T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEVİNGEN MEKÂNLARIN GELİŞİMİ VE ENDÜSTRİYEL KONUT ÜRETİMİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Sinan ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

Danışman

Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER

Temmuz, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEVİNGEN MEKÂNLARIN GELİŞİMİ VE ENDÜSTRİYEL KONUT ÜRETİMİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Sinan ÇELİK tarafından hazırlanan tez çalışması 24.07.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Mimari Tasarım Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. İbrahim Başak DAĞGÜLÜ, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Aslı Pınar BİKET, Üye
Beykent Üniversitesi _____

Danışmanım Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Devingen Mekânların Gelişimi ve Endüstriyel Konut Üretimi Bağlamında Değerlendirilmesi" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Sinan ÇELİK

İmza

Aileme

ve gelecekteki aileme

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim hayatım boyunca bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, desteğini esirgemeyen kıymetli tez danışmanım Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER başta olmak üzere tezin gelişmesine katkı sağlayan jüri üyeleri Doç. Dr. İbrahim Başak Dağgülü ve Dr. Öğr. Üyesi Aslı Pınar Biket'e, hayatım boyunca her zaman yanımda olan canım anneme, desteğini hiç esirgemeyen babama, biricik kardeşlerime, hayatı birlikte keşfettiğim arkadaşlarıma, tez sürecim boyunca desteğini esirgemeyen, değerli vaktini ayıran, önerileri ve eleştirileri ile destek olan dostlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sinan ÇELİK

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii
KISALTMA LİSTESİ viii
ŞEKİL LİSTESİ ix
TABLO LİSTESİ xv
ÖZET xvi
ABSTRACT xviii
1 GİRİŞ 1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı 4
1.2 Literatür Taraması 5
1.3 Yöntem 7
1.4 Çalışmanın Önemi Katkısı 9
2 DEVİNGENLİK KAVRAMI VE MİMARİ İLE İLİŞKİSİ 11
2.1 Devingenlik Kavramı 12
2.2 Devingen Yaşam ve Mekân 14
2.3 Tarihsel Süreçte Devingen Mimarlığın Gelişimi 15
2.3.1 Modern Dönem Öncesi 16
2.3.2 Modern Dönem 27
2.3.3 Çağdaş Dönem 35
2.4 Devingen Mimarlık Ürünlerinin Sınıflandırması 47
2.4.1 Bütünsel Devingen 49
2.4.2 Yeniden Yerleştirilebilir 49
2.4.3 Sökülüp Takılabilir 50
3 ENDÜSTRİYEL ÜRETİM VE KONUT 51
3.1 Endüstriyel Üretim Sistemlerinin Evrimi 52
3.1.1 Ön Endüstriyel Dönem Zanaattan Atölyeye 53
3.1.2 Endüstri Devrimi ve Mekanizasyon 54
3.1.3 Fordizm ve Seri Üretimin Yükselişi 56
3.1.4 Toyota Modeli – Yalın Üretim 58

3.1.5 Dijitalleşme ve Endüstri 4.0 60
3.2 Konut Üretiminde Endüstrileşme ve Endüstriyel Konut 62
3.2.1 Konut Üretiminde Kullanılan Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri 67
3.2.2 Endüstriyel Konut Üretiminde Tasarım Yaklaşımları 76
4 DEVİNGEN ENDÜSTRİYEL KONUT ANALİZİ 91
4.1 Jean Prouvé 6x6 Demountable House 95
4.2 Micro Compact Home 101
4.3 Ecocapsule 109
4.4 WikiHouse 115
4.5 IKEA Better Shelter 121
4.6 Wohnwagon Tiny House 124
4.7 Westfalia Karavan 129
4.8 Discover 3D Camper Çekme Karavan 135
4.9 Uuthuuske 138
4.10 Microhaus.me 146
4.11 333 Leerpark Daiwa House 151
5 SONUÇ 157
KAYNAKÇA 165
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 189

SİMGE LİSTESİ

kg	Kilogram
m	Metre
m^2	Metrekare
t	Ton

KISALTMA LİSTESİ

AUAR	Automated Architecture
BIM	Building Information
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CIM	Computer-Integrated Manufacturing
CNC	Computer Numerical Control
DAF	Le Dictionnaire de l'Académie Française
DIY	Do It Yourself
IBS	Industrial Building System
MDU	Mobile Dwelling Unit
NC	Numerical Control
OSB	Oriented Strand Board
TDK	Türk Dil Kurumu
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Tez akış şeması 9
Şekil 2.1 Devingen mekânların tarihsel süreç içerisinde gelişimi 15
Şekil 2.2 Göçebe insanın devingen mekânı çadırlar 17
Şekil 2.3 Orta Asya kültüründe kullanılan devingen mimarlık ürünü yurt 17
Şekil 2.4 Devingen halde deve ile taşınan bir yurt 18
Şekil 2.5 Anadolu'da konar göçer Yörük topluluklarınca kullanılan kıl çadır 19
Şekil 2.6 Amerikalı yerlilerin kullandığı tipi çadırları 19
Şekil 2.7 Huş ağacı ile kaplı Sibirya tipisi Chum ve İskandinav Goahti 20
Şekil 2.8 Norveç ve İsveç'te kullanılan çadır türü Lavvu 20
Şekil 2.9 Kutup altı bölgesinin çadırlarının ortak tipolojisi 20
Şekil 2.10 Avustralya yerlileri Aborjinlerin Humpy'leri 21
Şekil 2.11 Değişen kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan devingen Bedevi çadırı 21
Şekil 2.12 Bedevi çadırı iç bölümlenmeleri 22
Şekil 2.13 Kadınlar tarafından kurulan Tuareg çadırının kurulumu 22
Şekil 2.14 Nahova halkının kullandığı sekizgen kubbeli yığma Hoganlar 23
Şekil 2.15 Roma Lejyoner çadırları 23
Şekil 2.16 Devingen bir Çin saldırı kulesi 24
Şekil 2.17 Devingen mekânın ibadet mekânı olarak örneği Mişkan 25
Şekil 2.18 Devingen Tabernacle'ın strüktürü 25
Şekil 2.19 İngiliz Çingenelerinin kullandığı Vardolar ve göçebe hayatları 26
Şekil 2.20 Ortaçağ dönemlerinde kullanılan Avrupa Vagonları 26
Şekil 2.21 Taşıtların öncülü modern dönem öncesi devingen mekân Conestoga 27
Şekil 2.22 İlk dönem çekme karavan 28
Şekil 2.23 İlk ticari karavan Eccles 1919 29
Şekil 2.24 Karavan ve vagonların kullanıldığı devingen sirk yerleşimleri 29
Şekil 2.25 Çelik, kereste ve cam ile basit şekilde tasarlanan Nissen Kulübeleri 30
Şekil 2.26 Nissen Kulübelerinin kurulum aşamaları 30
Şekil 2.27 Modern dönem devingen mimarlık ürünü Dymaxion House 31
Şekil 2.28 Dymaxion House teknik çizimleri 31
Şekil 2.29 Sökülüp takılabilir Maison Tropicale restorasyon sonrası 32
Şekil 2.30 Devingen Pullman vagonun mekân organizasyonu 33

Şekil 2.31 Manheim Almanyada devingen bir kütüphane 33
Şekil 2.32 Ödünç verme sisteminin kullanıldığı bir devingen kütüphane..... 34
Şekil 2.33 Pandemi döneminde Türkiye'de kullanılan gezici kütüphane 34
Şekil 2.34 Pouncy'lerin fotoğraf stüdyosu olarak kullandığı devingen mekân..... 35
Şekil 2.35 Fikirsel ve mekânsal devingen tasarlanan Plug-in City 36
Şekil 2.36 Kentlerin devingen olduğu Walking City tahayyülleri 36
Şekil 2.37 Japon Metabolizm hareketi, dönüşen kent 37
Şekil 2.38 Metabolizmin uygulanan örneği Nakagin Kapsül Kulesi 37
Şekil 2.39 Değişken hacimli devingen mimarlık ürünü Markies 38
Şekil 2.40 Markies'in mimari yarışma için yapılan nihai teknik çizimleri 38
Şekil 2.41 1999 Marmara Depremi sonrası kurulan Shigeru Ban'ın Kağıt Evleri 39
Şekil 2.42 Çekme karavan ile mikro konut arasında kalan Tiny House..... 40
Şekil 2.43 Tiny House kültürü Tiny House Köyleri..... 40
Şekil 2.44 Salyangoz yaşam ünitesinin devingen halleri 41
Şekil 2.45 Pop-up MDU Devingen Yaşam Birimi ve modüler birleşimleri 42
Şekil 2.46 Nomadic Museum Tokyo..... 42
Şekil 2.47 Nomadic Museum Santa Monica 43
Şekil 2.48 Devingen müzenin kurulum şeması ve çizimleri 43
Şekil 2.49 İlk prototipilerinden biri helikopterle ile taşınan Salzburg kentindeki Mattig nehrinin kıyısında ve Münih Botanicher Garden'da o2 sponsorluğunda geçici süreliğine kurulan o2 öğrenci köyü..... 43
Şekil 2.50 2.68 m² alan sunan Micro Compact Home'un iç mekânı ve kat planı 44
Şekil 2.51 Şebekeden bağımsız Ecocapsule ve teknik donatılar..... 44
Şekil 2.52 Prada Transformer vinçlerle biçim değiştirmekte ve farklı oturumlarda farklı fonksiyonları..... 45
Şekil 2.53 Afet sonrası yaşam birimi EDV'ın kurulum aşamaları..... 46
Şekil 2.54 Better Shelter kurulumu ve nakliyesi için paketlenmesi 46
Şekil 2.55 Tekerlekleri üzerinde çekilerek devingen olan karavanlar..... 49
Şekil 2.56 Yeniden yerleştirilebilir yapı örneği modüler Wikkelhouse 50
Şekil 2.57 Jean Prouve'un 1944'de geliştirdiği 6x6 Démontable House 50
Şekil 3.1 Endüstriyel devrimler ve öne çıkan üretim kavramları 52
Şekil 3.2 Standardizasyondan kitlesel bireyselleştirmeye endüstri evrimi..... 53
Şekil 3.3 Ön Endüstriyel Dönem'de ürün tasarımının ve üretimin aynı kişilerce yapıldığı bir atölye 54
Şekil 3.4 Adam Smith'in üretimde iş bölümlemenin verimliliği artırdığını anlattığı toplu iğne fabrikası 55

Şekil 3.5 Değiştirilebilir parçalar fikrinin yaygınlaşmasını sağlayan Eli Whitney'in ateşli silahı Amerikan Üretim Sistemi ve değiştirilebilir parçalarla üretim Ford Model T ateşleme parçaları 56

Şekil 3.6 Seri üretiminin gelişmesini sağlayan montaj bandının ilk olarak Ford fabrikasında Model T üretiminde kullanımı 57

Şekil 3.7 Charlie Chaplin'in Modern Times filmi fabrika işçisinin makinalaşması eleştirisi 58

Şekil 3.8 Toyota Üretim Sistemi endüstriyel üretimin geliştirilmesi 59

Şekil 3.9 Endüstriyel üretime dahil olan otomasyonla insanın kontrol edici konuma geçmesi 60

Şekil 3.10 Yalın Üretim Sistemi sürecin ilerlemesi 60

Şekil 3.11 Endüstri 4.0 ile dijitaleşmenin üretim alanlarıyla entegrasyonu 61

Şekil 3.12 Yapı endüstrisinde Endüstri 4.0 teknolojileri dijital ikiz 62

Şekil 3.13 Fabrika ortamında endüstriyel konut üretimi 63

Şekil 3.14 Almanya'da uygulanan endüstriyel konut üretimi Plattenbau 65

Şekil 3.15 Sahada birleşimi yapılan endüstriyel konut..... 66

Şekil 3.16 Endüstriyel konut üreticisi Sekisui'nin montaj hattı sistemi..... 68

Şekil 3.17 Fabrika ortamında prefabrik üretim ve sahada kurulum 69

Şekil 3.18 İlk prefabrik konut İngiliz kolonilerinde kullanılan Manning Cottage 70

Şekil 3.19 Uygulanmış modüler üretim projesi Habitat 67 71

Şekil 3.20 KUKA modüler konut üretim-geleneksel üretim modeli..... 72

Şekil 3.21 Robotik üretim tekniğinin prefabrik-modüler yöntemlerde kullanımı. 73

Şekil 3.22 DFAB House projesinde taşıcıyı donatılarının bağlanmasında kullanılan robotik üretim tekniği 74

Şekil 3.23 Cobod'un Hindistan'da katmanı üretim tekniği ile ürettiği konut 75

Şekil 3.24 Geleneksel üretim tekniği ile üretimi zor olan organik formun katmanlı üretim tekniği kullanılarak üretilmesi 76

Şekil 3.25 Henry Sanoff Kuzey Karolina Reidsville katılımcı tasarım süreci **77**

Şekil 3.26 LivingHomes dijital çeviriçi katılımcı tasarım aracı 78

Şekil 3.27 BMW otomobillerinde kullanıcının ihtiyaçlarına göre bireyselleştirebileceği konfigüratör 79

Şekil 3.28 Endüstriyel konut üreticisi Uuthuuske'nin kullanıcılarına sunduğu çevrimiçi konfigöratör 80

Şekil 3.29 Endüstriyel konut üretiminde kitlesel bireyselleştirme önerisi Microhome mimari yarışmasında onur ödülü..... 80

Şekil 3.30 Modüler tasarım endüstriyel bir konutun modülleri..... 81

Şekil 3.31 Buildner Microhome yarışmasına devingen modüler konut önerisi 82

Şekil 3.32 Fuller'ın volümetrik modüler ıslak hacim ve yaşam ünitesi 83

Şekil 3.33 Japon endüstriyel konut üretici Sekisui örnek modülerizasyonları 83

Şekil 3.34 Farklı türdeki sakinleri barındıracak farklı birimlere ait görseller ve teknik çizimler 84

Şekil 3.35 Sürdürülebilirliğin temel bileşenleri 86

Şekil 3.36 AUAR'ın otomasyonla merkezi ve yerel fabrikada sürdürülebilir endüstriyel konut üretim diyagramı 87

Şekil 3.37 Doğrusal ekonomi ve döngüsel ekonomi modeli 88

Şekil 3.38 ARUP sürdürülebilir döngüsel endüstriyel F2K konut prototipi 89

Şekil 3.39 Off-grid tasarım yaklaşımla tasarlanmış endüstriyel konut haus.me mOne modeli 90

Şekil 4.1 6x6 Demountable House kurulum diyagramları 96

Şekil 4.2 6x6 Demountable House ve ana strüktür "eksenel portal çerçeve" 97

Şekil 4.3 Sökülerek devingenleşen 6x6 Demountable House 97

Şekil 4.4 Prouvé'un geliştirildiği endüstriyel sistemle birçok farklı sökülüp takılabilir konut ve mekân varyasyonları 98

Şekil 4.5 Güncel 6x6 Demountable House'un kesit ve kat planı 99

Şekil 4.6 Rogers Strik Harbour Partners tarafından modernize edilen 6x6 100

Şekil 4.7 m-ch'nin ilk prototipi Avusturya Uttendorf'da nehir kenarında ve dağ eteğine yerleşim kurgusu 101

Şekil 4.8 Münih Botanik Bahçesi O_2 Öğrenci Köyü 2006 yılında kullanılan toplu yerleşke 102

Şekil 4.9 Kompakt çözülmüş minimalist m-ch kat planı ve kesitleri 103

Şekil 4.10 m-ch 016 modeli kullanıcı isteği üzerine geliştirilen konuk evi 103

Şekil 4.11 m-ch 016'nın 2012'de Maggiore Gölü kıyısına teslimatı 104

Şekil 4.12 m-ch konutlarının çok katlı yerleşim senaryosu 104

Şekil 4.13 Fabrika ortamında üretilen endüstriyel devingen konut m-ch 105

Şekil 4.14 İç mekân düzeni ve malzeme kullanımı 106

Şekil 4.15 Sınırlı hacimde kullanıcı ergonomisi 107

Şekil 4.16 2008'de New York Modern Sanat Müzesi'nde "Ev Teslimatı: Modern Konutun İnşası" sergisinde endüstriyel konut m-ch 108

Şekil 4.17 2009 konsept olarak geliştirilen ve ticari olarak üretilen Ecocapsule 109

Şekil 4.18 Ecocapsule iç mekânları 110

Şekil 4.19 Şebekeden bağımsız Ecocapsule ve enerji kontrol uygulaması 110

Şekil 4.20 Kapsül formunun kavramsal gelişimi ve devingen hal kurguları 111

Şekil 4.21 Ecocapsule devingen hal potansiyelleri 111

Şekil 4.22 Ecocapsule teknik yerleşim ve hacimleri 112

Şekil 4.23 Ecocapsule kullanıcı katılımı ve kitlesel bireyselleştirmeye olanıklı 113

Şekil 4.24 Devingen endüstriyel sürdürülebilir off-grid konut Ecocapsule 114
Şekil 4.25 WikiHouse sökülüp takılabilir devingen konut 115
Şekil 4.26 WikiHouse sistemi ile yerinde kurulum 116
Şekil 4.27 Kısmi olarak fabrikada modüler üretimi ve yerinde kurulum 116
Şekil 4.28 Sökülerek devingen hale gelen WikiHouse konutu 117
Şekil 4.29 Kiev'de savaşta evsiz kalanlar için devingen bir Wiki Tiny House... 117
Şekil 4.30 Üretim ve devingen hal diyagramları 118
Şekil 4.31 Standardize edilmiş duvar modülleri ve modüler konut 119
Şekil 4.32 WikiHouse tasarım yaklaşımları 120
Şekil 4.33 Kurulu halde iken IKEA Better Shelter 121
Şekil 4.34 Better Shelter söküm diyagramları 122
Şekil 4.35 Kurulum aşaması ve paketlenmiş devingen hal 123
Şekil 4.36 Wohnwagon deneyim oteli 125
Şekil 4.37 Tekerleksiz Wohnwagon yerleştirilmesi, Almanya turu Berlin 126
Şekil 4.38 Wohnwagon prefabrik üretimi 127
Şekil 4.39 Wohnwagon'un farklı plan şemaları 127
Şekil 4.40 Doğal malzeme ve güneş enerjisi kullanımı 128
Şekil 4.41 Sabit ve devingen halde James Cook karavan 130
Şekil 4.42 James Cook genişleyebilir mekân organizasyonu 131
Şekil 4.43 Durağan halde karavanın genişleyen yaşam alanı 131
Şekil 4.44 Westfalia fabrikası endüstriyel üretim, otomasyon, robotik kol ve montaj bandı kullanımı 132
Şekil 4.45 Westfalia kitlesel bireyselleştirme aracı dijital konfigüratör 133
Şekil 4.46 Off-grid tasarım eklentileri; güneş paneli ve kompost tuvalet 134
Şekil 4.47 Endüstriyel devingen Discover 3D Camper 135
Şekil 4.48 Mutfak kullanımı ve yaşam mekânı 136
Şekil 4.49 Kamyonet ile çekilen devingen 3D Camper 136
Şekil 4.50 Katmanlı üretim sonrası 3D Camper kabuğu 137
Şekil 4.51 Endüstriyel olarak üretilen devingen Uuthuuske konutu 139
Şekil 4.52 Farklı olası mekân organizasyonları 140
Şekil 4.53 Oturum alanı seçenekleri-bireyselleştirilebilir iç mekân modülleri ... 140
Şekil 4.54 Modüler tasarımla oluşturulmuş tek mekânlı konut 141
Şekil 4.55 Bütünsel devingen Diamond modeli ve sökülüp takılabilir paketlenmiş konut 142
Şekil 4.56 Çok katlı devingen konutların kurulum diyagramı 142
Şekil 4.57 Uuthuuske fabrikası endüstriyel devingen konut üretimi 143

Şekil 4.58 Fabrikada modüler üretim farklı ölçeklerde yapılmaktadır..... 144
Şekil 4.59 TNM'nin kullanıcılarına sunduğu dijital konfigüratör..... 144
Şekil 4.60 Yeniden farklı kurgu ve ölçeklerde kullanılabilen endüstriyel devingen konut 145
Şekil 4.61 Devingen endüstriyel akıllı konut Microhaus.me 147
Şekil 4.62 Microhaus.me iç mekân yerleşimi ve kat planı 147
Şekil 4.63 Bütünsel devingen Microhaus.me platform üzerinde çekilmekte 148
Şekil 4.64 Fabrikada üretim aşamasında Microhaus 149
Şekil 4.65 Kullanıcıların seçimine sunulan bireyselleştirilebilir formlar..... 150
Şekil 4.66 Devingen endüstriyel çok katlı konut 333 Leerpark Daiwa House.... 151
Şekil 4.67 Daiwa House modüler mekân organizasyonu 152
Şekil 4.68 Devingen halde Daiwa House modülleri..... 153
Şekil 4.69 Daiwa House Montfoort fabrikasında otomasyon montaj hattı ve robotik kol kullanımı 154
Şekil 4.70 Daiwa House'un kullanıcılarına sunduğu dijital konfigüratör "LiveStylePartner" 155

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Devingen mimarlık ürünleri sınıflandırması 48
Tablo 4.1 Devingen endüstriyel konut künyeleri 94
Tablo 4.2 6x6 Demountable House analizi 100
Tablo 4.3 Micro Compact Home analizi 108
Tablo 4.4 Ecocapsule analizi 114
Tablo 4.5 WikiHouse analizi 120
Tablo 4.6 IKEA Better Shelter analizi 124
Tablo 4.7 Wohnwagon Tiny House analizi 129
Tablo 4.8 Westfalia Karavan analizi 134
Tablo 4.9 Discover 3D Camper Çekme Karavan analizi 138
Tablo 4.10 Uuthuuske analizi 146
Tablo 4.11 Microhaus.me analizi 150
Tablo 4.12 333 Leerpark Daiwa House analizi 156

ÖZET

Devingen Mekânların Gelişimi ve Endüstriyel Konut Üretimi Bağlamında Değerlendirilmesi

Sinan ÇELİK

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER

Devingen kavramı yaşamın her alanında görülmekle birlikte mimarlıkta da yer edinmiştir. İnsanın temel gereksinimi olan barınma tarihsel süreçte statik mekânların yetersiz kalmasıyla devingen mekân kullanımını beraberinde getirmiştir. Bu durum devingen konut kavramını ortaya çıkarmıştır. Çağdaş insanın yaşam pratiklerini yalnızca statik ve geleneksel yöntemlerle üretilen konutlar karşılayamamaktadır. Geleneksel konut üretiminin özgün olma, üretim kontrolü, mali erişilebilirlik ve üretim kapasitesi gibi durumlarda yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Çalışmanın amacı, çağdaş yaşamın değişen gereksinimleri doğrultusunda konutların devingen tasarlanması ve endüstriyel üretim ile hayata geçirilmesinin potansiyellerini araştırmaktır. Statik konut ve geleneksel üretim yerine devingen nitelikte endüstriyel konutun barınma talebini karşılama noktasında daha etkili olacağı öngörüsü hipotezi oluşturmaktadır. Çalışmada devingenlik, devingen mekânın gelişimi ve türleri incelenmiştir. Akabinde konut özelinde endüstriyel üretim, yöntem-teknikleri ve tasarım yaklaşımları ele alınarak literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda analiz ölçütleri belirlenmiş ve devingen nitelikteki endüstriyel üretim konut örnekleri seçilerek bu ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Bulgular sonucunda devingen konutun mimari

ürün olarak kabul gördüğü ve gelişen teknolojiyle birlikte endüstriyel olarak üretildiği görülmüştür. Devingenlik konusunda örneklerin yerle geçici bağ kuran ve yeniden kullanıma uygun kalıcı konutlar olduğu tespit edilmiştir. Devingenlik türü tercihi konutun büyüklüğüne ve kullanıcının ihtiyacına göre değişmektedir. Özgür yaşam arzusundaki kullanıcılara ağırlıklı olarak bütünsel devingen, kullanıcının tasarıma daha çok dahil olduğu konutların yeniden yerleştirilebilir, sosyal kullanım amacıyla standart üretilen konutların ise sökülüp takılabilir tasarlandığı belirlenmiştir. Prefabrikasyon ve modüler üretim yöntemlerinin endüstriyel konut üretimde öne çıktığı; robotik üretimin gelişmekte olduğu, katmanlı üretimin daha az kullanıldığı tespit edilmiştir. Modüler tasarım yaklaşımının ortak kullanıldığı; katılımcı tasarım ve bireyselleştirme olanağının artmakta olduğu; günümüze yakın örneklerin sürdürülebilir, döngüsel ve şebekeden bağımsız tasarıma uygun geliştirildiği görülmüştür. Bireyin devingen ve özgür yaşam gereksinimlerinin artması sonucunda çağdaş yaşam pratikleri dönüşüm geçirmekte ve bu dönüşüme çözüm sunabilecek konut üretim modellerin geliştirilmesi kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu bağlamda devingen endüstriyel konutların artan barınma ihtiyacını karşılamada tercih olarak sunulması ve konut türlerinin geliştirilmesi gerekli olduğu öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Devingenlik, devingen mekân, endüstriyel üretim, endüstriyel konut, tasarım yaklaşımları

ABSTRACT

The Evolution of Mobile Spaces and Their Evaluation in the Context of Industrial Housing Production

Sinan ÇELİK

Department of Architecture

Master of Science

Supervisor: Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER

The concept of mobility is seen in all areas of life, including architecture. Shelter, as a fundamental human need, has led to the use of mobile spaces throughout history due to the inadequacy of static spaces. This situation has given rise to the concept of mobile housing. Dwellings that are produced solely in a static form and through traditional methods can no longer meet the living practices of contemporary individuals. Traditional housing production is considered inadequate in terms of originality, production control, affordability, and production capacity. The aim of this study is to explore the potential of designing mobile housing and realizing it through industrial production in line with the changing needs of contemporary life. The hypothesis of the study is that, instead of static housing and traditional production, industrialized mobile housing will be more effective in meeting the demand for shelter. The study examines mobility, the development of mobile space, and its types. Subsequently, a literature review was conducted focusing on industrialized production, its methods and techniques, and design approaches specifically in the context of housing. As a result of the research, evaluation criteria were established, and examples of industrialized mobile housing were selected and assessed according to these criteria. The findings reveal that mobile housing has been recognized as an architectural product and is being industrially produced with

the advancement of technology. It has been identified that, in terms of mobility, the examples are permanent dwellings that establish a temporary connection with their location and are suitable for reuse. The choice of mobility type varies depending on the size of the dwelling and the needs of the user. It has been determined that portable mobility is predominantly preferred for users seeking a free lifestyle; relocatable mobility is chosen when users are more involved in the design process; and demountable mobility is preferred for standard units produced for social purposes. It has been found that prefabrication and modular production methods are prominent in industrialized housing production; robotic production is still developing; and additive manufacturing is used less frequently. It has been observed that the modular design approach is commonly applied; opportunities for participatory design and customization are increasing; and recent examples have been developed to support sustainable, circular, and off-grid design. With the increasing need for a mobile and independent lifestyle, contemporary living practices are undergoing a transformation, making it inevitable to develop housing production models that can respond to this shift. In this context, it is foreseen that mobile industrialized housing should be offered as a preferred solution to meet the growing demand for shelter, and that new housing types need to be developed.

Keywords: Mobility, mobile space, industrial production, industrialized housing, design approaches

1
GİRİŞ

İnsanın varoluşunu sürdürebilmek için başlıca gereksinimleri bulunmaktadır. Maslow, "Gereksinimler Hiyerarşisi"nde bu temel ihtiyaçları sırasıyla fizyolojik, güvenlik, ait olma, saygınlık ve kendini gerçekleştirme olarak sınıflandırmış olup fizyolojik gereksinimlerin ise barınma, beslenme, giyinme ve çoğalma olduğunu belirtmiştir (Maslow, 1943; Maslow, 1970). Bu modele göre canlılığını sürdürebilen insan sonrasında barınmaya ihtiyaç duyar. İnsanlar temel gereksinimlerinden biri olan barınmayı karşılayabilmek için ise bir mekâna ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda insan barınağını onu çevresel koşullardan koruyacak nitelikte seçmiştir. Korunaklı barınağı ilk zamanlarda doğal mağaralar olmuştur. Tarihsel süreç içerisinde açığa çıkan konum değiştirme ihtiyacına bağlı olarak korunaklı yeni yaşam mekânları aramıştır. Her zaman bir mağara bulamadığı için çevresindeki malzemeleri kullanarak çadır, kulübe, ağaç üstü barınak vb. ilkel mekânlar oluşturmuştur. İnsanlığın gelişimiyle beraber bu ilkel mekânlar dönüşmüş ve ihtiyaçlara göre farklı biçimlenmişlerdir. Söz konusu barınma mekânları günümüze kadar dönüşen halleriyle konutu ortaya çıkarmıştır. Konutu fenomenolojik bakışla ele alan Heidegger, duvarlar ve üst örtüden oluşan bir barınak olmanın ötesinde farklı varoluşsal katmanları bünyesinde barındıran özelleşmiş bir mekân olduğunu belirtmektedir (Heidegger, 1971).

Hasol'a göre konut, "bir ya da daha çok insanın ikamet ettiği yer, ev, mesken ve ikametgâh" olarak tanımlanmaktadır (Hasol, 1979). Günümüzde konut üretimi yaklaşımları gelişmeye devam etmektedir. Konut, ülkelerin ekonomik kalkınmasında önemli rol oynamakta olup toplam ekonomik faaliyetlerin %10-20'sini oluşturmaktadır (Economic Commission for Europe United Nations, 2005). Arsaya erişim ve inşaa maliyetleri konutların mali olarak ulaşılabilmesinin önünde büyük bir engeldir (Mischke, 2014). Konutların ekonomik etkilerinin yanı sıra

çevresel ve sosyal açıdan da etkilerinin ele alınması gerektiği düşünülmektedir. Çevreye duyarlı, mimari açıdan etkileyici ve konforlu konut üretim yaklaşımlarına güncel çalışmalarda rastlanmaktadır (Henilane, 2015). Bu yaklaşımlara ek olarak geleneksel ve statik konutlar dışında hareket edebilen konutların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde hareket edebilen tanımının devingen, mobil, hareketli ve sabit olmayan kavramlarıyla açıklandığı görülmüştür.

Devingen konut üretimi, endüstrinin gelişmesiyle birlikte karavan olarak bilinen motorlu-motorsuz kara taşıtlarıyla ve çoğunlukla otomotiv fabrikalarıyla başlamıştır. 20. yüzyıl sonrasında ise tiny house (küçük ev) gündeme gelmiştir (Evans, 2023). Günümüz yaşam pratiklerinde insanların barınma ihtiyacı yalnızca statik konutlarla karşılanamamaktadır. Bu ihtiyaçlar yıllar geçtikçe devingen konuta olan talebi artırmıştır. Son yıllarda yaygınlaşan sosyal medya kullanımı, kişilerin bireysel yaşama arzusu ve post-pandemik dönem devingen mekânlara olan ilgiyi artırmıştır. Bazı kullanıcılar bu ihtiyaçlarını kendin yap kültürüyle (DIY-Do It Yourself) gidermişler; bazıları ise endüstriyel yöntemlerle üretilmiş hazır mekânları (karavan, tiny house, konteyner ev vs.) satın almışlardır.

Statik binalar büyük oranda yerinde üretim ya da kısmi ön üretim yapılarak imal edilmektedir. Yerinde üretimde endüstri sınırlı oranda yer alabildiği için statik binaların üretim verimliliğini azaltmaktadır. Statik binalarda, yerel sınırlamalar (imar yönetmelikleri, mevzuatlar, plan notları vb.) ve dar alanda daha büyük hacimler elde etme kaygısı özgün mekân-konut tasarımlarını olumsuz etkilemektedir. Bu sınırlamaların olmadığı konutlar ise lüks üretim gibi pazarlanmaktadır. Bunun yanı sıra devingen konutların beraberinde getirdiği olumsuz etkiler ve sınırlamalar da bulunmaktadır. Devingen konutlar aidiyet hissinin oluşmasında problem olarak görülebilir ancak belli bir yerde taşınmaz olarak bulunma zorunlulukları olmadığı için bir çözüm önerisi olabileceği öngörülmektedir. Aidiyet duyulan mekân, istenildiğinde kolayca yer değiştirebileceği için yeni yerlere ait hissetme konusunda da kolaylık sağlayacağı düşünülebilir. Çevre değişmekte fakat yaşanılan mekân aynı kalmaktadır. Ayrıca devingen konutun endüstriyel yöntemlerle üretimin yaygınlaşmasının mimar ile son kullanıcı arasındaki mesafeyi azaltabileceği düşünülmektedir. Bu mesafenin azalmasında katılımcı tasarım ve bireyselleştirme kavramları ön plana çıkmaktadır.

Endüstriyel tasarımda yasal düzenlemelerden kaynaklı biçimsel sınırlamaların mimarlıktaki kadar katı olmadığı görülebilmektedir. Endüstriyel tasarım sürecinde hacimsel sınırların, tasarımın formunu mimaride olduğu kadar sınırlamadığı düşünülmektedir. Endüstriyel tasarımın biçimsel sınırları çoğunlukla fonksiyondan kaynaklı bir sınırlama geliştirmektedir. Devingen konutun bir mimari mekân olmanın yanı sıra endüstriyel bir ürün de olma vasfı taşıdığı düşünülebilir. Devingen konut üretiminde, konut bir ürün olarak da görülebileceği için mimarlığın endüstriyel tasarım gibi biçimsel anlamda özgürleşebileceği düşünülmektedir. Üretime dair kaygılar yüzünden oluşabilecek kısıtlı formlara yeni seçenekler eklenebilecektir. Devingen mekân üretimindeki sınır, yol genişlik ve yükseklikleri olarak kabul edilebilir. Modüler tasarım ile de bu sınırın kolaylıkla aşılabileceği öngörülmektedir.

Endüstriyel üretimin sanayi devriminden bu yana her alana dahil olduğu söylenebilir. Fakat bu alanlara dahil olması aynı oranda olmamıştır. Endüstrileşen bir üretimin; üretim hızı, verimliliği artmakta olup insan işgücü ihtiyacı, üretim hataları, malzeme ve enerji israfı azalmaktadır. Bunlara ek olarak üretim sürecinin kontrol edilmesi daha kolay bir sürece dönüşmektedir. Bu artan endüstrileşme inşaat sektörüne diğer sektörler kadar yüksek oranda girebilmiş değildir. Bugün hala yapı üretiminde insan gücüne yüksek oranda ihtiyaç duyulmaktadır. Üretimin büyük çoğunluğu sahada yapılmaktadır. İnşaatta endüstrileşme, malzeme ya da yapı bileşeni üretimi bağlamında sınırlı kalmıştır. Bu sınırlılığının aşıldığı prefabrik (ön üretimli) ve precast (ön döküm-hazır döküm) ürünler sınırlı kullanım ile inşaat sektörünü endüstrileştirmiştir. Birçok yabancı ülkede son yıllarda bu alanda gelişmeler olduğu görülmektedir. Tıpkı bir otomobilin internet sayfasından arzu edilen belli sınırlar içerisinde kişiselleştirilerek satın alınması gibi bir konut da kişisel taleplere uygun olarak oluşturup sipariş edilebilmektedir. Bu yöntemle kullanıcı, tasarımcı rolüne girmekte ve tasarım sürecine dahil olabilmektedir. Bu durumda konut, yaşanan bir mekân ve ürün olmak arasında yeni bir yer edinme arayışındadır.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Endüstriyel üretim yöntemleriyle üretilen ön-üretimli yapıların, yüksek oranda ihtiyaç duyulan insan-gücüne olan ihtiyacı azalttığı için işçilik hatalarını minimuma indirilebileceği düşünülmektedir. Endüstriyel üretim yöntemlerinin yapı üretiminde kullanılması üretim hızını ve kapasitesini artırıp maliyetleri azaltabilir. Çalışmada, sürekli hareket halinde olunan yaşamda, mekânların da bireyin hareketlerine uyum sağlayabilme potansiyeli ele alınmıştır. Barınma ihtiyacına yönelik zorunlu mekân değişimlerini azaltmak için endüstriyel üretimin hızı, ekonomikliği, verimi ve hassas üretim biçimlerinden nasıl faydalanılabileceği incelenmiştir. Bu yöntemlerin, bireylere kendilerine ait devingen konutları daha ulaşılabilir edinme olanağı sunarak, yerinde kalıcı üretime alternatif oluşturma potansiyeli araştırılmıştır. Ayrıca, endüstriyel üretimin bu değişimleri nasıl daha konforlu hale getirebileceği değerlendirilmiştir. Mimari hizmetlerin kitlesel olarak daha erişilebilir olması ve eşit bir dağılımla daha fazla mimarın kullanıcılara ulaşabilmesi konuları tartışılmıştır. Endüstriyel üretimle oluşturulan konutların aynılaştırıcı etkisinden kurtulmak için nasıl kişiselleştirilebileceği üzerinde durulmuştur. Son olarak, devingen endüstriyel konutların sürdürülebilirlik, döngüsellik ve altyapıdan bağımsız yaşam şekline ne ölçüde dahil olabileceği araştırılmıştır.

Devingen konutların endüstriyel üretiminin olası potansiyellerinin ele alınan problemlere çözüm sunabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda çalışmada, devingen konut üretimlerini incelemek ve endüstriyel konut üretimlerinde devingenlik kavramının karşılığını araştırarak gelecekte kullanılabilirliğini sorgulamak amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında temel olarak devingenlik, devingen konutların tarihsel gelişimi, türleri, üretimi ve kullanımında etkili faktörler ele alınmıştır. Buna ek olarak, endüstriyel üretim yöntemleri incelenerek devingen konutun endüstriyel üretim olanağı araştırılmıştır. Devingen endüstriyel konutların devingenlik kabiliyetleri, belirlenen endüstriyel yöntem ve tekniklerle üretimi incelenmiştir. Ek olarak günümüzde gerekli olduğu düşünülen tasarım yaklaşımları belirlenerek çalışma kapsamına dahil edilmiştir. İhtiyaç duyulan bu devingen konutlarının endüstrileşen bir üretim süreciyle insan gücü kullanımını azaltarak üretilmesinin ne gibi pozitif ve negatif yönlerinin olabileceği ele alınmıştır. Çalışmada, yalnızca karada hareket kabiliyetine sahip devingen

mekânlar ele alınmıştır. Uzayda, havada ve su üzerindeki devingen mekânlar kapsam dışı bırakılmıştır. Devingen mimari ile kinetik mimari kavramları birbirine çok yakın kavramlar olarak algılanmaktadır. Bu çalışmada devingen mimari kavramı yapının konum değiştirme olgusu kast edilerek ele alınmıştır. Yapı bileşenlerinin ve elemanlarının hareketi ise kinetik mimarinin konusu olarak kabul edilmiş olup kapsam dışı bırakılmıştır.

1.2 Literatür Taraması

Barınma ihtiyacını gidermek için bir konut edinmek ya da kiralamak gerekmektedir. Bireylerin konut bulma süreci zorlayıcı olabilmektedir. Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde kira fiyatının stabilitesi, ekonomik zorluklar, hızlı nüfus artışı ve üretim yetersizliği gibi sebeplerden dolayı sağlanamamaktadır. Kiralama dışında bir tercih yapmak isteyen kullanıcılar ise konut satın almaya yönelmektedir. Fakat toprak üretilemeyen bir meta (emtia) olduğu için konut fiyatları her geçen gün erişilebilir-affordable olmaktan uzaklaşmaktadır. Konut bedellerinin erişilebilirliğinin azalmasının başlıca sebepleri vardır. Kentsel alanlarda boş parsellerin azalması, malzeme ve işçilik maliyetlerinin artması, konutun bir barınak olmaktan çıkıp salt menkul olarak görülmesi vb. bu sebeplere örnek gösterilebilir. Konut üretim maliyetlerinin yarıya yakınını toprak mülkiyeti oluşturmaktadır (Ho and Ganesan, 1998; Guan and Cheung, 2023). Bu oran konumun kentsel-kırsal, metropol ve düşük nüfuslu şehirlerde olup olmamasına göre değişmektedir. Toprak maliyetinden kurtulmak amacıyla da kimi kullanıcılar devingen yaşamayı tercih edebilmektedir. Modern hayat pratikleri artık insanı daha devingen kılmıştır. Günlük ya da yıllık devingenliğin artması devingen konutlarda yaşama kavramını da geliştirmiştir.

Günümüzde yapı üretiminde işgücüne hala ihtiyaç duyulmaktadır. Üretim maliyetlerini oluşturan bir diğer parametre ise insan gücüne dayalı işçilik bedelidir. Güncel yapı üretim yöntemlerinin, gelecek nüfus projeksiyonlarına yetebilecek üretim kapasitesine sahip olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca, arkaik işçilik yöntemlerinin kullanılması üretim hatalarına sebep olabilmektedir. Bu yöntemlerin hata payı yüksek ve maliyetli olması alternatif imalat sistemlerine yönelimi artırmıştır (Erener ve Boz, 2021).

Modern dönem öncesi bireyler, konut imalatını kendileri ya da ustalık hizmeti alarak gerçekleştirmektedir. Modern dönemde ise yasal zorunluluklar sebebiyle mimarlık ve inşaat endüstrisi konut üretimini üstlenmiştir. Bireyler, konutları kendileri yapmaktan çok satın almakta ya da mimari hizmet alarak konutlarını imal ettirmektedir. Bu durum tek tipleşme-standartlaşma gibi birtakım problemleri açığa çıkarmıştır. Mimarlık üretiminde, günümüzde (özellikle konut üretiminde) son kullanıcı ile mimar arasındaki mesafe artmıştır. Endüstri Devrimi sonrasında gündelik yaşamın birçok alanında etkili olan standardizasyon, bireyleri tek tipleştirerek biricik tasarımlar yerine standart ve çoğaltılabilir tasarımların üretimine neden olmuştur (Orakcı, 2022).

Modern yaşam beklentileriyle bireylerin mobilitesi-devingenliği artmakta fakat sabit-statik mekânlar kimi zaman artan mobilite ihtiyacına yetişememektedir. Yaşam alanını sık değiştiren bireyler statik konuta yerleşerek kısa zaman ikamet edip daha sonra yeni bir yere taşınırken olumsuzluklar yaşamaktadır. Aidiyet hissinin oluşmaması bu olumsuzluklardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Aidiyet hissi ve mekâna bağlılık, birey ve çevre etkileşimi ile oluşmaktadır (Manzo, 2003). Birey ve çevre etkileşiminin önem kazandığı pandemi döneminde de uzaktan çalışma kültürünün yaygınlaşması ile insanların yaşadığı yer ile çalıştığı yer arası mesafe artmıştır. Bu durum bireyin mobilizasyonunu artırmaktadır. Ek olarak bireylerin sürekli farklı kentlerde-ülkelerde ikamet etme durumu da olabilmektedir. Bu sebeple de kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verebilecek barınağın mobil-devingen özelliğe sahip olması önem kazanmaktadır.

Devingen mimari ile ilgili literatürde birçok akademik çalışma bulunmasına rağmen endüstriyel üretimin de ele alındığı çalışmaların yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Devingen mimari üzerine üretilen yüksek lisans ve doktora tezlerinde birçok eksik kaynak kullanımına rastlanmıştır. 2000'li yılların başında yazılan birkaç tez alanda daha önce çok kapsamlı çalışma yapılmadığı için bugün hala başucu kaynağı olarak kabul görmektedir.

Hacıalibeyoğlu (2005), mimarlıkta devingenlik kavramını konteyner üzerinden ele almıştır. Kaya (2005), hareket kavramının modern mimarlığa etkisini çalışmıştır. Gündoğmuş (2005), devingen mekânları yaşam alanları bağlamında ele alarak irdelemiştir. Çolak (2005), Türkiye özelinde mobil konutların uygulanabilirliği üzerine bir çalışma yapmıştır. Akgül (2006), mimarlıkta mobiliteyi göçebe

Çingeneler ve sirk yaşamı üzerinden incelemiştir. Fırat (2006), mobil mimarlığı insan, yer ve yapı ilişkisi bağlamında kuramsal olarak ele almıştır. Tuncel (2007), mobil mekânların tarihsel gelişimini inceleyerek mobil konutların iç mekân organizasyonu üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu yıllardaki çalışmalar sonraki yıllarda yapılan çalışmalar için kaynak niteliğinde olmuştur. Arı (2019), mobil mekânı taşınabilir mekân organizasyonu bağlamında ele almıştır. Taşkesen (2019), mobil konutların iç mekân organizasyonu üzerine çalışmıştır. Temiz (2020), mekânda devinim kavramı üzerinde çalışarak mikro konutları değerlendirmiştir. Buldaç (2021), pandemide ön plana çıkan farklı mekân arayışını karavan ve kullanıcı deneyimlerine odaklanarak analiz etmiştir. Turan (2022), hareketli mekânlar için kullanıcı odaklı tasarımı Doğu Ekspresi üzerinden ele alarak bir doktora tezi yayınlamıştır. Şahin (2022) taşınabilir yapıları sınıflandırmıştır. Torun (2023), mobil mekân olarak değerlendirdiği karavanlar üzerine tasarım önerileri geliştirerek bir çalışma tamamlamıştır. Hücran (2023), mobil yapıları ve mobilite kavramını yapı bilgisi bağlamında örnekler üzerinden ele almıştır. Makale olarak ise Özgel Felek (2019), mimarlıkta mobilite ve mobil mimari üzerine bir çalışma yapmıştır.

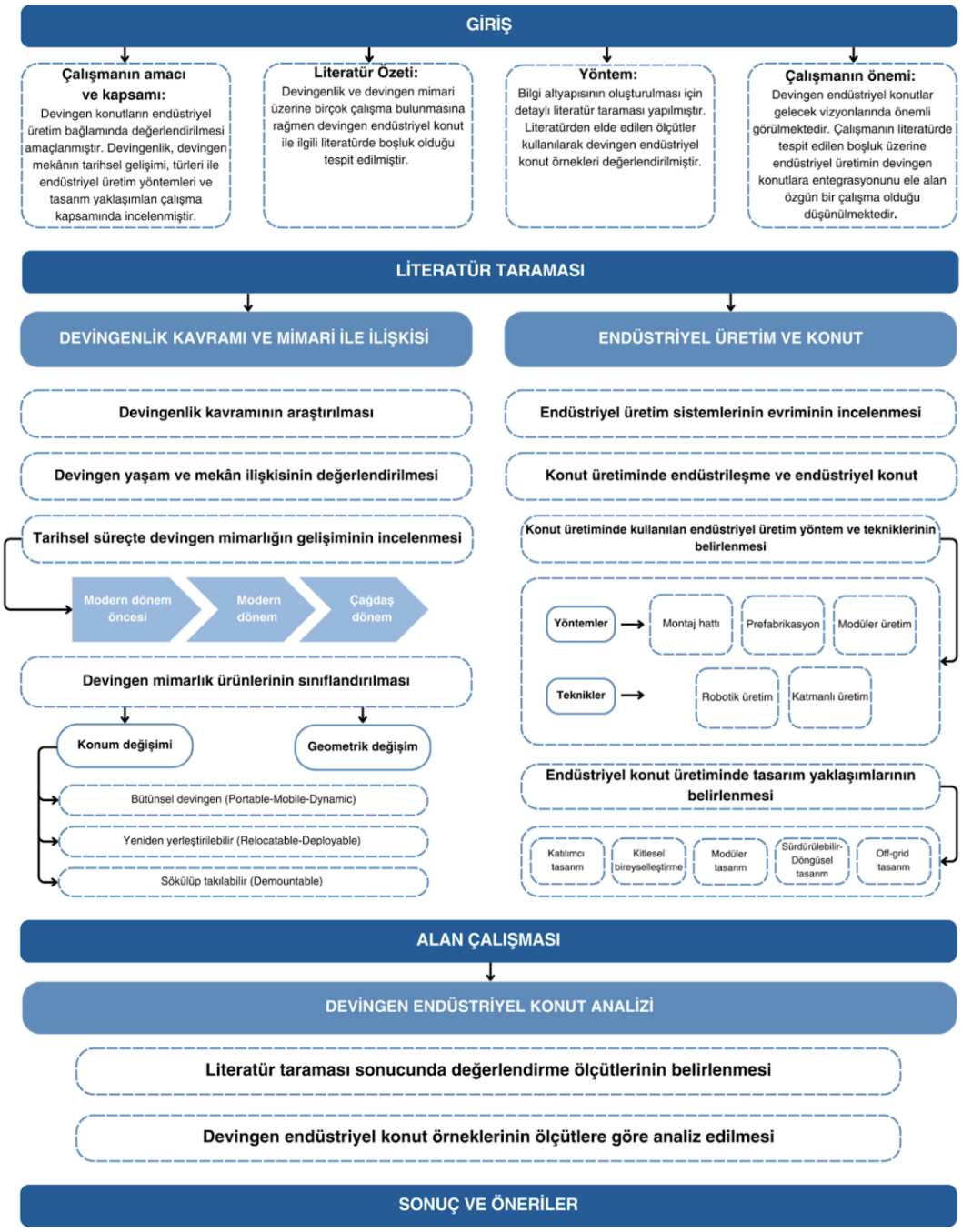
Literatürdeki çalışmalar çoğunlukla 2000'li yılların başlarında yapılmış olmasına karşın COVID-19 pandemisi ile birlikte devingenlik, mobil mimarlık, mobilite ve mikro konut kavramları üzerine yapılan çalışmalarda artış mevcuttur. Literatürdeki çalışmaların geneli mimari tasarım ve bina bilgisi alanında olup ardından iç mimarlık alanı yer almaktadır. Yapılan çalışmaların çoğunluğunun yüksek lisans tezi olduğu görülmektedir. Devingen mimari üzerine yazılmış birçok çalışmanın atıfta bulunduğu kitapların ise Kronenburg'un editörlüğünü yaptığı kitaplar olduğu belirlenmiştir.

1.3 Yöntem

Çalışmada öncelikle kuramsal altyapının oluşturulması amacıyla devingenlik, devingen yaşam, devingen mekânın tarihsel süreç içerisinde gelişimi, endüstriyel üretimin evrimi, devingen konut ve endüstriyel tasarım yaklaşımları gibi kavramlar ele alınarak literatür taraması yapılmıştır. Araştırmada devingenlik, devingen mekân-yaşam ve endüstriyel üretim yöntemleri incelenmiş olup bu kavramların karşılığı alan çalışmasında mekânsal olarak konut ile sınırlandırılmıştır. Mimaride

devingenlik, belirli bir fonksiyona hizmet eden tekil bir mekân türüyle sınırlı olmadığından, literatür taraması 'devingen konut' yerine 'devingen mekân' kavramı üzerinden yürütülmüştür. Endüstriyel üretimin mimarlıkta karşılaşabileceği engellerden biri olan aynılaşma/tek tipleşme sorununun aşılmasına yönelik çözümler araştırılmıştır. Bu kapsamda, katılımcı tasarım ve kitlesel bireyselleştirme yaklaşımları kullanılarak, kullanıcı konforunu üst düzeye çıkarmaya ve özgün konuta ulaşmaya yönelik bir eğilim benimsenmiştir.

Çalışmada literatür taramasından elde edilen ölçütlerle devingen endüstriyel konut kavramı esas alınarak detaylı örnek analizi yapılmıştır. Bu bağlamda günümüz gereksinimlerine ve teknolojilerine uygun devingen konut örnekleri belirlenerek endüstriyel üretim yöntem-teknik ve yaklaşımları incelenmiştir. Bu kapsamda çalışmada 11 konut örneği belirlenmiştir. Örneklerin belirlenmesinde en az bir devingenlik türüne sahip olma, endüstriyel olarak üretilme, yerle kalıcı bağ kurmama ve arzu edildiğinde konum değişimi imkanı sunma gibi ilkeler temel alınmıştır. Ayrıca incelenen konut örneklerinden biri alışılagelmiş tekil devingen konutların aksinin uygulanabilirliğini sorgulamak amacıyla çok katlı toplu konut olarak seçilmiştir. Belirlenen konut örnekleri mimari ve mekânsal nitelikleri, proje üretim/tasarım türü ve malzeme kullanımı açısından ele alınmıştır. Akabinde örnekler, devingen karakter ve devingenlik türüne (bütünsel devingen, yeniden yerleştirilebilir ve sökülüp takılabilir) göre değerlendirilmiştir. Endüstriyel üretim bağlamında irdelenmesinde ise literatürde öne çıkan yöntem ve teknikler (montaj hattı, prefabrikasyon, modüler üretim, robotik üretim ve katmanlı üretim) referans alınmıştır. Son olarak konut örnekleri, tasarım yaklaşımları (katılımcı tasarım, kitlesel bireyselleştirme, modüler tasarım, sürdürülebilir-döngüsel tasarım ve off-grid tasarım) bağlamında analiz edilmiştir. Yapılan bu analiz sonucunda endüstriyel üretimin devingen konutlara entegrasyonu bulgularla tartışılmış ve gelecek öngörüleri sunulmaya çalışılmıştır. Şekil 1.1'de tez akış şeması yer almaktadır.



Şekil 1.1 Tez akış şeması (Çelik, S., 2025)

1.4 Çalışmanın Önemi Katkısı

Geleneksel konut üretimi statik olarak sahada yapılmaktadır. Devingen yaşama uygun ve yerden bağımsız konut üretimi sınırlıdır. Geleneksel konut üretimi kullanıcıya özgü olmayan stok konut üretimi, maliyet, israf, yüksek toprak bedeli, üretim süresi, kontrol zorluğu, işçi güvenliği, çevresel etkiler gibi birçok engel ve eksiklikle yapılmaktadır. Bu sebeplerle devingen endüstriyel konut üretimi bugün ve gelecek için önem arz etmektedir. Devingen endüstriyel konut üretiminin nüfus

artışı, barınma ihtiyacı, ekonomik zorluklar ve nitelikli işgücü ihtiyacının neden olduğu sorunlara çözüm olabileceği düşünülmektedir. Ek olarak standardizasyonu azaltabileceği ve birey-tasarımcı arasındaki etkileşimi güçlendirebileceği öngörülmektedir. Endüstriyel üretimle devingen konut üretimini katılımcı tasarım, bireyselleştirme, modüler tasarım, sürdürülebilir-döngüsel tasarım ve şebekeden bağımsız özgür yaşam yaklaşımlarını ortak bir paydada birleştiren bir çalışma ise henüz yapılmamıştır. Literatürde tespit edilen bu boşluk üzerine çalışmada devingenlik, devingen yaşam ve mekân, devingen konut ve endüstriyel üretim söz konusu kavramlarla birlikte ele alınmıştır. Endüstriyel üretimin devingen konut üretiminde sağlayabileceği katkıların incelenmesi ve literatürdeki boşluğun doldurulması çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

2
DEVİNGENLİK KAVRAMI VE MİMARİ İLE İLİŞKİSİ

Devingenlik, zaman içerisinde meydana gelen değişimi ya da dönüşümü tanımlayan bir kavramdır (Köktürk, 2009). Hareketli olma hali devingenlik olarak görülebilir. İnsan, gününü hareket etmeden tamamlayamayan bir canlı olarak devingendir. Tarihsel süreç içerisinde insanın hareketi farklı şekillerde gerçekleşmiş olup toplumsal dönüşümleri de beraberinde getirmiştir. Örneğin bireylerin oluşturduğu toplumun hareketi olan göç, toplumu devingen yapmaktadır. Devingen olma hali somut bir kavram olarak kabul edilebileceği gibi soyut bir kavrama da karşılık gelebilmektedir. Bireylerin fikirleri de değişip dönüşebildiği için devingen niteliktedir. Fikirlerin sahibi olan insanın devingenliği, oluşturduğu toplumu soyut anlamda da devingenleştirmiştir. Devingen olan insan kullandığı mekânı da devingen kılmıştır. Mekândaki devingenlik, mekânı oluşturan parçaların ya da tamamının hareket edebilmesi ile mimarlıkla bağ kurmaktadır. Devingenliğin mimari ile ilişkisi hareketli olma halinden başlar.

Devingen insanın gündelik yaşamında mekânsal ihtiyaçlarının karşılanması mimariyle ilişkilendirilmektedir. Devingenlik, mekân üretimi ve mimarlık alanında pek çok avantaj sağlamaktadır. Mekânsal çeşitlilik, farklı durumlara uyum sağlayabilme ve esneklik gibi ön plana çıkan özelliklere sahip geçici mimarlık ürünlerine olanak sağlaması bu avantajlar arasında yer almaktadır (Yang, 2022). Ancak tarihsel olarak bakıldığında insanın ilk yaşam mekânları olarak bilinen mağaralarda devingenlik söz konusu değildir. Zaman içerisinde statik-durağan olan mağaralara devingen yapı elemanları (örnek olarak hareketli kapılar) eklenerek kullanılmaya devam edilen örnekler mevcuttur. Bu durum insanın içgüdüsel olarak yaşadığı mekânın ve mimari elemanların devingen olma ihtiyacının sonucudur. Bir diğer örnek olarak verilebilecek çadır, tipi, yurt vb. mekânlar ise yer değiştirebilir

oldukları için mekânsal olarak devingendir. Günümüzde mimarlık, değişen ve gelişen ihtiyaçlarımızla birlikte giderek daha devingen bir hal almaktadır. Hareket edebilen yapı kabuğu elemanları, kapılar, asansörler vb. mimarinin devingenlik ile olan bağına örnek verilebilir.

Tarihsel süreçte mağaranın hareketli kapısıyla başlayan devingenlik ve mimari ilişkisi çadırla mekânın tamamen devingenlik özelliği kazanmasıyla devam etmiştir. Tarım devrimiyle kalıcı yerleşimler kuran insan devingenliğini statik mimari ürünlerle sürdürmüştür. Fakat uzak mesafelere hareket ederken yine devingen mekânları kullanmıştır. Geçici olarak yolculuk esnasında içinde yaşanabilen ve bir hayvan gücüyle devingen olan mekânlarla endüstri devrimine kadar gelinmiştir. Endüstri devrimi sonrası buhar gücü ve makineleşme ile birlikte birçok yeni devingen mekân türü ortaya çıkmıştır. Tren vagonları bunlara verilebilecek önemli örneklerden biridir.

Çalışmanın bu bölümünde devingenlik kavramı ayrıntılı olarak ele alınmakta, devingen yaşam ve mekân devam eden bölümde aktarılmaktadır. Devingen mekânlar kronolojik olarak dönemlere ayrılarak ele alınmakta ve devingenlik türleri örnekler üzerinden tanımlanmaktadır. Devingen mekânların tarihsel gelişimini modern öncesi (20.yüzyıl öncesi), modern dönem (20.yüzyılın ilk yarısı) ve çağdaş dönem (II. Dünya Savaşı sonrası) olarak üç bölümde incelemek mümkündür. Bu çalışmada da tarihsel süreç incelemesinde bu ayrım üzerinden gidilmiştir. Devingen mimarlık ürünleri gelişip çeşitlendikçe terminolojik bir ayrım yapma gereksinimi doğmuştur. Kronenburg devingen mekânları; mekânsal-bütünsel olarak devingen (mobile-portable-dynamic), yer değiştirilebilir (relocatable-deployable) ve sökülüp takılabilir (demountable) olarak sınıflandırmıştır (Kronenburg, 1995). Sınıflandırma konusunda başka hâkim görüşler de mevcut olmasına rağmen nitelikleri birbirine uzak değildir. Devingen mekânın gelişmesi ve çeşitlenmesi, devingen mekâna olan ihtiyacın artması, modern yaşam pratiklerinin karmaşıklaşması (geçici mekânların kullanımının artması ve çeşitlenmesi) devingenlik ve mimari arasındaki ilişkiyi güçlendirmeye devam etmektedir.

2.1 Devingenlik Kavramı

Devingen/devingenlik, literatürde mobil/mobilite ve hareketli/hareketlilik kavramlarıyla da karşımıza çıkmaktadır. Mobil kelimesi dilimize Fransızca kökenli

“mobile” kelimesinden geçmiş, Latince “mobilis” kelimesinden türeyen ve “hareket edebilir, taşınabilir” anlamına gelmektedir (TDK, 2024; DAF-Le Dictionnaire de l'Académie Française, 2025). Türkçe’de de bu anlamlarıyla kullanılır. Hareketli kavramı Arapça kökenli “hareket/haraka” (حَرَكَة) kökünden gelip “hareket eden, devinim içinde olan, canlı, aktif” gibi anlamlara gelir (Almaany, 2025). Devinim/devingen ise “devin-” fiilinden türeyen Türkçe kökenli bir sözcükler olup devinim “devinmek işi, hareket”; devingen ise “hareketli” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2024). Devingen kelimesi yerine mevzuat kaynaklarında müteharrik kullanıldığı görülmektedir fakat müteharrik de Arapça kökenli olduğu için kullanımı tercih edilmemiştir (TDK, 2024; 3194 sayılı İmar Kanunu 5.Madde). Bu çalışmada devinim, devingen ve devingenlik kavramları kullanılmıştır.

Evren sürekli bir devinim halindedir ve devinim, evrenin en temel ilkelerindendir. (Bohm, 2005). Evrenin dinamik yapısı maddesel düzeyde sürekli bir değişim ve dönüşüm içermektedir. Devinim maddesel evrenin gerekliliği ve doğal sonucudur (Hacıalibeyoğlu, 2005). Evrene makro veya mikro ölçekte bakıldığında devinimden söz edilebilmektedir. Atom altı parçacıklardan gökadalara kadar her şey devingendir (İnan, 1988).

Devingenlik, bir nesne veya sistemin bir konumdan başka bir konuma; bir durumdan başka bir duruma belirli bir zaman içerisinde geçmesidir. Cresswell’’e göre hareket zaman ve mekândan oluşmakta olup belirli koordinatları bulunmakta, nesnelerin A noktasından B noktasına doğru gerçekleşen yer değişimi ise devingenlik olarak açıklanabilmektedir (Cresswell, 2006). Devinim öncesi ve sonrası, nesne veya sistemin konumu ele alındığında değişim gözlemlenebilmektedir. Bu değişim sürecinde devinim, zamansal ve mekânsal değişimleri şekillendiren bir olgu olarak ele alınmaktadır (Merriman, 2012).

Devingenlik, fiziksel durumu ifade ederken; toplumsal, teknolojik ve zihinsel bir ilerlemeyi de içeren soyut ve somut anlamlı bir durumdur (Akgül, 2006). Toplumsal ve kültürel bir değişim devingen olma durumunu karşılamaktadır. Teknoloji durmadan ilerlediği için dünden bugüne her zaman devingenliği bünyesinde barındırmaktadır. Birey var oldukça düşünsel etkinliği devam ettiği için zihinsel devingenlik de diğer kavramlardan bağımsız düşünülemez. Bu bağlamda modern yaşamda devingenlik, coğrafi sınırlılıklar ve gelenekselden bağımsız ve özgür bir yaşam biçimi oluşturmaktadır (Âkerlund and Sandberg, 2015).

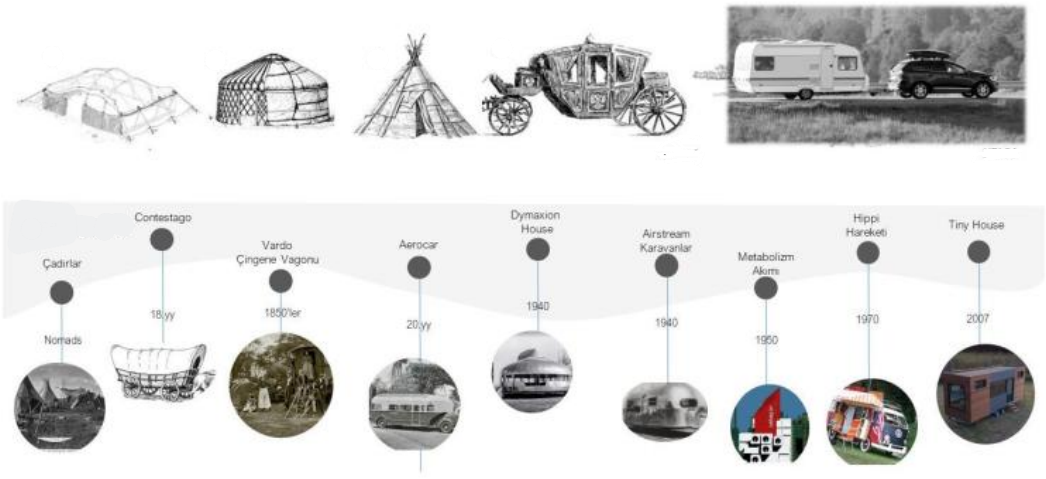
2.2 Devingen Yaşam ve Mekân

İnsan, yaşamında her zaman devingen bir canlı olmuştur. Bilindiği üzere insan yerleşik hayata geçene kadar göçebe olarak varlığını sürdürmüştür. Göçebe insanın yemek arayışı, coğrafi koşullara uyumu ve tehlikelerden kaçabilmesine kadar yaşadığı durumlar yaşam ve mekânın devingen olmasına neden olmuştur (Çınar, 2022; Fox and Kemp, 2009). Bu durumlar devingenliğe ve pragmatik uyum sağlayabilmeye tarih öncesi çağlardan beri gereksinim duyulduğunu göstermektedir (Fox and Kemp, 2009). İnsan, tarih öncesi dönemlerde ilk yaşadığı mağaralardan sonra yaşamak için kurduğu mekânları da devingen kalabilmek için taşınabilir nitelikte tercih etmiştir. Yerleşik hayata geçildikten sonra, devingen yaşamdan gelen insanın mekânı uzun bir süre durağan hale gelmiştir Mekânları kullanan insanların kullanım amaçları çeşitlendikçe ihtiyaçlarının değişmesiyle "Mimarlıkta Hareket" kavramı ortaya çıkmıştır (Korkmaz, 2004). Günümüzde taşınabilir binalar modern çözümler gibi görünse de tarih boyunca tektonik teori binaların kalıcı, dayanıklı ve uyarlanamaz olması gerektiğini öne sürerek geçici ve devingen yaklaşımların gelişimini yavaşlatmıştır (Akgün vd., 2022). Bu yavaşlama mimarlığın çoğunlukla değişen çevre koşullarına uyum sağlayamayan, statik bir olgu olarak algılanmasına yol açmıştır (Kormaníková vd., 2017). Devingen mimarlık ürünleri üretilip kullanılmış olsalar da geçici doğalarından dolayı günümüze ulaşamadığı için de bugün bir bilinmeyen olarak algılanıyor olma ihtimali kuvvetlidir. Modern insanın yaşam pratiklerinin değişmesiyle devingen yaşam ve mimarlık bağlamında yeni tasarımlar yapılmıştır.

Devingenlik, yaşamın her alanında olduğu gibi kentleşme ve mimarlık alanında da var olmuştur. Tekeli'ye göre kentleşme dinamiklerini etkileyen temel değişkenlerden biri devingenlik kavramıdır (Tekeli, 2011). İnsan, doğası gereği her zaman devingen halde olup yaşam alanlarına bu durumu yansıtmaktadır. İnsan, geniş alanlar üzerinde sürekli devingen, esnek olma ve uyum sağlayabilme özellikleri sayesinde varlığını sürdürebilen bir canlıdır (Kronenburg, 2007). İnsanın devingenliği yaşadığı mekânların değişmesine sebep olmuştur. Bu devingenlik hali başlarda mecburi iken gelişen teknoloji ve imkânlarının artması ile bir tercih haline gelmiştir (Arı, 2019). Devingen yaşam ve mimarlık ilişkisi gereksinim duyulan devinimi mekânsal düzeyde biçimlendirmiştir.

2.3 Tarihsel Süreçte Devingen Mimarlığın Gelişimi

İnsanlık tarih öncesi dönemlerinden beri doğa koşullarına karşı kendini korumak için kapalı mekânlara ihtiyaç duymuştur. Bu ihtiyacını başlarda mağaralar ile gidermiştir. Mağaraların konumu değiştiremedikleri için başka kapalı mekânlara ihtiyaç duymuşlardır. Çevrelerinde bulabildikleri malzemelerle çadır vb. mekânlar kurgulamışlardır. Bu mekânları yer değiştirebilir nitelikler barındırmaktadır. Şekil 2.1'de devingen mekânların tarihsel süreç içerisindeki gelişimi görülmektedir. Henüz tarım devrimini gerçekleştirmemiş insanoğlu göçebe bir yaşam sürmüştür. İlk devingen mekân örnekleri göçebe insanın kullandığı mekânlar olarak kabul edilebilir. Mekânlarını kısıtlı malzemeleri ve taşınabilir nitelikte olmaları gerekliliğiyle hafif ve kullanılması kolay malzemelerden yapmışlardır. Çadırlarında bitkisel ve hayvanlar malzemeler kullanmışlardır. Yer değiştirmek istediklerinde bu devingen mekânlarını söküp yeni yerlerine taşımışlardır. Bu bağlamda ilk devingen mekânlar sökülüp takılabilir mekânların örnekleri olarak kabul edilebilir. Ayrıca bu mekânlar gelişen ve değişen ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilebilir nitelikte de oldukları söylenebilir. Çadır farklı kültürlerde tipi, yurt ya da otağ olarak tarih sahnesinde görülmüştür. Yurt mekânları çadırın daha gelişmiş formları olarak görülebilir. Yurtların bazı örneklerinde farklı iç mekân biçimlenişleri de oluşmuştur.



Şekil 2.1 Devingen mekânların tarihsel süreç içerisinde gelişimi (Çelik, S., 2025)

Çadır ve yurt örnekleri daha sonraları sökülmeden de taşınabilme kabiliyeti ulaşmıştır. Özellikle savaş alanlarında bu örnekler görülmüştür. Devingenlik kabiliyetini artırma gereksinimiyle hayvan gücüyle hareket eden devingen mekânlar tarih sahnesine çıkmıştır. Amerika kıtasında kullanılan conestogalar at ve öküz arabalarının üst örtüsünün çadır gerilerek oluşturduğu örnekler olarak kabul edilebilir. Zamanla hayvan gücüyle devingenlik kazanan bu mekânlar daha iyi konfor alanı sunan gelişmiş at arabaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Buhar makinesinin icadıyla tarih sahnesine çıkan tren vagonları da döneminde devingen mekân ihtiyacını öncüllerinden daha konforlu olarak ihtiyacı gidermiştir. Endüstri devriminin ardından devingen mekân çeşitliliği hızla artmıştır. Karavanlar, dönemin mimar ve tasarımcıları tarafından deneysel olarak üretilen devingen mekânlar, savaş sanayinin ürettiği devingen mekânlar bu örneklerden birkaçıdır. II. Dünya Savaşı sonrası artan konut talebini karşılamak için birçok devingen konut üretimi denenmiştir. Savaş sonrası dönemde devingen konutun endüstriyel olarak üretimi gündeme gelmiş ve birçok kez denenmiştir. Akabinde hippi ve özgürleşme hareketleri devingen mekânları kullanmıştır. 2000'lerde minimalizimin etkisiyle tiny house-küçük ev kavramı hayatımıza girmiştir. Covid-19 pandemisinin etkisiyle devingen konuta olan ihtiyaç devam ederek bugün hala ihtiyaç duyulan mekân türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Devingen mekânın uzun tarihsel gelişimi endüstri devrimi öncesi, 1950'lere kadar süreyi kapsayan modern dönem ve sonrası çağdaş dönem olarak kabul edilerek üç farklı tarihsel döneme ayrılarak örnekler üzerinden incelenmiştir.

2.3.1 Modern Dönem Öncesi

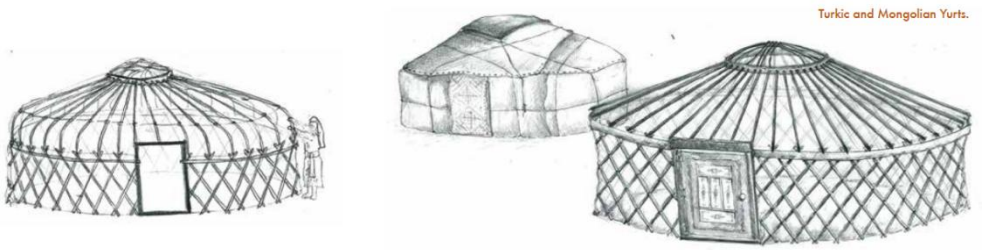
Tarih boyunca devingen mekânlar, kullanıcıların yaşamsal ihtiyaçlarına, coğrafik-iklimsel koşullarına ve kullanım işlevine göre farklı özelliklerle tasarlanarak geliştirilmiştir. Kısıtlı imkanlarla elde mevcut olan malzemeler kullanılarak hızlı üretimler yapılmıştır. Zaman içerisinde bu devingen mekânlar olanaklar ve ihtiyaçların artmasıyla gelişmiştir. Şekil 2.2'de görülen ve göçebelerin kullandığı, çoğunlukla konut işlevli mekânlar ilk örnekler olarak verilebilir. Devingen mekânların, bireyin ve ordunun sürekli devingen olması gerekliliğiyle askeri amaçla kullanıldığı birçok örnek mevcuttur (Chidwick, 2018). Barınma ve askeri örneklerin dışında sivil, dini, ticari ve seyahat amacıyla üretilen devingen mekânlar da tarihsel süreç boyunca bireylerin ihtiyacını gidermiştir (Trisno, Husin and

Lianto, 2023). Modern dönem öncesinde kullanılan devingen mimarlık ürünleri farklı coğrafyalarda ihtiyaçlara göre farklı malzeme ve tekniklerle geliştirilmesine rağmen temelde birbirlerinden çok farklı ürünler olmamıştır.



Şekil 2.2 Göçebe insanın devingen mekânı çadırlar (Giller, 2011)

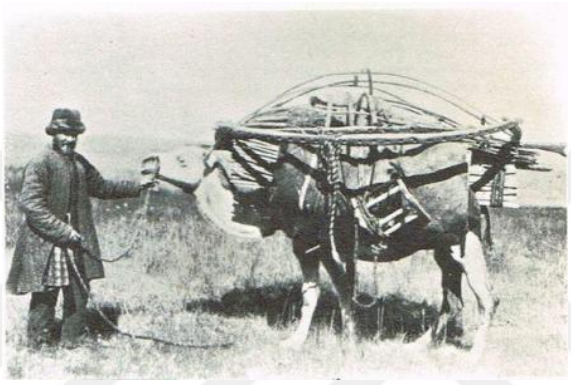
Çadır tarihsel süreç içerisinde devingen mekânlara verilebilecek ilk örnek olarak kabul edilebilir. Çadır kolay taşınması amacıyla hafif; değişen konum ve ihtiyaçları karşılaması gereksinimiyle uyarlanabilir yapılmıştır (Padlewski, 2005). Çadır ilkel devingen mekânların ortak adı olarak kabul edilebilir. Farklı coğrafyalarda bu mekânlar tipi, yurt vs. farklı isimler kullanılarak benzer mimarlık ürünlerini belirtmektedir (Şekil 2.3). Bu geleneksel devingen mekânlar aynı zamanda bugün kullanılan inşa pratikleriyle benzerlik göstermektedir (Vogel, 2005). Devingen tasarlanan mimarlık ürününün hafif olması gerekliliği bu benzerliklerden biri olarak örnek verilebilir. Bugün hala kullanılmakta olan bu devingen mimarlık ürünü uygun fiyatlı olduğu, kullanıcıların ihtiyaçlarına hızlı ve verimli şekilde yanıt verdiği için gelişimi devam etmektedir.



Şekil 2.3 Orta Asya kültüründe kullanılan devingen mimarlık ürünü yurt (Giller, 2011)

Çadırın Orta Asya Göçebe toplulukları tarafından kullanılan bir başka türü olan Yurt (Ger) ilk çadırlara oranla daha gelişmiş ilkel devingen mimarlık ürünüdür (Segura, 2025). Şekil 2.4'te yurt değişen hava koşullarına göre konumlandırılarak

hava akışını kontrol etmek için ayarlanabilir kanatlara sahiptir (Tsovoodavaa et al, 2018). Sahip olduğu iki cidar arasına yakında bulunan malzemelerle izolasyon yapılabilir ve ısınma için içerisinde ateş yakılabilir (Pearson, 2001). Bu ateşin konumu aynı zamanda iç mekânda organizasyonu sağlamaktadır. Erkekler, kadınlar ve çocuklar için yaşam alanlarının bölünmesine referans vermektedir (Faegre, 1979). Bu yönleriyle gelişmiş bir çadır türü oldukları söylenebilir. Yurtlar masif görünümlerine rağmen kısa zaman içerisinde kurulabilir ve birkaç deveyle kolaylıkla taşınabilirler (Lloyd, 1981). Devingen mekân kullanıcılarının ihtiyaçlarını kolaylıkla karşılayabildikleri için hala kullanımları devam etmektedir.



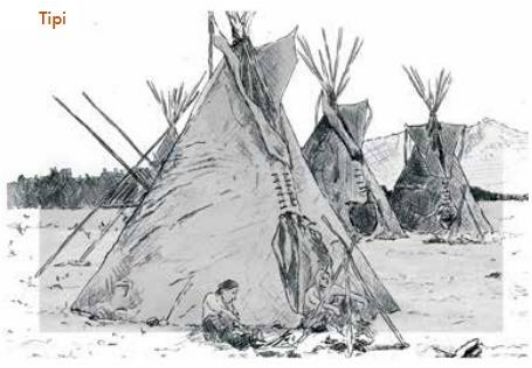
Şekil 2.4 Devingen halde deve ile taşınan bir yurt (Lloyd, 1981)

Anadolu'da çadırlar hayvancılıkla uğraşan Yörük'ler tarafından kullanılmaktadır (Ak, 2019). Bu çadırlar mevsimlik göçler sırasında kolaylıkla kurulup sökülebilen, taşınabilir ve doğal kaynaklı devingen mekânlardır (Şekil 2.5). Malzeme olarak keçi kılı ve ahşap kullanılmaktadır (Ak, 2019). Çadırın merkezinde ocak yer almakta mekân organizasyonu bu merkez etrafında şekillenmektedir. Örtü olarak kullanılan keçi kılı sayesinde yazın serin, kışın ise sıcak olan çadırın yağmur ve rüzgâr geçirmesini önlemektedir (Yakar, 2006). Yörük'lerin devingen yaşamına olanak sağlayan bu çadırlar aynı zamanda Yörüklerin birer simgesi niteliğindedir. Toroslar'da bulunan Sarıkeçili gibi son konar göçer topluluklar çadırı günümüzde de kullanmaya devam etmektedirler (Karkın ve Oyan, 2015).



Şekil 2.5 Anadolu'da konar göçer Yörük toplulukları tarafından kullanılan kıl çadır (Yakar, 2006)

Tipi (tepee) Kuzey Amerika yerlileri, Kızılderililerin kullandığı bir çadır türüdür (Thybony, 2003). Şekil 2.6'te tipi görülmektedir. Elde bulunan malzemelerle kışın sıcak, yazın serin tutan bu devingen ürünler, kurulumu kolay olmasıyla birlikte konik şekli sayesinde rüzgarlara ve yağmurlara dayanıklıdır (Laubin and Laubin, 1989). Göçebe yaşayanların ihtiyaçlarını karşılayan devingen tipiler, taşınabilir ve iklime uyumlu mekânlar olarak dikkat çeker. Hafif strüktürleri ve hızlı kurulup sökülebilir olmaları sayesinde devingen mekân arayışının erken örnekleri arasındadır. Tipiler, işlevselliği ve doğayla kurduğu dengeli ilişkiyle göçebe yaşam kültürünün mekânsal bir yansımasıdır. Tipi ve farklı coğrafyalardaki benzerleri olan chum, lavvu, goahti vs. çoğunlukla göçebe topluluklar için devingen barınak işlevi görmüştür (Holley, 2007).



Şekil 2.6 Amerikalı yerlilerin kullandığı tipi çadırları (Giller 2011)

Sibirya ve İskandinavya'da kullanılan, tipi ile benzer forma sahip chum, goahti ve lavvu çadırları soğuk iklimlerde kullanılan devingen mekânlardır (Alvi et al., 2024). Farklı kültürlerin çadırlarında benzer formlar olmasına rağmen kullanıcı

ihtiyaçlarına göre yerel malzemelerin kullanımıyla farklılaşmıştır (Şekil 2.7). Fakat göçebelerin ortak ihtiyaçları olan devingenlik çadır tiplerinin ortak özelliğidir.

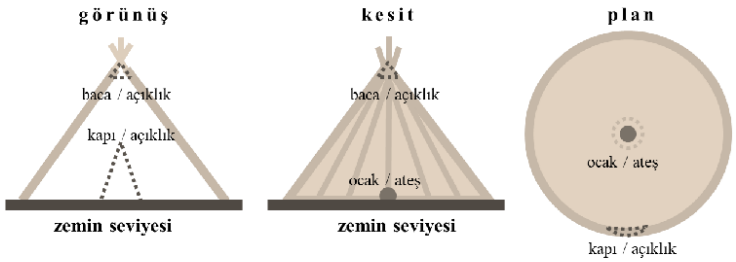


Şekil 2.7 Huş ağacı ile kaplı Sibirya tipisi Chum ve İskandinavyalı Sami halklarının kullandığı goahti (URL1; URL2)

Goahti, tipi ya da çadırlardan farklı olarak cidarları bir örtü-deri yerine ahşap strüktürü sıklaştırılarak oluşturulmuş ve dolgu olarak kimi zaman yosun ya da turba kullanılmıştır (Kartal ve Kartal, 2024). Bu özellikler iklimsel farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Şekil 2.8'de Kuzey bölgelerinde farklılaşan Lavvu görülmektedir.

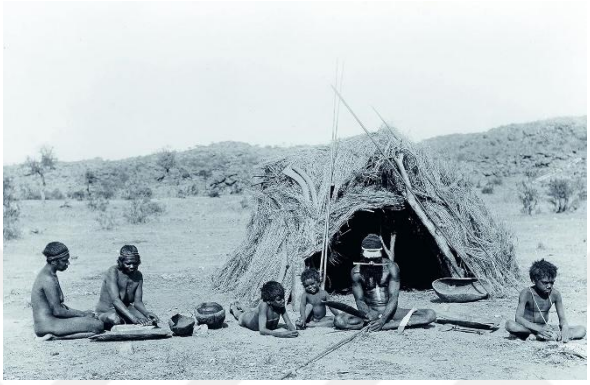


Şekil 2.8 Norveç ve İsveç'te kullanılan çadır türü Lavvu (URL3)



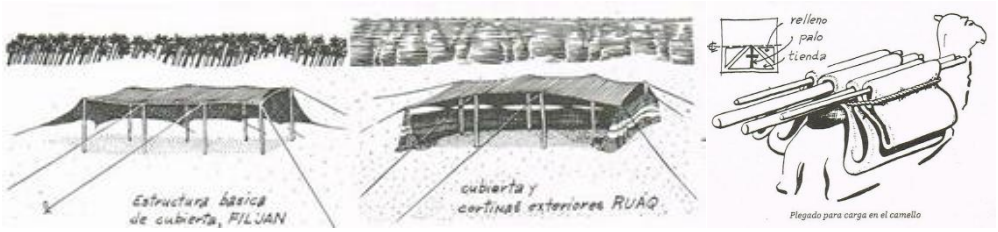
Şekil 2.9 Kutup altı bölgesinin çadırlarının ortak tipolojisi (Kartal ve Kartal, 2024)

Humpy (Gunyah) Avustralyalı Aborjinlerin kullandığı tipi benzeri yarı açık barınma mekânıdır (Şekil 2.10). Yaygın olarak “wurley” veya “gunyah” olarak bilinen humpylerin geçmişte Aborjinler tarafından sıcak ve kurak mevsimlerde veya seyahat sırasında barınak olarak kullanıldığı bilinmektedir (Amos et al., 2024). Sıcak iklimlerdeki göçebelerin barınaklarında konik biçim terk edilmiş elde bulunan malzemeyi kullanma alışkanlığı ve devingen mekân ihtiyacı ortak kalmıştır.

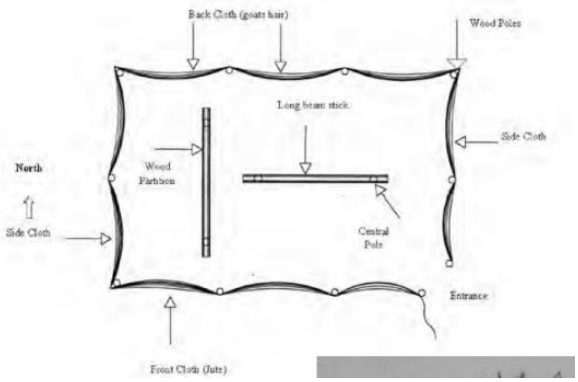


Şekil 2.10 Avustralya yerlileri Aborjinlerin Humpy’leri (Memmott and Langton, 2023)

Çöldeki çadır türü Bedouin-Bedevi çadırı (İngilizce’de karaçadır olarak da geçer) diğer çadırlardan farklı olarak iç bölümlenmeye de olanak tanır (Amaireh, 2011). Ayrıca bedevi çadırlarının termal performansını değerlendiren çalışmalar mevcuttur (Attia, 2014; Dabaieh and Borham, 2015). Şekil 2.11’da Bedevi çadırı kurulu ve devingen halde yer almaktadır.

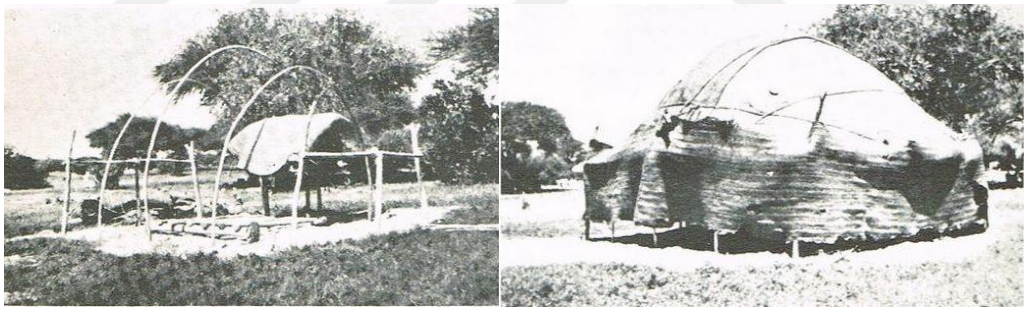


Şekil 2.11 Değişen kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan devingen Bedevi çadırı (Lloyd, 1981)



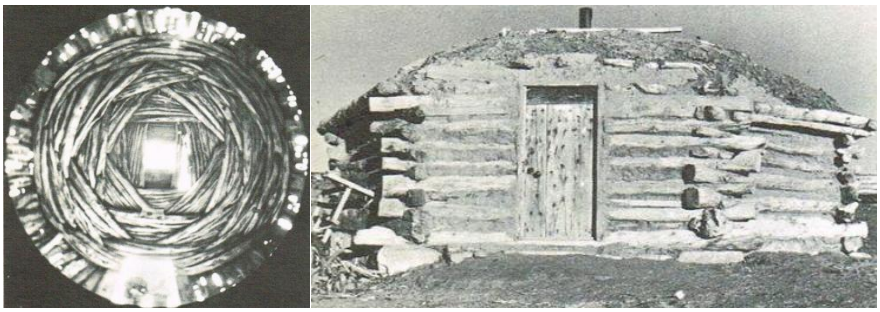
Şekil 2.12 Bedevi çadırı iç bölümlenmeleri (Amaireh, 2011)

Çölde kullanılan bir başka devingen ürün olan Tuareg Çadırı Sahra çölünde Tuareg halkı tarafından kullanılan bir formdur (Şekil 2.13). Rasmussen'e (1996) göre erkekler çamurdan konutlar inşa etmesine rağmen Tuareg çadırı bölgenin hem göçebe hem de yarı göçebe topluluklarında varlığını sürdürmektedir. Bedevi çadırından farklı olarak keçi kılına ek palmiye yaprağı gibi malzemeler de kullanılır, çoğunlukla kadınlar tarafından yapılır (Nicholaisen and Nicholaisen, 1997). Mekân ile kimlik oluşturma ve gösteriş yapma kaygısı vardır (Rasmussen, 1996).



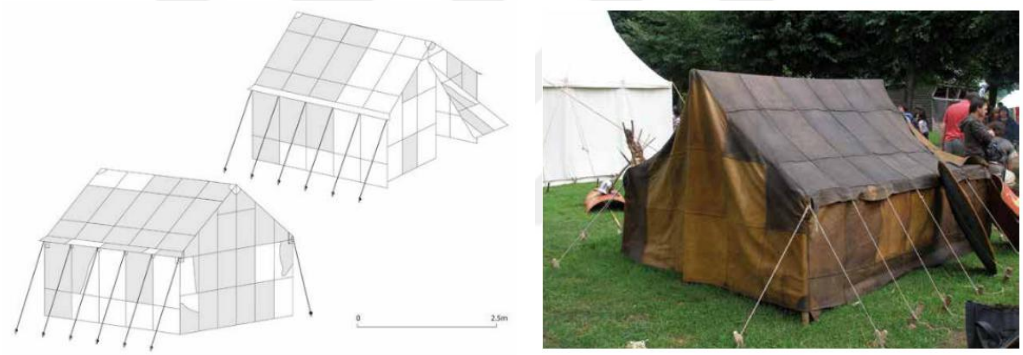
Şekil 2.13 Kadınlar tarafından kurulan Tuareg çadırının kurulumu (Lloyd, 1981)

Hoganlar Güney Amerika'da yaşayan Nahova halkının kullandığı devingen barınaklardır (Lloyd, 1981) (Şekil 2.14). Kalıcı olmasa da bir yapı temeline sahip olmaları ve kuru birleşimler yerine ıslak çamurla yapıldıkları için devingen olarak kabul edilip edilmemeleri bir tartışma konusudur. Yazlık formaları yalnızca ahşapla ve pergola benzeri üst örtüleriyle yapıldıkları için devingen mekân örneği olarak kabul edilebilir (Haile, 1942).



Şekil 2.14 Nahova halkının kullandığı sekizgen kubbeli yığma Hoganlar (Lloyd, 1981)

Çadırlar tarih boyunca barınma ihtiyacı dışındaki ihtiyaçları gidermek için de kullanılmıştır. Askeri amaçla kullanılan devingen mekânlara Roma Lejyonerlerinin kullandığı gelişmiş çadırlar örnek olarak verilebilir (Van Driel-Murray, 2017) (Şekil 2.15). Yıllar içerisinde kullanım ihtiyaçları çeşitlendikçe devingen mekânlar da çeşitlenmiştir. [1]



Şekil 2.15 Roma Lejyoner çadırları (Van Driel-Murray, 2017)

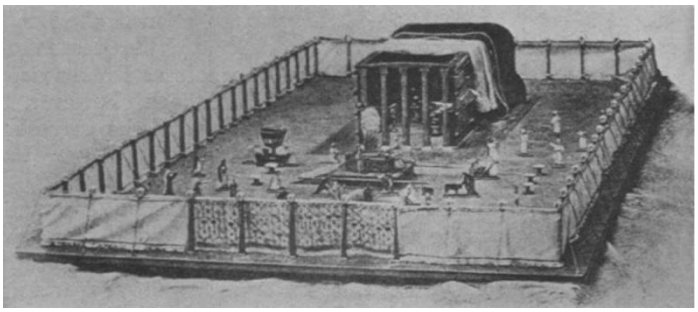
Haçlı Sefer Çadırları toplumu birleştirmek ve dini ritüelleri yapabilmek amacıyla kullanılmıştır. Bizans, Çin, Selçuklu ve Osmanlı medeniyetleri de kendilerine özgü gelişmiş sefer çadırları üretmişlerdir. Şekil 2.16'da devingen Çin saldırı kulesi yer almaktadır.

[1]Kesin kaynaklara dayandırılamamasıyla birlikte MÖ 12000-13000 yıllarında Troya savaşı için kullanılan Troya Atı da ilk devingen mekânlardan kabul edilebilir (Chaliand, 1994).

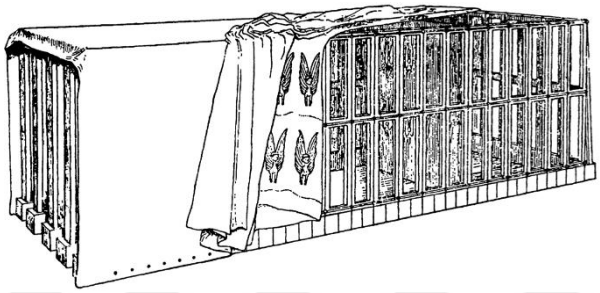


Şekil 2.16 Devingen bir Çin saldırı kulesi (Kronenburg, 2003)

Dini işlevli mekânlara örnek olan Mişkan (Tabernacle) İbranice'de mesken anlamına gelmekte tabernacle ismiyle ise Latince tabernaculum-tente, çadır kelimelerinden almaktadır (Kennedy, 1902) (Şekil 2.17). Musa'nın geliştirdiği düşünülen Musevilik dinindeki ilk ibadethaneler olarak bilinmektedir (URL4). Devingen yeniden yerleştirilebilir mekân niteliği taşımaktadır (Şekil 2.16). Dini bir devingen mekân olarak önemli bir örnektir (George, 2009). Musevilikte ibadethane olarak statik mekân kullanımına geçildiği için ilk örnekleri üzerine bir gelişme olmamış ve zamanla kullanımı yitirilmiştir. Budizm dininde gezici-devingen ibadet mekânları kendilerine özgü formlarla kullanılmıştır. Orta Asya ve Sibirya gibi dünyanın farklı yerlerinde bireyin kendi inanç ve kültürel ihtiyaçlarına göre gelişen farklı dini işlevli devingen mekânlar kullanılmıştır (Akcan, 2023). Modern dönem öncesinde devingen mekânlar çoğunlukla barınak ihtiyacını gidermek için kullanıldığından dolayı diğer işlevler için kullanılan devingen mekânlar hakkında bilgi azdır.



Şekil 2.17 Devingen mekânın ibadet mekânı olarak örneği Mişkan (Cross,1947)



Şekil 2.18 Devingen Tabernacle'ın strüktürü (McNeile, 1908)

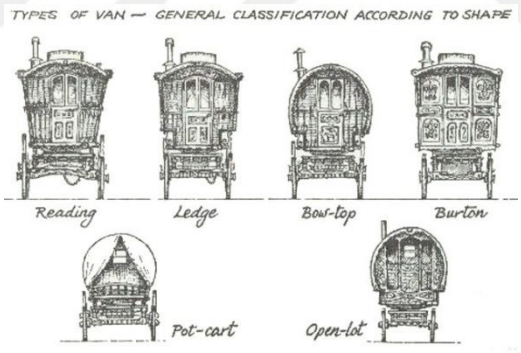
Sivil ve ticari mekânlarda ise ölçek olarak daha büyük; çoğunlukla çadır benzeri yapılarak kullanılmıştır. Sirk çadırları, panayır-pazar çadırları, Ortaçağ döneminde tiyatrolar için kullanılan seyyar sahneler bu türün örnekleri olarak kabul edilebilir (Siegal, 2002). Kullanıcı ihtiyaçlarına göre daha çok hayvan konaklatma, ticari mekân oluşturma gibi amaçlarla statik binalara geçici devingen eklentiler yapılmıştır. Bu geçici yapılar sökülüp takılabilir nitelikte oldukları için kısmen devingen olarak kabul edilebilir.

Romani Vardo (Çingene Vagonu) Çingene kültüründe kullanılan bir devingen mekân olup ilk olarak 19. yüzyıl İngilteresi'nde ortaya çıkmış ve karavanların da ilk örnekleri olarak kabul edilmektedir (Kronenburg, 1995). Yapısal bütünlüğü bozulmadan tekerlekleri üzerinde at ile çekilerek devingen nitelik kazanır (Şekil 2.19). Çingenelerin boyalı vagonu olarak da bilinen çoğunlukla ahşap malzeme ile yapılmış ve kullanıcıları kendi kimliklerini yansıtacak şekilde oymalarla, motiflerle, parlak renkli bezemelerle oluşturulmuştur (Acton, 1997).



Şekil 2.19 İngiliz Çingenelerinin kullandığı Vardolar ve göçebe hayatları (URL5)

Çingene vagonunun iç donatılarında günümüz ev donatılarına karşılık gelen koltuk-yatak, mutfak, depolama birimleri ve bir masaları bulunmaktadır (Torun, 2023). Sınırlı hacme yerleşme gayesiyle iç mekân organizasyonları oldukça fonksiyonel tasarlanmıştır. İşlev olarak bir taşıma aracı olmasıyla birlikte modern dönem öncesi devingen mimarlık ürünlerinin en gelişmiş hali olarak kabul edilebilir. Roman Vardolarının ilk formaları olarak kabul edilebilecek ve Orta Çağ dönemlerinde kullanılan Avrupa Vagonları (Wagon Homes) bu sınıfa bir diğer örnektir (Munby, 2017). Şekil 2.20'de Ortaçağ dönemlerinde kullanılan farklı tipteki vagonlar yer almaktadır.



Şekil 2.20 Ortaçağ dönemlerinde kullanılan Avrupa Vagonları (URL6)

Modern dönem öncesinde bir taşıt ile mimari mekân arasında iki işlevi de yerine getiren bazı örnekler kullanılmıştır. Roman Vardosuna ek olarak Kuzey Amerikalıların 18. yüzyıldan demiryolunun yaygınlaşmasına dek kullandığı Conestogalar taşıt ve mimari mekân işlevlerini aynı ayna yerine getirmişlerdir (Şekil 2.21) (Clark, 2017). Devingen mekân olarak çoğunlukla kolonistler ve göçmenler tarafından uzunluk yolculuklarda seyahat ve yaşam amacıyla kullanılmıştır (Frey, 1949). Modern döneme yakın zamanda kullanılan devingen mekânlar daha gelişmiş örnek olarak görülebilir. Bu örnekler mimari bir mekân

olarak kabul edilebileceği gibi modern taşıtların da ilkel formları olduğu da söylenebilir. Bu mekânlar taşıt olmakla mimari bir ürün olmanın arasındadır.



Şekil 2.21 Taşıtların öncülü olan modern dönem öncesi devingen mekân Conestoga (URL7)

2.3.2 Modern Dönem

Modern dönem öncesi kullanılan Çingene Vagonu endüstri devrimiyle birlikte gelişerek yerini karavanlara bırakmıştır (Kronenburg, 1997). Böylece devingen mimarlık ürünleri modern dönemde gelişimini ve çeşitlenmesini sürdürmeye devam etmiştir. Modern dönem için verilebilecek ilk örnek karavan olarak gösterilebilir (Şekil 2.22). Bir taşıtın arkasına takılan veya kendi motoru olan konaklama ve pişirme niteliklerini taşıyan karavan kelimesi dilimize Fransızca'daki "caravane kelimesinden geçmiştir (TDK, 2025; Armaitiene, 2009). Fransızca'ya ise 12.yüzyılda Farsça'daki karwan "deve sırası, yolcu alayı" anlamına gelen kelimeden geçmiştir. (L'acedemie Française, 2025). Dilimizde karavan olarak kastedilen devingen mekânlar için İngilizce'de çoğunlukla "recreactional vehicles" (eğlence amaçlı araçlar) ya da "camper" kelimeleri kullanılmaktadır (Burel, 2017). Çekme karavanlar ise çoğunlukla "trailer" olarak anılmaktadır. Karavan geçmişten günümüze devingen yaşamı yansıtan ve farklı ihtiyaçlara cevap veren önemli bir devingen mekân olmuştur. 19.yüzyılda ilk olarak Avrupa'da gezici sirk sahipleri ve tiyatro gruplarınca kullanılan atla çekilen devingen mekânlar olarak ortaya çıkmıştır (Kronenburg, 1997). Motorlu araçların gelişimiyle birlikte atla bir karavanı çekme işi yerini motorlu taşıtlara bırakmıştır. Temel barınma ihtiyaçlarını karşılayan çekilen bu gelişmiş vagonlar döneminin yaşam tarzına uyum sağlayan minimal mekânlardır.



Şekil 2.22 İlk dönem çekme karavan (Whiteman, 1950)

Kronenburg, Roman kültüründe kullanılan Vardo'ları karavanların çıkış noktası olarak kabul etmektedir (Kronenburg, 1997). İlk ticari karavanın 1919'da Eccles karavan şirketi tarafından tasarlanıp üretildiği bilinmektedir (Şekil 2.23) (Jenkinson, 2014). 20. yüzyılın başlarından itibaren otomobillerin yaygınlaşmasıyla motorlu bir araç tarafından devingenliği sağlanan çekme karavanlar ve kendi bünyesinde motorunu barındıran motokaravanlar olarak gelişimlerini sürdürmüştür. İmalatı açısından bakıldığında temel olarak iki tür karavan vardır. Bunlar; başka bir aracın kabuğun kullanıldığı dönüşümle (çoğunlukla kendin yap kültürüyle yapılan) üretilen karavanlar ve başlangıçta karavan olarak tasarlanan taşıtlardır (Scott, 1971). 1930'larda Amerika'daki Büyük Buhran Dönemi'nde geçici barınma ihtiyacını karşılamak üzere geniş bir kullanım alanı kazanmıştır (Beilharz and Supski, 2017). 2. Dünya Savaşlarının bitmesiyle oluşan ekonomik büyüme ve tatil kültürünün gelişimiyle kullanılmaları giderek artmıştır. 60'larda özgürlük hareketi ve özgürlükçü hippilerin yoğun kullanımıyla da tarih sahnesinde yerini korumuştur (Amaral and Tallie, 2023). Son olarak 2019'da yaşanan pandeminin etkileriyle kullanımı artmaya devam etmektedir (Muhs, Agapito etc. 2024; Jeon and Yang 2021). Karavanlar barınma ihtiyacını gidermenin ötesinde farklı kültürel ve ekonomik bağlamlarla çeşitlenerek farklı ihtiyaçlar için de (film-dizi setleri, mobil ofis, mobil laboratuvar) günümüzde yeni gelişen faaliyetlerde de kullanılmaktadır (Beilharz and Supski, 2017).



Şekil 2.13 İlk ticari karavan Eccles 1919 (Jenkinson, 2014)

Karavanların sıklıkla kullanıldığı sirk kervanları bu dönem için verilebilecek devingen mekânları içeren bir yerleşim formudur (Şekil 2.24). Sirkler belirli bir süre için bir yere kurulur, toplanır ve ardından taşınır. Sirkler kadar çalışanları ve hayvanlar da hayatlarını göçebe olarak sürdürmeye devam ettikleri için devingen yaşam onlar için her zaman gerekli olmuştur (Carmeli, 1988). Antik dönemde sirkler uzunca bir dönem devingen bir yapıda olmamasına rağmen modern dünya ve sirklere olan ilginin 20. yüzyılın başlarında artması onları devingen olmaya zorlamıştır (Parker, 2011). Bir sirkte görülen her mekân (sahne, ıslak hacimler, konaklama birimleri vs.) devingen olma zorunluluğu barındırır aksi takdirde sirk başka bir şehre nakledilemez. Günümüzde gezici etkinlik alanları, festivaller vs. tarihteki sirk yerleşimlerinin güncel varyasyonları olarak kabul edilebilir. Gezgin sirkler günümüzde de devam ettiği için çağdaş dönemin devingen yaşamlarına da örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.24 Karavan ve vagonların kullanıldığı devingen sirk yerleşimleri-Holden Brothers Sirki 1930 (URL8)

Modern dönemde devingen mimarlık ürünleri askeri alanda kullanılmaya devam edilmiştir. Endüstrinin gelişmesi, askeri amaç için kullanılan ürünleri de

geliştirmiştir. Nissen Hut, İkinci Dünya Savaşı döneminde savaş alanında hızlı kullanım sunmak için Kanadalı Mühendis Yüzbaşı Peter Nissen tarafından 1916'da geliştirilmiştir (Şekil 2.25) (Decker and Chiei, 2005; Kronenburg 2003). Tüm kulübe toplam bir ton ağırlığında seri üretimle imal edilmiş ve her bir bileşeni iki personel tarafından taşınabilecek ağırlıktadır (Crowther, 1999). Savaş alanları için ihtiyaç duyulan mekânlarda hızlı kurulum ve yer değiştirme nitelikleri önemli olduğundan üretildikleri dönemde Nissen Kulübeleri önem arz etmiştir (Şekil 2.23). Barınma ihtiyacı dışında Nissen, askeri alanlar için devingen Nissen hastane mekânları da geliştirmiştir (Crowther, 1999). Savaş alanında barınma işlevi için geliştirilen ve bugün bazı noktalarda kullanımına devam edilen Nissen Kulübeleri birçok işlevde kullanılabilecek şekilde basit tasarlanmıştır (Kronenburg 2003). Malzemeye kolay erişim kaygısı bu dönem üretilen mimarlık ürünlerinde de sürmüştür.



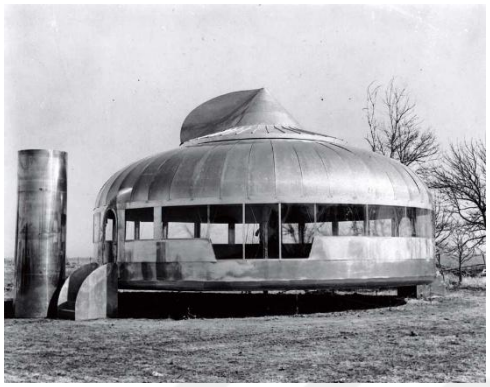
Şekil 2.25 Çelik, kereste ve cam ile basit şekilde tasarlanan Nissen Kulübeleri (Kronenburg, 2003)



Şekil 2.26 Nissen Kulübelerinin kurulum aşamaları (Decker and Chiei, 2005)

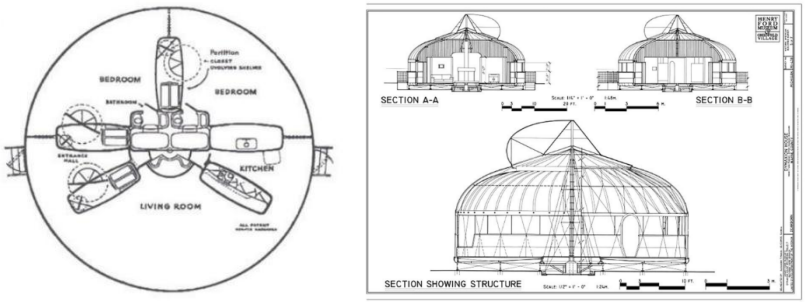
Endüstrinin gelişmesi devingen mekân üretimi için kolaylıklar sağlamıştır. Bu dönemde deneysel tasarımlar varlık bulmuştur. Dymaxion House, modernleşen dünyada jeodezik kubbenin mucidi Buckminster Fuller'ın devingen bir endüstriyel

konut denemesi olarak kabul edilebilir (Şekil 2.27). Fuller, Dymaxion House'u 1933'te helikopterle taşınabilecek nitelikte (3 ton) alüminyumdan imal etmiştir (Cohen and Prosina, 2020). Bu şekilde imal ederek devingen konut üretimi ve tesliminde endüstriyel üretim tekniklerinin kullanılabileceğini vurgulamıştır.



Şekil 2.27 Modern dönem endüstriyel devingen mimarlık ürünü Dymaxion House (URL9)

Fuller, Dymaxion kelimesini dynamic-hareketli, maximum-azami (verimli) ve tension-gerilim kelimelerini vurgulamak amacıyla kullanmış ve bugünün yüksek enerji maliyeti, sınırlı doğal kaynaklar gibi sorunlarını düşünerek daha az tüketen verimli binalar yapma amacını o yıllarda gütmüştür (Kim, 2011). Bu vizyoner tasarım gayelerine rağmen kullanılan teknoloji döneminde yaygın olmadığı ve imalat maliyeti yüksek olduğu için Dymaxion House varlığını sürdüremeyip prototip olarak kalmıştır (Potts, 2024). Şekil 2.28'de teknik çizimleri yer almaktadır. Tarihsel süreç içerisinde kullanım alanına girememiş olmasına rağmen devingen mimarlık ürünlerin gelişmesi ve kullanım alanı bulabilmesi için önemli bir örnek olduğu kabul edilebilir.



Şekil 2.28 Dymaxion House teknik çizimleri (Cohen and Prosina, 2020)

Maison Tropicale endüstriyel üretim devingen konutun bir başka örneğidir (Şekil 2.29). Fransız mimar-mühendis Jean Prouvé 1940'ların sonlarında tropikal

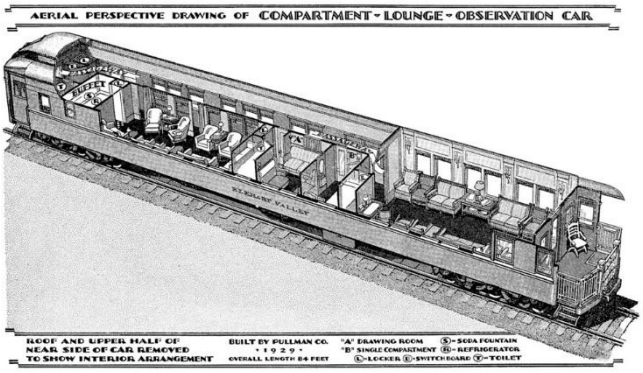
bölgelerdeki Fransız sömürgelerinde kullanılmak için kurulumu kolay, modüler, hafif ve devingen bir konut birimi tasarlamıştır (Huppatz, 2010). Yapının tamamı çelik bir iskeletten oluştulurup nemden korumak için yerden kopuk bir şekilde konumlandırılmıştır (Cinqualbre, 2009). Devingen mimarlığın ve prefabrikasyonun gelişiminde endüstriyel üretimle üretilen önemli örneklerden biridir. Sökülüp takılabilir olduğu için uzun yıllar kullanılmak amacıyla üretildiği düşünülebilir. Yüksek üretim ve nakliye maliyetlerinden dolayı üretimine devam edilmemiş ve bugün üretildiği bilinen yalnızca üç adet mevcuttur (Huppatz, 2010). Jean Prouvé'un yine 1940'larda tasarladığı biline bir başka devingen projesi de 6x6m büyüklüğündeki hızlı kurulabilen (sökülüp takılabilir) Maison Démontable konutlarıdır (Berthier, 2015; Prouvé and Coley, 2013). Devingen mimarlık ürünlerinde sökülüp takılabilir olma Modern Dönemde önem kazanmıştır.



Şekil 2.29 Sökülüp takılabilir Maison Tropicale restorasyon sonrası (Huppatz, 2010)

Devingen mekânlar modern dönem içinde taşıtlar için önemli gelişme kaydetmiştir. Taşıt olmalarına rağmen konforlu bir yaşam alanı sunmuşlardır. Pullman Vagonları 19.yüzyılda George Pullman'ın geliştirdiği konforlu ve geçici yaşam olanakları sunan taşımacılıktaki devingen mekân gelişimi için önemli bir örnektir (Şekil 2.30) (Johnson, 1932). 19.yüzyılda ortaya çıkmasına rağmen asıl mekânsal gelişimini modern dönemde tamamlamıştır. Trenlerin bir otel konforuna ulaşması için belirli standartlar getirmiş ve yolculuklarda sunulan farklı mekânsal olanaklar ile sınıfsal ayrımı da ortaya çıkartmıştır (URL10). Devingen mekânın organizasyonun çeşitlenmesi burada yolculuk sınıfı olarak kendisini göstermektedir. Pullman şirketi, iş ortamı ve barınma ortamı arasındaki ilişkiyi ilk düşünen şirketlerden biri olarak geliştirdiği Pullman kasabasıyla rayların dışında kasabalarda da mekânsal üretimler yapmıştır (URL10). Pullman vagonları taşıt mekânının gelişiminde

tarihte bir dönüm noktası olarak yer almıştır. Pulman, trenlerde koltuklu bölümü tanımlamak için kullanılır olmuştur.



Şekil 2.30 Devingen Pullman vagonun mekân organizasyonu (URL11)

Modern Dönem, devingen tasarımlarında bir taşıtın mimari ürün olarak hizmet ettiği birçok örnek mevcuttur. Devingen kütüphaneler buna verilebilecek diğer örneklerden bir diğeridir. 1800'lerde kitaba erişimi olmayan bireylere kitabı ulaştırmak için ortaya çıkan gezici kütüphaneler el arabasıyla belirlenen noktalara kitapların belirli bir zaman döngüsünde taşınması fikriyle ortaya çıkmıştır (Şekil 2.31) (Bikos and Papadimitriou, 2018). Fakat bu dönemde bir mekân taşınmadığı devingen bir kütüphaneden söz edilemez. 1850'lerde ödünç verme sistemiyle çalışan devingen kütüphane ise ilk olarak Birleşik Krallık'ta ortaya çıkmıştır (Horrocks and Hargreaves, 1961). 1900'lerde kütüphane olarak tasarlanan mekânlar ihtiyaç duyulan alanlar arasında dolaştırılmış ve 1950'lere doğru kullanımı yavaş yavaş azalmıştır (Bikos and Papadimitriou, 2018).



Şekil 2.31 Manheim Almanyada devingen bir kütüphane (URL12)

Devingen kütüphaneler nüfusun seyrek ve geniş alana yayıldığı bölgelerde statik kütüphane yapımın o dönem için maliyetli bulunduğu alanlarda çoğunlukla minibüs

ya da kamyonun kütüphaneye dönüştürüldüğü devingen mekânlar olmuştur (Want, 1990). Devingen kütüphaneler literatürde yaygın olarak mobil kütüphane ismi ile anılmaktadır. Bu kütüphanelerin çoğunlukla kırsal ve yarı kırsal alanlar için kullanıldığı bilinmektedir. Bu alanlarda izole gruplara, yaşlılara ve engellilere kitap ulaşımını kolaylaştırmak için tercih edilmiştir (Want, 1990). Şekil 2.32'de New York'daki bir devingen kütüphane yer almaktadır.



Şekil 2.32 Ödünç verme sisteminin kullanıldığı bir devingen kütüphane Tompkins New York (URL12)

Tarihi 19.yüzyıla kadar uzanan devingen kütüphaneler günümüzde hala seyrek olarak da olsa kullanılmaya devam etmektedir. Şekil 2.33'te pandemi döneminde Türkiye'de kullanılan gezici kütüphane yer almaktadır. Devingen mekânın bir başka yaşamsal ihtiyacı karşıladığı örnek olarak devingen mimarlığın tarihsel gelişiminde yer almıştır.



Şekil 2.33 Pandemi döneminde Türkiye'de kullanılan gezici kütüphane (URL13)

Modern dönemde devingen ürünlerin yeni gelişen teknolojinin gerektirdiği mekânsal ihtiyaçları karşıladığı örnekler mevcuttur. 19. yüzyıl sonlarında İngiltere Dorchester'da fotoğrafçılıkta taşbaskı yöntemiyle çoğaltmayı geliştiren John Pouncy ve oğlu Walter yaşadıkları bölgede gezici devingen fotoğraf stüdyolarını

kurup hizmet vermişlerdir (URL14). Bu devingen fotoğraf stüdyosu günümüze ulaşmış olup İngiltere'de bir müzayedede satılmıştır (Şekil 2.34) (URL15). Bu işlevde bir devingen mekânın sınırlı bir kullanım alanı bulduğu söylenebilir. Fakat farklı hizmetlerde kullanım sunduğunun belgelenmesi açısından iyi bir örnektir.

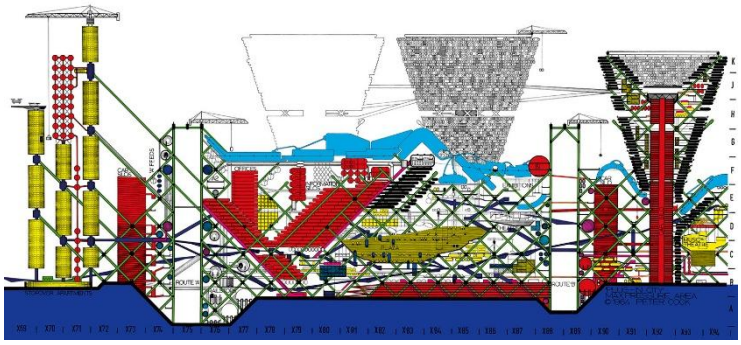


Şekil 2.34 Pouncy'lerin fotoğraf stüdyosu olarak kullandığı devingen mekân ve güncel hali (URL14;URL15)

2.3.3 Çağdaş Dönem

Devingen mimarlık ürünleri kullanılmaya başladığı günden bugüne hızla gelişimini ve çeşitlenmesini sürdürmüştür. Çağdaş dönemde teknolojinin daha hızlı ilerlemesi değişimi hızlandırmıştır. Çağdaş dönem öncesi örneklerin çoğunlukla herhangi bir tasarımcıdan bağımsız, bireylerin ihtiyaçları ile şekillendiği çıkarılabilir. Bu dönemde devingen yaşamın tasarımcıların odağı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Archigram grubunun ve Japon Metabolistlerin devingen yaşam tahayyülleri bu fikri destekler niteliktedir.

1960'larda kurulan İngiliz kökenli geleneksel mimarlık anlayışına karşı çıkan Archigram grubunun devingen mimarlık düşüncesiyle öne sürdüğü Plug-in City fikri devingen mimarlık kavramı için ütopik bir örnektir (Šenk, 2013). Gruptan Peter Cook'un öncülüğünde tasarlanan tak-çıkar kent modeli sabit bir megastrüktüre mekânların takılıp çıkarılabilmesi fikrine dayanır (Banham, 1965). Bu sistem ihtiyaç duyulan mekânın kullanıcının taleplerine göre değiştirilmesine olanak tanıması ihtimali düşünülerek fikirsel anlamda da devingen ve dönüşüme açık tasarlanmıştır (Sadler, 2005). Plug-in City, alışılagelmiş statik kent olgusuna karşı devingen bir kentsel model-organizma önermektedir (Şekil 2.35). Bu yönüyle kitlesel üretim içinde bireysel talepleri karşılayabilme potansiyeli taşımaktadır. Plug-in City ütopik bir fikir olması sebebiyle üretilememiş olsa da devingen yaşam anlayışına katkısı, çağdaş mimarlık kuramında önemli bir yer edinmiştir.



Şekil 2.35 Fikirsel ve mekânsal devingen tasarlanan Plug-in City (URL17)

Archigram grubunun Plug-in City'deki gibi yapıların devingen olmasından ziyade kentin devingenliği üzerine yaptığı fütüristik önerisi Walking City de devingen yaşam için 1960'larda düşünülen bir başka kapsamlı örnek olarak ele alınabilir (Şekil 2.36) (Deyong, 2017). Walking City'de birimlerin devingen olması değil birimlerin bağlı olduğu strüktürün yani kentin devingenliği söz konusudur. Her iki fikir de uygulanabilirliğe oldukça uzak olmasına rağmen devingen mimarlığın kavramsal ve ideolojik alt yapısını şekillendirdikleri için simgesel örnek niteliği taşımaktadır.



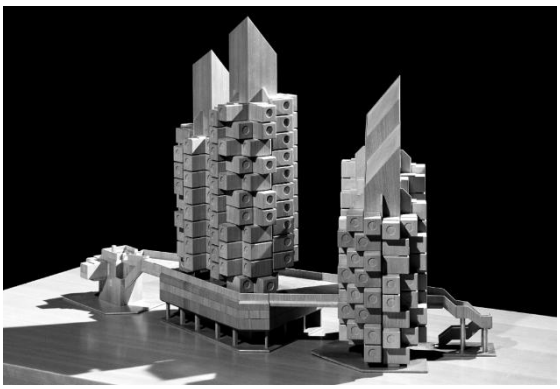
Şekil 2.36 Kentlerin devingen olduğu Walking City tahayyülleri (URL18)

Devingen yaşam tahayyülünün Japonya'da Metabolizm akımıyla varlık bulduğu söylenebilir (Şekil 2.37). 1960'larda mimarin bir organizma gibi gelişip kullanım ihtiyaçlarına göre dönüşümesiyle fikirsel anlamda devingenliği savunmuştur (Kurokawa, 1977). Çağdaş Dönemdeki gelişmelerle birlikte devingen, modüler ve esnek yaşam ürünleri tasarlamayı amaç edinmiştir. Metabolizm'in Kenzo Tange ve Kishō Kurokawa gibi önde gelen temsilcileri endüstriyel üretim teknikleriyle üretilerek devingen yaşam kuran mimari tasarımlar ortaya koymuştur (Pernice, 2004).



Şekil 2.17 Japon Metabolizm hareketi, dönüşen kent (URL19)

Kishō Kurokawa'nın 1972'de tasarladığı Nakagin Kapsülleri Archigram ile benzer amaca sahip Japonya'daki Metabolist akımının simge yapısıdır (Şekil 2.38) (Lin, 2011). Savaş sonrası Japonya'nın hızla artan kentin nüfus ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlayan Metabolizm devingen mimarlık vizyonunu yansıtmaktadır. Önceden fabrikada üretilen kapsüller ihtiyaç halinde taşınıp, takılıp, sökülebilir nitelikte tasarlanmasına rağmen kulenin inşasındaki bir hatadan dolayı kullanım ömrü boyunca bu niyete ulaşamamıştır (Maeda and Yoshida, 2021). Bu sökülüp takılabilme teorisiyle devingen mimarlığın çağdaş dönemde radikal bir örneği olmuştur. Mülkiyet problemleri, günümüz yaşantısının ihtiyaçlarını karşılayamaması ve teknik nedenlerden dolayı yapının 2022'de sökülmesine tartışmalı şekilde karar verilmiş fakat 23 kapsülü korunmak üzere depolanmaktadır (Lin, 2011; The Guardian, 2023) Archigram ve Metabolizm gruplarının devingen mekân tasarımına olan etkileri yıllar içerisinde kaybolmuştur.



Şekil 2.38 Metabolizmin uygulanan örneği Nakagin Kapsül Kulesi (Lin, 2011)

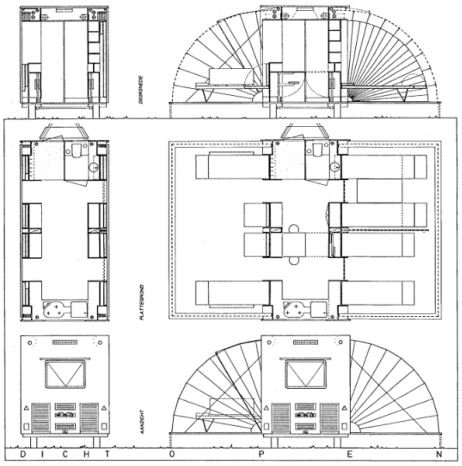
Daha sonraları üretilen devingen mimarlık ürünlerinin çoğunlukla kentleri etkilemeksizin münferit etkiler oluşturduğu söylenebilir. 1985 yılında Hollandalı mimar Eduard Böhtlingk'in bir yarışma için tasarladığı Markies, devingen

mimarlığın çağdaş dönemi için katlanabilir bir üründür (Şekil 2.39) (URL20). Markies - The Awning Camper, çekme karavan temelli bir devingen mekândır. Kapalı haldeyken normal bir çekme karavan boyutunda olan ürün park halinde taban alanını üç katına çıkararak kullanıcılarına daha geniş bir iç hacim sunmaktadır (Andrade Ribeiro, 2022).



Şekil 2.39 Değişken hacimli devingen mimarlık ürünü Markies (URL20)

Markies, basit mekânsal genişlemesiyle çağdaş dönemde devingen tasarımın gelişiminde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Birkaç dakika içinde bir taşıttan konuta dönüşmesine ek olarak konut için gerekli tüm temel birimler (ıslak hacim, mutfak, yatma bölümü vs.) Markies'de mevcuttur (Kronenburg, 2003). Şekil 2.40'ta Markies'in teknik çizimleri yer almaktadır. Markies'de ilk örneklerden çadır ve modern dönemde yaygınlaşan karavan tasarımları birleştirilerek çağdaş dönem hibrit bir devingen mekân geliştirilmiştir. Devingen yapı sınıflandırması için hem yeniden yerleştirilebilir hem de devingen mimarlık ürünü olarak ele alınabilir.



Şekil 2.40 Markies'in mimari yarışma için yapılan nihai teknik çizimleri (Kronenburg, 2003)

Devingen olmaya ek olarak seri bir şekilde mekân üretme ihtiyacı Çağdaş Dönemde devam etmiştir. Shigeru Ban'ın 1995 yılında tasarladığı Paper Log House'da hızlı

kurulmak için geliştirilen bir devingen sistemdir (URL21). Afet sonrası durumlarda kurulum hızını artırmak amacıyla kolay ulaşılabilir malzemelerle paketlemeye uygun tasarlanmıştır. 1999 Marmara Depremi de dahil olmak üzere dünyanın birçok kentinde felaketlerden sonra kullanılmıştır (Şekil 2.41) (Carbonari and Librelotto, 2017). Devingen mekân ihtiyacı afet sonrası kullanımlar için iyi bir seçenek olarak yer almaktadır. Afet sonrası kurulan çadır ve konteyner kentler bu durumun örneğidir.



Şekil 2.41 1999 Marmara Depremi sonrası kurulan Shigeru Ban'ın Kağıt Evleri (URL22)

Devingen mekânlara dair 2000'lerde ortaya çıkan Tiny House kavramı tarihsel gelişim ele alındığında son radikal gelişmelerden biri olarak kabul edilebilir. Tiny House bir yapı biçimi olmaktan ziyade bir akım olarak kabul edilebilir (Anson, 2019). Tiny House teknik tanımlama açısından herhangi bir çekme karavandan çok farklı değildir (Şekil 2.42). Karavanlara oranla daha az konum değiştirmesi planlanarak tasarlanmıştır (Shearer and Burton, 2019). Asıl farklılığı kavramsal alt yapısında bulunabilir. Amerikadan dünyaya yayılan Tiny House akımı aşırı tüketim kültürüne karşı bir duruş olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir (Crawford and Stephan, 2020). 20. yüzyıldaki minimalizm akımının "Az daha çoktur" felsefesinden etkilenmiştir (Ford and Gomez-Lanier, 2017). Küçük hacimli, devingen ve sürdürülebilir olmaları arzulanarak tasarlanmaktadır. Tiny House'lar 37 metrekareyi geçmeyen büyüklüklerde tekerlekli ya da istenildiğinde devinebilecek nitelikte temel yaşam ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir mikro konut olarak tanımlanabilir (Shearer and Burton, 2019). Günlük konuşma dilimizde Türkçe bir karşılık bulamadan direkt olarak yer edinen Tiny House kavramı küçük-küçücük ev olarak Türkçeye çevrilebilir (URL23).



Şekil 2.42 Çekme karavan ile mikro konut arasında kalan Tiny House (URL24)

Devingen Tiny Houselar yerleştirildiği konumlarda arzu edilen yaşam biçimine uyum sağlayabilme kabiliyetleriyle ve düşük maliyetleriyle ön plana çıkmaktadır (Şekil 2.43) (Ford and Gomez-Lanier, 2017). Pandemi dönemi sonrası dünyada ve ülkemizde Tiny House kültürünün arttığı ve birçok girişimin Tiny House üretip satmaya başladığı görülmektedir (Anson, 2019). Artan bu talebin bir diğer sebebi özellikle ülkemizde kırsal alanda yapı inşa sınırlamalarının etrafından dolanmak amacıyla art niyetle altyapı bağlantılarına ulaşabilmek amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Tarım arazilerinin yapılaşmasına sebebiyet verme tehlikesi düşünülerek Türkiye'de kırsal alanlarda kullanımlarına belli sınırlandırmalar getirilmiştir (2634 sayılı kanunun 37. maddesi). Bireylerin yalnız yaşama ve kırsala geri dönüş taleplerini önümüzdeki yıllarda karşılayabileceği düşünüldüğünden Tiny House kültürünün uzunca bir dönem daha devam edeceği öngörülmektedir.



Şekil 2.43 Tiny House kültürü Tiny House Köyleri (URL25)

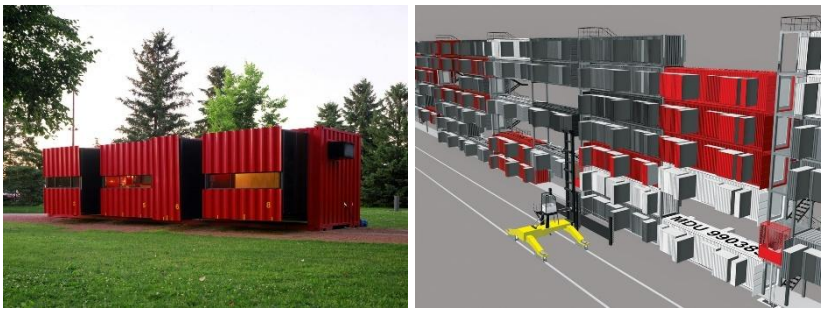
Devingen üretimlerin 21.yüzyılda tepki çekmek ve karşı duruş için kullanıldığı deneysel örnekler mevcuttur. Sosyal sorumluluk projeleriyle anılan n55 topluluğunun bazı tasarımları bunlardan biridir (Şekil 2.44). Rolling House veya diğer adıyla Salyangoz Kabuk Sistemi, 2001 yılında Danimarkalı bir tasarım

topluluğu olan n55 tarafından tasarlanan bağımsız devingen bir mikro konut birimidir (URL26). Yuvarlanabilecek biçimde tasarlanılan bu devingen mekân kullanıcıları tarafından itilerek yer değiştirebilmesi düşünülerek tasarlanmıştır. Kullanıcının temel ihtiyaçlarını karşılayabilecek oturma birimi, yatak, masa, raf ve su deposu gibi iç donatılara sahiptir (URL26). Deneysel proje temelde mülkiyet kavramına karşı bir fikir ve sürdürülebilir yaşama uygun olma gayeleriyle oluşturulmuştur (Søorvin, 2013). Bu fikirlerine ek olarak tasarım, bir konuma ait olmadan yaşamaya fırsat verecek formda geliştirilen çağdaş dönem örneğidir. n55 ekibinin bu projeye benzer Walking House gibi başka devingen yaşam projeleri de mevcuttur.



Şekil 2.44 Salyangoz yaşam ünitesinin devingen halleri (en sağda İtalya Torino 2002) (URL26)

Döngüsel malzemeler kullanılarak üretilen devingen mekân tasarımlarını Çağdaş Dönemde görmek mümkündür. MDU (Mobile Dwelling Unit) 2003 yılında Lot-Ek mimarlık ofisi tarafından eski bir konteyneri dönüştürerek tasarlanan deneysel bir devingen yaşama birimidir (URL27). MDU modüler olarak tasarlandığı ve modüler bir formdan dönüştürüldüğü için eklenebilir tasarıma uygun yeni yerleşimler oluşturulabilmektedir (Şekil 2.45). Hidrolik sistemlerle açılıp kapanabilen, ek mekânlar sunan MDU pop-up tasarıma sahip devingen bir örnektir (Kronenburg, Scoates and Betsky, 2003)). Lot-Ek mimarlık ofisinin MDU gibi geri dönüştürülmüş konteynerlerden tasarladığı birçok devingen nitelikte projesi bulunmaktadır (Kronenburg, 2008).



Şekil 2.45 Pop-up MDU Devingen Yaşam Birimi ve modüler birleşimleri (URL27)

Çağdaş Dönemde deneysel örneklere müze işlevi gören Nomadic Museum gösterilebilir (Şekil 2.46). 2005 yılında Shigeru Ban tarafından tasarlanan Nomadic Museum, alışılmış müzecilik anlayışını devingen mimarlık anlayışıyla dönüştüren yenilikçi bir tasarımdır (URL28). Çıkma konteynerler ve karton tüplerden oluşturulan bu devingen ürün "Ashes and Snow" sergisiyle birlikte birçok şehirde yeniden kurulmuştur (Zheng, 2016). Taşınabilir, modüler ve sökülebilir nitelikleriyle Nomadic Museum devingen mekânların yalnızca barınma ihtiyaçlarını karşılayan mimarlık çözümü olarak değil kültürel mekân ihtiyaçlarını da karşılaması açısından devingen mimarinin bir başka potansiyelini göstermektedir. Tüm dünyada dolaşması istenen müze çıkma malzemeler sökülürken hasar aldığı ve maliyeti yükseldiği için planlandığı kadar devingen olmayan projenin başarısı tartışmalıdır (Zheng, 2016).



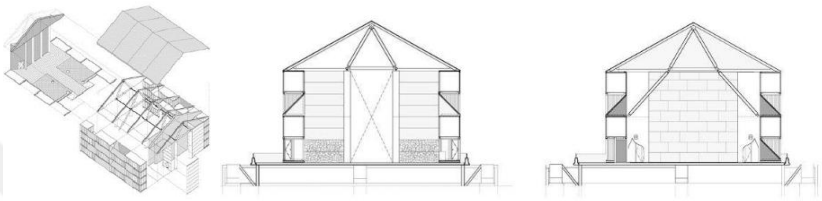
Şekil 2.46 Nomadic museum Tokyo (URL28)

Her nakil sonrası müzenin özgün tasarımı biraz daha bozulmuştur dolayısıyla günümüzde bütün halde herhangi bir şehirde kurulu değildir (Zheng, 2016). Müzenin gittiği her yeni şehirde tekrar kurulumu için yeniden yapı ruhsatı alınması gerekliliği doğduğu için de bu devingen müzenin kullanımına devam edilememiştir (URL29). Bu sökülüp takılabilir tasarımda döngüsel malzeme kullanılması ve kullanılan malzemelerin bazılarının taşınmak yerine kurulacağı yerde kiralanması

güncel tasarım hassasiyetlerine odaklanıldığını göstermektedir. Şekil 2.47'de Santa Monica'da kurulumu, Şekil 2.48'de ise kurulum şemaları yer almaktadır.



Şekil 2.47 Nomadic museum Santa Monica (URL28)



Şekil 2.48 Devingen müzenin kurulum şeması ve çizimleri (URL29)

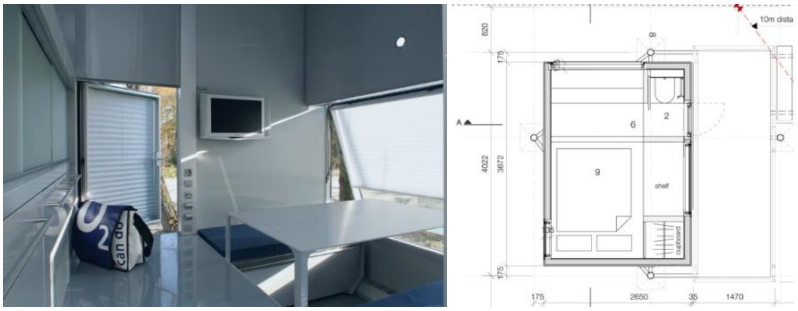
Deneysel devingen üretimlerin üniversite iş birliğinde araştırma ve geliştirme için geliştirildiği örnekler de mevcuttur. Micro Compact Home bunlardan biridir. Kısa adıyla "m-ch" 2005'te Münih Teknik Üniversitesi'nden Prof. Richard Horden yürütücülüğünde öğrencilerle birlikte tasarlanan modüler devingen konut prototipidir (URL30). Bu devingen prototip geçici süre konaklamak isteyenler, öğrenciler ve dijital göçebelerin çağdaş yaşamda hızlı değişen koşullara kolaylıkla uyum sağlayabilmesi, sürdürülebilir ve verimli bir yaşam alanı ihtiyacını karşılamak amacıyla tasarlanmıştır (Şekil 2.49) (Horden, 2008).



Şekil 2.49 İlk prototipilerinden biri helikopterle ile taşınan Salzburg kentindeki Mattig nehrinin kıyısında ve Münih Botanicher Garden'da o2 sponsorluğunda geçici süreliğine kurulan o2 öğrenci köyü (URL30)(Horden, 2008)

Endüstriyel üretime elverişli ve kolay yer değiştirebilir olması bu devingen prototipi çağdaş dönemde yapılan başarılı bir devingen ürün yapmaktadır. İlerleyen

yıllarda projeye olan talep artışı prototipi ticarileştirerek dünyanın birçok noktasında kullanıma sunmuştur (URL31). M-ch'nin geliştirilmiş versiyonları bugün hala satın alınabilmektedir. Şekil 2.50'de m-ch'nin iç mekânı ve kat planı görülebilir.



Şekil 2.50 2.68 m2 alan sunan Micro Compact Home'un iç mekânı ve kat planı (URL32;URL33)

Slovakya merkezli Nice Architect tarafından 2009 geliştirilen Ecocapsule modern teknolojinin devingen mimarlıkla birleştiği güncel bir devingen mekân örneğidir (URL34). Formu bozulmadan bütün halde taşınabilmesi gibi birçok açıdan devingenlik kriterlerini sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ile çalışması, su filtreleme ve toplama ünitelerini bünyesinde barındırması sayesinde şebekeden bağımsız herhangi bir yere taşınıp kullanıma elverişlidir (Pospisil, 2021; URL35). Yalnızca devingen özelliklere sahip olmasıyla değil sürdürülebilir yaşam taleplerini de karşılayabilecek özelliklere sahip olmasıyla yeni yaşam pratikleri için elverişlidir (Şekil 2.51). Ecocapsule birçok iklime uygun teknik özellikleri sayesinde kendi internet sayfalarından sipariş edilerek dünyanın herhangi bir yerinde kullanılabilir (URL36).



Şekil 2.51 Şebekeden bağımsız bir dağa yerleştirilebilen Ecocapsule ve ölü hacimlere yerleştirilen teknik donatılar (URL36; Pospisil, 2021)

Prada Transformer 2009'da Seul'de Rem Koolhas'ın tasarladığı farklı nitelikte, fiziksel olarak devingen olan (rotasyonel) bir pavyondur (URL37). Her sergide,

defilede ve gösterimde form kabuğun başka bir yüzeyine oturtularak kullanılmıştır (Moreda, 2019; URL38). Form, işlev ve strüktür her kullanımda hem fiziksel olarak devingen hem de fikirsel olarak devingendir (Şekil 2.52). Çağdaş Dönemdeki diğer örneklerden farklı olarak biçim değiştirebilir (transformable) niteliğiyle daha nadir görülen bir devingen ürün biçimidir.



Şekil 2.52 Prada Transformer vinçlerle biçim değiştirmekte ve farklı oturumlarda farklı fonksiyonları (URL37)

Afet sonrası kullanımlar için geliştirilen devingen mekânlar 21.yüzyılda giderek gelişmiştir. Devingen mimarlık üzerine yayınları ve tasarımla olan Japon mimar Yasutaka Yoshimura 2011 yılında hazır konut devi Daiwa House iş birliğinde geliştirdiği EDV (Emergency Disaster Vehicle-Acil Durum Aracı) afet sonrası acil mekân gereksinimi için yapılan devingen üründür (Şekil 2.53) (Yoshimura etc. 2025; URL39). Tasarımcı devingen mekânın hızlıca afet bölgesine ulaştırılabilmesi için uluslararası konteyner standartlarına uygun ölçülerde birimi tasarladığından deniz, hava veya karayolu ile EDV afet bölgesine ulaşabilmektedir. Afet durumlarında şebekeye bağlantı kurulması zor olduğu için devingen ürün kendi bünyesinde yaşamsal faaliyetleri sürdürmeye yarayacak teknik birimleri içinde barındırmaktadır (URL40). Bu teknik bölümler çok yer kapladığı için ünite çift katlı tasarlanmış olup kurulduğunda ikinci kat yaşam mekânı olarak hizmet verebilecek niteliğe gelmektedir (URL39). Ünite afet sonrası toplu hizmet verebilmek için geliştirilmiş bir mekândır. Bu yönüyle herhangi bir afet çadırı ya da konteynerinden ayrılmaktadır.



Şekil 2.53 Afet sonrası yaşam birimi EDV'ın kurulum aşamaları (URL39)

IKEA Better Shelter 2015 yılında IKEA Vakfı ve Birleşmiş Milletler tarafından geliştirilen devingen, kurulumu kolay çadır temelli modüler bir geçici yaşam birimidir (Scott-Smith, 2017). Mülteciler ve afetzedelerin geçici konaklaması için tasarlanan birimler gelişmiş bir çadır formudur. Flat-pack (düz paketleme) yöntemiyle tasarlanıp paketlendiği için devingenlik açısından bakıldığında acil durumlarda kolay ulaştırılabilme ve hızlı kurulumu sayesinde ihtiyaçları kolaylıkla karşılamaktadır (Brownell, 2020). Şekil 2.54'te IKEA Better Shelter'ın paketlenmiş hali ve kurulum diyagramı yer almaktadır. 2023 Kahramanmaraş depremi sonrası IKEA Türkiye'ye de birçok Better Shelter bağışlamıştır (URL41; URL42). Tasarım 2017 yılında oybirliği ile Yılın Tasarımı ödülüne layık görülmüştür (Scott-Smith, 2017).



Şekil 2.54 Better Shelter kurulumu ve nakliyesi için paketlenmesi (Scott-Smith, 2017)

Tarihsel süreç içerisinde devingen mimarlık ürünlerin kullanımı ve çeşitliliği artmıştır. Birçok başarısız deneme olmasıyla birlikte sonraki tasarımlar için önemli

referans noktaları oluşturmuş, yeni tasarım yaklaşımları ve fikirlerin gelişmesine olanak tanımıştır. Endüstrinin ve teknolojinin gelişmesiyle deneysel tasarımların üretilmesi kolaylaşmıştır. Bu durum devingen mimarlık ürünlerini yaygınlaştırmıştır. Çağdaş dönemde bireyin değişken ihtiyaçları devingen mimarlık ürünleriyle karşılanmaya devam etmektedir. Ek olarak çevresel uyum ve sürdürülebilirlik gibi konuların öneminin artmasıyla birlikte devingen tasarımların gelişimini sürdüreceği söylenebilir.

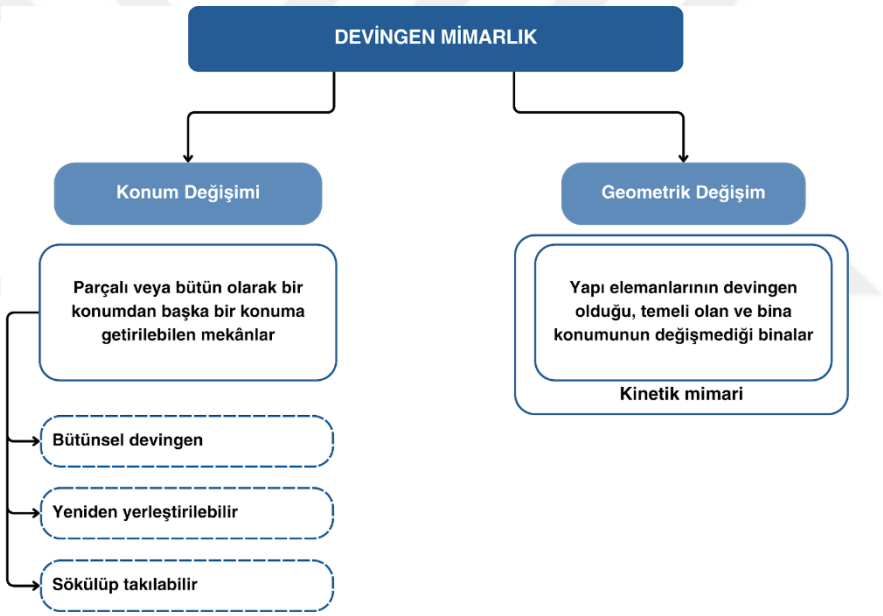
2.4 Devingen Mimarlık Ürünlerinin Sınıflandırması

Devingen mimarlık, mekânsal devingenliğin farklı biçim ve ölçeklerde somutlaştığı tasarım yaklaşımlarını kapsayan geniş bir kavramdır. Devingen binalar insanlık inşa eylemine başladığından bu yana kullanılmaktadır fakat kalıcı olmadıkları için yakın zamanda mimarlığın ilgi alanına dahil olmaya başlamıştır (Kronenburg, 2003). Bir mimari ürünün bir bütün olarak hareket edebilmesinde de yalnızca mimari elemanlarının (kapı, pencere, cephe vs) hareket edebilmesinde de devingenlik söz konusudur. Fakat mimari elemanlarının devingenliği daha çok kinetik mimarlığın konusudur. Taşınabilirliğin kastedildiği devingen mimarlık, binanın üretildiği konumdan başka bir konuma bütün ya da parçalı olarak taşınıp kullanılan mimarlık ürünlerinin ilgi alanıdır (Kronenburg, 2003). Mimarlık alanında taşınabilirlik teriminin 1830'larda Londralı marangoz John Manning'in geliştirdiği "Manning Collonial Cottage"ı paketlenebilir bir ahşap bina olarak tasarlayıp kargolamasıyla literatüre girdiği kabul edilmektedir (Kronenburg 2003). Devingen mimarlığın daha hızlı gelişmesi ve araştırılması sanayinin gelişmesine bağlanmaktadır (Korkmaz, 2001).

Devingen binalar hareket biçimleri, kullanım amaçları, üretim, kurulum ve kalıcılık süresi gibi birçok değişkene göre sınıflandırılabilir. Devingenlik doğrudan hareket biçimleri ile ilişkili olduğu için buna göre sınıflandırmak daha faydalı olarak kabul edilebilir. Devingen mimarlık ürünlerinin tasnifi konusunda literatürde fikir birliğine varılamamış olmasıyla birlikte kabul gören birkaç sınıflandırma yapılmıştır (Megahed, 2017; Şahin, 2022). Zuk ve Clark; devingen veya sökülüp takılabilir, form değiştirebilir, devingenliği geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz, kinetik mekanizmaları olan ve kendinden tahrikli mimarlık ürünleri olarak devingen mimarlığı sınıflandırmıştır (Zuk and Clark, 1970). Korkmaz devingen

mimarlığı, mimarlık ürününün tümünün veya bileşenlerinin parçalanarak taşındığı devingenlik ve binayı oluşturan mimari elemanların devingen olduğu binanın taşınmasının söz konusu olmadığı devingenlik olarak ayırmaktadır (Korkmaz, 2001). Bu ikili ayrımda binanın bütünsel anlamdaki hareketi (konum değişikliği) ve binadaki elemanların binadaki hareketinin (geometri değişikliği) dikkate alındığı bir sınıflandırma mevcuttur. Devingen mimarlık üzerine birçok çalışması olan Kronenburg ise; tekerlekli bir platform üzerinde veya kendi tekerlekleri olan formu bozulmadan taşınabilen, alt bileşenlerine ayrılıp (sökülüp takılabilir) paketlenerek taşınan, binayı oluşturan modüllerine ayrılarak modüllerin sahada birleştirildiği şekilde taşınan mimarlık ürünleri şeklinde üçe ayırmaktadır (Kronenburg, 2003). Tablo 2.1'de devingen mimarlık ürünlerinin sınıflandırması yer almaktadır.

Tablo 2.1 Devingen mimarlık ürünleri sınıflandırması



Literatürdeki bu ayrımların ortak noktaları düşünülerek bakıldığında, bir bütün olarak devingenlik kabiliyeti olan binalar, devingen (portable, mobile, transportable) mimarlık ürünleri olarak sınıflandırılabilir. Kısmi olarak parçalarına ayrılan ya da katlanan binalar, yeniden yerleştirilebilir (relocatable) mimarlık ürünleri şeklinde diğer bir sınıflandırma yapılabilir. Son olarak sökülüp takılabilen, tüm bileşenlerine kadar parçalanarak devingenliğini kazanan (demountable) mimarlık ürünleri şekilde ayırmak yerinde bir karar olarak görülmektedir. Bu sınıflandırma ile mimari ürünlerin fiziksel hareket yeteneklerini ve yer değiştirme olanaklarına odaklanarak kuramsal bir altyapı sağlanabilecektir.

2.4.1 Bütünsel Devingen

Devingen mimarlık ürünü, kullanımı sırasında biçimi bozulmadan taşınabilir ya da öz devinimi ile başka bir konuma ulaşabilir bir binayı tanımlamaktadır. İngilizce'deki mobile ya da transportable kelimeleri küçük anlam farklarıyla bu türü tanımlamaktadır (Oxford Dictionary, 2025). Bu türde tek parça halindeki bir devingenlik söz konusudur. İstenilen konuma varıldığında bina direkt olarak herhangi bir kurulum gerçekleştirilmeden kullanılabilir. Çoğunlukla tekerlekleri olan ya da direkt tekerlekli bir platforma yüklenen bu binalar, bireysel devingenliğe odaklanır ve kalıcı bir temele gereksinim duymaz. Bu tür mimarlık ürünlerinin nakliye sınırlamaları nedeniyle çoğunlukla boyutları sınırlıdır (Kronenburg, 2003). Karavanlar, Tiny Houselar, modüler yaşam birimleri gibi devingen binalar bu sınıfa girmektedir (Şekil 2.55). Ek olarak tarihsel gelişim sürecinde verilen Ecocapsule ve n55 Architects'in Snail Shell birimi örnek olarak verilebilir.

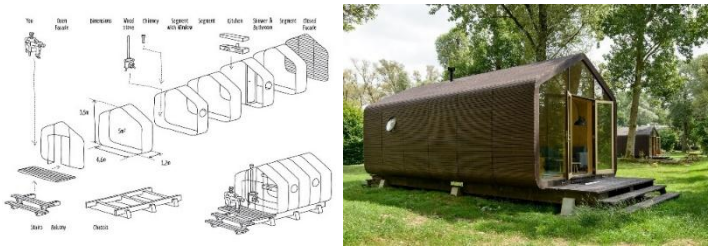


Şekil 2.55 Tekerlekleri üzerinde çekilerek devingen olan karavanlar (URL43)

2.4.2 Yeniden Yerleştirilebilir

Yeniden yerleştirilebilir mimarlık ürünü, biçimini tamamen korumadan devingenlik kazanan, devingen halde iken kullanımı mümkün olmayan binalar olarak tanımlanabilir. Yeniden yerleştirilebilir kavramı İngilizce'deki deployable (dağıtılabilir) ya da yeniden yerleştirilebilir (relocatable) kavramlarının dilimizdeki karşılığıdır (Oxford Dictionary, 2025). Çoğunlukla hafif taşıyıcı bileşenlerden oluşan bu binalar, nakliye sınırlarına indirgenecek boyuta kadar dağıtılmak zorunda kalır. Modülerlik bu tür için önem taşımaktadır. Yeniden yerleştirilebilir binalar bütünlüklerini taşıma kolaylığı sağlaması açısından modüllerden oluşturmaktadır. Şekil 2.56'da modüllerden oluşan devingen Wikkelhouse görülmektedir. Binaların katlanarak taşınması ve depolanması da bu tür için söz konusu olabilmektedir. Tekrar kullanılabilmeleri için yeniden yerleştirilip özgün formunun tekrar

oluşturulması gerekmektedir. Çadırlar bir lokasyondan başka bir lokasyona taşınırken formu bozularak (katlanarak veya parçalanarak) devingenlik kazandıkları için yeniden yerleştirilebilir mimarlık ürünlerine örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 2.56 Yeniden yerleştirilebilir yapı örneği modüler Wikkelhouse (URL44)

2.4.3 Sökülüp Takılabilir

Sökülüp takılabilir mimarlık ürünleri imal edildikten sonra en küçük bileşenlerine kadar sökülüp kullanılacakları lokasyona ulaştıklarında birleştirilerek kullanıma uygun hale gelen devingen ürünler olarak kabul edilebilir. İngilizce'de bu sınıfı tanımlamak için kullanılan demountable kavramı dilimize Türkçe bir kelime karşılığı olmadan demonte olarak yerleşmiş olup sökülüp takılabilir özelliğini tanımlamak için kullanılmaktadır (Dictionnaire De L'Académie Française, 2025). Ön üretimli binalar bu sınıfın bir örneği olarak kabul edilebilir. Şekil 2.57'de Jean Prouvé'un 6x6 Demountable House örneği yer almaktadır.



Şekil 2.57 Jean Prouve'nin 1944'de evsizlerin barınması için geliştirdiği 6x6 Démontable House (URL45)

3
ENDÜSTRİYEL ÜRETİM VE KONUT

Birey doğal kaynakları ilk insandan bu zamana dek yaşam kalitesini artırmak için kullanmıştır. Üretim bu kaynakları bireyin kullandığı ürünlere dönüştürmüştür. Bu dönüşüm için milyonlarca yıldır araçlar kullanılmaktadır. Araçların nasıl kullanıldığı yöntem olarak ele alınabilir. Birey ihtiyacı olan ürünü araçlarla kendi üretmiştir. Zamanla kendi gücüyle birlikte hayvan, rüzgâr ve akan suyun gücünü de kullanarak aletlerle üretim yapmıştır. Bu süreçte toplumların oluşmasıyla iş bölümü ve farklı ürün üretimleri gelişmiştir. Aileler ya da belli zümreler üretimi üstlenmiştir (Hazarika et. al., 2019). Bu üretimlerde henüz standardizasyon söz konusu değildir. Newcomen'ın 1712'de bulduğu buhar makinesini James Watt'ın 1769'da geliştirmesiyle Endüstri Devrimi'nin ortaya çıktığı kabul edilmektedir (Crump, 2007). Endüstri Devrimi insanlık tarihindeki en önemli dönüm noktası olarak bilinmektedir (Weightman, 2010). Bu gelişmeyle birlikte standardizasyon ortaya çıkmıştır. Endüstrileşme iplik ve tekstil üretimi ile başlamıştır (Groumpos, 2021). Zaman içerisinde farklı alanlarda yer edinmiştir. Endüstri Devrimi'nin bu ilk evresi makineleşme ve mekanik çağ olarak adlandırılabilir (Hobsbawn, 1990). Makineleşmenin ortaya çıkardığı fabrikalar insan gücüne ihtiyaç duymuş bu ihtiyaç da hızla kırdan kente göçe sebep olarak kentlerin büyümesine neden olmuştur (Groumpos, 2021). Endüstri Devrimi'nden sonra yıllar içinde büyük radikal değişimler gerçekleşmiş (Şekil 3.1) ve bunlar Endüstri 1.0., 2.0., 3.0 ve 4.0 şeklinde adlandırılmıştır. Bu değişimler sırasıyla Mekanik, Elektrik, Otomatik ve Dijital Devrim adıyla da anılmaktadır (Hobsbawm, 1990).



Şekil 3.1 Endüstriyel devrimler ve öne çıkan üretim kavramları (URL46)

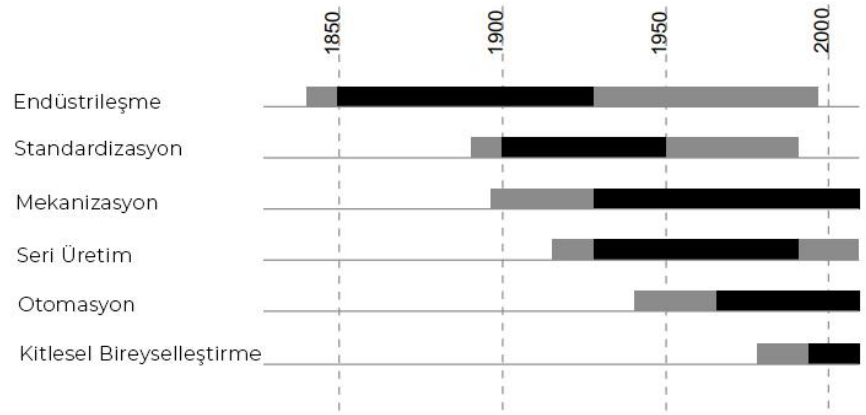
Endüstrileşme ulaşım, sağlık, ekonomi gibi birçok alanı değiştirmiş ve birçok buluşa zemin hazırlamıştır (Lucas, 2002; Groumpus, 2021). Mimarlığın ve konut üretiminin de değişen bu alanlardan olduğu söylenebilir. Endüstride zamanla farklı üretim sistemleri ortaya çıkmıştır. Endüstriyel sistemler kümülatif olarak gelişerek evrimleşmiştir. Her birinde benzer teknikler hala kullanılmaya devam edilirken kimileri de zamanla terk edilmiştir.

Endüstriyel üretim ve konut kavramları birlikte değerlendirilerek bu bölümde endüstriyel üretimin evrimsel gelişimi kronolojik olarak aktarılmıştır. Tarihsel süreç içerisinde endüstriyel üretimde, üretimin geçirdiği devrimlere göre alt başlıklar yer almaktadır. Konut özelinde ise üretim ve tasarım yaklaşımları şeklinde iki bölümde çalışılmıştır. Konut üretiminde yer alan üretim yöntem ve teknikleri hakkında ayrıntılı literatür çalışması yapılmıştır. Endüstriyel konut üretiminde öne çıkan tasarım yaklaşımları irdelenmiştir.

3.1 Endüstriyel Üretim Sistemlerinin Evrimi

Üretim sistemleri tarih boyunca teknolojik ilerlemeyle bağlantılı olarak toplumu etkileyen köklü değişimler geçirmiştir. Buhar makinesinin icadıyla başlayan Endüstri Devrimi sonrasında sisteme yeni eklenen gelişmelerle yeniden devrimler yaratmıştır. Bireysel üretimin hâkim olduğu zanaat döneminden bugüne endüstriyel sistemler, modeller, üretim yöntemleri ve teknikleri evrimleşerek ilerlemiştir. Bu evrim sürecinde işgücü, toplumsal, kentsel-mekânsal yapı ve ekonomi de zaman içinde evrilmiştir. Endüstrideki bu evrimler Endüstri 1.0 ve 2.0 gibi isimlerle adlandırılmalarının yanında dönemleri belirleyen gelişmeler mevcuttur. Şekil 3.2'de görüldüğü üzere endüstrileşme sırasıyla standardizasyon, mekanizasyon, seri üretim, otomasyon ve kitlesel bireyselleştirme gibi kavramlarla evrimleşerek

bugünkü halini almıştır (Smith, 2010). Bu sebeple evrimsel ilerleyiş direkt olarak bu numerik adlandırmalara göre ele almak bu çalışma açısından sığ kalacaktır. Üretim sistemlerindeki değişim endüstrinin içinde yer alan hemen hemen tüm sektörü etkilemiştir.



Şekil 3.2 Standardizasyondan kitlesel bireyselleştirmeye endüstri evrimi (Smith, 2010'dan uyarlanmıştır)

3.1.1 Ön Endüstriyel Dönem Zanaattan Atölyeye

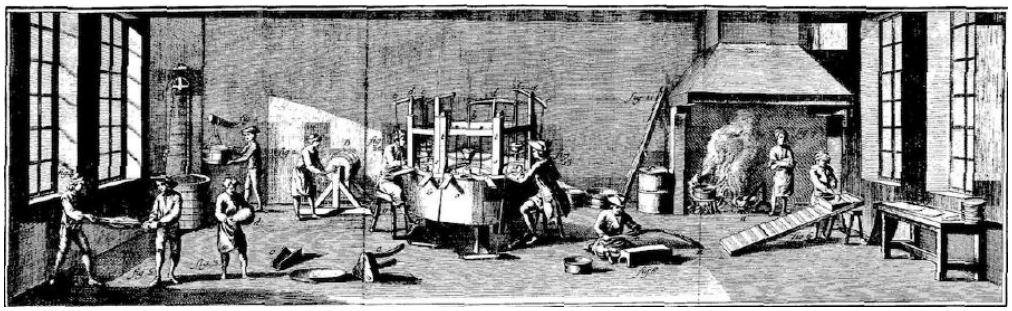
Endüstriyel üretim buharlı makinenin icadıyla başlamış olmasına rağmen endüstriyel üretimin temeli daha önceleri başlayan bir sürecin sonucudur. Bu süreç Ön Endüstriyel Dönem olarak nitelendirilmektedir. Bu dönemde üretim, yerel ölçekte lonca toplulukların bireysel olarak müşteri ihtiyacına göre şekillendirdiği ve zanaata dayalı bir sistemdir (Reynard, 2000). Usta-çırak ilişkisinin ve el işçiliğinin hâkim olduğu atölyelerde ürünün tasarımı ve imalatının aynı kişilerce yapıldığı, emek-zaman temelli bir sistem hakimdir (Landes, 2003). Şekil 3.3'te ön endüstriyel dönemdeki üretimin yapıldığı bir atölye örnek verilmiştir. Ürün üretiminde kullanıcının sürece dahil olması endüstriyel üretime göre dönemin pozitif yönüdür. Dolayısıyla bu dönemde üretilen ürün kendine özgüdür fakat üretim süreci oldukça uzun zaman almakta, bilgiye dayalı değil sezgiye ve deneme-yanılmaya bağlıdır (Sabel and Zeitlin, 1997). Ürünlerin özgün olmasıyla birlikte henüz standardizasyon söz konusu değildir. Bu durum da kalite kontrolü, yedek parça bulunması ve onarımını zorlaştırmaktadır (Scranton, 1997). Endüstri Devrimi'nden sonra bu üretim sistemi zamanla terk edilmiş olup yerini standardizasyon ve makineleşme almıştır (Rosenband, 2000). Bu dönem ve endüstri devrimi ile başlayan sonraki dönemde mekanik çağ veya mekanizasyonun ön plana çıktığı görülmektedir.



Şekil 3.3 Ön Endüstriyel Dönem'de ürün tasarımının ve üretimin aynı kişilerce yapıldığı bir atölye (URL47)

3.1.2 Endüstri Devrimi ve Mekanizasyon

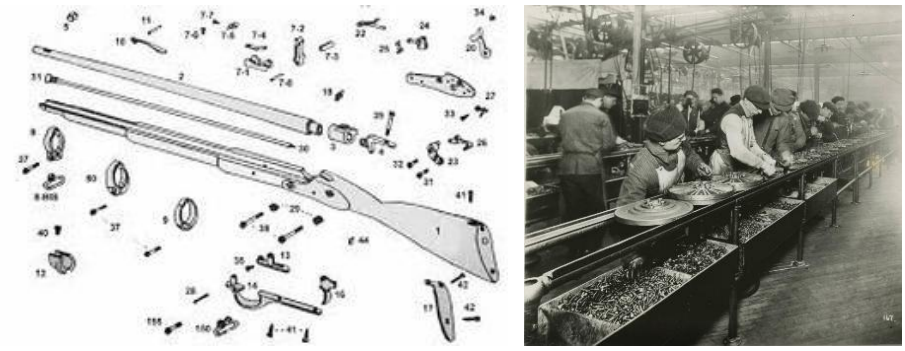
18. Yüzyılın sonlarında İngiltere'de ortaya çıkan Endüstri Devrimi başta üretim teknolojilerini ve dolaylı olarak üretimin, mekânsal ve toplumsal biçimlenişi dönüştürmüştür (Mokyr and Strotz, 1998). Buhar gücüyle gelen devrimin temelinde, bu yeni gücün üretime dahil olması ve merkezi üretim sahalarını oluşturması yer almaktadır. 1769 yılında James Watt'ın patentini aldığı buhar makinesi, üretimde kullanılan gücü artırmış, mekanik gücün kas gücüyle değişmesini sağlamıştır (Spear, 2008). Önceleri tekstil ve metalurji gibi alanlarda kullanılan buhar gücü kullanımı zamanla diğer alanlara da yayılarak verimliliği artmıştır (Ayres, 1990). Devrimle gelişen fabrika sistemi, hane ve atölye zanaat üretiminin yeri almıştır. Fabrika sistemiyle daha büyük iş gücü tek mekânda toplanmış ve üretim süreçleri zamansal olarak da yeniden ele alınmıştır. Değişen üretim sisteminde Adam Smith'in iş bölümü kavramı geliştirilerek üretim aşamalara bölünmüş ve bu şekilde yeniden kurgulanmıştır (Chandra, 2004). Şekil 3.4'te Smith'in işi bölmenin verimliliği artırdığını anlattığı toplu iğne fabrikası hikayesinin illüstrasyonu yer almaktadır. Üretimi aşamalara bölmek iş organizasyonları alanını ortaya çıkartarak üretimi rasyonelleştirmiştir.



Şekil 3.4 Adam Smith'in üretimde iş bölümlemenin verimliliği artırdığını anlattığı toplu iğne fabrikası (URL48)

Endüstri Devrimi sonrası mekanikleşmenin yoğunlaştığı bu ilk dönem Endüstri 1.0 olarak adlandırılmakta ve 1760-1840 yılları arasını kapsamaktadır (Kılıç, 2023). Endüstri 1.0 döneminde henüz seri üretim sisteminin tam anlamıyla işlediği söylenemez. Buhar gücü yerine elektriğin kullanılması ve çelik üretiminin kolaylaşması ile ikincil bir endüstri devriminden söz edilebilir. Endüstri 2.0'da elektrikle birlikte petrol, kimya endüstrisindeki gelişmeler dönemin ayırt edici farklılıklarıdır (Kılıç, 2023).

Frederick Taylor, bilimsel yönetim sistemini kurarak her işin en iyi nasıl yapılabileceğinin belirlenmesini savunarak üretimi parçalamayı ortaya koymuştur (Paxton, 2011). Taylor'ın bilimsel yönetim ilkeleri Taylorizm olarak tanımlanır (Uddin and Hossain, 2015). Bu süre zarfında standardizasyonun geliştirildiği Amerikan Üretim Sistemi'nden söz edilebilir. 19. yüzyılın başlarında Amerika'da ortaya çıkan bu sistem endüstriyel üretimin köklerini oluşturan standart ve değiştirilebilir parçaları kullanmasıyla seri üretimin öncüsü olarak sayılabilecek bir üretim modelidir (Smith, 2006). Çırçır makinesinin mucidi olan Eli Whitney'in 1798'de her tüfeğin parçalarının bir diğeriyle uyması için değiştirilebilir-standart parçaları kullanarak üretmesi ile ortaya çıkmıştır (Şekil 3.5) (Green, 1997; Alder, 1997). Bu üretim sistemine geçişler ile birlikte işgücü maliyeti azalmış, üretim hızlanmış ve bakım-onarım kolaylaşmıştır (Hounshell, 1984). Amerikan Sistemi yenilikçi üretim teknikleriyle birlikte daha sonraları ortaya çıkacak olan modülerlik kavramlarına zemin hazırlamıştır.



Şekil 3.5 Değiştirilebilir parçalar fikrinin yaygınlaşmasını sağlayan Eli Whitney'in ateşli silahı (URL49) Amerikan Üretim Sistemi ve değiştirilebilir parçalarla üretim Ford Model T ateşleme parçaları (URL50)

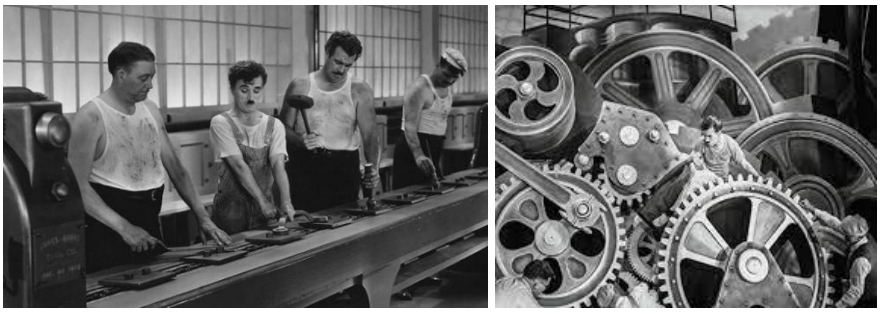
3.1.3 Fordizm ve Seri Üretimin Yükselişi

20. Yüzyılın başlarında Henry Ford'un ortaya koyduğu üretim modeli endüstriyel evrimin yeni dönüm noktalarından biri olmuştur (Kılıç, 2023). Henry Ford, Taylorizm ilkeleri üzerine karmaşık üretim sürecini sadeleştirerek hareketli montaj hattı sistemini Highland Park fabrikasında kurarak seri üretim sistemini geliştirmiştir (Sward, 1948 as cited in Watson, 2019). Şekil 3.6'da fabrikanın hareketli montaj hattı görülmektedir. Bu bant sisteminde her işçi yalnızca belirli bir işi yapar, ürün bantta akarken imalat süreci bu şekilde ardışık olarak ilerlemektedir (Kılıç, 2023) Fordizm'in mirası bant üretim sistemi bugün endüstrinin birçok alanında hala kullanılmaktadır. Fordizm; standardizasyon, belirli iş üzerine uzmanlaşma ve yüksek üretim kapasitesini ilkeleri olarak belirlemiştir (Börnfelt, 2023). İşçinin yaptığı işin çeşitliğinin bu şekilde daraltılması ve parçalanması kısa süreli teknik eğitimle işçiden azami verim alınmasını sağlamaktadır. Kalifiye elemana olan ihtiyaç Fordist sistemle azalmaktadır. İlk olarak Model T üretiminde kullanılan bant sistemi sayesinde üretim süresi ve maliyet düşürülmüştür (Hounshell, 1984).



Şekil 3.6 Seri üretiminin gelişmesini sağlayan montaj bandının ilk olarak Ford fabrikasında Model T üretiminde kullanımı (URL51)

Üretim hızının artması maliyeti düşürerek satın almayı kolaylaştırdığı için seri üretim ve kitlesel tüketim arasında direkt olarak bir bağ kurulmuştur. Fordist sistem işçiyi niş bir alanda uzmanlaştırıp işi küçük parçalara ayırdığı için işçinin üretim sürecinde düşünsel olarak dahil olmasını engellemiştir (Taylor, 2003). Bu durumun üretim sürecinin kontrolünü kolaylaştırdığı ve tasarımın değişmeden ürüne dönüşmesini desteklediği çıkarılabilir. Olumsuz yön olarak ise işçiyi makinalaştırması ve işin geneline yabancılaştırdığı söylenebilir. Sistem; hareket ekonomisi, zaman ve maliyet kontrolü gibi üretimin önemli unsurlarının analiz edilmesi ve geliştirilmesi için alan oluşturmuştur. Frederick Taylor yaklaşımı ile örtüşen model, işçinin ve ilerleyen yıllarda dahil olacak olan otomatik makinelerin hareketlerinin en optimum şekilde tasarlanmasını amaçlamaktadır (Taylor, 2003). Otomobil üretimi ile başlayan sistem endüstrinin diğer alanlarına da yayılmıştır. Savaş sonrası oluşan konut ihtiyacı Fordizmin ilkeleriyle benzer toplu konut üretimi üzerine yaklaşımlar ortaya çıkarmış; ön üretimli bina bileşenleri ve modüler tasarımlarla Fordizmin mimarlıkta da yer edindiği söylenebilir (Kieran and Timberlake, 2004). Fordist sistem aynılaşma, işçiyi mekanikleştirmesi ve kullanıcı ihtiyaçlarına uzaklaşma gibi yönleriyle eleştirilmiştir (Hounshell, 1984). Şekil 3.7'de seri üretimin Modern Times filmindeki eleştirel sahnelerinden görseller yer almaktadır. Kullanıcı taleplerindeki çeşitlenme Fordizmin eksiklerini ortaya çıkartmış ve yeni sistemlerin geliştirilmesine sebep olmuştur (Amin, 1994).



Şekil 3.7 Charlie Chaplin'in Modern Times filmi fabrika işçisinin makinalaşması eleştirisi (URL52)

3.1.4 Toyota Modeli – Yalın Üretim

20.Yüzyılın ortalarına gelindiğinde seri üretimi yeniden tasarlayan Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System-TPS) ortaya çıkmıştır (Ohno, 2019). İkinci Dünya Savaşı'nın etkilerini ağır yaşayan Japon endüstrisinde, Toyota şirketi verimin artırılması, israfın azaltılması ve çeşitlenen kullanıcı taleplerinin karşılanması için esnekliğin esas alındığı bir üretim modeli ortaya koymuştur (Ohno, 1982). Şekil 3.8'de TPS ve Toyota üretim sahası yer almaktadır. TPS'nin ilkeleri arasında genel olarak sürekli iyileştirme (kaizen), israfın önlenmesi (muda), otomatik kalite kontrolü (jidoka) ve tam zamanında üretim (just-in-time) yer almaktadır (Ohno, 2019). Bu ilkelere göre üretim yapılarak üretilen ürün gereksiz yere depolanmaz, üretim kontrolü kolaydır ve işçinin sürece belirlenen sınırlarda dahil olabilmesi mümkündür (Black, 2007). Fordist üretimdeki büyük hacimli sabit üretimin tersine TPS ile gerektiği kadar üretmek ve kullanıcı taleplerini karşılayabilecek esneklik sağlamak mümkündür (Ohno, 2019). Niceliksel başarı yakalamak kadar niteliksel başarı da önemlidir. TPS'nin yaygınlaşmaya başlaması endüstride yeni bir devrime zemin hazırlamıştır.



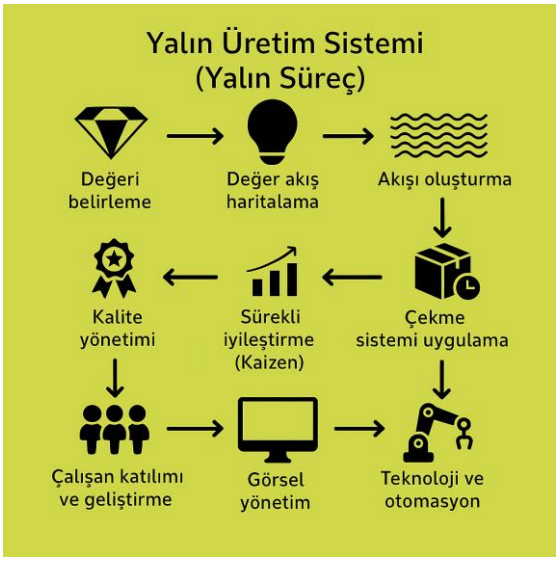
Şekil 3.8 Toyota Üretim Sistemi endüstriyel üretimin geliştirilmesi (URL53)

Yeni endüstriyel devrim Endüstri 3.0, dijital devrim olarak da bilinmektedir (Fitzsimmons, 1994). 1950'lerdeki bilgi çağı ile gelen Endüstri 3.0 Dönemi 1970'ler ile takribi 2010 yılları arası dönemi tanımlamaktadır (Sharma and Singh, 2020). Bu dönemde küresel bir köye dönen dünyada bilgisayarlar ve otomasyon endüstriye girmiştir. 1960'lı yıllarda işçinin yerini elektronik makineler ve bilgisayar yazılımları almaya başlamıştır (Koren, 1983). 1960'larda Numerik Kontrol (NC-Numerical Control), Bilgisayarlı Sayısal Kontrol (CNC-Computer Numerical Control), Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD-Computer-Aided Design), Bilgisayar Destekli Üretim (CAM-Computer-Aided Manufacturing) endüstriye girerek üretimi hızlandırmıştır (Sharma and Singh, 2020). Üçüncü devrimde dijitalleşme ve otomasyon hakimdir. TPS ilkeleri dijital otomasyonla entegre olmuştur. Otomatikleşen endüstride, kalite kontrol de otomatikleştiği için hata payları giderek düşmüştür (Sharma and Singh, 2020). Önceki üretim sistemlerindeki işçiler, sayıları azalarak sistemi programlayan, kontrol eden ve veri analizi yapan teknik operatörlere dönüşmüştür (Şekil 3.9). Bilgisayarla Bütünleşik Tasarım (CIM-Computer-Integrated Manufacturing) tüm aşamaların bilgisayar ile kontrolünü tanımlamaktadır (Nagalingam and Lin, 2008). Yapı üretimine de giren CIM, sayısal fabrikasyon, Bina Bilgi Modelleme (BIM-Building Information Modeling) tabanlı üretim, parametik tasarım ve robotik üretim gibi alanlar oluşturmuştur (Holzer, 2015). Dijital dönemde gerçek zamanlı süreç kontrolü gerçek zamanlı veri ile yönetilmeye başlanmıştır.



Şekil 3.9 Endüstriyel üretime dahil olan otomasyonla insanın kontrol edici konuma geçmesi (URL54)

TPS daha sonraları Batı dünyasında yeniden yorumlanarak Yalın Üretim (lean production) olarak endüstrinin evrimsel gelişiminde yer almıştır (Black, 2007). Atığı ve israfı azaltan yalın üretim sistemi yapı üretiminde de kendine yer edinmiştir (Howell, 1999). Yalın inşaat ile yalnızca nihai ürüne odaklanmak yerine üretim süreci tasarımına da odaklanılmıştır. Yalın üretimle maliyetin ve üretim süresinin düşürülmesi, kullanıcı taleplerinin giderilmesi, seri üretim aynılaştırmasının terk edilmesi gibi pozitif etkiler ortaya çıkmıştır (Howell, 2019). Sürdürülebilir tasarımı olanaklı kılmış ve döngüsel ekonomiye geçişi kolaylaştırmıştır. Şekil 3.10'da yalın üretim sürecinin işleyişi yer almaktadır.

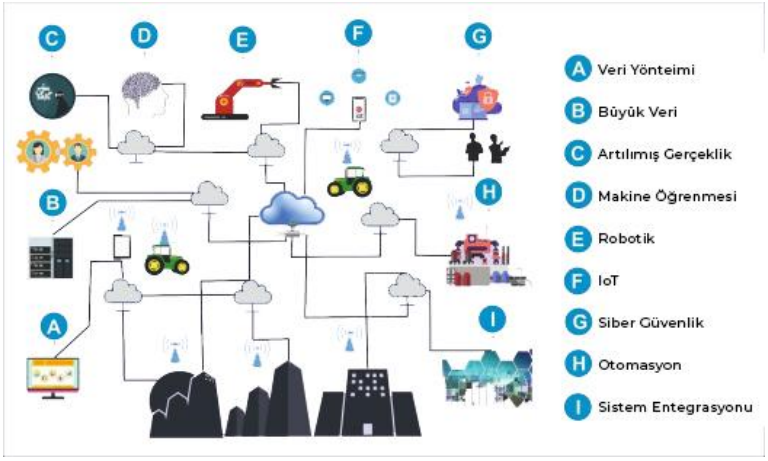


Şekil 3.10 Yalın Üretim Sistemi sürecin ilerlemesi (URL55)

3.1.5 Dijitalleşme ve Endüstri 4.0

21. Yüzyıla gelindiğinde ise üretim sistemleri ve endüstri yeni bir dönüm noktası yaşamıştır. Yeni endüstri devriminde otomasyona ek olarak bugün bilinen dijital

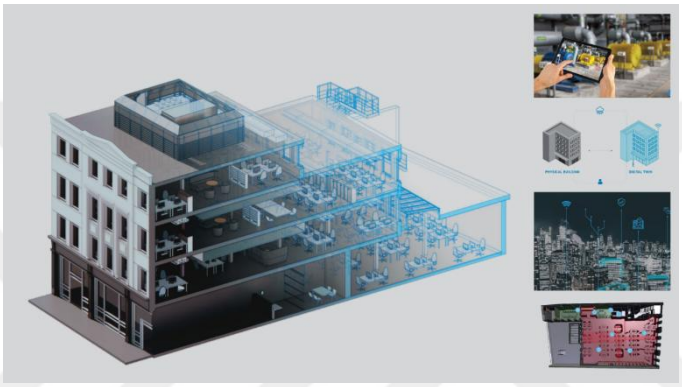
teknolojilerin üretime dahil olması ile Endüstri 4.0 dönemini başlatmıştır (Kagermann et. al., 2013). Endüstri 4.0 döneminin 2011'de Almanya Hannover Messe Fuarı'nda başladığı kabul edilmektedir (Özsoylu, 2017). İlk olarak Almanya Hükümeti tarafından ulusal endüstri stratejisi olarak kabul edilen kavram zamanla diğer ülkeler tarafından üretim stratejisi olarak kabul edilmiştir (Yıldız, 2018). Endüstri 4.0, dijitalleşmenin üretimle entegre olması yaklaşımıyla yapay zekâ, büyük veri, nesnelerin interneti (IoT), siber-fiziksel sistemler (fiziksel süreci kontrol eden bilgisayarlar), bulut sistemi bilişim ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojileri barındıran geniş kapsamlı bir dönüşümü tanımlamaktadır (Şekil 3.11) (Lasi et. al., 2014). Yeni teknolojilerin entegrasyonuyla üretim gerçek zamanlı bilgiyle takip edilip, analiz ve iyileştirmelerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Üretim sisteminde hatalar en az seviyeye indirilebilmekte internet tabanlı bir üretim iletişimi kurulmaktadır (Brettel et al, 2014). Bu dönüşümle üretim sahaları sadece üretimin yapıldığı yerler değil topladığı bilgilerle kararlar alabilen akıllı bir oluşum halini almaktadır (Lu, 2017). Yeni üretim modeli kitlesel bireyselleştirmeye uygun özelleştirilmiş üretime olanak sağlamaktadır. Endüstri 4.0 üretim verimliliğini %30'a kadar artırabileceği belirlenmiştir (Rüßmann et al., 2015). Küresel sorunlar düşünüldüğünde verimliliğin artırılması önem arz etmektedir.



Şekil 3.11 Endüstri 4.0 ile dijitaleşmenin üretim alanlarıyla entegrasyonu (Calp and Bütüner, 2022'den uyarlanmıştır)

Endüstri 4.0'da yeni teknolojilerin dahil olmasıyla işgücünün özellikleri de dönüşmektedir. Verileri analiz edebilmek, çok yönlü düşünebilmek önemli olmaktadır. Mimarlık ve inşaat alanları düşünüldüğünde Endüstri 4.0'ın önemli etkiler oluşturduğu söylenebilir. Sayısal üretim, parametrik tasarım, robotik üretim

ve BIM temelli üretim süreçleri yapı endüstrisinin evrimine de katkı sağlamıştır (Bock and Linner, 2015). Yapı endüstrisindeki dijitalleşme inşa sürecindeki hızı artırması ve projeye uygun imalat yapılmasını sağlamasının dışında, sürdürülebilir, döngüsel ve kullanıcıya özel üretimi de olanaklı hale getirmiştir (Braun et al, 2020). Dijital ikizlerin oluşturulması, bulut tabanlı tasarım ile proje aşamasında paydaşlara entegre çalışabilmesi yapı üretilmeden dijital prototip üzerinden kontrolü kolaylaştırmaktadır. Şekil 3.12'de yapı üretiminde kullanımı görülmektedir. Yapı endüstrisinde Endüstri 4.0 ilkelerinin yaygınlaşması mimari tasarımı ve karar aşamalarını olumlu yönde dönüştürmektedir.

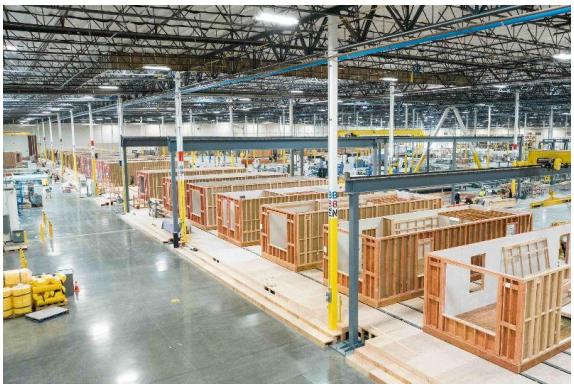


Şekil 3.12 Yapı endüstrisinde Endüstri 4.0 teknolojileri dijital ikiz (URL56)

3.2 Konut Üretiminde Endüstrileşme ve Endüstriyel Konut

Endüstrileşme insan gücüne dayalı zanaât üretiminden standardize edilmiş ve üretimin büyük oranda makine ile yapıldığı seri üretime geçişi ifade etmektedir. Bu süreç endüstriyel tasarım anlayışını, üretim yöntem-teknikleri ve organizasyonunu evrimleştirmiştir. Konut üretimindeki endüstrileşme ise yapı bileşenlerinin saha yerine fabrika ortamında daha kontrollü üretilmesini ve sahada kurulum yapılması kurgusunu beraberinde getirmektedir. Konutun endüstrileşmesi geleneksel inşa süreçlerinden farklı olarak daha kontrollü, hızlı ve sürdürülebilir bir üretim sistemini ortaya çıkarmaktadır. Şekil 3.13'te fabrika ortamında konut üretimi görülmektedir. Endüstrileşme ile birlikte gelen üretim dönüşümü yalnızca üretim teknolojilerinin kullanımını değil ekonomik, sosyal ve kültürel bağlamda üretim ilişkileri üzerinde etki yaparak mimarlık pratiğinde radikal değişimlere sebep olduğu söylenebilir. Üretimin fabrikaya taşınması üretimi yerel üretimden kopartmış ve çevre koşullarına karşı olan savunmasızlığı azaltmıştır (Kieran and Timberlake, 2004). Konut ihtiyaca oranla az üretilen, talebe karşı yetersiz arzı

yapılan bir mimari ürün olmakla birlikte küresel olarak son birkaç on yıldır konut krizi yaşanmaktadır (Aalbers, 2015). Buna ek olarak küresel yapı üretim oranının yaklaşık %38'ini konut üretiminin oluşturduğu hesaplanmıştır (WEF, 2016). Genel olarak yapı üretiminin sera gazı salımının %40-50'sinden sorumlu olduğu bilinmektedir (Khasreen et al., 2009). Üretilen konutların büyük kısmının geleneksel inşaat yöntemleri ile üretildiği düşünüldüğünde endüstriyel konut üretimi önem arz etmektedir. Bunlara ek olarak geleneksel üretimde kaynakların yeniden kullanım oranı düşük olup yapı bileşenleri doğrusal ekonomiyi izleyerek çoğunlukla kullanım sonrasında yapısal atığa dönüşmektedir (Zimman et al., 2016). Doğrusal ekonomiye yenilikçi bir alternatif olabilecek döngüsel ekonomi yaklaşımı ise kaynak kullanımı ve atığın azaltılmasını, yeniden kullanılma potansiyelini artıran malzemelerin seçimi ve yapı kullanım ömrünün uzatılmasını teşvik etmektedir (Adams and Hobbs, 2017). Bunların dışında konut üretimi sürdürülebilirlik için üretim kapasitesinden dolayı da önemli rol oynamaktadır (Winston and Pajera Eastaway, 2008). Konut sosyal yönleriyle de toplumu ve bireyi etkileyebilmektedir. Konutun küçültülmesi ve tasarımının geliştirilebilirliğe uygun tasarlanması ve üretilmesi kaynak verimliliğine katkı sunmaktadır (Kedir and Hall, 2021).



Şekil 3.13 Fabrika ortamında endüstriyel konut üretimi (URL57)

Geleneksel konut üretimi ön endüstriyel dönemde olduğu gibi büyük ölçüde zanaatkârın merkezde olduğu bir üretim modeline dayalıdır. Bu noktada her yapının üretimi ve nihai ürün kendine özgüdür. Özgünlük açısından olumlu tarafta kalmakla birlikte üretim kalitesinin kontrolü zorlaşmakta ve bireysel takip zorunlu olmaktadır. Zaman yöntemi belirsizleşmekte ve maliyet artmaktadır. Endüstriyel üretimde ise süreç tasarımdan imalata değin bir standart izlenmekte; tekrarlanabilirlik olanaklı kılınmakta, israf önlenmekte ve üretim kalitesi

artmaktadır (Kieran and Timberlake, 2004). Endüstrileşmenin konut üretimindeki etkisi fiziksel olmanın dışında kullanıcı deneyiminin, tasarım yaklaşımlarının ve planlamaların yeniden kurgulanmasını gerekli kılmaktadır. Seri üretim aynı tasarıma sahip çok sayıda, hızlı ve düşük maliyetle konut üretimini mümkün kılmaktadır. Kamusal konut politikaları için bu durum pozitif olarak görülebilmektedir. Konut üretiminin endüstrileşmesi teknolojik bir ilerleme olmasıyla birlikte toplumun mimari ile ilişkisini yeniden biçimlendirmektedir.

Konut üretiminde endüstrileşmenin tarihsel gelişimi Endüstri Devrimi ile birlikte artan kentleşme ve işçi nüfusunun artışıyla ilintilidir. Kırsaldan göç eden işçiler ve aileleri kentlerde yoğun konut ihtiyacı oluşturmuş ve geleneksel üretim yöntemleri ile ihtiyacın giderilmesinde zorluklar yaşanmıştır (Hall, 1988). İngiltere'de başlayan Endüstri Devrimi'nin etkileri hızla Avrupa'ya ve sonrasında dünyaya yayılmış olup sanayileşen bölgelerde hızlı ve düşük maliyetli üretilen konut ihtiyacı doğmuş ve böylelikle ilk endüstriyel konut örneklerini ortaya çıkarmıştır (Stevenson, 2016). Uygun fiyatlı konut tarih boyunca talep görmüş ve küresel bir sorun olarak günümüze değin gelmiştir (Bredenoord et al., 2014). 20. yüzyılın başlarında ise rasyonelliği ve fonksiyonu savunan modernizm endüstriyel üretimi tetiklemiştir. Le Corbusier "Maison Dom-ino"sunda strüktürü yapıdan ayırmış farkı mekânsal organizasyonların oluşturulabilmesini ve yapı endüstrisinin seri üretime uygun hale getirilmesini savunmuştur (Curtis, 1996). Jean Prouvé metal malzemelerle sökülebilir konutu geliştirerek prefabrik üretime öncülük etmiştir (Curtis, 1996). Dünya savaşları sonrasında yaşanan fiziksel yıkım hızlı konut üretimini gerekli kılmaya devam etmiştir. Bu noktada devlet destekli sosyal konut projelerinin ortaya çıktığı bilinmektedir. Almanya'daki panellerle üretilen "plattenbau sistemi" bunlardan birine örnek olarak verilebilir (Kieran and Timberlake, 2004) (Şekil 3.14). Endüstriyel konut üretimi bu dönemde barınma hakkını sağlama ve toplumsal kalkınmanın bir parçası olarak görülmüştür. Bugün de birçok ülkenin endüstriyel üretimin avantajlarından faydalanmak için endüstriyel yapılara yöneldiği bilinmektedir (Mándoki and Orr, 2023).



Şekil 3.12 Almanya'da uygulanan endüstriyel konut üretimi Plattenbau (URL58)

Endüstriyel konut üretimi; iş gücü tasarrufu, hızlı inşa süreci, yüksek kalite, iklim koşullarından daha az etkilenme, daha az hata ve iyi denetim, uzun vadeli yatırım avantajı, yaşam döngüsü kalitesinde artış ve kullanıcıya özgü konut üretimi gibi avantajlar sağlamaktadır (Warszawski, 1999). Bunlara ek olarak kalifiye eleman bulmanın zorlaştığı çağdaş dünyada bu ihtiyacı azaltmakta dolayısıyla işçilik maliyetini de düşürmektedir. İşçinin üretim aşamasında bilinçli yada bilinçsiz tasarıma müdahale etmesinin önüne geçmektedir. Bu sayede tasarım ve üretim uyumu artmaktadır. Endüstriyel konut üretimi için standardizasyon, modülerlik, mekanizasyon ve modern inşaat yöntemleri gibi ön koşullar mevcuttur (Kedir and Hall, 2021; Biltoria and Roy, 2024) Bunlar konutun endüstrileşmesi için ilk aşamalar olarak kabul edilmektedir. Bu standardizasyon mimari elemanlarda olabildiği gibi antropometrik ölçülerle mekânsal olarak bir standartlaşmayı da içermektedir. Bunun dışında ikinci özellik olarak modülerlik gösterilebilir. Modüllerlik konutların ihtiyaçlara göre geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Geliştirilmesinin olanaklı olması kullanıcı konforunu artırmakta ve uzun süreli kullanım sayesinde çevresel etkiyi azaltmaktadır (Smith, 2010). Standardizasyon ve modülerlik çeşitlilik oluşturma, değiştirilebilir parça kullanımı ve konut kullanım esnasında gelişime açık olması potansiyelini taşımaktadır. (Warszawski, 1999 as cited in Biltoria and Roy, 2024). Modüler konutların taşınabilir nitelikleri devingen yaşam senaryolarında kullanımını mümkün kılmaktadır. Modülerlik ve prefabrikasyon ile dijital entegrasyon da desteklenmektedir.

Prefabrikasyon sistemi yıllar içinde gelişmeye devam etmiştir. Bu noktada IBS (Industrial Building System) endüstriyel bina sisteminden söz edilebilir.

Endüstriyel bina sistemi yapı elemanlarının kontrollü bir şekilde fabrika ortamında üretilmesinin ardından prefabrik parçaların sahada kurulumunu tanımlamaktadır (Biltoria and Roy, 2024). Endüstriyel bina değiştirilebilirlik esasına dayanmaktadır. Endüstriyel konut literatürde modüler konut, hazır konut terimleriyle de tanımlanmaktadır. Avrupada modüler konut olarak bilinen endüstriyel konut Amerikada üretilmiş ya da hazır konut olarak Asya'da ise çoğunlukla IBS olarak bilinmektedir (Biltoria and Roy, 2024). Türkiye'de ise prefabrik konut olarak anılmaktadır. Endüstriyel konut fabrikada tamamı üretilmiş haliyle geliştirilebilir. Panel bazlı olarak üretilen cepheler sahaya taşınabilir. Diğer olanak ise tüm yapı bileşenleri fabrikada üretilir ve parçalar sahaya taşınır. Tüm prefabrik bileşenler sahada birleştirilebileceği gibi kısmi olarak fabrikada birleştirilip sahada kalan parçaların birleştirilmesi şeklinde de kurulum yapılabilir (Şekil 3.15). Bileşenler parçalı bir hacimsel modülerlik de içerebilir. Islak hacimler, mutfak ya da bir oda bu şekilde fabrikada üretilip sahaya taşınabilir. Ayrıca fabrika ortamında üretim, iş güvenliği standartlarının daha etkin uygulanmasına da olanak tanır (Gibb, 1999). Endüstriyel konut üretiminde ön üretim maliyetinin yüksek olması, kullanıcı talebinin belirsiz olması (ön üretim maliyeti üstlenilir sonrasında müşteri azalması bu durum için olumsuzluk olarak kabul edilebilir), aynılaşma ve estetik yoksunluk, profesyonel bilgi eksikliği, kurulum detaylarının karmaşık olması gibi dezavantajlar mevcuttur (Warszawski, 1999). Son olarak Yalın üretim endüstriyel konut üretiminde verimlilik açısından önem arz etmektedir. Endüstriyel konut kavramı prefabrik üretimle fabrikada üretmenin ötesinde imalat ve kurulum süreçlerinin her aşamasında entegrasyon, kullanıcı talepleri, dijitalleşme ve bilgi teknolojisinin birlikte düşünülmesini gerektiren bir dönüşüme işaret etmektedir (Lessing et al. 2005).



Şekil 3.13 Sahada birleşimi yapılan endüstriyel konut (URL59)

21. yüzyılda kentleşme oranlarının hızla artması, küresel göç dalgaları, iklim değişikliği ve afetlerin sıklığının artması, konut üretimini esnek, hızlı ve bireysele özgü çözümler geliştirmeye zorlamaktadır. Bu bağlamda endüstriyel üretim, yalnızca geleneksel statik konutlara değil, aynı zamanda geçici ve devingen konutlara da zemin hazırlamaktadır. Geleceğin konutunda endüstriyel konut bireyselleştirilebilir, yeniden konumlandırılabilir, çevreyle uyumlu ve dijital teknolojilerle entegre mimari ürünler olarak görülebilir. Konut, yalnızca bir barınak değil; yaşam tarzı, üretim süreci ve toplumsal değerlerin bir bileşkesi olarak ele alınabilir. Bu nedenle endüstriyel konut, mimarlık pratiğini teknik olarak geliştirmekle birlikte, yeni yaşam biçimlerine uygun mimari ürünler sunma potansiyeli içermektedir.

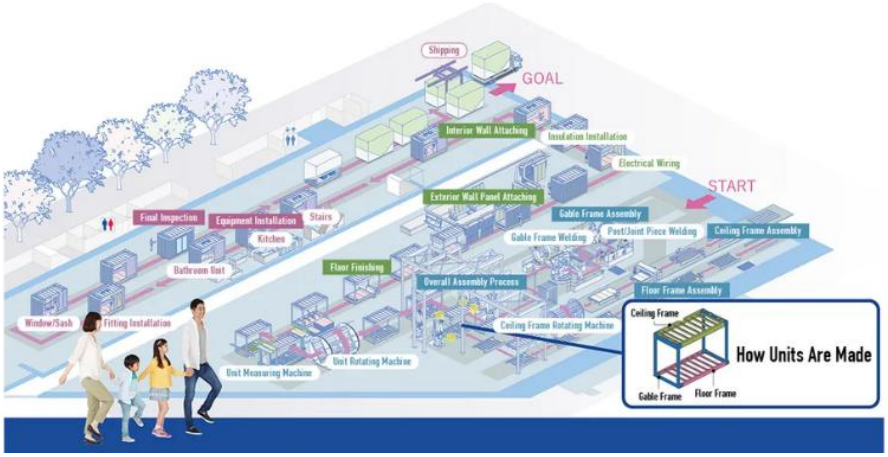
3.2.1 Konut Üretiminde Kullanılan Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri

Endüstriyel üretim geliştikçe yeni imalat alanlarında yer edinmeye başlamıştır. Mimarlık ve yapı endüstrisi bu alanlardan biridir. Mimari elemanlar ve inşaat malzemeleri endüstriyel üretim ile uzun zamandır üretilmektedir. Endüstriyel üretimin gelişmesiyle birlikte mimarlık ürünleri de fabrikada üretilir hale getirmiştir. Konut, endüstriyel yöntemlerle üretilen bu mimarlık ürünlerinin başında yer almaktadır. Konut üretiminin endüstrileşmesi, endüstrinin mimari tasarımla ve yapı üretimiyle doğrudan bir ilişki kurmasına olanak sağlamıştır. Geleneksel üretimden farklı olarak endüstriyel konut üretim sistemi, tasarımın verimli ve hızlı üretilebilmesini, standartlaşmasını ve kolay nakledilmesini merkezine almaktadır (Gibb, 1999). Konut üretiminin fabrika ortamına taşınması üretimin planlanan şekilde yapılmasını ve imalatın kontrol edilmesini kolaylaştırmıştır. Endüstriyel üretimin verimliliğinin sahadaki üretime göre daha fazla olması konut maliyetlerinin azaltılmasını sağlayabilmektedir (Lojanica, 2018). Endüstriyel üretim sisteminde birçok üretim yöntem ve tekniği mevcuttur. Bu konuda yöntem ve teknik kavramları birbiriyle karıştırılabilmektedir. Örnek olarak montaj bandı ve prefabrikasyonun bir üretim yöntemi; robotik kolla ve üç boyutlu baskıyla katmanlı üretimin bir üretim tekniği olduğu söylenebilir. Endüstrileşen konutun üretilmesinde bu endüstriyel üretim yöntem ve tekniklerin bazıları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar yöntem olarak montaj hattı

kullanımı, prefabrik ve modüler üretim; teknik olarak ise robotik ve katmanlı üretim şeklinde sıralanabilir.

Montaj hattı kullanımı

Endüstriyel üretimde yaygın olarak kullanılan üretim yöntemlerinden biri montaj hattı üretim yöntemidir. İlk olarak otomobil üretiminde kullanılan montaj hattı üretim yöntemi başka bir deyişle bant sistemi yapı endüstrisine de zamanla dahil olmuştur. Konut üretiminde bant sisteminin kullanımı diğer endüstrilerdeki kullanıma benzerdir. Yapı bileşenleri (kapı, pencere vs.) bu ilerleyen bant üzerinde sabit duran işçi ya da makina tarafından montajlanarak endüstriyel konut oluşturulmaktadır. Her işçi ya da makina yalnızca önceden planlanan çerçevedeki işleri yapmaktadır. Konuta, bileşenler parça parça ya da önceden birleştirilmiş modüller halinde eklenir. Volümetrik (hacimsel) modül olarak da terminolojide yer alan birleştirilmiş modüller başka bir bant üzerinde ya da fabrikadaki istasyonda üretilmektedir (Gibb, 1999). Islak hacimlerin önceden üretilerek modül haline getirilmesi bu modüllere örnek olarak verilebilir. Seri üretimin sağladığı verimlilik bu yöntemle birlikte konut üretiminde de etkisini göstermektedir. Bant sisteminde malzeme, zaman ve işgücünün doğru kullanımı için optimizasyon mümkündür (Bock and Linner, 2015). Bu optimizasyon ile birlikte üretimdeki verimliliğin arttığı söylenebilir. Toyota Home, Sekisui Home ve Daiwa House gibi endüstriyel konut üreticileri bant sistemini üretimine dahil ederek volümetrik konut modüllerini verimli bir şekilde üretebilmektedirler (Linner and Bock, 2012). Şekil 3.16'da Sekisui fabrikasındaki montaj hattı diyagramı yer almaktadır.



Şekil 3.16 Endüstriyel konut üreticisi Sekisui'nin montaj hattı sistemi (URL60)

Prefabrikasyon

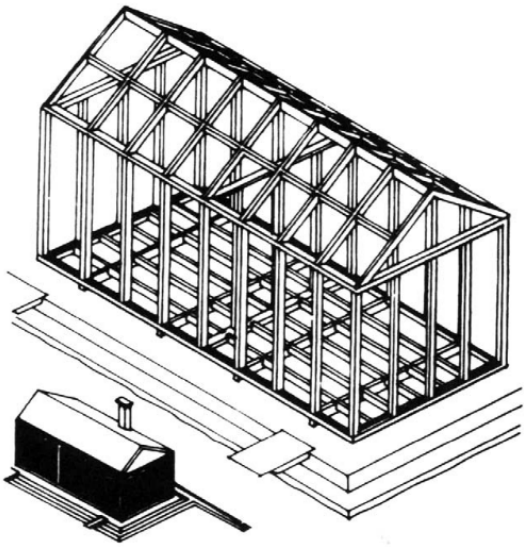
Endüstriyel konut üretiminde kullanılan bir diğer yöntem ise prefabrikasyondur. Gibb (1999), prefabrikasyonu fabrika ortamında (inşaat sahası dışında) yapı elemanalarının tamamının ya da bir kısmının üretiminin yapıldığı ve modüler üretilebilen çağdaş tekniklerin kullanıldığı geniş bir üretim yelpazesi olarak tanımlamaktadır. Yıllar içinde yöntem gelişse de kullanım amacı aynı kalmıştır. Prefabrikasyon yöntemi kalite kontrolü ve üretim verimliliğini yükseltmekte, seri üretime olanak sağlamakta, maliyeti azaltmakta, atık-enerji yönetimini kolaylaştırmakta ve sahada hızlı kuruluma izin vermektedir (Lawson et al., 2014; Mangialardo and Micelli, 2020). Prefabrikasyon bina üretimini yerinden bağımsızlaştırmakta ve üretimi endüstriyel hale getirmektedir (Şekil 3.17). Prefabrikasyon sisteminde üretim süreci kadar lojistik kısım da planlanmaktadır. Prefabrik bileşenler tasarlanırken lojistik plan göz önünde bulundurularak tasarlanmaktadır. Aksi takdirde lojistik zorlaştığı için maliyet verimliliği etkilenmektedir.



Şekil 3.17 Fabrika ortamında prefabrik üretim ve sahada kurulum (Thirunavukkarasu et. al. 2021)

Prefabrikasyon (prefabricate) Latince prae-önce ve fabricare (üretmek) kelimelerinin birleşimiyle oluşmuş ön üretim anlamına gelen bir kelimedir (Oxford English Dictionary, 2025). Türkçe'ye Fransızca'dan geçen kelime TDK'da "ev veya gemi gibi şeylerin önceden hazırlanmış plana göre bir bütün olarak birleştirilmesi yöntemi" olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2025). Prefabrik üretimin İngiliz marangoz John Manning'in Avustralya'da yaşayan oğlu için atölyesinde üretip paketlenmiş olarak gönderdiği devingen Manning Cottage (Şekil 3.18) olduğu kabul edilmektedir (Smith, 2010). Sahada imalatın mümkün olmadığı bir yerdeki mekân ihtiyacının prekabrikasyon yöntemini ortaya çıkardığı söylenebilir. Fakat prefabrik üretim endüstriyel olarak gelişimini savaş sonrası yaşanan yüksek konut taleplerini karşılarken yaşamıştır (O'Neill and Organ, 2016). İlk prefabrik

üretimler yanlış teknik detay çözümlemeleri, estetik monotonluk, geliştirilmeye kapalı olması ve bilgi eksikliği gibi sebeplerle eleştirilmiştir (Nozawa and Komiyama, 2021). Prefabrikasyon ilerledikçe endüstriyel konuta olan talep artmış, bu durum üretici sayısını da artırmıştır. Sistemin gelişmesine de yine değişen mekân taleplerinin karşılanması sebep olmuştur. Le Corbusier, Jean Prouvé ve Buckminster Fuller gibi mimarlar prefabrikasyonun gelişmesinde önemli katkılar sunmuştur (Gibb, 1999).



Şekil 3.18 İlk prefabrik konut İngiliz kolonilerinde kullanılan Manning Cottage (Smith 2010)

Konut üretiminde prefabrikasyon, bileşen temelli (merdiven, kapı, pencere, dikme vs.), panel temelli (duvar, döşeme vs.) ve volümetrik (hacimsel) modüllerin kullanıldığı sistem şeklinde üçe ayrılabilir (Gibb, 1999). Bu farklı sistemler ihtiyaca göre birlikte ya da ayrı ayrı kullanılmaktadır. Volumetrik sistemler hızlı kuruluma olanak tanırken panel ve bileşen sistemleri lojistik olarak kolaylık sağlamaktadır (Gibb, 1999). Endüstriyel üretimde yer aldığından dolayı dijitalleşme ve otomasyon kullanımı için potansiyeller taşımaktadır. Üretimde çeşitli malzemelerin kullanılması mümkün olmasına rağmen lojistik kolaylık için çoğunlukla hafif malzemeler tercih edilmektedir (Baghchesaraei et. al., 2015). Betonun kullanıldığı binalarda ise betonarme bileşenler lojistik düşünülerek parçalı üretilmektedir. Prefabrikasyon yalın üretim felsefesinin gelişmesiyle birlikte yalın üretime de entegre edilmiştir (Du et. al. 2023). Endüstriyel konut üretiminde prefabrik üretim saha dışında olduğu için önemli bir yer tutmaktadır.

Modüler üretim

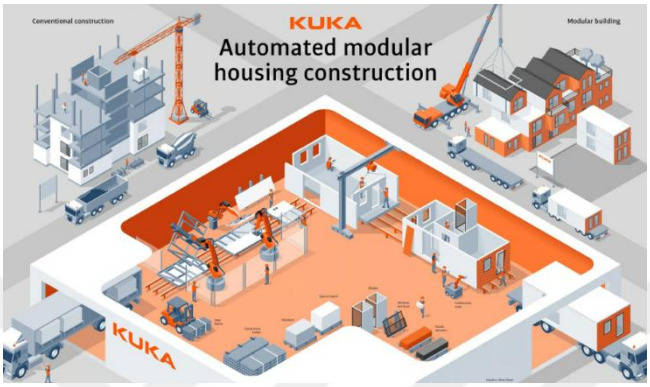
Prefabrikasyon ile birlikte kullanılan ve endüstrinin birçok alanında kullanılan modüler üretim yöntemi konut üretimi için de kullanılmaktadır. Modüler üretim yöntemi, ürünlerin alt parçalara (modüllere) bölünerek fabrikada üretimi ve daha sonra montajın yapılacağı alana ya da başka bir fabrikaya getirilip birleştirilmesi olarak tanımlanabilir (Shaik et. al., 2015). Endüstrideki standardizasyon ve değişebilir parçalarla üretim kavramlarıyla benzer bir bağlamda kullanılmaktadır. Üretilen ürüne eklemlenebilme ve sökülüp takılabilme niteliği kazandırmaktadır. Modüler üretim konvansiyonel üretime oranla kontrollü, hızlı ve verimli bir üretim yöntemidir (Lawson, Ogden and Goodier, 2014). Geleneksel üretimde de modülerlikle benzerlik taşıyan yöntemler mevcuttur. Fakat modüler üretimin fabrikada standartlaşması verimlilik ve üretim hızı açısından potansiyelini artırmıştır. Modüler üretimin kullanılması, işgücü giderlerini azaltmakta ve atık yönetimini kolaylaştırmaktadır (Smith, 2010). Bu bağlamda çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik ilkelerine uygun tasarımları desteklemektedir. Prefabrikasyon ile benzerlik taşıyan modüler üretimin de farklı kullanım biçimleri mevcuttur. Bu kullanım biçimleri volumetrik, panel bazlı ve ikisinin ortak kullanıldığı hibrit sistemler olarak üçe ayrılmaktadır (Lawson et al., 2014). Şekil 3.19'daki Habitat 67 projesinde volumetrik sistemin kullanıldığı görülmektedir. Tasarımın gerekliliklerine göre hangi sistemin kullanılacağı tercih edilmektedir.



Şekil 3.19 Uygulanmış modüler üretim projesi Habitat 67 (URL61)

Volumetrik modüller üretimde nakliye sürecini karmaşıklaştırmasına rağmen sahada kurulum süresini azaltmaktadır. Konut üretiminde modüller çoğunlukla gridal düzende birleştirilmektedir. Bu sayede düşey ve yatay eksende modüller birleştirilerek geliştirilebilir tasarıma (incremental design) uygun konutların üretimi

sağlanabilir (Kendall and Teicher, 2000). Modüler üretim konutlar tekdüze ve standart tasarımları sebebiyle eleştirilebilir. Bugün IKEA, BoKlok ve nHouse gibi şirketlerin ürettiği prefabrik konutlar modüler üretim yöntemini kullanmaktadır. Şekil 3.20'de endüstriyel üretimde hareketli kol üreticisi KUKA'nın modüler konut üretimi görülmektedir. Modüler konut üretim yöntemi şantiye imalatının süresini kısalttığından dolayı hava koşullarından etkilenme oranını da azaltmaktadır.



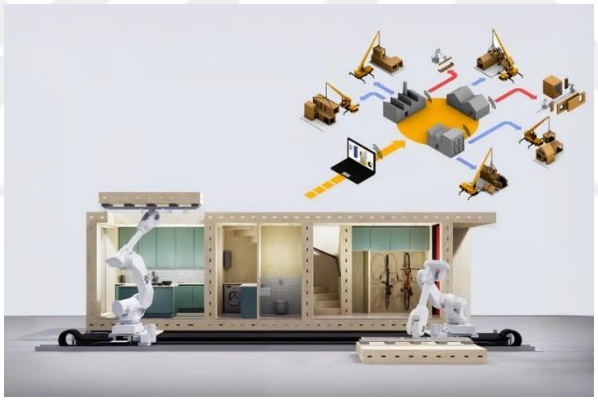
Şekil 3.20 KUKA modüler konut üretim-geleneksel üretim modeli (URL62)

Modüler üretimin, BIM ve robotik montaj gibi kavramlarla birlikte kullanıldığında dijitalleşmeyi ve süreç yönetimini kolaylaştırabileceği belirtilmektedir (Cheah et al, 2022). Buna ek olarak yöntemin, güncel tasarım yaklaşımları ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Modüler üretimde dijitalleşme sürdürülebilir malzeme kullanımı ve atık yönetiminin iyileştirilmesine katkı sağlamakta ve ayrıca döngüsel üretime entegrasyonu mümkün kılmaktadır (Mamudu et al, 2024). Modüler binalar ihtiyaca göre başka bir alana taşınabilmesi mümkün olduğundan devingen olma potansiyeli taşımaktadır.

Robotik üretim

Endüstriyel konut üretimde endüstrinin diğer alanlarında kullanılan teknikleri görmek mümkündür. Bu tekniklerden biri olan robotik üretim, imalatın süresini kısaltan, yüksek hassasiyetle çalışan, insanı devreden çıkararak çoğunlukla tekrarlanabilir, tehlikeli veya zorlayıcı üretimlerde tercih edilen programlanabilir robotların kullanımı ile ilerleyen üretim tekniğidir (Dzedzickis, 2021). Endüstri 3.0 (otomasyon) ile birlikte yapı üretim süreçlerine dahil olan ve kontrollü üretim sağlayan bir üretim tekniği olarak ele alınabilir. Robotik üretim tekrarlanan, yüksek hassasiyet gerektiren ve insanın yapmasının istenmediği işlerde (tehlikeli işler vb.) kullanılmaktadır (Liu et. al., 2022). Otomotiv, ilaç, gıda vb. birçok endüstride

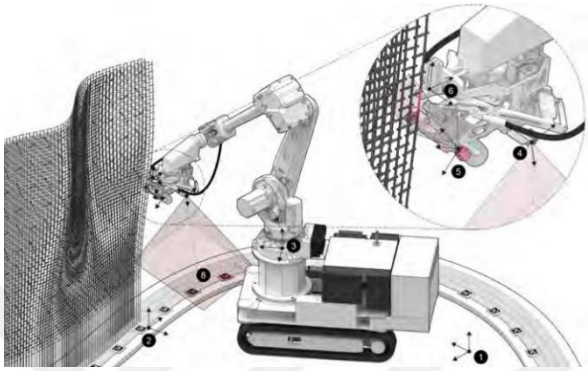
kullanılmasıyla birlikte yapı sektöründe de yaygınlaşmıştır (Branson et. al., 1990; Dzedzickis, 2021). Yazılım ile kontrolü sağlanan sensörlere sahip robotların otomatik taşıma, hareketli kollar (KUKA) ve katmanlı üretim robotları gibi birçok türü bulunmaktadır (Liu et. al., 2022). Robotik üretim, imalat süresini kısaltabilmekte, üretimin kontrolünü kolaylaştırmakta ve tasarım ile üretim arasındaki entegrasyonu sağlamaktadır (Bock, 2007). Üretim hattında robotlarla çalışmak, işçiden kaynaklanan hatalar olmadığı için üretim kalitesi artmaktadır. Modüler üretimde modüllerin standartlaşması kolaylaşmakta ve insan kaynaklı iş güvenliği sorunlarının önüne geçilebilmektedir. Bu tür avantajlarının yanında bu tekniği kullanılarak konut üretmek robotların dahil olmasından dolayı ilk üretim maliyetleri yükselmektedir (Bock, 2007). Endüstri 3.0'a geçildiğinden beri konut üretiminde, robotlar modüler ve prefabrik üretim yöntemlerinde kullanılmaktadır (Branson et. al., 1990). İngiliz Automated Architecure tarafından önerilen Şekil 3.21'deki sistem buna örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 3.21 Robotik üretim tekniğinin prefabrik ve modüler yöntemlerde kullanımı (URL63)

Robotik üretim tekniği; otomasyon, konut üretiminde üretkenlik ve bireyselleştirilmiş tasarım sağlayabilmek için kullanılmaktadır (Bock, 2007). Robot odaklı tasarım ve üretimin ortaya çıkışı Japonya'da Thomas Bock'a dayanmaktadır. Robot üretim tekniği, prefabrik ve modüler üretim sistemleriyle birlikte konut üretimini gerçekleştirmektedir. Konutu oluşturan mimari bileşenler ve volümetrik modüller üretilebilmektedir. Toyota Home, Misawa Hybrik ve Sekisui Home gibi üreticiler konut üretimlerine robotik üretim tekniklerini entegre etmişlerdir (Bock, 2007). Konut üretiminde kullanılan robotlar sadece fabrika sahasındaki üretim hatlarında değil, inşaat sahasında yapılan üretimler için de kullanılmaktadır. Ayrıca robotik kollar (Kuka, ABB vb.) ile birlikte katmanlı üretim tekniği fabrika sahası

dışında kullanılabilmektedir (Dörfler, 2019). Bu yöntemle geleneksel sahada üretim sisteminin avantajları ile fabrikadaki endüstriyel üretimin avantajlarından ortak faydalanılmaktadır. İsviçre'deki DFAB House projesinde (Şekil 3.22) devingen robotların kullanılması bu entegrasyona başarılı bir örnek olarak kabul edilebilir (Dörfler, 2019). Robotik üretim tekniği endüstriyel konut üretiminde gelişerek kullanılmaya devam etmektedir.



Şekil 3.22 DFAB House projesinde taşıcıyı donatılarının bağlanmasında kullanılan robotik üretim tekniği (Dörfler, 2019)

Katmanlı üretim

Katmanlı üretim de endüstriyel konut üretimde yaygın kullanılan tekniklerden biridir. Çoğunlukla 3D baskı üretim tekniği olarak bilinen katmanlı üretimin (additive manufacturing) başlangıcı 1984'te Charles Hull'un stereolitografi (SLA) (katılaşabilen malzeme) patentini alması kabul edilmektedir (Hull, 2015). Fakat bina üretiminde araştırılması ve kullanımı 2000'li yılları bulmuştur. Katmanlı üretim form oluşturmada geleneksel çıkartma ya da şekillendirme tekniklerine yeni bir alternatif olarak kabul edilebilir. Bu teknik dijital CAD modellerinin birbiri üzerine katman katman basılan sıvı bileşenin sertleşmesini temel almaktadır (Khoshnevis, 2004). Khoshnevis'in yapı üretiminde kontur işleme (Contour Crafting) olarak tanımladığı katmanlı üretim tekniği mimari üretimde tekniğin kullanılması üzerine çalışmaları başlatmıştır (Khoshnevis and Dutton, 1998). Mimari üretimde ve yapı bileşenlerinin ya da yapının tamamının üç boyutlu yazıcı ile basılmasında kullanılmaktadır (Bos et al., 2016). Teknik, imalat sürecini değiştirirken üretime uygun tasarımların yapılmasını gerektirmektedir. Üretim bileşeni beton, plastik veya metal malzemelerden seçilebilmektedir. Üretim için kalıba gereksinim olmadan imalat yapılarak üretim süresini hızlandırmış, israfı azaltmış ve özgün formların oluşturmasını kolaylaştırmıştır (Khoshnevis, 2004).

Süreç kullanılan bağlayıcı malzemenin zemin tabakası üzerine katman katman üst üste akıtılması-basılması ile ilerler. Çoğunlukla pürüzsüze yakın yüzeyler üretebildiği için üretimde ikinci bir aşamaya gerek kalmaz. Konut üretiminde imalat, robotik kol ya da raylı sistem kullanan bir baskı modülü aracılığı ile yapılmaktadır. Bugün Danimarkalı Cobod gibi geliştiricilerin ürettiği birçok örneğe (Şekil 3.23) rastlamak mümkündür (URL64).



Şekil 3.23 Cobod'un Hindistan'da katmanı üretim tekniği ile ürettiği konut (URL64)

Üretimde dijital model direkt basıldığı için imalatın ara aşamaları (kalıplama, iş gücününün kullanılması vs.) yoktur. Bu sebeple tasarlanan ürün ile sonuç ürün neredeyse birebir aynıdır. Bu bağlamda üretim sürecinden kaynaklanabilecek sorunların önüne geçilebilmektedir. Ayrıca parametrik ve algoritmik tasarımların üretimleri geleneksel üretimle zor olmakta fakat baskı tekniği bu tasarımların uygulanmasını mümkün kılmaktadır (Kolaveric, 2003). Endüstriyel üretimde hâkim olan standartlaşmanın dışına çıkılabilir özgün formlar gerçekleştirilebilir (Şekil 3.24). Malzeme israfını azaltması, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması, malzemelerin döngüde kalmasına olanak tanıması yönüyle sürdürülebilir ve döngüsel tasarıma entegre bir sistem olarak kabul edilebilir. Bunlara ek olarak sınırlı boyutlarda üretim yapılabilmesi önemli bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bileşen üretimi yapılarak, modüler üretim sisteminde kullanımıyla bu sınır aşılabilir.



Şekil 3.24 Geleneksel üretim tekniği ile üretimi zor olan organik formun katmanlı üretim tekniği kullanılarak üretilmesi (URL65)

Endüstriyel konut üretiminde kullanılan bu yenilikçi tekniklerin dışında geleneksel teknikler de (döküm, kaynak, metal şekillendirme vs.) kullanılmaya devam etmektedir. Örneğin sac metal şekillendirme teknikleri yapı endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Lange, 1997). Çoğunlukla taşıyıcı olmayan bileşenlerin üretiminde (cephe kaplamaları, hafif çelik taşıyıcılar, havalandırma kanalları imalatı vb.) kullanılmaktadır. Temelde fiziksel kuvvetle şekil aldıktan sonra eski haline dönmeyen malzemelere form vermek için kullanılan bir endüstriyel üretim tekniğidir (Lange, 1997). Ek olarak üretim esnasında sağlanan kontrol testlerinde (ısı kaçağı, ısı köprüsü vb.) kullanılan teknikler konut üretiminde kullanılmaktadır.

3.2.2 Endüstriyel Konut Üretiminde Tasarım Yaklaşımları

Çağdaş dönemde endüstriyel üretim alanlarında birçok tasarım yaklaşımı mevcuttur. Katılımcı, modüler, döngüsel ve sürdürülebilir tasarım, kitlesel bireyselleştirme gibi yaklaşımlar endüstriyel üretiminin farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu tasarım yaklaşımlarından bazılarına endüstriyel konut üretiminde sıklıkla rastlamak mümkündür. Endüstriyel üretim bu tasarım yaklaşımlarını kullanarak çok adette ürünü verimli bir şekilde üretmeyi temel almaktadır. Endüstriyel konut üretiminde ise benzer şekilde daha hızlı, kontrollü, verimli ve uygun fiyatlı ürün elde etmek amaçlanmaktadır. Bu amaçlara ulaşabilmek adına bahsi geçen tasarım yaklaşımları endüstriyel konut üretiminde yer almaktadır.

Katılımcı Tasarım

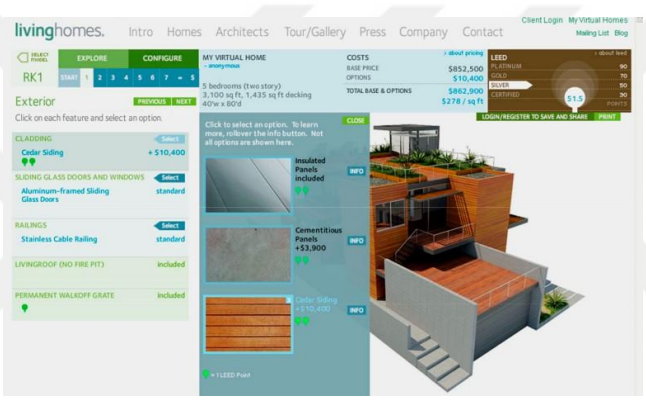
Katılımcı tasarım (participatory design), tasarım aşamasında kullanıcının sürece dahil olmasını ve tasarımcı ile iş birliğini amaçlayan bir tasarım yaklaşımıdır. Konut tasarımında kullanıcı, ihtiyaç duyduğu mekânsal tercihleri tasarımcıya doğrudan iletebilmektedir. Katılımcı tasarım yaklaşımı kentsel planlama, mimari, ürün ve hizmet tasarımı gibi alanlarda yer almaktadır (Luck, 2007). Henry Sanoff 1960'larda aktivist bir hareketle katılımcı tasarımdan söz eden önde gelen kuramcılardan kabul edilmektedir (Şekil 3.25) (Sanoff, 2000). 1970'lerde İskandinav ülkelerinde işçilerin, sistem ve mekân taleplerini tasarımcılara aktarması katılımcı tasarımın tarihsel gelişiminde önemli dönüm noktası olmuş ve işçiler mekân tasarımına da katılmışlardır (Sanders and Stappers, 2008). Bu gelişme ile birlikte paydaşlar ya da etkilenenler tasarım sürecinde yalnızca ihtiyaçları sorulan bireyler değil; zanaatkar üretim döneminde olduğu gibi deneyimlerini aktaran bireylere dönüşmüştür. Katılımcı tasarım yaklaşımı geleneksel üretimde de yer alabilir fakat endüstriyel üretimde daha yaygındır (Sanders and Stappers, 2008). Tasarımcılar kullanıcıların fikirlerini almak için görüşmeler, grup haritalamaları ve anketleri kullanmaktadır (Sanoff, 2022). Demokrasi kavramının tasarım sürecine dahil edilmesi olarak kabul edilebilir.



Şekil 3.25 Henry Sanoff Kuzey Karolina Reidsville kasabası katılımcı tasarım süreci (Sanoff, 2018)

Endüstriyel konut üretiminde bir ürün gibi standart (tekdüze) tasarlanıp satılan konutlar söz konusudur. Bu durum endüstriyel konutun farklı kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verememesi ve ihtiyaçları da standartlaştırması gibi eleştirilere maruz kalmasına sebep olmaktadır. Katılımcı tasarım yaklaşımı bu duruma bir çözüm olarak sunulabilir. Kullanıcıyı tasarım sürecine dahil etmek nispeten kolay değildir. Fakat dijitalleşen dünya yeni teknolojilerle bu birlikteliği daha kolay sağlayabilmektedir. Örneğin BIM üzerinde tasarlanan dijital ikizlerin kullanıcıların

sürece dahil olmasını kolaylaştırabileceği çıkarılabilir. Amerika'da endüstriyel konut üreticisi LivingHomes BIM üzerinde kullanıcılarının tasarıma dahil olmasına olanak tanıyan çevrimiçi bir dijital araç kullanıma sunmuştur (Şekil 3.26) (Eid Mohamed, and Carbone, 2022). Kullanıcının tasarım sürecine ne zaman dahil olduğu katılımcı tasarımın farklı tanımlarında yer almaktadır. Kullanıcıların sonradan tasarım sürecine dahil olduğu açık sistem tasarımı bunlardan biridir. Fakat bu şekilde yürütülen katılımcı tasarımda kullanıcı ve tasarımcı arasında gerekli iletişimin kurulabildiğinden tam olarak söz edilemez. Şili'de yapılan Alejandro Aravena'nın Elemental Konut projesi bu duruma örnek olarak verilebilir (Aravena, 2011). Mimar tasarımı bitirmemiş kullanıcının gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamaya olanak sağlayacak şekilde açık (yarım) bırakmıştır.

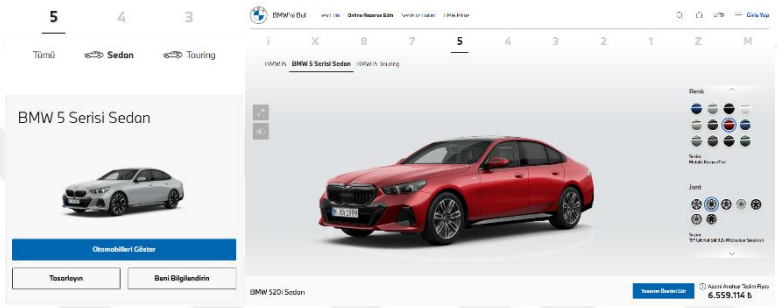


Şekil 3.16 LivingHomes dijital çeviriçi katılımcı tasarım aracı (Eid Mohamed and Carbone, 2022)

Kitlesel Bireyselleştirme

Kitlesel bireyselleştirme (mass customization) kavramı kullanıcı odaklı tasarım yaklaşımıyla endüstrinin tekdüze üretim süreçlerinin çeşitlendirilmesine dayanır. Neredeyse her tüketicinin ihtiyacını karşılayabilecek çeşitliliği sağlayarak farklı kombinasyonlarla özelleştirilmiş ürün veya hizmeti makul fiyata üretmek olarak tanımlanmaktadır (Pine, 1993). Katılımcı tasarımla benzer gayelere sahiptir. Fakat kitlesel bireyselleştirme seri üretimin avantajlarını kullanarak bireye özel bir ürün tasarlama imkânı sunmaktadır. Birey ve tasarımcı birebir iletişim kurmak zorunda değildir. Kitlesel bireyselleştirmenin çıkış noktası Stanley Davis'in 1987'de yazdığı "Gelecek Mükemmel" kitabında bu kavramı kullanması olarak kabul edilmektedir (Davis, 1987). Joseph Pine ise 1993'te kitlesel bireyselleştirmeyi, zanaat ve seri üretimin olumlu yönlerinin bir araya getirilmesi olarak tanımlamış ve sistemleştirmiştir (Pine, 1993).

Kullanıcı tasarım seçenekleri havuzundan ihtiyaç duyduğu senaryoya göre seçim yaparak son ürünü oluşturmaktadır. Kitlesel üretimin hız ve verimlilik gibi avantajlarından yararlanarak çok sayıda üretim yapılabilirken son ürünün kullanıcıya göre farklılaşmasını sağlar. Endüstriyel üretimde kitlesel bireyselleştirmenin kullanımı otomotiv, mobilya, tekstil ve gıda gibi endüstrilerde oldukça yaygındır (Eid Mohamed and Carbone, 2022; Piller and Euchner, 2024). Örneğin bir araç satın alırken üreticinin belirlediği opsiyonlar üzerinden satın alınacak aracın konfigüre edilmesi kitlesel bireyselleştirmedir (Şekil 3.27). Endüstriyel konut üretiminde ise kitlesel bireyselleştirme yaklaşımı mimarlığın doğasına uygun olarak özgün son ürünler (konut) üretimine olanak tanımaktadır.



Şekil 3.27 BMW otomobillerinde kullanıcının ihtiyaçlarına göre bireyselleştirebileceği konfigüratör (URL66)

Endüstriyel konutta uygulama yöntemleri olarak modüler sistemler, hesaplamalı tasarım ve çevrimiçi konfigüratörler kullanılabilir (Kieran and Timberlake; 2004; Eid Mohamed and Carbone, 2022). Kitlesel bireyselleştirme form özelinde kullanıcıya seçenek sunabilmek amacıyla modüler tasarımdan faydalanmaktadır. Modüler sistemler modüllerin farklı şekilde bir düzen oluşturmasına olanak tanır. Hesaplamalı tasarım ise kullanıcıların talepleri üzerine oluşturulan desen ve form seçenekleri üretmektedir. Çevrimiçi konfigüratörler otomobil satışında olduğu gibi bir seçenek havuzundan (plan, malzeme, form gibi seçenekler) seçilir. IKEA konfigüratörleri bu sistemin kullanımına örnek olarak verilebilir. Kitlesel bireyselleştirme, sistemi karmaşık hale getirebildiği için üretimde zorluklara sebep olabilir. Hollanda'da bulunan endüstriyel konut üreticisi Uuthuuske ise kullanıcılarına tasarım sürecine dahil olabilecekleri seçenekler sunmaktadır (URL67). Şekil 3.28'de görüldüğü gibi kullanıcı internet sayfası üzerinden ihtiyaç duyduğu konutun kategorisini, büyüklüğünü, çatı tipini ve mimari tarzını seçenekler arasından belirleyebilmektedir.



Şekil 3.28 Endüstriyel konut üreticisi Uuthuuske'nin kullanıcılarına sunduğu çevrimiçi konfigöratör (URL67)

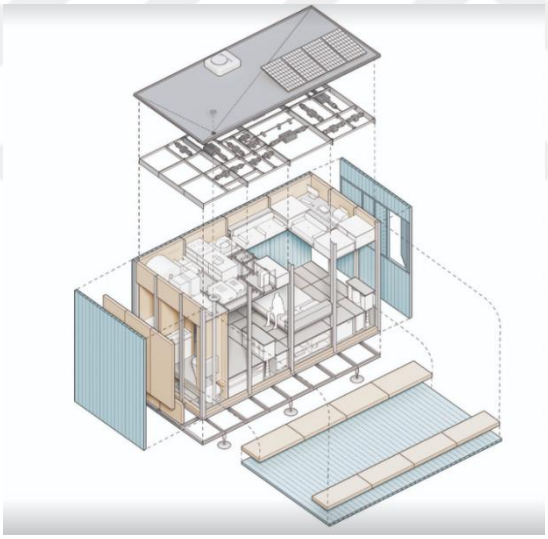
Kullanıcıların taleplerini üreticiye ya da tasarımcıya iletebilmesi için internet ve gelişmiş yazılımlara ihtiyaç vardır (Piller and Euchner, 2024). Bugün gelinen noktada yapay zekanın kullanımıyla kitlesel bireyselleştirmenin eskisi kadar karmaşık olmayacağı ve kullanıcının özelleştirilmiş ürünü daha az bekleyeceği öngörülmektedir. Çünkü yapay zekâ kullanıcının tüketim alışkanlıklarını bilecek ve imalat sürecini talepten önce başlatabilecektir. (Piller and Euchner, 2024). Bu gelecek vizyonlarıyla kitlesel bireyselleştirmenin endüstriyel konut üretiminde önemi ve kullanımının artması beklenmektedir. Şekil 3.29'da dijital teknolojinin endüstriyel konut üretimi özelinde kullanımına bir kitlesel bireyselleştirme sistemi önerisi yer almaktadır.



Şekil 3.29 Endüstriyel konut üretiminde kitlesel bireyselleştirme önerisi Microhome mimari yarışmasında onur ödülü (URL68)

Modüler Tasarım

Modüler tasarım, önceden tasarlanıp üretilen, eklenebilir ve sökülüp değiştirilebilir alt birimlerin (modül) birleştirilerek ürünün oluşturulmasına olanak sağlayan bir tasarım yaklaşımıdır (Şekil 3.30) (Smith, 2010). Modüler tasarım konut üretiminde gerektiğinde eklenebilmeyi mümkün kılar, üretimin kontrolünü ve verimini artırır, imalat süresini kısaltır, kurulumu kolaylaştırır ve kaynak kullanımını optimize eder (Smith, 2010; Mohammed and Carbone, 2022). Dünya genelinde artan konut talebine hızlı çözümler sunmak için modüler tasarımın kullanımı iyi bir seçenek olarak görülmektedir (URL69). Ayrıca imalat ve kurulum sürelerini azalttığı için acil durumda ihtiyaç duyulan konutlarda iyi bir çözüm olabilir. Bununla birlikte, modüler tasarımın prefabrik üretim yöntemi ile birlikte kullanılması olumsuz çevresel etkileri azaltmaktadır. Örneğin modüler prefabrik üretim sahada geçirilecek süreyi kısalttığı için hava koşullarından daha az etkinlenmesini sağlar (Gibb and Pendlebury, 2006).



Şekil 3.30 Modüler tasarım endüstriyel bir konutun modülleri (URL69)

Modüler tasarım; standartlaşma, seri üretim, fabrika üretimi, lojistik ve kalifiye elemana ihtiyaç duymadan kolay montaja erişebilme ihtiyacını karşılamaktadır. Bu maddeler temelde üretim verimini artırma ihtiyacına dayanmaktadır. Modüler tasarımda üretim aşaması kadar kurulum aşaması ve çevresel etkiler de önemlidir. Sahada harcanan zamanı %50'ye kadar; atık üretimini ise %70'e yakın oranlarda azaltmaktadır (McKinsey and Company, 2019; Kamali and Hewage, 2016). Sürdürülebilir tasarımı bu süreç ile desteklediği söylenebilir. Modüler tasarımın sökülüp takılarak devingen olma potansiyeli ile yeniden kullanılabilmesi ve

kullanım ömrünün uzatılabilmesiyle döngüsel ekonomiye geçişi sağlayabileceği belirtilmektedir (Zhang et al., 2020). Şekil 3.31'de devingen modüler konut projesi yer almaktadır. Ayrıca modüler tasarımla konut üretiminin birçok farklı paydaş ve alana etkisi olduğu söylenebilir.



Şekil 3.31 Buildner oluşumunun Microhome yarışmasına devingen modüler konut önerisi (URL69)

Endüstriyel üretimin evrimleşmesinde konutun endüstriyelleşmesi alanında birçok farklı deneme yapılmıştır. Modüler tasarım yaklaşımının uygulandığı ölçekler farklılaşmaktadır. Modüler tasarımla üretim bileşen alt montajı (pencere vb.), hacimsel olmayan ön montaj (kaplama panel vb.) ve volümetrik modülerlik olarak ayrılabilir (Kamali and Hewage, 2016). Le Corbusier'nin insan antropometrisini göz önünde bulundurarak yapı dili olarak geliştirdiği "Modular" modüler tasarımla seri üretimi birleştirmiştir (Corbusier, 1954). Dom-Ino evinde bu sistem okunabilmektedir. Bu modüler tasarım bileşen alt montajının denemesi olarak kabul edilebilir. Jean Prouve'un geliştirdiği sökülüp takılabilir kolonyalist konut Maison Tropicale ve Buckminster Fuller'ın geliştirdiği endüstriyel konutlar ve özellikle ıslak hacim birimleri modüler tasarımın volümetrik modülle üretim yöntemine iyi birer örnektir (Şekil 3.32). Konrad Wachsman ve Walter Gropius 1940'lı yıllarda Amerika'da "Packaged House" tasarımını oluşturarak prefabrik modüler konut geliştirmişlerdir (Smith, 2010). Jean Prouve geliştirdiği Maison IKEA da aynı tarihlerde mobilya üretiminde "flat-back" kavramını modüler tasarım yaklaşımıyla geliştirerek sökülüp takılabilir ve düz formlar şeklinde paketlenebilir ürünler tasarlamıştır (URL70). Volümetrik modüler tasarım, lojistik ile birlikte düşünülmesi gerekliliğinden dolayı belli sınırlamalara tabi olmak durumundadır. Her modül taşınabilecek büyüklükleri geçmemelidir.



Şekil 3.32 Fuller'ın volümetrik modüler ıslak hacim ve yaşam ünitesi (Kim, 2011)

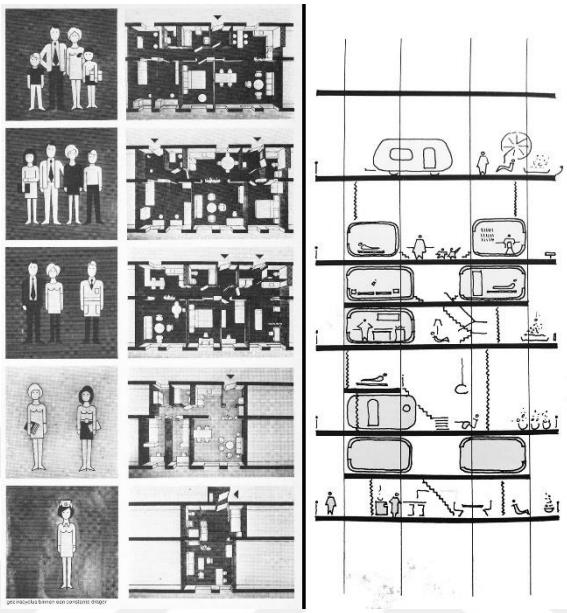
Modüler tasarım yaklaşımıyla birlikte tasarlanan konut tasarım esnekliğine sahiptir. Modüller birçok farklı olasılıkla birleştirilerek yeni planlar ve formlar oluşturmaya olanak tanır. Şekil 3.33'te modüler tasarımın Sekisui konutlarında uygulanan plan esnekliği yer almaktadır. Kitlesel bireyselleştirme yaklaşımının uygulanmasında modüler tasarımın bu yönü önem kazanmaktadır. Ayrıca aynı modüllerle farklı işlevli binalar da tasarlanabilir. Dijital çağın yaşandığı günümüzde modüler tasarım bilgisayarların kullanımıyla daha gelişmiş ve karmaşık çözümlemelerle birlikte kullanılabilmektedir.



Şekil 3.33 Japon endüstriyel konut üretici Sekisui örnek modülerizasyonları (Rupnik et al., 2022)

Modüler tasarım yaklaşımının ardından alt türü olan geliştirilebilir/eklenebilir (incremental/expandable/adaptive design) kavramlarından bahsedilebilir. John Habraken (1972), kullanıcıların ihtiyaç duyduklarında binalarını değiştirebilmesine olanak sağlayan geliştirilebilir/eklenebilir tasarım kuramın ortaya atmıştır. Açık uçlu tasarım yaklaşımı ya da açık sistem (open building) olarak da tanımlanabilir. Temel işlevleri barındıran konut başlangıçta tasarlanır ve üretilir. Ardından Şekil 3.34'te görüldüğü gibi kullanıcı ihtiyaç duyduğu şekilde bu konutu kişiselleştirebilir. Bu tasarım zamanın, maliyetin ve alanın kısıtlı olduğu durumlarda tercih edilmektedir (Habraken, 1972). Kullanıcı bu tasarım yaklaşımıyla birlikte tasarım aşamasında katılımcı rolünde değildir. Konut üretildikten sonra tam olarak bitmediği için kullanıcı daha sonra katılımcı rolü

kazanır. Dolayısıyla bu tasarım yaklaşımı katılımcı tasarımla birlikte de düşünülebilir. Modüler tasarımın alt türü olan bu yaklaşımda kullanıcıların yeterli teknik yetkinliğe sahip olmama olasılığı yüksek olduğundan ekleme yapılar estetik ve teknik olumsuzlar tasarım yaklaşımının eksikliği olarak görülebilir.



Şekil 3.34 Farklı türdeki sakinleri barındıracak farklı birimlere ait görseller ve teknik çizimler (Bosma, 2000)

Anadolu Evi'nin bu tasarım yaklaşımına bir örnek olduğu savunulabilir. Ailenin çocukları evlendiğinde başka bir konuta taşınması yerine mevcut konuta ekleme veya bölme yapılarak konut genişletilir (Bektaş, 2013). Başlangıçta Anadolu Evi'nin bu olanağı sağlayacak şekilde kurgulandığı söylenebilir. Endüstriyel konut üretiminde geliştirilebilir tasarım yaklaşımı modülerlik ve prefabrikasyonla da doğrudan ilişkilendirilebilir. Alejandro Aravena'nın düşük gelir grupları için geliştirdiği "half design" konseptinde ürettiği konutlar da bu tasarım yaklaşımının çağdaş örnekleri arasında yer almaktadır (Aravena, 2011).

Modüler tasarım bir diğer alt türü sayılabilecek sökülüp takılabilir tasarım yaklaşımıyla birlikte de kullanılabilmektedir. Sökülüp takılabilir tasarım yaklaşımı kurulum sırasında bileşenlerin zarar görmeyeceği şekilde imal edilerek taşınıp yeniden kuruluma olanak vermektedir (Smith, 2010). Bu sebeple kuru birleşim detaylarıyla birlikte geliştirilmektedir (Crowther, 2005). Bu yaklaşım modeliyle konutun kullanım ömrü uzatılabilmektedir. Konutun farklı bileşenleri için farklı kullanım ömrü beklentileri mevcuttur (Brand 1995; Smith, 2010). Kullanım ömrü

dolan bileşen değiştirilir ve konut kullanımına bu şekilde devam edilmektedir. Ayrıca konutun gelecekteki kullanımı esneklik, sürdürülebilirlik, döngüsel üretime uygunluk ve uzun vadede maliyet verimliliği oluşturabilmektedir (Crowther, 2005). Ancak yeniden kullanılabilmeyi mümkün kılmak için bileşenlerin buna uygun üretilmesi ilk üretim maliyetlerini artırmaktadır. Sökülen bileşenleri depolama külfeti bir başka sorun olarak ele alınabilir. Sökülüp takılabilir tasarım yaklaşımı çoğunlukla geçici konutlarda (mülteci kampları, afet sonrası konutlar vb.) kullanılmaktadır (Ban, 2014). Sonuç olarak bu yaklaşımla üretilen konutlar gelecek projeksiyonlarına göre şekillenebilecek ve farklı kullanıcılara hizmet ederek farklı yaşam döngüleri geçirebileceklerdir.

Sürdürülebilir ve döngüsel tasarım

Sürdürülebilir tasarım kaynakların sorumlu ve dengeli kullanılmasını sağlama, çevreye olan olumsuz etkileri azaltma ve dünyaya hasar vermeme ilkelerini esas alan bir tasarım yaklaşımıdır (Williams, 2007). Kökleri endüstrinin eleştirilmesine dayanan sürdürülebilirlik, 1960-1970'li yıllarda çevreyi koruma kaygılarının artmasıyla birlikte ön plana çıkmıştır (Carson, 2002). 1987 yılına gelindiğinde BM'nin sunduğu "Ortak Geleceğimiz (Brundtland Raporu)" sürdürülebilir kalkınma kavramını ortaya çıkarmış olup tasarım ve üretim alanlarında "gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye sokmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılama" yaklaşımını getirmiştir (Brundtland, 1987).

Bina üretiminde sürdürülebilir tasarım için çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerin birlikte düşünülmesi gerekmektedir (Şekil 3.35) (Ding, 2008). Bu doğrultuda üretilen konutun dayanıklı olması ve dolayısıyla uzun kullanım ömrü sunması hedeflenmektedir. Konutların tasarımdan yıkıma kadar geçen süreçte açığa çıkardığı çevresel etkiler, sürdürülebilirlik yaklaşımının çevresel boyutu bağlamında değerlendirilebilir. Bu süreç boyunca tüketilen enerji ve karbon emisyon miktarları çevresel sürdürülebilirlik kriterleri arasında gösterilebilir. LEED ve BREEAM gibi sertifikasyonlar global olarak kabul gören ve sürdürülebilirliği ölçen değerlendirme araçlarıdır (Larsson, 1998). Bu sertifika sistemleri belirli parametrelerle binanın sürdürülebilirliğini ölçmekte ve bir derecelendirme sistemi oluşturmaktadır.



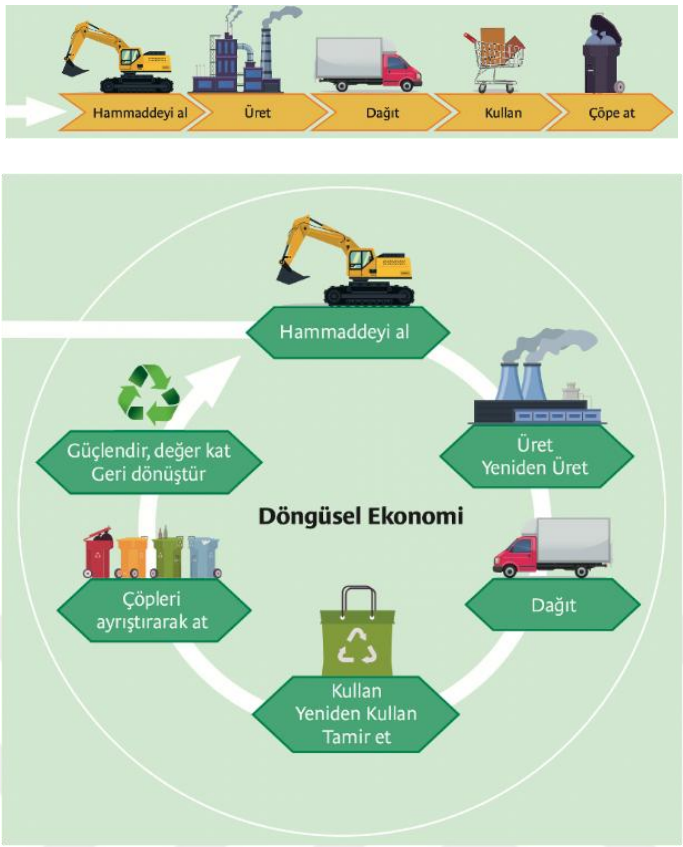
Şekil 3.35 Sürdürülebilirliğin temel bileşenleri (URL71)

Endüstriyel konutların otomasyonla birlikte çevreye duyarlı bir şekilde üretilmesi sürdürülebilirliğe geçişte önem taşımaktadır (Luther, 2009). Endüstriyel konut üretimi fabrikada gerçekleştiği için atık yönetimi ve malzemelerin yeniden kullanımı daha olanaklı hale gelmektedir. Sürdürülebilirlik yaklaşımının ekonomik boyutu göz önünde bulundurulduğunda, inşa süresi kısalır ve proje teslim süresine uygun şekilde bitirilir (Narváez et al., 2023). Bu durumda hem çevresel hem de ekonomik katkıdan bahsedilebilir. Konut üretiminde kullanılan malzemeler de sürdürülebilirliğe etki etmektedir (Taylor et al., 2023). Ayrıca kullanılan malzemelerin yerel kaynaklardan tedarik edilebilmesi nakliye sırasında açığa çıkan çevresel etkileri azaltmaktadır. Fakat endüstriyel konut üretimi merkezileştirildiği için yerel istihdam ve kaynak kullanımı tercih edilememektedir. Bu yönüyle sürdürülebilirlik ilkeleri ile ters düşmektedir. İngiltere merkezli Automated Architecture (AUAR) konut geliştirme girişimi bu duruma önlem olarak yerel kaynak kullanarak otomasyonla endüstriyel konut üretmeyi sağlayan mini fabrika geliştirmiştir (URL72). Bu yerel üretim yöntemiyle sürdürülebilirlik desteklenmektedir. Şekil 3.36'da AUAR'ın geliştirdiği merkezi ve yerel endüstriyel üretimin diyagramı yer almaktadır.



Şekil 3.36 AUAR'ın otomasyonla merkezi ve yerel fabrikada sürdürülebilir endüstriyel konut üretim diyagramı (URL72)

Endüstriyel konut üretiminde sürdürülebilirlik yaklaşımına ek olarak döngüsel tasarım yaklaşımı da ön plana çıkmaktadır. Yapı üretiminde "al-kullan-at" modeli yaygın olarak kullanılmaktadır (MacArthur, 2013). Döngüsel tasarım yapı ve yapı bileşenlerinin yaşam döngüsünü yeniden kurgulayarak atık üretimini ortadan kaldırması yönüyle sürdürülebilir tasarımdan ayrılmaktadır (Geissdoerfer et al., 2017). Döngüsel ekonomi ilkelerine dayanan bu yaklaşımda al-kullan-at (take-make-waste) ekonomisi olarak adlandırılan geleneksel doğrusal ekonomi modelinden döngüsel ekonomiye geçişin sağlanması hedeflenmektedir (Dokter et al., 2021). Şekil 3.37'de bu modeller detaylı olarak yer almaktadır. Bu bağlamda kaynak kullanımını ve atık üretimini minimuma indirerek kaynakların kapalı bir döngü içerisinde tutulmasını amaçlayan bir tasarım yaklaşımıdır (Ellen MacArthur Foundation, 2020). Döngüsel tasarım temelde "3R"; azaltma (reduce), yeniden kullanım (reuse) ve geri dönüştürme (recycle) stratejilerine dayanmakla birlikte 10R (refuse, rethink, reduce, reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle, recovery) stratejilerine de sıklıkla rastlanmaktadır (Potting et al., 2017). Yapı sektörü küresel ölçekte kaynakların yaklaşık %50'sinin tüketiminden ve atık üretiminin yaklaşık %30'undan sorumludur (Pomponi and Moncaster, 2017). Döngüsel ekonomi için inşaat faaliyetleri bu sebeple yüksek öneme sahiptir. Toplam yapı üretiminin büyük çoğunluğunun konut olduğu bilinmektedir. Üretim verimliliği yüksek olan endüstriyel konut üretimi döngüsel ekonomiye geçişte kendine önemli bir kullanım alanı bulmaktadır. Endüstriyel konut; üretim verimliliğinin yüksek olması ile kaynak kullanımını azaltma; sökülüp takılabilir olma yönüyle yeniden kullanım ve geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı ile döngüselliğin geri dönüşüm stratejilerine uyumludur.



Şekil 3.37 Doğrusal ekonomi ve döngüsel ekonomi modeli (URL73)

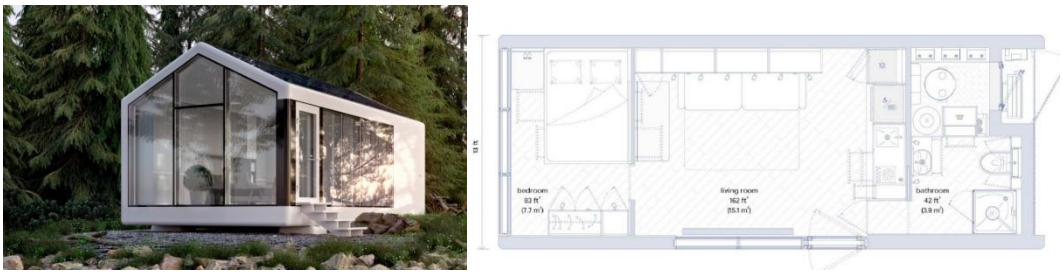
Döngüsel tasarım yaklaşımı ile birlikte dijitalleşme yeniden ele alınmıştır. BIM ve malzeme pasaportları gibi malzeme izlenebilirliğinin sağlanabildiği alanlarda gelişmeler gerçekleşmektedir (Honic et al., 2019). Bu dijital araçlarla malzemeler veritabanlarına işlenebilmektedir. Endüstriyel konut üretiminde kullanılan veya kullanılabilecek malzemelerin bu sistemlere entegrasyonu kaynak kullanımının azaltılması noktasında önem kazanmaktadır. Fabrika ortamında yapılan bu konutların üretiminde malzemelerin yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesi için alanlar oluşturulabileceği düşünülmektedir. Şekil 3.38'de yer alan ARUP'un sürdürülebilir ve döngüsel tasarım yaklaşımlarına göre Almanya'daki Essen kenti için geliştirdiği F2K projesi yenilikçi bir örnek olarak verilebilir (URL74). Döngüsel tasarım yaklaşımları tüm bunlar dikkate alındığında endüstriyel konut üretiminde önem arz etmektedir.



Şekil 3.38 ARUP sürdürülebilir döngüsel endüstriyel F2K konut prototipi Essen-Almanya (URL74)

Off-Grid Tasarım

Son olarak endüstriyel konut üretiminde tasarım yaklaşımı olarak off-grid tasarım (şebekeden-alt yapıdan bağımsız) ele alınabilir. Konutların herhangi bir enerji, su, iklimlendirme ve atık yönetimi için şebekeye bağlılık duymaması off-grid tasarım olarak tanımlanmaktadır (Black, 2008; URL75). Altyapıya uzak alanlarda konumlanan ya da ekolojik hassasiyetin yüksek olduğu konumlarda tercih edilebilmektedir. Off-grid tasarım, pasif-sıfır enerjili ev kavramlarıyla benzer tasarım kaygıları taşımaktadır. Altyapıya gereksinim duyulmadan yaşam olanağı sunan off-grid tasarlanmış konutlar, bireysel özgürlüğü önceliklendiren kullanıcılar için önem arz etmektedir. Afet sonrası hasar gören altyapı sebebiyle afet sonrasında kullanımları kolaylık sağlamaktadır (Lee et al., 2025). Off-grid konutlar enerjisini yenilenebilir kaynaklardan, suyu ise yağmur hasadıyla elde etmekte ve gri suyu arıtmaktadır (URL75). Enerji, su ve atık depolamak için belirli donatıları ve depoları birlikte düşünülmek zorundadır (Menconi et al, 2016). Şekil 3.39'da Haus.me şirketinin tasarlayıp ürettiği endüstriyel konut mOne modeli off-grid tasarım yaklaşımıyla tasarlanmıştır.



Şekil 3.39 Off-grid tasarım yaklaşımıyla tasarlanmış endüstriyel konut haus.me mOne modeli (URL76)

Endüstriyel konut üretiminde birçok tasarım yaklaşımı mevcuttur. Bu yaklaşımlardan bazıları öne çıkmakta olup birlikte kullanılmasının yanı sıra münferit olarak da kullanılabilir. Endüstriyel konutların bir ürün gibi üretilmesi dolayısıyla standart tasarımlara sebep olması ve aynılaşması problem olarak görülebilir. Bu noktada katılımcı tasarım ve kitlesel bireyselleştirme çözüm adına önem kazanmaktadır. Modüler tasarım konutun nakli, üretimi, onarımı ve gelecekte değişebilecek ihtiyaçlara göre gelişimini olanıklı kılmaktadır. Sürdürülebilir ve döngüsel tasarım yaklaşımlarının ise artan kaynak kullanımını azaltabileceği, enerji ve atık yönetimini kolaylaştırabileceği ön görülmektedir. Bireyselleşen bireyin özgür yaşam arzusunu destekleyebilmek amacıyla ise off-grid tasarım önemli görülmektedir. Endüstriyel konut üretiminin bu tasarım yaklaşımları ile birlikte ele alındığında gelecekte daha çok tercih edileceği düşünülmektedir.

Modern yaşam pratiklerine uyum sağlayabilme, maliyet odaklı erişilebilirlik ve çevresel etkileri azaltma gibi amaçlara ulaşmak için endüstriyel üretim konut gerekli görülmektedir. Küresel olarak artan nüfus ve konut talebi de gelecekte endüstriyel konutların gelişimini kaçınılmaz kılmaktadır. Bu çalışmada endüstriyel üretim ve konut kavramlarının incelenmesi alan çalışmasındaki değerlendirmeler için zemin oluşturmaktadır. Değerlendirme ölçütleri ve örnekler bu bölümde incelenen hususlara göre ele alınmıştır.

4
DEVİNGEN ENDÜSTRİYEL KONUT ANALİZİ

Devingen mekânlar insanlık tarihi boyunca kullanılmıştır. Bireyler barınma ihtiyaçları için kullandıkları konutlarını da bu devingen nitelikteki mekânlardan oluşturmuştur. Devingen konutlar vernaküler olarak üretilmeye başlamış ve zaman içerisinde yeni teknolojilerle üretim yöntemleri de gelişmiştir. Bu bağlamda devingen endüstriyel konut kavramı karşımıza çıkmaktadır. Endüstriyel üretim son üç yüzyıldır evrimini sürdürmektedir. Birçok ürün ve hizmet üretiminde yer alan endüstri, zamanla yapı sektörü ve konut üretiminde de yer almaya başlamıştır. 20. yüzyılda devingen konutlar endüstriyel olarak saha dışında fabrikalarda üretilmiştir. 21. yüzyıla gelindiğinde ise endüstrinin evrimleşmesiyle birlikte devingen endüstriyel konut üretimleri bugünkü halini almıştır. Dijitalleşme bu üretimin merkezinde yer almaktadır. Günümüzde devingen endüstriyel konutlar kullanıcı taleplerini karşılama, daha hızlı-verimli-kontrollü üretim sağlama ve fiyat odaklı erişilebilirlik sunma gibi kaygılarla gelişmeye devam etmektedir. Bunlara ek olarak çevresel sorunlar göz önünde bulundurularak tasarımlar geliştirilmektedir. 21. yüzyılın devingen endüstriyel konutları, bireysel ve özgür yaşama arzusunda olan modern devingen bireyin kullanımına sunulmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde 21. yüzyılın devingen endüstriyel konutları ele alınarak analiz edilmiştir. Bu analizde ilk aşamada literatür taramasından yola çıkılarak devingenlik türü ile endüstriyel üretim yöntem ve teknikleri belirlenmiştir. Ek olarak üretimde öne çıkan tasarım yaklaşımları analize dahil edilmiştir. Devingenlik; bütünsel devingen, yeniden yerleştirilebilir ve sökülüp takılabilir olarak üç türde ele alınmıştır. Endüstriyel üretim yöntemleri montaj hattı kullanımı, prefabrikasyon ve modüler üretim; teknikleri ise robotik ve katmanlı üretim olarak belirlenmiştir. Tasarım yaklaşımlarında; katılımcı tasarım, kitlesel bireyselleştirme, modüler tasarım, sürdürülebilir-döngüsel tasarım ve off-grid tasarım ölçütleri

değerlendirilmiştir. Bu analiz devingen konutun endüstriyel üretimle birlikte nasıl üretildiği ve öne çıkan tasarım yaklaşımlarını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda çalışmada, devingen endüstriyel konut örneklerinin belirlenen ölçütlere göre analizi tezin alan çalışmasını oluşturmaktadır.

Analiz ölçütlerinin belirlenmesinde devingenlik türü, endüstriyel üretim yöntem-teknikleri ve tasarım yaklaşımları literatüre göre detaylandırılmıştır. Devingenlik kavramı, literatürde konum değişimi ve geometrik değişim olarak iki başlıkla ele alınmaktadır. Bu çalışmada konum değişimine göre inceleme yapıldığı için bütünsel devingenlik, yeniden yerleştirilebilirlik ve sökülüp takılabilirlik önceliklendirilmiştir. Endüstriyel üretim yöntem-teknikleri incelendiğinde ise birçok farklı yöntem ve teknik yer almasına rağmen konut üretiminde sıklıkla kullanılan ve kullanılabilecek olanlar belirlenmiştir. Konut yapım tekniği ve malzeme kullanımı göz önünde bulundurularak yöntem ve teknikler sınırlandırılmıştır. Bu bağlamda montaj hattı kullanımı, prefabrikasyon, modüler üretim ve yakın çağda gelişen robotik ve katmanlı üretim bu kategorideki ölçütleri oluşturmuştur.

Konutun endüstri ile birlikte üretilmesi endüstriyel bir ürün olarak görülmesine sebebiyet vermektedir. Ürüne dönüşen konut standartlaşarak-aynılaşarak üretilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için tasarım yaklaşımları ürün ve mekân üretimini ayırmaktadır. Mimarlık ürünü olan konutun kullanıcı ihtiyaçlarına göre özgün hale getirilmesi gerekliliği düşünüldüğünde, endüstriyel üretimin olumsuz yönlerine karşılık olarak katılımcı tasarım ve kitlesel bireyselleştirme gibi tasarım yaklaşımlarının tercihi gerekli görülmektedir. Bu tasarım yaklaşımlarının sürece dahil edilmesi seri üretimin, mimar ve kullanıcının birbirinden kopuk bir tasarım süreci oluşturmasını engellemeye yardımcı olur. Devingenlik kabiliyetinin artmasına ve üretimin özgünleşmesine olanak sağlayan modüler tasarım bir diğer ölçüt olarak seçilmiştir. Ek olarak 21. yüzyılda bina üretiminde çevresel sorunlara yol açan ekolojik çıktılar önem arz etmektedir. Bu bağlamda üretilen konutlarda sürdürülebilir ve döngüsel tasarım bir diğer ölçüt olarak analize dahil edilmiştir. Gelecek vizyonlarını tahayyül edebilmek adına da sürdürülebilirlik ve döngüsellik ilkelerine uyum önemli görülmektedir. Ayrıca her konumda alt yapıya, şebekeye erişim mümkün olamamakta ve bu nedenle off-grid tasarım yaklaşımı da tercih edilir olmaktadır. Off-grid tasarım kırsala tersine göç, nüfusun desantralize olma

gerekliliği, yoğun kent merkezleri yerine çeperlere homojen yerleşme ile toplumdaki artan bireyselleşme ve devingen yaşam tercihleri için önem arz etmektedir. Bu noktada off-grid tasarıma uygunluk ve off-grid tasarım için kullanılan teknolojik eklentiler de analizde yer almaktadır.

Örneklerin belirlenmesinde literatürden alınan devingenlik türlerinin en az birine dahil olması gerekli görülmüştür. İncelenen konutlar, birkaç devingenlik türünün özelliklerini de birlikte gösterebilmektedir. Endüstriyel üretim bağlamında ise saha dışında fabrika ortamında üretim göz önünde bulundurulmuştur. 21.yüzyılda üretilen 11 adet konut örnek analizi için seçilmiştir. Bu örnekler; Jean Prouvé 6x6 Demountable House, Micro Compact Home, Ecocapsule, WikiHouse, IKEA Better Shelter, Wohnwagon, Westfalia, Discover 3D Camper, Uuthuuske, Microhaus.me ve 333 Leerpark Daiwa House şeklinde sıralanabilir. Birinci örnek endüstriyel olarak ilk devingen konutlardan biri olan Jean Prouvé tasarımı 6x6 Demountable House olarak belirlenmiştir. Orijinal örnek 20. yüzyılda üretilmiştir fakat 21. yüzyılda güncel ihtiyaçlara göre revize edilmiştir. Analiz çoğunlukla modernize edilen konut üzerinden yapıldığı için örneklere dahil edilmiştir. Micro Compact Home akademik, deneysel ve geçici kullanım için literatürde önemli bir yeri olduğu için ele alınmıştır. Ecocapsule yarışma projesi kapsamında geliştirilmiş, ekolojik çıktılar üzerinden bağımsız yaşam konseptleri ile ön plana çıkmaktadır. WikiHouse ise mimari hizmeti demoktratikleştirmesi, açık kaynak platformu oluşturması sebebiyle seçilmiştir. IKEA Better Shelter acil durum kullanımı için geliştirilmiş olması, Wohnwagon tiny house devingen konutların en son gelişen ve yaygın olarak kullanılan bir türü olması sebebiyle, Westfalia karavan ise endüstri ile mimarlığı en çok yakınlaştıran ürün olması, çekme karavan öz devinimi olmayan ve ilk kez tamamen katmanlı üretimle üretilen devingen konut olması sebebiyle verilmiştir. Uuthuuske büyük hacimler oluşturabilmesi ve tamamen ekolojik çıktılara odaklanarak geliştirilen bir konut üretim sistemine sahip olduğu için seçilmiştir. Microhaus.me devingen konutlarda sıklıkla görülen konteyner kullanımını akıllı ev sistemiyle birlikte ele almaktadır ve konut endüstriyel ürün olarak geliştirilerek bu konuda ödüle layık görüldüğü için ele alınmıştır. Son örnek ise devingen endüstriyel konutun çok katlı yerleşim üzerinden değerlendirilmesi için seçilmiştir. Endüstriyel konut üretiminde önemli bir noktada olan Japonya'da bu konudaki köklü şirketlerinden biri tarafından üretilen 333 Leerpark Daiwa

House ele alınmıştır. Örnek alışılmış prefabrik konuttan farklı olarak ekolojik çıktıları dikkate alarak yoğun konut talebini hızlı karşılamak için geliştirilmiştir. Devingen karakter gösteren ve endüstriyel olarak üretilen konut örnekleri kronolojik sıraya göre incelenmiş olup üretim, kullanım ve tasarım amacı yönüyle birbirlerine yakınlık gösteren örnekler istisnai olarak art arda sıralanmıştır. Benzerlik gösteren örneklerde (WikiHouse ve IKEA Better Shelter toplumsal amaçlı tasarlandığı için-tiny house, motokaravan ve çekme karavan dahili tekerlekleri ile taşıt türüne de girmekte olduğu için) kronolojik sıra revize edilmiştir. Tablo 4.1'de incelenen konut künyeleri yer almaktadır.

Tablo 4.1 Devingen endüstriyel konut künyeleri

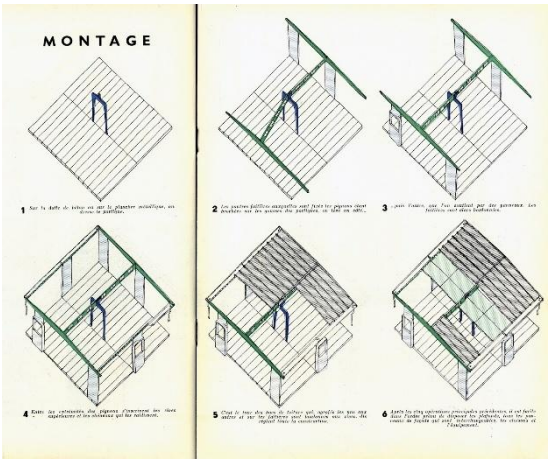
	Konut Görseli	Konut Adı	Mimar/Tasarımcı	Üretim Yılı/Yeri	Konsept/Amaç
1		**J.Prouve 6x6 Demountable House**	Jean Prouvé	1944 Doğu Fransa	İlk devingen endüstriyel konut Savaş sonrası hızlı üretim
2		**Micro Compact Home**	Richard Horden Cherry Architects Münih Teknik Üniversitesi	2002 Münih Almanya 2005 Uttendorf Avusturya	Akademik deneysel Geçici kullanım
3		**Ecocapsule**	Nice Architects	2009 Bratislava Slovakya	Yarışma projesi Ekolojik, off-grid tasarım
4		**Wikihouse**	00 Architects	2011 Londra İngiltere	Açık kaynak Kore Mimarlık Bienali
5		**IKEA Better Shelter**	IKEA Better Shelter UNHCR	2013 Hällefors İsveç	Acil durum hızlı kurulum Sökülüp takılabilir
6		**Wohnwagon Tiny House Oskar Model**	Wohnwagon	2013 Guttenstein Avusturya	Tiny House
7		**Westfalia Motokaravan James Cook Model**	Wesfalia	2020 Gotha Almanya	Motokaravan
8		**3D Camper Çekme Karavan**	Vasyl Gonar Lemki Robotics iScale	2020 Grenzach-Wyhlen Almanya	İlk 3D baskı üretim Çekme karavan

Tablo 4.1 Devingen endüstriyel konut künyeleri (devamı)

9		**Uuthuuske**	The New Makers	2020 Roterdam Hollanda	Yarışma projesi Ekolojik Döngüsel
10		**Microhaus.me**	Max Gerbut	2021 Santa Fe Springs LA ABD	Akıllı mikro konut RedDot Ödüllü
11		**333 Leerpark Daiwa House**	RoosRos Architecten Daiwa House Jan Snel	2022 Montfoort Dordrecht Hollanda	Çoklu konut birleşimi Çok katlı devingen konut

4.1 Jean Prouvé 6x6 Demountable House

Jean Prouvé'un 6x6 Demountable House olarak bilinen tasarımı endüstrinin mimarlık üretimiyle kesişmesinde önemli sayılabilecek bir örnektir. Jean Prouvé, Art Deco tarzında yetişmiş bir metal ve mobilya ustasıdır (URL77). Prouvé'un endüstriyel konutlar, sökülüp takılabilir mimari için kilometre taşı olarak kabul edilmektedir (URL78). Kendini geliştiren ve zamanla mimarlık literatüründe anılır olan Prouvé, masa örneğini vererek konut ile aralarında tasarım ve üretim açısından çok fark olmadığını dile getirmektedir (URL77). Buradan endüstriyel konutun bir ürün olarak algılandığı çıkarılabilir. Mimarinin ulaşmaya çalıştığı şey yere özgü ve biricik olandır. Endüstriyel olarak üretilen şeyler ise ürün olarak belirtilmektedir. Biricik olması yerine çok sayıda üretimi ve her yere uygun olması başarı olarak kabul görmektedir. Prouvé'un konutu bir masa gibi kabul etmesi konutu da ürün olarak gördüğü sonucunu beraberinde getirmektedir. İşlevsel, rasyonel üretime dayalı, yalın ve gereksiz hiçbir şey içermeyen bir yapı felsefesini takip etmiştir. Geleneksel yöntemlerinden bilinçli bir şekilde uzaklaşmıştır. Şekil 4.1'de geleneksel üretim konuttan farklı geliştirilen 6x6 konutunun kurulum diyagramları yer almaktadır.



Şekil 4.1 6x6 Demountable House kurulum diyagramları (URL79)

Prouvé'un 6x6 sökülüp takılabilir konutu devingen olması için geliştirilmiştir. Devingen olabilmesi için tekerlekleri yoktur fakat devingen konut ve endüstriyel konut kavramlarını birlikte düşündürmektedir. Savaş sonrası evsiz kalan ve göç etmek istemeyen sakinlerin acil barınma ihtiyacı için kolay konum değiştirebilir ve kurulabilir olarak tasarlanmıştır. 1944 yılında Fransa'nın Nancy kentinde üretilmiş ve ihtiyaç duyulan alanlara buradan gönderilmiştir (URL80). 6x6 m ölçülerinde kare planlı 2,5 m yüksekliğindeki bu konut, modüller bileşenler ve hacimlerden oluşmaktadır (URL77). Bu endüstriyel konut, yapı tekniği ve üretim sisteminin geliştirilmiş prototipidir. Prouvé'un ters U şeklindeki "eksenel portal çerçeve" olarak adlandırdığı çelik eleman yapının ana strüktürünü oluşturmaktadır (URL77). Şekil 4.2'de yer alan bu portal çerçeve ile esnek, eklenebilir ve geliştirilebilir mekânlar yaratmak amaçlanmıştır. Orijinal konut tek mekânlıdır. Zeminle kalıcı bir bağlantısı yoktur. Konutun temel ilkesi sökülüp takılabilirlik olduğu için bu devingenlik türüne dahil edilebilir. Çatısı fabrikada üretilen bitüm kaplı inşaat kağıdıyla örtülmüştür (URL79). Endüstri henüz yeterince gelişmediğinden ahşap ve çelik dışında başka malzeme kullanımı görülmemektedir. Farklı talepleri karşılamak için 6x9 konutu da üretilmiş ve iç mekân üç farklı odaya bölünmüştür (URL80). Geliştirilebilir kurgularıyla yeniden yerleştirilebilir devingenlik türüne de dahil edilebilir.



Şekil 4.2 6x6 Demountable House ve ana strüktür "eksenel portal çerçeve" (URL77)

Endüstriyel üretim bağlamında değerlendirildiğinde montaj hattının kullanıldığına dair bilgi yoktur. Fabrikada bileşenler üretildiği için montaj hattı potansiyelinin olduğu da söylenemez. Strüktür çeliğinin ve diğer ahşap bileşenlerin tamamı fabrikada üretilmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde prefabrik bir konuttur. Tüm bileşenlerin üretimi ayrık tasarlanmıştır. Her parça bir modül olarak kabul edilmektedir. Değiştirilebilir ve eklenebilir parça kullanımı mevcuttur. Konut devingen halde iken görülebilecek hacimsel bir modüler üretimden söz edilemez. Üretildiği dönemde robotik ve katmanlı üretim henüz geliştirilmediği için endüstriyel üretim tekniklerinde yer almamaktadır. Şekil 4.3'te söküldükten sonra yer değiştirme-devingen hale hazırlanan 6x6 konut görülmektedir. Konutun yer değiştirirken-taşınırken başka görseline ya da diyagramına ulaşılamamıştır.



Şekil 4.3 Sökülerek devingenleşen 6x6 Demountable House (URL81)

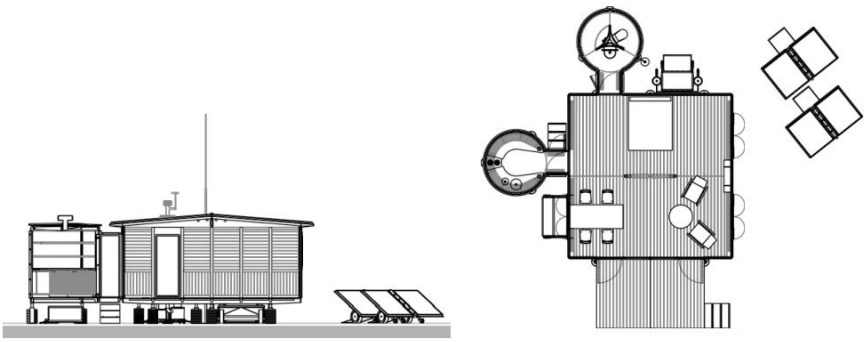
Fransızların savaş sonrası yaşadığı barınma ihtiyacını gidermek için geliştirilen konut, hükümet tarafından yoğun olarak talep edilmiştir. Ancak hükümet 6x6 konutlarını kullanmak yerine zamanla kalıcı konutları tercih etmiştir. Dolayısıyla üretim azalmış ve 6x6 konutları uzunca bir süre unutulmuştur. 21.yüzyıla gelindiğinde Prouvé'un sökülüp takılabilir konutları "Galerie Patrick Seguin" sayesinde üretilenlerin toplanmasıyla yeniden gündem olmuştur (URL82). Şekil

4.4'te Prouvé'un galeride sergilenen 12 tasarımı yer almaktadır. Günümüzde korunmuş olanların çoğu asıl işlevine göre kullanılmayıp koleksiyonerlere ait tarihi eserler olarak saklanmaktadır. 6x6 konutları ve versiyonları günümüzde artık kullanılmamaktadır. Üretimleri bugünün standartlarına göre yeterince verimli ve hızlı değildir. Fakat endüstriyel devingen konutların gelişmesinde başlangıç olarak kabul edilebilir. Rogers Strik Harbour Partners mimarlık ofisi, 6x6 konutunu 21.yüzyıl konutlarının gereksinim duyduğu donatılarla özgün haline sadık kalarak yeniden tasarlamıştır (URL81). Yenilenen 6x6 konutları endüstriyel olarak üretilmekte ve istenildiğinde sökülerek devingen hale gelebilmektedir. Altyapıdan bağımsız kullanılabilen güncel konut, off-grid tasarımın konutta yeniden düşünüldüğüne örnektir. Toplumsal fayda için tasarlanan 6x6 konutu yenilenen haliyle artık daha çok bireye odaklanan bir tasarım haline gelmiştir.



Şekil 4.4 Prouvé'un geliştirildiği endüstriyel sistemle birçok farklı sökülüp takılabilir konut ve mekân varyasyonları (URL82)

Orijinal 6x6, 1944 yılında üretilmiştir fakat 2013 yılında tatil evi olarak modernize edilerek yeniden üretilen versiyonu örnek olarak incelenmiştir. Modernize edilmiş versiyonda ıslak hacim eklenmiştir. Güncel halinde dahili ısıtmaya sahip ve güneş enerjisi kullanan bir konut tasarlanmıştır. Şekil 4.5'te modernize edilen konutun teknik çizimleri yer almaktadır. Güncel örnekteki teknolojik eklentiler de devingen nitelikte seçilmiştir. Devingen hale ulaşmak için donatılar ve hacimler tekerlekli tasarlanmıştır. Yer ile kurulan bağ geçici ve zayıftır.



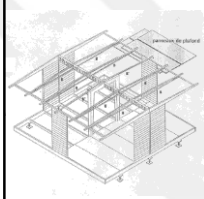
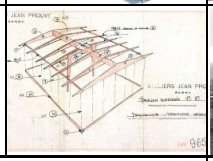
Şekil 4.5 Güncel 6x6 Demountable House'un kesit ve kat planı (URL81)

Tasarım yaklaşımları incelendiğinde katı bir seri üretim olduğu için düşük maliyetli, hızlı ve çok sayıda üretim esastır. Bu sebeple kullanıcının tasarım sürecine dahil olabildiği herhangi bir katılımcı tasarımdan bahsedilemez. Üretildiği dönemde henüz kitlesel bireyselleştirme olmadığı için tasarımda etkisi görülmez. Modüler tasarım hem bileşen bazlı hem de hacimsel anlamda yoğun bir şekilde tercih edilmiştir. Konut bu modüler tasarım sayesinde farklı kullanım ve plan şemaları oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Fakat incelenen modernize edilen örnekte bu modüler tasarıma göre eklentiler yapılmak yerine aykırı hacimsel modüller eklenmiştir (Şekil 4.6). Ekolojik çıktılar üretildiği dönemde önemsenmediği için dikkate alınmamıştır. Modernize edilen örnekte ise enerji yönetimi mevcut fakat kaynak yöntemi yoktur. Tamamı yeniden kullanılabilir konut, uzun ömürlü olması sebebiyle üretildiği dönemde her ne kadar sürdürülebilir ve döngüsel tasarım kaygıları olmasa da daha az kaynak kullanımı, bileşenlerin yeniden kullanımı, verimli üretilmesi yönüyle kısmen sürdürülebilir ve döngüseldir. Fakat sürdürülebilirliğin ve döngüselliğin diğer kriterlerini taşımaya uzaktır. Malzeme döngüsü ya da bir kimliklendirme görülmez. Modernize edilen konut eklentilerle off-grid tasarıma uygun hale getirilmiştir. Ne ölçüde ne kadar süre off-grid kalabileceğine dair bir veri mevcut değildir. Genel olarak konuta bakıldığında sökülüp takılabilirliği dolayısıyla tarihte görülen çadırdaki gibi bir devingenlik durumu söz konusudur. İlkel bir endüstriyel üretim olduğu çıkarılabilir. İlk örneklerden olduğu için devingen endüstriyel konutun değerlendirilmesinde yer almaktadır.



Şekil 4.6 2013'te Rogers Strik Harbour Partners tarafından modernize edilen 6x6 (URL77; URL81)

Tablo 4.2 6x6 Demountable House analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	LA MAISON DE L'INSTITUTRICE JEAN PROUVÉ	6x6 Demountable House	Jean Prouve	1944 Nancy-Fransa 2013 modernizasyon	6x6m h:2,5m 36m² 1,2t
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler** Plan şeması kare formlu ve açık plan tek mekan Duvarlar prefabrike ahşap malzeme Cepheler sade, modüler Doğal aydınlanma sınırılı küçük açıklık kullanımı Zeminden kopuk temelsiz metal ayaklar üstünde Yalın tasarım, taşınabilirliğe uygun Acil konut ihtiyacı için hızlı üretim ve kurulum Strüktür dışardan okunabilir		**Proje Üretim Tasarım Türü** Acil geçici konut için sosyal amaçlı kamu projesi Öncü seri üretim modüler endüstriyel konut **Malzeme Kullanımı** Dış Cephe: Ahşap / Çatı: Bitümlü kağıt / Strüktür: Çelik (v dikmeler) / İç Mekan ve Mobilya: Ahşap ve metal / Yalıtım: yok (ahşap cidar) / Zemin: Ahşap	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Konut bütünsel olarak devingen değildir. Kurulum gereklidir.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Orijinal versiyon yeniden yerleştirilebilir değildir. Güncel denemelerle yeniden yerleştirilebilir örnekleri denenmiştir.			
	Sökülüp Takılabilir	Tüm bileşenler sökülüp takılabilir tasarlanmıştır. Çelik taşıyıcılar ve ahşap elemanlar kuru birleşimle montajlanır.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✗✗	**Prefabrikasyon ✓✓**	**Modüler Üretim ✓✓**	**Robotik Üretim ✗✓**	**Katmanlı Üretim ✗✗**
	Atölye tipi yarı endüstriyel üretim yapılmış montaj hattı yoktur. Bileşenler üretildiği için montaj hattı potansiyeli yoktur.	Tüm bileşenler fabrikada üretilmiştir. Bileşenler standartlaştırılmıştır.	Tüm bileşenler ayrık tasarlanmıştır. Her parça bir modül olarak kabul edilebilir. Hacimsel bir modülerlik yoktur. Değiştirilebilir parçalar	Döneminde robotik üretim yoktur. Yapısal revizyon ile bileşener CNC ile üretilebilir.	Döneminde katmanlı üretim yoktur. Katmanlı üretime uygun değildir.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗				
	Katılımcı Tasarım ✗	**Kitlesel Bireyselleştirme ✗**	**Modüler Tasarım ✓**	**Sürdürülebilir ✗** **Döngüsel ✗**	**Off-Grid Tasarım ✗**
	Tekil ve merkezi bir tasarım mevcut. Kullanıcı geri bildirimi ile de tasarımda değişim yapılmaz. Salt seri üretim	Aynı tip ve aynı ölçülerde üretilmiştir. Standardizasyon ön plandadır.	Standart ölçülerle tekrarlanabilir ölçekler tasarlanmıştır. Fakat farklı konutların birleşim detayı çözülmemiştir.	Ekolojik çıktılar gözetilmemiştir. Az malzeme ve sökülebilirlik döngüselliğe uygun fakat bilinçli bir tasarım hedefi yoktur.	Acil geçici barınma olduğundan altyapısız kullanım öngörülmüş olabilir fakat teknolojik off-grid sistemlerle 2013'te modernize edilmiştir.

4.2 Micro Compact Home

2005 yılında Micro Compact Home (kısa adıyla m-ch), Prof. Dr. Richard Horden önderliğinde Japonya Teknoloji Enstitüsü, Haak&Hopfner Architects ve Münih Teknik Üniversitesi'nden asistanlar ve öğrencilerin iş birliğiyle geliştirilmiştir (URL83; URL84). Bütünsel devingen olarak tasarlanan kompakt konut deneysel bir prototiptir. Konutun tasarımı Japon Çay Evleri'nin ölçek ve düzeni referans alınarak yeni teknolojilerle birleştirilmesine dayanmaktadır (URL85). Devingenliği artan 21.yüzyıl insanının, şehirlerin kısıtlı alanlarına uyum sağlayabilecek, devingen ve bireyselleştirilebilir mikro konutla yaşamın hızına ayak uydurmasına olanak sağlayacağı düşünülmüştür. Alüminyum bir çerçeve üzerinde yerden yükseltilen konut birimi römork ve hafif bir vinç kullanılarak yerleştirilebilmekte olup yatay veya dikey düzende farklı yerleşim kombinasyonları oluşturulabilmektedir (URL83). Konut birimi genelde sosyal konut veya öğrenci konutu olarak kısa süreli kullanım için tasarlanmasına rağmen modüler olarak çoğaltılarak aile kullanımına uygun dikey ve yatayda toplu yerleşke senaryoları da kurgulanmıştır (Şekil 4.7). Minimal yaşam için temel ihtiyaçlara odaklanan m-ch, kısa süreli akıllı bir yaşam alanı imkânı sunmaktadır.



Şekil 4.7 m-ch'nin ilk prototipi Avusturya Uttendorf'da nehir kenarında ve dağ eteğine yerleşim kurgusu (URL83)

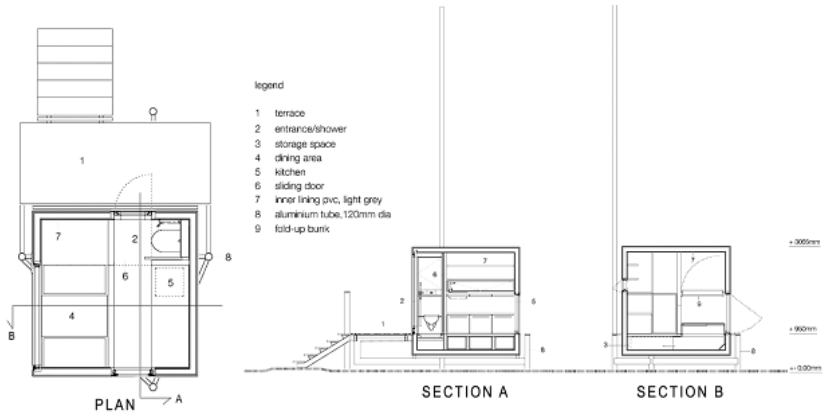
Akademik bağlamda tasarlanan m-ch geleneksel üretim konut sisteminin mekânsal, ekonomik ve çevresel sınırlarına karşılık çağdaş bireyin barınma ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlamaktadır. Barınma ihtiyacını karşılamanın dışında konut bu projede çağdaş yaşam pratiklerini yeniden sorgulamaktadır. Konut tasarımı öncesinde üniversitenin sosyal kurumu olan StudierendenWerk (Türkiye'deki KYK kurumlarının Alman üniversitelerindeki karşılığı) öğrenciler için artan barınma maliyetini fark etmiş ve mali olarak erişilebilir konut girişimi oluşturulmasına ön ayak olmuştur (Schneckenburger, 2006). Prototip

geliştirildikten sonra (Alman telekominikasyon şirketi O_2 sponsorluğında) endüstriyel olarak üretilen konutlar ile Münih Botanik Bahçesi'nde geçici süreliğine bu yedi konutla bir öğrenci köyü kurulmuştur (Şekil 4.8) (URL83). Benzer şekilde m-ch konutları hafta sonu evi, afet sonrası acil durum evleri, kırsal alanda doğa içinde kullanımı gibi farklı senaryolarda yere asgari bağlılıkla ekolojiye zarar vermeden kullanılabilir.



Şekil 4.8 Münih Botanik Bahçesi O_2 Öğrenci Köyü 2006 yılında kullanılan toplu yerleşke (URL83)

2,6 m kenar uzunlukları olan kübik konut toplamda 6,7 m²'lik brüt alana sahiptir (URL83). Şekil 4.9'da kat planı ve kesitleri yer almaktadır. Konut sakinlerinin mekândan azami verimi alabilecekleri minimal bir yaşam söz konusudur. Dışarıdan yalın ve teknolojik bir ürün gibi görünmektedir. İç mekânda ise işlevsel olarak yoğun ve minimalist atmosfer yaratılmıştır. Kompakt bir tasarımla geliştirilen m-ch çalışma, yemek, uyku ve depolama gereksinimlerini karşılayan devingen iç donatılarla üretilmiştir. Üretim tamamen atölye ortamında gerçekleştirilmiştir. Fakat prototip üretimi olduğu için tamamen endüstriyel üretim yöntem ve tekniklerinin kullanıldığı söylenemez. Konut daha sonra Avusturya'nın Uttendorf kentinde endüstriyel olarak üretilmeye başlanmıştır ve bugün sipariş üzerine üretilmeye devam etmektedir (URL83).



Şekil 4.9 Kompakt çözülmüş minimalist m-ch kat planı ve kesitleri (URL84)

Devingenlik türüne bakıldığında konut bütünsel devingen olarak sınıflandırılabilir. Formu bozulmadan bir bütün halde yardımcı araçlarla konumu değiştirilebilir. Devingen olması için herhangi bir sökme ya da modüllerine ayrıştırma gerektirmez. Kübik konut modülü kullanıcı isteği üzerine uzatılabilir ve genişletilebilir. 2012 yılında İsviçre'den bir aile konuklarını ağırlamak için bir m-ch sipariş etmiş ve tasarım sürecine dahil olarak bireyselleştirilmiş bir model satın almışlardır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 m-ch 016 modeli kullanıcı isteği üzerine geliştirilen konuk evi (URL83)

Kullanıcıların konutu yerleştirmek istedikleri topoğrafyaya göre bütünsel devingen konut için havadan teslimat seçeneği kullanılabilmektedir. Şekil 4.11'de görüldüğü gibi İsviçre'de Maggiore Gölü'ne bakan bir tepeye bütünsel devingen olan m-ch 016 (kullanıcı isteğiyle bireyselleştirilmiş) modeli helikopterle taşınmıştır (URL86).



Şekil 4.11 m-ch 016'nın 2012'de Maggiore Gölü kıyısına helikopterle teslimatı (URL86)

Aile kullanımı için farklı modüller birbirleriyle entegre edilerek kurgulanabilir. Bu yönüyle bakıldığında yeniden yerleştirilebilir olarak bir diğer devingenlik türünde de ele alınabilir. Konutlar yer değiştirdiğinde farklı kurgularla yeniden birleştirilebilir. Buna proje taslağı olan çok katlı yerleşimleri örnek verilebilir. Farklı kurgu seçenekleri hızlı yerleşim ve çoklu kullanımlar için önemli potansiyel sunmaktadır. Şekil 4.12'de çok katlı yerleşim senaryosu görülmektedir.



Şekil 4.12 m-ch konutlarının çok katlı yerleşim senaryosu (URL83)

Micro Compact Home kompakt, devingen, minimal yaşam sunan bir konut olmasıyla birlikte mimarlık ve endüstriyel üretim kavramlarını birlikte düşündürmektedir. Geleneksel yapı üretimine ve statik konut algısına yeni bir alternatif getiren m-ch hem imalat sürecinin hem de tasarım sürecinin evrimleşmesini değerlendirmek için uygun bir konut örneğidir. Geleneksel yapı imalatında kalite kontrolün zayıflığı, yüksek maliyetler ve kullanıcının tasarımdan

uzak olması gibi zorluklar ele alındığında m-ch'nin tasarım ve üretim süreci yeni konut üretim arayışı için deneysel çözüm olarak görülebilir. m-ch'nin tasarım ve üretim süreci endüstriyel üretime göre kurgulanmıştır. Konut geleneksel üretimin aksine yerinde değil daha kontrollü, güvenli ve verimli olan fabrikada üretilir (Şekil 4.13). Böylelikle işçilik kaynaklı hataların, yetersiz denetim ve çevre koşulları dolayısıyla oluşan gecikmeler gibi sorunların oluşmasını azaltarak konutun üretim kalitesini yükseltmektedir. Tasarlanan konut ile nihai olarak üretilen arasındaki fark azalır.



Şekil 4.13 Fabrika ortamında üretilen endüstriyel devingen konut m-ch (URL83)

Üretim aşamasında konutun tüm bileşenleri (karkas, cephe panelleri, donatılar vs.) fabrikada üretilip birleştirilmektedir. Ardından devingen konut sahaya konuşlandırılmaktadır. Üretimde hangi yöntem ve tekniklerin kullanıldığına tam ulaşılamamakla birlikte CNC araçları kullanılarak daha hassas üretimlerin yapıldığı düşünülmektedir. m-ch özelinde montaj bandı, robotik ve katmanlı üretim yöntem ve tekniklerinin prototip olduğu için üretimde kullanılmadığı çıkarılabilir. Fakat üretim sürecinin revizyonu ile bu yöntem ve teknikler entegre edilerek gelecekte üretilecek olanlar daha verimli, hata oranı düşük ve hızlı üretilebilir. Modüler üretim hacimsel olarak kurgulanmamıştır fakat her bileşen modül olarak tasarlanarak nihai konutta birleştirilmiştir. Değiştirilebilir ve eklenebilir parça sistemi düşünülmüştür. Esnek tasarım ve eklenebilirlik kübik modüller revize edilerek mümkündür. Malzeme kullanımına bakıldığında dış cephe alüminyum kompozitten yapılmıştır. Karkas, ekolojik tasarım gözetilerek ahşaptan yapılmış olup devingenliği kolaylaştırmak (hafifletmek) için bazı modellerde alüminyum tercih edilmiştir. İç mekânda endüstriyel ahşap, yalıtım için poliüretan vakumlu köpük, zeminde ise vinil veya endüstriyel ahşap kullanılmıştır (Şekil 4.14) (URL83). Malzeme kullanımı kullanıcının tercihine göre revize edilebilir. m-ch

endüstriyel üretime uygun olduğu için hızlı ve verimli üretilebilir. Üretim kalitesi fabrikada üretim yapıldığı için daha kolay kontrol edilebilir. Kalifiye elemana olan ihtiyaç azalmaktadır. Endüstriyel üretimin ucuzlatma potansiyeliyle malzeme israfı önlenir. Devingen olması sebebiyle arsa mülkiyeti için oluşacak külfeti azaltarak maliyeti azaltması olasıdır. Ek olarak üretim süreci de işçi açısından daha konforlu ve güvenli olmaktadır.



Şekil 4.14 İç mekân düzeni ve malzeme kullanımı (URL83)

Tasarım yaklaşımlarına bakıldığında ise minimum hacminden yüksek yaşam alanı sağlamak ve kullanıcının gereksinimlerini azami düzeyde karşılamak amaçlanmıştır (Şekil 4.15). Az daha çoktur anlayışı, gerekli görülmeyenin çıkarıldığı bilinçli tercihler mevcuttur. Örnek olarak bir giriş mekânı yer almamakta ve direkt yaşam alanına girilmektedir. Sürdürülebilir tasarımı, daha az ile gereksinimleri karşılayarak sağlamıştır. Devingen konutların kolay devinebilmeleri için kompakt tasarlanmaları çoğunlukla daha iyi bir seçimdir. Kompakt mekân mobilyaların çok işlevli kullanımı, açılıp kapanan donatılar, az yüzeyle daha fazla hacim kullanımı gibi nitelikler barındırmaktadır. Yatma birimi daha az kullanıldığı için konutun üst hacminde çözülmüştür. Yaşama ve çalışma mekânı birbirine dönüştürülebilir niteliktedir. Bunlara ek olarak tasarım sürecine kullanıcının da dahil olduğu örneklerde mimar ile kullanıcı arasındaki kopukluk giderilmektedir. Kullanıcı tasarım sürecine dahil olduğunda konutta yaşamaya başladığında daha az değiştirme arzusu hissetmektedir. Gelişmiş bir kitlesel bireyselleştirme m-ch'de mevcut değildir. Yine de birkaç örnekte bireyselleştirme yapıldığı görülmektedir. Seçenek havuzu veya herhangi dijital bir konfigüratör kullanıcılara sunulmamıştır. Üretim süreci dolayısıyla konut dijital bireyselleştirme potansiyeline sahiptir.



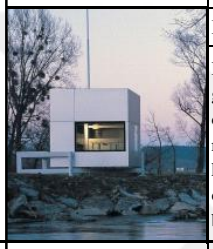
Şekil 4.15 Sınırlı hacimde kullanıcı ergonomisi (URL85)

Kullanılan malzemeler geri dönüştürülebilir türden seçilmiştir. Fakat alüminyum gibi endüstriyel bir malzemenin gömülü enerjisi hesaba katılmamıştır. Bu yönüyle sürdürülebilir tasarıma uygunluğu sorgulanabilir. Konut boyutları dolayısıyla üretiminde ve kullanımında daha az enerjiye ihtiyaç duyduğu için sürdürülebilir tasarım olarak ele alınabilir. Doğal aydınlatma konutta maksimize edilmiştir. Enerji kullanımın günlük ortalama 4 kWh olacağı proje aşamasında hesaplanmıştır (URL86). Devingen bir konut olduğu için yeniden kullanım senaryolarına açıktır. Endüstriyel üretimle daha az kaynak tüketimi yapılmıştır. Bu yönüyle döngüsel tasarıma uygundur fakat herhangi bir malzeme ya da bileşenin yaşam döngüsü kurgulanmamış ve herhangi bir kimliklendirme yapılmamıştır. Off-grid olarak konutta yaşamak mümkün değildir. Bazı kurulumlarda güneş panelleri eklenerek enerji açısından ve kompost tuvalet çözülerek altyapıdan bağımsız çözülmüştür (Şekil 4.16). Uzun süreli kullanımlarda şebeke bağlantısına ihtiyaç duymaktadır. Off-grid teknolojiler eklenerek bu yaşam biçimine uygun hale getirilebilir. m-ch kırsala tersine göç ve doğada yaşam akımının kullanıcıları için ekolojiye zarar vermeyen, yerle statik bir bağ kurmayan (temelsiz konut), yaşamsal faaliyetleri sağlayan devingen mikro konuttur. 2008 yılında New York Modern Sanat Müzesi'nde düzenlenen bir sergide endüstriyel konutların ekolojik sorunlara, artan talebe bir çözüm önerisi olarak sergilenmiştir (URL85). Kullanıcı tasarıma sınırlı da olsa dahil olabilmektedir. Maddi olarak daha erişilebilirdir. İlk üretildiği yıllarda tüm donatıları ve mobilyaları dahil 38.000 Euro'ya mal edilmiştir (URL86). Kontrollü endüstriyel üretim sahada üretiminin olumsuzluklarını ortadan kaldırmaktadır. m-ch bu çalışmanın amaçlarını sorgulayan literatürde çok kez ele alınan başarılı bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.16 2008'de New York Modern Sanat Müzesi'nde "Ev Teslimatı: Modern Konutun İnşası" sergisinde endüstriyel konut m-ch (URL83;URL84)

Tablo 4.3 Micro Compact Home analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	m-ch micro compact home	Micro Compact Home / m-ch	Prof. Dr. Richard Horden Horden Cherry Architects Münih Teknik Üniversitesi	2002 Münih-Almanya 2005 Uttendorf-Avusturya	2,6x2,6m h:2,5m 6,76m²
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler**		**Proje Üretim Tasarım Türü**	
		Minimal yaşam felsefesi ile temel yaşam gereksinimleri için tasarlanmıştır. Yüksek yoğunluklu düşük yaşam alanı. Kübik, sade, kompakt tasarım ve net geometrik hatlar. Çok işlevli mekan kullanımı. Alt kat yaşam alanı, masa, mutfak, ıslak hacim. Üst kat çift kişilik yatma bölümü. Üst kat yükseltilmiş loft biçiminde. Doğal aydınlanma maksimizasyonu.		Münih Teknik Üniversitesi - Akademik Deneysel Tasarım prototip sonrası ticari olarak üretilmiştir.	
				Malzeme Kullanımı	
				Dış Cephe: Alüminyum / Strüktür: Ahşap karkas / İç Mekan ve Mobilya: İşlenmiş ahşap / Yalıtım: Poliüretan köpük ve vakum panel / Zemin: Vinil ve endüstriyel ahşap	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Bir taşıt ya da platform üzerinde volümetrik olarak bozulmadan taşınabilir. Deneysel olarak helikopter ile teslimat denenmiştir.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Çoklu yerleşim kurgularında farklı konutlar birlikte konuşlandırılmıştır. Bu bağlamda yeniden yerleştirilebilirdir.			
	Sökülüp Takılabilir	Bu devingenlik türünün özelliğini taşımaz.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✗✓	**Prefabrikasyon** ✓✓	**Modüler Üretim** ✓✓	**Robotik Üretim** ✗✓	**Katmanlı Üretim** ✗✓
	Sabit atölyede üretim Montaj hattında üretime uygundur.	Atölye ve fabrikada üretim yapılmaktadır. Yüksek derecede prefabrike	Bileşen bazında modüler Konut kendi içinde tek modül Çoklu yerleşimde modülerleşme	Prototip üretimde yok Endüstriyel üretimde yok Robotik üretime uygun	Prototip üretimde yok Endsütriyel üretimde yok Bileşenler üretilebilir
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗				
	Katılımcı Tasarım ✓	**Kitlesel Bireyselleştirme**	**Modüler Tasarım** ✓	**Sürdürülebilir** ✗ **Döngüsel** ✗	**Off-Grid Tasarım** ✗
	Sınırlı olarak katılımcı tasarım mevcuttur. Tasarım ekibinde öğrenciler de yer almaktadır. Sonrasında öğrenciler tarafından geçici süre kullanılmıştır.	Her konut birbirinin aynısıdır. Fakat sipariş öncesinde kullanıcı talebi ile m-ch 016 modelinde bireyselleştirme yapılmıştır.	Bileşen bazlı modülerlik. Çoklu konut yerleşimleri için konutun kendisi modül fakat tasarım konutların birleştirilip toplam kullanım alanının büyütülmemektir.	Enerji tüketimi ve kaynak kullanımını minimize etmektedir. Döngüsel tasarıma göre üretilmemiştir.	Opsiyonel olarak eklenebilecek solar panel, gri su sistemi modülleri eklenebilmektedir. Yağmur suyu hasadı mümkün olmadığı için tam off-grid değildir.

4.3 Ecocapsule

Ecocapsule 2009 yılında Nice Architects (Sona Pohlova ve Tomas Zacek) tarafından Slovakya Bratislava'da Çingene Vagonu'ndan esinlenerek konsept olarak tasarlanmıştır (URL87). Konsept 2015 yılında aynı adı taşıyan bir ticari girişimle endüstriyel olarak üretilmeye başlamıştır (Şekil 4.17) (URL88). Devingen, off-grid yaşama olanak sağlayan iki odalı endüstriyel bir mikro konuttur. Aynı şehirde Ecocapsule şirketi bünyesinde endüstriyel olarak üretilmeye devam etmektedir. Ecocapsule 2008 yılında Andes Sprout Society adıyla açılan yarışmaya katılım için tasarlanmıştır (URL89). Zorlu arazi koşullarında yaşama imkân vermek için tasarlanan Ecocapsule yarışmada ödül alamamış fakat ticarileşerek endüstriyel konut olarak üretilmeye başlamıştır (Proposil, 2021). Zaman içerisinde farklı kullanıcı talepleriyle daha temel ve gelişmiş modeller tasarlanarak konut çeşitlenmiştir. Tasarım konsepti, enerji ve alt yapı bağımsızlığı sağlayan kompakt devingen yaşam, teknoloji ve sürdürülebilirlik kavramlarının birleşimi olarak kabul edilebilir. Ecocapsule AB Kalkınma Fonu ve Slovakya Maliyet Bakanlığı gibi birçok kuruluş tarafından desteklenmektedir (URL88).



Şekil 4.17 2009 konsept olarak geliştirilen ve ticari olarak üretilen Ecocapsule (URL87; URL88)

Konutlar için kapsül tanımı 1960'lardaki Archigram ve Japon Metabolizm'inden beri kullanılagelmektedir (Pospisil, 2021). Kapsül kavramı devingen, bağımsız yaşam birimlerini tanımlamaktadır. 4,7x2,2 m dış ölçülerde, 2,5 m yüksekliğinde ve toplamda yaklaşık 8,2 m² alanda kompakt bir iç hacme sahiptir (URL88). İç ve dış mekân kullanımı birlikte düşünülmüş ve atık tenekelerin cephe için karoya dönüştürülmesi ile cephe doğayı yansıtarak kaybolma iddiasıyla tasarlanmıştır (URL87). Kompakt yaşam alanında kullanıcıya konfor sağlayabilmek için çok işlevli mobilyalar, depolama çözümleri ve yüksek kaliteli malzemeler kullanılmıştır (Şekil 4.18). Zemin ve iç cephe malzemeleri opsiyonel olarak bırakılmakta ve

kullanıcılar tarafından seçilmektedir. İç mekândaki malzeme seçenekleri çoğunlukla kontraplak malzemeden tercih edilmektedir.



Şekil 4.18 Ecocapsule iç mekânları (URL88)

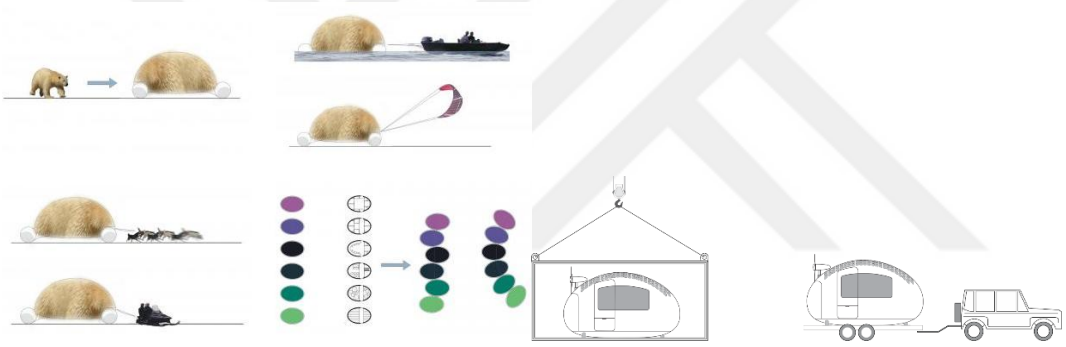
Kullanım kolaylığı sağlaması için akıllı ev sistemi ile donatılmıştır. Bu sistem ile kullanıcı batarya ve tankların durumunu takip edebilmektedir. Enerji ihtiyacını güneş panelleriyle çözen Ecocapsule yıl boyunca şebeke elektriğine ihtiyaç duymamaktadır (URL88). Afet sonrası konut ihtiyacında çoğunlukla altyapı bağlantısı mümkün olmamaktadır. Ecocapsule mali boyutundan bağımsız düşünüldüğünde ya da teknolojik donatıları eklenmeden üretildiğinde acil durum kullanımları için de potansiyel taşımaktadır. Yumurta şekli enerji korunumu ve devingen halde iken rüzgâr direncini düşürmesi amacıyla tercih edilmiştir (Proposil, 2021). Yumurta formu hacmi dolayısıyla mekân organizasyonu zorlaştırmaktadır. Fakat tasarımcı hacmi verimli ve ergonomik şekilde kullanmıştır. Ölü hacimler çoğunla teknik hacimler olarak ayrılmıştır. Şekil 4.19'da şebekeden bağımsız yaşayan Ecocapsule ve enerji kontrol uygulaması görülmektedir.



Şekil 4.19 Şebekeden bağımsız Ecocapsule ve enerji kontrol uygulaması (URL89)

Tasarım aşamasındaki birincil hedeflerden biri de konutun devingen olabilmesidir. Ecocapsule bütünsel devingen türünde sınıflandırılabilir. Devingen karakter için dış

ölçüler taşımacılık kurallarına yakın tutulmuştur. Ecocapsule tekerleksiz tasarlanmış olup bir konteynere veya tekerlekli bir platforma yerleştirilerek devingen konuta dönüşmektedir (Şekil 4.20). Yerleştirildiğinde sabitlenmeye gerek duyulmaz. Nakil için kabuğun üst yüzeyinde taşıma halkaları yer almaktadır. Zorlu topoğrafyalar için helikopterle teslimat seçeneği de denenmiştir (Şekil 4.21). Fakat maliyeti artıracağı için çoğunla bu yöntem tercih edilmemektedir. Konutun devingen halde iken kullanımı planlanmamıştır. Yerleştirildikten sonra hemen kullanıma hazırdır (URL88). Rüzgâr türbini ve güneş paneli olan modellerinde teleskopik devingenlik söz konusudur. Bu bağlamda bakıldığında yeniden yerleştirilebilirlik özelliklerini de sınırlı olarak göstermektedir. Devingen karakteri ile statik konut paradigmasına karşı bir konut olarak ele alınabilir. Fakat sınırlı boyutları dolayısıyla ve hacimsel modülerlik olmadığı için ancak mikro devingen konut olarak değerlendirilebilir.



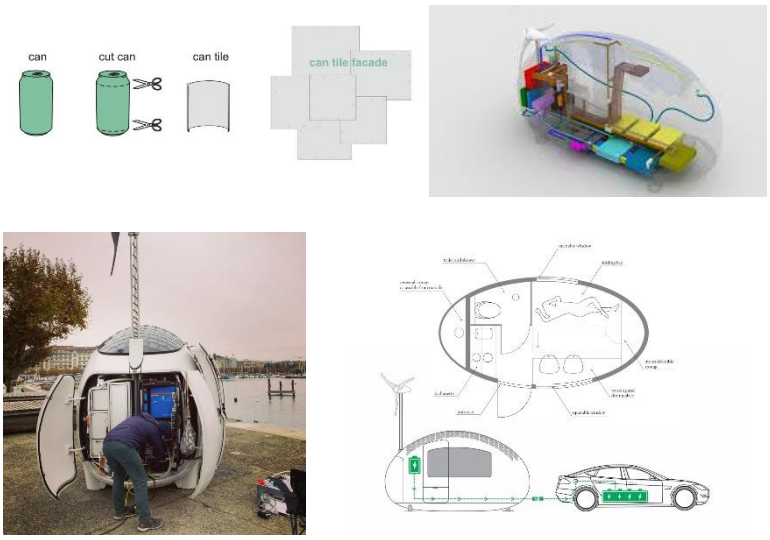
Şekil 4.20 Kapsül formunun kavramsal gelişimi ve devingen hal kurguları (URL87)



Şekil 4.21 Ecocapsule devingen hal potansiyelleri (Proposil, 2021)

Konsept projede tasarımcılar atık teneke kutularının kullanımını önermiştir fakat ticarileşen Ecocapsule'de bu fikir terk edilmiştir (URL87). Kabuğu cam elyaftan yapılan konut manuel laminasyon teknikleri ile formuna kavuşmaktadır (Proposil,

2021). Kabuk üretimi, karkas çelik malzemeden yapılmakta ve laminasyon öncesinde cidar poliüretan köpükle yalıtım için doldurulmaktadır. Bu kabuk oluşumunda montaj bandının kullanımı yer almamaktadır. Konutun fabrika içinde birkaç montaj istasyonuna taşındığı istasyon bazlı montajın yapıldığı düşünülmektedir. Kabuk için kullanılanan malzemenin ve üretim sürecinin revize edilmesiyle montaj bandı üretim, Ecocapsule'ün üretiminde potansiyel olabilir. Üretimin tamamı fabrikada gerçekleştiği için üretim prefabrik olarak nitelenmektedir. Konutun üretimi değiştirilebilir standart parçalara göre tasarlanmıştır. Modüler üretim hacimsel olarak yer almamasına karşın bileşen bazlı olarak süreçte yer almaktadır. Üretimde manuel işçilik ve yarı otomatik işlemlerin kullanıldığı düşünülmektedir. Fabrika detaylarında robotik kol veya katmanlı üretim tekniklerinin kullanımına dair veri bulunamamıştır. Kabuğun üretim süreci ve malzemelerin uygun şekilde revize edilmesiyle üretime robotik kollar dahil edilebilir. Katmanlı üretimin sürece dahil edilmesi ise bireyselleştirme potansiyelini artırmaktadır. Manuel işçilik genel olarak üretime hâkim olsa da üretimin fabrika ortamında yapılması, üretimin standardizasyonu verimliliği, kalitesi, süreç kontrolü ve güvenliği artıracağı maliyetleri ise düşüreceği çıkarılabilir. Şekil 4.22'de Ecocapsule teknik detayları yer almaktadır.



Şekil 4.22 Ecocapsule teknik yerleşim ve hacimleri (URL87; Proposil, 2021)

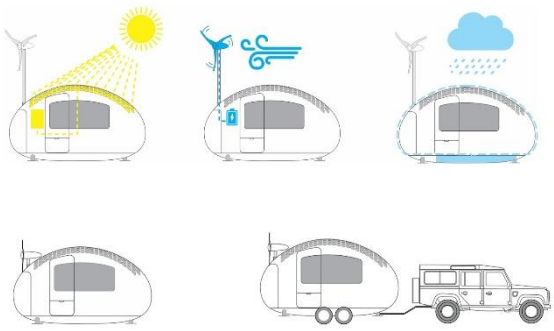
Modüler tasarımı ile konut genişletilebilir (URL88). Konutun formu ve büyüklüğü birkaç seçenek içinden seçilebilmektedir. İç mekân organizasyonu ve yüzeyler kullanıcılar tarafından tasarım aşamasında bireyselleştirilebilmektedir. Bireyselleştirme sipariş aşamasında yazılı veya sözlü iletişimle sağlanmakta özel

bir dijital konfigüratör yoktur. Şekil 4.23'te bireyselleştirilmiş örnekler yer almaktadır. Hacimsel modülerlik tasarım yaklaşımı olarak tercih edilmemiştir. Konut mobilyalı ya da boş olarak tercih edilebilir.



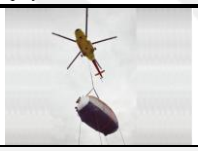
Şekil 4.23 Ecocapsule kullanıcı katılımı ve kitlesel bireyselleştirmeye olanıklıdır (URL88)

Ecocapsule şirketi kullanılan malzemelerin sürdürülebilir nitelikte seçildiğini ve üretime entegre edildiğini beyan etmektedir. Kaynak kullanımı üretimde ve konutun kullanımında optimize edilmiştir. Kısa süreli değil kalıcı bir off-grid tasarım mevcuttur (URL88). Konut enerjisini güneş panelinde, suyunu ise yağmur hasadı sisteminden sağlamaktadır (Şekil 4.24). Off-grid tasarıma odaklanıldığı için enerji ve atık yöntemi konut için önemlidir. Atıklar periyodik olarak kontrol edilmekte ve sınırlı süre için depolanmaktadır. Döngüsel tasarım tasarımcıların ya da üreticinin temel hedefleri arasında yer almamaktadır. Yaşam döngüsü takibi ya da kimliklendirme yoktur. Üretimde ve kullanımda kaynak kullanımının azaltılması döngüsel tasarımla ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla döngüsel tasarımın sınırlı düzeyde olduğu savunulabilir. Güncel üretimlerde döngüsel tasarımın zamanla üretici hedefleri arasında yer alması olasıdır. Genel olarak konutun tasarımında off-grid tasarım ve sürdürülebilirlik esas alınmıştır.



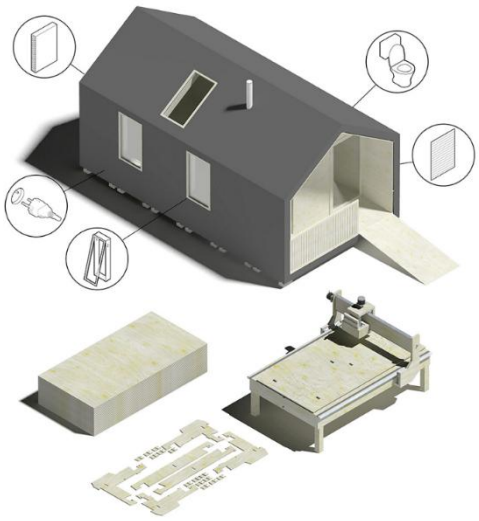
Şekil 4.24 Devingen endüstriyel sürdürülebilir off-grid konut Ecocapsule (URL87)

Tablo 4.4 Ecocapsule analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	ECOCAPSULE	Ecocapsule	Nice Architects	2009 Bratislava-Slovakya	4,7x2,2m h:2,5m 8,2m²
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler** Kompakt tek hacimli tek mekan Dar hacimde konforlu ergonomik kullanıcı hatları Temel yaşamsal faaliyetleri karşılamaktadır. Minimal yaşam göre mekansal organizasyon Termal verimliliği destekleyen kapsül formu Minimum dış yüzey ile azami iç hacim Doğal ışık maksimizasyonu ve manzara yönelimi Devingen olması iç sabit mobilya kullanımı		**Proje Üretim Tasarım Türü** Çevreci ticari girişim olarak başlamıştır. Farklı kurumlarca fonlanmış ve üretimi sürmektedir. **Malzeme Kullanımı** Dış Cephe: Cam elyaf polyester / Strüktür: Çelik karkas / İç Mekan ve Mobilya: Petek dolgu ahşap / Yalıtım: Poliüretan köpük / Zemin: Endüstriyel ahşap ve opsiyonel	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Bir taşıt ya da platform üzerinde volümetrik olarak bozulmadan taşınabilir. Deneysel olarak helikopter ile teslimat denenmiştir.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Yeniden yerleştirilebilir olarak devingen değildir. Konut tek modüldür.			
	Sökülüp Takılabilir	Sökülüp takılarak devingenlik özelliğini sağlamaz. Bütünsel devingendir.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✗✓	**Prefabrikasyon** ✓✓	**Modüler Üretim** ✓✓	**Robotik Üretim** ✗✓	**Katmanlı Üretim** ✗✓
	İstasyon bazlı montaj yapılmaktadır. Montaj hattında üretime uygundur. Şirket üretimi geliştirmeye devam etmektedir.	Üretim tamamen fabrika ortamında yapılmaktadır. Fakat elişçiliği üretimde kullanılmaktadır. Manuel işçilik ve yarı otomatik işlemler mevcuttur.	Kabuk parçaları modüler oluşturulmaktadır. İç birimler modülerdir. Değiştirilebilir parçalarla üretim mevcuttur.	Robotik üretim kullanılmamaktadır. Yapısal revizyon ile robotik üretim mümkündür.	Katmanlı üretim kullanılmamaktadır. Yapısal revizyon ile katmanlı üretim mümkündür.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗				
	Katılımcı Tasarım ✓	**Kitlesel Bireyselleştirme** ✓	**Modüler Tasarım** ✓	**Sürdürülebilir** ✓ **Döngüsel** ✗	**Off-Grid Tasarım** ✓
	Tasarıma katılım sınır ölçüde mümkündür. Herhangi dijital iletişim sistemi kurulmamıştır. Kullanıcı geri bildirimlerine göre üretim güncellenmektedir.	Siparişde konutun bireyselleştirilmesi mümkündür. Herhangi dijital bir konfigüratör yoktur.	Bileşenler modüler tasarlanmıştır. Hacimsel modülerlik yoktur. Farklı konutların biriyle modüler kurgusu mümkün değildir.	Kaynak kullanımı optimizasyonu. Düşük enerji tüketimi. Bileşenlerin yeniden kullanımı ve yapısal atık yönetimi yoktur. Sınırlı döngüsellik	Konut enerjisi ve suyunu kendi sağlayabilmektedir. Gri su kullanımı mevcut. Atıklar sınırlı bir süre depolanmaktadır.

4.4 WikiHouse

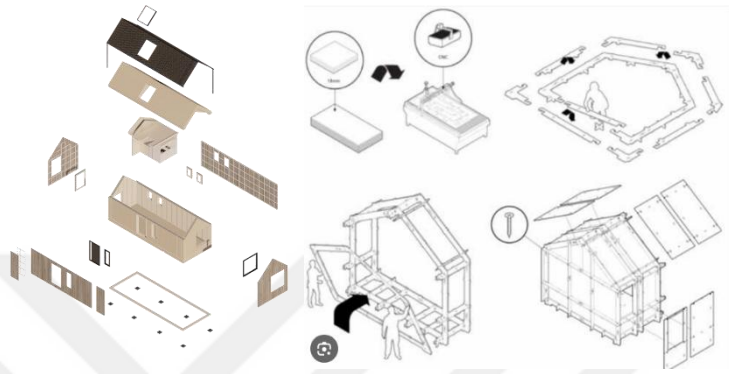
WikiHouse 2011 yılında 00 Architects'den Alastair Parvin ve birkaç arkadaşının geliştirdiği açık kaynaklı kereste bazlı yapısal çerçeve oluşturan mimari üretim sistemidir (URL90). Çoğunlukla konut özelinde tercih edilmektedir. Sosyal eşitliği sağlamak amacıyla mimar ve müteahhit olmadan, maliyet ve sürdürülebilirlik odaklı yerel konut üretimi hedeflenmiştir (URL91). Bu süreçte dijital üretim araç olarak kullanılmaktadır. Üretim endüstriyel sayılabilir fakat fabrikada olmak zorunda değildir. 21. yüzyılda küresel olarak artan konut talebine alternatif bir çözüm sunmaktadır. Devingen olması WikiHouse'un hedefleri arasında olmamasıyla birlikte her yapı sökülüp takılabilir olduğu için devingenlik karakteri de göstermektedir (Şekil 4.25). Sistem, konut üretmenin dışında aslında demokratik bir yapı üretim modeli oluşturmaktadır (Priavolou and Niaros, 2019). Açık kaynaklı sistemde kullanıcılar dijital kütüphane-platform üzerinde sunulan konut projelerini seçerler ve nasıl üretileceği bilgisini alırlar.



Şekil 4.25 WikiHouse sökülüp takılabilir devingen konut (URL90)

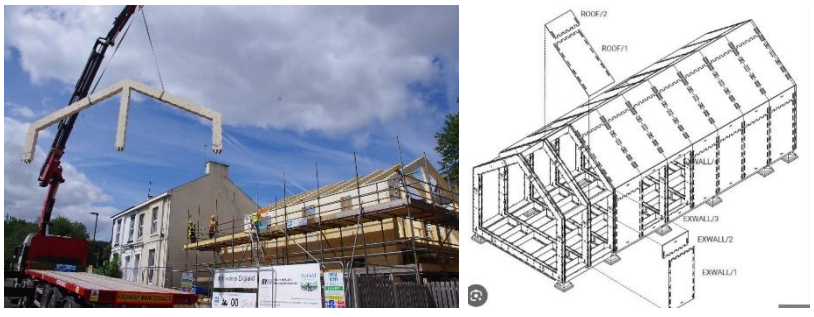
Platformun güncel versiyonu "Skylark" olarak tanımlanmakta, yapı ölçeğinin büyüklüğüne göre iki farklı modeli mevcuttur (URL90). Bu aşamada kullanıcı projeyi kendine göre revize edebilir. Projenin teknik bilgileri bir robotik CNC makinesine aktarılır. Konutu oluşturan bileşenler üretilir. Karkas bu ahşap kontraplak parçalı bileşenlerin geçmeli olarak sahada kurulmasıyla oluşturulur. Karkasın üzeri kullanıcının yerel olarak seçeceği malzemelerle kaplanabilir. Bu malzemelerin bilgileri de açık kaynaklı platformdan alınır. WikiHouse sistemi tekil

bir konut yerine zamanla gelişen ve çeşitlenen dijital mimari platform gibi çalışma beklentisiyle geliştirilmiştir (Priavolou and Niaros, 2019). Konutun inşasındaki yasal sorumluluk kullanıcıya aittir. Sistem, konutu göndermek yerine tarifi gönderdiğini belirtmektedir (URL92). Bu da yerel malzeme kullanımını önceliklendirmektedir. Şekil 4.26'da WikiHouse sistemiyle kurulum diyagramları görülmektedir.



Şekil 4.26 WikiHouse sistemi ile yerinde kurulum (URL90)

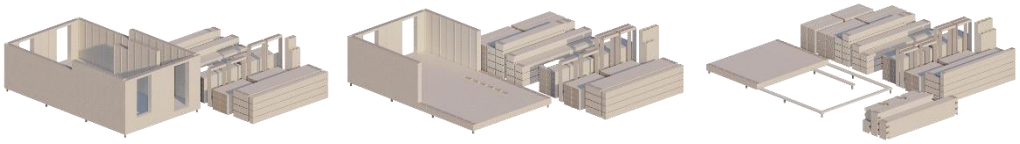
Sistem doğası gereği modülerdir. Sonsuz olanaklar ile esnek, eklenebilir ve geliştirilebilir konut tasarımları oluşturulabilir (Şekil 4.27). İç mekân için özel bir tasarım kurgusu mevcut değildir. Kullanıcı iç mekânı yine aynı platformdan gereksinimlerine göre oluşturabilir. Sınırlı bir plan şeması yoktur. Konutun büyüklüğü ve iç mekân sayısı kullanıcı talebine göre ölçeklenebilir. Malzeme ahşap kontraplak olarak belirlenmiş olup CNC üzerinde işlenebilen birçok panel türü imalatta kullanılabilir. Konut üzerindeki diğer detaylar (yalıtım, kaplama, tesisat vb.) kullanıcıya bırakılmıştır.



Şekil 4.27 Kısmi olarak fabrikada modüler üretimi ve yerinde kurulum (URL91)

WikiHouse konutlar sökülüp takılabilir olarak geliştirilmiştir. Bu niteliği ile devingen konut sınıflandırmasında yer alabilir. Konut başka bir alanda kullanılmak istendiğinde bileşenlerine tamamen ya da parçalı olarak ayrılabilir (Şekil 4.28).

Akabinde taşınıp yeni alanda tekrar kurulabilir. Parçalı olarak devingen olduğu için büyük taşıyıcı platformlara ihtiyaç duyulmaması dolayısıyla tarihte görülen devingen konutlar ile benzerlikler taşımaktadır.



Şekil 4.28 Sökülerek devingen hale gelen WikiHouse konutu (URL92)

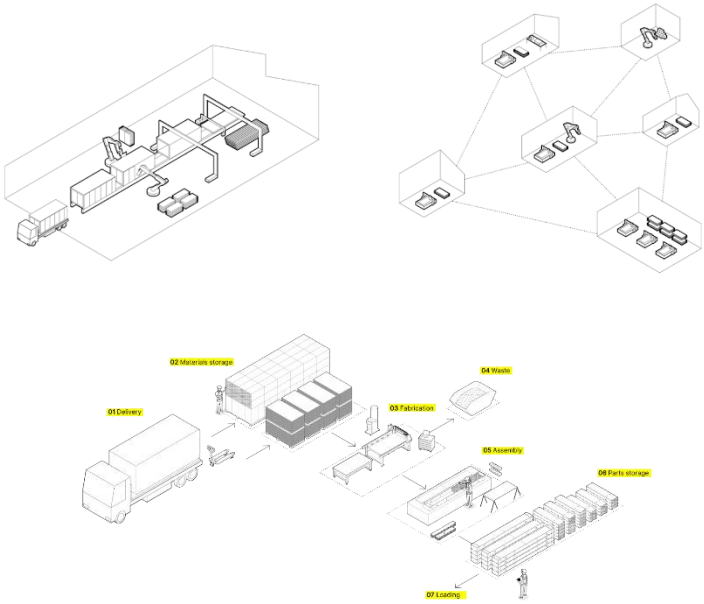
Bütünsel devingen olarak tekerlekli bir konut örneği mevcut değildir. Konut kurulduktan sonra karayolu sınırlamaları dahilinde hacimsel modülerliği bozulmadan devingenleşebilir. Bunun için üretim sisteminin güçlendirilmesi gerekmektedir. Geçici konut ihtiyacının olduğu senaryolar için WikiHouse konutunun, devingenlik potansiyeli önem arz etmektedir. Şekil 4.29'da Ukrayna'da evsiz kalanlar geçici kullanım sunan tiny house örneği yer almaktadır. Sökülüp takılabilir olmasıyla devingenliğin dışında yeniden kullanıma olanaklı olması ve esnek yerleşim kurgularını sağlayabilmesi de vurgulanmaktadır.



Şekil 4.29 Ukrayna Kiev'de savaşta evsiz kalanlar için devingen bir Wiki Tiny House (URL93)

WikiHouse üretiminde temel hedef endüstriyel konut üretmek değildir. Teoride konut CNC teknolojisinin olduğu her yerde üretilebilir. Ancak depolamak için yeterli alana, atölyeye veya mikro bir fabrikaya ihtiyaç duyulmaktadır (URL94). Endüstriyel üretimle yerel üretimin potansiyellerini birleştirmektir. Şekil 4.30'da üretime dair diyagramlar yer almaktadır. Üretimde yalın üretim ve Endüstri 4.0 esasları dikkate alınmaktadır (URL91). Dijital üretim teknolojileri kullanılarak yerel üretimin olumsuz yönleri konut üretiminden uzaklaştırılır. Üretim tek bir fabrikada yapılmak yerine ihtiyaç duyulan alanda kurulacak bir atölyede ya da kentlerin merkezlerinde kurulacak fabrikalarda yapılabilir. Bileşenleri üretilen

konutun yerinde kurulumu yapılabilir. WikiHouse sistemi modüler üretim üzerine kuruludur. Her parça bir modül olarak değerlendirilmekte ve birbirleri ile uyumlu olmak zorundadır. Değiştirilebilir parça kavramı kullanıcı odaklı düşünülmektedir. Değiştirilmesi gereken parça kullanıcı talebi ve hatta tasarımıyla herhangi bir CNC tezgahında üretilebilir. Prefabrikasyon tanımına göre WikiHouse'un bulunduğu nokta muğlak görülebilir. Üretim sahada da yapılabilir fakat kurulumdan önce üretildiği için yerinde prefabrik üretim olarak tanımlanabilir. Montaj hattı gibi lineer ve otomatik bir üretim süreci yoktur. Kurulum sahada olduğu için montaj hattının kullanımı ve potansiyeli sınırlıdır. Kurulum genel olarak el işçiliği ile yapılmaktadır. Fabrikada modüllerin üretimi aşamasında robotik üretim ve otomasyon yer almaktadır. CNC robotları sistemin temel bileşenidir. Bu şekilde hassas üretilen parçaların sahada birleşimi için kalifiye ve ağır işgücü gerektirmez. Sistem parçalı bileşen üzerine kurulu olduğu için katmanlı üretim kullanılmaz. Yarı endüstriyel kabul edilecek üretim sistemi hataları azaltmakta, verimliği artırmakta, üretim yönetimini sadeleştirmektedir. Tasarımcı, üretici ve kullanıcının ortak rol almasına olanak tanımaktadır.



Şekil 4.30 Üretim ve devingen hal diyagramları (URL94)

WikiHouse'da tasarım süreci katılımcı tasarım üzerine kuruludur. İhtiyaç duyan kullanıcı dijital platform üzerinden tasarımcı desteği için talebi oluşturmaktadır. Herkes sisteme ücretsiz erişebilmektedir. Tasarımcının sürece dahil olması zorunlu değildir. Bu süreçte kullanıcı geri planda yer almak isterse bu senaryoyu da tercih

edebilir. Yapı güvenliği için sistem kullanıcıya statik hizmet desteğini önermektedir. Tasarımcı ile birlikte ihtiyaç duyulan konut geliştirilmektedir. Devingen bir konuta ihtiyaç duyan kullanıcı tasarımı bu yönde oluşturabilmektedir. Kullanıcı tasarımda özgür olduğu için kitlesel bireyselleştirmeye gerek duyulmamaktadır. Herhangi bir dijital konfigüratör ya da seçenek havuzu yoktur. Modüler tasarım yönünden bakıldığında ise sistem, parça standardizasyonuna ve parçaların modülerliğine dayalıdır (Şekil 4.31). Hacimsel bir modüler tasarımdan ziyade bileşenler üzerinde modüler tasarım vardır. Gridal düzende olmak şartıyla herhangi bir form tasarlanabilir.



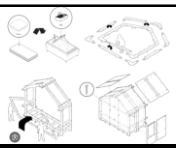
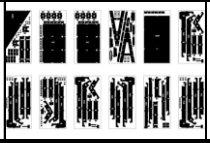
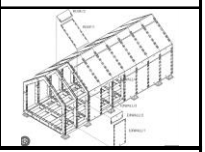
Şekil 4.31 Standardize edilmiş duvar modülleri ve modüler konut (URL94)

Sürdürülebilir tasarım WikiHouse'un temel hedeflerinden biridir (Priavolou and Niaros, 2019). Sıfır karbona yakın konutların üretimi için gereken tasarım ve bilgi kullanıcılara sunulur (URL95). Kullanılan malzemeler sürdürülebilir olması sebebiyle ahşap seçilmiştir. Yalıtımı ve kaplama malzemelerinde de bu ilke ile uygun hareket edilmektedir. Yapı atıkları ileri dönüşüme gönderilmekte veya yakıt olarak kullanılmak için depolanmaktadır. Sistem kaynak ve enerji tüketimini azaltmayı hedeflemektedir. Dijital üretim esas olduğu için bunu sağlamak daha kolaydır. Konut bir temel gerektirmez ve yer ile bağı kalıcı değildir. Doğa ile mücadele etmeden uyum içinde dahil olabilmektedir. WikiHouse konut tasarımı olduğu kadar parça tasarımına odaklandığı için döngüsel tasarım ilkeleriyle uyumludur. Sökmek için tasarım yapmakta ve gerekli bilgiyi sunmaktadır (URL95). Her parça birçok kez farklı yapılarda kullanılabilir. Neme maruz kalmadığı ya da yanmadığı sürece yıllarca kullanılabilir. Off-grid tasarım WikiHouse sisteminde yer almamaktadır. Kullanıcı kendi isteği ile off-grid teknolojik eklentilerini tercih edebilir. Şekil 4.32'de WikiHouse konut sisteminin tasarım yaklaşımları yer almaktadır.



Şekil 4.32 WikiHouse tasarım yaklaşımları (URL96)

Tablo 4.5 WikiHouse analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	WikiHouse	Wikihouse (sistemin adı)	Alastair Parvin (Kurucu ortak)	2011 Londra / İngiltere (ilk prototip)	3,5x5 h:2,5-3m / 17,5m² (ilk prototip) (opsiyonel)
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler** Sistem herkesin erişimine açık tasarlanmıştır. Konut biçimi değil üretim sistemi sunulmaktadır. Modüler gridal sisteme göre tasarlanmaktadır. Modüler tasarım esnek planlamaya uygundur. Kullanıcı ihtiyacına göre ana tasarım değiştirilebilir. Konut formu özelleştirilebilir. Yere bağlı değildir dilendiğinde devingenleşebilir.		**Proje Üretim Tasarım Türü** Kar amacı gütmeyen açık kaynaklı sistem girişimi Demokratikleştirilmiş mimarlık **Malzeme Kullanımı** Tamamı CNC'de kesilmiş geçmeli kontraplak Metal zemin ankraj elemanları Yalıtım katmanları opsiyoneldir.	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Tek parça halinde devingen değildir. Alt bileşenlerine sökülmesi gerekir.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Farklı kombinasyonlarla devingen halden sonra yeniden yerleştirilebilir. Kısmi parçalanma ile devingen olabilir.			
	Sökülüp Takılabilir	CNC de kontraplaklardan kesilen modüller sökülerek konut devingenlik kazanmaktadır.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✗✗	**Prefabrikasyon ✓✓**	**Modüler Üretim ✓✓**	**Robotik Üretim ✗✓**	**Katmanlı Üretim ✗✗**
	Montaj hattı gibi lineer ve otomatik bir üretim süreci yoktur. Montaj hattında üretime uygun değildir.	Konut modülleri atöylede üretilir. Sahada birleştirilir. Modüllerin birbirine geçmesi el işçiliğine dayalıdır.	Tekrarlanabilir standart modüller vardır. Büyüyüp küçülebilen modüler birbirine uyumludur.	Robot kollar kollar yok. CNC modülleri keser. Montaj için robotik kolların kullanımı geliştirilebilir.	Sistem kontraplakların iki boyutlu kesilmesiyle işlemektedir. Malzeme ve sistem sebebiyle katmanlı üretim kullanılamaz.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗				
	Katılımcı Tasarım ✓	**Kitlesel Bireyselleştirme ✗**	**Modüler Tasarım ✓**	**Sürdürülebilir ✓** **Döngüsel ✓**	**Off-Grid Tasarım ✗**
	Açık kaynaklı planlar her kullanıcının revize edebilmesine olanak tanır. Sistem kullanıcı tasarımda ve üretimde sürece dahil etmeyi amaçlamaktadır.	Bireyselleştirme mümkündür. Fakat bu katılımcı tasarım şeklindedir. Konfigüratör yok. Seçenek havuzu yok.	Tasarım uyumlu modüllerle oluşturulur. İhtiyaca göre yeniden ölçeklendirilerek eklenip çıkartılabilir.	Enerji-malzeme verimliği Düşük karbon ayak izi Yerel üretim açık kaynak Erişilebilir tasarım Yeniden kullanım Yaşam döngüsü takip edilir. Sökme tasarım var.	Off-Grid tasarım yoktur. Kullanıcı eklentilerle ancak off-grid konut elde edebilir.

4.5 IKEA Better Shelter

IKEA Better Shelter, İsveç merkezli sosyal bir kurum olan Better Shelter tarafından 2013'te IKEA ve Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği (UNHCR) ortak çalışmasıyla geliştirilmiştir (URL97). Kit halinde seri üretilen konut-çadır tipi sosyal yardım projesidir. Geliştirilme amacı geçici barınma sağlamak için maliyet odaklı, hızlı üretilen ve kurulan, kolay ulaştırılan bir ürün oluşturmaktır. 2017 yılında Londra'da yılın tasarımı ödülüne layık görülmüştür (Scott-Smith, 2017). 5 kişiye kadar barınma olanağı sağlayan 5,6x3 m ölçülerinde olan bu modern çadır yaklaşık 17,5 m² alana sahiptir (URL98). Devingen halde düz paketlenmiş (IKEA ürünlerindeki gibi) iki kutuya sığmaktadır. Vasıflı beceri ve özel alet gerektirmeyen bir kurulum kurgusuyla üretilmiştir. Dört kişi ile dört saat içinde kurulum tamamlanmaktadır (URL98). Mülteciler için geliştirilmiş olmasıyla birlikte afet sonrası kullanım için de uygundur. 2023 Kahramanmaraş depreminde IKEA tarafından bölgeye 5000 adet hibe Better Shelter gönderilmiştir (URL99). Temelde barınma işlevini sağlamak için endüstriyel olarak geliştirilmiş bu modern çadır, sökülü halde kolayca taşınabildiği için devingen konut örneği olarak analiz edilmek için seçilmiştir. Tarih boyunca kullanılan devingen çadır ile benzer özellik göstermektedir. Elde üretilmek yerine fabrikada, yerel malzeme yerine endüstriyel malzemeler kullanılarak üretilmektedir. Şekil 4.33'te kurulu hali yer almaktadır.

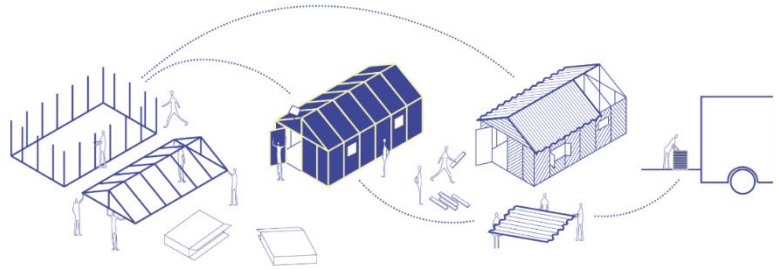


Şekil 4.33 Kurulu halde iken IKEA Better Shelter (URL97)

Better Shelter galvanize çelik borularla taşıtılmaktadır. Plastik paneller ise hem kabuğu oluşturmakta hem de statik rijitliği sağlamaya katkıda bulunmaktadır (Scott-Smith, 2017). Herhangi bir ekstra yalıtım malzemesi içermez. Kabukta kullanılan plastik paneller yalıtım görevi de görmektedir. Better Shelter kullanıcılara sınırlı konfor sağlanmaktadır. Çadırlardan farklı olarak bünyesinde zemini de kaplayan plastik panellerle birlikte düşünülmüştür. Tasarım diline

bakıldığında oldukça yalın olduğu görülmektedir. İç mekânda herhangi bir kompozisyon yoktur. Bir konutun temel faaliyetlerini karşılamakta yetersizdir. Herhangi bir mutfak ya da ıslak hacim birimi içermemektedir. Better Shelter'ın bu bağlamda bir konut olarak tanımlanabilmesi güçtür. Fakat salt barınma ihtiyacını gidermek için geliştirilmesi ve endüstriyel üretim modern bir çadır olması sebebiyle çalışma için önemli bir örnek olarak görülmüştür.

Sökülü halde düşünüldüğünde devingen konut kategorisine dahil edilebilir. İki parça kutuda toplam 160 kg ağırlığa sahip olarak tasarlanmasının sebebi kolay taşınabilmesidir (Scott-Smith, 2017). İhtiyaç anında başka bir alana gönderilmek için sökülüp paketlenerek devingenleşmektedir (Şekil 4.34). Kullanım sahasına ulaştığında yeni kurgulara olanak tanımadığı, herhangi hacimsel bir modülerlik içermediği ve devingen halde iken fiziksel bir değişimi olmadığı için yeniden yerleştirilebilir kategorisine dahil edilemez. Sökülmeden, formu bozulmadan sınırlı düzeyde yer değiştirebildiği için bütünsel devingen karakteri de göstermez. Devingen halde iken kullanımı mümkün değildir. Genel olarak devingenliğini sökülüp takılabilir olmasından almaktadır.



Şekil 4.34 Better Shelter söküm diyagramları (URL97)

Better Shelter'ın tüm bileşenleri önceden fabrikada üretilmektedir. Konutun bileşenleri montaj bandı üzerinde seri üretime olanaklı şekilde tasarlanmıştır. Montaj bandı üzerinde tıpkı IKEA mobilyaları gibi yalnızca bileşenler ilerlemektedir. Üretim fabrikada gerçekleştiği için prefabrik bir üretimden söz edilebilir. Fabrikadan paketlenmiş bir ürün olarak çıkmaktadır. Sahadaki kurulum manuel işçilikle yapılır (Şekil 4.35). Bileşenler standardize edilmiş ve modülerdir. Üretimde otomasyon mevcuttur fakat bileşenler üretildiği için robotik kol kullanımına gerek olmamaktadır. Katmanlı üretim tekniği imalat süreci, maliyet, üretim hızı ve sayısından dolayı tercih edilebilir değildir. Üretim süreci olabildiğince basit ve maliyet etkin olmak üzere kurgulanmıştır. Üretildiği ilk dört

yıl 65 milyona yakın Better Shelter dünyanın birçok bölgesine dağıtılmıştır (URL98).



Şekil 4.35 Kurulum aşaması ve paketlenmiş devingen hal (URL98)

Acil kullanım için tasarlandığından dolayı katılımcı tasarım ve kitlesel bireyselleştirme görülmez. Salt seri üretim mantığı ile üretildiğinden sade ve hızlı kurulabilir olması dışında tasarım süreci öncelik değildir. Her koşula ve iklime uyum önemlidir. Tüm konutlar tek tip üretilmiştir. Gerektiğinde modüler tasarım sayesinde uzatılabilir (Scott-Smith, 2017). Az kaynak kullanımı ile çok sayıda üretmek amaçlandığı için sürdürülebilirlik ilkeleriyle örtüşmektedir. Uzun ömürlü kullanım için üretilmiştir. Normal mülteci çadırları birkaç aylık kullanım sağlamasına karşın Better Shelter 3 yıldan uzun kullanım için tasarlanmıştır (MacNairn and Shelton, 2015). Farklı alanlarda birçok kez yeniden kurulup kullanılabilmesi dolayısıyla döngüsellik ilkelerinden birini de taşımaktadır. Fakat tasarım yaklaşımı olarak sürdürülebilir ve döngüsel olması hedefler arasında yoktur. Güneş panellerinin eklendiği modeller dışında off-grid tasarım yer almaz. Off-grid tasarıma uygunluk yalnızca güneş panellerinin varlığı ile ilişkilidir. Kriz durumlarında kullanıldığı için off-grid tasarım her ne kadar gerekli olsa da toplu yaşamla birlikte düşünülmüş ve konut özelinde şebekeden bağımsız yaşam kurgulanmamıştır.

Tablo 4.6 IKEA Better Shelter analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	Better Shelter	IKEA Better Shelter (RHU)	IKEA Better Shelter UNHCR	2013- Hällefors / İsveç	5,6x3m h:2,8m / 17,5m² Ağırlık: 160 kg
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler**		**Proje Üretim Tasarım Türü**	
		Afet sonrası ve mülteci barınma ihtiyacını karşılamak için geliştirilmiştir. Yalın tasarımı hızlı üretim, teslimat ve kurulum için yapılmıştır. Tek hacimli ve açık planlı ve 4-5 kişi için yaşam alanı sunmaktadır. Mekan çok işlevli olarak kullanılır. Islak hacim ve mutfak gibi iç mekanlar içermez. Zemin panelleri haşere kontrolü ve yalıtım için yerden kopartılmış şekilde yerleştirilir.		Acil barınma ihtiyacı için geliştirilen, kit halde seri üretilen konut-çadır tipi sosyal proje	
				Malzeme Kullanımı	
				Dış Cephe ve Çatı: Geri dönüştürülebilir plastik / Strüktür: Galvanize çelik boru / İç Mekan ve Mobilya: yok / Yalıtım: yok (kabuk çift cidarlı) / Zemin: Suya dayanıklı kompozit panel	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Formu bozulmadan devingen hale gelmez.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Yeniden yerleştirilebilirlik özelliği göstermez.			
	Sökülüp Takılabilir	Paketli halde devingendir. Tamamı kuru birleşimdir. Kurulum ve söküm için ek materyal gerektirmez.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✓✓	**Prefabrikasyon** ✓✓	**Modüler Üretim** ✓✓	**Robotik Üretim** ✓✗	**Katmanlı Üretim** ✗✓
	Parçalar montaj hattında üretilmektedir.	Tüm bileşenler fabrikada üretilir. Fabrikadan kapalı kutu içinde çıkar. Sahada kurulum yapılır.	Bileşenler modülerdir. Değiştirilebilir parçalardan oluşur. Tüm konut kit-of-parts sistemdir.	Otomasyon ve robotlar üretimde kullanılmaktadır. Kurulum el ile yapılması için kurgulanmıştır.	Katmanlı üretim yapılmaz. Paneller üretilebilir. Strüktürde revizyon ile bileşen temelli katmanlı üretim yapılabilir.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗ - kısmen ≈				
	Katılımcı Tasarım ✗	**Kitlesel Bireyselleştirme** ✗	**Modüler Tasarım** ✓	**Sürdürülebilir** ≈ **Döngüsel** ≈	**Off-Grid Tasarım** ✗
	Aktif katılım mümkün değildir.	Seri üretim tek tip mantığı ile üretilmiştir.	Konutun uzatılabilmesini sağlayacak modülerlik vardır. Tek eksenli bir hacimsel modüllerlik mümkündür.	Geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı Uzun ömürlü kullanım ve yeniden kullanılabilirlik Kriz odaklı çevreci çözüm sunar.	Solar panel eklentisi dışında off-grid tasarım yoktur.

4.6 Wohnwagon Tiny House

Wohnwagon 2013 yılında Avusturya merkezli modüler ve devingen sürdürülebilir konutlar üretmek üzere kurulan bir endüstriyel konut girişimidir (URL100). Ticari bir girişim olarak görülmekte herhangi bir araştırma ya da akademik çalışma kapsamında geliştirilmemiştir. Üretimlerinde esnek tasarımla farklı modüllerin birleşimi ile farklı plan şemaları oluşturulabilmektedir. Temel model "Oskar" modeli sayılabilir. Bu modele istenildiğinde dahili tekerleklerle satın alınıp bir araç arkasında çekilebilir. Temel modüle ihtiyaca göre başka modüller eklenerek konut

genişletilebilir. Kompakt yaşamı sürdürülebilir tasarımla birlikte kurgulamaktadırlar. Temel konut modeli 10 m uzunluğunda ve 2,5 m genişliğinde olup 25 m² kullanım alanı sunmaktadır (URL100). Tekerlekli model karayolu standartlarına uyacak şekilde 3,5 m gabariye sahiptir (URL100). Plan düzeni ıslak hacim, yatma birimi ve yaşam alanı şeklinde üçe ayrılmıştır. İç mekân kompozisyonu modüler eklentilere uygun ve sirkülasyon ergonomik tasarlanmıştır. İç mekânda mutfak, ıslak hacim volümetrik modüllerle çözülmektedir. Doğal ışıktan azami faydalanmak için açıklıklar geniş tutulmuştur. Yaşam alanı konut girişiyle yakın çözülmüş, dış ve iç mekân ortak kullanılarak kullanıcı ile doğa arasında görsel ve fiziksel süreklilik hedeflenmiştir. Girişte dış mekân kullanımı için açılır kapanır bir tente eklenmiştir. Kaplama ve karkas için masif ahşap kullanılmış, iç mekânda kil sıva, yalıtım için endüstriyel koyun yünü tercih edilmiştir (URL101). Malzeme seçimi ekolojik ve sağlıklı bir yaşam alanı yaratmaktadır. Güneş enerjisi kullanımı ve depolanması için gerekli teçhizat eklenmiştir. Geleneksel yapılaşmanın yasak olduğu bölgeler için yerden bağımsız kullanıma uygundur (URL102). Konut, genel olarak çevreci çözümler içermekte ve sabit bir yere bağlı olmadan sürdürülebilir konforlu bir yaşamı mümkün kılmaktadır. Konutu edinmeden önce kullanıcıların deneyimleyebilmeleri için Wohnwagon otel konsepti ile de kullanılmaktadır. Şekil 4.36'da deneyim oteli görülmektedir. Modüller yan yana ya da üst üste birleştirilerek konut büyütülebilir (URL101). Bu durum tasarımda esneklik sunar.



Şekil 4.36 Wohnwagon deneyim oteli (URL100;URL101)

Devingenlik türüne göre sınıflandırıldığında konut bütünsel devingendir. Formu bozulmadan konum değiştirebilir. Şekil 4.37'de bütünsel devingen halleri yer almaktadır. Devingen halde iken kullanılmaya uygundur. İç donatıları sabitlenmiştir. Fakat devingen halde kullanımı yasal ve güvenlik sebepleri ile önerilmez. Tekerlekli şasisi olan modelleri çekilerek devingenleşirken diğer

modeller bir vinç yardımıyla platforma yüklenerek konum değiştirebilir. Yasal olarak römork statüsünde olduğu için bir araç olarak değerlendirilir. Çekilebilmesi için yasal gereklilikler mevcuttur. Oskar dışındaki modeller (Hubert vs.) modüler olarak eklenerek yeni kurgular oluşturabilir. Bu modellerin devingenleşmesi için formda parçalanmalar ve değişimler görülür. Modüler birleştirilmiş konutlar devingen halde kullanılamaz. Yarı kapalı mekân oluşturan tente yeniden yerleştirilebilir niteliği desteklemektedir. Temel model yaklaşık 6 t olması sebebiyle sıradan bir araçla çekilemez (URL100). Bunun yerine çekme kapasitesi yüksek olan bir araç tercih edilmelidir. Konut, bileşenlerine sökülüp parçalanamadığı için sökülüp takılabilir devingenlik karakterini taşımaz.



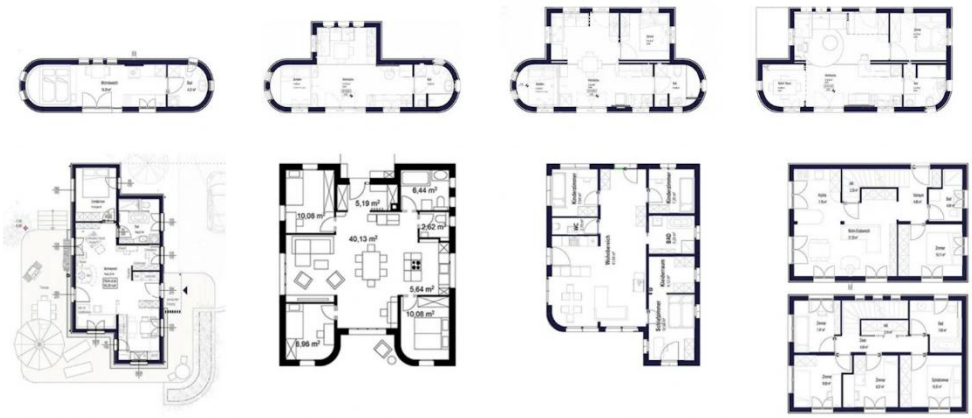
Şekil 4.37 Tekerleksiz Wohnwagon yerleştirilmesi, Wohnwagon Almanya turu Berlin'de (URL101; URL103)

Wohnwagon üretimleri atölye ortamında yapılmaktadır. Üretim süreci standartlaştırılmıştır. Endüstriyel üretimle geleneksel el işçiliği-zanaat birlikte kullanılmaktadır. Montaj hattı üretimde yer almaz. Her konut aynı üretim kurallarına bağlı yapılır. Konut atölyede sabit noktadadır. İstasyon bazlı üretim vardır. İşçiler ve makineler bu istasyon üzerinde çalışmaktadır. Bu anlamda gelişmiş bir endüstriyel üretimden söz edilemez. Konutun tüm bileşenleri atölyede önceden üretildiği için prefabrikasyondan söz edilebilir. Şekil 4.38'de üretimden görseller yer almaktadır. Bütünsel devingen modeller bir ürün gibi atölyeden ayrılır. Modüler daha büyük modeller ise volümetrik olarak atölyeden çıkarak sahaya götürülür. Bu bağlamda prefabrikasyon manuel işçiliğe ihtiyaç duymaktadır. Dijital üretim planlaması ile işçilik hataları minimuma indirgenmektedir. Gelişmiş bir robotik üretim görülmez. Bileşenler CNC gibi araçlarla ve entegre otomasyonla üretilmektedir. Birleşimde robotik kol kullanımı düşünülebilir fakat kullanımına dair bir veri bulunmamaktadır. Tüm konut masif ahşaptan üretildiği için katmanlı üretim tekniği kullanılması olanaklı değildir.



Şekil 4.38 Wohnwagon prefabrik üretimi (URL101)

Minimalist yaşam felsefesi ile sürdürülebilir tasarım Wohnwagon'un tasarım yaklaşımları arasındadır. Konutun kullanıcılar tarafından özelleştirilmesi sınırlı ölçülerde mümkündür. Kullanıcılar modüllerle kurgulanabilen plan şemalarını oluşturabilir ve iç mekân organizasyonunda üretim sürecine dahil olabilir. Şekil 4.39'da farklı plan şemaları yer almaktadır. Katılımcı tasarım bu şekilde sağlanabilmektedir. Yüzeysel bir kitlesel bireyselleştirme mevcuttur. Gelişmiş kitlesel bireyselleştirme araçları kullanıma sunulmamış olup kullanıcı ikili iletişimle taleplerini dile getirmektedir. Biçimsel olarak bireyselleştirme modüler düzeyde sınırlıdır. Modüler tasarım Wohnwagon'un temel tasarım yaklaşımıdır. Islak hacim için geliştirdikleri bir modül mevcuttur (URL101). Bu modüller konuttan bağımsız olarak da satın alınabilir.



Şekil 4.39 Wohnwagon'un farklı plan şemaları (URL104)

Tasarım yaklaşımlarında temel ilkeler ise sürdürülebilirlik ve off-grid tasarım olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanılan malzemeler yerel ve doğal kaynaklıdır. Kereste için bölgede yaygın olarak yetişen Karaçam ağacı tercih edilmektedir. Karaçam yoğun reçineli olduğu için nemden ve haşerelerden daha az etkilenmekte ve periyodik bakımları daha kolaydır (URL101). Koyun yününün yalıtımda

kullanılması enerji korunumunu kolaylaştırmaktadır (Şekil 4.40). Kil malzeme ile sıva yapılması ve uçucu kimyasal içermeyen boyaların tercih edilmesi sürdürülebilirliği desteklemektedir. Wohnwagon üretiminde döngüsel tasarım yapmak birincil hedef olarak görülmemektedir. Kullanılan malzemeler birçok kez başka konutta kullanılabilir. Fakat herhangi bir sökme planı tasarlanmamıştır. Sistemin yaşam döngüsü değerlendirilmesi ve malzeme kimliklendirmesi olduğuna dair bir veriye ulaşılamamıştır. Sınırlı ölçüde döngüsel tasarıma uygun olduğu düşünülebilir. Off-grid tasarım ise konutun temel özelliğidir. Enerjisini güneşten elde eder ve dahili bataryalarında depolar. Gri su kullanımı ve kompost tuvalet (ayrıca kullanıcılara alan uygunsa organik tuvalet çözümü sunulmaktadır) mevcuttur. Yağmur hasadı eklentiler ile mümkün olabilmektedir (URL105).



Şekil 4.40 Doğal malzeme ve güneş enerjisi kullanımı (URL104)

Tablo 4.7 Wohnwagon Tiny House analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	wohnwagon	Wohnwagon Tiny House (Oskar)	Wohnwagon	2013 Gutenstein / Avusturya	10x2,5m h:4 25m² Kapasite 2 kişi Ağırlık 6t
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler** Temel konut ihtiyaçlarını karşılayan kompakt, işlevsel yaşam alanı sunmaktadır. Plan düzeni ıslak hacim, yatma birimi ve yaşam alanı şeklinde üçe ayrılmıştır. Yatma alanı sabit yatakla donatılmış fiziksel olarak ayrıdır. Mekanlar modüler eklentilere uygun ve geçişler engelsiz akışkandır. Kullanıcı ile doğa arasında görsel ve fiziksel süreklik hedeflenmiş		**Proje Üretim Tasarım Türü** Ticari üretim kişiselleştirilebilir Tiny House **Malzeme Kullanımı** Dış Cephe: Masif ahşap / Strüktür: Ahşap karkas / İç Mekan ve Mobilya: Masif ahşap / Yalıtım: Koyun yünü / Zemin: Ahşap Çatı: Metal	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Formu bozulmadan devingendir. Tekerli ya da platform üzerinde devingen olan modelleri mevcuttur.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Oskar dışındaki modeller (Hubert) modüller olarak eklenerek yeni kurgular oluşturabilir. Modüler formal değişiklik mevcuttur.			
	Sökülüp Takılabilir	Strüktür sabittir demontaj yapılamaz.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✗✓	**Prefabrikasyon** ✓✓	**Modüler Üretim** ✓✓	**Robotik Üretim** ✗✓	**Katmanlı Üretim** ✗✗
	İstasyon bazlı üretim mevcuttur. Üretim revizyonu ile montaj hattında üretilebilir.	Konut bileşenleri fabrikada üretiliyor. Yeniden yerleştirilebilir modellerin modülleri sahada birleştiriliyor.	Modüller üretim vardır. Duvar, zemin ve çatı bir modül olarak kabul edilebilir. Gelişmiş modeller volümetrik olarak da modülerdir.	Manuel işçilik hakimdir. Modüller oluşturulurken CNC gibi araçlarla robotik üretim yapılabilir. Birleştirmeler el işçiliği ile yapılmaktadır.	Tüm konut masif ahşap ile üretildiği için katmanlı üretim mümkün değildir.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗				
	Katılımcı Tasarım ✓	**Kitlesel Bireyselleştirme** ✗	**Modüler Tasarım** ✗	**Sürdürülebilir** ✓ **Döngüsel** ✓	**Off-Grid Tasarım** ✓
	Kullanıcı tasarım sürecinde aktif dahil olabilir. İç mekan düzeni, malzeme ve donanım tercihleri ortak yapılır. Biçime kullanıcı dahil olamaz.	Seçenekler arasından bireyselleştirme sınırlı ölçüde mümkündür. Fakat dijital bir konfigüratör kullanımı yoktur.	Hacimlerin modüler olarak geliştirilmesi mümkün değildir. Yalnızca modeller birkaç kombinasyonla birleştirilebilir.	Uzun ömürlülük, malzeme döngüsü, düşük karbon izi, enerji ve kaynak yönetimi öncelenir. Minimum atık maksimum verim hedeflenir.	Solar panel, batarya-depo, yağmur hasadı, filtreleme ve kompost tuvalet gibi eklentileri mevcuttur. Sınırlı süre için altyapıdan bağımsız yaşanabilir.

4.7 Westfalia Karavan

1844 yılında kuzeybatı Almanya'da kurulan Westfalia markası adını Westphalia bölgesinden almaktadır (URL106). 1950'den beri eğlence araçları (karavan, motokaravan, çekme karavan vb.) üretiminde gelişen marka birçok otomotiv markasıyla iş birliği yaparak yaşanabilir taşıtlar geliştirmiştir. Bir konutun temel tüm gereksinimlerini karşılayan tam zamanlı yaşama olanak sağlayan James Cook 600 D modeli, endüstriyel olarak (güncel modeli 2020'den beri) üretildiği için devingen konut analizine dahil edilmiştir (Şekil 4.41). Adını denizci gezginden alan

James Cook modeli ilk 1977'de Mercedes-Benz Sprinter aracına kurulmuştur (URL106). Analiz edilen model güncel versiyon olup 2020 yılından beri üretilmektedir. Güncel versiyon kompakt yaşam alanı, otomatikleştirilmiş donatıları ve teknolojik altyapısı ile öne çıkmaktadır. 600 D isim kodu 6 m olan uzunluğunu D harfi ise yükseltilmiş iç hacmini kastetmektedir (URL106). Genişliği yaklaşık 2 m, yüksekliği ise 2,85 m olan karavan brüt 12 m² kullanım alanı sunmaktadır (URL107). Dar alanına rağmen dönüşümlü mekânları ve ergonomik çözümleri ve iki kişilik kapasitesi kullanıcıya ev konforu sunmaktadır. Tavan bölümünde genişleyen hacmi ile kapasitesi dört kişiye çıkmaktadır.



Şekil 4.41 Sabit ve devingen halde James Cook karavan (URL107)

Mekân, taşıyıcı hacim bölümlendirilerek kurgulanmıştır. Yatma bölümü arkaya konumlandırılmış, ıslak hacim orta bölümde modüler olarak çözülmüştür. Şekil 4.42'de mekân organizasyonu görülebilir. Mutfak ise yaşam alanıyla entegre çözülmüş açık mutfaktır. 4 kişiye hizmet etmesi için sürüş alanındaki koltuklar ters dönerek kullanımı kolaylaştırmaktadır. İç mekân kompozisyonu taşıt geometrisi içinde azami verimi sağlayabilecek şekilde oluşturulmuştur. Çok işlevli mobilyalar devingen konut gereksinimlerine göre sabitlenmiş şekilde yerleştirilmiştir. Malzeme kullanımı kabukta otomotiv endüstrisinden gelen şekillendirilmiş metal sac ile oluşturulmaktadır. İç mekânda ise kompozit hafif malzemeler tercih edilerek mimari ve otomotiv endüstrisi arasında bir denge kurulmuştur. Üst örtüde ise ana kabuk yeniden düzenlenerek polyester malzeme ile örtülmüştür (URL107). Model, bir karavanın konuta en yakın olan halini oluşturmuştur. Temel yaşamsal faaliyetleri sağlamaktadır.



Şekil 4.42 James Cook genişleyebilir mekân organizasyonu (URL108;URL109)

Karavan, konut ile devingen yaşam birimi arasında bir konumdadır. Bu devingen yaşam birimi bütünsel devingen kategorisinde sınıflandırılabilir. Devingenlik karakteri en iyi olan devingen konuttur. Yüksek hızlarda da devingendir. Devingen halde iken yaşamsal faaliyetler için kullanılabilir. Güvenlik gerekçeleri sebebiyle seyir halinde kullanım önerilmez. Kendinden motorlu motokaravan olan örnek devingen hal için herhangi bir araca ya da işleme gereksinim duymaz. Araziye uygun özellikleriyle donatılan temel şasi-strüktür zorlu koşullarda devingen karakter göstererek birçok farklı topoğrafyada kullanımı mümkündür. Motokaravanın devingenlik kabiliyeti yüksek olduğu için uzunca bir süredir devingen yaşamı benimseyen kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir. Bazı kullanıcılar karavanı uzunca bir süre hareket ettirmeden sabit bir konut gibi kullanmaktadır. Giriş kapısının üstüne eklenen tentesi ile yarı açık alan kullanımına olanak tanıyarak yaşam alanı genişletilir. Tente açıkken devingen olamayan araç bu yönüyle yeniden yerleştirilebilirlik kategorisinin özelliklerini göstermektedir (Şekil 4.43).



Şekil 4.43 Durağan halde karavanın genişleyen yaşam alanı (URL107)

James Cook karavan, otomotiv endüstrisinde üretimine başlandığı için yüksek düzeyde endüstrileşmiş bir ürün olarak tanımlanabilir. Mercedes-Benz fabrikalarında üretilen araç tamamen endüstriyel üretimdir. Araç ve iç mekân ayrı üretim süreci içerir. Westfalia fabrikasında kabuk olarak kullanılan karavanın endüstriyel üretimi burada devam etmektedir. Şekil 4.44'te endüstriyel üretim süreci yer almaktadır. Kullanıcı kendi aracını da getirip bir karavana dönüştürülebilir. Rheda-Wiedenbrück'teki fabrikadaki montaj hatları üzerinde iç mekân oluşturulmaktadır (URL106). Montaj hattında mobilyalar, donatılar, mekanik, elektrik ve iklimlendirme sistemleri karavana eklenmektedir. İç mekândaki ıslak hacim modülleri, mutfak ve mobilyalar prefabrik olarak üretilmektedir. Karavan fabrikadan çıktığında tıpkı bir otomobil gibi kullanıma hazırdır. Fabrikada üretilen iç mekân ile üretim kalitesi ve kontrolü artmakta, üretim süresi kısalmaktadır. İç bileşenlerde modüler üretim esastır. Her parça değiştirilebilir nitelikte olup bireyselleştirme için modüler eklentiler tercih edilebilir. Kabuk standart olduğu için hacimsel bir modüler üretim yoktur. Islak hacim için geliştirilen ünite hacimsel modüleriteye sahiptir. Robotik üretim ve otomasyon üretimde yer almaktadır. Robotik kollar iç mekân üretiminde otomobilin üretiminde olduğu gibi kullanılabilir. Fakat kullanımına dair veri yoktur. Katmanlı üretim doğrudan kullanılmaz, prototipleme için kullanılabilir. Katmanlı üretimin karavanın seri üretiminde kullanımı verimli olmayacaktır.



Şekil 4.44 Westfalia fabrikası endüstriyel üretim, otomasyon, robotik kol ve montaj bandı kullanımı (URL107)

Karavan otomotiv üretimi ile yakın olduğu için devingen bir konutun üretim ve tasarım sürecinde belirli farklar içermektedir. Katılımcı tasarım kabuk standart olduğu için sınırlı düzeyde tercih edilebilir. Kullanıcı iç mekân organizasyonunda sürece dahil olabilir. Westfalia kullanıcılarına katılımcı tasarım olanağı tanımamaktadır. Bunun yerine kitlesel bireyselleştirme araçları kullanılmaktadır. Kullanıcı; büyüklüğü, malzeme, renklerini seçebilir. Kitlesel bireyselleştirme için

otomotiv sektöründeki gibi dijital bir konfigüratör kullanılmaktadır (Şekil 4.45). Seçimler çoğunlukla aracın teknolojik ekipmanlarını doldurmaya yönelik yapılabilmektedir. İç mekân organizasyonunda birimler modüler tasarlanmıştır. Çoğaltılabilir konut modülü yoktur. Bu yalnızca kapıya sonradan eklenecek çadır ile yapılabilir. Modüler tasarım iç bileşen bazındadır.



Şekil 4.45 Westfalia kitlesel bireyselleştirme aracı dijital konfigüratör (URL110)

Westfalia fabrikasında enerji ve kaynak verimliliği esastır. Üretimde çevresel etki hesaplaması yapılmaktadır. Sürdürülebilir tasarım ana ilke değildir. Otomotiv üreticisi ve Westfalia yasal düzenlemelerle çevreye daha az zarar verme ilkelerine göre üretimi şekillendirmektedir. Fakat ortalama bir konuttan çok daha az sürdürülebilir olduğu söylenebilir. Üretim süreci bir otomobil üretimine daha yakındır. Geri dönüşüm konut kullanım ömrü sonrası için planlıdır. Üretimde geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılmaktadır. Döngüsel tasarıma dair daha az kaynak kullanımı mevcuttur. Bileşenler kimliklendirilir ve yeniden başka karavanlarda kullanılabilir. Karavanların bireysel müşteriye satılması yerine bedeli karşılığında kullanıma sunulması döngüsel ekonomiyle ilişkilidir. Karavan şebekeden bağımsız yaşamaya uyumlu tasarlandığı için off-grid tasarıma uygundur. Nihayetinde karavan içten yanmalı bir motora sahip olduğu için her zaman altyapıya bağımlıdır. Enerji ve atık yönetimi yapılacak teknolojik eklentilerle birlikte off-grid yaşamın süresi uzatılabilir. Motokaravanın endüstriyel devingen konut olarak tanımlanması için gerekli donatılar mevcuttur. Şekil 4.46'da karavanın bazı donatıları yer almaktadır. Karavan konut olarak potansiyeller içermesi ile birlikte karayolları standartları dolayısıyla kullanıma sunulabilecek alan oldukça sınırlıdır.



Şekil 4.46 Off-grid tasarım eklentileri; güneş paneli ve kompost tuvalet (URL108; URL111)

Tablo 4.8 Westfalia Karavan analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	WESTFALIA	James Cook 600D Motokaravan	Westfalia	1977-Gotha / Almanya 2020-güncel versiyonu	6x2 h:2,85m / 12m² 4 kişilik kapasite 4t
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler** Mekan taşıyıcı hacim bölümlendirilirek kurgulanmış, iç mekanlar dönüşümlü işlevlerle kullanılmaktadır. Çok işlevli mobilyalar yerleştirilmiştir. Mekanlar arası sınırlar donatılarla belirlenmetedir. Mutfak ve ıslak hacim kompakt modüler çözülmüş ve döner koltuklarla sürüş mekanı ile yaşam alanı tek mekana dönüşmektedir. Devingen ve stabilken biçimsel olarak değişmektedir.		**Proje Üretim Tasarım Türü** Ticari ve seri üretime dayalı karavan modeli Tam zamanlı konut yaşam faaliyetlerini karşılamakta **Malzeme Kullanımı** Dış Cephe ve Strüktür: Mercedes-Benz Sprinter (sac metal) / İç Mekan ve Mobilya: Kompozit hafif malzemeler, endüstriyel ahşap / Yalıtım: opsiyonel / Zemin: Opsiyonel ahşap Çatı: Polyester	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Formu devingen halde korunur. Devingen halde ikende barınma işlevi sürmektedir.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Bazı modelleri yeniden yerleştirilebilirdir. Devingen halde ikenki formu ile stabil haldeki formu değişkenlik gösterebilmektedir.			
	Sökülüp Takılabilir	Sökülüp takılarak devingen hale gelemez.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✓✓ Temel hacimi sağlayan araç montaj hattında üretilmektedir. Karavan üretim aşamasında lineer üretim devam etmektedir.	**Prefabrikasyon ✓✓** Tümünde endüstriyel üretim hakimdir. Araç ve mekan ayrı üretim süreci içerir. Birleştirme karavan fabrikasında yapılır.	**Modüler Üretim ✓✓** Yaşam mekanı modüler üretilir. Modüler hacimler ve bileşenler barındırır. Tamamı değiştirilebilir parçalardan oluşur.	**Robotik Üretim ✗✓** Modüler bileşenlerin montaj hattında birleştirilmesi esasına dayanır. Birleştirme manuel işçilikle yapılır. Robot kol kullanılabilir.	**Katmanlı Üretim ✗✓** Geleneksel endüstriyel üretim hakimdir. İç donatılar ve parçalar üretilebilir.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗-kısmen ≈				
	Katılımcı Tasarım ≈ Mekan organizasyonu önceden belirlenmiştir. Tasarım süreci kullanıcıya sınırlı ölçüde açıktır. Mekan organizasyonu minimal değiştirilebilir.	**Kitlesel Bireyselleştirme ✓** Donanım paketleri, malzeme, renk vb. özellikler seçilebilir. Form ve mekan seçimi sınırlıdır. Seçenekler konfigüratör üzerinden bireyselleştirilebilir.	**Modüler Tasarım ✓** Çoğaltılabilir konut modülü yoktur. Eklemlenebilirlik ve geliştirme sınırlıdır. Modüler tasarım iç bileşen bazındadır.	**Sürdürülebilir ≈** **Döngüsel ≈** Enerji-kaynak verimliliği esastır. Çevresel etki hesaplaması yapılır. Sürdürülebilirlik ana ilke değildir. Geri dönüşüm planlıdır fakat yeniden kullanım ana ilke değildir.	**Off-Grid Tasarım ✗** Enerji ve atıf yöntemi opsiyonel eklentilerle alt yapıdan bağımsız sınırlı sürede kullanım sağlar. Fakat içten yanmalı motor her zaman yakıta ihtiyaç duymaktadır.

4.8 Discover 3D Camper Çekme Karavan

Çekme karavanlar motokaravanlardan farklı olarak kendine ait bir motora sahip değildir. Başka bir araç tarafından çekilerek devingen olur. Bir sürüş alanı olmadığı ve standart bir araçtan genellikle daha geniş oldukları için iç mekân çözümlemeleri daha kolaydır. Kullanıcılara çoğunlukla daha geniş iç mekân sunmaktadır. Temel konut birimlerini çoğunlukla içerir. Örnek olarak incelen Discover 3D Camper çekme karavan, Vasyl Gonar tasarımı olarak 2024 yılında Lemki Robotics ve iScale iş birliğinde geliştirilmiştir (URL112). Karavan bir prototip niteliğindedir. Discover 3D Camper çekme karavanın iç mekânında yalnızca yatma bölümü çözülmüştür (Şekil 4.47). Mutfak ise karavanın arka kısmında yer almaktadır. İçeriden erişimi olmadığı için dış mekândan kullanım sağlanmaktadır. Dahili bir ıslak hacim içermez. Tamamen katmanlı üretim tekniği ile geri dönüştürülmüş malzemeden üretilmesi sebebiyle motokaravana ek olarak örnek analizine dahil edilmiştir. Discover 3D Camper sınırlı bir kullanım hacmi sunmaktadır. Tam zamanlı yaşam için uygun değildir. Çoğunlukla hafta sonu doğa gezilerinde kullanılmak için geliştirilmiştir. Gelişmiş modellerin tüm konut işlevlerine sahip olması beklenmektedir.



Şekil 4.47 Endüstriyel devingen Discover 3D Camper (URL112)

Uzunluğu 3,2 m genişliği ve yüksekliği 1,8 m ağırlığı ise yaklaşık 250 kg olan kompakt bir yaşam birimidir (URL112). Azami kullanım kapasitesi 3 kişi ile sınırlıdır. Form aerodinamik yapı düşünülerek geliştirilmiş ve rüzgâr direnci düşürülmüştür (URL112). Kabuk geri dönüştürülmüş plastikten oluşturulmuş ve cidarlar arasında yalıtım için cam elyaf katkılı yalıtım malzemesi kullanılmıştır (URL113). Cidarlar 9 mm et kalınlığındadır (URL114). Yan penceresi karavana giriş için kapı olarak kullanılmaktadır. Doğal ışık kullanımını artırmak için bir de tepe penceresi kullanılmıştır. İç mekâna yatma bölümü dışında depolama için

dolaplar yerleştirilmiştir. Bir konut olmaktan çok doğa severler için minimalist tasarımlı barınak olarak tanımlanabilir. AR-GE sonrası daha teşekküllü ve büyük modellerin üretilmesi planlanmaktadır (URL114). Şekil 4.48'de minimal yaşam sunan 3D Camper'ın mutfak ve yatma mekânı görülmektedir.



Şekil 4.48 Mutfak kullanımı ve yaşam mekânı (URL113; URL115)

3D Camper bütünsel olarak devingendir. Formu bozulmadan devingenleşir. Devingen halde kullanımı yasal güvenlik sebepleri dolayısıyla mümkün değildir. Ağırlığının az olması sayesinde herhangi bir araç ile çekilebilir. Mutfak bölümünün kullanılabilmesi için durağan halde olması gereklidir. Mutfak kullanılırken karavanın arka kısmı açılır. Bu yönüyle yeniden yerleştirilebilir devingenlik türünün özelliklerini göstermektedir. Herhangi bir sökülüp takılma içermez. Şekil 4.49'da bütünsel devingen halde 3D Camper yer almaktadır.



Şekil 4.49 Kamyonet ile çekilen devingen 3D Camper (URL113)

Prototip üretimi olduğu için bir fabrikadan ziyade atölyede deneysel olarak üretilmiştir. Montaj bandı kullanımına uygun değildir. 7400 plastik şişenin flamente dönüştürülmesi ile katmanlı üretim tekniği kullanılarak üretilmiştir (URL114). Kabuk daha sağlam olması için cam elyaf ile desteklenmiştir. Tüm kabuk katmanlı üretimle üretildiği için montaj bandı yerine istasyon bazlı üretim tercih edilir. Katmanlı üretimde robotik kol kullanımı için Lemki Robotics tarafından özel bir yazılım geliştirilmiştir (URL115). Atölyede üretildiği için

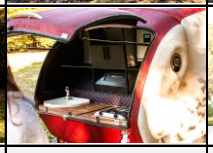
prefabrik olarak kabul edilebilir. Baskı için ayrılan alan 3,2 x 3,2 m ölçülerindedir (URL112). Üretim için büyük fabrikalar gerek duyulmaz. İç mekân düzeni manuel işçilik ile oluşturulmuştur. Kabuk modüler parçalardan oluşmaktadır. Bunun dışında modüler üretim görülmez. Katmanlı üretim robotik kola takılan nozüller ile yapılmıştır. Üretim yönüyle katmanlı üretim tekniğinin kullanıldığı devingen konut-karavan için ilk örnektir (URL116). Şekil 4.50'de katmanlı üretimle oluşturulan kabuk yer almaktadır.



Şekil 4.50 Katmanlı üretim sonrası 3D Camper kabuğu (URL112)

3D Camper üretiminde tasarım yaklaşımları incelendiğinde temel hedef sürdürülebilirliktir. Endüstriyel AR-GE ve inovasyon projesi olarak tasarlanmıştır. Kullanıcının tasarıma dahil olması söz konusu değildir. Kitlesel bireyselleştirme olanağı yoktur. Katmanlı üretim tekniğinin sağladığı üretim ve tasarım esnekliğiyle bireyselleştirilme potansiyeline sahiptir. Hacimsel bir modüler tasarım yoktur. Parça bazlı modüler tasarım görülmektedir. Sürdürülebilir olması için enerji korunumuna dikkat edilmiştir. Karavan oval formu ve düşük ısı geçirgenliğine sahip malzeme kullanımı sayesinde ısı kaybını azaltmaktadır. Üretimde zamandan, enerjiden ve malzemeden tasarruf sağlanmaktadır. Katmanlı üretim tekniği doğası gereği israfı önlemektedir. Enerji ve atık yönetimi esastır. Döngüsel tasarımı bu yönleriyle desteklemektedir. Fakat malzeme bazlı bir yaşam döngüsü kurgulanmamıştır. Off-grid tasarım prototip üretiminde ilke olarak belirlenmemiştir. Yalnızca güneş enerjisi kullanımı mevcuttur (URL113). Üretici, kompozit ve geri dönüştürülebilir malzemeleri yenilikçi teknolojiler ile kullanarak maliyetin azaldığını beyan etmektedir (URL112). AR-GE sonrası eklentilerle off-grid tasarım desteklenebilir fakat hacim olarak yeterli alana sahip olacak şekilde form büyütülmelidir.

Tablo 4.9 Discover 3D Camper Çekme Karavan analizi

<table>
<tr><td rowspan="5">Konut Künyesi</td><td>Konut Görseli</td><td>Konut Adı</td><td>Mimarı / Tasarımcı</td><td>Üretim Yılı / Yeri</td><td>Ölçüler m / Alan m²</td></tr>
<tr><td>DISCOVER</td><td>Discover 3D Camper</td><td>Vasyl Gonar / Lemki Robotics / iScale</td><td>2020- Grenzach-Wyhlen / Almanya</td><td>3,2x1,8 h:1,8m 5,76m²
Kapasite 3 kişi 250kg</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">Mimari ve Mekansal Nitelikler</td><td colspan="2">Proje Üretim Tasarım Türü</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Aoerodinamik yapıyla devingenliği kolaylaştırmak için kompakt kabuk olarak tasarlanmıştır.
Konut için gerekli faaliyetleri sınırlı olarak sağlar.
İç mekan yalnızca yatma ve oturmaya olanak tanır.
Mutfak mekanı arka kısım açılarak oluşturulur. Yan ve tepe pencereleriyle doğal aydınlanma maksimize edilmiştir.</td><td colspan="2">Devingen yaşam tasarım-deneme prototipi
Dijitalleştirilmiş sürdürülebilirlik</td></tr>
<tr><td colspan="2">Malzeme Kullanımı</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2">Dış Cephe/Strüktür: Geri dönüştürülmüş plastik ve cam elyaf / İç Mekan ve Mobilya: Biopolimer / Yalıtım: Selüloz / Zemin: Geri dönüştürülmüş elyaf katkılı kompozit</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Devingenlik Türü</td><td>Bütünsel Devingen</td><td>Araç arkasında çekilerek devingenleşir. Devingen halde kullanım (yasal sebep) yoktur. Sabitken form genişleyerek konut işlevleri tamamlanır.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Yeniden Yerleştirilebilir</td><td>Durağan halde form değişimi ile mutfak mekanı oluşturulur.
Devingen halde mutfak bölümü kapanır.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Sökülüp Takılabilir</td><td>Konut yalnızca bütünsel devingendir.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri</td><td colspan="3">Üretim Yöntemleri</td><td colspan="2">Üretim Teknikleri</td></tr>
<tr><td colspan="5">mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗</td></tr>
<tr><td>Montaj Hattı ✗✗</td><td>Prefabrikasyon ✓✓</td><td>Modüler Üretim ✓✓</td><td>Robotik Üretim ✓✓</td><td>Katmanlı Üretim ✗✓</td></tr>
<tr><td>Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları</td><td>Montaj hattı üretim yoktur. Hacim monolitik katmanlı üretimle oluşturulmaktadır. Montaj hattında üretilmeye uygun değildir.</td><td>Tamamı fabrika ortamında üretilmektedir.
Kabuk içi yerleşim manuel işçilikle yapılmaktadır.</td><td>Kabuk monolitik (tek parça) üretimdir. İç donatılar modüler sayılabilir. Parçalar değiştirilebilir ve onarılabilir.</td><td>Kabuk robotik kol ile üretilmektedir.
Üretimde dijitalleşme için deneysel bir konut kabul edilmektedir.</td><td>Robotik kola takılan nozüllerle katmanlı üretim yapılmıştır.
Devingen konut (karavan) için öncü bir örnektir.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları</td><td colspan="5">mevcut ✓ - mevcut değil ✗</td></tr>
<tr><td>Katılımcı Tasarım ✗</td><td>Kitlesel Bireyselleştirme ✗</td><td>Modüler Tasarım ✗</td><td>Sürdürülebilir ✓
Döngüsel ✓</td><td>Off-Grid Tasarım ✗</td></tr>
<tr><td>Endüstriyel AR-GE ve inovasyon projesi olarak tasarlanmıştır. Kullanıcı tasarım sürecine dahil edilmemiştir.</td><td>Breyselleştirme yoktur. Katmanlı üretim tekniğinin sağladığı üretim ve tasarım esnekliğiyle yeni model bireyselleştirilebilir.</td><td>Hacimsel bir modüler tasarım yoktur.
Parça bazlı modürler tasarım mevcuttur.</td><td>Sürdürülebilirlik ilkeleri ile tasarlanmıştır.
Döngüsel tasarım üretim ilkeleri arasında yer almaktadır. Atık yönetimi, kaynak ve enerji verimliliği esastır.</td><td>Off-Grid tasarım ilke olarak benimsenmemiştir. AR-GE sonrasında eklentiler yapılarak tasarlanabilir.</td></tr>
</table>

4.9 Uuthuuske

Uuthuuske sürdürülebilir ve kullanıcı gereksinimine göre bireyselleştirilebilir endüstriyel üretim konuttur. Rotterdam Hollanda'da bulunan The New Makers (kısa adıyla TNM) ofisinden mimar Anneke Timmers tarafından 2020 yılında geliştirilmiştir (URL117). TNM konutları endüstriyel olarak üretilmekte ve devingen olmaya olanak tanımaktadır. Genç yetişkinler, yaşlılar ve acik konut ihtiyacı olanlar gibi (afetzede, mülteci vs.) kısa vadede konuta yerleşmek isteyen düşük gelirli bireyler için uygundur. Konutlar 4,5 m genişliğinde 1,2 m

uzunluğundaki ahşap modüller birleştirilerek oluşturulmaktadır (URL118). Modüller konutların gerekli büyüklüğe ulaşacak şekilde eklenebilmesine olanak sağlamaktadır. Esnek tasarıma uygun olan modüllerle çoğunlukla yalın ve kompakt konutlar geliştirilmektedir. Uuthuuske ilk olarak Hollanda'da artan konut krizine çözüm arayışı için açılan yarışma için konsept olarak tasarlanmış daha sonra ticarileşmiştir (URL118). Konut sisteminin geliştirilmesi maliyet odaklı üretim, ekolojik çıktılar, endüstriyel üretim ve devingen yaşam kavramları birlikte düşünülmüştür. Tasarım, yerel koşullara uyum sağlama kabiliyeti düşünülerek oluşturulmuştur. Şekil 4.51' de durağan halde kurulumu tamamlanmış Uuthuuske yer almaktadır. Uuthuuske mimari kalite ve mali erişilebilir konut kavramını bir araya getirerek ve bunu endüstriyel üretimin avantajlarıyla bireyselleştirerek dijital olarak üretimi hedeflemektedir (Oorschot and Asselbergs, 2021).



Şekil 4.51 Endüstriyel olarak üretilen devingen Uuthuuske konutu (URL117)

Modüllerin birleştirilme eksenlerinden dolayı çoğunlukla lineer plan şeması ile geliştirilmektedir (Şekil 4.52). Modüllerle oluşturulan lineer hacimler yan yana eklenerek plan çeşitliliği artırılabilmektedir. Mekân organizasyonu arsa, yönelim ve kullanıcı ihtiyacına göre dijital araçlarla geliştirilmektedir. Konutun kullanım ömrü boyunca eklenebilirliğe açık kalması istenmektedir. Giriş dar kenardan sağlanırken, ıslak hacim ve mutfak planın ortasına yerleştirilmekte ve yatak odasına dar bir koridorla geçiş sağlanmaktadır. Giriş bölümünde duvar geri çekilerek bir karşılama etkisi oluşturulmakta ve oluşan yarı açık alan veranda-balkon olarak kullanılmaktadır. Açıklıklar kullanıcı isteğine göre yerleştirilmekte ve büyüklüleri farklılık göstermektedir. Mekân organizasyonunda modüler iç mekân kullanımı görülmektedir.



Şekil 4.52 Farklı olası mekân organizasyonları (URL119)

Islak hacimler için TNM "CompactCabin" olarak adlandırdıkları hacimsel modüller geliştirmiştir (URL118). "NowaKitchen" mutfak çözümü de benzer şekilde modüllerle yapılmaktadır (URL117). Şekil 4.53'te modüler iç mekânlar ve oturum alanı kurgusu görülebilir. Bu hacimsel modüller konuta üretim esnasında eklenmektedir. Arzu eden kullanıcılar ıslak hacim modüllerini ayrı satın alabilmektedir (URL117). Teknik hacimler sahada da eklenebilmektedir.



Şekil 4.53 Plan oturum alanı seçenekleri ve bireyselleştirilebilir iç mekân modülleri (URL118)

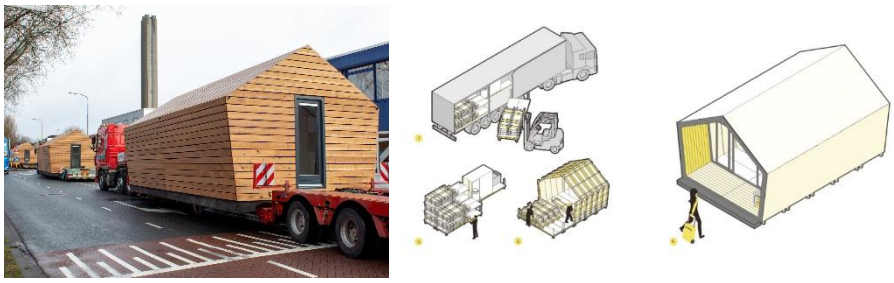
Malzeme kullanımında sürdürülebilirliği destekleyecek nitelikte düşük karbon ayak izine sahip yerel malzemeler tercih edilmiştir. Dış cephe için net olarak belirlenen bir malzeme yoktur. Kullanıcının tercihleri ve iklim gereklilikleri doğrultusunda değişiklik göstermektedir. Strüktür masif ahşap veya yönlendirilmiş yonga levhalardan (OSB-oriented strand board) oluşturulmaktadır. Zeminde ise vinil veya endüstriyel ahşap tercih edilmektedir. Pasif tasarım ve enerji korunumu için ısı yalıtımı ve nem geçirimsizliği malzeme kullanımında dikkat edilen hususlardır. Yalıtım için ahşap elyaf kullanılmaktadır (URL118). Konutun kullanım ömrü 50

yıl olarak planlanmakla birlikte 10 yıl garanti sunulmaktadır (URL118). Konut yeniden kullanılabilirlik esas alınarak devingen karakterde tasarlanmıştır. Modüller tasarımla oluşturulan konutlar söküm sonrası tekrar kullanılabilir (Şekil 4.54). Malzeme döngüsü ve kimliklendirme yapılmaktadır. Bu yönleriyle döngüsel tasarımı desteklemektedir.



Şekil 4.54 Modüler tasarımla oluşturulmuş tek mekânlı konut (URL120)

The New Makers konutları genel olarak düşük ağırlıkları ve sökülüp takılabilir olmaları sebebiyle devingen konut kavramı ile birlikte düşünülmektedir (URL118). Şekil 4.55'te görülen Diamond Suit modeli bütünsel devingendir. Formu bozulmadan devingendir. Konut tamamlanmış ürün olarak değerlendirilir. Kurulumda yalnızca zemin ankrajlarına yerleştirme ve tesisatları şebekeye bağlama işleri yapılır. 4,5 m genişliğindeki konut vinç yardımı ile bir platform üzerine yerleştirilerek taşınmaktadır. Nakliye kuralları ülkeden ülkeye değişmekle birlikte özel izinle taşınabilmektedir (URL118). Kendine ait şasisi olan tekerlekli bir modeli yoktur. Modelin tek odalı ve uzatılmış ölçülerde iki odalı versiyonları mevcuttur. Devingen halde iken kullanım olanağı yoktur. Konut parça-kit halinde de satın alınabilir. Kurulumun yapılacağı konuma paketlenmiş halde ulaştırılır. Bu haliyle sökülüp takılabilir devingenlik kategorisinin özelliklerini taşımaktadır. Kullanıcının ihtiyaçları değiştiğinde sökülüp takılabilir parça-kitler satın alarak konutu geliştirebilmektedir. Devingen hal sonrası yeni kurulum sahasına ulaştığında form ve plan şeması yeniden kurgulanabilir. Bu potansiyeli ile yeniden yerleştirilebilirlik kategorisine de dahil edilebilir.



Şekil 4.55 Bütünsel devingen Diamond modeli ve sökülüp takılabilir paketlenmiş konut (URL118; URL120)

TNM benzer modüllerle çok katlı konut yerleşkeleri de oluşturabilmektedir. Çok katlı konutlar hacimsel modüler olarak devingendir. Bu model yeniden yerleştirilebilir devingen kategorisine dahil edilebilir. Her bir ya da iki volümetrik modül bir konutu oluşturmaktadır. Modüller vinç yardımı ile taşıyıcı platformlara yüklenerek inşaat sahasına ulaştırılmaktadır. Kurulum sürecinde gabariden dolayı devingen ya da sabit vinç kullanımı görülmektedir. Bina büyüklüğünden dolayı temel inşası gerektirebilir. Katlar arası tesisat eklenti ve bağlantıları sahada kurulumla birlikte yapılmaktadır. Konut krizi yaşayan şehirlerde sosyal kurumlar tarafından kiralık konut sağlamak için tercih edilmektedir (URL118). Geçici yerleşimlerin ihtiyaç duyulduğu durumlardaki kullanımı potansiyel taşımaktadır. Sökülen konutlar yeniden devingenleşir. Doğal çevreyle geçici ve zarar vermeyen bir ilişki kurulmaktadır. Hollanda Haarlem kentinde hayata geçirilmiş bir örneği bulunmaktadır (URL121). Şekil 4.56'da yer alan çok katlı konut modeli Archigram'ın Plug-in-City konseptinden izler taşımaktadır.



Şekil 4.56 Çok katlı devingen konutların kurulum diyagramı (URL122)

TNM endüstriyel konut üretiminde dijitalleşmeyi hedeflemektedir. Modüllerin birleştirilmesinde manuel işçilik hakimdir. Modüller fabrikadaki dijital robotlar

tarafından üretilmektedir. Scarlett, Rover ve Dyna adlı robotlar IKEA üretim mantığına benzer şekilde parçaları (kitleri) üretmektedir (Oorschot and Asselbergs, 2021). Konutun üretimi ile alakalı işlemlerin %90'ı fabrika ortamında tamamlanmakta geri kalan kurulum işleri ise sahada yapılmaktadır (URL118). Bu orana sahada konutu şebekeye bağlamak da dahildir. Bütünsel devingen formlarda ise tüm üretim ve kurulum fabrikada yapılmaktadır. Şekil 4.57'de üretim alanından görseller yer almaktadır.



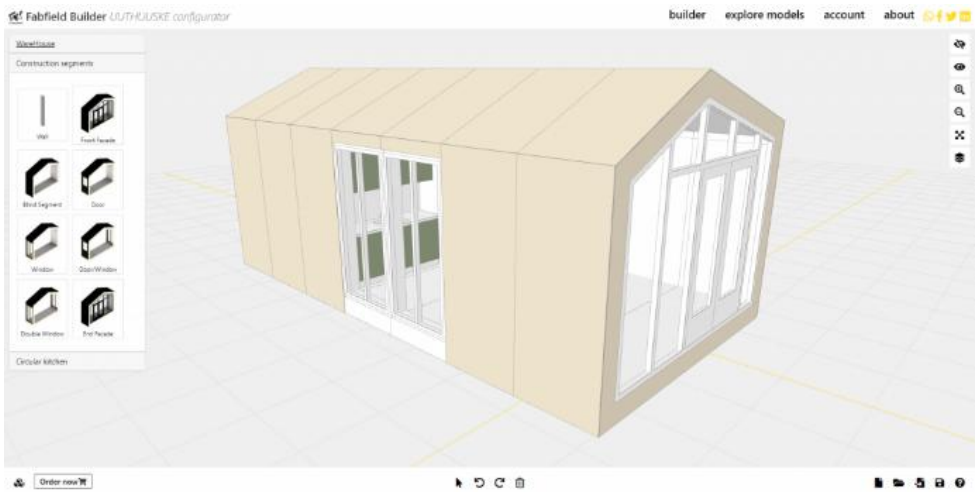
Şekil 4.57 Uuthuuske fabrikası endüstriyel devingen konut üretimi (URL117)

Üretimde montaj bandı kullanılmaz. İstasyon bazlı üretim yapılmaktadır. Modüllerin birleştirilmesinde montaj bandı kullanımı düşünülebilir. Üretim tasarımı prefabrikasyon yönteminin kullanımı üzerine geliştirilmiştir. Hacimsel devingen konutlar yüksek derecede prefabrikedir. Yeniden yerleştirilebilir konutlarda prefabrikasyon oranı azalmaktadır. Bileşen, panel ve volümetrik modül üretimi yapılmaktadır. Islak hacimler volümetrik modülerdir. Çok katlı konutlar için volümetrik modüler üretim yapılmaktadır. Robotik üretim modüler parçaların üretilmesinde kullanılmakta ve bu işlemler CNC robotları ile yapılmaktadır. Robot kol kullanımına dair veriye ulaşılamamıştır. Fakat montaj bandı üzerinde kullanımı olasıdır. Katmanlı üretim ahşap malzeme kullanımı dolayısıyla mümkün değildir. Ahşap dışındaki bileşen parçaları için kullanımı düşünülebilir. Üretici, konutu endüstriyel yöntem ve teknikleri kullanarak üretmekte ve zanaatten gelen potansiyellerle birleştirmektedir. Konutların mobilyaları da aynı fabrikada benzer teknik ve yöntemlerle üretilebilmektedir. Şekil 4.58'de endüstriyel olarak üretilen mobilya, mutfak, ıslak hacim ve konutlar yer almaktadır.



Şekil 4.58 Fabrikada modüler üretim farklı ölçeklerde yapılmaktadır (URL117)

TNM ekibi endüstriyel üretimin avantajlarından bireyselleştirilebilir tasarım kurguları oluşturarak yararlanmaktadır (URL118). Katılımcı tasarım ve kitlesel bireyselleştirme öncelikli tasarım yaklaşımları olarak tercih edilmiştir. Kullanıcılar tasarım sürecinde ekibe dahil olabilmektedir. Bu kolektif süreç dijital teknolojilerle sağlanmaktadır. Kitlesel bireyselleştirme için gelişmiş bir dijital konfigüratör (Fabfield Builder) kullanıma sunulmuştur (URL120). Dijital konfigüratörün kullanımından bir aşama şekil 4.59'da görülebilir. Kullanıcı, tasarımcı ile birlikte karar vererek veya seçenek havuzundan mekân organizasyonuna, konut formuna, malzeme, renk kullanımı vs. gibi seçimlerini yaparak konutu tasarlayabilmektedir. Konutların üretimi ve biçimlenmesinde modüler tasarım hakimdir. Modüler tasarımın kullanılması bireyselleştirmeyi kolaylaştırmaktadır. Konutlar modüler tasarımla gelecekte geliştirilebilir şekilde üretebilir. Modüler tasarımla kullanım esnekliği sağlanmaktadır. Hem satın alan kullanıcı hem de son kullanıcı konut üzerinde değişiklik yapabilmektedir.



Şekil 4.59 TNM'nin kullanıcılarına sunduğu basit arayüzlü dijital konfigüratör (URL118)

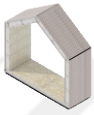
Üretim süreci ve konutun kullanım ömrü ekolojik çıktılar dikkate alınarak kurgulanmıştır. Sürdürülebilir ve döngüsel tasarım gibi çağdaş ekolojik tasarım yaklaşımları ilke olarak benimsenmiştir Sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda

biyobazlı doğal malzemeler kullanılmakta, üretim ve kullanımda enerji yönetimi yapılmaktadır. Çatı üzerine eklenebilecek güneş panelleri ile konut, enerji nötr bir konuta dönüştürülebilmektedir. Yer ile kalıcı ve çevreye zarar veren bir bağ kurulmamasına dikkat edilmektedir. Döngüsel tasarım doğrultusunda bileşenlerin yaşam döngüsü kurgulanmakta ve söküm planı yapılmaktadır. Dijital üretimle daha az kaynak kullanımı sağlanmakta ve atık miktarı azaltılmaktadır. Konutların devingen olması ve modüler tasarımla bireyselleştirilebilmeleri sayesinde birçok kez yeniden kullanımları mümkün olmaktadır. Şekil 4.60'ta yeniden kullanım olanakların gösterildiği görsel yer almaktadır.



Şekil 4.60 Yeniden farklı kurgu ve ölçeklerde kullanılabilen endüstriyel devingen konut (URL120)

Tablo 4.10 Uuthuuske analizi

<table>
<tr><td rowspan="4">Konut Künyesi</td><td>Konut Görseli</td><td>Konut Adı</td><td>Mimarı / Tasarımcı</td><td>Üretim Yılı / Yeri</td><td>Ölçüler m / Alan m²</td></tr>
<tr><td></td><td>Uuthuuske</td><td>The New Makers</td><td>2020 Roterdam-Hollanda</td><td>p</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">Mimari ve Mekansal Nitelikler</td><td colspan="2">Proje Üretim Tasarım Türü</td></tr>
<tr><td colspan="2">Esnek tasarım ve yalın form tercihleri
Açık ve geliştirilebilir form ve plan düzeni
Modüler iç mekan ve donatı ile mekan organizasyonu
Doğal ışık kullanımının artırılması
Doğal ve sıcak malzemelerin kullanımı
İç ve dış mekanın ortak akışkan tasarlanması</td><td colspan="2">Konut krizine yarışması için tasarlanmıştır.
Tasarım daha sonra ticari olarak üretilmektedir.
Malzeme Kullanımı
Dış Cephe: Uyarlanabilir / Strüktür: Ahşap karkas / İç Mekan ve Mobilya: Uyarlanabilir / Yalıtım: Ahşap lifli elyaf / Zemin: Vinil veya endüstriyel ahşap (Uyarlanabilir)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Devingenlik Türü</td><td>Bütünsel Devingen</td><td>Bir platform üzerinde volümetrik olarak bozulmadan taşınabilir. Bitmiş halde teslimat seçeneği mevcut.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Yeniden Yerleştirilebilir</td><td>Farklı plan kurgularını sağlayacak niteliktedir. Kısmi parçalara halinde devingen niteliktedir. Taşınıp yeniden konuşlandırılabilir.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Sökülüp Takılabilir</td><td>Alt bileşenlerine sökülüp sonrasında birleştirililebilir. Paketlenmiş teslimat seçeneği mevcuttur.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri</td><td colspan="3">Üretim Yöntemleri</td><td colspan="2">Üretim Teknikleri</td></tr>
<tr><td colspan="5">mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗</td></tr>
<tr><td>Montaj Hattı ✗✓</td><td>Prefabrikasyon ✓✓</td><td>Modüler Üretim ✓✓</td><td>Robotik Üretim ✓✓</td><td>Katmanlı Üretim ✗✓</td></tr>
<tr><td>İstasyon bazlı montaj yapılmakta ya da yerinde modüller birleştirilmektedir. Montaj hattında üretime uygundur.</td><td>Atölye ve fabrikada üretim yapılmaktadır. Volümetrik teslimat yüksek derecede prefabrike, sahada montaj orta derecede prefabriktir.</td><td>Bileşen bazında modüler
Panel bazında modüler
Kendi içinde tek modül
Modüler iç mekan-banyo
Çoklu yerleşimde modülerleşme</td><td>Robotik kol kullanımı bilinmemektir.
CNC kullanılmaktadır.
Robotik üretime uygundur.</td><td>Katmanlı üretim yok.
Bileşenlerde sınırlı kullanım olabilir.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları</td><td colspan="5">mevcut ✓ - mevcut değil ✗</td></tr>
<tr><td>Katılımcı Tasarım ✓</td><td>Kitlesel Bireyselleştirme ✗</td><td>Modüler Tasarım ✓</td><td>Sürdürülebilir ✗
Döngüsel ✗</td><td>Off-Grid Tasarım ✓</td></tr>
<tr><td>Kullanıcı tasarım sürecinde ekibe dahil olabilmektedir.</td><td>Kullanıcı belirli seçenekler içinden seçim yaparak konutu bireyselleştirebilmektedir.</td><td>Tüm bileşenler, yüzeyler ve mekanlar modüler olarak tasarlanmıştır.</td><td>Biyobazlı ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı.
Düşük enerji tüketimi.
Bileşenlerin modülerliği ve söküler yeniden kullanımı.</td><td>Opsiyonel olarak eklenebilecek solar panel, gri su sistemi modülleri eklenebilmektedir. Yağmur suyu hasadı mümkün değildir, eklenebilir.</td></tr>
</table>

4.10 Microhaus.me

Microhaus.me 2012 yılında ABD'nin Santa Fe Springs-Los Angeles endüstriyel tasarımcı Max Gerbut tarafından geliştirilmiştir (URL123). Microhaus.me, haus.me girişiminin geliştirdiği temel konut modelidir. Kompakt iç hacim çözümüyle birlikte sunulmaktadır. Konut, devingen olması ve saha dışında endüstriyel olarak üretilmesi için sürdürülebilir ve döngüsel tasarım yaklaşımları doğrultusunda geliştirilmiştir. Şekil 4.61'de devingen akıllı konut Microhaus.me görseli yer almaktadır. Yüksek devingenlik kabiliyeti ve enerji verimliliği ile 2023 yılında

RedDot Yenilikçi Ürün Tasarım ödülüne layık bulunmuştur (URL124). Genel tasarım dili yalın, minimalist ve teknolojiye uyumludur. Akıllı ev olarak teknolojik aygıtlarla desteklenmektedir. Kullanıcı konforu ile dijitalleşme birleştirilmiştir.



Şekil 4.61 Devingen endüstriyel akıllı konut Microhaus.me (URL125)

Microhaus.me 7,3 m uzunluk, 2,6 m genişlik, 3,2 m yükseklik ve yaklaşık 19 m² kullanım alanı sunmaktadır(URL123).Şekil 4.62'de iç mekân yerleşimi ve kat planı görülebilir. Yaklaşık 10 t ağırlığındaki konut bir platform üzerine yerleştirilerek devingenleşmektedir (URL123). Giriş kısa kenardan sağlanmakta, teknik hacim için diğer kısa kenar tercih edilmiştir. Islak hacim ve yaşam alanı şeklinde mekân organizasyonu oluşturulmuştur. Doğal aydınlatmayı maksimize eden yan ve tavan açıklıkları otomatik perdeler ile aşağıdan yukarıya doğru sınırlandırılabilmektedir. İç mekândaki duvar kaplamaları yıkanabilir (URL124). Üst modellerde alttan ısıtma mevcuttur. Cephede geri dönüştürülmüş kompozit paneller, strüktürde çelik ve alüminyum, yalıtımda poliüretan köpük, mobilya ve zeminde endüstriyel ahşap malzemeler kullanılmıştır (URL123). Konut endüstriyel bir ürün gibi tasarlanmış ve kullanıcılarına minimal ve devingen bir yaşam sunmaktadır. Ekonomik olarak erişilebilir konut tasarlamak ve bitmiş bir ürün gibi teslim edilerek kullanıcının bekleme süresini kısaltmak üretim amaçları arasında yer almaktadır.



Şekil 4.62 Microhaus.me iç mekân yerleşimi ve kat planı (URL126;URL125)

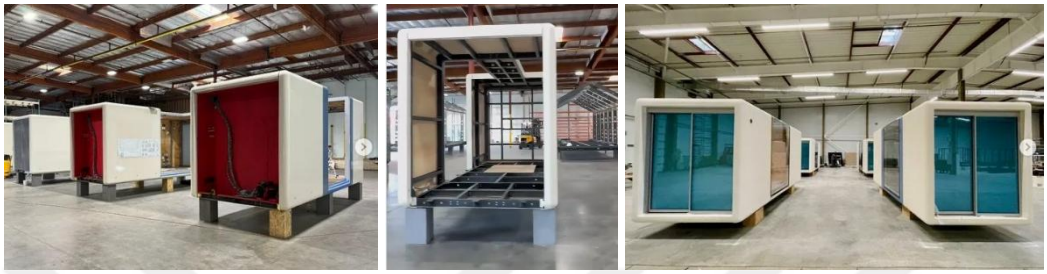
Microhaus.me bütünsel devingen kategorisinde yer almaktadır. Yasal olarak taşıt niteliğinde tescil edildiği için inşaat ruhsatı gerektirmez (URL126). Bir platform üzerine vinç yardımı ile yüklenerek konum değiştirmektedir. Konutu kamyonet ile çeken kullanıcılar Tiny House maksadıyla kullanmaktadır (Şekil 4.63). Şebeke bağlantısı gerektirmediği için sık konum değişimi kullanımı sınırlandırmaz. Konum değiştirirken formunda bozulma olmaz. Devingen halde iken kullanım sunmamaktadır. Temel gerektirmeyen kurulumu ile geçici yapı niteliğindedir. Yer ile kalıcı bağ kurmaz. Bir saatten daha az bir sürede kurulur. (URL124). Gelişmiş modeller modüler tasarımları sayesinde farklı formlar ve yerleşimler oluşturulabilir. Bu modeller sınırlı seçeneklerle yeniden yerleştirilebilir devingen türünün özelliklerini göstermektedir. Kurulum süresi bütünsel devingen modellere kıyasla biraz daha uzun sürmektedir.



Şekil 4.63 Bütünsel devingen Microhaus.me kamyonetle platform üzerinde çekilmekte (URL123;URL125)

Dijital endüstriyel üretim fabrika ortamında minimum manuel işçilik yapılmak üzere kurgulanmıştır. Üretim geleneksel üretime göre fabrikada yapıldığı için daha kontrollü ve verimli olmaktadır (Şekil 4.64). Siparişten sonra üretim ve teslimat 3-4 ay sürmektedir (URL124). Üretimde montaj bandı kullanılmaz. Sabit üretim istasyonlarında parça modüller birleştirilmektedir. Üretim süreci yeniden kurgulandığında üretim sayısı, hızı ve maliyetini düşürmek için montaj bandı kullanımı tercih edilebilir. Tüm üretim fabrikada dijital olarak yapıldığı için yüksek düzeyde prefabriktir. Sahada imalata dair bir işlem yapılmaz. Teslim anında kullanıma hazırdır. Konut tanımlanmış standart bileşenlerden oluşmaktadır. Fabrikada bileşen bazlı modüller üretim hakimdir. Gelişmiş modellerde konut volümetrik olarak da modüler üretilmektedir. Bileşenler değiştirilebilirdir fakat eklenti ve geliştirilme olanağı düşüktür. Robotik üretim, CNC kullanımı ve

otomasyon yer almaktadır. Robotik kol kullanımı ve katmanlı üretime dair bir veriye ulaşılamamıştır. Strüktür üretimi ve kaplama montajında robotik kol kullanımı düşünülebilir. Bileşenler panel ve iskelet bazlıdır. Üretim sürecinin revizyonu ile katmanlı üretim tekniği ile kabuk üretilebilir. Endüstri üretim avantajları bu yöntem ve tekniklerin kullanımıyla konut üretim sürecine entegre edilmektedir.



Şekil 4.64 Fabrikada üretim aşamasında Microhaus (URL127)

Tasarım sürecinde aktif kullanıcı katılımı mümkün değildir. Kullanıcı şekil 4.65'teki gibi hazır seçenekler içinden seçim yapar. Kitlesel bireyselleştirme açısından bakıldığında kullanıcı mekân donanımı, renk ve akıllı ev için teknoloji paketi seçebilmektedir. Biçimsel bireyselleştirme mümkün değildir. Gelişmiş modellerde eksenel olarak iki modül kaydırılarak oturum alanı oldukça sınırlı bireyselleştirme sunar. Dijital konfigüratör ve seçenek havuzu kullanıcılara sunulmamıştır. Micro haus.me kısmen bireyselleştirilebilir. Fakat üst modeller mOne ve mTwo daha yüksek bireyleşleştirilebiliğe sahiptir. Modüler tasarım hacimsel olarak yer almaz. Her bileşen modül olarak kabul edilebilir. Modüler tasarım kullanımının artırılması çeşitlilik ve özgünlüğü destekleyecektir. Microhaus.me geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılarak üretilir. Geleneksel konutlara oranla %80 daha az enerji ve su kullanır. (URL124). Enerji ve kaynak yöntemi üretim ilkeleri olarak belirlenmiştir. Döngüsel tasarım üretimde yaklaşım olarak yer almamaktadır. Kaynak ve enerji yönetimi ile döngüselliğe kısmen uygundur. Fakat yaşam döngüsü, söküm planlaması, kimliklendirme ve yeniden kullanım düşünülmemiştir.



Şekil 4.65 Kullanıcıların seçimine sunulan bireyselleştirilebilir formlar (URL124)

Tablo 4.11 Microhaus.me analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Ölçüler m / Alan m²**
	haus.me	Microhaus.me	Max Gerbut Andrew Shatylo	2021- Santa Fe Springs/ LA/ABD	7,3x2,6 h:3,2m 19m² Ağırlık: ~10t
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler** Genel tasarım dili sade, teknolojik ve minimalisttir. Tek hacimli kompakt bir konuttur. Yatma alanı açılır kapanır şekilde oluşturulmuştur. Mutfak bölücü ile gizlenebilir olarak tasarlanmıştır. Doğal aydınlatma için açıklıklar büyük tutulmuştur. Konut akıllı ev sistemi ile donatılmıştır. Kullanıcı konforu ile dijitalleşme birleştirilmiştir.		**Proje Üretim Tasarım Türü** Ticari yüksek teknoloji modüler devingen konut **Malzeme Kullanımı** Dış Cephe: Polimer kompozit / Strüktür: Çelik-alüminyum takviyeli karkas / İç Mekan ve Mobilya: İşlenmiş ahşap / Yalıtım: Poliüretan köpük / Zemin: Vinil ve endüstriyel ahşap	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Konut formu bozulmadan devingenleşir. Devingen halde iken kullanımı mümkün değildir. Kurulum gerektirmez.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Gelişmiş modelleri modüler tasarımları ile sınırlı ölçüde yeniden yerleştirilebilir.			
	Sökülüp Takılabilir	Bileşen bazlı sökülüp takılabilir değildir. Bu türün özelliklerini taşımaz.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✗✓	**Prefabrikasyon** ✓✓	**Modüler Üretim** ✓✓	**Robotik Üretim** ✗✓	**Katmanlı Üretim** ✗✓
	Sabit istasyonlarda sırayla parçalar birleştirilir. Direkt bir bant üzerinde ilerlemez. Üretim süreci revizyonu ile montaj hattı tam olarak kullanılabilir.	Konut tamamen fabrikada üretilmektedir. Teslim anında kullanıma hazırdır. Kurulum gerektirmez. Yüksek düzey prefabrike	Konut tanımlanmış standart bileşenlerden oluşturulur. Üretim süresi kısalır. Parçalar değiştirilebilirdir fakat eklenti olanağı düşüktür.	CNC ve otomasyon kullanılmıştır. Kısmen robot destekli yürütülebilir. Modülerlik artırılırsa robotik kollar da kullanılabilir.	Geleneksel endüstriyel ve modüler üretim vardır. Malzemeler panel ve iskelet bazlıdır. Kabuk üretim revizyonu ile katmanlı üretilebilir.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗- kısmen ≈				
	Katılımcı Tasarım ✗	**Kitlesel Bireyselleştirme** ≈	**Modüler Tasarım** ≈	**Sürdürülebilir Döngüsel** ✓ ≈	**Off-Grid Tasarım** ✓
	Aktif kullanıcı katılımı yoktur. Kullanıcı hazır seçenekler içinden seçim yapar.	Mekan donanımı, renk ve teknoloji paketi seçilebilir. Biçimsel bireyselleştirme mümkün değildir. Sınırlı bireyselleştirme mevcuttur.	Hacimsel modülarite yok. Her bileşen modül olarak kabul edilebilir. Microhaus'un diğer modelleri sınırlı ölçüde modüler olarak geliştirilebilir.	Enerji-kaynak yönetimi mevcuttur. Geri dönüşümlü malzemeler kullanılmaktadır. Döngüselliğe kısmen açıktır.	Kullanıcı talepleri ile teknolojik eklentiler off-grid tasarım sağlamaktadır. Bağımsız yaşam süresi belirtilmemiştir.

4.11 333 Leerpark Daiwa House

333 Leerpark Daiwa House devingen toplu konut binası olarak üretilmiştir. 2022 yılında Montfoort Hollanda'da üretilen konut modülleri RoosRos Architecten ve Daiwa House-Jan Snel prefabrik konut üreticisi iş birliğinde geliştirilmiştir (URL1128). Dünyada çok sayıda endüstriyel konut üreten ülkelerden olan Japonya'da Daiwa House ülkenin köklü konut üreticilerinden biridir (Steinhardt and Manley, 2016; Chau, 2024). Daiwa House'un Avrupa'da önde gelen endüstriyel konut üreticisi Jan Snel ile birleşerek kurduğu Daiwa House Modular Europe şirketi artan konut talebini karşılamaya devam etmektedir (URL129). Bu üreticinin Dordrehct Hollanda'da yer alan 333 Leerpark projesindeki amacı modern, sürdürülebilir, döngüsel, hızlı üretilebilir ve fiyat olarak erişilebilir konutlar kurarak kullanıcıların barınma ihtiyacını gidermektir (URL128). Kentteki barınma ihtiyacının geçici olduğu düşünülerek gelecek yıllarda sökülüp başka konuma getirilmesi için konutların devingen nitelikte olması tercih edilmiştir. 285 adet stüdyo, 48 adet iki odalı konut içeren beş katlı konut kompleksi 333 adını bu toplam konut sayısından almaktadır (URL130). Şekil 6.66'da bu konut kompleksinin dışarıdan görselleri yer almaktadır.



Şekil 4.66 Devingen endüstriyel çok katlı konut 333 Leerpark Daiwa House (URL132)

15 yıllık kullanım öngörülen geçici devingen olarak tasarlanan kompleks kalıcı konut konforu sunmaktadır (URL131). Konutlar 18-35 yaş aralığındaki öğrenciler ve hayata yeni atılan genç yetişkinlerin kullanımına sunulmaktadır (URL130). Komplekste bulunan 88 konut yardıma ihtiyacı olan gençlere barınma konusunda sosyal fayda sağlamak için ayrılmıştır (URL131). İncelenen örneklerin çoğunluğunda tekil konut geliştirilmesiyle birlikte 333 Leerpark çok katlı toplu

konutların devingenlik potansiyeline sahip olabileceğini göstermesi açısından önemli bir örnektir.

Konut kompleksinin mekân organizasyonları modülerlik üzerine kurulmuştur. Konutlar eklenebilirliğe olanak tanıyacak şekilde esnek tasarlanmıştır. Katlar modüllerin yan yana ve üst üste getirilmesi ile oluşturulmuştur. 6x3 m ölçülerindeki modüllerde kompakt tasarım hakimdir (Şekil 4.67) **(**URL133). Yaklaşık 18 ve 36 m^2 alana sahip olan konutlar tek cepheye bakacak şekilde kısa kenardan açıklık bırakılarak bakı verilmiştir. Her konut mutfak ve ıslak hacme sahiptir, bu mekânlar ortak kullanım alanlarında çözülmemiştir (URL134). Yatay ve düşey sirkülasyonlar modüler konut hacimlerinin arasında yer almaktadır. Yıkama, kurutma ve depolama gibi ihtiyaçlar için gerekli donatılar ortak alanlarda çözümlenmiştir (URL131). Üretim tasarımı amaçları arasında erişilebilir konutu çevreye daha az zarar vererek yapmak yer almaktadır. Bina formunun dili yalındır ve hacimler verimli kullanılacak şekilde ayarlanarak fonksiyon ön planda tutulmuştur. Malzeme olarak geri dönüştürülebilir nitelikte malzemeler tercih edilmiştir. Taşıyıcı strüktür modül bazında düşünülmüş olup çelik kullanılmıştır. İç mekânlarda ise endüstriyel ahşap, alçı levha ve plastik bir arada kullanılmıştır. Zeminde ise endüstriyel ahşap ve vinil malzemeler yer almaktadır.



Şekil 4.67 Daiwa House modüler mekân organizasyonu (URL133)

İnşa edilen arsanın niteliği ve kentteki değişen konut talepleri dolayısıyla 333 Leerpark projesi devingen endüstriyel konut olarak geliştirilmiştir. Bina devingenlik türü bakımından ele alındığında gabarisinden dolayı bütünsel devingenlik türünün özelliklerini göstermemektedir. Endüstriyel olarak fabrika ortamında üretilen konutun modülleri devingen halde iken inşa sahasına ulaştırılmaktadır. 6x3 m ölçülerindeki modüller devingenliği kolaylaştırmakta ve sahada yapılması gereken iş yükünü azaltmaktadır (Şekil 4.68). Hacimsel modüler

olan konutlar devingen hal sonrası farklı lokasyonlarda farklı formlar oluşturabilme potansiyeli dolayısıyla yeniden yerleştirilebilir devingenlik türünde sınıflandırılabilir. İlk kurulduğu yerde kalıcı bir bağ oluşturmayarak devingen hale geçebilecek şekilde kurulum yapılmıştır. Konut modülleri kuru birleşimle sahada bir araya getirilmektedir. Hacimsel modüller dışında bileşen bazlı olarak da geliştirilen konutlar sökülüp takılabilir özelliktedir. Yeniden kullanım ilkesiyle döngüsel tasarım kriterlerine göre tasarlanan konutlar sökülüp takılabilir devingenlik türünün karakterini de göstermektedir. 333 Leerpark geleneksel statik konutlardan farklı olarak yüksek devingenlik potansiyeline sahiptir.



Şekil 4.68 Devingen halde Daiwa House modülleri (URL133)

Japonya merkezli Daiwa House, endüstriyel konutlarını uzun yıllardır fabrika ortamında üretmektedir (Chau, 2024). Kendi geliştirdiği endüstriyel üretim sistemini Hollanda'da modüler konut üretici Jan Snel ile birleştirerek Montfoort Hollanda'daki fabrikalarında endüstriyel konut üretimini sürdürmektedir (URL129). Konut modüllerinin üretiminde montaj hattı üretim yöntemi kullanılmaktadır. Geleneksel bant sistemi yerine akıllı otomasyon robotların kullanıldığı bir montaj hattı yer almaktadır (URL136). İleri düzeyde prefabrikasyona yer verilen fabrikada otomasyon ve robot kullanımı maksimize edilmiştir. Kalifiye işçi ihtiyacı bu sayede azalmakta, üretim hassasiyeti ve verim artmaktadır. Şekil 4.69'da otomasyonla birlikte çalışan montaj hattı ve robotik kol kullanımı görülebilir. Üretim genel olarak dijitalleştirilmiştir. Konut bileşenlerinin dijital ikizleriyle BIM tabanlı üretim yapılmaktadır. Fabrikada hacimsel, panel ve parça modüller üretilir. Sistem modüler üretim üzerine kuruludur. Konutun üretim sonrası gelişimi ve parça değişimi olanaklıdır. Modül üretiminde robotik kollar, CNC ve yönlendirme robotları birlikte kullanılmaktadır (URL136). Endüstriyel olarak hızlı üretilen modüller bu potansiyelinin dışında 10 hafta gibi kısa bir zaman

diliminde kurulmuştur (URL137). Katmanlı üretimin kullanımına dair veriye ulaşılamamıştır. Üretim tasarımı ve kullanılan malzemeler dolayısıyla katmanlı üretimin kullanılması olası görülmemektedir. Katmanlı üretimin sürece dahil edilmesinin konuttaki bireyselleştirme olanaklarını artıracağı düşünülmektedir.



Şekil 4.69 Daiwa House Montfoort fabrikasında otomasyon montaj hattı ve robotik kol kullanımı (URL130)

Endüstriyel olarak üretilen konutlarda kullanıcı tasarım sürecine (konutlar kiralık olduğu için) dahil edilmemiştir (URL130). 333 Leerpark projesinde mülk sahibi ve konut kiralama şirketleri tasarım sürecine dahil olmuştur (URL138). Daiwa House gibi endüstriyel konut üreticileri sipariş öncesinde kullanıcı ile iletişimde kalarak katılımcı tasarım sürecini yürütmektedir. Kitlesel bireyselleştirme açısından bakıldığında çeşitlendirilmiş standardizasyon hakimdir. 333 Leerpark özelinde konut geliştiricileri kitlesel bireyselleştirme araçlarını tasarım sürecinde kullanmamıştır. Fakat Daiwa House'un başka devingen endüstriyel konut projeleri için geliştirmiş olduğu dijital bir konfigüratör (LiveStylePartner) olduğu bilinmektedir (URL139). Şekil 4.70'te dijital konfigüratörden bir sahne yer almaktadır. Modüler tasarım açısından proje ele alındığında üretim ve mekân organizasyonunda modülerlik esastır. Hacimsel modülerlik ile konutlar oluşturulmuş olup her bir modül tek başına bir konuttaki yaşamsal faaliyetleri karşılayabilmektedir. Geliştirililebilirliğe ve devingenliğe bu modüler tasarım sayesinde uyum sağlamaktadır. Sürdürülebilir ve döngüsel tasarım, konutun tasarım, üretim, kullanım ve söküm sonrası aşamalarında birlikte düşünülmüştür. Enerji, kaynak ve atık yönetimi planlanmıştır. Malzeme olarak ısı yalıtımı yüksek ahşap paneller ve doğal havalandırma kullanımı mevcuttur (URL132). Endüstriyel olarak üretilen konutların kaynak tüketimini ve maliyeti azalttığı öne sürülmektedir (URL138). Konut kompleksi bu alanda işlevini tamamladıktan sonra devingenleşerek başka alanlarda yeniden kullanıma olanak tanımaktadır. Malzeme

döngüsü ve kimliklendirmesi planlanmıştır. Dijital tasarım ve üretim kompleksin geliştirilmesinde yer almaktadır. Bu sayede döngüsel tasarım ilkelerine uyum sağlamaktadır. Konutlar şebeke bağlantısına ihtiyaç duymaktadır. Güneş enerji kullanımı ve yağmur suyu hasadı mümkün olduğu için kısmi olarak off-grid tasarımın görüldüğü söylenebilir.



Şekil 4.70 Daiwa House'un kullanıcılarına sunduğu dijital konfigüratör "LiveStylePartner" (URL140)

Tablo 4.12 333 Leerpark Daiwa House analizi

Konut Künyesi	**Konut Görseli**	**Konut Adı**	**Mimarı / Tasarımcı**	**Üretim Yılı / Yeri**	**Kapasite / Büyüklük**
	Daiwa House Modular Europe	Leerpark 333 Daiwa House	RoosRos Architecten Daiwa House-Jan Snel	2022- Montfoort Dordrecht / Hollanda	285 1+1 48 2+1 333 Konut 18-30 m² 5 kat
		**Mimari ve Mekansal Nitelikler** 5 katlı çok birimli apartman kompleksi olarak tasarlanmıştır. Katlar modüllerin yan yana eklenmesiyle oluşturulmuştur. Birimlerde kompakt tasarım hakimdir. Yıkama kurutma gibi donatılar ortak alanlarda çözülmüştür. Tasarımın amaçları arasında erişilebilir konutu çevreye daha az zarar vermek yer alır. Kütlenin dili sadedir hacimler verimli kullanılacak şekilde fonksiyon ön plandadır.		**Proje Üretim Tasarım Türü** Ticari geçici devingen konut kompleksi Endüstriyel, modüler, sürdürülebilir, döngüsel **Malzeme Kullanımı** Dış Cephe: Hafif beton ve kompozit kaplama / Strüktür: Çelik / İç Mekan: Endüstriyel ahşap-plastik / Yalıtım: Keten lifi / Zemin: Vinil ve endüstriyel ahşap	
Devingenlik Türü	**Bütünsel Devingen**	Tüm bina tek parça devingen değildir.			
	Yeniden Yerleştirilebilir	Tüm bina başka bir yere getirilip yeniden kurgulanabilir. İlk kurulduğu noktada geçici olarak kullanılmaya devam edilmektedir.			
	Sökülüp Takılabilir	Kuru birleşim kurulum vardır. Hacimsel modüllerine sökülerek devingenleşebilir.			
Endüstriyel Üretim Yöntem ve Teknikleri	**Üretim Yöntemleri**			**Üretim Teknikleri**	
	mevcut/potansiyel var✓✓ - mevcut/potansiyel yok✓✗ - mevcut değil/potansiyel var✗✓ - mevcut değil/potansiyel yok✗✗				
	Montaj Hattı ✓✓	**Prefabrikasyon ✓✓**	**Modüler Üretim ✓✓**	**Robotik Üretim ✗✓**	**Katmanlı Üretim ✗✓**
	Konut modülleri montaj hattında üretilmektedir. Geleneksel bant sistemi yerine akıllı otomasyon robotlar (AGV) montaj hattı oluşturmaktadır.	İleri düzeyde prefabrikasyon vardır. Otomasyon ve robot kullanımı maksimize edilmiştir. Üretim dijitalleştirilmiştir.	Fabrikada hacimsel, panel ve parça modüller üretilir. Geliştirilme ve parça değişimi olanaklıdır.	Modül üretiminde robotik kollar, CNC ve yönledirme robotları kullanılmaktadır. İleri otomasyon kullanılır.	Katmanlı üretim kullanılmaktadır. Katmanlı üretimin entegre edilmesi bireyleştirmeyi kolaylaştırabilir.
Endüstriyel Tasarım Yaklaşımları	mevcut ✓ - mevcut değil ✗- kısmen ≈				
	Katılımcı Tasarım ✓	**Kitlesel Bireyselleştirme ≈**	**Modüler Tasarım ✓**	**Sürdürülebilir ✓ Döngüsel ✓**	**Off-Grid Tasarım ≈**
	Tasarım sürecine son kullanıcı (konut kiralık olduğundan) dahil olmamıştır. Mülk sahibi ve bağlı olduğu sosyal kuruluş tasarım sürecinde yer almıştır.	Bu proje özelinde şirket kitlesel bireyselleştirme araçları sınırlıdır. Fakat Daiwa House'un gelişmiş bireyselleştirme araçları (seçenek havuzu, konfigüratör) mevcuttur.	Hacimsel bir modüler tasarım yatay ve dikey eksende vardır. Devingen karakteri sonrasında yeni formlara olanak sağlaması olasıdır. Şuanki kompleks eklemlenebilir.	Enerji, kaynak ve atık yöntemi planlanmıştır. Yeniden kullanım ile yaşam döngüsü kurgulanmıştır. Dijital üretimle döngüsel tasarım kurgulanmıştır.	Komplek şebekeye bağlıdır. Kısmi olarak enerji elde etme ve yağmur suyu kullanımı vardır.

Devingen endüstriyel konutlar üretim farklılıklarıyla birlikte bireyin barınma ihtiyacını farklı kullanıcıların gereksinimlerine potansiyel sağlayacak nitelikte bir dönüşüm geçiren konut türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Analiz edilen konutlar devingenlik karakterlerinin üretim olanaklarıyla çağdaş bireyin ihtiyaçlarıyla nasıl bütünleştiğini göstermektedir. Değerlendirmeler sonucunda yaşam biçimi ve üretimin ortak düşünülmesi gereken kavramlar olduğu gözlemlenmiştir. Yerden bağımsız, bireyselleştirilmiş, teknoloji ile donatılmış ve çevreye duyarlı konutlar üretmek konut krizine yönelik potansiyeller içermektedir. Sonuç bölümünde, yapılan analizlerden elde edilen çıktılar değerlendirilecektir.

5
SONUÇ

Devingenlik fiziksel hareketliliğin dışında yaşam tercihlerinin, mekânın ve üretim ilişkilerinin evrimini ele alan çok katmanlı bir kuramsal çerçeve çizmektedir. Devingen yaşam, statik mekânı temel alan barınma anlayışından farklı düşünmeyi zorunlu tutmaktadır. İlk insandan beri devam eden devingen yaşam, tarım devrimi ile yerini statik-kalıcı yaşama bırakmıştır. Yerleşik olma ve kalıcı yapı inşa etmeyi önceleyen geleneksel mimarlık devingen yaşamı göz ardı etmektedir. Devingenlik, mekânın kullanıcının değişen gereksinimlerine ve çevreyle olan ilişkisine göre tekrar düşünülmesine odaklanmaktadır.

Günümüzde yaşanan dönem itibariyle birey ve toplum ekonomik zorluklar, çevre sorunları, teknolojik gelişmeler ve göçler gibi durumlarla yüzleşerek daha bireysel, esnek ve devingen yaşamı da tercih etmektedir. Bu durumlar konut tanımını değişime zorlamaktadır. Yalnızca barınma işlevini yerine getirmenin ötesinde konut, sürekli yeniden düşünülmesi gereken ve fikirsel anlamda da devingen olması gereken bir yaşam ürününe evrilmektedir. Her geçen gün dijitalleşmenin ve teknolojik kolaylıkların artması özellikle küresel salgın döneminde konut kullanımını değiştirmiştir. Konut artık işlevlerinin çeşitlendiği bir mekâna dönüşmüştür. Temel işlevi barınmayı sağlamak olan konut artık çalışma, üretme, eğitim ve rekreasyon gibi işlevleri birlikte sağlamak durumunda olan bir mimarlık ürünü haline gelmiştir. Konutun yeni haline gelmesiyle mimarlar, üreticiler ve kullanıcıların ondan beklentileri değişmiştir. Konuta yüklenen manâ, nitelik ve kullanım şekilleri açısından dönüşüm geçirmiş ve bu durum üretimini tekrardan düşünülmesini gerekli kılan bir konu haline getirmiştir. Statik olan ve menkul olarak görülen konutun eksiklerini devingen konut giderme potansiyeline sahiptir. Devingen konut modern yaşam pratiklerini karşılayabilen kişiselleştirilebilir, esnek ve geliştirilebilir niteliklere sahip olmasıyla yeni bir konut tanımından söz

ettirebilir. Devingen konutlar konum olarak yer değiştirebilme kabiliyetlerinin ötesinde farklı kullanıcılara, çevresel şartlara, kullanım senaryolarına uygun olacak nitelikte esnek ve geliştirilebilir tasarlanarak üretilmelidir. Fiziksel, sosyal, kültürel ve çevresel koşulların olduğu bağlamsal değişkenlere dikkat edilmesi önemlidir. Konutun var olduğu yerin topoğrafyası, altyapı olanakları, iklim koşulları, kültürel bağlam (aile yapısı, mahremiyet algısı, estetik beklentiler gibi), sosyo-ekonomik çevre, yasal düzenlemeler gibi hususlar bağlamsal değişkenler olarak belirtilebilir.

Geleneksel konut üretimi çoğunlukla sahada ve arkaik işçilik yöntemleriyle yapılmaktadır. Buna karşılık zaman içerisinde konut üretimlerinde endüstriyel üretim yöntemlerin varlığı açığa çıkmıştır. Endüstriyel üretim sınırlı ölçüde ön üretimli konutlarda, malzeme ve bileşen bazında yer almaktadır. Mimari tasarımı birebir gerçekleştirmek birçok konutta zorlaşmaktadır. Üretim geleneksel olduğu için uygulayıcılar tasarıma riayet etmeden konutu özgün projeye revizyonlar yaparak üretmektedir. Bu durum üretimlerin hatalı olmasına neden olmakta ve üretim sürecinin kontrolünü zorlaştırmaktadır. Endüstriyel olarak üretilen ürünlerde ise süreç kontrolü daha kolaydır. Endüstriyel üretimin doğası gereği birçok avantajı bulunmaktadır. Konutlar endüstriyel olarak üretildiğinde bu avantajlardan faydalanılabilir. Devingen konutların endüstriyel olarak üretiminin statik konutlara oranla daha elverişli olduğu söylenebilir.

Devingen konutlar taşınabilir, yer değiştirebilir, sökülebilir olmalarının dışında endüstriyel olarak üretildiklerinde imalat süreçleri, tasarım yaklaşımları ve ekolojik etkileri gibi birçok açıdan ele alınması gereken, devingen bireyin esnek hayatına uyum sağlayan konut türüdür. Devingen endüstriyel konut, fiziksel devingenlik ve üretim verimliliğini ele alarak mimarlık disiplinini kullanıcı odaklı tasarım ve konutun yaşam döngüsü ile birlikte düşünmeye itmektedir. Devingen endüstriyel konutların önemi güncel yaşamda artan konut talebi, bireysel yaşam arzusu, kırsala tersine göç, kent merkezlerinde azalan boş alanlar, yüksek konut fiyatları, afet sonrası acil konut ihtiyacı, yaşam tercihlerinin çeşitlenmesi ve ekolojik çıktılar gibi etkenler göz önünde bulundurulduğunda artmaktadır. Konut üretiminde kullanıcı katılımı, bireyselleştirme ve esneklik gibi eğilimler konut mimarisinin geleceğinde önemli yer tutmasının dışında devingen endüstriyel konutlarla alternatif barınma seçeneklerini desteklemektedir.

Devingen konutu endüstriyel olarak üretmek konutun devingenlik kabiliyetini artırmaktadır. Ayrıca devingen olmanın maliyeti azalmaktadır. Fabrika ortamında üretim yapılarak montaj hattı kullanımı, prefabrikasyon, modüler, robotik ve katmanlı üretim gibi yöntem ve tekniklerin kullanımının birçok olumlu ve olumsuz yönü bulunmaktadır. Örneğin üretim hassasiyeti, üretilen konutun tasarlananla birebir aynı olma oranı ve iş sağlığı-güvenliği artmakta; maliyet, üretim süresi ve malzeme israfı azalmaktadır. Sahada kurulum gerektiren konutların kurulum süresi azalmakta ve süreç kolaylaşmaktadır. Sahada kalifiye eleman ihtiyacı ve işçilikten kaynaklı hatalar azalmaktadır. Konutların çoğunlukla işçilik hataları ve sonradan izinsiz yapılan revizyonlarla depreme dayanıksız hale geldiği bilinmektedir. Endüstriyel konutlarda nihai ürün fabrikada daha kontrollü üretildiği için depreme karşı güvenli hale gelmektedir. Kuru birleşimlerle üretilen endüstriyel konutların depremde kullanıcıya zarar verecek şekilde hasar alma olasılığı da daha düşüktür. Devingen endüstriyel konut koşullara uyum sağlayabilecek şekilde dönüşüme açık olmalıdır. Dönüşüm yalnızca mekânsal bazda ele alınamaz. Yapısal, kullanılan malzeme ve teknoloji gibi teknik detaylarla da sürdürülebilirliğe cevap vermelidir. Modülerlik bu uyum için önem arz etmektedir. Kolay devingen hale gelebilme, sökülme, yeniden kolay kurulum, gerekli hallerde şebekeden bağımsız yaşama elverişli olması gibi nitelikler devingen konutları çevreden bağımsız yaşama olanak sağlayan konutlara dönüştürmektedir.

Çalışma kapsamında 11 adet devingen endüstriyel konut değerlendirme için seçilmiştir. Değerlendirme ölçütleri devingenlik ve endüstriyel üretim hakkında yazılan literatür üzerinden belirlenmiştir. Örnekler; devingenlik karakteri ve türü, kullanılan endüstriyel üretim yöntem ve teknikleri, tasarım yaklaşımlarından olunan ölçütlerle mevcut durumları ve gelecek potansiyelleri incelenmiştir. Örnekler nitel ve nicel detaylarla ele alınarak analiz edilmiş ve sonrasında bu ölçütler genel olarak tabloda verilmiştir.

Konutların genelinin minimal yaşam sunma, düşük maliyetle üretim yapma, artan konut talebini karşılama gibi amaçlarla yarışma ya da ticari girişimler olarak ortaya çıktığı söylenebilir. Mali olarak erişilebilirlik sunmak Westfalia karavan, Microhaus.me ve Ecocapsule dışında ortak amaçtır. Westfalia ve Microhause.me devingen lüks yaşama odaklanmaktadır. Ecocapsule ise barındırdığı yüksek teknolojik aygıtlarla mali olarak erişilebilir olmaktan uzaktır. Örneklerin

tamamında konuta dair yeni ve deneysel tasarımlar olduğu görülmektedir. Konut tasarımlarının çıkış noktaları farklılık arz etmektedir. Devingen konut örneklerinin tamamında yalın ve kompakt bir tasarım dili tercih edilmiştir.

Devingenlik bakımından bütünsel devingenlik örnekler arasında öne çıkmaktadır. Konutlar parçalanmadan bir bütün olarak konum değiştirmektedir. Devingen halde iken form değişimi zorunluluğu yoktur. Bu noktada bütünsel devingen konutlarda çoğunlukla kurulum gerekmemekte ya da olabildiğince az olduğu görülmüştür. Bütünsel devingen konutlar üretim sonrasında direkt olarak kullanılabilmektedir. Tiny house ve karavan gibi taşıt olarak da tanımlanabilecek örnekler devingen halde iken de kullanıma olanak tanımaktadır. Fakat bu yasal güvenlik sebepleri dolayısıyla önerilmez. Bütünsel devingen olan konutlarda kullanım hacmi sınırlıdır. Daha çok kompakt tasarımlar hakimdir. Bu bağlamda mikro konutlarla benzerlik göstermektedir. Micro Compact Home, Ecocapsule, tiny house, karavanlar ve Microhaus.me bütünsel devingen olarak değerlendirilmektedir. Bütünsel devingen konutlar çoğunlukla şebekeden bağımsız yaşama olanak tanımaktadır. Bireysel yaşam arzusunda olan kullanıcılar bütünsel devingen konutları tercih etmektedir. Bu türdeki konutların yerle kurdukları bağ daha zayıftır. Diğer türdeki konutlara oranla daha sık devingen hale gelmektedirler. Bütünsel devingen konutlarda ölçülerin küçük olmasının dışında ağırlık ve kullanıcı kapasitesi de diğer türdeki örneklere oranla daha sınırlı tutulmuştur. Bu türdeki konutlar endüstriyel bir ürüne diğer türdekilere göre daha çok benzerlik göstermektedir.

Yeniden yerleştirilebilir konutlar daha büyük hacimsel gereklilikler için tercih edilmektedir. Bireysel yaşam yerine aile ve toplu yaşama olanak tanımaktadır. Devingen hal sonrası yeniden kullanıldıklarında farklı kullanım senaryolarına izin vermektedirler. Örneklerin yarıdan fazlası bu devingen karakteri göstermektedir. Bütünsel devingen olan birkaç konut örneği durağan halde iken sınırlı form değişimleri ile bu devingenlik türünün karakterini de göstermektedir. Çok katlı konut örneği yalnızca bu devingenlik türüne dahil olmaktadır. Yeniden yerleştirilebilir devingenlik türünde sınıflandırılan konutların tamamında modüler tasarım ve üretim hakimdir. Bu konutlar parçalı devingenliğe dayalı olarak tasarlanmıştır.

Sökülüp takılabilir olan konutların devingenlik kabiliyeti diğer türdekilere oranla daha yüksek düzeydedir. Lojistik sınırlamalardan daha az etkilenmektedirler. 6x6

Demountable House, IKEA Better Shelter, WikiHouse ve Uuthuuske gibi konutlar bu türün önde gelen örnekleridir. IKEA Better Shelter tarihsel gelişimde ele alınan çadırın güncel hali olarak karşımıza çıkmaktadır. Paketlenmiş halde devingendir. Bu türde yer alan konutlarda kurulum süresi diğer türdekilere oranla daha fazladır. Hacimsel sökülebilirliğin dışında bileşenlerine kadar da sökülebilmektedirler. Mimari üretime sosyal açıdan yaklaşan örneklerin tamamının bu devingenlik türüne dahil olduğu görülmüştür. Sökülüp takılabilir özelliği gösteren örnekler Jean Prouvé'un öne sürdüğü endüstriyel mobilyalarla benzerlik göstermektedir.

Üretime bakıldığında prefabrikasyon neredeyse her örnekte görülmektedir. Açık kaynakla üretilen örneklerde prefabrikasyon zorunluluğu yoktur. Bir atölyede olmak şartıyla yerinde üretim de yapılabilmektedir. Modüler üretim her konutta görülmektedir. Modüler üretimin derecesi hacimsel, panel ve bileşen bazlı olarak örneklerde farklılık göstermektedir. Yeniden yerleştirilebilir olan örneklerde daha çok hacimsel modüler üretim mevcuttur. Montaj hattı kullanımı ise endüstrileşme oranı yüksek olan örneklerde görülmektedir. Küçük ölçekli üretimlerde montaj hattı kullanımı yer almamaktadır. Montaj hattı kullanımının yüksek teknolojik altyapı gerektirdiği çıkarılabilir. Robotik üretim tekniği çoğunlukla hesaplamalı kesim robotlarının kullanımında görülmektedir. Robotik kol kullanımı Daiwa House gibi gelişmiş üretim yapan fabrikalarda görülmektedir. Katmanlı üretim konutun tamamının üretiminde yalnızca çekme karavan örneğinde yer almaktadır. Örneklerin tamamı değerlendirildiğinde oldukça sınırlı kullanım alanı bulduğu söylenebilir. Bireyselleştirme için kullanımı potansiyel olarak değerlendirilmektedir. Gelişmiş endüstriyel üretimin ön maliyeti yüksek olduğu için prototip üretimi olan konutlardaki üretim geleneksel atölyelerde yapılmıştır.

Tasarım yaklaşımları bağlamında örnekler değerlendirildiğinde katılımcı tasarım ve kitlesel bireyselleştirmenin yoğun varlığından söz edilebilir. Endüstriyel üretimin olumsuz yönü olarak kabul edilen aynılaştırmadan kurtulmak amacıyla kullanıcı taleplerine odaklanarak tasarım ve üretim sürecini geliştirme kaygısı örneklerde esastır. Acil durum kullanımları için geliştirilen 6x6 Demountable House ve IKEA Better Shelter'da kullanıcı taleplerinin göz ardı edildiği söylenebilir. 21. yüzyılda modernize edilen 6x6 Demountable House'da ise modernizasyonun kullanıcı talepleri ve konforunu artırmak için yapıldığı görülmektedir. Endüstriyel üretimde dijital araçlar kullanılmadan kullanıcı odaklı

tasarımın yapılmasının zorlaştığı ortaya çıkmaktadır. Katılımcı tasarımın ise kitlesel bireyselleştirmeye oranla yapılmasının daha zor olduğu görülmektedir. Bu noktada konut bir ürün olmaya yaklaşmaktadır. Modüler tasarım her konutun tasarım süreci için ortak noktadır. Bütünsel devingen konutlarda modüler tasarım çoğunla teknik olarak düşünülmüş, imalat sürecini ve parça değişimini kolaylaştırmak için tercih edilmiştir. Hacimsel modülerlik ise yeniden yerleştirilebilir konutlarda öne çıkmaktadır. Sökülüp takılabilir konutlarda ise bileşen bazlı modüler tasarım yer almaktadır. Sürdürülebilir tasarım yapma kaygısı 20. yüzyılda tasarlanan özgün 6x6 Demountable House hariç her örnekte vardır. Günümüze yakın tarihe doğru yapılan örneklerde bu kaygı daha da artmıştır. Döngüsel tasarım ise 2000'lerin başında üretilen Micro Compact Home ve Ecocapsule gibi örneklerde görülmemekle birlikte günümüze yakın örneklerde ilkesel tasarım yaklaşımı olarak ele alınmaktadır. Ecocapsule'ün güncel olarak üretilen modellerinde bu durumun olumlu anlamda değiştiği söylenebilir. Devingen endüstriyel konut üretiminde ekolojik çıktılara her geçen yıl daha da önem verildiği çıkarılabilir. Konutlarda kullanılan malzemelerin ekolojik çıktılara göre tercihleri değişmiş, yakın tarihte üretilen konutların tasarımında doğal kaynak kullanımının artırdığı görülmektedir. İleri düzey endüstriyel üretimin hâkim olduğu örneklerde döngüsel tasarım ilkeleri daha iyi sağlanmaktadır. Şebekeden bağımsız yaşama olanak veren off-grid tasarım yaklaşımı örneklerde sınırlı olarak görülmektedir. Ecocapsule ve Microhause.me konutunun direkt bu bağlamda üretildiği görülmektedir. Konutla birlikte taşıt kimliği taşıyan örneklerin tasarımında devingen halde kullanımları arzulandığı için off-grid tasarımın sınırlı sürelerde kullanımlar için üretime dahil edildiği görülmüştür. Diğer şebekeden bağımsız yaşama olanak tanıyan örneklerde bu nitelik kullanıcıya opsiyonel bırakılmış ve sonradan dahil edilebilen eklentilerle bu niteliğin kazandırılabileceği görülmektedir. Şebekeden bağımsız yaşamanın konutun mali erişilebilirliğini düşürdüğü söylenebilir.

Tasarım ve üretim yerlerine bakıldığında genel olarak üretimde Avrupa'nın hâkim olduğu söylenebilir. Almanya ve Hollanda burada öne çıkmaktadır. Bu ülkelerdeki konut üretimleri genellikle yüksek teknoloji, enerji ve kaynak korunumu ve kullanıcı odaklı tasarımı öncelemeleriyle öne çıkmaktadır. Tasarlanan konutların küresel olarak kullanıma uyum sağlayacak şekilde üretildiği, ihtiyaçlara göre

geliştirilebilir oldukları görülmüştür. Bu konutlarda üretim tasarımı ve yaşam döngüsü de en az konutun tasarımı da önem arz etmektedir. Endüstriyel konut üretiminde önde ülkelerden biri olan Japonya'da ise devingenlikten ziyade endüstriyel üretim potansiyelinin artırılması hakimdir. ABD merkezli Microhaus.me konutunun ise daha çok salt ticari kaygılarla bir ürün olarak geliştirildiği söylenebilir. Avrupalı üreticilerin daha çok toplumsal faydaya odaklandığı görülmektedir.

Devingen endüstriyel konutların tasarım ve üretiminde sürdürülebilirliğe ve döngüsel ekonomiye uyumu önem arz etmektedir. Konut bileşenlerinin yaşam döngüsünde takip edilebilir olması malzeme kimliklendirmesi yapılarak mümkün olmaktadır. Malzemelerin üretim tasarımı, üretimindeki veriler, söküm şartları ve yeniden kurulum ihtimali, malzemenin türü dijital sistemlerle depolanarak kullanım ömrü boyunca takip edilebilmekte ve yeni konuta aktarılabilmektedir. Tasarım aşamasında sökümün de tasarlanması çevreye verilen zararı azaltmakta ve yeniden kullanımı kolaylaştırmaktadır. Ayrıca biyobazlı ve yerel kaynakların, geri dönüşüme uygun malzemelerin seçimi üretim enerjisini ve maliyetini azaltmakta yerel üretimi desteklemektedir. Daha az kaynak ve enerji kullanımıyla azami verim alınabilecek şekilde üretim yapmak önemlidir. Yerel kaynak kullanımı lojistik maliyetini de azaltmaktadır. Ekolojik çıktılar göz önünde bulundurularak üretim yapmak devingen konutu sürdürülebilirlik açısından da bütünsel bir devingen mantığa oturtmaktadır.

Mimarlık, endüstriyel tasarım ve mühendislik disiplinleriyle ortak bütüncül bir zemin üzerinde çalışmaktadır. Konutun devingen ve endüstriyel olarak üretilmesi arasındaki bağ teknik bir ortak zemin dışında mimari tasarım kültürünün, imalat mantığının ve son kullanıcının birlikte düşünüldüğü bir evrimleşme sürecidir. Katılımcı tasarım ve kitlesel bireyselleştirme bu noktada evrimleşmeye dahil olmaktadır. Mimari hizmeti demokratikleştirmek adına açık kaynaklı dijitalleştirilmiş üretim platformlarının kullanılması, kullanıcının tasarımcı rolüne girmesine ek olarak üretim sürecine de dahil olmasına olanak sağlamaktadır. Açık kaynak tasarlanan endüstriyel konutun bireyselleştirilme potansiyeline de destek sunmaktadır. Yapay zekanın gelişmesi, katmanlı üretimin yaygınlaşması, mikro üretim atölyelerini destekler niteliktedir. Bu bağlamda kümülatif bir ilerleme mevcuttur. Devingen endüstriyel konutlar; konum değiştirme karakterleri,

endüstriyel üretimin teknik avantajları ve tasarım yaklaşımlarıyla alternatif yaşam biçimlerini destekler, çağdaş üretim anlayışının yeni bir mimari pratikle somut çıktıları olarak ele alınabilmektedir.

Güncel kentlerin yoğun yapılaşma, artan nüfus, yüksek konut ve kira fiyatları gibi sorunları göz önüne alındığında barınma ihtiyacına yenilikçi çözümler gerekmektedir. Konutlar kentlere homojen dağılmamaktadır. Uzaktan çalışma kültürünün yaygınlaşması, teknolojik olanakların gelişmesi, bireysel ve doğal ortamda yaşam arzusuyla kırsala tersine göçün artması gibi durumlar düşünüldüğünde gelecekte bireylerin kent çeperlerinde homojen yaşaması beklenmektedir. Bu süreçte altyapı üretiminin aynı hızda gelişmesi beklenmemektedir. Geleneksel konut üretimlerinin çağdaş devingen bireyin ihtiyaçlarını karşılayamayacağı düşünülmektedir. Özellikle kırsal alanlarda kalıcı statik konutların ve yerleşimlerin yapılması ekolojik dengeye zarar verecektir. Bunların dışında afet sonrası kullanımlar, zorunlu göçler ve yoksulluk da bir diğer sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu hususlar düşünüldüğünde devingen endüstriyel konutlar geleneksel statik konutlara alternatif sunan esnek, geliştirilebilir ve uyum kapasitesi yüksek konutlar olarak görünmektedir. Bu noktada şebekeden bağımsız yaşama olanak tanıyan devingen endüstriyel konutların yaygınlaşması beklenmektedir. Üretim maliyetleri ve süreleri de dikkate alındığında yakın gelecekte endüstrileşmenin konut üretiminde daha çok yer alması beklenmektedir. Bu bağlamda çalışmanın alternatif konut çözümlerine katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Devingen endüstriyel konutlar, barınmanın gelecek vizyonlarında tasarımı ve üretimi birlikte düşünmeye zemin hazırlayacaktır.

KAYNAKÇA

Aalbers, M. B. (2015). The great moderation, the great excess and the global housing crisis. *International Journal of Housing Policy, 15*(1), 43–60.

Acton, T. A. (1997). *Romani culture and Gypsy identity* (G. Mundy, Ed.; 1st ed.). Hatfield: University of Hertfordshire Press.

Adams, K. and Hobbs, G. (2017). *Material resource efficiency in construction: Supporting a circular economy*. IHS BRE Press.

Ak, M. (2019). Batılı gezginlerin gözlemlerinde Yörük/Türkmen çadırları. *Türkiyat Mecmuası*, 29(2), 347–366.

Akcan, A. (2023). İslamiyet öncesi Türk bozkır göçebelerinin mekân algılarını anlamak adına yaşam coğrafyalarını öğrenmek. *Milliyetçilik Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 103–130.

Åkerlund, U. and Sandberg, L. (2015). Stories of lifestyle mobility: Representing self and place in the search for the 'good life'. *Social & Cultural Geography*, 16(3), 351–370.

Akgül, A. (2006). *Mimarlıkta mobilite kavramı: Göçebe Çingeler ve sirk yaşamı üzerine bir inceleme* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Alder, K. (1997). *Engineering the revolution: Arms and Enlightenment in France, 1763–1815*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Almaany. (2025). *Arabic-English dictionary: □□□□*. https://www.almaany.com/ar/dict/ar-ar/%D8%AD%D9%8E%D8%B1%D9%8E%D9%83%D9%8E%D8%A9/ Erişim Tarihi: 24 Ocak 2025.

Alvi, M. A. H., Maqsood, H., Iftikhar, F., Akhtar, S., Khan, M. Q., Nawab, Y. and Kim, I. S. (2024). Fabrication of multifunctional tents using canvas fabric. *ACS Omega*, 9(16), 17706–17725. https://doi.org/10.1021/acsomega.3c09249

Amaral, M. and Tallie, T. J. (2023). *Hippies and vanlife: An American counterculture critique* [Conference presentation]. University of San Diego. http://digital.sandiego.edu/osp-researchweek/2023/ccurc/1/ Erişim Tarihi: 21 Haziran 2025.

Amaireh, A. A. (2011). The Bedouin tent in comparison with UAE housing provision. *Open House International*, 36(4), 82–97.

Amin, A. (1994). *Post-Fordism: A reader*. Oxford: Blackwell.

Amos, D., McKenzie, Z., Stuart, A., Stuart, H., Stuart, T., Warren, A., ... and Goh, H. (2024). *The permanence of impermanence: Mapping the Indigenous*

campsites (Humpy) on Arabana Country, South Australia [Conference presentation]. Australian Association for Anthropology Conference, November 2024, Adelaide, Australia.

Anson, A. (2014). "The world is my backyard": Romanticization, Thoreauvian rhetoric, and constructive confrontation in the tiny house movement. In S. L. Cummings (Ed.), *From sustainable to resilient cities: Global concerns and urban efforts* (pp. 289–313). Bingley: Emerald Group Publishing.

Aravena, A. (2011). Elemental: A do tank. *Architectural Design*, 81(3), 32–37. https://doi.org/10.1002/ad.1235

Arı, E. (2019). *Mobil mekân kavramı kapsamında taşınabilir mekân organizasyonu* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Armaitienė, A. (2009). *Aiškinamasis turizmo terminų žodynas*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas.

Attia, S. (2014, February). *Assessing the thermal performance of Bedouin tents in hot climates* [Conference presentation]. Energy & Indoor Environment for Hot Climates, Doha, Qatar.

Ayres, R. U. (1990). Technological transformations and long waves. Part I. *Technological Forecasting and Social Change*, 37(1), 1–37. https://doi.org/10.1016/0040-1625(90)90057-3

Baghchesaraei, A., Kaptan, M. V. and Baghchesaraei, O. R. (2015). Using prefabrication systems in building construction. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(24), 44258–44262.

Ban, S. (2014). *Shigeru Ban: Humanitarian architecture*. London: Phaidon Press.

Banham, R. (1965, November). *A clip-on architecture*. *Architectural Design*, 35(11), 14–15.

Beilharz, P. and Supski, S. (2017). A sociology of caravans. *Thesis Eleven*, 142(1), 34–43. https://doi.org/10.1177/0725513617727892

Bektaş, C. (2013). *Türk evi*. İstanbul: YEM Yayınevi, 121–132.

Berthier, S. (2015). Timber in the buildings of Jean Prouvé: An industrial material. *Construction History*, 30(2), 87–106.

Bikos, G. and Papadimitriou, P. (2018). Mobile libraries: Defining the phenomenon. *International Journal of Library and Information Science*, 10(3), 35–40.

Biltoria, A. K. and Roy, U. K. (2024). Affordable housing using industrialized construction: A market-based standardization of housing units in India. *Architectural Engineering and Design Management, 20*(5), 1203–1221.

Black, J. T. (2007). Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639–3664. https://doi.org/10.1080/00207540701223469

Black, D. (2008). *Living off the grid: A simple guide to creating and maintaining a self-reliant supply of energy, water, shelter, and more*. New York, NY: Skyhorse Publishing, Inc.

Bock, T. (2007). The future of construction automation: Technological disruption and the upcoming ubiquity of robotics. *Automation in Construction*, 17(1), 4–10.

Bock, T. and Linner, T. (2015). *Robot-oriented design: Design and management tools for the deployment of automation and robotics in construction*. New York, NY: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139924146

Bohm, D. (2007). *Causality and chance in modern physics* (2nd ed.). London: Routledge & Kegan Paul.

Bosma, K. (Ed.) (2000). *Housing for the millions: John Habraken and the SAR (1960–2000)*. Rotterdam, The Netherlands: NAi Publishers.

Börnfelt, P. O. (2023). Taylorism and Fordism. In *Work organisation in practice: From Taylorism to sustainable work organisations* (pp. 25–37). Cham: Springer Nature Switzerland.

Brand, S. (1995). *How buildings learn: What happens after they're built*. New York, NY: Penguin Books.

Branson, T. R., Eishennawy, A. K., Swart, W. W. and Chandra, S. (1990). Automation technologies for the industrialized housing manufacturing industry. *Computers & Industrial Engineering*, 19(1–4), 587–592.

Braun, A., Borrmann, A. and König, M. (2020). Generative design and robotic construction: Bridging BIM and digital fabrication. *Automation in Construction*, 116, Article 103208.

Bredenoord, J., Van Lindert, P. and Smets, P. (Eds.). (2014). *Affordable housing in the urban global south: Seeking sustainable solutions*. Routledge.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. and Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 perspective. *Procedia CIRP*, 17, 1–6.

Brownell, E. (2020). Better Shelter. In S. Bauer, M. Schlünder and M. Rentetzi (Eds.), *Boxes: A Field Guide* (pp. 73–91). Manchester: Mattering Press.

Brundtland, G. H. (Ed.). (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press.

Buldaç, M. (2021). Küresel salgın sürecinde değişik mekân arayışı: Karavan ve kullanıcı deneyimleri. *Yıldız Journal of Art and Design*, 8(2), 90–104.

Burel, D. (2017). In search of the RV. *Mobility in History*, 8(1), 133–140.

Calp, M. H. and Bütüner, R. (2022). Society 5.0: Effective technology for a smart society. In *Artificial Intelligence and Industry 4.0* (pp. 175–194). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88468-6.00006-1

Carbonari, L. T. and Librelotto, L. I. (2018, January). Temporary housing made from recycled paper tubes: A comparative study of housing "Paper Log House" and its adaptations to different contexts. In *INCREaSE* (pp. 503–512). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70272-8_39

Carmeli, Y. S. (1988). Travelling circus: An interpretation. *European Journal of Sociology*, 29(2), 258–282. https://doi.org/10.1017/S0003975600005695

Carson, R. (2002). *Silent spring* (40th anniversary ed., with an introduction by A. H. Teale and an afterword by E. O. Wilson). Boston: Houghton Mifflin.

Chaliand, G. (Ed.). (1994). *The art of war in world history: From antiquity to the nuclear age*. Berkeley: University of California Press.

Chandra, R. (2004). Adam Smith, Allyn Young, and the division of labor. *Journal of Economic Issues*, 38(3), 787–805.

Chau, H. W., Jamei, E., Muttil, N. and Noguchi, M. (2024). Japanese prefabricated housing manufacturers. *Encyclopedia*, 4(3), 1073–1090.

Cheah, C. G., Chia, W. Y., Lai, S. F., Chew, K. W., Chia, S. R. and Show, P. L. (2022). Innovation designs of Industry 4.0-based solid waste management: Machinery and digital circular economy. *Environmental Research*, 213, Article 113619. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113619

Chidwick, H. M. (2018). The military step: Theorizing the mobilization of the Roman army. *Critical Military Studies*, 7(2), 107–131. https://doi.org/10.1080/23337486.2018.1500820

Cinqualbre, O. (2009). *Jean Prouvé – La Maison Tropicale / The Tropical House*. Paris: Centre Pompidou.

Clark, R. (2017). The rise and fall of the Conestoga wagon [Online report].

Cohen, M. M. and Prosina, A. (2020). Buckminster Fuller's Dymaxion house as a paradigm for a space habitat. In *ASCEND 2020* (p. 4048). https://doi.org/10.2514/6.2020-4048

Crawford, R. H. and Stephan, A. (2020, November). Tiny house, tiny footprint? The potential for tiny houses to reduce residential greenhouse gas emissions. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 588, No. 2, p. 022073). Bristol: IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/2/022073

Cresswell, T. (2006). *On the move: Mobility in the modern Western world*. New York, NY: Routledge.

Cross Jr, F. M. (1947). The tabernacle: A study from an archaeological and historical approach. *The Biblical Archaeologist*, 10(3), 45–68.

Crowther, P. (1999). Historic trends in building disassembly. In *Technology in transition: Mastering the impacts – ACSA/CIB 1999 International Science and Technology Conference*.

Crowther, P. (2005). Design for disassembly–themes and principles. *Environment Design Guide*, 13(1), 1–7.

Crump, T. (2007). *The age of steam: The power that drove the industrial revolution*. London: Constable & Robinson.

Curtis, W. J. R. (1996). *Modern architecture since 1900* (3rd ed.). Phaidon Press.

Çolak, A. F. (2005). *Mobil konutların Türkiye'deki uygulanabilirliğinin irdelenmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dabaieh, M. and Borham, A. (2015). Acclimatization measures for temporary refugee shelters in hot arid climates; low-tech mobile solutions using Bedouin tents. In *PLEA, Architecture in (R) Evolution. Building Green Futures*.

Davis, S. (1987). *Future perfect*. Reading, UK; Boston, MA: Addison Wesley.

De Andrade Ribeiro, I. T. (2022). The social role of flexible architecture. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 9(8).

Decker, J. and Chiei, C. (2005). *Quonset hut: Metal living for a modern age*. New York, NY: Princeton Architectural Press.

Deyong, S. (2017). Walking City: Archigram. In *Companion to the history of architecture* (pp. 1–12).

Ding, G. K. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451–464.

Dokter, G., Thuvander, L. and Rahe, U. (2021). How circular is current design practice? Investigating perspectives across industrial design and architecture in the transition towards a circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 692–708.

Dörfler, K., Hack, N., Sandy, T., Giftthaler, M., Lussi, M., Walzer, A. N., Buchli, J., Gramazio, F. and Kohler, M. (2019). Mobile robotic fabrication beyond factory conditions: Case study Mesh Mould wall of the DFAB HOUSE. *Construction Robotics*, 3(1–4), 53–67.

Du, J., Zhang, J., Castro-Lacouture, D. and Hu, Y. (2023). Lean manufacturing applications in prefabricated construction projects. *Automation in Construction*, 150, Article 104790.

Dzedzickis, A., Subačiūtė-Žemaitienė, J., Šutinys, E., Samukaitė-Bubnienė, U. and Bučinskas, V. (2021). Advanced applications of industrial robotics: New trends and possibilities. *Applied Sciences*, 12(1), 135.

Economic Commission for Europe United Nations. (2005). *Housing finance systems for countries in transition: Principles and examples*. United Nations.

Edwards, B. (2010). *Prefabricated housing*. New York, NY: Taylor & Francis.

Eid Mohamed, B. and Carbone, C. (2022). Mass customization of housing: A framework for harmonizing individual needs with factory produced housing. *Buildings*, 12(7), Article 955.

Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Financing the circular economy: Capturing the opportunity*. United Kingdom: Ellen MacArthur Foundation.

Erener, Ş. and Boz, S. (2021). Modern üretim tekniklerinde eklemeli imalat sistemlerinin yeri ve kullanım alanları. *Turkish Journal of Fashion Design and Management*, 3(1), 47–56.

Evans, K. (2023). Home is where the tiny house is? Re-framing downsized living's potential. In *Transforming issues in housing design* (pp. 73–85).

Faegre, T. (1979). *Tents: Architecture of the nomads*. New York, NY: Anchor Press/Doubleday.

Fang, Y., Minati, L., Cosentino, S., Voltolini, S., Sadler, G. and Yoshimura, Y. (2025). Redefining walking: A bio-inspired kinetic architecture. *Architectural Engineering and Design Management*, 1–20.

Fırat, H. L. (2006). *Mimarlıkta mobilite olgusu üzerinden insan, yer ve yapı ilişkisine bir bakış* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Fitzsimmons, J. (1994). Information technology and the third industrial revolution. *The Electronic Library*, 12(5), 295–297.

Ford, J. and Gomez-Lanier, L. (2017). Are tiny homes here to stay? A review of literature on the tiny house movement. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 45(4), 394–405.

Frey, H. C. (1949). Conestoga Wagoners. In G. Korson (Ed.), *Pennsylvania songs and legends* (p. 237). Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press.

Gann, D. M. (1996). Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan. *Construction Management & Economics*, 14(5), 437–450.

George, M. K. (2009). *Israel's tabernacle as social space* (No. 2). Atlanta, GA: Society of Biblical Literature.

Gibb, A. G. F. (1999). *Off-site fabrication: Prefabrication, pre-assembly and modularisation*. London: Whittles Publishing.

Gibb, A. and Pendlebury, M. (2006). *Glossary of terms: Offsite and modern methods of construction*. Buildoffsite.

Giller, J. (2011). *Reinventing the tent: An exploration of fabric construction* (Doctoral dissertation, Open Access Te Herenga Waka–Victoria University of Wellington).

Green, C. M. (1997). *Eli Whitney and the birth of American technology* (Library of American Biography series, 1st paperback ed.). Pearson.

Groumpos, P. P. (2021). A critical historical and scientific overview of all industrial revolutions. *IFAC-PapersOnLine*, 54(13), 464–471.

Guan, Y., and Cheung, K. S. (2023). The costs of construction and housing prices: A full-cost pricing or tendering theory? *Buildings*, *13*(7), 1877.

Gündoğmuş, H. (2005). Mobil konutların Türkiye'deki uygulanabilirliğinin irdelenmesi (Yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Habraken, N. J. (1972). *Supports: An alternative to mass housing*. London: The Architectural Press.

Hacialibeyoğlu, F. (2005). *Mimarlıkta devingenlik: Devingen bir mimari ürün olarak konteyner* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Haile, B. (1942). Why the Navaho hogan? *Primitive Man*, 15(3/4), 39–56.

Hall, P. (1988). *Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design in the twentieth century*. Blackwell.

Harou, P. (2022). *Affordable temporary housing on empty fields* (Master's thesis). Université libre de Bruxelles.

Hasol, D. (1979). *Ansiklopedik mimarlık sözlüğü* (Cilt 2). İstanbul: Yapı-Endüstri Merkezi.

Hays, J. D. (2016). *The temple and the tabernacle: A study of God's dwelling places from Genesis to Revelation*. Grand Rapids, MI: Baker Books.

Hazarika, M., Dixit, U. S. and Davim, J. P. (2019). History of production and industrial engineering through contributions of stalwarts. In *Manufacturing Engineering Education* (pp. 1–29). Cambridge, MA: Chandos Publishing.

Heidegger, M. (1971). Building dwelling thinking (A. Hofstadter, Trans.). In *Poetry, language, thought* (pp. 145–161). New York, NY: Harper & Row.

Henilane, I. (2015). The evaluation of housing situation in Latvia. In *XVI Turiba University Conference Towards Smart, Sustainable and Inclusive Europe: Challenges for Future Development* (p. 93).

Ho, W. K. and Ganesan, S. (1998). On land supply and the price of residential housing. *Netherlands Journal of Housing and the Built Environment*, *13*, 439-452.

Hobsbawm, E. J. (1999). *Industry and empire: From 1750 to the present day*. New York, NY: The New Press.

Holley, L. (2007). *Tipis, tepees, teepees: History and design of the cloth tipi* (1st ed.). Layton, UT: Gibbs Smith Publisher.

Holzer, D. (2015). BIM and parametric design in academia and practice: The changing context of knowledge acquisition and application in the digital age. *International Journal of Architectural Computing*, 13(1), 65–82.

Honic, M., Kovacic, I. and Rechberger, H. (2019). Concept for a BIM-based material passport for buildings. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 225, p. 012073). Bristol: IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012073

Horden, R. (2008). *Portable architecture: Micro Compact Home* (4th ed., R. Kronenburg, Ed.). Berlin: Birkhäuser Verlag AG.

Horrocks, S. H. and Hargreaves, J. A. (1961). *Bookmobile operations over the world.* (pp. 360–373). Urbana, IL: Graduate School of Library and Information Science, University of Illinois at Urbana-Champaign.

Hounshell, D. A. (1984). *From the American system to mass production, 1800–1932: The development of manufacturing technology in the United States*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Howell, G. A. (1999, July). What is lean construction-1999. In *Proceedings IGLC* (Vol. 7, p. 1). Princeton, NJ, USA: Citeseer.

Hull, C. W. (2015). The birth of 3D printing. *Research-Technology Management*, 58(6), 25–30.

Huppatz, D. (2010). Jean Prouvé's Maison Tropicale: The poetics of the colonial object. *Design Issues*, 26(4), 1–12. https://doi.org/10.1162/desi_a_00042

Hürcan, B. (2023). *Mobil yapılar ve mimarlıkta mobilite kavramının örnekler üzerinden değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Iuorio, O. (2025). Historical evolution of prefabrication. In O. Bignon (Ed.), *From mass prefab to mass customisation* (pp. 1–15). Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-73327-7_1

İmar Kanunu No. 3194, 9 Mayıs 1985. Erişim tarihi: 24 Ocak 2025.

İnan, D. (1988). *Fizik I-Devinim* (2. basım). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları. ISBN 975-491-004-9.

Jenkinson, A. (2014). *The touring caravan* (Vol. 796). London: Bloomsbury Publishing.

Jeon, C. Y. and Yang, H. W. (2021). The structural changes of a local tourism network: Comparison of before and after COVID-19. *Current Issues in Tourism*, 24(23), 3324–3338.

Johnson, W. D. (1932). A sketch of railroad history. *The Military Engineer*, 24(138), 620–622.

Kagermann, H., Wahlster, W. and Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. acatech – National Academy of Science and Engineering.

Kamali, M. and Hewage, K. (2016). Life cycle performance of modular buildings: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1171–1183. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.031

Karkın, M. A. and Oyan, S. (2015). Mersin'de yaşayan son Yörükler olan Sarıkeçeliler'in yaşantıları, kültürel özellikleri ve Yörük müziği üzerine bir araştırma. *Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, (35), 271–285.

Kartal, H. B. and Kartal, A. N. (2024). Kutup altı bölgedeki yerel konut örneklerinin iklim, tasarım ve çevresel ekonomi bağlamında incelenmesi üzerine nitel bir çalışma. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 15(3), 1227–1249.

Kaya, B. (2005). *Hareket kavramının modern mimarlığa etkileri üzerine bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Kedir, F. and Hall, D. M. (2021). Resource efficiency in industrialized housing construction – A systematic review of current performance and future opportunities. *Journal of Cleaner Production, 286*, 125443.

Kendall, S. and Teicher, J. (2000). *Residential open building*. London: E & FN Spon.

Kennedy, A. R. (1902). Tabernacle. In *A dictionary of the Bible: Dealing with its language, literature, and contents, including the biblical theology* (pp. 653–668).

Khasreen, M. M., Banfill, P. F. and Menzies, G. F. (2009). Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: A review. *Sustainability, 1*(3), 674–701.

Khoshnevis, B. and Dutton, R. (1998). Innovative rapid prototyping process makes large sized, smooth surfaced complex shapes in a wide variety of materials. *Materials Technology*, 13(2), 53–56.

Khoshnevis, B. (2004). Automated construction by contour crafting—related robotics and information technologies. *Automation in Construction*, 13(1), 5–19.

Kılıç, R. (2023). Sanayi devrimlerinin serüveni: Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a. *Takvim-i Vekayi*, 11(2), 276–291.

Kieran, S. and Timberlake, J. (2004). *Refabricating architecture*. New York, NY: McGraw-Hill.

Kim, M. K. (2011). The development and characteristics of Dymaxion housing by Richard Buckminster Fuller. *Korean Institute of Interior Design Journal*, 20(2), 110–119.

Kolarevic, B. (2003). Architecture in the digital age: Design and manufacturing. In R. Kronenburg & F. Klassen (Eds.), *Transportable environments 3* (pp. 46–87). London: Taylor & Francis.

Koren, Y. (1983). Computer control of manufacturing systems. *Robotics & Computer-Integrated Manufacturing*, 1(1), 11–19.

Köktürk, E. (2009). Kadastro toplumsal bir olgudur, değişir! *İstanbul Bülteni*, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayın Organı, Mayıs, 50–53.

Kronenburg, R. (1995). *Houses in motion: The genesis, history and developments of the portable building* (Academy edition). London: Academy Editions.

Kronenburg, R. (Ed.). (1998). *Transportable environments* (1st ed.). London: Taylor & Francis.

Kronenburg, R. (2003). *Portable architecture* (3rd ed.). London: Architectural Press.

Kronenburg, R. and Klassen, F. (Eds.). (2006). *Transportable environments 3*. London: Taylor & Francis.

Kronenburg, R., Scoates, C., and Betsky, A. (2003). *Lot-Ek: Mobile dwelling unit* (H. Urbach, Ed.). Santa Barbara, CA: University Art Museum, University of California.

Kronenburg, R. (2007). *Flexible: Architecture that responds to change*. London: Laurence King.

Kronenburg, R. (Ed.). (2008). *Portable architecture: Micro compact home* (4th ed.). Berlin: Birkhäuser Verlag AG.

Kurokawa, K. (1977). *Metabolism in architecture.* (pp. 41–74). London: Studio Vista.

Landes, D. S. (2003). *The unbound Prometheus: Technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Lange, K. (1997). Modern metal forming technology for industrial production. *Journal of Materials Processing Technology*, 71(1), 2–13.

Larsson, N. (1998). Research information: Green Building Challenge '98—International strategic considerations. *Building Research & Information*, 26(2), 118–121.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T. and Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.

Laubin, R. and Laubin, G. (1989). *The Indian tipi: Its history, construction and use*. Norman, OK: University of Oklahoma Press.

Lawson, R. M., Ogden, R. G., and Goodier, C. I. (2014). *Design in modular construction* (1st ed.). London: CRC Press. pp. 1–4

Le Corbusier. (1954). *The modulor: A harmonious measure to the human scale universally applicable to architecture and mechanics*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Le Dictionnaire de l'Académie Française (DAF). (2025). *Article A9M2417*. https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9M2417 Erişim tarihi: 24 Ocak 2025.

Le Dictionnaire de l'Académie Française (DAF). (2025). Article A9C0745 https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9C0745 Erişim tarihi: 12 Nisan 2025.

Le Dictionnaire de l'Académie Française (DAF). (2025). *Article A9D1288*. https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9D1288 Erişim tarihi: 17 Nisan 2025.

Lee, S., Ito, R., and Harada, H. (2025). Electricity self-sufficiency of off-grid mobile homes as temporary housing: A feasibility study in Japan. *Sustainable Cities and Society*, *121*, 106221. https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106221

Lessing, J., Stehn, L., and Ekholm, A. (2005). Industrialised housing: Definition and categorisation of the concept. *Construction Management and Economics*, *23*(1), 67–76. https://doi.org/10.1080/0144619042000326199

Lin, Z. (2011). Nakagin Capsule Tower: Revisiting the future of the recent past. *Journal of Architectural Education*, *65*(1), 13–32.

Linner, T., and Bock, T. (2012). Evolution of large-scale industrialisation and service innovation in Japanese prefabrication industry. *Construction Innovation*, *12*(2), 156–178.

Liu, Z., Liu, Q., Xu, W., Wang, L., and Zhou, Z. (2022). Robot learning towards smart robotic manufacturing: A review. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *77*, 102360.

Lloyd, K. (1981). *Cobijo*. Madrid: H. Blume Ediciones.

Lojanica, V., Colic-Damjanovic, V. M., and Jankovic, N. (2018, September). Housing of the future: Housing design of the fourth industrial revolution. In *2018 5th International Symposium on Environment-Friendly Energies and Applications (EFEA)* (pp. 1–4). IEEE.

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, *6*, 1–10.

Lucas, R. E. (2002). The industrial revolution: Past and future. *Lectures on Economic Growth*, *109*, 188.

Luther, M. B. (2009). Towards prefabricated sustainable housing – an introduction. *Environment Design Guide*, 1–11.

MacArthur, E. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. Cowes, UK: Ellen MacArthur Foundation.

MacNairn, M. F., and Shelton, T. (2015). IKEA's solar-powered refugee shelter. *The Journal of Conventional Weapons Destruction*, *17*(3). https://commons.lib.jmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1129&context=cisr-journal Erişim Tarihi: 21 Haziran 2025

Maeda, T., and Yoshida, Y. (2021). The real reason why Nakagin Capsule Tower was never metabolized. *Docomomo Journal*, *(65)*, 118–120.

Mamudu, U. U., Obasi, C. D., Awuye, S. K., Danso, H., Ayodele, P., and Akinyemi, P. (2024). Circular economy in the manufacturing sector: Digital transformation and sustainable practices. *International Journal of Science and Research Archive*, *12*(02), 129–141.

Mándoki, R. and Orr, J. (2023). The social acceptance of mass produced residential buildings among Hungarian young adults. *Architectural Engineering and Design Management, 19*(2), 148–162.

Mangialardo, A., Micelli, E. (2020). Innovation of Off-Site Constructions: Benefits for Developers and the Community in an Italian Case Study. In: Mondini, G., Oppio, A., Stanghellini, S., Bottero, M., Abastante, F. (eds) *Values and Functions for Future Cities*. Green Energy and Technology. Springer, Cham. pp 217–228

https://doi.org/10.1007/978-3-030-23786-8_12

Manzo, L. C. (2003). Beyond house and haven: Toward a revisioning of emotional relationships with places. *Journal of Environmental Psychology*, *23*(1), 47–61.

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, *50*(4), 370–396. https://doi.org/10.1037/h0054346

Maslow, A. (1970). *Motivation and personality* (2nd ed.). New York: Harper and Row.

McKinsey and Company. (2019). *Modular construction: From projects to products*. https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/modular-construction-from-projects-to-products Erişim Tarihi: 21 Haziran 2025

McNeile, A. H. (1908). *The book of Exodus* (Westminster Commentaries). London: Methuen and Company.

Megahed, N. A. (2017). Understanding kinetic architecture: Typology, classification, and design strategy. *Architectural Engineering and Design Management*, *13*(2), 130–146.

Memmott, P., and Langton, M. (2023). *Gunyah, Goondie & Wurley: The Aboriginal architecture of Australia*. Port Melbourne, Victoria: Thames and Hudson Australia.

Menconi, M. E., Dell'Anna, S., Scarlato, A., and Grohmann, D. (2016). Energy sovereignty in Italian inner areas: Off-grid renewable solutions for isolated systems and rural buildings. *Renewable Energy*, *93*, 14–26.

Merriman, P. (2012). *Mobility, space and culture*. London: Routledge.

Mischke, R. J., Garemo, N. and Sankhe, S. (2014). *A blueprint for addressing the global affordable housing challenge* (pp. 7–13). McKinsey Global Institute.

Mokyr, J., and Strotz, R. H. (1998). The second industrial revolution, 1870–1914. In V. Castronovo (Ed.), *Storia dell'economia mondiale* (pp. 219–245). Roma–Bari: Laterza.

Moreda Franco, L. (2019). *Nuevo atractivo diferente: OMA y Prada, lógicas culturales. 1999–2016* (Doctoral dissertation) Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

Muhs, C. S., Agapito, D. L. M., and Pereira, L. N. (2024). Understanding Vanlife: The current state of the art of a vehicle-based hypermobile travel phenomenon. *Current Issues in Tourism*, *27*(15), 2369–2391. https://doi.org/10.1080/13683500.2024.2311148

Munby, J. (2017). From carriage to coach: What happened? In *The art, science, and technology of medieval travel* (pp. 41–53). London: Routledge.

Naboni, R., and Paoletti, I. (2015). *Advanced customization in architectural design and construction*. New York, NY: Springer.

Nagalingam, S. V., and Lin, G. C. (2008). CIM—still the solution for manufacturing industry. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *24*(3), 332–344.

Narváez, A. C., Reyes, E. C., Peña, M. R., and Ramos, J. S. (2023, June). Integrating modularity into industrialization and prefabrication of sustainable residential housing solutions. In *International Conference on the Digital Transformation in the Graphic Engineering* (pp. 259–269). Cham: Springer Nature Switzerland.

Nicolaisen, J., and Nicolaisen, I. (1997). *The pastoral Tuareg: Ecology, culture and society*. London: Thames and Hudson.

Nozawa, S., and Komiyama, Y. (2021). High tech attitude as a corrective of Japanese industrialised housing: The work and discourses of Kohko Takahashi. In R. Ward (Ed.), *The history of building trades and professionalism* (pp. 483–497). Cambridge: Construction History Society.

Ohno, T. (1982). How the Toyota production system was created. *Japanese Economic Studies*, *10*(4), 83–101.

Ohno, T. (2019). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. New York, NY: Productivity Press.

O'Neill, D., and Organ, S. (2016). A literature review of the evolution of British prefabricated low-rise housing. *Structural Survey*, *34*(2), 191–214.

Oorschot, L., and Asselbergs, T. (2021). New housing concepts: Modular, circular, biobased, reproducible, and affordable. *Sustainability*, *13*(24), 13772.

Orakcı, M. (2022). Mimarlıkta standardizasyon – "yer" gerilimi bağlamında kullanıcı katılımı ve "half a house". *Akdeniz University Journal of the Faculty of Architecture*, *1*(2), 151–172.

Oxford English Dictionary (OED). (2025). *Prefabricate*. https://www.oed.com/dictionary/prefabricate_v?tab=etymology-paywall Erişim tarihi: 2 Nisan 2025.

Oxford English Dictionary (OED). (2025). *Mobile*. https://www.oed.com/dictionary/mobile_adj1?tab=factsheet#36482874 Erişim tarihi: 17 Nisan 2025.

Oxford English Dictionary (OED). (2025). *Deployable*. https://www.oed.com/dictionary/ployable_adj?tab=factsheet#26369025 Erişim tarihi: 17 Nisan 2025.

Oxford English Dictionary (OED). (2025). *Relocatable*. https://www.oed.com/dictionary/relocatable_adj?tab=factsheet#25999954 Erişim tarihi: 18 Nisan 2025.

Özgel Felek, S. (2019). Mimarlıkta mobilite kavramı. *Yapı Dergisi*, *(444)*, 45–48.

Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *21*(1), 41–64.

Padlewski, M. (2005). Plastic and bamboo: Tailor-made tent design. In R. Kronenburg and F. Klassen (Eds.), *Flexible: Architecture that responds to change* (pp. 96–101). London: Laurence King Publishing.

Parker, M. (2011). Organizing the circus: The engineering of miracles. *Organization Studies*, *32*(4), 555–569.

Pearson, D. (2001). *Circle houses: Yurts, tipis and benders*. Chelsea: Chelsea Green Publishing Company.

Perkins, I., and Skitmore, M. (2015). Three-dimensional printing in the construction industry: A review. *International Journal of Construction Management*, *15*(1), 1–9. https://doi.org/10.1080/15623599.2015.1012136

Pernice, R. (2004). Metabolism reconsidered: Its role in the architectural context of the world. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, *3*(2), 357–363.

Pérez, C. D. S. (2018). Coherence and contradiction in prefab modular aggregative systems: Early experiences of organic growth based on the addition of prefab cells. In *EURAU18 Alicante: Retroactive research. Congress proceedings* (pp. 243–253). Universidad de Alicante / Universitat d'Alacant.

Piller, F., & Euchner, J. (2024). Mass Customization in the Age of AI: A Conversation with Frank Piller. *Research-Technology Management*, *67*(4), 14–20. https://doi.org/10.1080/08956308.2024.2350919

Pine, J., (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*; Harvard Business Review Press: Boston, MA, USA, pp. 78–91.

Pomponi, F., and Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, *143*, 710–718. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055

Pospisil, M. (2021). EcoCapsule, self-sustainable microhome. In *Proceedings of DARCH 2021: 1st International Conference on Architecture & Design (Online)* (pp. 85–91).

Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., and Hanemaaijer, A. (2017). *Circular economy: Measuring innovation in the product chain* (PBL publication no. 2544). Planbureau voor de Leefomgeving.

Potts, T. (2024). 'More with less': Form, function and American modernism. In T. Potts (Ed.), *Neither use nor ornament* (pp. 87–124). Manchester: Manchester University Press.

Priavolou, C., & Niaros, V. (2019). Assessing the openness and conviviality of open source technology: The case of the WikiHouse. *Sustainability*, 11(17), 4746. https://doi.org/10.3390/su11174746

Prouvé, J., and Coley, C. (2013). *Maison démontable 6x6*. Paris: Galerie Patrick Seguin.

Rasmussen, S. (1996). The tent as cultural symbol and field site: Social and symbolic space, "topos," and authority in a Tuareg community. *Anthropological Quarterly*, *69*(1), 14–26.

Resmî Gazete. (2024, 18 Ocak). Turizm tesisilerinin niteliklerine ilişkin yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik (Karar Sayısı 8112, Sayı 32433).

Reynard, P. C. (2000). Manufacturing quality in the pre-industrial age: Finding value in diversity. *The Economic History Review*, *53*(3), 493–516.

Rosenband, L. N. (2000). *Papermaking in eighteenth-century France: Management, labor, and revolution at the Montgolfier Mill, 1761–1805*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Rupnik, I., Smith, R. E., and Schmetterer, T. (2022, November). *Modularization precedes digitalization in offsite housing delivery*. Harvard Joint Center for Housing Studies. https://www.jchs.harvard.edu/research-areas/working-papers/modularization-precedes-digitalization-offsite-housing-delivery

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., and Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group.

Sabel, C. F., and Zeitlin, J. (Eds.). (1997). *World of possibilities: Flexibility and mass production in Western industrialization*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Sadler, S. (2005). *Archigram: Architecture without architecture*. Cambridge, MA: MIT Press.

Sanoff, H. (2018). *Participatory environmental design: Case studies in the built environment*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, pp. 121–126.

Sanoff, H. (2022). Participatory design. *DEPARCH Journal of Design Planning and Aesthetics Research*, 1(2), 1–12.

Schneckenburger, T. (2006). Experimental living. In *Housing is back 01* (pp. 164–167). Vienna: Springer.

Scott, K. T. (1971). *The history of the motor home as a recreational vehicle* (No. 710118). SAE Technical Paper. https://doi.org/10.4271/710118

Scott-Smith, T. (2017). A slightly better shelter? *Limn*, 1(9). https://limn.it/articles/a-slightly-better-shelter/

Scranton, P. (1997). *Endless novelty: Specialty production and American industrialization, 1865–1925*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Segura, J. (2025). Reimaging housing: A perspective from the Mongolian yurt. *Housing Studies*, 1–25. https://doi.org/10.1080/02673037.2025.2461712

Shaik, A. M., Rao, V. K., and Rao, C. S. (2015). Development of modular manufacturing systems—A review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 76, 789–802.

Sharma, A., and Singh, B. J. (2020). Evolution of industrial revolutions: A review. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(11), 66–73.

Shearer, H., and Burton, P. (2019). Towards a typology of tiny houses. *Housing, Theory and Society*, 36(3), 298–318.

Siegal, J. (Ed.). (2002). *Mobile: The art of portable architecture*. New York: Princeton Architectural Press.

Smith, M. R. (2006). *Harper's Ferry Armory and the new technology*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Smith, R. E. (2010). *Prefab architecture: A guide to modular design and construction*. Hoboken, NJ: Wiley, pp. 4–17.

Sotorrío Ortega, G., Cobo Escamilla, A., and Tenorio Ríos, J. A. (2023). Industrialized construction and sustainability: A comprehensive literature review. *Buildings, 13*(11), 2861.

Sørvin, I. (2013). The power of logic versus the logic of power: N55. *Architectural Design, 83*(6), 76–81.

Spear, B. (2008). James Watt: The steam engine and the commercialization of patents. *World Patent Information, 30*(1), 53–58.

Steinhausen, A. (1994). Plattenbau: eine architekturhistorische Darstellung. Architektur Jahrbuch.

Steinhardt, D. A., and Manley, K. (2016). Adoption of prefabricated housing – The role of country context. *Sustainable Cities and Society, 22*, 126–135.

Stevenson, G. (2016). *A literature review of the evolution of British prefabricated low-rise housing*. UWE Repository.

Şahin, O. (2022). *Mimaride taşınabilir yapıların sınıflandırılması ve analizi* (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Šenk, P. (2013). Koncept plug-in: Tehnologija in estetika spremembe. *AR Arhitektura, Raziskave*, (1), 42–51.

Taşkesen, M. G. (2019). *Mobil konutlar ve iç mekan biçimlenişi* (Yüksek lisans tezi). Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Taylor, C., Roy, K., Dani, A. A., Lim, J. B., De Silva, K., and Jones, M. (2023). Delivering sustainable housing through material choice. *Sustainability*, *15*(4), 3331.

Taylor, F. W. (2003). *The principles of scientific management* (Original work published 1911). Mineola, NY: Dover Publications.

Tekeli, İ. (2011). *Kent, kentli hakları, kentleşme ve kentsel dönüşüm*. İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları.

Temiz, B. T. (2020). *Mekanda devinim: Mobil mikro konutlar* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

The Guardian. (2023, January 6). *Legacy of Japan's Nakagin Capsule Tower lives on in restored pods*. https://www.theguardian.com/world/2023/jan/06/legacy-japan-nagakin-capsule-tower-lives-on-restored-pods Erişim tarihi: 14 Nisan 2025.

Thirunavukkarasu, K., Kanthasamy, E., Gatheeshgar, P., Poologanathan, K., Rajanayagam, H., Suntharalingam, T., and Dissanayake, M. (2021). Sustainable performance of a modular building system made of built-up cold-formed steel beams. *Buildings*, *11*(10), 460.

Thybony, S. (2003). *The tipi: Portable home of the plains*. Tucson, AZ: Western National Parks Association.

Torun, F. K. (2023). Mobil mekânlar kapsamında iç mimarlık perspektifinden karavan tasarım önerileri. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, *10*(98), 2082–2099.

Trisno, R., Husin, D., and Lianto, F. (2023). Reconceptualising nomadic architecture: From the body to the space creation. *City, Territory and Architecture*, *10*, 1. https://doi.org/10.1186/s40410-022-00191-0

Tsovoodavaa, G., Shih, R. R. L., Bonjar, M. R. G., and Kistelegdi, I. (2018). A review and systemization of the traditional Mongolian yurt (ger). *Pollack Periodica*, *13*(3), 19–30.

Tuncel, A. (2007). *Mobil konutlarda iç mekân organizasyonu ve mobil mekânların tarihsel gelişim süreci* (Yüksek lisans tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Turan, İ. (2022). *Hareketli mekanlarda kullanıcı odaklı tasarım yaklaşımı kapsamında Doğu Ekspresi örneği* (Doktora tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Türk Dil Kurumu (TDK). (2024). *Sozluk.gov.tr*. https://sozluk.gov.tr/ Erişim tarihi: 12 Kasım 2024.

Türk Dil Kurumu (TDK). (2024). *Sozluk.gov.tr*. https://sozluk.gov.tr/ Erişim tarihi: 12 Nisan 2025.

Uddin, N., and Hossain, F. (2015). Evolution of modern management through Taylorism: An adjustment of Scientific Management comprising behavioral science. *Procedia Computer Science*, *62*, 578-584.

Van Driel-Murray, C. (2017). Warm and dry: A complete Roman tent from Vindolanda. In Q. Mould (Ed.), *Leather in warfare: Attack, defence and the unexpected* (pp. 1–16). Leeds: Trustees of the Royal Armouries.

Vogel, K. (2005). A scenographic experiment. In R. Kronenburg and F. Klassen (Eds.), *Transportable environments 3* (pp. 206–213). New York: Taylor & Francis Inc.

Yakar, J. (2006). Traits of nomadic people: Ethnoarchaeological and archaeological research in Turkey. In S. R. Hauser (Ed.), *Die Sichtbarkeit von Nomaden und saisonaler Besiedlung in der Archäologie* (pp. 45–63). *Orientwissenschaftliche Hefte*, 21.

Yang, Y. (2022). Smart moveability of architecture. *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, *5*(7), 23-32.

Want, P. (1990). The history and development of mobile libraries. *Library Management*, *11*(2), 5–14. https://doi.org/10.1108/EUM0000000000825

Warszawski, A. (1999). *Industrialized and automated building systems: A managerial approach*. Taylor & Francis.

Watson, D. (2019). Fordism: A review essay. *Labor History*, *60*(2), 144-159.

Weightman, G. (2010). *The industrial revolutionaries: The making of the modern world, 1776–1914*. New York, NY: Open Road + Grove/Atlantic.

Whiteman, W. M. (1957). The caravan and its impact on society. *Journal of the Royal Society of Arts*, *105*(5001), 393–408. http://www.jstor.org/stable/41366051

Williams, D. E. (2007). *Sustainable design: ecology, architecture, and planning*. John Wiley& Sons. pp 13-20

Winston, N. and Pareja Eastaway, M. (2008). Sustainable housing in the urban context: International sustainable development indicator sets and housing. *Social Indicators Research, 87*, 211–221.

World Economic Forum WEF (2016). *Shaping the future of construction: A breakthrough in mindset and technology*. World Economic Forum.

Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, *22*(2), 546-556.

Zheng, H. (2016). *The failures of the nomadic museum* (Master's thesis, University of California, Berkeley).

Zimmann, R., O'Brien, H., Hargrave, J. and Morrell, M. (2016). *The circular economy in the built environment*. Arup.

Zuk, W., and Clark, R. (1970). *Kinetic architecture*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.

Çevrimiçi Kaynaklar

URL1 https://www.rbth.com/lifestyle/333447-chum-nomad-tent-russia Erişim tarihi: 11 Nisan 2025

URL2 https://www.ecotoerisme.eu/wp-content/uploads/2015/04/sami-hut.jpg Erişim tarihi: 11 Nisan 2025

URL3 https://stock.adobe.com/tr/search?k=lavvu Erişim tarihi: 11 Nisan 2025

URL4 https://www.myjewishlearning.com/article/the-tabernacle/?utm_source=chatgpt.com 10 Nisan 2025

URL5 https://discover.hubpages.com/education/Romany-Gypsy-Culture-Using-Gypsy-Wagons-for-Vacations-is-It-Appropriation Erişim tarih: 19 Nisan 2025

URL6 https://martineclaessens.com/blog/2016/6/25/bohemian-summer Erişim tarihi: 19 Nisan 2025

URL7 https://www.britannica.com/technology/Conestoga-wagon Erişim tarihi: 11 Nisan 2025

URL8 https://collections.museumsvictoria.com.au/items/1689827 19.04.2025

URL9 https://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller/51dee1f6e8e44eb808000010-ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller-image?next_project=no Erişim tarihi: 23 Haziran 2025

URL10 Web Pullman https://www.pullman-museum.org/theCompany/ Erişim tarihi: 16 Nisan 2025

URL11 https://forum.trains.com/t/pullman-car-elkhart-valley/300744 19 Nisan 2025

URL12 https://unwritten-record.blogs.archives.gov/2020/04/14/mobile-libraries-culture-on-the-go/#jp-carousel-22846 Erişim tarihi: 20 Nisan 2025

URL13 https://unwritten-record.blogs.archives.gov/2020/04/14/mobile-libraries-culture-on-the-go/ Erişim tarihi: 20 Nisan 2025

URL14 https://www.aa.com.tr/en/turkey/turkey-bookmobile-serves-readers-despite-virus/2142067 Erişim tarihi: 20 Nisan 2025

URL15 https://www.opcdorset.org/fordingtondorset/Files2/JohnPouncy1818-1894.html Erişim tarihi 21 Nisan 2025

URL16 https://www.bournemouthecho.co.uk/news/20299889.victorian-dorset-photographers-studio-going-auction/#gallery3 Erişim tarihi: 21 Nisan 2025

URL17 https://www.archigram.net/?view=article&id=73:060-plug-in-city-study&catid=8&highlight=WyJwbHVnIl0= Erişim tarihi: 10 Nisan 2025

URL18 https://www.archigram.net/?view=article&id=77:064-walking-city&catid=8&highlight=WyJ3YWxraW5nIl0= Erişim tarihi: 10 Nisan 2025

URL19 https://www.designboom.com/tag/metabolism-architecture-movement-in-japan/ Erişim tarihi: 19 Nisan 2025

URL20 https://www.markies.nl/history Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL21 https://shigerubanarchitects.com/works/paper-tubes/paper-log-house-kobe/ 13.4.2025

URL22 https://shigerubanarchitects.com/works/paper-tubes/paper-log-house-turkey/ Erişim tarihi: 13 Nisan 2025

URL23 https://tureng.com/tr/turkce-ingilizce/tiny%20house Erişim tarihi: 19 Nisan 2025

URL24 https://www.hauslein.com.au/ Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL25 https://www.archdaily.com/591224/tiny-house-villages-safe-havens-for-the-homeless Erişim tarihi: 19 Nisan 2025

URL26 https://www.n55.dk/MANUALS/SNAIL_SHELL_SYSTEM/SSS.html Erişim tarihi: 13 Nisan 2025

URL27 https://lot-ek.com/mdu-mobile-dwelling-unit Erişim tarihi: 13 Nisan 2025

URL28 https://www.archdaily.com/777307/ad-classics-nomadic-museum-shigeru-ban-architects Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL 29 https://shigerubanarchitects.com/works/cultural/nomadic-museum-tokyo/ Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL30 http://www.hcla.co.uk/projects/type/micro-compact-home Erişim tarihi: 12 Nisan 2025

URL31 http://www.microcompacthome.at/company/ Erişim tarihi: 12 Nisan 2025

URL32 https://www.haackhoepfner.de/en/o2-village Erişim tarihi: 12 Nisan 2025

URL33 https://www.dezeen.com/2012/06/19/micro-compact-home-016-by-richard-horden/ Erişim tarihi: 13 Nisan 2025

URL34 http://www.niceandwise.sk/en/ecocapsule-for-andes-sprouts Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL35 https://www.archdaily.com/637889/live-off-the-grid-in-nice-architects-wind-and-solar-powered-ecocapsule Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL36 https://ecocapsule.com/ Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL37 https://www.oma.com/projects/prada-transformer Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL38 https://www.prada.com/tr/tr/pradasphere/events/2009/prada-transformer.html Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL39 https://www.yasutakayoshimura.com/bayside-marina-hotel Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL40 https://www.daiwalease.co.jp/edv-01/english/index.html Erişim tarihi: 14 Nisan 2025

URL41 https://www.ikea.com/au/en/newsroom/corporate-news/the-ikea-foundation-commits-eur10-million-to-provide-emergency-assistance-in-turkey-and-northern-syria-pubf7a56700/ Erişim tarihi: 13 Nisan 2025

URL42 https://www.arkitera.com/haber/better-shelterdan-hatay-5-000-acil-durum-barinagi/ Erişim tarihi: 13 Nisan 2025

URL43 https://puertomoviltaller.wixsite.com/tallermecanico/montaje-de-enganche-de-remolque Erişim tarihi: 17 Nisan 2025

URL44 https://wikkelhouse.com/ Erişim tarihi: 17 Nisan 2025

URL45 https://www.metalocus.es/en/news/jean-prouve-demountable-house-6x6m-1944 Erişim tarihi: 17 Nisan 2025

URL46 https://www.researchgate.net/profile/Leyla-Arda/publication/336686306/figure/fig3/AS:816371592073227@1571649563083/ndustrial-Revolutions.png 23 Haziran 2025

URL47 https://www.theguardian.com/uk-news/gallery/2016/nov/28/lost-england-photographs-from-1870-to-1930 Erişim tarihi: 3 Mayıs 2025

URL48 https://www.panmurehouse.org/perspectives/articles/adam-smith-and-the-pin-factory/ Erişim tarihi: 23 Haziran 2025

URL49 https://nvaughn.weebly.com/interchangeable-parts.html Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025

URL50 https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-collections/artifact/31264/ Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025

URL51 https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/features/celebrating-the-moving-assembly-line-in-pictures.html Erişim tarihi: 13 Mayıs 2025

URL52 https://photo.charliechaplin.com/categories/6/images Erişim tarihi: 13 Mayıs 2025

URL53 https://www.assoeman.it/tag/organizzazione/ Erişim tarihi: 23 Haziran 2025

URL54 https://www.kpifire.com/blog/unveiling-the-secrets-of-the-toyota-production-system/ Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025

URL55 https://www.greif-velox.com/en/knowledge/lean-production-en Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025

URL56 https://www.scottbrownrigg.com/design-research-unit/articles-publications/how-digital-twins-can-help-us-manage-the-golden-thread/ Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025

URL57 https://builtoffsite.com.au/news/nexthouse-initiative-aspires-to-advance-factory-built-modular-housing/ Erişim tarihi: 13 Temmuz 2025

URL58 https://www.ddr-museum.de/de/blog/archive/was-bleibt-von-der-ddr-teil-vii-plattenbauten Erişim tarihi: 13 Temmuz 2025

URL59 https://www.governing.com/urban/can-going-modular-fix-our-housing-shortage-not-yet Erişim tarihi: 13 Temmuz 2025

URL60 https://kawasakirobotics.com/th/case-studies/sekisuiheim/ Erişim tarihi: 27 Nisan 2025

URL61 https://www.archdaily.com/404803/ad-classics-habitat-67-moshe-safdie/51e85669e8e44e33c300001d-ad-classics-habitat-67-moshe-safdie-image?next_project=no Erişim tarihi: 27 Nisan 2025

URL62 //www.kuka.com/en-us/industries/automated-modular-house-building Erişim tarihi: 27 Nisan 2025

URL63 https://newatlas.com/good-thinking/suddenly-micro-factories-are-real-with-prices-starting-at-300-000/ Erişim tarihi: 4 Mayıs 2025

URL64 https://cobod.com/about-us/mission-vision/ Erişim tarihi: 3 Mayıs 2025

URL65 https://www.archdaily.com/979103/towards-sustainable-and-affordable-housing-is-3d-printing-the-future-or-the-present/623cc7803e4b3192a300000b-towards-sustainable-and-affordable-housing-is-3d-printing-the-future-or-the-present-image Erişim tarihi: 3 Mayıs 2025

URL66 https://bmwnibul.bmw.com.tr/tasarla-ve-rezerve-et/5/G60/31FJ?bv=1 Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025

URL67 https://www.uuthuuske.nl/en/design/ Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025

URL68 https://architecturecompetitions.com/mod-6-hon-interview Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025

URL69 https://www.archdaily.com/1015545/how-can-modular-design-be-used-to-revolutionize-housing-architecture Erişim tarihi: 23 Haziran 2025

URL70 https://www.ikea.com/ph/en/this-is-ikea/about-us/the-story-of-ikea-flatpacks-puba710ccb0/ Erişim tarihi: 10 Mayıs 2025

URL71 https://www.killadesign.com/sustainability/ Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025

URL72 https://auar.io/ Erişim tarihi: 12 Mayıs 2025

URL73 https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/deko.pdf Erişim tarihi: 10 Mayıs 2025

URL74 https://www.futur2k.com/ Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025

URL75 https://offgridworld.com/amazing-off-grid-expandable-portable-shipping-container-home/ Erişim tarihi: 8 Mayıs 2025

URL76 haus.me https://haus.me/ Erişim tarihi: 11 Mayıs 2025

URL77 https://www.archdaily.com/782589/the-paradoxical-popularity-of-jean-prouves-demountable-houses Erişim tarihi: 25 Mayıs 2025

URL78 https://www.metalocus.es/en/news/jean-prouve-demountable-house-6x6m-1944 Erişim tarihi: 30 Mayıs 2025

URL79 https://www.jeanprouve.com/en/fiche/1944-6 Erişim tarihi: 25 Mayıs 2025

URL80 https://www.patrickseguin.com/en/designers/architect-jean-prouve/available-houses-jean-prouve/6x6-demountable-house-1944/ Erişim tarihi: 30 Mayıs 2025

URL81 https://rshp.com/assets/uploads/10270_ProuveHouse_JS_en_1.pdf Erişim tarihi: 30 Mayıs 2025

URL82 https://trendland.com/jean-prouve-architecture-exhibition-at-galerie-patrick-seguin-london/

Erişim tarihi: 30 Mayıs 2025

URL83 http://www.microcompacthome.at/projects/ Erişim tarihi: 29 Mayıs 2025

URL84 https://www.artarchitecture.info/2020/05/blog-post.html?spref=pi Erişim tarihi: 29 Mayıs 2025

URL85 https://inhabitat.com/micro-mini-home/ Erişim tarihi: 29 Mayıs 2025

URL86 https://www.dezeen.com/2012/06/19/micro-compact-home-016-by-richard-horden/ Erişim tarihi: 29 Mayıs 2025

URL87 http://www.niceandwise.sk/en/ecocapsule-for-andes-sprouts Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL88 https://ecocapsule.com/ Erişim tarihi: 29 Mayıs 2025

URL89 https://www.archdaily.com/637889/live-off-the-grid-in-nice-architects-wind-and-solar-powered-ecocapsule/556ca0f2e58eceec91000012-live-off-the-grid-in-nice-architects-wind-and-solar-powered-ecocapsule-image?next_project=no Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL90 https://www.wikihouse.cc/design/what-is-wikihouse Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL91 https://www.wikihouse.cc/mission Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL92 https://www.wikihouse.cc/assembly/wikihouse-assembly Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL93 https://www.wikihouse.cc/featured-projects/the-shelter Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL94 https://www.wikihouse.cc/guides/manufacturing Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL95 https://ce-toolkit.dhub.arup.com/case_studies/s3 Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL96 https://amsterdamsmartcity.com/updates/experience/wiki-house Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL97 https://bettershelter.org/ Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL98 https://www.archdaily.com/804247/ikeas-better-shelter-wins-design-of-the-year-2016 Erişim tarihi: 30 Mayıs 2025

URL99 https://www.arkitera.com/haber/better-shelterdan-hatay-5-000-acil-durum-barinagi/ Erişim tarihi: 31 Mayıs 2025

URL100 https://www.eit.europa.eu/news-events/success-stories/wohnwagon Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL101 https://wohnwagon.at/ Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL102 https://innoenergy.com/portfolio/wohnwagon/265902/ Erişim tarihi: 25 Mayıs 2025

URL103 https://mobile.x.com/i/flow/login?redirect_after_login=%2Fwohnwagon Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL104 https://wohnwagon.at/modulhaeuser-von-wohnwagon/tiny-house-oskar/ Erişim tarihi: 25 Haziran 2025

URL105 https://tiny-houses.de/minihaus-kaufen/wohnwagon/ Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL106 https://westfalia-mobil.com/en/ Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL107 https://westfalen-mobil.de/en/production Erişim tarihi: 1 Haziran 2025 URL108 Web James 3 https://westfalia-mobil.com/fourgons/james-cook-600-e/ Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL109 https://www.markt.de/mercedes-sprinter-wis-reparatur-cd-906-w906-service-4x4-womo-werkstatthandbuch-neu/a/e7aaf1de/?geoUrlId=bad-heilbrunn Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL110 https://config.syscara.com/westfalia/westfalia-james-cook-600-e-group-james-cook.html?x=WFLG07TB&lc=en-en Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL111 https://dutchvanparts.com/product/camp-2-roof-rack-crafter-2006-2017-sprinter/#gallery-2 Erişim tarihi: 1 Haziran 2025

URL112 https://www.startupselfie.net/2024/11/07/discover-3d-printed-camper-trailer/ Erişim tarihi: 24 Haziran 2025

URL113 https://newatlas.com/outdoors/discover-3d-camper-trailer/ Erişim tarihi: 24 Haziran 2025

URL114 https://iscale3d.com/project/3d-camper/ Erişim tarihi: 24 Haziran 2025

URL 115 https://www.youtube.com/watch?v=s92094u-Utk Erişim tarihi: 24 Haziran 2025

URL116 https://www.caravancampingsales.com.au/editorial/details/world-first-3d-printed-teardrop-camper-goes-on-sale-147936/

URL117 https://thenewmakers.com/producten Erişim tarihi: 2 Haziran 2025

URL 118 https://www.uuthuuske.nl/en/home/ Erişim tarihi: 20 Mayıs 2025 URL119 Web U5 https://newconcepthousing.com/general-products/diamond-suite Erişim tarihi: 2 Haziran 2025

URL120 https://thenewmakers.com/product/diamond-suite/ Erişim tarihi: 2 Haziran 2025

URL121 https://thenewmakers.com/projects/108-woningen-haarlem/ Erişim tarihi: 2 Haziran 2025

URL122 https://thenewmakers.com/product/houten-thuis/ Erişim tarihi: 2 Haziran 2025

URL123 https://microhaus.me/#microhaus Erişim tarihi: 20 Mayıs 2025

URL124 https://haus.me/ Erişim tarihi: 3 Haziran 2025

URL125 https://hypeandhyper.com/a-teeny-tiny-home-haus-me/ Erişim tarihi: 3 Haziran 2025

URL126 https://catalogofhomes.com/listing/haus-me/ Erişim tarihi: 3 Haziran 2025

URL127 https://www.instagram.com/haus.me.homes/p/DIepX6UMvEt/?img_index=2 Erişim tarihi: 3 Haziran 2025

URL128 https://www.roosros.nl/actueel/nieuws/modulair-bouwen-als-veelbelovende-oplossing/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL129 https://jansnel.com/over-ons/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL130 https://www.daiwahousemodular.eu/nieuws/feestelijke-opening-333-woningen-leerpark-dordrecht/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025 URL131 Web Trivire https://www.trivire.nl/projecten/leerpark-de-huischmeesters/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL132 https://www.daiwahousemodular.eu/portfolio/leerpark/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL133 https://www.daiwahousemodular.eu/en/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL134 https://dehuischmeesters.nl/2022/03/10/start-bouw-333-woningen-op-leerpark-dordrecht/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL135 https://allgemeinebauzeitung.de/abz/daiwa-house-modular-europe-die-zukunft-des-bauens-ist-modular-new61e80ceb72f27555512716 Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL136 https://www.youtube.com/watch?v=UUQNVyDzgaU Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL137 https://flexwonen.nl/feestelijke-opening-333-flexwoningen-leerpark-dordrecht/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL 138 https://www.daiwahousemodular.eu/en/modular-construction/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL139 https://www.daiwahouse.co.jp/jutaku/lsp/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

URL140 https://www.daiwahouse.co.jp/jutaku/lsp/ Erişim tarihi: 11 Haziran 2025

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirisi

1. Çelik, S. ve Say Özer, Y. (2024). Seri Üretim Yöntemleriyle Mobil Mekan Üretimi. *Middle East 9. International Conference on Contemporary Scientific Studies* (pp 409-410). 13–14 March 2024, Beirut, Lebanon.