

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPIDA DÖNGÜSELLİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Zeynep Melis OĞUZ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilgisi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ömer Şükrü DENİZ

TEMMUZ 2021

ÖNSÖZ

"Yapıda Döngüsellik" adlı tez çalışmamdaki değerli fikirleri, tüm yardım ve destekleri için tez danışmanım Doç. Dr. Ömer Ş. Deniz'e, lisansüstü eğitim sürecimde desteğini esirgemeyen kıymetli hocam Suat Çakır'a, tüm fikirlerime verdikleri önem ve değer için annem, babam ve kardeşim Miray'a çok teşekkür ederim.

Temmuz 2021

Zeynep Melis OĞUZ



Hayatın döngüsellğine,

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1.GİRİŞ	1
1.1 Problemin Belirlenmesi	1
1.2 Çalışmanın Amacı	3
1.3 Çalışmanın Kapsamı.....	4
1.4 Çalışmanın Yöntemi	5
2.TEMEL KAVRAMLAR	7
2.1 Döngüsel Ekonomi	7
2.1.1 Döngüsel Ekonomi Tanımı.....	7
2.1.2 Döngüsel Ekonomi İlkeleri.....	11
2.1.3 Yapı Sektöründe Döngüsel Ekonomi	12
2.2 Döngüsel Yapı	15
2.2.1 Döngüsel Yapı Tanımı ve Amacı	15
2.2.2 Döngüsel Yapı Özellikleri	17
3.YAPIDA DÖNGÜSELLİK YAKLAŞIMLARI	19
3.1 Döngüsel Yapı Tasarım Yaklaşımı.....	19
3.2 Döngüsel Yapı Tasarım Stratejileri	21
3.2.1 Döngüsellğe Uygun Yapı Sistemi Düzeni.....	21
3.2.2 Dekonstrüksiyona Uygun Tasarım	25
3.2.3 Uyarlanabilirliğe Uygun Tasarım	30
3.2.4 Dayanıklılığa Uygun Tasarım.....	32
3.3 Döngüsel Yapı Ürünleri.....	34
3.3.1 Malzeme Pasaportu.....	35
3.3.2 Yapı Pasaportu.....	36
3.3.3 Kodlama Sistemleri	36
3.3.4 Mevcut Yapılarda Yapı Pasaportu Örnekleri	37
4.DÖNGÜSELLİĞİ AMAÇLI YAPI ÖRNEKLERİNİN DÖNGÜSELLİK AÇISINDAN İRDELENMESİ.....	40
4.1 Yapı Örneklerinin İncelenmesi.....	41
4.1.1 Yapı Örneklerinin Belirlenmesi.....	41
4.1.2 Deneysel Yapı Örnekleri	43
4.1.3 Uygulanmış Yapı Örnekleri.....	49
4.2 Uygulanmış Yapı Örneklerinin Döngüsellik Açısından Değerlendirilmesi.....	72

4.2.1 Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi	73
4.2.2 Yapı Örneklerinin Kriterleri Karşılama Değerlerinin Belirlenmesi	74
4.2.3 Yapı Örneklerinin Döngüsellik Potansiyellerinin Belirlenmesi	102
4.2.4 Değerlendirme Sonuçlarının Yorumlanması ve Çıkarımlar	114
5.SONUÇ.....	118
KAYNAKLAR.....	120
EKLER.....	125
ÖZGEÇMİŞ.....	136



KISALTMALAR

DE	: Döngüsel Ekonomi
DY	: Döngüsel Yapı
C2C	: Beşikten Beşiğe (Cradle to Cradle)
EMF	: Ellen MacArthur Vakfı
DYT	: Dekonstrüksiyona Uygun Yapı Tasarımı
UYT	: Uyarlanabilirliğe Uygun Yapı Tasarımı
DUT	: Dayanıklılığa Uygun Yapı Tasarımı
GTB LAB	: Green Transformable Building Lab
GDC	: Green Design Center
DP	: Döngüsellik Potansiyeli

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Literatür araştırmaları sonucu oluşturulan "Döngüsel Yapı" tanımları tablosu	16
Tablo 3.1: Yapı parçalarının kullanım sonrası geri kazanım olanakları hiyerarşisi .	23
Tablo 3.2: Yapı parçalarının onarım ve değiştirme döngüleri.	23
Tablo 3.3: Yapıların farklı değişim katmanlarının hizmet yaşam aralıkları(yıl).	24
Tablo 4.1: Değerlendirme ölçeğinde kullanılan yargı seçenekleri ve puanları	76
Tablo 4.2: Değerlendirmede kullanılan döngüsellik kriterlerinin türüne göre, değerlendirme ölçeğinde oluşturulan sıfat çiftleri.....	76
Tablo 4.3: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 1'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	77
Tablo 4.4: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 1'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	78
Tablo 4.5: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 1'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri	79
Tablo 4.6: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 1'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri	79
Tablo 4.7: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 1'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	80
Tablo 4.8: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 1'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri	81
Tablo 4.9: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 2'nin dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	82
Tablo 4.10: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 2'nin dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri	83
Tablo 4.11: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 2'nin uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri	84
Tablo 4.12: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 2'nin uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri	84
Tablo 4.13: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 2'nin dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	85
Tablo 4.14: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 2'nin dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	86
Tablo 4.15: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 3'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	87

Tablo 4.16: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 3'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	88
Tablo 4.17: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 3'ün uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	89
Tablo 4.18: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 3'ün uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	89
Tablo 4.19: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 3'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	90
Tablo 4.20: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 3'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	91
Tablo 4.21: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 4'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	92
Tablo 4.22: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 4'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	93
Tablo 4.23: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 4'ün uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	94
Tablo 4.24: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 4'ün uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	94
Tablo 4.25: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 4'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	95
Tablo 4.26: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 4'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	96
Tablo 4.27: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 5'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	97
Tablo 4.28: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 5'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	98
Tablo 4.29: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 5'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	99
Tablo 4.30: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 5'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	99
Tablo 4.31: 1. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 5'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	100
Tablo 4.32: 2. Karar Verici tarafından belirlenen Yapı Örneği 5'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.....	101
Tablo 4.33: Yapı Örneği 1'in dekonstrüksiyona uygunluk puanları	103
Tablo 4.34: Yapı Örneği 1'in uyarlanabilirliğe uygunluk puanları	103
Tablo 4.35: Yapı Örneği 1'in dayanıklılığa uygunluk puanları.....	104
Tablo 4.36: Yapı Örneği 2'nin dekonstrüksiyona uygunluk puanları	105
Tablo 4.37: Yapı Örneği 2'nin uyarlanabilirliğe uygunluk puanları	105

Tablo 4.38: Yapı Örneği 2'nin dayanıklılığa uygunluk puanları.....	106
Tablo 4.39: Yapı Örneği 3'ün dekonstrüksiyona uygunluk puanları	107
Tablo 4.40: Yapı Örneği 3'ün uyarlanabilirliğe uygunluk puanları	107
Tablo 4.41: Yapı Örneği 3'ün dayanıklılığa uygunluk puanları.....	108
Tablo 4.42: Yapı Örneği 4'ün dekonstrüksiyona uygunluk puanları	109
Tablo 4.43: Yapı Örneği 4'ün uyarlanabilirliğe uygunluk puanları	109
Tablo 4.44: Yapı Örneği 4'ün dayanıklılığa uygunluk puanları.....	110
Tablo 4.45: Yapı Örneği 5'in dekonstrüksiyona uygunluk puanları	111
Tablo 4.46: Yapı Örneği 5'in uyarlanabilirliğe uygunluk puanları	111
Tablo 4.47: Yapı Örneği 5'in dayanıklılığa uygunluk puanları.....	112
Tablo 4.48: Uygulanmış yapı örneklerinin döngüsellik potansiyelleri	113

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Çalışmada izlenen yöntemin adımları	6
Şekil 2.1: C2C kavramının içerdiği biyolojik ve teknik döngüler şeması	8
Şekil 2.2: EMF Döngüsel ekonomi modeli diyagramının sadeleştirilmiş şeması	9
Şekil 2.3: DE ile ilgili yapma çevre araştırmalarını gösteren şema.....	15
Şekil 2.4: Geleneksel ve döngüsel yapılarda yaşam süresi.....	18
Şekil 3.1: Döngüsel yapı ilkeleri şeması.....	19
Şekil 3.2: Yapı sistemini oluşturan parçaların hiyerarşik düzeni	23
Şekil 3.3: Bir yapının farklı değişim katmanları	24
Şekil 3.4: Yapı parçalarının geri kazanım olanakları	26
Şekil 3.5: Hizmet ömrü ile hizmet kalitesinin bir fonksiyonu olarak dayanıklılık özellikleri ve ilişkileri	33
Şekil 3.6: Bir ürünün malzeme pasaportu örneği	39
Şekil 3.7: Yapı pasaportu örneği	39
Şekil 4.1: Döngüsellği amaçlayan yapı örneklerinin incelenmesinde izlenen adımlar	42
Şekil 4.2: GTB Lab plan ve kesitleri	44
Şekil 4.3: GTB Lab modülünün montaj aşamaları	45
Şekil 4.4: Circularity Lab modülünün 3D modeli	48
Şekil 4.5: Circularity Lab modülünün taşıyıcı sistem modeli	48
Şekil 4.6: Yapı örneklerinin değerlendirme süreci adımları.....	73
Şekil Ek 1.1: Yapı Örneği 1'in kat planları.....	126
Şekil Ek 1.2: Yapı Örneği 1'in yapım aşamalarına ait görseller.....	127
Şekil Ek 1.3: Yapı Örneği 1'in yapı parçalarının bağlantı elemanları	127
Şekil Ek 2.1: Yapı Örneği 2'nin kat planları.....	128
Şekil Ek 2.2: Yapı Örneği 2'nin iç mekan görselleri	128
Şekil Ek 2.3: Yapı Örneği 2'nin mekanik bağlantı elemanları	128
Şekil Ek 3.1: Yapı Örneği 3'ün kat planı	129
Şekil Ek 3.2: Yapı Örneği 3'ün taşıyıcı sistem 3D modeli	129
Şekil Ek 3.3: Yapı Örneği 3'ün kesit çizimi	130
Şekil Ek 3.4: Yapı Örneği 3'ün 3D görselleri	130
Şekil Ek 4.1: Yapı Örneği 4'ün vaziyet planı	131
Şekil Ek 4.2: Yapı Örneği 4'ün kat planları.....	131

Şekil Ek 4.3: Yapı Örneği 4'ün yapım aşamalarına ait görseller.....	132
Şekil Ek 4.4: Yapı Örneği 4'ün taşıyıcı sistem 3D modeli	132
Şekil Ek 5.1: Yapı Örneği 5'in vaziyet planı	133
Şekil Ek 5.2: Yapı Örneği 5'in konut tipolojileri.....	133
Şekil Ek 5.3: Yapı Örneği 5'in yapım aşamalarına ait görseller.....	134
Şekil Ek 5.4: Yapı Örneği 5'in cephe görselleri	134
Şekil Ek 5.5: Yapı Örneği 5'in taşıyıcı sistem 3D modeli	135



YAPIDA DÖNGÜSELLİK

ÖZET

Estetik, işlevsel, ekonomik, teknik ve benzeri nedenler ile meydana gelen eskime, mevcut yapıların onarılmasına, iyileştirilmesine, değiştirilmesine, yenilenmesine veya ortadan kaldırılmasına yol açabilmektedir. Yapılarda eskime nedeniyle yapılan bu tür müdahaleler sonucunda yapısal atıklar oluşmaktadır. Günümüzde büyük hacimlere ulaşan yapısal atıklar, ekolojik çevrenin gittikçe daha fazla bozulmasına, yüksek miktarda enerji ve doğal kaynak tüketimine neden olmaktadır. Bu doğrultuda, yapı sistemini oluşturan malzeme ve bileşenlerin, sökülmesi ve ayrıştırılması süreçlerinde daha yüksek nitelikte geri kazanılıp, doğal kaynaklara olan gereksinimleri azaltacak, ekolojik çevreyi bozmayacak çevreci çözümler üzerinde çalışılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yapıda döngüsellik, atık oluşumunu ve kaynak tüketimini minimum seviyeye indirecek yapısal çözümlerle çevreye verilen zararın azaltılmasını amaçlayan, bu doğrultuda yapılmış birçok teorik ve uygulamalı çalışma ile ortaya çıkan ve sürdürülebilir mimarlık kapsamında önem kazanan bir yaklaşımdır. Bu çalışmada, mimari yapı kapsamında döngüsellik yaklaşımının yapılarda döngüsellik yönü literatür çalışması yapılarak açıklanması, incelenen yapı örneklerinin döngüsellik potansiyellerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi ile yapıda döngüsellik gerçekleştirilebilmesi için belirli kılavuz bilgilerin önerilmesi amaçlanmıştır.

Yapıda döngüsellik çalışmasına ilişkin yapı sektöründe döngüsel ekonomi modeli ve ilişkili kavramlara ait teorik bilgiler sunulmuştur. Literatürde yer alan döngüsellik kavramları, mimari yapı kapsamında yeni bir yaklaşım olan döngüsel yapı tanımı, tablo ile ayrıntılı olarak açıklanmış ve özellikleri hakkındaki bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın temelini oluşturan bölümde ise döngüsellik uygun yapı tasarım yaklaşımı, döngüsel yapı tasarım stratejileri ve döngüsel yapı ürünleri konuları detaylı bir şekilde açıklanarak yapıda döngüsellik uygun tasarım kavramının kapsamı belirlenmiştir. Literatür araştırmaları sonrasında çeşitli ülkelerde yapılan deneysel yapı örnekleri ve uygulanmış yapı örnekleri saptanmış, yapısal özellikleri sistematik olarak irdelenmiştir. Döngüsellik amaçlı yapı örneklerinin yapı elemanı düzeyinde döngüsellik açısından irdelenmesi çalışması, bu amaçla uygulanmış yapıların döngüsellik özelliklerinin saptanmasını ve uygulamaların döngüsel yapı ilkeleri açısından değerlendirilmesini içermektedir. Bu bölümde, incelenen beş farklı uygulanmış yapı örneğinin döngüsellik açısından değerlendirilmesi amacıyla bir değerlendirme süreci izlenmiştir. Değerlendirme sürecinde, uygulanmış yapı örneklerinin pratikte ortaya çıkan döngüsellik performanslarının belirlenmesi ve bu performans sonuçlarından yeni çıkarımların elde edilmesi amaçlanmıştır. Döngüsellik performans değerleri, yapı örneklerine ait yapı sistemlerinin ve sistemleri oluşturan ürünlerin/parçaların, döngüsel yapı stratejileri ve ilkelerinden geliştirilen belirli kriterleri (döngüsellik kriterlerini) karşılama durumlarının, belirli bir derecelendirme (puanlama) ölçeğine göre hesaplanmasıyla belirlenmiştir.

Değerlendirme sürecinde incelenen beş farklı yapı örneğine ait yapı sistemlerinin ve sistemleri oluşturan ürünlerin/parçaların, döngüsellik kriterlerini karşılama değerlerini ölçmek için, karar vericilerin tutumlarının ölçülmesinde yaygın şekilde tercih edilen ve bir Sayısal Derecelendirme ölçeği olan, “Osgood Anlamsal Farklılık Ölçeği (Semantic Differential Scale)” kullanılmıştır. Tezde kullanılan değerlendirme ölçeğinin (Anlamsal Farklılık Ölçeğinin) karar vericileri (kullanıcıları) olarak, yapıda sürdürülebilirlik konusunda uzman ve üniversitede öğretim üyesi olan iki akademisyen belirlenmiştir. Değerlendirme sürecinde bu karar vericilerin bilişsel tutumlarıyla ortaya koydukları yargılardan (puanlardan) yararlanılmıştır. Yapı örneklerinin üç ana kriter grubunu (Dekonstrüksiyona Uygunluk Kriterleri, Uyarlanabilirliğe Uygunluk Kriterleri, Dayanıklılığa Uygunluk Kriterleri) karşılama puanları ayrı ayrı belirlendikten sonra, her yapı örneğinin döngüsellik potansiyeli hesaplanmıştır. Bunun için her örneğin dekonstrüksiyona uygunluk puanı, uyarlanabilirliğe uygunluk puanı ve dayanıklılığa uygunluk puanının ortalaması alınarak, incelenen uygulanmış tüm yapı örneklerinin döngüsellik açısından değerlendirilmeleri sonucunda elde edilen döngüsellik potansiyelleri açıklanmıştır. Döngüsellik potansiyeli fazla olan yapı örneklerinin ortak özelliklerinin ülkedeki yasal düzenlemeler, çevreye duyarlı yapıların yapılması için fon oluşturulması, döngüsellliği amaçlayan yapı tasarımlara teşvik sağlamak için vergi indirimi vb. uygulamalar gibi hükümet desteğiyle uygulanmış oldukları saptanmıştır.

Henüz yeterli seviyeye ulaşmasa da yapıda döngüsellik yaklaşımının, kaynakların verimli kullanımı ve yapıda geri kazanım olanakları gibi sağladığı yarar göz önüne alınarak dünya çapında kabul gördüğü ve uygulanmaya başlandığı görülmektedir. Ülkemizde, yapı sektörü kapsamında bu yaklaşımın uygulanabilirliği ancak akademik çalışmaların yaygınlaşması, önündeki engellerin saptanması ve veri analizleri ile mümkün kılınabilir. Öncelikle yapıda döngüsellik kavramının iyice anlaşılması, ardından hükümet desteği ile yasal düzenlemelerin yapılması, teknik eksikliğin giderilmesi, gerekli eğitimin sağlanması için daha fazla teorik araştırma yapılması ve bu doğrultuda rehber hazırlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

CIRCULARITY IN BUILDING

SUMMARY

Aging in buildings, repairing, renovating or disposing of existing structures leads to structural waste. Structural wastes, which reach large volumes today, cause the ecological environment to deteriorate more and more and consume a high amount of energy and natural resources. In this context, it has been determined that the materials and components that make up the building system should be recovered in a higher quality during the dismantling and separation processes, and environmental solutions which will reduce the requirements for natural resources and will not harm the ecological environment should be studied. Circularity in building is an approach aiming to reduce the damage to the environment with structural solutions which will minimize waste generation and resource consumption, emerged with many theoretical and applied studies conducted in this direction, and gaining importance within the scope of sustainable architecture. In this study, it is aimed to explain the circularity approach within the scope of architectural structure by making a literature study on circularity in buildings, to determine and evaluate the circularity potentials of the examined building samples, and to propose certain guidelines for realizing circularity in building.

Theoretical information about the circular economy model in the building sector and related concepts related to the study of circularity in building is presented in the thesis. The definition of circular building, which is a new approach within the scope of architectural structure, are explained in detail with a table and information about its features is given. On the basis of the study, the scope of the study was determined by explaining the structural design approach, strategies and circular building products in detail. After the literature research, experimental building samples and applied building samples in various countries were determined, and their structural features were systematically examined. The study of examining the building samples aiming at circularity in terms of circularity at the level of the building element includes the determination of the circularity characteristics of the structures and their evaluation in terms of the principles of circular structure. In this section, an evaluation process was followed in order to evaluate the five different building samples examined in terms of circularity. In the evaluation process, it was aimed to determine the circularity performance of the building samples and to obtain new inferences from these performance results. The circularity performance values were determined by calculating the conditions of the building systems belonging to the building examples and the products/parts that make up the systems, meeting certain criteria (circularity criteria) developed from the circular building strategies and principles, according to a certain rating (scoring) scale.

“Osgood Semantic Differential Scale”, which is a Numerical Rating scale, which is widely preferred in measuring the attitudes of decision makers, was used in order to measure the fulfillment values of the circularity criteria of the building systems belonging to the five different building samples examined during the evaluation process. As the decision makers (users) of the evaluation scale (Semantic Difference Scale) used in the thesis, two academicians, who are experts in sustainability in the building and are faculty members at the university, were determined. In the evaluation process, the judgments (scores) of these decision makers with their cognitive attitudes were used. After the three main criteria groups of the building samples (Conformity to Deconstruction Criteria, Conformity to Adaptability Criteria, and Conformity to Durability Criteria) were determined separately, the circularity potential of each building sample was calculated. The circularity potentials obtained as a result of the evaluation of all the examined building samples in terms of circularity were explained by taking the average of the deconstruction suitability score, adaptability suitability score and durability suitability score of each sample. The common features of the building examples with high circularity potential are legal regulations in the country, creating funds for the construction of environmentally friendly structures, tax reductions to provide incentives for building designs aiming at circularity, etc. It has been determined that they have been implemented with government support, such as applications.

Although it has not reached a sufficient level yet, it is seen that the circularity approach in buildings has been accepted and started to be applied worldwide, considering the benefits it provides such as efficient use of resources and recycling opportunities in the building. In our country, the applicability of this approach within the scope of the building sector can only be made possible by the spread of academic studies, the detection of obstacles and data analysis. First of all, it is necessary to understand the concept of circularity in building, then to make legal regulations with the support of the government, to eliminate the technical deficiencies, to provide the necessary training, and to do more theoretical research and to prepare a guide in this direction.

1. GİRİŞ

1.1 Problemin Belirlenmesi

Mevcut yapılarda çeşitli nedenlerden dolayı onarım, iyileştirilme, yenileme, yıkım gibi birçok müdahaleler gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen bu tür müdahaleler, çevreye olumsuz etkilerde bulunan yapısal atıkların oluşmasına yol açabilmektedir. Yapısal atıklar; büyük hacimli olmaları, miktarları ve yapısal karmaşıklıkları nedeniyle birçok ülkede "öncelikli atık" olarak nitelendirilmektedir. Bu atıkların kontrolsüz biçimde ormanlara, akarsulara, nehirlerle veya boş alanlara bırakılması, zamanla erozyona, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesine, toprağın yapısının değişmesine ve doğal yaşam alanlarının yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmasına sebep olmaktadır. Mimari tasarım aşamasında, yapısal atık oluşumunu minimize edecek önlemlerin alınmasında, yapının doğrusal değil döngüsel yaşam sürecine göre tasarlanması, böylece yapıya ve yapıyı oluşturan parçalara uzun yaşam süresine sahip, yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir ve uyarlanabilir yetenekler kazandırılması önemli bir yer tutmaktadır. Yapıya döngüsellik yeteneği kazandırılması, yapıdan kaynaklanan doğal kaynak tüketimini, çevresel etkiyi ve ekolojik bozulmayı minimize edebilir. Bu durum, mimarların sürdürülebilir ve çevreye duyarlı tasarımlar oluşturabilmesi için, yapıda döngüsellik bir tasarım amacı olarak dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Böyle bir amacın beklenen şekilde gerçekleştirilebilmesi, ancak yapıda döngüsellik konusunda yeterince bilgi edinilmesi ve bu bilgilerin doğru kullanılmasıyla sağlanabilir.

Bu çalışmada, yapıda döngüsellik konusunda mevcut bilgi durumunun saptanması ve çalışma probleminin belirlenmesi amacıyla, genel olarak döngüsellik konularında literatür taraması yapılmıştır.

Kirchherr vd. (2017), bu çalışmanın anahtar sözcüklerinden biri olan Döngüsel Ekonomi (Circular Economy-DE) kavramını sistematik biçimde analiz etmek için, kavramın 114 farklı tanımını incelemiştir. Ayrıca **EMF** (2012), (2013), (2014), (2015),

Ellen MacArthur Foundation & Granta Design (2019) ve **Leising vd. (2018)** literatür çalışmalarında, DE ile ilgili kavramların tanımlamaları ve açıklamaları yapılmıştır. DE'nin yapı ile ilişkisi üzerine yapılan çalışmalarda, literatürde yeni bir kavram olan "Döngüsel Yapı" ortaya çıkmıştır. Bu kavram hakkında son on yılda yapılan bilimsel araştırmalar ve raporlar incelenmiştir. Döngüsel yapı (Circular Building - DY) kavramı ile ilgili çeşitli tanımlamalar ortaya koyan **Pomponi ve Moncaster (2016)**, **Linder vd., (2017)** gibi literatür çalışmaları incelenerek kavramı açıklayan tanımlamaları içeren bir tablo oluşturulmuştur (Tablo 2.1).

Dekonstrüksiyona uygun yapı tasarımı (Design for Deconstruction) kapsamında; **Webster, M.D. (2005)**, malzeme döngüsü ile yapının değerini artırmayı açıklayan, **Kilbert, C. J., Chini, A. R., ve Languell, M. E., (2000)** ve **Guy B., Ciarimboli N., (2005)**, yapı tasarımında dekonstrüksiyon ilkelerini tanımlayan çalışmalar yapmıştır.

Uyarlanabilirliğe uygun yapı tasarımı (Design for Adaptability) kapsamında; **Webster, M.D. (2007)**, **Douglas, J., (2006)**, **Moffatt, S., & Russell, P. (2001)** uyarlanabilirlik ilke ve stratejilerini açıklayan ve **Durmisevic, E., (2006)** uyarlanabilir/dönüştürülebilir yapı tasarım ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Dayanıklılığa uygun yapı tasarımı (Building Design for Durability) kapsamında yapılan literatür taramasında **Nireki T., (1996)** yapıda dayanıklılığı tanımlayan ve yapı alt sistemlerinde dayanıklılık özelliklerini incelediği ve **Kesik, T. and Saleff, I., (2005)** hizmet ömrü ile hizmet kalitesinin bir fonksiyonu olarak dayanıklılık özelliklerini açıkladığı saptanmıştır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda döngüsel yapının, ülkemiz ve diğer ülkeler için yeni bir yaklaşım olduğu tespit edilmiş ve literatür çalışmalarında yapıda döngüsellığı bir bütün olarak yapı sistemiyle ilişkilendiren ve açıklayan önemli bir yayına rastlanmamıştır. Bu durum, yapıda döngüsellığın bir tasarım amacı olarak belirleneceği mimari tasarımlarda, döngüsellik ilkelerinin ve stratejilerinin kullanılmasını ve yapının döngüsellik performansının istenen düzeye çıkarılmasını zorlaştıracaktır. Doğal kaynak azalımını, çevresel kirliliği ve ekolojik bozulmayı

sorun edinerek, sürdürülebilirliği ve ekolojik dengeyi amaçlayan bir tasarımcının, tasarlayacağı bir yapıda veya üründe döngüsellğe ulaşmanın kurallarını ve yollarını bilmesi ve bunları doğru izlemesi gerekmektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Yapıda döngüsellik, yapının ve yapıyı oluşturan parçaların yaşam süresini uzatarak atık oluşumunu ve kaynak tüketimini minimum seviyeye indirecek yapısal çözümlerle çevreye verilen zararın azaltılmasını amaçlayan mimari bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda bir yapının ve yapı parçalarının yaşam sürelerini uzatmak amacıyla, onarımına, değiştirilmesine, sökümüne (disassembly), yeniden kullanımın (reuse) ve geri dönüştürülmesine (recycle) olanak sağlanarak, yapı ve yapı parçaları yaşam döngüsüne tekrar dahil edilirler.

Tezde, gelecekte sürdürülebilir ve çevreye duyarlı yapıların oluşturulmasına olanak sağlayacak döngüsel yapı üretim sürecine uygun mimari yaklaşımlar araştırılmış, yapıda döngüsellik çeşitli açılardan incelenmiş ve böylece yapının döngüsellik performansının geliştirilmesini isteyen tasarımcılar için bilgi kaynağı oluşturulmuştur. Bu çalışmanın amaçları arasında ayrıca çeşitli örnek yapıların döngüsellik performanslarını inceleyip değerlendirerek, yapıda döngüsellğin gerçekleştirilebilmesi için belirli kılavuz bilgilerin önerilmesi yer almaktadır.

1.3 Çalışmanın Kapsamı

Çalışmada öncelikle bir literatür taraması kapsamında, genel olarak döngüsellik konusu ile ilgili bilgiler toplanmış ve bu bilgilerin yapı ile ilişkisi kurularak yapıda döngüsellik incelemesi yapılmıştır. Yapının yaşam süresinin tamamlanması sonucunda yıkım, söküm ve ayrıştırma sonucu ortaya çıkan ve çevresel ve ekolojik bozulmanın başlıca nedenleri arasında yer alan yapısal atıkların azaltılması, çalışmayı yönlendiren temel konudur.

Döngüsel ekonomi, yapıda döngüsellğin anlaşılabilmesi için öncelikle bilinmesi gereken bir konu olduğu için, çalışmada döngüsel ekonomi ve bununla ilişkili olarak yapı sektöründe döngüsellik konusu ele alınmıştır. Döngüsel yapı tasarımında izlenebilecek ilkelerin ve stratejilerin belirlenmesi ve bunlara bağlı kalarak döngüsellğe uygun yapı tasarımında nasıl bir yol izlenebileceği konusu çalışmanın ana gövdesini oluşturur. Bu bağlamda, yapıda döngüsellğin sağlanabilmesi için kullanılacak yaklaşımlar, stratejiler ve düşünceler açıklanmıştır. Yapının döngüsellik performansının değerlendirilebilmesi için, yapı sisteminin döngüsellği hangi düzeyde karşılayabildiğini ölçmek gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek için çalışmada, döngüsellğe uygun belirli yıllar arasında yapılan beş farklı yapı örnekleri incelenmiş ve bu yapı örneklerinin, dekonstrüksiyon, uyarlanabilirlik ve dayanıklılık kriterlerini kapsayan "döngüsellik kriterleri" adı verilen kriterleri karşılama değerlerine göre, genel olarak döngüsellik performansları belirlenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme sonuçları, döngüsellğe uygun mevcut yapı uygulamalarında döngüsellik açısından çeşitli bulgular ortaya çıkartmıştır. Bu çalışmada, yapı parçalarının yaşam döngüsüne, yapı tasarımına ve yapı malzemelerine odaklanılmıştır.

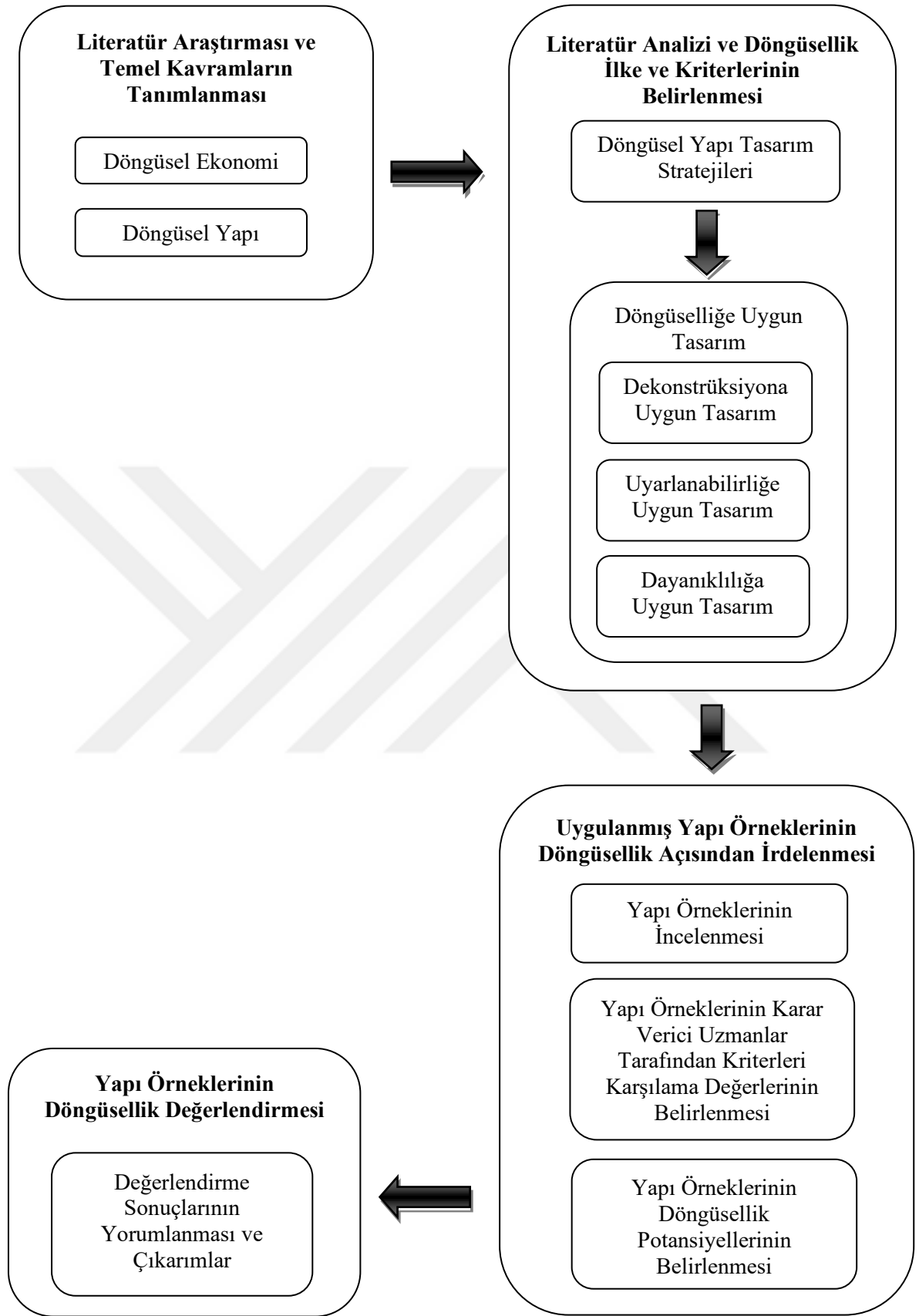
1.4 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada izlenen ana yöntem, mevcut literatürün analizi, değerlendirilmesi ve yorumlanmasıdır. Çalışmada, problemin belirlenmesi, ilgili kavramların açıklanması ve mevcut örnek yapı uygulamalarının incelenmesi için bu tür literatür araştırması yapılmıştır. Çalışmanın anahtar sözcükleri ile ilgili bilimsel yayınlara dayalı bilgiler toplanmış, analiz edilmiş, değerlendirilmiş, yorumlanmış ve sistemli bir planlama yapılarak sunulmuştur.

Ayrıca çalışmada, yapıda döngüsellik daha iyi anlaşılabilmesi, mevcut durumun, gereksinimlerin, gerekliliklerin vb. belirlenebilmesi amacıyla, döngüsellik potansiyeline sahip mevcut çeşitli yapı örnekleri incelenerek değerlendirilmiştir. Değerlendirmede, örnek uygulamaların yapı sistemlerinin, belirli döngüsellik kriterlerini karşılama değerleri ölçülmüş ve her örneğin aldığı puan, onun döngüsellik performansı olarak hesaplanmıştır. Burada yapılan değerlendirmelerde kullanılan kriterler, döngüsellik uygun yapı tasarım ilkelerinden ve stratejilerinden yararlanılarak belirlenmiştir.

Değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular ve bu bulguların yorumlanması ile ortaya çıkarılan bilgiler, bu çalışmada yapıda döngüsellik gerçekleştirilebilmesi için önerilen özgün verileri oluşturmaktadır.

Çalışmada izlenen yöntemin adımları Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



Şekil 1.1: Çalışmada izlenen yöntemin adımları.

2. TEMEL KAVRAMLAR

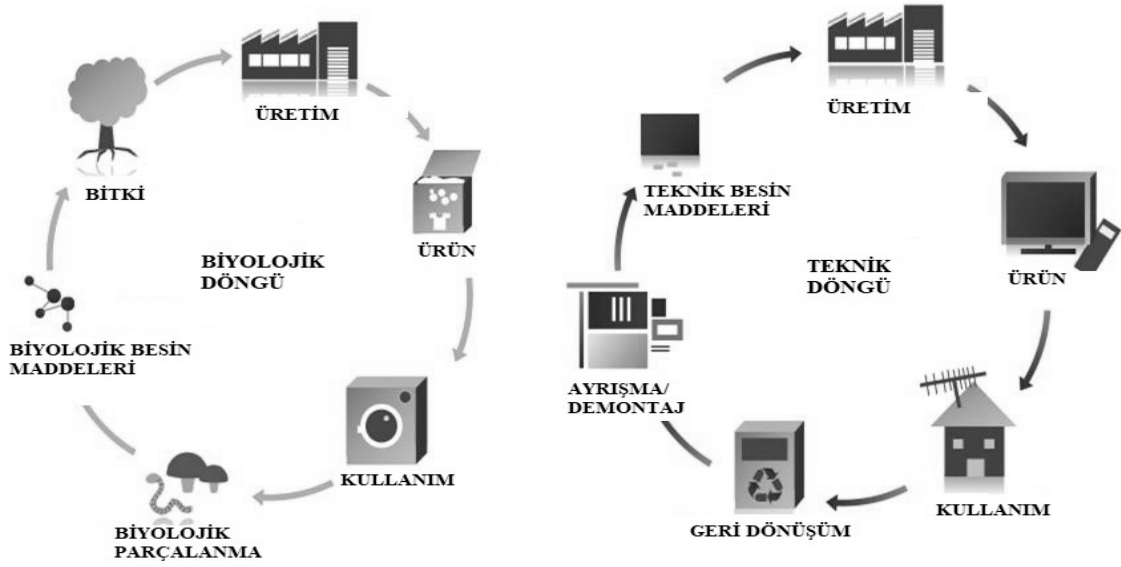
Bu bölümde, öncelikle "Döngüsel ekonomi" ve "Döngüsel yapı" kavramlarının kökenini ve gelişimini anlamaya yardımcı olmak için açıklamalar yapılmıştır. Ardından, kavramlar hakkında tartışılmış, çeşitli tanımlar irdelenmiş ve bu çalışmada hangi tanımların kabul edildiği belirtilmiştir.

2.1 Döngüsel Ekonomi

2.1.1 Döngüsel ekonomi tanımı

Döngüsel Ekonomi (DE), başlangıcı tam belirgin olmayan ve gelişim sürecinin takip edilebilmesi zor bir kavramdır. DE'nin genel düşüncesi içeren çeşitli güncel kavramları şöyle ifade edebiliriz: Yenileyici Tasarım (Regenerative Design), Performans Ekonomisi (Performance Economy), Beşikten Beşiğe (Cradle-to Cradle), Endüstriyel Ekoloji (Industrial Ecology), Biyomimikri (Biomimicry), Yeşil Ekonomi (Green Economy), Mavi Ekonomi (Blue Economy) ve Biyo-Tabanlı Ekonomi (Bio-Based Economy) (EMF, 2013).

1970'lerde Profesör John T. Lyle "Yenileyici Tasarım (Regenerative Design)" adını verdiği yeni bir kavram ileri sürmüştür. Tüm sistemlerin yenilenebileceği ideal bir toplumu temsil etmek için oluşturulan bu kavram tüketilen enerji kaynaklarını ve malzemeleri yeniden üretebilmeyi içermektedir (Lyle, 1994; EMF, 2013). 1976'da Walter Stahel ve The Product-Life Institute, döngüsel bir ekonomi için ürün ömrünün uzatılması, dayanımı yüksek ürünler, yenileme ve atık önleme faaliyetleri olmak üzere dört hedef belirlemiştir. Ek olarak, "Performans Ekonomisi (Performance Economy)" kavramı üzerinde durularak, ürünler yerine hizmet satmanın önemi vurgulanmıştır (EMF, 2013). 2002'de Michael Braungart ve Bill McDonough, malzeme ve ürünler ile ilgili çevre üzerinde olumlu etkiler yaratmak için "Beşikten Beşiğe (Cradle to Cradle-C2C)" adını verdikleri yeni bir kavram geliştirmiştir. Beşikten Beşiğe kavramı, tüm malzemeleri iki farklı döngü kapsamındaki besin maddeleri olarak kabul etmektedir: biyolojik döngü ve teknik döngü (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: "C2C" kavramının içerdiği biyolojik ve teknik döngü şeması. (Braungart & McDonough, 2002)

Biyolojik döngü, güvenli bir şekilde doğal ortama diğer bir deyişle kapalı döngüye geri dönmesi beklenen tüketim ürünlerini ifade etmektedir. Teknik döngü ise kapalı döngü sistemi içinde dolaşan yapay ürünleri temsil etmektedir. (Braungart & McDonough, 2002). "Endüstriyel Ekoloji (Industrial Ecology)" kavramının ana fikri, endüstriyel toplumdaki tüm bileşenleri birbirine bağlamayı ve onu biyosfer içinde bir ekosistem olarak yeniden tasarlamaktır (EMF, 2013; Wautelet, 2018). Janine Benyus tarafından tanımlanan "Biyomimikri (Biomimicri)" kavramı temel olarak insan sorununu doğadan ilham alarak çözmeyi hedefleyen bir düşüncüyü savunmaktadır (EMF, 2013).

DE yaklaşımı ile aynı hedefe yönelik olarak geliştirilen bu temel kavramların çeşitli odakları olmasına rağmen, ortak noktaları mevcut endüstriyel ekonomik sistemin yeniden tasarlanmasıyla önemini vurgulamalarıdır. Ayrıca, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirerek insan doğa ilişkisi arasında olumlu bir etkileşim kurma hedeflerini paylaşmaktadırlar. Bu kavramsal düşüncelerin gelişimi DE ile ilgili birçok fikir vermektedir. DE yaklaşımının gelişiminde özellikle C2C kavramının metodolojisini ifade eden 'kelebek diyagramından' esinlenilmiştir (Şekil 2.2).

2018). Vakıf, DE'nin uygulanmasını teşvik etmek için çeşitli rapor ve tanımlarını yayımlamıştır (EMF, 2012, 2013, 2014, 2015'a).

EMF, DE modelini kelebek şeklindeki bir diyagram üzerinden göstermiştir (Şekil 2.2). Diyagramın merkezinde ekonomik model, sol tarafında biyolojik döngüler ve sağ tarafında teknik döngüler yer almaktadır. Diyagram önce doğadan gelen enerjiyi, ardından parça ve ürün imalatını, son olarak ürün üretip pazarda hizmet vermeyi göstermektedir. DE modeli, ürünün yaşam döngüsünün sonunda, atıklardan tasarım oluşturarak ürünü kapalı döngüye katmayı hedeflemektedir. "Doğrusal Ekonomi" modelinde malzeme ve ürünlerden atık oluşturulurken, "Döngüsel Ekonomi" modeli tüketilen ürünleri farklı çevreler aracılığıyla döngü içine alarak ekonomik modele geri dönmesini sağlamaktadır. Biyolojik döngüler yiyecek ve su gibi toksik olmayan tüketim malzemelerinin döngüdeki sürecini göstermektedir. Bu tüketim malzemeleri, farklı uygulamalar ile kademelendirildikten sonra, doğal varlıkları yeniden inşa ederken biyosfer için canlandırıcı özellik taşımaktadır. Teknik döngüler ise sonlu malzeme stoklarının yönetimini göstermektedir. Ürünler, bileşenler ve malzemeler bakım, onarım, yeniden üretim, yeniden kullanım ve geri dönüşüm yoluyla mümkün olan en yüksek kalitede ve mümkün olduğu kadar uzun süre kalacak şekilde döngüye dahil edilirler (EMF, 2013).

Bu çalışmada, DE kavramının tanımı EMF ve Kirchherr vd. tanımına dayanmaktadır (EMF, 2014; Kirchherr vd., 2017). Döngüsel bir ekonomi, onarıcı veya yenileyici olan endüstriyel bir sistem tasarımıdır. Yaşam süresi sonu düşüncesini restorasyon düşüncesiyle değiştirerek, yeniden kullanımı ve geri dönüşümü bozan toksik kimyasalların kullanımını ortadan kaldırmaya olanak sağlamaktadır. Mikro düzeyde çalışarak (ör. ürünler, şirketler, kullanıcılar/tüketiciler) malzeme, ürün, sistem ve iş modellerinin döngüsel tasarımıyla atık oluşumunu ve kullan-at düşüncesini ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmeyi ve eş zamanlı olarak çevresel uyumu, ekonomik refahı ve sosyal adaleti şu anki ve gelecekteki nesillere fayda sağlaması yönünde geliştirmeyi amaçlamaktadır.

2.1.2 Döngüsel ekonomi ilkeleri

EMF tarafından DE modelinin daha iyi anlaşılması için üç temel ilke açıklanmıştır:

- Birinci ilke, sınırlı stokları kontrol ederek ve yenilenebilir akışları dengeleyerek doğal varlıkları korumayı ve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu ilkenin odak noktası üretimin gerekliliğini vurgulamaktır. Üretime ihtiyaç duyulduğunda, yenilenebilir kaynakların seçimine özen gösterilmelidir.
- İkinci ilke, hem teknik hem de biyolojik döngülerde her zaman en yüksek fayda ile ürünleri, bileşenleri ve malzemeleri döngüye dahil ederek kaynak verimini optimize etmeyi açıklamaktadır. Teknik döngülerde, teknik bileşen ve ürünler sistemde kalacak şekilde tasarlanmalıdır (örneğin, yeniden üretime, yenilemeye ve geri dönüştürmeye uygun tasarım). Biyolojik döngülerdeki malzemelerin için, döngüye katılımları teşvik edilmelidir.
- Üçüncü ilke, sistem etkinliğini artırmak için olumsuz etmenleri ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Toksik madde salınımının ve çevre kirliliğine yol açan etmenlerin en aza indirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (EMF, 2015a).

Ayrıca, EMF vakfı, DE ile ilgili açıkladığı temel ilkeler hakkında detaylı bilgi verebilecek beş temel özellik belirlemiştir: (EMF, 2015a).

Atık Oluşturmayan Tasarım: DE modelinde, toksik olmayan biyolojik malzemelerin doğaya geri dönüşü sağlanmaktadır. Bu doğrultuda, yapay malzemeler gibi teknik malzemeler de atık oluşturmayacak şekilde gerektiğinde onarılabilir ve yenilenebilirler.

Çeşitlilik Yoluyla Dayanıklılık Sağlamak: Modüler, çok yönlülük, uyarlanabilirlik ve esneklik gibi özelliklere sahip çeşitli sistemler değişen ve yeni ile karşı karşıya kaldığında diğer sistemlere kıyasla dayanıklılıklarının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (EMF, 2013).

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş: Döngü içinde yenilenebilir enerji kaynakların artışı, ürünün yenilenme ihtiyacını azaltacak ve böylece, kaynak bağımlılığının en aza indirilmesine olanak sağlayacaktır.

Sistematik Düşünce: DE modelinde, döngü içindeki farklı parçalar birbirleri ile etkileşim halinde olup bu parçalar, sistematik bir düşünce dahilinde daha etkin biçimde bir araya getirilip ayrıştırılabilirler.

Kademeli Düşünce: Bu özellik, biyolojik malzemeleri tanımlamaktadır. Biyolojik döngülerde değer oluşturmak amacıyla, kademelendirme yöntemi ile ürün ve malzemelerden çeşitli uygulamalarla ek değer elde edilebilmektedir (EMF, 2013).

Döngüsel ekonomi modelinin temel ilke ve özelliklerinin açıklanması teknik malzeme döngüsü hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaya olanak sağlamaktadır. Teknik döngülerin, biyolojik malzeme döngülerinden farklı olarak, insan tarafından kesintiye uğramaması için, bir dizi tasarım yöntemi vasıtasıyla döngüde tutulmaya çalışılması gerekmektedir. Dolayısıyla yapı kavramın döngüsellığının araştırılmasında, DE modelinin teknik döngüleri esas alınmalıdır (EMF, 2015a).

2.1.3 Yapı sektöründe döngüsel ekonomi

Yapı sektöründe 2000'li yıllardan itibaren, "Doğrusal Ekonomi"den "Döngüsel Ekonomi"ye geçişi teşvik etmek için çeşitli ülkelerde birçok önlemler alınmıştır. Bu ülkeler arasında yer alan Hollanda, yapı sektörü konusunda döngüsellığe yönelik önlemler almayı hedefleyen ülkelerin başında gelmektedir. Hollanda hükümeti, 2030'a kadar birincil hammadde tüketiminde %50 oranında bir azalma ve 2050'ye kadar tamamen DE'ye ulaşmayı hedefleyen bir dizi planlama yapmıştır. Bu planlamalar doğrultusunda inşaat sektöründe, enerji açısından nötr bir yapma çevreye sahip olmayı ve yapma çevredeki parçaların sürdürülebilir yapımına, onarımına ve yeniden kullanımına izin verecek şekilde sökülmesini hedeflemektedir. Hollanda hükümeti, bu hedefe ulaşmak için yatırımcıları teşvik etmek amacıyla döngüsel inşaatla ilgili "Yeşil Anlaşmalar" yaparak doğa, şehir, mahalle, bina, altyapı dahil çevresel girişimlerde bulunmuştur (Government of Netherlands,2016). Hollanda hükümeti, yapı sektörünün takip etmesi için "Döngüsel Yapı Platformu 2023(Platform CB'23)" kapsamında bazı anlaşmalar oluşturmuş ve çözüm önerileri

geliştirmiştir. Günümüzde, 2050 yılı Hollanda yapı sektörünün döngüsellik hedefine yönelik yapma çevrede DE ilkelerini entegre edecek şekilde birçok yapı projesi hazırlanmıştır. Ancak bu doğrultuda hazırlanan projelerin bir kısmının uygulaması henüz başlangıç ve deneme aşamasındadır.

"Ellen MacArthur Vakfı", "McKinsey" ve "Arup" kuruluşları yapma çevrede DE'ye geçiş için çözüm önerileri geliştirilmesine katkıda bulunmuş ve bu doğrultuda çeşitli eylem maddeleri ileri sürmüştür: 'Yeniden Oluştur (Regenerate)', 'Paylaş (Share)', 'Optimize Et (Optimize)', 'Döngü Oluştur (Loop)', 'Sanallaştır (Virtualize)' ve 'Değişim Sağla (Exchange)'. (McKinsey & Company, 2016; Arup, 2016).

Yeniden Oluştur (Regenerate): "Yeniden Oluştur" eylem maddesi, maddi varlıkların yenilenmesini, ekosistemlerin dayanıklılığının artmasını ve değerli biyolojik besinlerin biyosfere güvenli bir şekilde geri kazanımını amaçlamaktadır. Bu eylem, yenilenebilir enerji ve malzemelere geçişi ifade etmekte ve ekosistemde olumsuz toksik atıkların artmasına ve birincil kaynakların tüketimine engel oluşturmaktadır.

Paylaş (Share): "Paylaş" eylem maddesi, paylaşım yoluyla varlık kullanımının en üst düzeye çıkarılmasını amaçlamaktadır. Örneğin, eşler arası araba paylaşımı gibi özel olarak sahip olunan ürünlerin veya genel ürünlerin paylaşımına teşvik etmektedir. Bu eylem, aynı zamanda ürünlerin teknik ömürleri boyunca dayanıklılıkları ve yeniden kullanımları için bakım, onarım ve tasarım yoluyla yaşam sürelerinin uzatılmasını amaçlamaktadır.

Optimize Et (Optimize): "Optimize Et" eylem maddesi, ürünlerin performansının ve verimliliğinin iyileştirilmesi konularını amaçlamaktadır. Bu eylemin odak noktası yapma çevrede, yapı malzemeleri ve bileşenlerinin en yüksek değerinde bakım ve onarımının sağlanmasıdır. Eylem, atıkların üretim ve tedarik zincirinden uzaklaştırılmasını ve verilerin algılanmasında, otomasyon vb. yöntemlerden yararlanma süreçlerini de içermektedir.

Döngü Oluştur (Loop): "Döngü Oluştur" eylem maddesi, ürün ve malzemeleri kapalı bir döngü içinde tutmayı amaçlamaktadır. İnşa halindeki çevrede döngü

eylemi vasıtasıyla bileşenler ve malzemelerin yeniden üretilmesi, yenilenmesi mümkün olmaktadır.

Sanallaştır (Visualize): "Sanallaştır" eylem maddesi, kaynak kullanımında, sanal kullanım vasıtasıyla fiziksel ürün ve hizmetlerin sanal hizmetler ile yer değiştirmesi konularını içermektedir.

Değişim Sağla (Exchange): "Değişim Sağla" eylem maddesi, kaynakların ve teknolojilerin akıllıca seçimi, yenilenebilir enerji ve malzeme kaynakları, alternatif malzeme ürünlerinin kullanımı ve geleneksel çözümlerin ileri teknoloji ile yer değiştirilmesi gibi dört farklı konu başlığını içermektedir. (McKinsey & Company, 2016; Arup, 2016).

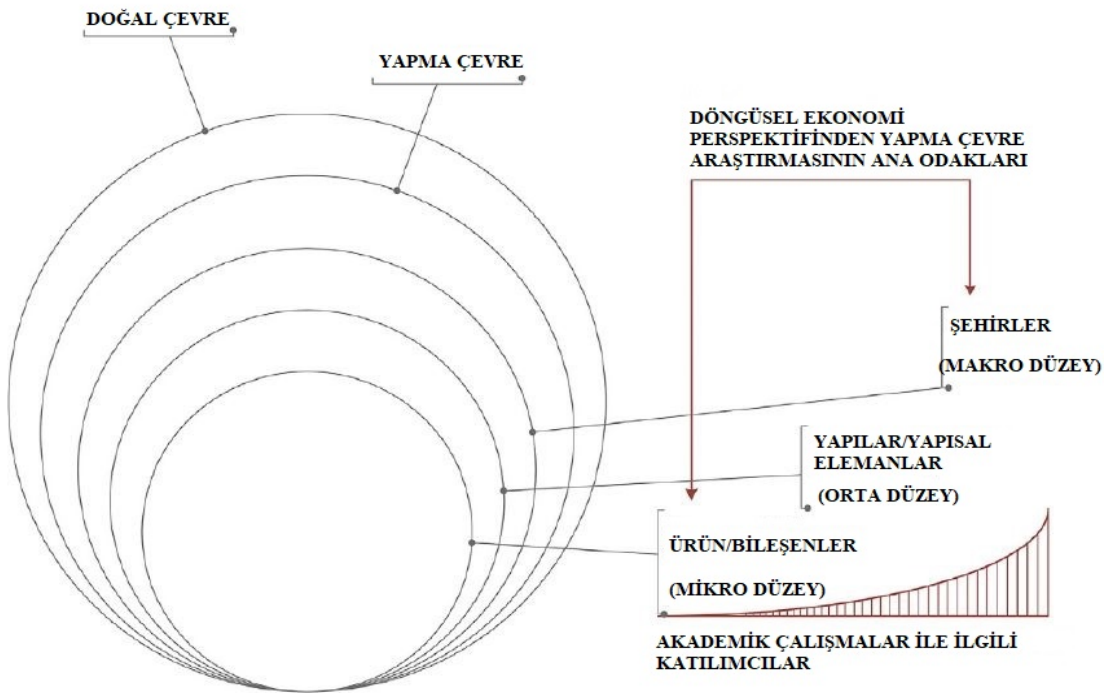
Bir dizi eylemden oluşan çözüm önerileri ayrı ayrı veya birlikte, inşaat sektörünün DE'ye geçişini hızlandırmak için uygun bir rehber niteliği taşımaktadır. Tüm eylemler, fiziksel varlıkların kullanımını artırmak için farklı yaklaşımlar kullanır, ürünlerin ömrü ve yenilenebilir kaynakların kullanımını teşvik eder. Ayrıca, her biri diğeri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (Arup, 2016). Her bir öge, ürünler, binalar, mahalleler, şehirler ve bölgeler dahil olmak üzere yapma çevrenin tüm ölçeklerine uygulanabilmektedir (Iyer-Raniga, 2019).

DE kapsamında geliştirilen ve önerilen eylem maddelerinin çoğu, yapıda döngüsellik ilkeleri ve stratejileri olarak da dikkate alınabilir. Yapı sektöründe bir yapının yaşam döngüsü boyunca DE modelinin uygulanması ekolojik ve çevresel bozulmaları önleyerek ürünlerdeki katma değer artışına olanak sağlayabilir.

2.2 Döngüsel Yapı

2.2.1 Döngüsel yapı tanımı ve amacı

Döngüsellik, kaynak akışlarının yenilenme miktarı olarak tanımlanabilir (EMF vd., 2015b, s.5). Döngüsellik hiyerarşik bir sistem kapsamında ele alındığında, üç farklı düzeyde incelenebilir: makro düzey (yapma çevre), orta düzey (yapılar, yapısal elemanlar) ve mikro düzey (ürünler, bileşenler) (Şekil 2.3) (Pomponi ve Moncaster, 2016). Bu hiyerarşide düzeyler, her üst düzey bir alt düzeye bağlı olacak şekilde etkileşim halindedir. DE modeline geçiş, bu düzeylerin her birinde değişiklik yapılmasını gerektirmektedir. (Linder vd., 2017). Yapma çevrede döngüsel ekonomiye geçişle ilgili mevcut bilimsel araştırmalarda, makro düzey (yapma çevre) ve mikro düzey (bileşen, ürünler) seviyelerine daha çok odaklanılmıştır. Ancak orta düzey (yapı) ile ilgili çalışmalar yetersiz kalmaktadır. DE'yi yapı düzeyinde uygularken, yapı sektöründe yeni bir terim olan "Döngüsel Yapı" kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram hakkında son on yılda giderek artan bilimsel araştırma ve raporlar oluşturulmuştur (Pomponi ve Moncaster, 2016).



Şekil 2.3: DE ile ilgili yapma çevre araştırmalarını gösteren şema. (Pomponi & Moncaster, 2016)

"Döngüsel Yapı (DY)" kavramının "Döngüsel Ekonomi" kavramında olduğu gibi, uluslararası kabul görmüş net bir tanımı bulunmamaktadır. DY tanımı kapsamında yer alan anahtar sözcüklerden bazıları şunlardır: "DE ilkelerine uygunluk", "geçici malzeme deposu / bankası", "hammadde / doğal kaynak kullanımının azaltılması", "yapının yaşam döngüsü" ve "malzeme ve bileşenlerin dayanıklılığı ve yaşam süreleri". DY kavramının anlaşılabilirliğini sağlamak ve bir tanım oluşturabilmek amacıyla son yıllarda yayımlanmış çeşitli literatürden on farklı tanım incelenmiş ve analiz edilmiştir (Tablo 2.1).

Yazar	Anahtar Kelimeler	Döngüsel Yapı Tanımları
Geldermans & Rosen-Jacobsen (2015)	Dinamik yapı, geçici faaliyetlerin bütünü	Bir isim değil, bir fiil olan "döngüsel yapı", malzemeler ve kullanıcı tarafından yönetilen dinamik süreçlerin bir toplamıdır. Kısaca, çeşitli faaliyetlerin geçici bir bütünüdür.
CE100 (2016)	Hammadde deposu	"Döngüsel yapı", malzeme pasaportunda belgelenen tasarım yoluyla modüler ve yeniden yapılandırılabilen hammadde deposudur.
Bakx et al. (2016)	Yenilenebilir enerji, dekonstrüksiyon ve uyarlanabilirlik, sürdürülebilir malzeme	"Döngüsel yapı", yenilenebilir enerji ile kendi kendini idame ettiren ve çeşitliliğe teşvik eden bir yapı türüdür. Yapı, dekonstrüksiyon ve uyarlanabilirlik için tasarlanmış döngüsel yapı bileşenleri seviyelerinden oluşur.
Pomponi & Moncaster (2017)	DE ile uyumlu prensipler	DE ilkelerine uygun bir şekilde yeniden yapılandırılmış, planlanan, inşa edilen, işletilen, bakımı yapılan bir yapı "döngüsel yapı" olarak adlandırılır.
Bokkinga (2018)	Hammadde azaltımı, yeniden kullanımı en üst seviyeye çıkarmak	"Döngüsel yapı" DE sistemine göre tasarlanan, geliştirilen, yönetilen ve kullanılan bir binanın, hammadde kullanımının azalması ve yeniden kullanımın en üst düzeye çıkarılması ile oluşan bir yapıdır. Amaç, mümkün olduğunca az hammadde kullanmak ve kullanılan hammaddeleri inşaat zincirinde mümkün olduğunca uzun süre tutmaktır.
Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (2018)	Doğal kaynaklar, yapılı çevre, ekosistemler	"Döngüsel yapı", inşaat, kullanım ve yeniden kullanım, doğal kaynak tüketimi ve ekosisteme zararlı etkilerden kaçınılması gibi ilgili tüm faaliyetleri temsil eden yapıdır.
Leising et al. (2018)	Bir yaşam döngüsü yaklaşımı, yaşam süresi optimizasyonu, malzeme bankası	"Döngüsel yapı", binaların kullanım ömrünü optimize eden, kullanım ömrü sonu aşamasını tasarıma entegre eden ve malzemelerin yalnızca geçici olarak bir malzeme bankası görevi gören yaşam döngüsü yaklaşımıdır.
Transitierteam Circulaire Bouweconomie (2018)	Doğal Kaynaklar, Çevre ve Ekosistem	"Döngüsel yapı", binalar, alanlar ve alt yapıların kullanım ve yeniden kullanımını doğal kaynakları tüketmeden, ekosisteme zarar vermeden geliştirmeyi amaçlar. İnsan ve doğal yaşamın refahına katkı sağlayan ekonomik olarak sağlam bir yapı tanımıdır.
Jia et al. (2020)	Yeni doğal kaynaklar, bina yaşam döngüsü	"Döngüsel yapı", bina yaşam döngüsünün tüm aşamalarında malzemeleri mümkün olduğu kadar uzun süre kapalı bir döngüde tutarak, doğal kaynakların kullanımını azaltma uygulamalarının kullanıldığı bir yapıdır.
Ronald Rovers (2020)	Kaynak kullanımı, hız	"Döngüsel yapı", kaynakları akışların devam etmesini sağlayan bir hızla kullanan bir yapıdır. Yapının, uzay ve zaman meselesi: zaman periyodu başına düşen kaynak (hacim hızı, enerji, kapasite geri yükleme) ve kullanımlarının nasıl optimize edileceği.

Tablo 2.1: Literatür araştırmaları sonucu oluşturulan "Döngüsel Yapı" tanımları tablosu.

Literatür araştırmasına dayanarak, DY için şu tanım yapılabilir: Döngüsel yapı, yaşam döngüsü boyunca DE ilkelerine uygun bir şekilde yönetilen, tasarlanmış, geçici ve dinamik bir malzeme deposunu temsil etmektedir. Burada amaç, hammadde tüketimini azaltarak ekosistem ve çevreye zarar vermeyecek şekilde yapım zincirinde mümkün olduğunca yüksek değerli bir seviyede malzemelerin, ürünlerin ve bileşenlerin yaşam süresini uzatmaktır.

2.2.2 Döngüsel yapı özellikleri

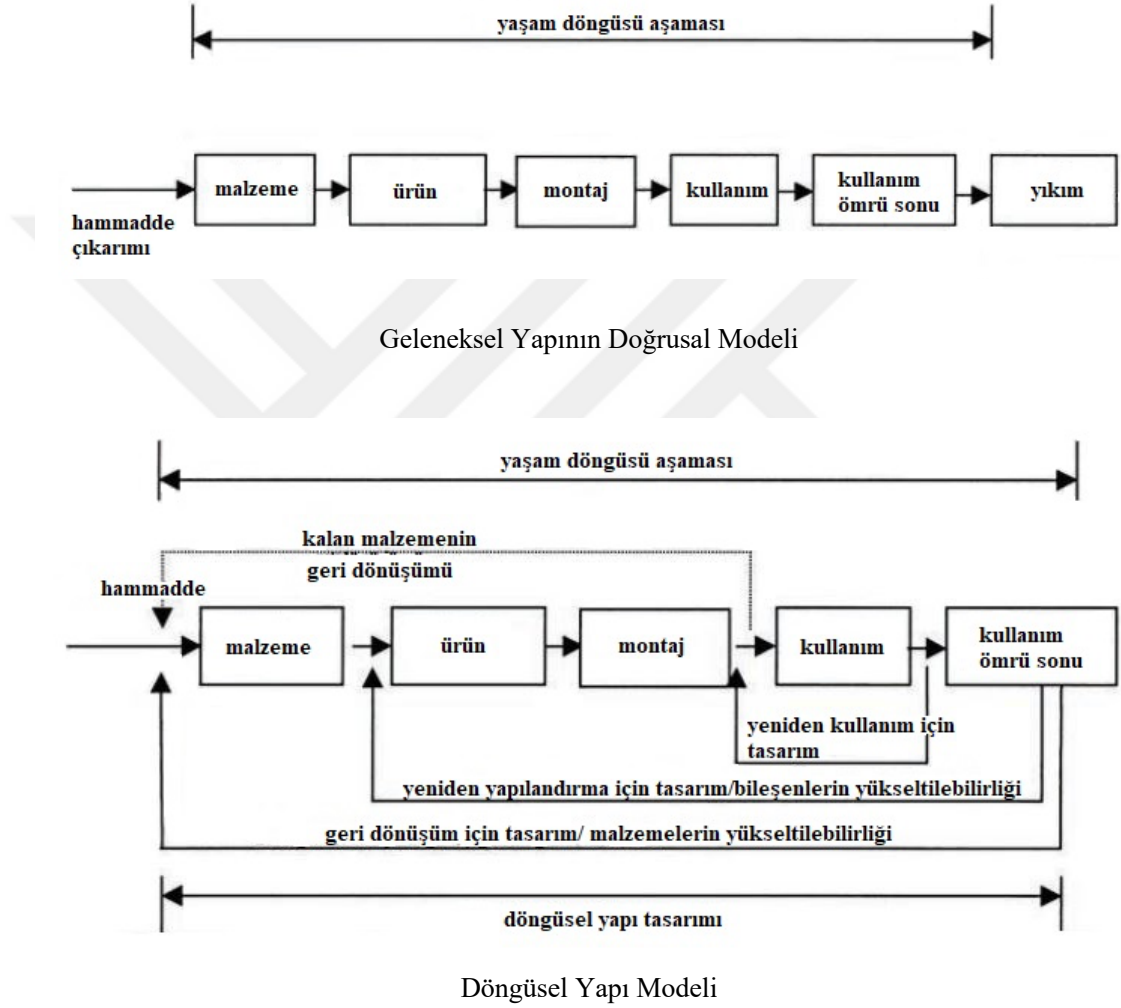
DY kavramı hakkındaki çeşitli tanımların incelenmesinin yanı sıra, bir yapının döngüsellliğini açıklayabilmek ve değerlendirebilmek için döngüsel yapı özelliklerini de incelemek gerekmektedir (Loppies, 2015). Tablo 2.1'de görüleceği gibi, literatürde araştırılan tanımlarda malzeme ve tasarımın daha detaylı incelenen konular arasında olduğu ortaya çıkmaktadır. DY'nin kapsamlı içeriği nedeniyle, bu tanımlarda yapı malzemelerine ve yapı tasarımına odaklanılmıştır. DY'de, incelenen teknik özellikler arasında döngüsel malzeme kullanımı ve döngüsel yapı tasarımı yer almaktadır:

Döngüsel malzeme kullanımı: Döngüsel malzeme kullanımı, uygun malzeme seçimini ifade etmektedir. DE modelinde yer alan malzeme akışı doğrultusunda, döngüsel malzeme kullanımı biyolojik döngü ve teknik döngü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 2.2). Döngüsel malzeme kullanım ilkesiyle; malzeme bozulmasının önlenmesi, malzemenin geri dönüşümü, yeniden kullanımı ve geri kazanımı hedeflenmiştir (Verberne, 2016; Amory, 2017).

Döngüsel yapı tasarımı: DY tasarımı, yapıyı oluşturan ürün ve bileşenlerin hizmet süreleri sonunda kolaylıkla sökülebilecek ve yeni bir durum için tekrar kullanılabilir şekilde tasarlanmasıdır. Döngüsel yapı tasarım ilkesi, geri kazanıma katkı sağlayan yeniden kullanım ve yeniden üretim gibi yenileme döngülerine olanak sağlamayı amaçlamaktadır (Verberne, 2016; Amory, 2017).

Hem döngüsel malzeme kullanımı hem de DY tasarımı için, binanın tüm yaşam döngüsü dikkate alınmalıdır. Hizmet süresi sonu için tasarıma odaklanan DY modeli,

doğrusal malzeme kullanım modelini kullanan geleneksel yapı ile karşılaştırıldığında, DY'nin, yeniden kullanım seçenekleri için tasarıma vurgu yapan döngüsel malzeme kullanım olanağına sahip olduğu görülür (Şekil 2.4).



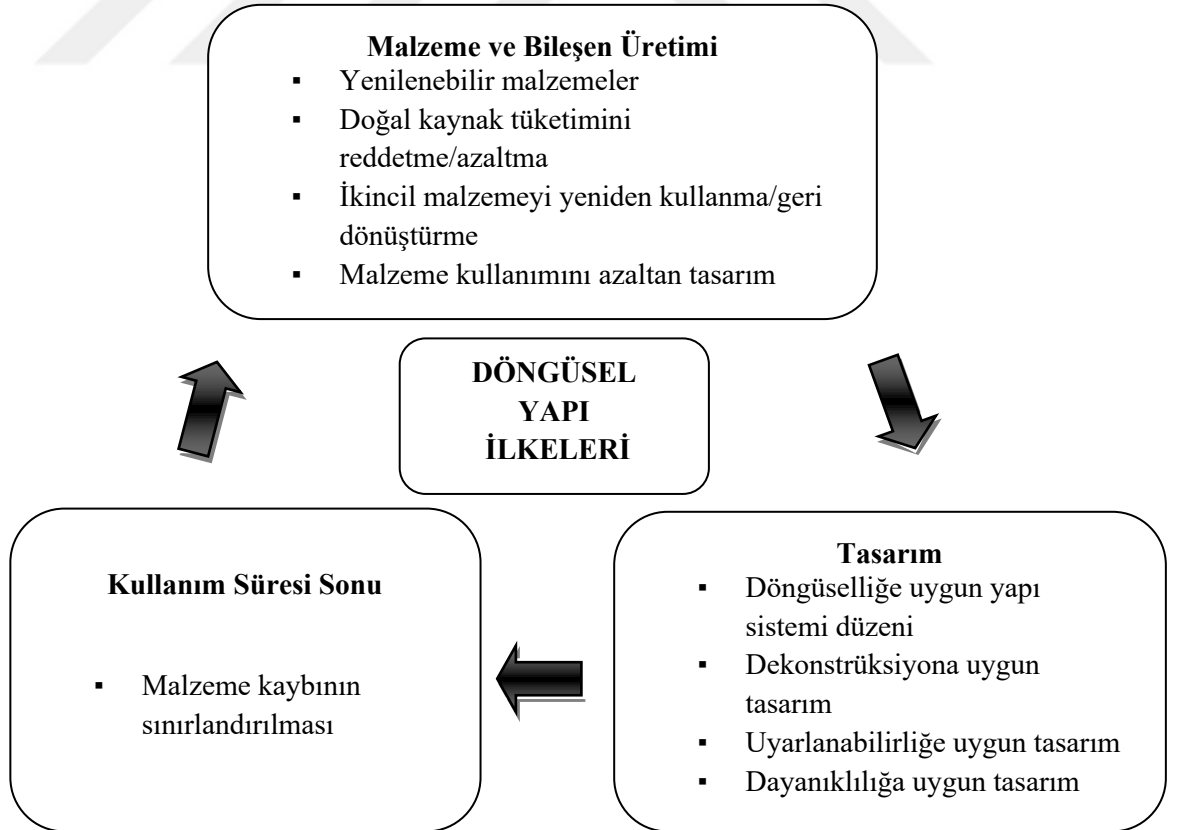
Şekil 2.4: Geleneksel ve döngüsel yapılarda yaşam süresi. (Durmisevic, 2006)

Sonuç olarak, DY, geleneksel yapının aksine, yaşam süresi boyunca en yüksek miktarda katma değer elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Şekil 2.4).

3. YAPIDA DÖNGÜSELLİK YAKLAŞIMLARI

3.1 Döngüsel Yapı Tasarım Yaklaşımı

Mimarlık kapsamında DY tasarımı, “döngüsel ekonomi ilkelerine uygun, değişen koşullara göre esnek planlanmış, dayanımı yüksek ve dekonstrüksiyona uygun bir yapı tasarımı” olarak tanımlanmaktadır (Pomponi ve Moncaster, 2017, s.711). Bir yapının döngüsellığı, DY tasarım ilkelerine göre tasarlamayı gerektirir (Bokkinga, 2018). Bu tasarım, binaların faydalı ömrünü optimize etmeyi ve kullanım ömrü sonu aşamasını tasarıma entegre etmeyi içermektedir (Leising ve diğerleri, 2017, s. 977). Birçok literatür çalışması, DY tasarımı için tasarım ilkelerinin incelenmesine katkıda bulunmaktadır (Bakx vd., 2016; Nußholz, 2017; Amory, 2017). Döngüsel malzeme kullanımı ve döngüsel yapı tasarımı için belirli ilkeler, yapının üç farklı aşaması ile açıklanmıştır: malzeme ve bileşen üretimi, tasarım ve kullanım ömrü sonu (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Döngüsel yapı ilkeleri şeması. (Bokkinga, 2018)

i. Malzeme ve Bileşen Üretimi Aşaması

Döngüsel yapı geçici bir malzeme deposu olarak düşünüldüğünde, malzeme ve bileşen üretimi, yapının teknik yaşam döngüsünün malzeme girişlerine karar veren aşamayı oluşturmaktadır. Malzeme girişi, işlenmemiş malzemelerden (ham madde) ve ikincil malzemelerden oluşabilmektedir. Aşağıdaki tasarım ilkeleri, malzeme girdilerinin miktarını, kalitesini ve türünü kontrol etmeyi amaçlamaktadır.

Yenilenebilir malzemelere geçiş: Hammaddelerin yenilenebilir kaynaklardan bağımsız olarak sürdürülebilir bir şekilde büyütülüp, yönetilerek çıkarılması gerektiği vurgulanmaktadır (Platform CB'23, 2019).

Kaynak tüketimini reddetme/azaltma: Birincil malzemeler veya işlenmemiş malzemeler, doğal kaynaklardan çıkarılmış ve daha önce kullanılmamış veya tüketilmemiş malzemelerdir (EMF ve Granta Design, 2019). Yapı sektörü büyük ölçekli hammadde tüketimine ve doğal kaynaklara güçlü bir bağımlılığa yol açmaktadır. Bu durum, büyük miktarda CO2 emisyonu oluşturmakta ve çok miktarda birincil enerji gereksinimine neden olmaktadır. Bu nedenle, işlenmemiş malzemeye olan talebi reddetmek veya azaltmak gerekmektedir (Circle Economy et al, 2014). Ortaya çıkan malzeme ihtiyacı, bir sonraki tasarım ilkesinde açıklandığı gibi, daha fazla ikincil malzeme kullanımıyla karşılanabilir.

İkincil malzemeyi yeniden kullanma / geri dönüştürme: Birincil malzemelerden farklı olarak ikincil malzemeler, atık ürünlerden yeniden kullanılmak veya geri dönüştürülmek amacıyla elde edilen ve birincil malzemelere alternatif olan malzemelerdir. Daha fazla ikincil malzeme ve daha az birincil malzemenin oluşan toplamda az malzeme kullanımı döngüsellüğün gelişimine katkıda bulunmaktadır (Circle Economy et al., 2014).

Malzeme sağlığı: Malzeme sağlığı ilkesi, malzemenin toksisitesi ile ilişkisini ifade etmektedir. Bileşenlerin yeniden kullanımı ve kullanım sonu ürün aşamaları sırasında maruz kaldıkları toksik maddeler malzemeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Toksik maddeler içeren ürün ve malzeme kullanımının sınırlandırılması gerekmektedir (EMF, 2015a).

Az malzeme kullanımına uygun tasarım: Bu ilke, daha az malzeme kullanımı ile daha az hammadde çıkarılmasına katkıda bulunarak çevre üzerindeki olumsuz etkiyi azaltmaya yardımcı olmaktadır. (Platform CB'23, 2019).

ii. Tasarım Aşaması

Döngüselliğin sağlanabilmesi için, yapının yaşam döngüsü aşamalarından biri olan tasarım sürecinde, çeşitli tasarım stratejileri ve ilkeleri uygulanmalıdır.

iii. Kullanım Ömrü Sonu Aşaması

Kullanım ömrü sonu ilkesi, yapıda malzeme kaybını sınırlayarak ve malzeme değerini koruyarak hizmet ömrü sonunun etkin biçimde yapılandırılmasını hedeflemektedir. Kullanım ömrü sonunda, teknik malzemelerden atık oluşturmak yerine yeniden kullanım veya yeniden üretim gibi yüksek etkinlikte geri kazanıma uygun tasarımlar yapılmalıdır (Platform CB'23, 2019).

3.2 Döngüsel Yapı Tasarım Stratejileri

DY tasarımında döngüselliğin sağlanabilmesi amacıyla, her biri DE ile de ilişkili olan ve yapı sistemi kapsamında birbirleriyle entegre edilerek uygulanması gereken dört temel tasarım stratejisi izlenebilir: Döngüselliğe Uygun Yapı Sistemi Düzeni, Dekonstrüksiyona Uygun Tasarım, Uyarlanabilirliğe Uygun Tasarım ve Dayanıklılığa Uygun Tasarım (Bakx ve diğerleri, 2016).

3.2.1 Döngüselliğe uygun yapı sistemi düzeni

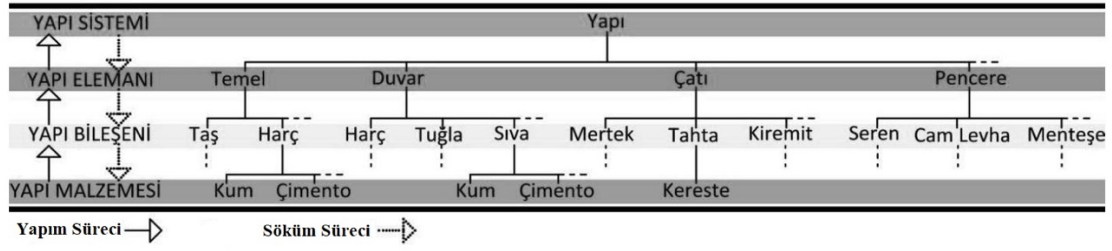
Tasarım aşamasında sistematik düşünce yaklaşımını uygulamak, yapı parçalarının bölünmesine ve bu parçalar arasındaki ilişkilere dayalı dinamik bir yapı oluşturmayı sağlamaktadır. Mimari yapı, fiziksel ve işlevsel düzeni açısından bir sistem olarak ele alınabilir. Bir sistem, ortak bir amaca hizmet eden ve daha karmaşık ve birleşmiş bir bütünü oluşturan birbirine bağlı veya birbiriyle ilgili parçaların toplamı olarak tanımlanabilir. Bir bütün olarak yapı, mekansal organizasyonu ve üç boyutlu formunun yanı sıra, birbirleriyle ilişkili, koordine ve entegre olması gereken birtakım sistem ve alt sistemlerin fiziksel düzeni olarak anlaşılabilir. (Deniz Ö.Ş., 1999)

Döngüsellğe uygun yapı sistemi düzeni için uygulanabilecek iki farklı yaklaşım dikkate alınabilir: Yapı Parçalarının İşlevlerine Göre Hiyerarşik Düzendeki Örgütlenmesi ve Yapı Parçalarının Değişim Zamanlarına Göre Katmanlaşması (Deniz Ö. Ş. ve Doğan E., 2013)

Yapı Parçalarının İşlevlerine Göre Hiyerarşik Düzendeki Örgütlenmesi:

Bir mimari yapı sistemi çeşitli yapı parçalarının bir araya getirilmesiyle oluşturulur. Bu parçalar, yapıya yönelik işlevsel amaçlarına göre, yapı alt sistemleri (taşıyıcı sistem, dış kabuk sistemi, servisler sistemi, iç donatım sistemi, dış donatım sistemi), yapı elemanları (kolon, kiriş, döşeme, çatı, duvar, temel, kapı, pencere, mobilya, merdiven, asansör, elektrik, ısıtma ve su donanımı, vb.), yapı bileşenleri (tuğla, pano, boru, kadron, pervaz, musluk, vida, menteşe, vb.) ve yapı malzemeleri (kum, çakıl, boya, çimento, asfalt, ahşap lifleri, vb.) olmak üzere, hiyerarşik olarak farklı düzeylerde bir araya getirilebilir. Bu yaklaşıma göre hiyerarşinin en üst düzeyinde tüm parçaların toplamı olan yapı sistemi, bir alt düzeyde yapı bileşenlerinin bir araya gelmesiyle oluşan yapı elemanları ve en alt düzeyde ise yapı bileşenlerini oluşturan yapı malzemeleri yer alır. Yapım sürecinde bu hiyerarşi aşağıdan yukarıya doğru, söküm sürecinde ise yukarıdan aşağıya doğru işler (Şekil 3.2) (Deniz Ö. Ş. ve Doğan E., 2013). Bu yaklaşımın DY için önemi, yapı sisteminin, karmaşıklığa yol açmadan kurulma ve sökülme süreçlerini anlaşılır biçimde açıklamasıdır. DY stratejileri, böyle bir sistem çerçevesi içinde daha kolay uygulanabilir.

Yapı kullanım dönemi sonunda, ortaya çıkan çeşitli koşullara bağlı olarak yapı ve yapı parçaları, hiyerarşik düzendeki, çeşitli geri kazanım olanaklarına sahip olabilir (Tablo 3.1). Bu hiyerarşi, geri kazanım olanakları için gerekli maliyet, işlem, zaman, çevresel yük, vb. etkenlere dayalı olarak belirlenebilir. Örneğin, malzeme yeniden kullanımı, malzeme geri dönüşümünden, daha az enerji ve işlem gerektirdiği ve daha az çevresel yük getirdiği için daha avantajlıdır. Bu hiyerarşi, DY tasarım sürecinde, tasarımın, yapım yöntemlerinin, yapı parçası ve bağlantıların seçiminde mimarlara yardımcı olabilir (Macozoma, D.S., 2002).



Şekil 3.2: Yapı sistemini oluşturan parçaların hiyerarşik düzeni. (Deniz Ö. Ş. ve Doğan E., 2013)

Yapı ve yapıyı oluşturan parçalar işlevsel, teknik ve ekonomik parametrelere bağlı olarak, belirli hizmet yaşam aralıklarına sahiptir. Yapı parçalarının teknik yaşam aralığı, insan ve çevre baskısı, eskime döngüleri, vb. gibi kullanımda ortaya çıkan etkenlere karşı dirençli olduğu dönemi içerir. İşlevsel yaşam aralığı ise, yapı parçasının amaçlanan kullanımı sürdürdüğü dönemi içerir. Önemli DY tasarım ilkelerinden biri, uzun ve kısa yaşam aralığına sahip yapı parçalarının ayrılmasıdır. Birbirinden tamamen farklı işlevsel yaşam aralığına sahip ayrı yapı parçaları arasındaki bağlantı noktaları uygun biçimde çözümlendiğinde, DY açısından çok etkin seçenekler ortaya koyabilir. Yapı parçaları arasında en uzun yaşam aralığını oluşturacak bağlantı noktalarını çözümleyebilmek amacıyla onarım ve değiştirme döngüsü bilgileri kullanılabilir. Bu bilgiler, malzeme seçiminde ve yapı parçaları için en uygun bağlantı detaylarının belirlenmesinde karar vericilere yardımcı olabilir (Tablo 3.2) (Guy B., Ciarimboli N., 2005).

Tablo 3.1: Yapı parçalarının kullanım sonrası geri kazanım olanakları hiyerarşisi. (Macozoma, D.S., 2002)

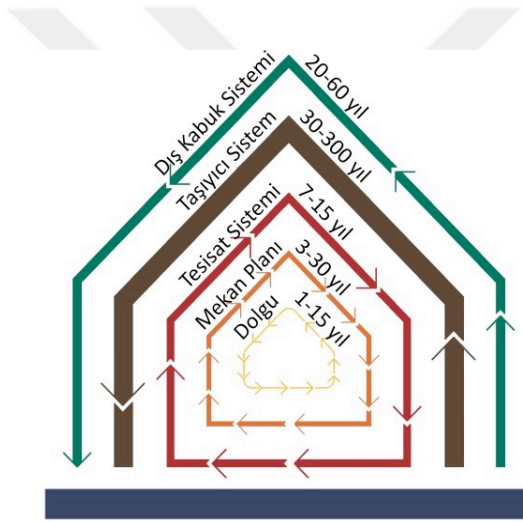
YAPI PARÇALARININ GERİ KAZANIM OLANAKLARI HİYERARŞİSİ	
BİNANIN - YAPI SİSTEMİNİN YENİDEN KULLANIMI	Onarım (Renovation)
	Yer Değiştirme (Relocation)
	Uyarlanabilir kullanım (Adaptive use)
ELEMENİN - BİLEŞENİN YENİDEN KULLANIMI	Benzer/farklı amaçla aynı yerinde uygulama
	Benzer/farklı amaçla başka yerde uygulama
	Yüksek/düşük değerde kullanma
MALZEMENİN YENİDEN KULLANIMI	Benzer/farklı amaçla aynı yerinde uygulama
	Benzer/farklı amaçla başka yerde uygulama
	Yüksek/düşük değerde kullanma
MALZEMENİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ	Yukarı dönüşüm (Upcycling)
	Geri dönüşüm (Recycling)
	Aşağı dönüşüm (Downcycling)

Tablo 3.2: Yapı parçalarının onarım ve değiştirme döngüleri. (Guy, B., Ciarimboli, N., 2005)

YAPI PARÇASI TÜRÜ	ONARIM (Yıl)	DEĞİŞİM (Yıl)
Düz çatıda membran örtü	10	20
Eğimli çatıda çimento levha kaplama	20	50
Eğimli çatıda çelik levha kaplama	-	30
Tuğla cephe kaplaması	25	75+
Akrilik sıva	20	?
Alçı levha iç duvar kaplaması	3-10	25
İç duvarda beton blok	10-20	75+
Metal veya PVC pencere	10-20	40
Kaplanmış ahşap pencere	10-15	25-50
Masif ahşap iç kapı	4-8	15
Metal kapı	5-15	25
Mozaik döşeme kaplaması	0-15	60+
Seramik döşeme kaplaması	10-15	40+
PVC karo döşeme kaplaması	8-15	20
Masif ahşap döşeme kaplaması	5-10	40+
Halı döşeme kaplaması	3-8	5-15

Yapı Parçalarının Değişim Zamanlarına Göre Katmanlaşması:

Stewart Brand yapı bütünü, fiziksel parçaların, fiziksel parçaların ilişkili olduğu “zaman aralığı parçalarına” uygun biçimde bir araya getirilmesiyle kurulabileceğini açıklamıştır. Brand’a göre, bir mimari yapı farklı işlevler üstlenen farklı katmanlardan oluşur ve bu katmanların her biri farklı yaşam aralıklarına sahiptir (Şekil 3.3) (Brand S., 1994). Brand’ın yanısıra birçok araştırmacı, binanın farklı değişim katmanları için hizmet yaşam aralıkları önermişlerdir (Tablo 3.3) (Crowther, P., 2001).



Şekil 3.3: Bir yapının farklı değişim katmanları. (Brand S., 1994)

Tablo 3.3: Yapıların farklı değişim katmanlarının hizmet yaşam aralıkları (yıl). (Crowther, P., 2001)

TAŞIYICI SİSTEM	DIŞ KABUK SİSTEMİ	TESİSAT SİSTEMİ	MEKAN DÜZENİ	KAYNAKLAR
30-300	20	7-15	3-30	Brand 1994
50	50	15	5-7	Duffy 1989
40	15	3	5-8	Cook 1972
50-75	25	8-10	2-8	Durmisevic&Brouwer 2002
25-125	25	5	5	Kikutake 1977
60-100	15-40	5-50	5-7	Curwell 1996
60	20	7-15	3-5	Storey 1995
65	65	10-40	5	Howard 1994
50	30-50	12-50	10	Adalberth 1997
40	36	33	12	McCoubrie 1996
-	15-30	7-30	-	Suzuki 1998
40	12-30	30-40	8-40	Tucker 1990

Her katmanın, değiştirilmeden önce belirli bir zaman aralığında kullanılması gerekir. Bu modelde, daha kısa yaşam aralığına sahip katmanlar yapı yüzeyine daha yakın konumda ve daha kolay erişilebilir. Bu katmanlar, daha alttaki kalıcı (daha uzun yaşam aralığı olan) katmanlardan, herhangi bir hasar veya gereksiz parçalanma olmaksızın, daha kolay sökülebilir. Brand’ın “değişim katmanları” şeması, bir yapının, beklenen (tahmin edilen) yaşam aralıklarına göre nasıl düzenlenmesi gerektiğini açıklar. Brand’a göre, yapının uyarlanabilirliği için temel ilke, yapı katmanları ve sistemleri arasında mekana ve zamana bağlı, yapının doğasının olarak sağladığı kopmanın olmasıdır. Bu durum, uzun yaşamlı ve kısa yaşamlı katmanlar arasında çatışma olmaksızın katmanlara erişilebilirliği sağlar (Deniz Ö. Ş. ve Doğan E., 2013).

Çeşitli çalışmalar sonucunda bina seviyelerini ayırt etmek için farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar, yapı ürünü seviyelerinin sınıflandırılmasında adı ve ayrıntı düzeyi farklı olmasına karşın benzer kavramları paylaşmaktadırlar. Bu çalışmada, döngüsellik ile ilgili birçok girişimci ve araştırmacı tarafından kullanılan Brand'ın değişim katmanları modeli temel alınmıştır (Verberne, 2016, Bakx vd., 2016, Madaster, 2018b).

3.2.2 Dekonstrüksiyona uygun tasarım

Dekonstrüksiyon, bir yapının söküm veya yenilenme sürecinde, yapıyı oluşturan elemanların, bileşenlerin ve parçaların geri kazanımına olanak sağlayan bir yaklaşımdır. Böylece dekonstrüksiyon yaklaşımı binanın tamamen yıkımının ve atık oluşumunun önüne geçilmesine yardımcı olabilir. Dekonstrüksiyona uygun binalar, sürdürülebilirlik amacına yönelik birçok kriteri karşılayabilecek özellikler taşır (B. Guy & N. Ciarimboli, 2005). Bu tanımlardan yola çıkarak dekonstrüksiyon kavramını, bir yapıyı oluşturan parçaların ve tüm yapının yeniden kullanılabilmesi veya geri dönüştürülebilmesi ile geri kazanımı amacıyla, kolay ve hasarsız bir şekilde sökümü ve ayrıştırılması olarak açıklayabiliriz (Deniz Ö. Ş. ve Doğan E., 2013). Dekonstrüksiyon, bu doğrultuda yapılmış birçok teorik ve uygulamalı çalışmayla ortaya çıkan mimari bir yaklaşımdır.

Dekonstrüksiyona uygun yapı sistemlerinde yapı parçalarının geri kazanım olanakları:

Yapının dekonstrüksiyonu sürecinde en önemli sorun, kullanılan yapı parçalarının geri kazanım (yeniden kullanım ve geri dönüştürülme) olanakları sağlayamamasıdır. Hizmet ömrü sonunda ortaya çıkan yeni koşullara bağlı olarak yapı parçaları ya yıkım atığı olabilir veya geri kazanılabilir. Yapı ve yapı parçalarının hizmet ömrü sonunda bütünüyle yeniden kullanımından, parçaların geri dönüştürülmesine kadar, geri kazanım amacıyla uygulanabilecek çeşitli stratejiler vardır. Yapı parçaları için geri kazanım stratejileri (geri kazanım senaryoları veya yaşam döngüsü senaryoları), göre şöyle sıralanabilir (Morgan, C. and Stevenson, F., 2005), (Macozoma, D.S., 2002):

- Yapının yeniden kullanımı (Aynı yerde uyarlanarak yeniden kullanma, yer değiştirilerek farklı yerde yeniden kullanma),
- Yapı elemanlarının yeniden kullanımı (Benzer veya farklı amaçlar için aynı yerde yeniden kullanma, benzer veya farklı amaçlar için farklı yerde yeniden kullanma, yüksek veya düşük değerde yeniden kullanma),
- Yapı bileşenlerinin yeniden kullanımı (Benzer veya farklı amaçlar için aynı yerde yeniden kullanma, benzer veya farklı amaçlar için farklı yerde yeniden kullanma, yüksek veya düşük değerde yeniden kullanma),
- Yapı malzemelerinin geri dönüştürülmesi (Yüksek değerde geri dönüştürme, aynı değerde geri dönüştürme, düşük değerde geri dönüştürme).

Dekonstrüksiyona uygun yapı tasarımında yapıyı oluşturan malzeme, bileşen ve elemanların yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesi aracılığıyla geri kazanımlarına olanak sağlanabilmektedir. Yapı parçalarının geri kazanım olanakları çeşitli düzeyde ele alınabilir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Yapı parçalarının geri kazanım olanakları.

Yeniden Kullanım (Reuse): Bu geri kazanım stratejisi, bir yapı parçasının, hizmet ömrü sonunda bütün olarak orijinal yerinden alınarak, orijinal işlevine uygun şekilde veya farklı bir işlev için başka bir yerde tekrar kullanılmasını amaçlar. Yeniden kullanım, bir yapı parçasının hizmet ömrü sonunda oluşan yeni koşullara göre tekrar kullanılmasıyla yaşam süresinin uzatılmasına olanak sağlar. Birden fazla kullanıldığı için yapı parçasının değeri artar. Etkin yeniden kullanım olanağı, yapı parçalarında dayanıklılık gerektirir. Yeniden kullanım ideal bir durumdur. Yapı parçaları belirli bir süre kullanımdan sonra bozulduğu için yeniden kullanılma kapasitelerini kaybedebilirler. Bu durumda yeniden kullanım olanağının tekrar elde edilebilmesi için temizleme, onarım, yenileme gibi işlemler gerekebilir. Yeniden kullanım stratejisinde yüksek performanslı yapı parçalarının kullanılması önemlidir. Yeniden kullanım stratejisi, doğal kaynaklara olan talebin ve yapısal atığın azaltılmasını sağlayan en etkili yol olduğu için en çok tercih edilen seçenektir (Webster, M., Costello, D., 2005). Tekrar kullanılacak yapı parçalarının, yeni yaşamındaki gereksinimleri ve işlevleri karşılayıp karşılayamayacağı kontrol edilmelidir. Özellikle taşıyıcı yapı parçalarının yeniden kullanımlarının uygun ve güvenli olup olmadığı, ayrıntılı incelenme ve testlerle belirlenmelidir. Eğer yapı parçası yeniden kullanıma uygun değerde değilse, fakat bu değer geri dönüştürülme değerinden daha yüksekse, parça uygun başka bir işlev (amaç) için yeniden kullanılabilir. Bu tür parçalar çoğunlukla geri kazanılmış parça olarak kabul edilir.

Geri Dönüştürme (Recycle): Bu geri kazanım stratejisi, hizmet ömrü bitmiş yapı parçalarının ham malzemelere ayrıştırılmasını ve başka parçalar içinde işlenerek yeniden üretilmesini amaçlar (Örneğin, bir hurda çelik profil veya çelik panel ham malzemelerine ayrıştırıldıktan sonra yeni bir çelik profile veya panele dönüştürülerek tekrar kullanılabilir). Eğer bir yapı parçası yeniden kullanım ve yeniden işlevlendirme için uygun değerde değilse, geri dönüştürülme seçeneği araştırılmalıdır. Yeterli boyutta ve kesitte bütün olarak sökülemeyen parçalar genellikle geri dönüştürülür. Yeniden kullanımları güvenlik açısından riskli olan taşıyıcı yapı parçaları geri dönüştürülebilir. Geri dönüştürme, genellikle az zaman ve düşük maliyet gerektirdiği için daha çok tercih edilmektedir. Bu strateji, yaşam döngüsünün yeni hizmetlerle tekrar başlamasını sağlayan en temel yoldur. Yeniden

kullanım olanağı olan yapı parçaları belirli bir süre tekrar kullanımdan sonra (onarım ve iyileştirmenin yetersiz olduğu durumlarda) dayanıklılıklarını, dolayısıyla yeniden kullanılma kapasitelerini kaybedeceklerdir. Bu nedenle, yıkım atığına dönüşmemesi için, tüm yapı parçalarının geri dönüştürülebilme kapasitesine sahip olması gerekir. Hizmet ömrü bitmiş ve yeniden kullanılamayan bir yapı parçası her zaman aynı değerde geri dönüştürülemeyebilir. Üç farklı geri dönüştürme stratejisi uygulamak mümkündür (Macozoma, D.S., 2002): Yüksek değerde geri dönüştürme; aynı değerde geri dönüştürme; düşük değerde geri dönüştürme. Yüksek değerde geri dönüştürme (Upcycling), sökülen cephe parçasının daha iyi kalitede veya çevreye daha az zarar verecek şekilde yeni bir parçaya dönüştürülmesidir. Bu tür dönüştürme, yapı parçalarının yaşam döngüsü sürelerini en üst düzeye çıkarabilir. Aynı değerde geri dönüştürme (Recycling), sökülen yapı parçasının ayrıştırılıp ham malzeme olarak aynı kalitede yeni bir parça içinde kullanılmasıdır. Düşük değerde geri dönüştürme (Downcycling), sökülen yapı parçasının ayrıştırılıp daha düşük kalitede ve performansta yeni bir parça içinde kullanılmasıdır.

Geri dönüşüm, bir yapı malzemesinin atık olmasını engellemek amacıyla, onu ayrıştırarak tekrar üretim sürecine kazandıran bir uygulamadır. Yeniden kullanım, sökülen yapı parçalarının, yapı kullanım ömrü sonunda parçaların yaşamını uzatmak amacıyla, yeni bir düzende tekrar kullanılmasıdır. Yaşam döngüsünü tamamlamış parçaların söküldükten sonra yeni birleşimlerde yeniden kullanılması ile sistem ve sistem parçalarının ömrünün uzatılmasına olanak sağlanır. Kaynak korunumunda ve yapısal atığı minimum düzeye getirmede oldukça etkili bir yöntemdir (Brouwer and Durmisevic, 2002).

Yapının yaşam süresi sonunda, yıkım için hiçbir detay göz önünde bulundurulmadan kaba kuvvet uygulanmaktadır. Bu durum yapı eleman ve bileşenlerinin hasar görmesine ve yeniden kullanım için daha az değere sahip olmasına yol açar. Bu nedenle, yapı parçalarının yeni bir hizmet ömrü için değerini en üst düzeye çıkaracak şekilde yapının kolayca sökümüne olanak sağlayan dekonstrüksiyona uygun tasarım ilkeleri uygulanmaktadır. Dekonstrüksiyona uygun yapı tasarım ilkelerine dayalı, yeniden kullanım ve geri dönüşüm yöntemlerinin başarılı bir

biçimde uygulanması sonucunda yapıların geri kazanım potansiyelleri arttırılabilmektedir. Binaların yaşam döngüsündeki son evre olan yıkım evresinin yerine dekonstrüksiyon ile sağlanan söküm evresi konumlandırılabilir. Bu sayede herhangi bir yapının yaşam senaryolarında birçok alternatif üretilerek döngünün sürdürülebilirliği sağlanabilmektedir. Dekonstrüksiyona uygun yapı tasarımı için Guy ve Ciarimboli (n.d.) tarafından bir tasarım kılavuzu oluşturulmuştur. Bu kılavuzda on temel ilke yer almaktadır (B. Guy & N. Ciarimboli, 2005):

Form ve Strüktürde Sadelik: Yapıda form tasarımının yalın ve minimal olması ile yapı elemanlarının kolaylıkla uyum sağlamasına özen gösterilmelidir. Seçilen geometrik formda sadelik esas alınarak gerektiğinde birbirini tekrar eden geometriler oluşturulmalıdır. Strüktür açısından dışarıdan okunabilir net ve açık olmalıdır. Taşıyıcı sistemde karmaşıklıktan kaçılmalıdır. Basit ve açıklıkları rahat geçebilen taşıyıcı sistemler kullanılmalıdır. Özel tip yapı parçalarına ihtiyaç duymadan taşıyıcı sistem oluşturulmalıdır.

Yapı Ürünlerinin Belgelerinin Elde Edilebilirliği: Proje kapsamının tüm aşamalarında seçilen yapı malzemeleri tanımlanarak kaydedilmeli ve malzeme envanteri çıkarılmalıdır. Böylelikle yapı kullanım ömrü sonrası yapı hakkında bilgi edinilmesine olanak sağlanır.

Yapı Birleşim Detaylarında Sökülebilir Bağlantı Elemanları Kullanılması: Yapının taşıyıcı sisteminde, iç donatım elemanlarında, tesisatlarda vb. birleşim detaylarında kimyasal bağlantılar yerine sökölüp takılabilir bağlantı elemanları kullanılmalıdır. Bağlantı elemanlarının kullanımında yapının söküm süreci düşünülerek hareket edilmelidir. Montaj ve söküme olanak sağlayan mekanik bağlantı elemanları tercih edilmelidir.

Bağlantı Elemanlarının Ulaşılabilirliği: Yapının tesisatı, taşıyıcı sistemi ve iç donatımında herhangi bir müdahaleye veya değişime olanak sağlaması açısından bağlantı elemanlarının kolaylıkla ulaşılabilir olması gerekmektedir.

Yeniden Kullanım ve Geri Dönüşüme Uygun Malzeme Kullanımı: Yapıda, geri dönüşüme ve/veya yeniden kullanıma olanak sağlayan yapı malzemeleri tercih edilmelidir. Yapının işlevi tamamlandıktan sonra kompozit malzemelerin ayrıştırılması maliyetli ve zor birtakım işlemler gerektirdiğinden, bu tip

malzemelerden uzak durulmalıdır. Çevre ve sağlık açısından zararlı yapı malzemeleri (asbest, kurşun, kadmiyum vb.) kullanılmamalıdır.

Yapı Elemanlarının Birbiriyle Değiştirilebilmeye Elverişli Olması: Herhangi bir yapı elemanının, değişen ihtiyaçlar doğrultusunda sökümü yapılarak farklı bir yapı elemanı ile yer değiştirilebilir olmasını sağlayan tasarımlar yapılmalıdır. Yapı elemanlarına farklı işlevler kazanmasına olanak sağlanmalıdır.

Elektrik, Mekanik ve Tesisatların Birbirlerinden Bağımsız Tasarlanması: Yapı sökümü aşamasında daha pratik bir süreç izlemek adına elektrik ve mekanik tesisatları birbirinden bağımsız olmalıdır. Bağımsız tasarlanması sayesinde, sökümü yapılan elektrik, mekanik ve tesisatların birbirinden bağımsız olarak eş zamanlı sökümünün mümkün olması sağlanmaktadır.

Güvenli Montaj ve Demontaj Olanakları: Yapının kullanım ömrünün tamamlanması sonrasında dekonstrüsyona uygun sökümünün gerçekleştirilmesi için işçi açısından güvenli demontaj ve montaj olanağı sağlanmalıdır.

Yapı Bileşenlerinde Standart Ölçülerin Kullanılması: Nakliye, söküm ve montaj kolaylığı açısından yapı tasarımı aşamasında yapı bileşenlerinin standart ölçülerde tasarlanması gerekmektedir.

Kullanılan Bağlantı ve Malzeme Çeşitlerinin Miktarı / Karmaşıklık: Yapıda söküm işleminin kolay olması açısından, kullanılan malzeme çeşidi ve bağlantı elemanları minimum düzeyde olmalıdır.

3.2.3 Uyarlanabilirliğe uygun tasarım

Uyarlanabilirliğe uygun tasarım, ürün ömrünün, değişime uyum sağlayamaması nedeniyle sona erdiği hipotezine dayanır. Esnek olmayan ürünleri aktif, uyarlanabilir sistemlere dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Uyarlanabilirliğe uygun yapı tasarımı, eskime, doğal kaynak tüketimi ve malzeme israfından kaçınmak için kullanılan bir stratejidir (P. Moffatt & S. Russell ,2001). Bina yaşam döngüsü araştırmalarından ulaşılan bilgilere göre eskime kavramı aşağıdaki terimler ile tanımlanır:

- Yapı parçalarının işlevlerinin, eskimiş, kötü tasarlanmış veya kötü inşa edilmiş olması, yetersiz planlama, değişen çalışma ortamlarına ve artan/azalan mekan gereksinimlerine uyum sağlayamaması.

- Finansal faktörlere bağlı olarak binanın değer kaybetmesi, maliyetin artması, bakım ihtiyacı, estetik algısındaki değişiklikler ve birçok alternatifin mevcudiyeti.

Döngüsel yapı tasarımı için tasarımcılar, değişiklik taleplerinin kolaylıkla karşılanabildiği yaşam süresi boyunca minimum kaynak tüketimine ve minimum atık üretimine yol açan binalar tasarlamaya teşvik edilmektedir. Uyarlanabilir bir binanın yaşam süresinin sonsuz olması beklenemez, ancak değişime kolayca uyum sağlayabilen dayanıklı bir bina olarak algılanması gerekir. Böyle bir binanın sahip olması gereken en önemli özellikleri esneklik ve dayanıklılıktır.

Uyarlanabilirliğe uygun tasarımın teorik temelini, yapı kavramını statik bir nesne yerine farklı yaşam sürelerine sahip katmanlar ile inşa edilmiş dinamik bir sistem olarak kabul etme oluşturur. Bu tasarım yaklaşımı, binanın zaman gereksinimini karşılayacak şekilde değiştirilebilmesini ve daha uzun bir kullanım ömrüne sahip olmasını hedeflemektedir (Kasarda ve diğerleri, 2007).

Moffatt ve Russell (2001) bina uygulamalarına dayanarak, uyarlanabilirliğe uygun bina tasarımında kullanılabilecek çeşitli ilkeler tanımlamıştır:

Dayanıklılık: Yaşam süreleri uzun olan strüktür ve kabuk gibi yapı katmanlarının bakım, onarım ve değiştirme gereksinimlerinin yüksek dayanıklılığa uygunluğu.

Tasarım Esnekliği: Mekan tasarımlarının alternatif kullanımlara uygunluğu.

Servis Elemanlarına Erişim Kolaylığı: Alçı tavanlara, yükseltilmiş döşemelere, tesisat ve mekanik elemanlara, merkezi kanallara, kablolar ve ekipmanlara erişim kolaylığı.

Yapı Sisteminde Kullanılan Yapı Parçası Türü ve Miktarı: Kullanılan yapı parçalarının ve bağlantı türlerinin sayısının minimumda tutulması

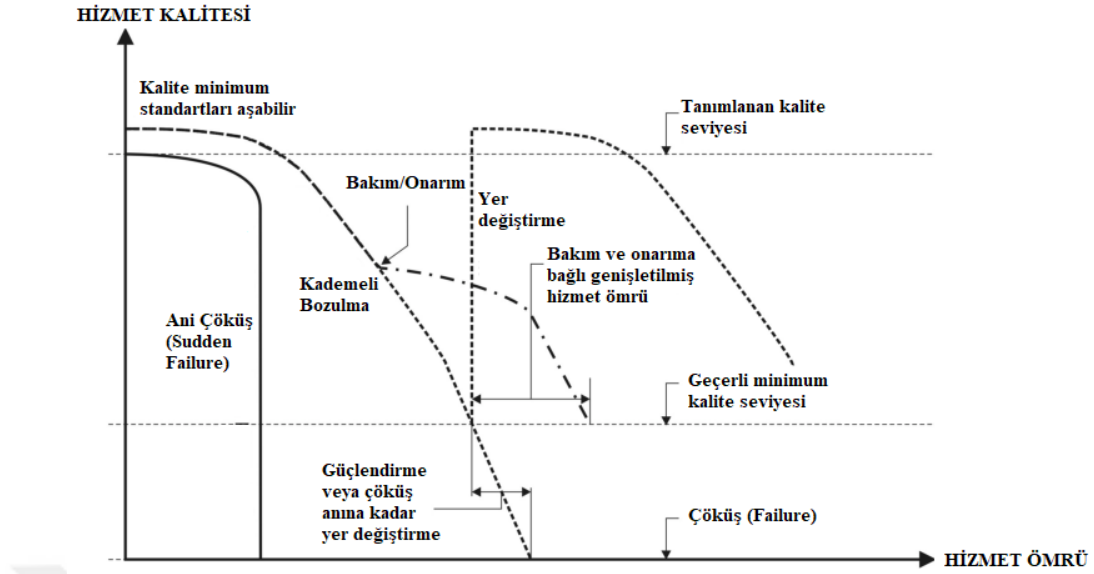
Yapı Strüktürünün Karmaşıklık Düzeyi: Yapının taşıyıcı özelliği konusunda önem taşıyan sistemlerin karmaşıklıktan uzak bir biçimde tasarlanması.

Yapı Parçalarının İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kapasitesi: Yapıyı oluşturan bileşen ve elemanların, gerektiğinde performanlarının yükseltilebilme kapasitesi.

Yapı Parçalarına Bağımsız Müdahale Edilebilme Olanığı: Yapı katmanlarını oluşturan bir yapı parçasına diğer yapı parçalarının performansını etkilemeden müdahale edilebilme olanağı.

3.2.4 Dayanıklılığa uygun tasarım

Yapının dayanıklılığı, “bir yapının ve yapıyı oluşturan yapı parçalarının belirli bir zaman içinde bozulmaya neden olan etkenlere karşı direnç gösterme yeteneği” olarak tanımlanabilir (Nireki, 1996). Dayanıklı bina ve yapı parçaları, bozucu etmenler karşısında bakım, onarım için beklenmeyen maliyetler veya bozulmalar oluşturmaksızın, gereksinim duyulan işlevlerini belirlenen hizmet süresi içinde ve belirlenen düzeyde yerine getirebilmektedir. Hizmet ömrünü beklenen düzeyde sürdürememesi durumunda, yapı parçalarının kullanımı işlevsel, ekonomik veya güvenli olmaktan çıkar, bakım, onarım, değiştirme, yenileme gerektirebilir. Bu gereksinimlerin (yinelenen gömülü enerji taleplerinin) büyüklüğü ve yoğunluğu, yapı sistemlerini oluşturan eleman, bileşen ve malzemelerin dayanıklılıklarının ne kadar uygun biçimde bağdaştırıldığına ve bunların periyodik bakım, onarım ve değiştirme için ne kadar erişilebilir olduğuna bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Cole ve Kernan, 1996).



Şekil 3.5: Hizmet ömrü ile hizmet kalitesinin bir fonksiyonu olarak dayanıklılık özellikleri ve ilişkileri. (Kesik ve Saleff, 2005)

Dayanıklılıkla ilgili üç önemli hizmet kalite eşiği bulunmaktadır (Şekil 3.5): (Kesik ve Saleff, 2005)

1. Tasarımcı ve yeni hizmet koşullarını temsil eden minimum kodlar ve standartlar tarafından belirlenen kalite.
2. Değişirme veya iyileştirme gereksinimini gösteren minimum kabul edilebilir kalite.
3. Eleman, bileşen veya malzemenin tamamen hizmet yapamaz olduğu göz önünde bulundurulmuş bozulma durumu.

Hizmet yapamama durumu aniden ortaya çıkabildiği gibi, kademeli bozulma şeklinde de meydana gelebilmektedir. Hizmet yapamama durumundan önce bakım ve onarım yapılırsa hizmet ömrü uzatılabilir. Ancak minimum kabul edilebilir kalite eşiğinin altına geçen geciktirilmiş değişirme veya iyileştirme, hizmet yapamama durumuyla karşılaşılmasını hızlandırabilir. Geleneksel binalar, tüm yapı parçaları binanın tüm hizmet süresince dayanacak şekilde tasarlanmakta idi. Fakat günümüzde teknolojik gelişimin sağladığı olanaklar sayesinde tasarımcılar, bir binayı oluşturan yapı parçalarının yerine getirmesi gereken işlevleri ayırabilmekte ve keskin sınırlarla tanımlayabilmektedir (örneğin; taşıyıcı sistem, dış kabuk sistemi, servisler sistemi, iç donatım sistemi vb. farklı işlevleri üstlenen parçalar ayrılmaktadır). Böylece binayı

oluşturan tüm yapı parçalarının hepsinin maksimum dayanıklılığa göre tasarlanması gereksiz olmaktadır. Bir binanın taşıyıcı sistemi birkaç yüzyıl boyunca yeterli işlevi sağlayacak şekilde tasarlanır. Buna karşın, özellikle ticari ve kamusal binaların uzun yaşam süresi içinde iç donatım, servisler, hatta dış kabuk sistemlerinin yenilenmesi ve değiştirilmesi kaçınılmaz olmaktadır (Kesik ve Saleff, 2005). Dayanıklılık, sürdürülebilir mimarinin temel taşlarından biridir. Mimarlar, bina tasarımında büyük sorumluluk aldıkları için bina dayanıklılığının belirlenmesinde de önemli rol oynarlar. Binaları yıkılabilecek bir mülk olmaktan çok, çevresel, ekonomik, teknik ve sosyal boyutlarıyla kültürel kaynaklar olarak tanımlayan “toplam bina performansı” kavramı kapsamında dayanıklılık yeniden tanımlanmalıdır. Bu bütünsel kavramın etkin biçimde uygulanabilmesi için, dayanıklılığa ilişkin nitel ve nicel verilerin ilişkisini sağlama araçlarının bina tasarım sürecine dahil edilmesi gerekmektedir.

Döngüsel yapı tasarımı, yapı parçalarının en yüksek düzeyde geri dönüşümünü ve yeniden kullanımını amaçlamaktadır. Böylece bu parçalar, başka bir projede yeniden kullanılarak geri kazanılır. Ancak yapıyı oluşturan parçaların geri kazanıma uygun olabilmesi için yaşam döngüsü süresince kendinden beklenen performansı yerine getirecek düzeyde dayanıklılığa sahip olacak özellikte tasarlanması gerekir.

3.3 Döngüsel Yapı Ürünleri

Yapı sektöründe, bir bina oluşturmak için birçok farklı malzeme bir araya getirilmektedir. Her malzemenin kendine ait bir yaşam döngüsü vardır. "Döngüsel ekonomi modelinin" amacı, ekonomideki ürün, malzeme ve kaynakların değerini mümkün olduğunca uzun süre korumayı sağlamaktır (Avrupa Komisyonu, 2011). Yapı sektöründe, ürün geri dönüşümünün yüksek oranda sağlanabilmesi için yapıların malzeme kompozisyonu hakkında detaylı bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Mevcut durumdaki yapılar konuma, iklime, yönelime ve mevcut teknolojilere bağlı olarak tasarlanan tek seferlik projelerdir. Yapıda artan karmaşıklık ve çok sayıda malzeme ve ürün kullanımı nedeniyle, sayısallaştırma, süreç otomasyonu ve veri standartlarının uygulanması bir ön koşul haline getirilmelidir (M.

Heinrich, 2019). Döngüsel bir iş modelinin çalışabilmesi için "Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi"ne (WCSD) göre, bilgi teknolojisi temel bir kolaylaştırıcılık sağlamaktadır. Mimar ve tasarımcıların, hangi malzemenin mevcut olduğunu, kalitesini ve malzemelerin ne zaman yeniden kullanıma hazır hale geldiği ile ilgili daha fazla bilgi sahibi olması gerekmektedir. Yapıların kullanım aşamasındaki kalitesini takip edebilmek ve bu bilgileri yeniden kullanım sağlayacak şekilde malzeme alımında zamanında kullanabilmek amacıyla malzeme pasaportu gibi standardizasyonu sağlayan yardımcı araçlara ihtiyaç duyulmaktadır.

3.3.1 Malzeme pasaportu

Malzeme pasaportu, bir ürün veya yapının içerdiği tüm malzemelerden oluşan belgelerden oluşan elektronik veri kümeleridir. Yapıyı oluşturan malzemelerin tanımlı özelliklerini tanımlayan ve onlara geri kazanım, geri dönüşüm ve yeniden kullanım için değer veren bir dizi veriden oluşmaktadır (M. Heinrich, 2019). Malzeme pasaportu vasıtasıyla bir ürünün özellikleri son kullanıcıya aktarılabilmektedir. Yapılar hakkındaki gerekli bilgiyi detaylı olarak elde etmek için ürün tedarikçilerinin malzemeleri/ürünleri ile ilgili detaylı bilgileri paylaşmaları gerekmektedir. Malzeme pasaportları, geri dönüşümlü tasarımı desteklerken yapı malzemelerinin, ürünlerinin ve bileşenlerinin döngüsel kullanımı için malzemeler, ürünler ve bileşenler hakkında gerekli bilgileri sağlamaktadır (Url-2). Malzeme pasaportu, geri dönüşüm potansiyelini ve çevresel etkiyi değerlendirmek için de kullanılmaktadır.

Döngüsel yapı açısından malzemelerde karşılaşılan önemli bir sorun, yapıda kullanılan malzemelerin tanımlanmış kimliklerinin olmamasıdır. Malzeme pasaportu, malzemelere birçok özelliği tanımlanmış bir kimlik kazandırarak, tasarım aşamasında döngüsel yapıya uygun malzeme seçimine olanak sağlar. Bir binanın yaşam döngüsü süresince kimliğini koruyabilmek için, belirli bir hizmet süresinden sonra bölümlere ayrılabilen ve ayrıştırılabilen malzeme pasaportları oluşturmak önemlidir. Bu yöntem, bir malzemenin/bileşenin kimliğinin, tüm malzemelerin/bileşenlerin ayrıntılarını korumak için bir sonraki işlevine entegre edilebilmesine olanak sağlamaktadır (M. Heinrich, 2019).

3.3.2 Yapı pasaportu

Yapı Pasaportu, yapı tasarımından yıkım aşamasına kadar yapı ile ilgili tüm verileri barındıran bir veri platformudur. Farklı malzeme pasaportları tek bir formatta birleştirilerek bir yapı pasaportu oluşturulmaktadır. Yapı pasaportu, yapıyı oluşturan tüm farklı malzemelerin teknik özelliklerini içermektedir. Yapının toplam yaşam döngüsü boyunca gerçek durumunu göstermek amacıyla yapı pasaportu kullanılmaktadır. Ayrıca, yapı pasaportu sayesinde yapının gerçek değerinin açık ve ayrıntılı olarak gözlenebilmesi yatırımcılar açısından da avantaj sağlamaktadır. Yapının hizmet süresi sonunda içerdiği malzemelerin, malzeme pasaportlarındaki ilgili bilgilerden yararlanılarak yeniden kullanılabilmesine veya geri dönüştürülebilmesine olanak sağlanır.

Yapının içeriğindeki tüm farklı malzemeleri net bir şekilde ayrıştırabilmek için standart bir kodlama sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Malzeme ve yapı pasaportları oluşturmak amacıyla çeşitli platformlar ve standartlar geliştirilmiştir (M. Heinrich, 2019).

3.3.3 Kodlama sistemleri

Oluşturulan yapı ve malzeme pasaportlarının işleyişi için, her yapıya ait verilerin standart hale getirilmesi kodlama sistemleri ile sağlanmaktadır. Standartlaştırılmış kodlama, yapılar arasında bilgi akışı sağlanmasına ve farklı yapıların karşılaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Yapıları oluşturan tüm malzeme bilgilerini de karşılaştırmak mümkündür. Bu, kullanılmış olan malzemelerin yeni tasarlanan binalarda yeniden kullanılmasını daha verimli hale getirmektedir. Bir binanın yapısal özellikleri, birden fazla farklı kodlama sistemi kullanılarak analiz edilebilir. Hollanda'da binayı oluşturan parçaların sınıflandırılması amacıyla iki tür kodlama sistemi kullanılmaktadır: Yapı elemanları ile ilgili olan "NL/sfb kodlaması" ve Yapım işlemleri ile ilgili olan "STABU-standart kodlaması" (Url-3).

"NL/sfb" Kodlaması: Hollanda'da, yapı elemanlarının sınıflandırılması için en yaygın olarak "NL/sfb" adı verilen kodlama sistemi kullanılmaktadır. Bu kodlama sistemi vasıtasıyla, bir yapı fiziksel olarak tanımlanabilir ve ayırtılabilir. Kodlama

sistemi genellikle yapı projelerinin hazırlık aşamasında kullanılmaktadır (Url-3). NL/sfb kodlama sistemi, yapı malzemelerini tedarik etmek, tasarım aşamasında kullanılan CAD sistemleri ve binanın yapısal özellikleri ile ilgili bilgi dokümantasyonu oluşturmak için amacıyla geliştirilmiş olan nesne tabanlı bir sınıflandırma sistemidir (Delf Teknik Üniversitesi, 2019).

"STABU-Standart" Kodlaması: "STABU" vakfı, Hollanda inşaat endüstrisindeki en büyük kuruluşlar arasında yer almaktadır. Aynı zamanda bu vakıf yapma çevre için "STABU-Standart kodlaması" adını verdiği bir kodlama sistemi oluşturmuştur. STABU kodlaması, şantiyede yapım sırasındaki aşamaları takip eden süreçlerle ilgili bir yaklaşımdır (Url-5).

Her iki kodlama sistemi de binayı farklı bileşenlere ayırmaya yardımcı olmaktadır. Yapı sektörü için envanter, hizmetler ve saha planı hakkında ayrıntılı bilgi elde edebilmek ve döngüsel malzeme depoları oluşturabilmek için benzeri kodlama sistemlerinin geliştirilerek yaygınlaştırılması gerekmektedir.

3.3.4 Mevcut yapılarda yapı pasaportu örnekleri

Döngüsel ekonomi modelinin yapı sektöründeki ana amacı, bir binadaki tüm malzemeleri yeniden kullanmak veya geri dönüştürmektir. Bu ilkenin gerçekleşebilmesi için, bina sahiplerinin veya kurumların, mevcut veya yeni yapılardaki farklı malzemelerin gelecekteki yeniden kullanımları ile ilgili veri alışverişinde bulunabilecekleri platformlar oluşturmak önem taşımaktadır. Bu platformlar tarafından, binanın en önemli performans özelliklerini ve teknolojik verilerini ve ayrıca bina ile ilgili çeşitli belgelerin kapsamlı bir koleksiyonunu (planlar, hesaplamalar, kullanılan malzeme ve ürünlerin listeleri, özellikleri, uygulama, bakım, onarım vb. bildirimleri) gösteren sertifikalar oluşturulması gerekmektedir (Sesana, 2018). "Madaster Platformu" ve "BAMB" adı verilen kurumlar, malzeme özellikleri ile ilgili verileri saklamak/arşivlemek için bir malzeme pasaportu platformu geliştirmeye çalışmaktadır.

"Madaster Platformu": Thomas Rau tarafından yapılan “Atık, kimliği olmayan bir malzemedir” açıklaması, Madaster Vakfı'nın ortaya çıkmasına yol açan ifadedir.

Vakıf, yapısal atık yığınlarının kendi kendine çözüleceğini düşünmenin gerçekçi olmadığını, mevcut ekonomide iş modellerinin dayanıksız malzeme kullanımı ve atık oluşumu için asgari düzeyde vergilendirildiğine dikkat çekmektedir (Url-4). Bu vakıf, yapı malzemelerine kimlik kazandırma amaçlı bir teknoloji sunan çevrimiçi “kütüphane” niteliği taşıyan bir platform oluşturmuştur. Çevrimiçi kütüphanede tüm malzemelerin miktarlarına ve yapısal özelliklerine ait bilgiler yer almaktadır.

"Buildings as Material Banks (BAMB)": "Buildings as Material Banks (BAMB)", döngüsel çözümler yaratarak yapı sektöründe sistematik bir değişim üzerinde çalışmalar yapan ve Avrupa tarafından finanse edilen bir girişimdir (Url-1). "BAMB Materials Passports" platformu, özellikle yapı bileşen ve malzemelerinin yeniden kullanılması ve atık oluşumunun azaltılması için çalışmalar yapmaktadır. Ana odak noktalarından biri, yapı malzemelerinin detaylı bilgilerini içeren elektronik bir malzeme pasaportu oluşturmaktır. Heinrich ve Lang tarafından yapılan araştırmaya göre, yapı ile ilgili büyük miktarda veri toplamak, işlemek, depolamak ve kullanmak için dijital çözümler gerekmektedir. Malzeme pasaportlarında depolanan bilgiler, ancak ilgili uzmanlar tarafından gerekli zamanda kullanılabildiğinde fayda sağlamaktadır (Heinrich ve Lang, 2019) "BAMB" platformu, ilgili uzmanların verilerden faydalanması amacıyla oluşturulan "Ürün İçin Malzeme Pasaportu" ve "Yapı için Malzeme Pasaportu" örnekleri sunmaktadır (Url-1). Bir ürün için oluşturulan malzeme pasaportu, ürünü tanımlayan bir veri setidir. Veri seti, belirli bir üreticinin belirli bir ürününe özeldir. Bu veri seti büyük ölçüde üreticinin bir ürün hakkındaki bilgilerine dayanmaktadır (Şekil 3.6.) (Url-1). Yapı için malzeme pasaportu belirli bir bina/proje ile ilgili bilgileri içeren veri kümeleridir. Oluşturulduktan sonra, ürün örneklerinin bağlanabileceği bir merkez görevi görürler. Bu veri pasaportu, eksiksiz bir bina seviyesi veri seti olmanın yanı sıra o binadaki malzeme pasaportuna sahip olan ürün setini de temsil etmektedir (Şekil 3.7.) (EPEA-Nederland, 2019).

Materials Passport Platform **Prototype**
Products
Buildings
Instances
?
Logout



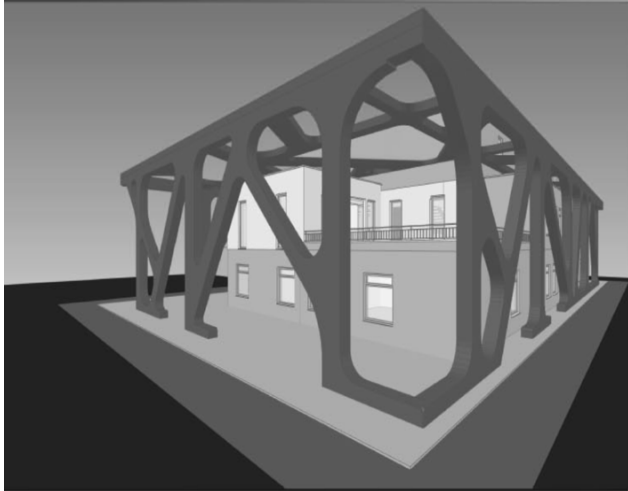
+ Add Product

Products

Name	Brand Name	Manufacturer	GTIN/EAN
Accoya® Wood	Accsys Technologies	Accsys Technologies	Unknown
Acrovyn® 4000	Acrovyn® 4000	Construction Specialties Inc.	Unknown
Ahrend Balance Desk	Ahrend	Ahrend	Unknown
AirMaster®	Desso	Tarkett	Unknown
Aluminium Door Furniture	AMI BV	AMI bv	Unknown
Armstrong Ultima+	Armstrong	Armstrong World Industries Limited	0888264102735
Axia 2.0 Office Chair	BMA Ergonomics	Flokk	

Şekil 3.6: Bir ürünün malzeme pasaportu örneği. (Url-1)

MATERIAL PASSPORT | TRAINING THE ARC



BUILDING NAME
Training The Arc

PUBLISHER
Sander Beeks

OWNER
Trainer Madaster

PUBLISHING DATE
11/12/2020

COMPANY NAME
Madaster Training

TRAINING THE ARC | GENERAL INFORMATION

PORTFOLIO NAME
Laren

PORTFOLIO OWNER
Trainer Madaster

BUILDING NAME
Training The Arc

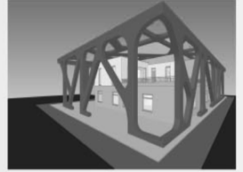
ADDRESS DETAILS
Address: Marconibaas 12
Postal code: 3439MS Nieuwegein

CADASTRAL INFORMATION
Cadastral designation: Jutphaas
Cadastral surface area: 7100 /m²
Lot number: JPS00 - D - 2819
Restriction of public law: Geen

MADASTER INFORMATION
Classification method: NL-SfB
Most recent BIM information: 11/12/2020 3:20 PM
Building usage: Offices (Office >= 1000m2)
Gross Surface Area: 1800 /m²
Delivery date: 1/23/2019
Last renovation date: -

LABELS
BREEAM: Good
GPR-score: -
Indicative MPG score: 0.69 €/m²
LEED: -

WELL SCORE



Şekil 3.7: Yapı pasaportu örneği. (Url-24)

4. DÖNGÜSELLİĞİ AMAÇLI YAPI ÖRNEKLERİNİN DÖNGÜSELLİK AÇISINDAN İRDELENMESİ

Döngüsellliği amaçlı yapı örneklerinin döngüsellik açısından irdelenmesi çalışması, bu amaçla uygulanmış yapıların döngüsellik özelliklerinin saptanmasını ve uygulamaların döngüsel yapı ilkeleri açısından değerlendirilmesini içermektedir. Döngüsellliği amaçlayan yapı örneklerinin, yeni bir yaklaşım kapsamında yer almaları nedeniyle, sağlayacakları olanaklar kadar ortaya çıkarabilecekleri sorunlar açısından da tartışılması önem taşımaktadır. Bu nedenle bu bölümde, önceki bölümlerde kavramsal açıdan ele alınan döngüsel yapı yaklaşımı, deneysel ve uygulanmış yapılar üzerinden incelenmiştir. Bu incelemelere dayalı olarak yapılacak irdellemelerde ulaşılmak istenen hedeflerden biri, döngüsellik yaklaşımı dikkate alınarak deneysel ve uygulanmış yapı örneklerinin döngüsellik açısından olumlu ve olumsuz özelliklerinin belirlenmesidir. Uygulanmış yapı örneklerinin irdelenmesiyle elde edilecek bulgular, yapıda döngüsellik ilkelerinin uygulanabilirliğinin, eksik ve geliştirilmesi gereken noktalarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

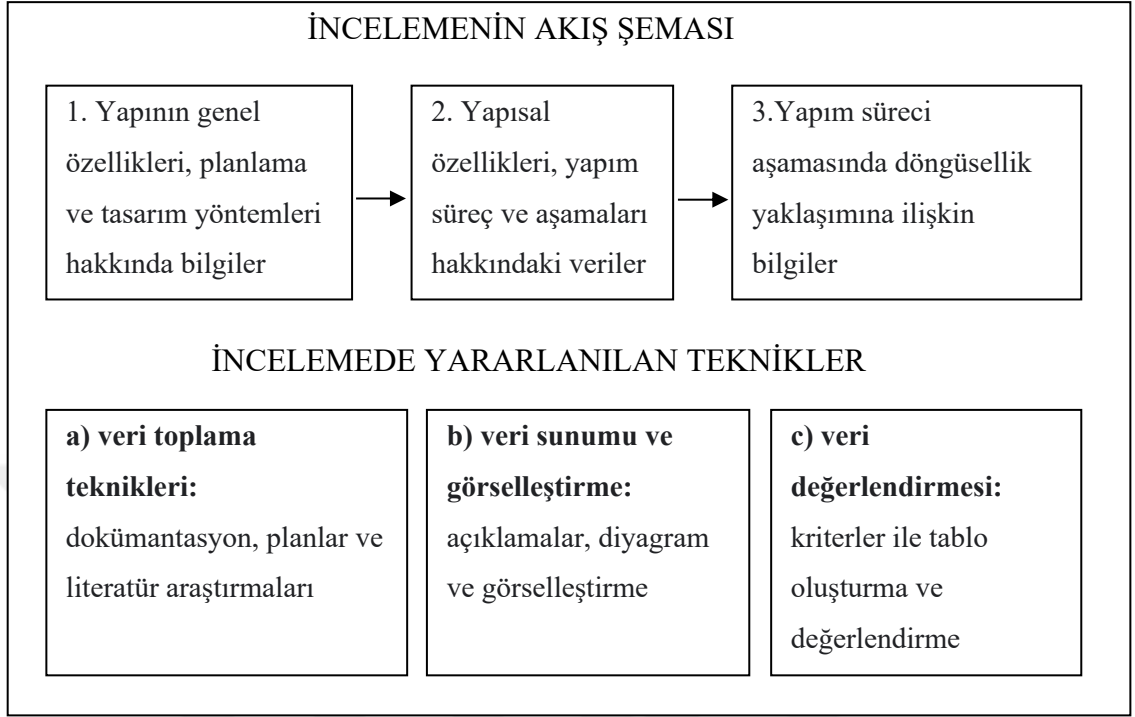
Döngüsellüğün amaçlandığı yapı örneklerinin döngüsellik açısından irdelenmesinde iki temel adım izlenmiştir. Önce, döngüsellliği amaçlayan belirli yapı örnekleri incelenerek, örnekler hakkında döngüsellik yaklaşımına ilişkin bilgiler elde edilmiş ve bu bilgilerin analizi ve sınıflandırması yapılmıştır. İrdelenmenin ikinci adımında ise, uygulanmış örnekler, döngüsellik ilkelerinden elde edilen belirli kriterler açısından değerlendirilerek, örnek yapıların, bir değerlendirme yöntemi kullanılarak, bu kriterleri karşılama değerleri hesaplanmıştır. Böylece, değerlendirme sonucunda örnek yapıların döngüsellik açısından eksikleri ve avantajları (döngüsellik performansları) belirlenmiş, bu sonuçlara dayalı olarak belirli yorumlar ve öneriler sunulmuştur.

4.1 Yapı Örneklerinin İncelenmesi

Dünya’da 20. yüzyılın yapı mirası, büyük oranlarda yapım ve yıkımlarla ortaya çıkan yapısal atıklardan oluşmaktadır. Gelişmiş ülkelerde 1970’lerden günümüze kadar çevre yasaları doğrultusunda atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermemesi için önlemler alınmaya başlanmış ve atık yönetim politikaları geliştirilmiştir. 2000’li yıllardan itibaren gerçekleştirilmiş döngüsellği amaçlayan tasarım ve yapım çalışmaları ise bu önlemlerin uygulanabilmesine yönelik temel rol oynayan mimari bir yaklaşım olmuştur. Döngüsel yapı tasarım yaklaşımının mimaride yeni bir düşünce olması nedeniyle daha fazla bilgi ve deneyimine ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüze kadar, döngüsellik niteliği taşıyan çeşitli deneysel çalışmalar yapılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda farklı ülkelerde döngüsellik amacına yönelik yeni yapılar inşa edilmiştir. Bu bölümde öncelikle, yapıda döngüsellik yaklaşımını geliştirmek ve yaklaşıma ileri düzeyde katkılar sağlamak amacıyla gerçekleştirilen deneysel çalışmalar incelenmiştir. Ardından 2010 yılından 2020 yılına kadar geçen süreçte uygulanmış, döngüsellğin amaçlandığı ve birbirinden farklı işlevlere sahip (farklı alanlarda verilmiş kararların irdelenmesine yardımcı olması için) beş farklı yapı örneği incelenmiştir.

4.1.1 Yapı örneklerinin belirlenmesi

Örnek yapı incelemesi, döngüsellği amaçlayan deneysel çalışmaların ve mevcut uygulamaların durumu hakkında bilgi edinebilmek ve döngüsellik yaklaşımını irdelenmek amacıyla izlenmiş bir yöntemdir. Nitel ve ampirik özellikler içeren bu yöntem, detaylı incelenen örnek yapı özelliklerinin kendi özel bağlamlarında kavranmasına yardımcı olabilir. Bu nedenle, örnek yapılar üzerinde yapılacak incelemeler, bu projelerin yapım sürecinde döngüsellği uygulama şekillerini ayrıntılı olarak ortaya çıkarmaya olanak sağlayabilir. Bu tez çalışmasında, örnek yapıların incelenmesine ilişkin süreci ifade eden akış şeması Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Örnek yapıların tasarım ve yapım süreçlerindeki döngüsellik çözümleri hakkındaki verilerin incelenebilmesi için veri toplama, verilerin görselleştirilerek sunumu ve veri analiz tekniklerinden yararlanılmıştır.



Şekil 4.1: Döngüsellği amaçlayan yapı örneklerinin incelenmesinde izlenen adımlar.

İncelemede ilk olarak ilgili literatür taranarak mimaride sürdürülebilirlik hedefine yönelik ve yapıda döngüsellği amaçlayan, tasarımlar ve uygulamalar araştırılmıştır. Yapıların genel özellikleri, mimari aşamaları, planlama ve tasarım yöntemleri hakkında bilgi toplanmıştır. Ardından örneklerin yapısal özellikleri, yapım süreci ve aşamaları hakkındaki veriler incelenmiştir. Böylece çeşitli yapı örneklerinde dikkate alınan döngüsellik yaklaşımına ilişkin bilgiler elde edilmiştir (Şekil 4.1).

Döngüsellik açısından incelenecek örnek yapıların belirlenmesinde, döngüsellik ilkelerini anlayabilmemizi sağlayacak ve güncel değerlendirmelere ışık tutacak, aşağıdaki "incelenecek yapılarda olması gereken özellikler" öncelikle dikkate alınmıştır:

- Döngüsel bir yapı oluşturulmasının amaç olarak benimsenmesi
- 2010 tarihinde veya sonrasında inşa edilmiş olması
- Farklı ülkelerde uygulanıp farklı işlevlere sahip olması
- Tasarım ve planlama süreci hakkında erişilebilir bilgilere sahip olması
- Yapısal özellikleri hakkında erişilebilir bilgilere sahip olması
- Uygulanan döngüsellik stratejileri hakkında erişilebilir bilgilere sahip olması

4.1.2 Deneysel yapı örnekleri

Çevreci mimarlık ofisleri ile birlikte çalışan birçok şirket, yapı sektörünü mevcut "kullan-at" durumundan döngüsel bir modele dönüştürmek için nelere ihtiyaç duyulduğunu incelemek amacıyla deneysel çalışmalar yapılması için teşvik ve destek sağlamaktadır. Döngüsel bir gelecek inşa etme hedefiyle yapıda döngüsellliği tüm yönleriyle inceleyebilmek için deneysel modül ve prototip üniteler yapılmıştır. Bu başlıkta 2019 yılında Hollanda'da Durmisevic & 4D Architects tarafından tasarlanan "Green Transformable Building (GTB Lab)" yapı ünitesi ve New York, San Francisco Körfez Bölgesi'nde yer alan 3XN Architect & Arup işbirliğinde yapma çevre için döngüsel tasarımın pratik uygulamalarını vurgulayan "Circularity Lab" deneysel modülü incelenmiştir.

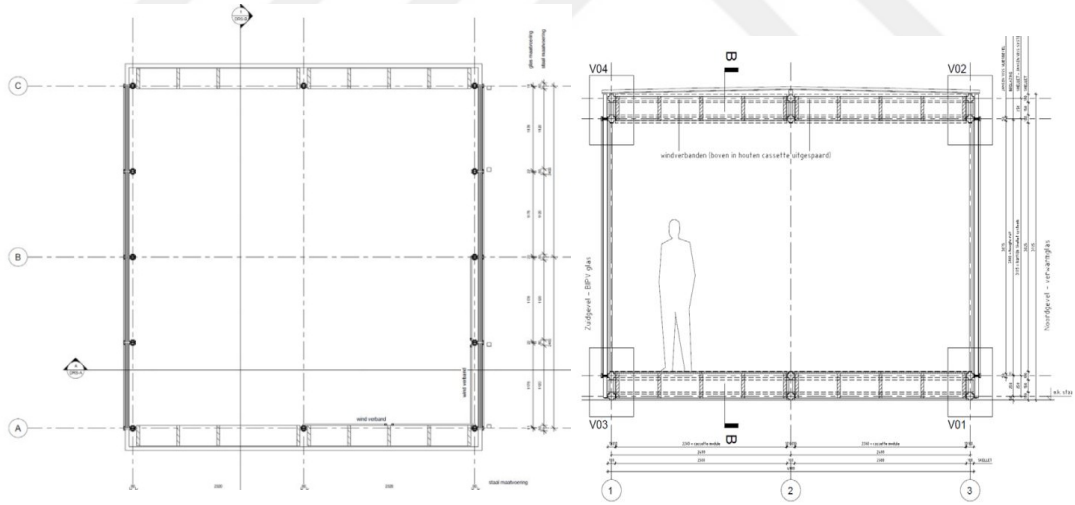
Deneysel Yapı Örneği 1: Green Transformable Building Lab (GTB Lab)

GTB LAB MODULE					
					
ÜLKE	YAPIM YILI	MİMAR	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME	İŞLEVİ
HOLLANDA	2019	Elma Durmisevic & 4D Architects	Çelik çerçeve sistem	Çelik+Ahşap	Çok işlevli alan (ünite)

"GTB Lab", değiştirilebilir bileşenlere sahip dönüştürülebilir çelik çerçeveli bir yapı modülüdür. Değişen günlük kullanımlar için çok işlevli 24 m² alandan oluşan, ihtiyaçlar doğrultusunda gereken miktarda büyütülme potansiyeline sahip deneysel nitelikli bir modül çalışmasıdır (Şekil 4.2). Modül çalışmasının amacı:

- Tersinebilir (reversible) yapı tasarımı protokolleri ve standartları kullanılarak bir binanın şekil, boyut ve işlev dönüşümünün test edilmesi,
- Yapı elemanlarının bağımsızlığını ve değiştirilebilirliğini sağlamak için pilot bir çalışma oluşturmak,
- Farklı yapı bileşenleri arasındaki arayüzlerin tersinebilirliğine, yapı parçaları arasındaki bağlantıların standardizasyonuna ve değiştirilebilir bileşenlerin boyutlarına odaklanmak,
- Yeni iş modelleri geliştirmek için yerel paydaşların ihtiyaç ve gereksinimlerini araştırmaktır.

İnovasyon merkezi çerçevesinde gerçekleştirilen Heerlen'deki döngüsellik yapı çalışması olan (GTB Lab) modül, bağımsız, değiştirilebilir, standartlaştırılmış ve tersinebilir çok işlevli çelik çerçeve zemin, cephe ve çatı bileşenlerinden oluşmaktadır (Url-7).



Şekil 4.2: GTB Lab plan ve kesit çizimleri. (Url-8)

"GTB Lab" Modülünün Tasarım Yaklaşımı:

"GTB" Laboratuvarında, geliştirme aşamasında ki dönüştürülebilir döngüsel bina tasarım araçlarının göstergeleri test edilmiştir. Yapı elemanlarının yeniden kullanım potansiyelini hesaplamasında, kullanılan kriterleri doğrulamak için değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme, GTB Lab çalışmasının tasarımındaki

bileşenlerinin yeniden kullanım potansiyeli gibi bazı kriterlerin iyileştirilmesine olanak sağlamıştır. Dönüştürülebilir (tersinir) “GTB Lab Döngüsel Modülü,” tüm yapı parçalarının tam tersine çevrilebilirliğini ve yeniden yüksek kullanım potansiyelini sağlamaktadır (Url-8).

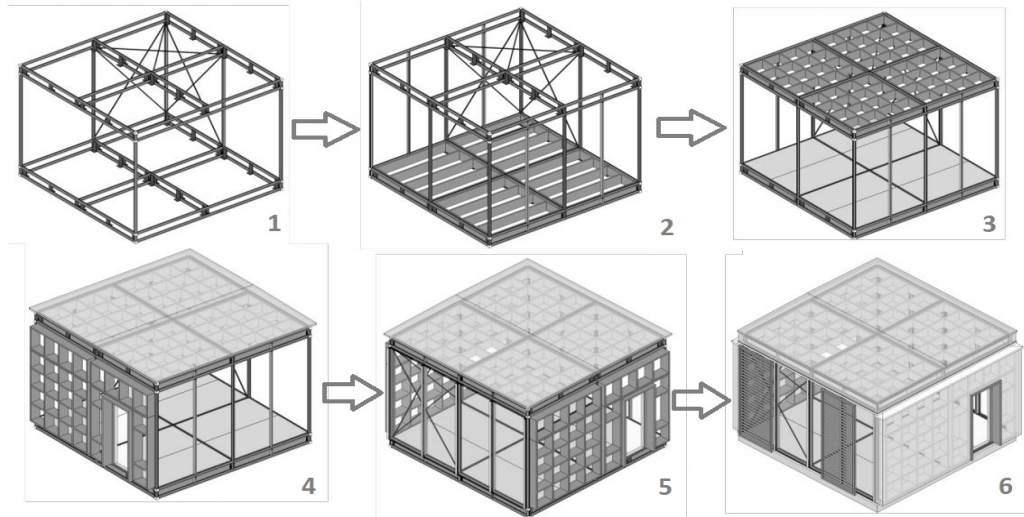
Modül tasarımı dört strateji araştırılmıştır:

Modül Düzeyinde Tersinirlik (Reversibility): Modülün yapı sistemleri (cepheler, çatılar ve zeminler gibi) farklı işlevlere dönüştürülebilir. Örneğin, ahşap cephe yapısı, uygulama sırasında zemin/teras oluşturmak için kullanılmıştır.

Bileşen Düzeyinde Tersinirlik (Reversibility): Bireysel bileşenler yeniden yapılandırılabilir. Örneğin, yapı içindeki bir kapıyı pencereye veya rafa dönüştürmek.

Tasarım - Üretim Ölçümü: Elemanların tasarımı ve üretimi arasındaki koordinasyon, atık oluşumunu %98 oranında azaltmaktadır.

Tekrarlanabilirlik: Standardizasyon ve montaj-demontaj kolaylığı modülü çoğaltmayı kolaylaştırır. Ayrıca, 3D modül kolayca taşınabilir ve genişletilebilir özelliğe sahiptir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: GTB Lab modülünün montaj aşamaları. (Url-8)

Yapı Sektörüne Sağladığı Yenilik:

GTB Lab, yapı üretiminde gelenekselden döngüsel geçiş yaparak yeni döngüsel ürünlerin gelişimini araştıran bir laboratuardır. Laboratuvar, açık bir platform olarak yapı bileşenleri, eklentiler yapılarak, yapı, biçim ve işlevi değiştirebilecek şekilde tasarlanmıştır. Malzemelerde önemli bir değer kaybı olmaksızın konfigürasyonunu gerekli performanslara (optimum konfor, sağlıklı iklim ve yerel enerji sağlamak üretim) ayarlayabilir. İnşaat sektörünün ortak katılımı GTB LAB döngüsel yeni iş ve operasyonel modellerin uygulanabildiği projelerin geliştirilmesinin araştırılmasını sağladı (Url-9).

Yapıda Tekrarlanabilirlik ve Ölçeklenebilirlik:

Standardizasyon, farklı unsurlar arasındaki evrensel bağlantılar ve malzemelerin kullanım ömrü arasındaki korelasyon, yarının yapı sektörüne entegre edilebilecek çözümlerdir.

Çalışmanın Döngüsellik Potansiyeli:

Esnek ve gelişen yapı modülü 2019 yılındaki yapımından şu ana kadar, sadece bir kez dönüştürülmüştür. Bugün, yapı malzemesi olarak metal çerçeve sistemin kapladığı alan, kullanım ömrü sonu geri dönüşüm senaryosuna göre değerlendirilmektedir. GTB Lab'ın yüksek döngüsellik potansiyeli, yapıda geleneksel bakış açısını değiştirmenin gerekliliğini göstermesidir. Deneysel çalışmada sadece yeniden kullanım senaryosu dikkate alınmış, yükseltilebilir standartlaştırılmış modüler sistemlerin etkisi ve değiştirilebilir bileşenlerin entegrasyonu geliştirilmiştir. Bu stratejilerin uygulanmasının, malzeme ayak izini ve atık oluşumunu büyük ölçüde azaltacağı düşünülmüştür (Url-10).

Deneyisel Yapı Örneği 2: Circularity Lab

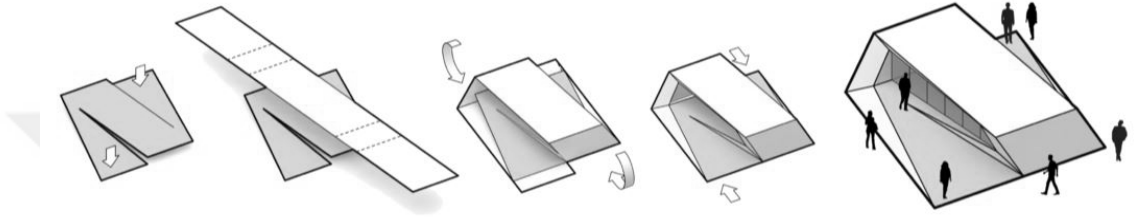
CIRCULARITY LAB					
					
ÜLKE	YAPIM YILI	MİMAR	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME	İŞLEVİ
AMERİKA	2019	3XN Architects & Arup	Çelik çerçeve sistem	Çelik+Ahşap	Sergi alanı

Circularity Lab, yapma çevrede döngüsel bir ekonomi modelinin mimari bir yaklaşım ile uygulanması sonucunda israfsız ve tavizsiz bir dünyaya nasıl götürebileceğini somut, anlaşılır ve ilgi çekici yollarla göstermek amacıyla yapılmış 50 m² 'lik alandan oluşan deneyisel bir çalışmadır (Url-11).

Yaşam kalitesini iyileştiren ve insan deneyimini zenginleştiren bir dünya, uzun vadeli, sürdürülebilir refah ile sorunsuz bir şekilde bir arada var olabilir. Bu, hiçbir kişinin veya şirketin kendi başına gerçekleştiremeyeceği, geleceğe yönelik cesur ve cüretkar bir vizyondur. Bu nedenle, 2019 yılında Circularity Lab'ın kurucu ortakları 3XN, GXN Innovation ve sponsorları olan Arup, Google ve Turner Construction, birlikte bu vizyonu gerçeğe dönüştürdüler. “Dekonstrüksiyona” uygun tasarım, malzeme yeniliği, yeni ekonomik modeller, yapıda teknik çözümler ile birlikte döngüsellüğün fırsatlarını ve zorluklarını binalar ile şehirlere taşımayı gösteren tam ölçekli prototip bir yapıdır. Yapı, çeşitli şirketler ve araştırmacıların yapı malzeme ve teknikleri konusundaki döngüsel ürün tasarım ve buluşlarını sunmaları için bir sergi alanı sağlamaktadır. Bu ürünler arasında geri dönüştürülmüş plastiklerden yapılmış

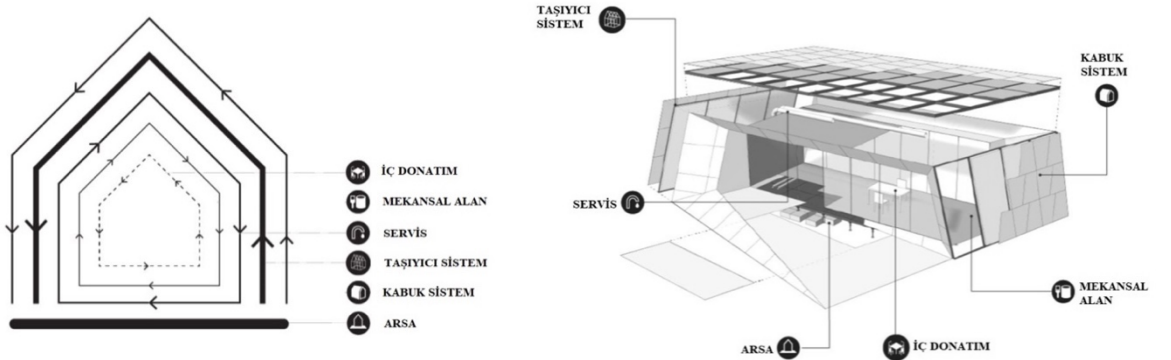
çatı kiremitlerinden çimden yapılmış yumurta kartonlarına kadar çevreci yapı ürünleri yer almaktadır (Url-11).

Projenin amacı, endüstrinin geleceğini doğrudan etkileyebilecek uygulamaları belirlemek, test etmek ve yapma çevre için bir parça kiti oluşturmaktır. Bu yapı modülünde, dekonstrüksiyona uygun tasarım, yapım sürecindeki yapı malzemeleri ve modüler kaplamalar araştırılacak ve değerlendirilecektir.



Şekil 4.4: Circularity Lab modülünün 3D modeli. (Url-13)

Yapının formu, kademeli ve bükümlü çerçeveler konseptine dayanmaktadır. Dış çerçevenin kamusal alana genişletilmesi, modülün dışındaki etkinliklere de katılmasına olanak tanmaktadır. Yapıyı oluşturan tüm parçalar önceden üretilip yerinde montajı sağlanmıştır (Url-12).



Şekil 4.5: Circularity Lab modülünün taşıyıcı sistem modeli. (Url-13)

Basit bir çerçeve sistemden oluşan modül, Brand'ın öne sürdüğü yapı katmanlarına uygun tasarlanmıştır. Yapıyı oluşturan parçaların her birinin montaj ve söküm aşamalarında malzeme değeri %98 oranında korunacak şekilde planlanmıştır. Yapının sökümü aşamasında daha pratik bir süreç izlemek amacıyla elektrik ve mekanik tesisatları birbirinden bağımsız tasarlanmıştır (Şekil 4.4). Cephede standart ölçülere sahip ahşap ve metal yapı parçaları kullanılmıştır. Bu parçalar tüm dış kabuğu kaplamaktadır. Çatısı gridal kaset sistemde düzenlenmiştir. Kullanılan yapı malzemelerinin tamamı yeniden kullanıma uygun tasarlanan geri dönüştürülmüş malzemelerden oluşmaktadır (Url-13).

4.1.3 Uygulanmış yapı örnekleri

Literatür araştırması sonucunda, "incelenecek yapılarda olması gereken özellikler" hakkında daha fazla bilgiye sahip olan ve uygulanmış beş farklı yapı, inceleme yapmak amacıyla belirlenmiştir. Tez kapsamında döngüsellik açısından incelenip değerlendirilen uygulanmış örnek yapılar şunlardır:

2012 yılında Anderson Bell Christie Architects tarafından İskoçya'da inşa edilen konut ve ticari olmak üzere karma işlevli yapı "**Huntly Crescent**",

2017 yılında Aki Hamada Architects tarafından Japonya'da inşa edilen çok amaçlı etkinlik alanı "**Substrate Factory Ayase**",

2018 yılında 4D Architects tarafından Bosna Hersek'te yer alan yenileme projesi olan inovasyon merkezi "**Green Design Center Mostar**",

2018 yılında Cepezed tarafından Hollanda'da inşa edilen restoran işlevine sahip yapı "**The Green House**",

2020 yılında 3XN Architects tarafından Danimarka'da inşa edilen toplu konut "**Circle House**",

Döngüsellik amacıyla gerçekleştirilmiş beş farklı yapı örneğinin genel ve yapısal özellikleri incelenmiştir. İncelenen örnekler hakkında çeşitli literatür ve çalışmalardan toplanan bilgiler, plan, kesit, üç boyutlu model ve görseller ile sunulmuştur. Bilgiler, Stewart Brand'ın ortaya koyduğu yapı katmanlarına uygun olarak sistematik bir şekilde açıklanmıştır.

Uygulanmış Yapı Örneği 1: Huntly Crescent

HUNTLY CRESCENT



ÜLKE	YAPIM YILI	MİMAR	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME	İŞLEVİ
İSKOÇYA	2012	Anderson Bell Christie Architects	Lamine ahşap çerçeve sistem	Çelik+Ahşap	Konut+ Ticari

GENEL ÖZELLİKLERİ:

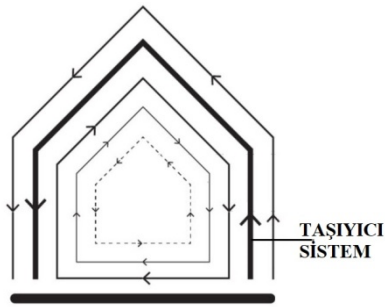
"Huntly Crescent" isimli yapı projesi 2012 yılında İskoçya'da konut ve ticari olmak üzere karma kullanıma uygun olarak yapılmıştır. Proje, Raploch adı verilen İskoçya'nın yeni şehirlerinden biri olan Stirling'in bitişiğindeki bir bölgede yer almaktadır. Yeşil bir alan bırakılarak yıkılan daha önce konut için kullanılmış bir arsa üzerine uygulanmış bir projedir. Zemin katlar ticari mağaza birimleri, üst katlar ise konut olarak tasarlanmıştır. Yapı, İskoçya hükümetinin Kent merkezi yenileme fonu aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Proje, masif ahşap konstrüksiyonun uygunluğunu ve geri kazanıma yönelik dekonstrüksiyon yaklaşımının yararlarını gösterebilmeyi hedeflemiştir. İskoçya'da 2005 yılında dekonstrüksiyona uygun tasarım için "Design Guides for Scotland" isimli bir kılavuz oluşturulmuştur. Kılavuz bir yapının dekonstrüksiyona uygunluk aşamalarını ve detaylarını içeren bir rehber niteliğindedir. Proje tasarımında da bu kılavuzdan yararlanılmıştır (Url-14).

PROJENİN BAŞLICA HEDEFLERİ:

Yapının tasarımında uygulanan konseptler:

- Pasif önlemler kullanarak binanın düşük enerjili olması
- Oldukça basit, anlaşılır ve kurulumu kolay taşıyıcı sistem tasarlanması
- Ticari birimlerin gelecekteki ihtiyaçlara göre uyarlanabilmesi
- Yapının kolaylıkla ve malzeme değeri kaybetmeden kurulum ve söküm ve yeniden kullanım olanaklarına sahip olması
- Yapı malzemesinin geri dönüşüm ve yeniden kullanım olanaklarına izin vermesi
- Ticari birimlerin gelecekteki ihtiyaçlara yönelik olarak büyümeye elverişli şekilde tasarlanması
- İnşa sürecinin oldukça hızlı tamamlanması
- Yapının gerektiğinde kolayca sökülebilir ve tamamen geri dönüştürülebilir bir yapı malzemesinin kullanımı (Url-15)

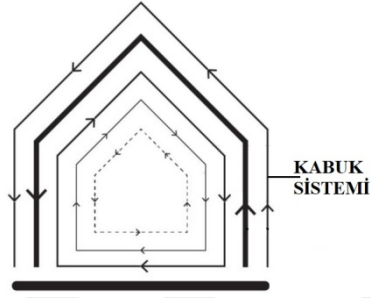
YAPI SİSTEMİ:



Taşıyıcı Sistem:

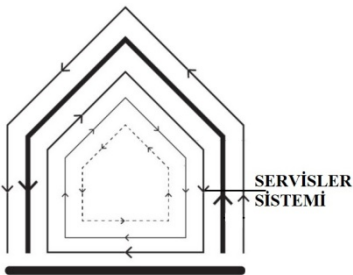
Yapının strüktürü lamine ahşap çerçeve sistemden oluşmaktadır. Çapraz lamine ahşap (CTL) çerçeve olarak adlandırılan bu sistem ahşap laminasyonun doğası gereği büyük açıklıklar geçerek serbest alanlar yaratma kabiliyetine sahiptir. Cephede kullanılan her bir ahşap panel hem kiriş hem de kolon şeklinde bir arada hareket etmektedir. Yapı, doğrudan temel seviyesinden inşa edilen duvar panelleri ile kolayca inşa edilmiştir.

Döşemeler ise doğrudan sistemin üstüne yerleştirilmiştir. Bu basit yapı tarzı için "karton model" konsepti denilmektedir. Lamine ahşap paneller, istenilen ölçüde açıklıklar oluşturmak için özgürlük sağladığından, ara yüzlerin detaylandırılmasını kolaylaştırmaktadır (Url-15).



Kabuk Sistemi:

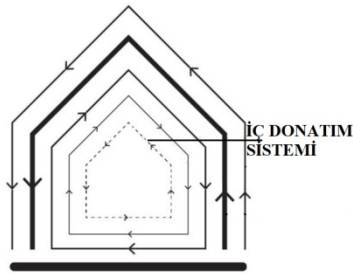
Dış duvarlar, ses emilimi ve iletimi, hava sızdırmazlığı ve termal iletkenlik sağlayan yalıtım malzemeleri kullanılarak inşa edilmiştir. Cephede kullanılan ahşap paneller çinko malzeme ile kaplanmıştır. Çapraz lamine ahşabın (CTL) cephede bir nem tamponu olarak da hareket etme yeteneği, VCL (Buhar Kontrol Katmanları) ve havalandırma membranları gibi tüm yardımcı 'plastik sargılar' kaldırılarak kullanılmaktadır. CTL, yapıda dinamik hesaplama yöntemleri kullanılarak test edilen iç mekan neminin mevsimsel değişiminin düzenlenmesine yardımcı olma yeteneğine sahiptir. Cephede farklı ölçülerde fakat söküm işlemleri esnasında malzeme değerinde kayıp olmayacak şekilde pencere açıklıkları tasarlanmıştır. Oldukça basit kurulum ve sökümü kolay bir sisteme sahiptir. Cephe elemanlarında kullanılan lamine ahşap paneller (CLT) tamamen geri dönüştürülebilir özelliktedir (Url-15).



Servisler Sistemi:

Doğal havalandırma ve yüksek gün ışığı faktörü proje tasarımında odak noktası olarak

ele alınmıştır. Doğal havalandırmanın canlılığını değerlendirmek için detaylı konfor hesaplamaları yapılmıştır. Isıtma veya sıcak su gerektiğinde güneş enerjisi panelleri ve hava kaynaklı ısı pompası ile sağlanacaktır. Isı pompaları havadaki gizli ısıyı alır. Bu sistem yılın en soğuk günlerinde bile daireleri ısıtmak için tasarlanmıştır. Daha az birincil yakıt tüketimi ile CO₂ emisyonu azaltılmıştır. Baca, yakıt deposu veya gaz bağlantısına ihtiyaç yoktur. Ana bileşenleri çatıya monte bir güneş paneli, bir dış ünite ve bir iç depolama silindirinden oluşmaktadır. İç silindir daha sonra oda sıcaklığını kullanıcıların ihtiyaçlarına göre kontrol etmek için çeşitli alanlardaki sensörlere bağlanan düşük sıcaklıklı radyatörlere bağlanır. Bu kontroller, daha esnek ve duyarlı oda ısıtmasına olanak tanır, böylece istenen miktarda oda ısıtması gerektiği zaman ve yerde sağlanabilir. Bu sistem düşük enerji, düşük karbon ve düşük maliyet sağlamaktadır. Yapılarda havalandırma sistemi doğal havalandırma ile sağlanmıştır. Doğal havalandırma, düşük maliyetli, pasif bir yaklaşım sağlamaktadır. Yaz aylarında ticari ünitelerde temiz hava, çatı açıklıklarına bağlanan yüksek seviyeli menfezlerden dışarı çıkacak şekilde planlanmıştır. Bu doğal havalandırma bacaları isteğe göre açılıp kapatılabilir özelliktedir (Url-15).



İç Donatım Sistemi:

Yapıdaki doluluk ve boşluk oranı çevresel etmenlere göre tasarlanmıştır. Farklı ölçülerde cephede açıklıklar bulunmaktadır. İç mekanda yer alan bölücü duvarlar kolayca sökülebilir ahşap panellerden oluşmuştur (Url-15).

Uygulanmış Yapı Örneği 2: Substrate Factory Ayase

SUBSTRATE FACTORY AYASE



ÜLKE	YAPIM YILI	MİMAR	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME	İŞLEVİ
JAPONYA	2017	Aki Hamada Architects	Lamine ahşap çerçeve sistem	Ahşap+Çelik	Çok amaçlı etkinlik alanı

GENEL ÖZELLİKLERİ:

"Substrate Factory Ayase" isimli iki katlı ahşap yapı, 2017 yılında Japonya'da Aki Hamada Architects tarafından yerel topluluk için çok amaçlı bir etkinlik alanı olarak tasarlanmıştır. 290 m²'lik alana sahip bu yapı yanında yer alan fabrikanın bir uzantısıdır. Halihazırda kullanılan fabrika binasının gelecekte yeniden inşası düşünüldüğünden, kullanıcıların aktif katılımına uygun olarak ayarlanabilir alanlar ve programlar sağlanması, çoklu kullanımlara izin veren bir uzantı tasarlanması amaçlanmıştır. Başlangıçta atölye olarak planlanan birinci kat alanı, yerel halk için "showroom" ve çok amaçlı bir alan olarak kullanılmak üzere değiştirilmiştir. Farklı etkinliklere kolayla uyum sağlayabilen ve toplumun fayda sağlayabileceği bir alan oluşturulmuştur. Bu topluluk alanı, çıkarılabilir dış duvarlara ve yeniden yapılandırılabilir iç bölümlere sahiptir. Binanın mümkün olduğunca çok amaçlı bir işleve sahip olması için, iç mekanda esnek bölme duvarlar ve cephe panelleri sistemi

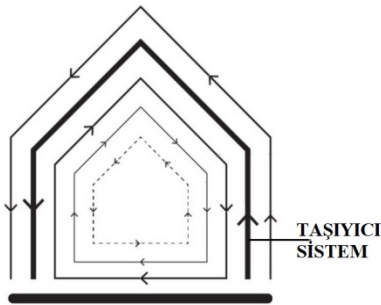
tasarlanmıştır. Bir fabrika ile bir ev arasındaki ilişkiye aracılık eden bir yapı olduğundan “açık yapı fabrikası” adı verilen bir konsepte sahiptir. Çeşitli insanların aktif katılımıyla günden güne değişirken, yerel halk tarafından insanların toplandığı bir yer olarak kullanılmaktadır (Url-16).

PROJENİN BAŞLICA HEDEFLERİ:

Yapının tasarımında uygulanan konseptler:

- Esnek ve uyarlanabilir yapı tasarımı
- Yapı malzemesinin yeniden kullanım olanaklarına izin vermesi
- Yapı tasarımında çevre ile uyumlu bir geçiş alanı yaratılmak istenmesi
- Yerel halkın ihtiyaçlarına uygun işlevlere dönüşebilir yapı tasarımı
- İç mekan ve cephede uyarlanabilir yapı elemanları (Url-17)

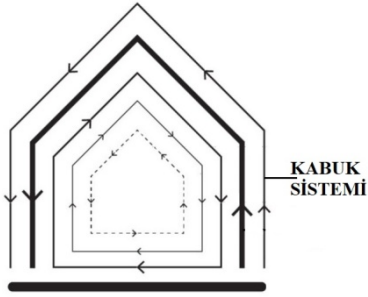
YAPI SİSTEMİ:



Taşıyıcı Sistem:

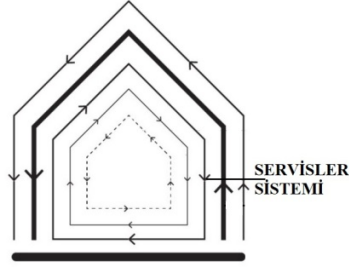
Yapının strüktürü, lamine ahşap çerçeve sistemin çelik bileşenlerle birleşiminden oluşmaktadır. Mimarlar, taşıyıcı sistem tasarımında ahşap çerçeve ve çelik malzeme kullanarak, yapının bir tarafındaki fabrika ile diğer taraftaki konut mahallesi arasındaki geçişe uyum sağlamayı hedeflemiştir. Bir fabrika ve konut arasındaki ilişkiye aracılık eden ahşap konstrüksiyondan oluşan dışarıdan rahatlıkla okunabilen açık, gridal ve kare şeklinde bir plana sahiptir. Uyarlanabilirlik özelliklerine sahip

olması için ince ayar yapılmasına izin veren bağlantı ve donanım elemanlarından oluşmaktadır. Yapının çok amaçlı etkinlik alanı olmasından kaynaklı, sürekli değişerek farklı bir işleve hizmet etmesini sağlayabilmek için yapı elemanları birbiriyle değiştirilebilir şekilde tasarlanmıştır. Yapı birleşim detaylarında kimyasal birleşimler yerine çelik plakalara çivi, cıvata gibi mekanik elemanlar ile montajı sağlanan ahşap birleşim detayları uygulanmıştır. Bağlantı elemanları herhangi bir mühaleye açık olarak tasarlanmıştır. Ahşap yapı parçalarında çoğunlukla standart ölçüler kullanılmasına rağmen sayıları minimum düzeyde tutulmamıştır (Url-17).



Kabuk Sistemi:

Zemin katta sürgü paneller, zemin ve tavanlardaki raylara yerleşirler ve bir kez yerleştirildiklerinde ileri geri kayabilir özelliğe sahiptir. Aynı sistem üst kata çıkıyor, ancak tavan yerine yatay kirişlerden oluşan bir ızgaraya oturmaktadır. Bunların üzerinde, çapraz kirişlerle desteklenen eğimli çatı açık halde bırakılmıştır. Yol kenarından görüşü kontrol etmek ve binanın doğu tarafından gün ışığını modüle etmek için, sürgülü ızgara duvarlarına sahip dış kaplama güneşin geliş açılarına göre ayarlanabilmektedir. Cepheye bağlı olarak her duvarın yönü ve açısı farklı olan üç dikey ızgara modeline sahiptir. Dış cephede her iki kata monte edilen Japon tarzı, standart ölçülerde "washi" adı verilen hareketli sürgülü ekran paneller ile doğaya tamamen açılıp kapabilen bir özelliğe sahiptir. Bu sayede, farklı kullanımları ve kullanıcı sayısını kolaylaştırmak için oluşturulabilecek bireysel alanların boyutlandırılmasında sonsuz konfigürasyonlarına izin vermektedir. Cephe elemanlarının birleşim detaylarında montaj ve sökümü kolaylıkla sağlanan mekanik elemanlar kullanılmıştır (Url-16).



Servisler Sistemi:

Tavandaki mekanik bağlantılar ve tesisatlar görünür halde bırakılmıştır. Müdahale ihtiyacında elektrik, mekanik ve su tesisatlarına rahat erişim sağlanarak duvar ve döşemeye zarar verilmemesi sağlanmıştır. Bina, kirişlerin üzerindeki tüm alanın birbirine bağlı olduğu açık plan bir alandır ve alanın boyutu, bağlantı parçaları ile büyük ölçüde değiştirilebilir. Yüksek tavanlar nedeniyle hava hacmi büyük olduğundan, bir tavan üfleme yöntemini kullanan tipik klima planlaması, klima ekipmanı için daha yüksek spesifikasyonlar gerektirecektir. Böylece iklimlendirme bölgelerini yaşam katmanı ve çevre katmanı olarak ayrılmış ve iklimlendirilmiş havayı tek bir ızgarada dolaştırmak için zemin yüzeyindeki hava giriş ve çıkışlarının montajı ile sadece yaşam katmanı iklimlendirilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu iklimlendirme planı sayesinde, uygun maliyetli bir yöntem kullanılarak yüksek bir konfor düzeyi elde edilmiştir (Url-18).

İç Donatım Sistemi:

İç mekan, çeşitli koşulların olasılığını sağlamak için hareketli elemanlarla yapılandırıldığından kalıcı ve sabit hiçbir eleman bulundurmamaktadır. İç mekanda yer alan sürgü paneller gerektiğinde iç duvar işlevi görmektedir. Mekanda son derece az sayıda her koşulla adapte olabilen mobilyalar kullanılmıştır. Tüm mobilyalar hareket kabiliyetine sahiptir. İki kattan oluşan bu yapıda sirkülasyon dış cephede yer alan bir merdiven ile sağlanmaktadır. Cepheye monte edilen çelik merdiven yapıdan bağımsız olarak tasarlanmıştır (Url-17).

Uygulanmış Yapı Örneği 3: Green Design Center

GREEN DESIGN CENTER					
					
ÜLKE	YAPIM YILI	MİMAR	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME	İŞLEVİ
BOSNA HERSEK	2018	4D Architects	Çelik çerçeve sistem	Ahşap+Çelik	İnovasyon merkezi

GENEL ÖZELLİKLERİ:

Green Design Center (GDC), Bosna Hersek, Mostar'da yer alan bir yapının yenilenme projesi olarak döngüsel yapı ilkelerini sergileyecek bir mekan olarak tasarlanmıştır. Aynı zamanda yerel endüstri ile yapıda dönüştürülebilir konseptlerin geliştirilmesi için oluşturulmuş bir yerdir. GDC halka açıktır ve eğitim amaçlı bir yapıdır. Bu sayede, kentsel beslenme, yel değirmenleri, engelli çocuklar için açık iş yerleri ve inovasyon sürdürülebilir konseptlerini sergileyen açık fuar gibi sürdürülebilir yaşamın farklı yönlerinin entegre edileceği Mostar'daki yeni bir inovasyon parkının parçası olarak geliştirilmiştir. GDC, atıkların %60 oranında ve ham malzeme kullanımının %50 oranında azaldığını gösteren çok amaçlı ve sökülebilir/değiştirilebilir bir yapı olarak geliştirilmiştir. Merkez, sergi, atölye alanından ofis konseptlerine kadar fonksiyonel değişimi gösterebilecek kapasitede tasarlanmıştır. Deneyler, dönüştürülebilir bina tasarımı yaklaşımını ve binanın atık üretimi olmadan tersine çevrilebilirliğini destekleyen bütünleşik mimari mekansal ve teknik çözümlerin

geliştirilmesi yoluyla bu yaklaşımın hayata geçirilmesini düşünülmüştür. GDC, mevcut bir yapının yerine gerektiğinde 250 m² alana genişleyebilen 180 m²'lik yeni bir yapı olarak inşa edilmiştir. Dönüşüm, dekonstrüksiyon ve yeniden kullanım için tasarım gibi revize edilebilir bina yaklaşımlarının etkisi projenin sonunda ölçülecektir. Etki, malzemelerin yeniden kullanımına ve dolayısıyla proje kapsamında geliştirilmekte olan atık azaltma göstergelerine dayalı olarak ölçülecektir. Konvansiyonel bina ve atık üretimi ile ilgili atık üretimi ve malzeme azaltımı ile GDC'nin inşası sonucunda işlenmemiş malzeme kullanımının azaltılması arasında karşılaştırmalar yapılması planlanmıştır (Url-19).

Yapım sürecinde GDC'nin, dönüşüm aşamalarından geçerek geliştirileceği düşünülmüştür. Senaryolar, dönüştürülebilir ve çok işlevli olacak şekilde GDC'nin tabanını oluşturmak amacıyla geliştirilmiş ve çekirdek alanının sergi, konferans salonu veya atölye alanına göre ayarlanabilmesi planlanmıştır. Yapının inşası iki aşamalı senaryo süreci ile tamamlanmıştır. İlk aşaması, mevcut yapının kısmi yıkımına ve kurulum hizmetinin esnek entegrasyonunu ve ayarlanabilirliğini sağlayacak çelik ızgaralı yükseltilmiş döşemeyi içeren GDC'nin çekirdeğinin devamı olarak inşa edilmiştir. İkinci aşamasında, GDC'yi oluşturan modüller açılı güney modülleri ve yeşille kaplanmış kuzey modülleri içerecek şekilde PV panellerle kaplanarak genişletilmiştir. Ardından sergi alanı, toplantı/ofis alanları olarak da yeniden düzenlenmiştir. Zemin katın, yaz aylarında dışarıdaki çalışmalar için dış terasla bağlantılı bir atölye alanı olarak kullanılması planlanmıştır. Bu senaryolara uygun olarak yapıda genişletme uzantıları oluşturulmuş. İlk uzantılar, enerji üretimi için güneşe bakan çatılı birimlerdir. Her genişletme birimi 14m²'dir ve bireysel ofis alanı veya toplantı odaları için ek alan sağlamaktadır.

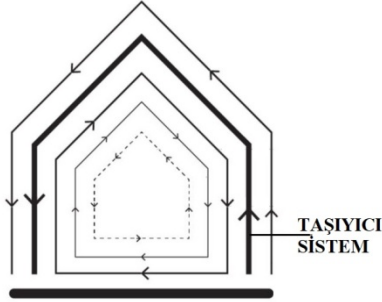
Bu yapı uygulaması, az sayıda kaynak kullanarak bu potansiyelle neler yapılabileceğinin paradigmatik bir örneğidir. Çeşitli sürdürülebilir ilkelerle tasarlanan yapının arkasındaki ana fikir, sürdürülebilirliğin sadece ekonomik değil, aynı zamanda ve özellikle mimarının de içinde bulunduğu sosyal bir kavram olmasıdır (Url-20).

PROJENİN BAŞLICA HEDEFLERİ:

Yapının tasarımında uygulanmak istenen konseptler:

- Halk eğitim ve bilgilendirme merkezi olmak
- Dinamik ve döngüsel bina konseptlerinin, yapılı çevrede malzeme ve enerjinin döngüsel kullanımının gerçekleştirilmesi için yeni konseptler ve teknik çözümler sergilemek
- Yapısal atık ve ham madde tüketimini azaltmayı sağlayan yapı yaklaşımlarını ile tasarlamak
- İnşa sonunda, kullanılan stratejilerin yapıdaki etkileri ölçmek ve değerlendirmek
- Yapının deneysel bir çalışma haline gelmesiyle geleneksel ile döngüsel tasarım yaklaşımlarının karşılaştırmak
- Yapılı çevrede malzeme ve enerjinin döngüsel kullanımını desteklemek

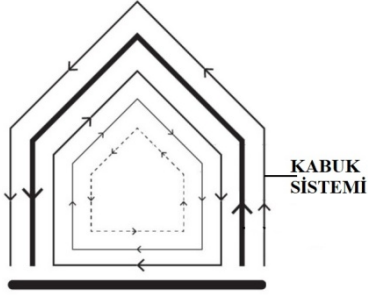
YAPI SİSTEMİ:



Taşıyıcı Sistem:

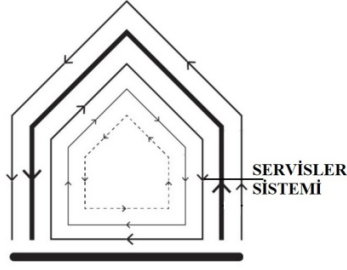
GDC, mevcut betonarme bir yapının yerine çelik çerçeve sistemden oluşan yeni bir yapı olarak inşa edilmiştir. Yapı, dikdörtgen şeklinde gridal bir plana sahiptir. Eski mevcut yapı yeniden kullanılacak ve ek kat için temel oluşturacaktır. Bina bir malzeme bankası işlevi görecektir. Uzantı olarak inşa edilecek olan modüller gridal çerçeve sisteme uygun tasarlanmıştır. Yeni bir uzantı olarak inşa edilen yapı, tamamen demonte edilebilen ve kolayca genişletilebilen çelik kapılara ve düşük çevresel etki sağlamak amacıyla ahşap zeminlere sahiptir. Teknik tesislerin kurulumu

için kendi kendine stabil olan ve benzer şekilde modüler bir sistemle donatılmış standart bir modül geliştirilmiştir. Modüller birbirine bağlanabilir ve her modül genişletilebilir özelliktedir. Sonuç olarak, yapı son derece esnek ve uyarlanabilir tasarlanması hem gelecekteki seçeneklerin çeşitliliğini hem de kullanım ömrünü büyük ölçüde arttırmaktadır (Url-20).



Kabuk Sistemi:

GDC cephe sistemi tamamen tersine çevrilebilir ve %95 oranında biyobazlı malzeme içermektedir. Ek sabitleme cihazları olmadan monte edilmiş ve süreç Mostar Üniversitesi tarafından yürütülmüştür. GDC'nin prefabrike olarak oluşturulan ilk iki ünitesinden biri yerel bitkiler kullanılarak ters çevrilebilir yeşil çatılı ve diğeri ters çevrilebilir PV çatılı olarak hazırlanmıştır. Çatı kısmen bitki örtüsüyle kaplıdır. Arsaya 3 boyutlu modüller olarak taşınmıştır. Dönüştürülebilir standart ölçülerdeki ahşap panelelerden oluşan A++ cephe sistemi yeniden kullanım ve dönüşüm olanağına sahiptir. Ahşap panellere ek olarak güneş temperli camlar kullanılmıştır. Cephede herhangi bir sabitleme malzemesine ihtiyaç olmadan tamamen biyo-tabanlı yapı bileşenlerinden oluşan ahşap demontaja elverişli kuru bağlantılar tasarlanmıştır. Bu tersine çevrilebilir bağlantılar, cephe çerçevesini etkilemeden cephe kaplamasının demonte edilmesini sağlar. İki ahşap eleman arasına bir ara eleman (çelikten yapılmış) eklenerek uygulanmıştır (Url-20).



Servisler Sistemi:

Bina mümkün olduğunca kendi kendine yeterli olacak şekilde tasarlanmıştır. Kullandığı enerji güneş panelleri aracılığıyla üretilecek ve pillerde depolanacaktır. Bu sistem, güneş ışınlarının doğrudan girmesini engellerken, doğal ışıktan en iyi şekilde yararlanacak şekilde tasarlanmıştır. Binayı çevreleyen yeşilliklerle dolu peyzaj tasarımı, doğal bir soğutma sağlamaktadır. Yapı, aktif zemin ve tavanlara sahiptir. Yapıda mekanik tesisatların dağıtımı amacıyla, birinci katta yükseltilmiş bir döşeme oluşturulmuştur. Yükseltilmiş döşeme, mekanik bağlantılara ulaşımı ve gerektiğinde müdahaleyi kolaylaştırmaktadır. Yapıda iç mekan konforu sağlamak için doğal havalandırma, yüksek sıcaklıkta soğutma, düşük sıcaklıkta ısıtma, doğal ışık kullanımı ve doğal gölge kullanımından faydalanılmıştır. İç mekanda güneş ışınlarından yararlanmak amacıyla modüllerin her iki tarafında da yer alan geniş penceler ve kısmen yarı saydan duvarlar tasarlanmıştır. Mekanda çeşitlilik yaratmak amacıyla kapalı olacak şekilde led aydınlatmalardan da yararlanılmıştır (Url-20).

İç Donatım Sistemi:

Modüler, değişen işlemlere uyum sağlayabilen hareketli mobilyalar kullanılmıştır. Yapı esnek ve uyarlanabilir bir tasarıma sahip olduğundan mobilya seçimleri bu ilkelere uygun yapılmıştır. Katlar arası sirkülasyon elemanı olan merdiven yapının dış çeperine konumlandırılmıştır. Birinci katta açık teraslar bulunmaktadır. Teras döşemeleri dış mekanla etkileşim halindedir. Yapının birinci katında ahşap malzemeden oluşan yükseltilmiş döşeme bulunmaktadır. Zemin kat döşemesi ise çelik ızgaralı yükseltilmiş döşemeden oluşmaktadır (Url-20).

Uygulanmış Yapı Örneği 4: The Green House

THE GREEN HOUSE



ÜLKE	YAPIM YILI	MİMAR	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME	İŞLEVİ
HOLLANDA	2018	Architectenbureau Cepezed	Çelik Çerçeve Sistem	Çelik+Cam	Restoran/Bar

GENEL ÖZELLİKLERİ:

Utrecht belediyesi, istasyon bölgesi için aşamalı geliştirme planı yapmıştı. Bu plana göre, Rabobank'ın merkez ofisi ile Rijkskantoor Knoopkazerne yapısı arasındaki şantiyede 15 yıl sonra büyük bir apartman bloğu veya ofis inşa edilecekti. Hükümet, halkın talepleri doğrultusunda bölgeyi canlandırmak için mümkün olan en kısa sürede geçici bir işlevsel bir yapı yapılmasını talep etmişti. Merkezi Yönetim Emlak Şirketi, Knoopkazerne ile Rabobank'ın bitişiğindeki genel merkezi arasındaki bu alan için bir çözüm talebinde bulundu. "The Green House", 2018 yılında "Cepezed" mimarlık ofisi tarafından Restoran / bar işlevli, kendi kentsel çiftliği ve toplantı merkezi olan bir restorana sahip iki katlı bir yapı olarak tasarlandı. Yapının zemin katı restoran ve bar işlevine sahip iken birinci kat toplantı odası ve 80 m2'lik dikey tarım serasına sahiptir. Seranın, hem halka açık hem de restoranın mutfağı için sebze ve otlar yetiştirilen bir işlevi vardı. Yapı içinde yer alan bir video, halka açık serayı zemin kattaki

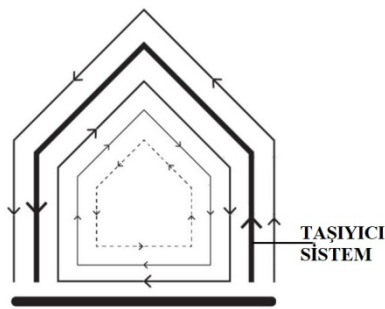
restorandan görünür hale getirmektedir. "The Green House", yemeklerin yenilenebilir yakıtlarla ateşlenen enerji tasarruflu fırınlar kullanılarak elektrik ihtiyacı olmadan hazırlandığı bir mutfağa sahip ilk yapı olma özelliğine de sahiptir. Döngüsellik ilkelerine uygun olarak tasarlanan bina (prefabrik beton blokların temeli dahil) tamamen sökülebilir özelliktedir. On beş yıl içinde başka bir yerde inşa edilebilme potansiyeline sahiptir (Url-21).

PROJENİN BAŞLICA HEDEFLERİ:

Yapının tasarımında uygulanmak istenen konseptler:

- İşlevi ve mimarisi döngüsellğe dayanan bir proje oluşturmak
- Yeniden kullanılabilir malzemeleri mümkün olduğunca uygulamak
- Yapıları geçici süreli malzeme bankaları olarak düşünen planlar içinde yer almak
- Döngüsel ekonomi modelini mimari alanda uygulamak (Url-21)

YAPI SİSTEMİ:

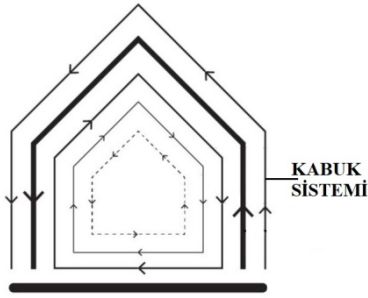


Taşıyıcı Sistem:

Yapı, dikdörtgen şeklinde gridal ve yalın bir plana sahiptir. Zemin katta restoran/bar, mutfak, depolama alanları ve yağmur suyu depolamak amacıyla oluşturulan teras bahçe yer almaktadır. Birinci kat ise toplantı odaları, galeri boşluğu, dikey sera, wc ünitelerinden oluşmaktadır. Yapının temeli yeniden kullanılmış standart ölçülere sahip prefabrike beton bloklardan oluşmaktadır. İki katlı bina, çelik çerçeveli bir yapı kiti

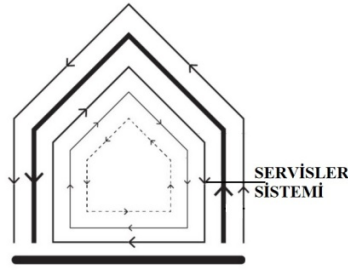
olarak tasarlanmıştır. İki katlı yapı çelik çerçeveli taşıyıcı sistemden oluşmuştur. "The Green House" yapısının çelik çerçevesinin özel bir özelliği, tek ve aynı yapı kiti ile birden fazla bina konfigürasyonunun mümkün olduğu kare ızgara plan şemasına sahip olmasıdır. Yapı, sıcak daldırma galvanizli profillerden yapılmış sökülebilir çelik çerçeveli bir yapı kiti olarak tasarlanmıştır. Yapım sürecinde görev alan mimarlar, sıcak daldırma galvanizleme tekniği ile elde edilen çerçeve ve kaplamaların demontaj ve yeniden montaj esnasında zarar görmediğini gözlemlemişler. Asansör, tuvalet işlevleri için prefabrike üniteler kullanılmıştır.

On beş yıl içinde yapıyı oluşturan tüm yapı parçaları zarar görmeden ayrılabilir ve başka bir yerde yeniden inşa edilebilecek şekilde tasarlanan bir taşıyıcı sisteme sahiptir (Url-21).



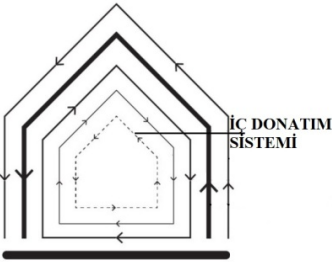
Kabuk Sistemi:

Yapının cephe kaplamasında, eski bir yapı olan "Knoopkazerne" isimli yapıdan alınan cam plakalar kullanılmıştır. Prefabrike ünitelerden oluşan asansör ve ıslak hacim blokları hariç yapı saydam cam panellerden oluşmaktadır. Birinci katta cephenin kapalı kısımlarında prefabrik ahşap karkas paneller kullanılmıştır. Bu paneller % 100 geri dönüştürülebilir ve (H) CFC içermemektedir. Galvanizleme ayrıca cephe, çatı (küçük bir sera için çatı konstrüksiyonu dahil), korkuluklar ve merdivenleri oluşturan kafes kirişler için kullanılmıştır. Çatı için, ayrıca delikli ve izolasyonla doldurulmuş hafif çelik sac uygulanmıştır. Binanın çatısında birçok fotovoltaik panelleri bulunmaktadır. Bu paneller yapının enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü sağlamaktadır (Url-21).



Servisler Sistemi:

Bina mümkün olduğunca kendi kendine yeterli olacak şekilde tasarlanmıştır. Kullandığı enerji güneş panelleri aracılığıyla üretilecek ve pillerde depolanacaktır. Bu sistem, güneş ışınlarının doğrudan girmesini engellerken, doğal ışıktan en iyi şekilde yararlanacak şekilde tasarlanmıştır. Binayı çevreleyen yeşilliklerle dolu peyzaj tasarımı, doğal bir soğutma sağlamaktadır. Binanın altındaki topraktan soğuk su çeken bir ısı pompası ile yapının iç ikliminin tüm yıl boyunca ideal olmasına olanak sağlar. Yapı, aktif zemin ve tavanlara sahiptir. Yapıda mekanik tesisatların dağıtımını amacıyla, birinci katta yükseltilmiş bir döşeme oluşturulmuştur. Yükseltilmiş döşeme, mekanik bağlantılara ulaşımı ve gerektiğinde müdahaleyi kolaylaştırmaktadır. Yapıda iç mekan konforu sağlamak için doğal havalandırma, yüksek sıcaklıkta soğutma, düşük sıcaklıkta ısıtma, doğal ışık kullanımı ve doğal gölge kullanımından faydalanılmıştır. İç mekanda güneş ışınlarından yararlanmak amacıyla modüllerin her iki tarafında da yer alan geniş penceler ve kısmen yarı saydan duvarlar tasarlanmıştır. Mekanda çeşitlilik yaratmak amacıyla kapalı olacak şekilde led aydınlatmalardan da yararlanılmıştır (Url-21).



İç Donatım Sistemi:

İç mekanda kullanılan mobilyalar geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılmıştır.

Hareketli ve sabit mobilyalar kullanılmıştır. Katlar arası sirkülasyon merdiven ve asansör ile sağlanmaktadır. Asansör, tuvalet işlevleri için prefabrike üniteler kullanılmıştır (Url-22).



Uygulanmış Yapı Örneği 5: Circle House

CIRCLE HOUSE



ÜLKE	YAPIM YILI	MİMAR	YAPIM SİSTEMİ	MALZEME	İŞLEVİ
DANİMARKA	2020	3XN Architects	Karma Yapım Sistemi	Prekast Beton+ Ahşap	Toplu Konut

GENEL ÖZELLİKLERİ:

Circle House projesi, Danimarka'nın Aarhus bölgesindeki genişletilmiş Lisbjerg Bakke bölgesinde yer alan ve 2020 yılı sonunda tamamlanan 5500 m2 lik alanda 60 adet sosyal konut birimlerinden oluşmaktadır. Danimarka'nın ilk döngüsel konut yatırım projesi, sürdürülebilirliğe odaklanan bir geliştirme bölgesi olan Aarhus'un kuzeyindeki yeni Lisbjerg Bakke bölgesinde yer alıyor. Site, bölgenin yeni ana caddesi Lisbjerg Bygade'nin güneyinde, bir demiryolu durağının yakınında yer almaktadır. Konut tipolojileri, iki ve üç katlı teraslı evler ve beş katlı kule blokların bir karışımıdır. Üç farklı tipolojinin üst yapısı, hızlı bir inşaat, dekonstrüksiyon ve yeniden kullanım için optimize edilmiş altı adet birbirinin aynı beton elemanlar ile yapılmıştır. Projenin oluşumunda sektörler arası işbirliği yapılmıştır. Yapı sektörünü döngüsel bir yapı pratiğine dönüştürmek için sektörün tüm değer zincirinin devreye girmesi gerekmektedir. "Circle House" projesi, çeşitli sektörler arasından 30'dan

fazla Danimarkalı şirketi içermektedir. Proje, döngüsel inşaat hakkında bilgi geliştirmeyi, yaymayı ve sabitlemeyi amaçlamaktadır. Projenin mimari gelişimi, Vandkunsten, Lendager Group ve 3XN Architects ve GXN Innovation'ın profesyonel desteği ile dört şirketten oluşan ortak bir ekip tarafından üstlenildi. Proje, Danimarka Çevre Koruma Ajansı desteğiyle geliştirilmiştir.

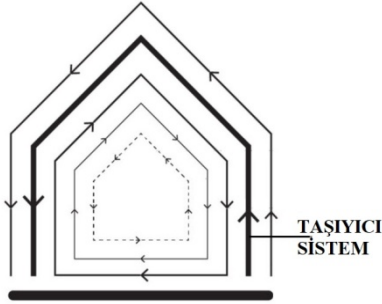
“Circle House”, konut olarak hizmet vermenin yanı sıra, yapı endüstrisine döngüsel yapı hakkında yeni bilgiler verebilecek ölçeklenebilir bir tanıtım projesidir. Konut sağlamanın yanı sıra, Aarhus dairesel konut projesinden en önemli beklenti, yapı sektöründe mimari ve inşaatın dairesel yapısı hakkında yeni bilgiler oluşturmak ve Danimarka'da gelecekteki projelere katkıda bulunmaktır. “Circle House”, ekonomik ve estetik değerlerini koruyarak, diğer binalara monte edilebilen, demonte edilebilen ve yeniden monte edilebilen bir dizi yapı sisteminden oluşmaktadır. Amaç, binalarda kullanılan malzemelerin %90'ının önemli bir değer kaybetmeden yeniden kullanılabilmesidir. Projede çok çeşitli malzemeler kullanılabilir; Anahtar, demontaj ve döngüsellik için tasarım ilkelerine dayanan yaklaşımdır. Bu sistem çok önemli bir unsur olduğu için döngüsel yapılarda malzeme seçimi açısından büyük bir mimari özgürlük elde edilmektedir (Url-23).

PROJENİN BAŞLICA HEDEFLERİ:

Yapının tasarımında uygulanmak istenen konseptler:

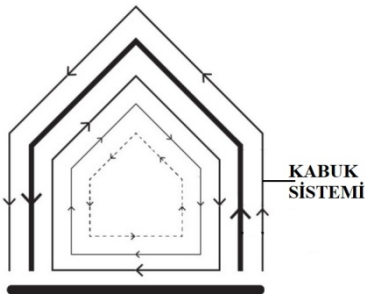
- Dekonstrüksiyon için Tasarım
- Yeniden kullanım/geri dönüşüm teknikleri
- Yeniden kullanım ve geri dönüşüme uygun malzeme kullanımı
- Yapıda malzeme özgürlüğü
- Mimaride çeşitli sektörler arası ortaklık ve işbirliği
- Yapıda döngüsellik ve estetik (Url-23).

YAPI SİSTEMİ:



Taşıyıcı Sistem:

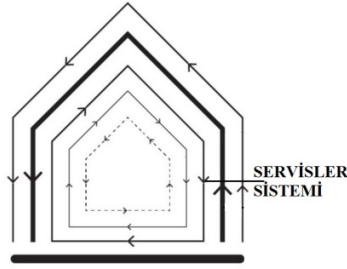
Circle House, bir üst yapı uygulamasıdır. Temeller zemin üzerinde görünür bir şekilde oluşturulmuştur. Yapının temeli beton tekil temellerden oluşmuştur. Yapı, diğer binalar için yeniden kullanılabilir ve böylece değerlerini koruyacak birkaç bina sisteminden oluşur. Yapı, mekanik bağlantılar kullanılarak prekast beton paneller ile inşaa edilmiştir. Betonarme kiriş ve taşıyıcı prekast paneller yapının taşıyıcı sistemini oluşturmuştur. Zemindeki beton paneller, metal kirişler ile birbirine bağlanmıştır. Üst yapı çok hızlı bir şekilde inşa edilmiştir. Bir sonraki kat, monte edilmeye hazır hale gelmeden önce taşıyıcı duvarları oluşturmak toplam bir saat sürmüştür. Konut tipolojileri, iki ve üç katlı teraslı evlerin ve beş katlı yüksek bloklarından oluşmaktadır. Üç farklı tipolojinin üst yapısı, hızlı bir inşaat, demontaj ve yeniden kullanım için optimize edilmiş aynı altı beton elemandan yapılmıştır. Yapı tipolojileri, standart ölçülerden oluşan ihtiyaçlar büyüyüp küçülebileme yeteneğine sahip gridal ve yalın planlara sahiptir (Url-23).



Kabuk Sistemi:

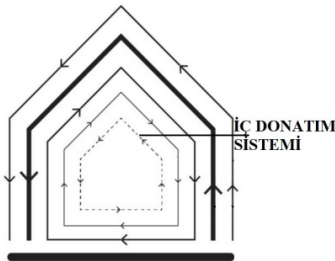
Circle House'un cephe tasarımı geri dönüştürülmüş plastiklerden oluşan oldukça hafif renkli kiremitlerden oluşmaktadır. Yapının dışına monte edilmiştir. Cephe

malzeme, vidalar veya montaj parçaları kullanılarak monte edilir. Cepheyi, kolaylıkla söküm ve montaja uygun bir şekilde taşıyıcı panellere monte edebilmek için temeller dahil sadece altı farklı prekast beton yapı kullanılmıştır. Cephe malzemesi olarak tüm malzemelerin kullanılabilmesi amacıyla, cephe panelinin binaya nasıl monte edildiği konusunda çalışılmış ve buna uygun bir tasarım yapılmıştır. Projenin planlama aşamasında, döngüsellik söz konusu olduğunda malzeme seçiminde mimari özgürlük tanınmasına uygun tasarım yapılması gerektiği düşünülmüştür. Projedeki yapı cephelerin nasıl görünebileceğine dair farklı çalışmalar yapılmış ve bu çalışmaların hepsi belgelenmiştir. Çalışmaya ait teklifler, belgeler ve detay çizimleri yeniden kullanım ihtiyacı için kayıt altına alınmıştır (Url-23).



Servisler Sistemi:

Yapılarda havalandırma sistemi doğal havalandırma ile sağlanmıştır. Doğal havalandırma, düşük maliyetli, pasif bir yaklaşım sağlamaktadır. Döşemeler modüler bir şekilde beton plaklardan oluştuğu için mekanik ve tesisat elemanlarına ulaşım ve müdahale kolaylıkla yapılabilmektedir. Müdahale gerektiğinde mekanik bağlantılar ile plaklar zarar görmeden sökülür ve tekrar montajı yapılabilir. İç mekânlarda enerji tasarrufu sağlamak amacıyla led aydınlatmalar kullanılmıştır (Url-23).



İç Donatım Sistemi:

İç mekânda kullanılan mobilyaların tamamı geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılmıştır. Hareketli mobilyalar yeniden kullanıma uygun olarak tasarlanmıştır.

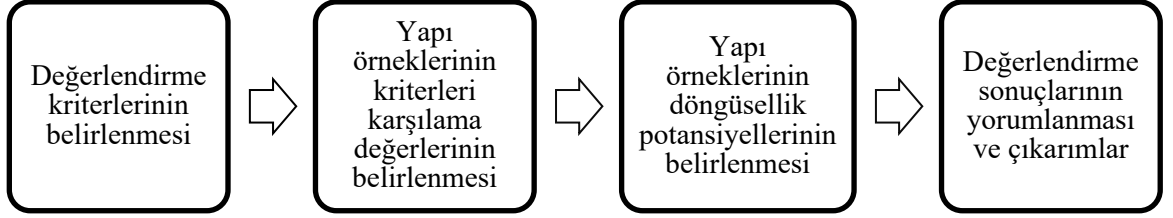
Katlar arası sirkülasyon merdiven ve asansör ile sağlanmıştır. Asansör ve tuvalet işlevleri için prefabrike üniteler kullanılmıştır. Konut tipotolojilerindeki tüm birimlerin ortak bir merdivene erişimi olacaktır. Dairelerin zemin kaplamalarında “lego brick” adı verilen geçmeli sökümü ve montajı kolay ahşap kaplamalar kullanılmıştır. Kat döşemeleri standart ölçülere sahip prekast beton bloklardan oluşmuştur. Blokların sökümü ve montajının malzeme değer kaybetmeden yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Beton blokların ölçülerinde standardizasyon sağlandığından mekanlar uyurlanabilirlik özelliğine sahiptir (Url-23).

4.2 Uygulanmış Yapı Örneklerinin Döngüsellik Açısından Değerlendirilmesi

Bu bölümde, incelenen beş farklı uygulanmış yapı örneğinin döngüsellik açısından değerlendirilmesi amacıyla bir değerlendirme süreci izlenmiştir. Değerlendirme sürecinde, uygulanmış yapı örneklerinin pratikte ortaya çıkan döngüsellik performanslarının belirlenmesi ve bu performans sonuçlarından yeni çıkarımların elde edilmesi amaçlanmıştır. Döngüsellik performans değerleri, yapı örneklerine ait yapı sistemlerinin ve sistemleri oluşturan ürünlerin/parçaların, döngüsel yapı stratejileri ve ilkelerinden geliştirilen belirli kriterleri (döngüsellik kriterlerini) karşılama durumlarının, belirli bir derecelendirme (puanlama) ölçeğine göre hesaplanmasıyla belirlenmiştir.

Değerlendirme süreci dört adımdan oluşmaktadır (Şekil 4.6):

1. Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi,
2. Yapı örneklerinin kriterleri karşılama değerlerinin belirlenmesi,
3. Yapı örneklerinin döngüsellik potansiyellerinin belirlenmesi,
4. Değerlendirme sonuçlarının yorumlanması ve çıkarımlar.



Şekil 4.6: Yapı örneklerini değerlendirme süreci adımları.

4.2.1 Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi

İncelenen yapı örneklerinin yapı sistemlerinin ve sistemleri oluşturan yapı ürünlerini/parçalarını belirleyebilmek için döngüsel yapı stratejilerinden ve ilkelerinden yararlanılarak geliştirilen "döngüsellik kriterleri" oluşturulmuştur. (B. Guy & N. Ciarimboli, 2005). (Morgan, C. and Stevenson, F., 2005), (Webster, M., Costello, D., 2005), (P. Moffatt & S. Russell ,2001), (Kasarda ve diğerleri, 2007), (Nireki, 1996), (Cole ve Kernan, 1996), (Kesik ve Saleff, 2005).

Dekonstrüksiyona Uygunluk Kriterleri (DEK):

DEK-1. Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı

DEK-2. Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı

DEK-3. Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı

DEK-4. Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı

DEK-5. Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlere Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu

DEK-6. Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski

DEK-7. Ürün Biçiminin ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi

DEK-8. Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilme Yeteneği

DEK-9. Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı

DEK-10. Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayırıştırılma Kolaylığı

DEK-11. Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski

DEK-12. Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi

Uyarlanabilirliğe Uygunluk Kriterleri (UYK):

UYK-1. Mekanın Büyüyebilme Kolaylığı

UYK-2. Mekanın Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı

UYK-3. Mekanın İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı

Dayanıklılığa Uygunluk Kriterleri (DAK):

DAK-1. Ürünün Tasarlanan Yaşam Süresi Uzunluğu

DAK-2. Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı

DAK-3. Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı

DAK-4. Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı

DAK-5. Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlara ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı

4.2.2 Yapı örneklerinin kriterleri karşılama değerlerinin belirlenmesi

Çalışmada belirlenen döngüsellik kriterlerinin genellikle nitel (öznel) yargılar içermesi nedeniyle, değerlendirme sürecinde kriterlerin karşılanma değerlerini ölçme aracı olarak, nesneleri belirli özelliklere sahip oluşlarına göre derecelendiren ve sayısal verilere dönüştüren “Sayısal Derecelendirme” ölçeği uygulanmıştır. Değerlendirme sürecinde incelenen beş farklı yapı örneğine ait yapı sistemlerinin ve sistemleri oluşturan ürünlerin/parçaların, döngüsellik kriterlerini karşılama değerlerini ölçmek için, karar vericilerin tutumlarının ölçülmesinde yaygın şekilde tercih edilen ve bir Sayısal Derecelendirme ölçeği olan, “Osgood Anlamsal Farklılık Ölçeği (Semantic Differential Scale)” kullanılmıştır. Kullanılan bu değerlendirme

ölçeğinde, karar vericiler belirli sayıda aralığı olan iki uçlu bir ölçeğe karşılıklı biçimde yerleştirilmiş birbirine tamamen zıt anlamlara sahip sıfat çiftleri arasında tercih yaparak, ölçülen nesne, kavram, özellik veya düşünce hakkındaki yargılarını (puanlarını) belirtirler. Bu ölçekte kullanılan yargı (puan) sayısı 7'dir. Değerlendirme sürecinde yargılanan konuya “olumsuz yaklaşım ve olumlu yaklaşım” durumları vardır ve bu durumların madde sayıları birbirine eşittir. Değerlendirme ölçeğinin ortasında yer alan değer ise “tarafsız, kararsız, nötr” olmayı ifade etmektedir. Ölçekte olumsuz sıfattan olumlu sığata doğru dereceler (puanlar) eşit aralıklarla düzenlenir. Anlamsal Farklılık Ölçeği, anlamsal yargıların ölçülmesinde oldukça etkili bir yöntemdir. Bu yöntem, incelenen durum, olay veya objelerin karar vericiler için ifade ettiği anlamları ölçmeye çalışır. Ürün, firma vb. nitelik ve anlamların belirlenmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Karagöz, Y. ve Bardakçı, S., 2020).

Tezde kullanılan değerlendirme ölçeğinin (Anlamsal Farklılık Ölçeğinin) karar vericileri (kullanıcıları) olarak, yapıda sürdürülebilirlik konusunda uzman ve üniversitede öğretim üyesi olan iki akademisyen belirlenmiştir. Değerlendirme sürecinde bu karar vericilerin bilişsel tutumlarıyla ortaya koydukları yargılardan (puanlardan) yararlanılmıştır. Karar vericilere, yapı örneklerine ait yapı elemanlarının döngüsellik kriterlerini karşılama durumları için, olumsuz sıfattan olumlu sığata doğru derecelendirilen sıfatlardan oluşan tutumları (yargıları) sorulmuştur. Sorular karşısında karar vericilerin vereceği yanıt (yargı) seçenekleri ve puanları ise şunlardır: “Son Derece Olumsuz=1/7”, “Çok Olumsuz=1/5”, “Biraz Olumsuz=1/3”, “Nötr=1”, “Biraz Olumlu=3”, “Çok Olumlu=5”, “Son Derece Olumlu=7” (Tablo 4.1). Değerlendirme ölçeğinde olumsuz-olumlu (veya zıt anlamlı) biçimde sıfat çiftleri oluşturulmuştur. Oluşturulan sıfat çiftleri, değerlendirmede kullanılan döngüsellik kriterlerinin türüne göre değişebilmektedir (Örneğın, zor-kolay, az-fazla, basit-karmaşık vb.) (Tablo 4.2).

Tablo 4.1: Değerlendirme ölçeğinde kullanılan yargı seçenekleri ve puanları.

Olumsuz			Ne Olumlu Ne Olumsuz	Olumlu		
Son Derece	Çok	Biraz	Nötr	Biraz	Çok	Son Derece
1/7	1/5	1/3	1	3	5	7

Tablo 4.2: Değerlendirmede kullanılan döngüsellik kriterlerinin türüne göre, değerlendirme ölçeğinde oluşturulan sıfat çiftleri.

DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK			UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK		
Olumsuz Sıfat	Kriter	Olumlu Sıfat	Olumsuz Sıfat	Kriter	Olumlu Sıfat	Olumsuz Sıfat	Kriter	Olumlu Sıfat
Zor	DEK-1	Kolay	Zor	UYK-1	Kolay	Kısa	DAK-1	Uzun
Çok	DEK-2	Az	Zor	UYK-2	Kolay	Zor	DAK-2	Kolay
Zor	DEK-3	Kolay	Zor	UYK-3	Kolay	Dayanıksız	DAK-3	Dayanıklı
Zor	DEK-4	Kolay				Dayanıksız	DAK-4	Dayanıklı
Uygunsuz	DEK-5	Uygun				Dayanıksız	DAK-5	Dayanıklı
Riskli	DEK-6	Risksiz						
Karmaşık	DEK-7	Basit						
Yeteneksiz	DEK-8	Yetenekli						
Çok	DEK-9	Az						
Zor	DEK-10	Kolay						
Riskli	DEK-11	Risksiz						
Kalitesiz	DEK-12	Kaliteli						

Karar vericilerin yargıları sonucunda her bir yapı örneğinin aldığı puanları ifade etmek amacıyla döngüsellik değerlendirme tabloları oluşturulmuştur. Bu tablolarda her örneği oluşturan yapı sistemi yapı alt sistemi ve yapı elemanı düzeylerinde değerlendirilmiştir. Karar vericiler, ilgili kriterlerin yapı elemanı düzeyinde karşılanma durumlarını yargılayarak, tutumlarını kullanılan değerlendirme ölçeğine göre açıklamıştır. Değerlendirme tablosunda yer alan ilgili yapı elemanının ilgili kriteri karşılama durumu, değerlendirme ölçeğinde belirtilen ve “olumlu, ne olumlu ne olumsuz ve olumsuz” kategorilerde yer alan 7 farklı puana göre belirlenmiştir. Böylece nitel (öznel) yargılar içeren döngüsellik kriterlerinin, yapı elemanları tarafından karşılanma değerleri sayısal verilere dönüştürülmüştür.

Tablo 4.3-4.8; iki farklı karar vericinin yargılarından oluşan, Yapı Örneği 1'in (Huntly Crescent) döngüsellik kriterlerini karşılama değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 4.3: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 1'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlere Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilme Yeteneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	1	3	1/7	1/5	1/5	1	1/5	1/3	1/5	5	1	1/3
		Kiriş	1	1	1/7	1/5	1/5	1	1/5	1/3	1/5	5	1	1/3
		Sömel/Radye	1	1	1/7	1/7	1/7	1	1/5	1/3	1/5	5	1	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	1	3	1/5	1/7	1/7	1	1/5	1/3	1/5	5	1	1/3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	1	3	1/5	1/7	1/7	1	1/5	1/3	1/5	5	1	1/3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	1/3	1/5	1/3	1	3	1/3	1/5	5	1	1/5
		Pencere/Saydam Cephe	1	3	3	1/3	3	3	1	1/3	1/5	5	1	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	1	3	1/7	1/3	3	3	1	1/7	1/5	5	1	1/7
		Eğik Çatı	5	3	1/3	1/5	3	1/5	3	1/3	1/5	5	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1	1/3	1/3
		Sihhi Tesisat	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	5	1/3	3	1/3	1/3
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	7	3	5	1/3	3	1/3	1/5
		Kapı	5	3	3	1/3	5	7	3	5	1/3	3	1/3	1/3
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	5	1/3	3	1/3	1/3
		Mobilya/Ekipman	5	7	5	3	3	7	7	7	3	5	5	5

Tablo 4.4: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 1'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Anıya Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlerle Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilir Yeterneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	3	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	3	1/3	1/3
		Kiriş	3	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	3	1/3	1/3
		Sömel/Radye	3	3	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	3	1/3	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	3	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	3	1/3	1/3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	3	3	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	3	1/3	1/3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/5	3	1/3	1/5
		Pencere/Saydam Cephe	3	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/5	3	1/3	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/5	3	1/3	1/7
		Eğik Çatı	5	3	1/3	1/5	3	1/5	3	1/3	1/5	3	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3
		Sıhhi Tesisat	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1	1/3	1	1/3	1/3
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1	1/3	1/3	1/3	1/7
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	1	1/3	3	1/3	1/3
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1	1/3	1	1/3	1/3
		Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	5	3	5	7	7

Tablo 4.5: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 1'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	3	5	7
	Yaşam Mekanları	3	5	7

Tablo 4.6: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 1'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	3	5	5
	Yaşam Mekanları	3	5	5

Tablo 4.7: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 1'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlama ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	3	3	3	3	5
		Kiriş	3	3	3	3	5
		Sömel/Radye	3	3	3	3	5
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	3	3	3	3	5
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	3	3	3	3	5
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	5	5	3	5
		Pencere/Saydam Cephe	1/3	3	5	1/3	1/5
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	5	3	5
		Eğik Çatı	3	3	5	3	5
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	5	1	5	1
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	5	1	5	1
		Sıhhi Tesisat	3	5	1	5	1
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	7	5	7	1
		Döşeme	3	3	5	7	1
		Kapı	5	5	5	1/3	1/7
		Merdiven	5	5	5	1/3	1/7
		Mobilya/Ekipman	5	5	1/5	1/3	1/7

Tablo 4.8: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 1'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabile, İyileştirilebilir ve Geliştirilebilir Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlama ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	3	1	3	3	5
		Kiriş	3	1	3	3	5
		Sömel/Radye	3	1	3	3	5
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	3	1	3	3	5
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	3	1	3	3	5
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	5	5	3	5
		Pencere/Saydam Cephe	1/3	3	5	1/3	1/5
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	3	3	5
		Eğik Çatı	3	3	3	3	5
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	5	3	3	1/3
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	5	3	3	1/3
		Sıhhi Tesisat	3	5	3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	5	5	3	5
		Döşeme	3	1	3	3	5
		Kapı	1	3	5	1/3	1/5
		Merdiven	1	3	5	1/3	1/5
		Mobilya/Ekipman	3	3	1/3	1/3	1/5

Tablo 4.9-4.14; iki farklı karar vericinin yargılarından oluşan, Yapı Örneği 2'nin (Substrate Factory Ayase) döngüsellik kriterlerini karşılama değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 4.9: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 2'nin dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlerle Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilme Yeteneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	1/3	1/5	5	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/7	3	1/3	3
		Kiriş	1/3	1/5	5	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/7	1/3	1/3	3
		Sömel/Radye	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3	1/7	3	1/3	3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	1/3	1/5	1/5	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/7	3	1/3	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	1/3	1/5	1/5	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/7	3	1/3	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	3
		Pencere/Saydam Cephe	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	3
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/3	1/7	1/3	3
		Eğik Çatı	5	3	1/3	1/5	3	1/5	3	1/3	1/3	1/3	3	3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3
		Sıhhi Tesisat	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1	1	7
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/3	1	1	3
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1	7
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1	1	3
		Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	7	5	7

Tablo 4.10: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 2'nin dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Ağırlıkta Yol Açmadan Sökülmeye Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürünün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlerle Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürünün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürünün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilirlik Yeteneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	1/3	1/7	3	3	3	1/5	1/5	1/3	1/7	3	1/3	3
		Kiriş	1/3	1/7	3	3	3	1/5	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	3
		Sömel/Radye	1/5	1/7	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/7	3	1/3	3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	1/3	1/7	1/5	3	3	1/5	1/5	1/3	1/7	3	1/3	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	1/3	1/7	1/5	3	3	1/5	1/5	1/3	1/7	3	1/3	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/3
		Pencere/Saydam Cephe	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/3	1/7	1/3	1/3
		Eğik Çatı	5	3	1/3	1/5	3	1/5	3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3
		Sihhi Tesisat	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	5
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/3	1/5	1/3	1
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	3
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3
		Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	5	7	7

Tablo 4.11: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 2'nin uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	1/3	1/3	1/3
	Yaşam Mekanları	5	5	5

Tablo 4.12: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 2'nin uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	1/5	1/3	1/3
	Yaşam Mekanları	5	5	5

Tablo 4.13: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 2'nin dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlama ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	1	1/3	3	3
		Kiriş	5	1	1/3	3	3
		Sömel/Radye	3	1	1/3	1/3	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	1	3	3	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	1	3	3	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	1/3	3	3	5
		Pencere/Saydam Cephe	3	1/3	3	3	5
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	3	3	5
		Eğik Çatı	3	1/3	3	3	5
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	1/3	5	5	1/3
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	1	5	5	1/3
		Sihhi Tesisat	1/3	1	5	3	1/5
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	5	5	3	1
		Döşeme	1/3	1/3	3	1/3	1
		Kapı	3	5	5	7	1
		Merdiven	3	5	7	5	1
		Mobilya/Ekipman	7	7	7	7	1

Tablo 4.14: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 2'nin dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlama ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	3	3	3
		Kiriş	5	3	3	3	3
		Sömel/Radye	3	1	1/3	1/3	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	3	3	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	3	3	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	1/3	3	3	5
		Pencere/Saydam Cephe	3	1/3	3	3	5
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	3	3	5
		Eğik Çatı	3	1/3	3	3	5
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	1/3	3	3	3
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	3	5	3	3
		Sihhi Tesisat	1/3	3	5	1/3	1/5
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	3	3	3	3
		Döşeme	3	1	3	3	3
		Kapı	3	5	3	3	1/3
		Merdiven	3	5	3	3	1/3
		Mobilya/Ekipman	3	5	3	3	1/3

Tablo 4.15-4.20; iki farklı karar vericinin yargılarından oluşan, Yapı Örneği 3'ün (Green Design Center) döngüsellik kriterlerini karşılama değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 4.15: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 3'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlere Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilirliği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yama veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülebilirliği
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Kiriş	3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/7	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Sömel/Radye	3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/7	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
		Pencere/Saydam Cephe	3	1/3	3	1/3	5	1/3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	1/7	1/3	5	1/3	3	1/7	1/3	1/7	1/3	1/7
		Eğik Çatı	3	1/3	1/3	1/5	5	1/5	3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3
		Sıhhi Tesisat	3	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/3	1/7	1/3	1/7
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5
		Mobilya/Ekipman	5	3	3	5	5	5	3	5	3	5	5	5

Tablo 4.16: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 3'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlerle Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Biçiminin ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilirliği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yama veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi
1/7YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Kiriş	5	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Sömel/Radye	5	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
		Pencere/Saydam Cephe	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/3	1/7	1/3	1/7
		Eğik Çatı	5	3	1/3	1/5	3	1/5	3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3
		Sıhhi Tesisat	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/7	1/3	1/7	1/3	1/7
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5
		Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	5	7	7

Tablo 4.17: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 3'ün uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	1/3	1/3	1/5
	Yaşam Mekanları	3	1/3	3

Tablo 4.18: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 3'ün uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	1/3	1/3	1/5
	Yaşam Mekanları	1	1/3	1

Tablo 4.19: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 3'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilir ve Geliştirilebilir Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlama ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	7	3	3	3	1
		Kiriş	7	3	3	3	1
		Sömel/Radye	7	1/5	1/3	1/3	1
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	7	3	3	3	1
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	7	3	3	3	1
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	3	3	1
		Pencere/Saydam Cephe	5	3	3	3	1
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	3	3	1
		Eğik Çatı	5	3	3	3	1
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	3	3	1
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	5	5	3	1
		Sıhhi Tesisat	1/3	3	5	1/3	1
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	1/3	3	5	1
		Döşeme	3	3	3	3	1
		Kapı	3	5	3	5	1
		Merdiven	3	5	3	5	1
		Mobilya/Ekipman	3	5	3	5	1

Tablo 4.20: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 3'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlama ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	3	3	3
		Kiriş	5	3	3	3	3
		Sömel/Radye	3	1/5	1/3	1/3	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	3	3	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	3	3	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	1/3	3	3	3
		Pencere/Saydam Cephe	3	1/3	3	3	3
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	3	3	3
		Eğik Çatı	3	1/3	3	3	3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	1/3	3	3	3
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	5	5	3	3
		Sıhhi Tesisat	1/3	3	5	1/3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	1/3	3	3	5
		Döşeme	3	3	3	3	5
		Kapı	3	5	3	3	1/3
		Merdiven	3	5	3	3	1/3
		Mobilya/Ekipman	3	5	3	3	1/3

Tablo 4.21-4.26; iki farklı karar vericinin yargılarından oluşan, Yapı Örneği 4'ün (The Green House) döngüsellik kriterlerini karşılama değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 4.21: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 4'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlere Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilme Yeteneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	1/3	1/3	3	3	1/3	1/5	1/5	3	1/7	3	1/5	3
		Kiriş	1/3	1/3	3	3	1/3	1/5	1/5	3	1/7	3	1/5	3
		Sömel/Radye	1/3	1/3	3	3	1/3	1/5	1/5	3	1/7	3	1/5	3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	1/3	1/3	3	3	1/3	1/5	1/5	3	1/7	3	1/5	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	1/3	1/3	3	3	1/3	1/5	1/5	3	1/7	3	1/5	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	5	1/3	3	1/7	1
		Pencere/Saydam Cephe	3	3	3	1/3	3	3	3	5	1/3	3	1/7	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	3	1/5	1/3	3	3	3	5	1/3	3	1/7	1/7
		Eğik Çatı	3	3	1/3	1/5	3	1/5	3	5	1/3	3	1	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	3	5	5	5	5	3	1	7	1/3	1	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3
		Sıhhi Tesisat	3	3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3	3	1/3	1/3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	7	7	3	1/5	1/3	1/3	3	5	1/3	1/5	1/5	1/5
		Döşeme	7	3	1	1/3	3	3	3	1/3	1/3	1/7	1/5	1/7
		Kapı	7	7	5	1/3	3	3	3	5	1/3	3	1/5	1/3
		Merdiven	7	7	5	1/3	1/3	1/3	3	5	1/3	1/3	1/5	1/5
		Mobilya/Ekipman	7	7	5	5	5	7	3	7	3	5	5	7

Tablo 4.22: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 4'ün dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlerle Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilir Yeterneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürüle Kalitesi
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	1/3	1/7	3	3	3	1/5	1/5	1	1/7	3	1/3	3
		Kiriş	1/3	1/7	3	3	3	1/5	1/5	1	1/7	1/3	1/3	3
		Sömel/Radye	1/5	1/7	1/3	1	1/3	1/5	1/5	1	1/7	3	1/3	3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	1/3	1/7	3	3	3	1/5	1/5	1	1/7	3	1/3	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	1/3	1/7	3	3	3	1/5	1/5	1	1/7	3	1/3	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	3	1/3	1/3	1/3	1/3
		Pencere/Saydam Cephe	5	3	3	1/3	3	3	3	3	1/3	3	1/3	1/5
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1	1/3	1/3	1/3	1/7
		Eğik Çatı	5	3	1/3	1/5	3	1/5	3	3	1/3	3	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	1/3	7	3	5	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
		Sıhhi Tesisat	5	3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1/3	5	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/3	1/5	1/3	1/3	3	3	1/3	1/5	1/3	1/5
		Döşeme	5	3	1/3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	1/7	1/3	1/7
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	3	1/3	3	1/3	1/3
		Merdiven	5	3	1	1/3	1/3	1/3	3	3	1/3	1/3	1/3	1/5
		Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	5	7	7

Tablo 4.23: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 4'ün uyarlabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyeblime Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	3	3	5
	Yaşam Mekanları	3	7	5

Tablo 4.24: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 4'ün uyarlabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyeblime Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	5	3	3
	Yaşam Mekanları	3	3	3

Tablo 4.25: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 4'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilir ve Geliştirilebilir Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlama ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	3	5	1
		Kiriş	5	3	3	5	1
		Sömel/Radye	5	1/5	1/3	3	1
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	3	5	1
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	3	5	1
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	1/3	3	7	1
		Pencere/Saydam Cephe	5	1/3	3	7	1
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	1/3	3	7	1
		Eğik Çatı	5	1/3	3	5	1
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	7	1/3	3	3	1
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	7	5	5	3	1
		Sıhhi Tesisat	7	3	5	3	1/5
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	7	1/3	5	5	5
		Döşeme	7	5	5	5	5
		Kapı	7	5	5	5	1/3
		Merdiven	7	5	5	5	1/3
		Mobilya/Ekipman	7	5	5	5	1/3

Tablo 4.26: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 4'ün dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIKLA UYGUNLUK KRİTERLERİ					
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlarına ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı	
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	3	3	3	
		Kiriş	5	3	3	3	3	
		Sömel/Radye	3	1/5	1/3	1/3	1/3	
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	3	3	3	
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	3	3	3	
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	1/3	3	3	5	
		Pencere/Saydam Cephe	3	1/3	3	5	5	
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	3	5	5	
		Eğik Çatı	3	1/3	3	3	5	
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	1/3	3	3	5	
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	5	5	3	5	
		Sıhhi Tesisat	3	3	5	1/3	1/5	
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	1/3	3	3	5	
		Döşeme	3	3	3	3	5	
		Kapı	3	5	3	3	1/3	
Merdiven		3	5	3	3	1/3		
Mobilya/Ekipman		3	5	3	3	1/3		

Tablo 4.27-4.32; iki farklı karar vericinin yargılarından oluşan, Yapı Örneği 5'in (Circle House) döngüsellik kriterlerini karşılama değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 4.27: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 5'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYON KRİTERLERİ												
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürünün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlere Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürünün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürünün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilme Yeteneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi	
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	5	1/3	1/3	
		Kiriş	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	5	1/3	1/3	
		Sömel/Radye	5	3	1/3	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	5	1/3	1/3	
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	1/3	1/5	1/5	1/7	1/5	1/3	1/3	5	1/3	1/3	
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/3	1/3	5	1/3	1/3	
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	3	1/5	1/5	3	3	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	
		Pencere/Saydam Cephe	5	3	5	1/3	5	3	3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	1/5	1/3	5	3	3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	
		Eğik Çatı	5	3	1/5	1/5	5	1/5	3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5	
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	
		Sıhhi Tesisat	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3	
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/7	
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	
		Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	5	7	7	

Tablo 4.28: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 5'in dekonstrüksiyona uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DEKONSTRÜKSİYONA UYGUNLUK KRİTERLERİ											
			Ürünün Özelliklerine, Montaj ve Sökümüne İlişkin Bilgilerin/Belgelerin Elde Edilebilme Kolaylığı	Ürünün Farklı Türde Bağlantı/Tespit Sayısı	Ürünün Hasara ve Atığa Yol Açmadan Sökülme Kolaylığı	Ürünün Söküm İşlemleri için Tespit/Bağlantı Noktalarına Erişilebilme Kolaylığı	Ürün Sökümünün, Paralel Söküme (Diğer Ürünlerle Müdahale Etmeden Söküme) Uygunluğu	Ürün Sökümünün Çalışanların Güvenliği Açısından Tehlike Riski	Ürün Bıçımının ve Düzeninin Karmaşıklık Derecesi	Ürünün Farklı İşlevlerde Kullanılabilme Yeteneği	Ürünü Oluşturan Parça/Katman/Malzeme Sayısı	Ürünü Oluşturan Parçaların/Katmanların/Malzemelerin Ayrıştırılma Kolaylığı	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Zehir Yayma veya İnsan Sağlığına Zararlı Verme Riski	Ürünü Oluşturan Malzemelerin Geri Dönüştürülme Kalitesi
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3
		Kiriş	5	3	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3
		Sömel/Radye	5	3	1/5	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	1/5	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	1/3	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
		Pencere/Saydam Cephe	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	1/5	1/3	3	3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5
		Eğik Çatı	5	3	1/3	1/5	3	1/5	3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3
		Sihhi Tesisat	5	3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
		Döşeme	5	3	1/7	1/3	3	3	3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/5
		Kapı	5	3	3	1/3	3	3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3
		Merdiven	5	3	1/3	1/3	1/3	1/3	3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5
		Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	5	7	7

Tablo 4.29: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 5'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	5	5	7
	Yaşam Mekanları	5	7	7

Tablo 4.30: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 5'in uyarlanabilirliğe uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

		UYARLANABİLİRLİĞE UYGUNLUK KRİTERLERİ		
		Mekanların Büyüyebilme Kolaylığı	Mekanların Bölünebilme (Yeniden Düzenlenme) Kolaylığı	Mekanların İşlevsel Dönüşüm (Bir İşlevden Diğerine Dönüşme) Kolaylığı
MEKAN ORGANİZASYONU	Servis Mekanları	3	3	5
	Yaşam Mekanları	5	5	5

Tablo 4.31: 1. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 5'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlara ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	3	1/3	3	5	3
		Kiriş	3	1/3	3	5	3
		Sömel/Radye	3	1/3	3	5	3
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	3	1/3	3	5	3
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	3	1/3	3	5	3
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	5	5	1/3
		Pencere/Saydam Cephe	3	3	5	3	1/3
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	3	3	1/3
		Eğik Çatı	3	3	3	3	1/3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	5	3	3	1/3
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	5	3	3	1/3
		Sıhhi Tesisat	5	5	3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	7	5	5	7	1/5
		Döşeme	7	5	5	7	1/5
		Kapı	7	7	7	5	1/5
		Merdiven	7	5	7	3	1/5
		Mobilya/Ekipman	7	7	7	7	7

Tablo 4.32: 2. Karar Verici tarafından belirlenen, Yapı Örneği 5'in dayanıklılığa uygunluk kriterlerini karşılama değerleri.

			DAYANIKLILIĞA UYGUNLUK KRİTERLERİ				
			Ürünün Kullanımdaki Yaşam Süresi Uzunluğu	Ürünün Onarılabilme, İyileştirilebilme ve Geliştirilebilme Kolaylığı	Ürünün Su, Nem ve Mikroorganizmalara Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılığı	Ürünün Morötesi (UV) Güneş Işınlara ve Yüksek Sıcaklığa Karşı Dayanıklılığı
YAPI SİSTEMİ	TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	3	1/3	3	3	5
		Kiriş	3	1/3	3	3	5
		Sömel/Radye	3	1/3	3	3	5
		Temel Duvarı/Temel Kirişi	3	1/3	3	3	5
		Temel Kazığı/Temel Kolonu	3	1/3	3	3	5
	KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	5	5	3	3
		Pencere/Saydam Cephe	1/3	3	5	1/3	1/5
		Düz Çatı/Teras Çatı	3	1/3	3	3	3
		Eğik Çatı	3	3	3	3	3
	SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	5	3	3	1/3
		Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	5	3	3	1/3
		Sihhi Tesisat	3	5	3	3	1/3
	İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	5	5	3	1/3
		Döşeme	5	1	3	3	1/3
		Kapı	3	3	5	1	1/5
		Merdiven	1	3	5	1	1/5
		Mobilya/Ekipman	5	3	3	1	5

4.2.3 Yapı örneklerinin döngüsellik potansiyellerinin belirlenmesi

Değerlendirme sürecinin önceki adımında, sürece katılan her karar verici kendi bilgi ve deneyimleri doğrultusunda, yapı örneklerini oluşturan yapı elemanlarının (veya mekan birimlerinin), döngüsellik kriterlerini karşılama durumlarını değerlendirerek belirli puanlar vermiştir. Her karar vericinin öznel yargısı sonucunda verilen bu puanlar, yapı örneklerinin döngüsellik potansiyellerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Bu etkinin objektifliğinin sağlanması amacıyla, bu adımda, farklı karar vericilerin aynı eleman (veya mekan birimi) ve kriter için verdikleri puanların ortalama değerleri alınarak, karar vericilerin yargıları optimize edilmiştir. Her yapı elemanın (veya mekan biriminin) her kriteri karşılama puanlarının ortalaması hesaplandıktan sonra, bu değerlerle düzenlenen tablolarda, her yapı örneğinin üç ana kriter grubunu (Dekonstrüksiyona Uygunluk Kriterleri, Uyarlanabilirliğe Uygunluk Kriterleri, Dayanıklılığa Uygunluk Kriterleri) karşılama puanları belirlenmiştir.

Yapı örneklerinin dekonstrüksiyona uygunluk puanlarının belirlenmesi için, önce her yapı elemanı satırındaki puanların ortalaması alınarak, yapı elemanının dekonstrüksiyona uygunluk puanı hesaplanır. Daha sonra bir yapı alt sistemini oluşturan yapı elemanlarının dekonstrüksiyona uygunluk puanlarının ortalaması alınarak, o yapı alt sisteminin dekonstrüksiyona uygunluk puanı hesaplanır. Tüm yapı alt sistemlerinin dekonstrüksiyona uygunluk puanlarının ortalaması ise yapı örneğini oluşturan yapı sisteminin dekonstrüksiyona uygunluk puanını verir.

Yapı örneklerinin uyarlanabilirliğe uygunluk puanlarının belirlenmesi için, önce her mekan biriminin satırındaki puanların ortalaması alınarak, mekan biriminin dekonstrüksiyona uygunluk puanı hesaplanır. Tüm mekan birimlerinin dekonstrüksiyona uygunluk puanlarının ortalaması ise yapı örneğinin mekan organizasyonunun (yerleşim planının) dekonstrüksiyona uygunluk puanını verir.

Yapı örneklerinin dayanıklılığa uygunluk puanlarının belirlenmesi için, önce her yapı elemanı satırındaki puanların ortalaması alınarak, yapı elemanının dayanıklılığa uygunluk puanı hesaplanır. Daha sonra bir yapı alt sistemini oluşturan yapı elemanlarının dayanıklılığa uygunluk puanlarının ortalaması alınarak, o yapı alt sisteminin dayanıklılığa uygunluk puanı hesaplanır. Tüm yapı alt sistemlerinin

dayanıklılığa uygunluk puanlarının ortalaması ise yapı örneğini oluşturan yapı sisteminin dayanıklılığa uygunluk puanını verir.

Tablo 4.33-Tablo 4.35'te, Yapı Örneği 1'in (Huntly Crescent) dekonstrüksiyona uygunluk, uyarlanabilirliğe uygunluk ve dayanıklılığa uygunluk puanları açıklanmıştır.

Tablo 4.33: Yapı Örneği 1'in dekonstrüksiyona uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI													DEK-1	DEK-2	DEK-3	DEK-4	DEK-5	DEK-6	DEK-7	DEK-8	DEK-9	DEK-10	DEK-11	DEK-12	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	2	3	0,14	0,2	0,34	0,60	0,20	0,23	0,20	4	0,66	0,33	0,99	0,96	1,86													
	Kiriş	2	2	0,14	0,2	0,34	0,60	0,20	0,23	0,20	4	0,66	0,33	0,99															
	Sömel/Radye	2	2	0,14	0,14	0,14	0,60	0,20	0,23	0,20	4	0,66	0,33	0,88															
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	2	3	0,17	0,17	0,14	0,60	0,20	0,23	0,20	4	0,66	0,33	0,97															
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	2	3	0,17	0,14	0,14	0,60	0,20	0,23	0,20	4	0,66	0,33	0,97															
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	0,26	0,20	0,33	0,66	3	0,33	0,20	4	0,66	0,20	1,48	1,68														
	Pencere/Saydam Cephe	2	3	3	0,33	3	3	2	0,33	0,20	4	0,66	0,33	1,82															
	Düz Çatı/Teras Çatı	2	3	0,14	0,33	3	3	2	0,14	0,20	4	0,66	0,14	1,55															
	Eğik Çatı	5	3	0,33	0,20	3	0,20	3	0,33	0,20	4	3	0,33	1,88															
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5	5	2,36														
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	0,33	0,33	0,33	0,20	0,33	0,20	0,33	0,66	0,33	0,33	0,94															
	Sıhhi Tesisat	5	3	0,33	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	0,66	3	0,33	1,15															
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	0,20	0,20	0,33	0,33	3	3	0,33	2	0,33	0,33	1,50	2,47														
	Döşeme	5	3	0,14	0,33	3	5	3	3	0,33	0,66	0,33	0,17	1,99															
	Kapı	5	3	0,33	0,33	4	5	3	3	0,33	3	0,33	0,33	2,30															
	Merdiven	5	3	0,33	0,33	0,33	0,33	3	3	0,33	2	0,33	0,33	1,52															
	Mobilya/Ekipman	6	5	4	4	4	7	5	6	3	5	6	6	5,08															

Tablo 4.34: Yapı Örneği 1'in uyarlanabilirliğe uygunluk puanları.

MEKAN BİRİMLERİ	UYK-1	UYK-2	UYK-3	Mekan Birimi Puanı	Mekan Organizasyonu Puanı
Servis Mekanları	3	5	6	4,6	4,6
Yaşam Mekanları	3	5	6	4,6	

Tablo 4.35: Yapı Örneği 1'in dayanıklılığa uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI	DAK-1	DAK-2	DAK-3	DAK-4	DAK-5	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	3	2	3	3	5	3,2	3,2	3,2	3,04
	Kiriş	3	2	3	3	5	3,2			
	Sömel/Radye	3	2	3	3	5	3,2			
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	3	2	3	3	5	3,2			
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	3	2	3	3	5	3,2			
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	5	5	3	5	4,2	3,15	3,04	
	Pencere/Saydam Cephe	0,33	3	5	0,33	0,20	1,77			
	Düz Çatı/Teras Çatı	3	0,33	4	3	5	3,06			
	Eğik Çatı	3	3	4	3	5	3,6			
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	5	2	4	0,66	2,93	2,93	3,04	
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	5	2	4	0,66	2,93			
	Sihhi Tesisat	3	5	2	4	0,66	2,93			
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	6	5	5	3	4,4	2,91	3,04	
	Döşeme	3	2	4	5	3	3,4			
	Kapı	3	4	5	0,33	0,17	2,5			
	Merdiven	3	4	5	0,33	0,17	2,5			
	Mobilya/Ekipman	4	4	0,26	0,33	0,17	1,75			

Tablo 4.36-Tablo 4.38’de, Yapı Örneği 2'nin (Substrate Factory Ayase) dekonstrüksiyona uygunluk, uyarlanabilirliğe uygunluk ve dayanıklılığa uygunluk puanları açıklanmıştır.

Tablo 4.36: Yapı Örneği 2'nin dekonstrüksiyona uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI													DEK-1	DEK-2	DEK-3	DEK-4	DEK-5	DEK-6	DEK-7	DEK-8	DEK-9	DEK-10	DEK-11	DEK-12	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	0,33	0,17	4	3	0,20	0,26	0,26	0,33	0,14	3	0,33	3	1,25	0,96	1,86													
	Kiriş	0,33	0,17	4	3	0,20	0,26	0,26	0,33	0,14	0,26	0,33	3	1,02															
	Sömel/Radye	0,20	0,17	0,26	0,20	0,20	0,26	0,26	0,33	0,14	3	0,33	3	0,69															
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	0,33	0,17	0,20	3	0,20	0,26	0,26	0,33	0,14	3	0,33	3	0,93															
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	0,33	0,17	0,20	3	0,20	0,26	0,26	0,33	0,14	3	0,33	3	0,93															
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	5	3	0,20	0,20	0,33	0,33	3	0,33	0,33	0,20	0,33	1,66	1,24	1,69														
	Pencere/Saydam Cephe	5	3	3	0,33	3	3	3	0,33	0,33	3	0,33	1,66	2,16															
	Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	0,14	0,33	3	3	3	0,14	0,33	0,14	0,33	1,66	1,67															
	Eğik Çatı	5	3	0,33	0,20	3	0,20	3	0,33	0,33	0,33	3	1,66	1,69															
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5	5	2,35														
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	0,33	0,33	0,33	0,20	0,33	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	0,92															
	Sıhhi Tesisat	5	3	0,33	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	3	0,33	1,13															
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	0,20	0,20	0,33	0,33	3	0,33	0,33	0,60	0,66	6	1,66	2,47														
	Döşeme	5	3	0,14	0,33	3	3	3	0,14	0,33	0,60	0,66	2	1,76															
	Kapı	5	3	3	0,33	3	3	3	0,33	0,33	3	0,66	5	2,47															
	Merdiven	5	3	0,33	0,33	0,33	0,33	3	0,20	0,33	0,66	0,66	1,66	1,31															
	Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	6	6	7	5,16															

Tablo 4.37: Yapı Örneği 2'nin uyarlanabilirliğe uygunluk puanları.

MEKAN BİRİMLERİ	UYK-1	UYK-2	UYK-3	Mekan Birimi Puanı	Mekan Organizasyonu Puanı
Servis Mekanları	0,26	0,33	0,33	0,30	2,65
Yaşam Mekanları	5	5	5	5	

Tablo 4.38: Yapı Örneği 2'nin dayanıklılığa uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI	DAK-1	DAK-2	DAK-3	DAK-4	DAK-5	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	2	1,66	3	3	2,93	2,65	2,76	
	Kiriş	5	2	1,66	3	3	2,93			
	Sömel/Radye	3	1	0,33	0,33	0,33	0,99			
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	2	3	3	3	3,2			
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	2	3	3	3	3,2			
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	3	0,33	3	3	5	2,86	2,86		
	Pencere/Saydam Cephe	3	0,33	3	3	5	2,86			
	Düz Çatı/Teras Çatı	3	0,33	3	3	5	2,86			
	Eğik Çatı	3	0,33	3	3	5	2,86			
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	3	0,33	4	4	1,66	2,59	2,51		
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	3	2	5	4	1,66	3,13			
	Sihhi Tesisat	0,33	2	5	1,66	0,20	1,83			
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	4	4	4	3	2	3,4	3,03		
	Döşeme	1,66	0,66	3	1,66	2	1,79			
	Kapı	3	5	4	5	0,66	3,53			
	Merdiven	3	5	5	6	0,66	3,93			
	Mobilya/Ekipman	5	6	5	5	0,66	4,33			

Tablo 4.39-Tablo 4.41’ta, Yapı Örneği 3’ün (Green Design Center) dekonstrüksiyona uygunluk, uyarlanabilirliğe uygunluk ve dayanıklılığa uygunluk puanları açıklanmıştır.

Tablo 4.39: Yapı Örneği 3’ün dekonstrüksiyona uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ			DEK-1	DEK-2	DEK-3	DEK-4	DEK-5	DEK-6	DEK-7	DEK-8	DEK-9	DEK-10	DEK-11	DEK-12	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
YAPI ELEMANLARI																	
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	4	1,66	0,14	0,20	0,14	0,20	0,20	0,14	0,20	0,14	0,33	0,33	0,64	0,63	1,60	
	Kiriş	4	1,66	0,14	0,20	0,14	0,17	0,20	0,14	0,20	0,14	0,33	0,33	0,63			
	Sömel/Radye	4	1,66	0,14	0,20	0,14	0,20	0,20	0,14	0,20	0,14	0,33	0,33	0,64			
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	4	1,66	0,14	0,20	0,14	0,17	0,20	0,14	0,20	0,14	0,33	0,33	0,63			
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	4	1,66	0,14	0,20	0,14	0,20	0,20	0,14	0,20	0,14	0,33	0,33	0,64			
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	4	1,66	0,20	0,20	0,33	0,33	3	0,33	0,33	0,20	0,33	0,20	0,92	1,38		
	Pencere/Saydam Cephe	4	1,66	3	0,33	4	1,66	3	0,33	0,33	3	0,33	0,33	1,83			
	Düz Çatı/Teras Çatı	4	1,66	0,14	0,33	4	1,66	3	0,14	0,33	0,14	0,33	0,14	1,32			
	Eğik Çatı	4	1,66	0,33	0,20	4	0,20	3	0,33	0,33	0,33	3	0,33	1,47			
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	4	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5	4,91	2,26		
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	4	3	0,33	0,33	0,33	0,20	0,33	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	0,83			
	Sıhhi Tesisat	4	3	0,33	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	3	0,33	1,04			
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	0,20	0,20	0,33	0,33	3	0,33	0,33	0,20	0,33	0,20	1,12	2,12		
	Döşeme	5	3	0,14	0,33	3	3	3	0,14	0,33	0,14	0,33	0,14	1,54			
	Kapı	5	3	3	0,33	3	3	3	0,33	0,33	3	0,33	0,33	2,05			
	Merdiven	5	3	0,33	0,33	0,33	0,33	3	0,20	0,33	0,33	0,33	0,20	1,14			
	Mobilya/Ekipman	6	3	3	5	5	6	3	6	3	5	6	6	4,75			

Tablo 4.40: Yapı Örneği 3’ün uyarlanabilirliğe uygunluk puanları.

MEKAN BİRİMLERİ	UYK-1	UYK-2	UYK-3	Mekan Birimi Puanı	Mekan Organizasyonu Puanı
Servis Mekanları	0,33	0,33	0,20	0,28	0,86
Yaşam Mekanları	2	0,33	2	1,44	

Tablo 4.41: Yapı Örneği 3'ün dayanıklılığa uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI						DAK-1	DAK-2	DAK-3	DAK-4	DAK-5	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	6	3	3	3	2	3,4	2,98	2,87						
	Kiriş	6	3	3	3	2	3,4								
	Sömel/Radye	5	0,20	0,33	0,33	0,66	1,30								
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	6	3	3	3	2	3,4								
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	6	3	3	3	2	3,4								
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	4	1,66	3	3	2	2,73	2,73							
	Pencere/Saydam Cephe	4	1,66	3	3	2	2,73								
	Düz Çatı/Teras Çatı	4	1,66	3	3	2	2,73								
	Eğik Çatı	4	1,66	3	3	2	2,73								
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	4	1,66	3	3	2	2,73	2,79							
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	4	5	5	3	2	3,8								
	Sihhi Tesisat	0,33	3	5	0,33	0,66	1,86								
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	3	0,33	3	4	3	2,66	3,01							
	Döşeme	3	3	3	3	3	3								
	Kapı	3	5	3	4	0,66	3,13								
	Merdiven	3	5	3	4	0,66	3,13								
	Mobilya/Ekipman	3	5	3	4	0,66	3,13								

Tablo 4.42-Tablo 4.44’te, Yapı Örneği 4’ün (The Green House) dekonstrüksiyona uygunluk, uyarlanabilirliğe uygunluk ve dayanıklılığa uygunluk puanları açıklanmıştır.

Tablo 4.42: Yapı Örneği 4’ün dekonstrüksiyona uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI													DEK-1	DEK-2	DEK-3	DEK-4	DEK-5	DEK-6	DEK-7	DEK-8	DEK-9	DEK-10	DEK-11	DEK-12	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	0,33	0,23	3	3	1,66	0,20	0,20	2	0,14	3	0,26	3	1,41	1,32	2,00													
	Kiriş	0,33	0,23	3	3	1,66	0,20	0,20	2	0,14	1,66	0,26	3	1,30															
	Sömel/Radye	0,33	0,23	1,66	2	0,33	0,20	0,20	2	0,14	3	0,26	3	1,11															
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	0,33	0,23	3	3	1,66	0,20	0,20	2	0,14	3	0,26	3	1,41															
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	0,33	0,23	3	3	1,66	0,20	0,20	2	0,14	3	0,26	3	1,41															
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	4	3	0,20	0,20	0,33	0,33	3	4	0,33	1,66	0,23	2	1,60	1,88														
	Pencere/Saydam Cephe	4	3	1,66	0,33	3	3	3	4	0,33	3	0,23	0,33	2,15															
	Düz Çatı/Teras Çatı	4	3	0,26	0,33	3	3	3	3	0,33	1,66	0,23	0,17	1,83															
	Eğik Çatı	4	3	0,26	0,20	3	0,20	3	4	0,33	3	2	0,33	1,94															
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	4	3	5	5	5	5	3	1,66	7	1,66	3	5	4,02	2,13														
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	4	3	0,33	0,33	0,33	0,20	0,33	1,66	0,33	0,33	2	0,33	1,09															
	Sıhhi Tesisat	4	3	0,33	0,33	0,20	0,20	0,33	2	0,33	0,33	4	0,33	1,28															
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	6	5	1,66	0,20	0,33	0,33	3	4	0,33	0,20	0,26	0,20	1,79	2,69														
	Döşeme	6	3	1,66	0,33	3	3	3	0,33	0,33	0,14	0,26	0,14	1,76															
	Kapı	6	5	4	0,33	3	3	3	4	0,33	3	0,26	0,33	2,68															
	Merdiven	6	5	3	0,33	0,33	0,33	3	4	0,33	0,33	0,26	0,20	1,92															
	Mobilya/Ekipman	7	5	4	5	5	7	3	7	3	5	6	7	5,33															

Tablo 4.43: Yapı Örneği 4’ün uyarlanabilirliğe uygunluk puanları.

MEKAN BİRİMLERİ	UYK-1	UYK-2	UYK-3	Mekan Birimi Puanı	Mekan Organizasyonu Puanı
Servis Mekanları	4	3	4	3,66	3,83
Yaşam Mekanları	3	5	4	4	

Tablo 4.44: Yapı Örneği 4'ün dayanıklılığa uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI	DAK-1	DAK-2	DAK-3	DAK-4	DAK-5	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon		5	3	3	4	2	3,4	3,03	3,32
	Kiriş		5	3	3	4	2	3,4		
	Sömel/Radye		4	0,20	0,33	1,66	1,66	1,57		
	Temel Duvarı/Temel Kirişi		5	3	3	4	2	3,4		
	Temel Kazığı/Temel Kolonu		5	3	3	4	2	3,4		
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar		4	0,33	3	5	3	3,06	3,11	
	Pencere/Saydam Cephe		4	0,33	3	6	3	3,26		
	Düz Çatı/Teras Çatı		4	0,33	3	6	3	3,26		
	Eğik Çatı		4	0,33	3	4	3	2,86		
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma		5	0,33	3	3	3	2,86	3,34	
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim		5	5	5	3	3	4,2		
	Sihhi Tesisat		5	3	5	1,66	0,20	2,97		
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar		5	0,33	4	4	5	3,66	3,80	
	Döşeme		5	4	4	4	5	4,4		
	Kapı		5	5	4	4	0,33	3,66		
	Merdiven		5	5	4	4	0,33	3,66		
	Mobilya/Ekipman		5	5	4	4	0,33	3,66		

Tablo 4.45-Tablo 4.47’de, Yapı Örneği 5’in (Circle House) dekonstrüksiyona uygunluk, uyarlanabilirliğe uygunluk ve dayanıklılığa uygunluk puanları açıklanmıştır.

Tablo 4.45: Yapı Örneği 5’in dekonstrüksiyona uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI												DEK-1	DEK-2	DEK-3	DEK-4	DEK-5	DEK-6	DEK-7	DEK-8	DEK-9	DEK-10	DEK-11	DEK-12	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon	5	3	0,26	0,20	0,17	0,20	0,20	0,26	0,26	4	0,33	0,33	1,18	1,17	1,90												
	Kiriş	5	3	0,26	0,20	0,17	0,20	0,20	0,26	0,26	4	0,33	0,33	1,18														
	Sömel/Radye	5	3	0,26	0,14	0,17	0,20	0,20	0,26	0,26	4	0,33	0,33	1,18														
	Temel Duvarı/Temel Kirişi	5	3	0,26	0,20	0,17	0,17	0,20	0,26	0,26	4	0,33	0,33	1,18														
	Temel Kazığı/Temel Kolonu	5	3	0,26	0,14	0,17	0,17	0,20	0,26	0,26	4	0,33	0,33	1,17														
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar	4	3	0,26	0,20	3	3	3	0,33	0,33	0,26	0,26	0,26	1,49	1,75													
	Pencere/Saydam Cephe	5	3	4	0,33	4	3	3	0,33	0,33	3	0,26	0,33	2,21														
	Düz Çatı/Teras Çatı	5	3	0,20	0,33	4	3	3	0,26	0,33	0,26	0,26	0,20	1,65														
	Eğik Çatı	5	3	0,26	0,20	4	0,20	3	0,33	0,33	0,33	3	0,33	1,66														
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma	5	3	5	5	5	5	3	5	7	5	7	5	5	2,36													
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim	5	3	0,33	0,33	0,33	0,26	0,33	0,26	0,33	0,33	0,33	0,33	0,93														
	Sıhhi Tesisat	5	3	0,33	0,26	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3	0,33	1,15														
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar	5	3	0,33	0,26	0,33	0,33	3	0,33	0,33	0,20	0,33	0,20	1,13	2,31													
	Döşeme	5	3	0,20	2	3	3	3	0,20	0,33	0,20	0,33	0,26	1,71														
	Kapı	5	3	3	2	3	3	3	0,33	0,33	3	0,33	0,33	2,19														
	Merdiven	5	3	0,33	0,33	0,33	0,33	3	0,20	0,33	0,33	0,33	0,20	1,14														
	Mobilya/Ekipman	7	3	3	5	5	7	3	7	3	5	7	7	5,41														

Tablo 4.46: Yapı Örneği 5’in uyarlanabilirliğe uygunluk puanları.

MEKAN BİRİMLERİ	UYK-1	UYK-2	UYK-3	Mekan Birimi Puanı	Mekan Organizasyonu Puanı
Servis Mekanları	4	4	6	4,66	5,16
Yaşam Mekanları	5	6	6	5,66	

Tablo 4.47: Yapı Örneği 5'ün dayanıklılığa uygunluk puanları.

YAPI ALT SİSTEMLERİ		YAPI ELEMANLARI	DAK-1	DAK-2	DAK-3	DAK-4	DAK-5	Yapı Elemanı Puanı	Yapı Alt Sistemi Puanı	Yapı Sistemi Puanı
TAŞIYICI SİSTEM	Kolon		3	0,33	3	4	4	2,86	2,86	3,17
	Kiriş		3	0,33	3	4	4	2,86		
	Sömel/Radye		3	0,33	3	4	4	2,86		
	Temel Duvarı/Temel Kirişi		3	0,33	3	4	4	2,86		
	Temel Kazığı/Temel Kolonu		3	0,33	3	4	4	2,86		
KABUK SİSTEMİ	Dış Duvar		4	4	5	4	1,66	3,73	2,74	
	Pencere/Saydam Cephe		1,66	3	5	1,66	0,26	2,31		
	Düz Çatı/Teras Çatı		3	0,33	3	3	1,66	2,19		
	Eğik Çatı		3	3	3	3	1,66	2,73		
SERVİSLER SİSTEMİ	Isıtma/Soğutma/Havalandırma		4	5	3	3	0,33	3,06	3,06	
	Elektrik/Aydınlatma/İletişim		4	5	3	3	0,33	3,06		
	Sihhi Tesisat		4	5	3	3	0,33	3,06		
İÇ DONATIM SİSTEMİ	İç Duvar		6	5	5	5	0,26	4,25	4,03	
	Döşeme		6	3	4	5	0,26	3,65		
	Kapı		5	5	6	3	0,20	3,84		
	Merdiven		4	4	6	2	0,20	3,24		
	Mobilya/Ekipman		6	5	5	4	6	5,2		

Yapı örneklerinin üç ana kriter grubunu (Dekonstrüksiyona Uygunluk Kriterleri, Uyarlanabilirliğe Uygunluk Kriterleri, Dayanıklılığa Uygunluk Kriterleri) karşılama puanları ayrı ayrı belirlendikten sonra, her yapı örneğinin döngüsellik potansiyeli hesaplanmıştır. Bunun için her örneğin dekonstrüksiyona uygunluk puanı, uyarlanabilirliğe uygunluk puanı ve dayanıklılığa uygunluk puanının ortalaması alınarak tezde incelenen uygulanmış tüm yapı örneklerinin döngüsellik açısından değerlendirilmeleri sonucunda elde edilen döngüsellik potansiyelleri açıklanmıştır (Tablo 4.48).

Tablo 4.48: Uygulanmış yapı örneklerinin döngüsellik potansiyelleri.

Yapı Örnekleri	Dekonstrüksiyona Uygunluk Puanı	Uyarlanabilirliğe Uygunluk Puanı	Dayanıklılığa Uygunluk Puanı	Döngüsellik Potansiyeli
Yapı Örneği 1 (Huntly Crescent)	1,86	4,60	3,04	3,16
Yapı Örneği 2 (Substrate Factory Ayase)	1,86	2,65	2,76	2,42
Yapı Örneği 3 (Green Design Center)	1,60	0,86	2,87	1,77
Yapı Örneği 4 (The Green House)	2,00	3,83	3,32	3,05
Yapı Örneği 5 (Circle House)	1,90	5,16	3,17	3,41

4.2.4 Değerlendirme sonuçlarının yorumlanması ve çıkarımlar

Karar vericiler tarafından belirlenen döngüsellik performans değerleri doğrultusunda yapıların döngüsellik potansiyelleri hakkında yorum yapılabilmektedir.

Tabloda yer alan yapıların döngüsellik potansiyeli değerleri incelendiğinde; (Tablo 4.48) Yapıların uyarlanabilirliğe uygunluk puanlarının diğer kriterler gruplarına kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Yapılarda, mekanlardaki büyüyelebilmeye, yeniden düzenlenmeye ve işlevsel dönüşüme yönelik tasarımlar ile uyarlanabilirlik kriterlerini karşılama durumları olumlu yönde artmıştır. Yapı örneklerinin çoğunluğunda kriterin kolaylıkla sağlanmış olmasına rağmen Yapı Örneği 3'ün, tarihi bir yapıya ek olarak yapılan bir modül olması nedeniyle kriterleri karşılama durumunun düşük olduğu görüşmüştür.

Yapıların dekonstrüksiyona uygunluk puanlarının diğer kriterlere kıyasla daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise incelenen yapılarda; yapıyı oluşturan yapı parçalarının farklı işlevlerde kullanılabilme yeteneği, yapıyı oluşturan parça/katman/malzeme sayısı ve parçaların/katmanların/malzemelerin ayrıştırılma kolaylığı gibi dekonstrüksiyon kriterlerini karşılama performanslarının zayıf olmasından kaynaklanmaktadır. Döngüsel yapı tasarım stratejileri başlığında incelenen Dekonstrüksiyona Uygun Tasarım ilkelerinin, incelenen yapı örneklerinin tasarım aşamalarında yeterli düzeyde ele alınmadığı sonucuna varılmıştır.

Yapıların dayanıklılığa uygunluk puanlarının, uyarlanabilirliğe uygunluk puanlarına yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür. Yapıyı oluşturan yapı parçalarının onarılabilme, iyileştirilebilme ve geliştirilebilme özellikleri hesaba katılarak yapılan tasarımların yapıda dayanıklılığı artırdığı gözlenmiştir.

Tablodaki değerleri oluşturan kriterleri açıklamak amacıyla kritik olan kriterler ele alınıp başlık olarak açıklanmıştır. Yapı Örneği 5 (Circle House) ve Yapı Örneği 1'in (Huntly Crescent) kriterleri karşılama yönünden döngüsellik potansiyelleri diğer yapı örneklerine kıyasla daha fazladır. Bu uygulamaların yapıda döngüsellik açısından olumlu tarafları olmasına karşın eksik ve olumsuz tarafları da mevcuttur.

Belirlenen kriterleri karşılama durumlarına göre yapı örneklerinde ortaya çıkan eksik ve olumsuz yönler:

▪ **Projede Seçilen Malzeme ve Yöntemlerin Belgelenmesindeki Eksiklikler**

Projelerin tasarımından uygulama aşamasına kadar geçen süreç boyunca her bir aşamada seçilen ve uygulanan yapı malzemeleri tanımlanarak kayıtlı bir rapor haline getirilmemiştir. Yapıların uygulama aşamasında izlenen tüm yöntemler hakkında detaylı bilgiye ulaşılamamıştır. Bu süreçler, yapının gelecekte karşı karşıya kalabileceği yıkım veya müdahale aşamasında önemli rol oynamaktadır. Kayıt altına alınması gereken bilgiler yapıda döngüsellik açısından rehber bilgi niteliği taşımaktadır.

▪ **Yapı Elemanlarının Birbiriyle Değiştirilebilmeye Elverişli Olmaması**

Yapının, ortaya çıkabilecek koşullara uyum sağlayabilmesi için yapı parçalarının uyarlanabilir ve esnek özelliklere sahip olması gerekmektedir. Yapı elemanlarının birbiriyle değiştirilebilmesi yapıda oluşabilecek değişken durumlara karşı bir çözümdür. İncelenen örneklerin tamamında bu kriteri karşılama durumlarının yetersiz olduğu gözlenmiştir. Bu durum döngüsellik potansiyellerini azaltan bir etken olmuştur.

▪ **Elektrik, Mekanik ve Tesisatların Birbirinden Bağımsız Tasarlanmamış Olması**

Yapıda; elektrik, mekanik ve tesisat elemanlarının birbirinden bağımsız tasarlanması yıkım sürecinde eş zamanlı söküme imkan vererek dekonstrüksiyona uygunluk göstermesini sağlar. İncelenen yapı örneklerinde genellikle bu kriter ile ilgili detaylı bilgilere ulaşılamamıştır. Bilgi elde edilen örneklerde ise mekanik elemanların bağımsız tasarımında döngüsellik açısından yetersiz kaldığı sonucuna varılmıştır.

Belirlenen kriterleri karşılama durumlarına göre yapı örneklerinde ortaya çıkan geliştirilebilir ve olumlu yönler:

▪ **Form ve Taşıyıcı Sistemde Sadelik**

Yapı formunun tasarımının yalın ve minimal olması ile yapı elemanlarının kolaylıkla uyum sağlamasına özen gösterilmelidir. Seçilen geometrik formda sadelik esas alınarak birbirini tekrar eden geometriler oluşturulması ve taşıyıcı sistemin okunabilirliği yüksek, net ve açık bir şekilde olması yapının dekonstrüksiyon potansiyelini artırmaktadır. İncelen yapı örneklerinin tamamının sade bir plan ve strüktüre sahip olması döngüsellik potansiyellerini artıran bir özellik olmuştur.

▪ **Yapı Bileşenlerinin Tamamında Standart Ölçülerin Kullanılması**

İncelenen yapı örneklerinin tasarımı gereği tüm yapı parça, bileşen ve elemanlarda stardardizasyonun çoğunluğunda sağlandığı gözlenmiştir. Standart ölçülerin kullanımı göz önünde bulundurulmadan yapılan tasarımlar yapının ayrıştırılma ve geri kazanım sürecine engel olacağından döngüsellğe uygun olmamaktadır. Bu nedenle projenin ilk aşamasından itibaren yapının yaşam süresi sonu senaryosu düşünülerek standart ölçüler kullanılması döngüsellik potansiyeli açısından olumlu özellik taşımaktadır.

▪ **Güvenli Montaj ve Söküm Olanğı**

Yapılardaki değerdendirmeler sonucunda, yapıların yapım aşamasından itibaren güvenli montaj ve işçi güvenliğinin sağlandığı tespit edilmiştir. Bu durum olası bir yıkım durumunda söküm işlemleri için güvenlik teminatı sağlamaktadır.

Bu özellikler, incelenen yapı örneklerinde ortak olarak karşılanan özellikler arasındadır. Günümüzde sürdürülebilirlik özellikleri taşıyan birçok yapının bu özelliklere sahip olduğu görülürken yapıların döngüsellik potansiyellerini oluşturabilmek için eksik ve gelişmesi gereken yönlerinin de incelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Döngüsellik potansiyeli değerlerini gösteren tabloda, Yapı Örneği 5 ve Yapı Örneği 1'in döngüsellik kriterlerini karşılama durumları açısından diğer yapılara örnek teşkil ettiğini görmekteyiz (Tablo 4.45). Bu yapı örneklerinin yapıda döngüsellik özelliklerini karşılamaları açısından ortak özellikleri arasında ülkedeki yasal düzenlemeler, döngüsellığı amaçlayan yapılarda uygulanan vergi indirimi, çevreye duyarlı yapı yapılması amacıyla fon oluşturulması gibi hükümet desteğiyle uygulanmış olmalarıdır.

Öneriler:

- Yapıda döngüsellik yaklaşımı hakkında yapı uzmanlarına hizmet içi eğitim düzenlenmesi,
- Mimarlık, inşaat sektörleri arasında ve/veya sektörler arası yapıda döngüsellik amaçları, ilke ve stratejileri, döngüsellığe ilişkin kavramlar ile ilgili bilgi paylaşımının sağlanabileceği bilimsel etkinliklerin düzenlenmesi,
- Döngüsellığe uygun yapı tasarım ilkeleri temel alınarak gelecekteki yapıların tasarlanması,
- Yapıda döngüsellığın uygulanabilirliği için her ülkede, rehber ve kılavuz çalışmalarının yapılması,
- Yapıda döngüsellığı amaçlayan çalışmalar için vergi indirimleri, ödüller vb. teşviklerin gerçekleştirilmesi,
- Bu yaklaşımların, uygulanması amacıyla yasal düzenlemeler ile hükümet desteğinin sağlanması,

yapıda döngüsellik yaklaşımının açıklanabilirliğini artırarak yaygınlaşmasına olanak sağlayarak, yapı sektöründeki günümüz anlayışlarına karşın farklı bir bakış açısı kazandıracaktır. Başlangıç niteliği taşıyan bu yaklaşım, kaybedilen ekolojik dengenin yeniden sağlanmasına yardımcı olacaktır.

5. SONUÇ

Yapı sektöründe, yüksek düzeydeki doğal kaynak tüketimi ve yapısal atık üretimini engelleyerek gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakabilmek için çeşitli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bunun için pek çok ülkede özellikle İskoçya, Bosna Hersek, Japonya ve Kuzey Avrupa ülkelerinde (Hollanda, Danimarka) yapılan sürdürülebilir ve çevreci yaklaşımlar ile teorik ve uygulamalı çalışmalar yapılmaktadır. Yapıda döğüsellik, ekoloji ve çevre sorunlarını çözmek amacıyla ilkeler doğrultusunda stratejiler geliştiren mimari bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır.

Yapıda döğüsellik, atık oluşumunu ve kaynak tüketimini minimum seviyeye indirecek yapısal çözümlerle çevreye verilen zararın azaltılmasını amaçlayan, bu doğrultuda yapılmış birçok teorik ve uygulamalı çalışmayla ortaya çıkan ve sürdürülebilir mimarlık kapsamında önem kazanan bir yaklaşımdır. Bu amaç için ilkeler doğrultusunda, detaylı bir planlama süreci gerekmektedir. Tez çalışmasının amacı, yapıda döğüsellik yaklaşımını açıklayarak uygulanabilirliğini göstermektir. Ayrıca çeşitli örnek yapıların döğüsellik performanslarını inceleyip değerlendirerek, yapıda döğüselliğin gerçekleştirilebilmesi için belirli kılavuz bilgiler sunmaktır. Bu doğrultuda döğüsellik potansiyeline sahip yapı örnekleri seçilerek, yapı örneklerini oluşturan yapı elemanlarının, belirlenen döğüsellik kriterlerini (dekonstrüksiyona uygunluk kriterleri, uyarlanabilirliğe uygunluk kriterleri ve dayanıklılığa uygunluk kriterleri) karşılama durumları, sürdürülebilirlik alanında uzman karar verici akademisyenler tarafından değerlendirilerek puan verilmiştir. Elde edilen veriler ile tablo oluşturulup yapıların döğüsellik potansiyelleri irdelenmiştir. Döğüsellik potansiyeli yüksek olan yapıların ortak özellikleri tespit edilirken, potansiyeli daha az olan yapıların eksiklikleri ortaya çıkarılmıştır. Çalışmanın kapsamının genişletilmesi ya da farklı bakış açılarına göre değerlendirilmesi durumunda, sonuçların değişebilirliği göz önünde bulundurulmalıdır. Veriler doğrultusunda, bazı ülkelerde döğüselliğe uygun yapı tasarımı hakkında kılavuz bilgiler içeren detaylı hazırlanmış rehberler bulunmaktadır. Bu rehberler doğrultusunda hükümet destekli yasal düzenlemeler oluşturularak uygulanan yapı çalışmalarının döğüsellik

performansları açısından başarılı olduğu gör÷lm÷ştür. Döngüsellik kriterlerine göre uygunluğu araştırılan örnek yapılar, gelecekteki sürdürülebilir ve çevreci uygulamaların yapısal çözümleri için örnek teşkil etmektedir.

Henüz yeterli seviyeye ulaşmasa da, yapıda döngüsellik yaklaşımının, kaynakların verimli kullanımı ve yapıda geri kazanım olanakları gibi sağladığı yararlar göz önüne alınarak dünya çapında kabul gördüğü ve uygulanmaya başlandığı gör÷lmektedir. Ülkemizde, yapı sektörü kapsamında bu yaklaşımın uygulanabilirliği ancak akademik çalışmaların yaygınlaşması, önündeki engellerin saptanması ve veri analizleri ile mümkün kılınabilir. Öncelikle yapıda döngüsellik kavramının iyice anlaşılması, ardından hükümet desteğı ile yasal düzenlemelerin yapılması, teknik eksikliğin giderilmesi, gerekli eğitimin sağlanması için daha fazla teorik araştırmalara ve bu doğrultuda rehber hazırlanması ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular ve bu doğrultuda geliştirilen önerilerin, döngüsellığe uygun yapı tasarımını amaçlayan mimarlar tarafından destek bilgi ve rehber olarak kullanılması hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

- Amory, J.,** (2017). A Guidance Tool for Circular Building Design.
- Arup,** (2016). The Circular Economy in the Built Environment.
- Bakx, M. J. M., Beurskens, P. R., Ritzen, M. J., Durmisevic, E., & Lichtenberg, J. J. N.,** (2016). A morphological design and evaluation model for the development of circular facades.
- Bokkinga, D. I.,** (2018). The influence of a material passport on the value of real estate within the circular built environment.
- Brand S.,** (1994). How Buildings Learn, What Happens After They're Built, Viking, London.
- Braungart, M., & McDonough, W.,** (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things (1st ed.). New York, USA: North Point Press.
- Circle Economy, Odijk, S., & Bovenne, F.,** (2014). Circular Construction :The foundation under a renewed sector.
- Crowther, P.,** (2001). Developing an Inclusive Model for Design for Deconstruction. CIB Task Group 39-Deconstruction, Annual Meeting, Wellington, New Zealand.
- Cole, R.J. and Kernan, P.C.,** (1996). Life-cycle energy use in office buildings, Building and Environment 31 (4) 307–317.
- Deniz, Ö. Ş.,** (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.
- Deniz, Ö. Ş., ve Doğan E.** (2013). Yapıbozumuna uygun bina tasarımı. Çevre Tasarım Kongresi 2013, s. 385-402. Bursa: YoroZ Basım Dağıtım.
- Douglas, J.,** (2006). Building Adaptation, UK, p.14 – 590.
- Durmisevic, E., & Brouwer, J.,** (2002). Design Aspects of Decomposable Building Structures, Design for Deconstruction and Material Reuse. Karlsruhe, Germany: Proceedings of the CIB Task Group 39.
- Durmisevic, E., & Brouwer, J.,** (2005). Design Aspects of Decomposable Building Structures, in Abdol Cihini and Frank Schultmann (eds.), Design for Deconstruction and Materials Reuse, International Council for Research and Innovation in Building Construction, Karlsruhe, Germany, 2002, pp. 81-103..Morgan, C., Stevenson, F., Design for Deconstruction, SEDA Design Guides for Scotland: No:1, 2005.
- Durmisevic, E.,** (2006). Transformable building structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction.

- Ellen MacArthur Foundation**, (2013a). Towards the circular economy, Economic and business rationale for an accelerated transition.
- Ellen MacArthur Foundation**, (2013b). Towards the circular economy, Opportunities for the consumer goods sector.
- Ellen MacArthur Foundation**, (2014). Towards the Circular Economy Vol. 3: Accelerating the scale-up across global supply chains.
- Ellen MacArthur Foundation**, (2015a). Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition.
- Ellen MacArthur Foundation**, (2015b). Circularity indicators, An approach to measuring circularity, methodology.
- Ellen MacArthur Foundation, & Granta Design**. (2019). Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity.
- European Commission**. (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Youth Opportunities Initiative. Brussel: European Commission.
- EPEA-Nederland**. (2019). Deliverable 7 - Operational passports. EPEA Nederland; SundaHus i Linköping AB.
- Government of Netherlands**, (2016). A circular economy in the Netherlands by 2050. 1–72.
- Guy B., Ciarimboli N.**, (2005). Design For Disassembly in the Built Environment - A Guide to Closed-Loop Design and Building, The Pennsylvania State University.
- Heinrich, M., & Lang, W.**, (2019). Materials passports - Best practice. München: Technische Universität München.
- Iyer-Raniga, U.**, (2019). Using the ReSOLVE framework for circularity in the building and construction industry in emerging markets. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 294(1).
- Kasarda, M. E., Terpenney, J. P., Inman, D., Precoda, K. R., Jelesko, J., Sahin, A., & Park, J.** (2007). Design for adaptability (DFAD)-a new concept for achieving sustainable design. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 23(6), 727–734.
- Karagöz, Y. & Bardakçı, S.** (2020). “Bilimsel Araştırmalarda Kullanılan Ölçme Araçları ve Ölçek Geliştirme”. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara
- Kesik, T. and Saleff, I.**, (2005). “Differential Durability, Building Life Cycle and Sustainability”, 10th Canadian Conference on Building Science and Technology, May, Ottawa.

- Kilbert, C. J., Chini, A. R., ve Languell, M. E.,** (2000). Implementing Deconstruction in The United States, International Council for Building (CIB) Report, Chapter 9.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M.,** (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127(September), 221–232.
- Leising, E., Quist, J., & Bocken, N.,** (2018). Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool. *Journal of Cleaner Production*, 176, 976–989.
- Linder, M. and M. Williander.,** (2017). Circular business model innovation: Inherent uncertainties. *Business Strategy and the Environment*. DOI: 10.1002/bse.1906.
- Loppies, W.,** (2015). *Bouwen aan de Circulaire Economie* (eng).
- Lyle, J. T.,** (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development* (Revised ed.). New York , USA:Wiley.
- Macozoma, D.S.,** (2002). Understanding the Concept of Flexibility in Design for Deconstruction, Design for Deconstruction and Material Reuse, Proceedings of the CIB Task Group 39, Karlsruhe, Germany.
- McKinsey & Company,** (2016). *The Circular Economy in the Built Environment*.
- Moffatt, S., & Russell, P.** (2001). Adaptability of Buildings. IEA Annex 31 Energy-Related Environmental Impacts of Buildings.
- Moffatt, S., & Russell, P.** (2001). *Assessing the Adaptability of Buildings*.
- Morgan, C. and Stevenson, F.,** (2005). Design and detailing for deconstruction. Scotland Environmental Design Association, SEDA Design Guides for Scotland: No:1, Scotland.
- Nireki T.,** (1996). Service life design. *Construction and Building Materials*, Vol. 10, No 5, 1996 Elsevier Science Ltd, Printed in Great Britain.
- Nußholz, J. L. K., & Milios, L.,** (2017). Applying circular economy principles to building materials: Front-running companies' business model innovation in the value chain for buildings.
- Platform CB'23.** (2019). Core method for measuring circularity in the construction sector.
- Pomponi, F., & Moncaster, A.,** (2016). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718.
- Rovers, R.,** (2018). 'Circular building' , now what is it really ? – Ronald Rovers.
- Sesana, M., & Salvalai, G.,** (2018). A review on Building Renovation Passport: Potentialities and barriers on current initiatives. *Energy & Buildings*, 195-205.

Van den Boogaard, N. M., (2018). Integrated contracts in a circular economy: an explorative research into different types of integrated contracts and their added value in a circular building industry. Eindhoven University of Technology.

Verberne, J., (2016). Building Circularity Indicators – An approach for measuring circularity of a building.

Wautelet, T., (2002). The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution. January 30.

Webster, M., Costello, D., (2005). “Designing Structural Systems for Deconstruction: How to extend a new building’s useful life and prevent it from going to waste when the end finally comes”, In: Greenbuild Conference, Atlanta, GA.

Webster, M.D. (2007). Structural Design for Adaptability and Deconstruction: a strategy for closing the materials’ loop and increasing building’s value, New Horizons and Better Practices.

Url-1 < <https://www.bamb2020.eu/topics/materials-passports/>>, 01.06.21

Url-2 < <https://www.bamb2019.eu/>>, 15.04.21

Url-3 < www.factormedia.nl/>, 10.02.21

Url-4 < <https://www.madaster.com/en/newsroom/blog/How-to-interpret-the-statement-Waste-is-material-without-an-identity/>>, 14.02.21

Url-5 < <https://www.stabu.org/producten/stabu2>>, 03.05.21

Url-6 < <http://nl-sfb.bk.tudelft.nl/eng.htm> >, 03.05.21

Url-7 < <https://www.greentransformablebuilding.com/single-post/2019/03/07/first-gtb-lab-circular-module-produced> >, 03.05.21

Url-8 < <https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/gtbl/> >, 03.05.21

Url-9 < <https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/GTB-Lab-29-okt.pdf> >, 03.05.21

Url-10 < <https://www.buildup.eu/en/news/overview-buildings-material-banks-bamb-outcomes-end-research-cycle> >, 03.05.21

Url-11 < <https://www.arup.com/news-and-events/circularity-lab-launches> >, 17.04.21

Url-12 < <https://3xn.com/news/call-circular-thinking-built-environment> >, 12.03.21

Url-13 < <https://gxn.3xn.com/project/building-circular-future> >, 12.03.21

Url-14 < <https://www.ads.org.uk/huntly-crescent-raploch/> >, 10.03.21

Url-15 < <https://www.ads.org.uk/wp-content/uploads/Huntly-Crescent-Raploch-Case-Study-Reduced-Size.pdf> >, 10.03.21

Url-16 < <https://www.archdaily.com/872046/substrate-factory-ayase-aki-hamada-architects>>, 07.04.21

Url-17 < <https://aki-hamada.com/projects/substrate-factory-ayase/>>, 07.04.21

Url-18 < <https://www.dezeen.com/2017/05/22/substrate-factory-ayase-community-space-japan-kanagawa-aki-hamada-architects/>>, 07.04.21

Url-19 < https://www.4darchitects.nl/4d_profile.htm>, 01.04.21

Url-20 < <https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/gdc/>>, 01.04.21

Url-21 < <https://www.cepezed.nl/en/project/the-green-house/22172/>>, 01.04.21

Url-22 < <https://www.re-thinkingthefuture.com/architecture/hospitality/2035-the-green-house-by-cepezed/>>, 02.02.21

Url-23 < <https://gxn.3xn.com/project/circle-house>>, 02.02.21

Url-24 < <https://madaster.com/material-passport/>>, 02.02.21

EKLER

EK 1: Yapı Örneği 1 (Huntly Crescent)

EK 2: Yapı Örneği 2 (Substrate Factory Ayase)

EK 3: Yapı Örneği 3 (Green Design Center)

EK 4: Yapı Örneği 4 (The Green House)

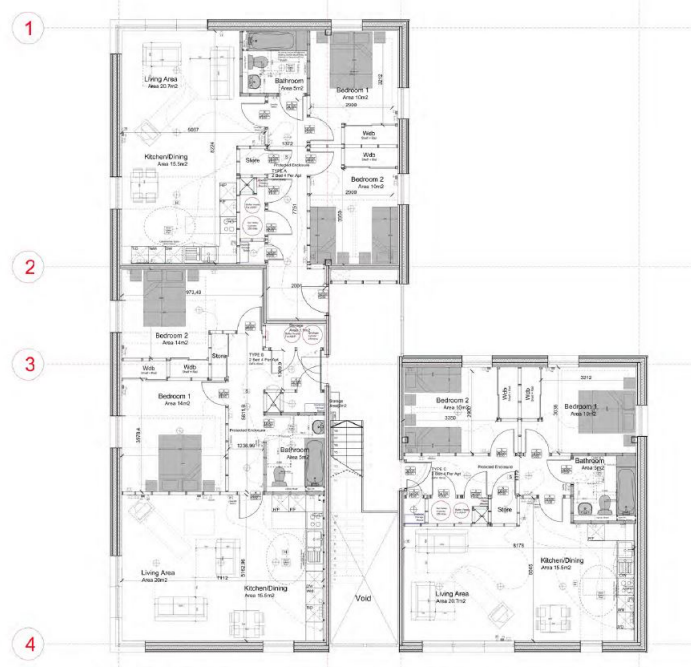
EK 5: Yapı Örneği 5 (Circle House)



EK 1: Yapı Örneği 1 (Huntly Crescent)



Zemin Kat Planı

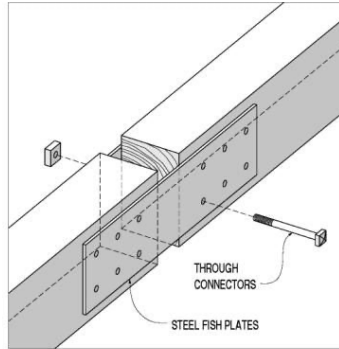
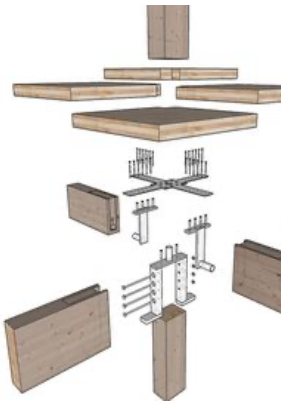


Birinci Kat Planı

Şekil Ek 1.1: Yapı Örneği 1'in kat planları.

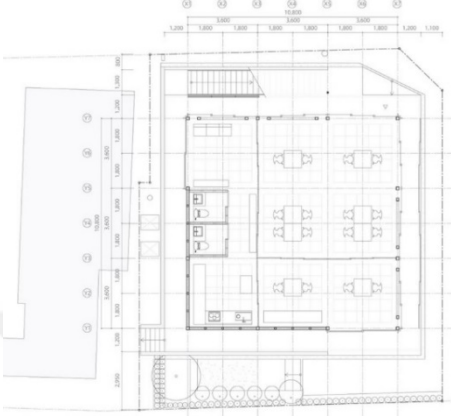


Şekil Ek 1.2: Yapı Örneği 1'in yapım aşamalarına ait görseller.

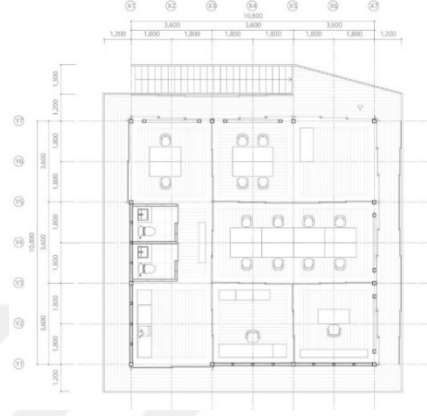


Şekil Ek 1.3: Yapı Örneği 1'in yapı parçalarının bağlantı elemanları.

EK 2: Yapı Örneği 2 (Substrate Factory Ayase)



Zemin Kat Planı

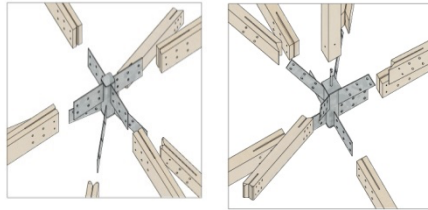


Birinci Kat Planı

Şekil Ek 2.1: Yapı Örneği 2'nin kat planları.

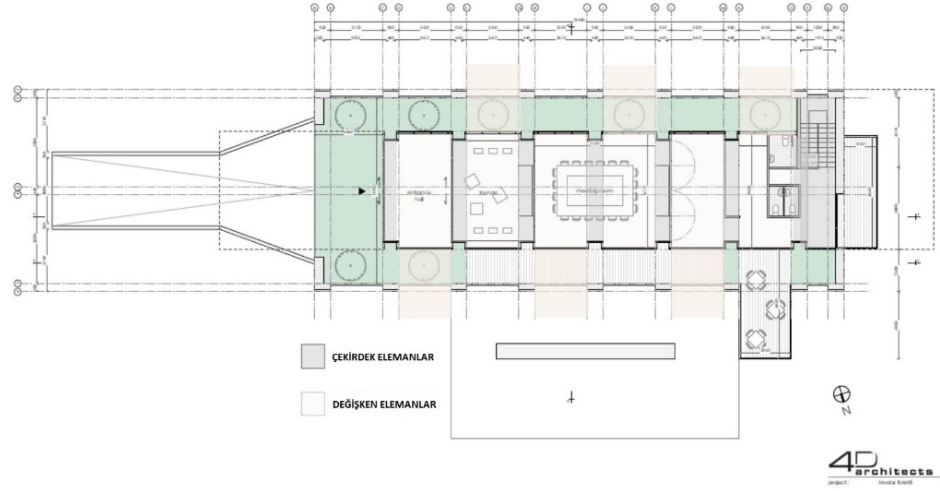


Şekil Ek 2.2: Yapı Örneği 2'nin iç mekan görselleri.

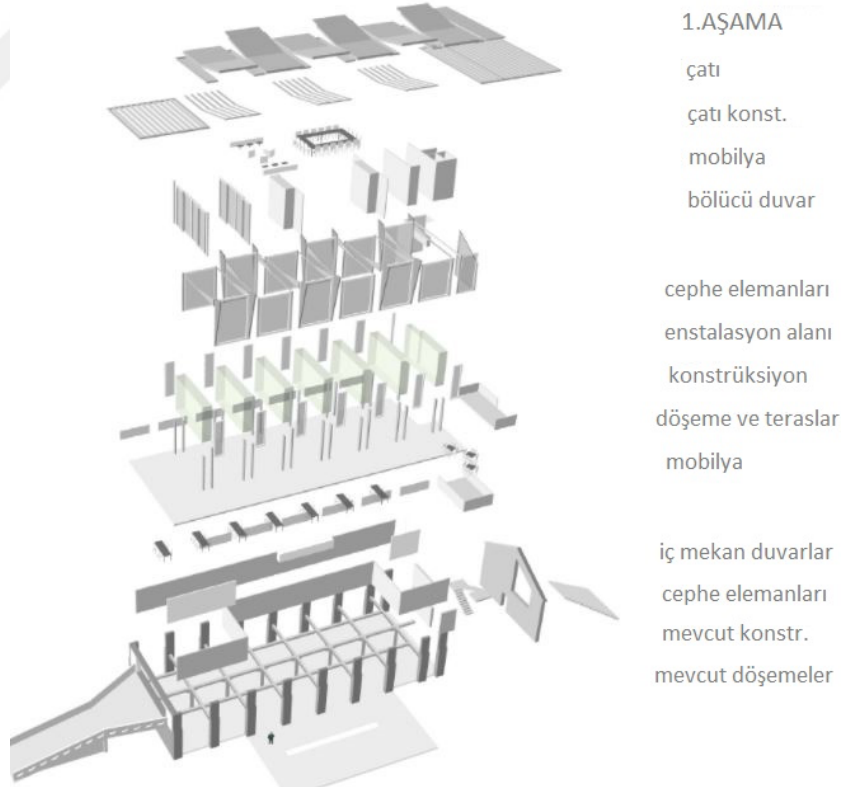


Şekil Ek 2.3: Yapı Örneği 2'nin yapı parçalarının mekanik bağlantı elemanları.

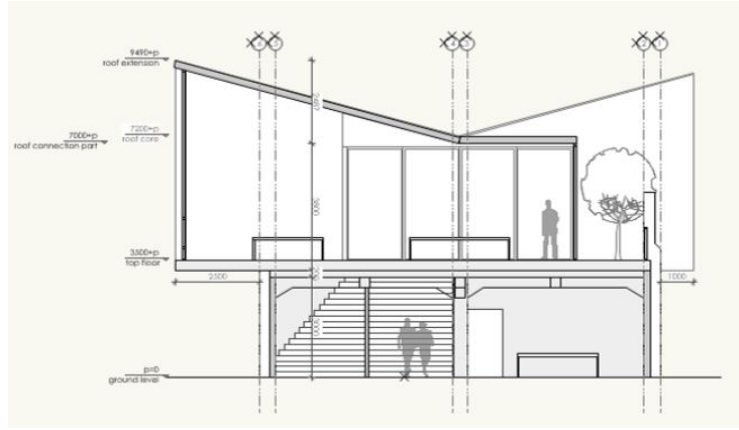
EK 3: Yapı Örneği 3 (Green Design Center)



Şekil Ek 3.1: Yapı Örneği 3'ün kat planı.



Şekil Ek 3.2: Yapı Örneği 3'ün taşıyıcı sistem 3D modeli.

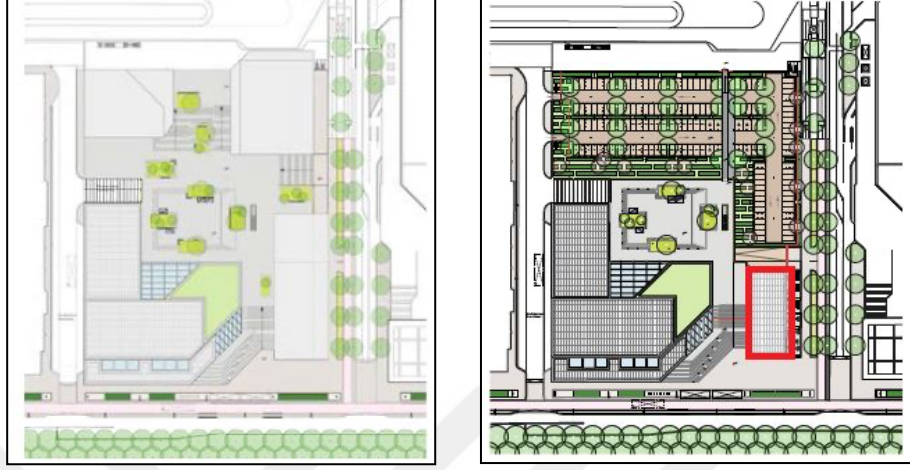


Şekil Ek 3.3: Yapı Örneği 3'ün kesit çizimi.

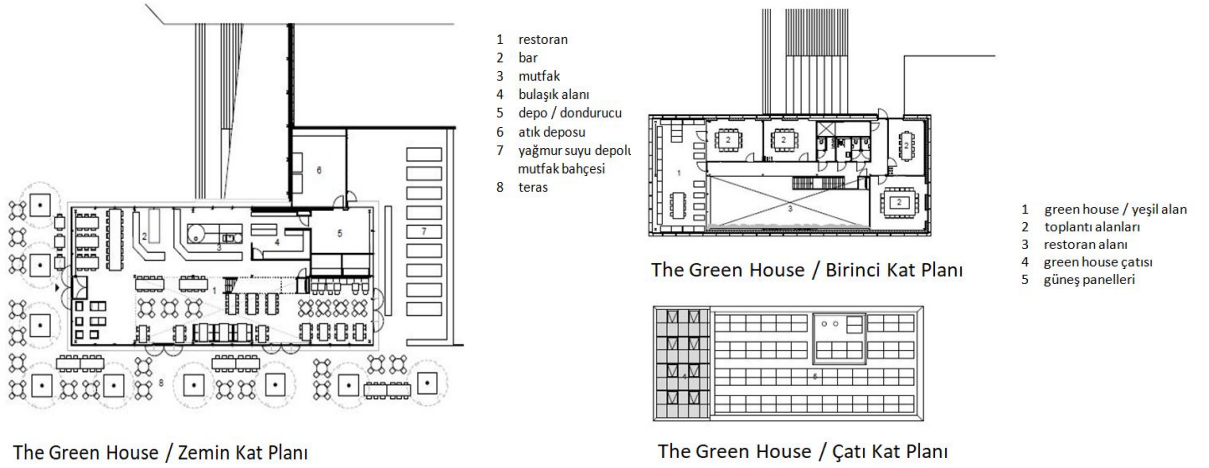


Şekil Ek 3.4: Yapı Örneği 3'ün 3D görselleri.

EK 4: Yapı Örneği 4 (The Green House)



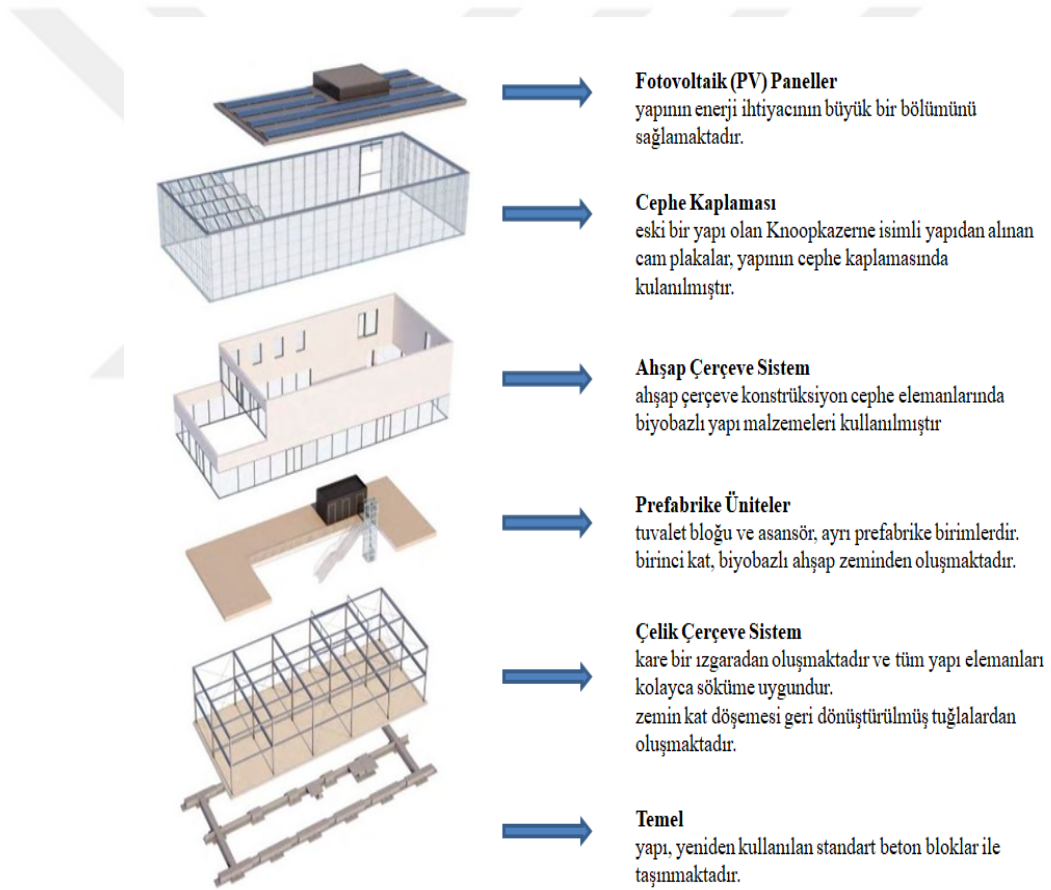
Şekil Ek 4.1: Yapı Örneği 4'ün vaziyet planı.



Şekil Ek 4.2: Yapı Örneği 4'ün kat planları.



Şekil Ek 4.3: Yapı Örneği 4'ün yapım aşamalarına ait görselleri.



Şekil Ek 4.4: Yapı Örneği 4'ün taşıyıcı sistem 3D modeli.

EK 5: Yapı Örneği 5 (Circle House)



Şekil Ek 5.1: Yapı Örneği 5'in vaziyet planı.



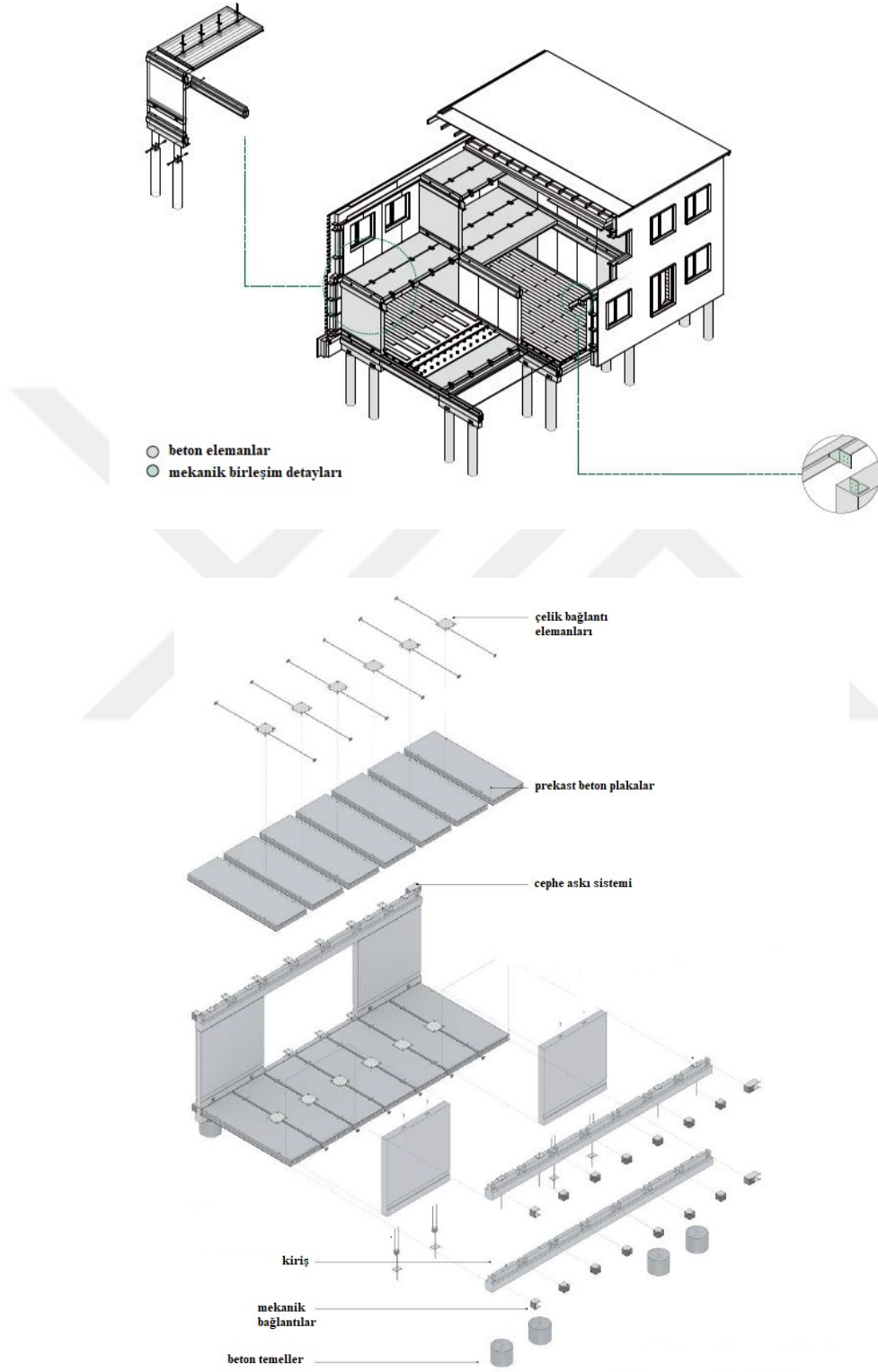
Şekil Ek 5.2: Yapı Örneği 5'in konut tipolojileri.



Şekil Ek 5.3: Yapı Örneği 5'in yapım aşamalarına ait görseller.



Şekil Ek 5.4: Yapı Örneği 5'in cephe görselleri.



Şekil Ek 5.5: Yapı Örneği 5'in taşıyıcı sistem 3D modeli.