzeme seçimi, çevresel etkilerin azaltılması gibi faktörleri içermektedir.

Tablo 2.3. Yapı ölçeğinde yeşil gündem stratejileri (İklim değişikliğinin etkilerini azaltma stratejileri)

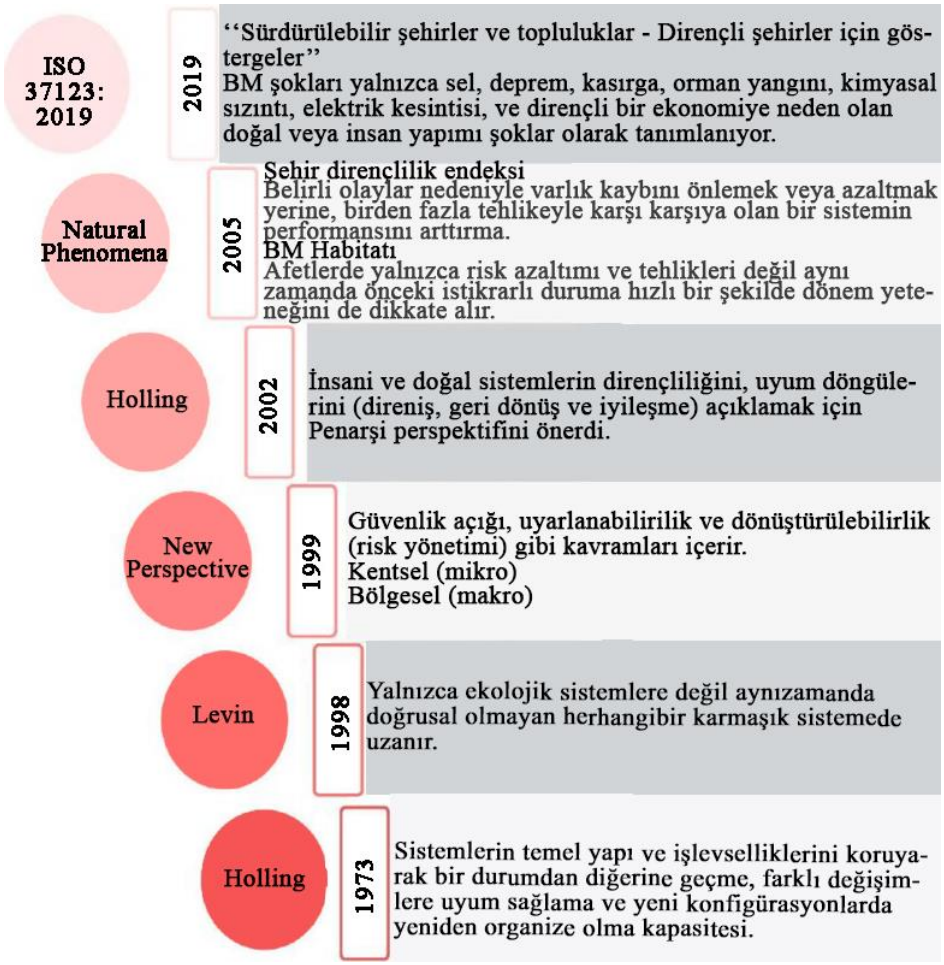
YAPI ÖLÇEĞİNDE YEŞİL GÜNDEM STRATEJİLERİ	
1	Minimum enerji tüketimini sağlamak için iklimsel ve çevresel faktörlerden maksimum yararlanmak. Yapının konumlandırılması ile enerji tüketimini azaltılması
2	Alanın doğal özelliklerini ve ekolojisini korumak ve geliştirilmesi
3	Su tüketiminin azaltacak önlemlerin alınması. Bakım ve sulama ihtiyaçlarını azaltacak yerel ve iklime uygun bitkiler kullanması
4	Tasarım sürecinin ömür boyu maliyet analizine uygunluğu
5	Doğal havalandırma imkânlarından yararlanılması
6	Sistemlerin iç mekân kalitesini sağlayacak şekilde seçilmesi ve verimli havalandırma stratejilerinin uygulanması
7	Sistemlerin işletme ve bakımlarının kolaylığı
8	Yapı kabuğundaki enerji tüketiminin ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılarak optimize edilmesini sağlamak
9	HVAC sistemlerinin ömür boyu maliyet analizi ile optimize edilmesi
10	Yapı kütlesinde pasif veya mekanik yöntemlerle ısı depolanması. Isı geri kazanım sistemleri tesis edilmesi. Mekanik sistem performansını artırarak yapı ısıtma, soğutma ve havalandırma sisteminin tasarlanması
11	Elektrikle aydınlatma yerine doğal aydınlatma, dış gölgelikler ve çift cam cephe sistemlerinin incelenmesi. Enerji etkin elektrikli aydınlatma ve kontrol sistemleri kullanmak. Görsel performans ve konfor için etkili aydınlatma sağlanması.
12	Yenilenebilir veya alternatif enerji kaynaklarının kullanılması.
14	Geri-dönüşümlü içerikli malzeme ve ürünler kullanarak hammadde çıkarımı sırasındaki olumsuz etkileri azaltmak, geri-dönüşümlü içerikli yapı ürünlerine olan talebi artırmak (Malzeme seçiminde beşikten-mezara kavramının gözetilmesi)
15	Yerel üretilmiş malzemeler kullanarak yerel ekonomiyi desteklemek ve malzeme ulaştırılmasında harcanan enerjinin indirgenmesi
16	Teknolojiden faydalanarak tasarım aşamasında yapılacak simülasyonlar ile enerji tüketiminin minimize edilmesi
17	Yapı kullanımı ile birlikte ilk beş yıl içinde feed back alınarak enerji tüketimi, kullanıcı memnuniyeti vb. konularda ne ölçüde başarılı olduğunun kontrol edilmesi

2.2.2. Mavi Gündem Kavramı: ‘‘Dirençlilik’’

Literatürde ‘‘blue agenda’’ olarak yer alan ‘‘mavi gündem’’ iklim dinamiklerindeki ani veya zamanla yıkıcı etkileri olan değişikliklere karşı kullanıcıyı ve dengeli düzeni korumayı hedefleyen dirençlilik kavramının eşdeğeridir. ‘‘Mavi gündem’’ kavramının özü ve kapsamı olarak ‘‘dirençlilik’’ kavramını vurgulamıştır. ‘‘Mavi gündem’’ genellikle iklim değişikliği ve çevresel zorluklara karşı dirençli çözümler geliştirmeyi amaçlayan bir yaklaşım olarak öne çıkar. Bu tez kapsamda yapılan araştırmalar sonucu, mavi gündemin temel odak noktasının ‘‘dirençlilik’’ olduğunu göstermiştir.

Dirençlilik terimi zor durumlara hazırlanma, yanıt verme ve kurtulma kapasitesi olarak literatürde uzun yıllardır yer alsa da, kentsel dirençlilik kavramı oldukça yenidir. İklim değişikliğiyle meydana gelen aşırı hava olayları, yükselen deniz seviyesi ve sıcaklıklar, mevsimsel anormallikler ve afetler karşısında etkilenen yapılı çevrenin dirençli olması, dayanıklılığını arttırılması, iklim değişikliğine uyum, afete hazırlık ve risk yönetimi ile açıklanmaktadır. ISO 37123:2019 standardı, “değişen dünyanın tüm zorluklarıyla başa çıkabilen dirençli bir şehir” kavramını alır ve aşırı olaylara hazırlık düzeyinin yanı sıra, bunlara yanıt verme ve yeniden inşa etme kapasitesini kastetmektedir. Dirençlilik kavramı kentsel ölçekte değişim, uyum ve dönüşüm kavramlarıyla ele alınmaktadır. Bu stratejiler, olası afetlerin öngörülmesi, afetlere karşı dirençli yapı ve çevre düzenlemelerinin ortaya konulması ve son olarak afetlerden sonra hızlıca kendini yenileyebilen, mevcut fonksiyonlarına dönebilen yapı ve kentleri işaret etmektedir.

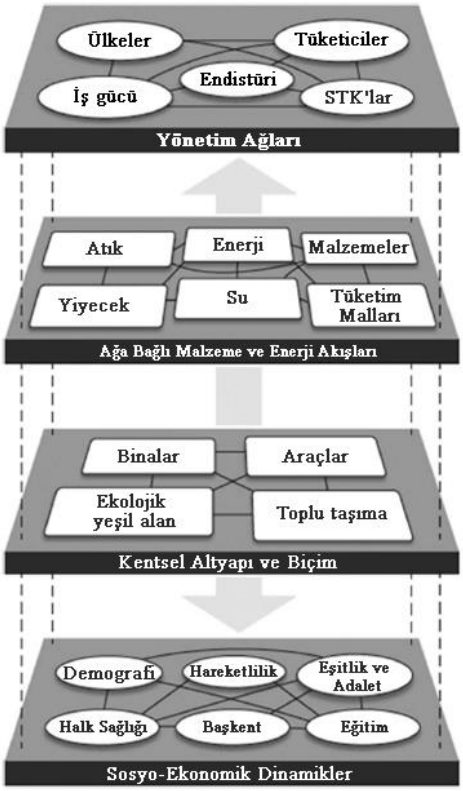
Dirençlilik iklim dinamiklerindeki ani veya zamanla yıkıcı etkileri olan değişikliklere karşı kullanıcıyı ve mevcut dengeyi korumayı hedeflemektedir. Bu tanımıyla değerlendirildiğinde dirençlilik kavramı, kullanıcının düzenini korumakla mevcut ekosistemdeki dengeyi de stratejik yaklaşımlarla güvenli alana taşımayı hedeflemektedir. Daha özele indirgenip kent ölçeğinde ele alındığında mavi gündem, kentsel ısı adası etkisini azaltmakta, yüksek yoğunluklu fırtına olaylarından kaynaklı taşkınları önler veya azaltmakta, aşırı hava olaylarına karşı direnci arttırarak altyapıyı iklim değişikliğine hazırlamaktadır.



Şekil 2.20. Dirençliliğin evrimi (Ramirez & Grijalba, 2021)

Direnç kavramı, şehirler ve iklim değişikliği literatüründe giderek daha fazla önem kazanmaktadır. "İklim dirençli", "iklim dayanıklı" ve "dirençli" gibi sık kullanılan terimleri de oluşturmaktadır. Dirençlilik kavramının etimolojik kökeni, "geri sıçramak" anlamı taşıyan Latince resilio sözcüğünden gelmektedir (Klein, Nicholls ve Thomalla, 2003). Akademik bir kavram olarak, kökeni ve anlamları daha çeşitli tanımlanmıştır (Pendall, Foster ve Cowell, 2010). Şekil 2.20'de dirençlilik kavramını bazı tanımlarına yer verilmiştir. Dirençliliğin nasıl tanımlanacağı ve ölçüleceği konusunda bu farklı literatürler arasında bazı anlaşmazlıklar olsa da, şu konularda geniş bir fikir birliği vardır: şehirler, iklim değişikliğine hazırlıklı olmak için daha geniş bir şok ve stres yelpazesine karşı dirençli hale gelmelidir (mavi gündem) ve iklim değişikliği direncini artırmaya yönelik çabalar, kentsel gelişmeyi ve sürdürülebilirliği teşvik etme çabalarıyla birleştirilmelidir (turkuaz gündem).

‘‘Kentsel sistem’’, çok ölçekli, fiziksel ve sosyal ağların bağlantısından, güçlü bir şekilde birbirine bağlı olan dört alt sistemin dinamik kurgusuyla (yönetim ağları, ağ bağlantılı malzeme ve enerji akışları, kentsel altyapı ve form, sosyo-ekonomik dinamikler) oluşan karmaşık ve dinamik bir yapı olarak kavramsallaştırılmaktadır (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Kentsel sistemin kavramsal bir şeması (Meerow vd., 2016)

Bir diğer noktada ele alındığında kentsel sistemin sosyal, ekolojik ve teknik bileşenlerden ve birden fazla mekansal ölçek boyunca uzanan sosyo-ekolojik ve sosyo-teknik ağlardan oluştuğu ortaya konulmaktadır. Ağa bağlı malzeme ve enerji akışları, ‘‘kentsel metabolizma’’ olarak adlandırılan su, enerji, gıda ve atık akışları gibi bir kentsel sistem tarafından üretilen veya tüketilen sayısız malzemeyi ifade etmektedir (Kennedy vd., 2007). Kentsel altyapı ve form, yapılar, ulaşım ağları, enerji ve su şebekeleri (kamu hizmetleri) gibi inşa edilmiş çevrenin yanı sıra kentsel yeşil alan ve parkları kapsamaktadır (Wolch, Byrne ve Newell, 2014). Kentsel ekolojik yapı ve işlevi bu şekilde kategorize etmek, kentsel alanlarda sürmekte olan biyolojik ve ekolojik süreçlerin basitleştirilmesidir. Parasal sermaye, demografi, adalet ve hakkaniyet gibi sosyo-

ekonomik dinamikler, diğer alt sistemleri ve kentsel vatandaşların geçim kaynaklarını ve kapasitelerini şekillendirmektedir (Resilience Alliance, 2007). Kentsel dirençliliği tanımlamayı zorlaştıran etmenlerden biri de şehirlerin doğasında var olan karmaşıklıktır (Jabareen, 2013).

Kentleri etkileyen iklim değişikliği etkilerini ikiye ayırılmaktadır: İklim koşullarındaki devam eden değişimler ve ani iklim değişkenliği. Deniz seviyesindeki artışlar, mevsimlerin kayması, artan sıcaklık ve yağış devam eden iklim değişikliği sonuçları iken afetler ani hava olaylarıdır. İklimin sürekli olarak değişimi kent üzerinde stres yaratırken beklenmedik hava olayları kentler üzerinde şok oluşturarak hasarlar bırakmaktadır.

‘‘Kentsel dirençlilik’’, bir kentsel sistemin ve tüm bileşenlerinin yeteneğini ifade etmektedir. Bu sistemi oluşturan tüm sosyo-ekolojik ve sosyo-teknik ağların zamansal ve mekansal ölçeklerde, bir risk karşısında; kimlik, yapı ve temel süreçleri sürdürme, hızla geri dönme ve değişime adaptasyon sağlama becerisi olarak tanımlanmaktadır. Risk altında işlevini sürdürebilme, sistemlerin bozulmaya direnmesi ve mevcut durumu korumaya çalışması gerekmektedir (Chelleri, 2012). Bu tanımda, kentsel dirençlilik dinamiktir. Zamansal ölçek önemli olduğundan özel adaptasyon yerinde genel adaptasyonu savunmaktadır. Kentsel sistemlerin karmaşık ve dinamik karakteri, bozulma sonrası bir önceki duruma dönüşü oldukça olanaksız hale getirmektedir (Klein vd., 2003). İklim değişikliği ve kentleşme, şehirlerin istikrarsız olan doğasını daha da kötüleştirmektedir. Bu nedenle, bu tanım, kentsel dirençliliği, denge dışı durumda işleyen bir nitelik olarak kavramsallaştırır; burada dirençlilik, bir sistemin temel işlevleri sürdürme kapasitesini yansıtmaktadır. Dirençlilik, şehirlerin uğraşması gereken normatif bir vizyon veya “gündem” olarak öne sürmektedir (Weichselgartner & Kelman, 2014).

Literatürde kentsel dirençlilik için farklı disiplinlerin yaptığı birçok tanım yer almaktadır. Mimarlık disiplininde kentsel dirençlilik için yapılan tanımlara bakıldığında, iklim değişikliğinin sebep olduğu şoklarla ve baskılarla başa çıkma kabiliyeti olarak tanımlandığı görülmektedir (Tablo 2.4) (Meerow vd., 2016).Tanımlardan biri, özellikle afet risklerine dayalı uyarlamaları vurgulamaktadır (Tablo 2.4). Daha kısa bir tanımla dirençli bir kentin kritik bir özelliği, harekete geçme ve toparlanma hızıdır. Bir

bozulmanın ardından uzun gecikmeler yaşamaktansa, kritik işlevleri hızla yeniden kurmak öncelik görülecektir.

Tablo 2.4. Kentsel dirençlilik tanımları (Meerow vd., 2016'dan uyarlanmıştır)

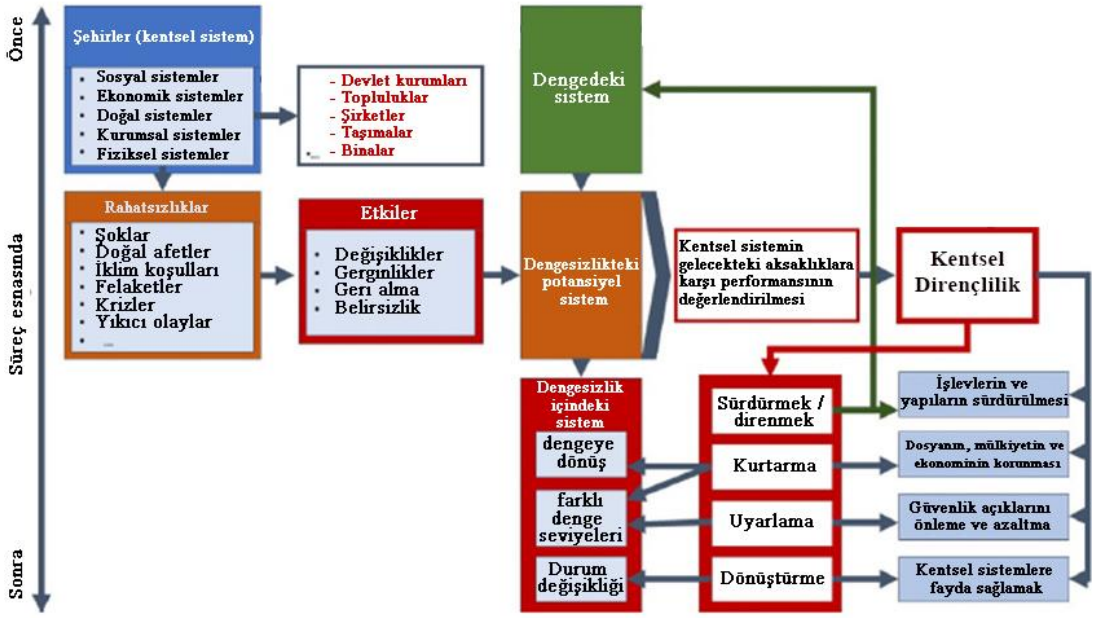
Pickett vd. (2004)	". . şehirlerin yeni bir dizi yapı etrafında yeniden örgütlenmeden önce değişime tahammül etme derecesi ve süreçleri"
Godschalk (2003)	". . fiziksel sistemler ve insan topluluklarından oluşan sürdürülebilir bir ağ"
Pickett vd. (2004)	‘‘. . bir sistemin değişen koşullar karşısında uyum sağlama yeteneği’’
Campanella (2006)	‘‘. . bir şehrin yıkımdan kurtulma kapasitesi’’
Ahern (2011)	‘‘. . sistemlerin başka durumlara geçmeden yeniden organize olma ve değişim ve bozulmadan kurtulma kapasitesi ... başarısızlığa karşı güvenli’’ sistemler
Leichenko (2011)	‘‘. . . çok çeşitli şoklara ve streslere dayanma yeteneği’’
Brown et al. (2012)	‘‘. . kabul edilebilir bir düzeyde işlev görmeye devam ederken değişen iklim koşullarına dinamik ve etkili bir şekilde yanıt verme kapasitesi. Bu tanım, etkilere direnme veya dayanma kabiliyetinin yanı sıra, en azından felaket boyutunda bir başarısızlığı önlemek için gerekli işlevselliği sağlamak amacıyla iyileşme ve yeniden organize olma kabiliyetini ve en iyi ihtimalle gelişme kabiliyetini içerir’’
Lamond and Proverbs (2009)	‘‘. . kasaba ve şehirlerin büyük ve küçük felaketlerden hızlı bir şekilde kurtulabilmeleri gerektiği fikrini kapsar’’
Chelleri (2012)	‘‘. . esneklik (sistemin sürekliliği), geçiş (sistemin aşamalı değişimi) ve dönüşüm (sistemin yeniden yapılandırılması) görüşleri çerçevesinde çerçevelenmelidir’’
Henstra (2012)	‘‘İklime dirençli bir şehir ... iklim değişikliği streslerine dayanma, iklimle ilgili tehlikelere etkili bir şekilde yanıt verme ve kalan olumsuz etkilerden hızla kurtulma kapasitesine sahiptir’’
Thornbush et al. (2013)	‘‘. . kentin sosyal, ekonomik ve doğal sistemlerinin genel kalitesinin geleceğe yeterince hazır olması’’

Tablo 2.4'a göre kentsel dirençlilik ilgili araştırmalara bakıldığında iki temel başlık olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmaların ortalama yarısı iklim değişikliği, sel ve

taşkın, deprem gibi belirli tehditlere karşı dirençlilik tanımı yaparken diğer yarısı ise tüm risklere karşı kentsel dirençlilik üzerinde durulmaktadır.

Kentsel dirençlilik çalışmaları genellikle çeşitli literatürlere dayanarak dört ana kategoriye ayrılmaktadır: kentsel ekolojik dirençlilik, kentsel tehlikelerin ve afet riskinin azaltılması, kentsel ve bölgesel ekonomilerin dirençliliği, ve kentsel yönetişim ve kurumlar aracılığıyla dirençliliğin teşvik edilmesidir.

Kentsel tehlikeler ve afet riskini azaltma literatüründe hem doğal hem de insan kaynaklı olumsuzluklardan hızlı ve etkili bir şekilde kurtulmak için şehirlerin, altyapı sistemlerinin, kentsel nüfus ve toplulukların kapasitelerinin artırılmasına vurgu yapılmaktadır (Leichenko, 2011).



Şekil 2.22. Kentsel dirençlilik boyutlarının çerçevelenmesi (Ribeiro & Pena Jardim Gonçalves, 2019)

Kent nüfuslarının hızlı artışı, kentleri iklim değişikliğine ve oluşturduğu risklere karşı daha kırılgan hale getirmektedir (Masson vd., 2020). Artan yapılaşma ve artan endüstri faaliyetleri ile birlikte kentlerin ürettiği atıkların artması dolayısıyla iklimsel tehditlere karşı savunmasız ve kırılgan bir yapı oluştuğu görülmektedir (Şekil 2.22). Günümüzde

altyapı konusundaki yetersizlikler, afet risklerinin azaltılması noktasında tedarik eksikleri, sağlık hizmetlerinin yetersizliği gibi nedenlerle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler iklim değişikliği tehdidine karşı oldukça kırılgan yapıdadır (Handmer vd., 2012). Düşük gelirli ve orta gelir düzeyine sahip ülkelerde nüfusun artış yönündeki eğilimine bağlı olarak artan yoksulluk ve bütün bunlara bağlı olarak muhtemel felaketlere karşı kentin direnç seviyesinin düşük oranı, bu kentleri önlem açısından önemli çalışma alanları yapmaktadır (Adger vd., 2009).

Kentler birçok paradigmaya bağlı olarak iklim değişikliğinden farklı oranlarda etkilenmektedir. Coğrafya, gelişmişlik, farkındalık, altyapı gibi çeşitli etkenlere bağlı olan etkilenme oranı kentin bu anlamda geleceği için önemlidir (Revi vd., 2014). Buna bağlı olarak kentlerin kırılganlık oranları belirlenmeli ve bu doğrultuda öznel nitelikte çözüm önerileri getirilmelidir. Kentlerin kırılganlıklarını belirlemeye yardımcı olan fiziksel, sosyal ve mekânsal göstergeler Tablo 2.5'de açıklanmıştır.

Tablo 2.5. Kentlerin kırılganlıklarını belirlemeye yardımcı olan fiziksel, sosyal ve mekânsal göstergeler

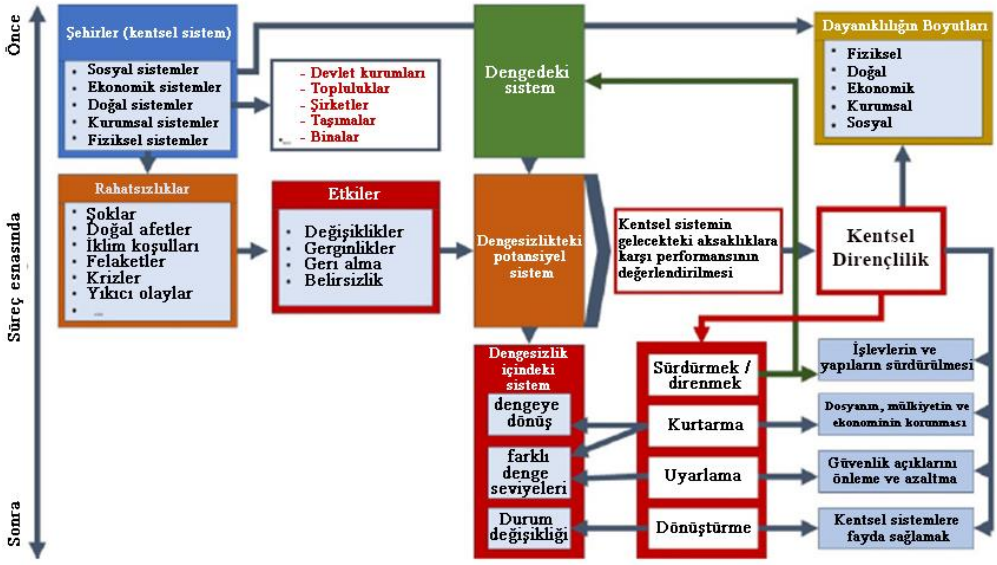
Fiziksel Göstergeler	Kentlerin bulundukları coğrafi konuma göre meydana gelebilecek olan felaketlerin türü, sıklığı ve şiddeti değişiklik gösterecektir. Dolayısıyla kentlerin etkilenme düzeyleri farklı olacaktır.
Mekânsal Göstergeler	Ormanlar kentlerdeki en önemli karbon yutaklarından biridir. Kentlerde yeşil alan oranları azaldıkça iklim kaynaklı oluşacak risklere karşı savunmasızlığın ve kırılganlığın arttığı gözlemlenmektedir.
Sosyal Göstergeler	İklim değişikliğinden kaynaklı olarak su kıtlığı, gıda bozulmaları, afetler gibi sorunların ortaya çıkması ile hastalık oranlarında meydana gelen artış, yaralanma ve can kayıplarının yaşanması, insanların günlerinin büyük bir çoğunluğunu geçirdiği yapıların zarar görmesi, günlük aktivitelerinde aksamlar yaşanması ile hem sağlık problemlerinde hem de mevcut ekonomik durumda hasarlar oluştuğu gözlemlenmektedir.

Kentlerin afetlere maruz kalma olasılıkları nüfus ve nüfus artış hızı göstergeleri ile paralel bir ivmede ilerlemektedir. Afet sonrasında bireylerin bu durumla başa çıkabilme kabiliyetleri demografik nitelikleriyle, oluşan ekonomik kaybı yerine koyabilmeleri ise

gelir düzeyi ile ilişkilidir. Sosyal yapıyı oluşturan faktörleri yaş ve cinsiyet de etkilemektedir (Sılaydın Aydın & Kahraman, 2022).

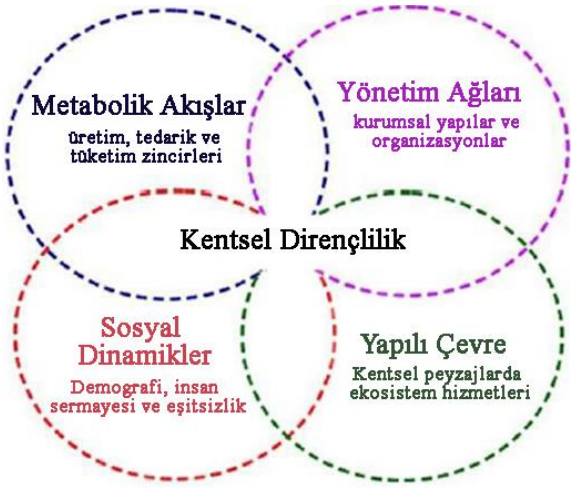
IPCC (2001), kırılganlık kavramını sistemin etkisi altında kaldığı iklim değişikliğinin, bu değişikliğin büyüklüğünün, yapısının, hızının, hassasiyetinin uyarlanabilir boyutunun bir parçası olarak tanımlamıştır. Kentler kendi bireysel ve yerel ihtiyaçlarına, kapasitelerine ve tarihsel deneyimlerine uyan kentsel dirençlilik yaklaşımlarını benimseyecek ve uyarlayacaktır. Tek bir tanımın bir kentin koşullarını tam olarak yansıtması veya şoklara dayanma ve tepki verme kapasitesini belirlemesi mümkün değildir (Shamsuddin, 2020).

İklim değişikliği ile mücadele için; sel ve deniz seviyesindeki yükselmeye karşı alınacak önlemlerden bahsetmek gerekirse, su verimliliğinin arttırılması için kaynakların geliştirilmesi ve yönetilmesi, su krizini ve gıda güvensizliğini azaltmak için tarımsal ürün ve uygulamalarda yapılacak değişiklikler, karbon emisyonlarını azaltacak ve enerji talebine sürdürülebilir cevap olacak enerji politikasında alınacak kararlar, bir bütün olarak bakıldığında özelden başlayarak genele doğru alınması gereken kararlardır (Coaffee, 2008). Doğal afetler ve insan eylemleri belirsiz, öngörülemeyen kentsel tehditler olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden, kentler ilgili sonuçları ve tehlikeleri tahmin etmek ve en aza indirmek için daha hızlı ve daha etkili bir şekilde yanıt vermelidir. Şekil 2.23'te, kentsel dirençliliğin çeşitli boyutları görsellenmiştir. Bu boyutlara dayalı olarak, dirençlilik ilkeleri şu şekildedir: Fiziksel boyut, dirençli altyapılar ve dirençli yapıları içermektedir. Doğal boyut, ekolojik ve çevresel dirençliliği kapsamaktadır. Ekonomik boyut, ekonomik gelişmişlik düzeyine bağlı olarak belirlenmiştir. Kuramsal boyut, yönetim ve adaptasyon politikalarını içermektedir. Sosyal boyut ise demografik yapı, eğitim seviyesi ve benzeri gelişmişlik ölçütlerine göre dirençliliği değerlendirmektedir. Bu boyutlar, kentlerin çeşitli zorluklara karşı hazırlıklı olmasını sağlayan kapsamlı bir yaklaşımı temsil etmektedir.



Şekil 2.23. Kentsel dirençlilik (Ribeiro & Pena Jardim Gonçalves 2019)

Resilience Alliance tarafından 2007 yılında öne sürülen perspektife göre, kentsel dirençliliği oluşturan temel bileşenler dört ana unsurdan oluşmaktadır. Bu unsurlar şunlardır: metabolik akışlar, yönetim ağları, sosyal dinamikler ve yapılı çevre. Metabolik akışlar, kentin enerji ve kaynak akışlarını içerirken, yönetim ağları, çeşitli kurumsal yapılar ve organizasyonlar arasındaki etkileşimleri ve karar alma süreçlerini temsil etmektedir. Sosyal dinamikler, toplumun dirençlilik kapasitesini etkileyen demografi, insan sermayesive eşitsizliği ifade etmektedir. Son olarak, yapılı çevre, fiziksel altyapı ve çevresel unsurları içermektedir.



Şekil 2.24. Kentsel dirençlilik kavramları (Resilience Alliance, 2007)

Ribeiro ve Gonçalves (2019)'a göre kent sistemini daha dirençli hale getirmek için on bir özellik belirlenmiştir: Yedeklilik, çeşitlilik, verimlilik, sağlamlık, bağlanabilirlik, adaptasyon, kaynaklar, bağımsızlık, inovasyon, kapsayıcılık ve entegrasyon. Tablo 2.6. de bu özelliklerin kavramsal açıklamaları yer almaktadır.

Tablo 2.6. Kentsel dirençliliğin ana karakteristikleri (Ribeiro & Pena Jardim Gonçalves 2019'dan uyanlanmıştır)

Özellikler	**Tanım**
1. Yedeklilik	Sistem, işlevsel olarak benzer birkaç bileşene sahiptir, böylece bir bileşen arızalandığında sistemde kesinti olmamaktadır.
2. Çeşitlilik	Sistem, çeşitli tehditlere karşı koruma sağlamak amacıyla işlevsel olarak farklı bileşenlere sahiptir. Sistemdeki çeşitlilik arttıkça, çeşitli koşullara uyum sağlama yeteneği artmaktadır.
3. Verimlilik	Statik bir kentsel sistemin işleyişi ile dinamik bir sistemin işleyişi arasındaki pozitif ilişkidir.
4. Sağlamlık/ Dayanıklılık	Saldırılara veya diğer dış güçlere karşı direnme yeteneği, sağlam tasarmı içermektedir. Bu tasarım, potansiyel sistem arızalarını öngörür, arızaların öngörülebilir, güvenli ve nedeniyle orantısız olmamasını sağlamaktadır.
5. Bağlanabilirlik Bağlantılılık	Birbirine bağlı sistem bileşenleri, destek ve karşılıklı etkileşim için bir araya gelmiş unsurlardır.
6. Adaptasyon/ Uyum	Deneyimlerden öğrenme ve değişim karşısında esnek olma becerisi, adaptasyon yeteneğini ifade eder.
7. Kaynaklar	Kesintilere ve bunların etkilerine yanıt vermek için hızla yer değiştirebilecek kaynakların bulunması.
8. Bağımsızlık	Dışarıdan fiziksel müdahaleye ihtiyaç duymadan afet sonrası kesintisiz bir süre boyunca çalışabilme yeteneği.
9. İnovasyon	Bir şok sırasında veya bir sistem stres altındayken hedeflere ulaşmak veya ihtiyaçlarını karşılamak için hızlı bir şekilde farklı yollar bulma becerisidir. İnovasyon, bir kentin kritik sistemlerin işlevselliğini son derece sınırlı koşullar altında yeniden tesis etme becerisini geliştirmesi açısından kritik öneme sahiptir.
10. Kapsayıcılık/ İçerme	Süreçlerin ve planların geliştirilmesinde geniş çaplı istişarenin geliştirilmesi ve toplulukların sürece dâhil edilmesi önemlidir. Kapsayıcı bir yaklaşım, şehrin dirençliliğini inşa etmek için ortak bir vizyona katkıda bulunmuştur.
11. Entegrasyon/ Bütünleşme	Kentsel sistemler arasındaki entegrasyon ve uyum, daha güçlü karar almayı teşvik eder ve tüm kullanıcıların / bileşenlerin ortak bir sonuç için birbirlerini karşılıklı olarak desteklemelerini sağlamaktadır. Sistemler arasındaki bilgi alışverişi, sistemlerin kolektif olarak çalışmasına ve kent genelinde daha kısa müdahale döngüleri aracılığıyla hızlı yanıt vermesine olanak tanımaktadır.

Şirin Dincer (2016)'e göre kentsel dirençlilik sağlamak için kriterler şunlardır:

• Kullanıcılara toplu şekilde farkındalık kazandırılması ve sivil toplum katılımıyla tüm süreç ortaklarının kendi rollerini benimsediği, yerel farkındalıkların oluşturulduğu bir koordinasyon sistemi kurmak.
• Öngörülemeyen durumlar ve riskler için belli bir bütçe ayırmak, düşük gelirli gurplara farklı teşvikler vermek, özel ve kamu sektörünü bu risklere karşı uyarmak ve teşvik etmek.
• Mevcut tehlikelerle ilgili verilerin güncel tutulması ve güvenlik açıklarının net bir şekilde belirlenmesi. İmar planları ve kararlar ile ilgili risk değerlendirmelerinin raporlanması ve etkin kullanılması. Bunların halka ulaşmasını ve okunabilirliğini sağlamak, şeffaflığı ortaya koymak ve kararlarda halkı sürece dâhil etmek.
• İklim değişikliğine bağlı ortaya çıkan, fiziksel riskleri azaltan altyapı sistemlerine yatırım yapmak.
• Mevcut okul ve sağlık yapılarının güvenlik seviyelerini en üste çıkarmak.
• Yapılaşma konusunda yönetmelik ve genel koşullar, arazi kullanımı, planlama aşamalarının en doğru şekilde koordinasyonunu yapmak, düşük gelirli gruplar için güvenli bölgeler belirlemek ve yasadışı yerleşmenin önüne geçmek.
• Afetlere ve çeşitli beklenmedik etkilere karşı eğitimlerle farkındalığı artırmak.
• Kentin kırılganlığını artıran fırtına, sel gibi doğ olaylarının önüne geçebilmek için doğal eşiklerin ve ekosistemlerin korunması.
• Düzenli tatbikatlar yapmak ve kent için erken uyarı sistemleri oluşturmak, acil durum yönetim sistemlerini geliştirmek.
• Herhangi bir felaketten sonra, hayatta kalanların ihtiyaçlarının karşılanması için tasarım

Birleşmiş Milletler, dünya genelinde sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek amacıyla 2015 yılında 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni (SKH) kabul etmiştir. Bu hedefler, 17 ana başlık altında toplanmıştır.

1. Yoksulluğa son: Ekstrem yoksulluğu her yerde sona erdirmek.
2. Açlığa son: Açlığı, gıda güvenliğini ve iyi beslenmeyi sağlayarak sonlandırmak.
3. Sağlıklı bireyler: Sağlık ve iyi yaşamı her yaş için mümkün kılmak.

4. Nitelikli eğitim: Herkes için nitelikli, eşit ve kapsayıcı eğitimi teşvik etmek.
5. Toplumsal cinsiyet eşitliği sağlamak.
6. Temiz su ve sıhhi koşullar: Herkes için erişilebilir su ve atık su hizmetlerini ve sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak.
7. Erişilebilir ve temiz enerji: Herkes için karşılanabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak.
8. İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme: İstikrarlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemek.
9. Sanayi, yenilikçilik ve altyapı: Dayanıklı altyapı inşası, sürdürülebilir endüstriyelleşme ve yenilikçilik teşviki.
10. Eşitsizliklerin azaltılması: Gelir eşitsizliğini azaltma ve toplumsal eşitsizlikleri gidermek.
11. Sürdürülebilir şehir ve yaşam alanları: Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dirençli ve sürdürülebilir kılmak.
12. Sorumlu tüketim ve üretim: Sürdürülebilir tüketim ve üretimi teşvik etmek.
13. İklim eylemi: İklim değişikliği ile mücadele etmek.
14. Sudaki yaşam: Denizlerin, deniz kaynaklarının ve ekosistemleri korumak.
15. Karasal yaşam: Kara ekosistemlerinin, ormanların, çölleşmenin önlenmesi ve biyoçeşitliliği korumak.
16. Barış, adalet ve güçlü kurumlar: Barışçıl toplumları teşvik etme, erişilebilir adalet sistemleri oluşturma ve etkili, hesap verebilir ve şeffaf kurumları desteklemek.
17. Hedefler için ortaklıklar: Hedeflere ulaşmak için küresel iş birliklerini güçlendirmek.

Kentsel dirençlilik kavramını oluşturan adaptasyon ve uyum sağlama kapasitesi, Şekil 2.25'te yer alan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri için (11: Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dirençli ve sürdürülebilir kılmak) özünde dirençlilik ile bağlantılıdır. Adaptasyon kavramı, insan yerleşimlerinin, özellikle şehirlerin, iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesini anlatmaktadır. Şehirlerin bu değişikliklere adapte olma yetenekleri, sürdürülebilirlikleri açısından önem arz etmektedir.



Şekil 2.25. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri (Birleşmiş Milletler, 2015)

İklim değişikliği ile mücadelede en önemli etmenlerden biri iklime duyarlı nitelikte, yani ‘‘dirençli’’ yapılar tasarlamaktır. Dirençli bir yapı mavi gündem için aşırı hava olaylarının etken olduğu şok ve baskılara karşı absorbe edebilme ve adapte olma yeteneğine sahip olmasıyla karakterize edilmektedir. Yapının dirençliliğini ölçmek için belirlenen temel özellikler şunlardır: Sağlamlık, fazlalık, yaratıcılık, hız, kapasite, esneklik, tolerans, uyum (Cubillos-Gonzalez & Novegil, 2017).

Dirençlilik ve sürdürülebilirlik kavramları birbiriyle karıştırılmamalıdır. Her dirençli yapı sürdürülebilir değildir. Her sürdürülebilir yapı da dirençli değildir. İklime duyarlı yapılar üretebilmek için sürdürülebilirlik ilkesinin gerekliliği kaçınılmazdır. Buna ek olarak dirençli yapılar üretmek, dirençli kentler oluşturmak da iklime adapte olabilmek için kaçınılmazdır. Bir yapının dirençli ve sürdürülebilir ilişkilerinin tasarıma entegre edilebilmesi için teknolojiye ihtiyaç vardır. Günümüzde yapılar yoğun yağış ve şiddetli ısı dalgaları gibi aşırı iklim olaylarına karşı hassastır. Bu tür olaylar sadece yapının kendisini değil, aynı zamanda tasarımını, inşasını ve işletimini de etkilemektedir. Son çeyrek yüzyılda meydana gelen doğal afetler gösterdi ki sorunları çözmek gittikçe zorlaşmaktadır. Gelişen teknolojiler sorunlara entegre çözümler yaratmak için tasarım sürecinde önemli rol oynayacaktır. Doğal afetlerle baş etmede, genel olarak bir yapı ve özellikle yapı kabuğu tasarlanırken teknoloji önemli bir faktör haline gelmiştir. Teknoloji söz konusu olduğunda, bir yapının tasarım, inşaat ve işletme aşamalarını içeren yaşam

döngüsü ele alınmalıdır. Bu aşamaların her birinde CO2 emisyonları, ısı yalıtımı, enerji verimliliği, kaynakların verimli tüketimi, malzeme ve dış sıcaklığın kontrolü arasındaki ilişkiyi incelemek çok önemlidir. Yaşam döngüsünde tasarıma katkıda bulanacak teknolojik gelişmeler şu şekilde sıralanmaktadır:

- Düşük karbonlu teknolojiler: CO2 emisyonlarının seviyesi
- İklime dayanıklı teknolojiler: Yalıtım malzemeleri
- Temiz teknolojiler: Enerji verimliliği
- Azaltma stratejileri: Kaynakların verimli kullanımı
- Teknolojik stratejiler: Malzeme
- Adaptasyon Stratejileri: Harici sıcaklık kontrolü (Cubillos-Gonzalez & Novegil, 2017).

İklim değişikliğinin etkilerine adaptasyon, dirençliliğe katkıda bulunan önemli bir kavram olarak literatürde detaylı değerlendirilmiştir. Dirençlilik literatürde uyum sağlama kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple iklim değişikliğinden kaynaklanan etkiler üzerine yapılı çevredeki dirençlilik stratejilerinde ele alınmaktadır. Bu kriterler: sağlamlık, yedeklilik, adaptasyon ve uyum, beceriklilik ve hızlılık, uzun ömürlü olma, pasif hayatta kalma. Sağlamlık, bir sistemin dışsal etkilere karşı direnç gösterme kapasitesini ifade etmektedir. Yedeklilik, sistemdeki önemli bileşenlerin çoğaltılmasını içermektedir. Adaptasyon ve uyum, sistemlerin çevresel değişikliklere hızlı bir şekilde uyum sağlama ve bu değişikliklere etkili bir şekilde tepki verme yeteneğini ifade etmektedir. Beceriklilik ve hızlılık, kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını ve değişen koşullara hızlı bir adapte olma yeteneğini vurgulamaktadır. Uzun ömürlü olma, sistemin uzun bir süre boyunca stabil bir şekilde çalışabilme yeteneğini ifade etmektedir. Pasif hayatta kalma, enerji veya diğer kaynaklar kullanılmadan doğal olarak hayatta kalabilme yeteneğini vurgulamaktadır. Tablo 2.7, yüksek uyum kapasitesine sahip ve dirençli yapı tasarımını destekleyen temel nitelikleri göstermektedir.

Tablo 2.7. Uyum kapasitesi yüksek ve dirençli yapı tasarımı için temel nitelikler

Sağlamlık:	Dış etkenlerden kaynaklanan baskı ve strese dayanma kabiliyeti. Sağlamlık, yapının dayanıklılığını sağlar. Dayanıklı dış kaplama, dayanıklı temel ve yapı strüktürü oluşacak afet sonrası yıkım yerine uyum ve dönüştürme potansiyeli yaratacaktır.
Yedeklilik:	Afet sonrası oluşabileceği tahmin edilen arızayı karşılamak için ayrılan kapasitedir. Birincil işlevin yerine getirilememesi durumunda yedek senaryo olarak düşünülmüş ve planlanmış alternatif kapasitedir. Bu sayede çözüm çeşitliliği sağlanacaktır.
Adaptasyon/Uyum:	Sistemin orijinal halini sürdürmeye çalışmak ya da geri dönüş sağlamak yerine, ortaya çıkan duruma uygun standartlar ve çözümler üreterek kendini geliştiren sistemlerden oluşur.
Beceriklilik/Hızlılık:	Afet sonrası oluşan şartlara uyum sağlama kapasitesi ve hızı olarak tanımlanabilir.
Uzun Ömürlü olma:	Strese karşı yapısal sağlamlık, yüksek seviyede esneklik ve dayanıklılığın sürdürülebilir olması uzun ömürlülüğe katkıda bulunur.
Pasif hayatta kalma kabiliyeti:	Yapıları şiddetli hava koşulları veya iklim olaylarıyla başa çıkacak kadar dayanıklı tasarlayarak, enerji yükünü en aza indirerek uzun süreli güç kaybını önleyerek ve pasif önlemlerin kullanılmasıyla adaptasyon yeteneğinin artması sağlanacaktır. Pasif stratejiler arasında optimize edilmiş havalandırma, iklimlendirme, termal kütle, pasif soğutma sistemleri, optimum yönlendirme, yeşil yüzeyler, yenilenebilir enerji sistemleri yer alır. Bu sistemler sayesinde yapı minimum dış enerji girdisi ile çalışır. İklim değişikliği ile meydana gelen aşırı sıcaklıkların yapılar üzerindeki etkisinin kontrol edilememesi sebebiyle termal konforun sağlanması zorlaşmaktadır. Enerji tüketimini azaltma önlemleri bu durumda yapıların adaptasyonuna katkıda bulunur.

Yapı tasarımında uyum sağlama ve dirençlilik ilkelerini göz önünde bulundurmak, beklenen ve öngörülemeyen koşullara karşı savunmasızlığın azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Askar ve ark. (2021) tarafından sunulan bilgilere göre, dirençli yapılar tasarlamak için uyarlanabilir tasarım stratejileri Tablo 2.8'de sıralanmıştır.

Bu stratejiler, yapıların çeşitli çevresel zorluklara karşı dirençli olmalarını sağlamak için benimsenmiştir. Tasarım sürecinde, beklenen iklim değişiklikleri, doğal afetler veya diğer olası riskler göz önünde bulundurmak, yapıların sürdürülebilirliğini arttıracaktır. Bu yaklaşım, yapıların dirençliliğini artırmak ve çevresel değişkenlere etkili bir şekilde adapte olmalarını sağlamak amacıyla geliştirilen stratejilere odaklanmayı içermektedir.

Tablo 2.8. Yapılarda dirençlilik stratejileri ve uyum sağlama modelleri (Askar vd., 2021'den uyarlanmıştır)

Strateji	**Dirençlilik özelliği**	**Adaptasyon özelliği**	**Değişiklik**
Adapte olabilen yapı kabuğu ve cephesi (örn. yalıtım malzemeleri veya aktif yenilenebilir unsurlar)	Pasif hayatta kalma kabiliyeti Adaptasyon	Termal ve performans adaptasyonu	Performans değişikliği
Mevcut altyapıda yapısal ve işlevsel güçlendirme	Sağlamlık	Gelecekte öngörülen senaryoya göre tasarlama	Boyut veya işlev değişikliği
Yüksek kat yüksekliği	Yedeklilik Adaptasyon	Farklı kullanımlara uygun kat yüksekliği bırakmak	Kullanım değişikliği
Kapalı avlu	Pasif hayatta kalma kabiliyeti	Çevresel koşullarına uyum sağlayabilme	Performans değişikliği
Dinamik cephe	Pasif hayatta kalma kabiliyeti Uyum	Çevresel koşullarına uyum sağlayabilme	Kullanım değişikliği Performans değişikliği
Aktif taşıyıcı elemanlar	Uyum Yedeklilik	Çoklu kullanım senaryolarını destekleme	Kullanım değişikliği
Açılabilir pencerelerin boyutu ve yerleşimi	Pasif hayatta kalma kabiliyeti	Hava koşullarına uyum sağlayabilme	Performans değişikliği
Yenilenebilir enerjiler (örn. güneş kolektörleri ve fotovoltaik paneller)	Pasif hayatta kalma kabiliyeti Yedeklilik	Çevresel koşullarına uyum sağlayabilme	Performans değişikliği
Boşluklu zeminler	Yedeklilik Beceriklilik	Çoklu kullanım senaryolarını destekleme	Kullanım değişikliği
Çift ve üç camlı pencereler	Pasif hayatta kalma kabiliyeti	Hava koşullarına uyum sağlayabilme	Performans değişikliği
Yeşil çatılar ve kat bahçeleri	Pasif hayatta kalma kabiliyeti	Çevresel koşullarına uyum sağlayabilme	Performans değişikliği

Dünyanın iklimi değiştikçe direnç kavramı daha önemli hale gelmektedir. Mavi gündem bağlamda, dirençli yapı oluşturmanın önemli bir unsuru, iklim değişikliğinin etkilerine uyum ve adaptasyona yönelik stratejilerin uygulanmasıdır. Dirençli yapı için belirlenen

kriterler tabloya dökülmüştür. Bu kriterler, şebeke bağımsızlığı, dayanıklı malzeme seçimi, kaynak depolama, çevresel etkilere uyum gibi faktörleri içermektedir. Sonuç olarak, dirençli yapı, iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir stratejidir. Tablo 2.9'da, bu kriterlere yer verilmiştir.

Tablo 2.9. Yapı ölçeğinde mavi gündem stratejileri (İklim değişikliğine uyum stratejileri) (Champagne & Aktas, 2016'den uyarlanmıştır)

YAPI ÖLÇEĞİNDE MAVİ GÜNDEM STRATEJİLERİ	
1	Gelecekteki iklim modellerine dayalı drenaj tasarımı, altyapıda sel riskine karşı suya dayanıklı malzeme kullanımı, kaldırım malzemesi olarak geçirgen malzeme kullanımı, kanalizasyonlarda geri akış vanasının kullanılması
2	Sulak alanları ve su kalitesini korumak, erozyonu önlemek
3	Gelecekte öngörülen daha sıcak kapasiteler için tasarlanmış HVAC sistemleri, ısı geri kazanımlı havalandırma sistemi kullanılması
4	Yerel, ucuz malzemeler ve kaynakların kullanımı (onarım aşamasında ulaşılabilirliğinin kolay olması)
5	Dayanıklı malzemeler kullanarak doğal kaynak kullanan malzemelerin yenilenme sıklığını azaltmak
6	Düşük enerji girdileri (pasif enerji stratejisi)
7	Sera gazı emisyonlarının azaltılması (düşük emisyonlu malzeme kullanılması)
8	Şebeke gücüne tam bağımlı olmak yerine, gerekli durumlarda kendine yetebilen, yenilebilir enerji kaynaklarından yararlanan yeni nesil stratejilere yönelmek
9	Fırtına tehlikesine karşı yapı kabuğunda kullanılacak malzeme ve teknolojik sistemlerin geliştirilmesi. Hava koşullarına dayanıklı kaplama malzemesinin kullanılması
10	Suya, ateşe ve yangına, haşerelere karşı dayanıklı malzemelerin kullanımı
11	Azaltılmış çevresel etkiler
12	İklim değişikliğinin sebep olduğu aşırı hava olaylarına karşı dirençlilik tasarımı; sağlamlılık, güvenlilik.
13	Yapı sisteminde gri suyun arıtılması ve kullanılması, artan sıcaklıklara karşı koymak için yapı sisteminde ve peyzajda su kullanımının azaltılması. Su tutma ve depolama
14	Sistemlerin arıza durumuna önlem amacıyla yedekli enerji ve su kaynaklarının kullanımı
15	Teknolojiden faydalanarak tasarım aşamasında yapılacak simülasyonlar ile afet ve iklim değişikliğinin oluşturacağı risklere karşı dirençli yapılar oluşturulması

2.2.3. Turkuaz Gündem Kavramı: ‘‘Sürdürülebilirlik ve Dirençlilik’’

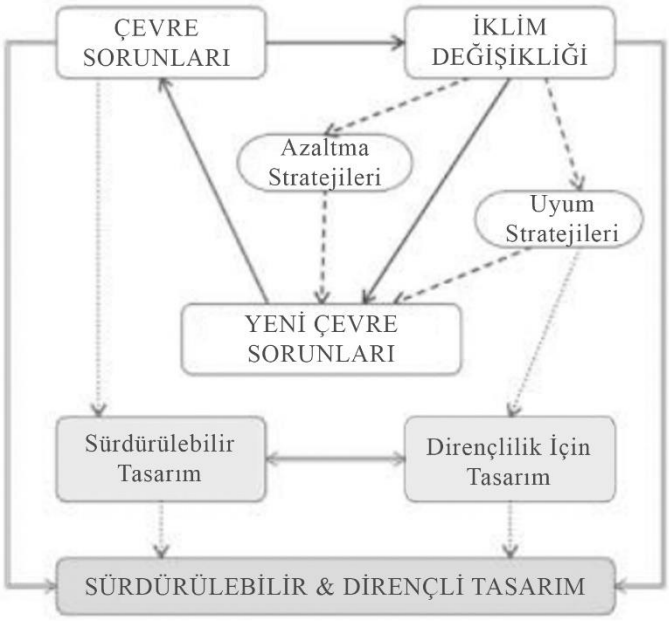
İklim değişikliğinin etkileri ve aşamalı hava olaylarından kaynaklanan zararlar, yapılar, topluluklar, şehirler ve hatta ulusal ölçekte meydana gelecektir. Bu nedenle, iklim değişikliğine, etkileri azaltmak ve uyum sağlamak için tedbirlerin sistem düzeyinde uygulanması gerekmektedir. İklim direnci stratejilerini bir dizi karmaşık sistem üzerinde entegre etmek için, tüm yapı çevresi katılımcıları ve karar vericilerin sorumluluk alması gerekecektir. Şekil 2.26’da dirençlilik için farklı sistemlerde sorumlu olan katılımcılara yer verilmiştir. Yerel ve ulusal yönetimlerden, anlamlı direnç ve adaptasyon çözümlerini etkinleştirmek için esastır (WorldGBC, 2022).



Şekil 2.26. Turkuaz gündem yaklaşımı katılımcıları (WorldGBC, 2022)

Yeşil gündem ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltma stratejileri sera gazı emisyonlarını minimum düzeye indirmenin yollarını ararken iklim değişikliğinin nedenlerini azaltmayı hedefler; mavi gündem ve iklim değişikliğine adaptasyon stratejileri ise, sistemlerin etkilerini absorbe etme, işlevlerini korurken uyum sağlama kapasitelerini arttırarak

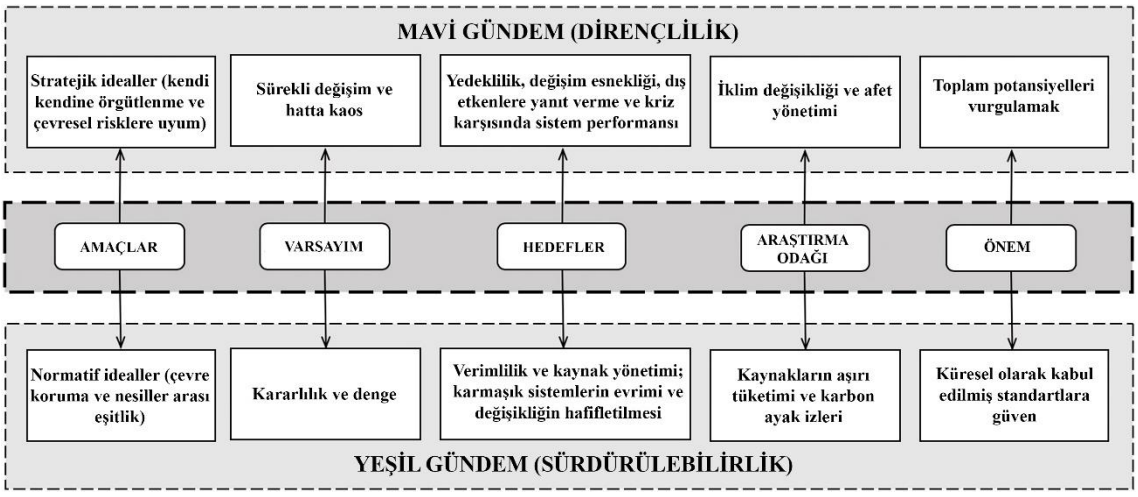
iklimin etkilerine ve sonuçlarına adaptasyonu amaçlamaktadır. Her iki gündem de tamamlayıcı ve doğası gereği birbiri ile bağlantılıdır. Yeşil gündem yaklaşımı uzun vadeli etkileri engellemek için önemli bir faktördür fakat iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilere uyum için tek başına yeterli gelmemektedir. Kalıcı kentsel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğine karşı dirence katkıda bulunmak, azaltma ‘‘yeşil gündem’’ ve uyum ‘‘mavi gündem’’ stratejilerini birleştiren çerçeve niteliğindeki ‘‘turkuaz gündem’’ stratejisi ile mümkün olacaktır. Gelecekteki yapılı çevrenin çevresel zorlukların üstesinden gelebilmek için sürdürülebilirlik yaklaşımlarının yanı sıra iklim değişikliğini uyum stratejilerini ve kentsel dirençlilik koşullarını da yerine getirmelidir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. Çevre sorunları, iklim değişikliği ve tasarım stratejileri arasındaki bağlantı (Radivojević & Hildebrand, 2018)

Sürdürülebilirlik ve dirençlilik gündemleri bazen farklılık gösterir, hatta birbiriyle çelişmektedir (Şekil 2.28). Dirençlilik ve sürdürülebilirlik arasındaki en büyük çelişki şudur: dirençlilik esasında güçlendirme amacı ile fazla kaynak tüketimi sürdürülebilirliğin verimlilik ilkesine aykırıdır. Örneğin, dirençlilik arayışındaki yapı sistemlerindeki gereksiz artış, artan enerji taleplerine neden olarak sürdürülebilirlik hedeflerini olumsuz yönde etkileyecektir. Yapı yaşam döngüsünün aşamalarında minimum kaynak tüketimi, gelecek nesiller için daha fazla kaynağın korunarak

saklanması anlamına gelmektedir ve sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Direnç açısından, kaynakların verimli kullanılması, stres altındaki bir yapının sürekli işlevselliğine imkân tanımaktadır ve toplu tedarik sistemlerinde (şebeke gibi) arıza dönemlerinde kendi kendine üretilen kaynaklara tam olarak güvenilmesini sağlamaktadır. Enerji kullanımı, su kullanımı ve atık su yönetimi bir yapının sürdürülebilirliğini ve dirençliliğini etkilerken, malzeme kullanım yoğunluğu sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramlarına farklı noktalarda dokunmaktadır. Bir malzeme yaşam döngüsü değerlendirmesinde, sürdürülebilir bir yapıda kullanılan malzeme miktarının azaltılmasına odaklanmaktadır, ancak bir yapının dirençliliğini artıran tasarımlar ek (yedek) yapısal düzenler veya daha güçlü (sağlam) sistemler gerektirmektedir. Örnek olarak, jeotermal, rüzgâr, fotovoltatik ve şebeke gibi kaynaklara dayanan, enerji depolama veya üretim atölyesi bulunduran bir yapının, tamamen şebekeye bağımlı bir yapıdan daha dirençli olduğu kabul edilmektedir. Su verimliliği konusunda bol veya kıt olan bir bölgede bulunan bir yapının daha yüksek verimlilikle yaşam ömrünü sürdürmesi için yağmur suyu toplama veya atık su geri dönüşümü gibi niteliklere sahip olması fayda sağlayacaktır, böylece yapı kısa ve uzun vadede direncini artıracaktır (Fiksel 2003).



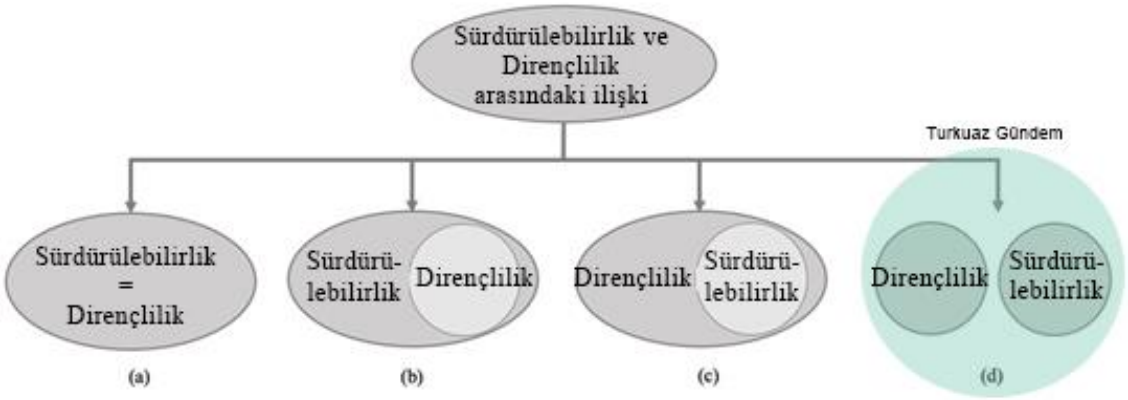
Şekil 2.28. Mavi gündem ve yeşil gündem (Roostaie vd., 2019'dan uyarlanmıştır)

Yeşil ve Mavi gündemlerinin farklı ilke ve vurguları:

1. Başarılar ve Kapasiteler: Sürdürülebilirlik büyük ölçüde enerji tüketimi performansı ve CO2 emisyon azaltımlarına odaklanmaktadır. Bu, yeşil gündemdeki standartlar ve

performans değerlendirme yöntemlerine yapılan önemli vurgunun hem nedeni hem de sonucudur. Dirençlilik, riskler ve tehditlerle başa çıkmak için çözüme odaklanmaktadır.
2. Artan performanslar ve deneme yanılma performansları: Sürdürülebilirlik, kaynak tüketiminin en aza indirilmesini ve kaynakların maksimize edilmesini hedeflerken dirençlilik, beklenen koşullara dayanıklı kapasite oluşturmayı hedeflemektedir. Sürdürülebilirlik artan enerji tüketiminden etkilenirken dirençlilik, iklim kaynaklı şok ve tehditlerden etkilenir.
3. Verimlilik ve yedeklilik: Sürdürülebilirlik, tüketimi azaltan ve çevresel etkileri en aza indirmeyi hedefleyen yalın bir yaklaşım önermektedir. Dirençlilik, doğal afetlerden kaynaklanan insani ihtiyaçlara yanıt vermeye nasıl yardımcı olacağını ana hatlarıyla anlatan yedekleme sistemlerine duyulan ihtiyacı vurgulanmaktadır.
4. Orta vadeli dengeye karşı uzun vadeli denge: Her iki gündem de uzun vadeli etkilerin dikkate alınmasını savunmaktadır ancak bunu farklı şekilde yapmaktadır. Yeşil gündem, bugün alının kararlar ve yapılan müdahaleler ile gelecek nesillerin yaşam niteliğini olumsuz etkilememeyi hedeflemektedir. Mavi gündem, bugünün önlemlerine dayalı olması gerekmeyen, ancak beklenmedik tehditlerin ve risklerin sürekli olarak yeniden değerlendirilmesine dayanan ekolojik bir yaklaşımı desteklemektedir.
5. Standartlara vurgu vs. Potansiyellere vurgu: Sürdürülebilirlik gündemi küresel olarak kabul edilen standartlara odaklanmıştır. Dirençlilik, her bölgenin tehdit türü ve boyutu farklı olduğundan daha öznel politikalar gerektirmektedir. (Lizarralde vd., 2014).

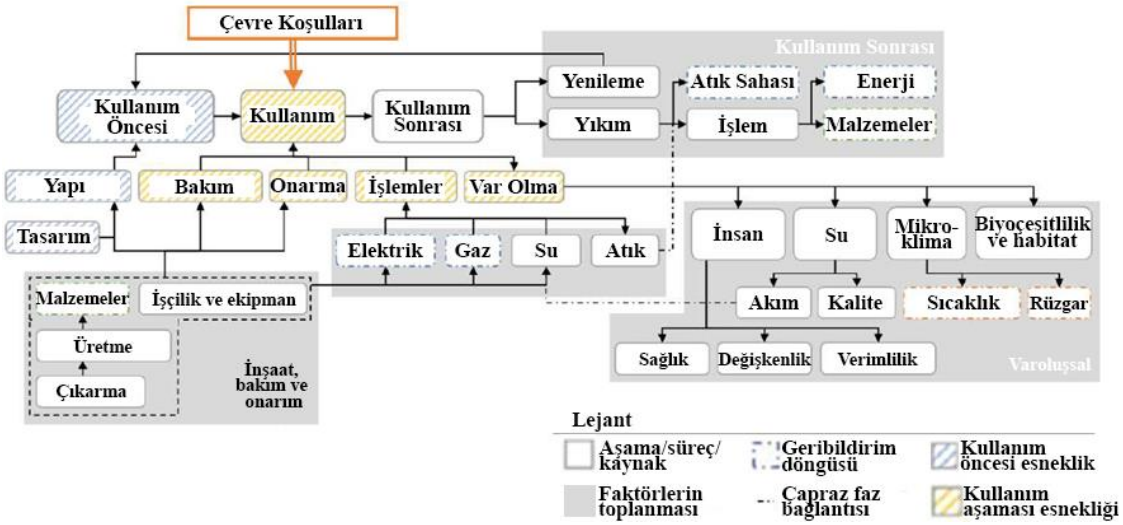
Sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramları çok boyutludur ve farklı disiplinlerde ayrı ayrı ele alınan çeşitli yönleri vardır. Bu farklılıklar göz önüne alındığında, sürdürülebilirlik ve dirençlilik ilkelerini etkin bir şekilde bütünleştirebilen turkuaz gündemin önemi ortaya çıkmaktadır (Perelman, 2008). Sürdürülebilirlik ve dirençlilik arasındaki ilişkiler Şekil 2.29'da gösterilmiştir. Şekil 2.29 (a)'da bu kavramlar birbirinin eşdeğeri olarak kabul edilmektedir ve neredeyse birbirinin yerine kullanılmaktadır. Şekil 2.29 (b)'de dirençlilik kavramı sürdürülebilirliğin bir bileşeni olarak kabul edilmiştir. Şekil 2.29 (c)'de sürdürülebilirlik kavramı dirençlilik kavramının bir bileşeni olarak kabul edilmiştir. Şekil 2.29 (d)'de ise bu iki kavram ayrı ancak birbirini tamamlayıcı kavramsal hedefler olarak kabul edilmektedir (Roostaie vd., 2019).



Şekil 2.29. Sürdürülebilirlik ve dirençlilik arasındaki farklı ilişkiler (Roostaie vd., 2019'dan uyarlanmıştır)

Sürdürülebilir yapılı çevrenin ve bu çevre ile uyumlu bir yaşamın gerekliliklerini ele alan turkuaz gündemin birincil amacı sürdürülebilir yaşamın sağlanmasıdır. İkincil amacı ise mümkün kılınan sürdürülebilir yaşamın devamlılığının ve düzeninin sağlanmasıdır. Bu noktada karşımıza çıkan mavi gündem, kurulan düzenin tam ve eksiksiz sürdürülebilmesi için dış kuvvetlerin olumsuz etkilerine adaptasyonu ve uyumu amaçlamaktadır. Sürdürülebilir yaşamın gerçek anlamda ‘‘sürdürülebilir’’ niteliğine ulaşması için kaçınılmaz bir gereklilik olarak karşımıza çıkan dirençlilik kavramı bu anlamda sürdürülebilirliğin tamamlayıcısı olarak yorumlanmaktadır (Şekil 2.29 (d)).

Sürdürülebilirlik genellikle sistemlerin kaynak tüketimi ve emisyonlarının insanlar, çevre ve ekonomi üzerindeki etkileri olarak görülmektedir; dirençlilik ise sistemlerin davranışlarını ve tepkilerini temsil etmektedir. Bu nedenle dirençlilik, değerlendirmesinde zamanın bir değişken olarak kabul edilmesini gerektiren dinamik bir özelliktir. Sürdürülebilirlik, zamanın belirli bir noktasında değerlendirilmesi nedeniyle hem statik hem de dinamik özelliklerle ele alınmıştır (Aktas & Bilec 2012). Şekil 2.30, yapıların sürdürülebilirliğinin ve dirençliliğinin ortak değerlendirilmesinin yaşam döngüsü kapsamında (kullanım öncesi, kullanım ve kullanım sonrası) etkilerini ve sonuçlarını ifade etmektedir. (Hasik vd., 2017).



Şekil 2.30. Yapılar için sürdürülebilirlik faktörlerinin kapsamı ve dirençlilikle bağlantısı (Hasik vd., 2017)

Yapının kullanım aşamasında ortaya çıkan faaliyet gereklilikleri, yapıyı ve kullanıcıyı dış kaynaklara ve altyapıya bağımlı kılar ve yapı dirençliliğini, bağımlı oldukları tedarik ağlarının dayanıklılığıyla birleştirmektedir. Sürdürülebilir yeni nesil yapı ve çevre sistemi, turkuaz gündeme ulaşmak için birincil öneme sahiptir. Bu noktada mevcut dengenin korunması ve ileriye taşınması hedefinde olan yeşil, mavi ve bunların bütününde ele alınan turkuaz gündem minimum kayıpla ilerleyen doğal döngüyü en temelde desteklemektedir. Bu karşılıklı bağımlılıklar göz önüne alındığında, yapı seviyesinde daha fazla dirençliliğe giden yollardan biri, kendi kendine yeterliliği artırmaktır. Daha da önemlisi, kendi kendine yeterliliği artırmak ve son kullanıcı hizmetlerinin kullanılabilirliğini desteklemek için yerinde yedekli altyapının mevcudiyeti, yalnızca sistemlerin yeterli enerji depolaması veya harici ağlara bağımlı olmaması durumunda faydalı olacaktır.

Sürdürülebilirlik ve dirençlilik, yapı tasarımında önemli kavramlardır, ancak farklı özellikleri ve odak noktaları vardır. Sürdürülebililik, mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak için kaynakları kullanırken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak için çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri en aza indirmeyi hedeflemektedir. Sürdürülebilir yapı tasarımı, enerji verimliliği, malzeme seçimi ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi gibi faktörlere odaklanmaktadır. Dirençlilik, bir yapının çeşitli doğal tehditlere karşı

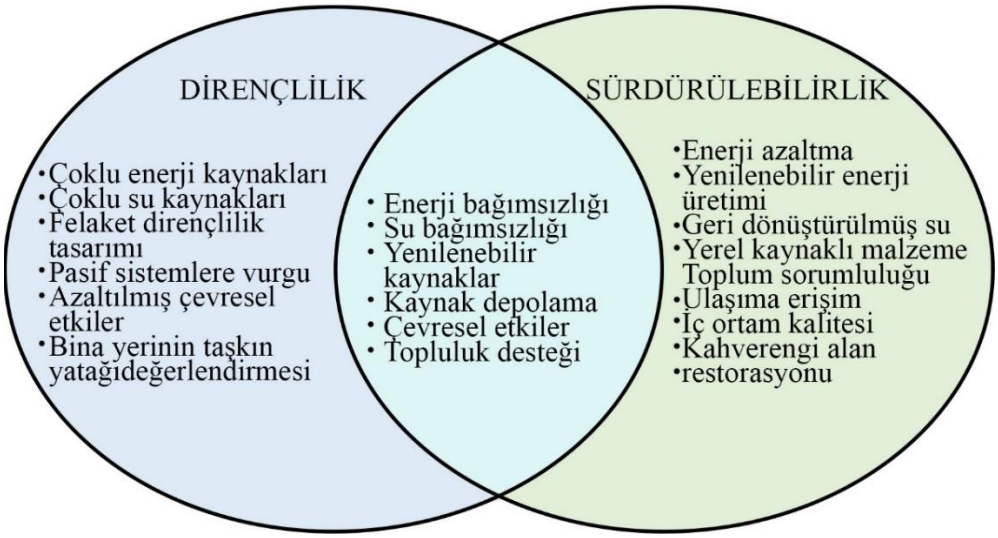
direncini ifade etmektedir. Deprem, sel, yangın, fırtına gibi olaylara karşı dirençli yapı tasarımı, yapının canlılığını ve işlevselliğini sürdürmesini amaçlamaktadır (Tablo 2.10).

Tablo 2.10. Dirençlilik için sürdürülebilir tasarım ve tasarımın temel konularının karşılaştırılması (Radivojević & Hildebrand, 2018)

SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM	**DİRENÇLİ TASARIM**
Daha ziyade sosyo-ekolojik bir sistem olarak inşa etmek. (Guy&Moore, 2005)	Yapı daha ziyade sosyo-teknik bir sistem olarak görülüyor
Evrensel olarak kabul edilen çevresel önermeler	Belirli iklim değişikliği göstergelerinde ortaya konan varsayımlar
Yapıdan kaynaklanan etkinin azaltılması	Çevrenin yapıya olan etkisinin azaltılması
Tüm yaşam döngüsünün değerlendirilmesi	Kullanım ve bakım aşamasının değerlendirilmesi
Ulaşılan sürdürülebilirlik seviyesinin değerlendirilmesi için metodolojiler geliştirildi	Tahmin edilen iklim ve hava olaylarına bağlı olarak gelecekteki davranışların tahmini; Gelişmemiş değerlendirme metodolojisi
İklim değişikliğinin azaltılmasına katkı	İklim değişikliğine uyuma katkı
Kaynakların verimli kullanımı	Kaynak talebinde değişim, güvenli kaynak temini ve dış dağıtım sistemlerine bağımlılığın azalması
Biyokimyasal ve bölgesel tasarım	Bölgesel ve dönüştürülmüş bölgesel tasarım
Sürdürülebilir alan tasarımı	Doğrudan ve dolaylı iklim değişikliği etkilerinden koruma sağlayacak şekilde tasarlanmış alan
Sürdürülebilir yapı malzemeleri, bileşenleri ve strüktürler	İklim değişikliğine dirençli yapı malzemeleri, bileşenler ve strüktürler
Yapı ve parçalarının geri kazanılabilirliği	Yapı işlerliğinin geri kazanılabilirliği
Kullanıcıların üretkenliği, sağlığı ve refahı	Kullanıcı davranışı, güvenliği ve sağlığı
Optimize edilmiş sürdürülebilirlik önlemleri kombinasyonu	Optimal çözümler yerine sağlam çözümler (Bakker, 2015); Yedeklilik

Sürdürülebilirlik ve dirençliliğin odaklandığı kriterlere bakıldığında; sürdürülebilirlik, doğal kaynakları koruma, enerji verimliliği, karbon ayak izini azaltma, atık yönetimi, geri dönüşümlü malzeme kullanımı gibi çevresel ve sosyal faktörlere odaklanmaktadır. Dirençlilik ise, yapısal bütünlük, afetlere karşı direnç, yedekli sistemler, güvenlik, uzun

ömürlülük gibi faktörlere odaklanmaktadır. Bu iki kavramın bir araya getirilmesi, yapıların çevresel, ekonomik ve toplumsal açıdan sürdürülebilir ve dirençli olmasını sağlamaktadır, böylece gelecek nesiller için uygun ve güvenli bir yaşam alanı sağlanmış olacaktır. Şekil 2.31'da bu iki kavramın tasarım kriterlerinin kesişimine yer verilmiştir.



Şekil 2.31. Dirençli ve sürdürülebilir tasarım kriterlerinin kesişimini gösteren grafik (GENI, 2017)

Bu iki kavramın ilişkisinin anlaşılmasının önemi, iklim değişikliğinin neden olduğu sonuçlar ile anlaşılmaktadır. Sürdürülebilirlik ve dirençlilik arasında bir bağ olduğu kabul edilse de birleştirici bir çerçevenin eksikliği gözlemlenmektedir. Turkuaz gündem; ‘‘sürdürülebilirlik’’ ve ‘‘dirençlilik’’ kavramlarının birbirinden ayırmadan planlama yapmaya teşvik etmeye yarayan bütüncül bir kavramdır (Lizarralde vd., 2015).

Turkuaz gündemin gerçekleşebilmesi için sürdürülebilirlik ve dirençliliğin birlikte analizine, tasarım geliştirmeleri arasındaki dengelerin düzenlenmesine, yapılardaki sistem dinamiklerinin tam olarak anlaşılmasına ve yapıların topluluk sistemlerine bağlanmasına ihtiyaç vardır. Tüm bunların uzman disiplinler arası çalışmalarla ele alınması ve uygulamalarda anlamlı eylemlere dönüştürülmesi gerekecektir (Redman 2014).

Yeni oluşacak yapılı çevre için bu stratejileri benimsemek iklim değişikliği ile mücadelede en büyük fırsat olacaktır. Çoğu zaman kurulu, yapılı çevrede alınacak önlemler fazla maliyete, atık oluşumuna, karbon emisyonuna sebebiyet vermektedir. Bu sebeple bu tür kararların tasarım aşamasında alınması hayati önem taşımaktadır. Turkuaz gündem bağlamda, sürdürülebilir ve dirençli yapı oluşturmanın önemli bir unsuru, iklim değişikliğinin etkilerini azaltma ve uyum stratejilerin uygulanmasıdır. Sürdürülebilir ve dirençli yapı için belirlenen kriterler tabloya dökülmüştür. Bu kriterlere Tablo 2.11'da, yer verilmiştir.

Tablo 2.11. Yapı ölçeğinde turkuaz gündem stratejileri (Azaltma ve uyum stratejileri)

YAPI ÖLÇEĞİNDE TURKUAZ GÜNDEM STRATEJİLERİ	
1	Enerji bağımsızlığı: yapının kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak için dış enerji kaynaklarına olan bağımlılığını en aza indirmeyi veya bitirmeyi hedeflemektedir. Yapının elektrik enerjisi, ısıtma, soğutma ve diğer enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kendi iç kaynaklarından enerji üretebilme yeteneğini ifade etmektedir. (Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji üretimi, enerji verimliliği önlemleri ve enerji depolama sistemleri)
2	Yapının kendi su ihtiyacını karşılamak şebeke kesintisi durumundan etkilenmemek için su bağımsızlığına sahip olması (gri su, sistemi, su tasarruflu armatürler, verimli sulama sistemleri) ve yağmur sularını etkili bir şekilde yönetebilmesidir.
3	Yenilenebilir kaynakların kullanımı yapının çevresel etkisini azaltmaktadır. (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle, jeotermal)
4	Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin depolanması, yağmur suyu ile toplanan ve sistemde kullanılan suyun depolanması şebeke kesintisi durumları için çevresel direncin ve kaynak etkinliğinin arttırılmasına yardım edecektir.
5	Yeşil alan oluşturma ve yönetimi doğa temelli peyzaj tasarımının desteklenmesi, habitat ve biyolojik çeşitliliğin korunması
6	Çevresel etkileri en aza indirmek, gelecekteki kaynakları korumak ve iklim koşullarının oluşturduğu risklere karşı dirençli olmak
7	İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dirençli ve sürdürülebilir altyapı tasarımı
8	Tasarım süreci boyunca sürdürülebilirlik ve dirençlilik işlevini ön planda tutmak ve en önemlisi yapı ömrü boyunca bu işlevlerin devamlılığını sürdürmesini sağlamak
9	İklim değişikliği sebebiyle meydana gelebilecek olan aşırı hava olaylarına ve afetlere hazırlıklı olmalıdır, uzun vadeli iklimsel değişikliklere uyum sağlarken karşılaşacağı risklerle mücadele etmelidir
10	İklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik sürdürülebilir stratejileri uygulamalıdır
11	Akıllı ve teknolojik sistemlerle uygulanan tasarım kararlarını desteklemek

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümde, tez kapsamında ele alınan gündem kavramlarının stratejilerini belirleyebilmek amacıyla her bir konu için dünya genelinden seçilen örnekler her gündem için ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

3.1. Çalışmanın Materyali

İklim değişikliği ile mücadele stratejileri doğrultusunda yeşil gündem, mavi gündem ve turkuaz gündem kavramları ele alınarak, sürdürülebilirlik ve dirençlilik doğrultusunda değerlendirmesi yapılmıştır. Yeşil gündem kapsamında sürdürülebilirliğin çevresel boyutu değerlendirilmiştir. Mavi gündem kapsamında ise dirençlilik ve kentsel dirençlilik kavramları ile yapılı çevrede dirençlilik konusuna odaklanılmıştır. Turkuaz gündem kapsamında sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramları entegre edilmiş bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.

Belirlenen stratejiler doğrultusunda Dünya'da yapılan; yeşil gündem ile ilgili sürdürülebilir yapı örnekleri, mavi gündem ile ilgili farklı hava olaylarının yaşandığı bölgelerde dirençli yapı örnekleri, turkuaz gündem ile ilgili sürdürülebilir ve iklime karşı dirençli yapı örnekleri incelenmiştir. Bu örneklerden çıkarımlarla yapıların ve doğal çevrenin ilişkisindeki sorunlar irdelenmiş, sürdürülebilir ve dirençli yapılarda olması gereken nitelikler değerlendirilmiştir.

3.2. Çalışmanın Yöntemi

Atmosferdeki sera gazı oranının artışıyla birlikte, insanlık çevresel etkileri en aza indirmek ve iklim değişikliğiyle başa çıkmak için önlemler almaya yönelmektedir. Yapılı çevre, insan faaliyetleriyle doğrudan ilişkilidir ve bu faaliyetler genellikle sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, yapıların doğaya olan olumsuz etkileri azaltmak amacıyla sürdürülebilir yaklaşımlar benimsenmiştir.

Ancak, son yıllarda iklimde yaşanan sorunlar sadece sera gazları ile sınırlı kalmamaktadır. Aşırı hava olayları, dünya genelinde farklılık göstermektedir ve bu durum, alınan önlemlerin de çeşitlenmesine neden olmaktadır. Özellikle fırtına, sel, aşırı sıcaklar gibi aşırı hava olayları, yapıları etkilemeye ve hatta zarar vermeye başlamıştır. Bu bağlamda, yapıları bu tür aşırı hava olaylarına karşı dirençli hale getirmek adına çeşitli çözümler geliştirilmektedir.

Tez kapsamında yer verilen yapı örnekleri, sürdürülebilir tasarım ilkelerini benimseyerek çevresel etkileri en aza indirme çabası içinde olmanın yanı sıra, aynı zamanda aşırı hava olaylarına karşı dirençli olma özellikleriyle dikkat çekmektedir.

3.2.1. Yeşil Gündem ile İlgili Dünya'da Yapılan Çalışmalar

Bu başlık altında iklim değişikliğine etkileri azaltma stratejileri uygulayan örnekler seçilmiştir. Londra'dan bir kamu yapısı, Danimarka'dan bir okul ve konut kompleksi projeleri incelenmiştir.

3.2.1.1. The Crystal / Londra, İngiltere (2012) – Wilkinson Eyre Architects

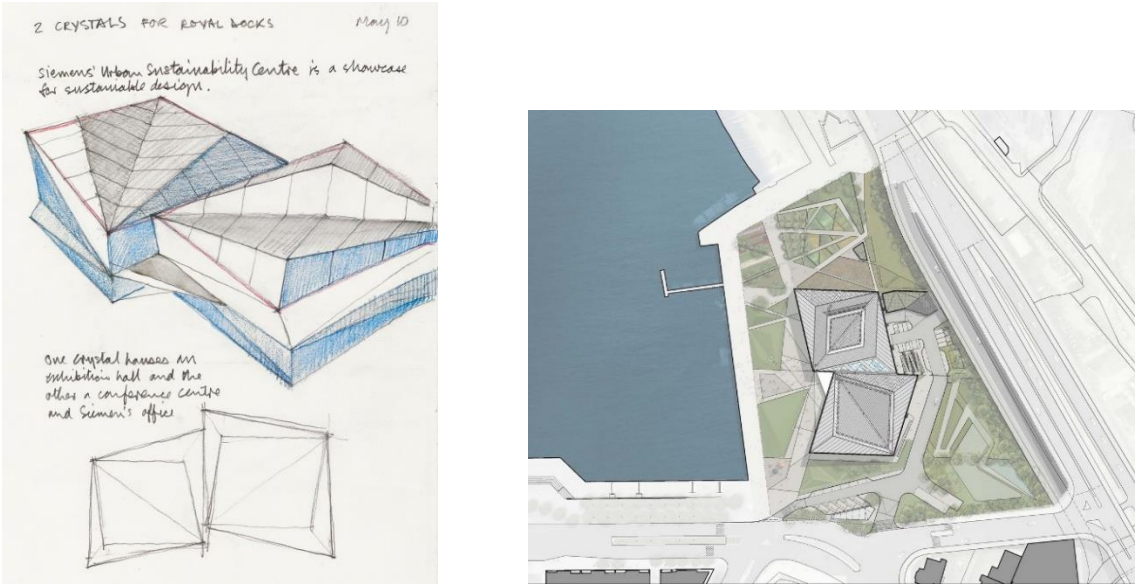
The Crystal Londra, İngiltere'de bulunan sergi merkezi olarak tasarlanmış bir yapıdır (Şekil 3.1 a,b). 2022 tarihinde Londra'nın yeni belediye binası ve meclis binası olarak işlevini sürdürmektedir. Kristal yapısından esinlenerek tasarlanan tamamı camdan oluşan bu yapı, ileri teknolojileri kullanarak enerji kullanımını en aza indirmeyi hedeflemektedir (Tablo 3.1).



Şekil 3.1. The Crystal dış görünüş **A)** yapı dış görünüş (Wilkinsoneyre, 2023) **B)** yapı giriş bölümü (Wilkinsoneyre, 2023)

Tablo 3.1. The Crystal yapısının yeşil gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

Yapı adı	The Crystal
Konum	Londra, İngiltere
Kullanım türü	Belediye ve Meclis
Mimarı	Wilkinson Eyre Architects
Yapım yılı	2012
Kullanılan Yeşil Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-Tamamen elektriklidir ve fosil yakıt tüketmez. -Yüksek verimli ısıtma ve soğutma sistemleri (Yapı, 17 km uzunluğundaki gömülü boru ağı aracılığıyla enerjiyi mevsimsel olarak yerde depolayan pompalar tarafından ısıtılıp soğutuluyor.) -Isı geri kazanım sistemleri -Fotovoltaik paneller -Led aydınlatma -Gelişmiş bina yönetimi (Yapıdaki elektrikli her unsurun izlenmesine, konfor ve minimum enerji kullanımı için ince ayar yapılmasına olanak tanır. Aynı zamanda fazla enerjiyi ulusal şebekeye geri döndürebilir.) -Pil depolama ünitesi
Termal konfor:	-Kaplamada altı farklı türde yüksek yalıtımlı cam kullanıldı (Örnek: güneşe bakan geriye dönük yüzeylerde reflektif cam, yere doğru açılı yüzeylerde şeffaf cam) (Şekil 3.2 a). -Yenilikçi termal yapı kabuğu -Doğal aydınlatma -Akıllı karma mod havalandırma sistemi (hem doğal hem mekanik havalandırma)
Su verimliliği:	-Yağmur suyu toplama sistemi (toplanan yağmur suyunu, içme suyu kalitesine kadar temizlendiği bir su gündemine sahiptir.) -Gri su geri dönüşüm sistemi (Yapı %90 oranında kendi kendine yeten su özelliğine sahiptir.) -Su tasarruflu cihazlar ve düşük akışlı armatürler
Malzeme seçimi:	-Geri dönüşümlü – yenilenebilir malzeme kullanımı
Çevresel tasarım:	-Yapının şekli ve konumu, gün ışığından maksimum yarar sağlayacak şekilde tasarlanmış ve konumlandırılmıştır (Şekil 3.2 b).
Yeşil alanlar:	-Yeşil çatı ve yeşil duvarlar -Kat bahçeleri -Sıcaklık etkilerini dengelemeye uygun bitki örtüsü (daha az su ve daha az bakım talep eden bitkiler)
Sertifikalar:	-LEED Platinum -BREEAM Outstanding



Şekil 3.2. The Crystal **A)** eskiz çalışması (Wilkinsoneyre, 2023) **B)** vaziyet planı (ArchDaily, 2012)

3.2.1.2. Feldballe School / Ronde, Danimarka (2022) – Henning Larsen

Henning Larse'nin tasarladığı Danimarka, Rønde'deki Feldballe Okulu'nun ana hedefi yaydığından daha fazla karbon yakalayan bir yapı olmaktır (Şekil 3.3 a,b). İklim değişikliğinin sonuçları ile karşı karşıya olan bir nesil için tasarlanmıştır. Beton temeli dışında, tuğla, çelik gibi malzemelere alternatif olan biyo-bazlı malzemelerden oluşmaktadır. Henning Larsen proje yaşam döngüsünün her aşamasına sürdürülebilir çözümler sunmaktadır (Tablo 3.2). Tasarım ekibi beş ilkeden oluşan sürdürülebilir tasarım çerçevesi oluşturmuştur:

- **Biyo-esaslı malzemeler:** karbonu tutan ve sürdürülebilir bir şekilde tedarik edilen yenilenebilir malzemeleri kullanmak.
- **Yerel malzemeler:** üretim ve nakliye sırasında kaynakları ve enerjiyi korumak için yerel malzemeleri kullanmak.
- **İç mekan iklimi:** doğal havalandırma ve gün ışığından maksimum yararlanmak enerji tüketimini kontrol altına alırken iç mekan iklimini korumak.
- **Toksik kimyasal içermez:** zehirli kimyasallar içermeyen, temiz üretim ve işleme ile iç mekan hava kalitesini arttırmak.

- **Malzemelerin yeniden kullanımı:** kolay sökülüp takılabilen malzemeleri kullanmak, kaynakları ve enerjiyi korumak.

Tablo 3.2. Feldballe School yapısının yeşil gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

Yapı adı	Feldballe School
Konum	Rønde, Danimarka
Kullanım türü	Okul
Mimarı	Henning Larsen
Yapım yılı	2022
Kullanılan Yeşil Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-Yüksek derecede yalıtım -Güneş panelleri (Şekil 3.4 b)
Termal konfor:	-Ödüllü doğal havalandırma: Doğrudan cepheye entegre edilen, yenilikçi deniz yosunu filtresine (eelgras filtresi) sahip, talep kontrollü bir sistemdir. Eelgras filtresi cepheden hava çekerek çalışır. Taze hava ile konfor sıcaklığını otomatik olarak dengeler. Mekanik havalandırmaya göre daha az gürültü oluşturur. Tuz içeriği sayesinde yangına dayanıklılık ölçüsü sağlar. Enerji tüketimini, bakım ve maliyetleri azaltır. (Yaz aylarında pasif soğutma-Kış aylarında solar pasif ısı olarak doğal havalandırma) -Doğal aydınlatma -Isı geri kazanım sistemi
Su verimliliği:	-Yağmur suyu toplama sistemi -Düşük akışlı armatürler
Malzeme seçimi:	-Geri dönüşümlü malzemeler -Çevre dostu malzeme -Yerel malzeme -Biyo-bazlı malzeme (karbon tutma özelliğine sahip, yangına dayanıklı, etkin yalıtımlı, kimyasal madde içermez.) Düşük VOC (uçucu organik bileşen) içeren boyalar Samandan oluşan sıkıştırlmış panel sistemi (Karbon tutma özelliğine sahip ve atık yönetimine katkı sağlayan)(Şekil 3.4 a) Yerel olarak üretilmiş ahşaptan çatı Eelgrastan havalandırma sistemi (Eelgrass dış havayı filtreler. koku ve nemi emer.)
Modüler yapı:	-Kolay demonte ve yeniden kullanım için fırsat sağlar. Tamamı geri dönüştürülebilir.
Yeşil alanlar:	-Dış bahçeler



Şekil 3.3. Feldballe School **A)** yan görünüş (ArchDaily, 2023a) **B)** ön görünüş (ArchDaily, 2023a)



Şekil 3.4. Feldballe School **A)** samandan oluşan sıkıştırılmış panel sistemi (ArchDaily, 2023a) **B)** çatıda yer alan güneş panelleri (ArchDaily, 2023a)

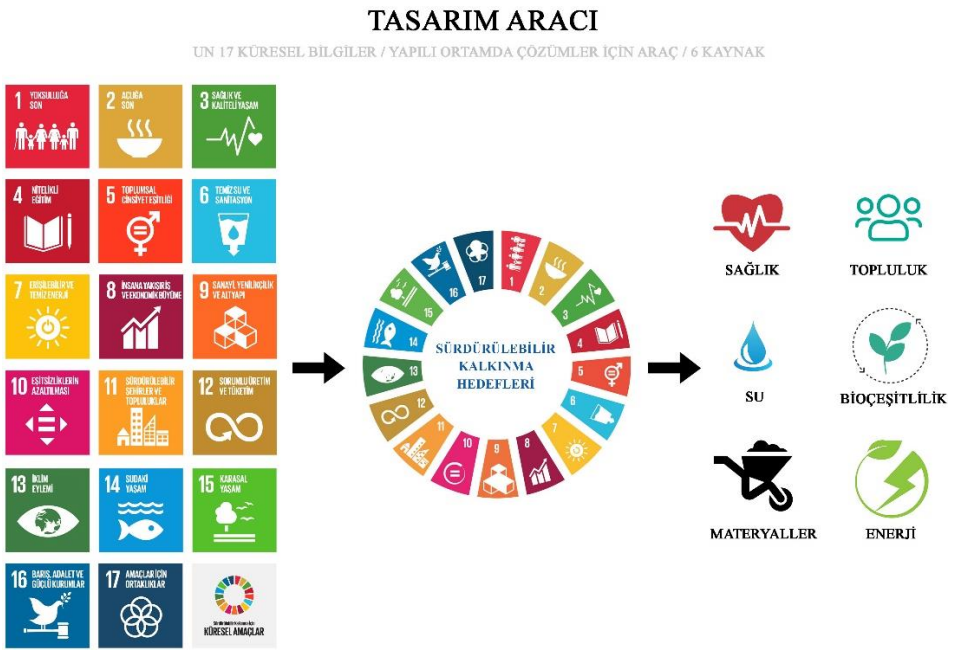
3.2.1.3 UN17-Village / Kopenhag, Danimarka (2020) – Lendager

UN17 Village projesi Danimarka'nın Kopenhang bölgesinde yer alan 400 daireden oluşan bir konut projesidir (Şekil 3.5 a,b). Projenin ana fikri, Birleşmiş Milletlerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 17'sinin bir projede ele alınmasıdır (Şekil 3.6). Bu sayede BM'nin tüm SKH ele alan dünyadaki ilk konut olma özelliğini taşımaktadır.



Şekil 3.5. UN17 Village **A)** dış görünüş (Archdaily, 2018) **B)** ortak kullanım alanı (Archdaily, 2018)

Lendager (2023): ‘‘Neden BM'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini (SKH) tasarım aracı olarak kullanmıyoruz? Neden binaları sürdürülebilir bir yaşam tarzının uygulanmasını kolaylaştıracak şekilde tasarlamıyoruz? Neden insanların aile yapıları ve yaşlarından bağımsız olarak yaşayabilecekleri çeşitli, sağlıklı ve güçlü mahalleler yaratarak eşitsizliği azaltmak için tasarım yapmıyoruz?’’ soruları ile yola çıkmıştır.



Şekil 3.6. UN17 Village tasarım aracı ve global hedefler (Lendager, 2023)



Şekil 3.7. UN17 Village **A)** çatı bahçesini içeren kısmi görünüş (ArchDaily, 2018) **B)** dış görünüş (Deezen, 2018)

Tasarımcılar sürdürülebilir kalkınma hedeflerini yapının tüm yaşam döngüsünü ele alarak birleştirmeyi amaçladılar (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. UN17 Village yapısının yeşil gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

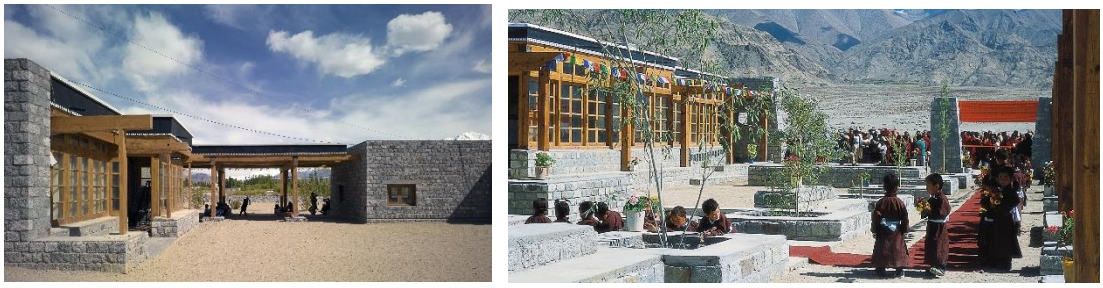
Yapı adı	UN17 Village
Konum	Kopenhag, Danimarka
Kullanım türü	Konut
Mimarı	Lendager
Yapım yılı	2020
Kullanılan Yeşil Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-%100 sürdürülebilir elektrik -Güneş panelleri ile çalışan ısı pompaları -Güneş enerjisi ile ısıtılan su -Bir yapı kümesi, ihtiyaç duyduğundan daha fazla enerji üretecek ve diğer yapılara ısıtma ve güç dağıtacak şekilde tasarlanmıştır.
Termal konfor:	-Arıtılmış havalandırma, kaliteli hava filtreleme ve minimum kimyasal kullanımı iç mekân hava kirliliğini azaltmayı hedeflemektedir.
Su verimliliği:	-Yağmur suyu toplama sistemi (Her yıl 1,5 milyon litre suyu geri dönüştürebilecek kapasiteli)
Malzeme seçimi:	-Geri dönüşümlü malzemeler Geri dönüştürülmüş ahşap, cam ve beton -İleri dönüşümlü beton İleri dönüştürülmüş yapısal ve iç ahşap -Çevre dostu malzeme -Yerel malzeme
Yeşil alanlar:	-Dış bahçeler -Seralar (her yıl tüketmek için 30.000 yerel ürün, yılda 15 ton yerel üretilen sebze hedefleniyor) -Çatı bahçesi (Biyolojik çeşitliliği teşfik etmek için)(Şekil 3.7 a) Bitki örtüsü ve yeşil alanlar, kentsel büyümenin neden olduğu flora ve biyoçeşitlilik kaybını önlemeye yardımcı olmaktadır.
Sosyal etki ve yaşam kalitesi:	-Çeşitlilik içeren ve güçlü bir mahalle yaratmak, eşitsizliği azaltmak. (37 farklı konut tipolojisi ile çeşitliliği sağlamak.) -Ortak alanlar (havuz, sauna, spor salonu vs.), konferans merkezi, organik restoran, seralar, gıda paylaşım tesisleri.

3.2.2. Mavi Gündem ile İlgili Dünya'da Yapılan Çalışmalar

Bu başlık altında iklim değişikliğine uyum ve adaptasyon stratejileri uygulayan örnekler seçilmiştir. Hindistan'dan bir okul yapısı, Dominik Cumhuriyeti'nden bir konut ve Avustralya'dan bir ofis yapısı projeleri incelenmiştir.

3.2.2.1. Druk White Lotus School / Ladakh, Hindistan (2015) – Arup

Druk White Lotus School, Ladakh bölgesinde, Hindistan'da bulunan bir okul yapısıdır (Şekil 3.8 a). Bu okul yapısı, yüksek dağlık bir bölgede bulunur ve ekstrem soğukluklara, yüksek rüzgarlara ve yoğun kar yağışlarına direnecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3.8 b). Geleneksel Ladakhi mimarisini modern malzemeler ve enerji verimliliği teknolojileri ile birleştirmektedir. Bu okul, çevresel zorluklara ve deprem riskine karşı dirençli bir yapı olarak öne çıkmaktadır (ArquitectureaViva, 2013). Druk White Lotus Okulu, aşırı hava koşullarına, özellikle de Himalaya bölgesinin soğuk ve yüksek rakımlı iklimine direnecek şekilde tasarlanmış bir yapı örneğidir (Tablo 3.4).



Şekil 3.8. Druk Lotus School **A)** yan görünüş (Archilovers, 2012) **B)** bahçe ve toplanma alanı (Arup, 2023)



Şekil 3.9. Druk Lotus School **A)** çatıda yer alan güneş panelleri (Archilovers, 2012) **B)** iç mekan fotoğrafı (Archilovers, 2012)

Tablo 3.4. Druk White Lotus School yapısının mavi gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

Yapı adı	Druk White Lotus School
Konum	Ladakh, Hindistan
Kullanım türü	Okul
Mimarı	Arup
Yapım yılı	2015
Kullanılan Mavi Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-Fotovoltaik paneller (Şekil 3.9 a) -Yüksek derecede ısı yalıtımı -Kalın taş duvarlar
Termal konfor:	-Pasif güneş tasarımı: Güneye bakan pencereler ve trombe duvarlar güneş ısısını yakalar ve depolar. -Doğal havalandırma -Doğal aydınlatma
Su verimliliği:	-Suyun etkili bir şekilde toplandığı ve kullanıldığı bir sistem uygulanmıştır. Eriyen kardan hem içme suyu hem de sulama amacıyla sahaya su pompalanmaktadır. Okulun tuvaletleri suya hiç ihtiyaç duymuyor ve kokuları ortadan kaldıran ve atıkları komposta dönüştüren son teknoloji pasif teknolojiye sahip.
Malzeme seçimi:	-Yerel malzeme kullanımı (Şekil 3.9 b) Duvarlarda masif granit bloklar kullanılmıştır. Taş ve kerpiç gibi yüksek termal kütleye sahip malzeme kullanımı (ısıyı emerek, yavaşça serbest bırakarak sıcaklık değişimlerini dengeler) Ladahki çamur çatıları (yerel kavak ve söğüt içeren) kullanılarak soğuğa karşı iyi koruma sağlanmıştır.
Coğrafi ve İklimsel Dirençlilik Faktörler:	-Ladakh bölgesi, yüksek rakımları ve sert iklime sahiptir. Yapı tasarımı, bölgenin ekstrem hava koşullarına uygun olarak inşa edilmiştir. (İyi yalıtılmış duvarlar ve pencereler) -Yapı, yerel zemin koşullarını ve kar birikmesini dikkate alarak inşa edilmiştir. Zemin iyileştirmeleri, kar erimesini ve su tahliyesini kolaylaştırır.
Yükseltilmiş tasarım:	-Çatılarda ve yürüme yollarında kar birikme riskini en aza indirmektedir. Kar yükü ile oluşacak yapısal hasar ve çökme potansiyelini azaltmaktadır.
Sismik Dayanıklılık:	-Yapı deprem riski taşıyan bir bölgede yer almaktadır. Bu nedenle yapının temel ve yapısal tasarımı, depreme karşı dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır.

3.2.2.2. Punta Cana House / Punta Cana, Dominik Cumhuriyeti (2018) - Mareines Arquitetura + Patalano Arquitetura

Punta Cana House, Dominik Cumhuriyeti'nde yer alan aşırı hava olaylarından biri olan kasırgalara dirençli olması amacıyla tasarlanmış bir konuttur (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Punta Cana House vaziyet planı (MareinesArquitetura, 2023)



Şekil 3.11. Punta Cana **A)** çatı tasarımı (ArchDaily, 2023b) **B)** çatı kaplaması (ArchDaily, 2023b)



Şekil 3.12. Punta Cana **A)** iç mekân fotoğrafı (ArchDaily, 2023b) **B)** iç mekân fotoğrafı (PatalanoArquitetura, 2023)

Kasırgalara eğilimli olan Punta Cana'da birçok konut yapısı, aşırı rüzgarlara ve şiddetli yağmura direnecek şekilde betonarme ve sağlam yapı malzemeleriyle inşa edilmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5. Punta Cana House yapısının mavi gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

Yapı adı	Punta Cana House
Konum	Punta Cana, Dominik Cumhuriyeti
Kullanım türü	Konut
Mimarı	Mareines Arquitetura + Patalano Arquitetura
Yapım yılı	2018
Kullanılan Mavi Gündem Stratejileri	
Malzeme seçimi:	-Su geçirmez ve ısı yalıtımlı panel ve levhalar -Darbeye dirençli pencere ve kapılar -Kasırgaya dirençli lamine cam -Çatı kaplama malzemesi rüzgâra dirençli seçilmiştir – Klipsi bakır çatı (Şekil 3.11 b). -Taş, ahşap ve bakır gibi doğal malzemeler
Coğrafi ve İklimsel dirençlilik faktörleri:	
Güçlendirilmiş yapı:	-Güçlendirilmiş yapı: Şiddetli rüzgâr ve kasırgaya dirençli olabilmesi için özel olarak tasarlanmış temel ve yapısal sisteme sahiptir.
Çatı tasarımı:	-Güçlendirilmiş kafes kirişler, ankrajlarla ve onları destekleyen çelik sütunlar ile tasarlanmıştır (Şekil 3.11 a). Çatı ve sütunların şiddetli rüzgârlara dirençli olabilmesi için gerekli hesaplamalar bilgisayar destekli tasarım ile yapılmıştır.
Yükseltilmiş yapı:	-Kıyı bölgesine yakın yapılar, sel ve fırtına risklerine karşı yükseltilmiş platformlar üzerine inşa edilir. Yapının zarar görmesini önlemeye yardımcı olur. Zemin orijinal yüksekliğine göre sıkıştırılmış kalişle 2 m yükseltildi.
Kasırga kepenkleri:	-Güçlü rüzgâra karşı koruma sağlamak için kapı ve pencerlerin üzerine monte edilen kasırga panjurları veya fırtına panelleridir.
Dirençlilik önlemleri:	-Yapısal özelliklere ek olarak, yedek güç sistemi, acil tahliye planı, sel riskini azaltmak için yeterli ve bakım drenaj sistemi.

3.2.2.3. Pixel Building / Carlton, Melbourne, Avusturalya (2010) – Studio505

Önemli bir kentsel alanda yer alan Pixel, Elbourne ve Avustralya'nın en önemli ve iddialı projelerinden biridir. Avusturalya'nın ilk karbon nötr ofis yapısı olup, tüm elektriğini ve suyunu yerinde üretmektedir (Studio505, 2010) (Tablo 3.6.).



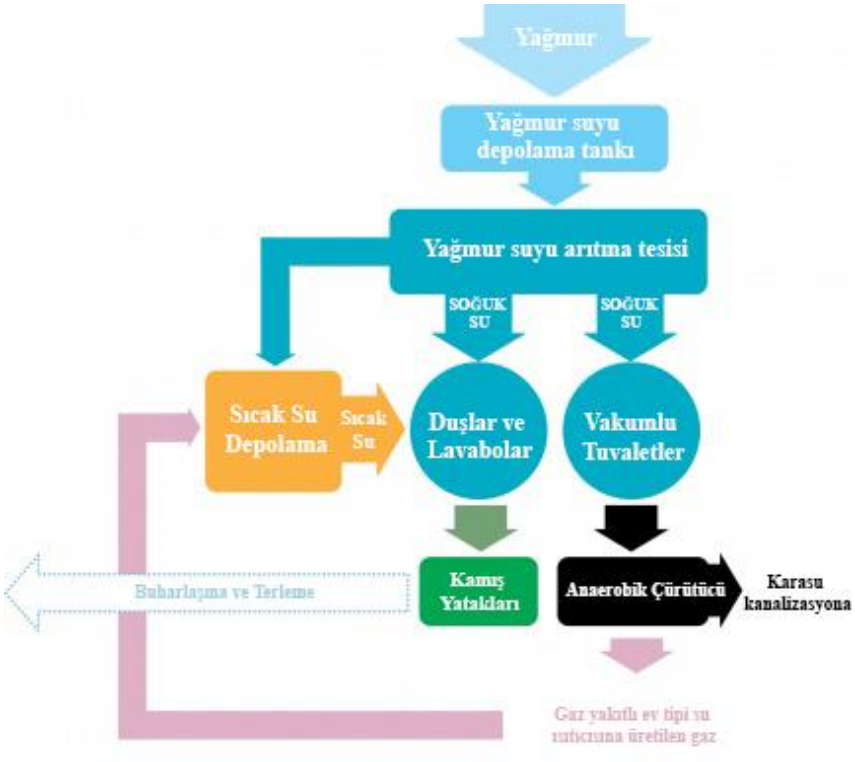
Şekil 3.13. Pixel **A)** dış görünüş (ArchDaily, 2011) **B)** iç mekan fotoğrafı (ArchDaily, 2011)

Tablo 3.6. Pixel yapısının mavi gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

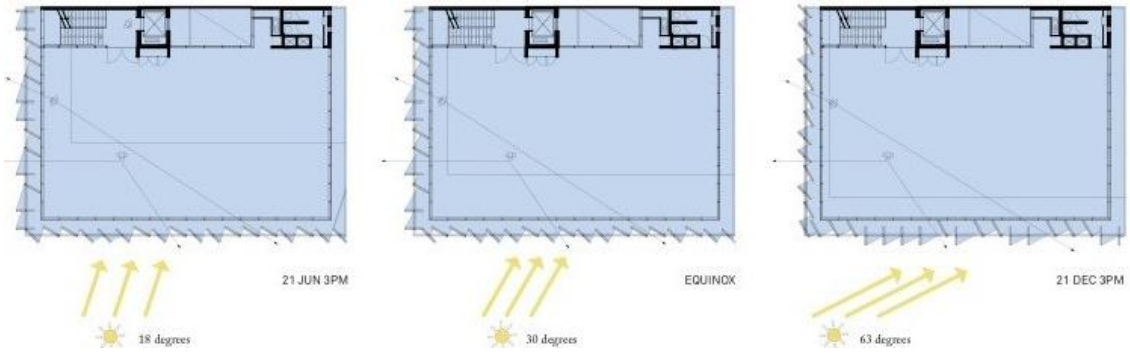
Yapı adı	Pixel
Konum	Carlton, Melbourne, Australia
Kullanım türü	Ofis
Mimarı	Studio505
Yapım yılı	2010
Kullanılan Mavi Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-Gaz yakıtlı absorbisyonlu soğutma sistemi (enerjiden kaynaklı karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltır) -Doğal havalandırma (%100 temiz hava sistemi) -Doğal aydınlatma -Fotovoltaik ve rüzgar enerjisi üretimi -Yüksek performanslı cephe -Biyogaz enerjisi

Tablo 3.6. Pixel yapısının mavi gündem kapsamında incelenmesi (devam)

Su verimliliği	-Kendi kendine yeten su temini sayesinde ana şabeke ile bağlantısı kesilebilir Şekil(3.14 a). -Gri su arıtımı -Anaerobik çürütme sistemi (Atıksu arıtımı ve/veya atıkların stabilizasyonu için uygulanmaktadır. Atıktan metan çıkarıldıktan sonra çatıdaki sıcak su ısıtıcılarında kullanılmaktadır.) -Vakumlu tuvalet sistemi
Malzeme seçimi:	-Sıfır atık, geri dönüştürülmüş malzeme -Yeşil beton (organik beton atıklarından üretilen beton)
Coğrafi ve İklimsel dirençlilik faktörleri:	-Yeşil Çatı: Yapının çatısı, sıcak hava koşullarına karşı izolasyon sağlamak ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla yeşil çatı ile kaplıdır. Bu yeşil çatı, yapının sıcaklık düzenlemesine katkıda bulunur. -Güneş Panelleri: Yapının çatısı, güneş panelleriyle donatılmıştır. Bu paneller, güneş enerjisini elektriğe dönüştürerek yapının enerji ihtiyacına katkı sağlar. -Hareketli Cepheler: Yapının cephelerinde hareketli paneller bulunur. Renkli panellerden oluşan basit ama karmaşık bir montaj, maksimum gün ışığı, gölge, manzara ve parlama kontrolü sağlamaktadır. Bu paneller, günün farklı saatlerinde güneş ışığını içeri alarak doğal aydınlatmayı artırır veya güneşin etkisini azaltarak iç mekân sıcaklığını düzenler. Bu, iç mekân konforunu sağlamak ve enerji tüketimini optimize etmek için kullanılan bir stratejidir (Şekil 3.15). -Geri Dönüştürülebilir Malzemeler: yapının inşasında geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılmıştır. Bu, çevresel etkiyi minimize etmeye yönelik bir stratejidir. -Doğal Havalandırma: Yapıda doğal havalandırma sistemleri bulunur. Bu sistemler, dışarıdaki taze havayı içeri çekerek iç mekân havasını taze ve serin tutmaya yardımcı olur. Pixel cephesi, gece havasının yapıya girmesini ve yapıyı soğutmasını sağlamak için serin gecelerde cephe pencerelerini otomatik olarak açan akıllı teknolojiyi içerir.
Sertifikalar:	-Greenstar -BREEAM -LEED Platinum



Şekil 3.14. Pixel su döngüsü (ArchDaily, 2011)



Şekil 3.15. Pixel gölgeleme ve görünümler (ArchDaily, 2011)



Şekil 3.16. Pixel dış görünüşler (Studio505, 2010)

3.2.3. Turkuaz Gündem ile İlgili Dünya'da Yapılan Çalışmalar

Bu başlık altında iklim değişikliği ile mücadelede azaltma ve uyum stratejilerini birlikte uygulayan örnekler seçilmiştir. Bu örnekler İngiltere'de konut projesi, ABD'de ofis yapısı ve ABD'de stadyum yapısıdır.

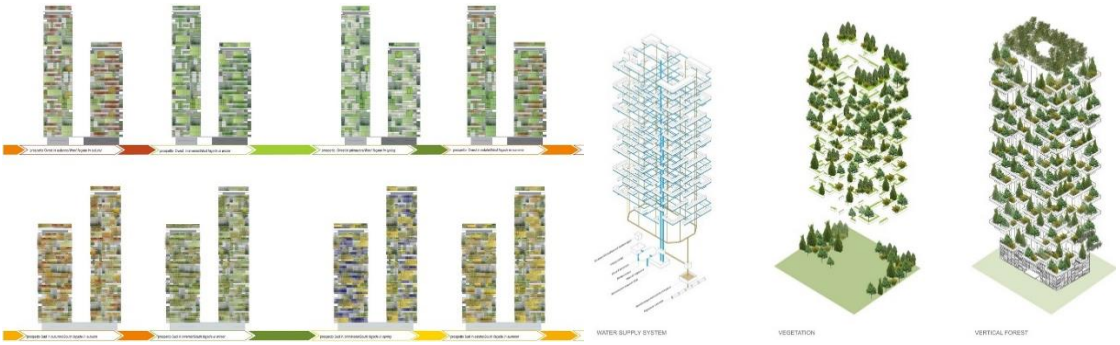
3.2.3.1. Bosco Verticale / Milano, İtalya (2014) – Boeri Studio

Bosco Verticale, Milano, İtalya'da bulunan ve sürdürülebilirlik tasarım ilkelerine dayalı olarak inşa edilmiş olan özel bir yapıdır (Şekil 3.17 a). BOSCO Verticale (Yeşil İkiz Kuleler), iklim değişikliği ile mücadele amacıyla tasarlanmış olan yüksek yoğunluklu konut yapılarıdır (Şekil 3.17 b). Her iki kule, binlerce bitki, ağaç ve çalı içeren dikey bahçelerle kaplıdır. Bu bitki örtüsü, sıcaklık dengesini sağlar, karbon emisyonlarını azaltır ve hava kalitesini iyileştirir. Mimar Stefano Boeri tarafından tasarlanan bu yenilikçi konut kompleksi 2014 yılında tamamlanmış ve kentsel yaşamı geliştirirken iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik yaklaşımıyla uluslararası alanda tanınmıştır (Tablo 3.7).



Şekil 3.17. Bosco Verticale **A)** dış görünüş (StefanoBoeriArchitetti, 2023) **B)** dış görünüş (StefanoBoeriArchitetti, 2023)

Bosco Verticale, sürdürülebilir ve iklime dirençli tasarımın kentsel mimariye nasıl entegre edilebileceğinin iyi bir örneğidir. Yoğun nüfuslu şehirlerde iklim değişikliğinin yarattığı zorlukların üstesinden gelmek için çözümler sunmaktadır.



Şekil 3.18. Bosco Verticale **A)** mevsimler ile cephedeki değişim (ArchDaily, 2015) **B)** sulama kanalları ve dikey orman (ArchDaily, 2015)

Tablo 3.7. Bosco Verticale yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

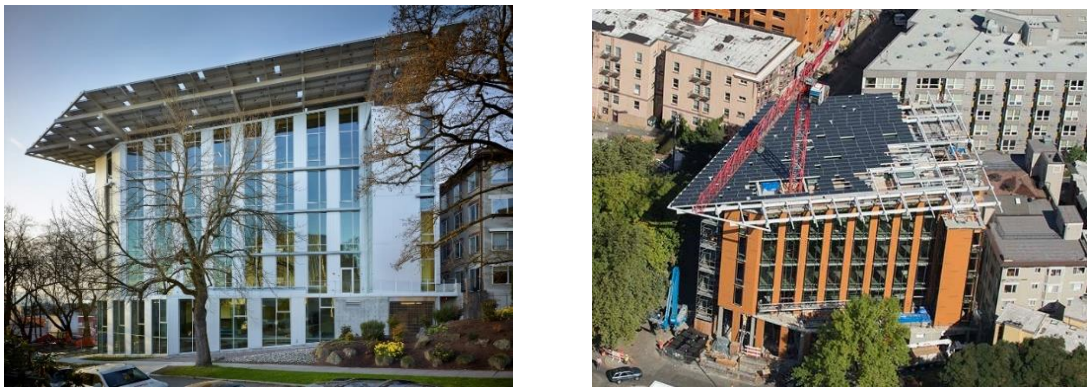
Yapı adı	Bosco Verticale
Konum	Milano, İtalya
Kullanım türü	Konut
Mimarı	Boeri Studio
Yapım yılı	2014
Kullanılan Yeşil Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-Isıtma ve soğutma sistemi -Aydınlatma sistemi -Güneş panelleri
Su verimliliği:	-Yağmur suyu toplama sistemi (yağmur suyu toplama sistemleri kullanılarak yağmur suyu depolanır ve bitkilere sulama amacıyla geri dönüştürülür.)
Termal konfor:	-Cephede yüksek performanslı camlar -Doğal aydınlatma
Malzeme seçimi:	-Geri dönüşümlü – yenilenebilir malzeme kullanımı
Yeşil alanlar:	-Dikey orman tasarımı (bitki, ağaç, çalı içeren dikey bahçeler sıcaklık dengesi sağlar, karbon emisyonunu azaltır ve hava kalitesini iyileştirmektedir. Bitki örtüsü biyoçeşitliliği destekler) -Bitki türlerinin seçimi ve yüksekliklere göre dağılımı uzmanlar tarafından bir takım çalışmalar sonrasında yapılmıştır.

Tablo 3.7. Bosco Verticale yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi (devam)

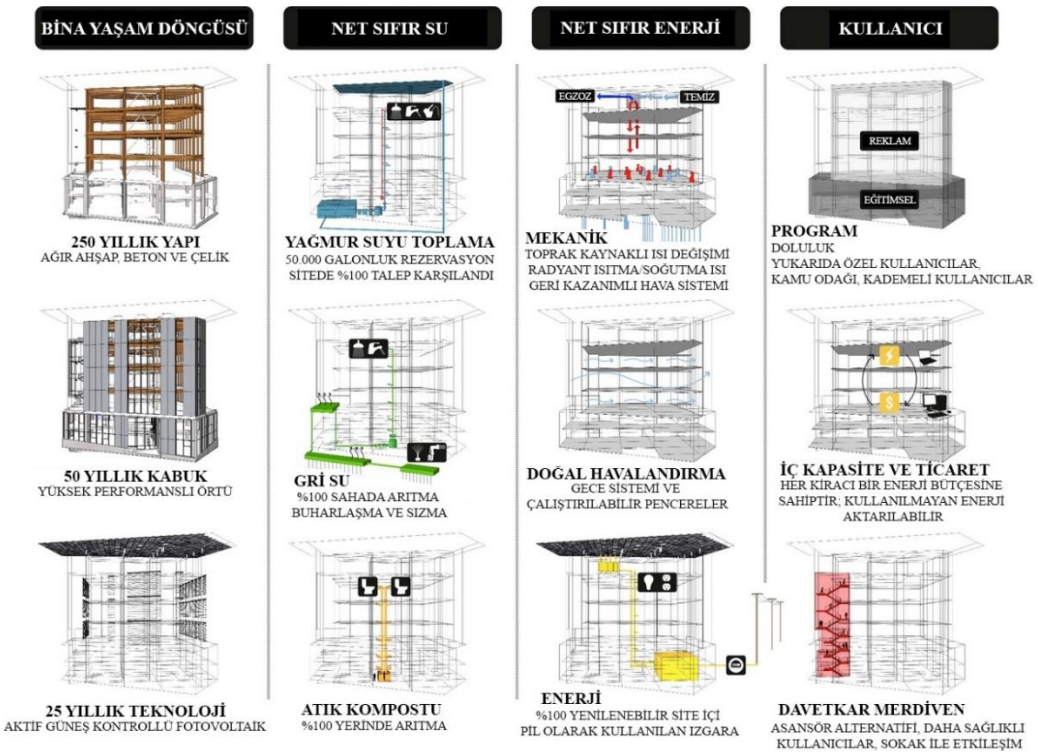
	-Sulama sistemi: Mikro-meteorolojik çalışmaların ardından, iklimsel özellikler incelenerek sulama gereksinimlerinin hesaplanması gerçekleştirilmiş ve her cephenin gerekliliğine göre ve her kattaki bitki örtüsünün dağılımına bağlı olarak çeşitlendirilmiştir (Şekil 3.18 b). -Gölgeleme ve ısı kontrolü: Bitki örtüsü yapıyı güneş ışığından koruyarak iç mekanlarda aşırı ısınmaya engel olur. Bu durum, ısıtma ve soğutma maliyetlerini azaltmaktadır. -Hava Kalitesinin İyileştirilmesi: Yapıdaki ağaçlar ve bitkiler karbondioksiti emerek ve oksijen salgılayarak hava kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca havadaki kirleticileri ve partikül maddeleri filtreleyerek daha sağlıklı bir kentsel çevreye katkıda bulunmaktadır. -Değişen cepheler: Dikey Orman, renkleri mevsime ve kullanılan bitkilerin farklı doğalarına bağlı olarak değişen, şehrin sürekli gelişen bir simgesidir (Şekil 3.18 a).
Sosyal etki ve yaşam kalitesi:	-Yapı sadece çevresel sürdürülebilirlik değil, aynı zamanda toplumsal sürdürülebilirlik ilkesini içermektedir. Kullanıcıları için yeşil ve sağlıklı bir yaşam alanı hedeflemektedir.
Sertifikalar:	-LEED Gold
Kullanılan Mavi Gündem Stratejileri	
Su verimliliği	-Yağmur suyu toplama sistemi
Termal konfor:	-Cephede yüksek performanslı darbeye dirençli camlar
İklim değişikliğine dirençlilik hedefi:	-Yapının tasarımı, kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olarak, enerji tüketimini azaltarak ve hava kalitesini iyileştirerek iklime dirençliliğe katkıda bulunmaktadır. Dikey Orman, kentsel genişlemeyi kontrol etmeye ve azaltmaya yardımcı olan yayılma karşıtı bir yöntemdir.
Güçlendirilmiş yapı:	-Bosco Verticale'nin temel yapısı, her iki kuleyi de desteklemek için sağlam beton temeller içerir.
Drenaj sistemi:	-Drenaj sistemi, yağmur suyunun etkili bir şekilde tahliye edilmesini sağlamak ve yapı çevresinde su hasarını önlemek amacıyla önemlidir. İkiz kulelerin yüksekliği göz önüne alındığında, güçlü bir altyapı gereklidir.
Rüzgâr dirençliliği:	-Yapı, rüzgar yüklerine dayanıklı olacak şekilde inşa edilmiştir. Yapının yüksekliği ve yerleşimi dikkate alınarak rüzgârın etkileri minimize edilmiştir.
Depreme dayanıklılık:	-İtalya'nın deprem bölgesinde yer alan Milano'da bulunan Bosco Verticale'nin temel ve yapısal tasarımı, depreme karşı dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır.

3.2.3.2. The Bullitt Center / Seattle, ABD (2013) - Miller Hull

Bu ofis yapısı, sürdürülebilir tasarımın yanı sıra enerji üretimini ve su tasarrufunu bir araya getirmiştir. Güneş panelleri, yağmur suyu toplama sistemi ve gri su geri dönüşüm sistemi gibi özellikler içermektedir (Şekil 3.19 a,b). Aynı zamanda depreme dirençli bir şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 3.19. The Bullitt Center **A)** yan görünüş (ArchDaily, 2013) **B)** çatıdaki fotovoltaik paneller (ArchDaily, 2013)



Şekil 3.20. The Bullitt Center taşıyıcı, su ve enerji sistemi (ArchDaily, 2013)

Tablo 3.8. The Bullitt Center yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

Yapı adı	The Bullitt Center
Konum	Seattle, ABD
Kullanım türü	Ofis
Mimarı	Miller Hull
Yapım yılı	2013
Kullanılan Yeşil Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-Yüksek derece izolasyon -Güneş panelleri: Çatının üzerinde yer alan bu paneller yapının ihtiyacı olan ihtiyacı olan enerjiyi üretir, fazlasını şebekeye aktarır. (Net pozitif enerjili bina) -Enerji Depolama: Artan enerjiyi saklamak için aküler kullanılır. Bu sayede enerji tüketimi dengelenir, gece veya bulutlu günlerde de enerji temin edilebilir.
Su verimliliği:	-Yağmur suyu toplama sistemi (yağmur suyu toplama sistemleri ile toplanan su filtrelenerek içme suyu olarak kullanılmak üzere arıtılır.) -Akıllı su tasarrufu armatürleri -Düşük akışlı lavabolar -Vakumlu sifonlu sistemi (Standart sifonlardan %70 daha az su harcanır.) -Sıfır atık su: yapı kullandığı suyun %100'ünü geri dönüştürür. (Lavabolardan ve duşlardan gelen su bir gri su tankında depolanmakta, üç aşamalı bir filtreleme işleminden geçerek vakumlu tuvalet sisteminde yeniden kullanılmaktadır.)
Termal konfor:	-Pasif güneş enerjisi kullanımı: Yapının tasarımı, doğal güneş ışığını ve sıcaklığını optimize etmek amacıyla yapılmıştır. İç mekânları aydınlatmak ve ısıtmak için güneş enerjisini kullanır. -Havalandırma için otomatik çalışan pencereler -Gün ışığı için otomatik panjur sistemi Tavandan tabana açılabilir pencereler dün ışığı ve doğal havalandırma performansını arttırıyor.
Malzeme seçimi:	-Çevre dostu malzeme seçimi -Kullanım sonrasında malzemelerin geri dönüşümü hedeflenmiştir. -Toksik madde içermeyen malzemeler (Düşük VOC değerli)
Yeşil alanlar:	-Biyofilik Tasarım: Yapıda biyofilik tasarım ilkeleri benimsenerek, saksılar, yeşil duvarlar ve çevredeki yeşilliklerin manzarası gibi özelliklerle yapı sakinleri doğayla buluşturulmuştur.
Sertifikalar:	-Yaşayan Bina

Tablo 3.8. The Bullitt Center yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi (devam)

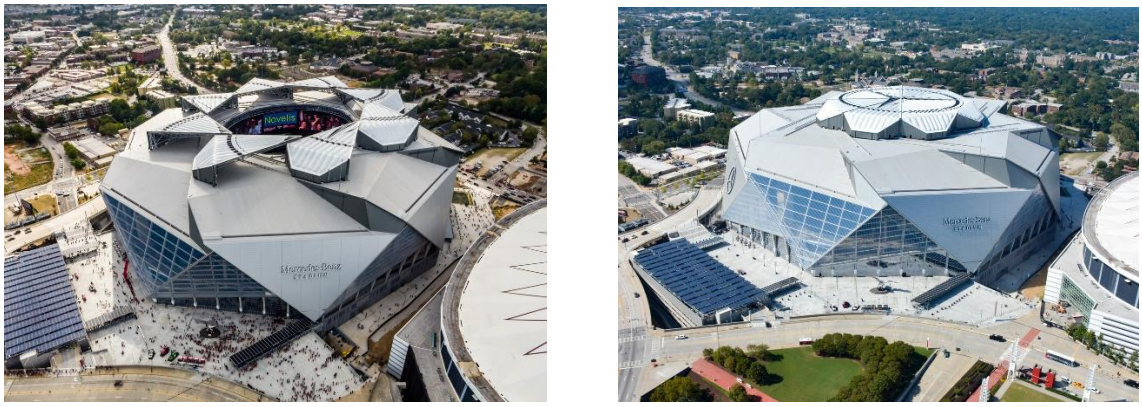
Kullanılan Mavi Gündem Stratejileri	
İklim değişikliğine dirençlilik hedefi:	-Yapıda, enerji verimliliği, temiz enerji kullanımı ve sürdürülebilir uygulamalar gibi iklim değişikliği ile mücadele önlemleri yoğun bir şekilde uygulanır. Aşırı hava olaylarının neden olabileceği elektrik kesintileri veya şebeke kaynağından kaynaklı su kesintiler karşısında dirençliliğini artırmaktadır.
Akıllı Bina Yönetimi:	-Bina yönetim sistemi, aşırı hava olaylarına karşı reaksiyonları otomatik olarak kontrol edebilir. Örneğin, hızla artan rüzgârlara karşı pencereleri kapatma veya güneş panellerini koruma önlemleri alabilir. Gün ışığına duyarlı tam otomatik dış panjurlar.
Güçlendirilmiş yapı:	-Yapı, fırtına gibi aşırı hava olaylarına dirençli bir şekilde inşa edilmiştir. Dayanıklı malzemeler ve yapısal güçlendirme önlemleri kullanılmıştır. Yapı 250 yıl kullanım ömrüne sahip olacak şekilde tasarlandı (Şekil 3.20).
Su yönetimi:	-Yağmur suyunun toplanması ve yönlendirilmesi için etkili bir su yönetimi sistemi kullanılır. Böylece, su yapının alt kotlarına zarar veremez (Şekil 3.20).
Rüzgâr dirençliliği:	-Yapı çatısı ve pencereleri, aşırı rüzgârlara ve fırtına etkilerine karşı dirençlidir.
Depreme dayanıklılık:	-Seattle, deprem riski taşıyan bir bölgedir. Bu nedenle Bullitt Center, depreme karşı dayanıklı bir şekilde inşa edilmiştir. Ayrıca yapı, yangın ve güvenlik sistemleri ile donatılmıştır.
Güvenlik ve Acil Durum Hazırlığı:	-Yangın alarm sistemleri, acil tahliye planları ve acil durum ekipmanları gibi güvenlik ve acil durum hazırlığı önlemleri alınır. Kullanıcıları, aşırı hava olaylarına karşı nasıl hazırlıklı olunması gerektiği konusunda eğitilir. Ayrıca, yapının tasarımı ve kullanımı hakkında farkındalık yaratılır.

3.2.3.3. Mercedes Benz Stadium / Atlanta, ABD (2017) – Hok

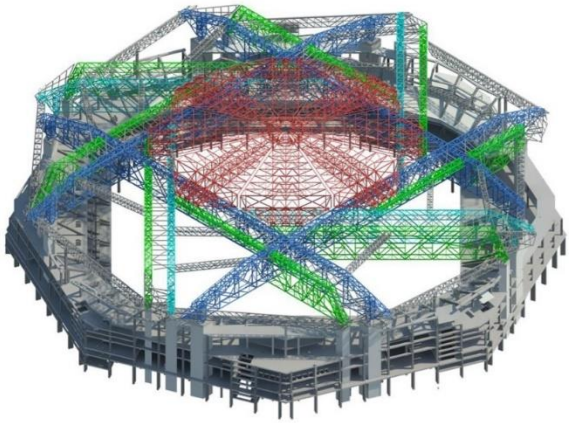
Mercedes-Benz Stadyumu, Atlanta, Georgia, ABD'de bulunan önemli bir spor ve eğlence mekânıdır. Mercedes-Benz Stadyumu, modern stadyumların sürdürülebilirlik ve enerji verimliliğini tasarım ve işletmelerine nasıl entegre edebileceklerini gösteren son teknoloji ürünü bir spor ve eğlence mekanıdır. Sürdürülebilir tasarımdaki başarıları, onu dünya çapındaki diğer spor tesisleri için bir model haline getirmiştir (Tablo 3.9.).

Tablo 3.9. Mercedes Benz Stadium yapısının turkuaz gündem stratejileri kapsamında incelenmesi

Yapı adı	Mercedes Benz Stadium
Konum	Atlanta, ABD
Kullanım türü	Stadyum
Mimarı	Hok
Yapım yılı	2017
Kullanılan Yeşil Gündem Stratejileri	
Enerji verimliliği:	-Güneş panelleri (4.000'den fazla güneş paneli, yılda 617 kWh enerji üretebilen bir güç kaynağı olarak ikili bir işlev görüyor.) -LED aydınlatma
Su verimliliği:	-Gelişmiş yağmur suyu yönetim sistemi -Su tasarruflu armatürleri
Termal konfor:	-Doğal havalandırma
Malzeme seçimi:	-Sürdürülebilir ve geri dönüşümlü malzemeler -Cephede ve çatıda kullanılan EFTE paneller camdan daha enerji tasarrufludur ve gün ışığını arttırır
Sosyal etki ve yeşil alanlar:	-Toplu taşıma bağlantıları, bisiklet parkurları ağı, bir kent bahçesi ve açık rekreasyon alanları aracılığıyla topluma yayılmaktadır. Kent bahçesi, yerel gıda üretimini ve mutfak endüstrisi işlerini teşvik etmektedir.
Sertifikalar:	-LEED Platinium
Kullanılan Mavi Gündem Stratejileri	
İklim değişikliğine dirençlilik hedefi:	-Stadyum sıcak ve zaman zaman yaşanan gök gürültülü fırtınalar da dâhil olmak üzere Atlanta'ya özgü hava koşullarına dayanacak şekilde inşa edilmiştir.
Rüzgara dirençli çatı:	-Geri Çekilebilir Çatı: Stadyum, açılıp kapanabilen yenilikçi bir açılır kapanır çatıya sahiptir (Şekil 3.21 a,b). Çatı tasarımı, açık olduğunda doğal havalandırma ve doğal aydınlatma sağlayarak enerji verimliliğini arttırmaktadır. Yapı çatısı ve cephesi, aşırı rüzgârlara ve fırtına etkilerine karşı dirençlidir. -Halo Panosunun Mühendisliği: Stadyumun çatı açıklığını tamamlayacak şekilde tasarlanmış bir boyut ve geometriye sahip olan halo formu. Çatı açıklığının tüm çevresi boyunca uzanan yüksek çözünürlüklü, 360 derecelik bir halo video panosu, yuvarlak içinde bir deneyimi yaratmaktadır (Şekil 3.22).
Su yönetimi:	-Stadyumun altındaki 600.000 m² sarnıç, Atlanta'nın Westside mahallesindeki sel baskınlarını azaltmak ve yerel ağaçlara sulama sağlamak için yılda 2 milyon galondan fazla yağmur suyu tutmaktadır.



Şekil 3.21. Mercedes Benz Stadyumu çatı görünüşü **A)** açık çatı görünüşü (Archdaily, 2017) **B)** kapalı çatı görünşü (Archdaily, 2017)



Şekil 3.22. Mercedes Benz Stadyumu halo formu (Hok, 2023)

4. BULGULAR

Tez kapsamında Dünya'dan bazı örnekler ele alınarak yeşil gündem (sürdürülebilirlik) , mavi gündem (dirençlilik) ve turkuaz gündem (sürdürülebilirlik ve dirençlilik) stratejileri üzerinden incelenmiştir. Sürdürülebilirlik ve dirençlilik stratejileri iklim değişikliği nedeniyle birlikte ele alınarak turkuaz gündem stratejileri olarak mimari yaklaşıma entegre edilmiştir. Örnekler üzerinde yeşil ve mavi gündemin öne çıkan ortak özellikleri ve ele aldığı farklılıkları net bir şekilde görülmektedir. Ulaşılan sonuçların bundan sonra tasarım aşamasında izlenmesi gereken stratejileri için aydınlatıcı olması hedeflenmektedir.

Özcan ve Erol'a göre (2018) Sürdürülebilir yapı tasarımı; çevresel etkileri en aza indirme, enerji kaynaklarını verimli kullanma ve kullanıcılar için sağlıklı, konforlu yaşam alanları oluşturma amacını taşımaktadır. Sürdürülebilir yapı tasarımının temel bileşenleri; fosil yakıt kullanımını azaltma, yenilenebilir enerji kaynaklarını artırma, atık miktarını minimize etme ve çevresel kirliliği en aza indirme gibi faktörler oluşturmaktadır. Londra'daki ''The Crystal'' yapısı, enerji verimliliğine odaklanarak atık miktarını azaltma hedefine uygun bir tasarıma sahiptir (Tablo 3.1). Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak karbon ayak izini minimize etmeye yönelik çabalar sadece çevresel sürdürülebilirlikle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda kullanıcılara sağlıklı ve verimli bir yaşam alanı sunma amacını da taşımaktadır. Özcan ve Erol'un belirttiği kriterlere uygun bir sürdürülebilir yapı örneği olarak görülmektedir.

Utkutuğ (2011) yapılı çevrenin tasarımının, canlı türlerinin yaşam alanlarının korunmasında, iklim değişikliğinin zararlı etkileriyle tehdit altında olan doğal çevreye sürdürülebilir nitelik kazandırılmasında ve dengenin korunumunda etkin rol oynadığını vurgulamıştır. Danimarka'daki '' Feldballe School'' örneği, iklim değişikliğinin sonuçları ile karşı karşıya olan bir nesil için tasarlanmıştır. Feldballe School'un tasarımında, iklim değişikliğine zararlı etkileri en aza indirmek amacıyla özel önlemler alınmıştır. Bu önlemler arasında biyo-esaslı ve yerel malzemelerin kullanımı, toksik kimyasallar içermeyen iç mekan kalitesinin sağlanaması gibi kriterler bulunmaktadır (Tablo 3.2). Böylece, yapı sadece kendi sürdürülebilirliğini sağlamakla kalmayıp, aynı

zamanda çevresindeki ekosistemlere ve canlı türlerine de olumlu bir etki yapmayı amaçlamaktadır.

Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, 1987 yılında yayınladığı raporda, "İnsanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir." ifadesiyle, sürdürülebilir kalkınma kavramının önemine vurgu yapmıştır. Bu vizyon, 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) olarak adlandırılan 17 maddeyi içeren hedeflerle somutlaştırılmıştır. SKH, çeşitli alanlarda insanlığın sürdürülebilir bir gelecek için çalışmasını hedefleyen bir çerçeve sunmaktadır. Danimarka'daki ''UN17-Village'' örneği, Birleşmiş Milletler'in belirlediği 17 sürdürülebilir kalkınma hedefini bütünlük içinde ele alarak, bu hedefleri birleştirici bir yaklaşım benimsemeyi amaçlamaktadır (Tablo 3.3). Proje, sadece binaların fiziksel tasarımını değil, aynı zamanda topluluk etkileşimini, enerji kullanımını, doğal kaynakları koruma stratejilerini ve sosyal adaleti de içeren kapsamlı bir tasarım anlayışını benimsemektedir.

Mavi gündem örnekleri seçimi, özellikle değişen iklim koşullarına uyum sağlamak amacıyla tasarlanmış yapılara öncelik verilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, sürdürülebilirlik ve dirençlilik arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılmasını kolaylaştırmak adına Şekil 2.29'de bir diyagram oluşturulmuştur. Bu diyagramın (c) bölümünde ''sürdürülebilirlik'' kavramı ''dirençlilik'' kavramının bir bileşeni olarak kabul edilmekte ve incelenen örnek yapıların özelliklerini tarif etmektedir.

Henstra'nın (2012) dirençlilik kavramını ''iklim değişikliği streslerine karşı direnç geliştirme, iklimle ilgili tehditlere etkili bir yanıt verme ve olumsuz etkilerden hızla kurtulma kapasitesine sahip olma'' olarak tanımlaması, Hindistan'daki ''Druk White Lotus School'' örneği üzerinden incelendiğinde geçerli görülmektedir. Bu okul, soğuk ve dağlık bir bölgede konumlanmış olup, bu coğrafyanın getirdiği aşırı soğuk, şiddetli rüzgârlar ve kar yağışından kaynaklanacak sel gibi iklimsel zorluklara karşı dirençli bir tasarıma sahiptir. Böylesine bir bölgede olası sel felaketleri gibi durumlarla başa çıkma amacıyla, ''Druk White Lotus School'', kendi elektriğini ve suyunu üretebilen bir sistem

kurarak şebeke kesintilerine karşı önlem almıştır (Tablo 3.4). Bu, özellikle afet durumlarında temel altyapı sistemlerinin devamlılığını sağlamak adına stratejik bir dirençlilik örneğidir. Henstra'nın dirençlilik tanımının bu örnekle uygunluğu, tasarımın sadece mevcut iklim koşullarına değil, aynı zamanda olası iklim değişiklikleri ve doğal afetlere karşı da dirençli olacak şekilde düşünüldüğünü göstermektedir.

Dominik Cumhuriyeti'ndeki ‘‘Punta Cana House’’, kıyı bölgesine olan yakınlığı nedeniyle artan deniz seviyelerinden etkilenmemesi, aynı zamanda fırtınalara karşı dirençli malzeme kullanımı ve rüzgâr hareketlerine uygun çatı geometrisi ile tasarlanmış bir yapı örneği olarak incelenmiştir (Tablo 3.5). Bu yapı, Leichenko'nun (2011) ‘‘çok çeşitli şoklara ve strese dayanma yeteneği’’ olarak tanımladığı dirençlilik kavramına uygun bir örnek olarak değerlendirilebilir. Yapı, sadece mevcut çevresel tehditlere karşı değil, aynı zamanda gelecekte olası değişikliklere adapte olma kapasitesiyle de ilgili bir dirençlilik örneği göstermektedir.

Austrulya’daki ‘‘ Pixel Building’’ sıcak havalarla başa çıkmak için oluşturulmuş hareketli cephesi ve özellikle soğuk akşamlardan faydalanan özel soğutma sistemi ile %100 temiz hava sağlarken, dirençli bir yapı örneği olarak nitelendirilebilir (Tablo 3.6). 'Pixel Building', sadece iklimsel koşullara uyum sağlama açısından değil, aynı zamanda genel dirençlilik özellikleriyle de dikkat çeken bir yapıdır. Sağlam tasarımı, yenilikçi enerji sistemleri ve çevresel etkilere uyum yeteneği, mavi gündem stratejilerine uygun bir şekilde tasarlanmış ve uygulanmış bir örnek sunmaktadır.

Tablo 2.7'de sunulan mavi gündem stratejisi temel alındığında, yapılar için belirtilen dirençlilik kriterleri (sağlamlık, yedeklik, adaptasyon, hızlılık, uzun ömürlü olma, pasif hayatta kalma), üç örnek içinde yapılan gözlemlerle doğrulanmıştır.

Turkuaz gündem çerçevesinde ele alınacak örnekler, sürdürülebilirlik ve dirençlilik arasında optimal dengeyi sağlamış olanlar arasından seçilmiştir. İncelenen yapılar, çeşitli iklimsel zorluklara etkili bir şekilde karşı koyabilen ve aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olan yapılar olarak belirlenmiştir. Şekil 2.29 (d), bu yapıların sürdürülebilir ve dirençli tasarımın ilişkisine dair sembolik bir gösterim

sunmaktadır. Lizarralde ve ark. (2015)'na göre ''Sürdürülebilirlik ve dirençlilik arasında bir bağ olduğu kabul edilse de birleştirici bir çerçevenin eksikliği gözlemlenmektedir. Turkuaz gündem; sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramlarının birbirinden ayırmadan planlama yapmaya teşvik eden bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.'' İncelenen örneklerde, bu iki kavram, birbirini tamamlayıcı unsurlar olarak bulunmaktadır. Bu nedenle, örnekler üzerinde yeşil ve mavi gündem kriterleri ayrı ayrı incelenmiştir. Turkuaz gündem, sürdürülebilir ve dirençli tasarımın entegre bir şekilde ele alınmasını teşvik etmekte, geleceğe yönelik çevresel ve iklimsel zorluklara karşı etkin bir hazırlık sağlamayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, örnek yapıların seçimi ve incelenmesi, sürdürülebilir ve dirençli yapı tasarımının bu bütünlük içinde nasıl başarılabileceği konusunda önemli bir katkı sunmaktadır.

İtalya'daki ''Bosco Verticale'' binası Tablo 3.7'de gösterildiği gibi sürdürülebilirlik özelliklerinin yanı sıra, yüksek katlı olması ve deprem bölgesinde konumlanması nedeniyle güçlendirilmiş sağlam beton temel üzerinde rüzgâra karşı dirençli bir tasarıma sahiptir. Yüksek katlı olması, deprem bölgesinde bulunması gibi zorlu koşullara karşı sağlam bir strüktürle inşa edilmiş olması, yapıyı çevresel ve doğal zorluklara karşı dirençli kılan unsurlardan sadece biridir. Cephesinde kullanılan yüksek performanslı camlar, özellikle şiddetli rüzgâr koşullarında dayanıklılığı artırmak amacıyla seçilmiştir. Ayrıca, afet durumlarına karşı güçlü altyapı sistemi, olası risklere karşı önceden tedbir alınmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak, ''Bosco Verticale'', sadece estetik ve sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda güçlü bir mühendislik ve dirençlilik perspektifiyle tasarlanmış bir örnektir.

ABD'deki ''The Built Center'' binasının özellikleri Tablo 3.8'de belirtilmiştir. Bu özellikleri arasında suyun %100'ünü geri dönüştürmesi, enerji tasarruf sistemlerinin kullanımı ve güneş enerjisi sayesinde üretilen elektrikle şebekeye bağımlılığını sonlandırması yer almaktadır. Ayrıca, 250 yıl yaşayacak şekilde tasarlanan strüktürü ile depreme dayanıklılık göstermektedir. Şiddetli rüzgârlara karşı çatı ve cephe tasarımında özel önlemler alınmıştır. Bu yapı, sürdürülebilirlik kriterlerinin yanı sıra yedeklilik, şebekeye bağımsızlık, adaptasyon ve uzun ömürlülük gibi kriterleri de içermektedir. Bu

nedenle, sürdürülebilirlik çabalarının ötesine geçerek, yapı tasarımında çeşitli dirençlilik unsurlarını başarıyla entegre etmiş bir örnektir.

ABD'de yer alan ‘‘Mercedes Benz Stadium’’u, 4000'den fazla güneş paneli kullanarak enerji verimliliği sağlamaktadır. Ayrıca, LED aydınlatma sistemleri ve geri dönüşümlü malzemelerin seçimi gibi faktörler, stadın benzerlerine öncü bir örnek olmasını sağlamaktadır. Hava koşullarına dayanıklı malzemeden yapılan çatısı, şiddetli rüzgârlar ve yağışlara karşı hareket edebilen bir tasarıma sahiptir. Ayrıca, bölgesel sel baskınlarını önlemek için çok yüksek kapasiteli bir yağmur suyu toplama sistemine sahiptir (Tablo 3.9). Bu özellikler, ‘‘Mercedes Benz Stadium’’u çevresel etkiyi minimize etme ve dirençlilik kavramlarının dengeli bir şekilde birleştirildiği bir örneği sergilemektedir.

Otto-Zimmermann (2011), mevcut iklim değişikliği sürecini “adaptasyon sahnesi” olarak adlandırarak, yerel düzeyde bilinçli ve akıllıca bir eylemde bulunmanın tam zamanı olduğuna vurgu yapmaktadır. Bu bağlamda, incelenen örneklerde sürdürülebilirlik ve dirençliliğin birleştirilmesiyle dengenin başarılı bir şekilde kurulabileceği gözlemlenmiştir. Sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramlarının bir araya getirilmesi, iklim değişikliğiyle başa çıkma stratejilerinde etkili bir model sunarak, Otto-Zimmermann'ın adaptasyon sahnesi çağrısına uygun bir şekilde hareket edildiğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Doğanın sürdürülebilir dengesinin sağlanması ve doğaya bağlı insan yaşamının devamlılığının sağlanabilmesi için ürettiğimiz yapıların hem sürdürülebilir hem de dirençli olması gerekmektedir. Bu da yapı tasarım süreci için turkuaz gündem ele alınarak mümkün olacaktır. Dolayısıyla yeni yaşam alanları ve yapılar oluşturulurken bu yaklaşımlar gündeme alınmalıdır.

Mevcut doğal dengenin korunması ve sonraki nesillere minimum kayıpla aktarılması gündeme alındığında çevre ile uyumlu yaşayabilme ana başlığının tek başına yeterli olmadığı, dengeli bir yaşam için kurulan yerleşim ve yaşam düzeninin de korunması gerektiği görülmektedir. Bu noktada devreye giren dış etkenlerden de korunma gerekliliği mavi gündemin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Mavi Gündem, dış etkenlere karşı korunma gerekliliğini vurgulayarak, ‘‘dirençlilik’’, ‘‘dirençli kentler’’ ve ‘‘dirençli yapılar’’ kavramlarını ön plana çıkarır. Bu kavramlar, mavi gündemin ana hatlarını oluşturur. Yeşil gündemin tamamlayıcısı niteliğinde olan dirençlilik odaklı mavi gündem, mevcut yeşil sürdürülebilir düzenin gerçek anlamıyla ‘‘sürdürülebilmesin’’ sağlayacaktır. Yani, doğayla uyumlu bir yaşamı sürdürmek için sadece çevresel faktörlere değil, aynı zamanda dışsal tehditlere karşı dirençli bir yaklaşımın da benimsenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu bağlamda ele alınan iki önemli gündemin birbirinden bağımsız düşünülemeyeceği göz önüne alındığında iki yaklaşımı tek bir çatıda toplayan ve ortak noktalarını vurgulayan turkuaz gündem kavramı ortaya çıkmaktadır. Turkuaz gündem, yeşil ve mavi sürdürülebilir yaklaşımların ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiğini kabul etmekte, ancak bu iki yaklaşımın birlikte değerlendirilip ortak bir sonuca varılması gerektiğini savunmaktadır. Birbirini tamamlayan ve destekleyen bu iki gündem, turkuaz gündemin temelini ortaya koymaktadır. Yapılı çevrede, iklim değişikliğinin zararlarının azaltılabilmesi ve uyum stratejilerinin geliştirilebilmesi için sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Yapı tasarımında direnç özelliği kazanmak için bazen sürdürülebilirlik ilkeleri göz ardı edilebilmektedir veya sınırlı kalabilmektedir. İki önemli kavram arasında denge kurmak ve hem dirençliliği hem de sürdürülebilirliği optimum bir şekilde sağlamak güç olabilir, çünkü bir takım kriterlerin dikkate alınmasını ve dengelenmesini gerektirmektedir. Dengeyi korumak, her projenin benzersiz özellikleri ve zorlukları göz önüne alındığında önemlidir. Proje ekibi, tasarımcılar ve diğer katılımcılar, dirençlilik ve sürdürülebilirlik hedeflerini ortak çözüme ulaştırmak için entegre bir şekilde çalışmalıdır. Turkuaz gündem yaklaşımı buna dikkat çekmektedir. Dirençlilik ve sürdürülebilirlik arasında bir denge sağlanması için tasarım kriterleri, hem yapı performansını artırmak hem de çevresel etkileri en aza indirmek amacıyla belirlenmelidir. Teknolojik gelişmeler, turkuaz gündem stratejisinin temel taşlarından biridir. Yenilenebilir enerji, sürdürülebilir inşaat malzemeleri ve akıllı şehir/bina teknolojileri gibi yenilikçi çözümler, iklim değişikliği ile mücadelede etkili araçlar sunmaktadır. Bu teknolojik ilerlemeler, sadece çevresel sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda ekonomik büyümeyi destekleyerek sosyal refahı artırmayı hedeflemektedir.

Sonuç olarak, yapılı çevrede iklim değişikliğinin zararlarının azaltılması ve uyum stratejilerinin geliştirilmesi için turkuaz gündem kapsamında yapı tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler Tablo (5.1)'de özetlenmiştir. Tasarımı oluştururken yapılacak seçimlerle bu kriterleri uygulayarak hem çevresel etkileri azaltabilir hem de uzun vadeli dirençlilik artırılabilir.

Turkuaz gündem örneklerinde de anlaşıldığı üzere, sürdürülebilirlik ve dirençlilik kavramları bir araya gelerek, gelecekteki iklim değişikliği mücadelesinde kritik bir rol oynamaktadır. Turkuaz gündem; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları içeren bütünlükçü bir yaklaşımı benimsemekte ve teknolojik gelişmeleri sürdürülebilirlikle buluşturarak çözüm odaklı bir gelecek vaat etmektedir. Enerji verimli binalar, çevre dostu inşaat malzemeleri ve yeşil altyapı projeleri, sürdürülebilirlik ilkesini güçlendirmekte ve aynı zamanda dirençli toplumlar inşa etmeye katkıda bulunmaktadır.

Tablo 5.1. Turkuaz gündem kapsamında yapı tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler

Malzeme Seçimi:	Sürdürülebilirlik açısından en uygun malzemelerin seçilmesi önemlidir. Geleneksel malzemelerin yanı sıra, geri dönüştürülebilir veya doğal malzemelerin kullanılması sürdürülebilirliği artırabilir. Dirençlilik açısından dayanıklı ve uzun ömürlü malzeme seçimi etkili olacaktır. Her iki kritere uygun malzeme seçimi ile turkuaz gündem yaklaşımı desteklenebilir.
Enerji Verimliliği:	Yapı tasarımında enerji verimliliği sağlamak, sürdürülebilirlik açısından önemli bir faktördür. İyi yalıtım, doğal aydınlatma ve enerji tasarrufu sağlayan teknolojiler kullanmak, kullanılan akıllı sistem teknolojilerini iklim verilerine entegre etmek sürdürülebilir ve dirençli bir yapı elde etmede yardımcı olabilir.
Şebeke Bağımsızlığı:	Yapının kendi ihtiyaçlarını karşılamak için dış kaynaklara olan bağımlılığını en aza indirmeyi veya bitirmeyi hedeflemektedir. Yapının elektrik enerjisi, ısıtma, soğutma ve diğer enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kendi iç kaynaklarından enerji üreterek faydalanabilme yeteneğini ifade etmektedir. Su bağımsızlığına sahip olması (gri su, sistemi, su tasarruflu armatürler, verimli sulama sistemleri) ve yağmur sularını etkili bir şekilde yönetebilmesidir.
Kaynak Depolama:	Yenilenebilir enerji kaynaklarından ürettiği enerjiyi depolaması ya da yağmur toplama sisteminden elde ettiği ve geri dönüşüm olarak kullandığı suyu depolamasıdır.
Çevre Duyarlılığı:	İklim değişikliği ile mücadele amacıyla çevresel etkileri azaltarak en aza indirmek, sürdürülebilir bir tasarımın temelini oluşturur. İklim değişikliğinin doğurduğu sonuçlarına uyum sağlayabilecek yapılar oluşturmak dirençli tasarımın temelini oluşturur. Yenilenebilir kaynakların kullanımı yapının çevresel etkisini azaltmaktadır. (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biokütle, jeotermal)
Değerlendirme ve Sertifikasyon:	Yapıların sürdürülebilirlik standartlarına uygunluğunu değerlendiren sertifikasyon sistemleri, tasarımcılara rehberlik edebilir ve sertifika sistemlerine eklenen dirençlilik kriterleri gelecek için daha uygun tasarıma teşvik edebilir.
Teknolojik İnovasyonlar:	Gelişmiş inşaat teknolojileri ve malzemeler, sürdürülebilirlikle dirençliliği birleştirmek için kullanılabilir. İnovasyonlarla geliştirilmiş malzemeler dirençliliği arttırırken çevresel etkileri azaltabilirler.
Uzun vadeli etkiler:	Hem sürdürülebilirlik hem de dayanıklılık, yapıların uzun vadeli performansını ve etkilerini gözetir. Bu, kaynakları korumak ve yapıların yaşam süresini maksimize etmek için önemlidir.
Toplumsal ve ekonomik etkiler:	Sürdürülebilirlik ve dirençlilik, sadece çevresel etkileri değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik etkileri de göz önüne alır. Topluluk ihtiyaçlarını karşılamak ve ekonomik verimliliği artırmak, her iki kavramın ortak noktalarındandır.

İklim değişikliğine uyum ve adaptasyon için kentler ve yapılar sürdürülebilirlik ve dirençlilik kriterlerini ortak ele alan turkuaz gündemin stratejileriyle sağlanabilir. Gelecekteki kaynakları korumaya yönelik, iklim koşullarının oluşturduğu, oluşturacağı riskleri ele alan, sosyal ve ekonomik ağların devamlılığını önemseyen bir yaklaşımı barındıran bu gündem, bir bütün olarak minimum kayıp ile yaşam anlayışını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak yapılı çevrede iklim değişikliğinin etkilerini azaltma ve uyum stratejileri için sürdürülebilir ve dirençli tasarım, yapım, kullanım gibi süreçleri bütünüyle kapsayan turkuaz gündemin uygulanabilirliği için uygun zeminin (yönetim ve politikalar) oluşturulması ve konuda katılımcılar için gerekli bilincin oluşturulması önemlidir.

KAYNAKLAR

Adger, W N. (2006). Vulenarability. *Global Environmental Change, 16:* 268-281.

Adger, W. N., Lorenzoni, I. & O'Brien, K. L. (Eds.). (2009). Adapting to climate change: Thresholds, values, governance. Cambridge University Press.

Aktas, C. B., Bilec, M. M. (2012). "Impact of lifetime on US residential building LCA results." *Int J Life Cycle Assess, 17(3),* 337-349.

Alsibaai, L. (2022). Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yapılı Çevrede Değişim ve Uyarlanabilirlik Kapasitelerinin İşlevsellik Açısından İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi. Erişim No: 749066

Anonim, (2013). 2872 Sayılı Çevre Kanunu. http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2872.pdf (Erişim tarihi: 20.02.2023)

ArchDaily. (2015). Bosco Verticale / Boeri Studio. Erişim Adresi: https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti (Erişim tarihi: 08.08.2023)

ArchDaily. (2023a). Feldballe School / Henning Larsen. Erişim adresi: https://www.archdaily.com/997310/feldballe-school-henning-larsen (Erişim tarihi: 08.08.2023)

Archdaily. (2017). HOK's Mercedes-Benz Stadium Will Be the First LEED Platinum-Certified Pro Sports Stadium in the US. Erişim adresi: https://www.archdaily.com/883864/the-worlds-first-leed-platinum-certified-rofessional-sports-stadium (Erişim tarihi: 06.08.2023)

Archdaily. (2011). Pixel/studio505. Erişim Adresi: https://www.archdaily.com/190779/pixel-studio505 (Erişim tarihi: 08.08.2023)

ArchDaily. (2023b). Punta Cana House / Mareines Arquitetura + Patalano Arquitetura. Erişim Adresi: https://www.archdaily.com/1005962/punta-cana-house-mareines-arquitetura (Erişim tarihi: 08.08.2023)

ArchDaily. (2018). Sustainable Startup Beats out BIG, Henning Larsen for a New Eco-Village in Copenhagen. Erişim adresi: https://www.archdaily.com/907097/sustainable-startup-beats-out-big-henning-larsen-for-a-new-eco-village-in-copenhagen (Erişim tarihi: 10.08.2023)

ArchDaily. (2012). The Crystal/Wilkinson Eyre Architects. Erişim adresi: https://www.archdaily.com/275111/the-crystal-wilkinson-eyre-architects (Erişim tarihi: 10.08.2023)

ArchDaily. (2013). The 'World's Greenest Commercial' Building Opens in Seattle Today. Erişim adresi: https://www.archdaily.com/363007/the-world-s-greenest-commercial-building-opens-in-seattle-today (Erişim tarihi: 12.08.2023)

Archilovers. (2012). The Druk White Lotus School | Arup Associates. Erişim adresi: https://www.archilovers.com/projects/67238/the-druk-white-lotus-school.html (Erişim tarihi: 08.08.2023)

Arkitera. (2023). Feldballe Okulu Ek Uzantısı. Erişim adresi: https://www.arkitera.com/proje/feldballe-okulu-ek-uzantisi/ (Erişim tarihi: 12.08.2023)

ArquitectureaViva. (2013). Druk White Lotus School. Erişim Adresi: https://arquitecturaviva.com/works/druk-white-lotus-school (Erişim tarihi: 10.08.2023)

Arup. (2023). Druk White Lotus School. Erişim adresi: https://www.arup.com/projects/druk-white-lotus-school (Erişim tarihi: 10.08.2023)

Askar, R., Bragança, L., & Gervásio, H. (2021). Adaptability of Buildings: A Critical Review on the Concept Evolution. *Applied Sciences*, 11(10), 4483. https://doi.org/10.3390/app11104483

Aygün, A. & Torlak, S. (2020). Denizli İli'nin İklim Değişikliğine Karşı Dayanıklılığının incelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(1),* 648-664. https://doi.org/10.28948/ngumuh.629809

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. (1992). Erişim adresi: https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi Erişim tarihi: 25.12.2022)

Birleşmiş Milletler Türkiye. (2015). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri. Erişim adresi: https://turkiye.un.org/tr/sdgs/11 (Erişim tarihi: 02.01.2023)

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2009). Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes. *Munich Reinsurance Company*.

Chelleri, L. (2012). From the "Resilient City" to Urban Resilience. A Review Essay on Understanding and Integrating the Resilience Perspective for Urban Systems. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 58, 287-306.

Civan, U. (2006). Akıllı binaların çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi,* İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Champagne, C. L., & Aktas, C. B. (2016). Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings. *Procedia Engineering, 145,* 380–387. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.095

Coaffee, J. (2008). Risk, resilience, and environmentally sustainable cities. *Energy Policy, 36(12),* 4633–4638. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.048

Cubillos-Gonzalez, R.-A., & Novegil-Gonzalez-Anleo, F.-J. (2017). Technologies compatible to climate change as a strategy in the field of architecture. *In 2017 Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias en Ingenieria (CONIITI) [2017 International Congress of Innovation and Trends in Engineering (CONIITI)]*. IEEE. https://doi.org/10.1109/coniiti.2017.8273332

Çobanyılmaz, P. & Duman Yüksel, Ü. (2013). Kentlerin İklim Değişikliğinden Zarar Görebilirliğinin Belirlenmesi: Ankara Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17 (3),* 39-50. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/sdufenbed/issue/20802/221982

Dezeen. (2018). UN17 Village to be built in Copenhagen with recycled materials. Erişim adresi: https://www.dezeen.com/2018/12/10/un17-village-eco-housing-copenhagen-lendager-group-arstiderne-arkitekter/ (Erişim tarihi: 10.08.2023)

Dodman, D. (2009). "Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories", *Environment and Urbanization, 21:* 185- 201.

EcoBuild. (2023). Siemens Yeşil Şehircilik Araştırmaları Merkezi Londra'da Kristal Bina'da. Erişim adresi: https://www.ecobuild.com.tr/post/2019/10/25/siemens-ye-c5-9fil-c5-9eehircilik-ara-c5-9ft-c4-b1rmalar-c4-b1-merkezi-londrada-kristal

Erten D. (2010). Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS): LEED ve BREEAM Sertifikalarının Karşılaştırılmalı İncelenmesi. Ankara.

Fiksel, J. (2003). "Designing resilient, sustainable systems." *Environmental science & technology, 37(23),* 5330-5339.

Genç, F N. (2007).Türkiye'de Kentleşme ve Doğal Afet Riskleri ile İlişkisi. *TMMOB Afet Sempozyumu,* Ankara, 349- 358.

GENI. (2017). In Our "New Normal" World -- Build Sustainable & Resilient Cities. Erişim adresi: http://www.geni.org/globalenergy/library/GENI-us/2017/geni-us-letter-2017-12.shtml (Erişim tarihi: 09.04.2022)

Gezen, A. (2015). İnşaat Sektöründe Sürdürülebilir Kent Yaşamı ve Karayolunda Uygulama Alanları. *Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: Beykent Üniversitesi.

GlobalABC. (2018). Global Status Report: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector.

Gölemen S. (2014). Mevcut İlköğretim Binalarında Sürdürülebilirlik Olanaklarının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Bursa Uludağ Üniversitesi. Erişim No: 373753

Graves, G. (1990). Teaching about the built environment. *Eric Digest.* https://eric.ed.gov/?id=ED322022 (Erişim tarihi: 25.05.2023)

Gustavsson, L., Joelsson, A. & Sathre, R. (2010). Life cycle primary energy use and carbon emission of an eight-story wood-framed apartment building. *Energy Build. 42 (2)* 230–242.

Handmer, J., Y. Honda, Z.W. Kundzewicz, N. Arnell, G. Benito, J. Hatfield, I.F. Mohamed, P. Peduzzi, S. Wu, B. Sherstyukov, K. Takahashi, and Z. Yan, 2012: Changes in impacts of climate extremes: human systems and ecosystems. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).* Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 231-290.

Hasik, V., Chhabra, J. P. S., Warn, G. P., & Bilec, M. M. (2017). Investigation of the Sustainability and Resilience Characteristics of Buildings Including Existing and Potential Assessment Metrics. In AEI 2017. *American Society of Civil Engineers.* https://doi.org/10.1061/9780784480502.085

Hasol, D. (2008). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. *Yem Yayınları,* İstanbul, 121 s.

HenningLarsen. (2023). Feldballe School: Rønde, Denmark. Erişim adresi: https://henninglarsen.com/en/projects/featured/1874-feldballe-school (Erişim tarihi: 08.08.2023)

Hok. (2023). Mercedes-Benz Stadium | Atlanta. Erişim adresi: https://www.hok.com/projects/view/mercedes-benz-stadium/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com (Erişim tarihi: 08.08.2023)

Hoşkara, E. (2007). Ülkesel koşullara uygun sürdürülebilir yapım için stratejik yönetim modeli. *Doktora Tezi.* İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul.

IPCC. (2007). Climate change 2007: Mitigation of climate change. *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge; New York.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)].

IPCC. (2020). Special Report: Global Warming of 1,5º. *Intergovernmental Panel on Climate Change.* www.ipcc.ch/sr15/ (Erişim tarihi: 11.10.2021).

ISO. (1997). ISO 14040 Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. *International Organisation for Standardization.*

ISO. (2019). International Organization for Standardization. Ciudades y Comunidades Sostenibles—Indicadores para Ciudades Resilientes; ISO 37123; *International Organization for Standardization.*

İzgi, U., (1999). Mimarlıkta Süreç, Kavramlar-İlişkiler. *YEM Yayınevi,* İstanbul.

Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities, 31,* 220–229. https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.05.0044

Jacques, P. (2014). Sustainability: The Basics. Routledge.

Janssen, M.A., Schoon, M.L., Kee, W. & Börner, K. (2006). Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change, Vol: 16,* 240 – 252.

Karslı H.U. (2008). Sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde ofis yapılarının değerlendirilmesi ve çevresel performans analizi için bir model önerisi. *Doktora Tezi.* Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kayıhan, K. S. (2006). Sürdürülebilir mimarlığın yarı nemli Marmara ikliminde tasarlanacak temel eğitim binalarında irdelenmesi ve bir yöntem önerisi. *Yüksek Lisans Tezi,* GYTE Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Gebze.

Kennedy, C., Cuddihy, J., & Engel-Yan, J. (2007). The Changing Metabolism of Cities. *Journal of Industrial Ecology, 11(2),* 43–59. https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107

Kim, J J. & Rigdon, B. (1998). Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design. *Michigan: National Pollution Prevention Center for Higher Education.*

Klein, R. J. T., Nicholls, R. J., & Thomalla, F. (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept? *Environmental Hazards, 5(1),* 35–45. https://doi.org/10.1016/j.hazards.2004.02.001

Koç, İ., Duru, M O. & Dinçer, S G. (2022). Yapılarda gömülü ve kullanım enerjisi kavramlarının yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) metodolojisiyle irdelenmesi. *bab Journal of FSMVU Faculty of Architecture and Design. 3 (1),* s. 55-69.

Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience. *Current Opinion in Environmental Sustainability, 3(3),* 164–168. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.014

Lendager. (2023). UN17 Village: Oerestad, Copenhagen. Erişim adresi: https://lendager.com/project/un17-village/ (Erişim tarihi: 12.08.2023)

Lizarralde, G., Chmutina, K., Bosher, L., & Dainty, A. (2015). Sustainability and resilience in the built environment: The challenges of establishing a turquoise agenda in the UK. *Sustainable Cities and Society, 15,* 96–104. https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.12.004

MareinesArquitetura. (2023). Punta Cana House. Erişim adresi: https://mareinesarquitetura.com.br/en/projects/punta-cana-house/

Masson, V., Lemonsu, A., Hidalgo, J. & Voogt, J. (2020). Urban climates and climate change. *Annual Review of Environment and Resources, 45,* 411-444.

McBean, G. & Henstra, D. (2003). Climate Change, Natural Hazards and Cities For Natural Resources Canada. *ICLR Research Paper Series, 31*:1-16

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning, 147,* 38–49. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

Merriam-Webster Inc. (2002). 10. New Dictionary.

MillerHull. (2023). Bullitt Center. Seattle, WA. Erişim adresi: https://millerhull.com/project/bullitt-center/ (Erişim tarihi: 12.08.2023)

National Centers for Environmental Information. (2023). Reporting on the State of the Climate in 2022. Erişim adresi: https://www.ncei.noaa.gov/news/reporting-state-climate-2022 (Erişim tarihi: 24.10.2023)

Oliver, A., Gascon, E., & Thomas, I. (2019). Have France's éco-quartiers (eco-districts) made advances in resilient city-making? A discussion paper. Risques urbains, 3(1). https://doi.org/10.21494/iste.op.2019.0418

Otto-Zimmermann, K. (2011). Building the global adaptation community. Resilien Cities içinde (ss. 3-9). Springer, Dordrecht.

Özcan, U., Erol, İ. (2018). Sürdürülebilir Tasarımda Yapı Bilgi Modellemesi (BIM). International Congress on Engineering and Architecture, Alanya, Turkey.

Paker, B. (2017). Sürdürülebilir Bina Üretiminde Mimarın Yapısal Atık Oluşumuna Bakış Açısının İncelenmesi: Bursa Alan Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

PatalanoArquitetura. (2023). Casa Punta Cana. Erişim adresi: https://www.patalanoarq.com.br/portfolio/casa-punta-cana/

Paulsen, J. (2001). Life cycle assessment for building products - the significance of the usage phase, *Doktora Tezi*. Kungliga Tekniska Hogskolan, Stockholm-Sweden.

Pendall, R., Foster, K. A., & Cowell, M. (2009). Resilience and regions: building understanding of the metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 3(1),* 71–84. https://doi.org/10.1093/cjres/rsp028

Perelman, L. J.(2008). Infrastructure risk and renewal: The clash of blue and green. In Paper presented at the 4–18 January, Public entity risk institute symposium Faifax, VA, USA.

Radivojević, A., & Hildebrand, L. (2018). Sustainable and resilient building design: approaches, methods and tools.

Ramirez Lopez, L. J., & Grijalba Castro, A. I. (2020). Sustainability and Resilience in Smart City Planning: A Review. Sustainability, 13(1), 181. https://doi.org/10.3390/su13010181

Redman, C. L. (2014). Should sustainability and resilience be combined or remain distinct pursuits. *Ecology and Society, 19(2),* 37.

Resilience Alliance. (2007). Urban Resilience Research Prospectus: A Resilience Alliance Initiative for Transitioning Urban Systems towards Sustainable Futures.

Revi, A., Satterthwaite, D.E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R.B.R., Pelling, M.,Roberts, D.C. & Solecki, W. (2014). "Urban areas" in Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, ss.535-612.

Ribeiro, P. J. G., & Pena Jardim Gonçalves, L. A. (2019). Urban resilience: A conceptual framework. *Sustainable Cities and Society, 50,* 101625. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101625

Rode, P., Burdett, R. & Soares Gonçalves, J C. (2011). Buildings: investing in energy and resource efficiency. In: Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. *United Nations Environment Programme,* pp. 331-373.

Roostaie, S., Nawari, N., & Kibert, C. J. (2019). Sustainability and resilience: A review of definitions, relationships, and their integration into a combined building assessment framework. *Building and Environment, 154,* 132–144. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.02.042

Saulters, O. (2012). Advancing Green Sustainable Environmentally Preferable Purchasing as a Strategic Process for Improved Partnerships & More Resilient Campus Community.

Schlueter A. & Thesseling F. (2009). Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages, *Automation in Construction, Volume 18,*

Issue 2, 2009, Pages 153-163, ISSN 0926-5805, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.07.003.

Sev, A. (2009). Sürdürülebilir Mimarlık. *YEM Yayınları,* İstanbul.

Shamsuddin, S. (2020). Resilience resistance: The challenges and implications of urban resilience implementation. *Cities.* 103. 102763. 10.1016/j.cities.2020.102763.

Sılaydın Aydın, M. B. & Kahraman E. D. (2022). Aşırı yağışlardan kaynaklanan sellere karşı Türkiye kentlerinin kırılganlık düzeylerinin belirlenmesi. *Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 3(1), 34-45.

Sijakovic, M., & Peric, A. (2020). Sustainable architecture and urban design: a tool towards resilient built environment. *In Post-Oil City Planning for Urban Green Deals Virtual Congress.* ISOCARP. https://doi.org/10.47472/nmbx1502

Sivri, H. (1993). Fiziksel ve mekânsal çevrenin çocuk davranışına ve gelişimine etkileri, çocuk için oluşturulacak çevrelerde tasarım verilerinin saptanması. *Doktora Tezi,* İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Soydaş Çakır, H. (2022). Forming of information and communication technologies in design: smart buildings. *Journal of Architectural Sciences and Applications, 7 (1),* 421-441.

StefanoBoeriArchitetti. (2023). Vertical Forest Milan. Erişim adresi: https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/ (Erişim tarihi: 08.08.2023)

Studio505. (2010). PIXEL. Erişim adresi: https://www.studio505.com.au/work/project/pixel/8.html (Erişim tarihi: 10.08.2023)

Şenel, A. (2010). Sürdürülebilir Bina Yapım İlkelerinin ve Yeni Yaklaşımların İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi,* Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Şirin Dincer, Ş E. (2016). Dayanıklı Kentler İçin Kentsel Tasarım İlkeleri. *Yüksek Lisans Tezi.* Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Taşçı, B G. (2014). Çocuk-mimarlık çalışmalarının değerlendirilmesi ve ilköğretim için yapılı çevre eğitim programı önerisi (sosyal bilgiler dersi için). *Yüksek Lisans Tezi.* Dokuz Eylül Üniversitesi. Erişim No: 374165

The National Climate Assessment. (2018). Fourth National Climate Assessment, Chapter:1 Overview. Erişim adresi: https://nca2018.globalchange.gov/chapter/1/ (Erişim tarihi: 19.03.2022)

UCLA. (b.t.). Phase Change Composite Materials for Energy Efficient Building Envelopes. Erişim adresi: https://www.seas.ucla.edu/%7Epilon/PCMIntro (Erişim tarihi: 14.03.2023)

United Nations. (2018). United Nations World Urbanization Prospects The 2018 Revision, Department of Economic and Socaial Affairs. Erişim adresi: https://population.un.org/wup/ (Erişim tarihi: 23.09.2021)

Utkutuğ, G. (2011). Sürdürülebilir Bir Geleceğe Doğru Mimarlık ve Yüksek Performanslı Yeşil Bina Örnekleri. *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi,* İzmir, 13/16 Nisan 2011, (ss.1517-1538).

Yanar, N. (2017). Mimari Tasarımda "Sürdürülebilirlik ve Ekoloji" Anlayışının Konya Bağlamında İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi.* Selçuk Üniversitesi, Konya.

Yasan, A S. (2011). Bina Tasarım Parametrelerinin Enerji Harcamalarına Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*. Erişim No:350587

Yeang, K. (1999). The Green Skyscraper: The Basis For Designing Sustainable Intensive Buildings , Munich: Prestel Verlag.

Yetkin, E. G. (2019). Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Yapılarda Su Korunumu Stratejileri. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 2*(2): 70-78.

Yılmaz, B. (2012). Türkiye için Sürdürülebilir Bina Performans Kriterleri ve Bütünleşik Tasarım Yönetim Modeli Oluşturulması. *Doktora Tezi.* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yu, G., Schwartz, Z. & Walsh, J E. (2009). A weatherresolving index for assessing the impact of climate change on tourism related climate resources. *Climatic Change, Vol. 95, pp*. 551–573.

Weichselgartner, J., & Kelman, I. (2014). Geographies of resilience. *Progress in Human Geography, 39(3),* 249–267. https://doi.org/10.1177/0309132513518834

Wilde, P. & Coley, D. (2012). The implications of a chaning climate for buildings. *Building and Environment.* https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.03.014

WilkinsonEyre. (2023). The Crystal: London, UK. Erişim adresi: https://www.wilkinsoneyre.com/projects/the-crystal (Erişim tarihi: 06.08.2023)

Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning, 125,* 234–244. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017

Wolley, T. & Kimmins, S. (2002). Green Building Handbook: A Companion Guide to Building Products and Their Impact on the Environment, Volume 2. New York: Spon Press.

Wong, J. K. W., Li, H., Wang, H., Huang, T., Luo, E., & Li, V. (2013). Toward low-carbon construction processes: the visualisation of predicted emission via virtual

prototyping technology. *Automation in Construction, 33,* 72–78. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.014

World Bank. (2009). Climate Resilient Cities A Primer on Reducing Vulnerabilities to Disasters, WB, Wahington D.C.

WorldGBC. (2022). Climate Change Resilience In The Built Environment: Principles for adapting to a changing climate. Erişim adresi: https://worldgbc.org/article/climate-change-resilience-in-the-built-environment-guide/ (Erişim tarihi: 20.04.2023)

WWF (2020). The Climate Crisis. Erişim adresi: https://explore.panda.org/climate (Erişim tarihi: 11.12.2022)