

Esnek Tasarım: İklim değişikliğiyle Mücadelede Dayanıklı Yapı Stratejilerinin Anahtarı

Onur Şuta

Mimarlık Fakültesi/Mimarlık Bölümü, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye

Özet – Günümüzde meydana gelen doğal afetler, deniz seviyesindeki yükselmeler, hava sıcaklıklarındaki dalgalanmalar ve kuraklığın hızla artması sonucu, tarım alanlarındaki kayıplarla birlikte gıda üretimindeki düşüş, temiz su kaynaklarının azalması ve tüm bu olumsuz durumların beraberinde getirdiği göçler dünyanın her bölgesinde yaşanan iklim değişikliğinin görülen somut sonuçlarıdır. Bu süreç içerisinde dünyadaki enerji tüketiminin %50 sini gerçekleştiren binaların bu konudaki payı yüksektir. Bu bağlamda alınacak önlemler arasında gelişmiş tasarım stratejilerinden faydalanmak ve yenilikçi teknolojiler kullanmanın yanı sıra, esnek tasarım anlayışına sahip olmak mimarlığın ve mimarların sorumluluğundadır. Bu çalışmada, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir yeri olan esnek tasarımın önemini, çalışmanın amacına uygun olması nedeniyle seçilen ve dünya genelinde uygulanan örnekler üzerinden vurgulamak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, konuyla ilgili yerli ve yabancı literatür, iklim değişikliğinin küresel etkileri, esnek tasarımın temel ilkeleri ve bu ilkelerin uygulandığı başarılı örnekler üzerinden taranarak, bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. İncelenen örnekler, esnek tasarımlı yapıların değişen iklim koşullarına uyum sağladığını ve böylece daha dayanıklı yapı üretiminin gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca bu yapılarda yenilenebilir enerji kaynakları kullanılması sayesinde enerji tüketiminin azaldığı, su yönetimi ve doğal sistemlerle entegrasyonun sağlanarak kuraklık ve sel risklerinin düşürüldüğü, geri dönüştürülebilir malzeme kullanılarak ve ihtiyaca göre değişen modüler tasarım uygulanarak, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltıldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler – İklim Değişikliği, Esnek Tasarım, Dayanıklı Yapı Tasarımı, Sürdürülebilirlik, Adaptasyon

Resilient Design: The Key to Resilient Building Strategies to Combat Climate Change

Abstract- Natural disasters, rising sea levels, fluctuations in air temperatures, and the rapid increase in drought are concrete consequences of climate change observed in every region of the world. Alongside these, losses in agricultural areas and a decline in food production, as well as the diminishing of clean water resources and the migrations brought about by these negative conditions, are significant issues. In this context, buildings, which account for 50% of global energy consumption, play a considerable role. Therefore, among the measures to be taken, leveraging advanced design strategies and innovative technologies, as well as adopting an adaptable design approach, is the responsibility of architecture and architects. This study aims to highlight the importance of adaptable design, which plays a crucial role in combating climate change, through selected examples implemented worldwide that align with the study's objectives. To achieve this aim, a comprehensive review of the relevant domestic and international literature has been conducted, focusing on the global effects of climate change, the fundamental principles of adaptable design, and successful examples where these principles have been applied. The examined examples demonstrate that adaptable buildings can adapt to changing climate conditions, resulting in the production of more resilient structures. Furthermore, it has been concluded that the use of renewable energy sources in these buildings reduces energy consumption, while effective water management and integration with natural systems help decrease the risks of drought and flooding. Additionally, the use of recyclable materials and the implementation of modular designs that can change according to needs contribute to mitigating the negative effects of climate change.

Keywords – Climate Change, Flexible Design, Resilient Building Design, Sustainability, Adaptation

I.GİRİŞ

10 bin yılı aşkın süredir, hava sıcaklıklarında normalin üzerinde görülen artışlar ve deniz seviyesinde belirlenen yükseklik değişimleri iklim değişikliğinin somut sonuçları arasında gelmektedir (Parry et al,2007). 2007 yılında Paris'te çeşitli uluslardan bilim insanları bir araya gelerek iklim değişikliğinin kentleşme, sosyo ekonomik koşullar ve yerleşim biçimlerinin yanı sıra, insanların faaliyetlerinden ve atmosfere salınan sera gazlarından kaynaklandığını

raporlayarak, ileri zamanlarda orman yangınları, seller, fırtınalar, toprak kaymaları ve kuraklığa bağlı olarak gıda üretimi ve biyolojik çeşitlilikte azalma olacağını ön gördüğünü belirtmiştir. Koşulların bu aşamaya gelmesinde dünyadaki enerji tüketiminin % 50 sini gerçekleştiren binalar olduğu ortaya konulmuştur. Bu noktadan hareketle, mimari tasarımın ve özellikle de yapıların iklim değişikliğine karşı uyum sağlayabilmesine olanak veren esnek tasarım ilkelerinin önemine dikkat çekilmiştir. Bu çalışmada, iklim değişikliğiyle

mücadelede dayanıklı yapı stratejilerinin temel ilkesi olan esnek tasarımın önemini vurgulamak amaçlanmaktadır. Bu bağlamda yöntem olarak konuyla ilgili, yerli ve yabancı literatür incelenerek, çalışmanın amaçlarına uygun olarak seçilen farkı coğrafi ve iklimsel koşullara sahip 7 mimari örnek, esnek tasarımda belirlenen 8 temel ilke kapsamında incelenerek değerlendirilmiş ve gelecek tasarım vizyonu üzerine önerilerde bulunulmuştur. Yapıların sadece mevcut koşullara değil, gelecekte oluşabilecek senaryolara da uyum sağlayabilmesine izin veren esnek tasarım, yapının zamana bağlı olarak kullanıcının değişen her türlü ihtiyacını karşılayabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (İslamoğlu,2018). Forty (2000), tasarımda esnekliği uzun vadeli düşünmekte bir araç olarak görmektedir. Mimarlığın en önemli sorunlarından biri olarak görülen, kullanıcının sürekli ihtiyaçlarının değişmesinin çözümü tasarımda esnek yaklaşım ilkelerini uygulamaktır (Estaji,2017). Mimari tasarımda esnek mekan çözümü anlayışıyla yaklaşarak planlama yapmak, kullanıcının ihtiyacına bağlı olarak mekanın değişerek dönüşümüne imkan tanır (Deniz,1999). Gelecek zamanlarda gerçekleştirilecek olası tüm koşulların gerektirdiği ihtiyaca yanıt verecek biçimde, daha tasarım aşamasındayken esnek çözümler sunmak, yapının her zaman kullanılabilirliğini ve işlevselliğini sağlamaktadır (Özturanlı,2021). Esnek tasarım anlayışının temel ilkelerini aşağıda belirlenen maddeler halinde özetlemek mümkündür:

- **Modülerlik ve uyarlanabilirlik:** Belirli bir ölçüye bağlı olarak, biraraya gelen bir sistem olan modülerlik, sistemi oluşturan her parça arasında koşullara göre uyarlanabilecek esnekliğe izin vermektedir. Yapının beklenen ve ihtiyaç duyulan koşullara göre büyümüş küçülmesini, takılıp sökülmesini, açılıp kapanmasını sağlayan bir tasarım yaklaşımı olan uyarlanabilirlik (adaptasyon), kullanıcıya işlevsel mekan özgürlüğü sağlamaktadır.
- **Çok işlevlik:** Bir yapının işlevsel esnekliğe sahip olması, birden daha fazla fonksiyona yanıt verebilecek değişime sahip olmasıyla ölçülmektedir. Mekanların çeşitli işlevler için farklı zamanlarda da kullanımını sağlayan çok işlevlik, mekanlara kolaylıkla erişilebilirlik ve fonksiyonları tek mekanda birleştirme ile sağlanabilmektedir (Jaleel ve Mahdikhani,2020).
- **Sürdürülebilir malzeme ve teknoloji:** Sürdürülebilir malzeme, yenilenebilir enerji kullanan, çevreye duyarlı çevre dostu olan, geri dönüşebilen, bakım ve onarım maliyetleri düşük malzemeler anlamına gelmektedir (Beşiroğlu ve Özmen,2022). Bu malzemelerin seçimi esnek tasarımın önemli ilkeleri arasında yer almaktadır. Mangan (2006), akıllı teknolojilerin kullanıldığı yapıları, enerjinin yüzde yüz verimlilikle kullanıldığı yapılar olarak tanımlamaktadır. Bünyesinde teknolojik sistemlerden oluşan, yenilenebilir enerji kaynakları ve aktif-pasif enerji sistemleri kullanan, çevre dostu malzemeleri seçen, her koşulda değişime cevap verebilecek özelliğe sahip, sürdürülebilir ve ekolojiye saygılı yaklaşım taşıyan yapılar akıllı teknoloji özelliğindeki yapılardır ve esnek tasarımın önemli bir bileşenidir (Atasoy,2009).

- **Uzun ömürlülük ve dayanıklılık:** Yapıların değişen ihtiyaç ve koşullara uyarlanabilmesini sağlayan, çevresel etkilere karşı dayanıklı, kaliteli, onarımı kolay ve ekonomik olan malzemeler hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik sağlamaktadır.
- **Enerji ve su verimliliği:** Yapının tasarımda bulunduğu yere ait fiziksel çevre özelliklerinin dikkate alınarak enerjinin verimli kullanılması ve aktif-pasif enerji tüketimini en aza indirgeyen seçeneklerin üretilmesi, esnek tasarımın ilkeleri arasındadır (Dikmen,2011).
- **Biyoçeşitlilik ve sürdürülebilirlik:** Fisher (1993), mimarlıkta sürdürülebilirliği fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kullanan, enerji tüketimini azaltan, geri dönüşebilen malzemeler kullanan yapılar tasarlamak olarak tanımlamıştır. Sürdürülebilir bir tasarım en azla en çoğu sağlamaya olanak tanıyan bir tasarımdır (Foster,2001). Bulduğu yer ile çevresel bağlam kuran, enerjiyi verimli kullanan, ekosistemi koruyarak çevre dengesi sağlayan biyoçeşitliliği artıran ve mevcuta zarar vermeyen bir yapı tasarım bilincidir (William, Radford, Bennets,2003).
- **Hava kalitesini iyileştirme:** İklim koşullarının dikkate alınarak, doğal hava akımına önem verilerek, mekanik havalandırma sistemlerinin en etkin ve verimli kullanılmasını sağlayarak, karbon salınımı düşük malzeme seçimi yapılarak ve tasarımda yeşil alanlara yer verilerek hava kalitesini iyileştiren tasarım yaklaşımları esnek tasarım için önemli parametreler arasındadır (Okutan,2001).
- **Sosyal etkileşim ve toplum:** Tasarımda kullanıcıların biraraya gelerek, topluluk duygularıyla sosyal etkileşimde buldukları ortak yeşil alanların veya birçok işleve yanıt verebilecek modüler mekânların yer alması esnek tasarım olma özelliğini artırmaktadır.

II. ESNEK TASARIMDA GELECEĞE YÖN VEREBİLECEK SEÇİLEN ÖRNEKLER

Çalışmanın bu bölümünde dünya genelinde araştırıldığında esnek tasarıma sahip dayanıklı yapı stratejilerinin kullanıldığı örnek yapılara yer verilmiştir. Bu yapılar farklı coğrafi, çevresel ve iklimsel özellikler taşıyan ve esnek tasarımın Bölüm 1 de belirlenen 8 önemli ilkesine göre seçilmiştir.

2.1. Bosco Verticale

Bosco Verticale (Dikey Orman), İtalya'nın en havası kirli şehirlerinden biri olan Milano'da,2014 yılında Boeri Stüdyosu tarafından kentin hava kalitesini iyileştirmek için tasarlanan ikonik bir konut projesidir. Bina yüzeylerinde oksijen üreterek hava kalitesini optimize eden çeşitli türde ağaç ve bitkilerin kullanılması, ve böylece burada yaşayan pek çok böcek ve kuş gibi canlıların yaşamına olanak sağlanması, kentsel hayatın içinde biyoçeşitliliği artırmış, iklim değişikliğinin yarattığı olumsuz etkilere karşı bir tampon bölge oluşturmuştur. Kullanılan bitki örtüsünün yapının aynı zamanda yalıtım malzemesi olması sağlanmış, ağaçların güneş ışığını filtreleyerek, iç mekan hava sıcaklığını dengelemesi yoluyla enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmıştır. (URL1,2024). (Şekil 1).



Şekil 1. Yapının kentten görünüşü (URL2,2015).

Yapı bir dikey orman sisteminde olması özelliğiyle, yağmur suyunu toplayarak depolama özelliğine sahiptir ve bu yönüyle su tasarrufu da sağlamanın yanı sıra, ayrıca yoğun yağışların sebep olduğu su baskınlarmın da zararlarından yapıyı korumaktadır. Bosco Verticale'nin sahip olduğu yeşil alanlar kullanıcılara doğayla iç içe yaşamın verdiği olumlu ruhsal etkiler sunarak ve bireylerin bu alanlarda bir araya gelmesini sağlayarak sosyal etkileşim imkanı oluşturmaktadır (URL1,2024).



Şekil 2. Yapının yeşil alan görselleri (URL 2,2015)

Proje, çeşitli iklim koşullarına ve değişen çevresel koşullara karşı uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bitkilerin seçimi ve yerleştirilmesi, yerel iklimin gereksinimlerine uygun olarak yapılmıştır, bu da uzun vadeli sürdürülebilirlik sağlamaktadır (URL2,2015).

2.2. The Edge

Amsterdam'da PLP Mimarlık tarafından, 2014 yılında inşa edilen The Edge, esnek tasarım, kullanıcı konforu ve sürdürülebilirlik kriterlerini tasarımında barındıran bir ofis binasıdır. Çatı ve cephelerinde enerji verimliliğini sağlamak için güneş panelleri, iç mekânlarda kullanıcıların konfor düzenini artırmak için akıllı teknolojilere yer verilmiştir. Yapı içerisindeki ışık seviyesine göre çalışan LED aydınlatmaların kullanıldığı dijital tavan, enerji tüketimini optimize etmektedir. Her katın merkezi bir eksen etrafında dönme özelliği, geniş cam yüzeyleri ile yapının her mekânına doğal ışığın girmesini sağlarken, aynı zamanda kullanıcının doğrudan güneş ışığından korunmasını ve iç hava sıcaklığının düzenlenmesini sağlamaktadır. Yapının iç mekân sıcaklığını düzenlemek amacıyla, su pompalayan bir sisteme sahip olması ısıtma ve soğutma ihtiyacını optimize etmektedir. İç mekândaki hava kalitesini iyileştirebilmek için kullanılan doğal havalandırma sistemleri ile kullanıcının sağlığı ve konforu dikkate alınmıştır.(URL 3,2017).(Şekil 3).



Şekil 3. Yapının ön cephe görseli (URL 3,2017)

The Edge kullanıcının değişen ihtiyaçlarına göre, yeniden düzenlenerek dönüşümlü modüler alanlara sahiptir. Esnek iç mekân düzenlemeleri, değişen iklim koşullarına uyum sağlayabilme özelliği ile sürdürülebilirlik kriterlerine cevap vermekte ve yapının zamana bağlı olarak adaptasyonu sağlanmaktadır. İç mekânda bulunan yeşil alanlar, kullanıcıya doğayla iç içe çalışabilme imkânı sunarken, aynı zamanda sosyal etkileşim ve iş birliği içerisinde bulunabildikleri bir ortam da sağlamaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Yapının iç mekân görselleri (URL 3,2017)

Yapıda çevre dostu malzemelerin kullanılması, yapının sürdürülebilirliğinin artmasına, uzun ömürlü olmasına ve çevresel etkilerden minimum zarar görmesine katkı sağlamıştır.

2.3. Urban Rigger

Urban Rigger, Bjarke Ingels Group (BIG) tarafından, 2016 yılında Kopenhag'da, 9 adet konteynerin su üzerinde modüler sistemde bir araya getirilerek, kentsel ortamlarda esnek ve uyarlanabilir yaşam alanları sağlayabilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Tasarımda çevresel bağlamın dikkate alınması, bulunduğu konumla tam bir uyum içerisinde olmasını sağlamıştır. Yüzen bir beton üzerinde tasarlanan yapı, taşınabilirliği sayesinde, kullanıcı ihtiyacına göre farklı boyut ve düzenlerde, farklı konumlara uyum gösterebilme özelliğine sahiptir. Bu yönüyle iklim değişikliğine karşı da dirençli bir yapı tasarımıdır. Yapının su üzerinde mobil olarak tasarlanması, arazi ihtiyacını ortadan kaldırarak suya kıyaslı olan tüm yerleşimlerde optimize edilmiş bir konut tasarımına olanak sağlamıştır. Değişebilen, çoğalabilen, takılıp sökülebilen, kolaylıkla monte edilerek yeniden düzenlenebilen esnek tasarım anlayışıyla, birden daha fazla sayıda fonksiyonu üstlenebilecek kullanılabilirliği artan mekânlara sahiptir. (URL 4, 2018).(Şekil 5).



Şekil 5. Urban Rigger kentsel görünüş (URL5,2019)

Urban Rigger, her biri 12 daireden oluşan ve konteynerlerin merkezinde suya erişim sağlayan kış bahçesi ile aynı zamanda açık ve sosyal alanlara da sahiptir. Tasarımda, kullanılan çevre dostu malzemeler ve terasa yerleştirilen güneş panelleri sayesinde enerji tüketimi azaltılarak, sürdürülebilirlik kriterlerine dikkat edilmiştir. Deniz suyunu hidro kaynaklı bir ısıtma olarak kullanarak, ısı pompalarına göre daha az enerji sarfeden düşük enerjili pompalar sayesinde atık su dağıtımı, içme suyu ve yerden ısıtma ihtiyaçları için optimize çözümler sunulmaktadır.



Şekil 6. Yapının avlusundan ve terasından görseller (URL5, 2019)

Dünya genelinde bulunan tüm kıyı bölgeleri canlandırmak ve yoğun kentleşmeye çözüm olarak üretilen, kolaylıkla tekrarlanarak çoğaltılabilen tasarımıyla aynı zamanda kullanıcılara ekonomik konutlarda ikamet edebilme imkanı da sunmaktadır (URL 4,2018).

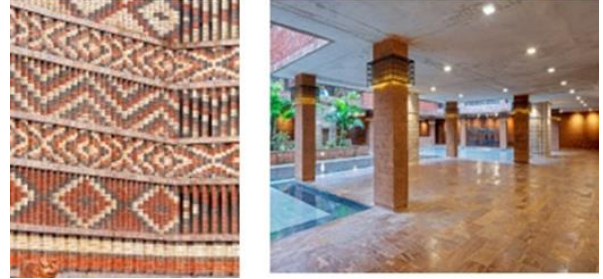
2.4. Krushi Bhawan

Hindistan'da 2018 yılında Stüdyo Lotus tarafından yapılan ve güçlü bir bağlamsal kimlik taşıyan Krushi Bhawan, tarım ve çiftçileri güçlendirebilmek için tasarlanan bir hükümet yapısıdır. İlerleyen zamanlarda yapının kamusal alana dahil edilmesi gerektiği fikriyle, ek kamusal mekanları da düzenlenen yapının halk meydanına açılan bir avlusu bulunmaktadır. Esnek tasarımın temel özelliklerinden biri olan modüler sisteme sahip olması sayesinde, değişen ve yeniden düzenlenebilen özellikte bir yapıdır ve bu yönüyle iklim değişikliğine karşı uyum sağlamaktadır. Ayrıca, bir mekanın birden fazla işleve imkan tanıyacak çözümlere sahip olması, mekanın çok amaçlı kullanımına da imkan vermektedir. Yerel malzeme kullanımında tercih edilen tuğlalar, dayanıklılığı beraberinde getirerek, doğal afetlere ve her türlü olumsuz hava koşullarına karşı, yapının esnekliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Kilden yapılan tuğlalar sayesinde, Hindistan'ın sıcak ve nemli iklimine karşı, iç mekanların serin tutulması sağlanarak enerji tüketimi azaltılmıştır (URL6,2024). (Şekil 7).



Şekil 7. Yapının ön cephesinden görünümü (URL 6,2024)

Cephelede kullanılan delikli tuğlaların desenleri, iç mekanların doğal gün ışığı olarak sıcaklığı dengelemesini, aynı zamanda hava akımı sağlayarak serinlemesini sağlamaktadır. Yapının tasarımında iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarından biri olan su kıtlığına karşı alınan en dikkat çekici önlem, yağmur suyunu toplama sistemine sahip olmasıdır. Toplanan su ile peyzaj sulama ihtiyacının karşılanarak su tasarrufunun sağlanması amaçlanmıştır (URL6,2020). (Şekil 8).



Şekil 8. Yapıda kullanılan yerel tuğlalr ve iç mekan görseli (URL 6,2024).

Krushi Bhawan'da, güneş panelleriyle elektrik üretilerek, yapay soğutma yerine doğal havalandırma ve doğal aydınlatma sistemlerine yer verilmiştir. Ayrıca vernaküler mimari özelliği ile, geleneksel izlere malzeme ve işçilikte atıflar yapılarak, tasarımda kültürel esneklik kazandırılmış ve çevresel bağlam kurulmuştur. Yerel kültürü, düşük enerji tüketimini ve sürdürülebilirlik kriterlerini sağlayabilmesi yönünden, yapı iklim değişikliğine karşı dirençli ve esnek, aynı zamanda da çok yönlü bir mimari özellik taşımaktadır.

2.5. The Bullitt Center

ABD'de Miller Hull, tarafından 2011 yılında esnek tasarımın öncülerinden biri olarak tasarlanan The Bullitt Center, sıfır enerji ve su kullanımı hedeflerine uygun olarak dünyanın en sürdürülebilir mimari ticari yapısı olarak tanınmaktadır (URL 7,2013).



Şekil 9. Yapının ön cephe görseli (URL 7,2013)

Kendi enerjisini güneş panelleri, yağmur suyu toplama sistemleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak, 250 yıl dayanabilecek biçimde kendi üretebilen ve enerji

tüketimine karşı dayanıklı olarak üretildiği için iklim değişikliğine uyum sağlayan bir yapıdır. Kullanıcının değişen ihtiyacına cevap verebilmek için, yapının fonksiyonu ve kullanıcı profili değişse bile modüler sistemle tasarlandığı için, yeniden yapılacak iç mekan düzenlemeleri ile, açık kat planları değişime uygun olarak tasarlanmıştır. Atık su arıtma sistemi ve yağmur suyunu toplayarak filtreleyip, içme suyuna çeviren su sistemleriyle su kıtlığına karşı esnek çözümler sunan bir yapı özelliğine sahiptir. Enerji tüketimini doğal yollarla sağlayabilmek için pasif tasarım yaklaşımları benimsenmiş, yapının yönlendirilmesine dikkat edilerek, gün ışığından tam verim alınabilmesi için geniş pencere yüzeylerine yer verilmiştir (URL7,2013). (Şekil 10).



Şekil 10. Yapının pencere ve iç mekan görselleri (URL 7,2013)

Kullanılan tüm malzeme seçimlerinin çevre dostu ve geri dönüşümlü ve değişebilecek çevresel ihtiyaçlara göre kolaylıkla yenilenebilecek özellikte olmasına dikkat edilmiştir. Tasarımda, dayanımı yüksek ve uzun süre kullanılabilir yerel malzemelere yer verilerek, düzenlenen ortak alanlar ile sosyal etkileşim sağlanmıştır (URL7,2013).

2.6. Kampung Admiralty

WOHA mimarlık ofisi tarafından 2017'de Singapur'da inşa edilen Kampung Admiralty, farklı kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarına yanıt veren dikey bir köy bir tasarımıdır. Yaşlıların yaşam kalitesini iyileştirmek amacıyla tasarlanan çeşitli tesislerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır (URL8,2022). Yaşlılar için konut, gençler için ortak kullanılan yeşil alanlar, sağlık birimleri, alışveriş yeme içme mekânları gibi birden çok sayıda fonksiyona ve yaş gruplarının ihtiyaçlarına yanıt vererek, topluluk yaşamını bir araya getiren sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunan bir tasarımıdır. Yapıda yağmur suyu toplanarak ve atık su yönetimi sağlanarak su tasarrufu, güneş panelleri kullanılarak da enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca doğal ışık ve havadan maksimum oranda faydalanılmıştır. Böylece yapıda hem aktif hem de pasif sürdürülebilirlik kriterleri yerine getirilerek enerji tüketimi ve karbon emisyonu sağlanmıştır (URL 8,2022). (Şekil 11)



Şekil 11. Yapının kentten görünümü (URL9,2018)

Yapının biyofilik tasarım olması, şehir hayatı içerisinde sürdürülebilir mekan tasarımı sağlarken, diğer taraftan yeşil çatılara ve çok sayıda bitki çeşitliliğine yer verilmesi, cepheelerde ısı geçirmeyen özel malzemelerin tercih edilmesi, doğal havalandırma sistemleri Singapur'un tropikal hava koşullarına uyumlu bir tasarıma sahip olması, yapıda gereğinden fazla enerji tüketimini önlemektedir. Ayrıca kullanılan bu geniş yeşil alan düzenlemeleri 55 yaş üzeri kullanıcıların fiziksel ve ruhsal sağlığını da olumlu yönde etkilemektedir. (Şekil 12).



Şekil 12. Yapının iç mekan ve üstten görselleri (URL 9,2018)

Yapının iç mekanlarında modüler tasarım kullanılması ihtiyaca göre yeniden düzenlenebilmesine olanak sağlamaktadır.

2.7. The Crystal

Londra da Wilkinson Eyre mimarlık ofisi tarafından 2012 'de tasarlanan ve Siemens tarafından geliştirilen The Crystal, Londra kent dokusunun kalitesini yükselterek, enerji verimliliği, düşük karbondioksit salınımı ve çevre dostu teknoloji donanımlarıyla dünyanın sürdürülebilir odaklı yapıları arasında gelmektedir. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ve LEED (Leadership and Energy in Environmental Design) gibi uluslararası çevre standartlarından en yüksek puanları almayı başaran yapıda, konferans salonu, sergi alanları, teknoloji ve inovasyon merkezi bulunmaktadır (URL 10,2012). Tamamen elektrikli olan ve yenilenebilir enerji kaynakları, akıllı bina yönetim sistemleri kullanılarak olumsuz çevresel etkilerin en düşük seviyede kalmasını amaçlandığı ve yenilikçi tasarım yaklaşımlarının kullanıldığı bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. (Şekil 13).



Şekil 13. Yapının kentten görseli (URL 10,2012)

İhtiyaca göre yeniden düzenlenebilecek modüler iç mekan tasarımı sahip olan yapı, içerisinde bulunan, değişen hava koşullarına göre enerji kullanarak çalışan ve enerji depolayan pompalar sayesinde ısıtılır ve soğutulur. Bu özelliği yapının her duruma adapte olmasını, verimliliğinin ve sürdürülebilirliğinin artırılmasını sağlamaktadır. Çatıda yer alan güneş panelleri sayesinde, elektrik tüketimini azaltan,

yağmur suyu toplama sistemleri sayesinde de içme suyu, peyzaj ve ıslak mekanlarda kullanılacak suyu tedarik edebilen özellikte olan yapı, sahip olduğu arıtma sistemleri ile kirli suyun arıtılarak yeniden kullanımına olanak sağlamaktadır. Kristal biçimindeki yapıda, farklı geçirgenlikte gün ışığını geçiren cam yüzeyler ve gölgelendirme sistemleri, güneş ışınlarının kontrolünü sağlayarak, yapının ısıtma ve soğutma gibi ihtiyaçlarına göre uyumlu olmasını sağlar. (URL 10,2012). (Şekil 14).



Şekil 14. Yapının iç mekân görselleri (URL 10,2012)

III. DEĞERLENDİRME ve TARTIŞMA

Sera gazı salınımı, fosil yakıt tüketimi ve ormanlık alanların gündün güne hızla tükenmesi gibi insan faaliyetleri sonucu meydana gelen iklim değişikliği, tüm dünya genelinde

sıcaklıklarda aşırı artışlar, deniz seviyelerinde beklenmeyen yükselişler, sel, kuraklık gibi olağan dışı doğa olaylarına ve afetlere neden olmaktadır. Bu olumsuz sonuçlar, hayatın her alanında olduğu gibi mimari uygulamalarda da etkilerini göstermektedir. Hava sıcaklığındaki artışlar, yapılarda soğutma ihtiyacı için daha fazla enerji tüketimine yol açmakta ve kullanılan malzemeleri olumsuz etkileyerek, dayanıklılığın ve kullanılabilirliğine zarar vermektedir. Kuraklığın baş göstermesi ve su kaynaklarının hızla tükenmesi, yapıların ihtiyacı olan suyun edinilebilmesi için yenilikçi tasarım yaklaşımlarının planlanması gerekmektedir. Bu noktada, mimarların ve mühendislerin sürdürülebilir tasarım kriterlerine uyumlu yapılar inşa etmeleri ve iklim değişikliğine karşı dayanıklı yapı stratejileri geliştirmeleri önemlidir. Çalışma kapsamında, iklim değişikliğiyle mücadelede dayanıklı yapı üretimi stratejilerini uygulayan mimari örnekler üzerinden, esnek tasarımın önemi vurgulanmıştır. Bu bağlamda çalışmanın amacına uygun 7 farklı ülkeden her biri farklı sürdürülebilirlik ve yenilikçi yaklaşım özelliklerine sahip yapılar seçilmiştir. Seçilen yapı örneklerinin esnek tasarımda belirlenen 8 önemli kriteri büyük ölçüde bünyesinde barındırdığı Tablo 1. de gösterilmiştir.

Tablo 1. Seçilen yapılarda belirlenen esnek tasarım özellikleri

Yapı adı	Yapı görseli	Esnek tasarım ilkeleri							
		Modülerlik ve uyarlanabilirlik	Çok işlevlik	Sürdürülebilir malzeme ve teknoloji kullanımı	Uzun ömürlülük ve dayanıklılık	Enerji ve su verimliliği	Biyoçeşitlilik ve sürdürülebilirlik	Hava kalitesini iyileştirme	Sosyal etkileşim ve toplum
Bosco Verticale		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
The Edge		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Urban Rigger		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Krushi Bhawan		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
The Bullitt Center		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kampung Admiralty		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
The Crystal		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

İncelenen örnekler esnek tasarım kriterleri kapsamında genel bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde, tümünün farklı coğrafyalarda bulunmasına rağmen, küçük farklılıklar bulunsada, büyük ölçüde ortak avantajlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Örneğin Bosco Verticale, yoğun yapılaşma arasında, şehir hayatında doğal yeşil alanlar oluşturarak yeşil alan eksikliğini giderirken, Urban Rigger çok daha farklı bir ortam olan su üzerinde yaşamı desteklemektedir. Bosco Verticale'de olduğu gibi, tasarımda oluşturulan doğal yeşil alanlar, kent dokusunda biyolojik çeşitliliğin de artmasını sağlamaktadır. Urban Rigger'in taşınabilir modüllerden oluşması, ihtiyaç duyulan her konuma taşınarak düzenlenmesini ve yerleşimini sağlamaktadır. Kentlerdeki

konut fiyatlarının yüksek olmasına ekonomik anlamda bir çözüm de sunan bu yapı, fosil yakıt yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sayesinde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik ve enerji verimliliğinde öncü örnekler olan The Bullitt Center, Krushi Bhawan, The Crystal yapıları da kendilerine özgü nitelikleriyle, kent yaşamında yenilikçi bir tasarım modeli oluşturmaktadır. The Bullitt Center, ihtiyacı olan enerjiyi güneşten alarak sıfır enerji kullanımı sağlayan, kirli suyu geri dönüştürerek tekrar kullanabilen akıllı sisteme sahip bir yapıdır. Londra'nın en sürdürülebilir yapıları arasında olan The Crystal, yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak, su tasarrufu sağlayan öncül bir örnektir. Hindistan'ın sıcak iklimine rağmen yerel malzeme

kullanımıyla pasif soğutma sistemi sağlayarak enerji tüketimini azaltan Krushi Bhawan da, gelecek zamanlar için tasarlanabilecek esnek tasarımlara ilham alınabilecek bir model olarak görülmüştür. Kampung Admiralty ve The Edge mimarisinde farklı yaş gruplarını bir araya getirerek sosyal sürdürülebilirlik sağlayan ortak alanların düzenlenmesi, kullanıcıların birlikte aktivite gerçekleştirmelerine imkan tanımakta ve sosyal etkileşimde bulunarak, ruhsal sağlıklarının da olumlu yönde etkilenmesine neden olmaktadır. The Edge, akıllı enerji yönetimiyle kendi enerjisini üretirken, kullanıcının ihtiyacına göre sıcaklık ve elektrik tüketimine imkan verirken, kullanılmayan mekanlarda tüketimi kapatan mobil uygulamalara sahip bir yapıdır. Bu özellikleriyle iklim değişikliğiyle mücadelede sürdürülebilirliği artırarak, insanların yaşam kalitelerinin de artmasına sebep olmaktadır ve akıllı teknoloji kullanımının ne derece önemli olduğunu da göstermektedir.

VI.SONUÇ

Bu çalışmada, dayanıklı yapı stratejilerinin temelini oluşturan esnek tasarımın, iklim değişikliğiyle mücadeledeki önemi vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, küresel ölçekte farklı coğrafi ve iklim koşullarındaki örnekler seçilerek, esnek tasarımın olumlu etkileri ortaya konulmuştur. Bu olumlu etkiler aşağıdaki maddeler ile özetlenebilir:

- Esnek tasarımın değişen kullanıcı ihtiyacına göre yeniden düzenlenerek, koşullara uyarlanabilen özellikte olması, yapının uzun ömürlülüğünü ve kullanılabilirliğini artırırken, ekonomik anlamda da verimlilik kazandırdığı görülmektedir. Günümüzde kentler her geçen gün çevresel ve ekonomik zorlukların baskısı altındadır. Esnek ve sürdürülebilir yaklaşımlar ile kentler, yaşam kalitesi daha yüksek ve gelecekteki olası koşullara uyum sağlayabilecek dayanıklılığa sahip olmaktadır.
- Tasarımda esnek planlama yaklaşımı, mekanların birden fazla fonksiyon üstlenmesini sağlayacağı için, bir mekan çok amaçlı olarak kullanıcıya hizmet edebilmektedir.
- Esnek tasarımın hakim olduğu yaklaşımlar, su tasarrufu, enerji verimliliği ve sürdürülebilirliği sağlarken aynı zamanda, kullanıcıların sosyal etkileşimde bulunmalarını sağlamaktadır.
- Yapılarda yerel malzeme seçiminin yanı sıra teknolojik yeniliklerin kullanımı çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği beraberinde getirmektedir.
- Esnek tasarımlı yenilikçi yaklaşımlara yer verilmesi, doğal kaynakların ve pasif enerji sistemlerinin kullanımı, biyoçeşitliliğin ve ekosistem dengelerinin korunmasını sağlamaktadır.

Bu olumlu özelliklerinin yanı sıra, esnek tasarımın ileri teknoloji uygulamaları ve ilave modüller gerektireceğinden, inşaat maliyetlerinin daha yüksek olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Her ne kadar, akıllı teknoloji uygulamaları maliyeti yüksek olan sistemlere sahip olsa da, uzun vadede değerlendirildiğinde, dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğü sayesinde daha ekonomik sonuçlar üretmektedir. Geleneksel sistemlere göre daha detaylı ve karmaşık bir tasarım süreci içermekle birlikte, kullanıcıların da bu akıllı teknolojileri, kullanabilecek eğitime ve bilgiye sahip olmaları önemlidir. Gelişmiş teknolojik sistemler içeren esnek tasarımlara sahip yapıların, bakım ve onarım maliyetleri de oldukça yüksektir.

Ayrıca fonksiyonelliğin ön planda tutulması gereken tasarımlar için estetik kaygılar gözetilemeyebilir.

Gelecekte esnek tasarımlı yaklaşımların uygulanması yeni iş istihdamları yaratarak ülke ekonomisine de katkı sağlayabilir. Teknolojinin her geçen gün ilerleyişi, beraberinde her zaman yenilikçi yaklaşımları getirerek, iklim değişikliğiyle mücadelede daha hızlı ve kolay yol alınmasını sağlamaktadır. Bu konudaki bilincin kolektif olarak artması ve iklim değişikliği konusunda farkındalığın yükselerek, toplum halinde mücadele edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, esnek tasarımı teşvik edebilmek için, finansal kaynakların sunulması ve yerel yönetimlerin bu konuda uygulamalar başlatması, gerek tüm eğitim sürecinde, gerekse mimarlık eğitiminde bu bilincin kazandırılması oldukça önemlidir.

KAYNAKÇA

- Atasoy, A.(2009).Akıllı Bina Teknolojisinin Yapısal Özellikler Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Beşiroğlu, Ş., & Özmen, E. (2022). Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Ekolojik Bina ve Enerji Etkin Binanın Basit Toplamı Ağırlıklandırma Yöntemi ile Karşılaştırılması. Tasarım Kuram Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(35), 194-205.
- Deniz, Ö. S., (1999). Çok Katlı Konut Tasarımında, Kullanıcıların Esneklik Taleplerini Karşılacak Yapı Elemanlarının Seçimine Yönelik Bir Karar Verme Yaklaşımı. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dikmen, Ç. (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. Politeknik Dergisi, 14(2), 121-134.
- Estaji, H. (2017). A Review of Flexibility and Adaptability in Housing Design. International Journal of Contemporary Architecture, 4 (2),37-49.
- Fisher, D.E. (1993). Architectural Education as a Design Problem. Harvard Architecture Journal.
- Forty, A.(2000), Words and Buildings: A Vocabulary of Modern Architecture Paperback. Londra: Thames & Hudson.
- Foster, N. (2001). Word Foster of Thames Bank (Green Architecture). Architectural Design. 71 (4).
- İslamoğlu, Ö. (2018). Mimari Tasarımda Esneklik Yaklaşımlarına Kuramsal Bir Bakış. The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, 8(4), 673-683.
- Jaleel, A. ve Mahdikhani, B. (2020). Understanding the principles of design with a flexible architectural pattern Third Conference on Environment, Civil Engineering, Architecture and Urban Planning At: Spain
- Mangan, P. (2006). Sustainable Energy Planning: A practical Guide to Sustainable Community Development, Independently Published
- Okutan M. (2001). Akıllı Konutlar, XXI Mimarlık Kültürü Dergisi, 9,114-117.
- Özturanlı, A., S.(2021). Havaalanları Mimarisinde Esnek Tasarım Üzerinden Bir Karar Verme Modeli: Dalaman Havalimanı Yüksek Lisans Tezi Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir.
- Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J., Linden, P. ve Hanson, C. (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Newyork.
- Williamson T., Radford A., Bennetts H., (2003), Understanding Sustainable Architecture, Taylor and Francis, London, 176ss.
- URL1:<https://www.stefano-boeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/> (E.T.17.10.2024)
- URL2:<https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti/564e7c1ee58ece4d730003a3-bosco-verticale-stefano-boeri-architetti-photo> (E.T. 23.10.2015)
- URL3:<https://www.ekoyapidergisi.org/dunyanin-en-yesil-binasi-the-edge> (E. T.31.01.2017)
- URL 4: <https://www.arkitektuel.com/urban-rigger/> (E. T.17.11.2018)
- URL 5:<https://urbanrigger.com/about/> (E. T. 11.10.2019)
- URL 6: <https://www.studiolotus.in/projects/krushi-bhawan> (E. T.22.10.2024)
- URL 7: <https://www.archdaily.com/363007/the-world-s-greenest-commercial-building-opens-in-seattle-today/5161f2d6b3fc4bc526000245-the-world-s-greenest-commercial-building-opens-in-seattle-today-> (E. T. 22.04.2013)
- URL8:<https://www.indesignlive.com/singapore/segments/kampung-admiralty-design-architecture-history-more> (E. T.24.03.2022)

- URL 9: <https://www.archdaily.com/904646/kampung-admiralty-woha/5bd1056ef197cc96d00002d2-kampung-admiralty-woha-photo> (E. T.26.10.2018)
- URL 10: <https://www.archdaily.com/275111/the-crystal-wilkinson-eyre-architects> (E. T.25.09.2012)